REAMENAGEMENT DU SITE DES BOIS NOIRS LIMOUZAT

SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE (42)

2023-000054

Juin 2025

Étude d'impact








AGENCE DE TOULOUSE (31)
Ectare siège social
6 avenue Georges Pompidou
Bât. A- | Entrée 2
31130 BALMA
Tél. 05 62 89 06 10
Email : contact@ectare.fr

AGENCE DE BRIVE (19)
Ectare Centre Ouest
2 impasse Jean Chaptal
19100 BRIVE
Tél. 05 55 18 91 60
Email : limousin@ectare.fr

Le partenaire de vos stratégies environnementales
ECTARE
cabinet-ectare.fr

SCOP ARL AU CAPITAL VARIABLE DE 90 576 € | RCS TOULOUSE B 389 797 010
SIRET 38979701000052 | NAF 7490B

1 SOMMAIRE

1 SOMMAIRE 3
2 GLOSSAIRE 34
II. PREAMBULE 38
III. PRESENTATION DU PROJET 39
1 CONCEPTION GENERALE 39
1.1 La couverture solide 40
1.2 La renaturation de la Besbre 42
1.3 La route d'accès et la voirie interne 44
1.3.1 Voie d'accès 44
1.3.2 Création de pistes 46
1.4 L'alvéole de stockage des boues 47
2 PHASAGE DES TRAVAUX 50
2.1 Travaux préparatoires 50
2.1.1 Défrichement 50
2.1.2 Création de la base vie 52
2.1.3 Création des aires de stockage temporaires 52
2.1.4 Pose des clôtures 54
2.2 Terrassements et aménagements 56
2.2.1 Première phase de réaménagement 56
2.2.2 Deuxième et troisième phase de réaménagement 62
2.2.3 Quatrième phase de réaménagement 64
2.2.4 Cinquième phase de réaménagement 65
2.2.5 Sixième phase de réaménagement 66
2.2.6 Septième phase de réaménagement 67
2.2.7 Huitième phase de réaménagement 68
2.2.8 Neuvième phase de réaménagement 69
2.2.9 Dixième phase de réaménagement : Terrassement partie aval de la Besbre - Déblai 8 71
2.2.10 Onzième phase de réaménagement 72
2.2.11 Douzième phase de réaménagement 76
2.2.12 Treizième phase de réaménagement 78
3 MOYENS ET METHODE D'EXPLOITATION 81
3.1 Moyens humains et matériels mis en œuvre 81
3.1.1 Utilisation d'explosifs 82
3.2 Horaires de travail 83
3.3 Sources d'énergie utilisées 84
3.4 Produits accessoires employés 84
3.5 Gestion des eaux (hors abaissement du Grand Bassin) 84
3.5.1 Circulation des eaux à l'état final 84
3.5.2 Tranchées drainantes 86
3.5.3 Bassin de la route d'accès 89
3.5.4 Bassin de la verse du Jot 89

3.5.5 DRAIN 40 et aménagement bassin TMS *90*
3.5.6 Bassin des plateformes bois *90*
3.6 Approvisionnement en eau 90
3.7 Synthèse des principales données du projet 91
IV. ÉTAT INITIAL 92
1 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET PRESENTATION DE L'AIRE D'ETUDE 92
1.1 Définition des aires d'étude 92
1.2 Situation géographique 96
1.3 Situation cadastrale 98
1.4 Historique et composition du site 102
1.4.1 Historique du site *102*
1.4.2 Description du site actuel après aménagement *115*
2 MILIEU PHYSIQUE 121
2.1 Géologie, pédologie et topographie 121
2.1.1 Contexte régional *121*
2.1.2 Géologie locale *125*
2.1.3 Caractérisation des stériles miniers *129*
2.1.4 Recherche d'amiante *133*
2.1.5 Pédologie locale *135*
2.1.6 Topographie *137*
2.2 Hydrologie et qualité des eaux 142
2.2.1 Eaux souterraines *142*
2.2.2 Eaux superficielles *160*
2.2.3 Utilisation des eaux *217*
2.2.4 Documents de planification et de gestion de la ressource en eau *227*
2.3 Climatologie 234
2.3.1 Contexte climatique de la Loire *234*
2.3.2 Caractéristiques climatiques locales *235*
2.4 Risques naturels 241
2.4.1 Risque inondation *241*
2.4.2 Instabilité des sols *243*
2.4.3 Risque sismique *252*
2.4.4 Risque radon *252*
2.4.5 Autres risques *253*
3 MILIEU NATUREL 256
3.1 Contexte biogéographique du secteur 256
3.2 Intérêt patrimonial global des milieux naturels du secteur 257
3.2.1 Les zonages réglementaires *257*
3.2.2 Les zonages d'inventaires *259*
3.2.3 Les Plans Nationaux d'Actions (PNA) *262*
3.2.4 Biodiversité en lien avec la bibliographie *263*
3.3 Diagnostic écologique et patrimonial 264
3.3.1 Habitats naturels sur le site *264*
3.3.2 Indices de Biodiversité Potentielle (IBP) *272*
3.3.3 La flore *275*

3.3.4 Zones humides *282*
3.3.5 La faune *301*
3.4 Continuités écologiques, Trames vertes et bleues 411
3.4.1 Définition de la Trame Verte et Bleue (TVB) *411*
3.4.2 Le Schéma Régional de Cohérence Écologique *412*
3.4.3 Le positionnement de la zone d'étude dans les continuités écologiques définis dans les documents d'urbanisme locaux (PLU, SCoT) *415*
3.5 Synthèse des enjeux du milieu naturel 420
4 ETAT RADIOLOGIQUE DU SITE 430
4.1 Contexte local 430
4.2 État radiologique des eaux 432
4.2.1 Les valeurs limites *432*
4.2.2 Surveillance du vecteur eau *433*
4.2.3 La Besbre *437*
4.2.4 Eaux du Travers Banc TB0 et rejet dans la Besbre *439*
4.2.5 Eaux du Grand Bassin et rejet dans la Besbre *456*
4.2.6 Zone du Paradou *467*
4.2.7 Eaux souterraines de la digue et du site ICPE *471*
4.3 État radiologique des bio-indicateurs 478
4.3.1 Suivi de la qualité radiologique de la chaîne alimentaire (végétaux) *478*
4.3.2 Les sédiments *481*
4.4 État radiologique de l'air 483
4.4.1 Surveillance du vecteur air *483*
4.4.2 Débit de dose *484*
4.4.3 Energie Alpha Potentielle (EAP) *485*
4.5 Évaluation des Doses Efficaces Annuelles Ajoutées (DEAA) 487
4.5.1 Scénario pris en compte *487*
4.5.2 Coefficients de dose retenus et débit d'inhalation *489*
4.5.3 Résultats de l'évaluation de la DEAA *489*
5 MILIEU HUMAIN 495
5.1 Périmètres administratifs 495
5.1.1 La commune de Saint-Priest-la-Prugne *495*
5.1.2 La Communauté de Communes du Pays d'Urfé *495*
5.2 Documents d'orientation, de planification, d'urbanisme 496
5.2.1 SCOT Roannais *496*
5.2.2 Plan local d'urbanisme de Saint-Priest-la-Prugne *496*
5.2.3 Existence d'autorisations antérieures sur le site *503*
5.3 Population 507
5.4 Habitat – voisinage 512
5.4.1 Généralités *512*
5.4.2 Vocation des terrains du site *513*
5.4.3 Vocation du voisinage proche du site *513*
5.4.4 Proximité d'habitations *516*
5.4.5 Voisinage sensible *518*
5.5 Contexte économique 520
5.5.1 Emploi et chômage *520*

5.5.2 Activités industrielles et artisanales, commerces et services ... *521*
5.5.3 Occupation des sols ... *523*
5.5.4 Agriculture ... *525*
5.5.5 Sylviculture ... *527*
5.5.6 Activités de loisirs ou de tourisme ... *528*
5.6 Infrastructures de transport ... 534
5.6.1 Réseau de voiries ... *534*
5.6.2 Accès au site ... *536*
5.6.3 Autres infrastructures ... *536*
5.7 Réseaux divers ... 537
5.7.1 Réseaux secs ... *537*
5.7.2 Réseaux humides ... *540*
5.8 Hygiène, santé, salubrité et sécurité publique ... 543
5.8.1 Contexte général ... *543*
5.8.2 Qualité de l'air ... *543*
5.8.2 Odeurs et poussières ... *552*
5.8.3 Contexte sonore ... *552*
5.8.4 Vibrations ... *558*
5.8.5 Ambiance lumineuse ... *559*
5.8.6 Sécurité et risques technologiques ... *560*
5.8.7 Équipements et projets connus ... *565*
6 PAYSAGE ET PATRIMOINE ... 567
6.1 Contexte paysager ... 567
6.1.1 Contexte général ... *567*
6.1.2 Contexte local ... *569*
6.2 Analyse paysagère ... 571
6.2.1 Évolution historique du paysage ... *571*
6.2.2 Ambiance paysagère ... *577*
6.3 Patrimoine ... 579
6.3.1 Notions d'intervisibilité et covisibilité ... *579*
6.3.2 Sites protégés et monuments historiques ... *580*
6.3.3 Sites archéologiques ... *580*
6.3.4 Géosite ... *580*
6.4 Analyse des perceptions visuelles ... 581
6.4.1 Perceptions rapprochées ... *582*
6.4.2 Perceptions frontales éloignées ... *607*
7 SCENARIO DE REFERENCE ET EVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET ... 608
8 DESCRIPTION DES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES PAR LE PROJET ... 611
V. INCIDENCES POTENTIELLES ET MESURES ... 626
1 INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE ... 626
1.1 Géologie et topographie ... 626
1.1.1 Incidences sur la géologie ... *626*
1.1.2 Incidences sur la topographie ... *627*
1.3 Eaux superficielles ... 634

1.3.1 Incidences sur la qualité des eaux superficielles *634*
1.3.2 Incidences quantitatives sur les eaux superficielles *635*
1.3.3 Mesures d'évitement et de réduction *640*
1.3.4 Incidences résiduelles sur les eaux superficielles *666*
1.3.5 Mesures de suivi *666*
1.4 Eaux souterraines 668
1.5 Climat et vulnérabilité au changement climatique 672
1.5.1 Incidences sur le climat *673*
1.5.2 Vulnérabilité du projet au changement climatique *675*
1.5.3 Mesures d'évitement et de réduction *677*
1.5.4 Impacts résiduels et mesures complémentaires *678*
2 INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT NATUREL 679
2.1 Incidences sur la fonctionnalité écologique du site 679
2.1.1 Phase travaux *679*
2.1.2 Phase post-travaux *680*
2.2 Incidences sur les habitats naturels et les zones humides 686
2.2.1 Préambule *686*
2.2.2 Incidences du projet en phase travaux *686*
2.2.3 Incidences du projet en phase post-travaux *695*
2.3 Incidences sur la flore 704
2.3.1 Phase travaux *704*
2.3.2 Post-travaux *706*
2.4 Incidences du projet sur la faune 710
2.4.1 Phase travaux *710*
2.4.2 Phase post-travaux *737*
2.5 Synthèse des incidences brutes associées au milieu naturel 739
2.6 Évaluation des incidences brutes sur le réseau Natura 2000 750
2.6.1 Réglementation *750*
2.6.2 Rappels de l'état initial *750*
2.6.3 ZSC « FR8302036 – Rivières de la Montagne Bourbonnaise » *750*
2.6.4 ZSC « FR8301045 » - Bois Noirs *754*
2.6.5 « FR8201768 - Ruisseaux du Boën, Ban et Font d'Aix » *757*
2.6.6 ZSC « FR8302005 - Gîtes à chauves-souris, Contreforts et Montagne Bourbonnaise » *760*
2.7 Mesures mises en œuvre pour éviter, réduire et compenser les incidences brutes du projet 764
2.7.1 Présentation des mesures *765*
2.7.2 Mesures d'évitement *766*
2.7.3 Mesures de réduction *769*
2.8 Synthèse des incidences résiduelles associées au milieu naturel 787
2.9 Mesures de compensation 797
C1 – Mesure de compensation des zones humides *797*
C 2 - Mesure de compensation des milieux prairiaux *809*
C3 – Création d'un réseau de mares de substitution *813*
C4 – Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles *818*
2.10 Mesure de suivi 822

2.10.1 Suivi écologique du chantier ... *822*
2.11 Mesures d'accompagnement ... 824
A1 - État de référence et surveillance du milieu aquatique récepteur ... *824*
A2 - Renforcement de l'attractivité du site pour la Loutre d'Europe en phase post-travaux *825*
3 INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT HUMAIN ... 830
3.1 Qualité de l'air ... 830
3.1.1 Incidences sur la qualité de l'air ... *830*
3.1.2 Impact des travaux de réaménagement sur la qualité de l'air ... *832*
3.1.3 Mesures d'évitement et de réduction ... *844*
3.1.4 Incidences résiduelles sur la qualité de l'air ... *845*
3.1.5 Programme de suivi ... *846*
3.2 Niveaux sonores ... 847
3.2.1 Sources de bruit ... *847*
3.2.2 Seuils réglementaires ... *849*
3.2.3 Résultats et incidences liées au bruit ... *850*
3.2.4 Mesures d'évitement et de réduction ... *853*
3.2.5 Mesure de compensation ... *854*
3.2.6 Programme de suivi ... *854*
3.3 Vibrations ... 855
3.3.1 Incidences liées aux vibrations ... *855*
3.3.2 Mesures d'évitement et de réduction ... *857*
3.3.3 Programme de suivi ... *858*
3.4 Émissions lumineuses ... 858
3.4.1 Incidences liées aux émissions lumineuses ... *858*
3.4.2 Mesures d'évitement et de réduction ... *858*
3.5 Réseaux ... 859
3.5.1 Incidences sur les réseaux ... *859*
3.5.2 Mesures d'évitement et de réduction ... *859*
3.5.3 Incidences résiduelles sur les réseaux ... *859*
3.6 Trafic et accès au site ... 859
3.6.1 Incidences liées au trafic routier et à l'accès au site ... *859*
3.6.2 Mesures d'évitement et de réduction ... *860*
3.6.3 Incidences résiduelles sur le trafic et l'accès au site ... *860*
3.7 Santé, salubrité ... 861
3.7.1 Préambule ... *861*
3.7.2 Évaluation des émissions de l'installation ... *862*
3.7.3 Évaluation des enjeux et des voies d'exposition ... *885*
3.7.4 Évaluation prospective des risques sanitaires ... *906*
3.7.5 Conclusion de la démarche intégrée ... *931*
3.8 Risques technologiques ... 932
3.8.1 Proposition de surveillance du barrage ... *933*
3.8.2 Incidences résiduelles sur les risques technologiques ... *933*
3.9 Gestion des déchets ... 934
3.9.1 Incidences liées à la gestion des déchets ... *934*
3.9.2 Mesures d'évitement et de réduction ... *935*
3.9.3 Incidences résiduelles liées à la gestion des déchets ... *936*

3.10 Activités voisines et économiques ... 936
3.10.1 Incidences sur les activités voisines et économiques ... 936
3.10.2 Mesures d'évitement et de réduction ... 937
3.11 Concertation Préalable ... 937
3.11.1 Le contexte ... 937
3.11.2 La démarche de pré-concertation ... 938
3.11.3 La démarche de concertation ... 938
3.11.4 Conclusion et engagements d'ORANO ... 943
3.12 Incidences sur le paysage, le patrimoine et le tourisme ... 946
3.12.5 Depuis la partie aval de la Besbre ... 963

VI. COMPATIBILITE AVEC PLANS SCHEMAS ET PROGRAMMES ... 981

1 PLANS, SCHEMAS ET PROGRAMMES CONCERNES ... 981
2 ANALYSE DE LA COMPATIBILITE AVEC LES PLANS, SCHEMAS ET PROGRAMMES CONCERNES ... 982
2.1 SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 ... 982
2.2 SAGE Loire en Rhône-Alpes ... 988
2.3 Programme national de prévention des déchets 2021-2027 ... 988
2.4 Plan régional de prévention et de gestion des déchets ... 990
2.5 Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs 2022-2026 ... 991

VII. EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS ... 995

1 ANALYSES DES EFFETS CUMULES POTENTIELS ... 998
1.1 Impacts cumulés sur les eaux ... 998
1.1.1 Eaux superficielles ... 998
1.1.2 Eaux souterraines ... 998
1.2 Impacts cumulés sur les réseaux ... 999
1.2.1 Réseaux secs ... 999
1.2.2 Réseaux humides ... 999
1.3 Impacts cumulés sur le trafic routier ... 999
1.4 Impacts cumulés sur les risques naturels, technologiques et sanitaires ... 999
1.4.1 Risques naturels et technologiques ... 999
1.4.2 Risques sanitaires et radiologie ... 1000
1.5 Impacts cumulés sur le milieu naturel et le paysage ... 1000

VIII. SOLUTIONS DE SUBSTITUTIONS ET RAISONS DES CHOIX DU PROJET ... 1001

1 MOTIVATION DU PROJET ... 1001
2 DESCRIPTION ET COMPARAISON DES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION ... 1002
2.1 Choix techniques ... 1002
2.2 Conditions d'exécution ... 1003
2.3 Modalités de remise en état ... 1005

IX. METHODOLOGIE ET AUTEURS ... 1008

1 ÉLEMENTS UTILISES POUR IDENTIFIER LES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES DE MANIERE NOTABLE PAR LE PROJET ... 1008
1.1 Détails méthodologiques relatifs au milieu physique - État hydrobiologique de la Besbre ... 1015
1.1.1 Mesures in situ ... 1015
1.1.2 Les relevés biologiques ... 1015

1.2 Détails méthodologiques relatifs à la radiologie 1026
1.2.1 Campagne de prélèvement d'échantillons d'eau et de résidus d'ALGADE 1026
1.3 Détails méthodologiques relatifs au milieu naturel 1039
1.3.1 Aires d'étude 1039
1.3.2 Calendrier des prospections 1039
1.3.3 Méthode des inventaires terrains 1047
1.3.4 Limites des inventaires de terrain 1064
1.3.5 Notion de patrimonialité et niveau d'enjeu 1065
2 LES METHODE D'IDENTIFICATION ET D'EVALUATION DES INCIDENCES 1070
3 LES PROPOSITIONS DE MESURES ET L'IMPACT RESIDUEL 1073
4 AUTEURS DE L'ETUDE D'IMPACT ET PERSONNES AYANT PARTICIPE A SA CONCEPTION DIRECTE 1074
4.1 Pour le Cabinet ECTARE 1075
4.2 Pour Philia Ingenierie 1075
4.3 Pour écostratégie 1075
4.4 Pour Kalies 1077
4.5 Pour Ispira 1077

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 :PROJET DE REAMENAGEMENT DES BOIS NOIRS LIMOUZAT (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 39
FIGURE 2 : SCHEMA DE PRINCIPE DE L'ETAT ACTUEL – RESIDUS DE TRAITEMENT SOUS COUVERTURE LIQUIDE (SOURCE : ORANO MINING) 40
FIGURE 3 : SCHEMA DE PRINCIPE DU TERRASSEMENT SOUS EAU DES RESIDUS DE TRAITEMENT 41
FIGURE 4 : SCHEMA DE PRINCIPE DU CREUSEMENT DE LA NOUVELLE BESBRE ET DE LA MISE EN PLACE D'UNE COUVERTURE SOUS EAU (SOURCE : ORANO MINING) 41
FIGURE 5 : SCHEMA DE PRINCIPE DU CREUSEMENT DE LA NOUVELLE BESBRE ET DE LA MISE EN ŒUVRE DU DOME EMERGE (SOURCE ORANO MINING) 42
FIGURE 6 : PROFIL EN TRAVERS DE LA BESBRE (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 43
FIGURE 7 : PROFIL EN LONG DE LA ROUTE D'ACCES (SOURCE : PHILIA INGENIERIE, PLAN DISPONIBLE EN ANNEXE) 45
FIGURE 8 : VUE EN PLAN DE LA NOUVELLE BESBRE ET DE LA ROUTE D'ACCES (SOURCE : PHILIA INGENIERIE, PLAN DISPONIBLE EN ANNEXE) 46
FIGURE 9 : PLAN DES PISTES (SOURCE : PHILIA INGENIERIE, PLAN DISPONIBLE EN ANNEXE) 47
FIGURE 10 : PROFIL DE L'ALVEOLE DANS LE SENS DE LA LARGEUR (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 48
FIGURE 11 : VUE DE PRINCIPE DE L'ALVEOLE ET DE L'AUVENT (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 49
FIGURE 12 : PLAN DE LOCALISATION DES ZONES A DEFRICHER 50
FIGURE 13 : PLAN DE LOCALISATION DES ZONES DE STOCKAGE DU BOIS (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 51
FIGURE 14 : PLAN DE LOCALISATION DE L'AIRE DE STOCKAGE TEMPORAIRE DES MATERIAUX ROCHEUX ET DE LA PLATEFORME DE CONCASSAGE 53
FIGURE 15 : PLAN DES TRAVAUX PREPARATOIRES ET DE LA PHASE 1 (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 57
FIGURE 16 :PLAN GENERAL DU TRAITEMENT DE L'EAU DU GRAND BASSIN (ORANO MINING - CIME) 59
FIGURE 17 : PLAN GENERAL DES BASSINS DE ZEOLITHES (ORANO MINING - CIME) 60

FIGURE 18 : SCHEMA DE PRINCIPE DU DESHYDRATEUR / BROYEUR ET DU SYSTEME D'EVACUATION VERS LES FUTS (SOURCE : D&S INGENIERIE) 61

FIGURE 19 : PLAN DE PRINCIPE DES INSTALLATIONS DE PREPARATION DES BROYATS DE POISSONS (SOURCE : D&S INGENIERIE) 62

FIGURE 20 : PHASE 2 – REMBLAIEMENT DU DOME IMMERGE – DEBLAI 1 DE LA BESBRE 63

FIGURE 21 : PHASE 3 – REMBLAIEMENT DU DOME IMMERGE – DEBLAI 2 DE LA BESBRE 63

FIGURE 22 : PHASE 4 – FIN DE REMBLAIEMENT DU DOME IMMERGE – DEBLAI 3 DE LA ROUTE D'ACCES (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 64

FIGURE 23 : VUE EN PLAN DE LA FUTURE DIGUE AMONT (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 65

FIGURE 24 : PHASE 5 – REMBLAIEMENT DU DOME EMERGE – DEBLAI 4 DE LA BESBRE ET CREATION DE LA DIGUE AMONT (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 66

FIGURE 25 : PHASE 6 – DEBLAI DES OUVRAGES DE L'EVACUATEUR DE CRUE (SOURCE : PHILIA INGENIERIE)..... 67

FIGURE 26 : PHASE 7 – REMBLAIEMENT DU DOME EMERGE – DEBLAI 5 DE LA BESBRE ET FRANCHISSEMENT DE LA NOUVELLE VOIE D'ACCES (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 68

FIGURE 27 : PHASE 8 – REMBLAIEMENT DU DOME EMERGE – DEBLAI 6 DE LA ROUTE D'ACCES SUD ET ARASEMENT DE LA DIGUE (SOURCE : PHILIA INGENIERIE)..... 69

FIGURE 28 : PROFIL EN TRAVERS DE LA ROUTE D'ACCES EN BORDURE SUD DU FRANCHISSEMENT DE LA NOUVELLE BESBRE, HORS ECHELLE (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 70

FIGURE 29 : PHASE 9 – FIN DU REMBLAIEMENT DU DOME EMERGE – DEBLAI 7 DE LA BESBRE AVAL ET CREATION DU BASSIN DE ZEOLITHE DEFINITIF (SOURCE : PHILIA INGENIERIE)..... 71

FIGURE 30 : PHASE 10 – REMBLAIEMENT DU DOME FINAL – DEBLAI 8 DE LA BESBRE AVAL ET FIN D'AMENAGEMENT DE LA PISTE DE CRETE DU DOME (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 73

FIGURE 31 : PHASE 11 – FIN DE REMBLAIEMENT DU DOME FINAL – DEBLAI 9 DE LA BESBRE AVAL, AMENAGEMENT DE LA ZONE HYPORHEIQUE ET DES ZONES HUMIDES (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 74

FIGURE 32 : COUPE SCHEMATIQUE DE LA FUTURE ZONE HUMIDE (SOURCE : PHILIA INGENIERIE)..... 75

FIGURE 33 : PLAN SCHEMATIQUE DE L'ALIMENTATION EN EAU DE LA ZONE HUMIDE RECREEE (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 76

FIGURE 34 : SCHEMA TYPE DES DIFFERENTS PROFILS MORPHOLOGIQUES DE LA BESBRE RENATUREE (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 77

FIGURE 35 : PHASE 12 – PISTE DE LA DIGUE AVAL ET DU PIED DE DOME, AMENAGEMENT DU LIT MINEUR DE LA BESBRE (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 79

FIGURE 36 : PHASE 13 – CONNEXION DE LA BESBRE ET ETAT FINAL (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 80

FIGURE 37 : SYNTHESE DES ECOULEMENTS A L'ETAT FINAL (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 85

FIGURE 38 : LOCALISATION DES TRANCHEES DRAINANTES A L'ETAT FINAL (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 87

FIGURE 39 : CONFIGURATION-TYPE DES TRANCHEES DRAINANTES DE LA BESBRE ET DE LA ROUTE D'ACCES (SOURCE : INTERA) 88

FIGURE 40 : CONFIGURATION-TYPE DE LA TRANCHEE DRAINANTE DE PIED DE DOME (SOURCE : INTERA)..... 88

FIGURE 41 : VUE GENERALE DU SITE EN 1967 DEPUIS LE VERSANT NORD DE LA VALLEE DE LA BESBRE (ORANO MINING) 103

FIGURE 42 : PLAN DES INFRASTRUCTURES LORS DE L'EXPLOITATION (ORANO MINING)..... 104

FIGURE 43 : COUPE DU REMBLAYAGE DE LA MCO LORS DU REAMENAGEMENT..... 106

FIGURE 44 : SCHEMA DE COLLECTE DES EAUX DES TMS ET DE LA MCO..... 107

FIGURE 45 : COUPE DES DIFFERENTS DEPOTS MIS EN PLACE DANS LA MCO LORS DU DEMANTELEMENT DE L'USINE DE TRAITEMENT DE MINERAI 108

FIGURE 46 : APPORTS DE STERILES MINIERS ISSUS DE TRAVAUX DE VOIRIE : LOCALISATION (GAUCHE), STERILES 109

FIGURE 47 : PHOTOGRAPHIE PAR DRONE DE LA MCO (ORANO MINING, MAI 2024) 109

FIGURE 48 : PLAN TOPOGRAPHIQUE DE LA MINE A CIEL OUVERT ET LES EMPRISES DES DIFFERENTS PRODUITS STOCKES (ORANO MINING) 110

FIGURE 49 : LOCALISATION DES VERSES A STERILES SUR PHOTOGRAPHIE AERIENNE DE 1981 (SCE, OCTOBRE 2024) 110

FIGURE 50 : TOPOGRAPHIE AU DROIT DES VERSES A STERILES (SCE, OCTOBRE 2024) 111

FIGURE 51 : PLAN D'ARCHIVE NON DATE POSITIONNANT LES VERSES A STERILES (SCE, OCTOBRE 2024) 112

FIGURE 52 : LOCALISATION HISTORIQUE DES INSTALLATIONS MINIERES DE SURFACE (SCE, OCTOBRE 2024) 113

FIGURE 53 : PHOTOGRAPHIE AERIENNE DES INSTALLATIONS MINIERES (REMONTERLETEMPS.IGN.FR, 1979, SOURCE RAPPORT SCE, OCTOBRE 2024) 113

FIGURE 54 : LOCALISATION DES ANCIENNES INSTALLATIONS DU SITE SUR PHOTOGRAPHIE AERIENNE PAR DRONE (ORANO MINING – MAI 2024) 117

FIGURE 55 : BASSIN DE RETENUE DE LA BESBRE 117

FIGURE 56 : GRAND BASSIN DE STOCKAGE DES RESIDUS DE TRAITEMENT (ECTARE, NOV. 2023) 118

FIGURE 57 : DISSIPATEUR D'ENERGIE (TYPE « TOBOGGAN ») DU SITE DES BNL (ECTARE, NOV.2023) 118

FIGURE 58 : LINEAIRE DE LA DIGUE (ECTARE, NOV. 2023) 118

FIGURE 59 : COROLLE EVACUATRICE DE CRUE (ECTARE, JUIN 2024) 119

FIGURE 60 : ÉVACUATEUR DE CRUES (ORANO MINING) 119

FIGURE 61 : SYSTEME DE TRAITEMENT PHYSICO-CHIMIQUE DES EAUX (ECTARE, NOV. 2023) 119

FIGURE 62 : SYSTEME DE TRAITEMENT PAR FILTRATION SUR ZEOLITHES (ECTARE, NOV. 2023) 120

FIGURE 63 : BASSIN ANNEXE DE DECANTATION ET CHENAL EN BETON (ECTARE, NOV. 2023) 120

FIGURE 64 : LOCALISATION DES DIFFERENTS OUVRAGES PRESENTS SUR LE SITE DES BOIS NOIRS LIMOUZAT (HORS ECHELLE) 120

FIGURE 65 : RECONSTRUCTION SCHEMATIQUE DE LA FORMATION DE LA STRUCTURE EN HORSTS ET GRABEN DE LA MONTAGNE BOURBONNAISE (CUNEY, MODIFIE - CABINET REILÉ) 122

FIGURE 66 : CARTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURALE DE LA MONTAGNE BOURBONNAISE (CREDIT G.MICHON, HTTP://DOSSIER.UNIV-ST-ETIENNE.FR/FAC-SCIENCES-GEOLOGIE/) 123

FIGURE 67 : COUPE ALTIMETRIQUE SIMPLIFIEE DES DIFFERENTS COMPARTIMENTS DE LA MONTAGNE BOURBONNAISE A L'ETAT ACTUEL (PELERIN, CEA MODIFIE - CABINET REILÉ) 123

FIGURE 68 : FRACTURATION DE LA ZONE D'EXPLOITATION PRINCIPALE AU DROIT DU CARREAU MINIER ETABLIE PAR COUPLAGE DES RELEVES DE RESISTIVITE ET DES INVESTIGATIONS PAR SISMIQUE REFRACTION (REF. PLANCHE 80GPH062 MODIFIE - CABINET REILÉ) 126

FIGURE 69 : SCHEMA D'ORGANISATION ET TOPONYMIE DES FILONS CONSTITUTIFS DU GISEMENT DES BNL (CABINET REILÉ) 126

FIGURE 70 : LOCALISATION DE LA VERSE DU JOT 129

FIGURE 71 : SONDAGES REALISES EN 2010 SUR LA VERSE DU JOT 130

FIGURE 72 : SONDAGES REALISES EN 2013 SUR LES STERILES 131

FIGURE 73 : RESULTATS D'ANALYSE DES ECHANTILLONS DE RESIDUS DU GRAND BASSIN (ALGADE) 132
FIGURE 74 : LOCALISATION DES SONDAGES CAROTTES POUR LA RECHERCHE D'AMIANTE (FONDASOL) 133
FIGURE 75 : TABLEAU DE SYNTHESE - RECHERCHE D'AMIANTE ET AUTRES PMA FIBREUSES 134
FIGURE 76 : PLAN TOPOGRAPHIQUE (ORANO MINING, JUIN 2025) 140
FIGURE 77 : TOPOGRAPHIE DU SECTEUR (ECTARE, FEVRIER 2024) 141
FIGURE 78 : REPRESENTATION DU MODELE HYDROGEOLOGIQUE DES AQUIFERES DE SOCLE, ET DE L'IMPACT DES DISCONTINUITES LOCALES (WYNS ET AL., 2004 MODIFIE - CABINET REILÉ) 142
FIGURE 79 : AQUIFERE 205AG01 – FICHE NATIONALE BD LISA (BDLISA.EAUFRANCE.FR) 143
FIGURE 80 : LOCALISATION DU SITE DES BOIS NOIRS LIMOUZAT VIS-A-VIS DE LA MASSE D'EAU SOUTERRAINE FRGG133 (SOURCE : CARTOGRAPHIE DE L'AGENCE DE L'EAU LOIRE – BRETAGNE, EDL2019) 144
FIGURE 81 : RESULTATS DES ESSAIS DE PERMEABILITE DE TYPE LEFRANC (FONDASOL) 149
FIGURE 82 : RESULTATS DES 20 ESSAIS DE PERMEABILITE DE TYPE LUGEON (FONDASOL) 149
FIGURE 83 : RESULTATS DES 10 ESSAIS DE PERMEABILITE DE TYPE MATSUO (FONDASOL) 150
FIGURE 84 : LOCALISATION DES PIEZOMETRES IMPLANTES EN JUIN 2024 ET DES 3 PIEZOMETRES PERMETTANT LA SURVEILLANCE ICPE (ECTARE / FONDASOL) 151
FIGURE 85 : RECAPITULATIF DES PIEZOMETRES IMPLANTES EN JUIN 2024 (FONDASOL) 152
FIGURE 86 : CHRONIQUE PIEZOMETRIQUE – AOUT A DECEMBRE 2024 (INTERA, MARS 2025) 153
FIGURE 87 : CARTE PIEZOMETRIQUE DU SITE EN DATE DU 15/08/2024 (AXES DE LA CARTE EN COORDONNEES LAMBERT 93) 154
FIGURE 88 : COUPE TRANSVERSALE DE LA DIGUE DU GRAND BASSIN (SOURCE : ÉCOLE DES MINES DE PARIS) 154
FIGURE 89 : LOCALISATION DES 29 PIEZOMETRES SUR LA DIGUE (EN BLEU) (ORANO MINING) 156
FIGURE 90 : SUIVI DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE DU PROFIL 2 ENTRE 2007 ET 2025 (ORANO MINING) 157
FIGURE 91 : PERIMETRES HYDROGRAPHIQUES DES BASSINS D'AUVERGNE-RHONE-ALPES (SOURCE : DREAL AUVERGNE-RHONE-ALPES) 160
FIGURE 92 : LA BESBRE EN AVAL DU SITE (ECTARE, FEVRIER 2024) 161
FIGURE 93 : TALWEG DE BELLECHASSE SUR LE SITE DES BNL (ORANO MINING, PHOTOGRAPHIE PAR DRONE, MAI 2024) 163
FIGURE 94 : EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE INTERACTIVE DES COURS D'EAU DE LA DDT 42 165
FIGURE 95 : EXTRAIT DE LA CARTOGRAPHIE INTERACTIVE DES COURS D'EAU DE LA DDT 03, QUI CONCERNE LA PARTIE OUEST / SUD-OUEST DE L'AER 165
FIGURE 96 : RUISSELLEMENT (ECTARE, JUIN 2024) 166
FIGURE 97 : SEUIL ET ETANG DES PEUX (ORANO, AVRIL 2024) 167
FIGURE 98 : OUVRAGE DE RESTITUTION DISSIPATEUR D'ENERGIE DE LA BESBRE (ORANO, AVRIL 2024) 168
FIGURE 99 : BASSIN VERSANT TOPOGRAPHIQUE DE L'AIRE D'INFLUENCE DIRECTE DU SITE DES BNL (CABINET REILÉ) 169
FIGURE 100 : SUPERFICIES DES BASSINS VERSANTS DE LA BESBRE (PHILIA, DECEMBRE 2024) 170
FIGURE 101 : SECTEUR D'ETUDE RETENU POUR LA REALISATION DE L'ETUDE HYDROMORPHOLOGIQUE DE LA BESBRE PAR ASCONIT EN 2013 172

FIGURE 102 : SECTEUR D'ETUDE RETENU POUR LA REALISATION DE L'ETUDE HYDROMORPHOLOGIQUE DE LA BESBRE EN AMONT DU SITE DES BNL PAR PHILIA EN 2024 172

FIGURE 103 : SECTEUR D'ETUDE RETENU POUR LA REALISATION DE L'ETUDE HYDROMORPHOLOGIQUE DE LA BESBRE EN AVAL DU SITE DES BNL PAR PHILIA EN 2024 173

FIGURE 104 : EXTRAIT PLAN PROJET – SAS DE POMPAGE (MISE A JOUR DE L'ETUDE DE DANGER, TRACTEBEL, 2019) 174

FIGURE 105 : DEBIT DE LA BESBRE EN M^3/H MESURE SUR LE SITE DES BNL (RELEVES IN SITU ORANO MINING) 176

FIGURE 106 : CARTE DES BASSINS VERSANTS AMONT AU SITE 177

FIGURE 107 : DEBITS CLASSES DE LA BESBRE RECONSTITUES A PARTIR DE CEUX DU SICHON (PHILIA, DECEMBRE 2024) 180

FIGURE 108 : DEBITS MOYENS MENSUELS RECONSTITUES A PARTIR DE CEUX DU SICHON (PHILIA, DECEMBRE 2024) 180

FIGURE 109 : DEBITS MENSUELS MOYENS DE LA BESBRE CALCULES DU 01/01/2012 AU 31/08/2020 DE LA STATION K151 0001 A CHATEL-MONTAGNE (SOURCE : HYDROPORTAIL - EAUFRANCE) 182

FIGURE 110 : LOCALISATION DES DEUX STATIONS HYDROBIOLOGIQUES (MICA ENVIRONNEMENT, NOVEMBRE 2013) 184

FIGURE 111 : LOCALISATION DES TROIS STATIONS D'ECHANTILLONNAGE POUR LE SUIVI HYDROBIOLOGIQUE (HYDROSPHERE, OCTOBRE 2023) 186

FIGURE 112 : LOCALISATION DES 7 POINTS DE PRELEVEMENT (ARCADIS, OCT.2013) 190

FIGURE 113 : GRAPHIQUE DES DEBITS ET DES TEMPERATURES D'AVRIL 2018 A MARS 2025 AU DROIT DE DIFFERENTS POINTS DE PRELEVEMENT 194

FIGURE 114 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURES EVOQUES DANS LE GRAPHIQUE CI-AVANT 195

FIGURE 115 : LOCALISATION DES POINTS DE CONTROLE DU BARYUM (SOURCE : AREVA) 195

FIGURE 116 : LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS POUR LA MESURE DU BARYUM (CABINET REILÉ, GEOPORTAIL) 197

FIGURE 117 : RETENUE D'EAU DU BARRAGE DE SAINT-CLEMENT (GEOPORTAIL) 202

FIGURE 118 : LOCALISATION DES DRAINS EN PIED DE DIGUE 204

FIGURE 119 : ZONE DE TRAITEMENT ET BASSINS DE DECANTATION (ORANO MINING, AVRIL 2024) 205

FIGURE 120 : SCHEMA DE PRINCIPE DU PROCEDE DE TRAITEMENT ACTUEL DES EAUX DU GRAND BASSIN (ORANO) 206

FIGURE 121 : BASSIN DE ZEOLITHES (ORANO MINING, AVRIL 2024) 207

FIGURE 122 : SCHEMA DE PRINCIPE DE GESTION DES EAUX DU SITE BNL (BILAN 2023 - BNL) 208

FIGURE 123 : PLAN DU SITE ET CHEMINEMENT DES EAUX (ORANO MINING, NOV.2024) 208

FIGURE 124 : VUE AERIENNE DU SITE ET LOCALISATION DES INSTALLATIONS (ORANO MINING, NOV.2024) 209

FIGURE 125 : LOCALISATION DU BUNGALOW PAR RAPPORT A LA STATION DE TRAITEMENT EXISTANTE 213

FIGURE 126 : BUNGALOW ET MICROSTATION 213

FIGURE 127 : STATION DE TRAITEMENT DES EAUX DU SITE (ORANO MINING, AVRIL 2024) 213

FIGURE 128 : CUVE INSTALLEE DANS LA STATION DE TRAITEMENT (ORANO MINING, AVRIL 2024) 214

FIGURE 129 : SOURCE CAPTEE SUR LE SITE POUR LES BESOINS EN EAU HORS ALIMENTATION HUMAINE 215

FIGURE 130 : LOCALISATION DU CAPTAGE LE MOULIN MARIN A 47 KM EN AVAL DU SITE DES BNL EN NAPPE ALLUVIALE DE LA BESBRE (ARS ET GEOPORTAIL) 218

FIGURE 131 : RADIOACTIVITE MESUREE AU CAPTAGE DE MOULIN MARIN (ARS - PRESENTATION POINT 6 CSS 2024) 219

FIGURE 132 : CARTE REPRESENTANT LES 10 TRONÇONS ANALYSES DANS LE CADRE DE L'ETUDE DE RECENSEMENT DES USAGES (SOURCE : RECENSEMENT DES USAGES, AREVA, 2017)..... 223

FIGURE 133 : RECENSEMENT DES USAGES DE L'EAU DE LA RIVIERE BESBRE (SOURCE : RECENSEMENT DES USAGES, AREVA 2017) 225

FIGURE 134 : REPARTITION DES MESURES PAR DOMAINE POUR LA COMMISSION ALLIER-LOIRE AMONT (SOURCE : PDM LOIRE-BRETAGNE) 229

FIGURE 135 : VOLETS THEMATIQUES ET GRANDS TYPES D'ACTIONS DU CONTRAT DE TERRITOIRE DE VICHY COMMUNAUTE 232

FIGURE 136 : PLUVIOMETRIE SUR LE SITE DES BOIS NOIRS LIMOUZAT, MOYENNE DES RELEVES ORANO DE 1988 A 2017 236

FIGURE 137 : PLUVIOMETRIE RELEVEE SUR LE SITE DES BNL ENTRE 2006 ET 2025 236

FIGURE 138 : ROSE DES VENTS A SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE (METEOBLUE.COM, JANV.2025)..... 238

FIGURE 139 : REPARTITION DES VENTS SELON LEUR DIRECTION (PROVENANCE DU VENT) 239

FIGURE 140 : ZONES SENSIBLES AUX REMONTEES DE NAPPES DANS LE SECTEUR DU PROJET (SOURCE : INFOTERRE)..... 242

FIGURE 141 : AFFAISSEMENT DU PUITS BN3 (RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX DE COMBLEMENT, ORANO) 244

FIGURE 142 : PUITS BN3 COMBLE ET SECURISE (FEVRIER 2025) 244

FIGURE 143 : CARTOGRAPHIE DES ALEAS MINIERS POUR LE SITE DES BLN (SCE, OCTOBRE 2024) 250

FIGURE 144 : COUPE D'ARCHIVES MINIERES DES GALERIES AU DROIT DU SECTEUR BN3 (SOURCE : BRGM, 2006 PLAN NON DATE DANS L'ETUDE DE SCE, OCTOBRE 2024) 251

FIGURE 145 : ZONAGE SISMIQUE DE LA FRANCE (SOURCE : PLANSEISME.FR) 252

FIGURE 146 : SITES NATURA 2000 RECENSES DANS UN RAYON DE 5 KM (ECO STRATEGIE)..... 257

FIGURE 147 : ESPACES NATURELS CONTRACTUELS (PNR, ZSC), REGLEMENTAIRES (APB) OU ISSUS D'INVENTAIRES (ENS, CEN) DANS UN RAYON DE 5 KM AUTOUR DE L'AEI (ECO-STRATEGIE)..... 258

FIGURE 148 : LOCALISATION DES ZONAGES D'INVENTAIRES IDENTIFIES A PROXIMITE DE L'AIRE D'ETUDE (ECO-STRATEGIE) 260

FIGURE 149 : LISTE DES ESPECES OU GROUPES D'ESPECES CONCERNES OU AYANT ETE CONCERNES PAR UN PNA (ECO-STRATEGIE) 263

FIGURE 150 : HABITATS DE LA ZONE D'ETUDE (ECO-STRATEGIE)..... 270

FIGURE 151 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX LIES AUX HABITATS AU SEIN DE L'AEI (ECO-STRATEGIE) 271

FIGURE 152 : REPRESENTATION DES RESULTATS DE L'IBP DES RELEVES REALISES SUR L'AEI (ECO-STRATEGIE)..... 273

FIGURE 153 : CAMPANILLE A FEUILLE DE LIERRE (HESPEROCODON HEDERACEUS) / SPHAIGNES (SPHAGNUM SP.) (ES, 2023 - ECO-STRATEGIE) 277

FIGURE 154 : SURFACE EN EAU (PLAN D'EAU) ET ZONE HUMIDE FLORISTIQUE (BERGES), SUR SITE (ECO-STRATEGIE, 2023)... 282

FIGURE 155 : SONDAGE PEDOLOGIQUE, D'UN SOL NON HYDROMORPHE, SUR SITE (ECO-STRATEGIE, 2024) 283

FIGURE 156 : LOCALISATION DES ZONES HUMIDES ET RESULTATS DES SONDAGES PEDOLOGIQUES AU SEIN DE L'AEI (ECO-STRATEGIE) 284

FIGURE 157 : LOCALISATION DES ZONES HUMIDES EN FONCTION DES HABITATS AU SEIN DE L'AEI..... 285

FIGURE 158 : INDICES DE PRESENCE ACTUELLE OU HISTORIQUE DU CASTOR D'EURASIE, SUR SITE : HUTTE / ARBRE TAILLE (ES, 2023) 342

FIGURE 159 : INDICES DE PRESENCE DE LA LOUTRE D'EUROPE, SUR SITE : EMPREINTES / EPREINTES (ES, 2023) 342

FIGURE 160 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES DE PRESENCE DU CASTOR D'EURASIE SUR LE COURS D'EAU DE LA BESBRE ET A PROXIMITE 344

FIGURE 161 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES DE PRESENCE DE LA LOUTRE D'EUROPE DANS UN RAYON DE 30 KM AUTOUR DE L'AEI 345

FIGURE 162 : INDICES DE PRESENCE ET CARACTERISTIQUES DU MILIEU SUR LE SITE DE CHATEL-MONTAGNE (ES, 2024) 346

FIGURE 163 : PRESENCE DU CASTOR D'EURASIE DANS LE RAYON DE 30KM DE L'AEI ET SUR LA BESBRE 347

FIGURE 164 : INDICE VISUEL DE LA LOUTRE D'EUROPE PAR PIEGEAGE PHOTOGRAPHIQUE (ES, 2024) 347

FIGURE 165 : CHAT FORESTIER PAR PIEGEAGE PHOTOGRAPHIQUE (ES, 2024) 349

FIGURE 166 : REPTILES ET BIOTOPES FAVORABLES ASSOCIES SUR L'AEI ET SES ABORDS 363

FIGURE 167 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX LIES AUX REPTILES AU SEIN DE L'AEI 364

FIGURE 168 : AUNETTE / BRYOPHILE PERLEE / COMMA BLANC, SUR SITE (ES, 2023) 368

FIGURE 169 : DAMIER DE LA SUCCISE / CRIQUET PALUSTRE (INPN-MNHN) 370

FIGURE 170 : REMONTEE D'UN FILET LORS DU SUIVI DU 31/10/23 (ECO-STRATEGIE) 378

FIGURE 171 : SYNTHESE DES CAPTURES PISCICOLES AUX FILETS MULTI MAILLES SUR LE PLAN D'EAU DE LIMOUZAT A ST-PRIEST-LA-PRUGNE (42) 379

FIGURE 172 : COURBES TAILLES / POIDS DES DIFFERENTES ESPECES PISCICOLES CAPTUREES AUX FILETS MULTI MAILLES SUR LE PLAN D'EAU DE LIMOUZAT 380

FIGURE 173 : RESULTATS DE LA PECHE D'INVENTAIRE AUX FILETS MAILLANTS AU NIVEAU DU PLAN D'EAU PRINCIPAL 381

FIGURE 174 : PROBABILITES THEORIQUES DE PRESENCE DES DIFFERENTS TAXONS AU REGARD DU CORTEGE ATTENDU AU NIVEAU DU REFERENTIEL IPR POUR LA TYPOLOGIE DE COURS D'EAU DE LA BESBRE (JAUNE = ESPECES EFFECTIVEMENT CAPTUREES, VERT = ESPECES ATTENDUES) 383

FIGURE 175 : PECHES ELECTRIQUES DES 26 ET 27 SEPTEMBRE 2023 SUR LA BESBRE AU NIVEAU DES TROIS STATIONS DE SUIVI. LE NOMBRE D'INDIVIDUS PAR ESPECE (TRF = TRUITE FARIO ; CHA =CHABOT FLUVIATILE), AINSI QUE LES TAILLES DES INDIVIDUS CAPTURES SONT REPRESENTES GRAPHIQUE 384

FIGURE 176 : CLASSES DE TAILLES ET COURBES TAILLES / POIDS DES TRUITES FARIOS (TRF) AU NIVEAU DES STATIONS DE SUIVI SUR LA BESBRE. LES DONNEES PONDERALES AU NIVEAU DU CANAL NE SONT PAS PRESENTEES DU MANQUE DE SIGNIFICATIVITE DE CES DERNIERES. 385

FIGURE 177 : REPRESENTATIONS GRAPHIQUE DE L'IPR ET DE SES METRIQUES AU NIVEAU DES TROIS STATIONS DE SUIVI. 386

FIGURE 178 : METRIQUES DE L'OUTIL DIAGNOSTIC DE L'I2M2 – PRESSIONS POTENTIELLES AU NIVEAU DE LA STATION AMONT SUR LA BESBRE 388

FIGURE 179 : METRIQUES DE L'OUTIL DIAGNOSTIC DE L'I2M2 – PRESSIONS POTENTIELLES AU NIVEAU DE LA STATION CANAL SUR LA BESBRE. 389

FIGURE 180 : METRIQUES DE L'OUTIL DIAGNOSTIC DE L'I2M2 – PRESSIONS POTENTIELLES AU NIVEAU DE LA STATION AVAL SUR LA BESBRE 390

FIGURE 181 : BATHYMETRIE DU BASSIN PRINCIPAL (MAI 2023) 392

FIGURE 182 :BATHYMETRIE DU BASSIN ANNEXE (OCTOBRE 2023). 392

FIGURE 183 : NOTES INDICIELLES ET NIVEAUX TROPHIQUES ASSOCIES. 393

FIGURE 184 : PROFILS PHYSICO-CHIMIQUES DU PLAN D'EAU DES BOIS NOIRS EN 2023, (A) 1ERE CAMPAGNE DE MARS, (B) 2NDE CAMPAGNE DE MAI, (C) 3EME CAMPAGNE DE JUILLET, (D) 4EME CAMPAGNE DE SEPTEMBRE. 397

FIGURE 185 : ÉVOLUTION SAISONNIERE DES PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS, DES MATIERES EN SUSPENSION (MEST ET MESO) ET DE LA TRANSPARENCE SUR LE PLAN D'EAU DES BOIS NOIRS EN 2023 398

FIGURE 186 : HISTOGRAMMES DES EVOLUTIONS TEMPORELLES ET SPATIALES (EN SURFACE ET AU FOND) DES DIFFERENTES FORMES DU PHOSPHORE EN 2023 (MG N/L). 400

FIGURE 187 :HISTOGRAMMES DES EVOLUTIONS TEMPORELLES ET SPATIALES (EN SURFACE ET AU FOND) DES DIFFERENTES FORMES DE L'AZOTE EN 2023 (MG N/L). 401

FIGURE 188 : ANALYSE GRANULOMETRIQUE DES SEDIMENTS DU PLAN D'EAU DES BOIS NOIRS EN 2023 402

FIGURE 189 : ÉVOLUTION SAISONNIERE DES BIOVOLUMES DU PHYTOPLANCTON ET DE LA CHLOROPHYLLE A 404

FIGURE 190 : ÉVOLUTION SAISONNIERE DU PHYTOPLANCTON EN TERMES D'ABONDANCE 404

FIGURE 191 : INDICES ET METRIQUES DE L'IPLAC SUR LES LE PLAN D'EAU DES BOIS NOIRS EN 2023 406

FIGURE 192 : TRACE EN RADAR DES INDICES FONCTIONNELS DE LA DIAGNOSE RAPIDE DES PLANS D'EAU. BOIS NOIRS 2023. 407

FIGURE 193 - LOCALISATION DES ENJEUX DE LA TVB DU SRADDET AUVERGNE-RHONE-ALPES (ECO-STRATEGIE) 413

FIGURE 194 : EXTRAIT DE LA TVB DU SCOT ROANNAIS (SOURCE : SCOT ROANNAIS – DOO ; ECO-STRATEGIE) 416

FIGURE 195 : POLLUTION LUMINEUSE (LIGHTPOLLUTIONMAP.INFO) 417

FIGURE 196 : PLAN COMPTEUR RADIOLOGIQUE GENERAL DU SITE (ORANO MINING, JUIN 2025) 431

FIGURE 197 : LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS POUR LE CONTROLE RADIOLOGIQUE DES EAUX DE SURFACE (SOURCE : BILAN ENVIRONNEMENTAL 2023, ORANO) 434

FIGURE 198 : LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS POUR LE CONTROLE RADIOLOGIQUE DES EAUX DE SURFACE EN AVAL DU SITE DANS LA ZONE DU PARADOU (SOURCE : BILAN ENVIRONNEMENTAL 2023, ORANO) 435

FIGURE 199 : LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS POUR LE CONTROLE RADIOLOGIQUE DES EAUX SOUTERRAINES (SOURCE : BILAN ENVIRONNEMENTAL 2023, ORANO) 436

FIGURE 200 : ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION MOYENNE EN U ET ^{226}RA AUX POINTS DE REJETS BESBA ET BESBB ENTRE 2018 ET 2024 437

FIGURE 201 : SUIVI DES EAUX DE LA BESBRE AVAL DU SITE DES BNL (BESB B) ET COMPARAISON AVEC L'AMONT (BESB A) : ACTIVITE EN ^{226}RA SOLUBLE (SUIVI PLURIANNUEL – ORANO MINING) 438

FIGURE 202 : SUIVI DES EAUX DE LA BESBRE AVAL DU SITE DES BNL (BESB B) ET COMPARAISON AVEC L'AMONT (BESB A) : CONCENTRATION EN URANIUM SOLUBLE (SUIVI PLURIANNUEL - ORANO) 439

FIGURE 203 : ÉVOLUTION DU ^{226}RA ENTRE 2013 ET 2022 AU POINT DE SURVEILLANCE PLUVIAL MCO 440

FIGURE 204 : ÉVOLUTION DU ^{226}RA ENTRE 2013 ET 2022 AU POINT DE SURVEILLANCE SONDAGE 441

FIGURE 205 : ÉVOLUTION DU ^{226}RA ENTRE 2013 ET 2022 AU POINT DE SURVEILLANCE DRAIN TBO 441

FIGURE 206 : ÉVOLUTION DU ^{226}RA ENTRE 2013 ET 2022 AU POINT DE SURVEILLANCE SURVERSE 442

FIGURE 207 : ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN ^{226}RA ENTRE 2013 ET 2023 AVEC LE SUIVI DES 4 EMISSAIRES PUIS UN SEUL (TBO) EN 2022 443

FIGURE 208 : ÉVOLUTION DE L'ACTIVITE EN RADIUM 226 SOLUBLE AU DROIT DE TBO 1, ENTRE 2014 ET 2024 444

FIGURE 209 : ÉVOLUTION DE L'URANIUM ENTRE 2013 ET 2022 AU POINT DE SURVEILLANCE PLUVIAL MCO 445

FIGURE 210 : ÉVOLUTION DE L'URANIUM ENTRE 2013 ET 2022 AU POINT DE SURVEILLANCE SONDAGE 445
FIGURE 211 : ÉVOLUTION DE L'URANIUM ENTRE 2013 ET 2022 AU POINT DE SURVEILLANCE DRAIN TBO 446
FIGURE 212 : ÉVOLUTION DE L'URANIUM ENTRE 2013 ET 2022 AU POINT DE SURVEILLANCE SURVERSE 446
FIGURE 213 : ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN 226RA ENTRE 2013 ET 2023 AVEC LE SUIVI DES 4 EMISSAIRES PUIS UN SEUL (TBO) EN 2022 447
FIGURE 214 : ÉVOLUTION DE L'URANIUM SOLUBLE DANS LES EAUX DU TRAVERS-BANC (POINT TBO 1) - AVANT TRAITEMENT 448
FIGURE 215 : ÉVOLUTION DU ^{226}RA SOLUBLE DANS LES EAUX DES DRAINS DE PIED DE DIGUE (DRAINS 1 ET DRD 6 : DRAIN N°6) 449
FIGURE 216 : ÉVOLUTION DE L'URANIUM SOLUBLE DANS LES EAUX DES DRAINS DE PIED DE DIGUE (DRAINS 1 ET DRD 6) 451
FIGURE 217 : ÉVOLUTION DU ^{226}RA ET U ENTRE 2013 ET 2022 AU DRD 1 451
FIGURE 218 : ÉVOLUTION DU ^{226}RA ET U ENTRE 2013 ET 2022 AU DRD 4 452
FIGURE 219 : ÉVOLUTION DU ^{226}RA ET U ENTRE 2013 ET 2022 AU DRD 5 452
FIGURE 220 : SUPERPOSITION DE L'ENSEMBLE DES RELEVES DES DRAINS AVANT ET APRES L'AP DE 2022 POUR ^{226}RA 453
FIGURE 221 : SUPERPOSITION DE L'ENSEMBLE DES RELEVES DES DRAINS AVANT ET APRES L'AP DE 2022 POUR U 453
FIGURE 222 : ÉVOLUTION INDIVIDUELLE DES DEBITS DES DRAINS DE LA DIGUE ENTRE 2013 ET 2022 (BILAN DES SUIVIS ENVIRONNEMENTAUX DU SITE DES BNL, 2022) 454
FIGURE 223 : LOCALISATION DES PRELEVEMENTS EFFECTUES EN FEVRIER 2025 DANS LES EAUX DU GRAND BASSIN (ALGADE) .. 457
FIGURE 224 : RESULTATS D'ANALYSE DES ECHANTILLONS D'EAU DU GRAND BASSIN (ALGADE) 458
FIGURE 225 : ÉVOLUTION DU RADIUM 226 SOLUBLE DANS LES EAUX DU GRAND BASSIN (POINT GB 1) - AVANT TRAITEMENT ... 459
FIGURE 226 : MOYENNES MENSUELLES DU ^{226}RA SOLUBLE AU POINT DE SURVEILLANCE GBZ2 ET VALEURS LIMITES D'EMISSION (VLE) 461
FIGURE 227 : MOYENNES MENSUELLES DU ^{226}RA INSOLUBLE AU POINT DE SURVEILLANCE GBZ2 ET VALEURS LIMITES D'EMISSION (VLE) 461
FIGURE 228 : ÉVOLUTION DU RADIUM 226 SOLUBLE DANS LES EAUX EN SORTIE DU CANAL EVACUATEUR DE CRUE (POINT GB 2) 462
FIGURE 229 : ÉVOLUTION DE L'URANIUM SOLUBLE DANS LES EAUX DU GRAND BASSIN (POINT GB 1) - AVANT TRAITEMENT 463
FIGURE 230 : MOYENNES MENSUELLES DE U SOLUBLE AU POINT DE SURVEILLANCE GBZ2 ET VALEUR LIMITE D'EMISSION (VLE) 464
FIGURE 231 : MOYENNES MENSUELLES DE U INSOLUBLE AU POINT DE SURVEILLANCE GBZ2 ET VALEUR LIMITE D'EMISSION (VLE) 464
FIGURE 232 : ÉVOLUTION DE L'URANIUM SOLUBLE DANS LES EAUX EN SORTIE DU CANAL EVACUATEUR DE CRUE (POINT GB 2) ... 465
FIGURE 233 : LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENTS "ZONE DU PARADOU" SELON L'AP 2022 467
FIGURE 234 : LOCALISATION DES ANCIENS POINTS DE PRELEVEMENTS PRESCRIT PAR L'AP N°2005/0019 DU 4 AOUT 2005, ART. 8 468
FIGURE 235 : ÉVOLUTION DU ^{226}RA INSOLUBLE DANS LES EAUX DES SOURCES DE LA ZONE DE SURVEILLANCE DU PARADOU 469
FIGURE 236 : ÉVOLUTION DE L'URANIUM INSOLUBLE DANS LES EAUX DES SOURCES DE LA ZONE DE SURVEILLANCE DU PARADOU . 469
FIGURE 237 : SUIVI DES EAUX EN AVAL DU SITE DES BNL - ZONE DU PARADOU : CONCENTRATION EN URANIUM SOLUBLE (SUIVI PLURIANNUEL ORANO) 470

FIGURE 238 : SUIVI DES EAUX EN AVAL DU SITE DES BNL - ZONE DU PARADOU : ACTIVITE EN RADIUM 226 SOLUBLE (SUIVI PLURIANNUEL ORANO) 471

FIGURE 239 : ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN ^{226}RA SOLUBLE DANS LES PIEZOMETRES DE LA DIGUE ENTRE 2008 ET 2022 472

FIGURE 240 : ÉVOLUTION DU ^{226}RA SOLUBLE DANS LES EAUX SOUTERRAINES AU DROIT DES 3 PZ DE L'ICPE 473

FIGURE 241 : ÉVOLUTION DE LA CONCENTRATION EN URANIUM DANS LES PIEZOMETRES DE LA DIGUE ENTRE 2008 ET 2022 474

FIGURE 242 / ÉVOLUTION DE L'URANIUM SOLUBLE DANS LES EAUX SOUTERRAINES AU DROIT DES 3 PZ DE L'ICPE 475

FIGURE 243 : ANALYSE DES CONCENTRATIONS POUR LES POISSONS (2025) 482

FIGURE 244 : LOCALISATION DES DISPOSITIFS DE SUIVI DU VECTEUR AIR (BILAN DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTALE 2023 - ORANO)..... 484

FIGURE 245 : DEBITS DE DOSE MESURES POUR LES 5 POINTS DE MESURES ETUDIES DE 2014 A 2025 485

FIGURE 246 : SUIVI DES ENERGIES VOLUMIQUES LIEES AU RADON 222 ENTRE 2014 ET 2025 (ORANO)..... 486

FIGURE 247 : SUIVI DES ENERGIES VOLUMIQUES LIEES AU RADON 220 ENTRE 2014 ET 2025 (BILAN ENVIRONNEMENTAL 2023 - ORANO)..... 487

FIGURE 248 : ÉVALUATION DE LA DEAA - SCENARIO ADULTES 491

FIGURE 249 : ÉVALUATION DE LA DEAA - SCENARIO ENFANT..... 492

FIGURE 250 : SITUATION DE LA COMMUNAUTE DE COMMUNES DU PAYS D'URFE (SOURCE : CCPU.FR) 495

FIGURE 251 : ZONAGES DU PLU AU NIVEAU DU SITE DES BOIS NOIRS LIMOUZAT 497

FIGURE 252 : SERVITUDES D'UTILITE PUBLIQUE AU DROIT DU SITE 501

FIGURE 253 : DENSITE DE POPULATION A L'ECHELLE DE L'AEE (© ECTARE) 510

FIGURE 254 : POPULATION PAR GRANDES TRANCHES D'AGE SUR LA COMMUNE DE SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE (SOURCE : INSEE) 512

FIGURE 255 : PARCELLES D'IMPLANTATION DU PARC PHOTOVOLTAÏQUE EN COURS DE CONSTRUCTION (ECTARE, JUIN 2025) .. 514

FIGURE 256 : VOISINAGE DU SITE DU PROJET 515

FIGURE 257 : LOCALISATION DES ZONES D'HABITATION AU SEIN DE L'AER 517

FIGURE 258 : OCCUPATION DES SOLS A L'ECHELLE DE L'AEE (© ECTARE)..... 524

FIGURE 259 : ÉLEVAGE BOVIN A PROXIMITE DU SITE (© ECTARE)..... 525

FIGURE 260 : EXPLOITATION SYLVICOLE A PROXIMITE DU SITE (© ECTARE) 527

FIGURE 261 : ANCIENNE SCIERIE CLOUX ET FILS (© ECTARE) 527

FIGURE 262 : VIADUC DES PEUX (© ECTARE) 528

FIGURE 263 : RESERVE DE CHASSE A PROXIMITE DU SITE (ECTARE, FEVRIER 2023) 529

FIGURE 264 : PARC PHOTOVOLTAÏQUE EN COURS DE CONSTRUCTION (ECTARE, JUIN 2025)..... 529

FIGURE 265 : PANNEAU DE SITE DE VTT-FFC A L'ENTREE DE SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE (A GAUCHE) ET BALISAGE D'UN CIRCUIT DE VTT (A DROITE) (ECTARE, FEVRIER 2023) 530

FIGURE 266 : CIRCUITS DE VTT DU MASSIF DES BOIS NOIRS (ECTARE, FEVRIER 2023)..... 530

FIGURE 267 : BALISAGE DE CHEMINS DE TRAIL (ECTARE, FEVRIER 2023)..... 531

FIGURE 268 : CONTEXTE TOURISTIQUE A L'ECHELLE DE L'AER 533
FIGURE 269 : INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT A L'ECHELLE DE L'AEE (ECTARE) 535
FIGURE 270 : ACCES AU SITE (© ECTARE) 536
FIGURE 271 : LIGNES AERIENNES HAUTE TENSION A A L'OUEST DE L'AEI (ECTARE, FEVRIER 2023) 538
FIGURE 272 : ANCIENNES LIGNES ELECTRIQUES AERIENNES AU NORD-EST DU SITE (ECTARE, FEVRIER 2023) 538
FIGURE 273 : EXTRAIT DU PLAN GENERAL DU RESEAU D'EAU POTABLE DU SYNDICAT (SOURCE : PLU DE SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE) 541
FIGURE 274 : PRINCIPE DU DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR (SOURCE : ATMO AUVERGNE-RHONE-ALPES) . 546
FIGURE 275 : ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES DE POLLUANTS LOCAUX ENTRE 2007 ET 2022 (SOURCE : ORCAE AUVERGNE-RHONE-ALPES) 547
FIGURE 276 : REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES 4 TYPOLOGIES DE TERRITOIRES EN AUVERGNE-RHONE-ALPES AU REGARD DES ENJEUX DE LA QUALITE DE L'AIR 549
FIGURE 277 : LA CONTRIBUTION DU TERRITOIRE AUX EMISSIONS POLLUANTES 550
FIGURE 278 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURE DE BRUIT 555
FIGURE 279 : LOCALISATION DES QUATRE POINTS DE MESURE DE L'ETUDE D'IMPACT ACOUSTIQUE GAMBA (07/01/2025) 556
FIGURE 280 : CONTEXTE INDUSTRIEL DU PROJET 566
FIGURE 281 : BOIS NOIRS ET MONTAGNE BOURBONNAISE 568
FIGURE 282 : BLOC DIAGRAMME DE L'INTEGRATION PAYSAGERE DU SITE D'ETUDE (© ECTARE) 570
FIGURE 283 : CONTEXTE PAYSAGER LOCAL DU PROJET 571
FIGURE 284 : PHOTOGRAPHIE AERIENNE DU SITE EN 1954 (SOURCE : GEOPORTAIL) 572
FIGURE 285 : PHOTOGRAPHIE AERIENNE DU SITE EN 1958 (SOURCE : GEOPORTAIL) 573
FIGURE 286 : PHOTOGRAPHIE AERIENNE DU SECTEUR EN 1964 (SOURCE : GEOPORTAIL) 574
FIGURE 287 : PHOTOGRAPHIE AERIENNE DU SECTEUR EN 1979 (SOURCE : GEOPORTAIL) 575
FIGURE 288 : PHOTOGRAPHIE AERIENNE DU SECTEUR EN 1986 (SOURCE : GEOPORTAIL) 576
FIGURE 289 : PHOTOGRAPHIE AERIENNE DU SECTEUR EN 2022 (SOURCE : GEOPORTAIL) 577
FIGURE 290 : SCHEMA DES TYPES DE PERCEPTIONS POSSIBLES 582
FIGURE 291 : LOCALISATION DES DEBLAIS LES PLUS IMPORTANTS ASSOCIES A LA NOUVELLE BESBRE ET A LA ROUTE D'ACCES (SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 628
FIGURE 292 : BASSINS VERSANTS DE LA BESBRE A L'ETAT ACTUEL (PHILIA INGENIERIE – NOTE CONCERNANT LA GESTION DES EAUX PLUVIALES DE DECEMBRE 2024) 637
FIGURE 293 : BASSINS VERSANTS PROJETES DE LA BESBRE EN SITUATION REAMENAGEE (PHILIA INGENIERIE – NOTE CONCERNANT LA GESTION DES EAUX PLUVIALES DE DECEMBRE 2024) 638
FIGURE 294 : CARTE DES ZONES INONDABLES POUR UNE CRUE CENTENNALE (SOURCE : NOTE CONCERNANT LA GESTION DES EAUX PLUVIALES – SIMULATION, PHILIA, 2025) 639
FIGURE 295 : SCHEMA DE PRINCIPE DE LA SURVEILLANCE DES EAUX PENDANT LA PHASE D'ABAISSEMENT DU NIVEAU DU GRAND BASSIN 642
FIGURE 296 : GESTION DES TRAVAUX PENDANT LES TERRASSEMENTS DE LA FUTURE BESBRE – DEBLAIS N°1 A 3 643

Figure 297 : Gestion des eaux pendant les terrassements de la future Besbre – Deblai 4 644

Figure 298 : Gestion des eaux pendant les terrassements de la future Besbre – Deblais 5 et 6 645

Figure 299 : Gestion des eaux pendant les terrassements de la future Besbre – Deblai 7 646

Figure 300 : Gestion des eaux pendant les terrassements de la future Besbre – Deblai 8 647

Figure 301 : Gestion des eaux pendant les terrassements de la future Besbre – Deblai 9 et finitions de la route d'acces 648

Figure 302 : Plateforme d'entreposage des materiaux provenant des terrassements et alveoles de stockage des boues issues du traitement des eaux 654

- *Figure 303 : Gestion des eaux de ruissellement et de la future zone humide en phase finale des travaux de reamenagement du site* 657

Figure 304 : Coupe de principe de de l'alveole de stockage des boues issues du traitement des eaux 660

Figure 305 : Modification de l'emplacement du point BESB A (amont stockage) avant les travaux d'amenagement du « piquage » avec le lit de la Besbre 663

Figure 306 : Profil en long de la future Besbre par rapport au terrain naturel (Source : Philia, Note concernant la conception hydromorphologique de la nouvelle Besbre, mai 2025) 665

Figure 307 : Localisation du profil aval de modelisation (source : Intera) 669

Figure 308 : Localisation du profil amont de modelisation (source : Intera) 670

Figure 309 : Proposition de localisation de nouveaux piezometres en pied du stockage (zone humide) et sur le stockage (source : Philia Ingenierie) 672

Figure 310 : Cartographie du perimetre retenu pour l'evaluation des emissions de GES du chantier de reamenagement 674

Figure 311 : Presentation des elements du projet (ECO-STRATEGIE) 683

Figure 312 : Localisation du projet au regard des elements de la Trame Verte et Bleue locale (ECO-STRATEGIE) 685

Figure 313 : Future zone humide potentielle avec la remise en eau de l'ancien lit de la Besbre 695

Figure 314 : Periodes d'interventions en fonction des sensibilites des especes et des phases de travaux. Les periodes preferentielles sont presentees en rouge 768

Figure 315 : Schema de principe d'installation des clotures petite faune 774

Figure 316 : Dispositif anti-intrusion petite faune (dont amphibiens) 776

Figure 317 : Illustration des ecoulements et de l'alimentation en eau au niveau du futur dome vers la future zone humide (source Philia ingenierie) 802

Figure 318 : Coupe schematique de la future zone humide (source Philia ingenierie) 803

Figure 319 : Passages a amphibiens (petite faune) prevus au droit des mares sous les pistes 813

Figure 320 : Plan de principe en coupe transversale d'une mare favorable aux amphibiens 814

Figure 321 : Exemple de creation de mare 815

Figure 322 : Exemple de mur realise en pierres encagees (gabions) 818

Figure 323 : schema de principe d'un perre sur talus 819

Figure 324 : Mise en œuvre et croquis schematiques d'une catiche et d'un abri artificiel 827

FIGURE 325 : SOURCES D'EMISSION DE POUSSIERES DU SITE 833
FIGURE 326 : DOMAINE D'ETUDE 835
FIGURE 327 : TOPOGRAPHIE PRESENTE SUR LE DOMAINE D'ETUDE 836
FIGURE 328 : OCCUPATION DES SOLS SUR LE DOMAINE D'ETUDE 837
FIGURE 329 : RUGOSITE DES SOLS SUR LE DOMAINE D'ETUDE 837
FIGURE 330 : RECEPTEURS PRIS EN COMPTE DANS LA MODELISATION 839
FIGURE 331 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN PM_{10} SUR L'ENSEMBLE DU DOMAINE D'ETUDE 841
FIGURE 332 : CONCENTRATIONS MOYENNES ANNUELLES EN $PM_{2.5}$ SUR L'ENSEMBLE DU DOMAINE D'ETUDE 842
FIGURE 333 : LOCALISATION DES SECTEURS CIBLES (SOURCE : GAMBA) 851
FIGURE 334 : LOCALISATION DES SITES INSTRUMENTES (SOURCE : IDTEC) 856
FIGURE 335 : LOCALISATION DES SOURCES DE REJETS AQUEUX (SOURCE ORANO – BILAN ANNUEL 2023) – PHASE TRAVAUX 867
FIGURE 336 : SCHEMA DE PRINCIPE DE GESTION ACTUELLE DES EAUX DU SITE DES BNL (SOURCE ORANO – « PROPOSITION DE SURVEILLANCE DU SITE PENDANT LES DIFFERENTES PHASES DES TRAVAUX DE REAMENAGEMENT ET POST-REAMENAGEMENT ») 867
FIGURE 337 :LOCALISATION DES SOURCES DE REJETS POST-REAMENAGEMENT (SOURCE ORANO) 868
FIGURE 338 : LOCALISATION DES CONTENEURS POUR LA GESTION DES POISSONS 871
FIGURE 339 : LOCALISATION DES POINTS DE MESURE DE BRUIT - RAPPORTS NOV 2024 ET JUIN 2025 GAMBA 873
FIGURE 340 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES ETAPES PREVISIONNELLE DU PROJET DE REAMENAGEMENT D'ORANO POUR LE GRAND BASSIN DU SITE DES BOIS NOIRS LIMOUZAT – RAPPORT ALGADE 876
FIGURE 341 : ÉVOLUTION DU DEBIT D'EQUIVALENT DE DOSE GAMMA EN FONCTION DE L'EPAISSEUR DU MATERIAU DE COUVERTURE 878
FIGURE 342 : LOCALISATION DU PROJET DE PARC PHOTOVOLTAÏQUE A PROXIMITE DU SITE DES BNL (SOURCE ECTARE) 889
FIGURE 343 : LOGIGRAMME DE CHOIX DES VTR 900
FIGURE 344 : SCHEMA CONCEPTUEL 905
FIGURE 345 : REPRESENTATION GRAPHIQUE DES QUOTIENTS DE DANGERS PAR SUBSTANCE 927
FIGURE 346 : REPRESENTATION GRAPHIQUE DES ERI TOTAUX PAR SUBSTANCES 928
FIGURE 347 : INTEGRATION SCHEMATIQUE DU PROJET (DEPUIS L'OUEST) 949
FIGURE 348 : INSERTION 3D DU PROJET DEPUIS LE BEAULOUIS 950
FIGURE 349 : INSERTION 3D DU PROJET : VUE PLONGEANTE AERIENNE DEPUIS LE SECTEUR DE CHERBLANC 954
FIGURE 350 : INSERTION 3D DU PROJET : VUE PLONGEANTE AERIENNE DEPUIS L'ACCES AU SITE 958
FIGURE 351 : INSERTION 3D DU PROJET : VUE PLONGEANTE AERIENNE DEPUIS LE VERNOIS 961
FIGURE 352 : INSERTION 3D DU PROJET : VUE PLONGEANTE AERIENNE DEPUIS SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE 966
FIGURE 353 : INSERTION 3D DU PROJET : VUE FRONTALE DEPUIS LE VIADUC DES PEUX 976
FIGURE 354 : REPARTITION DES MESURES PAR DOMAINE POUR LA COMMISSION ALLIER-LOIRE AMONT (SOURCE : PDM LOIRE-BRETAGNE) 987

Figure 355 : Localisation du site des BNL par rapport au projet d'implantation du parc photovoltaïque porte par TENERGIE 996

Figure 356 : Localisation du site des BNL par rapport aux reseaux d'assainissement des communes de Chausseterre, La Tuiliere et Saint-Priest-la-Prugne (effets cumules) 997

- *Figure 357 : Kit preleveur vertical Kemmerer en acrylique d'un volume de 1,2 L utilise pour les prelevements d'eau a differentes profondeurs sur le Grand Bassin* 1027
- *Figure 358 : Benne a sediments type EKMAN en acier inoxydable d'une capacite de 3,5 litres utilisee pour les prelevements de residus dans le Grand Bassin* 1027

Figure 359 : Exemple de conditionnement des echantillons avant envoi au laboratoire 1036

Figure 360 : En marron, localisation des differents prelevements effectues dans la zone humide 1038

Figure 361 : Classes d'hydromorphie des sols (GEPPA 1981, modifie) 1049

Figure 362 : Zones prises en compte pour evaluer les fonctions des zones humides 1049

Figure 363 : Criteres a l'evaluation du statut de reproduction (Hagemeijer W.J.M., & Blair M.J., 2009) 1051

Figure 364 : Piege photographique, sur site (ES, 2023) 1056

Figure 365 : Plaque-refuge a reptiles, sur site (ES, 2023) 1057

Figure 366 : Localisation des points de prelevement ADNe par la Federation de Peche 42 1060

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : État de la masse d'eau Madeleine BV Loire (source : SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027) 146

Tableau 2 : Frequence de releve pour la surveillance du barrage (AP n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 – article 7.1.5) 155

Tableau 3 : Pressions presentes sur la masse d'eau souterraine identifiee au droit de l'aire d'etude immediate en 2019 (source : SIELB) 158

Tableau 4 : Valeurs locales de pluies en fonction de la duree d'averse 176

Tableau 5 : Superficies et debits de pointe des bassins versants estimes en 1983 177

Tableau 6 : Comparaison des differents debits de pointe (Qp) 178

Tableau 7 : Donnees de synthese de la station de « la Besbre a Chatel-Montagne » (source : HydroPortail - EauFrance) 181

Tableau 8 : Records de la station de « la Besbre a Chatel-Montagne » (source : HydroPortail - EauFrance) 181

Tableau 9 : État de la masse d'eau FRGR0208a (source : SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027) 182

Tableau 10 : Pressions s'exerçant sur la masse d'eau superficielle identifiee au droit de l'AEI (source : SIELB) 183

Tableau 11 : Donnees globales issues de l'evaluation de la qualite biologique (1996-2023) (sources : Mica Environnement, nov.2013 ; Hydrosphere, oct.2023 et ECO-STRATEGIE, 2023) 188

Tableau 12 : Concentrations en sulfates en amont du site et sur le site 189

Tableau 13 : pH moyen des eaux de la Besbre de 1994 a 2017 189

Tableau 14 : Resultats analytiques sur les eaux superficielles du 28/10/2010 et du 19/09/2013 193

TABLEAU 15 : RESULTATS D'ANALYSE CONCERNANT LE BARYUM DANS LES EAUX SUPERFICIELLES (SOURCE : ORANO) 196

TABLEAU 16 : PARAMETRES ET ELEMENTS ANALYSES EN LABORATOIRE, ET METHODES ANALYTIQUES ASSOCIEES (CABINET REILÉ, JUILLET 2024) 196

TABLEAU 17 : SYNTHESE COMPARATIVE DES RESULTATS PHYSICO-CHIMIQUE DE JUILLET 2024 ET DE FEVRIER (CABINET REILÉ) .. 197

TABLEAU 18 : COMPARATIF DES RESULTATS PHYSICO-CHIMIQUES DES DIFFERENTS POINTS DE PRELEVEMENTS SUR LA BESBRE (CABINET REILÉ, FEVRIER 2025) 198

TABLEAU 19 : VALEURS LIMITES RECOMMANDEES (MOYENNE ANNUELLE POUR TBO 2 ET MOYENNE MENSUELLE POUR GBZ 2) DANS LES EAUX PAR ARRETES PREFECTORAUX DU 28 JUIN 2022 ET DU 10 MARS 2025 209

TABLEAU 20 : MOYENNES ANNUELLES DES PARAMETRES ANALYSES SUR LES EAUX DU REJET DE LA STATION BASSE TBO 2 (PLAN DE SURVEILLANCE BNL 2014/2024, JUIN 2025) 210

TABLEAU 21 : MOYENNES ANNUELLES DES PARAMETRES ANALYSES SUR LES EAUX DU REJET DE LA STATION GRAND BASSIN 210

TABLEAU 22 : FREQUENCES ET MODALITES DE L'AUTOSURVEILLANCE SELON L'AP N°34-DDPP-25 DU 10 MARS 2025 211

TABLEAU 23 : MOYENNES ANNUELLES DES PARAMETRES ANALYSES SUR LES EAUX EN SORTIE DU CANAL EVACUATEUR DE CRUE, GB 2, POUR 2014-2024 212

TABLEAU 24 : SUIVI DES CONSOMMATIONS ANNUELLES DES SUBSTANCES CHIMIQUES POUR LE TRAITEMENT DES EAUX 214

TABLEAU 25 : PRELEVEMENTS EN EAU SOUTERRAINE A SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE ET LES COMMUNES ENVIRONNANTES (SOURCE : ARS, CONSULTATION D'ATLASANTE) 220

TABLEAU 26 : OBJECTIFS DE QUALITE DE LA MASSE D'EAU SOUTERRAINE 228

TABLEAU 27 : OBJECTIFS DE QUALITE DE LA MASSE D'EAU SUPERFICIELLE 228

TABLEAU 28 : TABLEAU DE MESURES POUR CHACUNE DES MASSES D'EAU (SIELB) 229

TABLEAU 29 : TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES MINIMALES, MAXIMALES ET NORMALES A LA STATION SAINT-NICOLAS-DES-BIEFS POUR LA PERIODE 1991 A 2020 (SOURCE : METEOFRANCE, FEVRIER 2024) 235

TABLEAU 30 : NOMBRE MOYEN MENSUELS DE JOURS AVEC BROUILLARD, ORAGE, GRELE, NEIGE A LA STATION VICHY-CHARMEIL (POUR LA PERIODE 1981 A 2010 (SOURCE : METEOFRANCE, DECEMBRE 2017) 240

TABLEAU 31 : SYNTHESE DES ALEAS MINIERS RETENUS POUR LE SITE DES BNL (SCE, OCTOBRE 2024) 249

TABLEAU 32 : BILAN DE L'INVENTAIRE DES HABITATS AU SEIN DE L'AEI (ECO-STRATEGIE) 264

TABLEAU 33 : LISTE DES HABITATS RECENSES AU SEIN DE L'AEI (ECO-STRATEGIE) 266

TABLEAU 34 : DESCRIPTION DES HABITATS (ECO-STRATEGIE) 268

TABLEAU 35 : PRAIRIE A MOLINIE / MEGAPHORBIAIE, SUR SITE (ES, 2023 - ECO-STRATEGIE) 269

TABLEAU 36 : ROSELIERE / CANAL ET SENTIER ANNEXE, SUR SITE (ES, 2023 - ECO-STRATEGIE) 269

TABLEAU 37 : RESULTATS BRUTS DES RELEVES IBP REALISES SUR L'AEI (ECO-STRATEGIE) 273

TABLEAU 38 : LISTE DE LA FLORE PROTEGEE OU PATRIMONIALE MENTIONNEE DANS LA BIBLIOGRAPHIE 276

TABLEAU 39 : ESPECES FLORISTIQUES PROTEGEES ET PATRIMONIALES RECENSEES SUR L'AEI 277

TABLEAU 40 : LISTE DE LA FLORE EXOTIQUE ENVAHISSANTE RECENSEE 278

TABLEAU 41 : HABITATS PRESENTS AU NIVEAU DE LA ZONE HUMIDE N°1 286

TABLEAU 42 : HABITATS PRESENTS AU NIVEAU DE LA ZONE HUMIDE N°2 287

TABLEAU 43 : HABITATS PRESENTS AU NIVEAU DE LA ZONE HUMIDE N°3 290

TABLEAU 44 : SYNTHESE DES FONCTIONS ET SOUS-FONCTIONS DE LA ZONE HUMIDE N°1 AINSI QUE DE LEUR NIVEAU D'EXPRESSION 294
TABLEAU 45 : SYNTHESE DES FONCTIONS ET SOUS-FONCTIONS DE LA ZONE HUMIDE N°2 AINSI QUE DE LEUR NIVEAU D'EXPRESSION 297
TABLEAU 46 : SYNTHESE DES FONCTIONS ET SOUS-FONCTIONS DE LA ZONE HUMIDE N°3 AINSI QUE DE LEUR NIVEAU D'EXPRESSION 299
TABLEAU 47 : SYNTHESE DE L'AVIFAUNE PATRIMONIALE MENTIONNEE DANS LA BIBLIOGRAPHIE 301
TABLEAU 48 : LISTE DE L'AVIFAUNE PATRIMONIALE MENTIONNEE DANS LA BIBLIOGRAPHIE 304
TABLEAU 49 : BILAN DE L'INVENTAIRE DE L'AVIFAUNE SUR L'AEI ET SES ABORDS (ECO-STRATEGIE) 305
TABLEAU 50 : BILAN DE L'INVENTAIRE DE L'AVIFAUNE NICHEUSE SUR L'AEI ET SES ABORDS 305
TABLEAU 51 :LISTE DE L'AVIFAUNE NICHEUSE SUR L'AEI ET SES ABORDS 307
TABLEAU 52 : BILAN DE L'INVENTAIRE DE L'AVIFAUNE MIGRATRICE SUR L'AEI ET SES ABORDS (ECO-STRATEGIE) 309
TABLEAU 53 :LISTE DE L'AVIFAUNE MIGRATRICE SUR L'AEI ET SES ABORDS 309
TABLEAU 54 : BILAN DE L'INVENTAIRE DE L'AVIFAUNE HIVERNANTE SUR L'AEI ET SES ABORDS (ECO-STRATEGIE) 312
TABLEAU 55 : LISTE DE L'AVIFAUNE HIVERNANTE SUR L'AEI ET SES ABORDS 312
TABLEAU 56 : BILAN DE L'INVENTAIRE DE L'AVIFAUNE EN ALIMENTATION OU DE PASSAGE SUR L'AEI ET SES ABORDS (ECO-STRATEGIE) 314
TABLEAU 57 : LISTE DE L'AVIFAUNE EN ALIMENTATION OU DE PASSAGE SUR L'AEI ET SES ABORDS 314
TABLEAU 58 : CARACTERISTIQUES DE L'AVIFAUNE PATRIMONIALE RECENSEE 318
TABLEAU 59 : SYNTHESE DES CHIROPTERES MENTIONNES DANS LA BIBLIOGRAPHIE 322
TABLEAU 60 : LISTE DES CHIROPTERES MENTIONNES DANS LA BIBLIOGRAPHIE 322
TABLEAU 61 : LISTE DES GITES POTENTIELS A CHIROPTERES A ENJEU MODERE RECENSES SUR L'AEI ET SES ABORDS 323
TABLEAU 62 : BILAN DE L'INVENTAIRE DES CHIROPTERES SUR L'AEI (ECO-STRATEGIE) 324
TABLEAU 63 : LISTE ET ENJEU DES ESPECES DE CHIROPTERES RECENSEES SUR L'AEI ET SES ABORDS 325
TABLEAU 64 : REPARTITION DU NOMBRE DE CONTACTS ET NIVEAU D'ACTIVITE PAR ESPECE (SELON LE REFERENTIEL VIGIE-CHIRO A L'ECHELLE DE LA REGION AUVERGNE-RHONE-ALPES) 328
TABLEAU 65 : CARACTERISTIQUES DES CHIROPTERES RECENSES 333
TABLEAU 66 : ACTIVITE DES ESPECES CONTACTEES LORS DU SUIVI ACTIF 334
TABLEAU 67 : RESUME DES CONTACTS DE CHIROPTERES ENREGISTRES 335
TABLEAU 68 : SYNTHESE DES MAMMIFERES PROTEGES OU PATRIMONIAUX MENTIONNES DANS LA BIBLIOGRAPHIE 339
TABLEAU 69 : LISTE DES MAMMIFERES PROTEGES OU PATRIMONIAUX MENTIONNES DANS LA BIBLIOGRAPHIE 339
TABLEAU 70 : BILAN DE L'INVENTAIRE DES MAMMIFERES TERRESTRES OU SEMI-AQUATIQUE SUR L'AEI ET SES ABORDS (ECO-STRATEGIE) 340
TABLEAU 71 : LISTE DES MAMMIFERES TERRESTRES OU SEMI-AQUATIQUES RECENSES SUR L'AEI ET SES ABORDS 340
TABLEAU 72 : LISTE DES ESPECES DE MAMMIFERES IDENTIFIEES PAR ADNE 341
TABLEAU 73 : CARACTERISTIQUES DES MAMMIFERES PROTEGES OU PATRIMONIAUX RECENSES 348

TABLEAU 74 : SYNTHESE DES AMPHIBIENS MENTIONNES DANS LA BIBLIOGRAPHIE 352
TABLEAU 75 : LISTE DES AMPHIBIENS MENTIONNES DANS LA BIBLIOGRAPHIE 352
TABLEAU 76 : BILAN DE L'INVENTAIRE DES AMPHIBIENS SUR L'AEI ET SES ABORDS (ECO-STRATEGIE) 352
TABLEAU 77 : LISTE DES AMPHIBIENS RECENSES SUR L'AEI ET SES ABORDS 353
TABLEAU 78 : CARACTERISTIQUES DES AMPHIBIENS RECENSES 355
TABLEAU 79 : SYNTHESE DES REPTILES MENTIONNES DANS LA BIBLIOGRAPHIE 359
TABLEAU 80 : LISTE DES REPTILES MENTIONNES DANS LA BIBLIOGRAPHIE 359
TABLEAU 81 : BILAN DE L'INVENTAIRE DES REPTILES SUR L'AEI ET SES ABORDS (ECO-STRATEGIE) 359
TABLEAU 82 : LISTE DES REPTILES RECENSES SUR L'AEI ET SES ABORDS 360
TABLEAU 83 : CARACTERISTIQUES DES REPTILES RECENSES 361
TABLEAU 84 : SYNTHESE DE L'ENTOMOFAUNE PROTEGEE OU PATRIMONIALE MENTIONNEE DANS LA BIBLIOGRAPHIE 365
TABLEAU 85 : LISTE DE L'ENTOMOFAUNE PROTEGEE OU PATRIMONIALE MENTIONNEE DANS LA BIBLIOGRAPHIE 366
TABLEAU 86 : BILAN DE L'INVENTAIRE DE L'ENTOMOFAUNE DIURNE SUR L'AEI ET SES ABORDS 366
TABLEAU 87 : LISTE DE L'ENTOMOFAUNE DIURNE PATRIMONIALE RECENSEE SUR L'AEI ET SES ABORDS 366
TABLEAU 88 : BILAN DE L'INVENTAIRE DE L'ENTOMOFAUNE NOCTURNE SUR L'AEI ET SES ABORDS (ECO-STRATEGIE) 367
TABLEAU 89 : LISTE DE L'ENTOMOFAUNE NOCTURNE PEU COMMUNE ET ASSEZ RARE RECENSEE SUR L'AEI 367
TABLEAU 90 : CARACTERISTIQUES DE L'ENTOMOFAUNE PROTEGEE ET/OU PATRIMONIALE RECENSE 370
TABLEAU 91 : SYNTHESE DE LA FAUNE AQUATIQUE PATRIMONIALE MENTIONNEE DANS LA BIBLIOGRAPHIE 375
TABLEAU 92 : BILAN DE L'INVENTAIRE PAR ADNE DES ESPECES PISCICOLES (ECO-STRATEGIE) 376
TABLEAU 93 : LISTE DES ESPECES PISCICOLES IDENTIFIEES PAR ADNE 377
TABLEAU 94 : METRIQUES DES I2M2 CALCULES AU NIVEAU DES STATIONS AMONT, CANAL ET AVAL SUR LA BESBRE (EXPRIMEES EN EQR). 387
TABLEAU 95 :- NOTES INDICIELLES ET NIVEAUX TROPHIQUES ASSOCIES. 407
TABLEAU 96 : INDICES DE LA DIAGNOSE RAPIDE SUR LE PLAN D'EAU SUR LE PLAN D'EAU DES BOIS NOIRS EN 2023 + IPLAC 408
TABLEAU 97 : VALEURS LIMITES RECOMMANDEES (MOYENNE ANNUELLE) DANS LES EAUX PAR ARRETE PREFECTORAL DU 25 MAI 1990 432
TABLEAU 98 : VALEURS LIMITES RECOMMANDEES (MOYENNE ANNUELLE) DANS LES EAUX PAR ARRETE PREFECTORAL DU 28 JUIN 2022 MODIFIE PAR L'ARRETE PREFECTORAL DU 10 MARS 2025 432
TABLEAU 99 : PLAN DE SURVEILLANCE REGLEMENTAIRE POUR LE CONTROLE DES EAUX DE SURFACE SELON LES PRESCRIPTIONS DE L'ARRETE PREFECTORAL DE 2022 (SOURCE : BILAN ENVIRONNEMENTAL 2023, ORANO) 434
TABLEAU 100 : PLAN DE SURVEILLANCE REGLEMENTAIRE POUR LE CONTROLE DES EAUX SOUTERRAINES SELON LES PRESCRIPTIONS DE L'ARRETE PREFECTORAL DE 2022 (SOURCE : BILAN ENVIRONNEMENTAL 2023, ORANO) 435
TABLEAU 101 : RECAPITULATIF DES CONCENTRATIONS MOYENNES EN ^{226}RA SOLUBLE ET INSOLUBLE DEPUIS 2019 DANS LE REJET APRES TRAITEMENT DES EAUX PAR LA STATION DE ZEOLITHES (ORANO MINING) 460
TABLEAU 102 : RECAPITULATIF DES CONCENTRATIONS MOYENNES EN U SOLUBLE ET INSOLUBLE DEPUIS 2019 DANS LE REJET APRES TRAITEMENT DES EAUX PAR LA STATION DE ZEOLITHES (ORANO MINING) 463

TABLEAU 103 : ANALYSES COMPARATIVES DES REJETS (PLAN DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTAL 2014-2024 - ORANO) ... 467

TABLEAU 104 : MODALITES DE SUIVI AVANT/APRES L'AP DE 2022 DANS LA ZONE DU PARADOU 468

TABLEAU 105 : RESULTATS DES ANALYSES SUR LES PIEZOMETRES DE SUIVI DE SITE DEPUIS 2020 (PLAN DE SURVEILLANCE ENVIRONNEMENTAL 2014-2024 - ORANO) 477

TABLEAU 106 : RESULTATS DES ANALYSES DES PRELEVEMENTS DES EAUX DE CONSOMMATION POUR LE SUIVI RADIOLOGIQUE 479

TABLEAU 107 : RESULTATS DES ANALYSES DES PRELEVEMENTS EFFECTUES SUR DES FRUITS POUR LE SUIVI RADIOLOGIQUE 479

TABLEAU 108 : RESULTATS DES ANALYSES RADIOLOGIQUES DES PRELEVEMENTS DE LEGUMES RACINAIRES..... 480

TABLEAU 109 : RESULTATS DES ANALYSES RADIOLOGIQUES DES PRELEVEMENTS DE LEGUMES A FEUILLES 480

TABLEAU 110 : RESULTATS DES ANALYSES RADIOLOGIQUES DES TERRES..... 481

TABLEAU 111 : RESULTATS DES ANALYSES RADIOLOGIQUES DES SEDIMENTS 481

TABLEAU 112 : ANALYSE DES CONCENTRATIONS POUR LES POISSONS (AOUT 2018)..... 482

TABLEAU 113 : ÉVOLUTION DE LA POPULATION DES COMMUNES DE L'AEE DEPUIS 1990 (SOURCE : INSEE) 507

TABLEAU 114 : REPARTITION DES LOGEMENTS EN RESIDENCES PRINCIPALES, SECONDAIRES ET VACANTS A SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE (SOURCE : INSEE 2021)..... 512

TABLEAU 115 : ZONES D'HABITATION DANS UN RAYON DE 1 KM AUTOUR DU SITE DES BOIS NOIRS LIMOUZAT 516

TABLEAU 116 : NOMBRE D'ETABLISSEMENTS PAR SECTEUR D'ACTIVITE (HORS AGRICULTURE) DANS L'AEE AU 31 DECEMBRE 2022 (SOURCE : INSEE) 522

TABLEAU 117 : NORMES DE QUALITE DE L'AIR (ARTICLE R.221-1 DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT) POUR LE NO_2, LES PM_{10}, $PM_{2.5}$ ET L'O_3 545

TABLEAU 118 : VALEURS MAXIMALES ADMISSIBLES D'EMERGENCE DES EMISSIONS SONORES FIXEES PAR L'ARRETE DU 23 JANVIER 1997 553

TABLEAU 119 : RESULTATS DES MESURES ACOUSTIQUES EN LIMITE DE PROPRIETE 555

TABLEAU 120 : RESULTAT DES MESURES ACOUSTIQUES EN ZONE A EMERGENCE REGLEMENTEE 556

TABLEAU 121 : RELEVES DES MESURES DE BRUIT DANS LES ZER..... 557

TABLEAU 122 : TABLEAU DE COMPARAISON DES VALEURS EN DB(A) OBTENUS PAR ARCADIS ET PAR LE BUREAU D'ETUDES GAMBA AU MOULIN THIENNON ET LES PEUX 557

TABLEAU 123 : RELEVES DES MESURES DE BRUIT DANS LES ZER..... 557

TABLEAU 124 : TABLEAU DE COMPARAISON DES VALEURS EN DB(A) OBTENUS SUR LES 3 CAMPAGNES SUCCESSIVES AU MOULIN THIENNON ET LES PEUX 558

TABLEAU 125 : PLAN DES TRAVAUX DE REPRISE DES ZONES HUMIDES ET DES DRAINS (ORANO MINING, CSS DU 12/12/2024)561

TABLEAU 126 : DRAINS EN PIED DE DIGUE ET PAREMENT AVAL DE LA DIGUE AVANT TRAVAUX (ORANO MINING, AVRIL 2024) . 561

TABLEAU 127 : LISTE DES ICPE RECENSEES SUR LA COMMUNE DE SAINT-PRIEST-LA-PRUGNE (SOURCES : GEORISQUES ET SOCIETE.COM)..... 564

TABLEAU 128 : TABLEAU BILAN DES PROPOSITIONS DE SURVEILLANCE DES EAUX PROVENANT DE L'ABAISSEMENT DU NIVEAU DU GRAND BASSIN EN PERIODE DE TRAVAUX..... 642

TABLEAU 129 : PROPOSITION DE SURVEILLANCE DES EAUX PLUVIALES PROVENANT DE LA PLATEFORME D'ENTREPOSAGE DES MATERIAUX DE TERRASSEMENT..... 653

TABLEAU 130 : PROPOSITION DE SURVEILLANCE DES EAUX PLUVIALES PROVENANT DE LA PLATEFORME D'ENTREPOSAGE DU BOIS 655

TABLEAU 131 : PROPOSITION DE SURVEILLANCE DES EAUX DE SURFACE ZONE HUMIDE, COUVERTURE DU STOCKAGE ET EAUX PLUVIALES ISSUES DE LA CHAUSSEE DE LA ROUTE D'ACCES 658

TABLEAU 132 : PROPOSITION DE SURVEILLANCE SUR LES EAUX DE SURFACE POST-REAMENAGEMENT (SOURCE : PLAN DE SURVEILLANCE PREVISIONNEL, ORANO) 668

TABLEAU 133 : TABLEAU DE SYNTHESE DES INCIDENCES DU PROJET SUR LES HABITATS NATURELS RECENSES LORS DE L'ETAT INITIAL AU NIVEAU DE L'AIRE D'ETUDE 699

TABLEAU 134 : HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE INSCRITS A L'ANNEXE I RECENSES SUR LE SITE NATURA 2000 « FR8302036 – RIVIERES DE LA MONTAGNE BOURBONNAISE » 752

TABLEAU 135 : ESPECES D'INTERET RECENSEES SUR LE SITE NATURA 2000 « FR8302036 – RIVIERES DE LA MONTAGNE BOURBONNAISE » 753

TABLEAU 136 : HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE INSCRITS A L'ANNEXE I RECENSES SUR LE SITE NATURA 2000 « FR8301045 - BOIS NOIRS » 755

TABLEAU 137 : ESPECES D'INTERET RECENSEES SUR LE SITE NATURA 2000 « FR8301045 - BOIS NOIRS » 756

TABLEAU 138 : HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE INSCRITS A L'ANNEXE I RECENSES SUR LE SITE NATURA 2000 « FR8201768 - RUISSEAUX DU BOËN, BAN ET FONT D'AIX » 758

TABLEAU 139 : ESPECES D'INTERET RECENSEES SUR LE SITE NATURA 2000 « FR8201768 - RUISSEAUX DU BOËN, BAN ET FONT D'AIX » 759

TABLEAU 140 : HABITATS D'INTERET COMMUNAUTAIRE INSCRITS A L'ANNEXE I RECENSES SUR LE SITE NATURA 2000 « FR8302005 - GITES A CHAUVES-SOURIS, CONTREFORTS ET MONTAGNE BOURBONNAISE » 761

TABLEAU 141 : ESPECES D'INTERET RECENSEES SUR LE SITE NATURA 2000 « FR8302005 - GITES A CHAUVES-SOURIS, CONTREFORTS ET MONTAGNE BOURBONNAISE » 762

TABLEAU 142 :FONCTIONS ET SOUS-FONCTIONS DE LA ZONE HUMIDE COMPENSATOIRE AU REGARD DES ZONES HUMIDES DETRUITES 808

TABLEAU 143 : RECEPTEURS PRIS EN COMPTE DANS LA MODELISATION 839

TABLEAU 144 : RESULTATS DES CALCULS DE DISPERSION AU NIVEAU DES RECEPTEURS LE PLUS PROCHES 843

TABLEAU 145 : EXCES DE RISQUE VIE ENTIERE (ELR) POUR LA VOIE INHALATION AU NIVEAU DU RECEPTEUR LE PLUS IMPACTE 844

TABLEAU 146 : COMPARAISON AUX VALEURS GUIDE 844

TABLEAU 147 : SUIVI DES POUSSIERES DURANT LA PHASE DE TRAVAUX 846

TABLEAU 148 : LOCALISATION ET IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES DE BRUIT EN FONCTION DES PHASES DE TRAVAUX 849

TABLEAU 149 : ÉMERGENCE SONORE LIMITE 849

TABLEAU 150 : SEUIL MAXIMAL DE NIVEAUX SONORES EN LIMITE DE SITE 850

TABLEAU 151 : NIVEAUX AMBIANTS ET EMERGENCES MODELISEES 852

TABLEAU 152 : RESULTATS DES ESSAIS DE TIRS 857

- *TABLEAU 153 : SOURCES DE REJETS – PHASE TRAVAUX* 862

TABLEAU 154 : SOURCES DE REJETS – PHASE EXPLOITATION – SITE REAMENAGE 864

TABLEAU 155 : DESCRIPTION DES SOURCES 865

Tableau 156 : Mesures de bruit – Rapport etat initial - novembre 2024 - GAMBA 872
Tableau 157 : Mesures de bruit – Rapport previsionnel travaux – Juin 2025 - GAMBA 873
Tableau 158 : Description des enjeux radiologiques en fonction des differentes phases du projet 875
Tableau 159 : caracteristiques des residus et des materiaux de couverture (donnees d'entree des simulations) .. 877
Tableau 160 : Bilan majorant sur les rejets aqueux « travaux de vidange » 882
Tableau 161 : Bilan moyen sur les rejets aqueux rejets aqueux TBO2 « futur » 882
Tableau 162 : Bilan sur les rejets aqueux TBO2 883
Tableau 163 : Établissements scolaires a proximite du site 887
Tableau 164 : Établissements sanitaires a proximite du site 888
Tableau 165 : Établissements/equipements sportifs et de loisirs a proximite du site 888
Tableau 166 : Selection des traceurs dans les rejets aqueux 895
Tableau 167 : Traceurs de risques retenus 897
Tableau 168 : Classification du risque cancerogene 899
Tableau 169 : Valeurs Toxicologiques de Reference retenues 902
Tableau 170 : Voies d'exposition envisageables en fonction des proprietes des substances et des usages locaux ... 903
Tableau 171 : Identification des combinaisons source, vecteur et cible 904
Tableau 172 : Substances et voies d'exposition retenues 906
Tableau 173 : Scenario d'exposition par ingestion de denrees alimentaires et de sols 907
Tableau 174 : Part autoconsommee de denrees alimentaires vegetales 907
Tableau 175 : Scenario d'exposition par ingestion d'eau lors d'activites nautiques 908
Tableau 176 : Scenario d'exposition par ingestion de poissons 908
Tableau 177 : Estimation de la concentration des polluants retenus dans le cours d'eau 910
Tableau 178 : Hypotheses retenues pour l'arrosage 911
Tableau 179 : Resultats du depot au sol suite a l'arrosage 912
Tableau 180 : Calcul du depot au sol pour les vegetaux 912
Tableau 181 : Calcul de la concentration dans le sol pour les vegetaux 913
Tableau 182 : Concentrations dans les denrees alimentaires soumises aux operations d'arrosage 914
Tableau 183 : Resultats de concentration dans les poissons 915
Tableau 184 : Niveaux d'exposition par ingestion de sols, denrees alimentaires arrosees par de l'eau issue de la Besbre 917
Tableau 185 : Niveaux d'exposition par ingestion d'eau lors d'activites nautiques (via piscine / baignade) 919
Tableau 186 : Niveaux d'exposition par ingestion de poissons 920
Tableau 187 : Dose journaliere d'exposition (µg/kg/j) – ADULTE – Effets a seuils 921
Tableau 188 : Dose journaliere d'exposition (µg/kg/j) – ENFANT – Effets a seuils 921

Tableau 189 : Quotients de danger – Voie ingestion 923

Tableau 190 : Exces de risque individuel – effets sans seuil – voie ingestion 925

Tableau 191 : Recapitulatif et somme des Quotients de danger - effets a seuil- calcules pour les traceurs et pour la voie ingestion 926

Tableau 192 : Recapitulatif et somme des Exces de risque individuel – effets sans seuil - calcules pour les traceurs et pour les voies inhalation et ingestion 926

Tableau 193 : Incertitudes liees aux emissions 928

Tableau 194 : Dates et ordres du jour des reunions du CPC 940

Tableau 195 : Dates, lieu et types de rencontres organisees 941

Tableau 196 : Modalites de mise en œuvre des propositions et demandes recueillies durant la concertation 945

Tableau 197 : Plans, schemas et programmes concernes par le projet 981

Tableau 198 : État quantitatif et qualitatif des masses d'eaux et leurs objectifs 983

Tableau 199 : Compatibilite du projet avec le SDAGE Loire-Bretagne 986

Tableau 200 : Hydroecoregions et valeurs de reference pour les IBD – Site de la Commanderie 1017

Tableau 201 : Valeurs inferieures des limites des classes d'etat ecologique, exprimees en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBD 1017

Tableau 202 : Hydroecoregions et valeurs de reference pour les IBMR – Site des Bois Noirs Limouzat 1019

Tableau 203 : Valeurs inferieures des limites des classes d'etat ecologique, exprimees en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBMR 1020

Tableau 204 : Valeurs inferieures des limites des classes d'etat ecologique, exprimees en EQR pour l'I2M2 1023

Tableau 205 : Hydroecoregions et valeurs de reference pour les IBGN 1024

Tableau 206 : Valeurs inferieures des limites des classes d'etat ecologique, exprimees en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBGN 1024

Tableau 207 : Valeurs inferieures des limites des classes d'etat ecologique, par type de cours d'eau pour l'IBGN 1024

Tableau 208 : Valeurs inferieures des limites des classes d'etat ecologique, par type de cours d'eau pour l'IPR . 1026

Tableau 209 : caracteristiques des prelevements d'eau du Grand Bassin 1028

Tableau 210 : caracteristiques des prelevements des residus du Grand Bassin 1028

Tableau 211 : Parametres et elements analyses en laboratoire, et methodes analytiques associees 1032

Tableau 212 : Contraintes de conditionnement et de preservation des echantillons identiques deux campagnes de prelevement 1033

Tableau 213 : Localisation et nivellement piezometres de la ZH 1037

Tableau 214 : Determination du niveau d'activite en fonction du nombre de contacts par nuit (selon le referentiel Vigie-Chiro a l'echelle de la region Auvergne-Rhone-Alpes) 1054

Tableau 215 : Niveaux d'enjeu 1068

Listes des cartes

CARTE 1 : PLAN DES CLOTURES 55
CARTE 2 : SITUATION DE L'AER ASSOCIEE AU PROJET DU SITE DES BNL 94
CARTE 3 : SITUATION DE L'AEE ASSOCIEE AU PROJET DU SITE DES BNL 95
CARTE 4 : SITUATION DE L'AEI DU SITE DES BNL 97
CARTE 5 : SITUATION CADASTRALE DES TERRAINS ETUDIES 101
CARTE 6 : CONTEXTE GEOLOGIQUE DETAILLE A L'ECHELLE DE L'AER 124
CARTE 7 : COMPOSITION DU SOL A L'ECHELLE DE L'AER 136
CARTE 8 : SITUATION TOPOGRAPHIQUE DU SECTEUR 138
CARTE 9 : ZOOM A L'ECHELLE DE L'AEE SUR LE CONTEXTE HYDRAULIQUE VIS-A-VIS DE LA MASSE D'EAU SOUTERRAINE FRGG133 145
CARTE 10 : RESEAU HYDROGRAPHIQUE DU SECTEUR D'ETUDE 164
CARTE 11 : LOCALISATION DES CAPTAGES SOUTERRAINS AEP DE L'AER MAIS HORS NAPPE ALLUVIALE DE LA BESBRE, DANS LA MONTAGNE BOURBONNAISE 221
CARTE 12 : RISQUE MOUVEMENT DE TERRAIN – ALEA RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES 247
CARTE 13 : BOISEMENT AU SEIN DE L'AER 254
CARTE 14 : RESULTATS DES IBP SUR L'AEI (ECO-STRATEGIE) 274
CARTE 15 : OCCUPATION DU SOL DE L'AEI REPRESENTEE SUR LE CARTE D'ÉTAT MAJOR (1820-1866) (ECO-STRATEGIE) 274
CARTE 16 : LOCALISATION DE LA FLORE PATRIMONIALE SUR L'AEI (ECO-STRATEGIE) 280
CARTE 17 : LOCALISATION DE LA FLORE INVASIVE SUR L'AEI ET SES ABORDS (ECO-STRATEGIE) 281
CARTE 18 : ZONES HUMIDES N°1 ET 2 ET LEUR ZONE CONTRIBUTIVE ASSOCIEE 288
CARTE 19 : ZONES HUMIDES N°3 ET SA ZONE CONTRIBUTIVE ASSOCIEE 289
CARTE 20 : ZONES HUMIDES ET LA ZONE PAYSAGE ASSOCIEE 291
CARTE 21 : AVIFAUNE NICHEUSE PATRIMONIALE ET BIOTOPES FAVORABLES ASSOCIES SUR L'AEI ET SES ABORDS 308
CARTE 22 : AVIFAUNE MIGRATRICE PATRIMONIALE ET/OU REMARQUABLE ET BIOTOPES FAVORABLES ASSOCIES SUR L'AEI ET SES ABORDS 311
CARTE 23 : AVIFAUNE HIVERNANTE PATRIMONIALE ET/OU REMARQUABLE ET BIOTOPES FAVORABLES ASSOCIES SUR L'AEI ET SES ABORDS 313
CARTE 24 : AVIFAUNE REMARQUABLE ET/OU PATRIMONIALE EN ALIMENTATION ET DE PASSAGE ET BIOTOPES FAVORABLES ASSOCIES SUR L'AEI ET SES ABORDS 316
CARTE 25 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX LIES A L'AVIFAUNE AU SEIN DE L'AEI (ECO-STRATEGIE) 321
CARTE 26 : GITES POTENTIELS A CHIROPTERES ET BIOTOPES FAVORABLES AUX CHIROPTERES SUR L'AEI ET SES ABORDS 337
CARTE 27 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX LIES AUX CHIROPTERES AU SEIN DE L'AEI 338
CARTE 28 : MAMMALOFAUNE TERRESTRE ET SEMI-AQUATIQUE PROTEGEE OU PATRIMONIALE ET BIOTOPES FAVORABLES ASSOCIES SUR L'AEI ET SES ABORDS 350
CARTE 29 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX LIES AUX MAMMIFERES TERRESTRES AU SEIN DE L'AEI 351

CARTE 30 : DONNEES BIBLIOGRAPHIQUES DE PRESENCE DU SONNEUR A VENTRE JAUNE DANS UN RAYON DE 30 KM AUTOUR DE L'AEI 354
CARTE 31 : AMPHIBIENS ET BIOTOPES FAVORABLES ASSOCIES SUR L'AEI ET SES ABORDS 357
CARTE 32 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX LIES AUX AMPHIBIENS AU SEIN DE L'AEI 358
CARTE 33 : ENTOMOFAUNE ET BIOTOPES FAVORABLES SUR L'AEI ET DANS SES ABORDS 372
CARTE 34 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX LIES A L'ENTOMOFAUNE AU SEIN DE L'AEI 373
CARTE 35 : SECTEURS FAVORABLES A LA FAUNE AQUATIQUE SUR L'AEI ET SES ABORDS 391
CARTE 36 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX LIES A LA FAUNE AQUATIQUE AU SEIN DE L'AEI 409
CARTE 37 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX LIES A LA FAUNE AU SEIN DE L'AEI 410
CARTE 38 : TRAME VERTE ET BLEUE LOCALE (ECO-STRATEGIE) 418
CARTE 39 : CARTOGRAPHIE DES ENJEUX GLOBAUX LIES AU MILIEU NATUREL AU SEIN DE L'AEI ET DE L'AER 429
CARTE 40 : POPULATION DES COMMUNES DE L'AEE 508
CARTE 41 : LOCALISATION DES SITES SENSIBLES A L'ECHELLE DE L'AEE 519
CARTE 42 : CONTEXTE AGRICOLE DANS LE SECTEUR D'ETUDE SELON LE RPG 2023 526
CARTE 43 : AMBIANCE LUMINEUSE A L'ECHELLE DE L'AEE 559
CARTE 44 : PLAN TOPOGRAPHIQUE DU DOME FINAL ET DE LA NOUVELLE BESBRE (EQUIDISTANCE DES COURBES DE NIVEAU = 1M ; SOURCE : PHILIA INGENIERIE) 630
CARTE 45 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET AU REGARD DES TYPES D'HABITATS NATURELS EN PLACE 700
CARTE 46 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET AU REGARD DES TYPES D'HABITATS NATURELS D'INTERET COMMUNAUTAIRE EN PLACE 701
CARTE 47 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET AU REGARD DES ZONES HUMIDES 703
CARTE 48 :CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET AU REGARD DE LA FLORE PATRIMONIALE ET PROTEGEE 707
CARTE 49 : CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET AU REGARD DE LA FLORE EXOTIQUE ENVAHISSANTE IDENTIFIEE 709
CARTE 50 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DES ENJEUX LIES A L'AVIFAUNE 713
CARTE 51 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DE L'AVIFAUNE NICHEUSE A ENJEU 715
CARTE 52 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DE L'AVIFAUNE A ENJEU EN ALIMENTATION OU DE PASSAGE 717
CARTE 53 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DE L'AVIFAUNE MIGRATRICE A ENJEU 718
CARTE 54 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DE L'AVIFAUNE HIVERNANTE A ENJEU 720
CARTE 55 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DES ENJEUX LIES AUX CHIROPTERES 722
CARTE 56 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DES ENJEUX LIES AUX MAMMIFERES TERRESTRES 725
CARTE 57 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DES ENJEUX LIES AUX AMPHIBIENS 727
CARTE 58 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DES ENJEUX LIES AUX REPTILES 730
CARTE 59 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DES ENJEUX LIES A L'ENTOMOFAUNE 733
CARTE 60 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DES ENJEUX LIES A LA FAUNE PISCICOLE 736
CARTE 61 : CARACTERISTIQUES DU PROJET AU REGARD DES ENJEUX FAUNISTIQUES GLOBAUX 738

CARTE 62 : LOCALISATION DES SITES NATURA 2000 LES PLUS PROCHES DE L'AIRE D'ETUDE 752

CARTE 63 : DEPLACEMENT AVANT DESTRUCTION DE SPECIMENS D'ESPECES : SPHAGNUM SP. ET HESPEROCODON HEDERACEUS . 781

CARTE 64 : R2.1 Q (1) – DISPOSITIF D'AIDE A LA RECOLONISATION DES MILIEUX (REPLANTATION ET AIDE A LA TRANSITION DES SURFACES EN HETRAIE-SAPINIERE) 786

CARTE 65 : MESURE C1 – MESURE COMPENSATOIRE DES ZONES HUMIDES 799

CARTE 66 : MESURE C2 - MESURE DE COMPENSATION DES MILIEUX PRAIRIAUX 812

CARTE 67 : MESURE C3 – MARES COMPENSATOIRES 817

CARTE 68 : MESURE C4 - HABITATS COMPENSATOIRES POUR LES ESPECES DE REPTILES 821

CARTE 69 : MESURE A2 – RENFORCEMENT DE L'ATTRACTIVITE DU SITE POUR LA LOUTRE D'EUROPE EN PHASE POST-TRAVAUX . 829

CARTE 70 : CARTE GENERALE DES POINTS DE PRELEVEMENT. EN BLEU, POINTS DE PRELEVEMENTS D'EAU DE SURFACE ; EN NOIR, POINTS DE PRELEVEMENT D'EAU SOUTERRAINE 1031

CARTE 71 : LOCALISATION DES AIRES D'ETUDE UTILISEES POUR LE MILIEU NATUREL 1039

CARTE 72 : METHODES APPLIQUEES AUX INVENTAIRES ECOLOGIQUES TERRESTRES 1069

CARTE 73 : INVENTAIRES ECOLOGIQUES COMPLEMENTAIRES 2024 1069

CARTE 74 : METHODES APPLIQUEES AUX INVENTAIRES ECOLOGIQUES AQUATIQUES 1070

2 GLOSSAIRE

AAC	Aires Alimentation de Captages
AEE	Aire d'Étude Éloignée
AEI	Aire d'Étude Immédiate
AEP	Alimentation en Eau Potable
AER	Aire d'Étude dite « Rapprochée »
ANFR	Agence Nationale des Fréquences
AOC	Appellation d'Origine Contrôlée
AOP	Appellation d'Origine Protégée
AOR	Appellation d'Origine Réglementée
ARIA	Analyse, Recherche et Information sur les Accidents
ARS	Agence Régionale de la Santé
AVAP	Aire de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine
AZI	Atlas de Zone Inondable
BNL	Bois Noirs Limouzat
BASOL	Base de données de la pollution des sols, SIS et anciens sites industriels
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BSS	Banque du Sous-Sol
BT	Ligne Basse Tension
BVG	Bassin Versant de Gestion
CASIAS	Carte des Anciens Sites Industriels et Activités de Services
CC	Communauté de communes
CE	Code de l'Environnement
CEN	Conservatoire d'Espaces Naturels
CH_4	Méthane
CIZI	Cartographie Informative des Zones Inondables
CO	Monoxyde de carbone
COV	Composés Organiques Volatils
DCE	Directive Cadre sur l'Eau européenne
DDRM	Dossier Départemental sur les Risques Majeurs
DDT	Direction Départementale des Territoires
DEEE	Déchets d'Équipements Électriques et Électroniques
DIS	Déchet Industriel Spécial

DMS	Déchets Ménagers Spéciaux
DOE	Débits d'Objectif d'Étiage
DOO	Document d'Orientation et d'Objectifs
DRAC	Direction Régionale des Affaires Culturelles
DT	Déclarations Travaux
EIE	État Initial de l'Environnement
EIP	Établissements Industriels Polluants
EP	Eaux Pluviales
EPCI	Établissement Public de Coopération Intercommunale
ERP	Établissement Recevant du Public
EU	Eau Usées
GES	Gaz à Effet de Serre
GR	Chemin de Grande Randonnée
GRDF	Gaz Réseau Distribution France
HTA	Haute Tension A (ou Moyenne Tension)
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IDPR	Indice de Développement et de Persistance des Réseaux
IGN	Institut national de l'information Géographique et Forestière
IGP	Indication Géographique Protégée
INAO	Institut NAtional de l'Origine et de la qualité
INPN	Inventaire National du Patrimoine Naturel
INSEE	Institut National de la Statistique et des Études Économiques
IQA	Indice de la Qualité de l'Air
IREP	Registre français des rejets et des transferts de polluants
K40	Potassium 40
MCO	Mine à Ciel Ouvert
NH_3	Ammoniac
NO_x	Oxydes d'azote
O_3	Ozone
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORCAE	Observatoire Régional Climat Air Energie
OTEX	Orientation Technico-économique des EXploitations
PADD	Projet d'Aménagement et de Développement Durables
PAGD	Plan d'Aménagement et de Gestion Durable

PCAET	Plan Climat Air Energie Territorial
PDM	Programme De Mesures
PEB	Plan d'Exposition au Bruit
PGE	Plan de Gestion d'Étiage
PGS	Plan de Gêne Sonore
PL	Poids Lourds
PLQA	Plan Local de Qualité de l'Air
PLU	Plan Local d'Urbanisme
PM_{10}	Particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm
$PM_{2.5}$	Particules en suspension de diamètre inférieur à 2,5 µm
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
PPBE	Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement
PPR	Plan de Prévention des Risques
PPRi	Plan de Prévention des Risques inondation
PPRn	Plan de Prévention des Risques naturels
PPRT	Plan de Prévention des Risques Technologiques
PRPGD	Plan Régional de Prévention et de Gestion des Déchets
PRSE	Plan Régional Santé Environnement
PRSQA	Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air
PT1	Protection des centres de réception contre les perturbations électromagnétiques
PT2	Protection contre les obstacles des centres d'émission et de réception exploités par l'État
QMNA	Débit mensuel minimal d'une année hydrologique
Ra 226	Radium 226
RD	Route Départementale
RN	Route Nationale
RNDE	Réseau National des Données sur l'Eau
SAGE	Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SAU	Surface Agricole Utile
SCoT	Schéma de Cohérence Territoriale
SDAGE	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux
SDIS 42	Service Départemental d'Incendie et de Secours de la Loire
SIELB	Système d'Information sur l'Eau Loire Bretagne

SIEP	Syndicat Intercommunal d'Eau Potable
SIGES	Systèmes d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines
SIS	Secteur d'Information sur les Sols
SISPEA	Système d'Informations sur les Services Publics d'Eau et d'assainissement
SIVOM	Syndicat Intercommunal à Vocation Multiple
SO_2	Dioxyde de soufre
SRA	Service Régional de l'Archéologie
SRADDET	Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires
SRCAE	Schéma Régional du Climat de l'Air et de l'Énergie
SRCE	Schéma Régional de Cohérence Écologique
STEP	Stations d'épuration des eaux usées
SUP	Servitudes d'Utilité Publique
Th232	Thorium 232
TMD	Transport de Matières Dangereuses
TRI	Territoire à Risque important d'Inondation
TVB	Trame Verte et Bleue
U238	Uranium 238
UDI	Unité de Distribution de l'Eau Potable
VL	Véhicules Légers
ZAC	Zone d'Activités Commerciales
ZER	Zone à Émergence Réglementée
ZI	Zone Industrielle
ZICO	Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
ZNIEFF	Zone Naturelle d'Intérêt Écologique, Floristique et Faunistique
ZPF	Zone à Préserver dans le Futur
ZPPAUP	Zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager
ZRE	Zones de Répartition des Eaux

II. PREAMBULE

Le site des Bois-Noirs Limouzat (BNL) est implanté sur un gisement uranifère ayant fait l'objet d'une exploitation par travaux miniers souterrains (TMS) de 1954 à 1980 et par mine à ciel ouvert de 1957 à 1971, puis brièvement en 1979-1980. Une usine de traitement du minerai qui a produit 6 920 tonnes d'uranium métal était implantée en partie sud-ouest du site de 1960 à 1980. Elle a été démantelée en 2005. Les produits de démolition ont été stockés dans la mine à ciel ouvert. Le stockage des produits de démolition ainsi que le stockage des résidus miniers sont autorisés au titre de la rubrique 1735 des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement, encadré par l'arrêté préfectoral n°50-DDPP-17 du 31 janvier 2017.

Le site s'étend sur une superficie de 82,5 ha dont 18 ha de zone en eau nommée Grand Bassin. Ce Grand Bassin recouvre près de 1,4 million de tonnes de résidus de traitement minier. Le site des BNL est implanté sur le territoire de la commune de Saint-Priest-la-Prugne dans le département de la Loire (42), en région Auvergne-Rhône-Alpes. Il est la propriété de la société ORANO Mining.

Le Grand Bassin est alimenté par les eaux météoritiques ainsi qu'en cas de besoin ou par épisode exceptionnel, par le cours d'eau de la Besbre dont un tronçon canalisé passe en rive droite de la retenue. Afin de retenir les eaux du Grand Bassin, un barrage poids de classe A de 42 m de haut et 508 m de long a été construit et fait l'objet d'un suivi régulier.

L'arrêté préfectoral n°271-DDPP-22 du 28 juin 2022 (modifié avec un délai complémentaire d'un an) prescrit le réaménagement en couverture solide du site des BNL. En effet, au vu des changements climatiques à venir induisant des épisodes pluvieux de plus en plus extrêmes et une moins bonne répartition de la pluviométrie annuelle avec des étiages estivaux exacerbés, il est aujourd'hui préféré le remplacement de la lame d'eau par une couverture minérale. Les matériaux de couverture des résidus proviendront du creusement du nouveau lit de la Besbre, qui passera en rive gauche de l'actuelle retenue. À l'issue du réaménagement, le grand barrage sera déclassé pour devenir un ouvrage ceinturant.

La réalisation du projet s'effectuera selon plusieurs phases successives de terrassement et d'opérations d'aménagement du site. Les travaux envisagés s'étaleront sur environ 5 années.

III. PRESENTATION DU PROJET

1 CONCEPTION GENERALE[1]

Le projet du réaménagement du site des Bois Noirs Limouzat vise le remplacement de la couverture liquide des résidus miniers par une couverture minérale solide. Dans le même temps, le projet occasionne la création du nouveau lit de la Besbre au nord du site afin de rétablir une continuité écologique et de supprimer la déviation canalisée du cours d'eau au sud.

La création de la nouvelle Besbre permet de fournir l'intégralité des matériaux nécessaire à la couverture qui seront générés par les opérations de terrassement, en prenant en compte la stabilité, la pente et l'ensoleillement dans le but de garantir la continuité écologique.

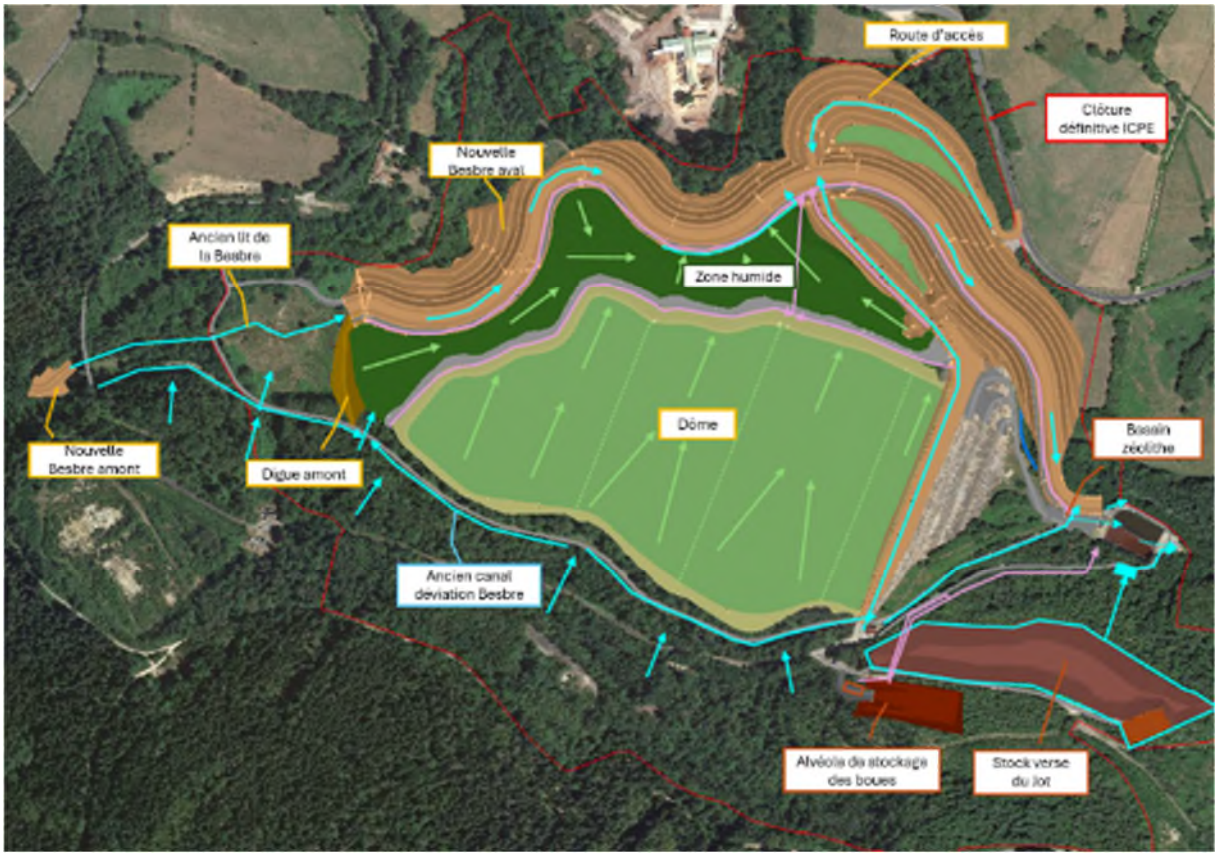


Figure 1 :Projet de réaménagement des Bois Noirs Limouzat (source : Philia Ingénierie)

Dans son principe général, le projet retenu consiste en un abaissement progressif du niveau d'eau du Grand Bassin, la mise en place d'une couverture solide immergée dans un premier

[1] Ce chapitre reprend en la synthétisant la Notice Technique élaborée par PHILIA INGENIERIE jointe en Annexe

temps puis émergée dans un second temps sur les résidus de traitement, et l'arasement partiel de la digue.

Les travaux s'accompagnent de la renaturation de la Besbre par création d'un nouveau lit, permettant ainsi de mobiliser les matériaux nécessaires à la couverture. Enfin, de façon connexe, est également prévue la création d'une alvéole de stockage des boues de traitement des eaux pour la continuité de la surveillance et de l'entretien du site.

1.1 LA COUVERTURE SOLIDE

La couverture solide sera constituée avec les matériaux issus du déblai associé à la création de la nouvelle Besbre. Sa mise en œuvre est donc décomposée en plusieurs phases distinctes, intrinsèquement liées à la capacité de terrassement et à la nature des matériaux extraits des déblais (arènes granitiques ou matériaux rocheux).

Le nouvelle Besbre a été dimensionnée en prenant en compte l'emprise foncière à disposition d'Orano Mining tout en réalisant les terrassements nécessaires à la stabilité sur le long terme de la nouvelle Besbre, le respect d'une pente permettant la remonté piscicole et en favorisant l'ensoleillement par une ouverture plus importante au sud. Aussi, les matériaux générés permettent de répondre pleinement aux objectifs de radioprotection de la couverture.

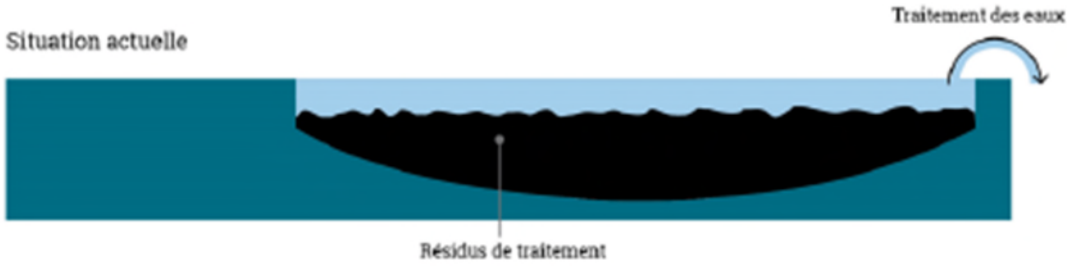


Figure 2 : schéma de principe de l'état actuel – résidus de traitement sous couverture liquide (source : Orano Mining)

- **Réalisation du dôme de résidus (cote 758,60 m NGF) :**
  Cette première étape va permettre le reprofilage sous eau des résidus et le recouvrement sous eau pour assurer la continuité de l'écran radiologique. Dans le même temps, le niveau d'eau du Grand Bassin sera abaissé et les eaux seront traitées avant rejet en aval.
    - Terrassement à la dragueuse-aspiratrice des résidus de la partie nord de la retenue (bande d'environ 40 à 150 m au nord de la retenue) avec une pente résiduelle de 30% et dépôt au sud. Ce terrassement s'arrêtera au niveau du terrain naturel d'origine (ancienne vallée de la Besbre) - 50 cm,
    - Terrassement par une pelle sur barge de la partie sud des résidus > cote 758,60 m NGF,
    - Réglage du dôme de résidus à la cote 758,60 m NGF environ.



Figure 3 : schéma de principe du terrassement sous eau des résidus de traitement

- **Réalisation du dôme immergé (cote 759,60 m NGF) :**
  Cette deuxième étape va permettre la mise en place d'un dôme immergé dont les matériaux vont provenir du creusement du nouveau lit de la Besbre. Le tracé général du lit a été déterminé selon la maîtrise foncière des terrains et afin de respecter une pente longitudinale compatible avec les objectifs d'état de la masse d'eau et la continuité écologique.
    - Réalisation du talus nord en matériaux rocheux avec une pente de 20% sous eau avec une pelle sur barge puis mise en place d'une couche de matériaux arénitiques d'environ 30 cm,
    - Réalisation du dôme sur 1 m d'épaisseur, en substitution de la lame d'eau résiduelle de 1 m, constitué d'une couche d'environ 70 cm de matériaux rocheux granitiques puis environ 30 cm de matériaux arénitiques. Cette phase prévoit la possibilité de compléter le mètre de couverture par des matériaux supplémentaires pour compenser d'éventuels tassements et/ou poinçonnements des résidus sous-jacents et de conserver globalement la cote finale du dôme immergé.

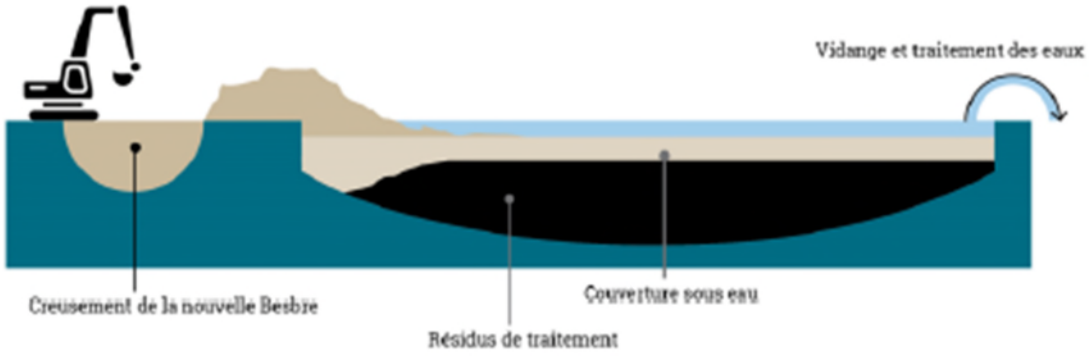


Figure 4 : schéma de principe du creusement de la nouvelle Besbre et de la mise en place d'une couverture sous eau (source : Orano Mining)

    - Réalisation du dôme de 2 m d'épaisseur en matériaux rocheux.



Figure 5 : schéma de principe du creusement de la nouvelle Besbre et de la mise en œuvre du dôme émergé (source Orano Mining)

Les étapes suivantes vont permettre la mise en œuvre du dôme de couverture avec des matériaux dont la granulométrie aura été travaillée pour assurer une stabilité et une pérennité de la couverture.

- **Réalisation du dôme final** (cote variable avec pente unique vers le nord d'environ 2% ; 5 m à 8 m d'épaisseur au-dessus des résidus) :
  - Réalisation de la piste de crête avec des talus présentant une pente de 66,67% (3H/2V),
  - Réalisation du dôme final de couverture calé sur la cote intérieure de la piste de crête.

Le dôme final sera revégétalisé en strates herbacée et localement arbustive (haies).

1.2 La renaturation de la Besbre

La retenue des Peux ayant été créée transversalement à l'écoulement de la Besbre, celle-ci a été déviée dans un chenal bétonné s'écoulant en rive droite, au sud de la retenue. La renaturation de la Besbre va donc comprendre :

- La remise en eau de la Besbre au droit de son tracé historique sur environ 370 ml depuis l'actuelle retenue des Peux jusqu'à l'amont du Grand Bassin,
- La création d'un nouveau tracé en rive gauche de l'actuelle retenue, au nord du Grand Bassin, sur une longueur de 1 273 m, par affouillement, permettant de fournir les matériaux nécessaires à la couverture solide des résidus.

La nouvelle Besbre est conçue géométriquement pour satisfaire plusieurs critères :

- Absorber sans débordement un débit de crue décamillénale de 65 m^3/s correspondant aux critères de la norme industrielle mondiale pour la gestion des résidus miniers de l'ICMM (International Council on Mining & Metals), rendant de fait l'aménagement conforme aux prescriptions du « groupe de travail relatif à l'évaluation de la tenue des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium » dans le cadre du plan de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) qui fixe un objectif de 2 fois le débit de crue centennale, soit 54,8 m^3/s.
- Assurer la continuité piscicole en situation d'étiage.

Le profil ainsi établi résulte d'un travail itératif de modélisation hydraulique sur un profil en long et un profil en travers type.

Ainsi, le profil en long de la nouvelle Besbre, basé sur une étude hydromorphologique (Philia 2025) du lit naturel en amont et en aval du projet, présentera les caractéristiques géométriques suivantes :

- Longueur : 1 273 m environ
- Pentes d'ouest en est :
  - 100 m à -0.7 %,
  - 50 m à -4 %,
  - 335 m à -0.7 %,
  - 788 m à -4 %.

Le profil en travers présentera les caractéristiques géométriques suivantes :

- Largeur du lit majeur : 12 m,
- Hauteur rive gauche : 1.5 m, talus penté à 50%,
- Hauteur rive droite : 2.5 m, talus 50 %.

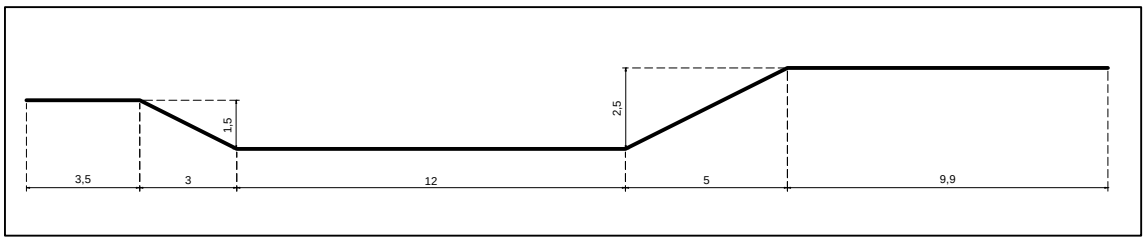


Figure 6 : Profil en travers de la Besbre (source : Philia Ingénierie)

Au-delà du lit mineur, le profil en travers présente également des banquettes de :

- 7 à 12 m en rive droite (côté stockage) pour permettre la création d'une piste de 5 m de large sur l'ensemble du linéaire, le terrassement de la double tranchée drainante des eaux souterraines sur l'ensemble du linéaire, et le fossé de récupération des eaux de la zone humide sur 150 m sur un tronçon compris entre 510 m à 660 m à partir de l'extrémité ouest du déblai de la nouvelle Besbre,
- 3,5 m en rive gauche pour limiter l'emprise des terrassements au nord en limite de propriété et rester dans l'emprise parcellaire d'Orano Mining.

1.3 LA ROUTE D'ACCES ET LA VOIRIE INTERNE

1.3.1 Voie d'accès

Le site sera accessible à partir d'une route d'accès enrobée connectée à la RD495 au niveau de l'entrée actuelle. Cette voie sera constituée :

- En déblai, d'une couche de réglage 0/31,5 de 15 cm, une couche de roulement GB 9 cm + BBM 4 cm,
- En remblai, d'une couche de forme 0/150 de 35 cm, une couche de réglage 0/31,5 de 10 cm, et une couche de roulement GB 9 cm + BBM 4cm.

Cette route présentera les caractéristiques suivantes :

- Longueur : 965,6 m dans l'enceinte de l'ICPE,
- Profil en travers : 6 m de large, dévers 2%
- Profil en long à partir de l'entrée :
  - 270 m à -6.72 %,
  - 74,2 m à -0.5 %,
  - 28 m à 0 % (incluant le franchissement de la Besbre),
  - 97,8 m à 0,5 %,
  - 180 m à 6,73 % (dont 30 m en digue),
  - 209,4 m à 0,14 % (digue),
  - 106,2 m à 8% (digue).

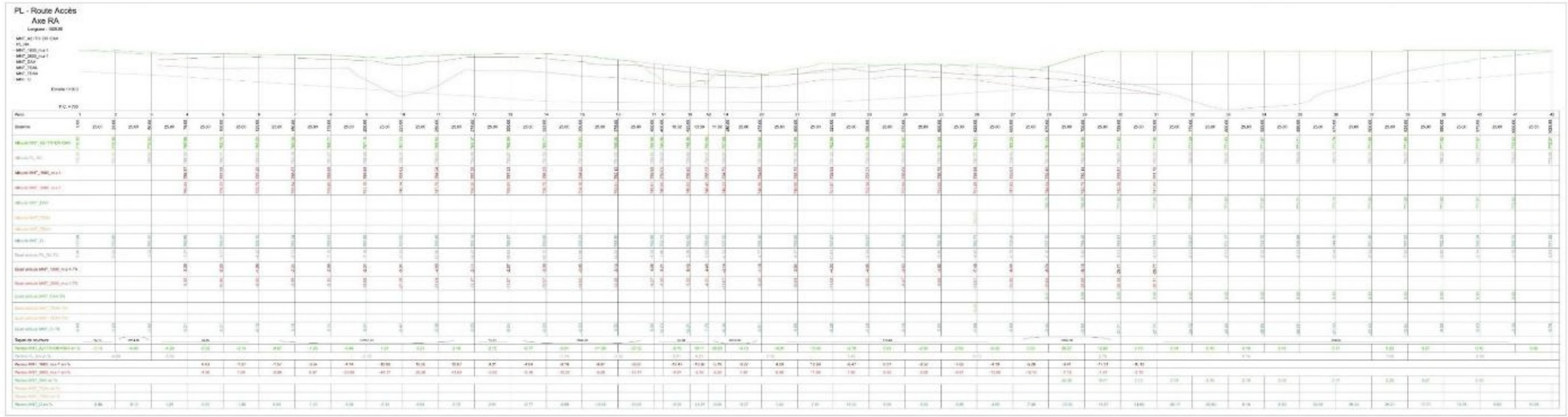


Figure 7 : Profil en long de la route d'accès (source : Philia Ingénierie, plan disponible en annexe)

Une pente de 8% correspond à la déclivité maximale recommandée par le guide d'aménagement des routes principales du CEREMA (Août 2022) pour les routes soumises en hiver à la neige et au verglas.

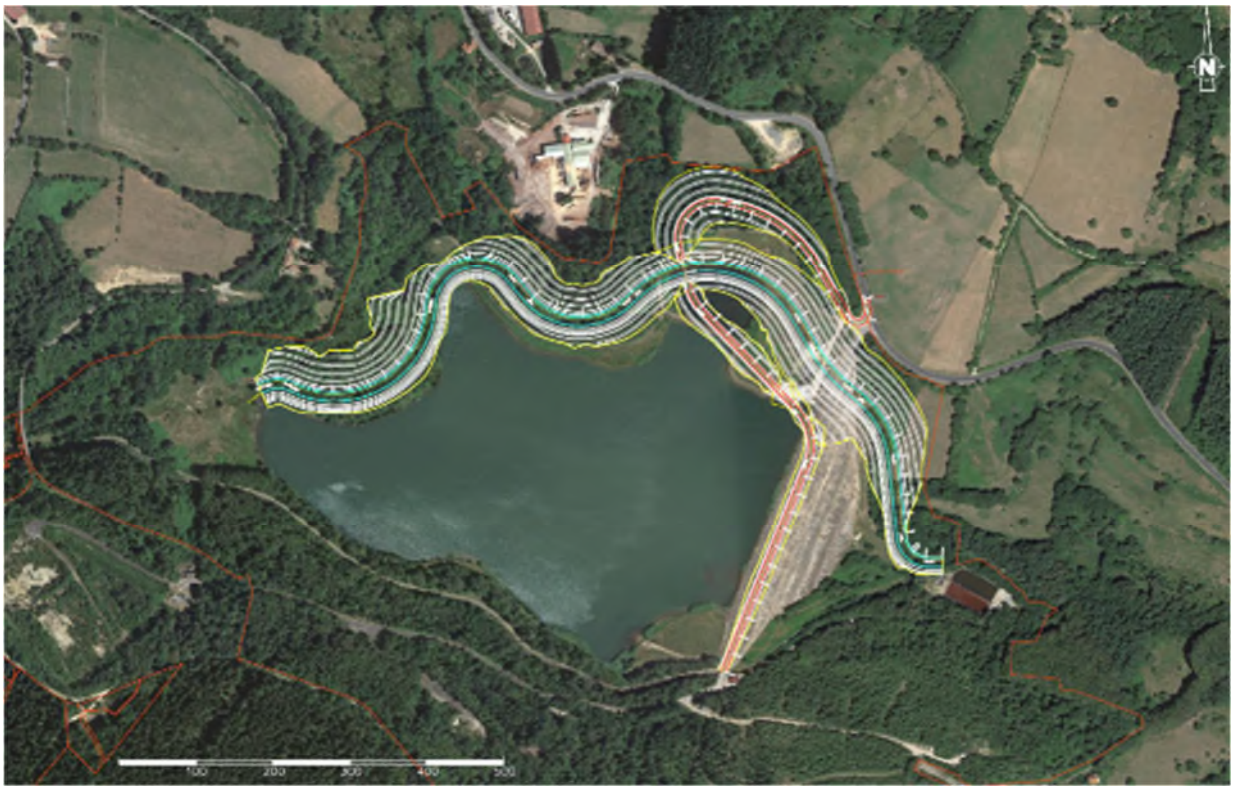


Figure 8 : Vue en plan de la nouvelle Besbre et de la route d'accès (source : Philia Ingénierie, plan disponible en annexe)

La route d'accès sera prolongée pour accéder au niveau des bassins situés en contrebas de l'ouvrage par reprofilage de la piste selon les mêmes caractéristiques.

1.3.2 Création de pistes

Au début de la phase 2, de nouvelles pistes seront créées à l'ouest et au nord-ouest du site (en vert sur la figure ci-après). Ces pistes permettront un accès direct depuis la zone de terrassement amont de la Besbre vers la plateforme de stockage des matériaux.

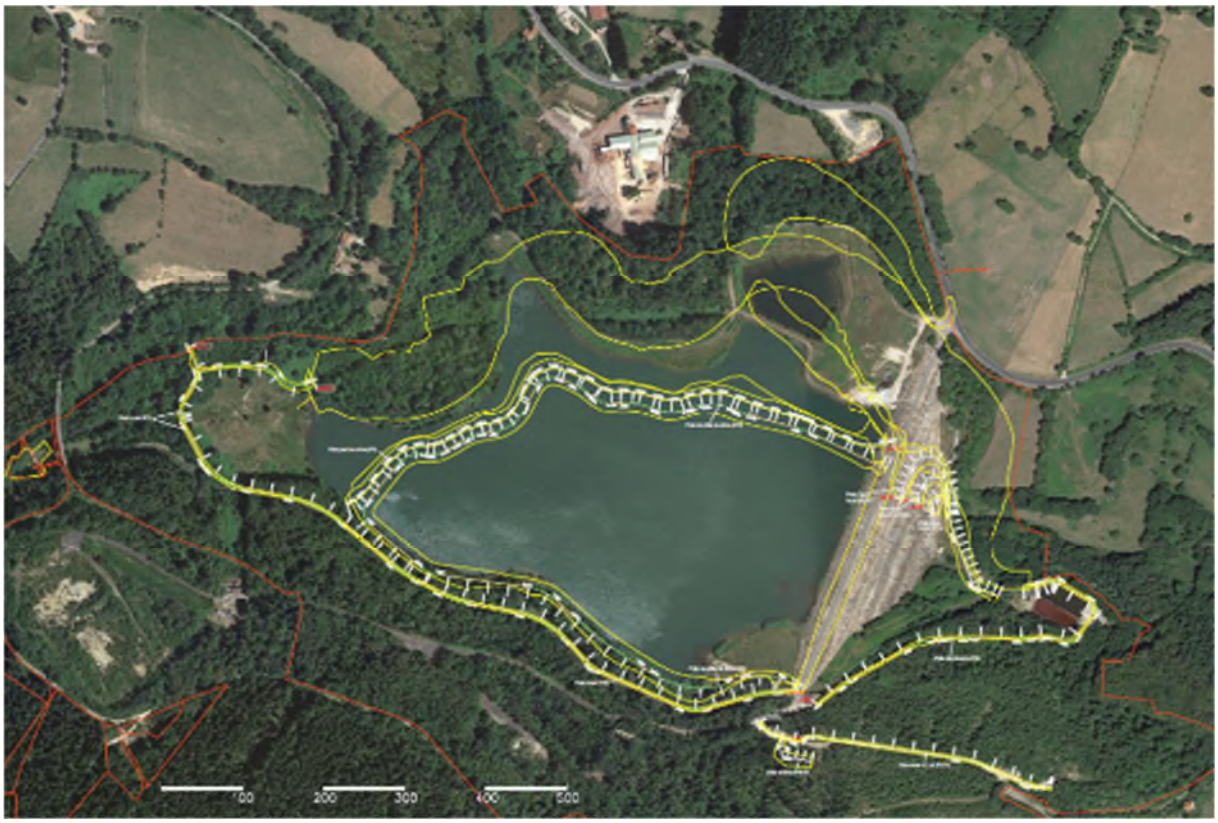


Figure 9 : Plan des pistes (source : Philia Ingénierie, plan disponible en annexe)

1.4 L'ALVEOLE DE STOCKAGE DES BOUES

Les eaux issues des galeries TMS sont et continueront d'être traitées au sein de la station de traitement dont les caractéristiques et l'emplacement restent inchangés. Le volume de boues produit annuellement s'élève au maximum à 900 m^3.

Le projet prévoit la création d'une alvéole de stockage de ces boues de traitement de ces eaux, qui sera implantée au droit de l'ancienne mine à ciel ouvert (MCO). D'une surface au sol de l'ordre de 2 500 m^2, elle sera composée de 17 rangées de 3 cellules de dimensions intérieures 6 m de large x 5 m de haut x 5 m de long (soit 150 m^3 par cellule et une capacité totale de l'alvéole de 7 650 m^3).

Chaque cellule permettra le stockage de l'équivalent d'une année de production de boues de décantation, celles-ci étant au préalable pressées pour augmenter leur siccité jusqu'à 30 %. En conséquence, l'alvéole pourra stocker l'équivalent de 50 années de production de boues tout en conservant un volume de réserve de 150 m^3.

Les cellules correspondront à des casiers en béton, enterrés, ceints d'une membrane bitumineuse, et d'une couche d'1 m d'argile de type bentonite à perméabilité très faible (1.10^{-9} m/s). L'alvéole disposera donc d'une triple barrière pour éviter l'infiltration de lixiviats dans les sols et les eaux souterraines :

- **Fond (du bas vers le haut) :**
  - Matériaux drainant : 0,3 m,
  - Matériaux à perméabilité très faible 1.10^{-9} m/s : 1 m,

- Matériaux drainant : 0,3 m
- Membrane bitumineuse d'étanchéité,
- Radier béton armé : 0,4 m.

- **Flancs (de l'extérieur vers l'intérieur) :**
  - Talus de terrassement (déblai, remblai ou soutènement adapté),
  - Matériaux à perméabilité très faible 1.10^{-9} m/s : 1 m,
  - Géotextile de drainage,
  - Membrane bitumineuse d'étanchéité,
  - Voile béton : 0,35 m.

Les cellules seront construites par lots à l'avancement et fermées par une dalle béton une fois leur remplissage terminé. En phase d'exploitation (mise en charge), les cellules seront ouvertes et surmontées d'un auvent mobile assurant la couverture de trois rangées de cellules, déplaçable à l'avancement.

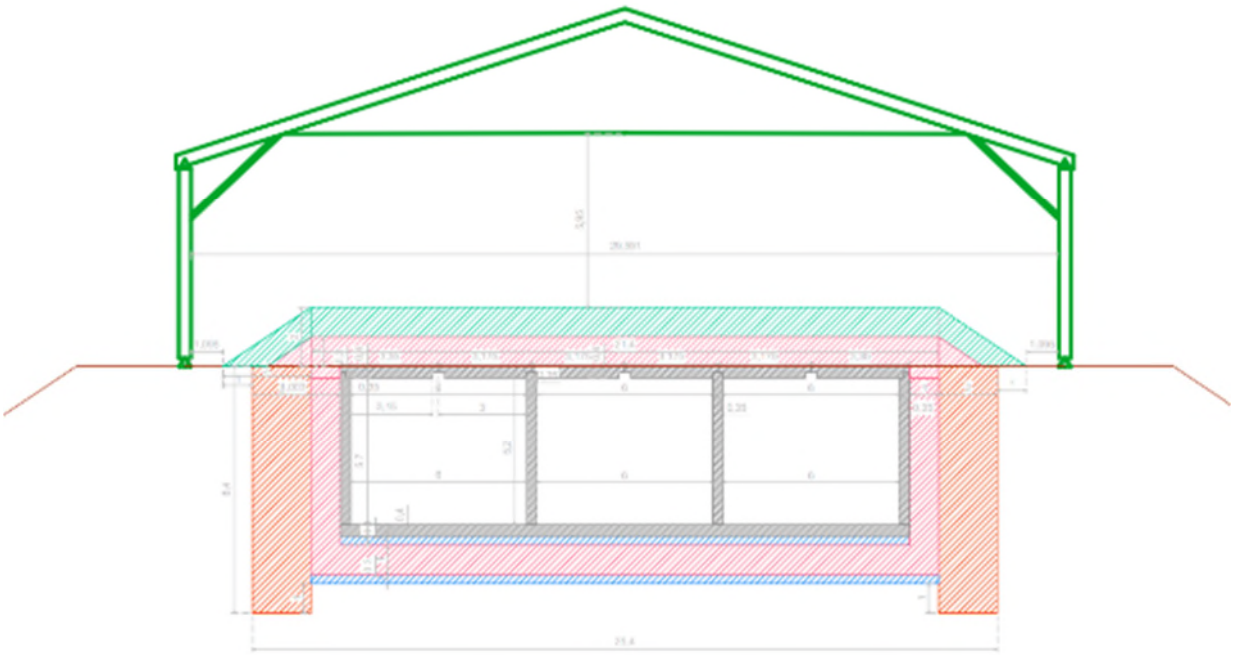


Figure 10 : Profil de l'alvéole dans le sens de la largeur (source : Philia Ingénierie)

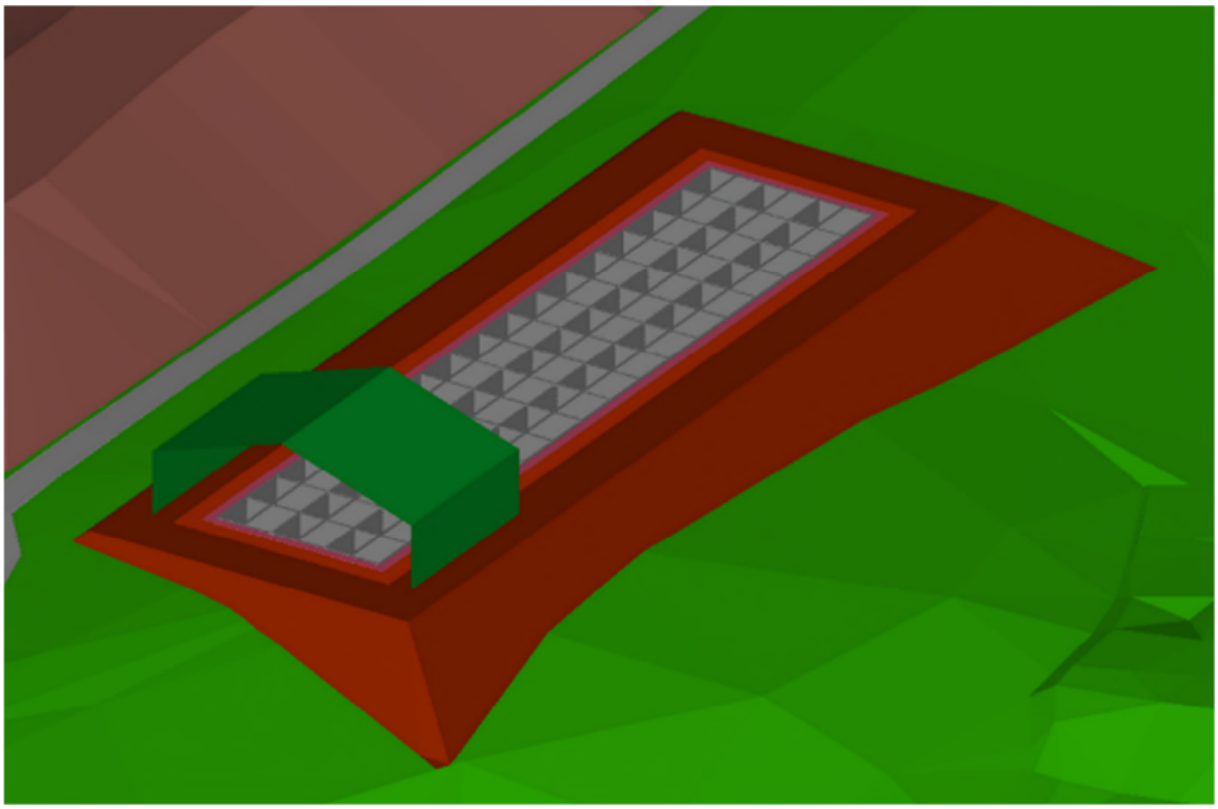


Figure 11 : Vue de principe de l'alvéole et de l'auvent (source : Philia Ingénierie)

Après le remplissage et la fermeture d'un lot de 9 cellules, une couverture composée de la dalle de fermeture, de la membrane et d'une couche d'argile viendra compléter le dispositif d'étanchéification de l'alvéole :

- **Couverture (du bas vers le haut) :**
  - Dalle de fermeture : 0,4 m,
  - Membrane bitumineuse d'étanchéité,
  - Matériaux à perméabilité très faible 1.10^{-9} m/s : 1 m,
  - Matériaux arénitiques de couverture : 1 m,
  - La structure ci-avant constitue la couverture définitive qui sera assurée en phase provisoire pour exploitation sous auvent par les dalles de fermeture uniquement.

Les lixiviats produits par les boues dans l'alvéole seront dirigés par une canalisation en PEHD double peau vers la sortie du TB0 pour être traitées par la station. Un second réseau de drainage sous-casier permettra de détecter tout défaut d'étanchéité de l'alvéole de stockage.

2 PHASAGE DES TRAVAUX

2.1 TRAVAUX PREPARATOIRES

2.1.1 Défrichement

Le défrichement aura lieu dès le début des travaux et sera réalisé durant une période compatible avec le calendrier écologique, soit entre le 1er septembre et le 31 octobre de l'année de commencement (prévue en 2027).

Il concernera l'ensemble des zones d'aménagement et de terrassement du projet, y-compris celles nécessaires à la phase de chantier (base vie, zones de stockage temporaire des matériaux, …), soit une superficie cumulée de 167 484 m² environ.

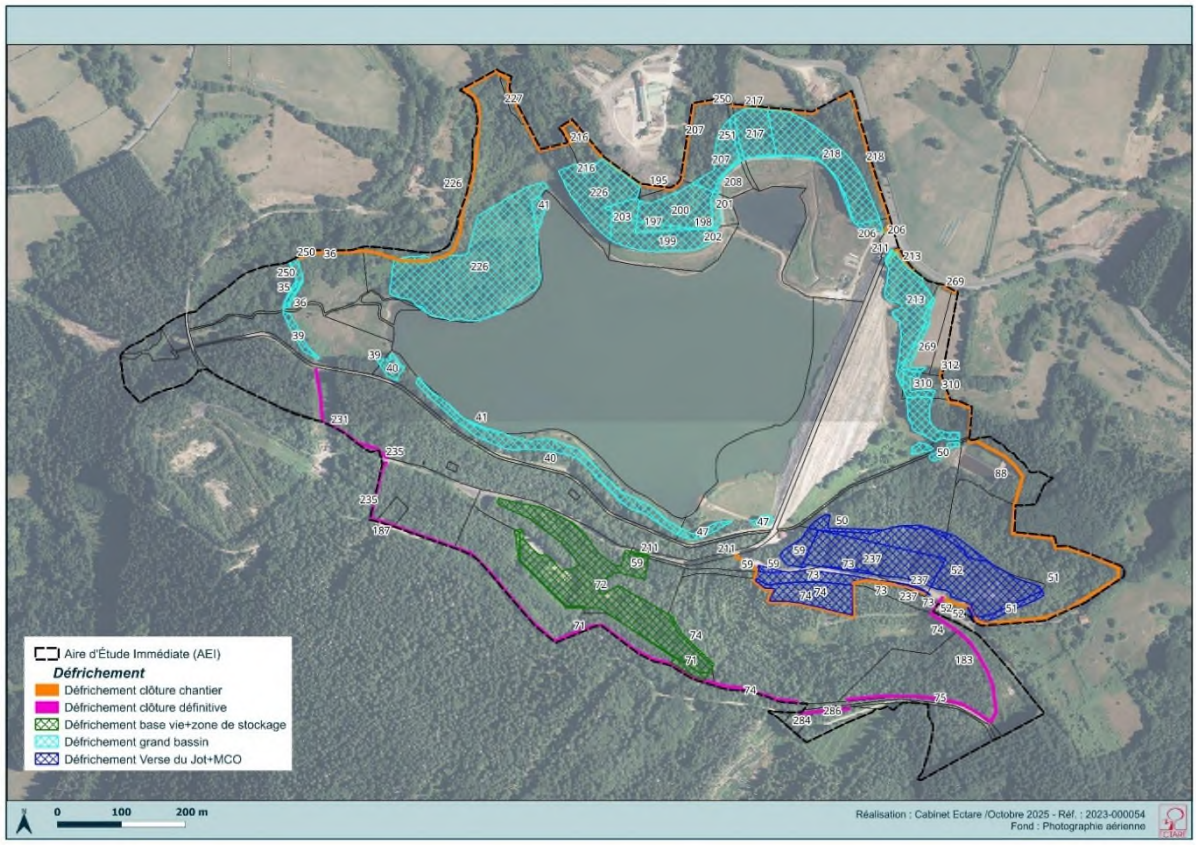


Figure 12 : Plan de localisation des zones à défricher

Le bois issu du défrichement fera l'objet d'une valorisation différenciée selon la typologie des essences :

- Le bois de feuillus sera stocké sur site en vue de l'amendement de la couverture finale des résidus en matière organique afin d'optimiser la végétalisation.
- Le bois de résineux sera abattu après expertise menée par un forestier afin de vérifier l'état sanitaire des arbres, et le plus tard possible dans le calendrier établi pour le

défrichement, soit en fin d'activité des scolytes, afin d'éviter tout risque d'essaimage. Bien que le risque d'infestation ne soit pas exclusif au site, le bois de résineux ne présente pas d'intérêt notable pour un amendement des terrains superficiels de couverture du futur dôme. Son utilisation sur site n'est donc pas requise. Dès lors, le stockage sera opéré sur une durée limitée et hors période d'essaimage, en vue d'une évacuation vers une filière externe de valorisation.

Le volume de bois brut concerné par les opérations de défrichement est ainsi estimé à 16 000 m^3 compte tenu de la nature des peuplements, et de la densité d'arbres dans les secteurs concernés. En considérant environ 40% de résineux, ce sont donc 9 600 m^3 de bois brut de feuillus qui devront être stockés sur site en vue de leur réutilisation sur la couverture finale.

Le stockage sera opéré dans le secteur de la base vie (cf. plan ci-après).

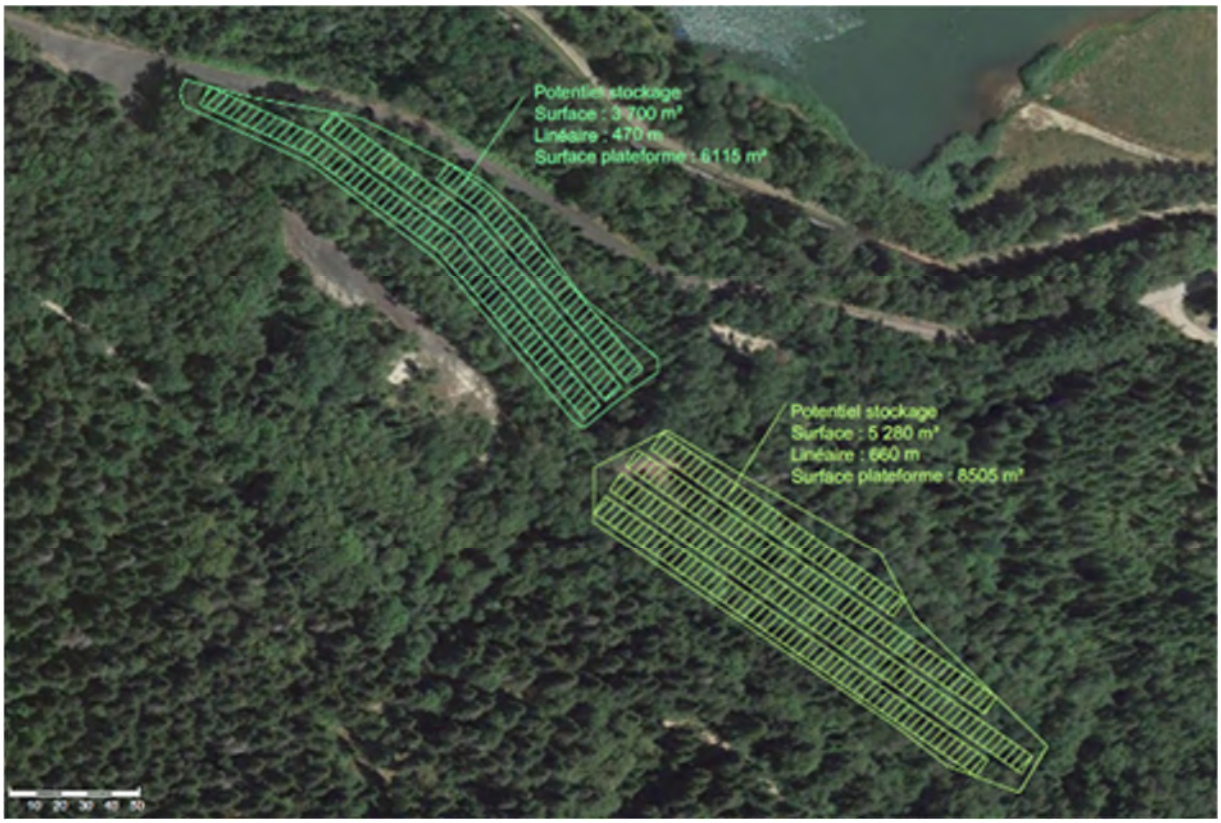


Figure 13 : Plan de localisation des zones de stockage du bois (source : Philia Ingénierie)

Le broyage des branches et du petit bois sera opéré à l'avancement du chantier, sur le site de déboisement. Les broyats seront transportés jusqu'aux plateformes de stockage. C'est également à cet endroit que sera implanté le broyeur mobile pour les opérations de broyage des grumes réalisé en fin de chantier, selon les volumes requis pour le recouvrement du dôme final en vue d'un réensemencement. Les opérations de broyage auront lieu aux horaires de travail lors de campagnes dédiées. Pour le broyage des branches et du petit bois, en phase de défrichement (9 168 m^3), la durée cumulée de la campagne est estimée à environ 2 mois.

2.1.2 Création de la base vie

La base vie du chantier sera constituée au niveau d'une des anciennes plateformes d'exploitation minière en rive droite de la Besbre, elle sera dimensionnée pour l'accueil de 5 à 25 travailleurs et comprendra :

- des zones de stationnement pour véhicules légers,
- des vestiaires,
- un réfectoire,
- des sanitaires/douches avec assainissement autonome et rejet vers le point existant actuellement au niveau du bâtiment des réactifs,
- un bungalow de 2 bureaux,
- un bungalow avec une salle de réunion.

Les installations correspondront à des structures légères et des aménagements réversibles.

Elles seront adaptées dans leur dimensionnement en fonction des travailleurs présents sur site en fonction des phases.

2.1.3 Création des aires de stockage temporaires

Le stockage temporaire (entreposage) des produits et sous-produits est essentiel sur ce chantier dans la mesure où une majeure partie des matériaux sera réemployée pour les besoins de la couverture. L'agencement des matériaux pour la constitution de la couverture, en fonction de leurs caractéristiques mécaniques et granulométriques, ainsi que le rythme d'exploitation, impliquent un stockage temporaire avant leur réemploi. Pour certains sous-produits (déchets TFA), l'entreposage est préalable à leur évacuation vers des filières spécifiques.

- **Stockage temporaire des sous-produits du défrichement**

Comme mentionné précédemment, les sous-produits du défrichement (grumes, broyat) seront stockés temporairement à proximité de la base vie. C'est également là que seront stockées temporairement les terres de décapage.

- **Stockage temporaire des produits utiles**

Les matériaux utiles aux travaux (géomembranes, bentonite, etc..) seront livrés depuis l'extérieur du site et stockés temporairement sur des aires dédiées :

- au plus près des zones de travaux où ils seront employés,
- ou sur les surfaces stabilisées de la base vie.

Leur stockage temporaire n'engendrera aucun rejet.

- **Stockage temporaire des produits minéraux issus du site**

La création du nouveau cours de la Besbre va générer les matériaux nécessaires à la couverture solide. Le rythme d'extraction et le calendrier de mise en œuvre de la couverture, ainsi que l'agencement des matériaux en fonction de leur granulométrie nécessitent en revanche un stockage temporaire. Les arènes granitiques, extraites en premier et réemployées postérieurement aux blocs, vont ainsi être stockées temporairement sur une aire dédiée au droit de la verse du Jot. Celle-ci accueillera également un faible volume de blocs granitiques en attente de leur réemploi sur la couverture, sous forme brute ou concassée.

La surface nécessaire au stockage temporaire des matériaux minéraux est de l'ordre de 2,44 ha auxquels s'ajoute une surface nécessaire à l'installation du concasseur, de l'ordre de 1 530 m² (soit 2,59 ha au total).

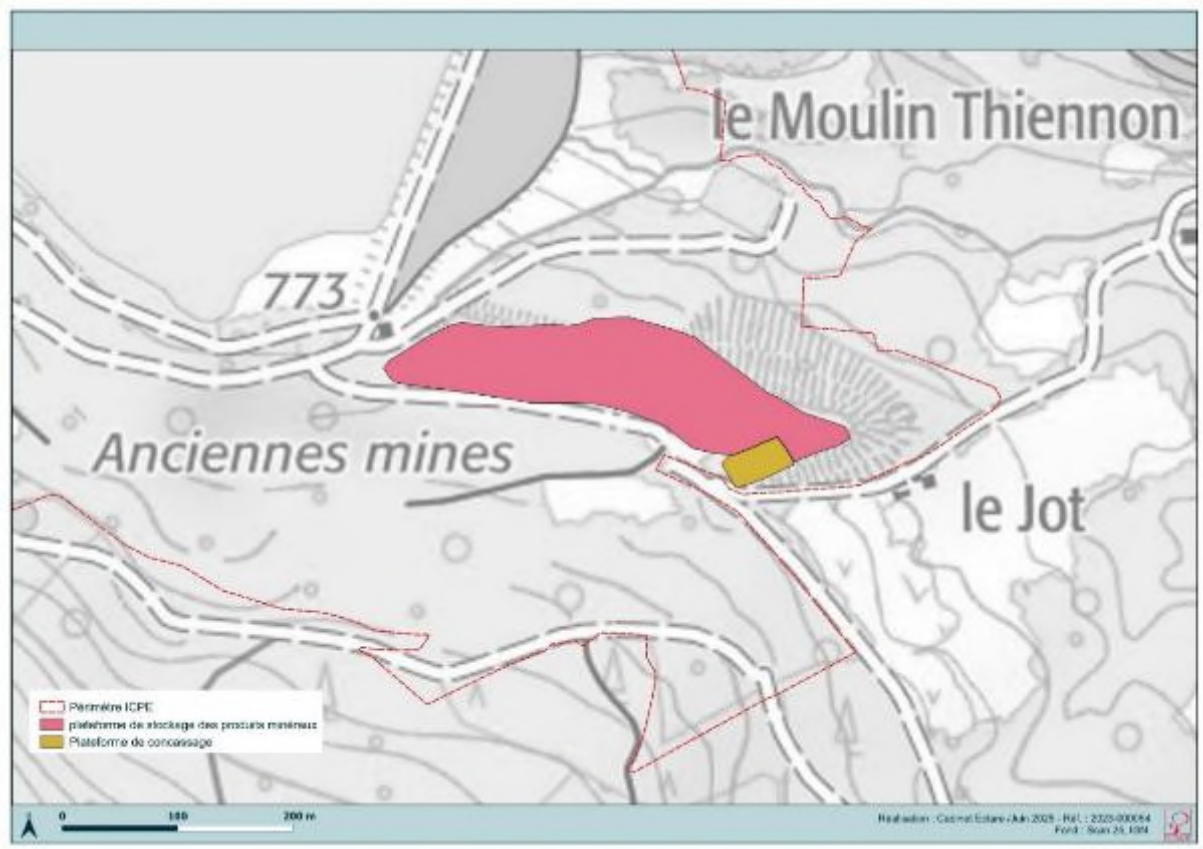


Figure 14 : Plan de localisation de l'aire de stockage temporaire des matériaux rocheux et de la plateforme de concassage

- **Entreposage des potentiels TFA**

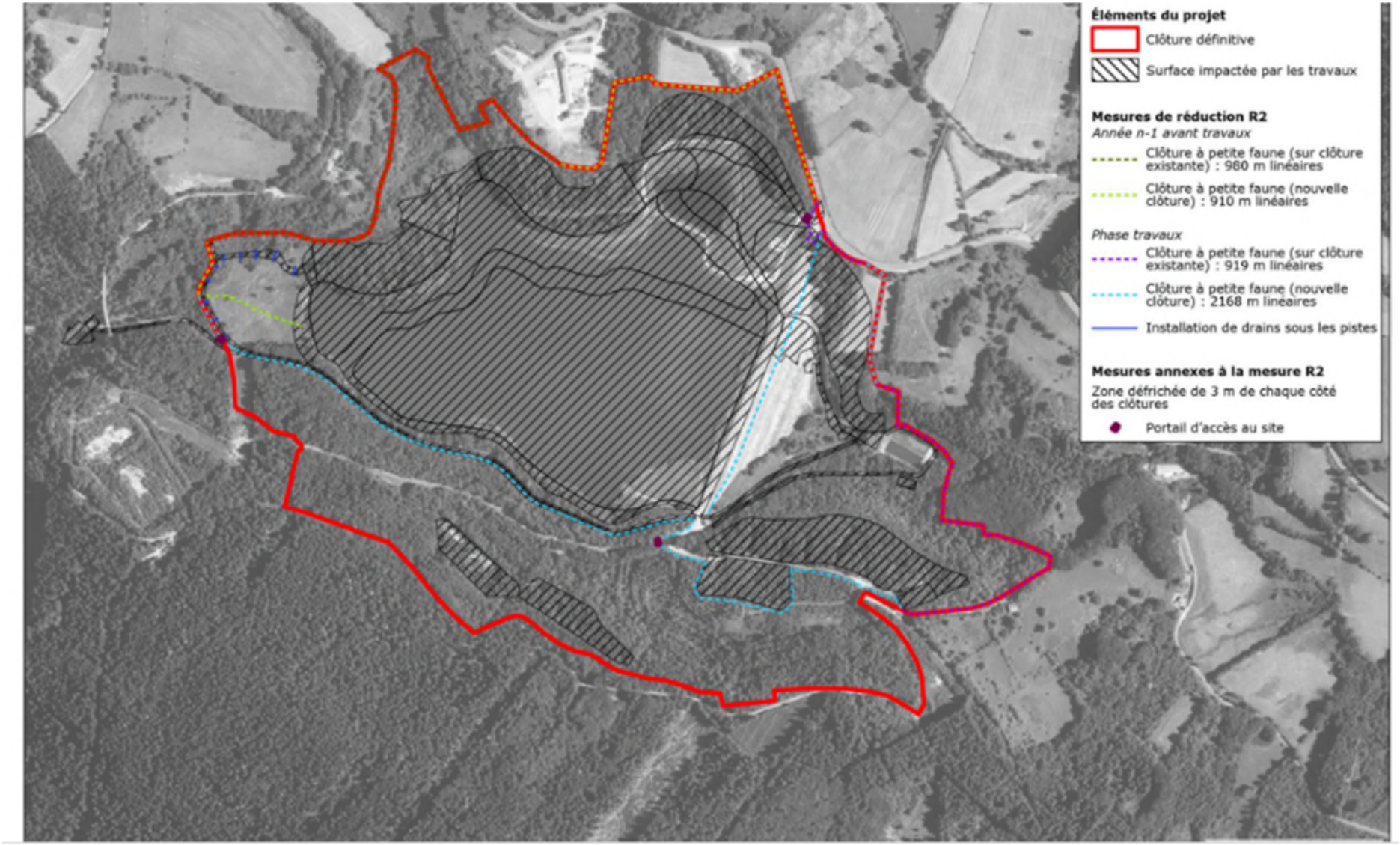
Les potentiels déchets TFA (très faible activité radiologique) seront constitués de matériels ayant été en contact avec l'eau du Grand Bassin ou avec les résidus miniers uranifères. Ils nécessitent un entreposage particulier et un contrôle radiologique de caractérisation avant leur évacuation en filière dédiée.

Une plateforme des déchets potentiellement marqués sera donc créée à proximité de l'alvéole de stockage des boues, au droit du délaissé de la piste d'accès à la plateforme de l'alvéole. D'une superficie d'environ 100 m², elle sera équipée d'un auvent permettant de limiter la

production d'eaux météoriques marquées. Les eaux de ruissellement seront dirigées vers le réseau des eaux de l'alvéole de stockage des boues et la station de traitement des eaux existante.

2.1.4 Pose des clôtures

Une nouvelle clôture sera disposée en complément de la clôture existante. En frange nord du site et en bordure de l'actuel plan d'eau, ces clôtures disposeront de barrières anti-amphibiens pour prévenir la pénétration des amphibiens dans la zone de travaux et éviter ainsi un risque de mortalité.



Carte 1 : Plan des clôtures

2.2 TERRASSEMENTS ET AMENAGEMENTS

Les travaux de terrassement concernent le cœur du projet : le terrassement sous eau des résidus, puis l'aménagement du dôme (couverture solide) et la création du cours de la Besbre.

Lors des dernières étapes, la digue sera arasée pour assurer la continuité et la création de la route d'accès. Le barrage, aujourd'hui classé A, sera déclassé et participera à une meilleure intégration paysagère. Les ouvrages de gestion hydrauliques seront mis en place.

Les travaux se dérouleront en 13 phases de terrassement associées à différentes opérations de réaménagement du site. Ces opérations sont détaillées dans les parties ci-après.

2.2.1 Première phase de réaménagement

2.2.1.1 Terrassement sous eau

Le terrassement sous eau consiste en un modelage des résidus avec une dragueuse-aspiratrice et un régalage par pelle sur barge. Les résidus de traitement présents sur les bordures Nord du bassin seront ramenés vers le partie Sud du bassin afin de constituer un léger dôme. Une couche de matériaux rocheux bruts de minage 0/400-800 mm puis un niveau d'environ 30 cm de matériaux arénitiques seront également mobilisés. Ceci permettra de créer une butée évitant d'éventuels glissements de terrain dans les résidus lors de la mise en place de la couche sommitale.

Le terrassement et le transport hydraulique des résidus évite leur mise à l'air et permet de conserver en tout temps la barrière de protection radiologique. Le tirant d'eau nécessaire à ces travaux ne permettra pas de diminuer immédiatement le niveau de la retenue.

La cadence de dragage, compte tenu du matériel employé, sera de l'ordre de 120 m^3/h, soit environ 1 000 m^3/j pour déplacer environ 140 000 m^3 de résidus miniers.

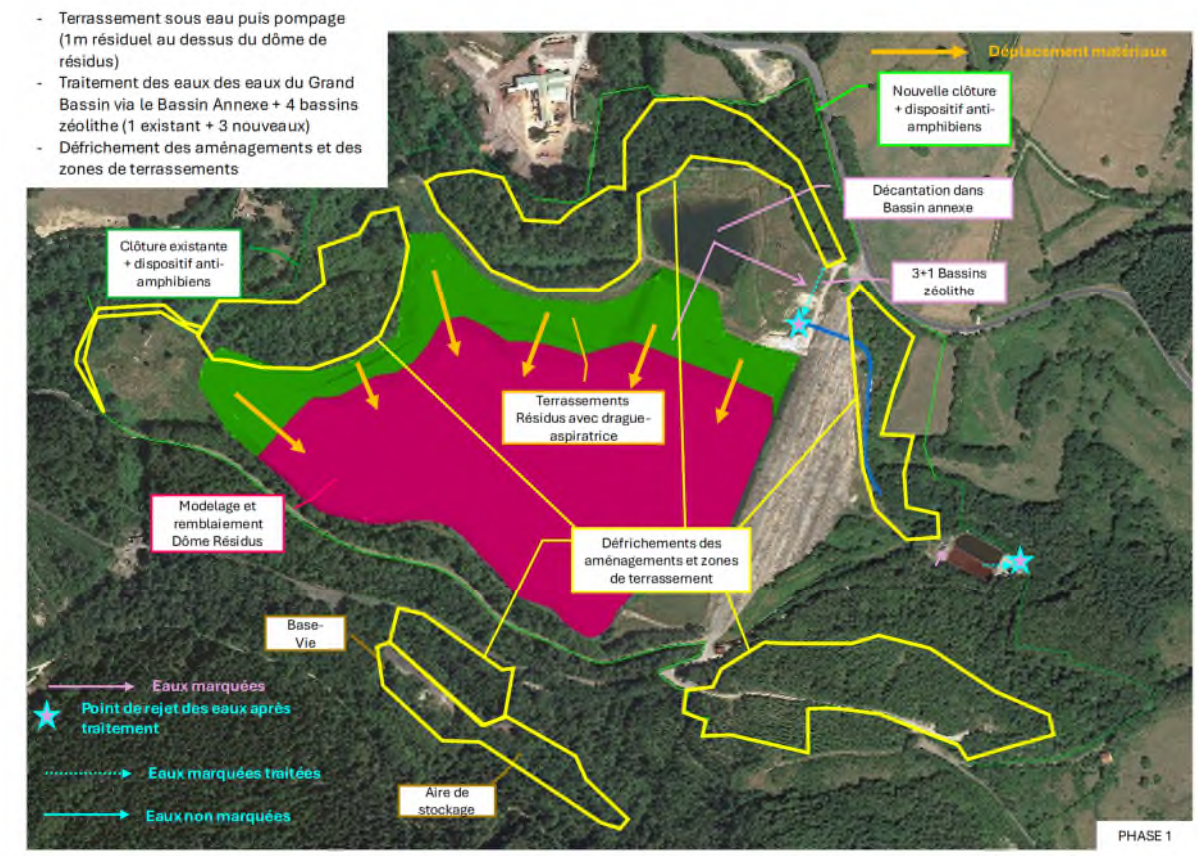


Figure 15 : Plan des travaux préparatoires et de la phase 1 (source : Philia ingénierie)

2.2.1.2 Abaissement du niveau et traitement des eaux du Grand Bassin

Une fois que le terrassement des résidus aura atteint sa cote finale, d'environ 758,60 m NGF, le niveau d'eau de la retenue pourra être abaissé par pompage, dans un premier temps à la cote 759,60 m NGF.

Les eaux ainsi pompées feront l'objet d'un traitement, avant rejet dans la Besbre, par le biais d'une filtration en massif de zéolithe. Trois bassins de zéolithe seront créés en complément du bassin existant afin d'assurer un débit de traitement compatible avec l'exécution des travaux. En sortie de traitement, les eaux seront conformes aux valeurs de rejet de l'arrêté préfectoral encadrant les travaux.

Les eaux du Grand Bassin seront donc traitées comme suit :

- Pompage dans le Grand Bassin vers le Bassin Annexe,
- Décantation dans le Bassin Annexe,
- Pompage dans le bassin annexe vers un ouvrage de filtration des matières en suspension (MES), afin de limiter le colmatage des bassins de zéolithe,
- Pompage après filtration vers les bassins de zéolithes (d'une capacité de 100 m^3/h par bassin),
- Rejet dans la Besbre à travers l'évacuateur de crue.

Le bassin de zéolithe actuel servira de seconde filtration si nécessaire ou de secours en cas d'aléa ou de maintenance sur les autres bassins.

L'abaissement du niveau du Grand Bassin s'effectuera selon deux phases de pompage. La première aura lieu durant la première phase de réaménagement afin d'abaisser la lame d'eau à 1 m au-dessus des résidus miniers. Ce pompage sera réalisé de manière continue. La deuxième phase de pompage aura lieu durant la deuxième phase de réaménagement du site.

Les volumes d'eau à traiter sont les suivants :

- 420 000 m³ d'eau en 60 jours, auquel il convient d'ajouter 46 000 m³ d'eaux météoriques[2] pour atteindre la cote voulue (phase 1) ;
- 320 000 m³ d'eau en 267 jours (durée de réalisation du dôme immergé), auxquels il faut ajouter 100 000 m³ d'eaux météoriques (phase 2) ;

Soit un total de 740 000 m³ à traiter.

2.2.1.3 Focus sur les massifs de zéolithe

Les études de dimensionnement[3] préconisent la création de trois bassins supplémentaires à celui existant, positionnés en parallèle avec une utilisation des trois nouveaux bassins à un débit maximum de 100 m³/h. Les bassins auront une longueur de 11,1 m et une largeur de 6,1 m permettant d'accueillir un volume de zéolithes de 30 m³. Pour traiter la totalité du volume de la lame d'eau, il faudra remplacer a minima une fois la zéolithe des trois bassins pour éviter sa saturation. Le quatrième bassin, celui existant, sera utilisé seulement en cas de besoin.

Préalablement au passage par les bassins de zéolithes, l'eau du Grand Bassin sera décantée pendant minimum 24h dans le bassin annexe puis transitera en gravitaire dans un bassin filtre à sable afin d'abattre le taux de matières en suspension qui pourraient gêner le processus épuratoire dans les bassins de zéolithes.

L'ensemble des réseaux implantés autour des bassins permettront d'isoler les bassins en redirigeant les flux vers un autre bassin par exemple ou en mettant deux bassins en série.

[2] Volume basé sur l'exploitation des chroniques pluviométriques suivies sur le site de BNL

[3] Étude de dimensionnement des bassins de zéolithes des Bois Noirs, Orano, décembre 2024

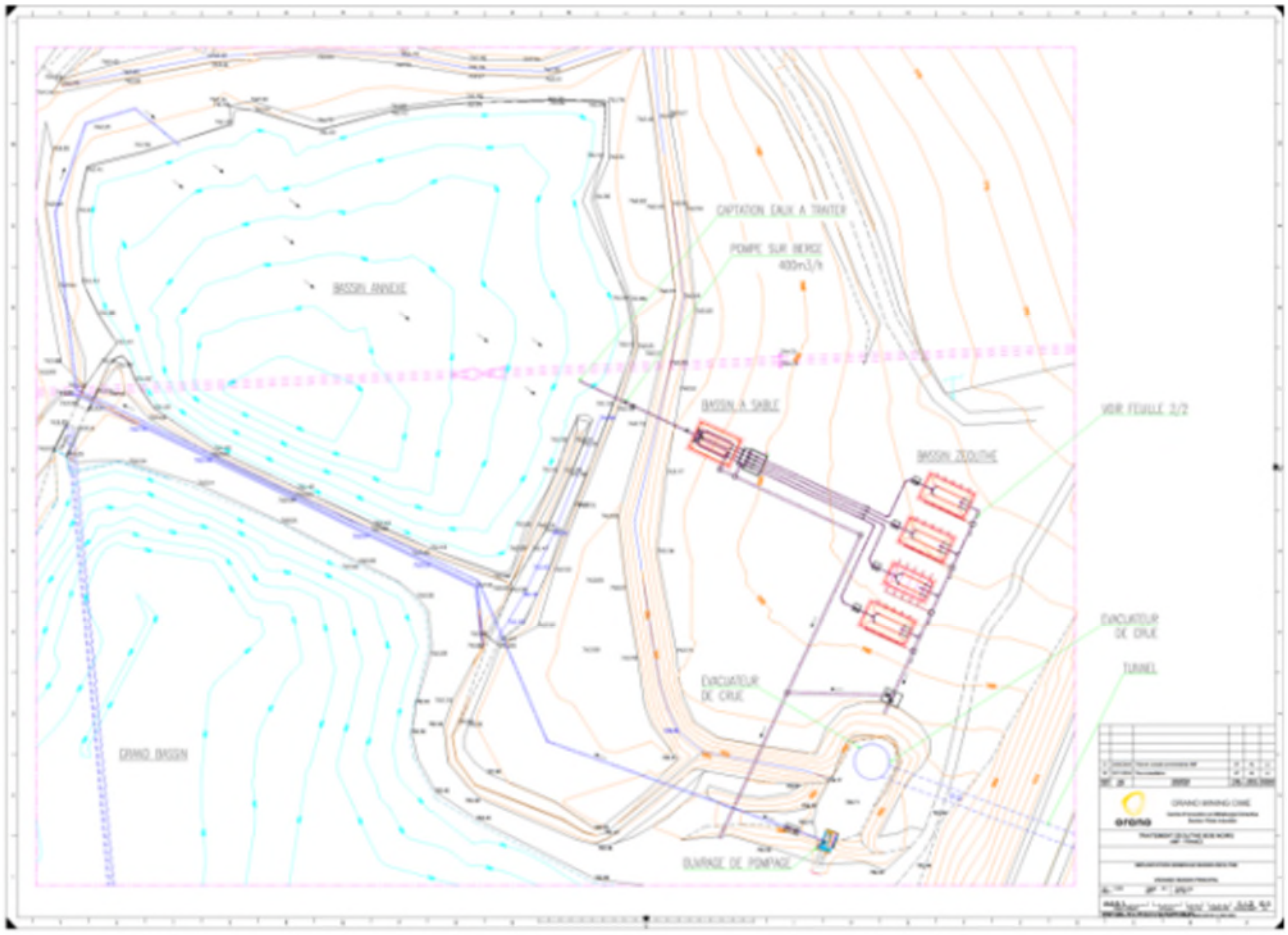


Figure 16 :Plan général du traitement de l'eau du Grand Bassin (ORANO Mining - CIME)

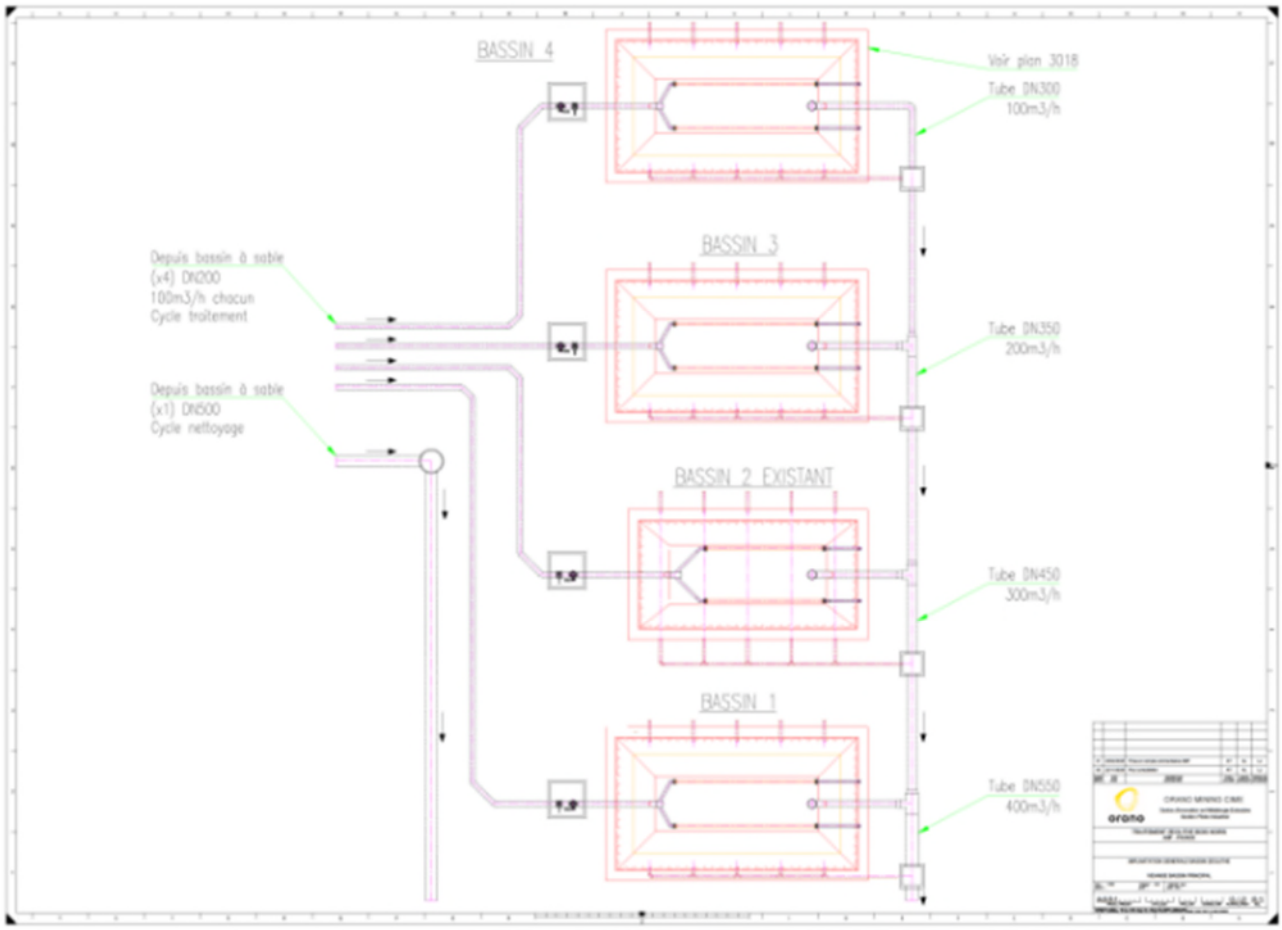


Figure 17 : Plan général des bassins de zéolithes (ORANO Mining - CIME)

2.2.1.4 Pêche et euthanasie des poissons du Grand Bassin

Lors de la première phase d'abaissement du niveau d'eau, une pêche grande masse aura lieu. Elle sera réalisée par un pêcheur professionnel en deux étapes compte tenu du séquençage de l'abaissement du niveau de la retenue :

- Une première étape permettra de recueillir environ 80% de la biomasse[4] de poissons et écrevisses (en phase 1 du chantier de réaménagement) ;
- Une seconde étape permettra de recueillir les derniers poissons et écrevisses lors de l'abaissement final de la retenue et du remplacement de la lame d'eau par les substrats solides (phases 2 et 3 du réaménagement).

Les évaluations ADN et statistiques ont permis d'estimer le tonnage de poissons (hors écrevisses) entre 3 à 6 tonnes. Un tonnage global de 10 t de faune aquatique a été pris en compte par sécurité.

La solution retenue pour le traitement de la biomasse du plan d'eau (poissons et écrevisses) est :

- La pêche et l'euthanasie par la méthode de l'électronarcose,

[4] Pourcentage classiquement rencontré pour une première opération de pêche au filet réalisée par des pêcheurs professionnels

- La déshydratation et le broyage du poisson, pour éviter la putréfaction et optimiser la logistique (la masse totale est ainsi ramenée à 2 t),
- Le conditionnement des broyats congelés en fût PEHD,
- Le transport des fûts vers Cyclife en vue de l'incinération des broyats par la filière existante sur Cyclife (DSI).

La déshydratation sera assurée par un déshydrateur / broyeur à remplissage manuel d'une capacité de 500 kg. En conséquence, compte tenu de la biomasse évaluée, les poissons euthanasiés seront entreposés congelés dans un conteneur frigorifique en attente de leur traitement.

Les broyats seront ensuite orientés vers les fûts de transport par le biais d'une vis de transfert. L'ensemble de ce procédé permettra le transfert confiné des broyats.

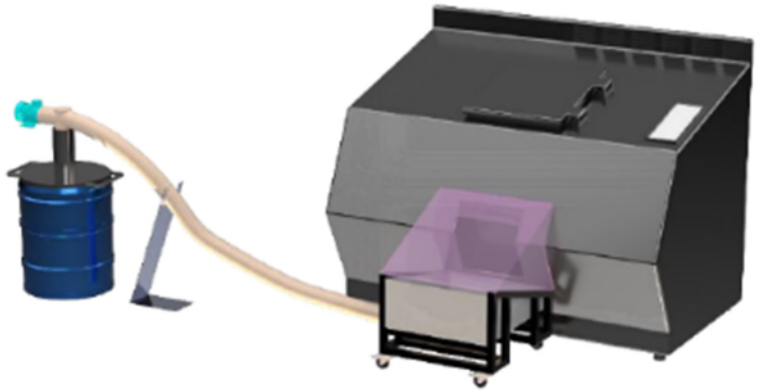


Figure 18 : Schéma de principe du déshydrateur / broyeur et du système d'évacuation vers les fûts (source : D&S Ingénierie)

L'énergie nécessaire au process sera fournie par un groupe électrogène d'une puissance de 30 kW.

L'ensemble des installations nécessaires au traitement des poissons euthanasiés sera placé dans une structure rigide conteneurisée. La superficie de l'unité de traitement des sous-produits animaux cumulera les équipements suivants :

- Conteneur frigorifique ➔ 29,7 m²
- Local technique ➔ 7,3 m²
- Local de travail ➔ 44.3 m²

Ils seront localisés en partie est de la plateforme de la future alvéole de stockage des boues, qui aura été préalablement défrichée et décapée. Compte tenu du phasage, la présence des installations de broyage et de stockage réfrigérées des sous-produits animaux sera antécédente à l'aménagement de l'alvéole.

Un cycle de déshydratation – broyage aura une durée comprise entre 24 et 48h selon la quantité traitée. S'en suivra une phase de diminution de température pendant 24h.

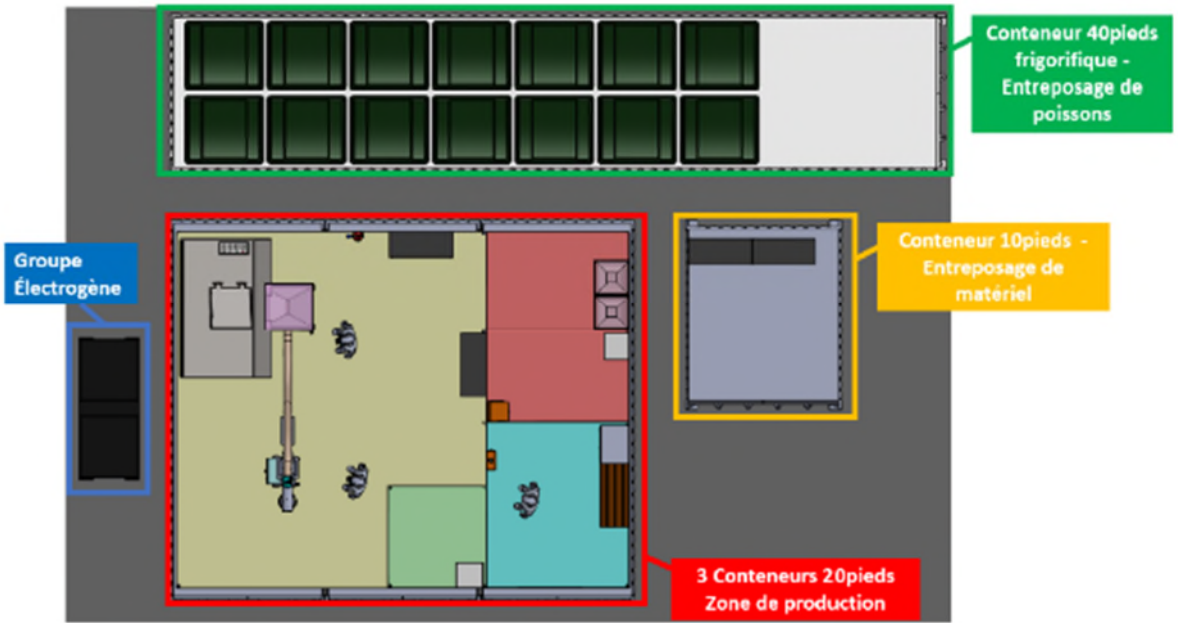


Figure 19 : Plan de principe des installations de préparation des broyats de poissons (source : D&S Ingénierie)

La masse de broyats attendue après traitement préalable étant d'environ 2 tonnes et l'envoi vers la filière Cyclife se faisant par lots de 500 kg, il sera nécessaire d'échelonner les envois. Une évacuation sera opérée tous les deux mois, le traitement sera donc échelonné sur 6 mois. Un entreposage des fûts de déchets broyés sera donc réalisé en attente d'évacuation dans une unité de congélation.

2.2.2 Deuxième et troisième phase de réaménagement

2.2.2.1 Terrassement des matériaux – partie Ouest de la Besbre

La deuxième phase débutera par le creusement de la Besbre dans les zones accessibles hors Grand Bassin. Les matériaux seront terrassés et évacués vers la plateforme de stockage et une partie sera acheminée vers le bassin afin d'entamer le début du remblaiement du dôme immergé.

Comme pour l'ensemble de son tracé, les talus de la Besbre présenteront des pentes de l'ordre de 67% (3H/2V) avec des risbermes de 2,5 m tous les 6 m de dénivelé.

Les matériaux utilisés pour la réalisation de cette première couche correspondront aux matériaux issus du décaissement des deux secteurs amont du futur lit de la Besbre : une partie des matériaux issus du terrassement est nommée « Déblai 1 », l'autre « Déblai 2 ».

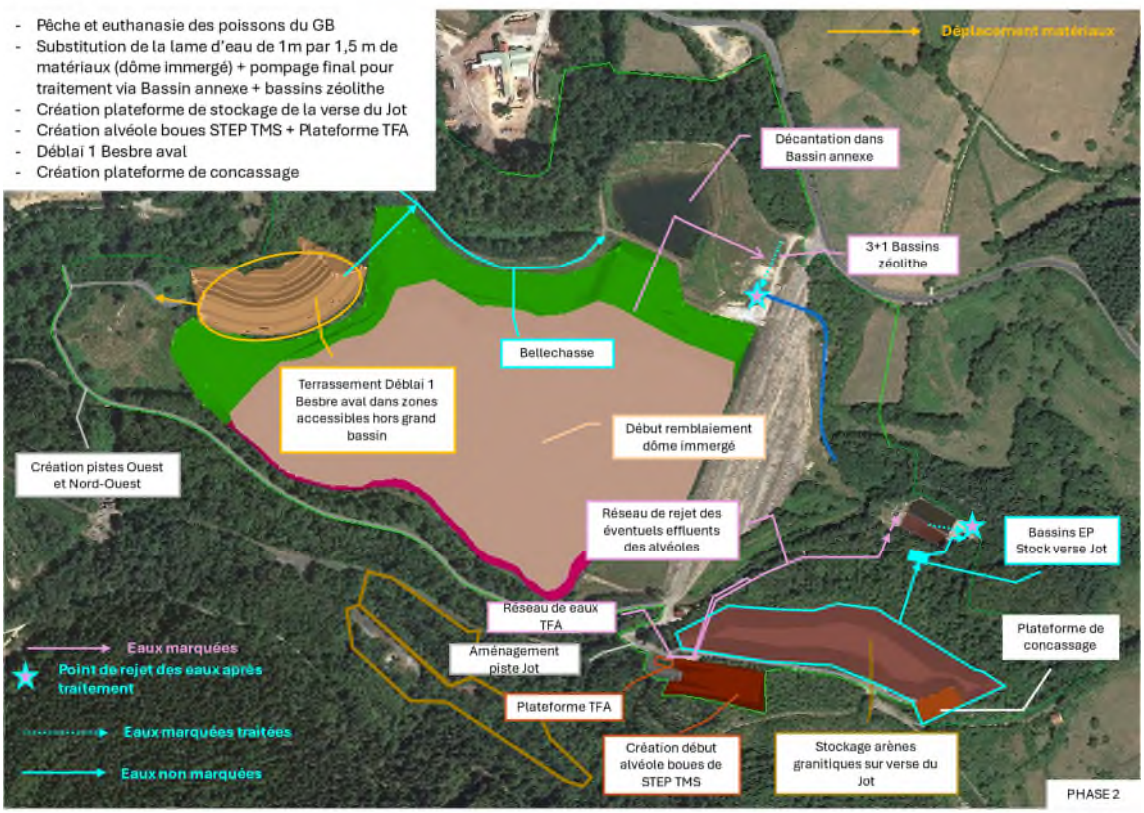


Figure 20 : Phase 2 – Remblaiement du dôme immergé – Déblai 1 de la Besbre

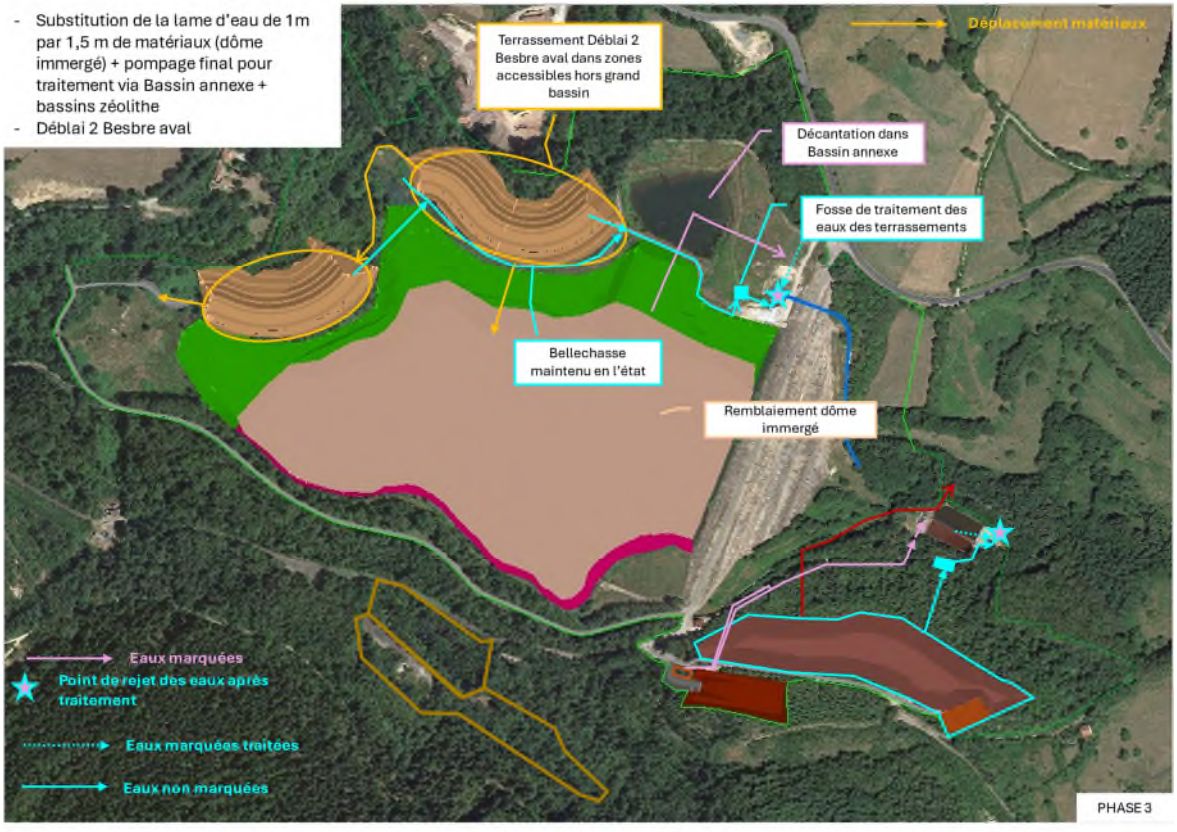


Figure 21 : Phase 3 – Remblaiement du dôme immergé – Déblai 2 de la Besbre

2.2.2.2 Substitution de la lame d'eau

1 m d'eau seront substitués par 1,5 m de matériaux (poinçonnement compris) formant ainsi un dôme immergé.

Au fur et à mesure, le Grand Bassin sera vidé. Les eaux seront pompées (deuxième phase de pompage) par intermittence en fonction de l'apport en matériaux en remplacement de la lame d'eau et seront toujours traitées comme expliqué précédemment.

Au cours de l'étape finale d'abaissement du niveau d'eau du Grand Bassin, une seconde pêche sera organisée afin d'éliminer les derniers poissons présents.

2.2.3 Quatrième phase de réaménagement

2.2.3.1 Terrassement partie Nord du site

Une nouvelle phase de terrassement débutera au nord du site afin de créer l'accès routier.

Les matériaux de déblai de la route d'accès, dits Déblai 3, seront acheminés vers le dôme immergé. Cette phase marque la fin du remblaiement de ce dôme immergé. Pour rappel, 1 m d'eau aura été substitué par 1,5 m de matériaux solides. À l'issue de cette phase, le Grand Bassin sera vidé de son eau.

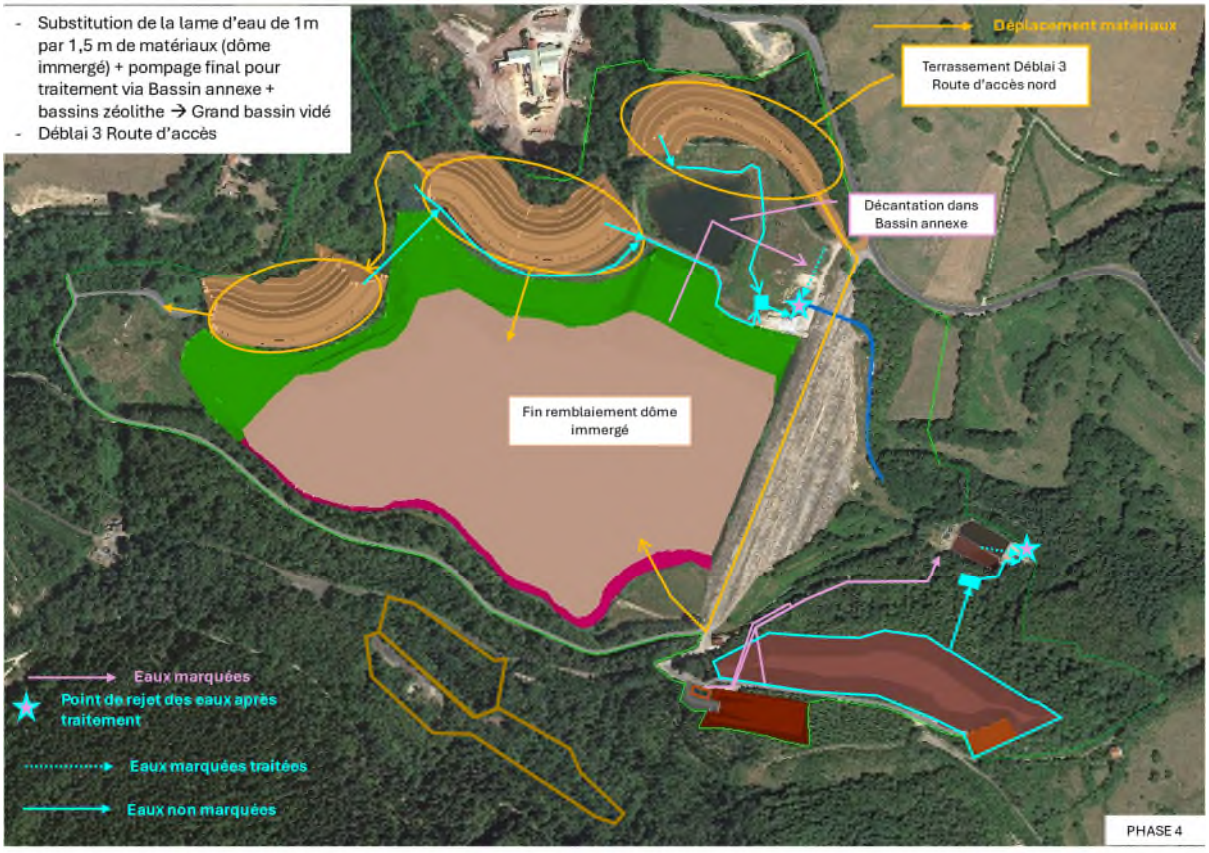


Figure 22 : Phase 4 – Fin de remblaiement du dôme immergé – Déblai 3 de la route d'accès (source : Philia Ingénierie)

2.2.4 Cinquième phase de réaménagement

2.2.4.1 Terrassement partie aval de la Besbre – Déblai 4

Les terrassements engagés en cinquième phase permettront la jonction des deux tronçons de la nouvelle Besbre créés en phases 2 et 3.

Lors de cette nouvelle étape de déblaiement, les matériaux seront acheminés vers le dôme de recouvrement des résidus précédemment mis en place, marquant ainsi le début du remblaiement du dôme émergé. Le dôme émergé sera mis en place à l'avancement sur une épaisseur de 2 m en partie sommitale (en plus de la couche d'1,5 m composant le dôme immergé) et en débutant par le talus nord à 20 % (5H/1V) pour limiter les poinçonnements sur le sommet.

Lors de cette cinquième phase, la digue amont sera créée afin d'isoler le dôme vis-à-vis des futurs écoulements de la Besbre en crue. La digue amont présentera les dimensions suivantes :

- Longueur maximale en crête de l'ordre de 141 m ;
- Largeur maximale de 37 m ;
- Une hauteur maximale de 5,42 m par rapport au terrain naturel, obtenue en partie sud (coupe n°2 sur le plan ci-dessous) pour tenir compte du nécessaire raccordement au talus et à la piste sud.

Elle sera composée de matériaux fins, dont une partie d'arènes granitiques (perméabilité de 10^{-6} m/s) et ne comportera pas de noyau d'étanchéité, dans la mesure où elle ne sera sollicitée que pour des évènements exceptionnels et qu'elle sera située au-dessus de la cote maximale du stockage. Une clé d'étanchéité constituée de bentonite sera aménagée sous la digue afin d'assurer une barrière entre les écoulements sous-jacents du stockage et la zone humide.

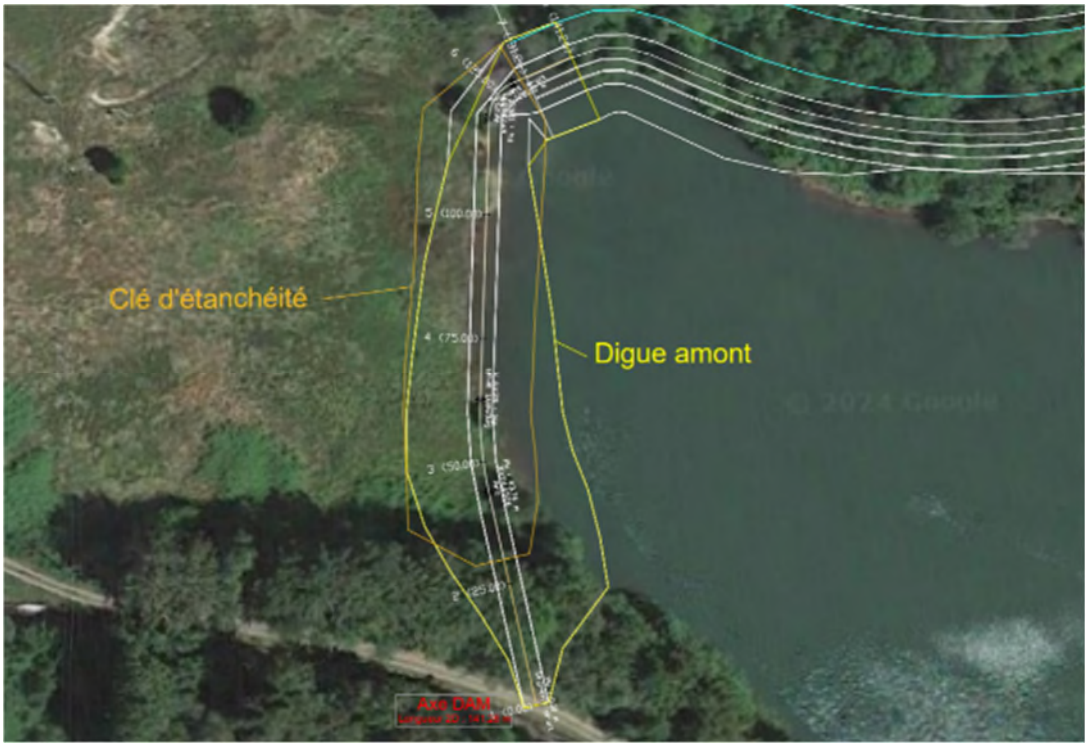


Figure 23 : Vue en plan de la future digue amont (source : Philia Ingénierie)

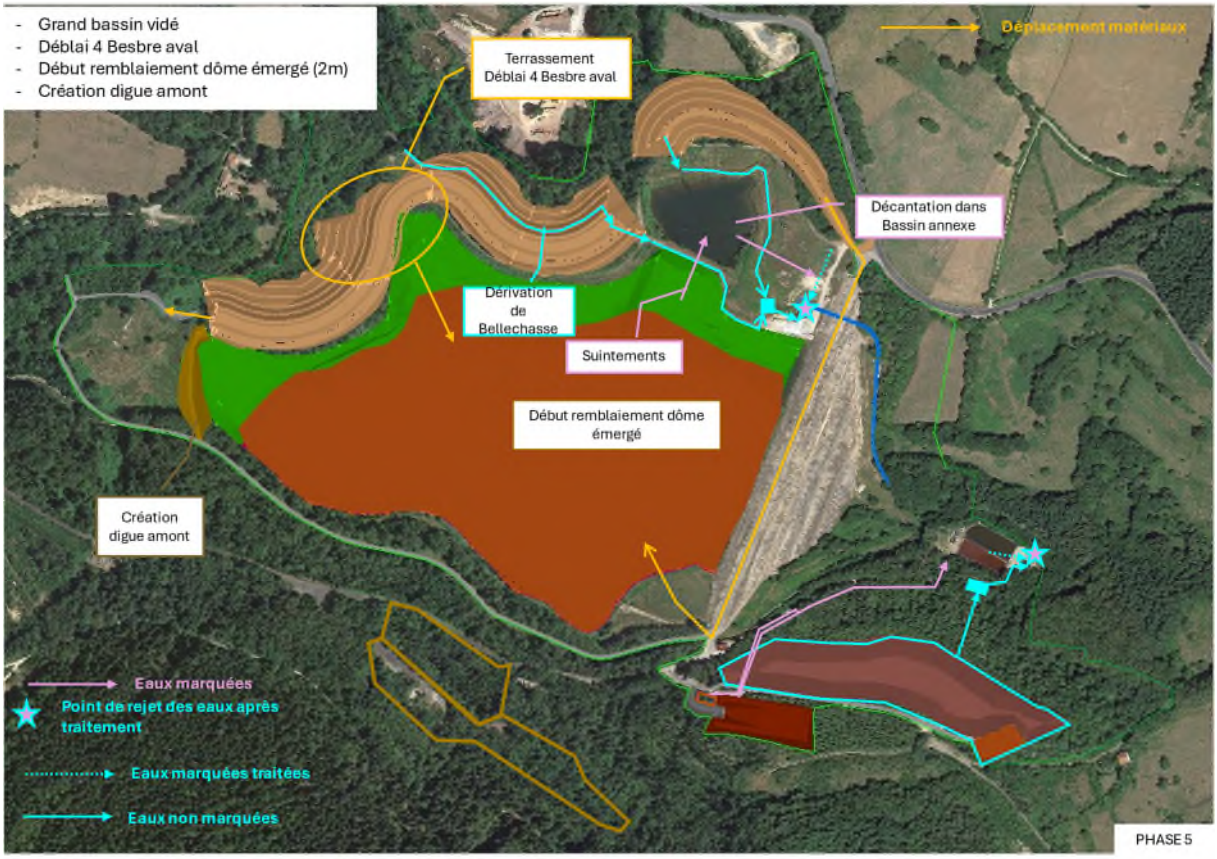


Figure 24 : Phase 5 – Remblaiement du dôme émergé – Déblai 4 de la Besbre et création de la digue amont (source : Philia Ingénierie)

2.2.5 Sixième phase de réaménagement

2.2.5.1 Terrassement de l'évacuateur de crue

La sixième phase de réaménagement engage la déconstruction des ouvrages de l'évacuateur de crue (tunnel et corolle) de l'ancien Grand Bassin. Cette portion correspond au franchissement de la digue par la nouvelle Besbre.

Les matériaux de déconstruction seront orientés vers la filière adaptée. Un contrôle radiologique des bétons sera réalisé pour statuer sur leur envoi en TFA ou leur réutilisation sur site comme couche de roulement en cas de non marquage.

2.2.6 Septième phase de réaménagement

2.2.6.1 Terrassement de la Besbre aval et création de l'ouvrage de franchissement de la nouvelle Besbre

Cette septième phase va engendrer la production d'un « déblai 5 » du lit de la Besbre, correspondant au croisement avec la route d'accès au nord créée lors de la cinquième phase de réaménagement.

Les matériaux rocheux seront évacués vers le dôme émergé

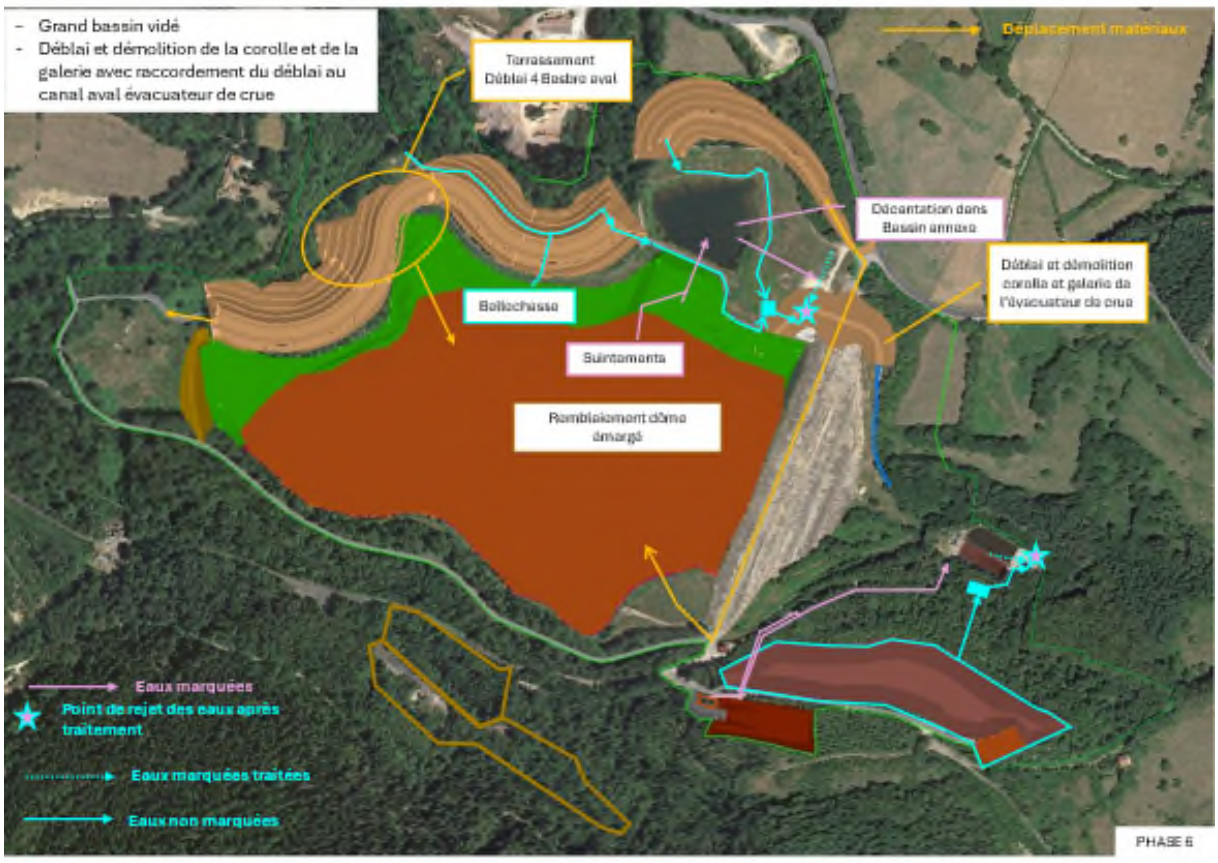


Figure 25 : Phase 6 – Déblai des ouvrages de l'évacuateur de crue (source : Philia Ingénierie)

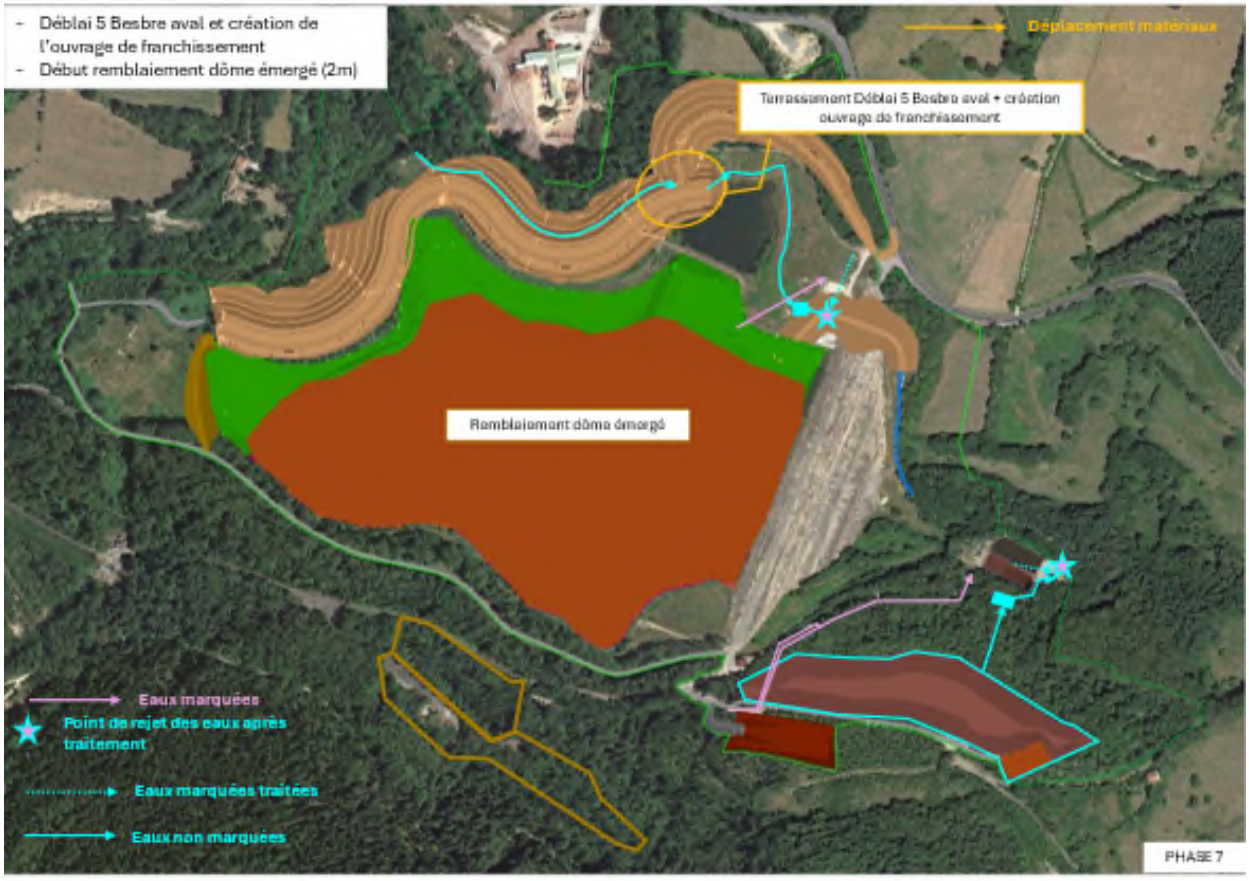


Figure 26 : Phase 7 – Remblaiement du dôme émergé – Déblai 5 de la Besbre et franchissement de la nouvelle voie d'accès (source : Philia Ingénierie)

2.2.7 Huitième phase de réaménagement

2.2.7.1 Arasement de la digue aval

L'arasement de 8 m de la digue sera engagé en phase 8. Cela permettra la création d'un nouvel accès à la zone d'exploitation sud après suppression du plan d'eau. Les matériaux arasés seront acheminés :

- S'agissant des matériaux inertes n'ayant pas été en contact avec les eaux du Grand Bassin, vers le stockage temporaire des matériaux sur la verse du Jot où ils seront stockés, concassés afin d'être réemployés sur le site. Une partie sera intégrée au dôme émergé ;
- S'agissant des matériaux inertes ayant été en contact avec les eaux de la retenue, vers la plateforme des potentiels déchets TFA dès lors qu'ils présentent une signature radiologique ;
- S'agissant des matériaux ferreux extraits des ouvrages de gestion des eaux (corolle, canal d'évacuation), vers un centre dédié pour le recyclage.

Les quantités de matériaux extraits sont estimés à 10 000 m^3 de béton et environ 1 000 tonnes de ferraille.

2.2.7.2 Terrassement de la route d'accès sud - déblai 6

Le terrassement de la partie sud de la route d'accès, après le franchissement de la nouvelle Besbre, engendrera la production de matériaux rocheux (déblai 6) qui seront réemployés directement sur le dôme. Le bassin Annexe sera à ce moment vidangé puis curé. Les matériaux extraits seront intégrés à la couverture.

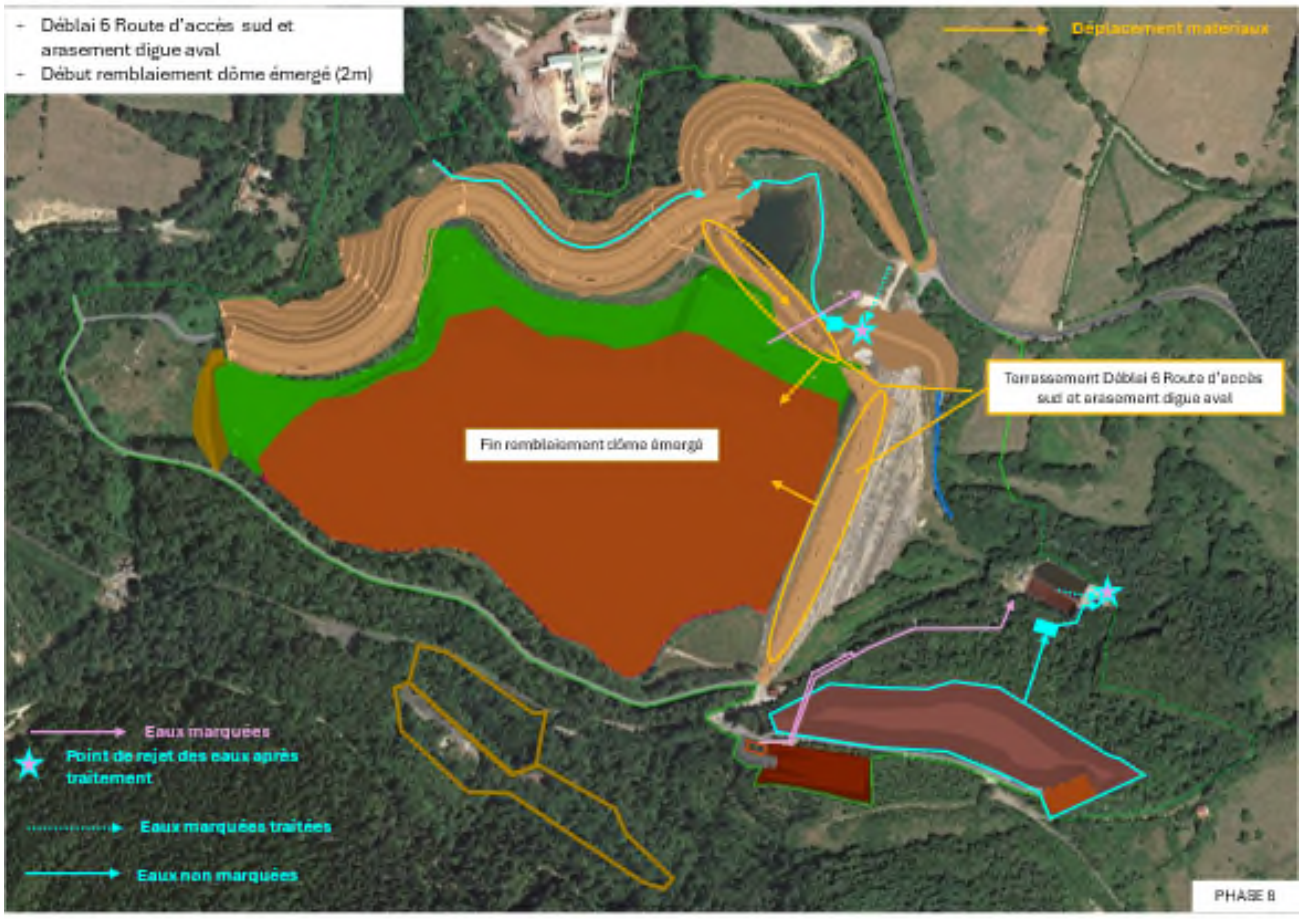


Figure 27 : Phase 8 – Remblaiement du dôme émergé – Déblai 6 de la route d'accès sud et arasement de la digue (source : Philia Ingénierie)

2.2.8 Neuvième phase de réaménagement

2.2.8.1 Terrassement partie aval de la Besbre - Déblai 7

Cette phase de terrassement implique la démolition du canal d'évacuation des crues de l'ancien barrage. Les matériaux seront évacués vers la plateforme de stockage temporaire des matériaux de la verse du Jot.

Des opérations de concassage seront réalisées dans un objectif de réemploi sur le site.

Cette opération de terrassement marque la fin de remblaiement du dôme émergé et le début du remblaiement du dôme final. Ce dernier sera constitué à partir de la ceinture du dôme constituée par la piste de crête avec une pente intérieure de 67% (3H/2V) et extérieure de 33% (3H/1V).

2.2.8.2 Finalisation de la route d'accès

Lors de cette neuvième phase, les terrassements et aménagements liés à la route d'accès seront achevés : connexion, ouvrage de franchissement de la Besbre (cadre béton), création de la tranchée drainante en rive de la route, raccordement à la future piste de la digue arasée.

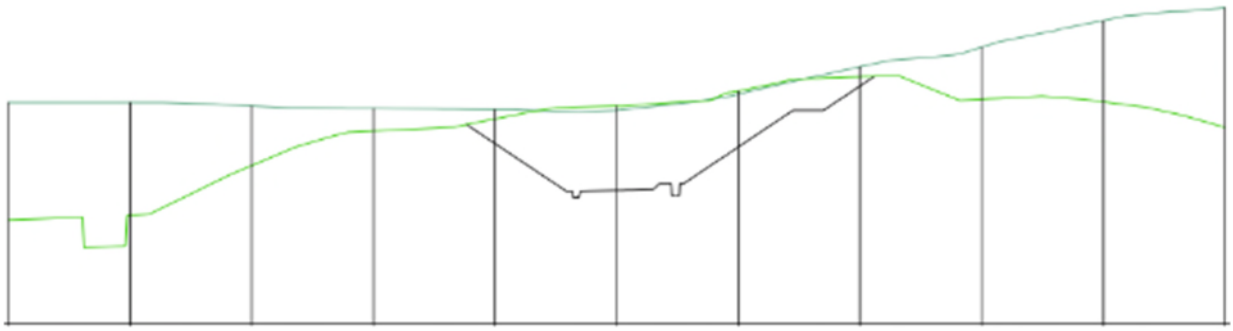


Figure 28 : Profil en travers de la route d'accès en bordure sud du franchissement de la nouvelle Besbre, hors échelle (source : Philia Ingénierie)

2.2.8.3 Création du nouveau bassin de zéolithe

Les quatre bassins de zéolithe, dont trois initialement construits pour la vidange du Grand Bassin seront détruits. Un nouveau bassin définitif sera créé en pied de digue afin de traiter les eaux de la tranchée drainante avant rejet dans la Besbre. Ces eaux proviendront des transferts potentiels entre le stockage de résidus et la tranchée drainante. Les déchets générés par les opérations d'effacement des bassins seront gérés selon les processus décrits précédemment.

Les pistes d'accès aux bassins seront reprises et améliorées.

2.2.8.4 Début de création de la piste de crête du dôme

Une piste périphérique sera créée en crête du dôme émergé en vue de ceinturer le dôme final.

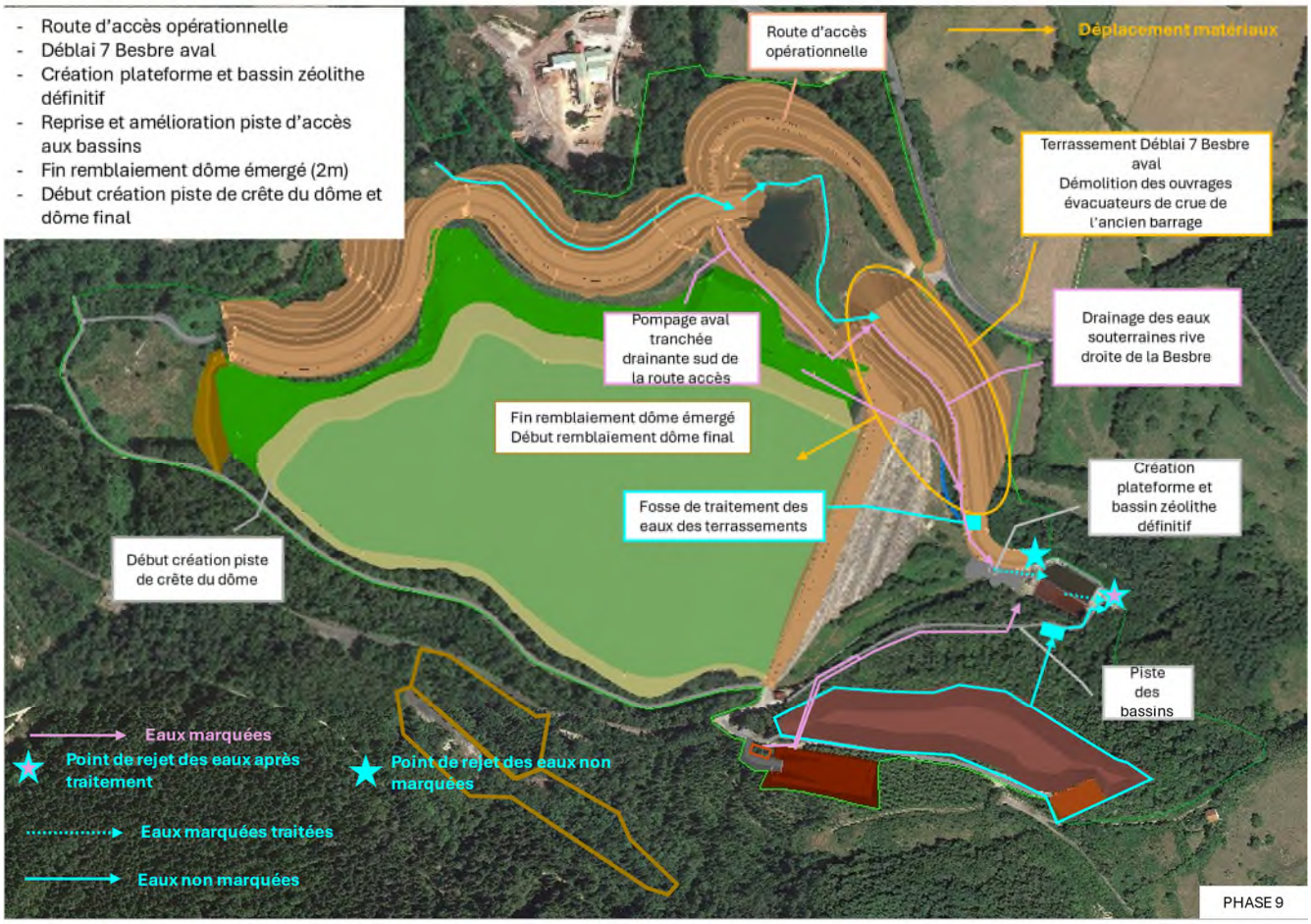


Figure 29 : Phase 9 – Fin du remblaiement du dôme émergé – Déblai 7 de la Besbre aval et création du bassin de zéolithe définitif (source : Philia Ingénierie)

2.2.9 Dixième phase de réaménagement : Terrassement partie aval de la Besbre - Déblai 8

Cette étape permet le remblaiement du dôme final ainsi que la fin de l'aménagement des pistes de crête du dôme. Les matériaux mobilisés correspondront au déblai 8 associé au creusement du lit de la nouvelle Besbre en partie aval du franchissement de la route d'accès ainsi qu'aux matériaux fins stockés sur la plateforme de la verse du Jot (arènes granitiques et matériaux concassés).

2.2.10 Onzième phase de réaménagement

2.2.10.1 Terrassement partie aval de la Besbre - Déblai 9

Cette étape marque la fin du terrassement de la nouvelle Besbre, au contact du lit historique en amont et de la digue amont. Elle permet ainsi le raccordement de l'ensemble du linéaire renaturé.

Les matériaux mobilisés seront réemployés en couverture du dôme final, associés aux matériaux extraits pour la finition des talus de la route d'accès.

2.2.10.2 Création des zones humides

Une zone humide sera reconstituée entre le dôme et la Besbre aval.

Basée sur le même fonctionnement de captation et de ralentissement des eaux de versant à la faveur des cassures topographiques, la zone humide recréée prendra la forme d'une terrasse de 4,74 ha en contrebas du futur dôme. Les matériaux déposés à cet endroit auront une granulométrie très fine visant à freiner les écoulements et à favoriser la rétention d'eau. Ainsi, les matériaux fins des arènes granitiques seront déstockés depuis la verse du Jot et envoyés pour la constitution des conditions favorables à la création des zones humides.

Il s'agit de créer une couche basse au niveau de la future zone humide constituée de matériaux arénitiques les plus fins possible, potentiellement traités à la bentonite, afin de créer une couche assurant un contraste de perméabilité, visant à freiner l'infiltration de l'eau en provenance des ruissellements du dôme et de l'impluvium de la zone humide elle-même.

Ainsi, les sols seront constitués, du bas vers le haut :

- d'un remblaiement de matériaux +/- grossier (entre 10^{-5} et 10^{-6} m/s) à partir de la cote du terrain d'origine.
- au-dessus de la surface libre d'écoulement des eaux souterraines, d'une couche de 0,3 à 0,5 m de matériaux arénitiques de perméabilité maximale 10^{-8} m/s (matériaux arénitiques les plus fins possiblement traités à la bentonite), créant ainsi un ralentissement des infiltrations et une « stagnation » (sans obtenir une étanchéité totale qui bloquerait l'eau) dans la couche supérieure de développement de la zone humide.
- Une couche supérieure de 0,8 à 2,5 m de matériaux arénitiques de perméabilité 10^{-5} à 10^{-6} m/s.

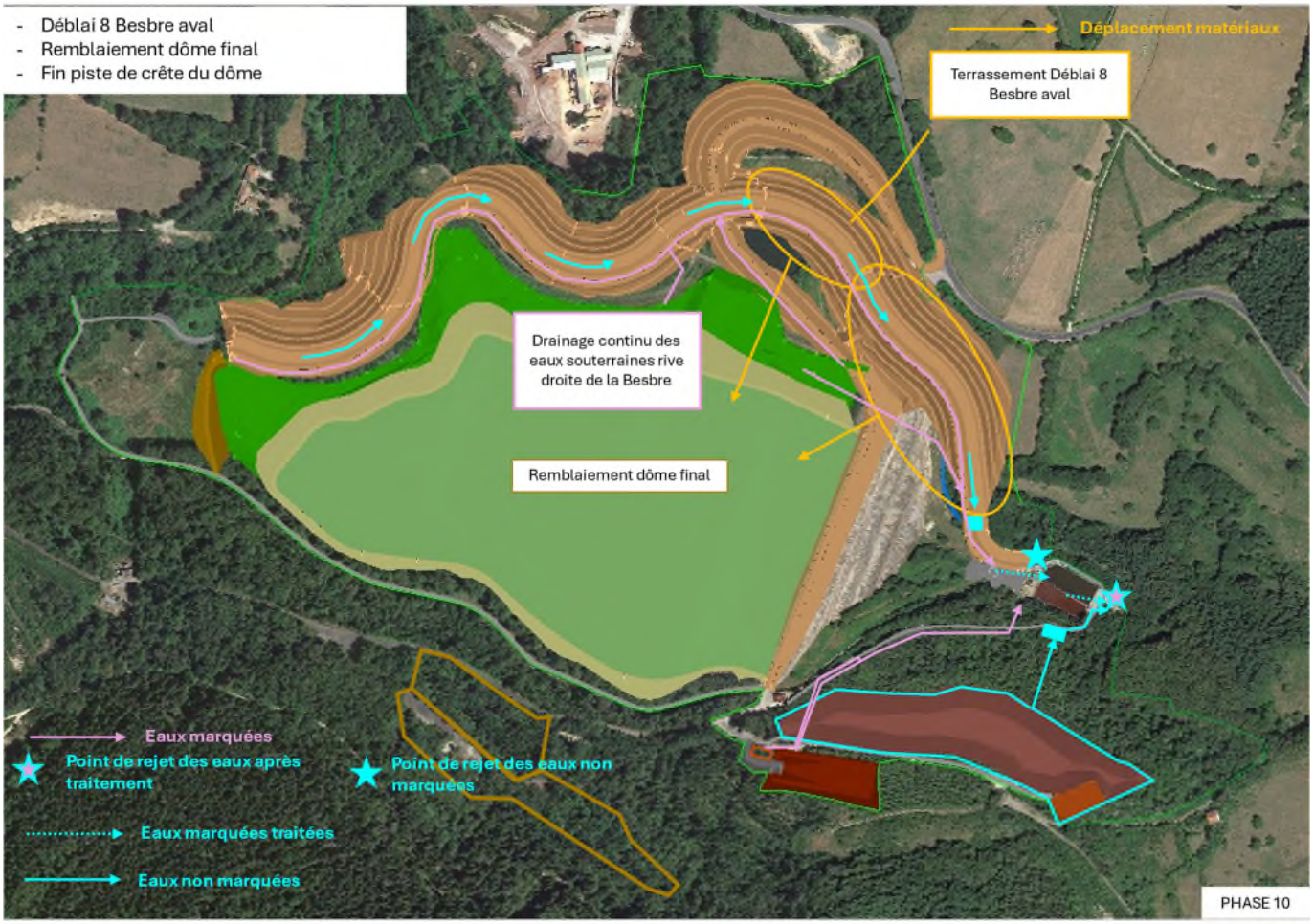


Figure 30 : Phase 10 – Remblaiement du dôme final – Déblai 8 de la Besbre aval et fin d'aménagement de la piste de crête du dôme (source : Philia Ingénierie)

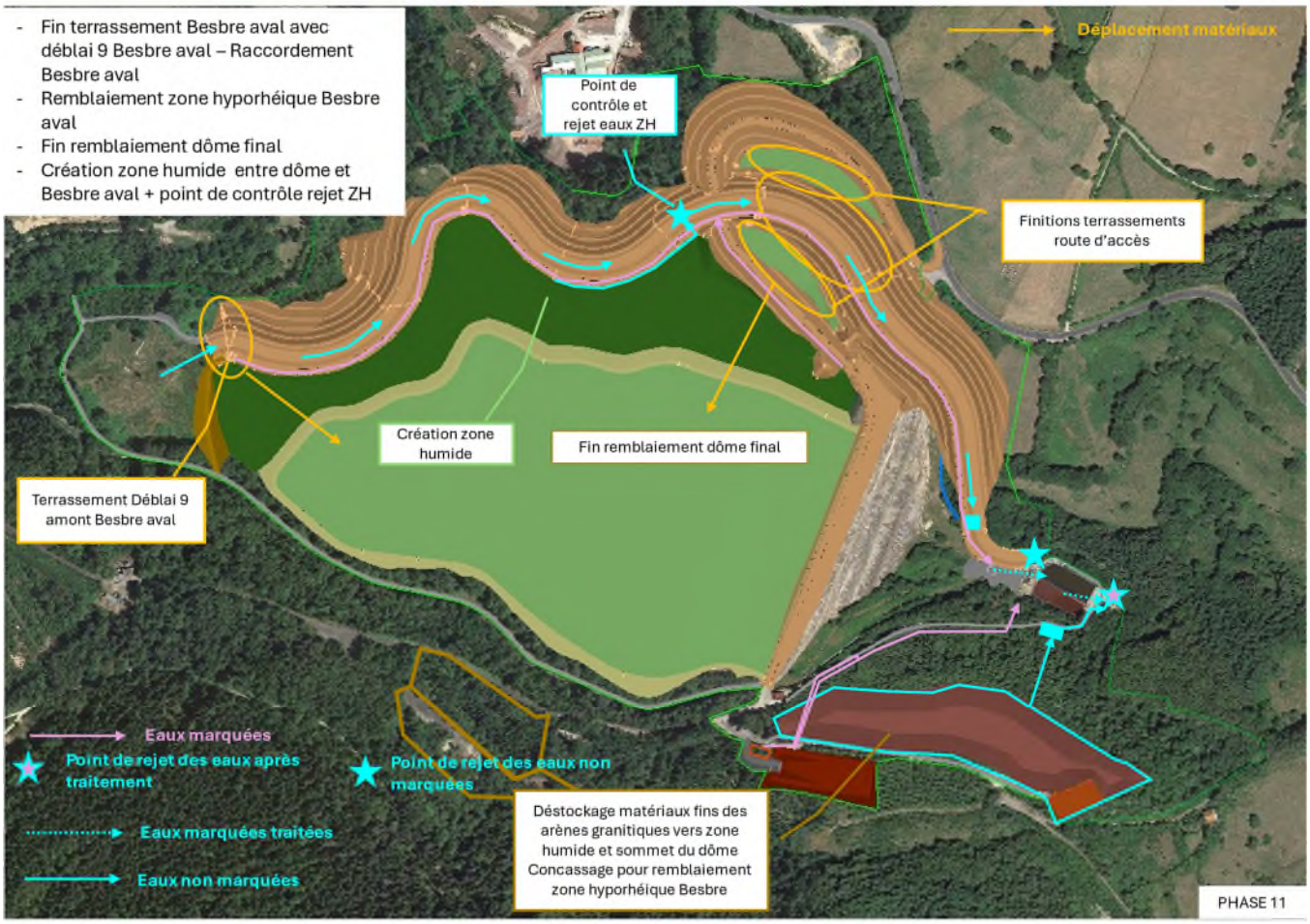


Figure 31 : Phase 11 – Fin de remblaiement du dôme final – Déblai 9 de la Besbre aval, aménagement de la zone hyporhéique et des zones humides (source : Philia Ingénierie)

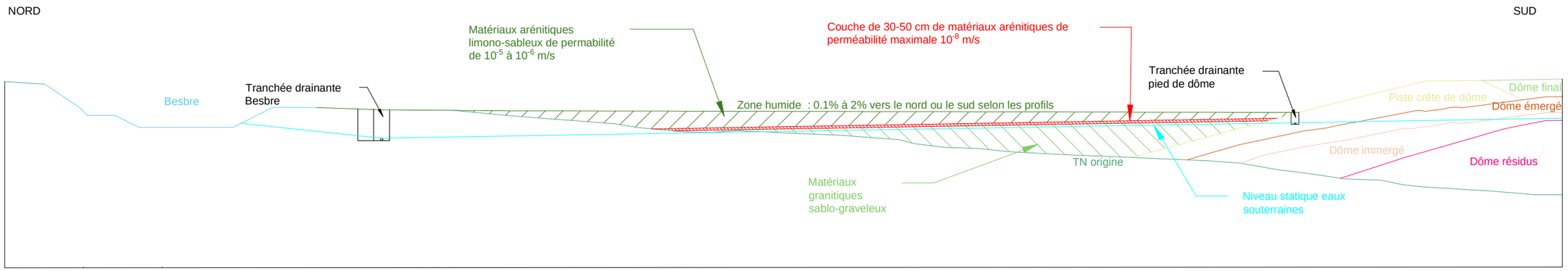


Figure 32 : Coupe schématique de la future zone humide (source : Philia Ingénierie)

Des petits chenaux de circulations pour tenter une répartition étalée des circulations de surface ; il ne s'agit pas de créer des drains, rigoles ou fossés.

La circulation dans la zone humide se fera comme dans le plan final de circulation et les pentes varient de 0,1 à 2 % environ.

L'alimentation en eau (zone contributive) sera assurée par :

- L'impluvium de la zone humide elle-même ;
- Les ruissellements en provenance du dôme pour les pluies les plus intenses générant du ruissellement ;
- L'apport amont des eaux en provenance du versant sud de la vallée, captées par l'ancien canal de dérivation aménagé à cet effet pour guider des eaux vers le secteur amont de la zone humide.

Elle sera ensemencée avec un mélange de graines permettant de reconstituer les habitats impactés. Pour ce faire, Orano Mining se rapprochera d'un semencier régional, portant le label « végétal local » afin de proposer un mélange de graines visant à retrouver ce type de végétation. La composition de graines comprendra notamment des semences de succise, plante hôte du Damier de la succise.

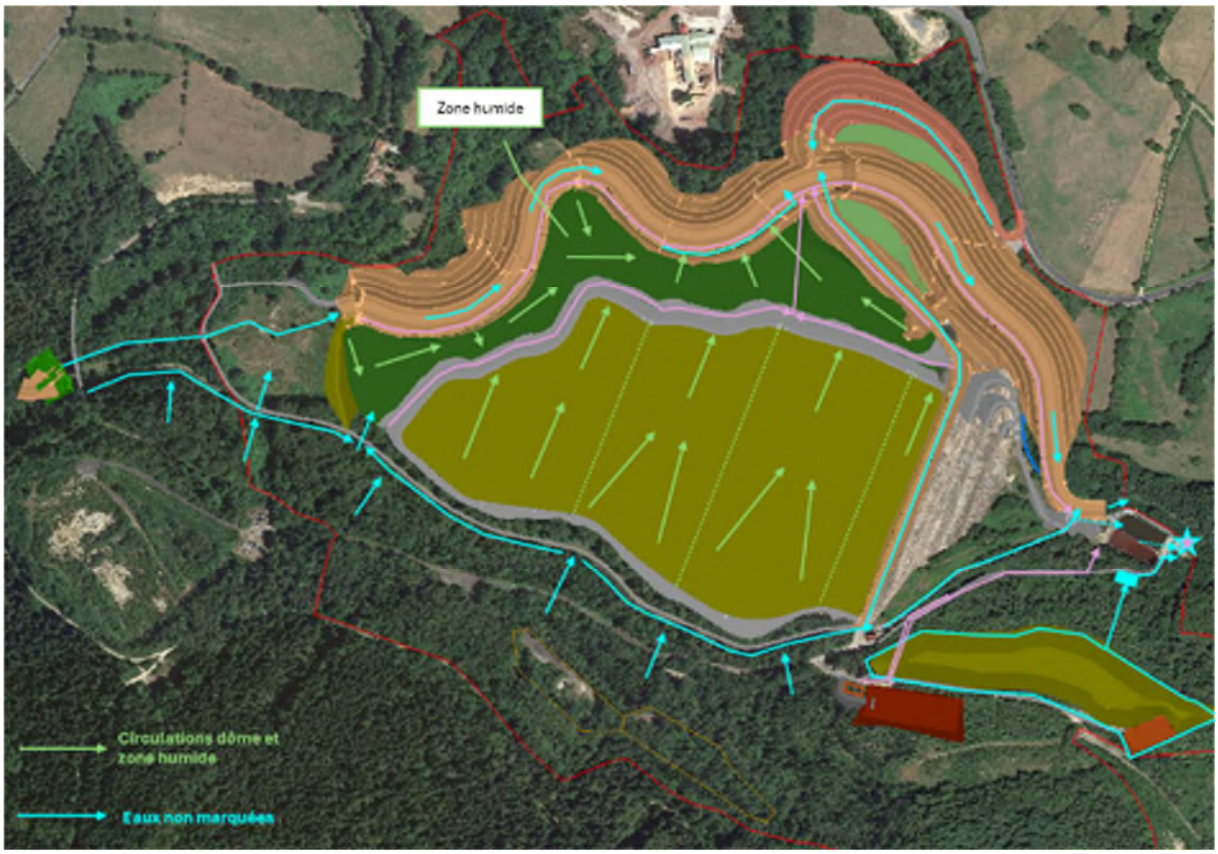


Figure 33 : Plan schématique de l'alimentation en eau de la zone humide recréée (source : Philia Ingénierie)

2.2.11 Douzième phase de réaménagement

2.2.11.1 Aménagement du lit mineur de la Besbre

Le dimensionnement du lit de la nouvelle section de la Besbre permettra d'absorber une crue d'occurrence décamillénale (10 000 ans), soit 65 m³/h sans débordement vers le stockage et les bassins de traitement en aval du stockage.

De plus, le lit mineur de la Besbre sera également aménagé de façon à créer une continuité piscicole en toutes circonstance, incluant sa fonctionnalité en période d'étiage. Ainsi, la finalisation des aménagements prévoit la constitution de différents faciès morphologiques favorisant les zones lentiques et lotiques.

La granulométrie sera adaptée aux différentes zones longitudinales pour favoriser le transport solide et la franchissabilité piscicole, notamment lors des périodes de basses eaux.

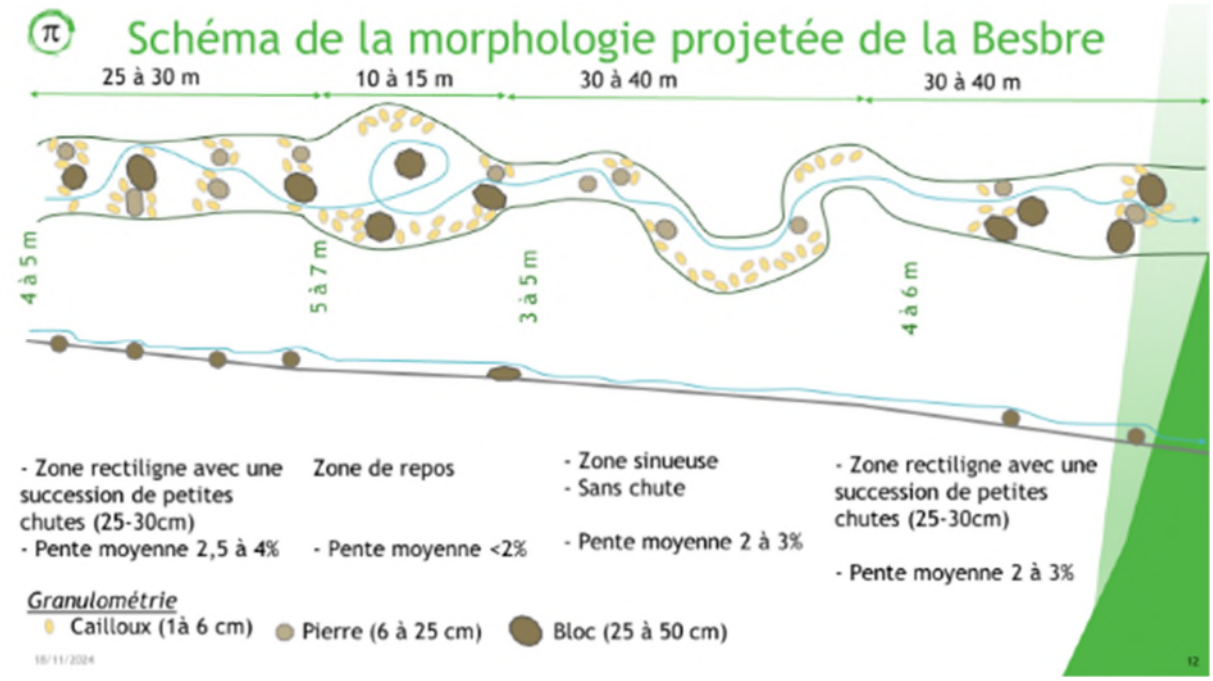


Figure 34 : Schéma type des différents profils morphologiques de la Besbre renaturée (source : Philia Ingénierie)

2.2.11.2 Aménagement du parement de l'ancienne digue aval et création de pistes

Les parements de la digue arasée seront aménagés pour en permettre la végétalisation et l'intégration paysagère. Les matériaux mobilisés correspondront aux blocs concassés de la plateforme de la verse du Jot.

La piste en crête de digue sera créée et raccordée à la route d'accès. Une piste sera également créée en bordure nord de la digue arasée afin d'accéder aux bassins en contrebas et aux risbermes intermédiaires.

Une piste sera également aménagée en pied du dôme.

2.2.11.3 Aménagement de la zone humide de Belle Chasse

En complément des zones humides de pied de dôme, le secteur de Belle Chasse, préalablement défriché, sera aménagé afin de permettre sa colonisation par une végétation hygrophile. La microtopographie favorisera la rétention des eaux de ruissellement et de débordement du ru.

2.2.12 Treizième phase de réaménagement

2.2.12.1 Connexion de la Besbre à son nouveau lit

La digue des Peux ainsi que les bâtiments amonts seront démolis. Le canal de dérivation de la Besbre ainsi que le toboggan seront également démolis. L'actuel canal bétonné de la Besbre sera partiellement démoli et aménagé en couloir humide de récupération des eaux de ruissellement du versant droit du site, afin d'orienter celles-ci vers la nouvelle zone humide et vers l'aval du site.

Les matériaux de déconstruction seront acheminés vers la verse du Jot où ils seront stockés temporairement, concassés puis déferraillés.

Le stockage des excédents de terrassement sur plateforme de la verse du Jot sera maintenu.

Les produits concassés seront valorisés par du réemploi au niveau de la couche de roulement finale des pistes du site.

2.2.12.2 Aménagements écologiques et paysagers finaux

L'aménagement paysager du dôme final prévoit l'ensemencement des terrains pour la constitution d'une strate herbacée. Le cortège sera composé d'espèces prairiales mellifères autochtones et assurant un bon recouvrement. Des haies arbustives champêtres seront également créées sur le stockage pour favoriser le passage de la faune (couloirs écologiques).

La végétalisation des fonds humides sera préférentiellement spontanée, mais l'ensemencement à partir d'une banque de graines sera également prévu pour compléter et faciliter la colonisation des zones humides par les espèces adaptées.

2.2.12.3 Implantation de débourbeurs déshuileurs

Enfin, un débourbeur-déshuileur sera implanté au point bas de la route d'accès, au niveau de l'ouvrage de franchissement, afin d'assurer l'abattement des charges polluantes de la voie et le rejet des eaux de chaussées dans la Besbre

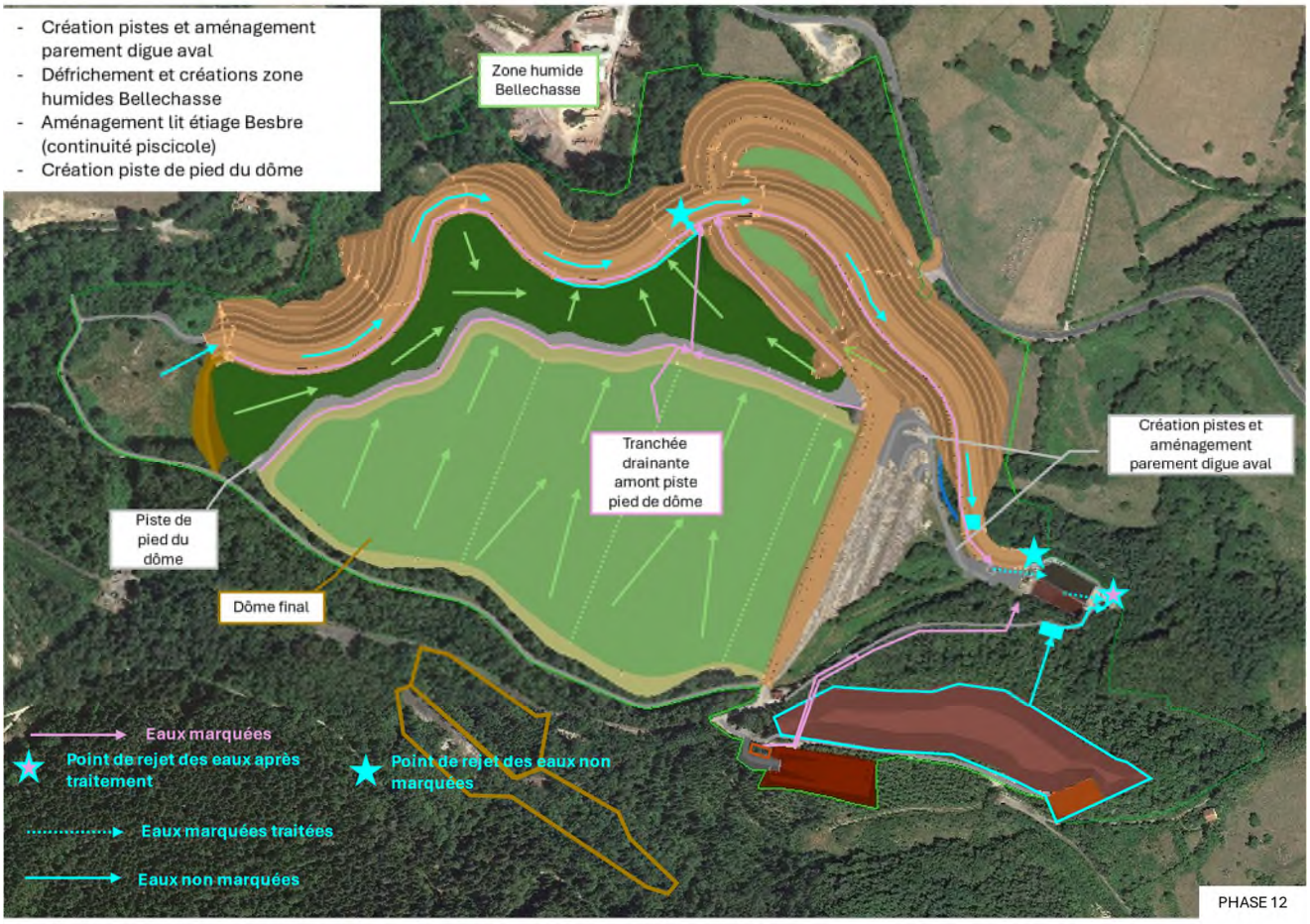


Figure 35 : Phase 12 – Piste de la digue aval et du pied de dôme, aménagement du lit mineur de la Besbre (source : Philia Ingénierie)

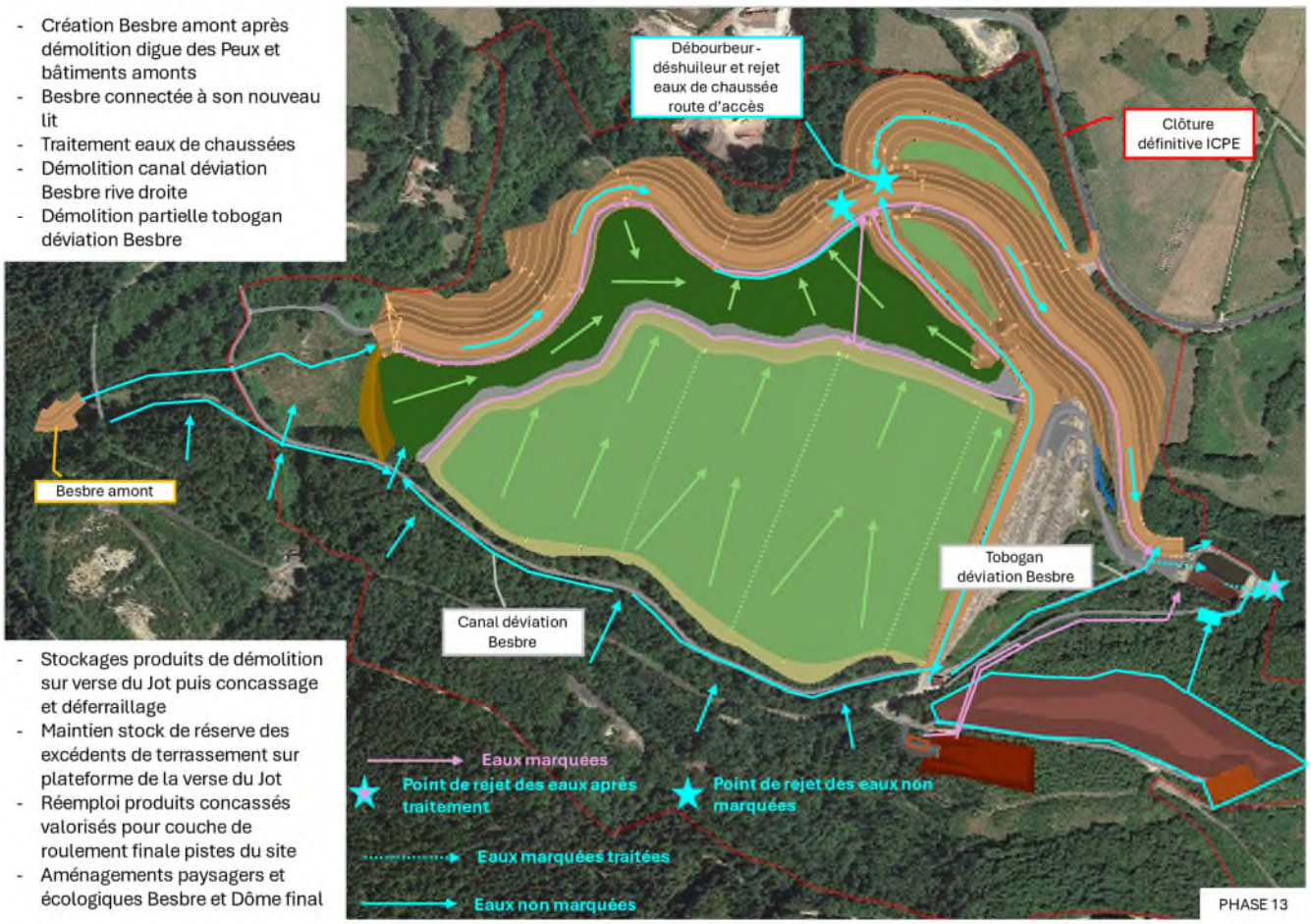


Figure 36 : Phase 13 – Connexion de la Besbre et état final (source : Philia Ingénierie)

3 MOYENS ET METHODE D'EXPLOITATION

3.1 MOYENS HUMAINS ET MATERIELS MIS EN ŒUVRE

Actuellement, la surveillance et l'entretien courant des installations permet le maintien d'un équivalent temps plein complété par le passage ponctuel d'entreprises spécialisées chargées de certains travaux techniques.

La phase chantier du projet va induire une nette augmentation de la fréquentation du site par les ouvriers des entreprises spécialisées intervenantes. Le nombre d'équivalents temps plein prévu pour le chantier est de 15 en moyenne. Ce nombre pourra être adapté en fonction des besoins des différentes phases.

Le matériel utilisé sur le site sera également plus conséquent. Il est estimé comme suit :

Phase	Matériel sur site	Nombre	Durée d'utilisation (en mois en un seul poste)
1	**Travaux de reprofilage des résidus sous eau**		
	- Dragueuse-aspiratrice type Dredge 670-12.8M ; - Pelle hydraulique 30 type R930 sur barge.	X1 X1	8 10
	Travaux pour les pistes d'accès		
	- Pelle hydraulique 45t type R945 ; - Bouteur type PR736 ; - Compacteur V5 type H18i.	X1 X1 X1	1 1 1
2	- Pelle hydraulique 60t type R960 ; - Pelle hydraulique 45t type R945 ; - Tombereau de chantier type A30 ; - Bouteur type PR736 ; - Compacteur V5 type H18i.	X1 X1 X5 X1 X1	5 5 5 5 5
3	- Foreuse pour minage type SmartRoc C50 ; - Pelle hydraulique 60t type R960 ; - Pelle hydraulique 60t type R960 avec BRH ; - Pelle hydraulique 45t type R945 ; - Tombereau de chantier type A30 ; - Bouteur type D9 ; - Compacteur V5 type H18i.	X2 X1 X1 X1 X5 X2 X2	5 5 2 5 5 5 5
4	- Pelle hydraulique 60t type R960 ; - Pelle hydraulique 45t type R945 ; - Tombereau de chantier type A30 ; - Bouteur type PR736 ; - Compacteur V5 type H18i.	X1 X1 X5 X1 X1	10 10 10 10 10
5	- Foreuse pour minage type SmartRoc C50 ; - Pelle hydraulique 60t type R960 ; - Pelle hydraulique 60t type R960 avec BRH ; - Pelle hydraulique 45t type R945 ;	X2 X1 X1 X1	12 12 4 12

Phase	Matériel sur site	Nombre	Durée d'utilisation (en mois en un seul poste)
	- Tombereau de chantier type A30 ; - Bouteur type D9 ; - Compacteur V5 type H18i.	X5 X2 X2	12 12 12

De la même manière, les échelons pourront être adaptés en fonction des besoins, tant en termes de typologie des engins que de leur nombre simultanément présent.

Une fois les travaux terminés, la surveillance et l'entretien du site nécessitera, comme à l'état actuel, l'intervention d'un personnel régulier, soit un emploi complété par le passage ponctuel d'entreprises spécialisées. Le suivi environnemental (eaux, air, écologie, …) nécessitera la présence régulière de prestataires externes.

3.1.1 Utilisation d'explosifs

L'utilisation de l'explosif pour le terrassement de la nouvelle Besbre et la route d'accès va concerner plus de 820 000 m^3 de matériaux rocheux et meubles.

Les matériaux rocheux seront extraits par minage, comme décrit ci-dessous.

3.1.1.1 Transport des explosifs

Le transport des explosifs jusqu'au chantier sera assuré par une société spécialisée. Il ne sera transporté que la quantité nécessaire aux tirs de la journée. Dans le cas où le tir prévu ne pourra être effectué, les explosifs seront repris par la société spécialisée. Les explosifs et détonateurs ne seront jamais stockés sur le site.

3.1.1.2 Préparation et exécution du tir

Le terrain sera décapé pour laisser le rocher affleurant. Ce travail se fera avec un atelier pelle hydraulique et tombereaux. La foration sera exécutée avec un engin de type FURUKAWA HRC 9D. La maille utilisée pour les tirs sera définie lorsque le volume de rocher à dérocter sera quantifiable et après exécution d'un tir d'essai (incluant des mesures de vibration sur les ouvrages sensibles alentours dont le viaduc des Peux et la digue).

La consommation moyenne d'explosifs sera d'environ 0,3 kg / m^3.

Avant la mise à feu de chaque tir, l'entreprise fournira une fiche de tir précisant :

- le plan de tir avec le lieu du tir, la date et l'heure du tir, les profondeurs des trous,
- le type d'explosif utilisé (nitrate fuel en vrac ou cartouche en cas de présence d'eau),

- la charge utile,
- le plan d'amorçage.

3.1.1.3 Mode de contrôle

Quand les tirs de mines se feront à proximité d'un ouvrage, il sera effectué un contrôle sismique du tir. Les ouvrages sensibles seront équipés de géophones qui mesureront la vibration particulaire dans les différentes directions.

Cette vibration particulaire ne devra pas dépasser des seuils déterminés par les essais de tirs réalisés en juin 2025 concernant les ouvrages évacuateurs de crue et en tout cas la valeur limite de 10 mm/s pour les constructions environnantes (viaduc des Peux, habitations, hangars, etc…) comme le prescrit l'arrêté du 22/09/94 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières.

3.1.1.4 Procédure de mise à feu

Le mineur-boutefeu responsable du tir doit procéder aux opérations suivantes :

- Vérification du bon fonctionnement des appareils de communication.
- Rappel des consignes aux sentinelles et mise en place de celles-ci.
- Dernière vérification visuelle du mineur-boutefeu.
- Contrôle par radio du placement de chacune des sentinelles.
- Le boutefeu se place au poste de tir et l'annonce par un coup long de trompe.
- Contrôle du circuit de tir et branchement.
- Demande d'autorisation de tirer aux sentinelles par radio.
- Ordre de tir donné par les sentinelles par radio.
- Imminence du tir signalé par trois coups longs de trompe.
- Mise à feu.
- Attente réglementaire de trois minutes.
- Fin de tir signalé par un coup long.
- Reconnaissance du tir par le boutefeu.

3.2 HORAIRES DE TRAVAIL

En phase de chantier, les horaires de travail et de fonctionnement du chantier seront compris entre 7h30 et 18h en semaine, hors jours fériés.

À l'issue du réaménagement, les horaires de travail resteront ceux actuellement observés, soit 7h30 – 17h30. Des interventions ponctuelles peuvent avoir lieu en dehors de cette plage horaire pour des besoins spécifiques.

3.3 SOURCES D'ENERGIE UTILISEES

L'ensemble des engins de chantier fonctionnent au gazole non routier, à l'exception du concasseur, du broyeur bois et de l'unité de broyage et de stockage des sous-produits animaux, qui seront alimentés en électricité par un groupe électrogène fonctionnant au fioul domestique ou au gasoil.

Les engins circulant sur le site d'extraction (bouteur, tombereaux…) sont aussi alimentés en gazole non routier (GNR).

Le ravitaillement des engins a lieu sur le site par camion-citerne, en bord à bord avec la mise en place d'une rétention mobile.

3.4 PRODUITS ACCESSOIRES EMPLOYES

Les engins de chantier possèdent, pour leur bon fonctionnement, des circuits de refroidissement, des circuits d'huile et de graisse.

L'entretien des engins nécessite donc l'usage d'huiles, de graisses. L'entretien courant des engins (mise à niveau des liquides, changement de certaines pièces d'usure) sera réalisé sur le site, au droit d'une plateforme étanche et raccordée à un dispositif de rétention. L'entretien périodique des véhicules et engins aura lieu à l'extérieur du site, dans un atelier agréé. Les produits potentiellement présents sur le site sont donc :

- Le gazole non routier contenu dans les réservoirs des engins de chantier, les **lubrifiants** des circuits hydrauliques des engins, ainsi que les **liquides de refroidissement** utilisés. Aucun stockage de ces produits ne sera effectué sur le site. L'approvisionnement des engins de chantier sera exécuté à l'aide d'une citerne en bord à bord, au-dessus d'un bac de rétention mobile.
- **Les pièces de rechange**, en relation avec l'entretien courant des engins (pièces mécaniques, batteries, …), ne seront stockées que temporairement sur site, au droit d'un bungalow dédié de la base vie, avant évacuation vers les filières spécialisées.

3.5 GESTION DES EAUX (HORS ABAISSEMENT DU GRAND BASSIN)

3.5.1 Circulation des eaux à l'état final

La gestion des eaux à l'état final du site est visible dans le schéma suivant en considérant :

- Les écoulements non marqués en bleu,
- Les écoulements de la zone humide en vert,

Les écoulements potentiellement marqués en rose.

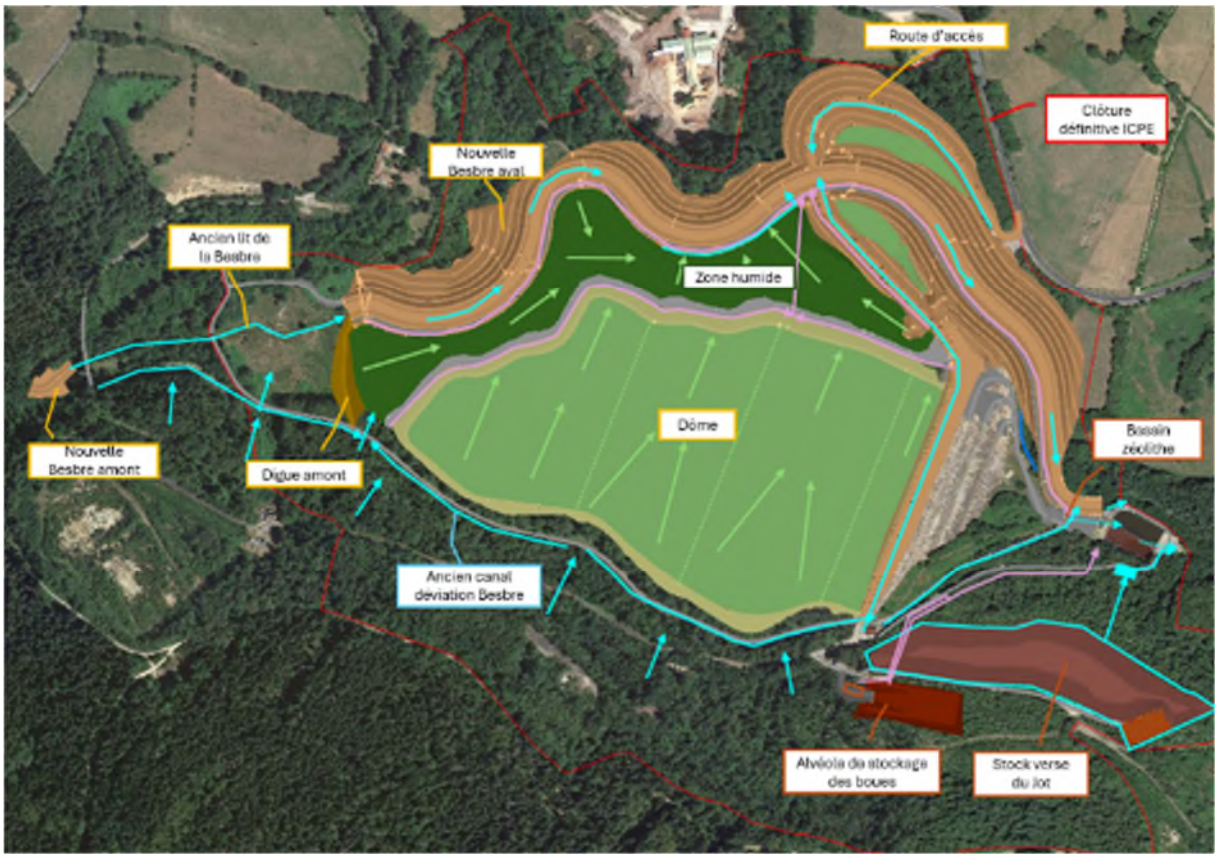


Figure 37 : Synthèse des écoulements à l'état final (source : Philia Ingénierie)

En synthèse, les eaux de surface seront gérées comme suit :

- Eaux de ruissellement du versant sud de la vallée vers l'ancien canal de déviation de la Besbre :
  - En direction de la future zone humide sur 700 m du tronçon ouest du canal,
  - En direction de chenal de chute vers la Besbre sur le linéaire de 400 m environ à l'est.

- Eaux de ruissellement entre l'ancien canal de déviation de la Besbre et le dôme, dirigées vers le dôme.

- Eaux de ruissellement sur le dôme : écoulement vers le nord en direction de la zone humide située entre le dôme et la Besbre.

- Zones humides :
  - Eaux de la zone humide existante vers la Besbre,
  - Eaux de la future zone humide vers le nord avec rejet dans la Besbre en amont immédiat de l'ouvrage de franchissement de la Besbre par la route d'accès. Cet exutoire sera équipé d'un by-pass permettant éventuellement de diriger ces eaux vers la tranchée drainante de la Besbre puis vers la station de traitement aval (en cas de constat de dégradation de la qualité des eaux).

- Eaux de ruissellement du stockage de la verse du Jot recueillies par un fossé de ceinture et dirigées vers un bassin en pied de la verse puis rejet dans la Besbre en aval des bassins de la STE basse ou envoi des eaux au traitement selon les caractéristiques des eaux et le respect des normes de rejet du site.

- Eaux de la route d'accès :
  - Les eaux de ruissellement des talus sont captées par des fossés de part et d'autre de la chaussée,
  - Les eaux de chaussées sont interceptées par un fossé dédié et dirigées dans un système débourbeur/déshuileur et un bassin de décantation de part et d'autre de la Besbre avant rejet dans la Besbre. Ces bassins équipés d'une vanne de fermeture aval présenteront un volume de stockage de 50 m^3 en cas de pollution accidentelle.

- Gestion des eaux de l'alvéole de stockage des boues :
  - Un premier niveau de drainage est intégré dans chaque cellule annuelle de stockage et raccordé à une canalisation PEHD double peau vers la piste des Bassins puis vers l'exutoire du TB0 en amont du bassin à chicane,
  - Un second niveau de drainage est mis en place sous le niveau d'étanchéité en matériaux à perméabilité très faible (1.10^{-6} m/s) sous les cellules.

- Gestion des eaux de la plateforme de stockage des déchets potentiellement TFA (Très Faible Activité) : elle sera équipée d'un auvent et entourée d'une bordure évitant la sortie des eaux. Les eaux de ruissellements potentielles seront collectées dans une canalisation raccordée à la canalisation d'évacuation des eaux de l'alvéole au niveau de la piste des bassins.

- Gestion des eaux des plateformes bois : elles seront recueillies par un fossé disposé au nord de chaque plateforme et renvoyant gravitairement les eaux vers un bassin de rétention de 1 000 m^3 permettant d'abattre les flux polluants (MES et DBO5). Elles seront ensuite évacuées vers le milieu naturel par le biais d'un fossé les conduisant jusqu'au canal de la Besbre.

3.5.2 Tranchées drainantes

Des tranchées drainantes sont prévues pour intercepter d'éventuelles arrivées d'eau susceptibles d'être marquées par les résidus, elle se situent :

- en rive droite le long de la future Besbre,
- en pied du dôme de stockage des résidus,
- en pied du talus sud de la route d'accès côté sud de la future Besbre.

Les tranchées présenteront les caractéristiques suivantes :

- Rive gauche de la Besbre : tranchée de 2 m de large par 4 m de hauteur côté amont avec un drain de diamètre 600 mm.

- Rive droite de la Besbre : tranchée de 2 m de large par 4 m de hauteur dans un drain ayant pour rôle de créer un gradient de pression de la Besbre vers ce niveau drainant afin de s'assurer qu'aucune particule en provenance du dôme ne puisse « remonter » jusqu'à la Besbre.
- En rive de la future route d'accès : tranchée drainante d'1 m effectif de profondeur (sous 1 m de profondeur du fossé de chaussée) et de 0,5 m de large avec un drain de diamètre 200 mm.
- En pied de dôme : tranchée de 2,5 à 1,5 m de profondeur et 1 m de large avec un drain de diamètre 200 mm.

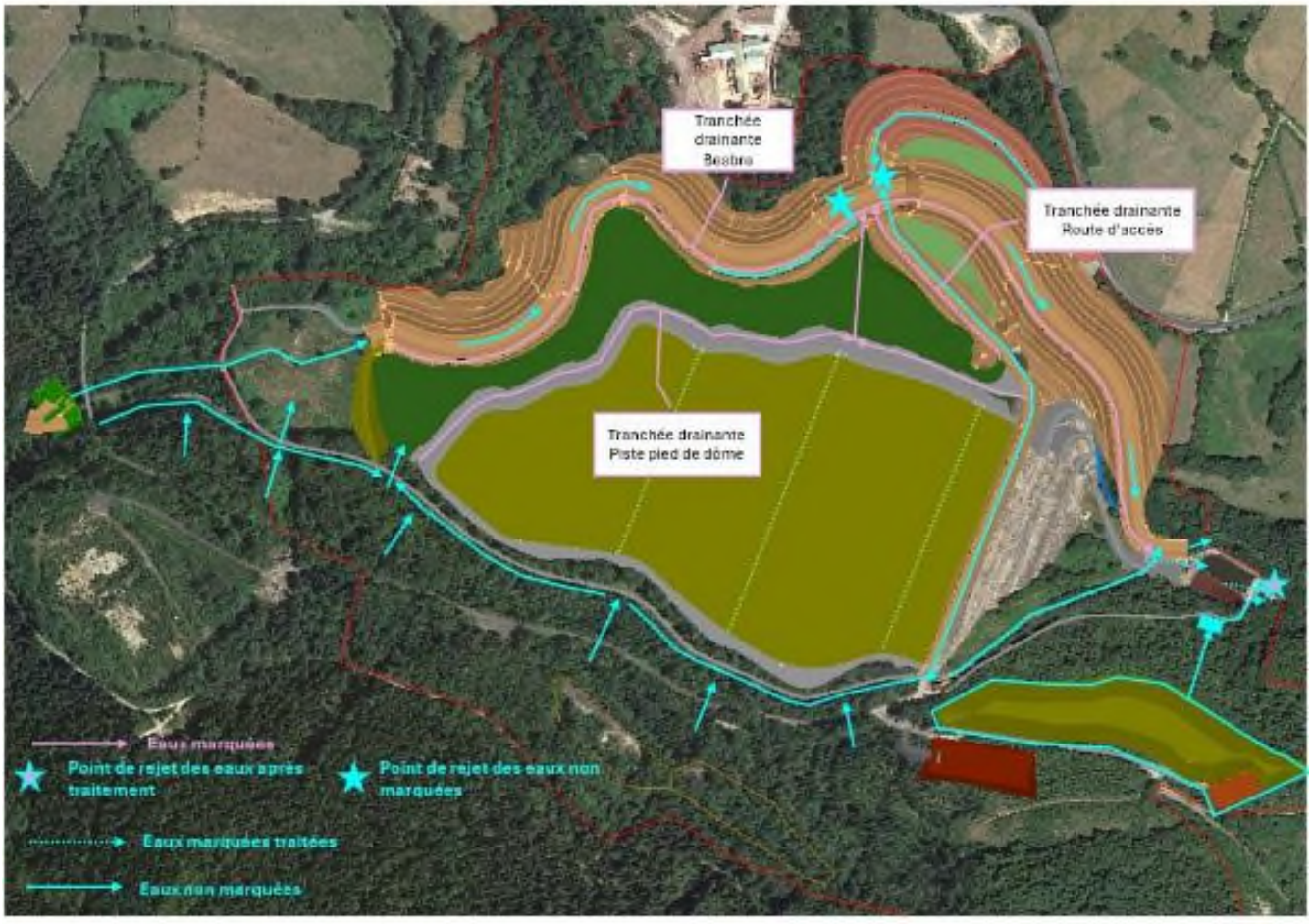


Figure 38 : Localisation des tranchées drainantes à l'état final (source : Philia Ingénierie)

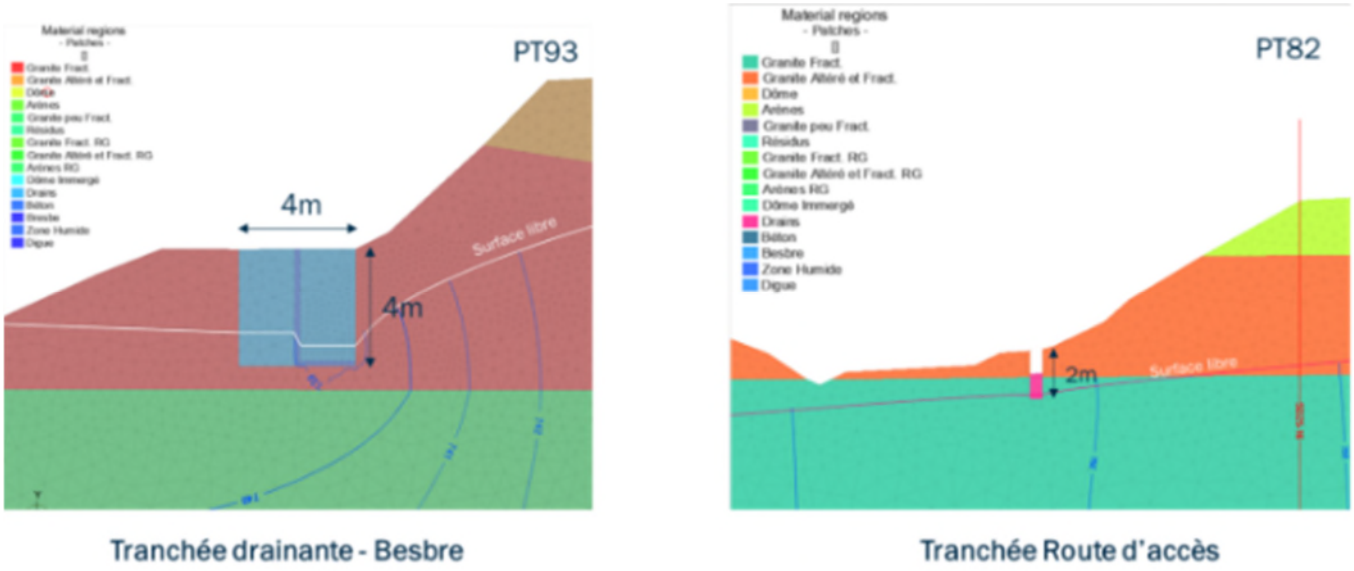


Figure 39 : Configuration-type des tranchées drainantes de la Besbre et de la route d'accès (source : Intera)

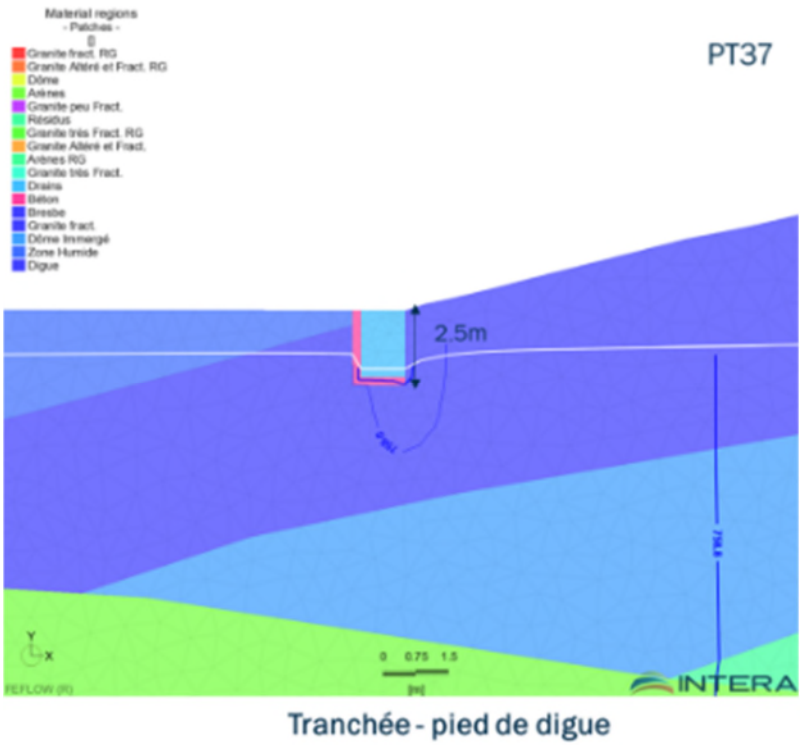


Figure 40 : Configuration-type de la tranchée drainante de pied de dôme (source : Intera)

Les eaux seront acheminées gravitairement depuis les tranchées drainantes vers le bassin de zéolithe en passant préalablement par un filtre à sable permettant de retenir les éventuelles

matières en suspension et les fines afin de protéger le massif de zéolithe d'un colmatage prématuré.

Le bassin de zéolithe aval, d'une capacité de 100 m^3/h sera largement dimensionné pour accueillir et traiter le débit des eaux souterraines drainées estimé à environ 10 m^3/h au maximum (18,4 m^3/h si on généralise les apports du profil le plus défavorable sur l'ensemble du linéaire).

Les eaux traitées seront ensuite dirigées gravitairement vers la canalisation du rejet TBO2.

3.5.3 Bassin de la route d'accès

Les eaux de la route d'accès seront collectées dans les fossés dédiés de 0,5 m de large et d'1 m de profondeur, dont la pente minimale de 0,5 % au nord et 0,14% au sud permettra d'acheminer sans débordement des pluies d'occurrence cinquantennale.

Les eaux de chaussée seront dirigées vers un débourbeur-déshuileur afin de traiter les eaux d'épisodes de faible occurrence, les plus susceptibles de contenir une pollution par les hydrocarbures[5].

Un bassin de 50 m^3 sera construit de chaque côté de l'ouvrage de franchissement de la Besbre pour éviter de traverser la Besbre avec les eaux de chaussée.

Le volume des bassins a été défini sur le seul critère de la pollution des eaux de chaussées conformément au guide du SETRA, dans la mesure où :

- la route créée ne modifie pas notablement la superficie imperméabilisée du bassin versant desservi, dont l'exutoire sera la nouvelle Besbre.
- Le contournement du barrage par la nouvelle Besbre et la suppression de la retenue, ainsi que les écoulements de la zone humide vont générer davantage de ruissellements vers la Besbre, augmentant ainsi les débits capables de diluer les charges polluantes.

3.5.4 Bassin de la verse du Jot

La verse du Jot sera aménagée en plateforme pour l'accueil des matériaux de déblai. La bordure de la plateforme de stockage temporaire constituera un dispositif d'assainissement dans lequel sera terrassé un fossé dont les eaux seront dirigées par une canalisation jusqu'à un bassin de décantation de 180 m^3 aménagé en pied de verse.

Les dimensions du bassin de décantation sont de 60 m de long pour 3 m de large et 1m de profondeur, afin de garantir un faible écoulement (ajutage de 25 l/s) et donc une décantation suffisante par contraste entre la vitesse horizontale et verticale des particules en suspension. Il sera entièrement réalisé en remblai. L'amont sera muni d'un enrochement permettant d'absorber l'énergie de la chute d'eau depuis le haut de la verse. Les eaux décantées seront

[5] Ce sont les premiers flux qui ressuient la chaussée.

dirigées vers l'exutoire aval existant en sortie des bassins de la station de traitement, ou vers le traitement selon les caractéristiques des eaux.

Ce bassin sera conservé à la fin du réaménagement pour continuer à capter les eaux de la verse. Le suivi environnemental réalisé durant le chantier permettra de déterminer si ces eaux seront envoyées directement au rejet ou devront passer par le traitement.

3.5.5 DRAIN 40 et aménagement bassin TMS

Afin de faciliter les opérations de gestion des boues des travaux d'aménagement du bassin de traitement des eaux minières seront réalisées :

- Création d'une pente en fond de bassin,
- Création d'une fosse de captage des boues,
- Réfection de l'étanchéité du bassin,
- Mise en œuvre d'un moyen de raclage des boues en fond de bassin.

Le bassin ne sera pas modifié au niveau de son emprise. Des aménagements seront faits au niveau des abords du bassin pour accueillir l'unité de traitement des boues :

- Mise en place des réseaux électriques,
- Création d'une dalle permettant d'accueillir l'unité mobile,

Au cours des travaux d'aménagement du bassin, il est également prévu de capter les eaux du DRAIN 40, via un puisard de pompage, pour les envoyer ensuite au traitement. Ce nouvel aménagement sera définitivement conservé. L'exutoire du DRAIN 40 se situe en bordure nord-est du bassin de décantation des eaux des drains de la digue et est actuellement rejeté directement dans la Besbre.

Une ouverture sera faite au niveau du DRAIN 40 proche de l'exutoire afin d'installer le puisard de pompage des eaux. Ce dernier sera équipé de deux pompes fonctionnant par intermittence en fonction du niveau dans l'ouvrage.

3.5.6 Bassin des plateformes bois

Les deux plateformes de stockage du bois seront munies de fossés aménagés en partie nord de chaque plateforme et connectés à un bassin de rétention de 1 000 m^3, implanté en contrebas des plateformes et capable de retenir les flux d'eaux pluviales (ajutage à 25 l/s pour favoriser la décantation des MES) et les eaux d'extinction d'un éventuel incendie. Il sera muni d'une vanne d'obturation permettant le confinement des eaux en cas de pollution.

En l'absence d'incident, les eaux seront évacuées vers le milieu naturel par le biais d'un fossé et du canal de la Besbre.

3.6 APPROVISIONNEMENT EN EAU

En cas de temps sec et venteux, un arrosage des pistes et des stocks permettra de limiter les envols de poussières. À cet effet, de l'eau sera pompée depuis la source alimentant actuellement les sanitaires, pour le remplissage d'une citerne mobile.

3.7 SYNTHESE DES PRINCIPALES DONNEES DU PROJET

Superficie globale du site des BNL	**82 ha 52 a 77 ca**
Dont superficie du Grand Bassin	18 ha
Quantité d'eau traitée pendant les travaux (assèchement Grand bassin)	**740 000 m³**
Quantité de matériaux mobilisés (déblais foisonnés)	**1 590 000 m³ environ**
Dont quantité de matériaux extraits pour le lit de la Besbre	1 560 025 m³
Dont quantité de sous-produits de démolition	10 000 m³
Dont quantité de terre végétale	20 000 m³
Superficie zones défrichées	**16 ha 74 a 84 ca**
Durée des travaux	**5 ans**

Un récapitulatif des déblais foisonnés par phase est présenté dans le tableau ci-après :

Phase	Déblai foisonnés (m³)
1	137 900
2	159 929
3	231 831
4	118 747
5	61 422
6	61 700
7	80 579
8	84 597
9	328 896
10	222 685
11	56 809
12	14 730
13	200
Total	1 560 025

IV. ÉTAT INITIAL

La description de l'état initial du site prend en compte la situation des terrains visés par la demande d'autorisation et le milieu environnant dans un périmètre susceptible d'être concerné par le projet.

Le niveau d'approfondissement de chacun des thèmes étudiés tient donc compte de la richesse spécifique du milieu mais aussi des probabilités d'impacts détectées dès l'élaboration du projet technique.

1 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET PRESENTATION DE L'AIRE D'ETUDE

1.1 DEFINITION DES AIRES D'ETUDE

Pour une analyse complète des impacts environnementaux sur le site des Bois Noirs Limouzat, les différentes aires d'étude ont été déterminées en tenant compte de la topographie et des caractéristiques environnementales propres à la région. Ainsi, afin de couvrir l'ensemble des aspects environnementaux nécessaires à une évaluation approfondie des impacts, trois aires d'étude distinctes ont été définies :

- L'Aire d'Étude Immédiate (AEI) concerne la zone d'implantation du projet, soit une surface d'environ 82,5 ha. Toutes les thématiques environnementales sont abordées à l'échelle de ce périmètre. L'AEI peut également être nommée « site » ou « site d'étude », ou bien « périmètre d'étude », ou encore remplacée par les termes « terrains étudiés », aussi bien lorsque l'on décrit sa surface que lorsque l'on décrit son contour ;
- L'Aire d'Étude Rapprochée (AER) englobe non seulement le site des Bois Noirs Limouzat, mais aussi ses alentours dans un rayon maximal de 3 km de façon à englober non seulement le centre-village de Saint-Priest-la-Prugne, mais aussi les points de prélèvement du suivi environnemental du site jusqu'à Laprugne. Le découpage du périmètre de cette aire d'étude a été défini en fonction de la topographie du territoire et des covisibilités associées. Cette surface représente environ 2 211 ha. L'AER permet d'analyser l'environnement proche du site d'étude, et d'examiner les interactions éventuelles avec certains éléments, comme l'eau, les habitations, les milieux naturels, les infrastructures (routes et réseaux), *etc.* Ces interactions sont en grande partie liées à la topographie, qui détermine notamment les bassins versants, les points de vue proches. L'AER peut également être remplacée par les termes « aux abords des terrains étudiés » ;
- L'Aire d'Étude Éloignée (AEE) s'étend jusqu'à Saint-Clément, au nord-ouest, Saint-Just-en-Chevalet au sud-est et la Besbre en amont du site et représente ainsi une surface d'environ 16 201 ha. Au sein de l'AEE certaines thématiques particulières sont regardées, notamment le paysage, le patrimoine naturel ainsi que les impacts radiologiques du site sur l'environnement. Encore une fois, la topographie joue un rôle

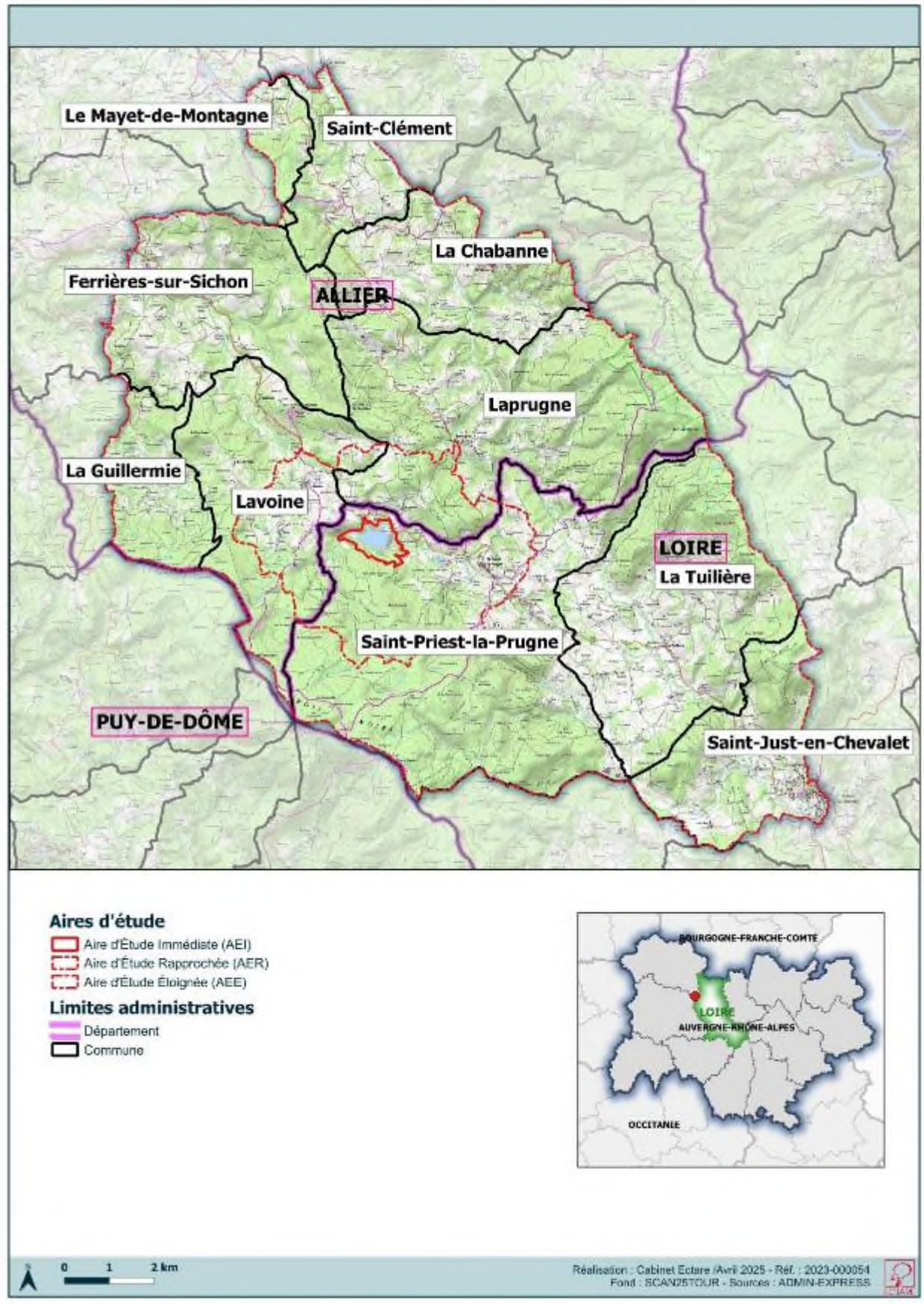
clé, car elle peut, par exemple, influencer la dispersion de substances et leur impact sur les écosystèmes environnants. Ainsi, le découpage du périmètre de cette aire d'étude a également été défini en fonction de la topographie du territoire et des covisibilités associées. Dans le présent document les termes « zone d'étude » et « secteur d'étude » pourront être utilisés pour désigner l'aire d'étude éloignée ou AEE.

L'AEI s'implante dans la partie nord-ouest du territoire communal de Saint-Priest-la-Prugne.
L'AER englobe en partie les territoires des communes de Saint-Priest-la-Prugne, Lavoine et Laprugne.
L'AEE englobe quant à elle, en plus des communes de l'AER, une partie des territoires communaux de Le Mayet-de-Montagne, Saint-Clément, La Chabanne, Ferrières-sur-Sichon, La Guillermie, La Tuilière, et Saint-Just-en-Chevalet.

Saint-Priest-la-Prugne, La Tuilière et Saint-Just-en-Chevalet sont situées dans le département de la Loire (42) tandis que les autres territoires appartiennent au département de l'Allier (03).



Carte 2 : Situation de l'AER associée au projet du site des BNL



Carte 3 : Situation de l'AEE associée au projet du site des BNL

1.2 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Sources : Carte topographique au 1 / 25 000, IGN n° 2043 ; Site Géoportail (www.geoportail.gouv.fr) ; Plan du site.

Le site des Bois-Noirs Limouzat est localisé dans la partie nord de la commune de Saint-Priest-la-Prugne, à 2 km du centre bourg, dans le département de la Loire (42), en région Auvergne-Rhône-Alpes. Situé à une altitude comprise entre 720 m et 830 m, le site est à flanc de montagne, et il est drainé par le cours de la Besbre.

Il couvre une superficie de l'ordre de 83 ha, et la commune sur laquelle il se trouve est délimitée par les communes voisines suivantes :

- Par le territoire des communes de Laprugne au nord et de Lavoine à l'ouest, du département de l'Allier (03),
- Par le territoire de la commune d'Arconsat au sud-ouest dans le département Puy-de-Dôme (63),
- Par le territoire des communes de Chausseterre au sud et de La Tuilière au sud-est du département de la Loire (42).

Les coordonnées géographiques approchées des terrains du projet[6] sont les suivantes (dans le système de coordonnées Lambert 93) :

X	755 960 m
Y	6 541 250 m
Z	771 m

[6] Considérées au droit du portail d'accès



Carte 4 : Situation de l'AEI du site des BNL

1.3 SITUATION CADASTRALE

Orano dispose, sur le site des Bois Noirs Limouzat, de la maitrise foncière sur les parcelles cadastrales suivantes :

Commune de Saint-Priest-la-Prugne

Section	Parcelle	Superficie (m²)	Lieu-dit	Composition actuelle
AB	183	7 206	Le Limouzat	Boisement, piste
	187	1 125		Boisement
	195	480		Boisement
	197	827		Prairie, boisement
	198	5		Prairie, boisement
	199	11 235		Prairie, boisement
	200	6 795		Boisement
	201	1 691		Prairie, chemin, boisement
	202	6		Boisement
	203	1 040		Boisement
	206	25 949		Prairie, fossй
	207	9 234		Boisement
	208	2 019		Prairie
	211	5 764		Piste sommitale
	213	49 723		Digue, boisement
	216	2 551		Boisement
	217	4 203		Boisement
	218	17 861		Boisement
	226	64 374		Boisement
	227	1 055		Boisement
	231	55 263		Boisement, piste
	232	14		Boisement, piste
	233	123		Boisement, piste
	235	13 977		Boisement, piste
	237	10 971		Boisement, piste
	250*	662		Boisement, ancien ruisseau
	251*	1 019		Boisement, ancien chemin
	33	6 174	Bois du Port	Boisement
	34	1 549		Digue amont, boisement, prairie
	35	8 734	Le Limouzat	Boisement
	36	9 071		Boisement, prairie
	37	1 584		Prairie

Section	Parcelle	Superficie (m²)	Lieu-dit	Composition actuelle
AB	38	3 083		Prairie
	39	15 461		Boisement, prairie
	40	21 445		Canal, prairie, boisement
	41	182 268		Plan d'eau
	47	31 478		Plan d'eau
	50	19 276		Boisement, canal, station de traitement
	51	26 897		Boisement
	52	15 672		Boisement, piste (ancienne mine a ciel ouvert aménagée)
	59	7 198		Boisement, canal, piste
	60	155		Boisement
	61	175		Boisement
	62	7		Boisement
	71	19 339		Boisement
	72	35 342		Boisement
	73	7 196		Boisement, piste (ancienne mine a ciel ouvert aménagée)
	74	59 508		Boisement, piste (ancienne mine a ciel ouvert aménagée)
	75	16 867		Boisement
AC	148	6 960	Pré Colon	Boisement
	282	301		Boisement
	284	900		Boisement
	286	3 050		Boisement
	287	421		Boisement
BS	269	4 526	Moulin Thiennon	Prairie
	310	2 580		Prairie
	312	1 957		Prairie
	88	9 259		Bassins de traitement
BT	107	81	Le Jardinon	Ancienne usine
	108	931		Petit plan d'eau, boisement
	196	1 339		Digue amont, retenue eau
		18	Moulin Thiennon	Surface non cadastrée
		1 547	Le Limouzat	Surface non cadastrée
		1 682		Surface non cadastrée
		4 860		Surface non cadastrée
		1 214	Pré Colon	Surface non cadastrée
TOTAL		**825 277 m²**		

* Parcelles en cours d'inscription au cadastre et issues de l'aliénation de propriétés communales (ancien chemin et ancien ruisseau)

Les parcelles de l'ancienne usine de traitement du minerai (dénomination cadastrale historique AB 065, 066, 067, 068, 069, 234, 238, 239) sont actuellement la propriété de la commune de Saint-Priest-la-Prugne. Ces parcelles ont correspondu pendant quelques années à une réserve de chasse. Aujourd'hui, un parc photovoltaïque est en cours de construction. Sa mise en service est prévue pour fin 2025.

Selon l'arrêté préfectoral n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022, les parcelles autorisées pour l'activité ICPE sont les suivantes :

Section	N° parcelle ICPE
AB	74
	37
	38
	39
	40
	41
	47
	50
	59
	206
	211
	213
BS	88



Carte 5 : Situation cadastrale des terrains étudiés

Le projet n'implique aucune extension du site actuel. Seuls des changements de destination vont s'appliquer sur certaines parcelles.

1.4 HISTORIQUE ET COMPOSITION DU SITE

1.4.1 Historique du site

Les premiers indices de minéralisation dans la région des Bois Noirs ont été découverts entre 1950 et 1951 par prospection géologique avec mesures de radioactivité au gammaphone. Des travaux miniers de recherche et des sondages ont été entrepris de 1952 à 1954 pour démontrer l'étendue et l'intérêt de ces minéralisations.

Suite à ces découvertes, un permis d'exploitation dit « des Bois Noirs Limouzat » a été octroyé au profit du CEA le 20 juillet 1954. La concession minière dite « des Bois Noirs Limouzat » a été accordée au profit du CEA par décret le 11 septembre 1969 puis mutée au profit de la COGEMA (aujourd'hui Orano Mining) par décret le 26 octobre 1977.

Le site des Bois Noirs Limouzat a fait l'objet :

- d'une exploitation minière pour le minerai d'uranium :
  - par travaux miniers souterrains (TMS) de 1954 à 1980, exploités par tranches remblayées montantes ou descendantes sur plusieurs niveaux (compris entre les niveaux N-40 et N-400) à partir de deux puits P2 (240 m de profondeur) et P3 (440 m de profondeur) ;
  - par mine à ciel ouvert de 1957 à 1971 puis de 1979 à 1980, exploitée par gradins de 8 m de haut et 5 m de large.
- d'une usine de traitement du minerai de 1960 à 1980 qui a produit 6 920 tonnes d'uranium métal. Les résidus de traitement de minerai, environ 1 400 000 tonnes, sont stockés sous eau, derrière un barrage du type « digue homogène en terre », implanté dans la vallée de la Besbre dont le cours a été dévié par un canal. Ce bassin de décantation correspond actuellement au Grand Bassin. Une partie des résidus (sables cyclonés) a été réutilisée pour remblayer les travaux miniers souterrains.



Figure 41 : Vue générale du site en 1967 depuis le versant nord de la vallée de la Besbre (ORANO Mining)

Au total, 2 590 286 tonnes de minerai à une teneur moyenne de 2,67 ‰ ont été extraites du site Bois Noirs, ce qui a donné une production d'environ 6 920 tonnes d'uranium métal. L'usine de traitement sur le site des BNL produisait du nitrate d'uranyle concentré qui était envoyé par la suite à l'usine d'enrichissement de la COMURHEX à Narbonne pour y être transformé en combustible.

Le plan des infrastructures lors de l'exploitation est présenté ci-après :

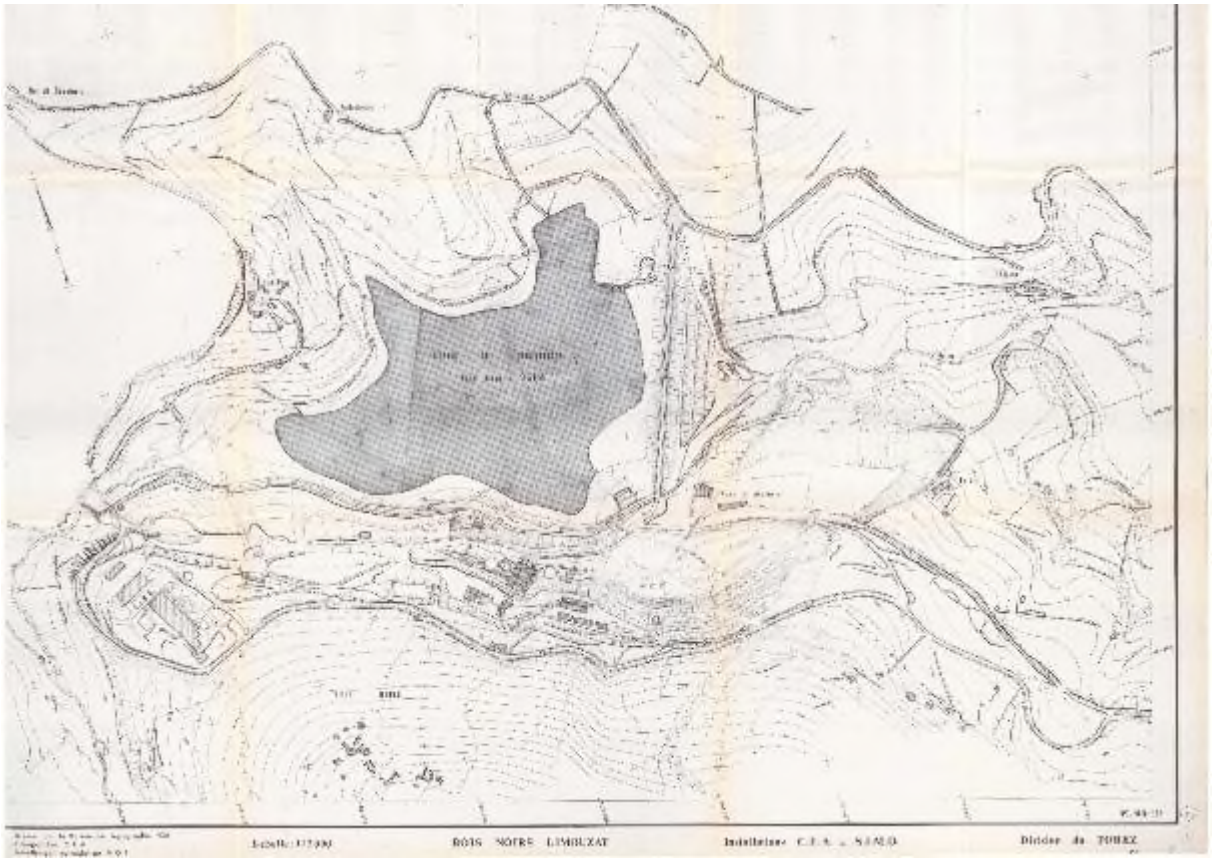


Figure 42 : Plan des infrastructures lors de l'exploitation (ORANO Mining)

Le site des Bois Noirs Limouzat a fait l'objet d'une déclaration d'abandon adressée à la Préfecture de la Loire le 30 juin 1980. Le 20 octobre 1980, un arrêté préfectoral actant cet abandon prescrivait les travaux à réaliser par l'exploitant dans le cadre de la remise en état du site. L'ancien bassin de décantation (aujourd'hui appelé Grand Bassin) n'était pas visé par cette déclaration d'abandon.

Les travaux prescrits concernaient la mine (fond et carreau), la mine à ciel ouvert et la verse à stériles ainsi que des aménagements conservatoires sur le bassin de décantation (Grand Bassin) en attente des études devant déterminer les conditions de son abandon. Les travaux de réaménagement sont décrits ci-dessous.

La demande d'abandon a été transformée en délaissement par l'administration, le site des Bois Noirs Limouzat étant ainsi toujours sous police des mines mais ne nécessite pas une déclaration d'arrêt définitif des travaux miniers.

1.4.1.1 Travaux miniers souterrains (TMS)

Les travaux de mise en sécurité des travaux miniers souterrains ont été réalisés de décembre 1980 à avril 1981 et ont consisté à :

- Déséquiper les ouvrages souterrains et remonter le matériel récupérable (matériel électrique, mécanique, rails, tuyauteries, etc.) ;

- Construire des barrages dans les galeries, destinés à contenir les remblais devant combler les puits et les montages débouchant au jour ;
- Suivre la remontée des eaux consécutive à l'arrêt de l'exhaure de la mine avec un dispositif d'enregistrement continu dans le puits P3 ;
- Remblayer tous les ouvrages de liaison fond-jour (puits et montages) et obturer les galeries et recoupes. Le remblayage a été effectué avec des sables cyclonés, parfois cimentés, avec des roches concassées, avec du béton ou par foudroyage. Tous les ouvrages verticaux ont été obturés en tête par une dalle de recouvrement en béton. Certaines dalles ont été munies d'une trappe, notamment au niveau des puits P2 et P3, pour compléter le remblayage en cas de tassements. Les ouvrages horizontaux débouchant au jour ont été obturés par des murs en béton ou en parpaing. Seul le travers-banc TB0 a été maintenu pour la collecte des eaux ;
- Créer un point de surverse unique permettant de canaliser les eaux de noyage de la mine vers la station de traitement des eaux. Pour cela, un sondage de 71 m a été foré depuis la galerie G202 du niveau 80 (cote 713,5m) vers le TB0 (cote 730 m). En 1988, le TB0 a été obturé par une maçonnerie à sec composée de blocs de granite sur 25 m de long en incluant un drainage séparé des eaux (surverse mine, eaux pluviales, sondage capté et eaux TB0).

1.4.1.2 Mine à ciel ouvert (MCO)

Le gisement des Bois Noirs Limouzat affleure localement jusqu'en surface. L'affleurement du gisement en surface et son épaisseur a justifié son exploitation par Mine à Ciel Ouvert (MCO) selon une technique d'exploitation par pelles et camions avec abattage à l'explosif. La MCO se caractérisait par la géométrie suivante :

- des gradins de 8,0 mètres ;
- des banquettes de 5 mètres de largeur ;
    - soit une pente intégratrice d'environ 58° ;
- cote du toit de la MCO : 780 mNGF (cote de la plateforme matériel) ;
- cote du fond de la MCO : 738 à 750 mNGF.

L'exploitation de la Mine à Ciel Ouvert s'est effectuée en 3 phases distinctes :

- de 1957 à 1958, exploitation jusqu'à l'étage 1 selon l'optimum économique de cette partie du gisement ;
- de 1958 à 1971, approfondissement de la mine par fosses emboitées (en dehors de l'optimum économique et jusqu'à un prix d'exploitation maximum acceptable) pour approvisionner de matériaux stériles la construction du barrage du Grand Bassin ;
- de 1979 à 1980, exploitation des structures (stots) protégeant les infrastructures souterraines du risque géotechnique (exemple : piliers ou massifs de soutien non exploités et composés de minerai valorisable).

Les travaux de réaménagement de la mine à ciel ouvert (MCO) se sont déroulés en plusieurs étapes entre 1981 et 1983, des matériaux ont été mis en stock en 2006 et 2016 :

1. L'extension sud de la MCO principale a été entièrement comblée avec ses propres stériles, conformément à la déclaration d'ouverture des travaux du 17 mai 1979. La terre végétale préalablement décapée et stockée a été remise en place. Une plantation de résineux a permis de favoriser l'intégration paysagère. La voie communale, qui passait dans l'emprise des travaux, a été restituée à la commune conformément à l'article 6.4 de l'arrêté préfectoral du 20 octobre 1980.

2. La MCO principale a été partiellement comblée par 11 870 m^3 de remblais jusqu'à la cote 752 m correspondant à l'arrivée de la galerie L102 du niveau 40 des TMS intersectée lors de l'exploitation de la MCO (Cf. figure ci-après).

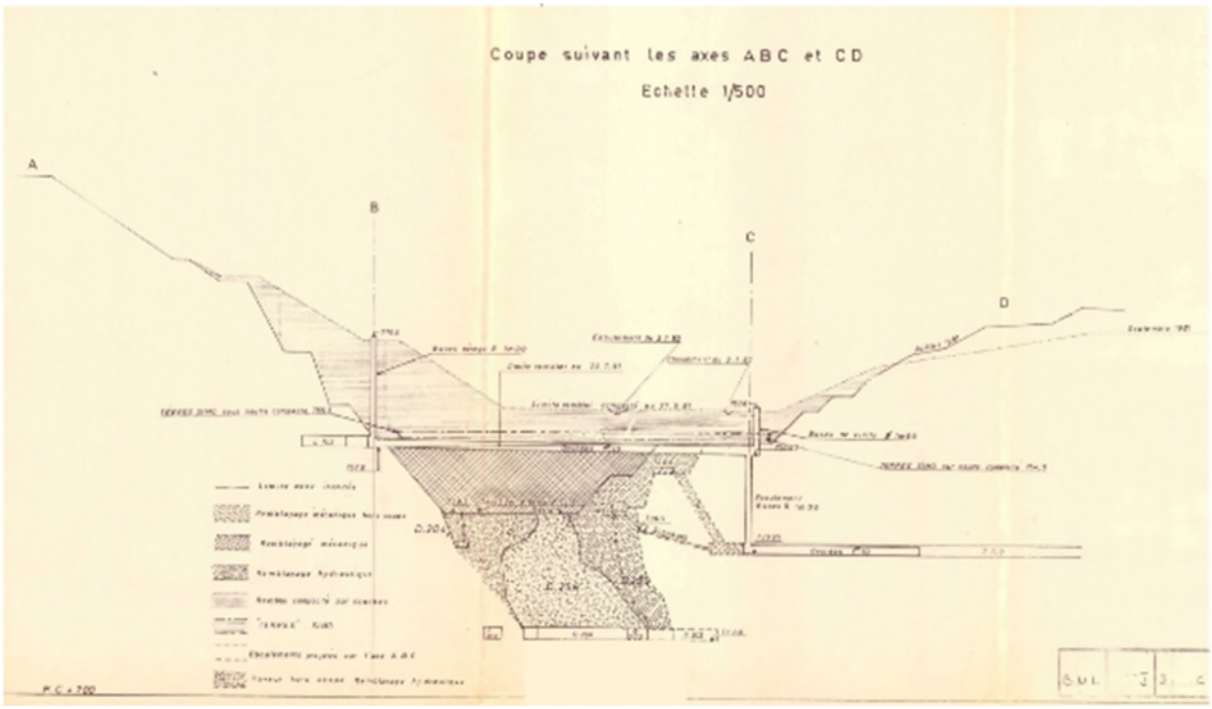


Figure 43 : Coupe du remblayage de la MCO lors du réaménagement

3. Un empierrement grossier, équipé de drains agricoles a été construit sur les matériaux de fond de MCO pour drainer les eaux. Ces eaux sont ainsi canalisées jusqu'en tête d'un puits d'écoulement communicant avec la galerie du TB0. Des buses ovoïdes ont ensuite été posées, toujours à la cote 752 m ; elles relient la galerie L102 du niveau 40 au puits d'écoulement. Les eaux infiltrées dans la mine à ciel ouvert sont ainsi évacuées vers la galerie TB0. Ce dispositif, qui n'est opérant qu'en cas de fortes pluies, complète le dispositif normal constitué par deux sondages de liaison entre la mine et la galerie TB0.

4. Un complément de remblai de 111 230 m^3 pour atteindre la cote de 760 m a été réalisé par apport de stériles miniers empruntés à la verse du Jot. Ce remblai a été disposé par couches successives de 0,50 m d'épaisseur, compactées pour en limiter la perméabilité. Un adoucissement des pentes des parements nord et ouest a été réalisé. Deux couches de terres compactées, de 0,35 et 0,45 m d'épaisseur, provenant du décapage des aires de l'usine, séparées par une couche stérile de même épaisseur, ont été mises en place entre les cotes 754 m et 755,3 m. Le volume de ces terres est estimé à 4 036 m^3. Au fur et à mesure du comblement de la MCO, deux puits raccordés au puits d'écoulement via le train de buses ovoïdes ont été construits : un puits d'aérage jusqu'à la cote 775 m et un puits de visite jusqu'à la cote 760 m. Ces deux puits ont été comblés en 1989. Un bassin de

récupération des eaux pluviales situé au point bas de la cuvette, et relié au puits de visite, parachève le dispositif de drainage des eaux de la MCO.

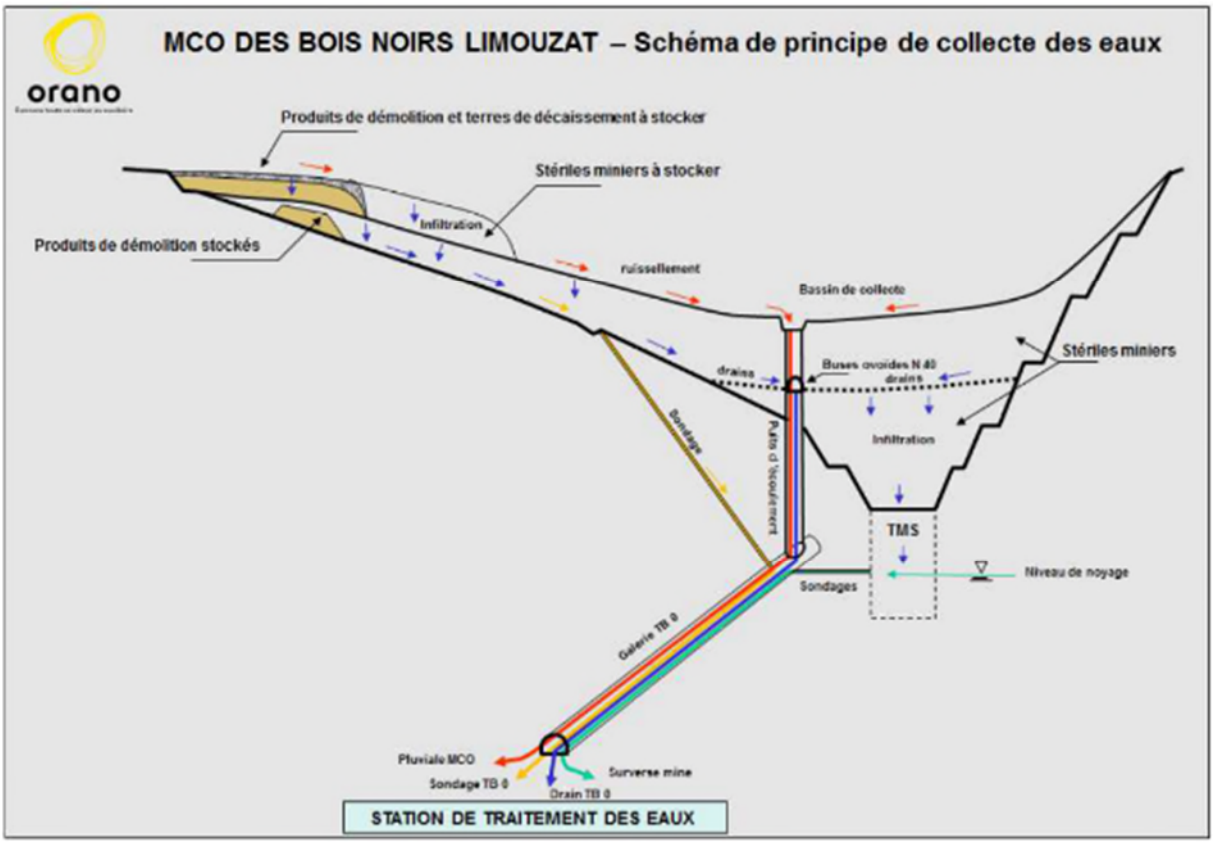


Figure 44 : Schéma de collecte des eaux des TMS et de la MCO

5. À l'extrémité sud-est de la mine à ciel ouvert ont été stockés 3 960 m³ (2 102 tonnes) de gravats issus du démantèlement des installations de l'usine de traitement chimique effectué du 15 septembre 1980 au 13 mars 1981. Après contrôle radiométrique et sur recommandations du Service Central de Protection contre les Rayonnements Ionisants (SCPRI), ils ont été recouverts par un mètre de matériaux solides.

6. Les travaux de démolition des bâtiments de l'usine ont été réalisés de mars 2006 à février 2007 conformément aux prescriptions de l'arrêté préfectoral du 4 aout 2005. Les produits de démolition (à savoir entre d'autres : bétons, parpaings, ferrailles, revêtements bitumeux, plaques fibrociments et terres de décapage) ont été stockés dans la mine à ciel ouvert, à l'aplomb des produits stockés en 1981 (Cf. figure ci-après).

Remarquons que les plaques de fibrociments contiennent de l'amiante. Ces matériaux ont été traitées avec les précautions particulières prévues pour ce type de produits afin de prévenir toute dispersion de particules d'amiante.

L'arrêté préfectoral du 4 août 2005 précise que les dépôts ont été réalisés dans la parcelle cadastrée section AB n°74 d'une superficie totale de 5 ha 96 a 85 ca. Le dépôt de produits de démolition a été disposé dans l'angle est de cette parcelle, à partir de la limite est, sur une superficie approximative de 5 000 m². Le dépôt de remblais et stériles miniers a été réalisé sur et dans le prolongement du dépôt de produits de démolition.

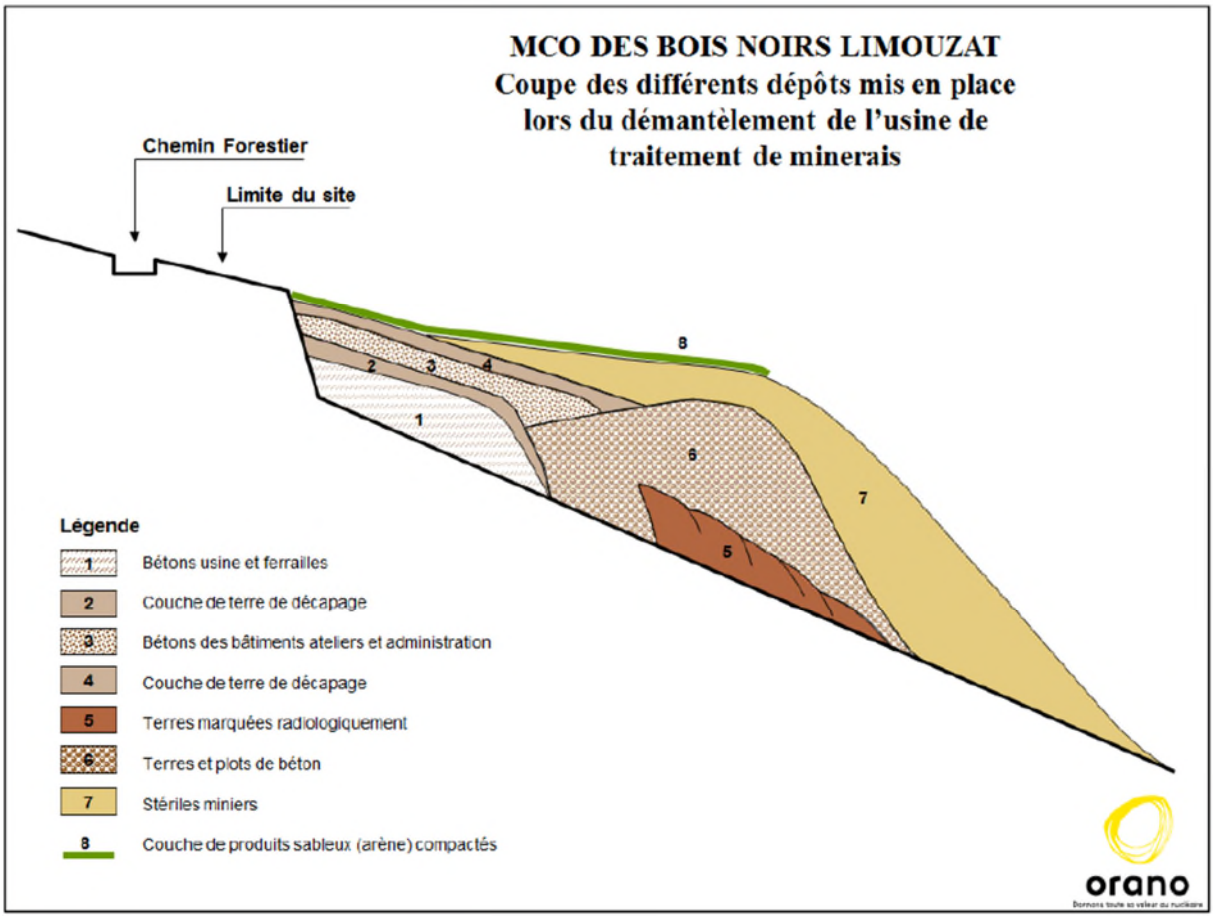


Figure 45 : Coupe des différents dépôts mis en place dans la MCO lors du démantèlement de l'usine de traitement de minerai

7. En 2016, des stériles miniers issus du recensement effectué dans le domaine public ont été rapatriés sur le site des Bois Noirs et mis en stock dans la MCO. Ils représentent environ 1860 m^3.

Actuellement la mine à ciel ouvert est entièrement végétalisée.

Précisons toutefois qu'en 2023, deux apports volontaires de stériles miniers ont été acceptés au droit de la MCO. La couverture a été écartée, les stériles étalés sur la zone puis la terre végétale a été remise en place. Un plan compteur a été réalisé pour garantir l'efficacité de la couverture :

- 5 m^3 issus de la commune de Saint-Just-en-Chevalet en juillet 2023 : parcelle ayant déjà fait l'objet de travaux d'enlèvement de stériles en 2009 mais la présence de stériles résiduels au niveau des anciens plots du bâtiment (aujourd'hui détruit) justifiait un enlèvement ;
- 10 m^3 issus de travaux de voirie sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne en juillet 2023.



Figure 46 : Apports de stériles miniers issus de travaux de voirie : localisation (gauche), stériles



Figure 47 : Photographie par drone de la MCO (ORANO Mining, mai 2024)

Le plan topographique de la mine à ciel ouvert et les emprises des différents produits stockés sont présentés ci-après.

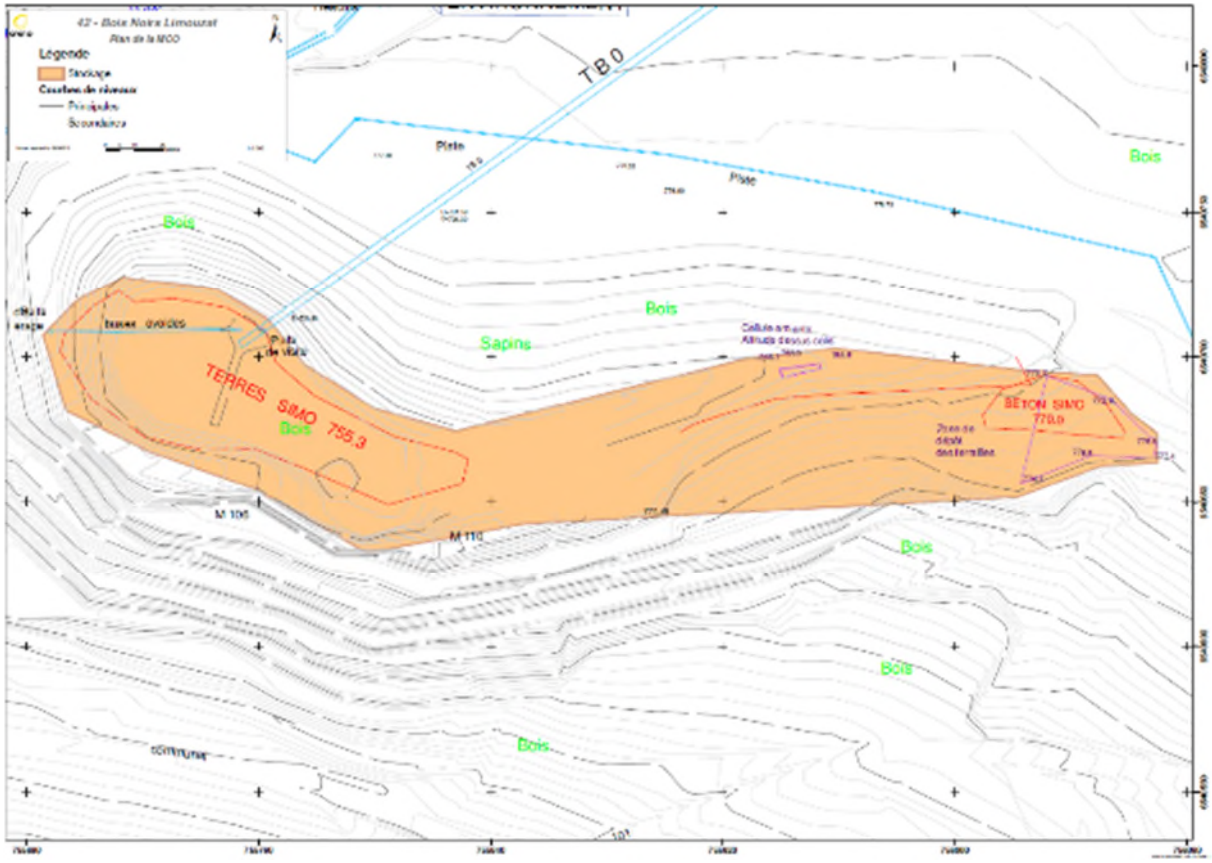


Figure 48 : Plan topographique de la mine à ciel ouvert et les emprises des différents produits stockés (ORANO Mining)

1.4.1.3 Verse à stérile dite « du Jot »

Deux verses à stériles sont identifiées sur le site minier des Bois Noirs Limouzat :

- La verse à stériles du Jot : située au nord de la MCO. Elle est entièrement végétalisée avec une pente des talus de 35° maximum ;
- La verse à stériles sud-est : située au sud de la MCO. Elle est entièrement végétalisée avec une pente des talus de 15° maximum

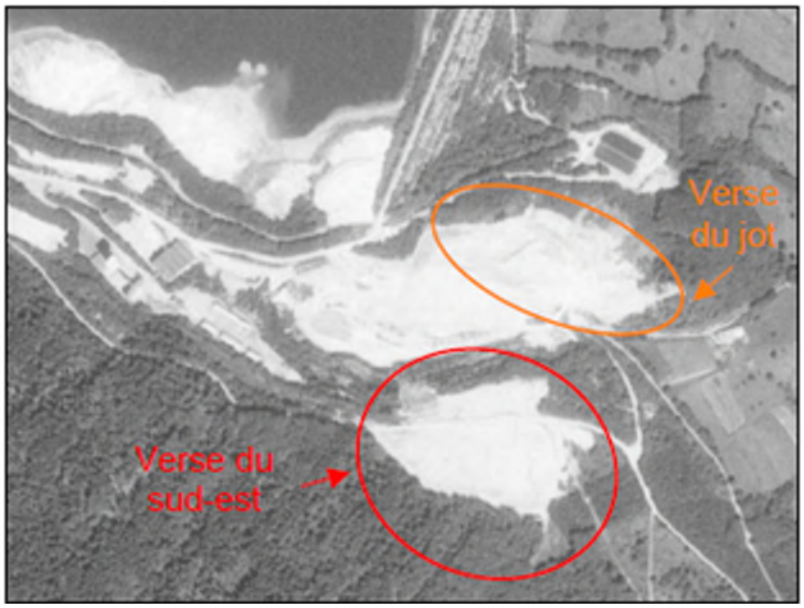


Figure 49 : Localisation des verses à stériles sur photographie aérienne de 1981 (SCE, octobre 2024)

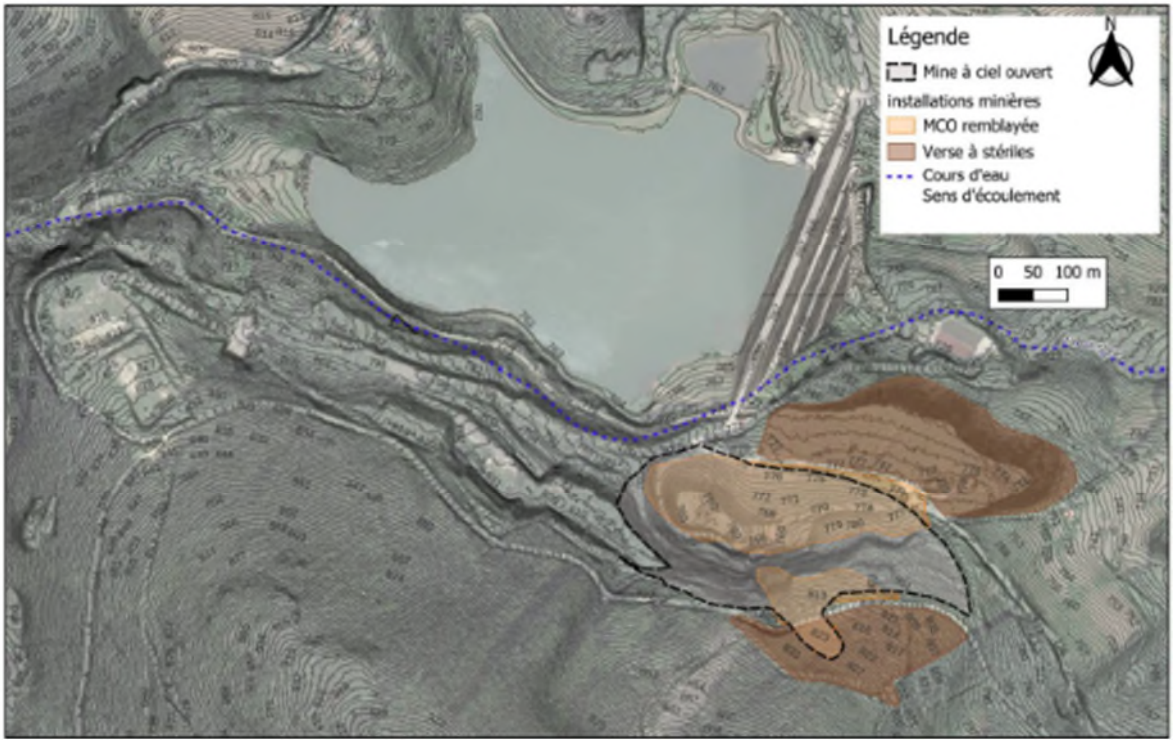


Figure 50 : Topographie au droit des verses à stériles (SCE, octobre 2024)

Lors de l'exploitation, la verse du Jot de 640 000 m^3 avait été aménagée en plateforme pour installer le parc à matériel et les stocks de minerai. Au réaménagement, la plateforme a été détruite et une partie des matériaux de la verse a été employée pour le remblayage partiel de la mine à ciel ouvert et pour le recouvrement des gravats issus du démantèlement des installations de l'usine. En fin de travaux, la verse à stériles et le fond de la MCO ont été reboisés sans apport préalable de terre végétale.

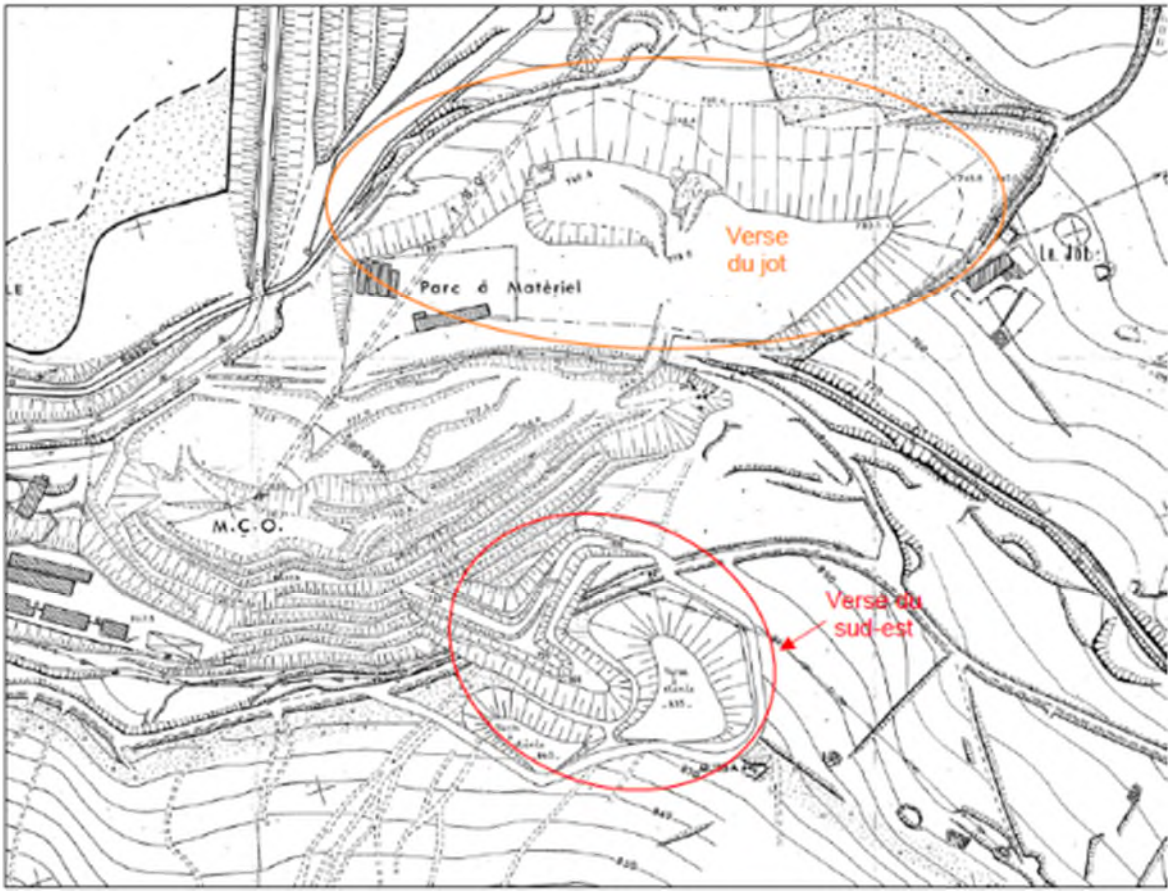


Figure 51 : Plan d'archive non daté positionnant les verses à stériles (SCE, octobre 2024)

1.4.1.4 Carreau minier

Des installations minières de surface sont recensées sur 3 secteurs (ouest en est) : le secteur de l'usine chimique, le carreau minier autour des puits P2 et P3, le parc à matériel.

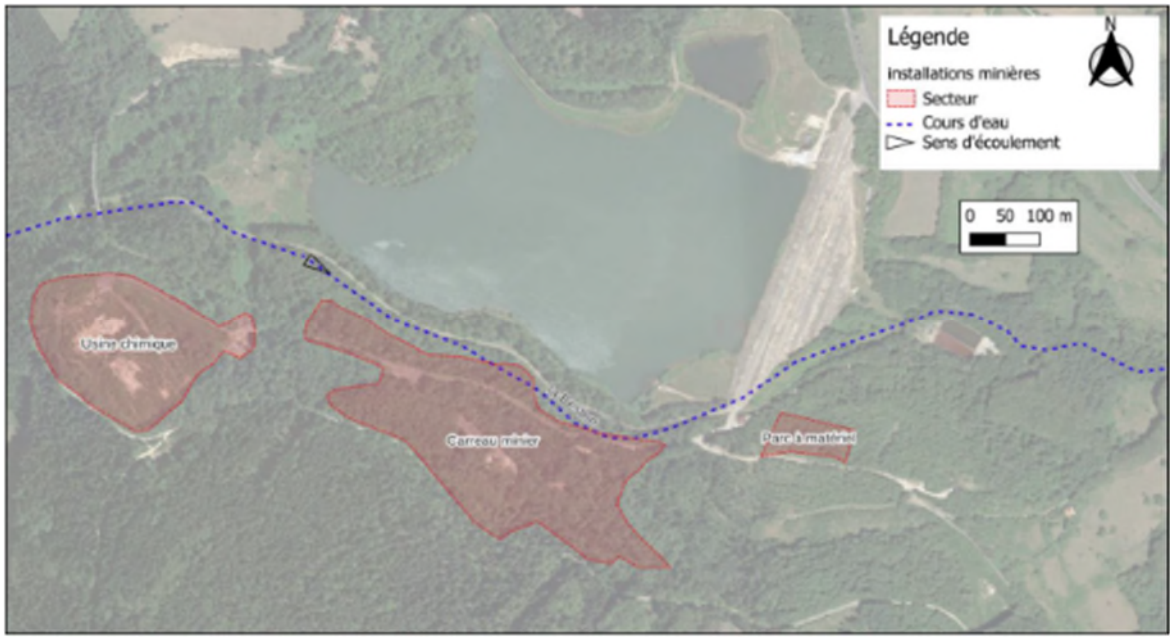


Figure 52 : Localisation historique des installations minières de surface (SCE, octobre 2024)



Figure 53 : Photographie aérienne des installations minières (remonterletemps.ign.fr, 1979, source rapport SCE, octobre 2024)

Fin aout 1982, l'ensemble des installations minières de surface était démantelé (annexes de l'atelier de préparation du minerai, tours d'extraction, stations de remblayage hydraulique, bâtiments annexes, etc.), les terrains nivelés et reboisés. L'atelier de préparation du minerai, l'atelier de triage radiométrique ainsi que les vestiaires du P3 avaient été conservés dans l'espoir d'une réutilisation, conformément au dossier d'abandon des travaux miniers. Aucun projet ne s'étant concrétisé, ils ont été finalement détruits en 1984.

1.4.1.5 Bassin de décantation (Grand Bassin)

Conformément à l'arrêté préfectoral du 20 octobre 1980, un rapport remis le 14 octobre 1983 a exposé différentes hypothèses pour le réaménagement du Grand Bassin. À l'issue d'une étude plus approfondie, COGEMA a remis à la DRIRE, le 14 mai 1984, une note proposant le maintien sous eau des résidus. Elle rejoignait en cela les conclusions de l'Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire (IPSN). Cette proposition a été retenue en concertation avec les services administratifs concernés.

Le choix de la solution « bassin en eau » a nécessité l'adaptation du dispositif de surveillance du barrage et de ses ouvrages annexes :

- Renforcement du dispositif d'auscultation du barrage :
  - Mise en place de bornes topographiques pour le suivi d'éventuels déplacements horizontaux ou tassements de la digue (réalisée en mars 1984) ;
  - Forage et équipement de 9 piézomètres en supplément des 5 existants réalisés de mai à juillet 1984. 15 nouveaux piézomètres ont complété le réseau de surveillance en 2007.
- Renforcement de l'évacuateur de crues :
  - Travaux de maçonnerie dans l'ouvrage souterrain (réalisés de juillet à septembre 1984) ;
  - Réalisation en septembre 1984 de deux forages de liaison jour - tunnel d'évacuation pour éviter toute surpression en cas de crue (reniflards).
- Nivellement avec transport par dragage des résidus à l'intérieur du bassin de façon à mettre sous eau la totalité des résidus (réalisé d'août 1984 à juillet 1985)

L'expertise du barrage, établie par Coyne & Bellier en 1985 à partir de l'ensemble des mesures topographiques et piézométriques réalisées jusque-là, des résultats des différents essais géotechniques de caractérisation des matériaux du corps du barrage, des études d'écoulement d'eau dans le barrage et des calculs de stabilité de cette structure, a conclu à son comportement satisfaisant.

Après exécution des travaux et achèvement des études, un dossier relatif au barrage a été présenté au Comité Technique Permanent des Barrages (CTPB), et celui-ci a rendu son avis le 6 février 1986. Il a conclu à la bonne qualité du barrage et a recommandé les améliorations suivantes :

- Rehaussement et aménagement de l'entonnement de l'évacuateur de crues (travaux réalisés d'octobre 1986 à avril 1987) ;
- Construction d'un dispositif de vidange rapide permettant de baisser d'un mètre le niveau de l'eau du bassin, au cas où les niveaux piézométriques dans le corps du barrage viendraient à dépasser certaines cotes d'alerte (construction de deux conduites vannées reliées à l'évacuateur de crues à l'été 1986 ; dispositif amélioré en 1988 et 1992) ;
- Installation de nouveaux collecteurs de sortie de drains du barrage (août et septembre 1986) ;

- Maintien des parements du barrage sans végétation (passage de désherbant et débroussaillant depuis 1985).

À noter que des travaux de réfection de l'évacuateur de crues ont été réalisés en 2017 et 2018 ainsi que les travaux de réfection de la digue submersible en 2021. Ils ont consisté en une réfection du canal, de la section de contrôle de la galerie et des reniflards.

1.4.2 Description du site actuel après aménagement

Actuellement, le site des Bois Noirs Limouzat comporte :

- Une Installation Classée pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sous la rubrique 1735 encadrée par l'arrêté préfectoral n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 et comprenant :
  - Les résidus de traitement de minerai d'uranium (environ 1 400 000 tonnes) maintenus derrière le barrage ;
  - Les produits de démolition de l'usine SIMO localisés dans la MCO (50 000 tonnes) ;
  - Les boues issues du traitement des eaux provenant du drainage de l'ICPE et des travaux miniers et les zéolithes issues du traitement des eaux du Grand Bassin (2 000 m³/an).
- Deux stations de traitement des eaux : l'une connexe à l'ICPE et traitant les eaux provenant :
  - Du travers-banc (TB0) collectant la surverse de la mine souterraine et l'ensemble des eaux provenant de la mine à ciel ouvert ;
  - Des drains en pied de digue collectant les eaux de drainage du stockage du Grand Bassin ;

  L'autre, traitant les eaux du Grand Bassin constituée d'un bassin à zéolithes.
- Un barrage poids de classe A de 42 m de haut et 508 m de large implanté dans la vallée de la Besbre, dont le cours a été détourné et canalisé. Le barrage retient une lame d'eau d'une épaisseur moyenne de 3,8 m, atteignant au maximum entre 5 et 6 m, représentant un volume de 690 000 m^3 recouvrant 1,4 million de tonnes de résidus issus du traitement des minerais. Il dispose d'ouvrages associés :
  - Un évacuateur de crues composé d'un puits (ou corolle), d'une galerie circulaire et d'un canal à l'air libre en béton débouchant à l'aval du barrage ;
  - D'un ouvrage de vidange composé d'une digue submersible traversée par des conduites en béton fermées par des vannes donnant sur un sas de sécurité ;
  - Un ouvrage de dérivation de la Besbre en rive droite composé d'un barrage en béton (digue des Peux), d'un canal de 1080 m de long et d'un ouvrage de restitution permettant de capter, de dévier et de restituer la Besbre en aval du grand barrage ;
  - Un ouvrage de dérivation du ru de Bellechasse et des fossés de collecte des eaux en rive gauche ;

- Un bassin annexe qui permettait la décantation des eaux après traitement lors de l'exploitation minière ;
- Une échelle à poissons (non fonctionnelle) localisée en rive droite.



La digue des Peux permettant la dérivation de la Besbre (à gauche) et la Besbre canalisée (à droite)

Actuellement, la mine souterraine a été fermée et mise en sécurité par obturation de tous les ouvrages de liaison fond-jour et partiellement comblée par des sables cyclonés. La MCO a également été partiellement comblée. Elle bénéficie initialement d'un arrêté préfectoral d'exploiter au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement en date du 4 août 2005, relatif à un stockage de déchets industriels, correspondant à la mise en dépôt dans l'emprise de l'ancienne MCO de produits de démolition des anciens bâtiments de la Société Industrielle des Minerais de l'Ouest (SIMO) et des remblais et stériles miniers. Aujourd'hui la MCO est également couverte par l'AP 270-DDPP-22 du 28 juin 2022.

Le terrain de l'ancienne usine de traitement de la SIMO appartient désormais à la commune de Saint-Priest-la-Prugne, le reste des terrains est toujours propriété d'Orano.

Aujourd'hui le site couvre une superficie de 83 ha environ, dont 18 ha de bassin en eau.



Figure 54 : Localisation des anciennes installations du site sur photographie aérienne par drone (ORANO Mining – mai 2024)

Ces installations sont illustrées ci-après :

- Le bassin de retenue de la Besbre d'où part la dérivation de la rivière (digue des Peux), qui est canalisée jusqu'en aval du site,



Figure 55 : Bassin de retenue de la Besbre (ECTARE, nov. 2023)

- Le Grand Bassin où les résidus de traitement ont été stockés sous eau, formant un plan d'eau d'environ 18 ha.



Figure 56 : Grand Bassin de stockage des résidus de traitement (ECTARE, nov. 2023)

- « Toboggan » : dissipateur d'énergie à l'aval de la canalisation de la Besbre



Figure 57 : Dissipateur d'énergie (type « toboggan ») du site des BNL (ECTARE, nov.2023)

- La digue du Grand Bassin (508 m de linéaire, 42 m de hauteur, et 27,7° de pente en moyenne) et ses ouvrages annexes retenant une lame d'eau de 3,8 m en moyenne recouvrant 1,4 millions de tonnes de résidus de traitement.



Figure 58 : Linéaire de la digue (ECTARE, nov. 2023)

- Évacuateur de crues : corolle



Figure 59 : Corolle évacuatrice de crue (ECTARE, juin 2024)

- Évacuateur de crues (vue depuis la galerie circulaire sur le canal à l'air libre en béton)



Figure 60 : Évacuateur de crues (ORANO Mining)

Notons que l'ensemble des ouvrages évacuateurs de crue a été mis en place pour garantir la gestion d'une crue de fréquence inférieure à 10 000 ans avec un débit compris en 50 et 60 m³/s.

- Le système de traitement des eaux d'exhaure minière et des drains de la digue par traitement physico-chimique des eaux ;



Figure 61 : Système de traitement physico-chimique des eaux (ECTARE, nov. 2023)

- Le système de traitement par filtration sur zéolithes des eaux pompées du Grand Bassin depuis 2019



Figure 62 : Système de traitement par filtration sur zéolithes (ECTARE, nov. 2023)

- Un bassin annexe au nord du Grand Bassin. Sa fonction initiale était de servir de bassin de décantation, après traitement des effluents de l'usine transitant par le Grand Bassin, l'ajout des réactifs se faisant à l'époque dans le chenal en béton entre le bassin annexe et le Grand Bassin. Actuellement, ce plan d'eau ne sert plus de bassin de décantation.



Figure 63 : Bassin annexe de décantation et chenal en béton (ECTARE, nov. 2023)

Après le réaménagement, un plan compteur a été réalisé au niveau de la plateforme de l'usine, de la MCO et de la verse du Jot.

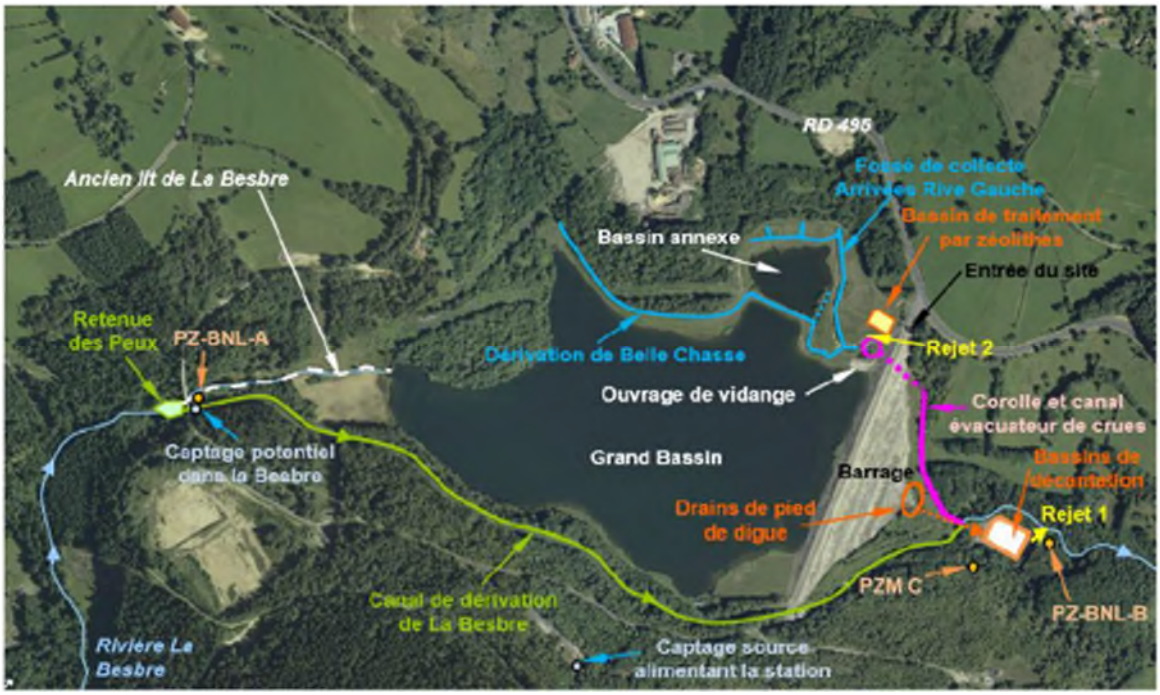


Figure 64 : Localisation des différents ouvrages présents sur le site des Bois Noirs Limouzat (hors échelle)

2 MILIEU PHYSIQUE

2.1 GEOLOGIE, PEDOLOGIE ET TOPOGRAPHIE

Sources : Carte géologique imprimée au 1/50 000ème de Le Mayet-de-Montagne (n°0671N) et sa notice ; site InfoTerre du BRGM, étude d'impact 15 décembre 2018 – ARCADIS ; CABINET REILÉ – synthèse hydrogéologique de l'ancien site minier des BNL – avril 2023.

La connaissance de la géologie du site est établie par la carte géologique Le-Mayet-de-Montagne et sa notice publiées en 1978 du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), et par les travaux miniers, les études de gisement à partir de 1950 (sondages, études géophysiques) et l'analyse structurale du gisement des Bois Noirs (1976).

2.1.1 Contexte régional

Le site se trouve sur le quart nord-est du Massif Central français. Les mouvements alpins ont provoqué dans ce vieux socle (formé de roches cristallines, cristallophylliennes et de sédiments paléozoïques) de grands effondrements nord-sud, les Limagnes. Ces dernières ont été comblées au cours de leur descente par des sédiments tertiaires, encore peu consolidés. Des horsts (massifs surélevés par des failles) ont subsisté entre ces fosses, où l'on trouve les formations du vieux socle largement conservées. Ainsi, l'orientation générale nord-sud fera rencontrer d'ouest en est, successivement :

- Les Monts d'Auvergne ;
- La Limagne de Clermont-Ferrand ;
- Les Monts du Forez et la Montagne Bourbonnaise ;
- Les Limagnes de Loire (plaines de Roanne et de Montbrison) ;
- Les Monts du Lyonnais, du Beaujolais, du Charolais, du Morvan.

Le site se trouve dans le horst d'allongement nord/nord-ouest bordé à l'ouest par la Limagne de Clermont-Ferrand / Vichy et à l'est par la Limagne de Roanne, et plus précisément dans la partie septentrionale de la chaîne forézienne, laquelle comprend : les reliefs connus sous le nom de montagne Bourbonnaise, le massif des Bois Noirs, les Monts de la Madeleine et le chaînon de la Côte roannaise. Les Limagnes sont toutes deux constitutives du rift ouest-européen d'âge Oligocène.

La montagne bourbonnaise se compose ainsi de trois compartiments parallèles, individualisés par des failles N160° (NNW-SSE) issues du rejeu récent d'un réseau tectonique plus ancien :

- Au centre, le compartiment de Bois-Noirs ;
- À l'est (bordant le fossé de Roanne), le compartiment d'Arfeuilles – Madeleine ;
- À l'ouest (bordant le fossé de la Limagne), le compartiment de Lachaux.

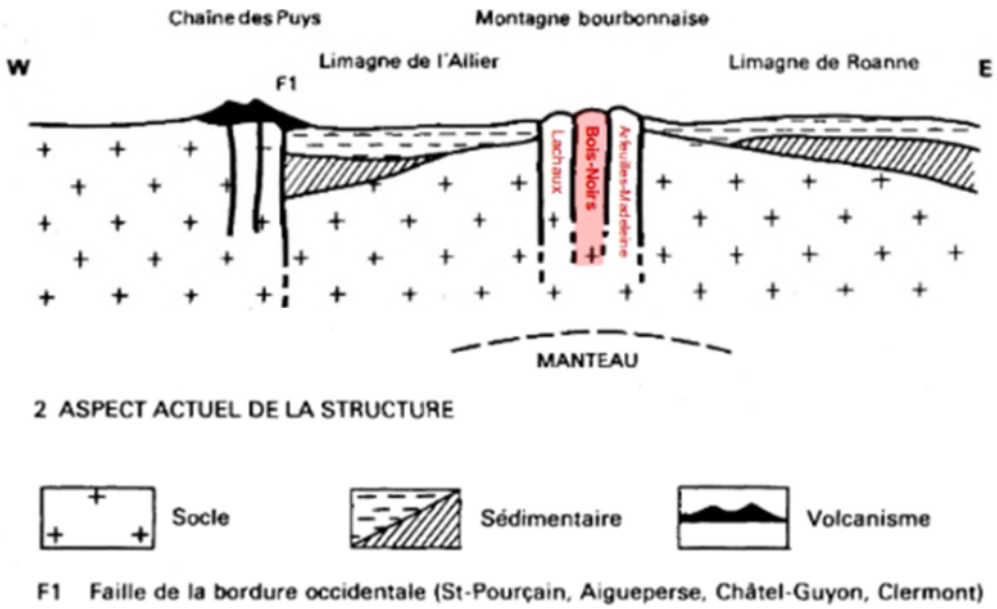


Figure 65 : Reconstruction schématique de la formation de la structure en horsts et graben de la Montagne Bourbonnaise (Cuney, modifié - Cabinet REILÉ)

Les formations géologiques peuvent être groupées en trois grandes catégories :

- Les formations sédimentaires et volcano-sédimentaires d'âge primaire, en lambeaux entre les massifs cristallins plus récents : Massif des Bois Noirs et des Monts de la Madeleine,
- Les formations cristallines d'âge primaire : granites et microgranites en nappes et filons, qui forment l'essentiel des Massifs des Bois Noirs et des Monts de la Madeleine,
- Les formations superficielles composées essentiellement :
    - De formations sédimentaires oligocènes : ces formations débutent par des sables et grès plus ou moins cimentés et se poursuivent par des alternances de calcaires et marnes avec des intercalations sableuses discontinues,
    - D'alluvions quaternaires et les formations d'altération qui masquent localement le substratum.

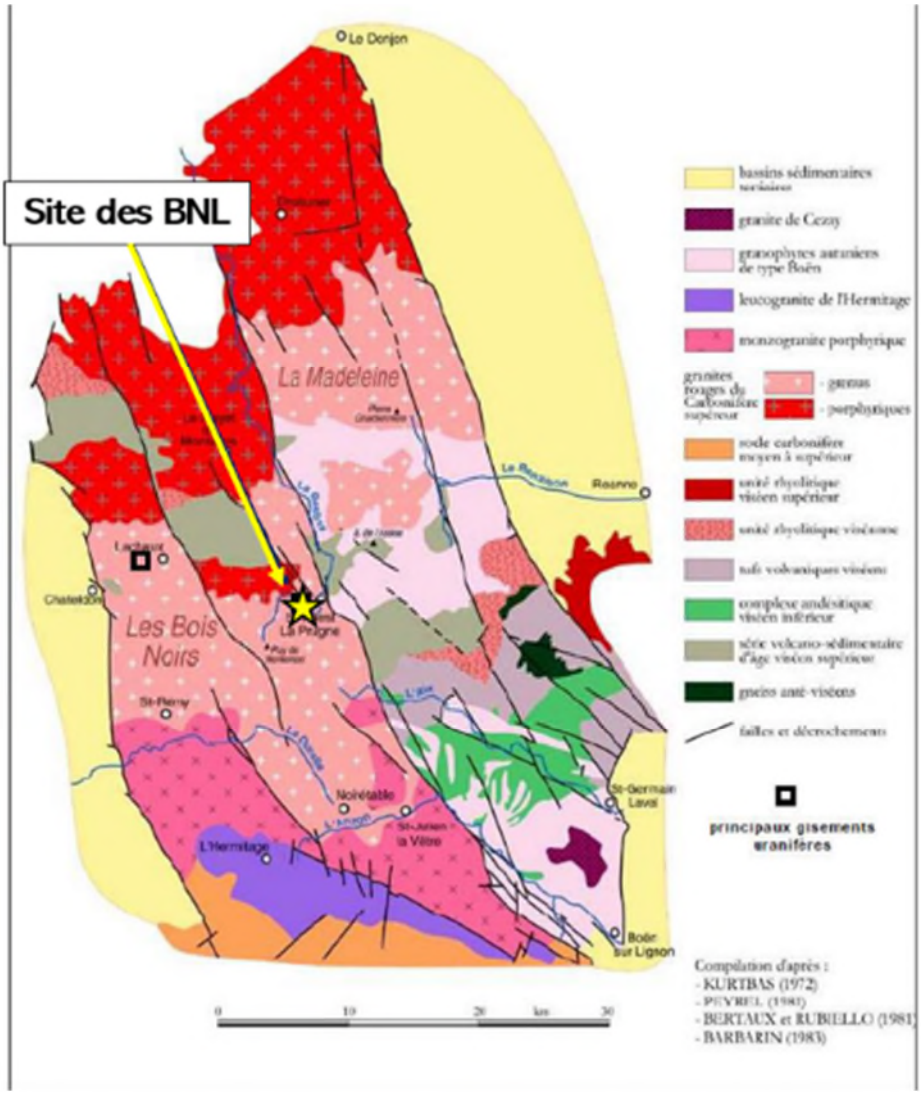


Figure 66 : Carte géologique et structurale de la Montagne Bourbonnaise (Crédit G.Michon, http://dossier.univ-st-etienne.fr/fac-sciences-geologie/)

Le massif des Bois Noirs, constitué principalement de formations cristallines, résulte du rejeu tectonique de failles anciennes qui constituent un ensemble de compartiments orientés Nord-Nord-Ouest / Sud-Sud-Est et surélevés par rapport aux fossés de la Limagne et de Roanne.

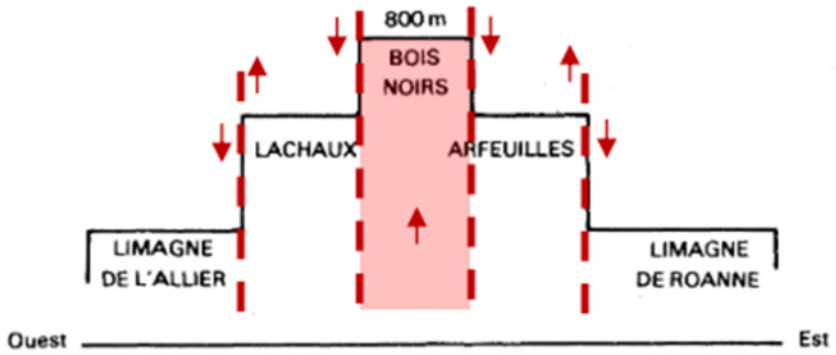
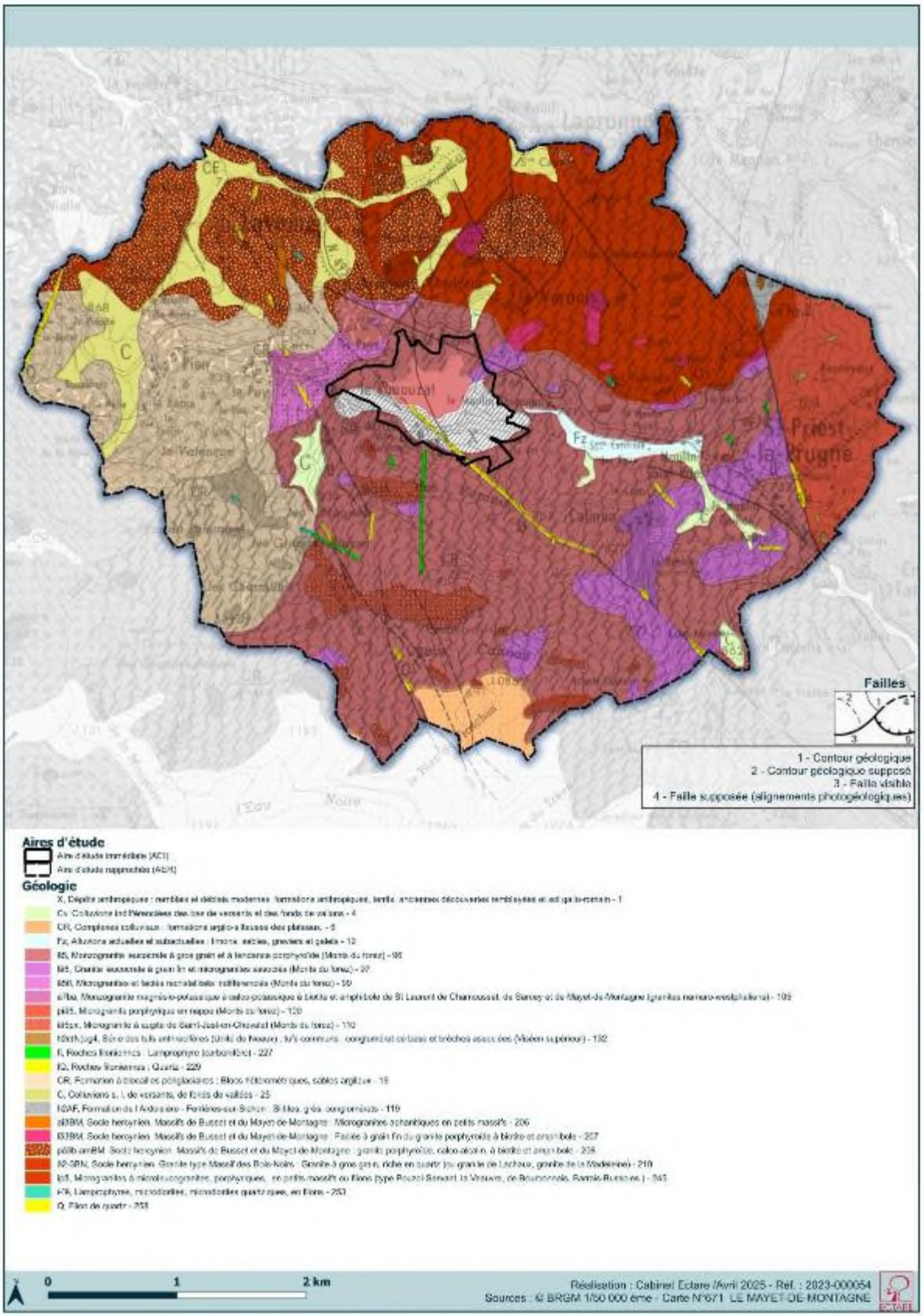


Figure 67 : Coupe altimétrique simplifiée des différents compartiments de la montagne Bourbonnaise à l'état actuel (Pèlerin, CEA modifié - Cabinet REILÉ)



Carte 6 : Contexte géologique détaillé à l'échelle de l'AER

2.1.2 Géologie locale

Les formations géologiques identifiées au droit du site sont des formations cristallines et leurs produits d'altération. On rencontre ainsi :

- Les formations d'altération d'origines alluviale et glaciaire : leur épaisseur varie entre 0,5 et 15 m. Des zones altérées plus épaisses se trouvent en fond de vallée. Les alluvions récentes constituent un ensemble sédimentaire de sables et graviers déposés par le réseau hydrographique récent. Aux abords de la Besbre, les alluvions sont très limitées voire inexistantes. C'est particulièrement vrai en tête de bassin, en amont du viaduc des Peux, du fait d'une pente marquée, d'un régime torrentiel, et d'une vallée incisée sans lit majeur important. Il est établi que les formations alluvionnaires récentes se développant dans le fond de la vallée de la Besbre ne présentent pas de continuité hydrogéologique (circulation souterraine) entre les formations situées à l'amont et à l'aval du barrage ;
- Le substrat cristallin « le granite des Bois Noirs » (granite porphyrique) : il s'agit d'un granite à gros grains, riche en quartz et pauvre en biotite, à tendance alcaline, et qui présente plusieurs faciès en fonction de sa localisation dans le massif. Au niveau du site, il présente un faciès à grains fins ;
- Les microgranites : ils sont liés aux granites des Bois Noirs, soit contemporains, soit immédiatement postérieurs. Ils sont de type porphyrique et sont étalés en nappes disposées horizontalement sur le granite des Bois-Noirs

Les environs du site de Bois Noirs Limouzat présentent des épaisseurs particulièrement importantes de colluvions d'origine glaciaire/périglaciaire en recouvrement du substrat cristallin sous-jacent.

Des filons de lamprophyres d'aplites et de quartz se retrouvent dans l'environnement immédiat de la mine.

Le site n'est plus exploité, et les réaménagements des galeries, de la mine à ciel ouvert et de la verse à stériles ont été effectués. À noter que l'ancienne mine d'uranium a été identifiée en tant que géosite[7] par l'Inventaire National du Patrimoine Géologique (INPG). En effet, elle a été classée par intérêt, principalement pour sa minéralogie de gisement uranifère primaire de type stockwerk. La minéralisation est concentrée dans un réseau dense de filons de quartz. Celle-ci a connu un remaniement supergène au début du Tertiaire. Ce sujet est traité également dans le chapitre *6.3.4 – Géosite*.

2.1.2.1 Gisement des Bois Noirs Limouzat

Source : Combes P., Schmitt J.-M. (2006). Étude hydrogéologique et géochimique du site minier des Bois Noirs. Rapport technique No R060710JSCH, Centre de Géosciences, École des Mines de Paris, Fontainebleau, France.

À l'échelle du site, les campagnes géophysiques ont permis :

[7] Tout objet présentant une certaine valeur qu'elle soit scientifique, historico-culturelle, esthétique ou socio-économique (UNESCO)

- D'identifier un horizon altéré d'une épaisseur d'environ 20 à 30 mètres surmontant un substrat granitique sain et peu fracturé ;
- D'identifier sur le site un corridor de fracturations discontinues d'orientation générale N135°, porteur de la minéralisation uranifère. L'axe de fracturation principal à l'échelle du site n'est pas constitué d'une seule faille mais d'un réseau de failles non continues qui suivent en relai l'axe de fracturation régional, et recoupées localement par des accidents transversaux.

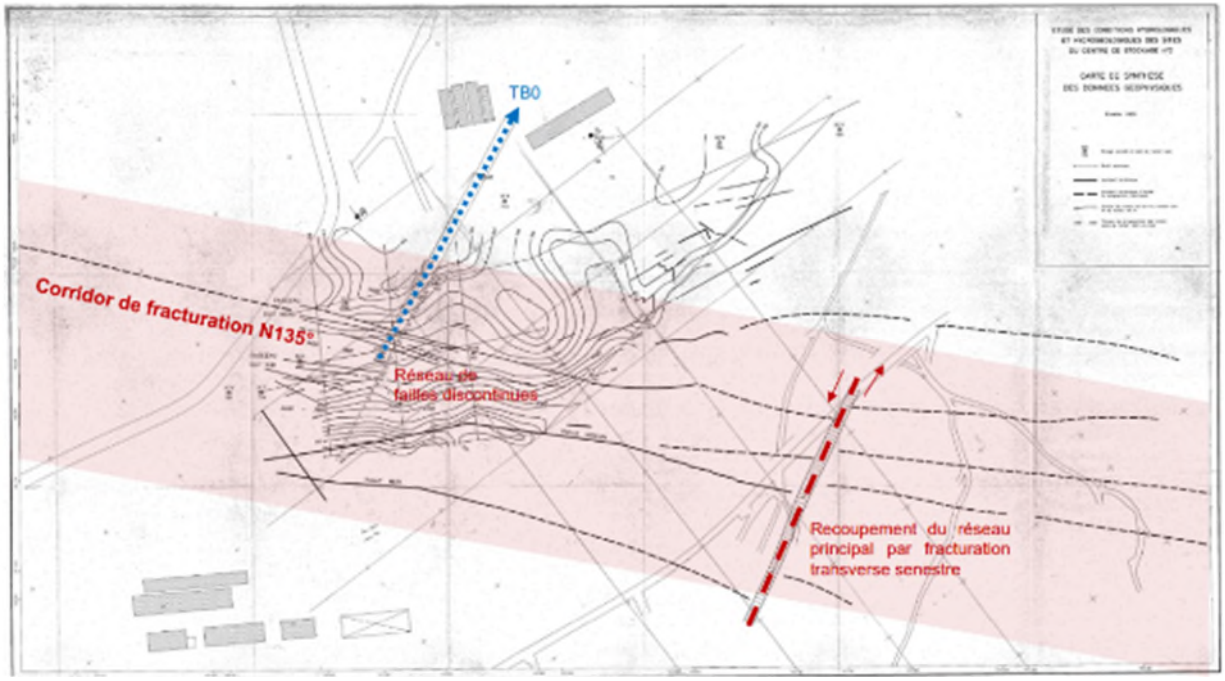


Figure 68 : Fracturation de la zone d'exploitation principale au droit du carreau minier établie par couplage des relevés de résistivité et des investigations par sismique réfraction (REF. Planche 80GPH062 modifié - Cabinet REILÉ)

Le gisement est encaissé dans la partie nord du granite des Bois Noirs. Il est organisé au sein du complexe filonien en différentes colonnes minéralisées, et dont les ressources économiquement viables ont fait l'objet de leur exploitation. Les minéralisations sont associées à de puissants filons de quartz. Chaque colonne minéralisée a donné son nom aux différents quartiers (secteurs) de l'exploitation, que l'on peut schématiser :

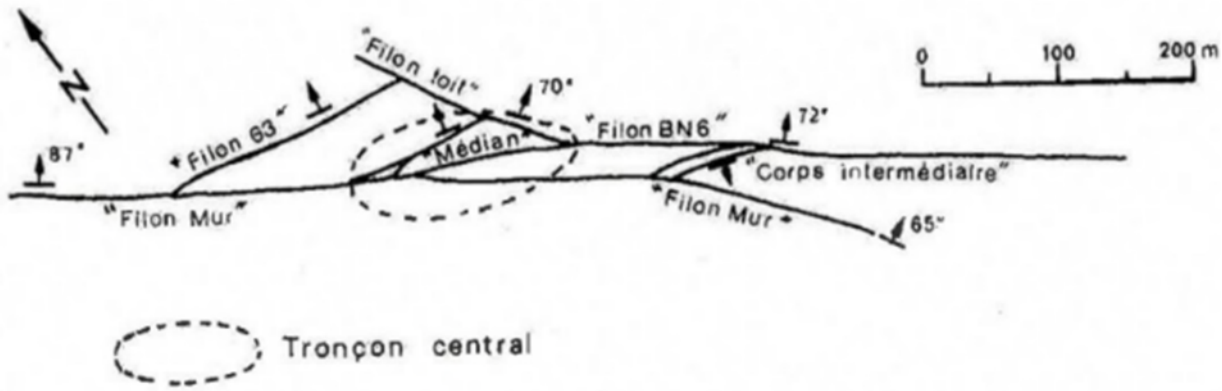


Figure 69 : Schéma d'organisation et toponymie des filons constitutifs du gisement des BNL (Cabinet REILÉ)

Six phases distinctes de minéralisation ont été identifiées dans les structures filoniennes du gisement :

- Une première phase à quartz, pechblende, marcassite et pyrite ;
- Une deuxième phase d'oxydation à silice microcristalline et hématite (jaspe rouge), transformant la pechblende en coffinite ;
- Une troisième phase à quartz rubané, chalcopyrite et pyrite, et galène accessoire ;
- Une quatrième et une cinquième phase à calcite et dolomite, fluorite et sulfures (pyrite bismuthinite, chalcopyrite) accessoires ;
- Une dernière phase d'altération supergène récente à minéraux d'uranium hexavalents, oxydes de fer et manganèse.

La pechblende présente dans la première phase est un mélange en proportions variables de dioxyde d'uranium (UO_2) cryptocristallin et de trioxyde d'uranium (UO_3) amorphe, que l'on trouve sous forme de filons ou en amas. Elle renferme entre 75 à 85 % d'uranium, des teneurs variables en plomb, des traces de bismuth, de thorium, de zinc, de cuivre, d'argent, de cobalt…

L'exploitation du gisement (1956 – fin 1980) a dû s'adapter à trois types de configuration : des zones filoniennes (1 à 4 m) de bonne tenue, des zones filoniennes altérées et des zones d'amas de grande section.

2.1.2.2 Sondages au droit du grand bassin

Sources : Site BNL, étude géotechnique de projet, GINGER CEBTP 2011

Les résidus de traitement reposent directement sur le substratum granitique et constituent une couche d'épaisseur comprise entre 0 et 30 m environ, présentant des couches plus ou moins compactées.

Des investigations ont été réalisées sous le contrôle de GINGER en 2011 et mettent en évidence la lithologie suivante, sous la lame d'eau de 3 à 5 m d'épaisseur :

- Sables plus ou moins limoneux ou argileux sur une épaisseur de 1,5 à 2,8 m (formation 1) ;
- Argiles sableuses intercalées de bancs de sable et sables argileux dans le sondage S1. Leur profondeur varie entre 5 – 8 m et 17 – 25 m sous le toit de la lame d'eau (formation 2) ;
- Au-delà des sables et orthogneiss correspondant à une altération du substratum granitique rocheux (formation 3).

Les résidus de traitement correspondant aux formations 1 et 2 ont été identifiés par Ginger, en vue de leur classification selon le Guide des Terrassements Routiers (GTR). La granulométrie fine des résidus de traitements (Φ = 0 – 160 µm) a conduit GINGER à apparenter ces résidus à des argiles plus ou moins sableuses. En raison de cette faible granulométrie, la perméabilité de ce matériau a été estimée très faible (de l'ordre de 10^{-9} m/s).

Des essais au pénétromètre statique menés par la société LANKELMA ont permis de vérifier la portance, la résistance et l'hétérogénéité des résidus (rapport - essais au pénétromètre

statique, Areva - réhabilitation du site des BNL, LANKELMA 2013). Ces essais ont été réalisés sur l'eau à partir d'un ponton (9 essais au pénétromètre statique avec 10 essais de dissipation répartis sur le bassin).

Les résultats mettent en évidence, sous une lame d'eau de 3 à 6 m d'épaisseur :

- Une épaisseur des résidus variable, comprise entre 2,40 et 11,70 m. Les couches de résidus sont généralement couvertes ou intercalées de bandes de sable ;
- Sur trois sondages, les résidus sont épais et d'une consistance extrêmement faible. Les résultats indiquent que les résidus sont à ces endroits encore à l'état de boue (liquides) et non à l'état de vase (solide mais très mou) et qu'il ne s'est pas produit de consolidation sous leur propre poids.

Ces essais indiquent ainsi une hétérogénéité des résidus dans le sens horizontal avec des résidus par endroit très mous, épais.

2.1.2.3 Sondages au droit de la digue

Sources :

- *Évaluation de la stabilité à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères – ouvrage des Bois Noirs, Althéa, 2014 ;*

Annexe : Compte-rendu d'investigation géotechnique de Fondasol (PR. 63GT.24.0025 – 001) du 12/12/2024.

Les caractéristiques de la digue sont les suivantes :

- Hauteur maximale de la digue : 42 m ;
- Pente aval : 26 ° ;
- Pente amont : 30 ° ;
- Largeur en crête : 10,5 m ;
- Linéaire : 508 m environ.

Elle est constituée de stériles miniers, ayant bénéficié d'un compactage, dont les fondations reposent directement sur le substratum rocheux.

Les terrains de fondation de la digue ont été analysés en octobre/novembre 2014 par Althéa. Les résultats des sondages ont mis en évidence des remblais granitiques sablo-graveleux avec passages argilo-limoneux et blocs sur de fortes épaisseurs (jusqu'à plus de 28 m) reposant sur des alluvions sablo-argileux sur 1,5 m d'épaisseur et surmontant un substratum granitique altéré et fracturé. Le granite sain a été reconnu à 43 m de profondeur par rapport au sommet de la digue.

Le compte-rendu d'investigation géotechnique de Fondasol dont l'étude terrain a été menée du 05/04/2024 au 03/07/2024 confirme les résultats d'Althéa de 2014 concernant la mise en évidence de remblais granitiques sablo-graveleux (jusque dans les douze premiers mètres de profondeur). En effet, les sondages carottés en tête de digue allant jusqu'à 12 m de profondeur montrent une lithologie globalement formée de remblais de grave argilo-sableuse d'une épaisseur variable (entre 30 cm à 2 m), puis de remblais de sables à texture variable : souvent caillouteux à argilo-caillouteux, argilo-graveleux, limono-argileux. L'un des sondages présente un bloc de granite de 20 cm d'épaisseur à 5,8 m de profondeur.

2.1.3 Caractérisation des stériles miniers

Source : Rapport d'investigations de sol et des eaux superficielles (815-09-0099) – ARCADIS, août 2011

Les stériles[8] miniers sont localisés sur la Verse du Jot, dont la localisation est présentée sur la carte ci-après.

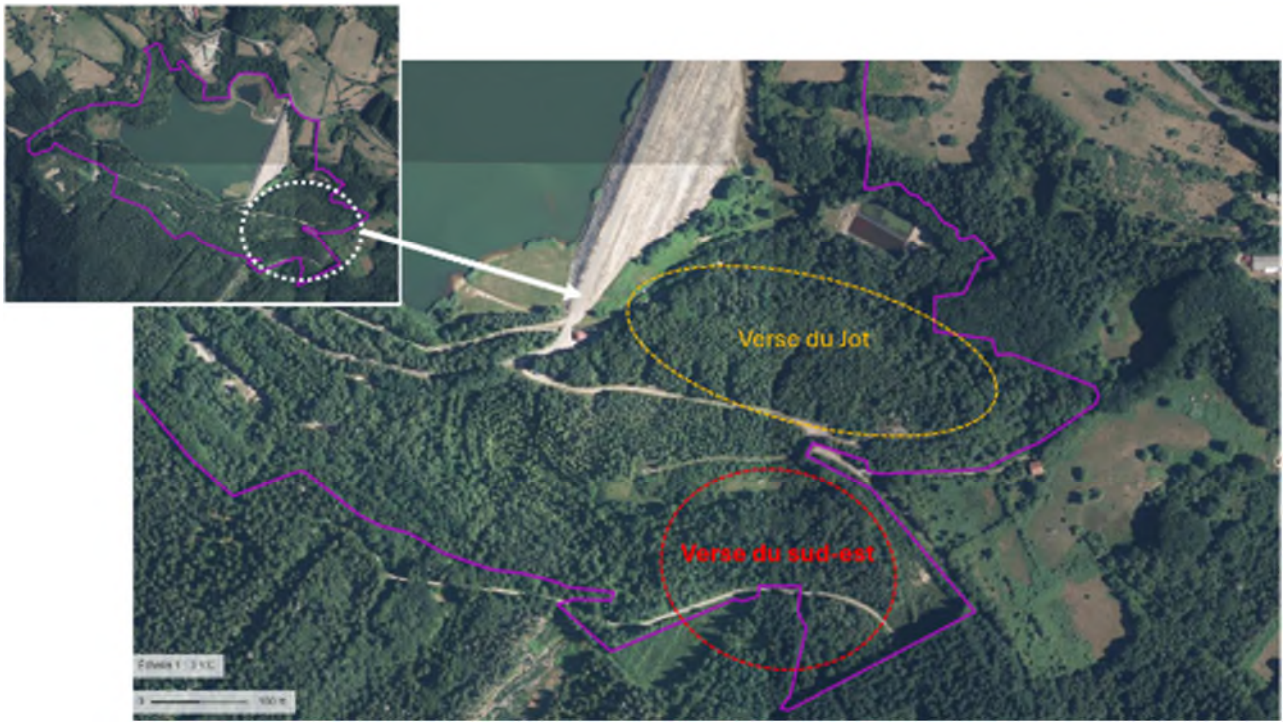


Figure 70 : Localisation de la verse du Jot

2.1.3.1 Caractérisation chimique

Une campagne d'investigations de sol a été réalisée en octobre 2010, sur la Verse du Jot.

10 prélèvements de sol ont été réalisés par un technicien spécialisé avec une tarière manuelle (voir plan sur la figure suivante).

[8] Matériaux issus de l'exploitation du sol pour atteindre les matériaux valorisables (minerais), matériaux non traités



Figure 71 : Sondages réalisés en 2010 sur la verse du Jot

Les prélèvements ont été réalisés sous la couche végétale afin de caractériser chimiquement au mieux les stériles miniers en place. La surface de la verse à stériles couvre une surface de 5.274 ha.

Les analyses ont porté sur :

- Sols bruts : COT (Carbone Organique Total), BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes), PCB (Polychlorobiphényles), HCT C10-C40 (Hydrocarbures totaux), HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques)
- Sur éluat après lixiviation : métaux lourds, chlorure, fluorure, sulfate, indice phénols, COT, fraction Soluble.

Bien que le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) défini des valeurs de gestion relatives à la présence de métaux et métalloïdes dans les sols (arsenic, mercure et cadmium), il n'existe pas en France de valeur limite définissant des seuils de pollution des sols pour envisager une réhabilitation du site dans le cas présent (uranium, radium). Toutefois, pour pouvoir orienter les actions, les résultats d'analyses sont comparés aux valeurs du fond géochimique issu du programme ASPITET (Denis Baize, INRA Centre d'Orléans) qui présente des teneurs totales en métaux lourds dans les sols français dits ordinaires.

Les résultats d'analyses ont mis en évidence :

- Sur sols bruts :
  - Des teneurs en Cuivre (maximum de 260 mg/kg MS en P9) et en Sélénium (maximum de 2 mg/kg MS en P5, P6 et P9) supérieures aux gammes de valeurs de référence ;
  - Des traces d'Hydrocarbures C10-C40 au droit de P5 ;
  - Des teneurs en BTEX toutes inférieures à la limite de quantification ;
  - Des traces d'HAP (P4, P7, P8 et P10) et de PCB (P4 à P10).
- Sur éluats après lixiviation (fractions solubles) :

- Pour les Métaux, uniquement des traces de Baryum, Cadmium, Cuivre et Zinc ;
- De faibles teneurs en Chlorures, Fluorures, Sulfates et Indice Phénols.

2.1.3.2 Caractérisation physique

Une campagne de prélèvements a été réalisée en août 2013 afin de caractériser physiquement les stériles (plan d'implantation ci-dessous).

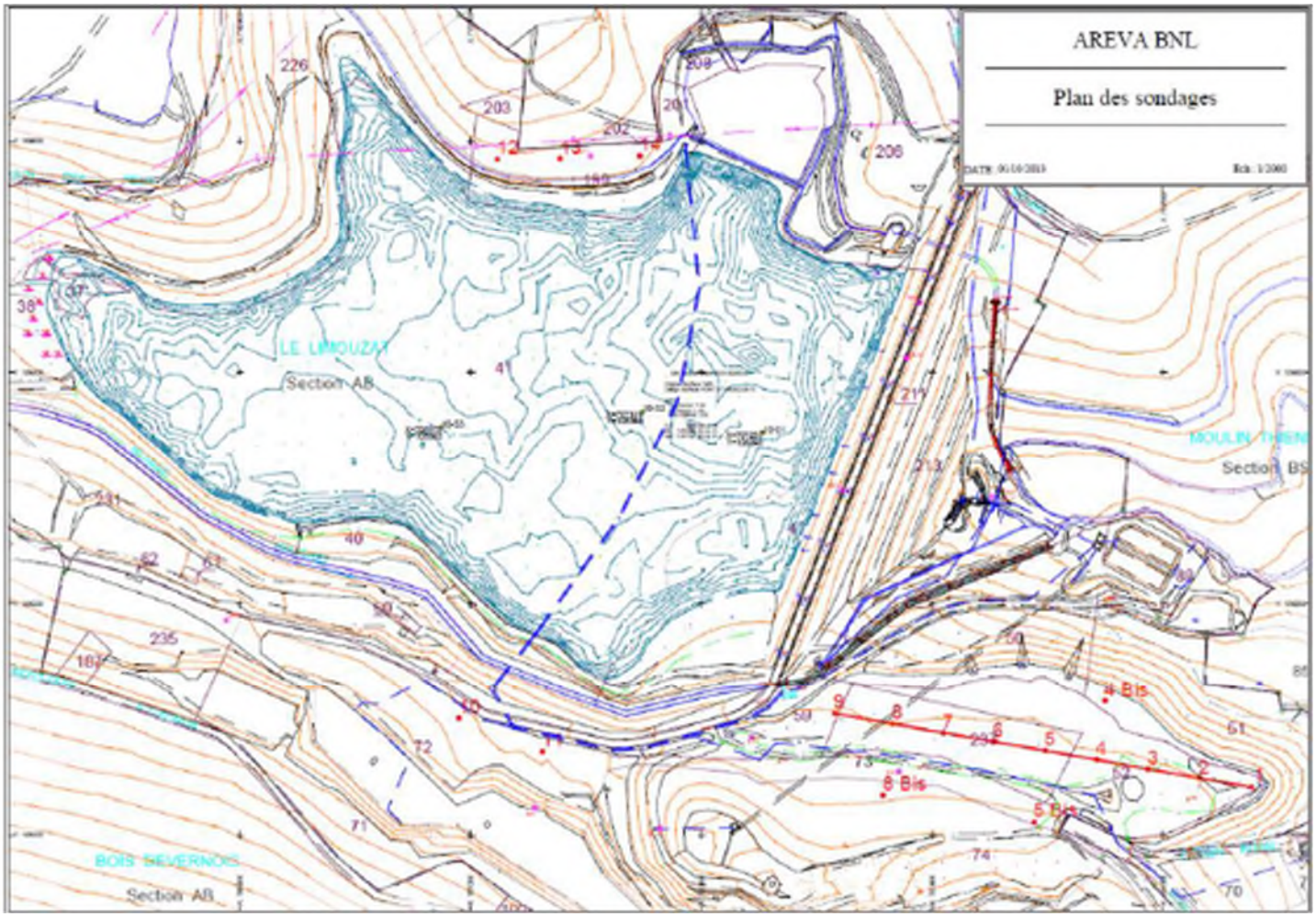


Figure 72 : Sondages réalisés en 2013 sur les stériles

14 sondages ont fait l'objet de prélèvements à trois niveaux de profondeur (0,5, 2,5 et 4,5 m) sur lesquels ont été menés des essais de teneur en eau, granulométrie, sédimentométrie, valeurs au bleu et limites d'Atterberg (plasticité du sol). Les résultats mettent en évidence :

- Une nature du sol composée d'arènes (formations issues de l'altération in situ de roches magmatiques ou métamorphiques) généralement graveleuses, avec plus ou moins de sable ou d'argile selon les sondages. Des blocs rocheux de taille variable sont souvent présents ;
- Des teneurs en eau variables entre 2,4 (dans du rocher type granite) et 18 % (dans des arènes terreuses) ;

- Une granulométrie répartie de la façon suivante :
  - Fraction < 2mm : de 12,9 à 67 %,
  - Fraction < 80 µm : de 3,1 à 30,9 %,
  - Fraction < 2 µm : de 0 à 6,7 % ;
- Des valeurs au bleu comprises entre 0,1 et 0,91 caractéristiques d'un sol sablo limoneux, sensible à l'eau (catégorie définie par le Guide des Terrassements Routiers, GTR 92) ;
- Selon le classement GTR (norme NF P 11-300 : classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières), des sols majoritairement de classe B5 (sables et graves très silteux), B3 (graves silteuses), B4 (graves argileuses), ou C1Bi (argiles à silex, argiles à meulières, éboulis, moraines, alluvions grossières…).

2.1.3.3 Caractérisation radiologique

Annexe : note de synthèse de la campagne de caractérisation radiologique des eaux du Grand Bassin (BNL) de mars 2025 par ALGADE

Afin de caractériser les résidus sous eau du Grand Bassin, une campagne de prélèvement d'échantillons de résidus (en cinq points) a été réalisée par ALGADE le 11 février 2025.

Les prélèvements des résidus présents en fond de bassin ont été prélevés au moyen d'une benne à sédiments.

Les résultats d'analyse des échantillons de résidus sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Les échantillons présentent des activités massiques en Radium 226 comprises entre 20 et 94 $Bq.g^{-1}$ de matière sèche pour des teneurs en Uranium 238 comprises entre 3 et 10 $Bq.g^{-1}$. Il est à noter que les échantillons prélevés contenaient beaucoup de matières organiques fines (couleur noire) et que le laboratoire a du sous-échantillonner pour récupérer des matériaux représentatifs des résidus (de couleur plus claire). Il est possible que ce sous-échantillonnage ait générer un petit biais. Toutefois ces valeurs restent dans la gamme des valeurs présentées dans différentes études antérieures.

Point de prélèvement	Profondeur (m)	Activité massique ($Bq.g^{-1}$ de matière sèche)			
		^{238}U	^{226}Ra	^{235}U	^{223}Ra
P1	6	10,3 ± 1,8	56,3 ± 3,7	0,6 ± 0,08	3,5 ± 0,55
P2	4,6	7,3 ± 1,3	62,2 ± 4,1	0,62 ± 0,11	3,2 ± 0,5
P3	3,2	4,16 ± 0,73	93,6 ± 2,5	< 0,39	4,4 ± 0,5
P4	2,8	8,5 ± 1,4	38,3 ± 1,0	0,51 ± 0,07	2,1 ± 0,15
P5	3	3,47 ± 0,57	19,38 ± 0,49	0,242 ± 0,039	1,3 ± 0.1

Figure 73 : résultats d'analyse des échantillons de résidus du Grand Bassin (ALGADE)

2.1.4 Recherche d'amiante

Annexe : Rapport de synthèse d'analyses de minéraux asbestiformes d'intérêt dans les matériaux et produits manufacturés – AD-LAB, 24/09/2024.

En juin 2024, Fondasol a prélevé six échantillons sur le site des Bois Noirs Limouzat afin de déterminer la présence ou non de minéraux asbestiformes d'intérêt dans les matériaux et produits manufacturés. Ces six échantillons correspondent à des sondages carottés en rive gauche du Grand Bassin au droit du futur chenal de la « nouvelle Besbre ».

	Profondeur (m/TN)	Coordonnées en Lambert CC (zone 46)		Altitude (m NGF)
		X	Y	Z
SC24-01	10.3-10.9	1755318,34	5196759,25	786,15
SC24-02	12.2-13.0	1755353,68	5196703,96	769,15
SC24-03	19.0-19.4	1755457,46	5196918,08	765,17
SC24-03	24.0-24.5			
SC24-08	24.0-25.0	1755877,17	5196925,00	766,20
SC24-10	33.0-34.3	1755977,39	5196763,26	765,30

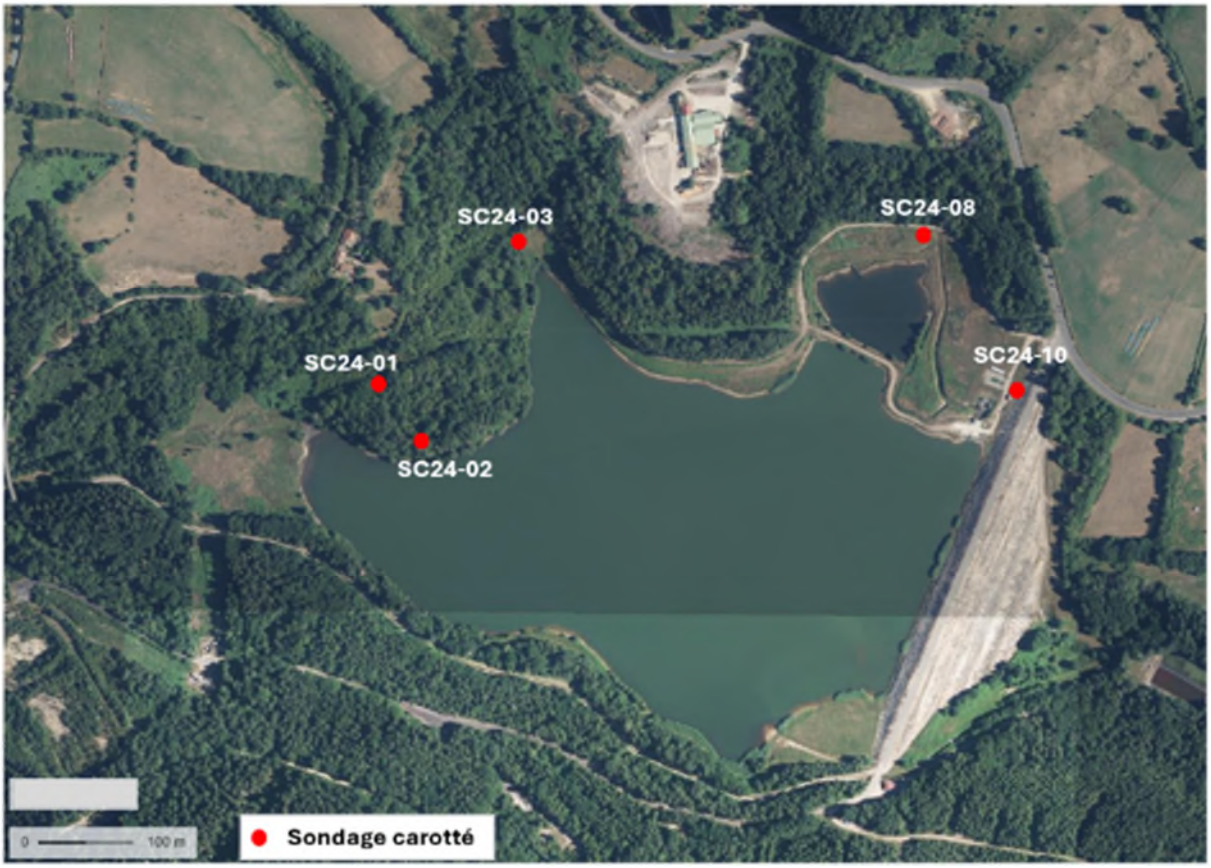


Figure 74 : Localisation des sondages carottés pour la recherche d'amiante (FONDASOL)

D'après le rapport d'analyses du laboratoire AD-LAB, sur les six sondages réalisés aucune fibre d'amiante et/ou autres PMA fibreuses d'intérêt n'a été détectée comme le montre le tableau de synthèse ci-dessous.

N° analyse échantillon	Réf échantillon client	Localisation/description client	N° analyse couche = composant	Description analytique	Type de broyage manuel utilisé en préparation	Type d'Analyse	Nbre lames MOLP	Nbre prép° META	Nbre grilles META	Fibres d'amiante et/ou autres PMA fibreuses d'intérêt detectées ?	Type de minéral	Observations
BL202409301-01	BNL-SC24-01-DIA01	10.30 m à 10.90 m Granite très fracturé à broyé avec recristallisations/chloritisation	BL202409301-01,1	Fragments de roche solide gris/rose à phénocristaux avec plaquages verts à blancs.	Broyage au mortier/pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	D'autres fibres minérales ont été observées.
BL202409301-02	BNL-SC24-02-DIA02	12.20 m à 13.00 m Granite pegmatitique fracturé à broyé	BL202409301-02,1	Fragments de roche solide gris/rose à phénocristaux avec plaquages verts à blancs.	Broyage au mortier/pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	D'autres fibres minérales ont été observées.
BL202409301-03	BNL-SC24-03-DIA03	19.00 m à 19.38 m Granite fracturé + altéré avec traces de chloritisation	BL202409301-03,1	Fragments de roche cassante rose/vert à plaquages blancs.	Broyage au mortier/pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	D'autres fibres minérales ont été observées.
BL202409301-04	BNL-SC24-03-DIA04	24.00 m à 24.50 m Granite fracturé à broyé avec forte chloritisation	BL202409301-04,1	Fragments de roche solide gris/rose à plaquages verts à blancs.	Broyage au mortier/pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	D'autres fibres minérales ont été observées.
BL202409301-05	BNL-SC24-08-DIA05	24.00 m à 25.00 m Granite fracturé à broyé avec légère chloritisation	BL202409301-05,1	Fragments de roche cassante gris/rose à légers plaquages verts.	Broyage au mortier/pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	D'autres fibres minérales ont été observées.
BL202409301-06	BNL-SC24-10-DIA06	33.00 m à 34.300 m Granite fracturé à disloqué avec argilisation/chloritisation	BL202409301-06,1	Fragments de roche solide gris/rose à phénocristaux avec plaquages verts à beiges.	Broyage au mortier/pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	D'autres fibres minérales ont été observées.

** « autres fibres minérales observées » signifie que des fibres minérales autres que celles recherchées ont été détectées. Ces fibres ne répondent pas aux critères d'identification (morphologie, cristallographie, chimie) des fibres recherchées.*

Figure 75 : Tableau de synthèse - recherche d'amiante et autres PMA fibreuses

Le site est localisé sur un gisement uranifère encaissé dans la partie nord du granite des Bois Noirs. Il est de type filonien, les minéralisations étant associées à de puissants filons de quartz. Six phases distinctes de minéralisation ont été identifiées dans les structures filoniennes du gisement.

Les résidus de traitement stockés dans le Grand Bassin reposent directement sur le substratum granitique et constituent une couche d'épaisseur comprise entre 0 et 30 m environ, présentant des couches plus ou moins compactées. Concernant les stériles miniers, localisés sur la Verse du Jot, des prélèvements ont permis de caractériser ces stériles comme inertes chimiquement.

Le site ne comporte aucune trace d'amiante ou autres PMA fibreuses d'intérêt.

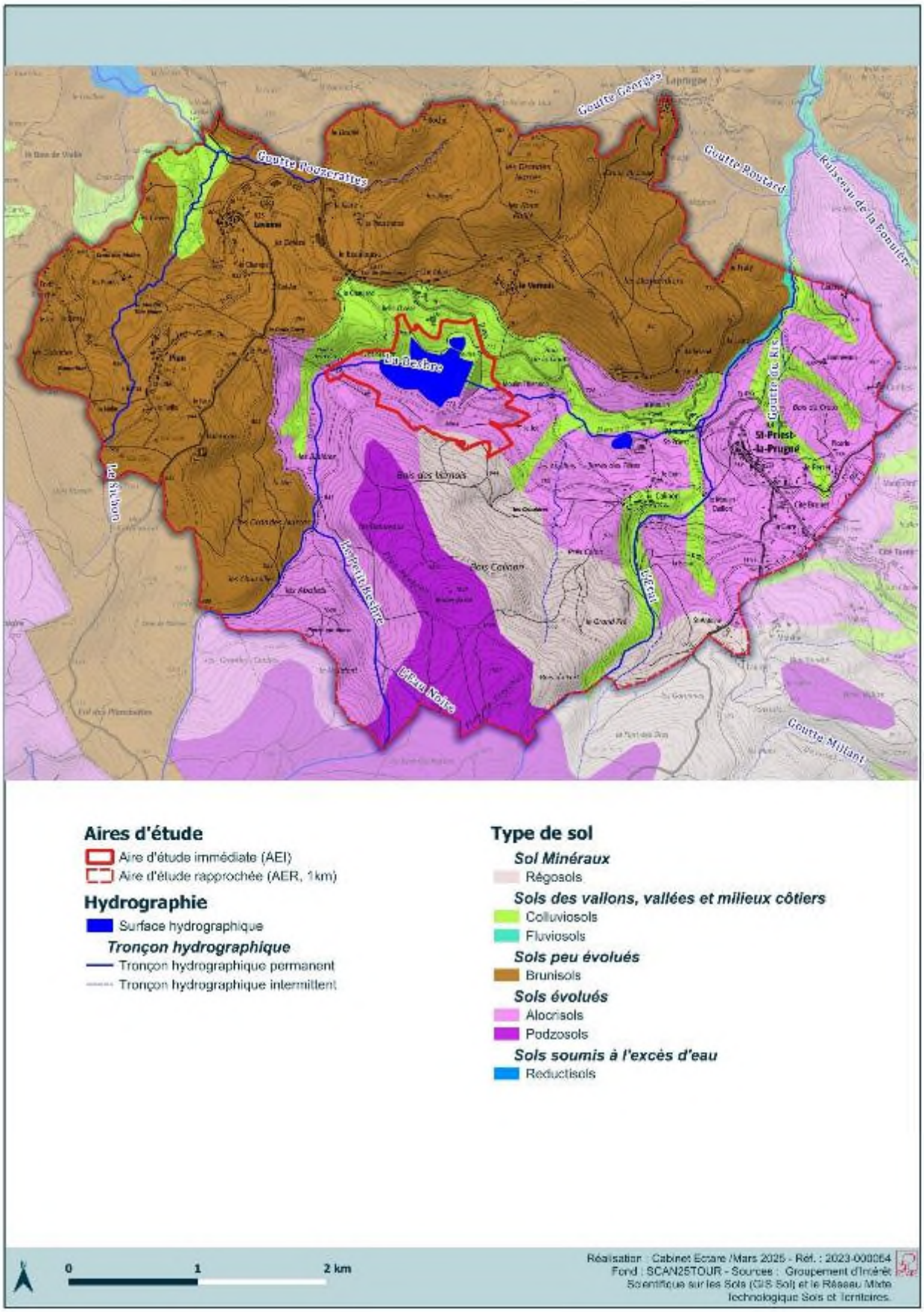
Ainsi, la géologie représente un enjeu modéré pour le projet.

2.1.5 Pédologie locale

Selon la Chambre Régionale d'Agriculture Auvergne-Rhône-Alpes, la pédologie de l'AEI appartient majoritairement aux Unités Cartographiques de Sols (UCS) suivantes :

- Dans son secteur nord : « Thalwegs secondaires humides sur tufs, rhyolites, granites et gneiss (300-400 m à 800-1000 m) - Sols SAL à LAS, profonds, peu acides, à horizon S plus ou moins argileux et pseudogley plus ou moins affirmé » (UCS n°47). Le type de sol associé correspond aux colluviosols. Il s'agit de sols issus de colluvions, matériaux arrachés au sol en haut d'un versant puis transportés par le ruissellement de l'eau ou par éboulement pour être déposés plus en aval, en bas de pente. Il s'agit donc de dépôts comportant le plus souvent des éléments grossiers (graviers, cailloux, pierres…), charbons de bois, débris végétaux ou autres. L'épaisseur des colluviosols est supérieure à 50 cm. Les colluviosols sont donc le plus souvent observés dans les fonds de vallons, au pied de talus ou encore à la faveur des replats en milieu de pente.
- Dans son secteur sud : « Pentes fortes à très fortes sur granites et gneiss. Bois - Monts du Forez, de la Madeleine et Massif du Pilat (> 800-1000 m) - Sols SL ou SAL, peu à moyennement profonds (30-60 cm), acides, à horizon S et arène jaunâtre » (UCS n°60). Le type de sol qui y domine est l'alocrisol (oligotrophe à mésotrophe). Les alocrisols sont des sols moyennement épais à épais (plus de 35 cm d'épaisseur) acides à très acides, développés à partir d'altérites de grès, de schistes ou de roches cristallines, que l'on observe le plus souvent sous forêts ou végétation naturelle. Les alocrisols sont riches en aluminium échangeable, potentiellement assimilable et néfaste pour la nutrition des plantes.

Une partie infime du secteur sud-est de l'AEI appartient à l'UCS n°602 « Crêtes et pentes fortes sur granites et gneiss - Monts du Forez, de la Madeleine et Massif du Pilat (> 800-1000 m) - Sols très caillouteux et pierreux ». Le sol associé est de type régosol, c'est-à-dire, un sol très peu différencié et très peu épais car limité à moins de 10 cm de la surface du sol par une roche meuble ou peu dure (marnes, sables…).



Carte 7 : Composition du sol à l'échelle de l'AER

Bien que ces sols puissent différer dans les détails de leur formation et de leur composition, ils présentent des similitudes dans leur faible développement, leur vulnérabilité à l'érosion et leur potentiel agricole limité.

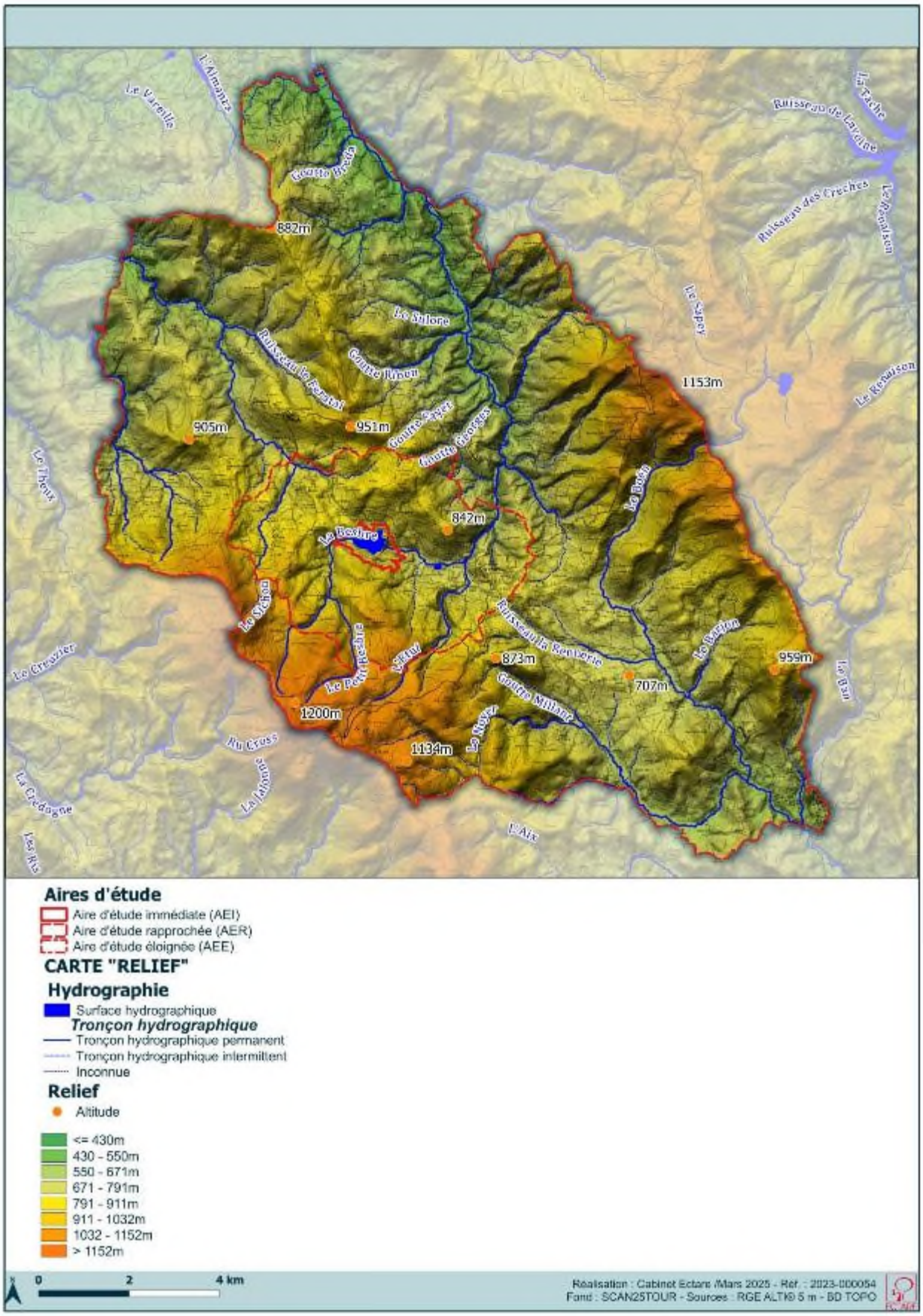
Rappelons que la partie de la MCO a été remblayée par des matériaux inertes issus en partie de l'ancienne usine de traitement. Les sols en place ne sont donc plus d'origine.

Les sondages pédologiques réalisés sur le site n'ont montré aucune caractéristique de zones humides. Cette partie est développée dans le chapitre *3 – Zones humides.*

2.1.6 Topographie

Le site s'inscrit dans un relief marqué et vallonné, dans un contexte très boisé et avec un habitat dispersé.

Le site se trouve sur la terminaison nord du Massif des Bois Noirs, dominé par le Puy de Montoncel qui culmine à 1 287 m d'altitude.



Carte 8 : Situation topographique du secteur

Les terrains concernés s'étagent entre les cotes 720 m NGF (cours de la Besbre en aval) et 835 m NGF (en partie haute, limite du Bois des Vernois, sud-ouest du site).

Le relief relativement marqué se traduit par un modelé ample et régulier. La vallée de la Besbre s'ouvre à partir du viaduc des Peux. L'ensemble des terrains reste notablement incliné et les surfaces horizontales sont très limitées.

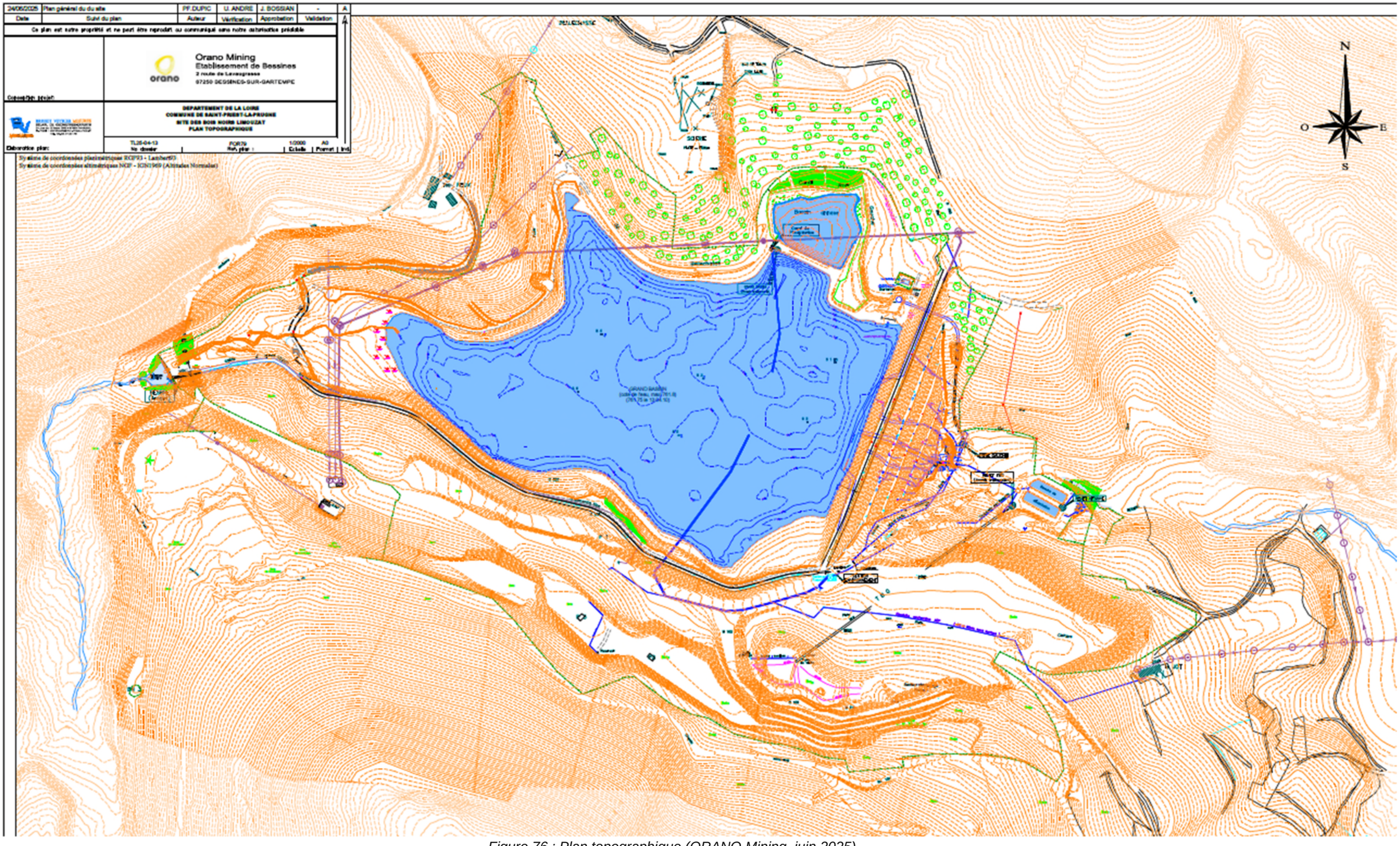


Figure 76 : Plan topographique (ORANO Mining, juin 2025)





Figure 77 : Topographie du secteur (ECTARE, février 2024)

Le site est localisé sur la terminaison nord du Massif des Bois Noirs, les terrains s'étagent entre les cotes 720 m NGF et 835 m NGF. Les terrains présentent globalement une inclinaison marquée et les surfaces horizontales limitées.

La topographie représente un enjeu moyen pour le site.

2.2 HYDROLOGIE ET QUALITE DES EAUX

Sources : Banque de Données du Sous-Sol du BRGM ; carte géologique imprimée au 1/50 000ème et notice géologique de Le Malet-de-Montagne (n°0671N) ; site de Gest'eau ; site du Sandre ; site d'HydroPortail ; site de la BD LISA ; site de l'agence de l'eau Loire-Bretagne ; SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 ; ARCADIS, décembre 2018 – Étude d'impact (état initial de l'environnement) ; *CABINET REILÉ – synthèse hydrogéologique de l'ancien site minier des BNL – 17 juin 2024.*

2.2.1 Eaux souterraines

2.2.1.1 Caractéristiques générales

Par la nature cristalline de son substrat (granite, formations métamorphiques, volcaniques, etc.), le massif des Bois-Noirs développe des « aquifères en contexte de socle ». Ce type de masse d'eau s'identifie par une lithologie spécifique caractérisée en surface par un horizon altéré discontinu reposant sur un substratum fracturé de lithologie indifférenciée constituant un horizon perméable en grand mais à perméabilité fortement variable. Dans cette configuration, les écoulements superficiels sont prépondérants par rapport aux écoulements souterrains. Les réseaux de discontinuité de fracture approfondissent l'aquifère localement, mais se trouvent toujours alimentés par les horizons supérieurs.

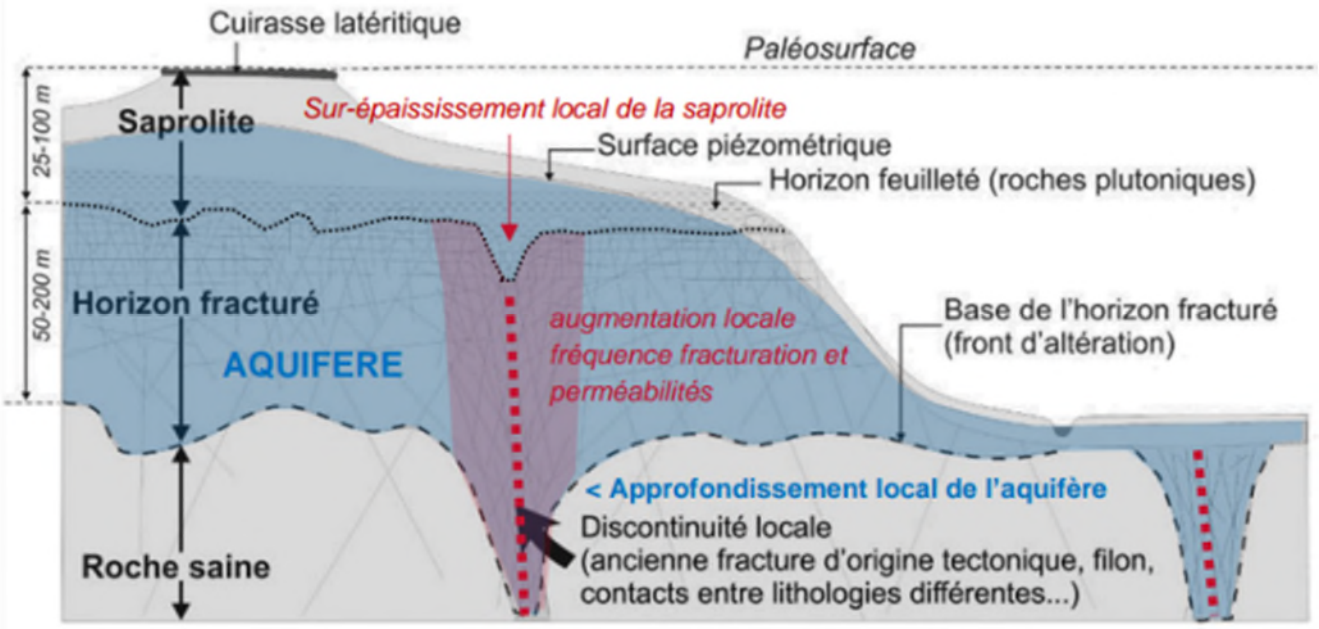


Figure 78 : Représentation du modèle hydrogéologique des aquifères de socle, et de l'impact des discontinuités locales (Wyns et al., 2004 modifié - Cabinet REILÉ)

La carte interactive de la BD Lisa identifie au droit du site des BNL un aquifère (205AG01) – Socle plutonique dans le bassin versant de la Loire du Rhin à l'Allier. Il s'agit d'une unité semi-perméable à nappe libre fissurée.

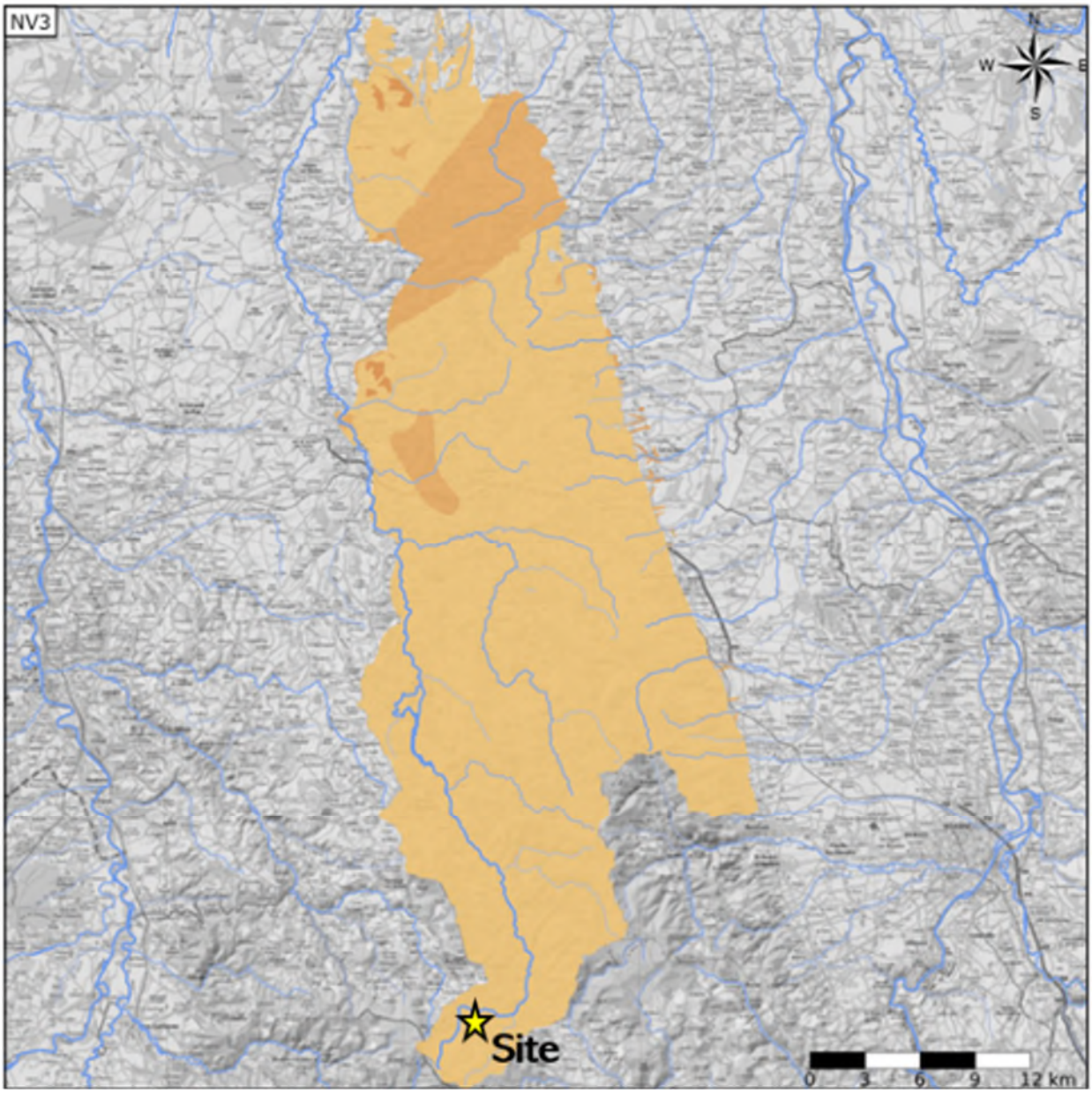


Figure 79 : Aquifère 205AG01 – fiche nationale BD Lisa (bdlisa.eaufrance.fr)

La masse d'eau identifiée au sens de la Directive Cadre sur l'Eau est la masse d'eau FRGG133 – « Bassin Versant de la Loire Madeleine » qui s'étend sur une superficie de 1 226 km². Il s'agit d'un aquifère de socle qui est libre dans son fonctionnement hydraulique, ce qui le rend vulnérable aux pollutions.

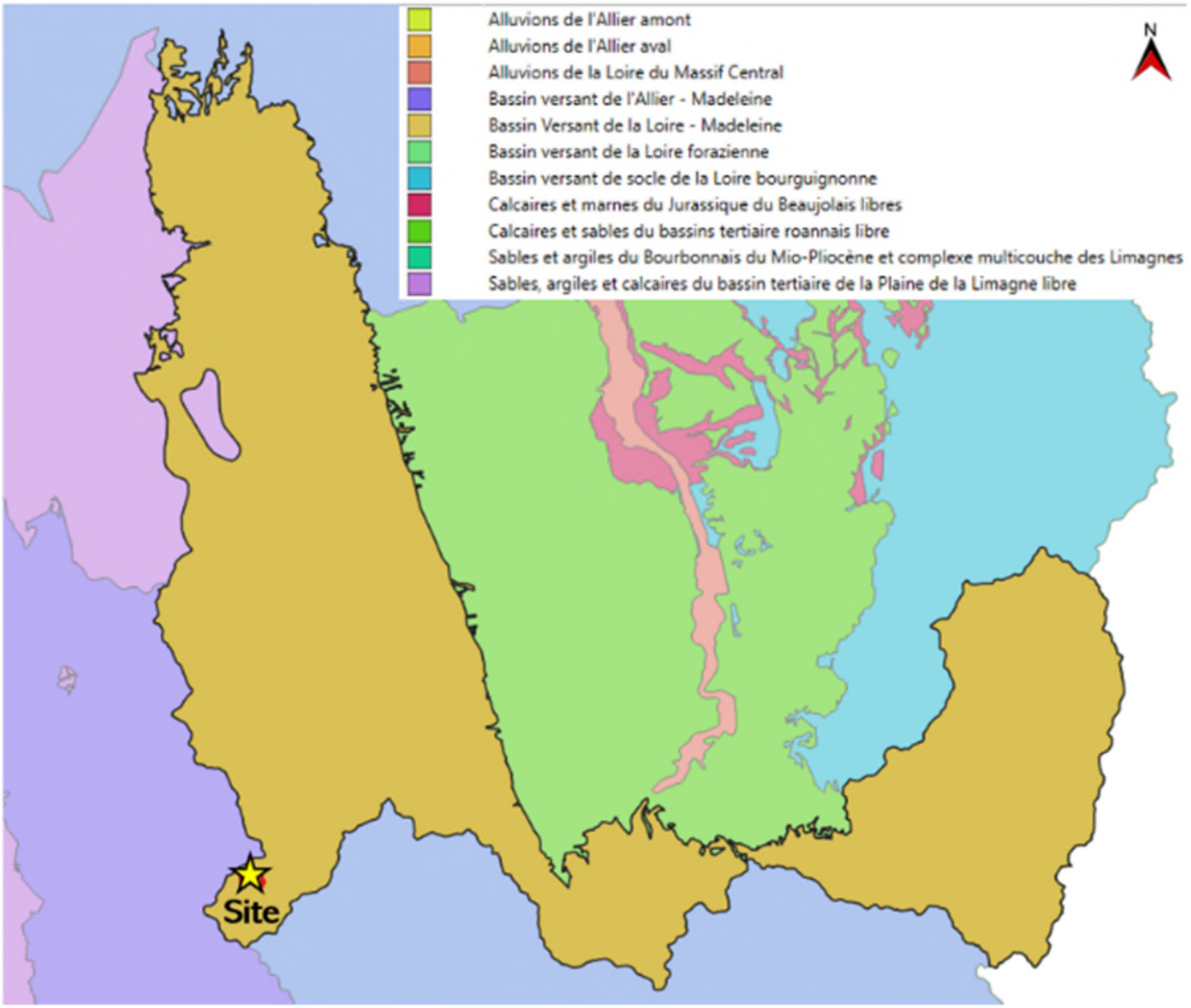
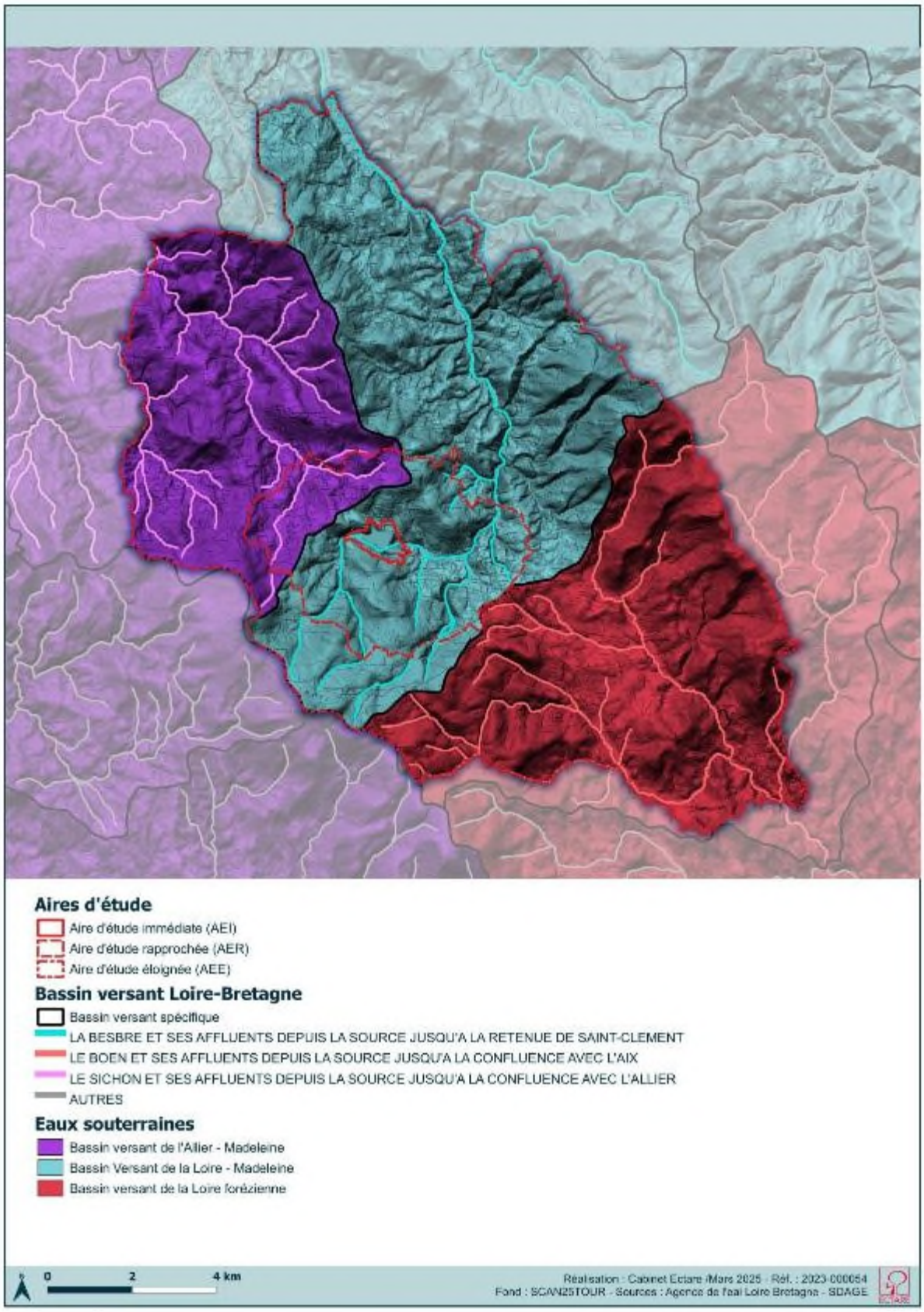


Figure 80 : Localisation du site des Bois Noirs Limouzat vis-à-vis de la masse d'eau souterraine FRGG133 (source : Cartographie de l'Agence de l'eau Loire – Bretagne, EDL2019)



Carte 9 : Zoom à l'échelle de l'AEE sur le contexte hydraulique vis-à-vis de la masse d'eau souterraine FRGG133

D'après l'évaluation de l'état des masses d'eau souterraines pour le SDAGE Loire-Bretagne, état des lieux de 2019, l'état de la masse d'eau Madeleine BV Loire est le suivant :

Masse d'eau	État chimique de la masse d'eau	État quantitatif de la masse d'eau
Madeleine BV Loire – FRGG133	Bon état	Bon état

Tableau 1 : État de la masse d'eau Madeleine BV Loire (source : SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027)

L'état chimique des masses d'eau souterraines est évalué au regard de la concentration de plusieurs substances dont les pesticides, les métaux lourds, les hydrocarbures, les polychlorobiphényles (PCB), et les contaminants microbiologiques.

L'état quantitatif est quant à lui lié au comportement de la masse d'eau au regard de sa recharge et des variations saisonnières qui ne doivent pas impacter son fonctionnement hydrogéologique et sa relation aux milieux aquatiques avec lesquelles la masse d'eau peut être en relation.

Ainsi la masse d'eau présente un bon état global, avec comme objectif le maintien en bon état.

2.2.1 Contexte hydrogéologique du site

Le site des Bois Noirs Limouzat est localisé dans l'entité hydrogéologique des Monts de la Madeleine.

Cette région étant essentiellement formée de roches cristallines, il n'y a pas de nappe aquifère importante et continue. La nature essentiellement granitique du secteur d'étude favorise le ruissellement des précipitations et se prête peu au développement d'aquifères importants. La circulation des eaux souterraines y est donc limitée et ne se produit que dans les niveaux superficiels altérés et les quelques fissures ou fractures affectant le granite sain.

Les eaux de pluie qui parviennent à s'infiltrer dans le sol pénètrent dans la couverture altérée formée par une arène granitique. Cette couverture d'altération, de faible épaisseur (entre 0,5 et 15 m) constitue un milieu poreux de perméabilité moyenne (estimée à 10^{-5} m/s). En profondeur les roches ne sont plus altérées et constituent un écran relativement imperméable, qui ne peut être localement franchi qu'au niveau de fractures.

Pendant l'exploitation, de 1966 à 1980, les débits d'exhaure de la mine n'ont pas été mesurés à partir de jaugeages, mais ont été estimés à partir des durées de fonctionnement des pompes (horodatage) et des capacités des pompes. L'exhaure totale de la mine est en moyenne de 122 m^3/h, avec une répartition des débits de 92 m^3/h pour le premier décile, et de 151 m^3/h pour le dernier décile. Le débit d'exhaure total a été faiblement influencé par l'extension de la mine. La méthode de calcul des débits ne permet cependant pas d'établir si l'augmentation progressive des débits est avérée ou non. Ces débits sont également un indice de la médiocre perméabilité du sol.

À l'arrêt de l'exploitation, le débit moyen d'exhaure des travaux miniers souterrains reste très modeste, puisque ce débit n'a jamais dépassé 100 à 120 m^3/h. Ce dernier est peu élevé si l'on considère l'importante extension des travaux souterrains, qui se développaient sur une longueur de 1,4 km et imposaient un rabattement de près de 350 m (pour les niveaux profonds).

Ainsi, le contexte hydrogéologique local présente deux types d'horizons aquifères :

- Un horizon superficiel dans la zone supérieure altérée, où les eaux vont s'infiltrer et constituer des nappes isolées d'extension limitée ;
- Des circulations d'eau profondes, liées aux fracturations plus ou moins ouvertes et non colmatées par des argiles. La taille de ces « réservoirs » est difficilement appréciable car elle dépend de la répartition locale des fractures. La perméabilité de la roche saine fracturée est faible, de 10^{-7} à 10^{-9} m/s.

Dans le secteur des travaux miniers, les sources sont très nombreuses et de faible débit (débit moyen annuel <1l/s).

L'exploitation a substitué la perméabilité du complexe filonien par la perméabilité des matériaux de remblayage. Ces matériaux possèdent différentes porosités et laissent des secteurs de vides (galeries non remblayées). Les effondrements provoqués par l'ennoiement ont également modifié localement une partie du site. Ces conditions ne permettent pas la détermination précision du mode de circulation des eaux souterraines.

Aucune des mesures ou investigations réalisées à ce jour sur le site n'indique l'existence de circulations profondes régionales pouvant communiquer avec l'aquifère du complexe filonien des Bois Noirs Limouzat. Même si des circulations marginales ne peuvent être totalement écartées, toutes les investigations réalisées et de très nombreux indices convergent pour les écarter. Les eaux dites profondes proviennent très majoritairement, sinon exclusivement d'infiltrations qui se produisent au droit ou à proximité du filon.

D'une manière générale, l'hydrogéologie du site par rapport à l'état naturel est influencée principalement par la présence du bassin de résidus retenu par un barrage de grande taille et une lame d'eau de 3 à 5 mètres d'épaisseur, mettant en charge les formations granitiques sous-jacentes. Le barrage coupe les circulations dans l'horizon granitique fracturé (injection de ciment) et une parafouille étanche ne permet plus de circulation souterraine amont/aval à travers les formations superficielles. Des drains situés sous le barrage captent des sources pour éviter toute surpression.

Les apports superficiels ont également été modifiés : la Besbre a été dérivée par un canal sur la rive droite du bassin, et les ruissellements provenant du talweg de Bellechasse et de la route RN495 au nord sont canalisés en rive gauche.

Enfin, les galeries souterraines remblayées et non remblayées (rive droite du bassin) ainsi que la mine à ciel ouvert remblayées, drainent les eaux souterraines vers l'exutoire artificiel TB0 (Travers Banc 0) à raison d'un débit moyen de 57 m^3/h.

2.2.1.1 Capacité d'infiltration

Des essais hydrauliques ont été exécutés en 1981, sur trois sondages, profonds de 80 à 120 m. Ils ont montré que la perméabilité du granite et des fissures associées diminuait rapidement avec la profondeur, et qu'elle était comprise entre 10^{-7} et 10^{-9} m/s, caractéristique d'un milieu faiblement perméable.

Une campagne d'investigation géotechnique menée par Fondasol du 5/04/2024 au 3/07/2024 a permis d'actualiser l'étude de 1981 vis-à-vis de la capacité d'infiltration des eaux dans le sol

du site. Les investigations de 2024 sont cependant moins profondes que celles de 1981. Fondasol a réalisé plusieurs types d'essais. Les essais Lugeon ont été réalisés sur les granites altérés ou sains dont les perméabilités restent inférieures à 10^{-6} m/s. Au-delà de cette perméabilité, les essais Lefranc, plus fiables, ont été réalisés, typiquement en présence de terrains arénitiques. Les résultats sont indiqués ci-après.

Globalement, les résultats restent conformes avec les constats de 1981 à savoir une perméabilité moyenne à faible qui diminue avec la profondeur. Les résultats d'infiltration sont compris entre $1{,}4.10^{-4}$ et 1.10^{-7} m/s (essais Lefranc jusqu'à 15m de profondeur) alors que les essais en pression (essais Lugeon) présentent des perméabilités entre $2{,}4.10^{-5}$ et 1.10^{-9}m/s.

- **Essais LEFRANC**

Au total, 23 essais de perméabilité de type LEFRANC en forage en tube ouvert (norme ISO 22282-2) ont été mis en œuvre en forage destructif.

Sondage	X_Lambert3	Y_Lambert3	Profondeur (m)	K injection (m/s)	K remontée (m/s)	Type d'essai
SD24-00	755077.67	6541226.50	1.9-2.9	3.40E-05	3.40E-06	hors-nappe
SD24-00	755077.67	6541226.50	4-5	4.40E-05	1.70E-05	sous-nappe
SD24-02	755308.39	6541182.68	2-3	2.10E-05	2.40E-06	hors-nappe
SD24-02	755308.39	6541182.68	4-5	1.20E-05	1.80E-06	sous-nappe
SD24-03	755412.07	6541396.63	2-3	-	<1.10-6	hors-nappe
SD24-03	755412.07	6541396.63	4-5	1.20E-05	2.40E-06	sous-nappe
SD24-04	755440.82	6541373.39	2-3	2.30E-05	5.60E-06	sous-nappe
SD24-04	755440.82	6541373.39	4-5	-	3.10E-06	sous-nappe
SD24-05	755651.36	6541295.64	2-3	1.40E-03	1.20E-04	hors-nappe
SD24-05	755651.36	6541295.64	4-5	8.50E-04	1.40E-04	hors-nappe
SD24-06	755655.89	6541244.84	2-3	1.70E-04	6.70E-06	sous-nappe
SD24-06	755655.89	6541244.84	4-5	1.50E-04	1.50E-05	sous-nappe
SD24-07	755898.27	6541478.60	1.5-2.5	-	1.50E-07	hors-nappe
SD24-08	755831.43	6541403.58	2-3	-	<1.10-6	sous-nappe
SD24-08	755831.43	6541403.58	3.5-4.5	-	<1.10-7	sous-nappe
SD24-08	755831.43	6541403.58	6-7	-	<1.10-7	sous-nappe
SD24-09	755820.81	6541228.62	2-3	6.80E-06	<1.10-6	hors-nappe
SD24-09	755820.81	6541228.62	4.5-5.5	4.50E-05	2.80E-05	sous-nappe
SD24-10	755931.59	6541241.98	2-3	-	<1.10-6	sous-nappe
SD24-10	755931.59	6541241.98	4-5	8.30E-06	<1.10-6	sous-nappe
SD24-10	755931.59	6541241.98	6-7	-	1.70E-06	sous-nappe
SD24-11	755989.83	6541222.51	2-3	-	1.90E-07	hors-nappe
SD24-11	755989.83	6541222.51	4-5	-	<1.10-6	sous-nappe

Sondage	X_Lambert3	Y_Lambert3	Profondeur (m)	K injection (m/s)	K remontée (m/s)	Type d'essai
SD25-16	755837.17	6541221.30	8-10	1.10E-05	1.90E-05	sous-nappe
SD25-16	755837.17	6541221.30	10-13	-	<1.10-6	sous-nappe
SD25-16	755837.17	6541221.30	13-15	-	<1.10-6	sous-nappe
SD25-17	755972.41	6541155.37	1-5	-	3.40E-06	hors-nappe
SD25-17	755972.41	6541155.37	5-10	-	2.60E-06	sous-nappe
SD25-17	755972.41	6541155.37	10-15	4.60E-06	2.30E-06	sous-nappe

Figure 81 : Résultats des essais de perméabilité de type LEFRANC (FONDASOL)

- **Essais LUGEON**

Au total, 20 essais Lugeon (norme ISO 22282-3) ont été mis en œuvre en forage destructif.

Lugeon	X_Lambert3	Y_Lambert3	Lugeon	Profondeur (m)	K(m/s)
SD24-01	755273.08	6541237.92	SD24-01	2-20	6.6E-08
SD24-01	755273.08	6541237.92	SD24-01	20-25	1.0E-09
SD24-02	755308.39	6541182.68	SD24-02	9-15	8.5E-07
SD24-02	755308.39	6541182.68	SD24-02	15-20	4.9E-07
SD24-03	755412.07	6541396.63	SD24-03	10-25	1.0E-09
SD24-05	755651.36	6541295.64	SD24-05	8-10	1.1E-05
SD24-05	755651.36	6541295.64	SD24-05	10-13	2.4E-05
SD24-05	755651.36	6541295.64	SD24-05	13-21.4	8.0E-07
SD24-05	755651.36	6541295.64	SD24-05	21.4-26.4	1.8E-07
SD24-06	755655.89	6541244.84	SD24-06	10-15	1.2E-07
SD24-06	755655.89	6541244.84	SD24-06	15-20	2.2E-07
SD24-08	755831.43	6541403.58	SD24-08	12-30	1.0E-09
SD24-09	755820.81	6541228.62	SD24-09	10.5-25	7.7E-06
SD24-09	755820.81	6541228.62	SD24-09	25-30	1.0E-09
SD24-10	755931.59	6541241.98	SD24-10	10-30	8.1E-08
SD24-10	755931.59	6541241.98	SD24-10	30-35	1.0E-09
SD25-16	755837.165	6541221.30	SD25-16	10-25	1.90E-06
SD25-17	755972.408	6541155.374	SD25-17	8-22	3.60E-06
SD25-17	755972.408	6541155.374	SD25-17	22-25	1.20E-07

Figure 82 : Résultats des 20 essais de perméabilité de type LUGEON (FONDASOL)

- **Essais MATSUO**

Au total, 10 essais MATSUO ont été mis en œuvre dans les sondages à la pelle.

Sondages	SPL05+M	SPL06+M	SPL07+M	SPL08+M	SPL09+M	SPL10+M
Type d'essai	MATSUO					
Profondeur (m)	1.70	1.23	2.50	1.60	1.86	1.65
Dimensions de la fouille (m)	1.4 x 0.7	1.4 x 0.7	1.50 x 0.7	1.30 x 0.7	1.70 x 0.7	1.40 x 0.7
Formation testée	Limons argileux	Rocher altéré	Arène granitique	Arène argilo-sableuses à gros blocs	Argiles sableuses	Arènes sablo limoneuses à blocs
Perméabilité (m/s)	5.10^{-6}	9.10^{-5}	2.10^{-4}	2.10^{-4}	1.10^{-6}	5.10^{-5}
Remarques	Absence de sonde	Suivi par sonde	Lame d'eau trop faible pour suivi par sonde	Suivi par sonde, perte de données, défaut sonde ?	Suivi par sonde	Suivi par sonde

Sondages	SPL11+M	SPL12+M	SPL13+M	SPL14+M
Type d'essai	MATSUO			
Profondeur (m)	1.70	1.70	0.95	1.35
Dimensions de la fouille (m)	1.4 x 0.7	1.30 x 0.7	1.80 x 0.8	1.40 x 0.7
Formation testée	Limons argileux	Arène sablo-argileuse	Sables argilo-caillouteux	Arène sablo-argileuses à cailloux
Perméabilité (m/s)	1.10^{-4}	3.10^{-6}	2.10^{-5}	$<5.10^{-7}$
Remarques	Arrivée d'eau vers 0.8 m, lame d'eau trop faible pour suivi par sonde	Suivi par sonde	Suivi par sonde	Absence de sonde, aucune infiltration

Figure 83 : Résultats des 10 essais de perméabilité de type MATSUO (FONDASOL)

2.2.1.2 Description du réseau piézométrique sur le site

- **Réseau sur les terrains**

L'ensemble des piézomètres implantés sur les terrains permettent à la fois la surveillance des eaux souterraines du site ICPE et la connaissance du comportement de la nappe souterraine.

À l'occasion de la campagne de sondages réalisée par Fondasol entre avril et juillet 2024, 28 sondages ont été équipés en piézomètres sélectifs PVC de diamètre 64-75 mm, en rive droite et en rive gauche du Grand Bassin.

Trois piézomètres déjà en place (BNL PZA, BNL PZB et PZM C) sont inscrits au programme de surveillance du site ICPE.

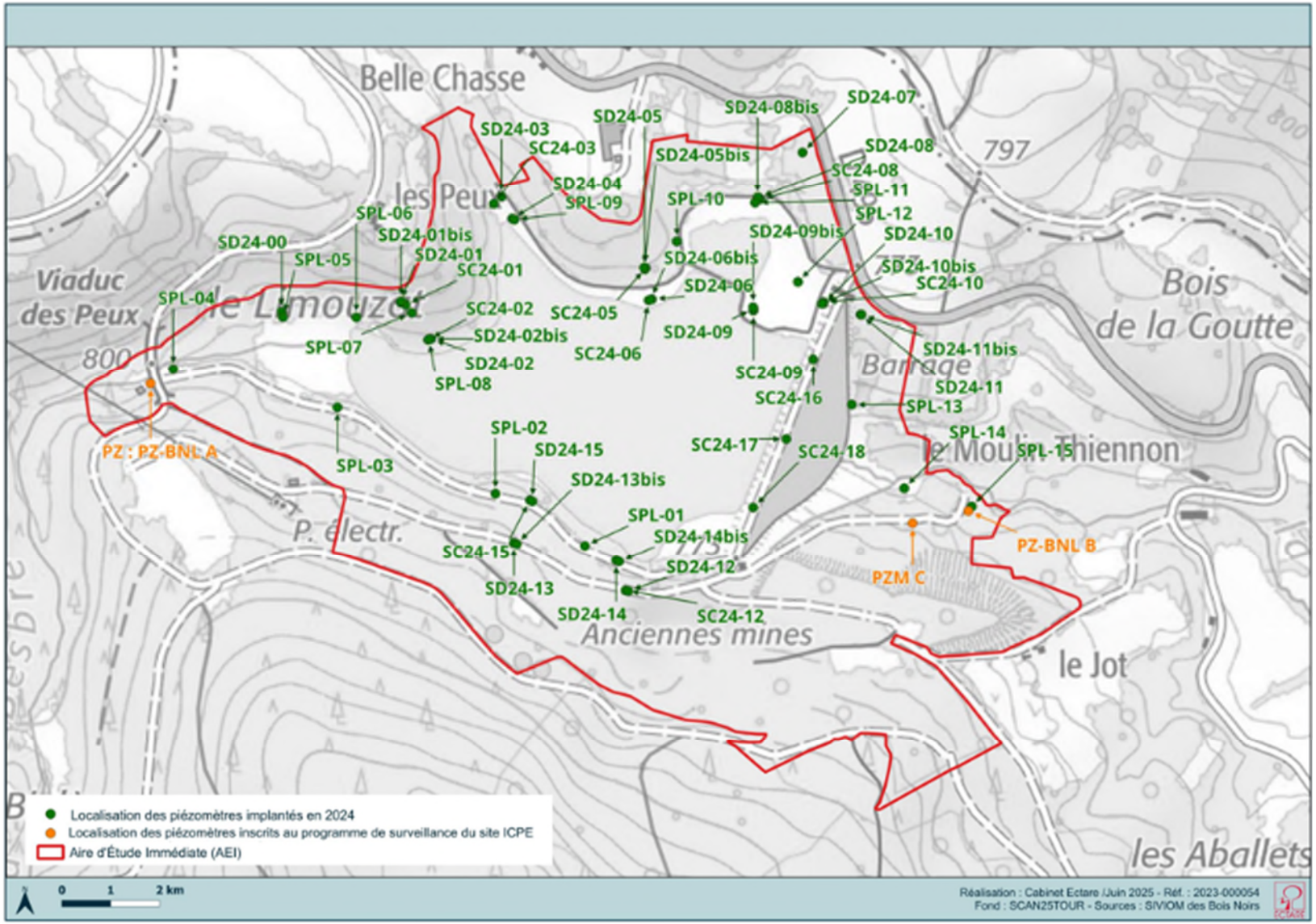


Figure 84 : Localisation des piézomètres implantés en juin 2024 et des 3 piézomètres permettant la surveillance ICPE (ECTARE / FONDASOL)

PZ	Z NGF-IGN69 (pris à la base de la tête de protection ou sur la bouche à clef)	Hauteur tête/TN (m)	Profondeur PZ/TN (m)	Sommet crépine (m/TN)	Base crépine (m/TN)
SD24-00	769.61	0.76	5.02	1.02	4.02
SC24-01	786.15	0.76	25.20		
SD24-01Bis	787.34	0.66	5.22	1.22	4.22
SC24-02	769.15	0.6	19.14		
SD24-02Bis	769.32	0.66	4.92	0.92	3.92
SC24-03	765.17	0.52	24.54		
SD24-04	763.26	0.64	5.30	1.30	4.30
SC24-05	767.86	0.72	24.73		
SD24-05Bis	768.04	0.55	10.64	6.64	9.64
SC24-06	762.39	0.51	19.44		
SD24-06Bis	762.49	0.58	5.22	1.22	4.22
SD24-07	775.96	0.6	29.70		
SC24-08	766.20	0.64	30.36		
SD24-08Bis	766.47	0.5	5.40	1.40	4.40
SC24-09	762.30	0.5	30.10		
SD24-09Bis	762.39	0.54	4.68	0.68	3.68
SC24-10	765.30	0.59	33.34		
SD24-10Bis	765.17	0.58	5.50	1.50	4.50
SD24-11	764.99	0.6	5.23	1.23	4.23
SD24-11Bis	765.18	0.56	9.68	3.68	8.68
SC24-12	784.50	Bouche à clef ras du sol	19.90	9.90	18.90
SD24-12	784.30	Bouche à clef ras du sol	8.71	4.71	7.71
SD24-13	792.22	Bouche à clef ras du sol	20.49	10.49	19.49
SD24-13Bis	792.07	Bouche à clef ras du sol	5.25	1.25	4.25
SD24-14	772.57	0.55	20.28	10.28	19.28
SD24-14Bis	772.64	0.63	5.60	1.60	4.60
SC24-15	773.15	0.42	19.54	9.54	18.54
SD24-15	773.15	0.53	8.45	1.45	7.45

Figure 85 : Récapitulatif des piézomètres implantés en juin 2024 (FONDASOL)

Le suivi piézométrique opéré jusqu'à présent met en exergue plusieurs principes :

- Une influence des niveaux piézométriques principalement liée à la topographie, et un comportement différencié entre le sud et le nord du bassin versant, probablement lié à la proximité des failles et d'ancienne galeries en partie sud ;
- Une corrélation avec les précipitations, avec un temps de réponse modéré des niveaux piézométriques (globalement inférieure à 10 jours). La régulation du bassin[9] ne semble pas impacter de manière significative les niveaux piézométriques ;
- Le phénomène de marée terrestre ne peut être clairement établi mais il est identifiable pour au moins 3 piézomètres ;
- Compte tenu de la très faible variation du niveau du Grand Bassin, l'interrelation entre les eaux souterraines et le milieu superficiel ne peut être décrit de manière fine. La

[9] La régulation du Grand Bassin s'effectue par un pompage des eaux réalisé dans une nouvelle chambre dédiée, accolée côté aval de l'actuel ouvrage de vidange. Cet aspect est détaillé dans la partie : *175Titre dossierIV.2.2.2.4 – Le Grand Bassin*

recharge du complexe souterrain depuis les eaux de surface semble être le signal dominant, de façon logique compte tenu de la période d'observation (automne). La recharge météorique moyenne annuelle a été estimée suivant deux modèles et est comprise entre 640 mm/an et 751 mm/an, en cohérence avec la pluie efficace estimée par le modèle Safran (624 mm/an).

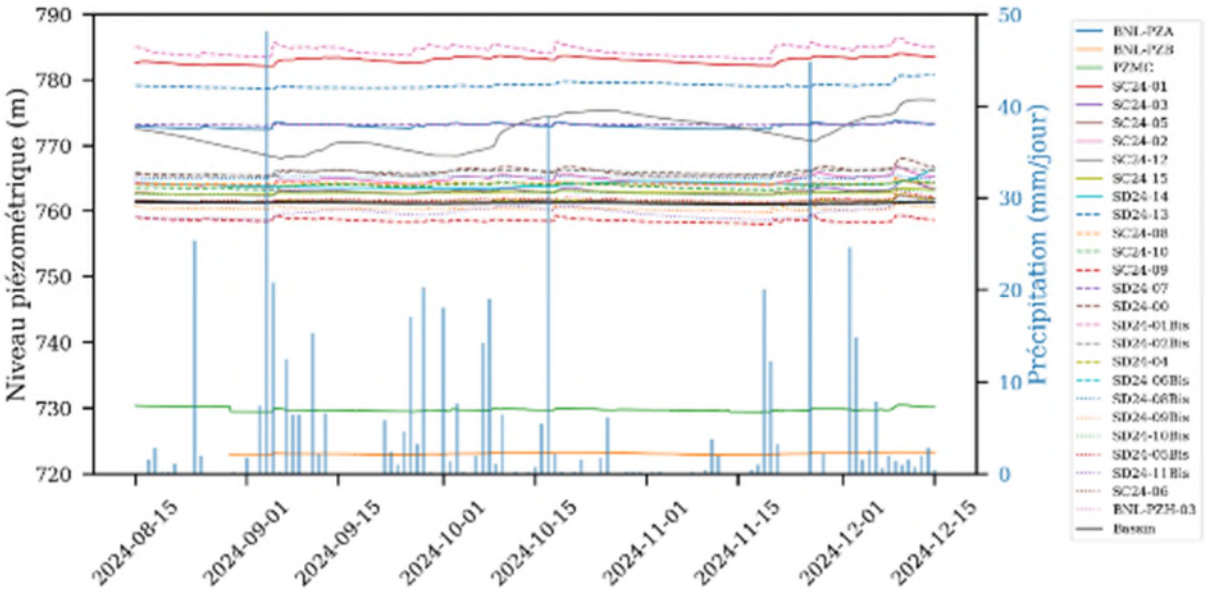


Figure 86 : Chronique piézométrique – août à décembre 2024 (Intera, mars 2025)

Une manière de visualiser les données consiste à réaliser des cartes piézométriques. Ce type de représentation permet d'illustrer les directions d'écoulements et d'évaluer qualitativement l'influence de certaines structures géologiques.

La carte ci-après a été réalisée à l'aide des données piézométriques du 15/08/2024 avec, en pointillé, les grandes failles relevées sur le site. Elle montre que les écoulements sont principalement influencés par la topographie puisque les gradients sont principalement orientés des hauts topographiques en direction du bassin. À l'est du site, les gradients sont plus importants, principalement liés à la présence du barrage (non représenté sur cette figure mais visible grâce au contour du bassin).

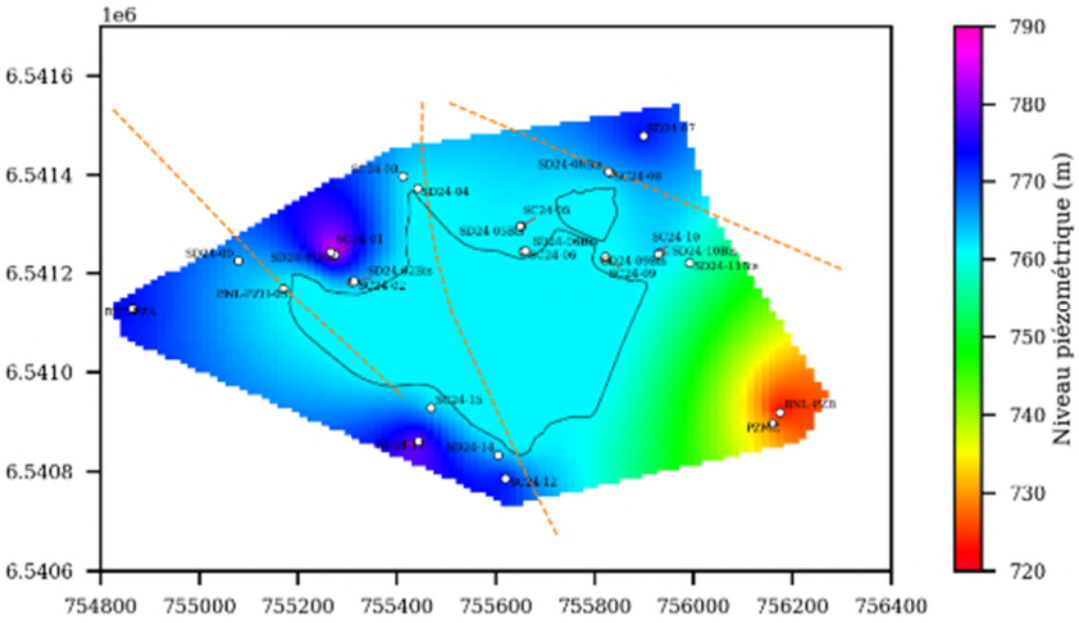


Figure 87 : Carte piézométrique du site en date du 15/08/2024 (axes de la carte en coordonnées Lambert 93)

- **Réseau sur la digue**

Jusqu'à fin 2007, la digue du Grand Bassin comportait 14 piézomètres (P0 à P13) répartis sur 4 profils piézométriques amont-aval :

- Profil P0 à P4 : situé dans l'axe de la digue, comportant 5 points de mesure, il a été mis en place au cours de la construction et est suivi depuis la mise en eau de la digue,
- Profil P5 à P7 : situé en rive droite, comporte 3 points de mesure,
- Profil P8 à P11 : situé au pied de la rive gauche, comporte 4 points de mesure,
- Profil P12 à P13 : situé en haut de la rive gauche, comporte 2 points de mesure.

Les trois derniers profils ont été mis en place en 1984 et sont exploités depuis cette date. Tous les piézomètres descendent jusqu'au rocher de fondation de la digue.

La figure ci-après illustre le réseau piézométrique de la digue.

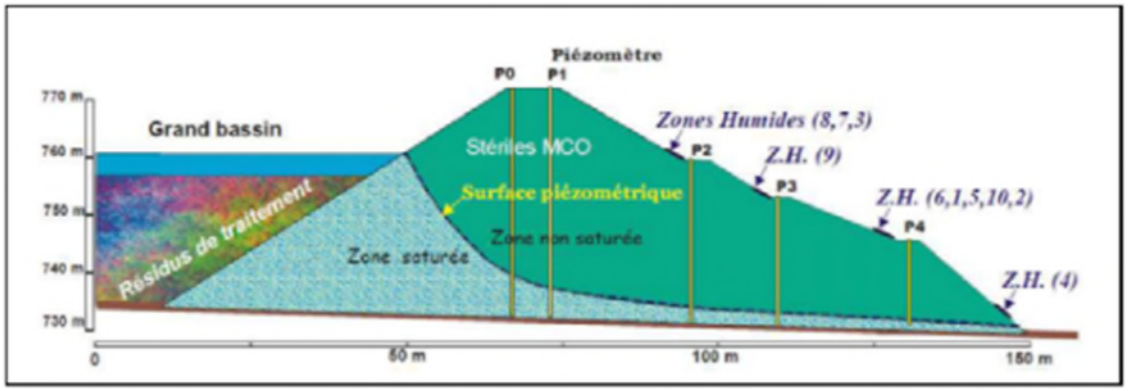


Figure 88 : Coupe transversale de la digue du grand bassin (source : École des Mines de Paris)

Fin 2007, 15 nouveaux piézomètres sont venus compléter le dispositif de surveillance : P5bis, P7bis et P14 à P26. De nouveaux profils piézométriques ont été ainsi créés ou ont été complétés :

- Nouveau profil, nommé profil 0, composé des piézomètres P15, P26 et P16,
- Nouveau profil, nommé profil 2 bis, composé des piézomètres P23, P24 et P25,
- Nouveau profil, nommé profil 3 bis, composé des piézomètres P18 et P19,
- Nouveau profil, nommé profil 5, composé des piézomètres P20 et P21,
- Intégration des piézomètres P5bis, P7bis et P17 dans le profil initialement composé des piézomètres P5, P6 et P7, nommé profil 1,
- Intégration des piézomètres P22 et P14 dans le profil initialement composé des piézomètres P12 et P13, nommé profil 4.

De manière générale, les mesures piézométriques confirment le comportement sain de la digue : la piézométrie décroît normalement de l'amont vers l'aval, et globalement des rives vers le centre de la digue.

Le relevé du niveau piézométrique ainsi que l'auscultation de la digue sont réalisés à une fréquence bimensuelle conformément aux dispositions de l'arrêté préfectoral n°90-250590 du 25 mai 1990 ainsi que de l'arrêté préfectoral n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 – article 7.1.5 – Surveillance du barrage. Les points de surveillance et leur fréquence de relevé sont détaillés dans le tableau ci-après :

Localisation	Mesures réalisées	Fréquence
Site des Bois Noirs	Pluviométrie	Journalière
Drains en pied du barrage	Débit	Bimensuelle
Tous les piézomètres du barrage	Niveau d'eau	Bimensuelle
Zones humides du barrage (parement aval et pied aval)	Débit	Bimensuelle
Canal de dérivation de la Besbre	Débit	Bimensuelle
Canal évacuateur de crues	Débit	Bimensuelle
Grand Bassin	Niveau d'eau	Bimensuelle

Tableau 2 : Fréquence de relevé pour la surveillance du barrage (AP n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 – article 7.1.5)

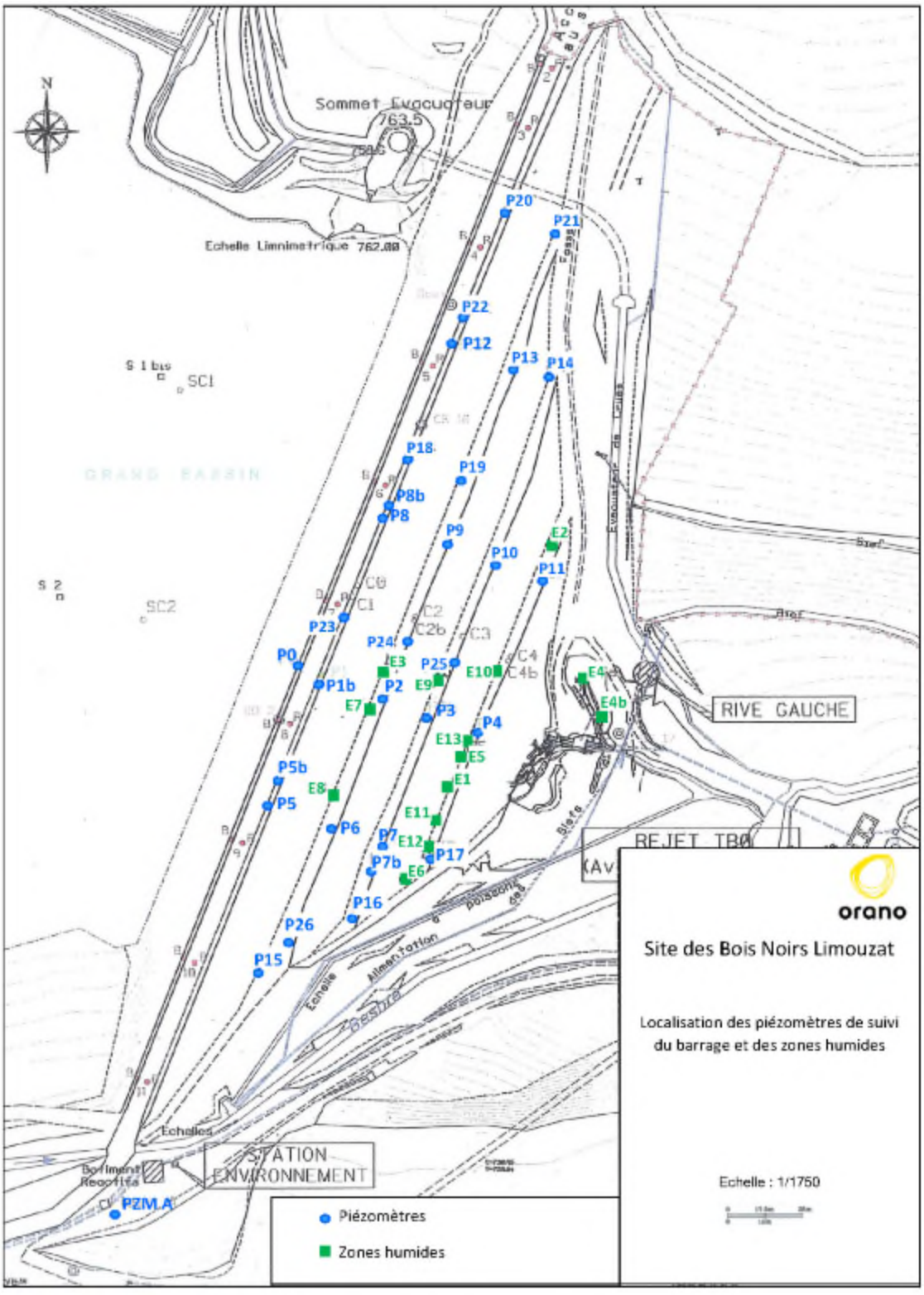


Figure 89 : Localisation des 29 piézomètres sur la digue (en bleu) (ORANO Mining)

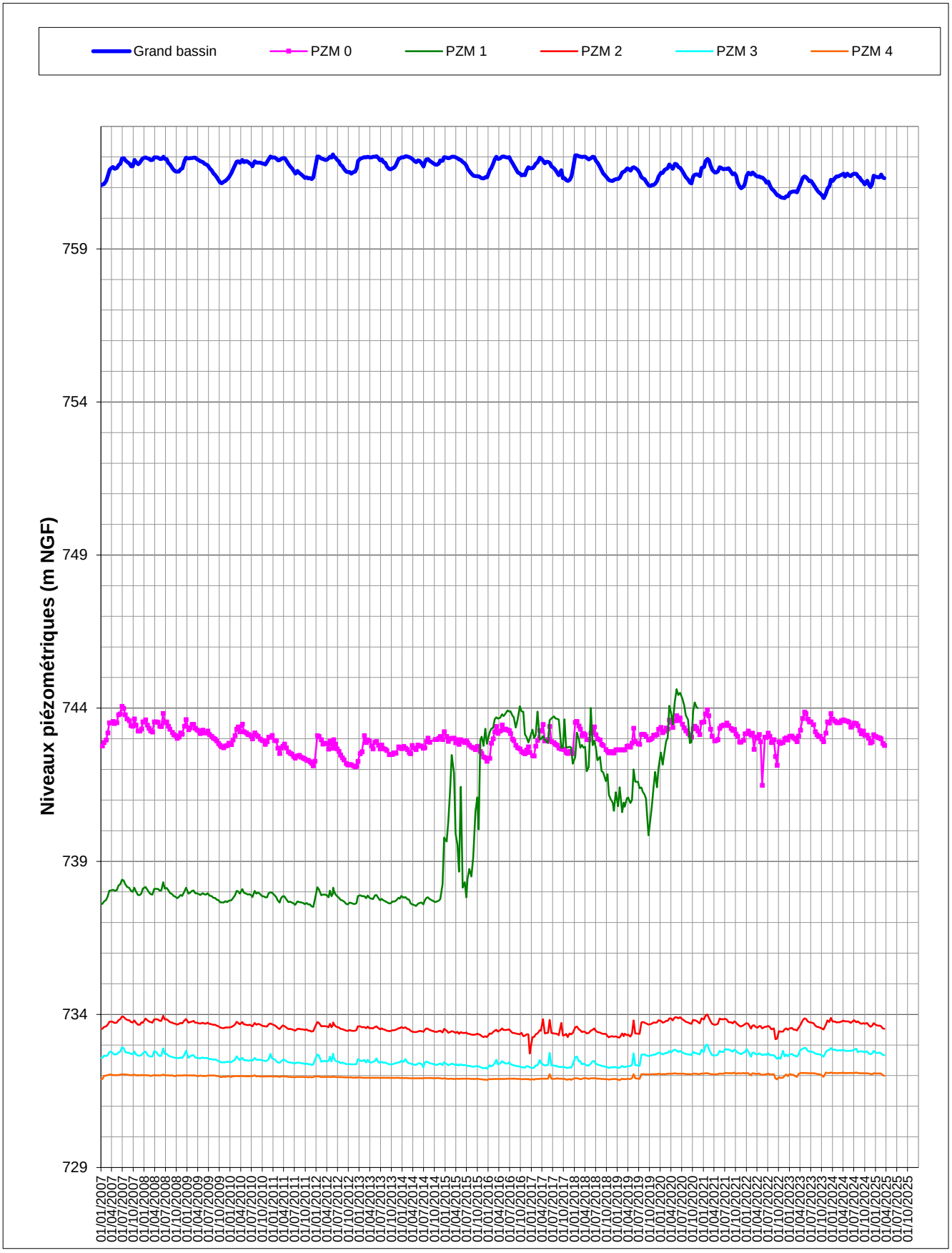


Figure 90 : Suivi du niveau piézométrique du profil 2 entre 2007 et 2025 (ORANO Mining)

2.2.1.3 Qualité des eaux souterraines

D'après l'état des lieux 2019 du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027, les pressions qui s'exercent sur la masse d'eau FRGG133 – « Madeleine-BV Loire » - sont les suivantes :

Pressions / Code	Pollution diffuse d'azote d'origine agricole	Pollution diffuse de produits phytosanitaires
FRGG133	Non significative	Non significative

Tableau 3 : Pressions présentes sur la masse d'eau souterraine identifiée au droit de l'aire d'étude immédiate en 2019 (source : SIELB)

Aucune pression ne s'applique à la masse d'eau souterraine FRGG133 « Madeleine-BV Loire ».

Le bilan 2023 de surveillance environnementale du site des Bois Noirs Limouzat montre un marquage radiologique faible dans les eaux souterraines en aval hydraulique du site. Le suivi radiologique de l'ensemble des eaux souterraines (digue et ICPE) est présenté dans la partie *4.2.7 – Eaux souterraines de la digue et du site ICPE.*

Le site des Bois Noirs Limouzat est implanté au sein d'« aquifères en contexte de socle » induisant le fait qu'il n'existe pas de nappe aquifère importante et continue. La nature essentiellement granitique du secteur d'étude favorise le ruissellement des précipitations et se prête peu au développement d'aquifères importants. La perméabilité du granite et des fissures associées est moyenne.

Le site est localisé dans l'entité hydrogéologique des Monts de la Madeleine. Il s'agit d'un aquifère à socle plutonique dans le bassin versant de la Loire du Rhin à l'Allier, semi-perméable à nappe libre fissurée (205AG01).

La masse d'eau identifiée au droit du site est « Bassin Versant de la Loire Madeleine » (FRGG133). Elle est affleurante et son sens d'écoulement est guidé par la topographie. Compte-tenu de sa faible profondeur cette nappe est considérée comme très vulnérable à une pollution potentielle en provenance de la surface. L'état quantitatif de la masse d'eau souterraine est bon tout comme l'état chimique, l'objectif est le maintien en bon état.

Le site dispose de plusieurs piézomètres permettant autant une surveillance qualitative que quantitative. Deux réseaux de piézomètres sont distingués permettant de surveiller d'une part le site ICPE et d'autre part, la digue :

- 31 piézomètres sont implantés dont 28 réalisés lors des campagnes 2024-2025 Fondasol et 3 déjà en place qui permettent la surveillance ICPE (BNL PZA, PZB et PZMC). Ils sont implantés sur le terrain « naturels ». Les mesures piézométriques relevées sur ces terrains mettent en évidence une influence de la topographie et du barrage. Les concentrations évoluent peu et restent comprises dans une fourchette de valeur allant de la limite de quantification (0,076 mg/L pour U soluble et 0,320 Bq/L pour ^{226}Ra soluble en 2023 pour BNL-PZ B). Les mesures piézométriques relevées permettent d'estimer un niveau d'eau compris entre -65m (PZMC) et -5m de profondeur par rapport au TN.

-29 sont implantés sur la digue. Les mesures au droit de ces 29 PZ confirment le comportement sain de la digue. La piézométrie décroît normalement de l'amont vers l'aval, et globalement des rives vers le centre de la digue.

La qualité des eaux souterraines au niveau de la digue était surveillée depuis 1981 à partir de plusieurs piézomètres décrivant des profils. Cependant les analyses radiologiques et chimiques des piézomètres de la digue ont été arrêtées suite à la mise en application de l'AP n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022.

La préservation des eaux souterraines représente un enjeu assez fort pour le site compte-tenu de son bon état qualitatif et de ses vulnérabilités.

2.2.2 Eaux superficielles

2.2.2.1 Caractéristiques générales

Au niveau régional, le réseau hydrographique est recoupé en trois grands bassins hydrographiques :

- Le bassin Rhône Méditerranée ;
- Le bassin Loire-Bretagne ;
- Le bassin Adour-Garonne.



Figure 91 : Périmètres hydrographiques des bassins d'Auvergne-Rhône-Alpes (source : DREAL Auvergne-Rhône-Alpes)

Le bassin qui intéresse plus particulièrement le site est celui de Loire-Bretagne.

Ce bassin hydrographique comprend le bassin versant de la Loire et de ses affluents, les bassins de la Vilaine et des côtiers bretons et les bassins côtiers vendéens et du marais poitevin. Par conséquent, le bassin Loire-Bretagne s'étend sur 155 000 km², soit 28 % du territoire national et se caractérise par :

- 6 654 km de côtes soit près de 38 % de la façade maritime du pays,
- 135 000 km de cours d'eau,

- Des nappes souterraines importantes,
- 2 massifs montagneux anciens situés à ses deux extrémités : le Massif central et le Massif armoricain,
- Une vaste plaine centrale traversée par la Loire, le plus long fleuve de France avec plus de 1 000 km de long.

2.2.2.2 Réseau hydrographique local

Le réseau hydrographique local est relativement dense avec de nombreuses rivières qui se jettent dans la Loire, et une quantité importante de ruisseaux.

Dans la région étudiée, trois principaux cours d'eau se partagent le drainage :

- La Besbre, affluent de la Loire qui concerne directement le site d'étude ;
- Le Boen, affluent de la Loire, qui s'écoule à environ 4,7 km à l'est du site d'étude dans la commune de La Tuilière. Il est exclu de l'AER ;
- Le Sichon affluent de l'Allier, qui s'écoule à environ 1,7 km à l'ouest du site d'étude dans la commune de Lavoine, dans le département de l'Allier. Un tronçon du Sichon est inclus dans l'AER.

Au niveau du site, la Besbre est le cours d'eau principal.

Il prend sa source sur le versant nord du Puy de Montoncel, puis se dirige vers le nord jusqu'au viaduc des Peux. La Besbre rejoint alors le site avec une dérivation sur le versant sud de la vallée via un canal.



Figure 92 : La Besbre en aval du site (Ectare, février 2024)

La Besbre garde ensuite une direction est jusqu'au Moulin Saint-Priest, puis elle se dirige vers le nord, jusqu'à Lapalisse et Dompierre-sur-Besbre où elle rejoint le fleuve Loire après un parcours d'environ 100 km. Au cours de son parcours, la Besbre rencontre quatre retenues :

- La retenue des Peux en amont du site minier ;
- La retenue du Grand Bassin des Bois Noirs Limouzat ;
- La retenue du barrage EDF de Saint-Clément ;

- La retenue du barrage EDF de Chatel-Montagne.



Première retenue de la Besbre : retenue des Peux en amont du site minier (ECTARE, février 2024)



Deuxième retenue de la Besbre : retenue du Grand Bassin des Bois-Noirs Limouzat (ECTARE, juin 2024)

Au niveau du site, la Besbre reçoit un affluent en rive gauche : le talweg dit de Bellechasse. Ce talweg est canalisé sur le site des BNL. Il est identifié sur la cartographie des cours d'eau de la DDT 42. Sur cette cartographie, plusieurs autres écoulements et fossés sont identifiés à l'échelle de l'AER.

Aussi, puisque l'AER s'établit sur le département de l'Allier, la cartographie des cours d'eau de ce département a été ajoutée ci-après. Seuls des affluents « cours d'eau » du Sichon sont identifiés.

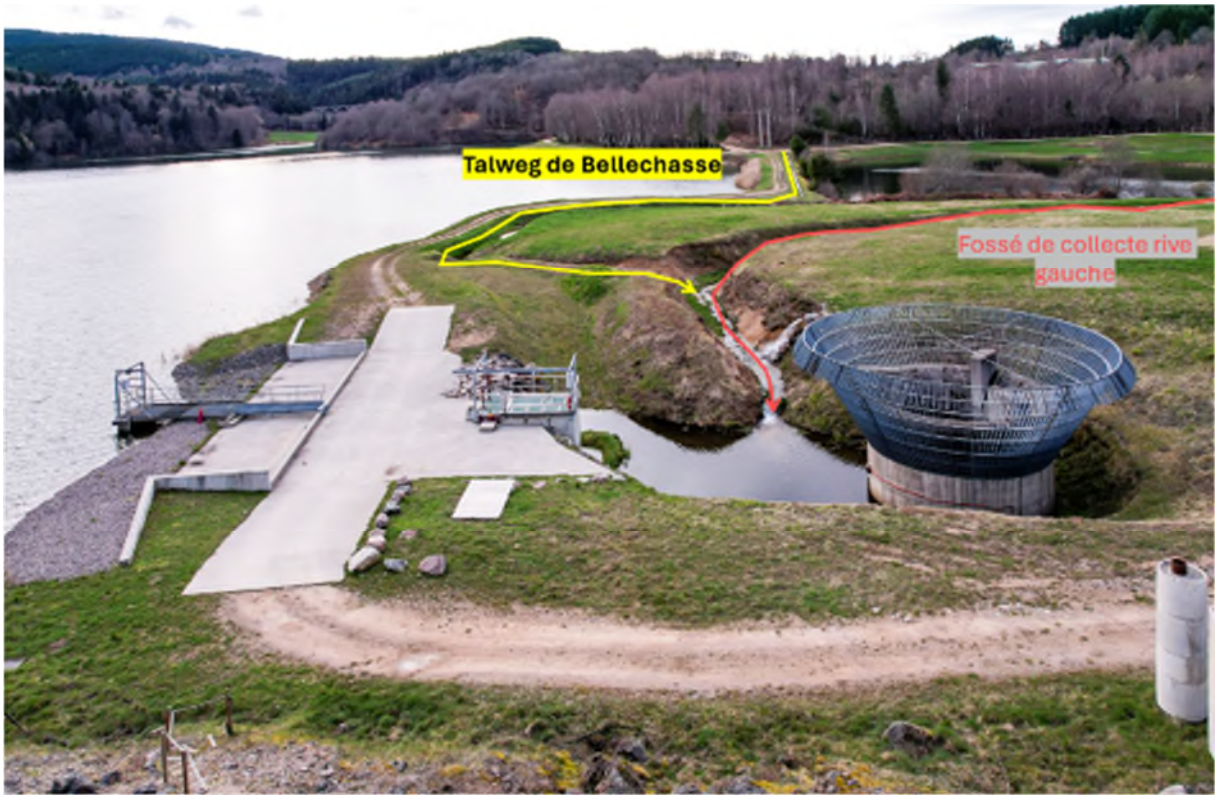
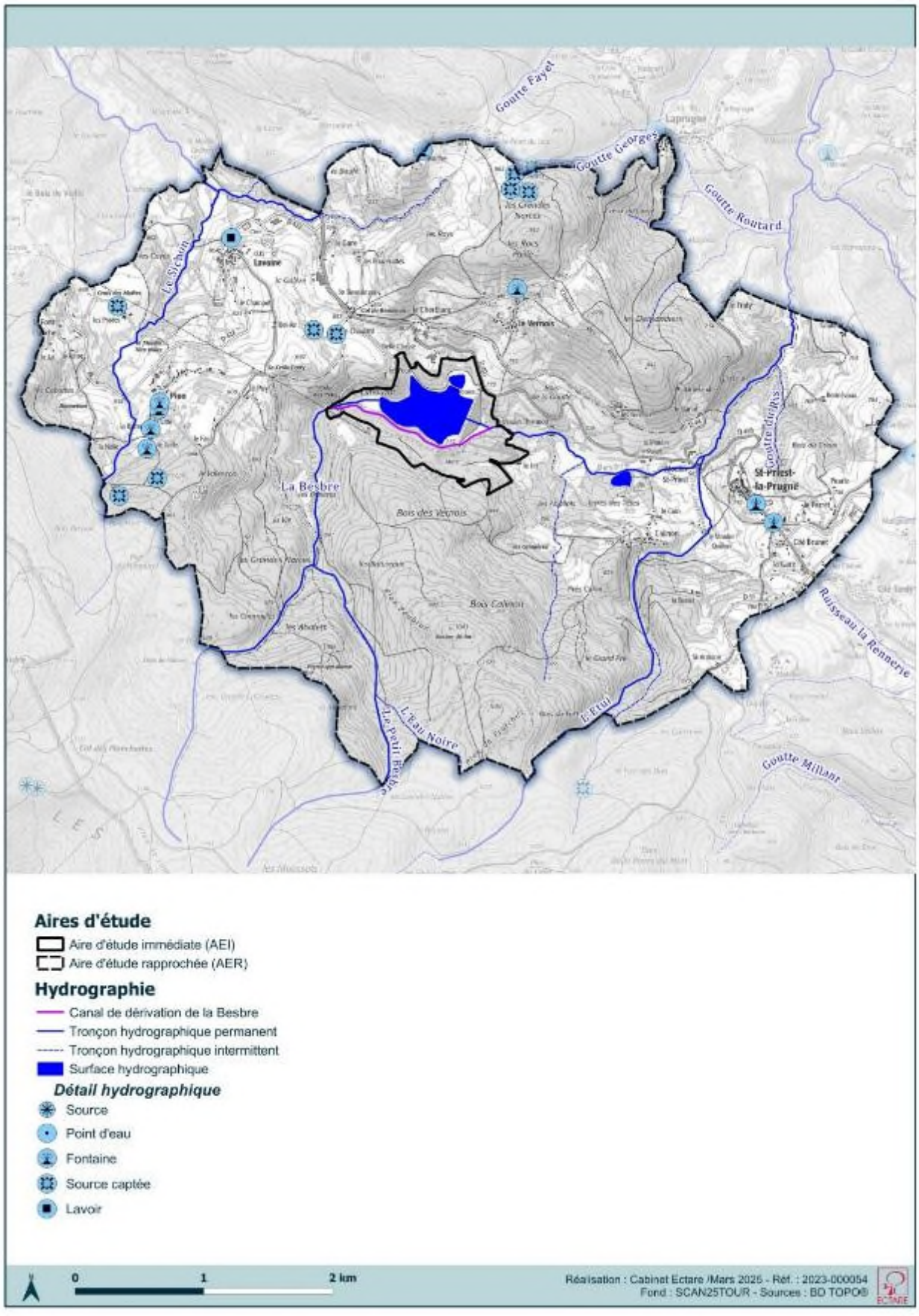


Figure 93 : Talweg de Bellechasse sur le site des BNL (ORANO Mining, photographie par drone, mai 2024)

Sur la cartographie ci-après, plusieurs fontaines et sources captées sont identifiées au sein de l'AER. Aucune des fontaines n'a d'interaction hydraulique avec le site d'étude. Concernant les sources captées, cette thématique est développée dans la partie *2.2.3-Utilisation des eaux*.

.



Carte 10 : Réseau hydrographique du secteur d'étude

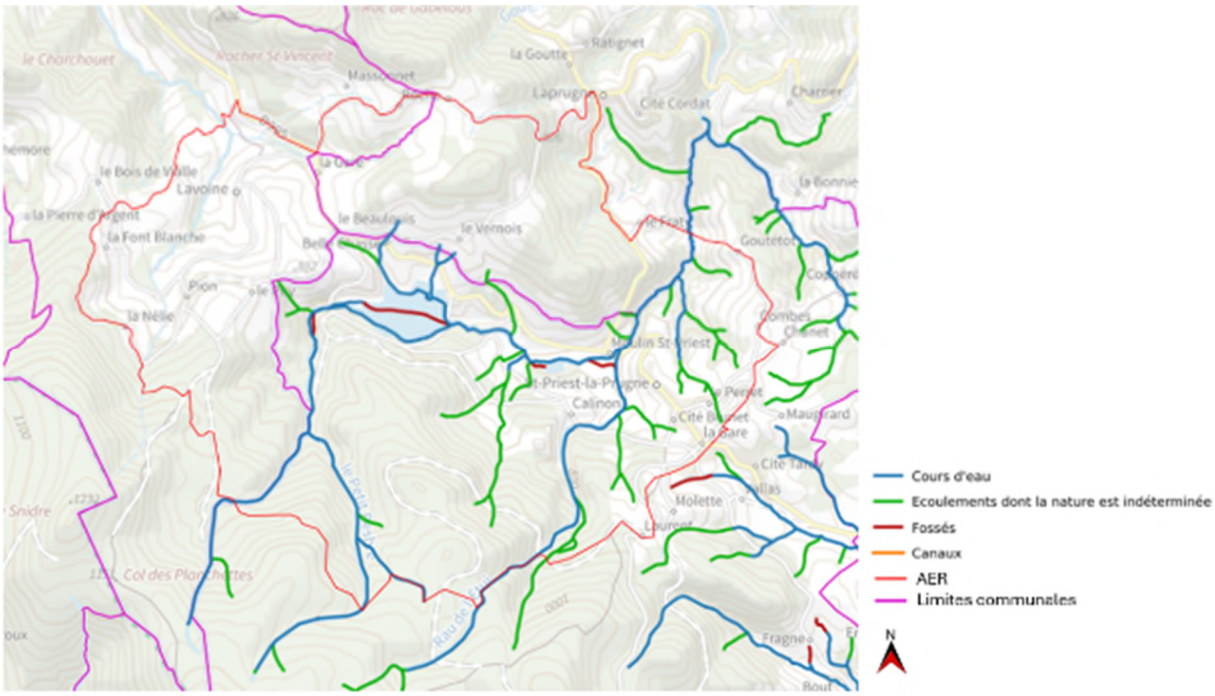


Figure 94 : Extrait de la cartographie interactive des cours d'eau de la DDT 42

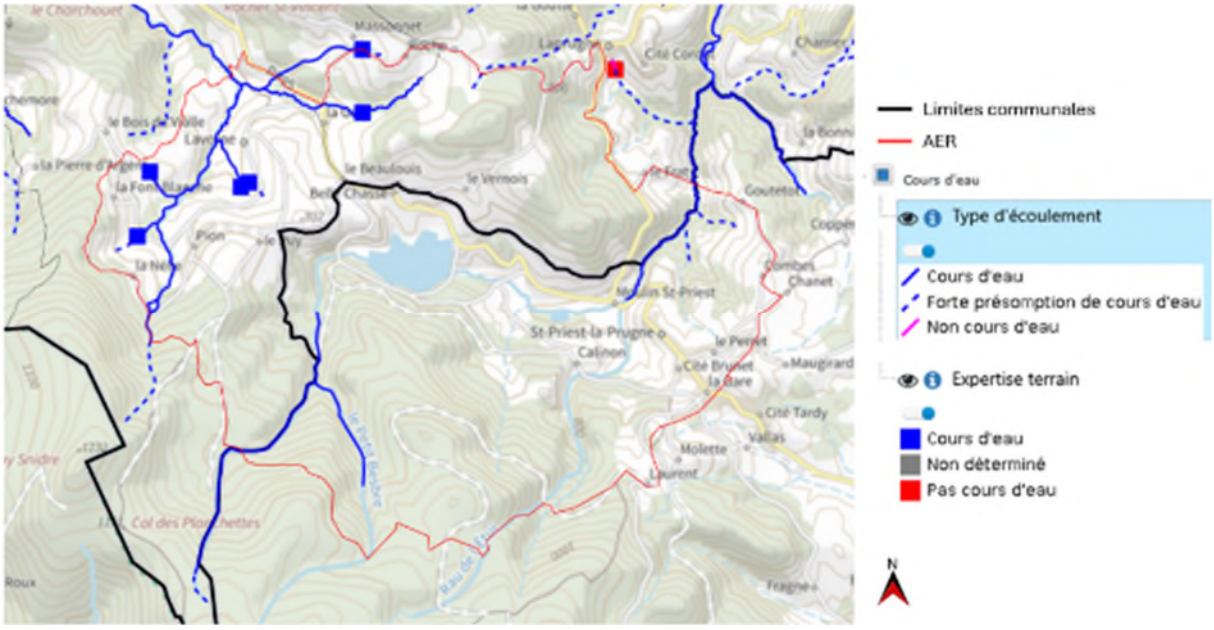


Figure 95 : Extrait de la cartographie interactive des cours d'eau de la DDT 03, qui concerne la partie ouest / sud-ouest de l'AER

Les cours d'eau qui traversent le site passent par des zones de morphologie accidentée où la frange d'altération est peu épaisse et la roche pratiquement imperméable. Les phénomènes de ruissellement sont donc prédominants.



Figure 96 : Ruissellement (ECTARE, juin 2024)

2.2.2.3 La Besbre

- **Description des équipements constituants la dérivation de la Besbre sur le site**

À 1 km environ à l'amont du Grand Bassin, la Besbre rencontre la Retenue des Peux formant un étang. Cette retenue est constituée d'un barrage poids béton fondé sur le granite. Elle comprend un seuil déversant permettant d'évacuer les crues exceptionnelles vers la retenue principale et une prise d'eau en rive droite permettant le détournement des flux courants par le canal de dérivation de la Besbre jusqu'à 10 m³/s. La vanne d'alimentation du canal est bloquée en position ouverte depuis la fin de l'exploitation de la mine et sa grille de protection a été déposée.

Les débits déversants sur le seuil transitent par l'ancien lit naturel de la Besbre et alimentent la queue de la retenue principale. Les caractéristiques principales de l'étang des Peux sont les suivantes :

Cote de la crête	778,87 NGF
Cote du seuil déversant	777,67 NGF
Capacité maximale de la retenue à la cote de 777,50 m NGF	<3 000 m³



Figure 97 : Seuil et étang des Peux (ORANO, avril 2024)

Au niveau du site, la Besbre est dérivée dans un canal d'une longueur de 1 080 m. Cet ouvrage de dérivation se situe en rive droite de la retenue sous la forme d'un canal trapézoïdal avec un fond tapissé de blocs et graviers et des berges en plaque de béton. La largeur en fond est d'environ 1 m pour une profondeur 1,50 m et une pente de talus à 1/1.

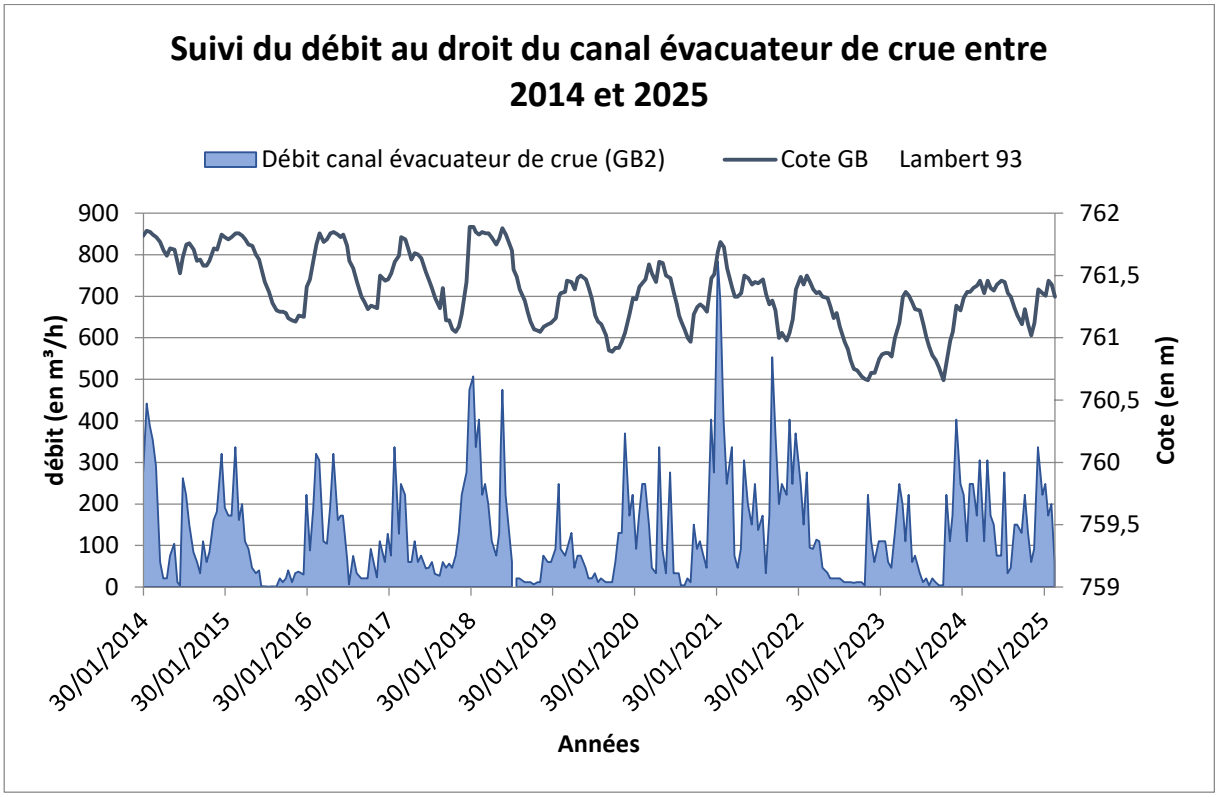


Canal de dérivation de la Besbre au niveau de la digue des Peux (amont) (ECTARE, nov.2023)



Canal de dérivation de la Besbre en rive droite (ECTARE, nov.2023)

Le débit est relevé au sein du canal évacuateur de crue depuis 2014. Le graphique correspondant au suivi est présenté ci-après. On observe des variations saisonnières normales et un débit relativement constant.



Cette dérivation se poursuit par un « toboggan » dans la partie aval du site, en marge de la digue. Puis la Besbre retrouve son cours naturel. Cet ouvrage de restitution est de section rectangulaire et est composé de 8 chutes successives séparées par des palier-bassins horizontaux et terminé par une cuillère. L'ouvrage a été réalisé en déblai. L'ensemble de cet ouvrage permet d'absorber l'énergie du flux.



Figure 98 : Ouvrage de restitution dissipateur d'énergie de la Besbre (ORANO, avril 2024)

- **Les caractéristiques de la dérivation de la Besbre**

Les caractéristiques du canal rive droite sont les suivantes :

- Dimensions du canal : trapèze de 1,00/1,50 m/4,00 m,
- Coefficient de Strickler équivalent : 53,
- Pente moyenne de 0.5 % entrainant une capacité de 10,1 m^3/s,
- Pente minimale de 0.3 % diminuant localement cette capacité théorique à 7,8 m^3/s.

Les caractéristiques hydrauliques de la descente d'eau existant sur la digue, dit « toboggan » sont :

- Dimensions du canal : rectangle 2,50 m x 1,60 m,
- Vitesse évaluée à plein bord à 22,4 m/s,
- Débit capable de 90 m^3/s.

- **Bassins versants dans la Besbre**

Il est à distinguer deux bassins versants par rapport au site des BNL :

- le bassin versant à l'amont du site, représenté par la tête de bassin de la Besbre et se situant à l'amont du viaduc des Peux et de la prise d'eau de l'ouvrage de dérivation. Il représente une surface d'environ 9,5 km^2 ;
- le bassin versant total de l'aire d'influence du site, situé à l'aval du point de rejet et à l'amont de l'étang du Paradou. Il représente une surface d'environ 13,8 km^2.



Figure 99 : Bassin versant topographique de l'aire d'influence directe du site des BNL (Cabinet REILÉ)

Il est également possible de détailler plus encore les superficies des bassins versants de la Besbre. L'étude menée par Philia Ingénierie en décembre 2024 réestime les superficies des bassins versants comme l'indique la carte ci-après.

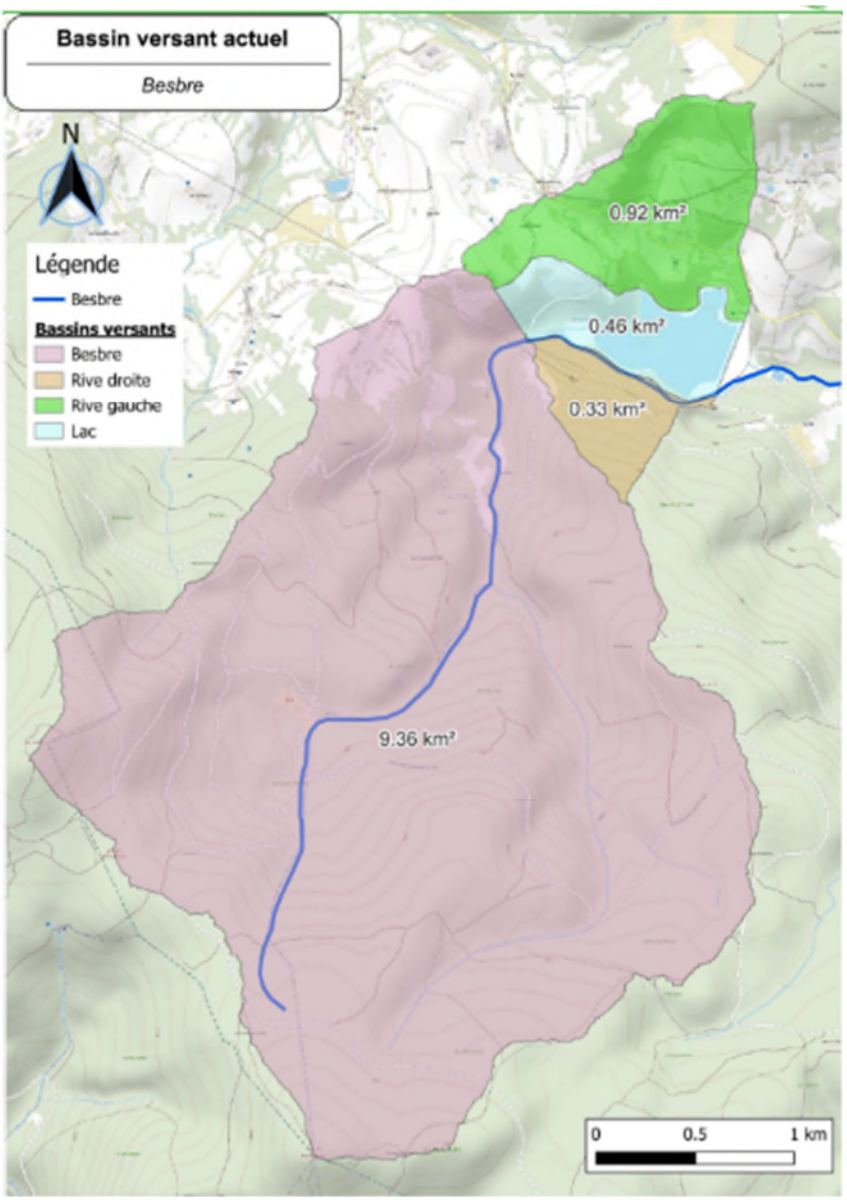


Figure 100 : Superficies des bassins versants de la Besbre (Philia, décembre 2024)

- **Hydromorphologie de la Besbre**

Annexe : Mission étude hydromorphologique Ruisseau de Besbre – ASCONIT Consultants – septembre 2013
Annexe : PHILIA Ingénierie – Note concernant la conception hydromorphologique de la Besbre (chapitre sur la caractérisation de l'état actuel de la Besbre & annexe A – investigations hydromorphologiques de 2024), mai 2025

Une étude hydromorphologique a été menée en septembre 2013 afin de caractériser l'état de la Besbre, entre le bassin recouvrant les résidus de traitement et le lieu-dit du Moulin Saint-Priest (en aval du site). Afin de conforter cette première étude, PHILIA a mené en 2024 des investigations à l'amont et à l'aval du site des BNL. La complémentarité de ces deux études

permet de décrire la morphologie de la rivière et de proposer une conception en adéquation avec l'existant.

Dans le cadre de l'étude d'ASCONIT, la Besbre a fait l'objet de l'application du protocole Carhyce, Protocole de CARactérisation HYdromorphologique des Cours d'Eau à l'échelle stationnelle, correspondant au protocole national standardisé de recueil de données hydromorphologiques quantitatives.

Les rapports des investigations de terrain permettent d'identifier les points suivants :

- les sections font en moyenne 4,5 m en gueule avec des variations en plein bord de 2.3 à 7 m ;
- la pente moyenne est élevée : les pentes moyennes varient de 2,5% à plus de 4 % ;
- la lame d'eau minimale est de 10 cm et au maximum de 50 à 60 cm ;
- la granulométrie de la rivière présente une bonne diversité avec
    - principalement des blocs (jusqu'à 25 %), et des pierres et cailloux (jusqu'à 70 %)
    - complétée par une relativement faible fraction de graviers et quelques sables et limons (au maximum 15%) ;
- les faciès en présence sont principalement une succession de radiers et de rapides avec quelques plats lotiques : globalement une diversification relativement faible ;
- le cordon ripicole est :
    - bien fourni au niveau de la strate arbustive avec des essences intéressantes, à savoir des frênes, aulnes, noisetiers et quelque conifères inadaptés ;
    - moins fourni au niveau de la strate herbacée où la fougère prédomine ;
- des habitats aquatiques sont présents avec une bonne alternance des faciès en présence et la présence de caches en berges ou sous blocs ;
- quelques obstacles à l'écoulement seront sélectifs (chutes jusqu'à 60 cm qui ne sont franchissable que périodiquement).

En vision globale la Besbre présente des caractéristiques hydromorphologiques de bonne qualité avec une bonne diversité des habitats en berges, aquatiques et de la granulométrie.



Figure 101 : Secteur d'étude retenu pour la réalisation de l'étude hydromorphologique de la Besbre par ASCONIT en 2013



Figure 102 : Secteur d'étude retenu pour la réalisation de l'étude hydromorphologique de la Besbre en amont du site des BNL par PHILIA en 2024

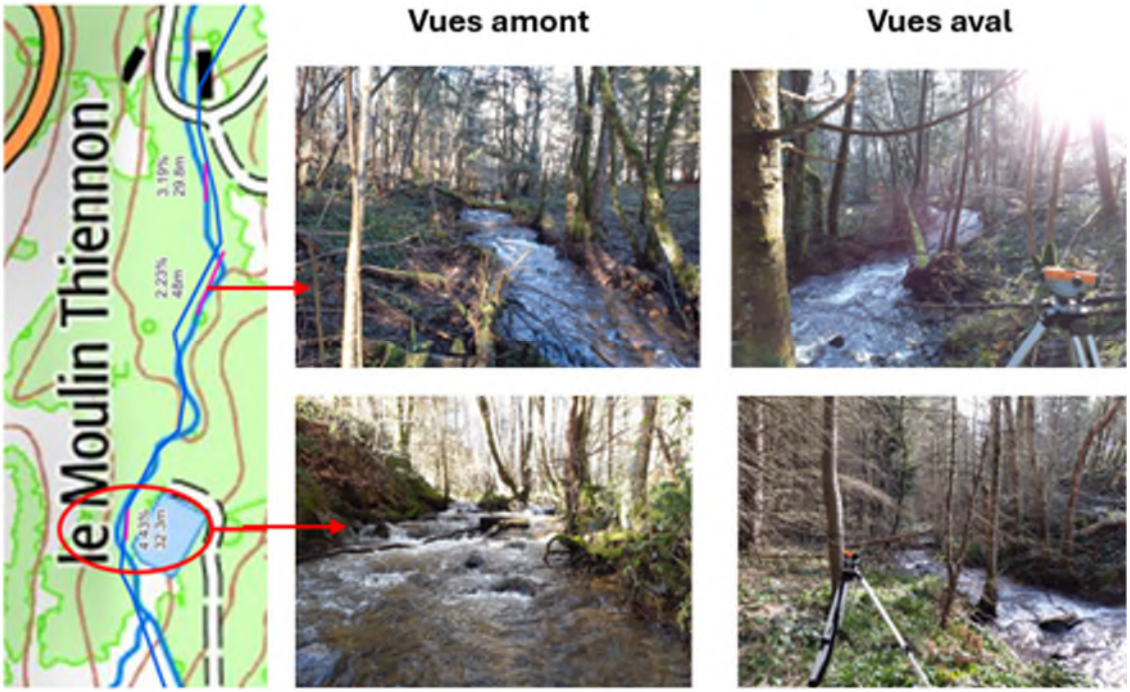


Figure 103 : Secteur d'étude retenu pour la réalisation de l'étude hydromorphologique de la Besbre en aval du site des BNL par PHILIA en 2024

2.2.2.4 Le Grand Bassin

Les eaux de la retenue étant radifères, elles ne peuvent, hors mesure d'urgence, être rejetées en masse dans le milieu naturel. Le système de vidange ne peut pas être utilisé comme régulateur de crues, mais seulement comme équipement de sécurité permettant un abaissement rapide de la lame d'eau en cas de défaillance grave de la digue.

Un pompage des eaux du Grand Bassin a été mis en place en 2020 afin d'assurer :

- le transfert des eaux vers le bassin de traitement par filtration sur zéolithes situé à proximité ;
- le maintien du niveau d'eau du Grand Bassin pour :
    - d'une part éviter son débordement en cas de fortes pluies :
    - d'autre part pour assurer un recouvrement continu des résidus de traitement de minerai.

Le pompage des eaux est réalisé dans une nouvelle chambre dédiée, accolée côté aval de l'actuel ouvrage de vidange. La capacité maximale de ce pompage est de 150 m³/h

Cette création permet également d'améliorer l'ouvrage de vidange du Grand Bassin. Une nouvelle vanne a été mise en place, et la réalisation des tests de sécurité en est facilitée.

Le transfert des eaux du Grand Bassin vers le bassin de traitement par zéolithes est assuré par 3 pompes centrifuges immergées.

La mise en route du pompage est automatisée en fonction du niveau du Grand Bassin, mais peut également être régulée manuellement en fonction des situations (sécheresse ou fortes pluies prévus / possibilité d'anticiper la gestion du niveau).

Ces travaux ont nécessité une modification du réseau électrique et la mise en place de la fibre permettant l'automatisation des installations.

Une nouvelle armoire électrique a été mise en place. Le câblage et raccordement des équipements sur l'armoire contrôle commande a été réalisé au niveau du local existant, et relié par la fibre au bâtiment Réactifs.

Les plans ci-dessous présentent le sas de pompage créé en 2019 ainsi que la configuration finale de la digue submersible.

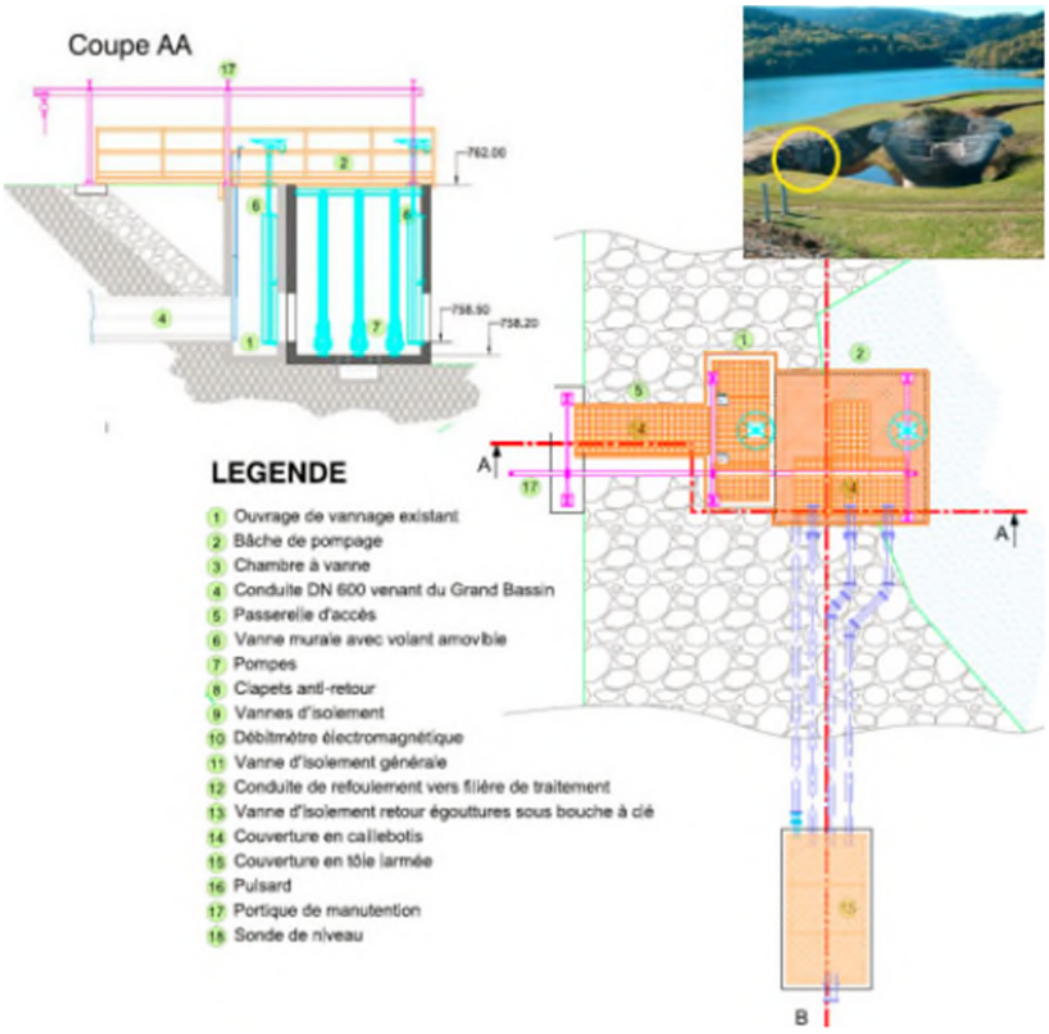


Figure 104 : Extrait plan projet – sas de pompage (mise à jour de l'étude de danger, TRACTEBEL, 2019)

Le Grand Bassin n'est pas alimenté pas la Besbre, sauf en cas de débordement du canal de dérivation qui se produirait en cas de crue supérieure à 10 m^3/s, cas qui n'a jamais été observé. En fonctionnement normal, le Grand Bassin est alimenté par la pluviométrie.

Un évacuateur de crue est aussi présent au niveau du Grand Bassin. Il est constitué d'un puits vertical de 10 m de profondeur et de 2,8 m de diamètre suivi d'une galerie de 6 m^2 de section à 2%, sur une longueur de 118 m pour finir dans un chenal en béton à forte pente. La capacité de cet évacuateur est établie entre 50 et 60 m^3/s.



Corolle de l'évacuateur de crue (ECTARE, juin 2024)

2.2.2.5 Données quantitatives des eaux superficielles

Sources : Étude hydrologique et hydraulique pour le détournement de la Besbre – Septembre 1983 par Coyne et Bellier ; Étude hydrologique – Digue des Bois Noirs - Étude des crues rares au droit du barrage des Bois Noirs – Novembre 2013 par Coyne et Bellier/Tractebel Engineering ; suivi pluriannuel des débits sur le site des BNL – ORANO ; Note concernant la gestion des eaux pluviales – Décembre 2024 par Philia Ingénierie.

- **Mesure de débits de la Besbre sur le site**

Sources : relevés in situ par ORANO

L'obtention des débits minimum et moyen sur les mesures bimensuelles de 1996 à 2011 est possible en appliquant un ratio correctif mis en exergue par le jaugeage.

Cette méthode donne accès aux ordres de grandeur suivants :

- débit minimum observé : 32 l/s ;
- débit moyen observé : 329 l/s.

À noter que le débit inférieur à 40 l/s n'a été observé que pour les mois de juillet et d'août 2003, année de la sècheresse généralisée en France.

Plus récemment, l'étude comparative des études hydrogéologique antérieures menées par le Cabinet REILÉ a estimé que les débits du canal de dérivation de la Besbre étaient surestimés sur la période 1993-2018 et les données ne peuvent être utilisées en l'état. Cependant à partir de 2018, les données de débits du canal de dérivation de la Besbre paraissent plus cohérentes du fait de l'amélioration de la précision des mesures.

Le **débit moyen s'établit ainsi à 259 l/s** correspondant à un débit spécifique de 27 l/s/km² et représente une lame d'eau écoulée d'environ 860 mm (pour une pluviométrie moyenne d'environ 1180 mm/an mesurée sur le nouveau pluviomètre du site). La Besbre présente un régime pluvial avec une saisonnalité bien marquée, et une influence nivale très limitée. Les débits maximaux sont observés en hiver entre décembre et février, et l'étiage a lieu au mois d'août (TRACETEBEL, 2018). L'ensemble de ces observations sont cohérentes avec les

fluctuations de débit de la Besbre observées à la station hydrologique de Chatel-Montagne, représentatives de son fonctionnement à l'échelle régionale. Cette partie est développée dans le chapitre suivant « *Mesures de débit de la Banque Hydro* ».

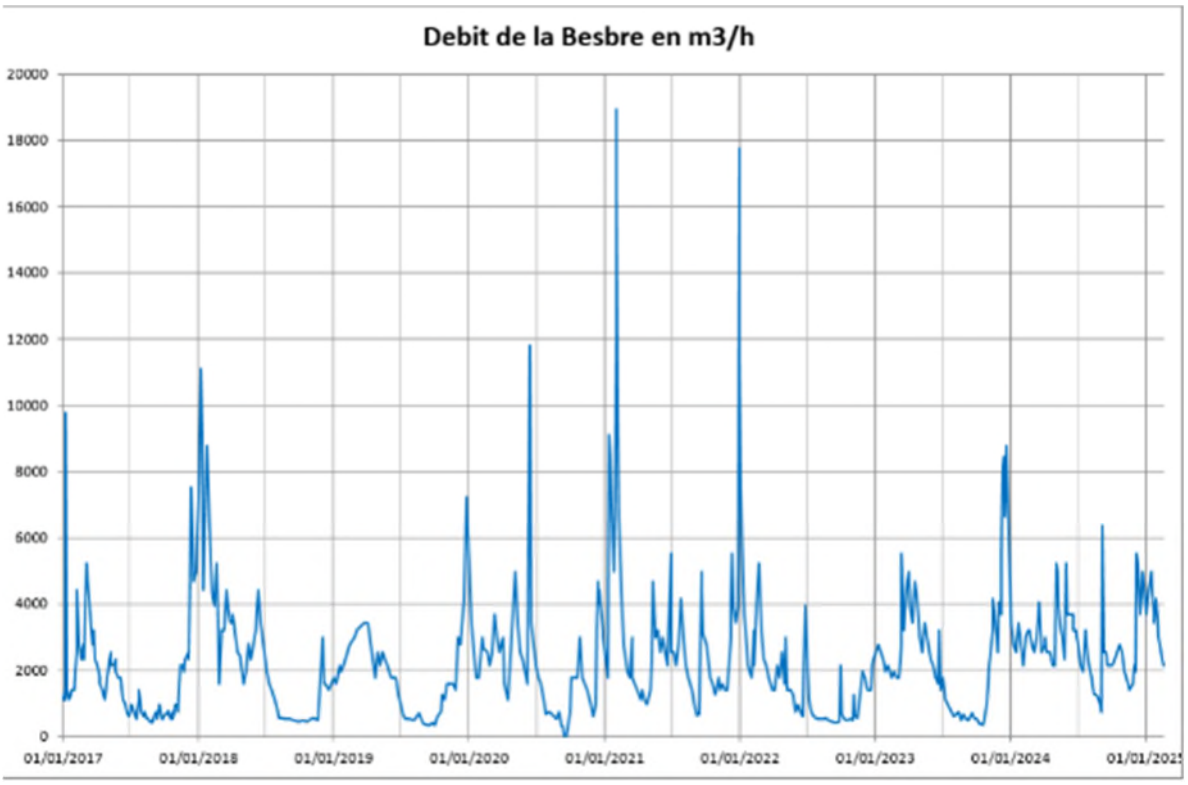


Figure 105 : Débit de la Besbre en m³/h mesuré sur le site des BNL (relevés in situ ORANO Mining)

- **Superficie du bassin versant et débits de pointes**

Sur la base d'études hydrologiques menées par le Centre d'Études du génie rural des Eaux et des Forêts, il a été établi des valeurs locales de pluies en fonction de la durée d'averse :

t (heure)	0.5	1	2	3	24
h (mm)	78	90	103	112	170

Tableau 4 : Valeurs locales de pluies en fonction de la durée d'averse

À partir de ces hypothèses de pluies et de quelques observations de crues sur des rivières régionales, les débits de pointes de crue des différents sous bassins versants du site ont été estimés en 1983.

Bassin Versant	Superficie en km²	Débit de pointe pessimiste* (m³/s)	Débit de pointe moyen* (m³/s)
Besbre amont (S1)	9.19	80	40
Bellechasse (S2)	0.74	13.3	-
Rive droite (S3)	0.41	10.7	-
Rive gauche (S4)	0.44	11.4	-

Bassin Versant	Superficie en km²	Débit de pointe pessimiste* (m³/s)	Débit de pointe moyen* (m³/s)
Total S2+S4	1.2	24	
Total S1+S2+S4	10.4	90	50-60

***pour une crue quinqua-milléniale**

Tableau 5 : Superficies et débits de pointe des bassins versants estimés en 1983

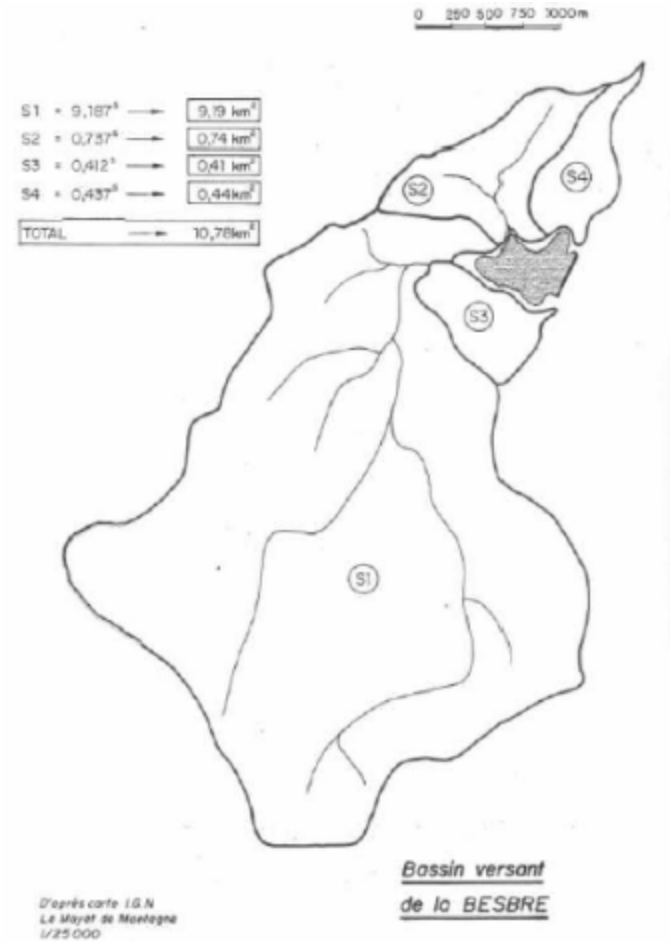


Figure 106 : Carte des bassins versants amont au site

Une étude de crues du barrage des Bois Noirs a été menée en novembre 2013, concernant les débits de pointe et hydrogrammes de crue pour les périodes de retour fréquentes, rares, et extrêmes. Différentes approches ont été menées (empirique, régionale et statistique).

Les résultats de crue pour le bassin versant total obtenus par les différentes approches sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

	Méthodes empiriques		Transposition Q(T) stations hydrométriques	Méthode du Gradex					
Période de retour T (ans)	Débit de pointe Qp (m³/s)			Crue Rapide		Crue à dynamique moyenne		Crue lente	
				Débit de pointe Qp (m³/s)	Débit moyen 24h (m³/s)	Débit de pointe Qp (m³/s)	Débit moyen 24h (m³/s)	Débit de pointe Qp (m³/s)	Débit moyen 24h (m³/s)
2			2.9 - 2.9						
5			4.0 - 4.6						
10	7.4 SOCOSE	6.5 CRUPEDIX	4.7 - 5.8	8.3	2.7	5.3	4.2	4.8	4.4
20			5.2 - 6.8						
50	10.5 (SOCOSE)			21.7	7.2	11.2	8.8	8.1	7.4
100				27.4	9.0	13.6	10.7	9.5	8.7
1 000	23			46.3	15.3	21.7	17.1	13.9	12.7
5 000				59.3	19.6	27.4	21.6	16.9	15.5
10 000				65.2	21.5	29.8	23.5	18.2	16.7

Tableau 6 : Comparaison des différents débits de pointe (Qp)

Ces différentes approches sont complémentaires. Les méthodes empiriques ont permis d'obtenir rapidement des ordres de grandeur des quantiles de crues attendus pour les périodes de retour 10 et 1 000 ans. L'approche régionale permet de cerner un peu mieux ces quantiles en se basant sur des résultats précédents obtenus sur des sites voisins. Enfin, l'approche du Gradex, réputée robuste, a pu être appliquée de façon complète et assez satisfaisante malgré un bassin versant d'étude de petite taille par rapport aux bassins jaugés voisins.

La disponibilité des débits horaires du bassin versant du Sapey, assez similaire au bassin d'étude et des quantiles de pluie infra-journaliers SHYREG a permis de bien appréhender la dynamique des crues du bassin versant des Bois Noirs.

Les approches empiriques et régionales permettent d'établir des estimations et des marges d'incertitude :

- Pour T = 10 ans, on observe une assez bonne concordance des méthodes de prédétermination et d'analyse régionale ;
- Pour la durée de retour 1 000 ans, la méthode empirique donne une estimation assez proche de celle donnée par la méthode du gradex pour une crue à dynamique moyenne (respectivement 23 et 22 m³/s).

Les caractéristiques du bassin versant d'étude, en premier lieu sa faible superficie et son relief marqué, nécessitent la prise en compte de plusieurs types de crues, selon l'épisode de pluie générateur de crue.

L'étude a permis d'établir des hydrogrammes synthétiques pour 3 classes de crue à dynamique rapide, moyenne, et lente, et de rendre ainsi compte des différentes situations hydrologiques à risque rencontrées concernant le barrage des Bois Noirs.

Au-delà de la période de retour 100 ans, la classe de crue à dynamique rapide présente les résultats les plus contraignants à la fois en termes de débits de pointe et de volume total de crue.

Enfin, les quantiles de crues obtenus dans cette étude sont cohérents avec les résultats de l'étude antérieure de 1983 (Coyne et Bellier, 1983). Le débit de pointe de période de retour 5 000 ans du bassin total était alors estimé à 90 m³/s dans le cadre d'une hypothèse pessimiste

et de 50 m^3/s dans le cadre d'une hypothèse moyenne. La valeur maximale de débit de pointe de même période de retour obtenue dans cette présente étude est de 59 m^3/s.

Il faut pour finir souligner que dans l'étude de 1983, les débits des bassins du Sapey et du Sichon n'étaient pas disponibles, et que par conséquent, le cadre d'hypothèse pessimiste était en partie déduit des observations sur des petits bassins versants situés en zone cévenole, zone où les crues sont particulièrement exceptionnelles du fait d'intensité de pluie record en France.

- **Mesures de débit de la Banque Hydro**

La banque HYDRO dispose de trois stations sur la Besbre, dont la plus proche contrôle 135 km^2, et de trois stations sur un bassin voisin de quelques kilomètres, le Sichon. Aucune information n'est disponible concernant le site le plus en aval quant à sa surface contrôlée. En revanche, les deux autres sites contrôlent respectivement 27 km^2 et 159 km^2.

En comparant la Besbre et le Sichon pour les stations drainant respectivement 135 et 159 km^2, il apparaît que le Sichon produit moins que la Besbre à l'étiage (débit minimum) et au module (moyenne des débits annuels). Ainsi, l'hypothèse suivante peut être retenue : l'utilisation des débits spécifiques du Sichon amont (27 km^2 drainés) n'engendre pas de surestimation des débits de la Besbre (transposition du Sichon à la Besbre par une approche de Meyer). C'est donc une approche sécuritaire.

Cette analyse conduit à un module de 218 l/s et un QMNA5 (débit mensuel minimal sur 5 ans) de 21 l/s.

À partir des données du Sichon, les débits de la Besbre ont été reconstitués. Ils sont présentés en suivant :

	Sichon	Besbre	Description
Freq. Non dépassement	Débit classé (m³/s)	Débit classé (m³/s)	
0,01	0.025	0.010	99% de chance d'être dépassé chaque jour
0,0274	0.04	0.016	Étiage
0,05	0.05	0.02	95% de chance d'être dépassé chaque jour
0,1	0.079	0.032	90% de chance d'être dépassé chaque jour
0,2	0.14	0.057	80% de chance d'être dépassé chaque jour
0,3	0.216	0.088	70% de chance d'être dépassé chaque jour
0,4	0.296	0.121	60% de chance d'être dépassé chaque jour
0,5	0.4	0.163	**1 chance sur 2 d'être atteint chaque jour**
0,6	0.511	0.208	40% de chance d'être dépassé chaque jour
0,7	0.654	0.266	30% de chance d'être dépassé chaque jour
0,8	0.865	0.352	20% de chance d'être dépassé chaque jour
0,9	1.21	0.493	10% de chance d'être dépassé chaque jour
0,95	1.57	0.640	5% de chance d'être dépassé chaque jour
0,9726	1.98	0.807	Crue
QMNA5	0.055	0.022	Débit mensuel minimal ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassée une année donnée
Module	0.565	0.23	Débit hydrologique moyen interannuel

Figure 107 : Débits classés de la Besbre reconstitués à partir de ceux du Sichon (Philia, décembre 2024)

Les débits moyens mensuels sont donnés dans le tableau ci-après.

	Sichon	Besbre
Mois	Débit moyen mensuel (m³/s)	Débit moyen mensuel (m³/s)
Janvier	0.93	0.379
Février	0.848	0.345
Mars	0.73	0.297
Avril	0.697	0.284
Mai	0.657	0.268
Juin	0.431	0.176
Juillet	0.288	0.117
Août	0.197	0.080
Septembre	0.229	0.093
Octobre	0.312	0.127
Novembre	0.597	0.243
Décembre	0.879	0.358
Année	0.565	0.230

Figure 108 : Débits moyens mensuels reconstitués à partir de ceux du Sichon (Philia, décembre 2024)

Par ailleurs, sur la Besbre la station « La Besbre à Châtel-Montagne » (K151 0001), située à 13 km en aval du site, présente une série de mesures significative. La surface de bassin

versant topographique pris en compte est 135 km². Les données hydrométriques de synthèse de cette station sont les suivantes :

Période des données hydrologiques	1948 - 2020
Module (débit moyen interannuel)	2 310 l/s
Débit quinquennal sec basses eaux (QMNA[10] 5 ans)	242 l/s
Quinquennale sèche	1 513 m³/s
Quinquennale humide	2 928 l/s
Débit de crue décennale (débit instantané)	20 200 l/s
Débit de crue vicennale (débit instantané)	Non renseigné
Débit de crue cinquantennale (débit instantané)	Non renseigné

Tableau 7 : Données de synthèse de la station de « la Besbre à Châtel-Montagne » (source : HydroPortail - EauFrance)

Le seul maximum connu à cette station est :

Paramètre	Mesure	Date
Débit journalier maximal (l/s)	27 700	23/05/2012

Tableau 8 : Records de la station de « la Besbre à Châtel-Montagne » (source : HydroPortail - EauFrance)

Le débit annuel (calculé sur 8 ans) de la Besbre est de 2 310 l/s mais il présente des variations saisonnières entre les périodes d'étiage et les périodes de hautes eaux. A la station K151 0001, les débits moyens varient de manière assez importante allant de 879 l/s à 3 970 l/s. La période de hautes eaux s'étend de novembre à mai, avec un débit moyen mensuel maximum en janvier. Quant à la période de basses eaux, elle s'étend de juin à octobre avec un débit moyen mensuel minimum en août.

[10] *QMNA : Débit mensuel minimal d'une année hydrologique. Le QMNA sur 5 ans est le débit de référence défini au titre 2 de la nomenclature figurant dans les décrets n° 93742 et 93743 du 29 mars 1993, pris en application de la loi sur l'eau du 3 janvier 1992.*

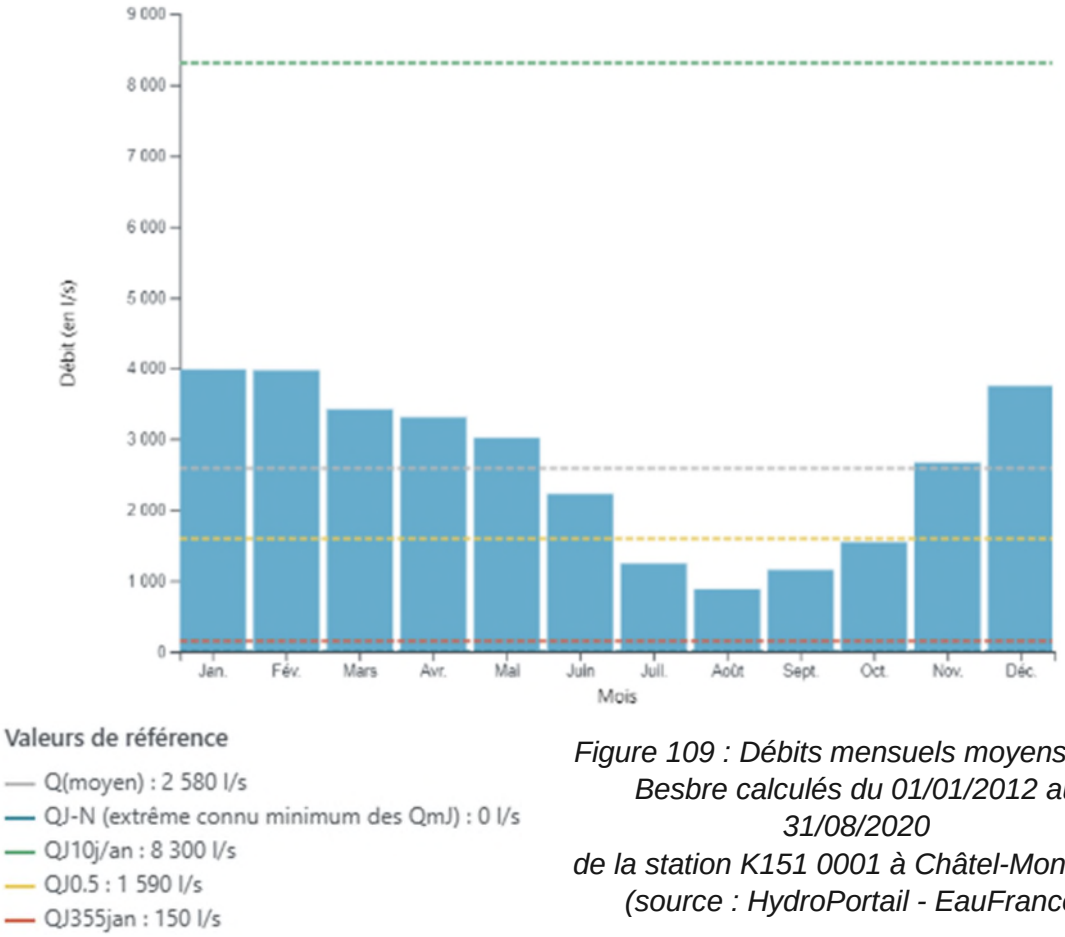


Figure 109 : Débits mensuels moyens de la Besbre calculés du 01/01/2012 au 31/08/2020 de la station K151 0001 à Châtel-Montagne (source : HydroPortail - EauFrance)

2.2.2.6 Qualité des eaux superficielles

La commune de Saint-Priest-la-Prugne est concernée par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Loire Bretagne. Le SDAGE 2022 – 2027 de Loire Bretagne a été adopté le 3 mars 2022.

La Besbre amont est identifiée comme masse d'eau FRGR0208a : La Besbre et ses affluents depuis sa source jusqu'à la retenue de Saint-Clément.

D'après l'évaluation de l'état des masses d'eau superficielles pour le SDAGE Loire-Bretagne, l'état de la masse d'eau FRGR0208a est le suivant :

Masse d'eau	État chimique de la masse d'eau	État quantitatif de la masse d'eau
La Besbre et ses affluents depuis sa source jusqu'à la retenue de Saint-Clément – FRGR0208a	Bon état	Bon état

Tableau 9 : État de la masse d'eau FRGR0208a (source : SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027)

Ainsi la masse d'eau présente un bon état global, avec comme objectif le maintien en bon état.

Les pressions sur la masse d'eau présente à l'échelle de l'AEI sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

	FRGR0208a
Pollutions ponctuelles	
Pression significative pollutions ponctuelles	Non
Pression significative micropolluants non ubiquistes état écologique	Non
Pression significative micropolluants état écologique	Non
Pression significative micropolluants non ubiquistes état chimique	Non
Pollutions diffuses	
Pression significative pollutions diffuses	Non
Pression significative nitrates	Non
Pression significative pesticides	Non
Pression significative phosphore diffus cours d'eau ou phosphore trophique sur plans d'eau	Non
Hydrologie	
Pression significative hydrologie	Non
Pression significative hydrodynamique Syrah	Non
Pression significative connexion ESU/ESO Syrah	Non
Morphologie continuité	
Pression significative morphologie et continuité	Non
Pression significative morphologie	Non
Pression significative continuité	Non

Tableau 10 : Pressions s'exerçant sur la masse d'eau superficielle identifiée au droit de l'AEI (source : SIELB)

La masse d'eau FRGR0375 ne connait aucune pression significative.

La Besbre et ses affluents depuis la source jusqu'à la retenue de Saint-Clément (FRGR0208a) est identifiée comme réservoir biologique par le SDAGE.

Par ce classement en tant que réservoir biologique, la Besbre des sources jusqu'à la confluence avec la Bonnière est identifiée par arrêté du 12 juillet 2012 dans les cours d'eau de liste 1 « cours d'eau à préserver » au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement.

- **Études hydrobiologiques**

Annexe : État hydrobiologique – état initial de la rivière Besbre (amont et aval) – Mica Environnement, novembre 2013 n°13.202

Annexe : État hydrobiologique de la Besbre 08/11/2023 – Hydrosphère

Une étude menée en 2013 par Mica Environnement vise à déterminer l'état initial de la qualité biologique du Besbre en amont et en aval avant la renaturation du cours d'eau. L'état des lieux repose sur l'évaluation des quatre principaux indicateurs biologiques utilisés dans le cadre des suivis nationaux de la qualité biologique des eaux de surfaces à savoir l'Indice Poisson Rivière (EPR), l'Indice Biologique Global compatible à la DCE (IGB-DCE), l'Indice Biologique Diatomées (IBD) et une étude physico-chimique de l'eau et des sédiments.

Deux stations hydrobiologiques sur le cours d'eau de la Besbre ont été définies préalablement, elles sont localisées sur la carte ci-dessous :



Figure 110 : Localisation des deux stations hydrobiologiques (MICA Environnement, novembre 2013)

Les résultats de l'étude attestent d'une qualité biologique « bonne » à « très bonne ».

Parmi les trois espèces échantillonnées sur l'ensemble des stations selon l'IPR (Indice Poissons Rivière), une appartient au compartiment biologique des crustacés, l'écrevisse du Pacifique (*Pacifacus leniusculus*). L'assemblage piscicole se compose exclusivement de la truite de rivière et du chabot.

L'évaluation de l'état écologique par l'application de l'IPR définit les deux stations en **bon état écologique**.

Ainsi, l'étude engagée sur deux composantes faunistiques (macrofaune benthique) et floristiques (microflore benthique) complémentaires en aval mettent en évidence une situation biologique meilleure que celle obtenue grâce à l'IPR. En effet, l'étude des macro-invertébrés et des diatomées relèvent une « **très bonne » qualité écologique**.

À noter tout de même deux indices d'altérations :

- l'étude du peuplement de macro-invertébrés fait apparaitre une habitabilité moyenne du milieu qui se traduit par une diversité moyenne et un certain déséquilibre des populations ;
- l'étude du peuplement de diatomée révèle des indices d'une altération faible qui serait due à une eutrophisation anthropique faible.

Quant aux résultats physico-chimiques, ils mettent en évidence un certain déclassement de la qualité du milieu, qui vient expliquer les indices d'altération mis en évidence par les indices biologiques. En effet, nous pouvons noter une altération due à une quantité importante d'azote (NKJ), à une faible minéralisation, et à la présence de certains HAP et de métaux. Ces altérations restent cependant faibles.

En août 2018, MICA Environnement a mené une autre campagne de sondages piscicoles. Afin de s'inscrire dans une logique cohérente, trois stations ont été à nouveau échantillonnées dont deux ayant déjà été observées dans le cadre de l'état initial en 2013 (stations nommées BNL_AM et BNL_AV_1 sur la carte ci-après). Les résultats de cette campagne font état :

- Pour la station amont : d'un état écologique moyen dû aux faibles densités d'individus capturés. Cela ne témoignait toutefois pas d'une perturbation spécifique. Mis à part le vairon (*Phoxinus phoxinus*), les espèces attendues (chabots et truites) étaient présentes conformément à la capacité d'accueil du milieu ;
- Pour la station aval : d'un état écologique bon. Les effectifs capturés ont permis d'obtenir des densités conformes au peuplement théorique et ainsi d'obtenir des scores associés faibles ;
- Pour la station aval éloignée : d'un état écologique bon. Les effectifs capturés ont permis d'obtenir des densités conformes au peuplement théorique et ainsi d'obtenir des scores associés faibles. La présence de deux rotengles (*Scardinius erythrophthalmus*) n'impacte pas la note indicielle.



Figure 111 : Localisation des trois stations d'échantillonnage pour le suivi hydrobiologique (Hydrosphère, octobre 2023)

Plus récemment, une étude menée par Hydropshère en octobre 2023 a permis une mise à jour de l'état biologique de la Besbre en amont et en aval du site des Bois Noirs Limouzat. Les résultats de l'étude tendent à s'inscrire dans la continuité des résultats obtenus par les études précédentes.

En effet, les quatre principaux indicateurs biologiques utilisés dans le cadre des suivis nationaux de la qualité biologique des eaux de surfaces attestent d'un **bon état global**. Les stations échantillonnées correspondent aux trois stations précédemment analysées.

La qualité physico-chimique est évaluée comme étant en « très bon » état sur les trois stations et elle n'apparaît pas limitante pour le développement de la vie aquatique sur ce secteur.

Au regard de l'IBD (bioindicateur), les rejets du site des Bois Noirs Limouzat (eaux d'exhaure de l'ancienne mine et écoulements depuis le plan d'eau et la digue) sont sans effet visible sur la qualité du milieu.

L'IBMR témoigne aussi de l'absence d'effet des rejets du site : le niveau trophique est faible voire très faible en amont comme en aval. Il est cependant noté une légère dégradation de la biodiversité de l'amont vers l'aval avec la disparition de certains taxons.

Le peuplement de macroinvertébrés présent en amont comme aval est caractéristique d'un milieu ne subissant pas de perturbation marquée. L'I2M2 témoigne aussi d'un « bon » voire « très bon » état biologique sur les trois stations. Une note légèrement moins bonne sur la station aval immédiat en lien notamment avec la dominance plus marquée des diptères a été attribuée.

Enfin, l'IPR démontre un peuplement pisciaire qui semble faiblement perturbé. L'état a été estimé comme « bon » du fait de l'absence de la loche franche et du vairon qui devraient être présentes. Deux espèces patrimoniales (la truite et le chabot) ont toutefois été observées.

Ainsi, globalement l'ensemble des relevés effectués sur ces trois stations ne témoigne pas de dégradation marquée de la qualité de l'eau entre les stations. Aucun impact négatif des rejets du site des Bois Noirs Limouzat sur la qualité hydroécologique de la Besbre, n'a ici été mis en évidence.

Pour complémenter, le bureau d'étude ECO-STRATEGIE a également mené des campagnes piscicoles afin de déterminer l'état écologique aquatique. Les résultats de cette étude montrent que la qualité des secteurs prospectés (amont, canal et aval immédiat) sont **tous « bon », au sens de l'IPR**. Deux espèces piscicoles ont été capturées sur l'ensemble des pêches sur la Besbre : la Truite fario et le Chabot fluviatile, toute deux patrimoniales. L'Écrevisse signal (*Pacifastacus leniusculus*), espèce exotique envahissante, est présente à l'aval comme à l'amont du barrage. Elle n'est toutefois pas remontée dans la Besbre en amont du Grand Bassin. Son influence sur les peuplements piscicoles est très nette : diminution de densité et de diversité.
L'ensemble des indices biologiques basés sur les macro-invertébrés benthiques (I2M2) est caractéristique d'une bonne qualité d'eau au niveau des 3 stations échantillonnées. Les peuplements invertébrés présentent néanmoins quelques déséquilibres au niveau du tronçon canalisé (moins d'habitats biogènes) et au niveau de la station aval (omniprésence de l'Écrevisse signal) au regard de la station amont, relativement préservée.

Paramètres		Amont	Canal	Aval immédiat	Aval éloigné
1996					
IBGN	IBGN (/20)	14		11	13
	GI (/9)	8		6	7
	Nb taxons	24		19	24
2010					
IBGN	IBGN (/20)	18	13	15	
	GI (/9)	9	8	8	
	Nb taxons	34	20	26	
2013 (MICA Environnement)					
IBG-DCE	Eq. IBGN (/20)			18	
	GI (/9)			9	
	Nb taxons			34	
IBD	IBD (/20)			18,3	
	IPS (/20)			17,4	
Poissons	IPR	10,19		9,20	
2018 (MICA Environnement)					
Poissons	IPR	16,06		12,39	14,36
2023 (Hydrosphère)					

Paramètres		Amont	Canal	Aval immédiat	Aval éloigné
IBG-DCE	Eq. IBGN (/20)	16		15	17
	GI (/9)	9		8	9
	Nb taxons	25		26	29
	I_2M_2 (/1)	0,66		0,64	0,69
IBD	IBD (/20)	20		19,2	18,8
IBMR	IBMR (/20)	12,87		14,79	10,4
Poissons	IPR	6,13		8,01	11,75
2023 (ECO-STRATEGIE)					
Poissons	IPR	6,32	11,30	11,81	
Invertébrés	GI (/9)	9	8	7	
	Nb taxons	29	30	26	
	I_2M_2 (/1)	0,85	0,76	0,71	

Très bon	Bon	Moyen

Tableau 11 : Données globales issues de l'évaluation de la qualité biologique (1996-2023) (sources : Mica Environnement, nov.2013 ; Hydrosphère, oct.2023 et ECO-STRATEGIE, 2023)

L'arrêté préfectoral n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 autorisant le site des BNL recommande la mise en œuvre d'un programme de surveillance de la biologie du cours d'eau via le suivi des bio-indicateurs à savoir :

Localisation	Indicateur	Fréquence
BESB A – Besbre amont rejet	IBG – DCE Sédiments	Tous les 5 ans Tous les 2 ans
BESB B – Besbre aval rejet	IBG – DCE Sédiments	Tous les 5 ans Tous les 2 ans

- **Études physico-chimiques**

Annexe : Rapport de prélèvements d'eaux superficielles – Campagne de septembre 2013 – ARCADIS Octobre 2013

Annexe : compte-rendu d'opérations – campagnes de prélèvements d'eau en période de basses eaux et pose d'équipements de mesure pour étude hydrogéologique, Cabinet REILÉ, juillet 2024

Annexe : compte-rendu d'opérations – campagnes de prélèvements d'eau en période de hautes eaux (D2023-06391), Cabinet REILÉ, février 2025

Annexe : étude de la relation entre les flux rejetés par le site des BNL et l'accumulation des sédiments dans le lac de Saint-Clément (présentation ORANO Mining, avril 2023)

Sources :

- *Descostes, M. (2022). Relation entre les flux rejetés par le site de Bois Noirs-Limouzat et l'accumulation de sédiments marqués dans le lac de Saint-Clément. Rapport final. Rapport technique ORANO Mining IDFDT-009551.*
- *Rapport d'investigations de sol et des eaux superficielles – ARCADIS Novembre 2010*

Analyse de la qualité physico-chimique des eaux de la Besbre sur le site

La qualité des eaux de la Besbre est contrôlée au niveau de la station de jaugeage du viaduc des Peux, en amont du site. Les archives d'ORANO Mining montrent que les eaux y présentent une signature chimique et radiologique correspondant à l'environnement géologique.

La concentration en sulfates est peu marquée, comme l'indiquent les analyses disponibles, présentées dans le tableau ci-après.

Sulfates (mg/l)	Date de l'analyse	Analyse réalisée par
2,5	13 septembre 1996	HydroDeveloppement
1,8	18 septembre 2001	SUBATECH
2,4	24 octobre 2005	École des Mines – Viaduc des Peux
1,1	24 octobre 2005	École des Mines – Sortie canal dérivation
1,8	Juillet 2024	Cabinet REILÉ
2.0	Février 2025	Cabinet REILÉ

Tableau 12 : Concentrations en sulfates en amont du site et sur le site

Le pH mesuré en amont du site, en aval proche et en aval éloigné est quasi-neutre, oscillant entre 6.1 et 7.1, entre 1994 et 2017.

Amont (Viaduc des Peux)	Aval proche (Moulin St Priest)	Aval éloigné (Moulin Cote-Gitenet)
6,7	6,9	6,8

Tableau 13 : pH moyen des eaux de la Besbre de 1994 à 2017

Une campagne de suivi de la qualité des eaux a été menée en novembre 2010 par un technicien spécialisé d'ARCADIS. Cette campagne comprenait la réalisation de 7 prélèvements d'eaux superficielles nommés : Besbre amont (BESBA*), GB1, GB2, TBO2, Moulin Saint Priest (BESBB), Moulin côte (GITE) et lac Saint Clément (BESBCLE). La localisation des prélèvements est présentée sur la carte ci-dessous.

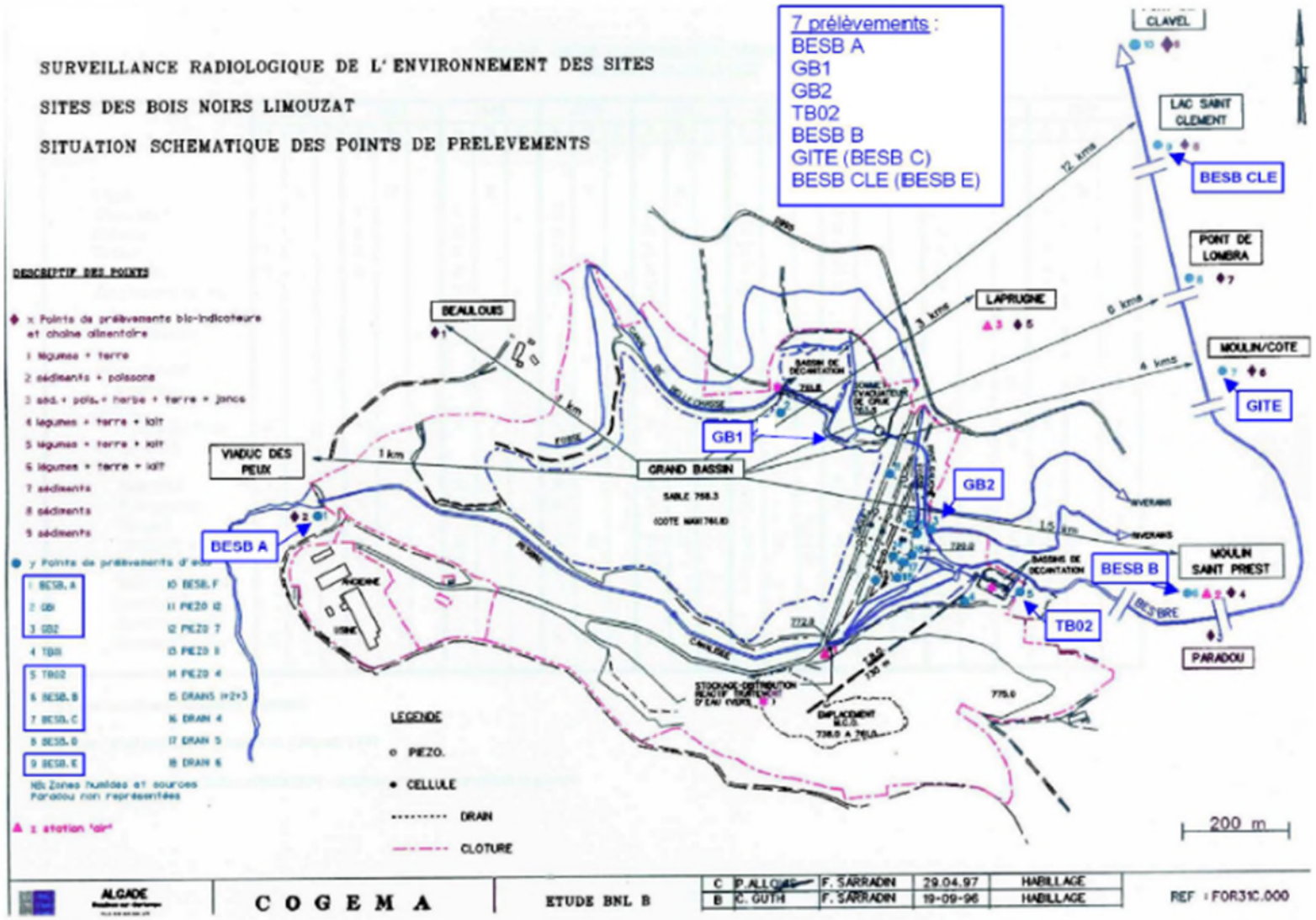


Figure 112 : Localisation des 7 points de prélèvement (ARCADIS, oct.2013)

Remarque concernant le choix du point de prélèvement BESB A en tant qu'amont du site : les faibles surfaces de ruissellement possibles au travers des anciens secteurs miniers (nord-ouest de la plateforme usine et quartier des travaux miniers souterrains BN3 à l'Ouest du site) par rapport à la superficie totale des sous-bassins versants et l'absence d'écoulement en pied de verse, tendent à confirmer leur très faible impact sur la qualité radiologique des eaux de la Besbre au point BESB A. De plus, les analyses effectuées sur ces eaux au cours de la période décennale passée sont : pour l'uranium soluble inférieures aux limites de détection et pour le radium 226 soluble de l'ordre de 0,02 à 0,04 Bq/l en moyenne annuelle, valeurs communément rencontrées dans les eaux de surface hors influence minière. ***Au moment de cette étude en 2013, le point BESB A avait donc été retenu comme référence « amont du site ICPE » pour les eaux de la Besbre.***

Les analyses ont porté sur les paramètres physico-chimiques suivants :

- le pH, la température, azote Kjeldahl, nitrates, nitrites, phosphore total, sulfates, demande biologique en oxygène à 5 jours (DBO5), demande chimique en oxygène (DCO), carbone organique total (COT) et Matières en Suspension (MES),
- métaux lourds : arsenic (As), cadmium (Cd), cuivre (Cu), mercure (Hg), nickel (Ni), plomb (Pb) et zinc (Zn),
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP),
- les polychlorobiphényles (PCB),
- et les hydrocarbures totaux C6-C40.

Une seconde campagne de suivi a été menée en septembre 2013 sur les mêmes stations de prélèvement.

Le programme analytique correspond à celui de la campagne de novembre 2010, auquel ont été ajoutés les composés Baryum et Aluminium.

Les résultats des campagnes de novembre 2010 et septembre 2013 sur les eaux superficielles (eaux de la Besbre en amont et en aval du site, du grand bassin et des points d'eaux en aval du site) sont présentés dans le tableau ci-après.

Afin de comparer les résultats, deux arrêtés ont été pris en référence :

- l'arrêté du 9 aout 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse des rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.30, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature relative à la Loi sur l'Eau,
- l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes (Annexe II) et des eaux destinées à la consommation humaines (Annexe III) mentionnées aux articles R1321-2, R1321-3, R1321-7 et R132-38 du Code de la Santé Publique.

À la vue des résultats analytiques obtenus (présentés dans le tableau ci-dessous), l'ensemble des paramètres répondent aux valeurs seuils définis par les deux arrêtés précédemment cités, qualifiant ainsi la qualité des eaux de la Besbre (amont et aval), les eaux du bassin et les eaux des retenues en aval du site (Moulin Saint Priest, Moulin Côte et Lac Saint Clément) comme de **bonne qualité pour les paramètres physico-chimiques recherchés**.

Nom échantillon		BESB A		GB1		GB2		TB02		BESB B		GITE		BESB CLE		Annexe II AM 11/01/07	Annexe III AM 11/01/07
Date d'échantillonnage		28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013		
Paramètre	Unité																
pH		7,2	6,7	7,1	7,2	7,4	7,3	8,3	7,2	7,1	7,2	7,5	6,9	7,3	6,9	-	6,5-8,5
Température	°C	21,2	20,4	21,0	19,9	21,3	19,7	21,0	19,8	21,0	19,7	21,2	20,5	21,3	20,4	-	22
Azote Kjeldahl (NTK)	mg/l	<0,10	<1,0	<0,10	<1,0	0,10	<1,0	0,32	<1,0	<0,10	<1,0	<0,10	<1,0	<0,10	<1,0	-	1
Nitrates - N	mg/l	0,50	0,37	<0,05	<0,05	0,36	0,41	0,10	0,60	0,45	0,36	0,76	0,72	1,1	0,97	50	25
Nitrites - N	mg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Phosphore total (P)	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05	0,20	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,05	<0,05	-	0,4
Sulfates	mg/l	1,5	<1,0	13	13	3,2	1,5	27	22	4,5	<1,0	4,0	<1,0	4,0	<1,0	250	150
DBO5	mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	3
DCO	mg/l	<5,0	17	<5,0	15	5,6	14	<5,0	<5,0	6,1	14	<5,0	17	6,5	15	-	30
COT	mg/l	2,2	5,5	2,5	1,9	2,7	5,0	1,4	1,0	2,3	3,7	2,0	4,1	2,0	5,5	-	-
Matières en suspension	mg/l	<2,0	2,7	<2,0	12	<2,0	4,2	6,3	4,5	<2,0	2,0	<2,0	12	3,9	6,7	-	25
AOX	mg/l	<0,01	0,020	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,020	<0,01	<0,01	<0,01	0,021	-	-
Métaux																	
Aluminium (Al)	µg/l	na	140	na	16	na	59	na	23	na	110	na	75	na	85	-	-
Arsenic (As)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	5,8	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	100	10
Baryum (Ba)	µg/l	na	<10	na	79	na	17	na	26	na	10	na	42	na	48	-	-
Cadmium (Cd)	µg/l	0,12	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	5	1
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	6,9	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	50	50
Cuivre (Cu)	µg/l	<2,0	<2,0	<2,0	2,1	<2,0	2,0	<2,0	<2,0	<2,0	3,3	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	20
Mercure (Hg)	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	1	0,5
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	50	10
Zinc (Zn)	µg/l	<2,0	3,2	<2,0	8,9	<2,0	18	<2,0	18	<2,0	22	<2,0	8,8	<2,0	8,1	5000	500
HAP																	
Naphtalène	µg/l	<0,05	<0,02	<0,05	0,02	<0,05	<0,02	<0,05	<0,02	<0,05	<0,02	<0,05	<0,02	<0,05	<0,02	-	-
Acénaphtylène	µg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	-	-
Acénaphtène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Fluorène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,034	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Phénanthrène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,050	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Anthracène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Fluoranthène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Pyrène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Benzo(a)anthracène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Chrysène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Benzo(b)fluoranthène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Benzo(k)fluoranthène	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
Benzo(a)pyrène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Dibenzo(ah)anthracène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Benzo(g,h,i)pérylène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Somme des 6 HAP	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1	0,2
Somme des 16 HAP	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	0,020	n.d.	n.d.	0,010	0,010	0,034	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-	-
PCB																	
PCB (28)	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
PCB (52)	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-

Nom échantillon		BESB A		GB1		GB2		TB02		BESB B		GITE		BESB CLE		Annexe II AM 11/01/07	Annexe III AM 11/01/07
Date d'échantillonnage		28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013	28.10.2010	19.09.2013		
PCB (101)	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
PCB (118)	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
PCB (138)	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
PCB (153)	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
PCB (180)	µg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-	-
Somme 7 PCB	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-	-
Hydrocarbures C6-C40																	
Hydrocarbures volatils C6-C10	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	-	-
Hydrocarbures C6-C8	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	-	-
Hydrocarbures C8-C10	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	-	-
Hydrocarbures totaux C10-C40	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50	-	-
Fraction C10-C12	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	-	-
Fraction C12-C16	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	-	-
Fraction C16-C20	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-
Fraction C20-C24	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-
Fraction C24-C28	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-
Fraction C28-C32	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-
Fraction C32-C36	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-
Fraction C36-C40	µg/l	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	-	-
Somme des hydrocarbures	µg/l	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1000	50

n.d. : non détecté ; na : non analysé

Tableau 14 : Résultats analytiques sur les eaux superficielles du 28/10/2010 et du 19/09/2013

Observations sur les températures des eaux

Le tableau ci-avant indique des températures oscillant entre 19,7°C et 21,3°C soit entre un état très bon à bon selon le guide technique de l'évaluation de l'état des eaux de surface pour des eaux salmonicoles (décembre 2023). En effet, ce guide indique les valeurs limites de classes d'état suivantes :

- Très bon / bon = 20°C ;
- Bon / moyen = 21.5°C ;
- Moyen / médiocre = 25°C.

Les mesures de 2010 et de 2013 ne dépassent pas 21,5°C. Elles sont donc toujours en « bon » état, bien que la limite avec l'état moyen reste proche. Sur une même année, les températures de l'eau restent cohérentes de l'amont à l'aval du site : en 2010 par exemple, la température était stabilisée à 21°C. Ces relevés ponctuels ne permettent pas une vision continue de la température contrairement aux mesures qui ont été effectuées plus récemment entre avril 2018 et mars 2025. Elles sont indiquées dans le graphique ci-après.

On observe que la température de la Besbre dépasse 20°C deux fois en 5 ans au droit du point BESB B, en juillet 2019 et en septembre 2023 et ceci alors que le rejet aval du site en TB02 est entre 11°C et 18,5°C en juillet 2019 et vers 7°C en septembre 2023 et que la température en BESB A est respectivement de 15°C et < 13°C. Cette différence de température, plus élevée à l'aval éloigné, peut être expliquée par la présence de la retenue du Paradou située en amont du point BESB B.

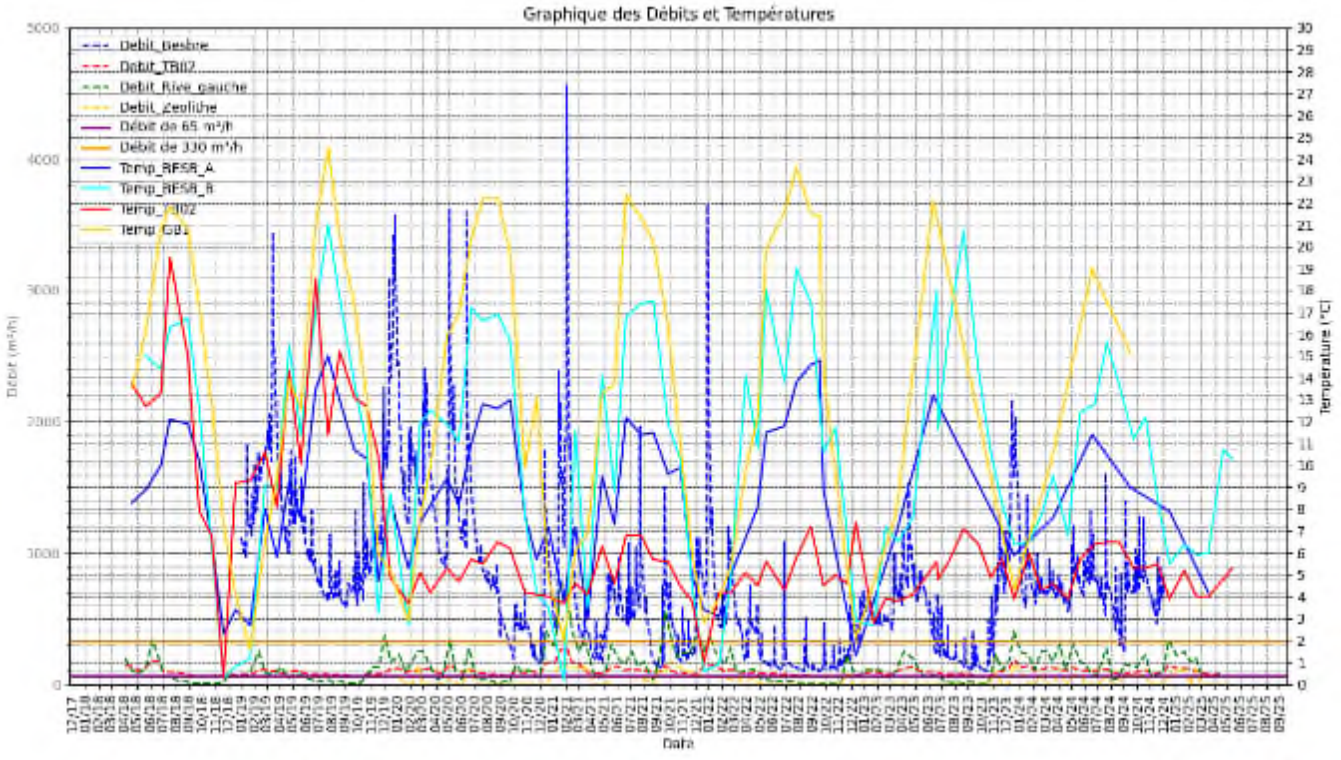


Figure 113 : Graphique des débits et des températures d'avril 2018 à mars 2025 au droit de différents points de prélèvement

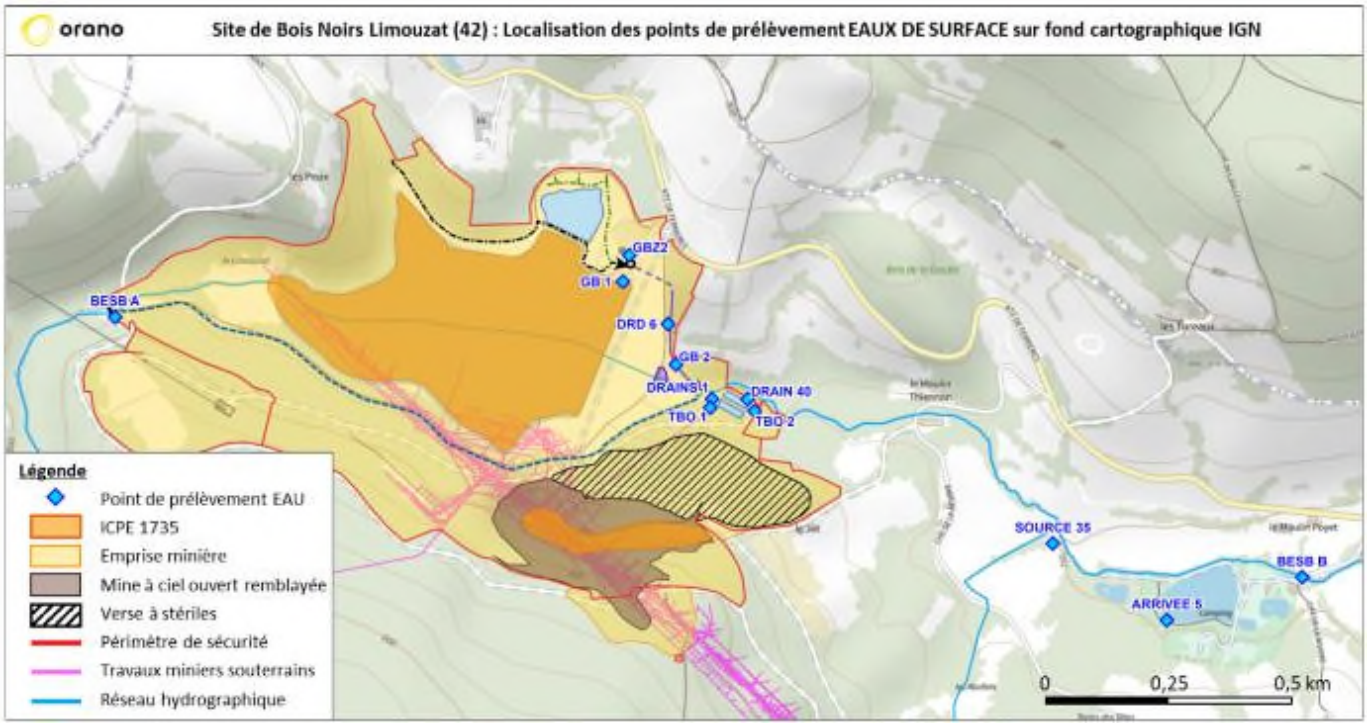


Figure 114 : Localisation des points de mesures évoqués dans le graphique ci-avant

Analyses du Baryum dans les eaux de la Besbre

Par ailleurs, des mesures complémentaires concernant le Baryum dans les eaux superficielles (après filtration à 0.2 µm) ont été réalisées par AREVA, en 2011 et en 2012 puis par le Cabinet REILÉ en juillet 2024 et en février 2025. La localisation des points de contrôle de l'étude d'AREVA est présentée dans la figure ci-après et les résultats d'analyse dans le tableau ci-après.

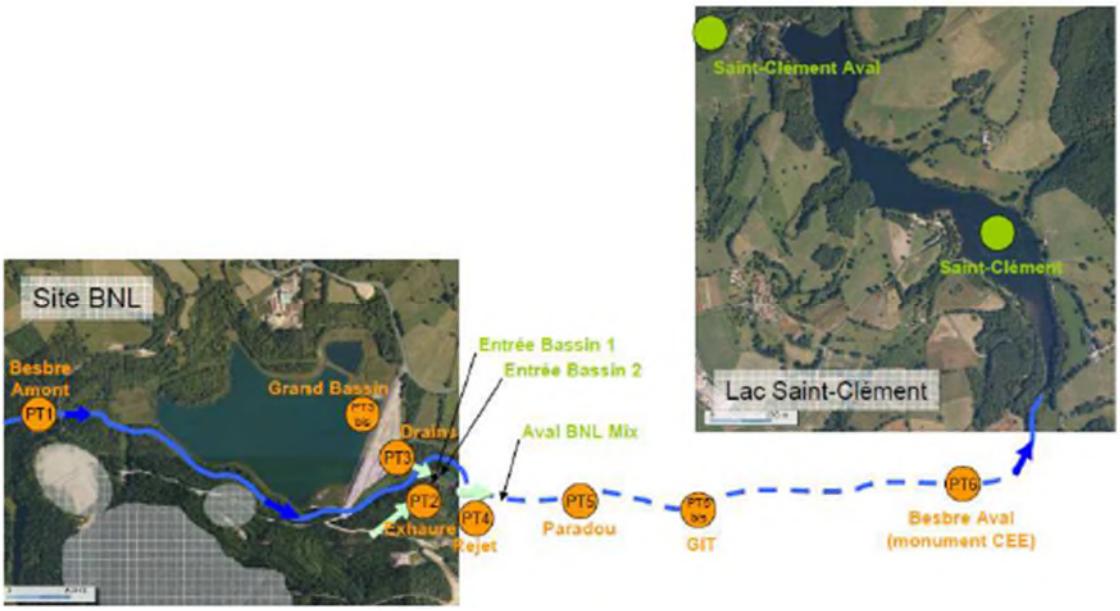


Figure 115 : Localisation des points de contrôle du Baryum (source : AREVA)

Dates de prélèvement	Nom d'échantillon	Ba (µg/L)	Incertitude (µg/L)
	PT4 Rejet	13.0	0.7
	PT5 Paradou	16.0	0.8
	PT6 Besbre Aval CEE	63.0	3.2
	GB1 Grand Bassin	81.0	4.1
Octobre 2011 AREVA	PT1 Besbre Amont	6.0	0.3
	PT3 bis Grand Bassin	102.0	5.1
	PT3 Drains	18.0	0.9
	PT2 Exhaure	50.0	2.5
	PT4 Rejet	12.0	0.6
	PT5 Paradou	9.0	0.5
	PT5 bis GIT	55.0	2.8
	PT6 Besbre Aval CEE	65.0	3.3
Mai 2012 AREVA	PT2 Exhaure	32.0	1.6
	ENTREE BASSIN 1	32.0	1.6
	ENTREE BASSIN 2	25.0	1.3
	PT4 Rejet	25.0	1.3
	AVAL BNL MIX	12.0	0.6
	SAINT CLEMENT	38.0	1.9
	SAINT CLEMENT AVAL	35.0	1.8

Tableau 15 : Résultats d'analyse concernant le Baryum dans les eaux superficielles (source : Orano)

La dernière étude portant sur l'analyse des paramètres physico-chimique des eaux superficielles de la Besbre a été menée par le Cabinet REILÉ en juillet 2024 en période de basses eaux et en février 2025 en période de hautes eaux. Les paramètres et éléments analysés pour chacun des points de prélèvement sont indiqués dans le tableau ci-après :

Paramètre & éléments analysés		Méthode analytique	Laboratoire
Anions	SO_4^{2-}	Chromatographie ionique	CARSO
Métaux	As, Cr, Fe, Mn, Ba, Cd, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg,	ICP MS	CARSO
Radioactivité	Uranium Pondéral (U)	ICP MS	ALGADE
	Radium 226 (Ra)	Émanométrie	ALGADE

Tableau 16 : Paramètres et éléments analysés en laboratoire, et méthodes analytiques associées (Cabinet REILÉ, juillet 2024)

Au total, 15 prélèvements ont été réalisés sur les eaux superficielles dont un à l'amont éloigné (BVI-BESBRE) et un à l'aval lointain (BESBRE-B). Les quatre points localisés sur la carte ci-après permettent une synthèse des résultats observés en suivant l'écoulement de la Besbre avant et après le site des BNL : Besbre amont > Rejet > Aval proche > Aval lointain.

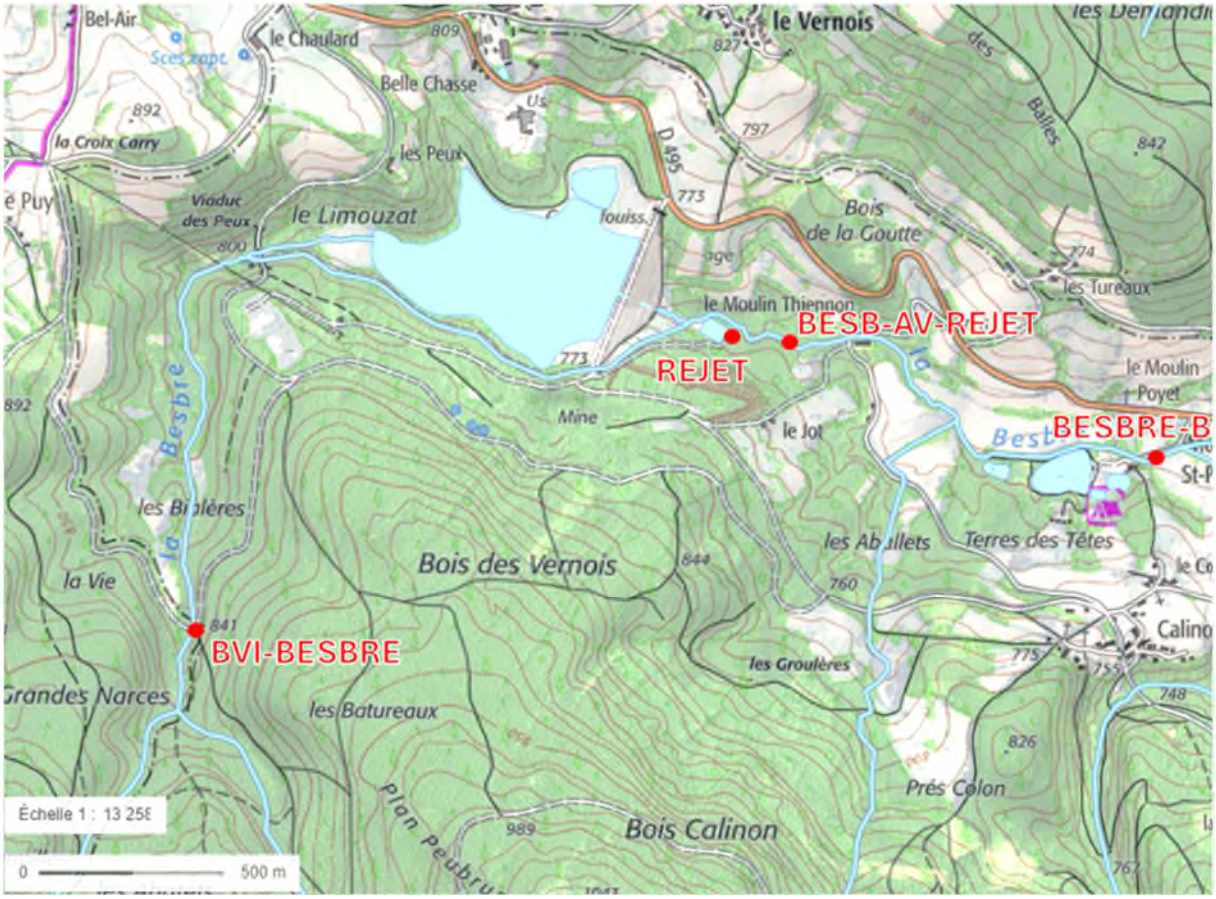


Figure 116 : Localisation des points de prélèvements pour la mesure du Baryum (Cabinet REILÉ, Géoportail)

Une synthèse comparative des résultats de juillet 2024 (basses eaux = BE) et de février 2025 (hautes eaux = HE) du Cabinet REILÉ est donnée dans le tableau suivant :

	Uranium total (µg/l)		^{226}Ra total (Bq/l)		Sulfates (mg/L)		Baryum dissous (mg/L)	
	BE	**HE**	**BE**	**HE**	**BE**	**HE**	**BE**	**HE**
Amont (BVI-BEBSRE)	<1	<1	<0,014	0,062	1,8	2	<0,010	<0,01
Rejet (REJET)	59,2	45,9	0,168	0,103	30	29	0,010	<0,01
AVAL BESB-AV-REJET	6,0	4,6	<0,016	0,015	4,9	4,9	<0,010	<0,01
BESBRE-B	4,8	3,3	0,081	<0,014	4,7	4,4	<0,010	<0,01

Tableau 17 : Synthèse comparative des résultats physico-chimique de juillet 2024 et de février (Cabinet REILÉ)

Les résultats démontrent pour la période de prélèvement en basses eaux une augmentation après rejet des concentrations absolues en uranium (+6.0 µg/L), sulfates (+3.0 mg/L), et manganèse (+0.038 mg/L).

Les résultats de la deuxième période de prélèvement (en hautes eaux) démontrent une même augmentation après rejet des concentrations absolues avec : en uranium +3.4 µg/L (+/- 0.5 µg/L), en sulfates (+4.4 mg/L), en manganèse (+0.02 mg/L) et en fer (+0.05 mg/L) au droit du point aval BESBRE-B.

De manière plus détaillée, le tableau ci-après donne un comparatif des résultats physico-chimiques des différents points de prélèvements des eaux superficielles. Les variations montrent la différence entre les hautes eaux vers les basses eaux.

Les deux études sont disponibles en annexes.

Points de prélèvements	Température °C			pH		
	BE	HE	Variation	BE	HE	Variation
BA	27	5,2	21,8	7,8	6,7	1,1
BELCH	16,5	5,4	11,1	7	7	0
BESB-A-GB	14	11,4	2,6	6,5	6,6	-0,1
BESB-AV-REJET	12,7	7,2	5,5	7,3	7,3	0
BESBRE-AV-DG	12,7	6,6	6,1	6,8	6,7	0,1
BESBRE-B	12,7	6,9	5,8	7	7,1	-0,1
BVI-BESBRE	11	3,5	7,5	6,5	6,7	-0,2

Points de prélèvements	Conductivité µS/cm			Redox (ESH) mV		
	BE	HE	Variation	BE	HE	Variation
BA	78	32	46	144	145	-1
BELCH	63	22	41	80	270	-190
BESB-A-GB	22	11	11	195	236	-41
BESB-AV-REJET	52	26	26	120	134	-14
BESBRE-AV-DG	108	12	96	124	156	-32
BESBRE-B	54	21	33	164	149	15
BVI-BESBRE	23	3	20	68	299	-231

Points de prélèvements	O_2 mg/L		
	BE	HE	Variation
BA	9,5	11,7	-2,2
BELCH	9,4	12,1	-2,7
BESB-A-GB	7,3	10,2	-2,9
BESB-AV-REJET	7,4	10,9	-3,5
BESBRE-AV-DG	7,3	11,6	-4,3
BESBRE-B	8,4	11,6	-3,2
BVI-BESBRE	10,2	11,7	-1,5

Tableau 18 : Comparatif des résultats physico-chimiques des différents points de prélèvements sur la Besbre (Cabinet REILÉ, février 2025)

Concernant le baryum, il existe une Norme de Qualité Environnementale provisoire (Ne), définie dans la circulaire du 07 mai 2009, fixée à 58 µg/l, à laquelle il faut ajouter le bruit de fond. En effet, afin de prévenir et réduire la pollution des eaux, les concentrations dans le milieu sont comparées

à une Norme de Qualité Environnementale, ou NQE, définie comme la « *concentration d'un polluant ou d'un groupe de polluants dans l'eau, les sédiments ou le biote qui ne doit pas être dépassée, afin de protéger la santé humaine et l'environnement* ».

En considérant que le bruit de fond correspond à la valeur mesurée dans la Besbre en amont (6 µg/l), la valeur provisoire à respecter pour le Baryum est de 64 µg/l dans le milieu naturel. Les teneurs en aval du rejet du site sont inférieures ou du même ordre de grandeur (en aval du site, au niveau du PT06 Besbre aval (monument CEE, cf. carte ci-avant) 65 µg/l) que cette valeur de référence provisoire.

L'étude de recensement des usages réels ou potentiels de l'eau de la Besbre, effectuée en 2017, rappelle que la masse d'eau était considérée en 2007 d'un point de vue chimique, écologique et global comme en « Bon état » (Le Bassin versant de la Besbre : État écologique des Milieux aquatiques et morphodynamiques du cours principal, Rouy, 2008). En 2013 et 2018, **la Besbre en aval de la digue était considérée comme en « très bon état écologique »** (Étude hydrobiologique – État initial de la rivière Besbre (Amont et aval), Mica Environnement, 2013 et Étude hydrobiologique, Mica Environnement, 2018).

Les résultats du suivi radiologique de la qualité des eaux superficielles sont présentés dans le paragraphe *4-Etat radiologique du site*.

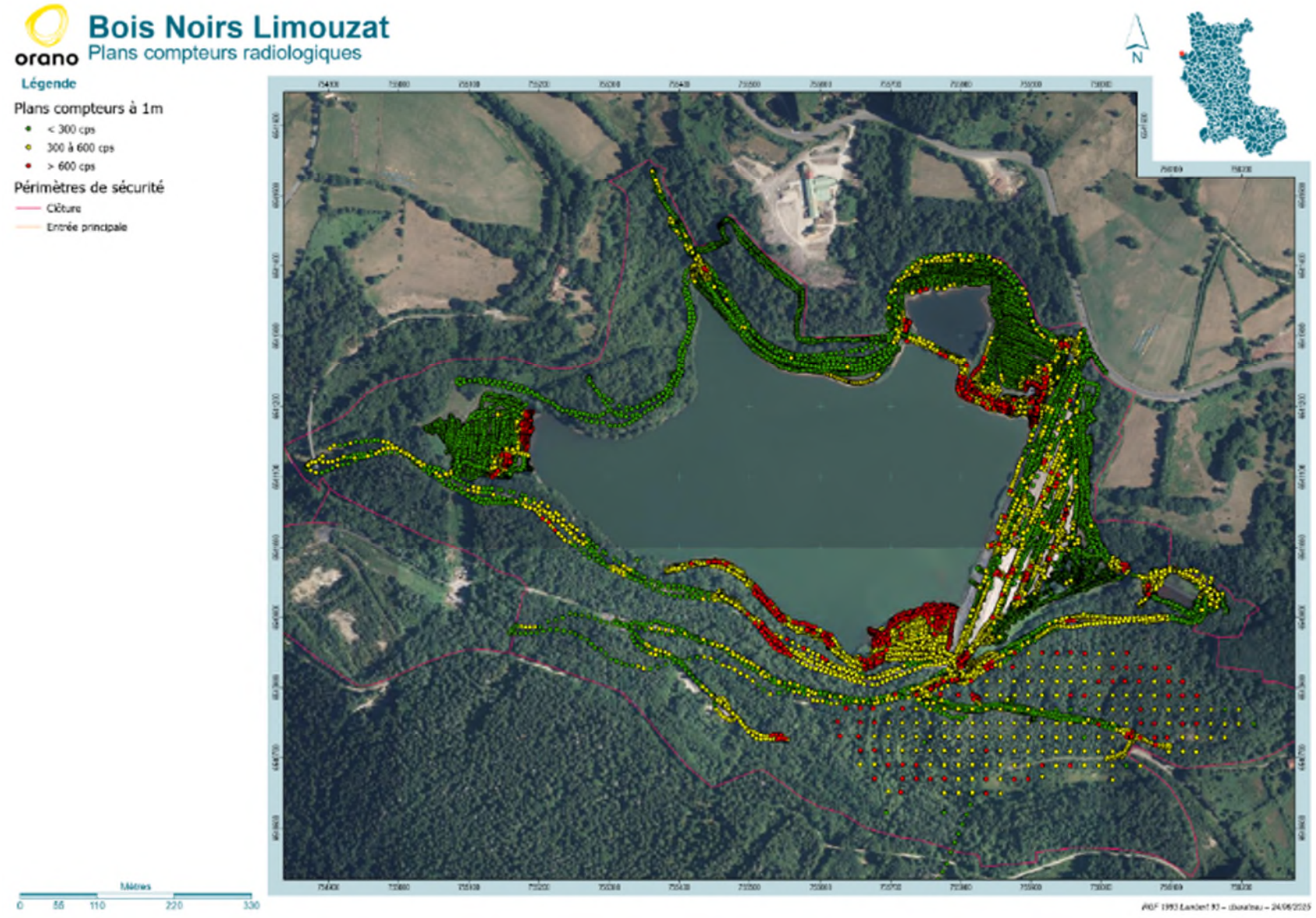

orano
Bois Noirs Limouzat
Plans compteurs radiologiques
Légende
Plans compteurs à 1m
< 300 cps
300 à 600 cps
> 600 cps
Périmètres de sécurité
Clôture
Entrée principale
N
Mètres
0
55
110
220
330

Figure 196 : Plan compteur radiologique général du site (ORANO Mining, juin 2025)

État radiologique des eaux

Analyse de la qualité des eaux superficielles de la retenue du lac de Saint-Clément : lien avec le site des BNL

Le lac de Saint-Clément, implanté à environ 13 km en aval du site des BNL est alimenté par la Besbre. Il s'agit d'une retenue d'eau artificielle dont les caractéristiques sont les suivantes :

- la retenue d'eau s'établie sur près de 30 ha ;
- le barrage s'étend sur 1 500 m de long ;
- la profondeur maximale est de 15 m.

Cette retenue d'eau alimente un barrage EDF depuis 1931 présentant ainsi l'opportunité d'un enregistrement sédimentaire avant, pendant et après l'exploitation de la mine des Bois Noirs Limouzat.

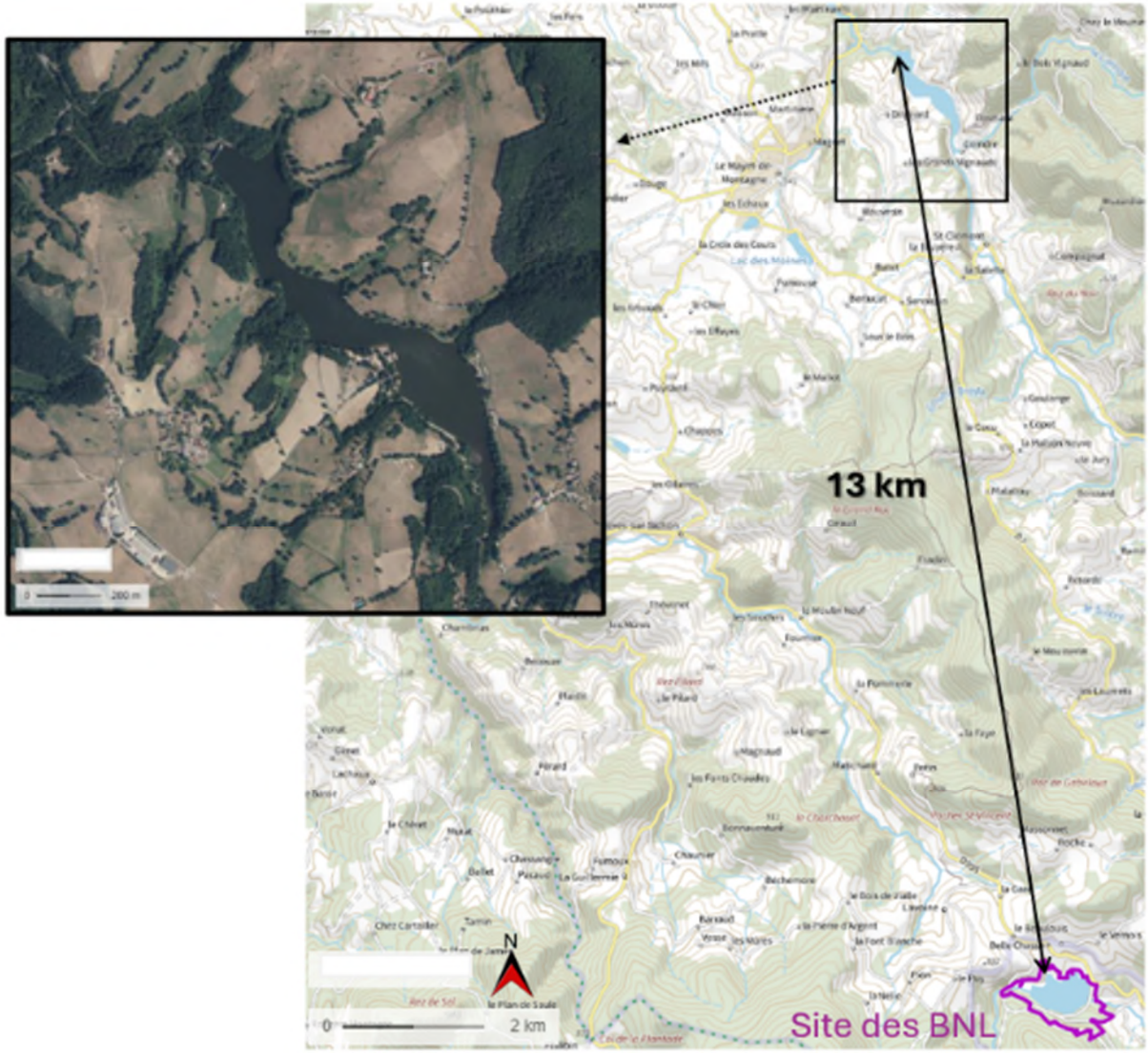


Figure 117 : Retenue d'eau du barrage de Saint-Clément (Géoportail)

Les études antérieures à 2022 ne font état d'aucun marquage radiologique dans les eaux du lac. Les rejets de la mine des BNL n'ont pas d'influence sur la qualité de ces eaux. Les concentrations en U et en ^{226}Ra sont comparables au bruit de fond en milieu granitique.

Des prélèvements de sédiments au sein du lac ont permis de déterminer les valeurs de bruit de fond naturel en ^{238}U (50-2000 Bq/kg m.s.(matières sèches)) et ^{226}Ra (50-800 Bq/kg m.s.) qui sont fonction de la nature des sédiments. Ces valeurs sont liées au lessivage des roches granitiques du bassin versant de la Besbre.

Aucun marquage radiologique en aval du lac de St-Clément n'est constaté. Il en va de même dans les premiers 50 centimètres des sédiments en zones amont et intermédiaire. Ce résultat témoigne de l'absence de marquage radiologique actuel lié aux activités de l'ancien site minier.

Un marquage radiologique localisé sur une très faible épaisseur de l'ordre de quelques centimètres a été confirmé dans les parties amont et intermédiaire du lac, avec un pic en ^{238}U et descendants vers 50-80 cm de profondeur (^{238}U max. = 8348 Bq/kg m.s. et ^{226}Ra max. = 3268 Bq/kg m.s.). Ce marquage est corrélé à l'historique de rejet du site des BNL (maximum de rejets en U vers 1981, au moment de la fermeture et réaménagement du site, et du noyage naturel consécutif des travaux miniers souterrains).

Les activités radiologiques dans les niveaux superficiels où vivent la majorité des invertébrés benthiques sont relativement faibles (165-700 Bq/kg pour la fraction de ^{238}U détritique et 0-1350 Bq/kg pour la fraction d'origine dissoute). C'est pourquoi aucun risque radiologique n'est identifié.

Un niveau polymétallique à des concentrations exceptionnelles est également observé dans les 50 premiers cm des sédiments. Ce niveau mis en place au début des années 2000 est constitué de résidus de traitement issus de l'ancienne mine polymétallique de Charrier (Cu, Sn, Pb) localisée entre la mine des BNL et le lac.

Plus récemment, les résultats de l'étude de 2022[11] s'inscrivent dans la continuité des résultats précédents à savoir l'absence de marquage radiologique lié au site des BNL et à l'absence de risque d'exposition radiologique. L'étude a également montrée la faible mobilité de l'U et du ^{226}Ra issus du marquage radiologique historique en profondeur sur quelques centimètres au sein des sédiments du lac de Saint-Clément.

2.2.2.7 Traitement des eaux

- **Principe de traitements des eaux**

Plusieurs eaux sont à distinguer sur le site. Selon leur provenance, leur traitement diffère. Ainsi, deux stations de traitement sont présentes sur le site :

Eaux issues des stockages et anciens travaux miniers

- Eaux en provenance permanente du Travers Banc (TB0). Ces eaux proviennent de quatre émissaires séparés : surverse de la mine souterraine, drain TB0, pluviales MCO et sondage.

[11] Descostes, M. (2022). Relation entre les flux rejetés par le site de Bois Noirs-Limouzat et l'accumulation de sédiments marqués dans le lac de Saint-Clément. Rapport final. Rapport technique ORANO Mining IDFDT-009551.

- Eaux en provenance permanente des drains de pied de digue (Drains). Ces eaux proviennent du stockage des résidus évacués par les drains de pied de digue ainsi que de captages d'eau de source sous ou en bordure de la digue.

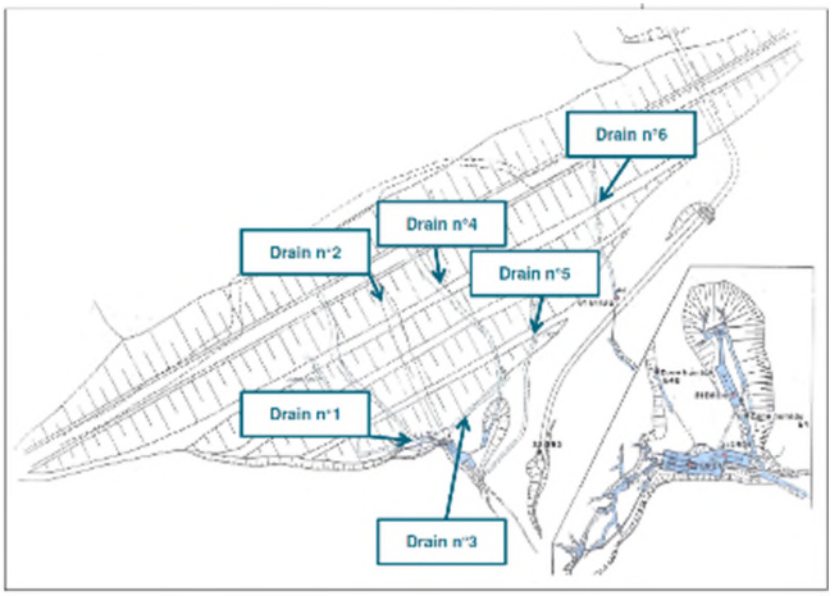


Figure 118 : Localisation des drains en pied de digue

Le traitement de ces eaux avant rejet dans la Besbre fait l'objet d'un traitement physico-chimique comprenant :

- Eaux en provenance du TB0 : une injection de soude pour remonter le pH afin de favoriser le procédé de type « adsorption » des radioéléments sur les hydroxydes de fer formés par l'oxydation à l'air. Ce procédé est favorisé par l'injection de chlorure ferrique. Après passage par des agitateurs et des chicanes d'homogénéisation, les eaux sont décantées dans le bassin sud ;
- Eaux des drains : ces eaux subissent une décantation simple dans le bassin nord.

Ce traitement comprend également un mélange des deux types d'eaux puis une correction du pH par ajout d'acide sulfurique avant rejet.

Ces eaux font l'objet d'un prélèvement au point nommé TBO 2.



Figure 119 : Zone de traitement et bassins de décantation (ORANO Mining, avril 2024)

Eaux de surface transitant dans le Grand Bassin et le bassin annexe

- Eaux du Grand Bassin (GB). Ces eaux correspondent aux eaux météoriques alimentant la retenue en contact avec les résidus miniers ;
- Eaux des arrivées Rive Gauche. Ces eaux proviennent du ru de Bellechasse, canalisé, et du bassin versant du Vernois, collecté dans un fossé ouvert.

Les installations de traitement des eaux du Grand Bassin ont fait l'objet d'une démarche de rénovation et de mise aux normes dont les travaux ont été réalisés en 2019. L'ensemble des modifications a été porté à la connaissance du Préfet dans un dossier d'information transmis par courrier du 19 février 2019.

Une partie de ces travaux a consisté en la mise en place d'un système de traitement passif des eaux du Grand Bassin par filtration sur zéolithes évitant ainsi l'utilisation d'un traitement physico-chimique. Ce nouveau traitement a fait l'objet d'essais préalables en laboratoire et sur pilote *in situ*.

Le schéma suivant résume le procédé de traitement actuel des eaux du Grand Bassin.

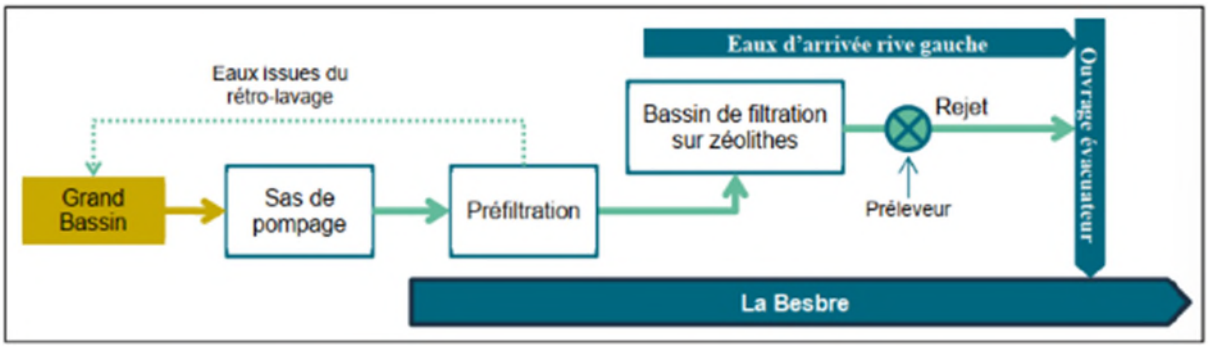


Figure 120 : Schéma de principe du procédé de traitement actuel des eaux du Grand Bassin (ORANO)

Les eaux du Grand Bassin sont pompées dans le sas de pompage, construit dans le prolongement du sas de sécurité. Les capacités de pompage sont de 150 m^3/h maximum, assurés par trois pompes de 50 m^3/h chacune.

Les eaux sont ensuite dirigées vers un bassin de l'ordre de 30 m^3. Ce bassin contient des zéolithes, minéraux microporeux présentant une affinité pour le radium, à travers lesquelles percolent les eaux pour traitement.

Notons qu'une préfiltration avant le passage dans le bassin de zéolithes est possible. Ce pré-filtrage est toutefois actuellement by-passé car sous-dimensionné. Le préfiltre, se situant dans un local, permet de réduire les matières en suspension avant envoi des eaux au niveau du bassin de zéolithes. Il s'agit d'une préfiltration sur tamis. Lorsque le filtre est colmaté, un rétro-lavage s'effectue automatiquement et les eaux issues de cette opération sont dirigées dans le Grand Bassin.

Les eaux traitées sont envoyées à proximité immédiate de la corolle de l'évacuateur de crue, dans lequel se versent les eaux d'arrivée rive gauche (ru de Bellechasse et eaux pluviales).



Le plan de l'installation de traitement figure en Annexe. Les caractéristiques des zéolithes, validées préalablement à leur mise en place sont précisées dans la fiche technique produit en Annexe.



Figure 121 : Bassin de zéolithes (ORANO Mining, avril 2024)

Ces eaux sont analysées au point de prélèvement nommé GBZ 2.

- **Valeurs limites d'émission**

Pour récapituler de façon schématique, le schéma de principe ci-dessous illustre l'ensemble du système de gestion de traitements des eaux du site :

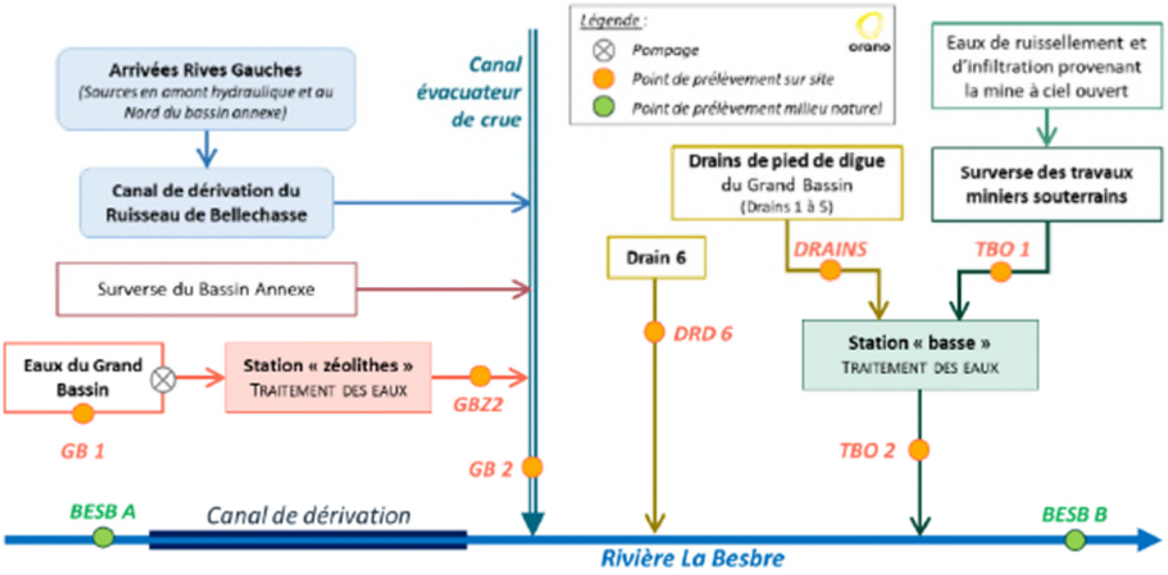


Figure 122 : Schéma de principe de gestion des eaux du site BNL (Bilan 2023 - BNL)

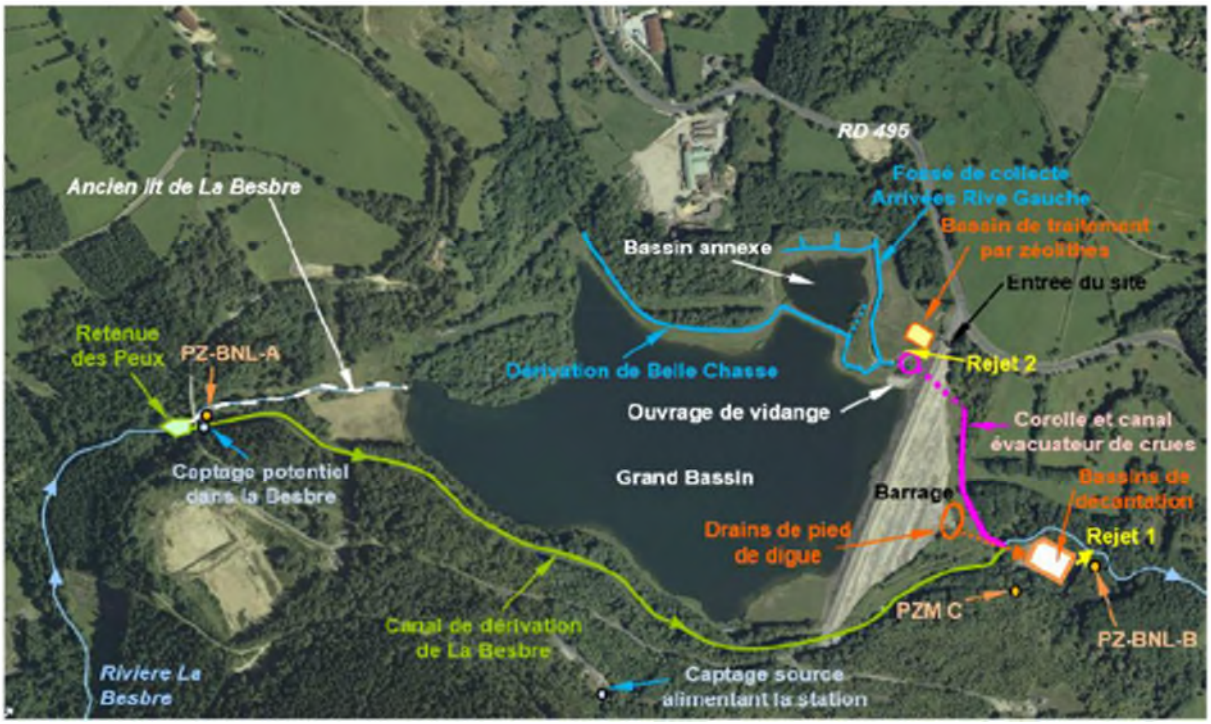


Figure 123 : Plan du site et cheminement des eaux (ORANO Mining, nov.2024)

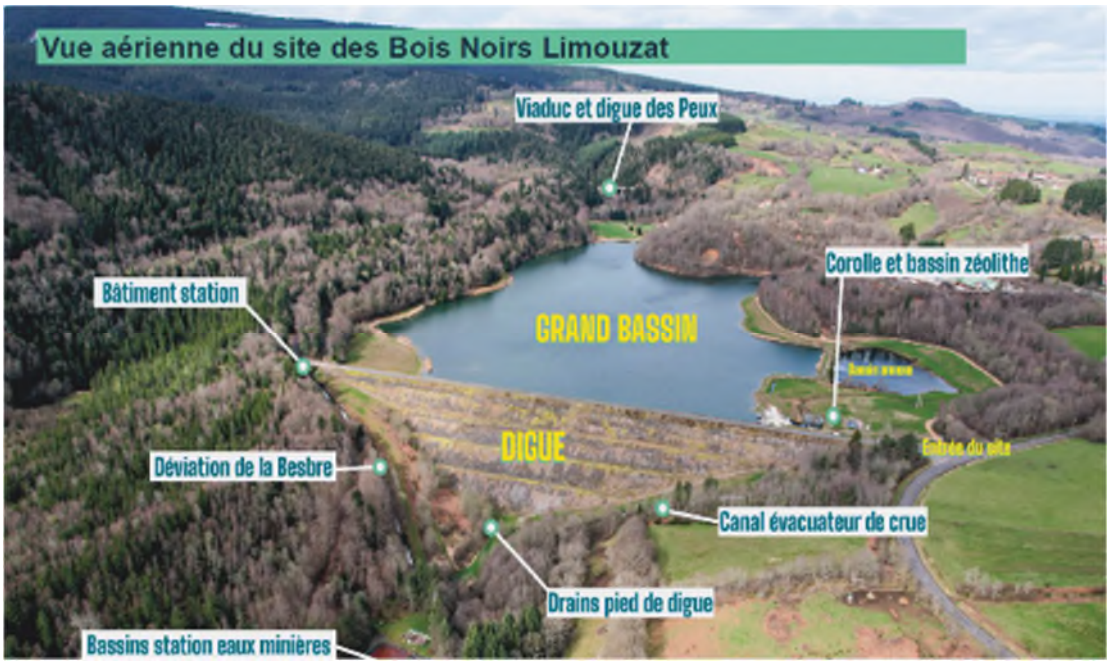


Figure 124 : Vue aérienne du site et localisation des installations (ORANO Mining, nov.2024)

Des valeurs limites d'émission sont aujourd'hui prescrites par l'arrêté préfectoral du 28 juin 2022 modifié par l'arrêté préfectoral du 10 mars 2025. Ils imposent des valeurs limites d'émission pour les rejets de la station de traitement des eaux d'exhaure minière (TBO 2) et de la station de traitement par zéolithes (GBZ 2), respectivement en valeur moyenne annuelle et mensuelle. Ces limites sont les suivantes :

Paramètres	TBO 2	GBZ 2
Matières en suspension MES (mg/L)	30	30
Radium 226 soluble (Bq/L)	0,37	0,20
Radium 226 insoluble (Bq/L)	0,50	1,00
Uranium soluble (mg/L)	0,30	0,10
Uranium insoluble (mg/L)	0,01	0,01
Fer (mg/l)	5,0	Pas de prescription
Sulfates SO_4 (mg/L)	200	Pas de prescription

Tableau 19 : Valeurs limites recommandées (moyenne annuelle pour TBO 2 et moyenne mensuelle pour GBZ 2) dans les eaux par Arrêtés Préfectoraux du 28 juin 2022 et du 10 mars 2025

Précisons qu'une demande a été émise pour modifier ces dispositions réglementaires par une dérogation temporaire de modification de la valeur limite d'émission au point GBZ 2 (demande

en date du 27 février 2025) concernant le radium 226 soluble passant d'une valeur de 0,2 Bq/L à une valeur de 0,37 Bq/L pour une durée d'une année. Aucune réponse officielle n'a été donnée à cette demande.

Le bilan 2023 de surveillance environnementale du site des Bois Noirs Limouzat indique que l'ensemble des paramètres sont en-dessous des limites de l'arrêté préfectoral de 2022 hormis pour le ^{226}Ra soluble au point GBZ 2 dont la valeur limite est ponctuellement dépassée. Ce dépassement est expliqué par une saturation du bassin de zéolithes. Des mesures ont été mises en œuvre pour remédier à ce dépassement et un groupe de travail a été créé pour travailler à l'optimisation et la fiabilisation de cette méthode de traitement.

L'arrêté de 2022, modifié par l'arrêté de 2025, impose des valeurs limites d'émission pour les rejets de la station de traitement des eaux d'exhaure minière (TBO 2) et de la station de traitement par zéolithes (GBZ 2), en valeurs mensuelles et en moyennes annuelles. Les tableaux ci-dessous dressent respectivement les moyennes annuelles depuis 2014 pour les paramètres analysés au droit de TBO 2 et les moyennes annuelles depuis 2019 pour les paramètres analysés au droit de GBZ 2.

Années	pH	MES (mg/l)	^{226}Ra sol. (Bq/l)	^{226}Ra insol. (Bq/l)	U sol. (mg/l)	U insol. (mg/l)	Fe (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)
2014	7,5	2	0,25	/	0,095	/	/	21,3
2015	7,4	2	0,23	/	0,081	/	/	21,4
2016	7,4	3	0,25	/	0,082	/	/	19,3
2017	7,2	2	0,38	/	0,068	/	/	20,4
2018	7,6	10	0,32	/	0,088	/	/	21,0
2019	7,8	7	0,52	/	0,071	/	/	26,9
2020	8,0	13	0,08	/	0,065	/	/	35,3
2021	7,8	7	0,12	/	0,083	/	/	35,0
2022	7,7	9	0,10	0,10	0,062	0,002	1,90	35,6
2023	7,9	9	0,09	0,06	0,068	0,002	1,94	35,0
2024	8,1	10	0,09	0,05	0,070	0,001	1,71	27,5

Tableau 20 : Moyennes annuelles des paramètres analysés sur les eaux du rejet de la station basse TBO 2 (plan de surveillance BNL 2014/2024, juin 2025)

Années	pH	MES (mg/l)	^{226}Ra sol. (Bq/l)	^{226}Ra insol. (Bq/l)	U sol. (mg/l)	U insol. (mg/l)	Fe (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)
2019	7,6	9	0,03	0,33	0,027	0,002	/	/
2020	7,8	8	0,02	0,09	0,030	0,002	/	/
2021	7,6	10	0,01	0,04	0,027	0,002	/	/
2022	7,2	9	0,02	0,14	0,019	0,002	0,099	17,5
2023	7,5	9	0,09	0,13	0,022	0,002	0,076	18,8
2024	7,5	11	0,21	0,39	0,020	0,003	0,147	16,3

Tableau 21 : Moyennes annuelles des paramètres analysés sur les eaux du rejet de la station Grand Bassin

Au regard des relevés mensuels 2023, l'activité en radium 226 soluble a augmenté sur les analyses du GBZ 2 sur la fin d'année 2023 et des mesures ont été mises en œuvre début 2024 pour améliorer la qualité du rejet, à savoir :

- réduction des débits de traitement pour permettre un temps de séjour plus long entre l'eau du Grand Bassin à traiter et le massif de zéolithe – cette mesure n'a eu que peu d'effet sur les activités en radium 226,
- détassage/brassage à la mini-pelle du massif de zéolithe, permettant d'homogénéiser le lit filtrant.

Des dépassements ponctuels ont persisté en 2024 et des études sont en cours pour optimiser et fiabiliser le traitement à la zéolithe du radium soluble.

La station à zéolithes ne fonctionnant que lorsque les eaux du Grand Bassin sont hautes et doivent être traitées, le rejet GBZ 2 n'est pas continu. Ainsi, aucun traitement n'a été réalisé de juin à octobre 2023.

L'article 4.5.2 de l'AP n°34-DDPP-25 du 10 mars 2025 prescrit les dispositions suivantes pour les fréquences de prélèvements et les modalités de l'autosurveillance avec analyses des Matières En Suspension (MES), du Radium-226 soluble et insoluble et de l'Uranium soluble et insoluble :

Paramètres	CODE SANDRE	Type de suivi	Périodicité de mesure	Fréquence de transmission
MES	1305	Ponctuel	Hebdomadaire	Trimestrielle
Radium soluble	1964	Moyen mensuel	Hebdomadaire	Trimestrielle
Radium insoluble	1361	Moyen mensuel	Hebdomadaire	Trimestrielle
Uranium soluble	6339	Moyen mensuel	Hebdomadaire	Trimestrielle
Uranium insoluble	6340	Moyen mensuel	Hebdomadaire	Trimestrielle

Tableau 22 : Fréquences et modalités de l'autosurveillance selon l'AP n°34-DDPP-25 du 10 mars 2025

Avant traitement, les eaux du Grand Bassin (GB 1) montrent des valeurs plus élevées en radium 226 et en uranium durant l'été : la faible pluviométrie conduit à un niveau bas du bassin et ainsi à une concentration plus élevée en radioéléments.

Le point GB 2 est un point de prélèvement au niveau de l'évacuateur de crue, en aval du rejet de la station zéolithes auquel s'ajoutent les arrivées en rive gauche et les eaux du ruisseau de Bellechasse, eaux de surface provenant de l'amont hydraulique du site. En décembre 2023, une valeur anormalement élevée a été observée au point GB 2 vis-à-vis du radium soluble, correspondant à une période de fonctionnement dégradé de la station Grand Bassin :

Années	pH	MES (mg/l)	^{226}Ra soluble (Bq/l)	U soluble (mg/l)	Sulfates (mg/l)
2014	7,1	5	0,16	0,003	4,8
2015	7,2	6	0,18	0,002	6,0
2016	7,2	3	0,13	0,003	6,1
2017	7,2	3	0,08	0,003	6,1
2018	7,6	6	0,21	0,008	6,8
2019	7,9	7	0,03	0,003	5,8
2020	7,7	7	0,03	0,005	6,0
2021	7,5	8	0,04	0,009	6,3
2022	7,3	5	0,03	0,005	5,4
2023	7,8	Arrêt surveillance	0,01	0,061	Arrêt surveillance
2024	7,5		0,11	0,059	

Tableau 23 : Moyennes annuelles des paramètres analysés sur les eaux en sortie du canal évacuateur de crue, GB 2, pour 2014-2024

Concernant la Besbre, le bilan indique une absence d'impact significatif sur la qualité radiologique des eaux.

Concernant les eaux de la zone du Paradou en aval du site, trois points de prélèvement sont existants (nommés ARRIVEE 5 ; drain 40 et SOURCE 35). Ces eaux sont caractérisées par une absence de marquage radiologique, à l'exception du Drain 40 qui présentait une concentration de 0,13 mg U/l en mars 2023. Le Drain 40 récupère les eaux d'une source située sous les bassins de décantation, dont l'assise est constituée de stériles miniers.

Les détails des suivis radiologiques sont présentés dans le chapitre *4-Etat radiologique du site.*

- **Description de la station d'assainissement non collectif et suivi des consommations**

La station de traitement des eaux du site est implantée sur la parcelle AB 59. Sur cette parcelle, l'installation d'un bungalow a été autorisée par la mairie de la commune, la communauté de communes du Pays d'Urfé ayant donné un avis favorable. L'implantation de ce bungalow implique la mise en place d'un Assainissement Non Collectif (ANC). Il s'agit d'une microstation de 4 EH implantée à côté du bungalow dont l'état est conforme à la législation actuelle, qui n'induit aucun risque pour la salubrité publique ni pour l'environnement et ne présente aucun dysfonctionnement selon le contrôle de réalisation d'octobre 2024.



Figure 125 : Localisation du bungalow par rapport à la station de traitement existante



Figure 126 : Bungalow et microstation



Figure 127 : Station de traitement des eaux du site (ORANO Mining, avril 2024)

Dans la station de traitement, des cuves permettant le traitement chimique sont installées. Les cuves contiennent des substances chimiques différentes :

- de la lessive de soude à 20%,
- du chlorure ferrique à 40%,
- de l'acide sulfurique à 55%.

Le suivi des consommations annuel est donné ci-après.



Figure 128 : Cuve installée dans la station de traitement (ORANO Mining, avril 2024)

Années	Consommations en m³		
	Soude	Chlorure Ferrique $FeCl_3$	Acide sulfurique
2020	153,43	59,21	11,59
2021	230,68	74,73	22,90
2022	135,02	50,66	13,80
2023	158,96	57,85	15,75
2024	201,64	71,60	16,20

Tableau 24 : Suivi des consommations annuelles des substances chimiques pour le traitement des eaux

Une source est captée sur le site pour les besoins en eau hors alimentation humaine (captage autorisée par l'arrêté préfectoral n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022). L'eau y est récupérée et stockée dans une cuve localisée dans la station de traitement. Les débits de la source sont indiqués à titre indicatif dans le tableau suivant :

Date	Débit (en m³/h)
10/08/2020	0,48
15/09/2020	0,36
16/10/2020	0,48
26/11/2020	0,48
30/09/2021	0,96
08/11/2022	0,36
01/06/2023	0,99

Date	Débit (en m³/h)
12/10/2023	0,36
12/04/2024	1,0
16/05/2024	1,2
05/02/2025	0,63
03/2025	0,60
04/2025	0,60
05/2025	0,63

La consommation annuelle d'eau pour les besoins de la station s'établit entre 99 m^3 (2022) et 14 m^3 (2023).



Figure 129 : Source captée sur le site pour les besoins en eau hors alimentation humaine

Le réseau hydrographique local est relativement dense avec de nombreuses rivières qui se jettent dans la Loire, et une quantité importante de ruisseaux.

Au niveau du site, la Besbre est le cours d'eau principal. Elle arrive à l'ouest du site et emprunte un canal de dérivation étanche qui longe le Grand Bassin, sur le versant sud de la vallée, puis rejoint le cours naturel de la Besbre en aval de la digue du site. De nombreux usages, recensés en aval du site font de la Besbre un ruisseau sensible.

La Besbre est identifiée comme masse d'eau FRGR0208a : « la Besbre et ses affluents depuis sa source jusqu'à la retenue de Saint-Clément ». Elle présente un bon état écologique et chimique, avec comme objectif le maintien en bon état. Aucune pression significative n'est relevée. Les études hydromorphologique et hydrobiologique de la Besbre indiquent globalement des caractéristiques hydromorphologiques de bonne qualité avec une bonne diversité des habitats en berges, aquatiques et de la granulométrie et attestent d'une qualité biologique « bonne » à « très bonne ». Les résultats ne témoignent pas de dégradation marquée de la qualité de l'eau dans le temps (1996/2023). Aucun impact négatif des rejets du site des Bois Noirs Limouzat sur la qualité hydroécologique de la Besbre, n'a été mis en évidence et la qualité des eaux superficielles a été identifiée comme étant conforme aux seuils réglementaires définis. Les études menées sur la qualité des eaux superficielles de la retenue du lac de Saint-Clément témoignent de l'absence de marquage radiologique lié au site des BNL.

Des travaux ont été réalisés en 2019 afin d'améliorer et optimiser le système de traitement des eaux. À présent, deux types de traitement des eaux existent sur le site, à savoir un traitement physico-chimique des eaux d'exhaure minière et des drains et un traitement par filtration sur zéolithes des eaux pompées du Grand Bassin.

D'un point de vue quantitatif, les études établissent un découpage du bassin versant de la Besbre en amont du site, équivalent environ à 9,36 km². La valeur maximale de débit de pointe pour une période de retour 5 000 ans obtenue dans l'étude de 2013 et confirmé par l'étude récente de Philia (2024) est de 59,3 m^3/s (59 000 l/s). Le débit moyen annuel (calculé sur 8 ans) de la Besbre est de 2,31 m^3/s (2 310 l/s) mais il présente des variations saisonnières importantes entre les périodes d'étiage et les périodes de hautes eaux. À 13 km à l'aval, il est observé un débit moyen compris entre 879 l/s et 3 970 l/s. La période de hautes eaux s'étend de novembre à mai, avec un débit moyen mensuel maximum en janvier. Quant à la période de basses eaux, elle s'étend de juin à octobre avec un débit moyen mensuel minimum en août.

Les eaux superficielles présentent pas un enjeu fort vis-à-vis du projet compte-tenu de sa vulnérabilité, de sa sensibilité et de son état qualitatif actuel.

2.2.3 Utilisation des eaux

2.2.3.1 Utilisation des eaux souterraines

Annexe : étude de recensement des usages de l'eau d'avril 2017 – AREVA

L'étude de recensement des usages de l'eau de 2017 a permis d'identifier les forages hydrauliques souterrains permettant d'alimenter en eau potable les habitations des communes environnantes. 12 ouvrages, généralement peu profonds, sont dénombrés permettant la collecte d'eau potable dans les lithologies drainantes d'arène granitique couvrant l'ensemble du socle cristallin régional.

Aucune information n'a été trouvée concernant l'utilisation actuelle ou non de ces forages. Quatre forages sont situés dans un rayon de 3 km autour de l'ancien site minier.

Ces puits se situent systématiquement à des altitudes plus élevées que les ouvrages souterrains, ils sont donc hors d'influence hydraulique du site.

Une surveillance particulière au niveau du site du Paradou en aval direct du site a été mise en place au niveau de résurgence de sources. En effet, l'exploitation de la mine a asséché temporairement les sources situées dans la zone du Paradou pendant le temps de l'exploitation.

Aujourd'hui ces sources font l'objet d'une surveillance avec des prélèvements et analyses semestrielles comme prescrit par l'AP du 28 juin 2022. D'après les données de surveillance des sources de la zone du Paradou, ces eaux sont caractérisées par une absence de marquage radiologique, à l'exception du Drain 40 qui présentait une concentration en uranium de 0,13 mg/L en mars 2023. Le Drain 40 récupère les eaux d'une source située sous les bassins de décantation, dont l'assise est constituée de stériles miniers. Le suivi radiologique de ces eaux est présenté dans le chapitre *4.2.6 – Zone du Paradou*.

D'après l'Agence Régionale de la Santé Auvergne-Rhône-Alpes (site Atlasanté), le site n'est pas dans un périmètre de protection de captage. Il est recensé 6 captages actifs d'eaux souterraines pour un usage AEP (Alimentation en Eau Potable) sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne, 4 captages actifs sur la commune de Lavoine et 16 captages actifs sur la commune de Laprugne. Les captages situés dans un rayon de 3 km autour du site sont présentés dans le tableau ci-après.

L'ARS Auvergne-Rhône-Alpes précise que les captages utilisés pour l'AEP de la Montagne Bourbonnaise, dans l'Allier, ne sont pas en nappe alluviale de la Besbre. Le captage le plus proche en nappe alluviale de la Besbre est le Moulin Marin à 47 km en aval du site des BNL. Un suivi radiologique est réalisé (cf. figure ci-après). Les relevés n'indiquent aucun dépassement.

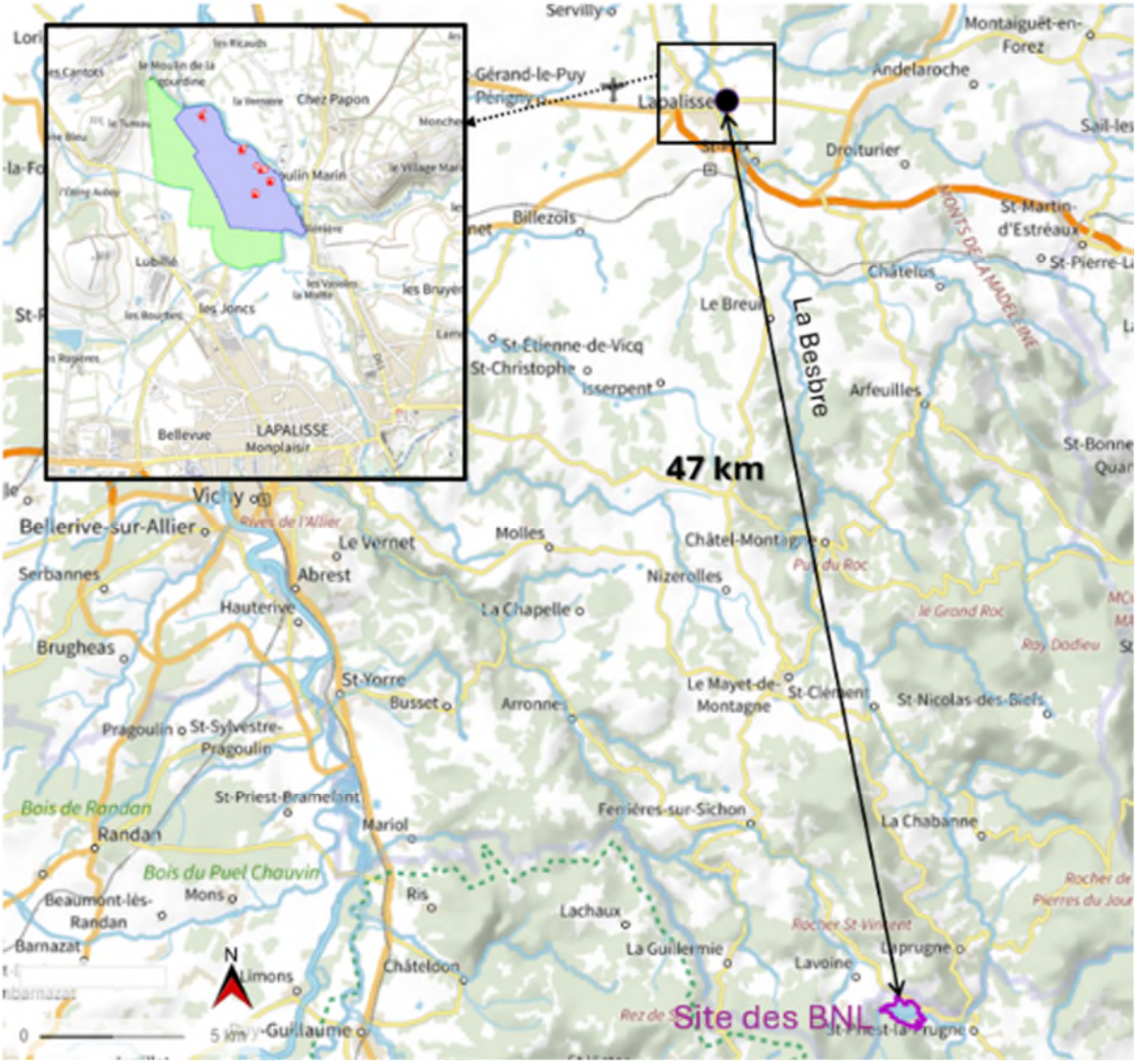


Figure 130 : Localisation du captage le Moulin Marin à 47 km en aval du site des BNL en nappe alluviale de la Besbre (ARS et Géoportail)

Date du prélèvement	ACTIVITÉ ALPHA GLOBALE EN BQ/L	ACTIVITÉ BÉTA GLOB. RÉSIDUELLE	DOSE INDICATIVE
	Bq/L	Bq/L	mSv/a
25/03/2014	0,04	0,09	
06/05/2015	0	0	
08/03/2016	0,08	0	
20/07/2016	0,03	0	
15/02/2017	0,05	0,07	
07/03/2018	0,06	0,06	< 0,10
18/02/2019	0,08	0,09	< 0,10
25/03/2020	0,04	0,06	< 0,10
11/01/2021	0,04	0,06	< 0,10
17/10/2022	0,05	0,1	< 0,10
06/03/2023	0,09	0,14	< 0,10
21/10/2024	0,06	0,04	< 0,10

Figure 131 : Radioactivité mesurée au captage de Moulin Marin (ARS - Présentation Point 6 CSS 2024)

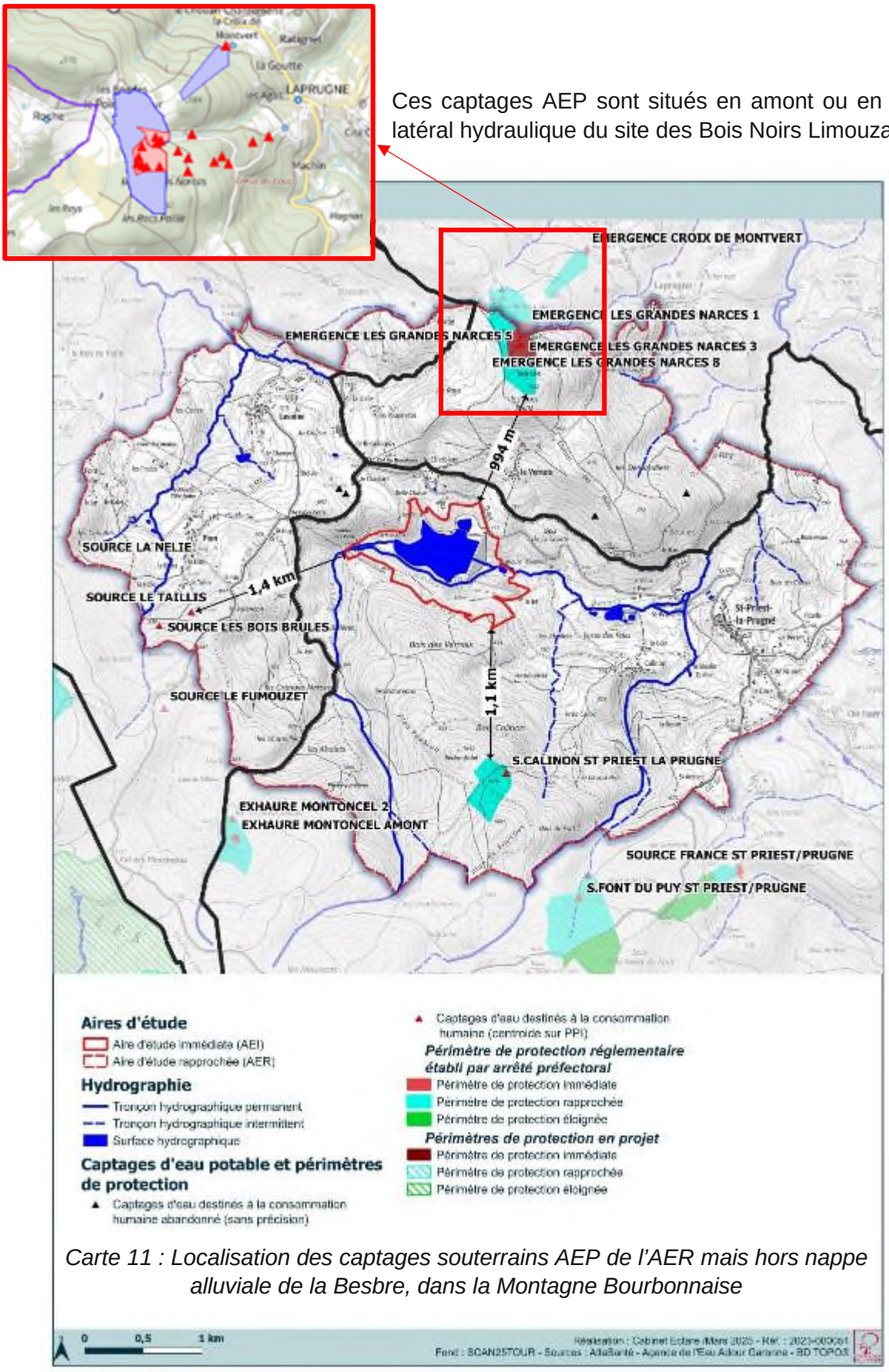
Commune	Code de l'ouvrage	Nom de l'ouvrage	Situation par rapport au site
Saint-Priest-la-Prugne	042000583	Font du Puy	Au sud (plus de 2,7 km)
Saint-Priest-la-Prugne	042000581	Calinon	Au sud (plus de 1.5 km)
Saint-Priest-la-Prugne	003000130	Montoncel Amont	Au sud-ouest (plus de 2.6 km)
Saint-Priest-la-Prugne	003000131	Montoncel Aval	Au sud-ouest (plus de 2.6 km)
Saint-Priest-la-Prugne	042002649	Font de l'Oie	Au sud (plus de 2,7 km)
Saint-Priest-la-Prugne	042000577	La France	Au sud-est (plus de 2,8 km)
Laprugne	003000122/ 003000876/ 003000877/ 003000878/ 003000879/ 003000881/ 003000882/	Les Grandes Narces (7 points)	Au nord (plus de 1,5 km)
Laprugne	003000969	Croix de Montvert	Au nord-est (plus de 2,5 km)
Lavoine	003000132	Les Bois Brûlés	À l'ouest (2,2 km)

Commune	Code de l'ouvrage	Nom de l'ouvrage	Situation par rapport au site
Lavoine	003000134	Le Fumouzet	Au sud-ouest (plus de 2,3 km)
Lavoine	003000133	La Nelie	À l'ouest (plus de 2,6 km)
Lavoine	003000891	Le Taillis	À l'ouest (à 1,8 km)

Tableau 25 : Prélèvements en eau souterraine à Saint-Priest-la-Prugne et les communes environnantes (source : ARS, consultation d'Atlasanté)

La carte suivante permet de visualiser la localisation de ces captages. Les captages abandonnés sont localisés également.

Ces captages AEP sont situés en amont ou en aval latéral hydraulique du site des Bois Noirs Limouzat.



Carte 11 : Localisation des captages souterrains AEP de l'AER mais hors nappe alluviale de la Besbre, dans la Montagne Bourbonnaise

Ainsi, la sensibilité de ces captages est forte en raison de l'usage en alimentation en eau potable de ces points, mais leur vulnérabilité reste moyenne en raison de leur positionnement hydraulique par rapport au site.

Une campagne de terrain visant à mettre à jour l'utilisation des eaux souterraines par le voisinage a été effectuée début 2025. À l'issue de cette campagne, il en résulte qu'aucun autre usage des eaux souterraines n'a été recensé dans les hameaux au nord du site du Vernois, Cherblanc , le col du Beaulouis ou les Peux. Un puits a été recensé dans le hameau de Calinon à 1,8 km au sud-est du site.

2.2.3.2 Utilisation des eaux de surface

- **Alimentation en eau potable**

En 2013, l'Agence Régionale de Santé Rhône Alpes recensait 1 captage pour l'alimentation en eau potable dans les eaux superficielles dans un rayon de 3 km autour du site. Il s'agissait d'une prise dans la rivière Le Boën, situé en aval du site. Ce captage n'est plus recensé par l'ARS (Atlasanté consulté le 17/01/2025). Le site n'est compris dans aucun périmètre de protection rapprochée ou éloignée.

- **Autres usages**

Une étude de recensement des usages réels ou potentiels de l'eau du ruisseau de la Besbre situé en aval hydraulique du site a été effectuée en 2017 et s'inscrit dans le cadre de l'amélioration de la connaissance de l'environnement autour du site des Bois Noirs Limouzat.

Pour mener l'inspection du linéaire du ruisseau, il a été « découpé » en 10 parties (voir la carte ci-dessous) :

- Rivière de la Besbre : parties de A à J ;
- Ruisseau Sans Nom des Aballets : partie D ;
- Goutte du Ris : partie E.

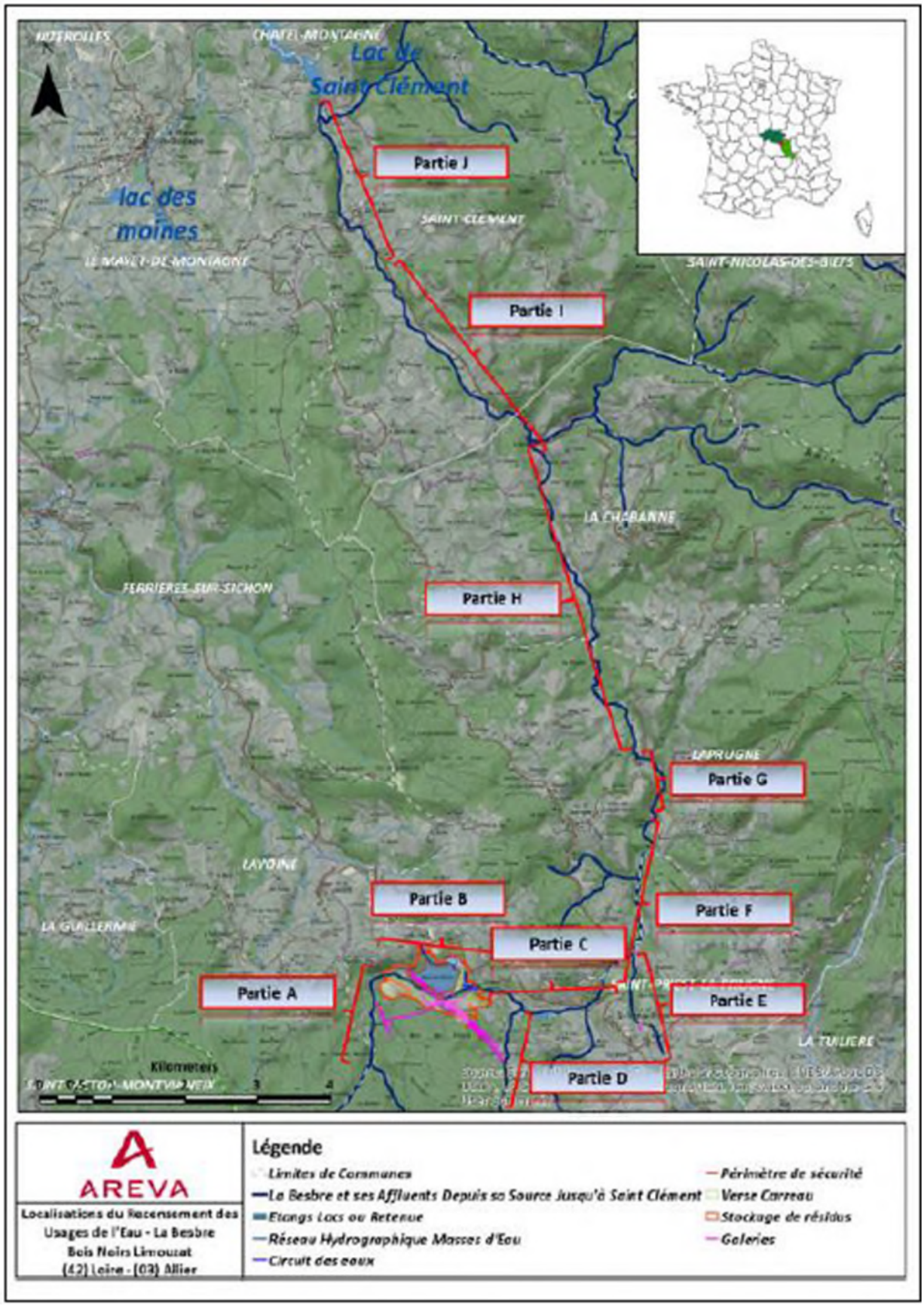


Figure 132 : Carte représentant les 10 tronçons analysés dans le cadre de l'étude de recensement des usages (source : Recensement des usages, AREVA, 2017)

L'étude s'est focalisée sur des tronçons hors site. Le site étant clôturé et sécurisé, aucun usage de l'eau n'est autorisé dans son enceinte. Relevons toutefois l'existence d'une source dont l'eau est captée et utilisée pour les sanitaires du site mais elle ne fait pas l'objet d'une alimentation en eau potable.

La méthode de recensement des usages a reposé sur les étapes suivantes :

- Analyse des données bibliographiques historiques disponibles au sein des archives d'Orano et des bases de données sur l'occupation des sols disponibles sur le site geoportail.gouv.fr (notamment Corine Land Cover et Registre Parcellaire Graphique 2010) ;
- Inspection du linéaire de la Besbre, de l'ancien site minier uranifère en descendant jusqu'à 19 kilomètres en aval où l'influence du site n'est plus remarquée après plusieurs apports des ruisseaux suivants (du sud au nord, amont à aval) ;
- Recherche et analyse bibliographique afin d'apporter les réponses à certains points laissés en suspend lors de l'inspection sur site.

Sur l'ensemble de ces parties, des mesures de température, pH et conductivité ont été réalisées à l'aide d'appareils portatifs de terrain.

Les investigations de ces 10 parties se sont déroulées du 10 au 12 avril 2017, par temps ensoleillé.

La mission de terrain a permis le recensement de 25 usages de l'eau de la rivière Besbre. Seuls les usages de types récréatifs (pêche, baignade, récréation), industriel, abreuvement de bétail et arrosage de potager sont considérés.

Les usages de type passage à gué, canalisation de piquage et évacuation des eaux usées ont été exclus. Les risques sanitaires ont été déterminés à partir des résultats des mesures réalisées et des usages au niveau du point de mesures.

Il est important de noter qu'en France, la norme de potabilité concernant le paramètre uranium est basée sur sa radioactivité et non sur sa chimie. Ceci explique la norme de 0,1 mSv/an pour la Dose Totale Indicative présentée dans l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R.1321-3, R.1321-7 et R. 1321-38 du Code de la Santé Publique.

Concernant l'uranium plus précisément, l'Organisation Mondiale de la Santé préconise une valeur seuil de 30 µg/L pour l'eau potable (Guidelines for drinking-water quality, fourth edition, 2011, WHO) qui est donc retenue comme critère d'évaluation.

Le tableau suivant synthétise les points pour lesquels un usage a été identifié.

Usage de l'eau -	Point de mesure	Observations	Mesures réalisées – Uranium et Radium solubles (moyenne annuelle 2015)	Risques sanitaires
TBO2 (partie B)		Sortie de la station de traitement – Surveillance environnementale = rejet	^{226}Ra sol = 0,25 Bq/L U sol = 80 µg/L	
1	2 (partie B)	Pêche	-	Négligeables pour ces usages
2	3 (partie B)	Récréatif	-	Négligeables pour ces usages
BESBB (partie C)		Camping du Paradoux – 2 km en aval du site	^{226}Ra sol = 0,43 Bq/L U sol = 5 µg/L	
3	10 (partie C)	Abreuvement du bétail au sein même du cours d'eau	-	Négligeables pour ces usages
GIT (partie F)		Moulin du Giteney	^{226}Ra sol = 0,024 Bq/L U sol = 2 µg/L	

Usage de l'eau -	Point de mesure	Observations	Mesures réalisées – Uranium et Radium solubles (moyenne annuelle 2015)	Risques sanitaires
5	13 (partie F)	Arrosage potager	-	Négligeables pour ces usages
6	17 (partie G)	Récréatif	-	Négligeables pour ces usages
8	20 (partie G)	Pêche "No Kill"	-	Négligeables pour ces usages
9	21 (partie H)	Abreuvement du bétail au sein même du cours d'eau	-	Négligeables pour ces usages
12	32 (partie H)	Approvisionnement eau industrielle	-	Négligeables pour ces usages
14	38 (partie I)	Arrosage Potager	-	Négligeables pour ces usages
16	40 (partie I)	Récréatif	-	Négligeables pour ces usages
21	52 (partie J)	Arrosage Potager	-	Négligeables pour ces usages
22	54 (partie J)	Abreuvement du bétail au sein même du cours d'eau	-	Négligeables pour ces usages
24	56 (partie J)	Récréatif : Camping de Saint-Clément	-	Négligeables pour ces usages
25	58 (partie J)	Récréatif : Lac de Saint-Clément (baignade, pêche, navigation) – situé à 12 km en aval du site	-	Négligeables pour ces usages

Figure 133 : Recensement des usages de l'eau de la rivière Besbre (source : Recensement des usages, AREVA 2017)

La rivière Besbre reçoit les eaux issues de l'ancien site minier des Bois Noirs Limouzat qui sont actuellement traitées avant leur rejet. La teneur en uranium moyenne en sortie de station de traitement au point TBO2 est de 0,07 mg/l sur l'année 2023. Cette valeur respecte la valeur limite de rejet qui est fixée à 0,30 mg/l en Uranium soluble selon l'arrêté préfectoral n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 (article 4.4.2.1).

Aucun usage d'eau potable n'a été recensé sur l'intégralité du parcours investigué. À partir du camping du Paradou (BESBB) la teneur moyenne chute à 5 µg/L ce qui est bien inférieur au critère de potabilité de l'OMS. À partir du Moulin du Giteney la teneur moyenne est de 2 µg/L. Il en est de même pour le radium, les teneurs mesurées restent négligeables pour les usages identifiés : elles sont comprises entre 0,25 et 0,43 Bq/L. Elles tendent à diminuer à mesure de l'éloignement du site. Globalement, le risque est donc négligeable pour l'ensemble des usages recensés le long de la Besbre.

Bien que les usages ne comprennent pas l'alimentation en eau potable, les usages de pêche et de baignade sont sensibles à la qualité des eaux. Le nombre d'usages recensés jusqu'au Lac de Saint-Clément, fait de la qualité des eaux de la Besbre un enjeu important pour les populations.

Plusieurs forages hydrauliques souterrains fournissant de l'eau potable sont identifiés dans les communes voisines du projet mais il n'existe aucune influence hydraulique entre ces forages et le site d'étude.

Une surveillance particulière au niveau du site du Paradou en aval direct du site a été mise en place au niveau de résurgence de sources. En effet, l'exploitation de la mine a asséché temporairement les sources situées dans la zone du Paradou pendant le temps de l'exploitation. D'après les données de surveillance des sources de la zone du Paradou le site n'a aucune influence chimique sur ces sources qui présentent toutes des analyses en Uranium / Radium soluble et insoluble généralement inférieures au seuil de détection, ou bien inférieur au critère de potabilité de l'OMS. Notons toutefois qu'en mars 2023, l'un des trois drains de surveillance de la zone (Drain 40) présentait une concentration en uranium de 0,13 mg/L. Le Drain 40 récupère les eaux d'une source située sous les bassins de décantation, dont l'assise est constituée de stériles miniers.

Une douzaine de captages souterrains sont recensés dans un rayon de 3 km autour du site d'étude selon Atlasanté mais ces captages sont situés en amont ou en aval latéral hydraulique du site des Bois Noirs Limouzat, évitant toute interactions avec le réseau hydraulique du site. Ainsi, bien que leur sensibilité soit forte de par leur usage, leur vulnérabilité est considérée comme faible du fait de leur position hydraulique par rapport au site. Le captage le plus proche en nappe alluviale de la Besbre est le Moulin Marin à 47 km en aval du site des BNL. Un suivi radiologique est réalisé : les relevés n'indiquent aucun dépassement.

Aucun captage superficiel actif n'est recensé.

Le site n'est pas inscrit dans un périmètre de protection de captage.

La Besbre fait l'objet de divers usages (récréatifs (pêche, baignade, récréation), industriel, abreuvement de bétail et arrosage de potager) selon une étude menée en 2017. Les résultats indiquent des risques sanitaires négligeables pour ces usages bien que le nombre d'usages recensés jusqu'au Lac de Saint-Clément, fasse de la qualité des eaux de la Besbre un enjeu important pour les populations. Aucun usage d'eau potable n'a été recensé.

2.2.4 Documents de planification et de gestion de la ressource en eau

2.2.4.1 Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux « Loire-Bretagne »

Le SDAGE est un plan d'actions qui répond à l'obligation de résultat de la Directive Cadre sur l'Eau pour atteindre le bon état des cours d'eau, lacs, nappes souterraines, estuaires et du littoral en 3 cycles de gestion de 6 ans : 2010-2015, 2016-2021, 2022-2027. Le SDAGE fixe pour chaque bassin hydrographique les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau dans l'intérêt général et dans le respect des principes de la loi sur l'eau. Ce schéma :

- Précise les orientations de la politique de l'eau dans le bassin pour une gestion équilibrée et durable de la ressource ;
- Donne des échéances pour atteindre le bon état des masses d'eau ;
- Préconise ce qu'il convient de faire pour préserver ou améliorer l'état des eaux et des milieux aquatiques ;
- Est un document réglementaire, les autres plans, doivent être compatibles avec lui.

La commune de Saint-Priest-la-Prugne relève du territoire d'intervention du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux Loire Bretagne. Le SDAGE 2022 – 2027 du bassin de Loire Bretagne a été adopté le 3 mars 2022.

Les orientations fondamentales développées par le SDAGE sont les suivantes (source : SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027) :

1. Repenser les aménagements de cours d'eau dans leur bassin versant ;
2. Réduire la pollution par les nitrates ;
3. Réduire la pollution organique, phosphorée et microbiologique ;
4. Maîtriser et réduire la pollution par les pesticides ;
5. Maîtriser et réduire les pollutions dues aux micropolluants ;
6. Protéger la santé en protégeant la ressource en eau ;
7. Gérer les prélèvements d'eau de manière équilibrée et durable ;
8. Préserver et restaurer les zones humides ;
9. Préserver la biodiversité aquatique ;
10. Préserver le littoral ;
11. Préserver les têtes de bassin versant ;
12. Faciliter la gouvernance locale et renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques ;
13. Mettre en place des outils réglementaires et financiers ;
14. Informer, sensibiliser, favoriser les échanges.

Elles répondent aux objectifs des directives européennes et particulièrement de la DCE. Elles prennent aussi en compte les dispositions du SDAGE 2016-2021 qu'il était nécessaire de maintenir, de décliner ou de renforcer.

Le site est concerné par les orientations n°5, 6, 8, 9.

L'objectif général du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 est d'atteindre un bon état pour 61 % des eaux en 2027. Un tiers des eaux du sous-bassin Allier-Loire amont étaient en bon état écologique lors de l'état des lieux du SDAGE effectué en 2013. Aujourd'hui, 24 % des eaux sont en bon état et 10 % en sont proches.

Les objectifs de qualité des masses d'eau concernées par le projet, fixés par le SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027, sont les suivants :

Nom de la masse d'eau	Code de la masse d'eau	Objectif d'état quantitatif			Objectif d'état chimique			Objectif d'état global	
		Objectif	Échéance d'atteinte de l'objectif	Motifs en cas de recours aux dérogations	Objectif	Échéance d'atteinte de l'objectif	Motifs en cas de recours aux dérogations	Objectif	Échéance d'atteinte de l'objectif
Madeleine-BV Loire	FRGG133	Bon état	2015	/	Bon état	2015	/	Bon état	2015

Tableau 26 : Objectifs de qualité de la masse d'eau souterraine

Nom de la masse d'eau	Code de la masse d'eau	Objectif d'état écologique			Objectif d'état chimique			Objectif d'état global	
		Objectif	Échéance d'atteinte de l'objectif	Motifs en cas de recours aux dérogations	Objectif	Échéance d'atteinte de l'objectif	Motifs en cas de recours aux dérogations	Objectif	Échéance d'atteinte de l'objectif
La Besbre et ses affluents depuis sa source jusqu'à la retenue de Saint-Clément	FRGR0208a	Bon état	2015	/	Bon état	2021	/	Bon état	2021

Tableau 27 : Objectifs de qualité de la masse d'eau superficielle

Le programme de mesures (PDM) constitue le recueil des actions à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs du SDAGE. Le PDM a été retravaillé pour répondre aux objectifs de bon état des eaux à l'échéance de 2027 en ciblant les mesures priorisées les plus pertinentes pour atteindre les objectifs environnementaux fixés dans le SDAGE. Depuis 2022, le PDM a été mis en œuvre de façon opérationnelle au travers des plans d'action opérationnels territorialisés (PAOT) pour le cycle 2022-2027.

Le Programme De Mesures (PDM) de la commission « Allier-Loire amont » intéresse plus particulièrement la zone d'étude. À l'échelle de la commission, 1 986 mesures sont prévues sur le cycle 2022-2027. Le graphe suivant représente leur répartition par domaine (référentiel national Osmose).

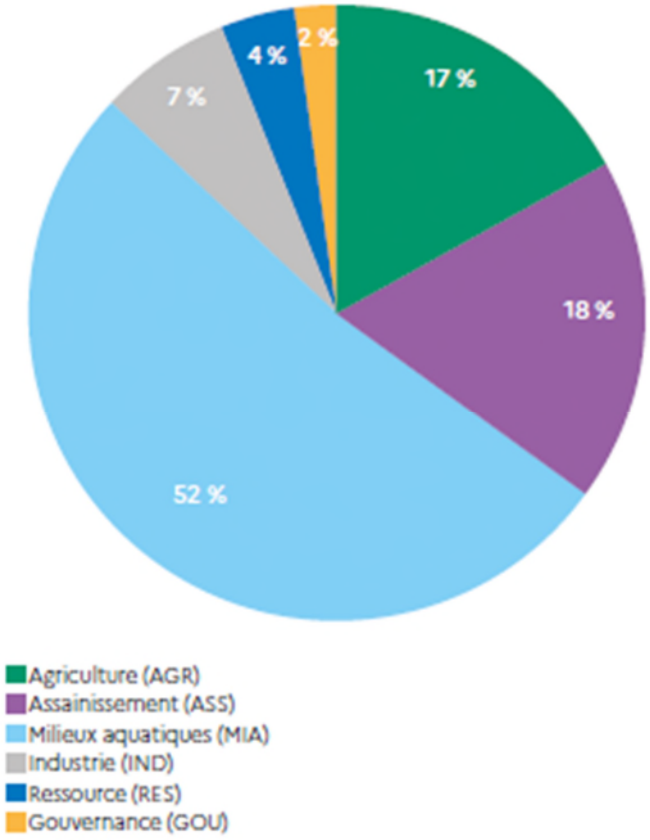


Figure 134 : Répartition des mesures par domaine pour la commission Allier-Loire amont (source : PDM Loire-Bretagne)

D'après le Programme De Mesure du SDAGE, chaque masse d'eau est attachée à une ou plusieurs mesures :

Code masse d'eau	Mesures associées
FRGG133 : Madeleine-BV Loire	Aucune mesure associée
FRGR0208a : La Besbre et ses affluents depuis sa source jusqu'à la retenue de Saint-Clément	Aménager, supprimer ou gérer un ouvrage qui contraint la continuité (à définir) Réaliser une opération d'entretien ou de gestion régulière d'une zone humide

Tableau 28 : Tableau de mesures pour chacune des masses d'eau (SIELB)

Les mesures citées de la masse d'eau superficielle FRGR0208a ciblent en particulier la zone d'étude et le type de projet envisagé ici. Ainsi, le projet devra être défini de manière à respecter les enjeux et objectifs fixés par le SDAGE.

2.2.4.2 Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux - SAGE est un outil de planification locale dont les prescriptions doivent pouvoir s'appliquer à un horizon de 10 ans, il est issu de la loi

sur l'eau du 3 janvier 1992. Il se traduit par un arrêté préfectoral qui identifie les mesures de protection des milieux aquatiques, dont l'objectif principal est la recherche d'un équilibre durable entre protection des milieux aquatiques et satisfaction des usages. Il fixe des objectifs de qualité à atteindre, définit des règles de partage de la ressource en eau, détermine les actions à engager pour lutter contre les crues, à l'échelle d'un territoire hydrographique pertinent (2 000 à 3 000 km²).

Le contenu du SAGE, défini par la loi du 30 novembre 2006 sur l'Eau et les Milieux Aquatiques, comprend :

- Un Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) qui fixe les objectifs, orientations et dispositions du SAGE et ses conditions de réalisation ;
- Un règlement, accompagné de documents cartographiques, qui édicte les règles à appliquer pour atteindre les objectifs fixés dans le PAGD.

Ces éléments lui confèrent une portée juridique :

- Le PAGD est opposable aux pouvoirs publics : tout programme, projet ou décision prise par l'administration, directement ou indirectement, dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques doit être compatible avec le PAGD ;
- Le règlement est opposable aux tiers : tout mode de gestion, projet ou installation de personnes publiques ou privées doit être conforme avec le règlement.

Une partie du territoire communal de Saint-Priest-la-Prugne appartient au périmètre du SAGE Loire en Rhône- Alpes, mais le site des Bois-Noirs Limouzat en est exclu. Le SAGE concerne le bassin versant de la Loire et ses affluents de Bas-en-Basset jusqu'à Roanne. Le périmètre d'intervention du SAGE, approuvé par arrêté préfectoral le 19 janvier 2007, est de 3 970 km² et réparti sur les départements suivants : la Loire (240 communes), le Rhône (35 communes), la Haute-Loire (13 communes) et le Puy de Dôme (2 communes). Le SAGE Loire en Rhône Alpes, initialement approuvé par arrêté interpréfectoral le 30 août 2014 est en cours de révision depuis le 9 mars 2022.

Les objectifs du SAGE en vigueur s'organisent autour de cinq enjeux majeurs (Source : Plan d'Aménagement et de Gestion Durable du SAGE Loire en Rhône-Alpes) :

- La préservation et l'amélioration de la fonctionnalité (hydrologique, épuratoire, morphologique, écologique) des cours d'eau et des milieux aquatiques ;
- La réduction des émissions et des flux de polluants ;
- Le partage et l'économie de la ressource en eau ;
- La maîtrise des écoulements et la lutte contre le risque d'inondation ;
- La prise en compte de l'eau et des milieux aquatiques dans le développement et l'aménagement du territoire.

Conséquence locale :

La Besbre n'a pas été prise en compte dans le SAGE Loire en Rhône-Alpes car elle ne forme pas un affluent direct lors de sa traversée dans la région Rhône-Alpes. Le site des Bois-Noirs Limouzat ne fait pas l'objet de mentions spécifiques, ni les eaux souterraines du site.

2.2.4.3 Contrat territorial du bassin versant Besbre amont

Le territoire de Saint-Priest-La-Prugne appartient au périmètre du contrat territorial du versant de la Besbre amont concernant la partie amont du bassin versant de la Besbre de sa source à sa confluence avec le Barbenan (Le Barbenan inclus). Il est porté par la communauté de communes de la Montagne Bourbonnaise (désormais dans l'EPCI Vichy-Communauté) basée au Mayet-le-Montagne. Ce contrat couvre une surface d'environ 330 km² et 17 communes sont concernées.

Le contrat territorial stipule que : « *Compte tenu :*

- *De l'intérêt de préserver les milieux aquatiques eu égard aux usages et fonctions qu'ils assurent dans la perspective du développement durable du territoire du bassin de la Besbre amont ;*
- *Des résultats et des conclusions des études préalables menées par la communauté de Communes de la Montagne Bourbonnaise ;*
- *De l'intérêt des démarches coordonnées et globales engagées par les Maîtres d'ouvrage.*

Il a été convenu et arrêté que : l'enjeu global partagé par les acteurs du territoire, le Conseil Général de l'Allier, le Conseil Régional d'Auvergne et l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne consiste à chercher à satisfaire :

- *Un objectif quantitatif sur la ressource, par le maintien d'un débit minimal de la Besbre en période d'étiage et des fonctionnalités hydrauliques des zones humides situées dans son bassin versant ;*
- *Un objectif de qualité des milieux, par la reconquête des bords de rivière, et la préservation des mares et des prairies humides de fonds de vallée.*

Ce contrat suit la méthodologie préconisée par le SDAGE Loire-Bretagne ».

Le contrat prévoyait entre 2013 et 2018 les objectifs suivants :

- Gérer les boisements rivulaires aptes à remplir des fonctions de stabilité des berges, ombrage, habitats naturels etc. ;
- Préserver les espèces et biotopes remarquables, lutter contre les plantes invasives, équilibrer les écosystèmes ;
- Préserver et mettre en valeur les habitats piscicoles (notamment par la gestion sélective des bois morts et embâcles) ;
- Améliorer ou maintenir l'accessibilité à la rivière pour les usagers, améliorer sa perception, permettre la réappropriation sociale par les riverains et usagers.

Ce contrat est aujourd'hui obsolète. Le contrat en vigueur est le deuxième contrat territorial des affluents de l'Allier du Bassin de Vichy (2023-2025) approuvé en Conseil Communautaire le 29 septembre 2022.

Le périmètre du contrat concerne principalement les affluents de l'Allier. Cependant, à titre exceptionnel, l'action de restauration de la continuité écologique est étendue au bassin versant de la Besbre amont, affluent de la Loire.

Ce contrat dispose d'un programme d'action décliné en cinq volets thématiques couvrant 36 actions.

VOLET THEMATIQUE	GRANDS TYPES D'ACTIONS
A – La qualité des eaux superficielles et souterraines	- Réduire les pollutions - Suivi de la qualité des cours d'eau
B – La gestion quantitative de la ressource en eau	- Diagnostic des ressources en eau et prélèvements - Accompagnement de la mise en conformité des plans d'eau
C – Le fonctionnement des cours d'eau et la préservation des espèces aquatiques à forte valeur patrimoniale	- Restauration, entretien, plantation ripisylves - Mise en défens et aménagement abreuvoirs - Lutte contre les espèces invasives indésirables en bord de cours d'eau - Restauration de la continuité écologique - Protection des populations d'écrevisses à pattes blanches
D – La préservation des zones humides	- Inventaire zones humides - Gestion des zones humides
E – L'animation du contrat	- Cellule animation - Suivi et évaluation - Communication, sensibilisation, accompagnement

Figure 135 : Volets thématiques et grands types d'actions du contrat de territoire de Vichy Communauté

Dans les cinq volets, les actions sont réparties selon des objectifs généraux et opérationnels.

La Besbre est essentiellement concernée par l'objectif d'amélioration et de restauration du fonctionnement hydromorphologique à savoir plus précisément la restauration de la continuité écologique. Une sous-action désigne précisément la Besbre : il s'agit de l'action C31-1 « *dont l'objectif est de restaurer la continuité écologique sur le bassin versant du Sichon et sur celui de la Besbre ainsi que certains de leurs affluents classés en liste 2 (article L214-17 du Code de l'Environnement) se poursuivra selon les opportunités tout au long de la seconde période du contrat, hors contrat.* »

2.2.4.4 Plan de Gestion d'Étiage (PGE)

Le PGE est un document contractuel de participation entre différents acteurs de l'eau dans le domaine de la gestion quantitative de la ressource en période d'étiage. Il vise à rétablir les conditions d'équilibre entre la ressource disponible et la pression exercée sur les milieux par l'ensemble des usages (prélèvements AEP, industries, irrigation) pour permettre de garantir, à la fois, les activités socio-économiques existantes et la permanence d'un débit d'objectif satisfaisant pour la salubrité et le maintien de la vie aquatique.

Aucun PGE ne concerne le site d'étude ni ses alentours.

2.2.4.5 Zonages réglementaires

- **Zone de répartition des eaux**

Les ZRE sont définies en application de l'article R211-71 du CE, comme des « zones présentant une insuffisance, autre qu'exceptionnelle, des ressources par rapport aux besoins ».

La commune de Saint-Priest-la-Prugne ainsi que ses communes voisines ne sont concernées par aucune ZRE.

- **Zone vulnérable**

Une zone vulnérable est une partie du territoire où la pollution des eaux par le rejet direct ou indirect de nitrates d'origine agricole et d'autres composés azotés susceptibles de se transformer en nitrates, menace à court terme la qualité des milieux aquatiques et plus particulièrement l'alimentation en eau potable (articles R.211-75 à 77 du CE).

Des objectifs concernant la réduction de la pollution des eaux et la prévention des risques vis-à-vis de toute nouvelle pollution sont définis à l'article 3 de la Directive Européenne n°91-676.

La commune de Saint-Priest-la-Prugne ainsi que ses communes voisines ne sont concernées par aucune zone vulnérable aux nitrates.

- **Zone sensible**

Les zones sensibles à la pollution sont définies à l'article 5 et l'annexe II de la Directive Eaux Résiduelles Urbaines (91/271/EECUWWT) comme étant des masses d'eau particulièrement sensibles aux pollutions, notamment eutrophes, ou pouvant le devenir à brève échéance, si des mesures ne sont pas prises. Ce zonage stipule également que dans le cas où des rejets de phosphore, d'azote ou de ces deux substances combinées existent, ils doivent être réduits.

L'AEI est concernée par la zone sensible « La Loire en amont de sa confluence avec le Beuvron » (04217). Le projet ne rejettera pas d'effluents contenant du phosphore ou de l'azote. Il ne présente aucune sensibilité vis-à-vis des zones sensibles à la pollution.

Le projet veillera à respecter les orientations et objectifs du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 en ce qui concerne la maitrise et la réduction des pollutions dues aux micropolluants (OF n°5), la protection de la santé en protégeant la ressource en eau (OF n°6), la préservation et la restauration des zones humides (OF n°8) et la préservation de la biodiversité aquatique (OF n°9).

La Besbre n'a pas été prise en compte dans le SAGE Loire en Rhône-Alpes car elle ne forme pas un affluent direct lors de sa traversée dans la région Rhône-Alpes. De fait, le site des Bois Noirs Limouzat n'est intégré dans aucun SAGE et ne fait pas l'objet de mentions spécifiques, ni les eaux souterraines du site. Cependant, la Besbre est exceptionnellement incluse dans le périmètre du deuxième contrat territorial des affluents de l'Allier du Bassin de Vichy (2023-2025). Une sous-action désigne précisément la Besbre et vise à la restauration de la continuité écologique du cours d'eau.

Le site d'étude n'est ni concerné par un PGE, ni par une ZRE, ni par une zone vulnérable à la répartition des nitrates. Il est toutefois concerné par une zone sensible à la pollution d'origine agricole. Il s'agit de la zone sensible nommée « La Loire en amont de sa confluence avec le Beuvron » (04217). Le projet ne prévoit pas de prélèvement d'eau et ne rejettera pas d'effluents contenant des nitrates, du phosphore ou de l'azote. Il ne présente aucune sensibilité vis-à-vis des zones sensibles à la pollution.

La Besbre au niveau du site des Bois Noirs Limouzat est canalisée afin de contourner le Grand Bassin. À l'aval, les eaux transitant sur le site sont restituées au cours d'eau. L'objectif du projet est le rétablissement du cours naturel de la Besbre et la mise en place d'une couverture solide sur les résidus de traitement afin de préserver la ressource en eau. Le projet s'inscrit pleinement dans les objectifs du SDAGE et du contrat de territoire en visant la préservation de la continuité écologique.

Le projet ne présente pas de menace pour la qualité des eaux, ni pour la gestion équilibrée de la ressource en eau du secteur.

2.3 CLIMATOLOGIE

Sources : Météo-France, données de la station météorologique de Saint-Nicolas-des-Biefs, site d'Infoclimat, site Météoblue.

2.3.1 Contexte climatique de la Loire

La Loire se situe au centre nord de la région Auvergne-Rhône-Alpes, à la frontière avec la région Bourgogne- Franche-Comté au nord. Son climat est de type semi-continental, fortement influencé par l'altitude. L'ensoleillement annuel s'élève à environ 1767 h. Les températures moyennes mensuelles sont comprises entre 1 °C en janvier et 16,3 °C en août. Les précipitations annuelles sont assez importantes et réparties tout au long de l'année.

2.3.2 Caractéristiques climatiques locales

Les données climatologiques sont issues de la station météorologique Météo France de Saint-Nicolas-des-Biefs, localisée à environ 11 km au nord-est du site, et à une altitude de 1022 m NGF. Cette station est la plus proche du site et bien que plus en hauteur que le site des Bois Noirs Limouzat, est la plus représentative des conditions météorologiques du site. La pluviométrie est directement issue des relevés effectués sur site par Orano Mining.

2.3.2.1 Les températures et l'ensoleillement

Pour la période de mars 1991 à janvier 2024, à la station de Saint-Nicolas-des-Biefs, la température minimale journalière relevée est de –17.4 °C (le 7 février 2012) et la température maximale journalière de 34 °C (le 24 août 2023).

Les températures moyennes minimales, maximales et moyennes mensuelles pour la période de 1991 à 2020 sont présentées dans le tableau ci-après :

Température (°C)	01 J	02 F	03 M	04 A	05 M	06 J	07 J	08 A	09 S	10 O	11 N	12 D
Minimale	-1,5	-1,6	0,7	3,1	6,7	10,1	12,1	12,4	9,1	6,2	1,8	-0,6
Moyenne	1	1,1	3,9	6,8	10,6	14,2	16,3	16,5	12,6	9,3	4,4	1,8
Maximale	3,5	3,8	7,2	10,5	14,5	18,2	20,5	20,6	16,2	12,3	7,0	4,3

Tableau 29 : Températures moyennes mensuelles minimales, maximales et normales à la station Saint-Nicolas-des-Biefs pour la période 1991 à 2020 (source : Météofrance, février 2024)

Pour cette station, l'ensoleillement est indiqué à 1839,3 h/an sur la période 2004-2020.

2.3.2.2 Les précipitations

Des mesures de pluviométrie sont réalisées sur le site depuis 1995, grâce à un pluviomètre installé à une altitude de 790 m, à proximité du Grand Bassin depuis 2020. Elles sont présentées sur la figure ci-après et indiquent que les précipitations sont relativement homogènes. Les cumuls mensuels sont tous supérieurs à 100 mm. Les maximas ont lieu en avril-mai et octobre-novembre-décembre. Août est le mois le plus sec. Le cumul annuel moyen entre 2006 et 2024 pour les hauteurs de précipitation s'élève à 1 422 mm. Notons que l'année 2022 a été l'année la plus sèche jamais observée depuis 1995 avec une pluviométrie de 981 mm.

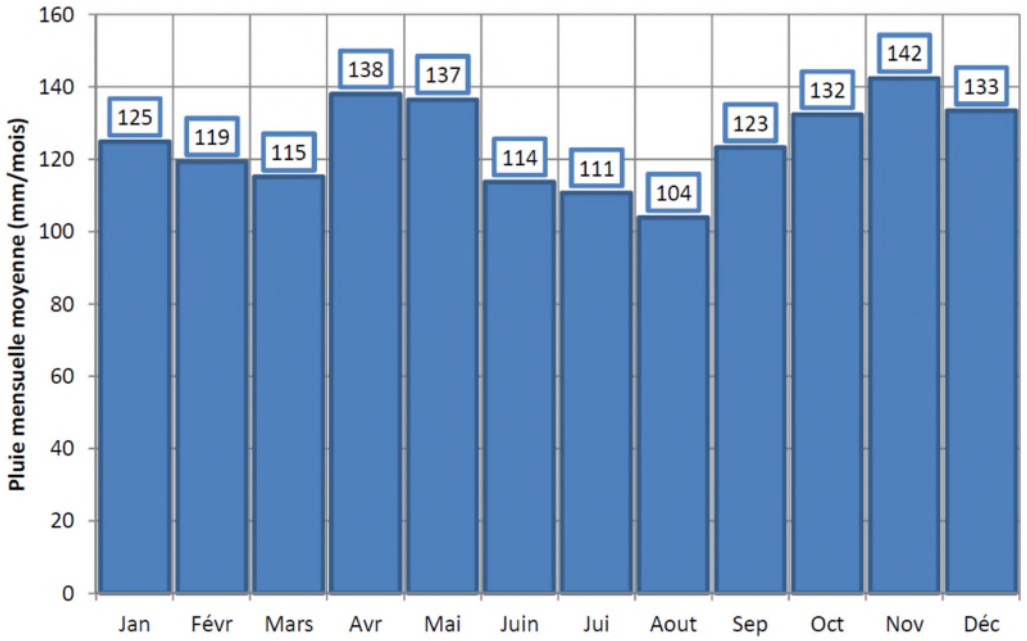


Figure 136 : Pluviométrie sur le site des Bois Noirs Limouzat, moyenne des relevés Orano de 1988 à 2017

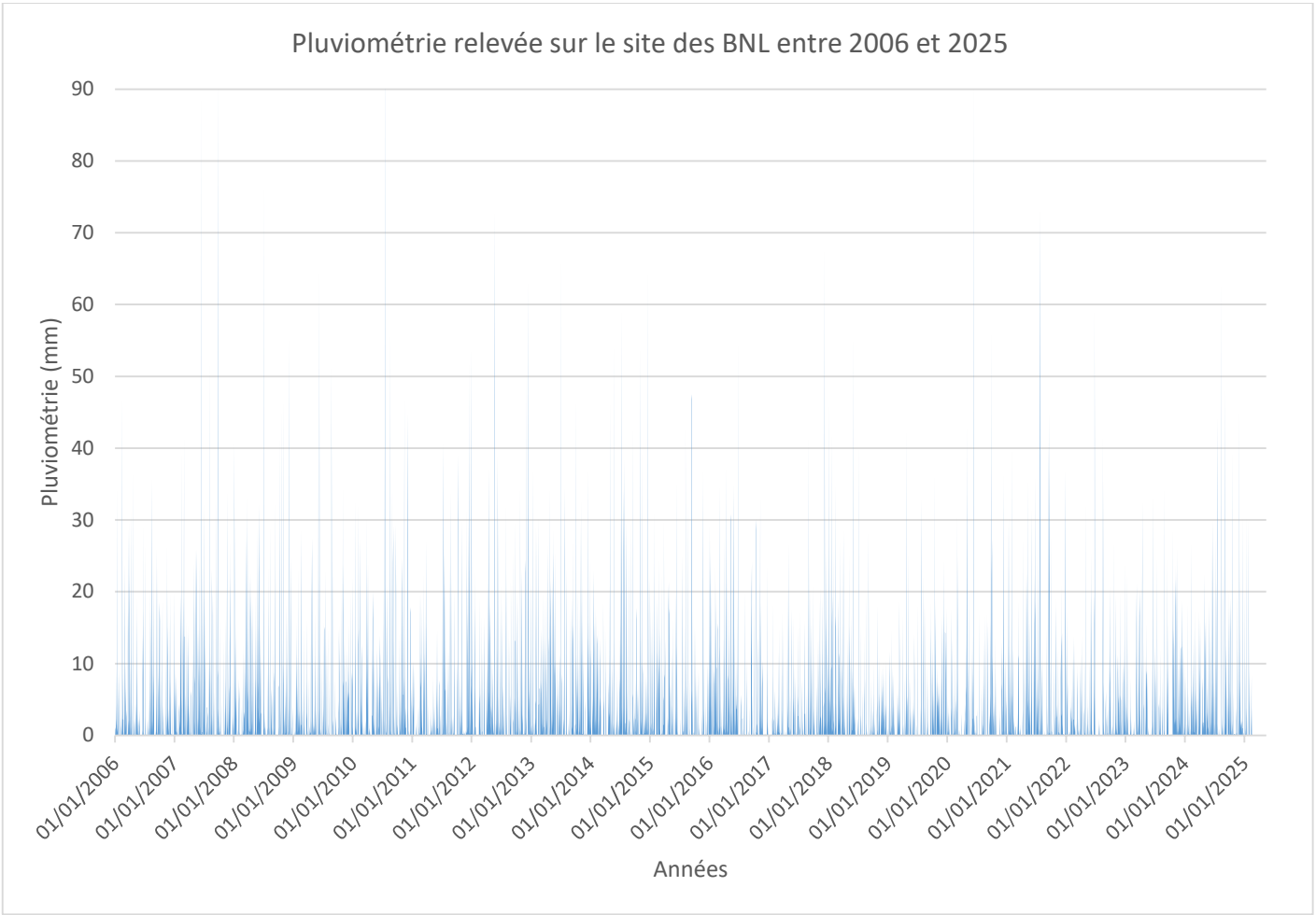


Figure 137 : Pluviométrie relevée sur le site des BNL entre 2006 et 2025

Selon ces données, il pleut en moyenne 3,9 mm/jour.

Année	Pluviométrie annuelle cumulée (mm)	Moyenne annuelle sur 19 ans (2006-2024)
2006	1296	**1422 mm**
2007	1767	
2008	1699	
2009	1241	
2010	1592	
2011	1418	
2012	1674	
2013	1855	
2014	1700	
2015	1296	
2016	1641	
2017	1074	
2018	1285	
2019	1099	
2020	1169	
2021	1528	
2022	981	
2023	1236	
2024	1458	

En moyenne, la pluviométrie annuelle s'élève à 1 422 mm sur les 19 dernières années.

Le bilan de surveillance environnemental du site des Bois Noirs Limouzat 2023 indique une hauteur des précipitations de 1 237 mm en 2023, représentant une augmentation de la pluviométrie par rapport à 2022 qui était une année très sèche. La pluviométrie cumulée sur 2023 est proche de la moyenne des dix dernières années qui est de 1 301 mm tandis que la pluviométrie de 2024 est légèrement supérieure.

2.3.2.3 Les vents

Les vents dominants sont guidés par la topographie de la vallée : nord-ouest/sud-est. Le pourcentage des vents faibles (<1 m/s) est assez important. La rose des vents de MeteoBlue indique que les vents les plus forts viennent du sud et soufflent plus de 55 h/an entre 20 et 30 km/h.

La vitesse moyenne mensuelle des vents à la station de Saint Nicolas-des-Biefs est comprise entre 3 et 4 m/s, et la vitesse de vent instantanée maximale a été relevée à 38 m/s en 1999.

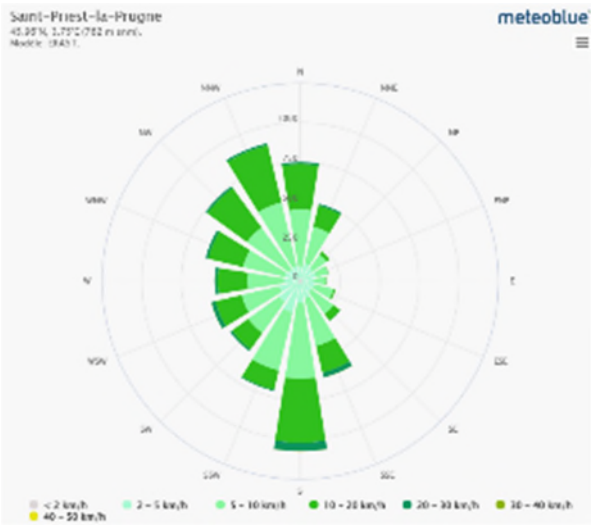
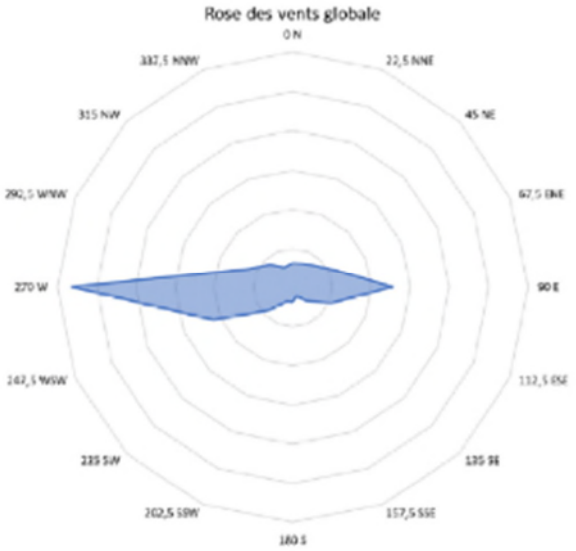


Figure 138 : Rose des vents à Saint-Priest-la-Prugne (meteoblue.com, janv.2025)

De manière plus détaillée, les vents dans la vallée de la Besbre peuvent être décrits de la façon suivante (*source : plan de surveillance 2014-2024 – ORANO Mining*) :





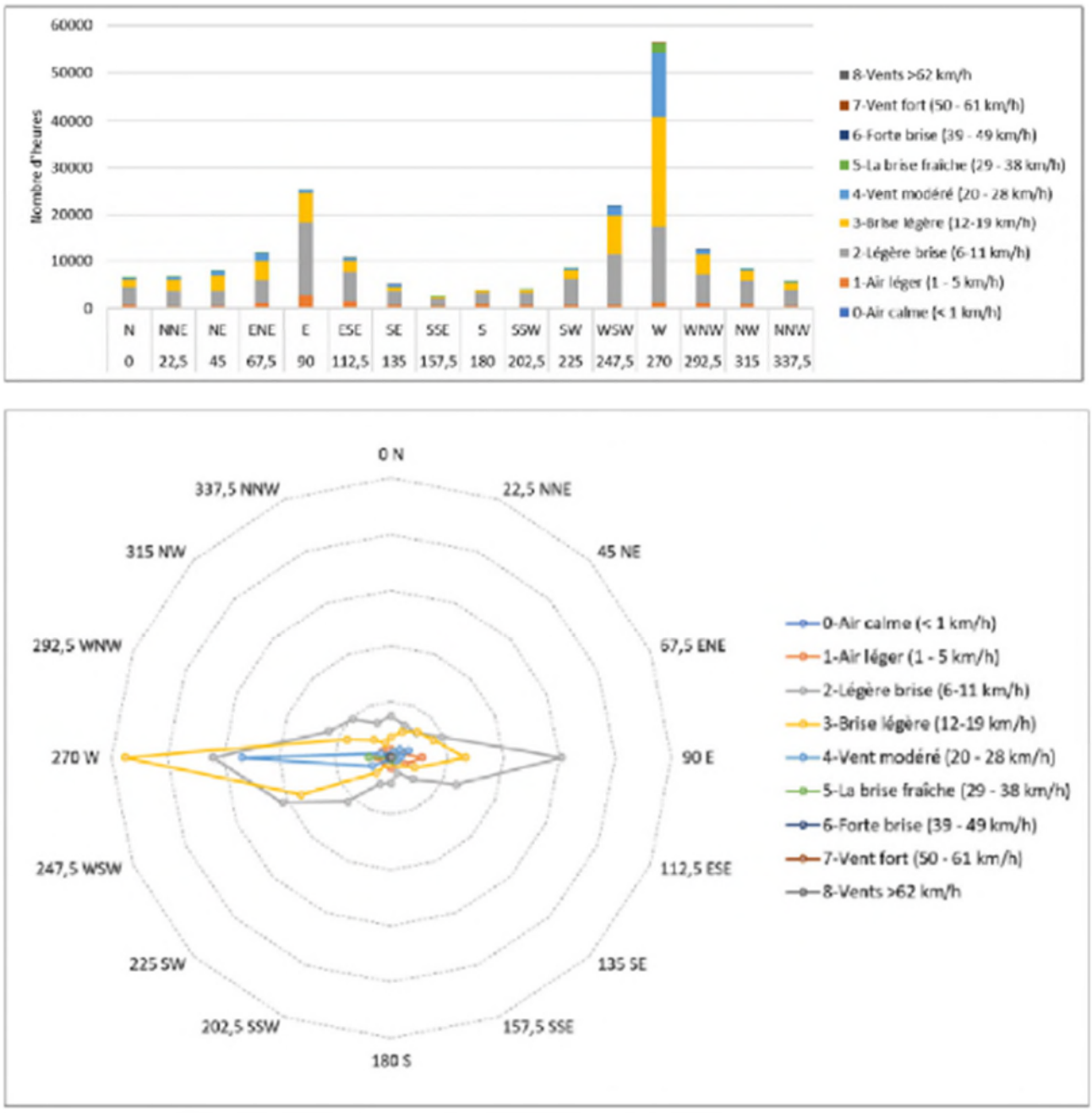


Figure 139 : Répartition des vents selon leur direction (provenance du vent)

2.3.2.4 Autres phénomènes météorologiques

Sources : Rapport d'étude – Projet de réaménagement en couverture solide - Modélisation hydrogéologique, INTERA, 2025 ; station de Saint-Nicolas-des-Biefs InfoCllimat.

La région, influencée par le climat continental, connaît des hivers rigoureux. Les données météorologiques à la station de Saint-Nicolas-des-Biefs ne comprennent pas d'informations concernant les épisodes de brouillard, orage, grêle et neige. Ces informations sont disponibles à la station de Vichy-Charmeil (Allier) pour la période 1981 à 2010, située à 35 km au nord-ouest de Saint-Priest-la-Prugne.

Nombre moyen de jours avec	01 J	02 F	03 M	04 A	05 M	06 J	07 J	08 A	09 S	10 O	11 N	12 D
Brouillard	5.0	3.1	1.6	1.2	2.1	1.4	0.8	1.2	3.9	5.1	5.2	4.7
Orage	0.1	0.2	0.4	1.3	5.0	4.9	5.7	5.0	2.6	1.0	0.1	0.1
Grêle	0.0	0.1	0.3	0.6	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1	0.0	0.0	-
Neige	4.8	4.7	2.6	1.0	-	-	-	-	-	0.0	1.5	3.7

Tableau 30 : Nombre moyen mensuels de jours avec brouillard, orage, grêle, neige à la station Vichy-Charmeil (pour la période 1981 à 2010 (source : Météofrance, décembre 2017)

On remarque que les épisodes neigeux représentent 2.6 à 4.8 jours par mois entre décembre et mars.

La valeur de l'EvapoTransPiration (ETP) rend compte de l'évaporation d'une surface bien pourvue en eau en fonction des températures et de la latitude. L'ETP totale interannuelle est de l'ordre de 742 mm avec un maximum de juin à août. À l'échelle du site, une étude menée en 2006 estime une évapotranspiration réelle de 458 mm pour une évapotranspiration potentielle de 638 mm (Combes & Schmitt, EMP, 2006).

Le bilan mensuel « P moy. - ETP » correspond à la différence entre la moyenne des précipitations (apports) et l'évapotranspiration potentielle ou ETP (pertes). Il est grandement déficitaire du mois de mars au mois d'octobre.

INTERA est en charge du développement de modélisations hydrogéologiques dans le cadre du présent projet. À l'occasion de cette étude, il a été analysé la recharge météorique des eaux à partir des données piézométriques et climatiques permettant d'affiner la compréhension du comportement hydrodynamique du site à l'état initial. La méthode utilisée est celle de la méthode des fonctions de transfert qui consiste à modéliser une chronique piézométrique en utilisant les données de précipitation, d'évapotranspiration potentielle et de température dans le but d'estimer la recharge.
Ainsi, la recharge météorique moyenne annuelle a été estimée suivant deux modèles et est comprise entre 640 mm/an et 751 mm/an, en cohérence avec la pluie efficace estimée par le modèle Safran (624 mm/an).

La commune est exposée aux risques liés aux phénomènes météorologiques tempêtes et grains (vent).

Le climat au niveau du périmètre du projet, est de type semi-continental avec des températures moyennes basses en hiver et modérées en été, ainsi qu'un climat humide avec des précipitations globalement homogènes tout au long de l'année induisant une moyenne de l'ETP relativement faible. En été toutefois, l'évaporation est forte et peut être sensible durant les années sèches. La pluviométrie sur le site fait l'objet d'un suivi quotidien depuis plusieurs années (2006/2024). Ces données permettent d'établir une moyenne annuelle à 1 422 mm.

Les vents dominants soufflent selon une direction nord-ouest / sud-est. Les vents les plus forts proviennent du sud. Des événements de type brouillard et neige sont rencontrés pendant la période automne-hiver. De plus la commune est exposée au risque de tempête.

Le projet est de nature à augmenter la surface imperméabilisée puisqu'il vise le remplacement de la lame d'eau par une couverture solide. Il augmentera donc la sensibilité du site vis-à-vis des phénomènes hydrologiques extrêmes. Cette dimension est toutefois à relativiser vis-à-vis du fonctionnement actuel du site qui implique l'utilisation de la ressource en eau qui, au regard du changement climatique, se raréfiera et sera moins bien répartie sur l'année. Le projet a donc vocation à anticiper ces changements. Le climat représente un enjeu moyen pour le site.

2.4 RISQUES NATURELS

Sources : site Géorisques ; Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Loire ; Base nationale de Gestion Assistée des Procédures Administratives relatives aux Risques ; Bilan environnemental – Sites miniers uranifères de la Loire, janvier 2018, Orano ; - TRACTEBEL Engineering – COYNE ET BELLIER, mise à jour de l'étude de dangers (P009170_RP55_Bois Noirs_EDD-2019), décembre 2019

Annexe : SCE – évaluation des aléas miniers sur le site des BNL, 21 octobre 2024

La commune de Saint-Priest-la-Prugne n'est pas dotée d'un document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), ni d'un plan de prévention des risques naturels. Toutefois, le département de la Loire dispose d'un Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) mis à jour en août 2023.

2.4.1 Risque inondation

Le département de la Loire est concerné par différents types d'inondations :

- les inondations de plaine : le cours d'eau sort lentement de son lit mineur et peut inonder la plaine pendant des périodes relativement longues. Le cours d'eau occupe son lit moyen et éventuellement son lit majeur. De nombreux cours d'eau parcourent le département et sont à l'origine de débordements de plaine plus ou moins importants. Ce type d'inondation concerne en particulier le fleuve Loire en aval du barrage de Grangent ;
- les inondations par remontée de nappe : lorsque le sol est saturé d'eau, il arrive que la nappe affleure et qu'une inondation spontanée se produise. Ce phénomène concerne particulièrement les terrains bas ou mal drainés et peut perdurer ;
- les crues torrentielles : lorsque des précipitations intenses tombent sur tout un bassin versant, les eaux ruissellent et se concentrent rapidement dans le cours d'eau, d'où des crues brutales et violentes dans les torrents et les rivières torrentielles. Le lit du cours d'eau est en général rapidement colmaté par le dépôt de sédiments et des bois morts peuvent former des barrages, appelés embâcles. Lorsqu'ils viennent à céder, ils libèrent une énorme vague, qui peut être mortelle. Ces crues peuvent concerner la plupart des affluents de la Loire et le Gier ;

- le ruissellement pluvial : l'imperméabilisation du sol par les aménagements (bâtiments, voiries, parkings …) et par les pratiques culturales limite l'infiltration des précipitations et accentue le ruissellement. Ceci occasionne souvent la saturation et le refoulement du réseau d'assainissement des eaux pluviales. Il en résulte des écoulements plus ou moins importants et souvent rapides dans les rues.

La commune de Saint-Priest-la-Prugne n'est pas soumise à un Plan de Prévention des Risques Inondations (PPRI). De plus, la commune n'est pas implantée dans un territoire à risque important d'inondation, et ne fait pas l'objet d'un programme de prévention.

Cependant, certains territoires de la commune sont sensibles aux remontées de nappe (le long de la Besbre au sud du site des Bois Noirs Limouzat). La plateforme Géorisques identifie au droit du site des BNL une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe. Ce risque est lié à la présence du Grand Bassin. Le reste du secteur ne présente pas de risque de ce type.

La commune a fait l'objet d'un arrêté de reconnaissance de catastrophe naturelle pour « Inondations et coulées de boues », le 17 mai 1983.

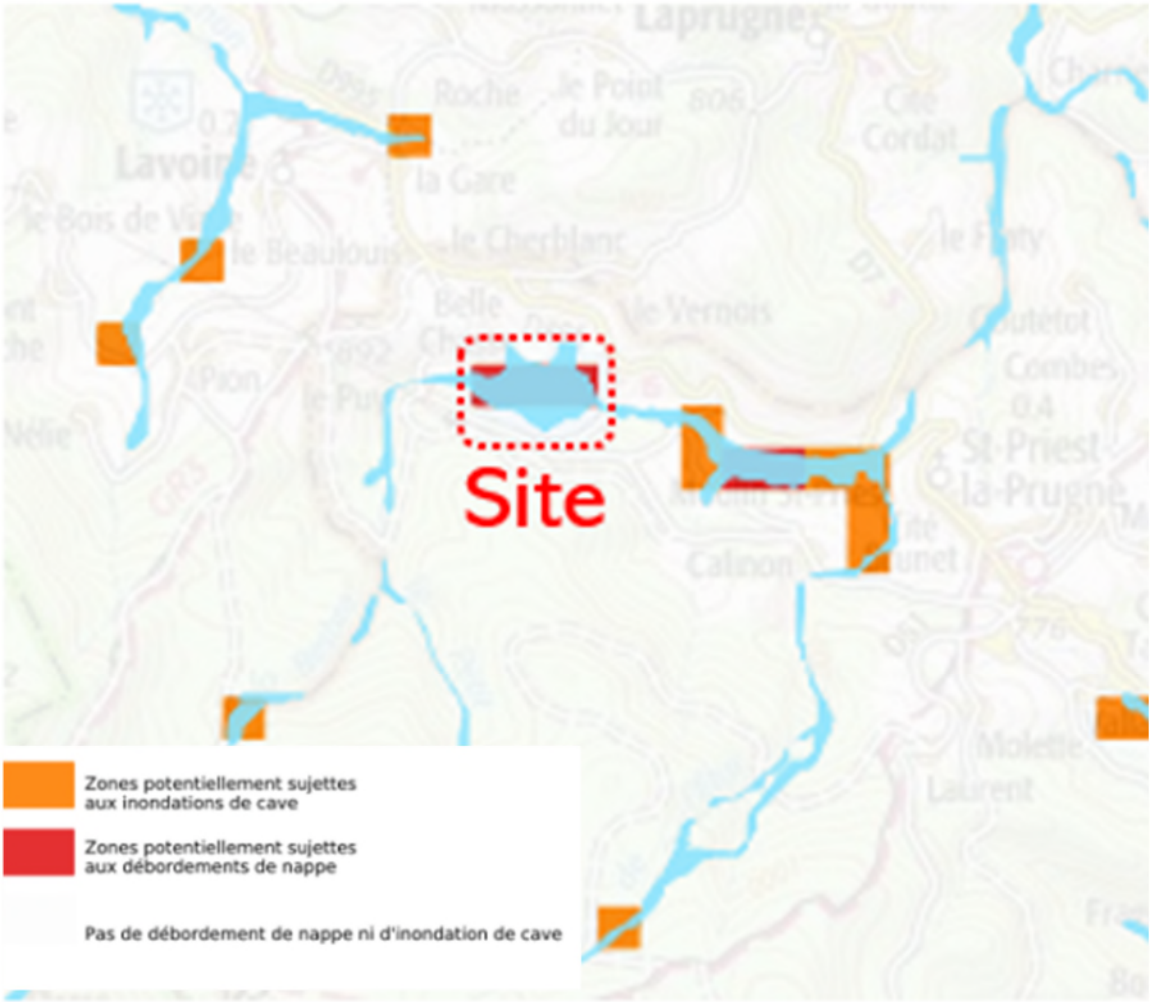


Figure 140 : Zones sensibles aux remontées de nappes dans le secteur du projet (source : InfoTerre)

2.4.2 Instabilité des sols

2.4.2.1 Risque de mouvement de terrain

Les mouvements de terrain regroupent un ensemble de déplacements du sol ou du sous-sol, d'origine naturelle ou humaine.

Les déplacements peuvent être lents (quelques millimètres par an) comme les tassements et affaissements du sol, les glissements de terrain le long d'une pente (mais qui peuvent aussi être rapides), la solifluxion, les fluages, le retrait-gonflement des argiles ou très rapides (quelques centaines de mètres par jour) comme les effondrements de cavités souterraines naturelles ou artificielles (carrières et ouvrages souterrains), les écroulements et les chutes de blocs ou les coulées boueuses et torrentielles.

Ces différents mouvements de terrain peuvent être influencés par le changement climatique qui impacte les précipitations, les variations du niveau des nappes souterraines, ou l'allongement de la sécheresse estivale.

- **Mouvements de terrain à l'échelle de la commune**

Aucun mouvement de terrain n'a été répertorié sur le territoire de Saint-Priest-la-Prugne et la commune n'est pas soumise à un PPRN Mouvements de terrain.

À noter cependant que la commune a fait l'objet d'un arrêté de catastrophe naturelle en matière de « Glissement de terrain » entre le 1er mai 1983 et le 31 mai 1983.

- **Mouvements de terrain à l'échelle du site des BNL**

L'étude menée par SCE en octobre 2024 relative à la stabilité de la mine recense les différents mouvements de terrain sur le site des BNL. Ces mouvements de terrain sont dus à la présence de travaux miniers souterrains.

Mouvements de terrain au droit des ODJ

L'ensemble des ouvrages débouchant au jour a été remblayé pendant ou à l'arrêt des travaux miniers.

En plus du remblaiement pour les 4 puits du site (PBN3, P1, P2 et P3), des barrages ont été mis en place à chaque recette et une dalle de surface a été coulée.

Étant donné les travaux de mise en sécurité réalisés au droit des ouvrages débouchant au jour, aucune surveillance spécifique n'est aujourd'hui mise en place au droit de ces ouvrages par Orano. Notons toutefois que l'AP de 1990 prescrivait un suivi du niveau de remblayage biannuelle du PBN3, P2 et P3. Ce suivi n'est plus obligatoire aujourd'hui.

Cependant, des mouvements de terrain plus ou moins anciens peuvent être observés. Orano a réalisé un état des lieux des ouvrages débouchant au jour les 22 et 23 février 2024 et le 24 mai 2024. Une clôture définitive a été posée en février 2025 afin de sécuriser les abords du puits.

Parmi ces mouvements de terrain, le fontis au droit du puits BN3 en date du 12/02/2024 a fait l'objet d'un rapport de fin de travaux de comblement, adressé à la DREAL. L'affaissement observé mesurait environ 3 x 3 m sur 6 m de profondeur.



Figure 141 : Affaissement du puits BN3 (rapport de fin de travaux de comblement, ORANO)



Figure 142 : Puits BN3 comblé et sécurisé (février 2025)

Les mouvements de terrain observés historiquement au droit des ouvrages débouchant au jour sont listés dans le tableau ci-après (étude de SCE, octobre 2024) :

ODJ	Données d'archives	Trace de mouvement de terrain	Profondeur du toit des remblais (m)*
P1	Aucune	Aucun	Aucune mesure possible
P2	21/03/1983 : mise en place de 84 m³ de remblais 22/03/1983 : mise en place de 60 m³ de remblais 29/03/1983 : mise en place de 4 m³ de remblais 22/04/1983 : mise en place de 140 m³ de remblais 16/09/1986 : mise en place de 45 m³ de remblais 19/09/1988 : mise en place de 20 m³ de remblais 11/10/2000 : mise en place de 7 m³ de remblais	Aucun	Bouche A : 0,69 Bouche B : 2,25
P3	Une anomalie de tassement a été observé le 21/10/1981 lors du remblaiement du P3 : *« Les fines servant au remblayage du P3 sont descendues d'un coup de 19 mètres dans le puits. Pour le moment le service des mines a fait stopper le remblayage. » soit un volume de 450m³* 29/03/1983 : mise en place de 6,0 m³ de remblais 22/07/1983 : mise en place de 18,5 m³ de remblais 13/04/1984 : mise en place de 215 m³ de remblais 09/1985 : mise en place de 120 m³ de remblais 15/09/1986 : mise en place de 229 m³ de remblais 19/09/1988 : mise en place de 215 m³ de remblais 21/10/1994 : mise en place de 47 m³ de remblais 11/10/2000 : mise en place de 35 m³ de remblais	Aucun	Bouche A : 4,71 Bouche B : 4,58
PBN3	23/03/1983 : mise en place de 30,0 m³ de remblais 14/04/1983 : mise en place de 20,0m³ de remblais 10/10/1983 : mise en place de 9,25 m³ de remblais 30/05/1985 : mise en place de 17 m³ de remblais 16/09/1986 : mise en place de 15 m³ de remblais 19/09/1988 : mise en place de 30 m³ de remblais 25/07/1991 : mise en place de 4 m³ de remblais 18/10/1994 : mise en place de 11 m³ de remblais 23/12/1994 : mise en place de 1,5 m³ de remblais	Le 12/02/2024 : En bordure immédiate de la dalle, un effondrement vertical de 3 * 3 m de diamètre et d'environ 6 m de profondeur est observé. Fontis remblayé le 15/02/2024	Aucune mesure possible

ODJ	Données d'archives	Trace de mouvement de terrain	Profondeur du toit des remblais (m)*
	19/05/1995 : 15 m³ de remblais mis en place + tumulus 07/08/2001 : 15 m³ de remblais mis en place + tumulus		
M102		Débourrage d'environ 5 m de diamètre, 1 m de profondeur observé le 22/04/2024	Aucune mesure possible
M106		Montage non retrouvé	
M110		Présence de débourrage en raison du parement de MCO proche observé le 22/04/2024	Aucune mesure possible
M122	Juillet 1991 : 7 m³ de remblais mis en place 29/03/1996 : 32 m³ de remblais mis en place	Aucun	Aucune mesure possible
M116	22/03/1983 : 10 m³ de remblais mis en place 29/03/1983 : 10 m³ de remblais mis en place 5/04/1983 : 20 m³ de remblais mis en place 11/04/1983 : 40 m³ de remblais mis en place + tumulus 17/10/1983 :18,5 m³ de remblais mis en place	Effondrement de 3 à 4 m de diamètre et de moins d'un mètre de profondeur observé le 22/02/2024	Aucune mesure possible
M205		Aucun	Bouche A : remblais au niveau du TN
M207		Aucun	Aucune mesure possible
G02		Présence de mouvement de terrain de 2 m de diamètre et d'un mètre de profondeur observé le 22/04/2024	Aucune mesure possible
B101		Non accessible	Aucune mesure possible
TB0		Aucun	Aucune mesure possible
TB0.B		Aucun	Aucune mesure possible
TB0.C		Aucun	Aucune mesure possible

* les profondeurs sont mesurées à partir du haut de chaque bouche qui font environ 0,30 cm de haut

Mouvements de terrain au droit de la MCO

Plusieurs mouvements de terrain ont été observés au sein de la mine à ciel ouvert (MCO). Des effondrements localisés (parfois ayant lieu au même endroit) et un glissement de terrain sont recensés.

L'étude de SCE estime que :

- des vides résiduels subsistent au sein des travaux miniers souterrains, au droit des ODJ, des galeries et des dépilages, entrainant la remontée de fontis en surface notamment :

  - celle d'un fontis de gros diamètre et d'une profondeur importante pendant le remblaiement de la MCO,
  - celle d'un fontis de gros diamètre 14 ans après la fin de l'exploitation minière ;
- des effondrements avec de faibles impacts en surface (diamètre inférieur à 5 m et peu profond) peuvent entrainer d'importantes modifications sur la circulation des eaux d'exhaure.
- la stabilité au fond de la MCO n'est pas pleinement assurée. Des effondrements de grandes ampleurs peuvent encore se produire.
- des effondrements peuvent modifier la circulation des eaux d'exhaure et inversement.

Mouvements de terrain au droit des TMS

Plusieurs autres mouvements de terrain ont été retrouvés dans les archives minières au droit :

- de la galerie B101 (aussi nommée B105) pendant l'exploitation, avant décembre 1953 et en 2006 ;
- travers banc TB0, suite à la visite du 15/05/1985.

L'ensemble de ces mouvements de terrain montrent qu'il existe des vides miniers résiduels souterrains pouvant remonter à la surface, et ce, malgré les travaux de mise en sécurité réalisés.

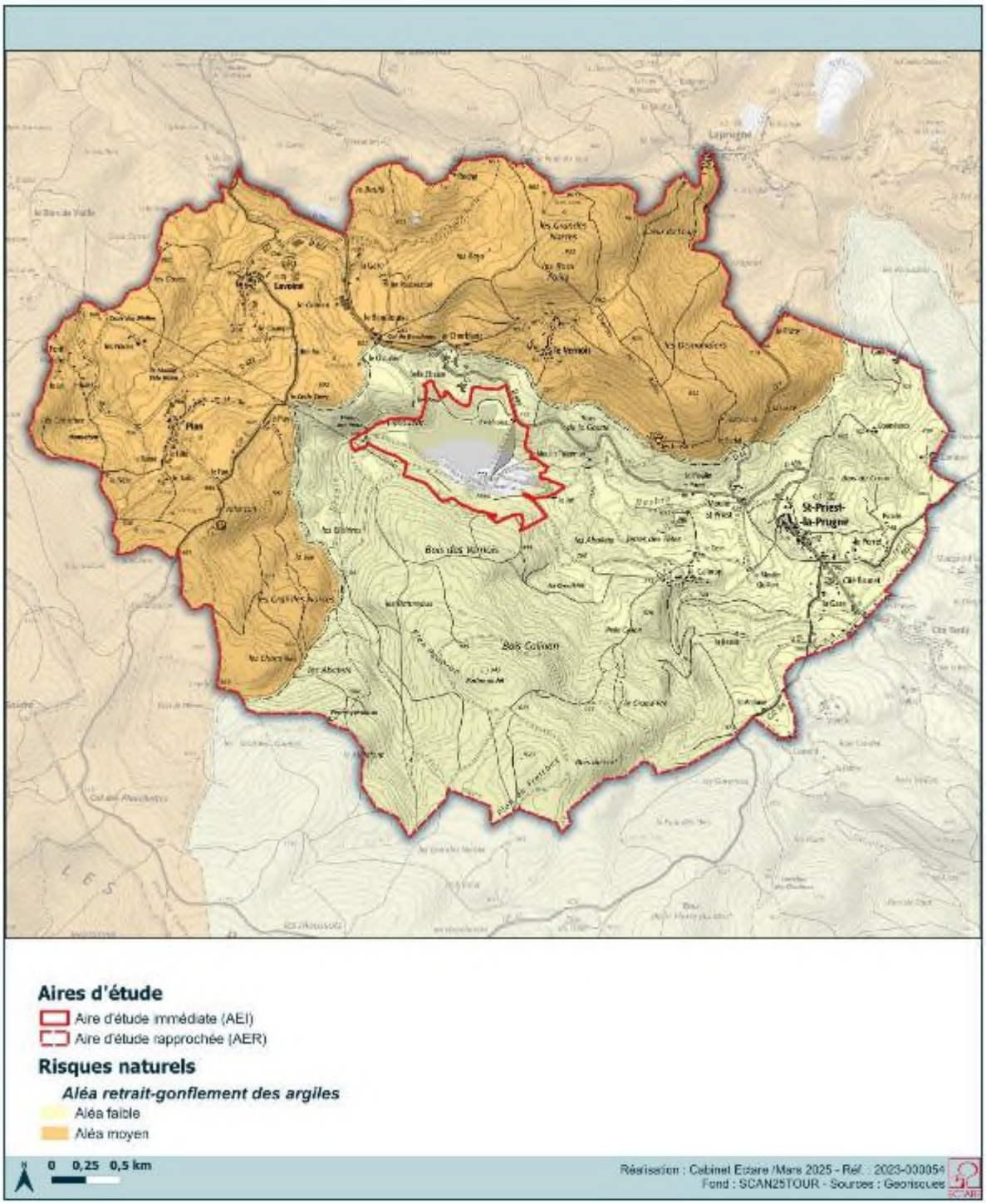
Il est donc considéré que des vides résiduels subsistent au droit :

- des galeries de traçage principalement non remblayées ;
- des dépilages exploités, partiellement remblayés pendant l'exploitation ;
- des ouvrages débouchant au jour remblayés ;
- des montages non débouchant au jour proche de la surface (au droit de la MCO) avec un niveau de remblaiement inconnu.

2.4.2.2 Aléa retrait-gonflement des argiles

Les sols argileux se caractérisent par une grande influence de la teneur en eau sur leur comportement mécanique. Les variations de la quantité d'eau dans certains terrains argileux (argiles, glaises, marnes, limons) produisent des gonflements (en période humide) et des tassements (en période sèche). Ce phénomène peut avoir des conséquences importantes sur les bâtiments à fondations superficielles et insuffisamment renforcées (fissuration, dommages structurels).

Le site est concerné par un aléa d'intensité faible en ce qui concerne le retrait-gonflement des argiles.



Carte 12 : Risque mouvement de terrain – aléa retrait-gonflement des argiles

2.4.2.3 Risque cavités/mines

- **À l'échelle de la commune**

Sources : site internet du BRGM (Infoterre) ; Géorisques et étude : Site minier de la Concession des Bois Noirs – site des Bois Noirs Limouzat (BNL) - évaluation des aléas miniers du 21/10/2024 par SCE.

L'évolution des cavités souterraines naturelles ou anthropiques peut entraîner l'effondrement du toit de la cavité et provoquer en surface une dépression généralement de forme circulaire, (fontis).

En 2010, le BRGM a réalisé l'inventaire des cavités souterraines hors mines du département de la Loire. L'étude ne recense pas de cavité souterraine (hors mine) dans la commune de Saint-Priest-la-Prugne.

Le faible nombre de cavités naturelles recensées sur le territoire départemental confirme que la géologie, par ses grands ensembles métamorphiques, plutoniques et sédimentaires non calcaires, ne se prête pas à la formation de grotte. La majorité se trouve au sud et à l'est du département, cependant les cavités sont de dimensions réduites.

La commune de Saint-Priest-la-Prugne n'est pas concernée par le risque de Cavités souterraines.

Le risque minier est lié à l'évolution des cavités d'où l'on extrait la matière, à ciel ouvert ou souterraines, abandonnées et sans entretien du fait de l'arrêt de l'exploitation. Ces cavités peuvent induire des désordres en surface pouvant affecter la sécurité des personnes et des biens. Dans le département de la Loire, on dénombre 90 communes concernées par d'anciennes concessions minières pour l'exploitation de substances diverses.

La commune de Saint-Priest-la-Prugne est concernée par le risque minier.

- **À l'échelle du site des BNL**

L'étude menée par SCE en octobre 2024 a conduit à évaluer les aléas miniers sur le site des BNL. Le zonage d'aléa mouvement de terrain s'appuie sur les connaissances des travaux miniers, des méthodes d'exploitation, de l'historique minier ainsi que l'étude des caractéristiques des mouvements de terrain observés sur le site. Il a été retenu des aléas :

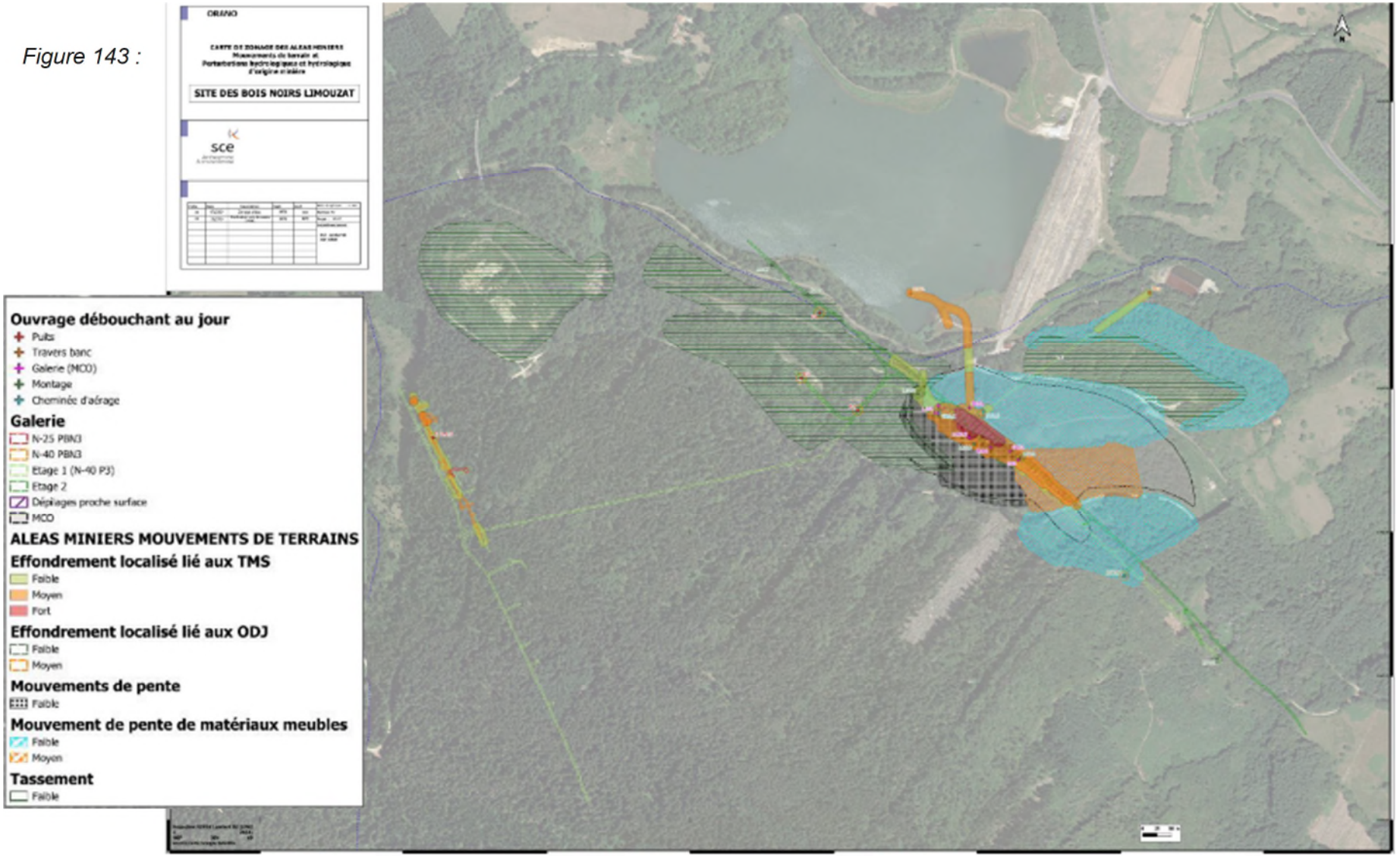
- faible à fort d'effondrement localisé ;
- faible de tassement ;
- faible à moyen de mouvement de pente de matériaux meubles ;
- faible de mouvement de pente rocheuse.

Ces aléas sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Type	Dénomination	Intensité	Prédisposition	Aléa retenu
Effondrement localisé	Dépilages exploités par la méthode en tranches montantes remblayées, soit par tranche descendante sous remblai cimenté	Modérée	Sensible	Moyen
	Dépilages exploités par technique de boisage charpenté	Elevée	Très sensible	Fort
	Type 1	Limitée	Très sensible	Moyen
	Type 2	Limitée	Sensible	Faible
	Type 3	Limitée	Peu sensible	Faible
	TB0 (remblayé)	Limitée	Peu sensible	Faible
	TB0 (non remblayé)	Limitée	Sensible	Faible
	B101 (stot compris entre 0 et 7,5)	Limitée	Très sensible	Moyen
	B101 (stot compris entre 7,5 et 12,5)	Limitée	Sensible	Faible
	N-25 PBN3, N-40 PBN3, étage 1 (N-40) (stot compris entre 0 et 7,5)	Limitée	Très sensible	Moyen
	N-25 PBN3, N-40 PBN3, étage 1 (N-40) (stot compris entre 7,5 et 12,5)	Limitée	Sensible	Faible
	N-25 PBN3, N-40 PBN3, étage 1 (N-40) (stot compris entre 12,5 et 19,0)	Limitée	Peu sensible	Faible
	P1	Limitée	Peu sensible	Faible
	P2	Modérée	Sensible	Moyen
	P3	Modérée	Sensible	Moyen
	P BN3	Modérée	Sensible	Moyen
	M102	Modérée	Peu sensible	Faible
	M106	Limitée	Très sensible	Moyen
	M110	Limitée	Très sensible	Moyen
	M116A	Limitée	Sensible	Faible
	M122	Limitée	Peu sensible	Faible
	M205	Limitée	Peu sensible	Faible
	M207	Limitée	Peu sensible	Faible
	TB0.B	Limitée	Peu sensible	Faible
	TB0.C	Limitée	Peu sensible	Faible
Mouvement de pente de matériaux meuble	Verse à stériles du jot	Limitée	Sensible	Faible
	Verse à stériles sud-est	Limitée	Peu sensible	Faible
	Parements remblayés nord et ouest	Limitée	Peu sensible	Faible
	Parements remblayé sud	Modérée	Sensible	Moyen
Mouvements de pente rocheuses	Parements non remblayés de la MCO	Modérée	Sensible	Moyen
Tassement	Emprise des installations minières	Limitée	Peu sensible	Faible

Tableau 31 : Synthèse des aléas miniers retenus pour le site des BNL (SCE, octobre 2024)

Figure 143 :



Cartographie des aléas miniers pour le site des BLN (SCE, octobre 2024)

12 niveaux de galeries sont identifiés sur le site minier des BNL.

- 2 niveaux uniquement présents sur le secteur BN3 (cf. figure ci-après) :
  - N-25 PBN3 (796,1 m NGF) ;
  - N-40 PBN3 (781,4 m NGF).

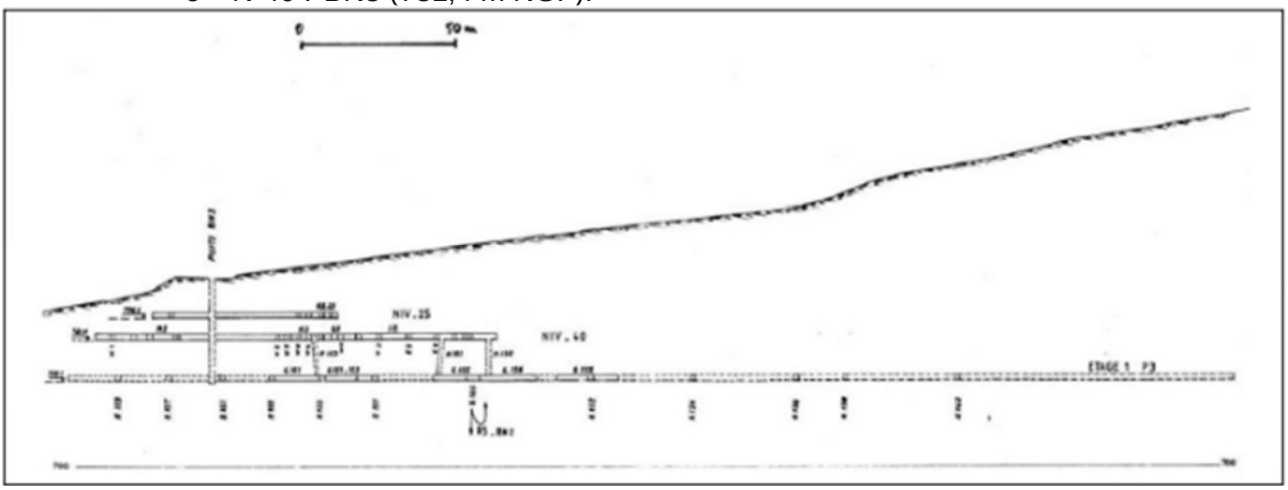


Figure 144 : Coupe d'archives minières des galeries au droit du secteur BN3 (source : BRGM, 2006 plan non daté dans l'étude de SCE, octobre 2024)

- 1 niveau présent sur le secteur BN3 et le reste du site :
  - Étage 1 (N-40) (751,3 m NGF)
- 9 niveaux présents sur le reste du site (absents sur le secteur BN3) :
  - Étage 2 à 10 : N-80 (711,7 mNGF), N-120 (670,7 mNGF), N-160 (631,6 m NGF), N-200 (591,3 mNGF), N-240 (551,3 mNGF), N-280 (511,4 mNGF), N-320 (471,5 mNGF), N-360 (431,4 mNGF), N-400 (391,4 mNGF).

Les sections des galeries sont variables, car il existe des largeurs de galeries comprise entre 2 et 4 mètres et des hauteurs de galerie comprises entre 2 et 3 mètres.

23 ouvrages débouchant au jour (ODJ) sont recensés sur le site. Ils peuvent être regroupés en cinq catégories :

- 4 puits : P1 ; P2 ; P3 et PBN3 ;
- 2 travers banc : TB0 et B101 (aussi nommé B105) ;
- 7 montages : M102 ; M106 ; M110 ; M116A ; M122 ; M205 et M207 ;
- 2 cheminées d'aérage : TB0.B et TB0.C ;
- 8 galeries découchant dans le MCO : B101, B102, G02, G101, L102, L102.2, R102.2, R104.

Les galeries qui débouchent dans la MCO, sont situées sous le niveau de remblaiement de la MCO (760 m NGF) à l'exception de la galerie G02 qui débouche dans le parement sud-ouest de la MCO.

De plus, dans la MCO, 10 montages non débouchant au jour sont recensés et sont situés à faible profondeur (avant remblaiement de la MCO) (M204, M204.2, M206, M208, M208.2, M210, M238, M240, M256, M258)

La majorité de ces ODJ n'ont fait l'objet d'aucun mouvement de terrain. Certains cependant, subissent un débourrage (lessivage des matériaux de remblaiement dans les galeries).

2.4.3 Risque sismique

Selon le zonage sismique de la France en vigueur depuis le 1er mai 2011 (article D. 563-8-1 du code de l'environnement), le département de la Loire, donc le site, est concerné par une **zone de sismicité faible (cotation de 2).**

Il n'y a donc pas de prescription parasismique particulière et la commune n'est pas soumise à un PPRN Séismes.

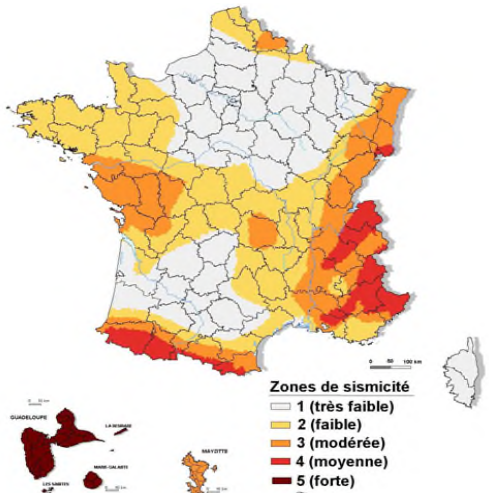


Figure 145 : Zonage sismique de la France (source : planseisme.fr)

2.4.4 Risque radon

Le radon est un gaz radioactif produit de la désintégration du radium 226, il est présent naturellement dans le granite et en plus grande quantité dans le minerai et les résidus de traitement.

La commune de Saint-Priest-la-Prugne est à potentiel radon de catégorie 3. Les communes à potentiel radon de catégorie 3 sont celles qui, sur au moins une partie de leur superficie, présentent des formations géologiques dont les teneurs en uranium sont estimées plus élevées comparativement aux autres formations. Les formations concernées sont notamment celles constitutives de massifs granitiques (Massif armoricain, Massif central, Guyane française…), certaines formations volcaniques (Massif central, Polynésie française, Mayotte…) mais également certains grés et schistes noirs.

Sur ces formations plus riches en uranium, la proportion des bâtiments présentant des concentrations en radon élevées est plus importante que dans le reste du territoire. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que plus de 40% des bâtiments situés sur ces terrains dépassent 100 $Bq.m^{-3}$ et plus de 6% dépassent 400 $Bq.m^{-3}$.

Un suivi du radon est effectué sur le site depuis 2014. Le suivi est détaillé dans le chapitre *4.4 – État radiologique de l'air*. Globalement, on relève que l'EAP (Énergies alpha potentielles) des descendants à vie courte du Radon 222 évolue entre 14 et 215 nJ/m^3 sur site et entre 11 et 90 nJ/m^3 dans l'environnement proche et que l'EAP des descendants à vie courte du Radon 220 évolue entre 4 et 56 nJ/m^3 sur site et entre 2,9 et 57 nJ/m^3 dans l'environnement proche.

Concernant le débit de dose, les mêmes variations sont observées aux différents points de mesure bien que les trois points de mesures sur le site soient systématiquement plus élevés

que le relevé témoin sans toutefois dépasser 500 nSv/h à 1 m. Le débit de dose dans l'environnement proche est du même ordre de grandeur que celui mesuré dans le milieu naturel. Rappelons que le bruit de fond naturel du secteur est de l'ordre de 0,2 µSv/h à 1 m.

Le plan compteur général du site est présenté dans le chapitre *4 – Etat radiologique du site*

2.4.5 Autres risques

2.4.5.1 Risques météorologiques

La commune est exposée aux risques liés aux phénomènes météorologiques tempêtes et grains (vent).

Deux arrêtés ont porté connaissance de catastrophes naturelles liées aux phénomènes météorologiques sur la commune : poids de la neige – chute de neige entre le 26/11/1982 et le 28/11/1982, et tempête entre le 06/11/1982 et le 10/11/1982.

2.4.5.2 Risque d'effondrement

Concernant le risque d'effondrement, l'ensemble des ouvrages verticaux remblayé sur le site des Bois Noirs Limouzat a fait l'objet d'un suivi et de remblayages successifs jusqu'à stabilisation complète des remblais. Les orifices ont ensuite été obturés par une dalle de béton ferraillé. Pour les ouvrages horizontaux, seule la galerie travers Banc (TB0) est encore maintenue pour la collecte et l'évacuation des eaux vers la station de traitement. Le risque lié à la mine à ciel ouvert est très limité. Pour la verse à stériles, son réaménagement et sa mise en sécurité ont été effectués suite à l'abandon de l'exploitation. Une fois le remodelage effectué, le reboisement de la verse avec des feuillus a été réalisé. Ainsi le risque de glissement dû à l'instabilité des matériaux sur la verse du site minier est très faible.

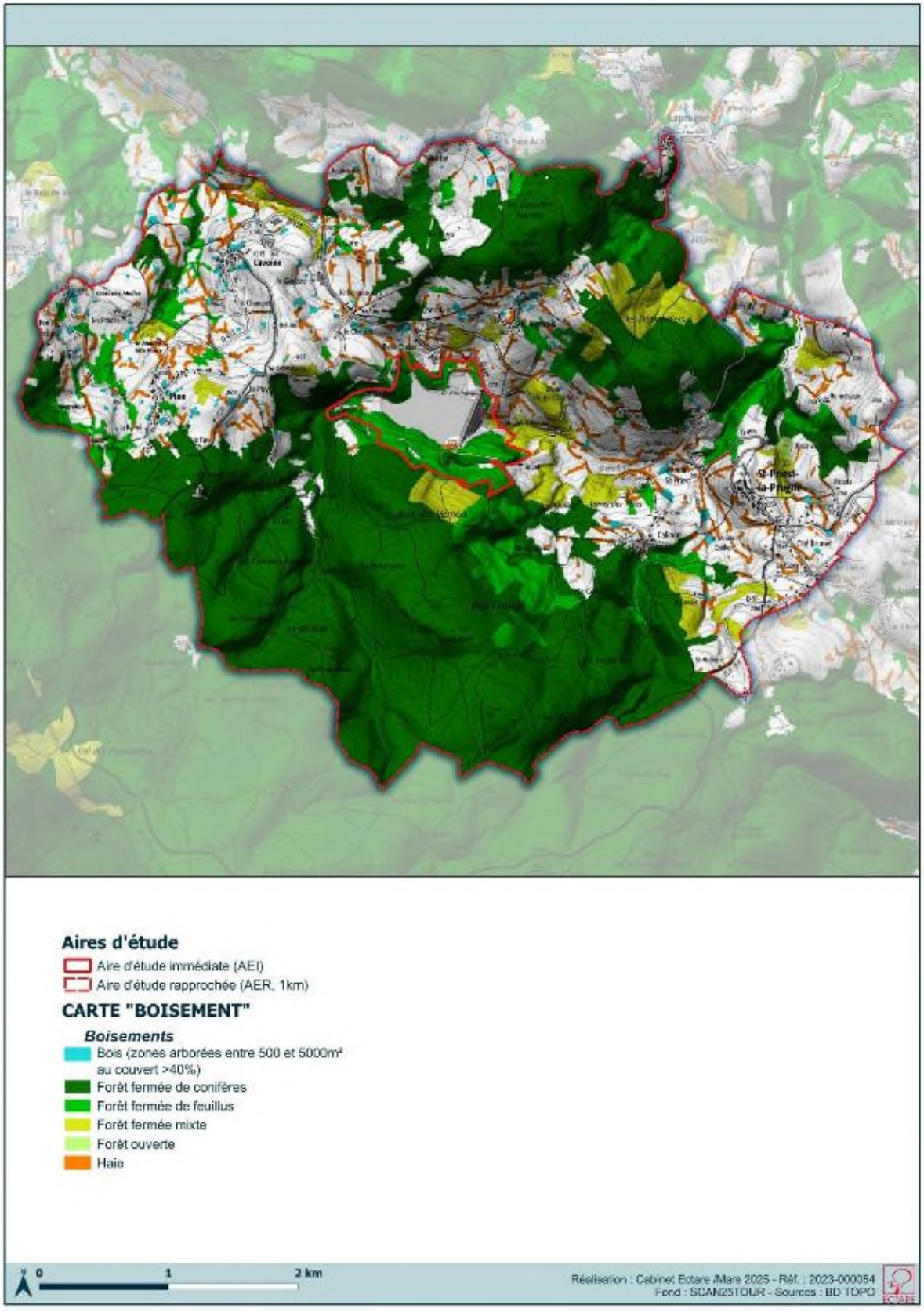
2.4.5.3 Risque incendie de forêts

Le département de la Loire est caractérisé par de grandes surfaces couvertes de zones boisées. Même si le département se révèle en fait, notamment en termes d'ampleur, moins affecté que certaines régions méridionales du pays (régions PACA, Corse, Aquitaine, Roussillon), il n'en reste pas moins concerné par le risque d'incendie sur ses espaces naturels, les sinistres pouvant toucher des zones de plusieurs centaines d'hectares. Le territoire du département de la Loire est recouvert à environ 30% (127 000 ha) par une forêt assez diversifiée : forêts d'altitude, forêts de coteaux, forêts de plaine, forêts de gorges et vallons, forêts alluviales. Près de la moitié de cette surface forestière est recouverte par des résineux, essence d'arbre favorisant le développement des feux.

Les 3/4 de cette forêt sont concentrés dans les trois grands massifs forestiers : Pilat, Forez-Madeleine, Beaujolais ligérien.

Selon le DDRM, la commune de Saint-Priest-la-Prugne est couverte à plus de 70% par des boisements. Cependant, le document classe la commune comme étant non concernée par une sensibilité aux feux de végétation.

Le site est implanté au centre d'un environnement caractérisé par une prédominance d'espaces boisés. Il peut donc être sensible face à ce risque.



Carte 13 : Boisement au sein de l'AER

Les risques naturels identifiés sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne sont les suivants : inondation, mouvements de terrain, aléa retrait-gonflement des argiles, minier, séisme, radon.

En ce qui concerne le périmètre du site, les risques relevés sont :

- Un risque faible de remontée de nappe bien qu'une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe soit identifiée par Géorisques au droit du Grand Bassin ;

- Un aléa faible de retrait/gonflement des argiles ;

- Une zone de sismicité 2 (faible) ;

- Un potentiel radon de catégorie 3. Un suivi du radon est effectué sur le site.

Par ailleurs, la commune de Saint-Priest-la-Prugne, comme tout le département de la Loire, est potentiellement sujette aux risques météorologiques. Ce risque concerne donc potentiellement l'AEI.

De plus, le département de la Loire ainsi que la commune de Saint-Priest-la-Prugne sont caractérisés par leurs vastes étendues boisées et ce notamment autour du site d'étude. Par conséquent, celui-ci peut être sujet au risque d'incendie forestier.

Aucun Plan de Prévention des Risques Naturels n'est en vigueur sur la commune dont dépend l'AEI.

À l'échelle du site des BNL, il existe un aléa minier lié à la présence de galeries souterraines et des ouvrages débouchant au jour. Cet aléa induit des risques de mouvements de terrain ponctuels et localisés. Le risque a été caractérisé comme suit :

- faible à fort d'effondrement localisé ;

- faible de tassement ;

- faible à moyen de mouvement de pente de matériaux meubles ;

- faible de mouvement de pente rocheuse.

Les risques naturels constituent un enjeu faible pour le site et modéré vis-à-vis du risque minier / cavité.

3 MILIEU NATUREL

Source : ECO-STRATEGIE – INVENTAIRE FLORISTIQUE ET FAUNISTIQUE SUR L'ANCIEN SITE MINIER DES BOIS NOIRS LIMOUZAT, juin 2025

Annexes :

- *Annexe : détail des indicateurs sur la fonctionnalité des zones humides n°1 ; 2 et 3 (méthode nationale d'évaluation des fonctions Zones Humides) ;*
- *Annexe: fiches sondages pédologiques ;*
- *Annexe: liste de la flore recensée ;*
- *Annexe: synthèse de la méthodologie IBP ;*
- *Annexe: Fiche de relevés associée à la méthodologie IBP ;*
- *Annexe: Liste de l'avifaune recensée ;*
- *Annexe: Liste des gîtes potentiels à chiroptères recensés ;*
- *Annexe: Liste de l'entomofaune diurne recensée ;*
- *Annexe: Liste de l'entomofaune nocturne recensée ;*
- *Annexe: Rapports d'analyses physico-chimiques ;*
- *Annexe: Rapport d'analyses macro-invertébrés benthiques ;*
- *Annexe : Inventaires naturalistes 2012 ;*
- *Annexe: Protocole d'hygiène – Chytridiomycose*

3.1 CONTEXTE BIOGEOGRAPHIQUE DU SECTEUR

Le site se trouve sur le quart nord-est du Massif Central français. Les mouvements alpins ont provoqué dans le vieux socle en présence de grands effondrements nord-sud, les Limagnes. Ces dernières ont été comblées au cours de leur descente par des sédiments tertiaires, encore peu consolidés. Des horsts (massifs surélevés par des failles) ont subsistés entre ces fosses, où l'on trouve les formations du vieux socle largement conservées. Le site se trouve dans le horst d'allongement nord/nord-ouest bordé à l'ouest par la Limagne de Clermont-Ferrand / Vichy et à l'est par la Limagne de Roanne.

Par la nature cristalline du vieux socle (substrat), le massif des Bois-Noirs développe des « aquifères en contexte de socle ». Dans cette configuration, les écoulements superficiels sont prépondérants par rapport aux écoulements souterrains. Le réseau hydrographique superficiel actuel est relativement dense avec de nombreuses rivières qui se jettent dans la Loire, et une quantité importante de ruisseaux. Dans le secteur du projet, la Besbre est le cours d'eau principal.

Le site est implanté au sein de la vallée de la Besbre qui est bordée par des vallonnements boisés. Il s'inscrit à une altitude moyenne de 762 m, dans ce contexte majoritairement boisé au sein duquel un plan d'eau s'étend en amont du barrage.

Le climat est de type semi-continental, fortement influencé par l'altitude. L'ensoleillement annuel est plus faible qu'en moyenne nationale. Les précipitations annuelles sont assez importantes et réparties tout au long de l'année.

3.2 INTERET PATRIMONIAL GLOBAL DES MILIEUX NATURELS DU SECTEUR

3.2.1 Les zonages réglementaires

3.2.1.1 Réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 est un ensemble de sites désignés pour leur intérêt écologique au titre des deux directives européennes : la Directive 92/43/CEE « Habitats » (appelée également directive « Habitats-Faune-Flore ») et la Directive 2009/147/CE « Oiseaux ». Ces deux directives cadres sont à l'origine respectivement des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) et des Zones de Protection Spéciale (ZPS).

Les terrains étudiés ne sont concernés par aucun périmètre de protection réglementaire.

En revanche, quatre sites Natura 2000 (ZSC) sont présents dans un rayon de 5 km.

Type	Code / Nom du site	Superficie (ha)	Distance (km)	Intérêts écologiques
ZSC	FR8302036 - Rivières de la Montagne Bourbonnaise	453	0,9 (NO)	Habitats, Chiroptères, Mammifères terrestres, Poissons, Entomofaune, Crustacés
	FR8301045 - Bois noirs	684	1,6 (S)	Habitats, Flore, Entomofaune
	FR8201768 - Ruisseaux du Boën, Ban et Font d'Aix	1 045	2,2 (SE)	Habitats, Mammifères terrestres, Poissons, Crustacés, Mollusques
	FR8302005 - Gîtes à chauves-souris, 'Contreforts et Montagne Bourbonnaise'	1 944	3,4 (NE)	Habitats, Chiroptères, Mammifères terrestres, Amphibiens, Poissons, Entomofaune, Reptiles

Figure 146 : Sites Natura 2000 recensés dans un rayon de 5 km (ECO STRATEGIE)

3.2.1.2 Autres protections réglementaires ou contractuels

Les terrains étudiés ne sont concernés par aucun zonage de protection règlementaire ou contractuels tels que les Parcs Naturel National (PNN), les Réserves Naturelle Nationale (RNN) ou Régionale (RNR).

En revanche, dans un rayon de 5 km autour de l'AEI plusieurs protections sont présentes.

- **Arrêtés Préfectoraux de Protection de Biotope (APPB)**

Les APPB s'appliquent sur des milieux naturels peu exploités par l'homme et abritant des habitats et des espèces faunistiques et floristiques à forte valeur patrimoniale et protégées au titre des articles L.411-1 et L.411-2 du code de l'environnement. L'instauration d'un tel statut sur un site a pour objectif de prévenir la disparition des espèces protégées en fixant des mesures de conservation des biotopes nécessaires à l'accomplissement de toute ou partie du cycle biologique des espèces.

Type	Code / Nom du site	Superficie (ha)	Distance (km)	Intérêts écologiques
APPB	FR3800991 - Écrevisse à pieds blancs et espèces patrimoniales associées	1 122	0,9 (NO)	Crustacés, Poissons, Lamproies

- **Parcs Naturels Régionaux (PNR)**

Une partie du PNR Livradois-Forez se situe à 2,7 km au sud-ouest de l'AEI.

Les PNR sont des structures intercommunales qui rassemblent autour d'un projet commun des communes, des communautés de communes, un ou plusieurs départements, une ou plusieurs régions et des partenaires socio-économiques. Ces PNR, institués en 1967, sont avant tout des territoires de qualité qui ont conservé un patrimoine naturel, culturel ou paysager à l'équilibre fragile.

Type	Code / Nom du site	Superficie (ha)	Distance (km)	Intérêts écologiques
PNR	FR8000019 - Livradois-Forez	311 035	2,7 (S)	Habitats, Flore, Faune

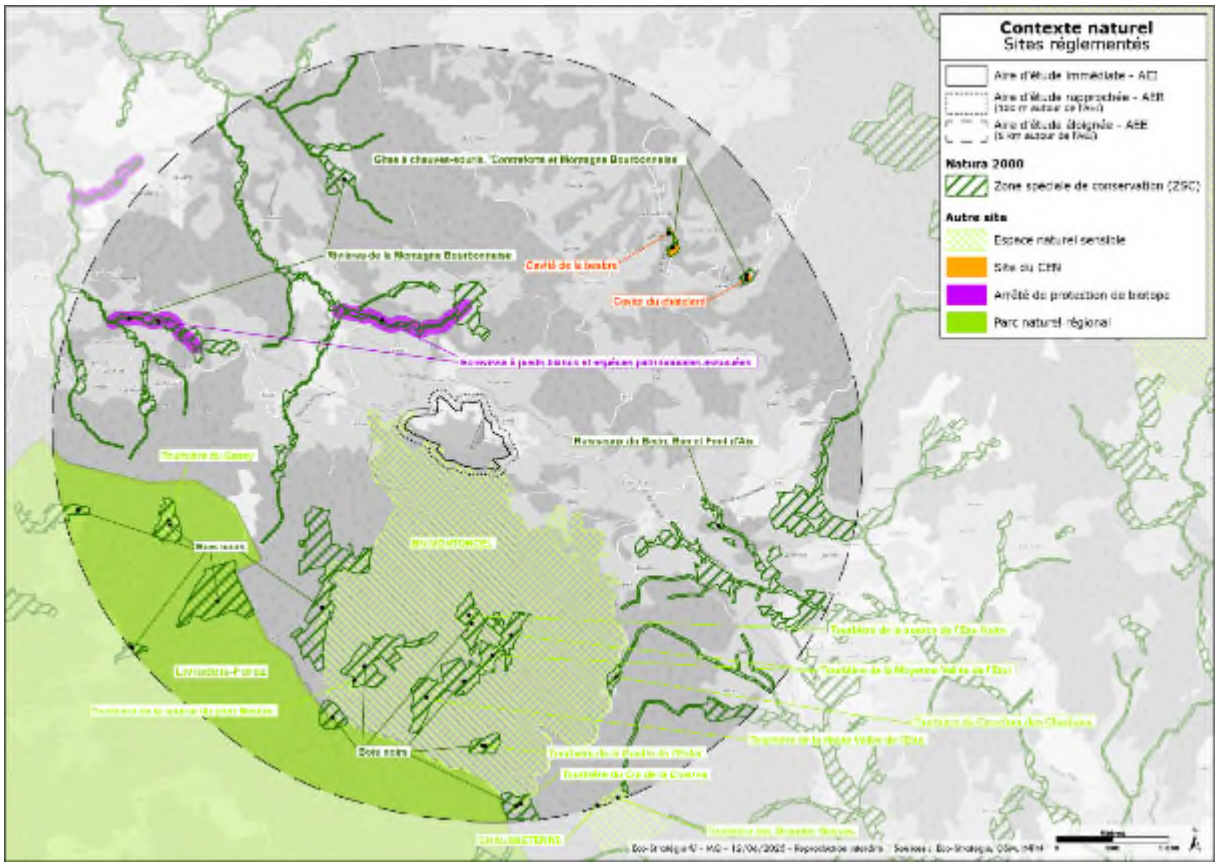


Figure 147 : Espaces naturels contractuels (PNR, ZSC), réglementaires (APB) ou issus d'inventaires (ENS, CEN) dans un rayon de 5 km autour de l'AEI (ECO-STRATEGIE)

3.2.2 Les zonages d'inventaires

3.2.2.1 Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Floristique et Faunistique (ZNIEFF)

Une ZNIEFF est une zone inventoriée au niveau national pour son fort intérêt biologique. Elle constitue un outil de connaissance du patrimoine national, sans mesure de protection juridique directe. Ce type de zonage aide à la décision en matière d'aménagement du territoire pour la préservation du patrimoine naturel. Les ZNIEFF peuvent être de deux types :

- ZNIEFF de type I : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique ;
- ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes et pouvant englober plusieurs ZNIEFF de type I.

L'AEI n'intersecte aucune ZNIEFF. En revanche, douze ZNIEFF de type I et trois ZNIEFF de type II sont comprises dans un rayon de 5 km.

Type	Code / Nom du site	Superficie (ha)	Distance (km)	Intérêts écologiques
ZNIEFF de type I	830020354 - Bois Noirs, Secteur Auvergne	4 367	0,5 (SO)	Habitats, Flore, Amphibiens, Oiseaux, Entomofaune, Crustacés
	820032436 - Tourbières et sapinières de la haute vallée de l'Étui	275	1 (S)	Habitats, Flore, Mammifères terrestres, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux
	830005440 - Tourbières de la Croix de l'Olivier et du Plan de Lamoussière, Secteur Auvergne	66	1,6 (SO)	Habitats, Flore, Oiseaux, Entomofaune
	820032462 - Tourbières et ruisseau de la Besbre	8	1,9 (SO)	Habitats, Flore, Entomofaune
	820032460 - Tourbière et boisements de la source du Petit Besbre	20	2,6 (S)	Habitats, Flore, Oiseaux, Entomofaune
	830020012 - Monts de la Madeleine, Secteur Auvergne	2 948	3,1 (NE)	Habitats, Chiroptères, Mammifères terrestres, Amphibiens, Oiseaux, Plante
	820032461 - Tourbière du Carrefour des Charbons	3	3,3 (NE)	Habitats, Flore, Oiseaux, Entomofaune
	820032466 - Tourbière de la Goutte d'Enfer	7	3,7 (N)	Habitats, Flore, Oiseaux
	820032438 - Landes et hêtraies du Montoncel	2	3,9 (S)	Habitats, Flore, Oiseaux, Entomofaune
	820032464 - Tourbière des Grandes Gasses et ruisseau du Cros	16	4,4 (NE)	Habitats, Flore, Chiroptères, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux
	820032448 - Rivière du Boën	777	4,5 (E)	Flore, Chiroptères, Mammifères terrestres, Amphibiens, Oiseaux, Entomofaune, Poissons, Crustacés, Mollusques

Type	Code / Nom du site	Superficie (ha)	Distance (km)	Intérêts écologiques
	820032465 - Tourbière du Col de la Charme	16	4,6 (N)	Habitats, Flore, Amphibiens, Oiseaux, Entomofaune
ZNIEFF de type II	820032456 - Massif des Bois Noirs	2 262	0,6 (S)	Flore, Chiroptères, Mammifères terrestres, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Entomofaune
	830007452 - Bois Noirs - Monts de la Madeleine	16 009	0,2 (N)	Habitats, Flore, Chiroptères, Mammifères terrestres, Amphibiens, Reptiles, Oiseaux, Entomofaune, Crustacés
	820032459 - Haut Bassin Versant du Boën, de l'Aix et de leurs affluents	9 789	1,9 (SE)	Flore, Chiroptères, Mammifères terrestres, Amphibiens, Oiseaux, Entomofaune, Poissons, Crustacés, Mollusques

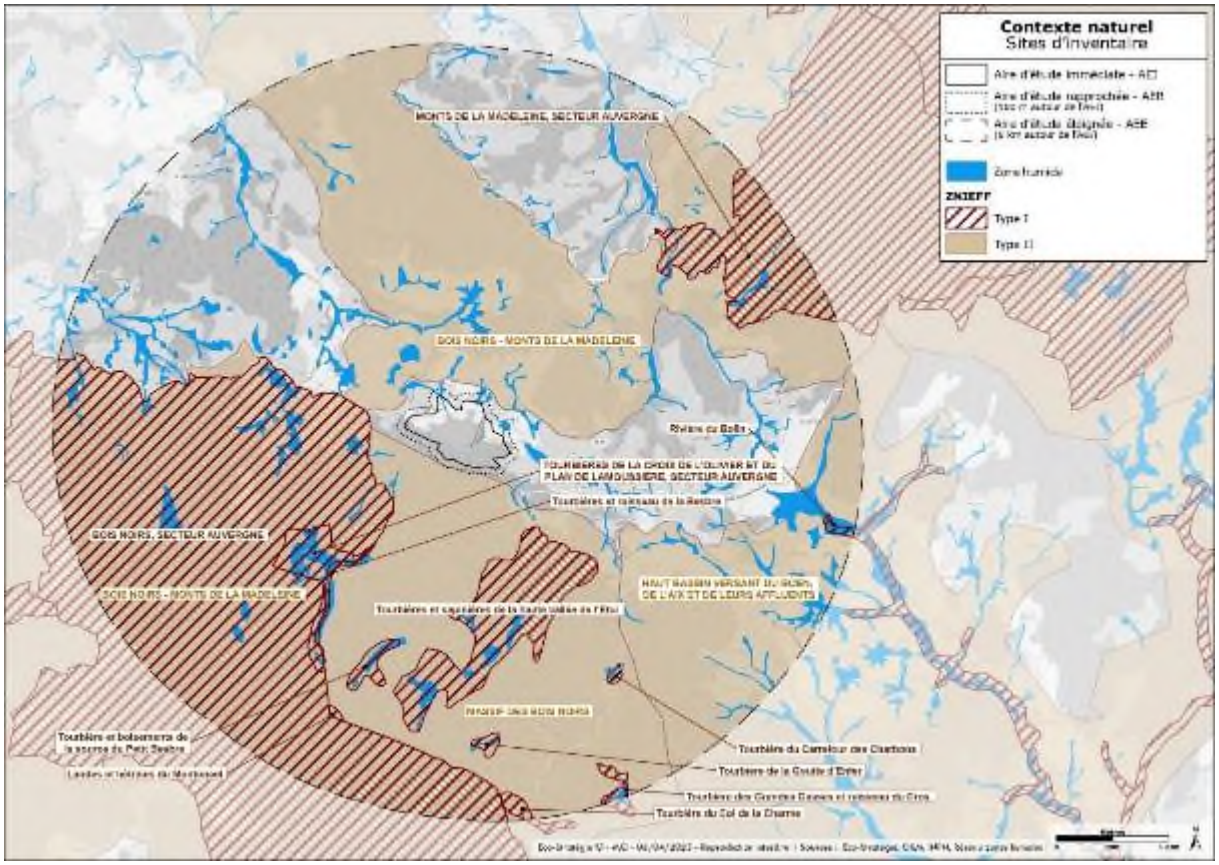


Figure 148 : Localisation des zonages d'inventaires identifiés à proximité de l'aire d'étude (ECO-STRATEGIE)

3.2.2.2 Autres zonages d'inventaires

L'AEE n'intersecte aucune Réserve Biologique (RB) et aucune Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage (RNCFS). En revanche, les zonages suivants sont présents.

- **Zones humides**

Le département de la Loire a fait l'objet de campagnes d'inventaires concernant les zones humides. **L'AEI intersecte deux zones humides recensées dans le cadre de l'inventaire départemental.** De plus, de nombreuses zones humides sont présentes dans un rayon de 5 km.

- **Sites du Conservatoire d'Espaces Naturels (CEN)**

Les CEN ont pour mission la sauvegarde des milieux naturels les plus remarquables pour leur faune, leur flore, leurs qualités paysagère ou géologique. Leurs priorités d'intervention portent sur la préservation des sites les plus menacés, la sauvegarde des milieux humides les plus remarquables (mares, étangs, tourbières, prairies, etc.), ainsi que la protection et la gestion de milieux naturels variés abritant des espèces rares.

L'AEI n'intersecte aucun site du CEN. En revanche, deux sites du CEN se situent dans un rayon de 5 km.

Type	Code / Nom du site	Superficie (ha)	Distance (km)	Intérêts écologiques
CEN	La Pallud	3,3	3,4 (NE)	Habitats, Faune, Flore
	FR1505936 - Station à Ail des landes de Kerlouis	0,5	4,1 (NE)	Flore

- **Espaces Naturels Sensibles (ENS)**

Les ENS sont des périmètres identifiés au vu de leur intérêt biologique, géologique et/ou paysager. Ils sont gérés par les Départements, compétents en matière de préservation du patrimoine naturel local. Chaque Département peut ainsi mettre en œuvre une politique en faveur des ENS en vue de préserver la qualité des sites, des paysages et des milieux et d'assurer ainsi la sauvegarde des habitats naturels. De plus, les ENS doivent être aménagés pour une ouverture au public, sauf exception justifiée par la fragilité du milieu.

L'AEI intersecte un ENS. Au total, onze ENS se situent dans l'AEE.

Type	Code / Nom du site	Superficie (ha)	Distance (km)	Intérêts écologiques
ENS	BN Montoncel	1 480	Intersecte	Habitats, Faune, Flore
	Tourbière de la source de l'Eau Noire	2	2,1 (S)	Habitats, Faune, Flore
	Tourbière de la Moyenne Vallée de l'Étui	6	2,3 (S)	Habitats, Faune, Flore
	Tourbière de la Haute Vallée de l'Étui	12	3,1 (S)	Habitats, Faune, Flore
	Tourbière de la source du petit Besbre	3	3,2 (SO)	Habitats, Faune, Flore
	Tourbière du Carrefour des Charbons	3	3,3 (SE)	Habitats, Faune, Flore

Type	Code / Nom du site	Superficie (ha)	Distance (km)	Intérêts écologiques
	Tourbière du Sapey	17	3,4 (SO)	Habitats, Faune, Flore
	Tourbière de la Goutte de l'Enfer	3	3,8 (S)	Habitats, Faune, Flore
	Tourbière du Col de la Charme	4	4,7 (S)	Habitats, Faune, Flore
	Tourbière des Grandes Gasses	9	4,7 (SE)	Habitats, Faune, Flore
	Chausseterre	60	4,9 (SE)	Habitats, Faune, Flore

3.2.3 Les Plans Nationaux d'Actions (PNA)

Source : DREAL Auvergne-Rhône-Alpes (https://carto.datara.gouv.fr/1/6245cba48821b.geojson)

Les Plans Nationaux d'Actions (PNA) sont établis afin de définir et de mener des actions de conservation et de restauration des espèces les plus menacées en France et en Europe. Il s'agit d'un outil de protection de la biodiversité, instauré en France depuis une quinzaine d'années.

Au total, **neuf espèces ou groupes d'espèces sont actuellement concernées par un PNA** parmi celles citées dans la bibliographie, et trois autres l'ont été récemment Au total, **6 espèces ont une zone de présence locale qui recoupe l'AEI :** Murin de Bechstein, Petit rhinolophe, Loutre d'Europe, Damier de la Succise, Nacré de la Canneberge, Aeschne des joncs.

Type	Période	Espèces / Groupe d'espèces	Remarques
PNA en cours (2024-2025)	2020-2029	Balbuzard pêcheur	AEI en dehors des zones de présence de l'espèce à l'échelle nationale
	2018-2027	Milan royal	AEI en dehors des zones de présence de l'espèce à l'échelle régionale
	2017-2026	Vautour fauve	AEI en dehors des zones de présence de l'espèce à l'échelle nationale
	2021-2030	Vautour moine	AEI au sein d'un département concerné par la présence de l'espèce
	2016-2025	Chiroptères	AEI dans la zone de présence du Murin de Bechstein et du Petit rhinolophe
	2019-2028	Loutre d'Europe	AEI au sein de mailles de présence de l'espèce. Un cours d'eau sein de l'AEI est occupé ou potentiellement occupé par cette espèce
	2018-2028	Papillons de jour	AEI au sein d'un département concerné par la présence de plusieurs espèces (Damier de la Succise, Nacré de la Canneberge)
	2020-2030	Odonates	AEI au sein de la zone de présence d'une espèce (Aeschne des joncs)

Type	Période	Espèces / Groupe d'espèces	Remarques
	2021-2026	Plan national en faveur des insectes pollinisateurs et de la pollinisation	AEI au sein d'habitats ouverts concernés par la présence de pollinisateurs
PNA terminé (2025)	2014-2018	Pie grièche écorcheur	AEI en dehors des zones de présence de l'espèce à l'échelle régionale
	2011-2015	Sonneur à ventre jaune	AEI en dehors des zones de présence de l'espèce à l'échelle régionale
	2018-2023	Loup gris	Pas d'information

Figure 149 : Liste des espèces ou groupes d'espèces concernés ou ayant été concernés par un PNA (ECO-STRATEGIE)

3.2.4 Biodiversité en lien avec la bibliographie

Sources : Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN-MNHN, OpenObs) / LPO Auvergne-Rhône-Alpes (Faune-France, Faune AuRa) / Observatoire de la Biodiversité d'Auvergne-Rhône-Alpes (Biodiv'AuRA) / Conservatoire Botanique National du Massif central (CBNMC) / Office Français de la Biodiversité (OFB)

Les données issues des zonages naturels (réglementaires ou issus d'inventaires) et de la bibliographie communale permettent d'obtenir des informations concernant la faune et la flore potentiellement présente au sein de la zone d'étude.

Dans le cas présent, les données disponibles pour l'ensemble des groupes étudiés ont été recensées au sein des zonages naturels présents dans un rayon de cinq kilomètres autour de l'AEI. Les données disponibles pour la faune et la flore ont également été recensées à l'échelle de la commune de Saint-Priest-la-Prugne.

En amont de la phase d'inventaires, le contexte écologique au sein de l'AEI et l'AER a été évalué du moins favorable au plus favorable pour chacune des espèces citées, en prenant en considération les affinités écologiques des espèces en lien avec les différents biotopes présents (analyse par photographie aérienne, pré-repérage de terrain), mais également la répartition locale des espèces et l'ancienneté des données recueillies.

La liste des espèces mentionnées dans la bibliographie et l'évaluation du contexte écologique local sont présentées pour chaque groupe taxonomique étudié, dans les chapitres suivants.

Probabilité de présence sur l'AEI			
Peu probable	Possible	Assez probable	Très probable
-	+	++	+++

3.3 DIAGNOSTIC ECOLOGIQUE ET PATRIMONIAL

Les éléments ci-dessous constituent l'état initial de l'étude faunistique et floristique menée par le bureau d'études ECO-STRATEGIE depuis mars 2023.

Plusieurs campagnes de terrain naturalistes ont été menées depuis le 15 mars 2023 sur le site des Bois Noirs Limouzat par différents intervenants d'ECO-STRATEGIE. La méthodologie est donnée dans le chapitre spécifique à cette thématique.

3.3.1 Habitats naturels sur le site

3.3.1.1 Habitats recensés

Les investigations de terrain ont permis de recenser **29 habitats** au sein de l'AEI.

Nombre total d'habitats	Habitats patrimoniaux	Habitats d'intérêt communautaire	Habitats de zones humides
29	7	7	9

Tableau 32 : Bilan de l'inventaire des habitats au sein de l'AEI (ECO-STRATEGIE)

L'AEI se compose majoritairement d'habitats boisés et arborés (55% de la superficie totale), notamment des boisements mixtes composés d'Épicéa, de Sapin et de Hêtre. Ces habitats sont dominants sur le pourtour du site (prébois au nord, boisements mixtes au sud).

Les habitats aquatiques (plans d'eau, cours d'eau) et leurs annexes humides (roselières, jonchaies) ou anthropiques (structures connexes) sont également bien représentés (26%) ; le principal plan d'eau du site constituant une entité de près de 19 ha, à lui seul, au centre du site.

Les habitats ouverts (prairies, pelouses) à semi-ouverts (formations à Fougère-aigle, mégaphorbiaies) sont moins représentés (13%). Ces habitats sont disséminés et localisés dans des interstices entre les zones boisées et les surfaces aquatiques, notamment en queue de plan d'eau, à l'ouest ; mais aussi au centre-est du site.

Les habitats semi-ouverts et arbustifs (haies, fourrés) ne représentent qu'une faible superficie (2 %). Ces habitats forment une transition entre un état herbacé et un état boisé ; notamment au nord et au sud-est du site.

Enfin, les habitats anthropiques (hors surfaces aquatiques) (sentiers, routes, bâtiments) (4 %) forment principalement un réseau de sentiers et de chemins carrossables au sein du site ; quelques bâtiments sont également présents.

L'AEI abrite **34,66 ha d'habitats patrimoniaux** (NT, VU et D) **et/ou d'intérêt communautaire** (HIC) ; cela représente près de 41% de la superficie totale du site. La majeure partie de la superficie représentée correspond à des boisements mixtes (9410) (72 % des 34,66 ha ciblés).

L'AEI abrite **5,49 ha d'habitats de zones humides** (ZH), soit 7 % de la superficie totale de l'AEI ; et également **20,86 ha de surfaces aquatiques**, soit près de 25 % de l'AEI. *Notons que les habitats de zones humides incluent également des habitats patrimoniaux et/ou d'intérêt communautaire*.

L'ensemble des habitats patrimoniaux, d'intérêt communautaire, de zones humides ou aquatiques (non anthropiques) possèdent un **enjeu modéré**, **voire fort** pour certains habitats plus menacés et rares (prairies à Molinie, mégaphorbiaies). La majorité de ces enjeux se

concentrent **autour du plan d'eau principal** du site, sur des habitats connexes à ce dernier. Les autres habitats possèdent un enjeu faible à très faible.

Code EUNIS	Libellé EUNIS	HIC	LRR	ZN.	ZH ou aqua.	Superficie (en ha)	Enjeu
Habitats aquatiques et annexes humides							
C1.3	Lacs, étangs et mares eutrophes permanents	-	-	-	Aq.	19,83	**Modéré**
C3.2111	Phragmitaies des eaux douces	-	-	-	ZH	0,36	**Modéré**
C3.26	Formations à *Phalaris arundinacea*	-	NT	-	ZH	0,31	**Modéré**
D5.3	Zones marécageuses dominées par *Juncus effusus* ou d'autres grands *Juncus*	-	-	-	ZH	0,12	**Modéré**
Habitats ouverts à semi-ouverts							
E1.91	Pelouses siliceuses d'espèces annuelles naines	-	NT	-	-	2,68	**Modéré**
E2.11	Pâturages ininterrompus	-	-	-	-	0,60	**Faible**
E2.22	Prairies de fauche planitiaires subatlantiques	6510	NT	D	-	1,15	**Modéré**
E2.31 x I1.53	Prairies de fauche montagnardes alpiennes x Jachères non inondées avec communautés rudérales annuelles ou vivaces	6520	NT	D	ZH	2,21	**Modéré**
E3.51	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées	6410	VU	D	ZH	1,35	**Fort**
E3.51 x E5.3	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées x Formations à *Pteridium aquilinum*	6410	VU	D	ZH	0,49	**Modéré**
E5.11	Habitats des plaines colonisés par de hautes herbacées nitrophiles	-	-	-	-	0,37	**Faible**
E5.15	Champs d'herbacées non graminoïdes des terrains en friche	-	-	-	-	0,25	**Faible**
E5.3	Formations à *Pteridium aquilinum*	-	-	-	-	2,24	**Faible**
E5.513	Mégaphorbiaies hercyniennes	6430	VU	-	ZH	0,23	**Fort**
Habitats semi-ouverts et arbustifs							
F3.111	Fourrés à Prunellier et Ronces	-	-	-	-	0,67	**Faible**
F9.211	Saussaies marécageuses occidentales à Saule cendré	-	-	-	ZH	0,315	**Modéré**
F9.211 x E5.15	Saussaies marécageuses occidentales à Saule cendré x Champs d'herbacées non graminoïdes des terrains en friche	-	-	-	ZH	0,11	**Modéré**
FA.4	Haies d'espèces indigènes pauvres en espèces	-	-	-	-	0,27	**Faible**
Habitats boisés et arborés							
G1.622	Hêtraies acidophiles subatlantiques	9120	-	-	-	1,30	**Modéré**

Code EUNIS	Libellé EUNIS	HIC	LRR	ZN.	ZH ou aqua.	Superficie (en ha)	Enjeu
G3.F11	Plantations de Sapins, d'Épicéas, de Mélèzes et de Cèdres indigènes	-	-	-	-	6,24	**Faible**
G4.6	Forêts mixtes à *Abies-Picea-Fagus*	9410	-	-	-	24,94	**Modéré**
G5.1	Alignements d'arbres	-	-	-	-	0,01	**Faible**
G5.61	Prébois caducifoliés	-	-	-	-	14,9	**Faible**
Habitats anthropiques							
H5.61	Sentiers	-	-	-	-	0,84	**Très faible**
J2.32	Sites industriels ruraux	-	-	-	-	0,03	**Très faible**
J4.2	Réseaux routiers	-	-	-	-	2,19	**Très faible**
Habitats aquatiques et anthropiques							
J5	Plans d'eau construits très artificiels et structures connexes	-	-	-	-	0,08	**Très faible**
J5.34	Plans d'eau stagnante des sites industriels d'extraction chimique extrême	-	-	-	Aq.	0,26	**Faible**
J5.41	Canaux d'eau non salée complètement artificiels	-	-	-	Aq.	0,77	**Très faible**

Légende :
HIC Habitat d'intérêt communautaire : *6510 – Prairies de fauche de basse altitude ; 6520 – Prairies de fauche de montagne ; 6410 - Prairies à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux ; 6430 - Mégaphorbiaies hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnards à alpins ; 9120 - Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à Ilex et parfois à Taxus ; 9410 - Forêts acidophiles à Picea des étages montagnards à alpins*
Liste rouge régionale (LRR) : NT Quasi-menacée ; VU Vulnérable
ZNIEFF : D Déterminant
ZH Habitat de zone humide / Aq. Habitat aquatique

Tableau 33 : Liste des habitats recensés au sein de l'AEI (ECO-STRATEGIE)

3.3.1.2 Description des habitats

L'ensemble des habitats qui composent le site sont décrits ci-dessous. Leur niveau d'enjeu est donné par la couleur des premières colonnes selon le degré suivant :

Négligeable	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort

Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Caractéristiques
C1.3	Lacs, étangs et mares eutrophes permanents	Habitat aquatique, formé par des plans d'eau, plus ou moins vastes ; et issus d'une retenue de barrage. Le principal plan d'eau forme la partie centrale de l'AEI, s'étend sur une vaste superficie et est relativement profond. Les autres plans d'eau sont de surface plus réduite, avec une profondeur limitée. La végétation aquatique ou flottante est quasi-inexistante.
C3.2111	Phragmitaies des eaux douces	Habitat rivulaire, annexe au principal plan d'eau du site, surtout sur les berges de la moitié est. La végétation est dominée par le Roseau commun (*Phragmites australis*).

Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Caractéristiques
C3.26	Formations à *Phalaris arundinacea*	Habitat rivulaire, annexe au principal plan d'eau du site, surtout sur les berges de la moitié est ; mais également sur un second plan d'eau, plus au nord. La végétation est dominée par la Baldingère faux-roseau (*Phalaris arundinacea*).
D5.3	Zones marécageuses dominées par *Juncus effusus* ou d'autres grands *Juncus*	Habitat à dominance herbacée, marquée par une végétation hygrophile typique (Joncs). Habitat se situant sur des zones où l'eau s'écoule ou stagne une bonne partie de l'année, à proximité de cours d'eau (Besbre) ou de structures (bassins). Habitat situé en fond de vallon, à l'est du site.
E1.91	Pelouses siliceuses d'espèces annuelles naines	Habitat à dominance herbacée, marquée par une végétation pionnière, plus ou moins sporadique, laissant place à des sols nus et rocheux. Habitat situé sur l'ouvrage servant de retenue du barrage. La végétation est dominée par des espèces thermophiles et de petite taille (ex : *Aira caryophyllea*).
E2.11	Pâturages ininterrompus	Habitat à dominance herbacée, marquée par une végétation de pâture (ex : *Centaurea nigra*) relativement pauvres en espèces. Il est situé principalement sur la pointe est du site.
E2.22	Prairies de fauche planitiaires subatlantiques	Habitat à dominance herbacée, marqué par une végétation prairiale typique des zones de basse et moyenne altitude. La gestion correspond à une fauche annuelle. Habitat situé en marge du site, notamment au nord-est.
E2.31 x I1.53	Prairies de fauche montagnardes alpiennes x Jachères non inondées avec communautés rudérales annuelles ou vivaces	Habitat à dominance herbacée, marquée par une végétation prairiale typique des zones montagnardes (*Alchemilla, Anthoxanthum*, etc.), en alternance avec des zones plus enfrichées. Habitat situé sur le pourtour des plans d'eau du site, notamment au nord.
E3.51	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées	Habitat à dominance herbacée, marquée d'une végétation mésohygrophile. La végétation est marquée par la Molinie bleue (*Molinia caerulea*) et d'autres espèces types (*Deschampsia cespitosa, Bistorta officinalis, Succisa pratensis*, etc.). Habitat situé de façon dispersée sur le pourtour du principal plan d'eau du site, notamment à l'ouest.
E3.51 x E5.3	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées x Formations à *Pteridium aquilinum*	Habitat décrit ci-dessus, gagné par la Fougère-aigle (*Pteridium aquilinum*). Ceci indique un embroussaillement progressif de l'habitat prairial, qui devrait évoluer vers la strate arbustive.
E5.11	Habitats des plaines colonisés par de hautes herbacées nitrophiles	Habitat à dominance herbacée, marquée par une végétation nitrophile typique des zones de plaine principalement l'Ortie dioïque (*Urtica dioica*). Habitat sous forme d'ourlets forestiers situés au sud-est et à l'ouest du site.
E5.15	Champs d'herbacées non graminoïdes des terrains en friche	Habitat à dominance herbacée non graminoïdes, notamment des espèces légumineuses, plantées à des fins de protection, de stabilisation, de fertilisation ou de mise en valeur des sols. Habitat situé à l'est du site entouré par les plantations de conifères ou proche d'un bassin.
E5.3	Formations à *Pteridium aquilinum*	Habitat dominé par la Grande fougère (*Pteridium aquilinum*), étendu et souvent fermé. Habitat situé sous forme de patchs à l'ouest du site entouré de boisements, au nord du site entouré de prébois ou de friche prairiale, et à l'est proche des pâtures et prairies de fauche.
E5.513	Mégaphorbiaies hercyniennes	Habitat de transition entre l'état herbacé et l'état arbustif, marqué par des espèces herbacées hautes et plutôt hygrophiles (*Cirsium palustre, Doronicum austriacum, Veratrum album*). Habitat situé en queue de plan d'eau, à l'ouest, sous forme d'un patch unique.

Code EUNIS	Intitulé EUNIS	Caractéristiques
F3.111	Fourrés à Prunellier et Ronces	Habitat à dominance arbustive mésophile caractéristique des lisières forestières et des formations constituées notamment de Prunellier (*Prunus spinosa*), Aubépine (*Crataegus spp.*), Sureau noir (*Sambucus nigra*) et Ronces (ex : *Rubus idaeus*). Il est situé principalement au nord-ouest du site entouré de prébois et quelques patchs en bordure nord et est d'AEI.
F9.211	Saussaies marécageuses occidentales à Saule cendré	Habitat arbustif, dominé par le Saule cendré (*Salix cinerea*) et d'autres arbustes. Habitat situé sur des secteurs de stagnation d'eau, en bas de pente ou sur des replats, au sud-est du site.
F9.211 x E5.15	Saussaies marécageuses occidentales à Saule cendré x Champs d'herbacées non graminoïdes des terrains en friche	Habitat décrit ci-dessus, mais en alternance avec des zones enfrichées, laissant apparaitre une végétation herbacée pionnière. Habitat localisé en limite sud-est du site.
FA.4	Haies d'espèces indigènes pauvres en espèces	Habitat composé essentiellement de haies d'espèces indigènes, non entretenues de manière soutenue ou non plantées. Habitat principalement localisé au nord-est du site.
G1.622	Hêtraies acidophiles subatlantiques	Habitat boisé, dominé par le Hêtre (*Fagus sylvatica*). Le sous-bois est marqué par la présence de Houx (*Ilex aquifolium*) ; la strate herbacée est peu développée. Habitat situé en limite est du site, sous forme d'un patch unique.
G3.F11	Plantations de Sapins, d'Épicéas, de Mélèzes et de Cèdres indigènes	Habitat composé de plantations de conifères tels que le Sapin pectiné (*Abies alba*) et l'Épicéa commun (*Picea abies*). Il est situé au sud-est du site sous forme de deux patchs.
G4.6	Forêts mixtes à *Abies-Picea-Fagus*	Habitat boisé, alternant entre des essences de feuillus (Hêtre, en particulier) et de résineux (Épicéa, Sapin). Le sous-bois est relativement développé, notamment avec la présence de diverses fougères. Habitat situé sur les contreforts boisés, sur la moitié sud du site.
G5.1	Alignements d'arbres	Habitat formé d'arbres isolés à l'intérieur d'une mosaïque d'habitats de friche prairiale et pelouse situé proche de l'entrée du site.
G5.61	Prébois caducifoliés	Habitat situé aux stades initiaux de régénération ou de recolonisation des forêts de grands caducifoliés, composés principalement de jeunes individus d'espèces forestières hautes tels que le Bouleau pubescent (*Betula pubescens*) et l'Épicéa commun (*Picea abies*). Habitat situé sur la majorité de la partie nord du site et certains patchs à l'est.
H5.61 et J4.2	Sentiers et Réseaux routiers	Sols nus et infrastructures routières et de stationnement permettant la circulation des véhicules, présents sur l'ensemble du site.
J2.32	Sites industriels ruraux	Bâtiment industriel au niveau du poste de gestion du site et des zones de bassin industriel.
J5	Plans d'eau construits très artificiels et structures connexes	Ouvrage industriel bâti situé au nord-est du plan d'eau principal.
J5.34	Plans d'eau stagnante des sites industriels d'extraction chimique extrême	Zone de bassin industriel située à l'est du site.
J5.41	Canaux d'eau non salée complètement artificiels	Canal artificiel permettant l'écoulement de la Besbre du bassin versant amont, de l'ouest vers l'est du site. Un autre canal est présent autour du plan d'eau secondaire

Tableau 34 : Description des habitats (ECO-STRATEGIE)




Tableau 35 : Prairie à Molinie / Mégaphorbiaie, sur site (ES, 2023 - ECO-STRATEGIE)




Tableau 36 : Roselière / Canal et sentier annexe, sur site (ES, 2023 - ECO-STRATEGIE)

Habitats observés sur le site (ECO-STRATEGIE)

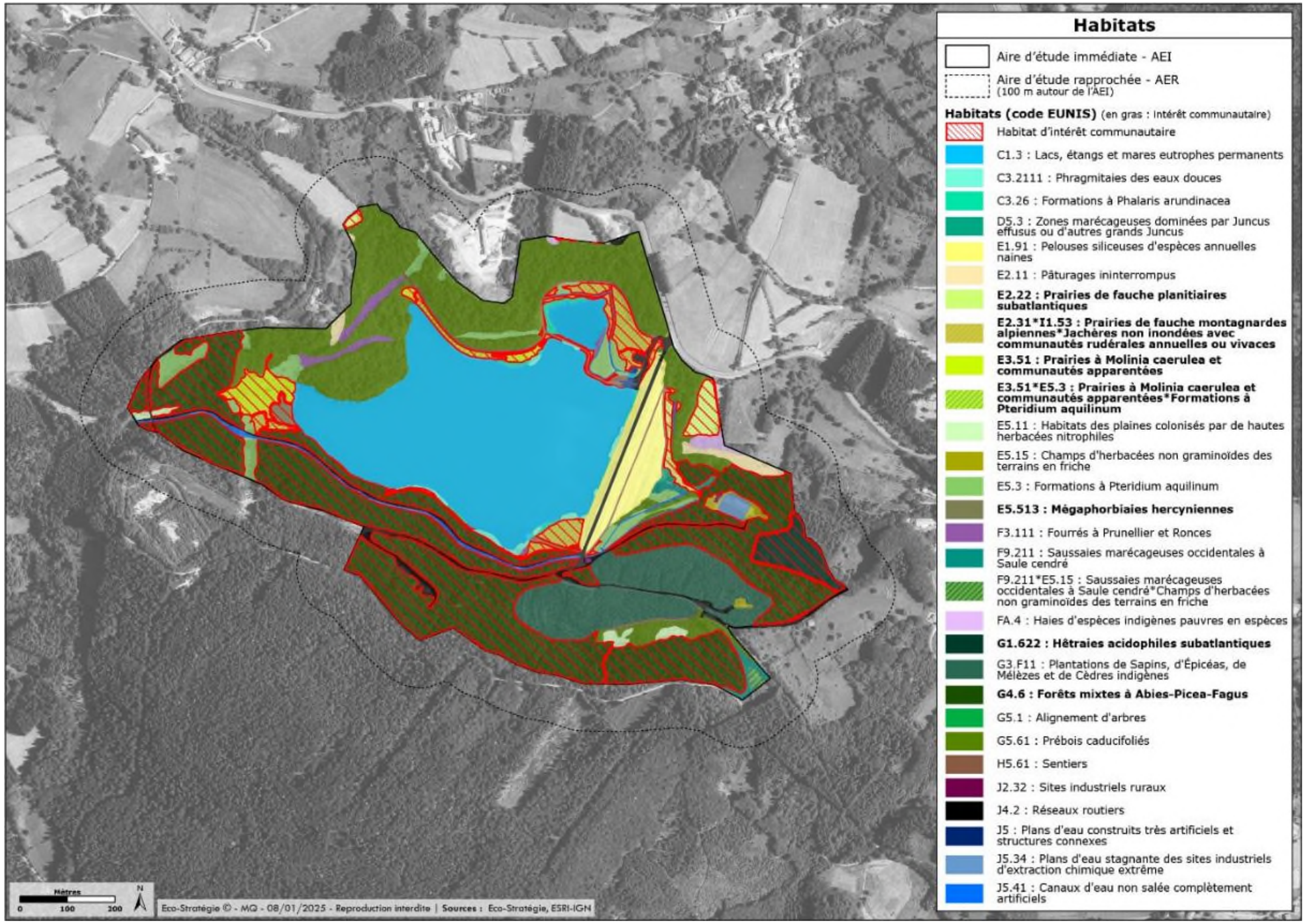


Figure 150 : Habitats de la zone d'étude (ECO-STRATEGIE)

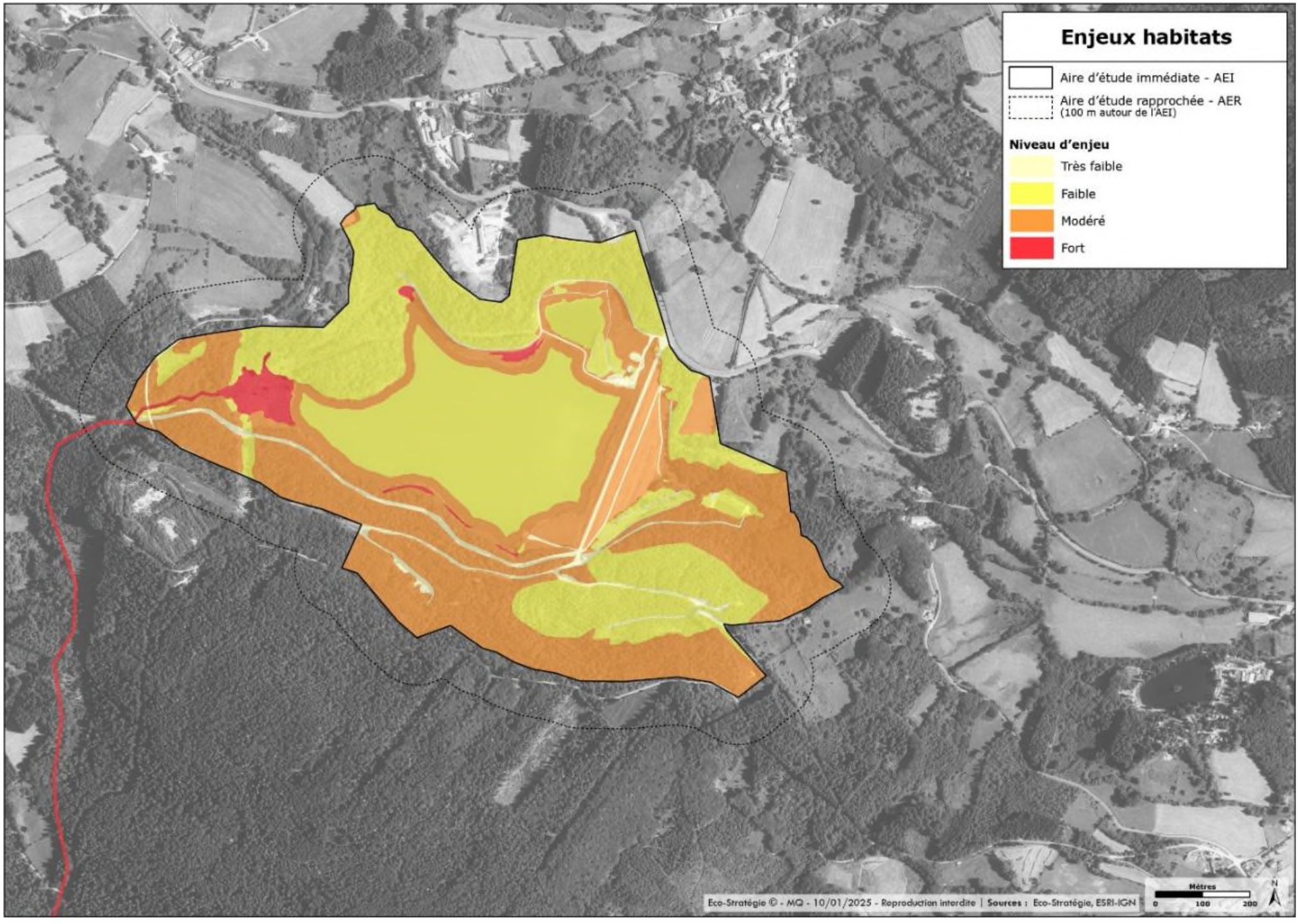


Figure 151 : Cartographie des enjeux liés aux habitats au sein de l'AEI (ECO-STRATEGIE)

3.3.1.3 Synthèse des habitats observés

- L'AEI abrite 29 habitats, avec une dominance des habitats boisés (boisements mixtes), et une bonne représentativité des habitats aquatiques (plans d'eau, cours d'eau) et leurs annexes.

- L'AEI comprend neuf habitats patrimoniaux et/ou d'intérêt communautaire, représentant près de 41 % de la superficie totale.

- L'AEI comprend neuf habitats de zones humides et trois habitats aquatiques, représentant près de 32 % de la superficie totale.

- L'AEI inclut deux habitats évalués à enjeu fort (prairies à Molinie, mégaphorbiaies) et douze à enjeu modéré.

- L'AEI présente des enjeux d'habitats principalement concentrés autour du principal plan d'eau du site, sur des biotopes connexes à ce dernier.

L'enjeu vis-à-vis des habitats est évalué comme :
- fort pour les mégaphorbiaies et les prairies à Molinie (habitats menacés, d'intérêt communautaire et de zones humides) ;

- modéré pour les autres habitats remarquables (pelouses, prairies de fauche, roselières, fourrés humides, boisements de feuillus ou mixtes, etc.) ;

- faible à très faible pour les autres habitats du site.

3.3.2 Indices de Biodiversité Potentielle (IBP)

Les résultats obtenus indiquent une **biodiversité potentielle allant d'un niveau faible à moyen selon le critère du peuplement et de la gestion et de faible à forte selon le critère du contexte**.

De façon globale, les secteurs les plus favorables à la biodiversité selon le critère de peuplement et de gestion sont ceux présentant une bonne diversité spécifique arborée (5 espèces ou +), un nombre important de strates (3 ou 4), une densité moyenne d'arbres morts et de dendromicrohabitats, ainsi qu'une superficie restreinte en milieu ouvert florifère (1 à 5%). Les secteurs les plus favorables à la biodiversité selon le critère de contexte sont constitués de boisements anciens, non replantés ou non défrichés, avec présence de milieux aquatiques (cours d'eau, points d'eau) et/ou de milieux rocheux (blocs rocheux).

Les relevés montrent que la **zone au nord** du plan d'eau est actuellement **favorable à la biodiversité** selon les deux critères. Les relevés montrent, en revanche, **une certaine hétérogénéité sur la zone au sud et à l'est**, selon les parcelles et peuplements ciblés. Le secteur du relevé IBP 03, IBP 09 et IBP 11 apparaissent actuellement comme les plus favorables à la biodiversité au sein de cette zone.

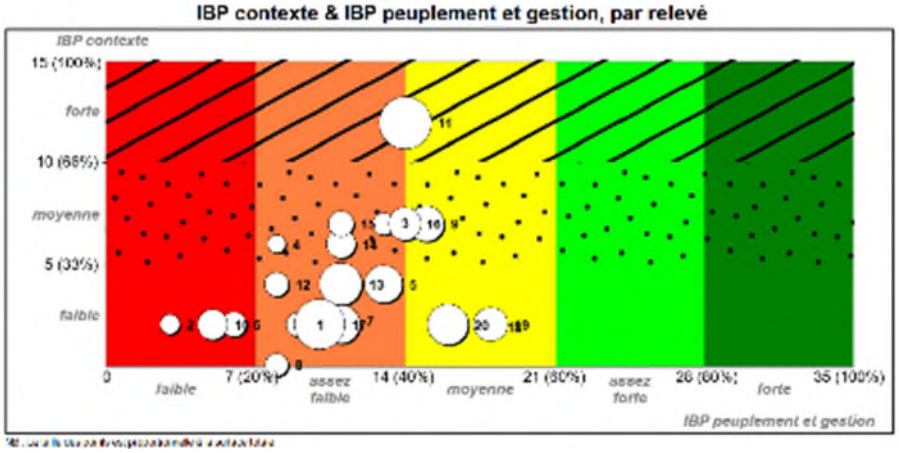


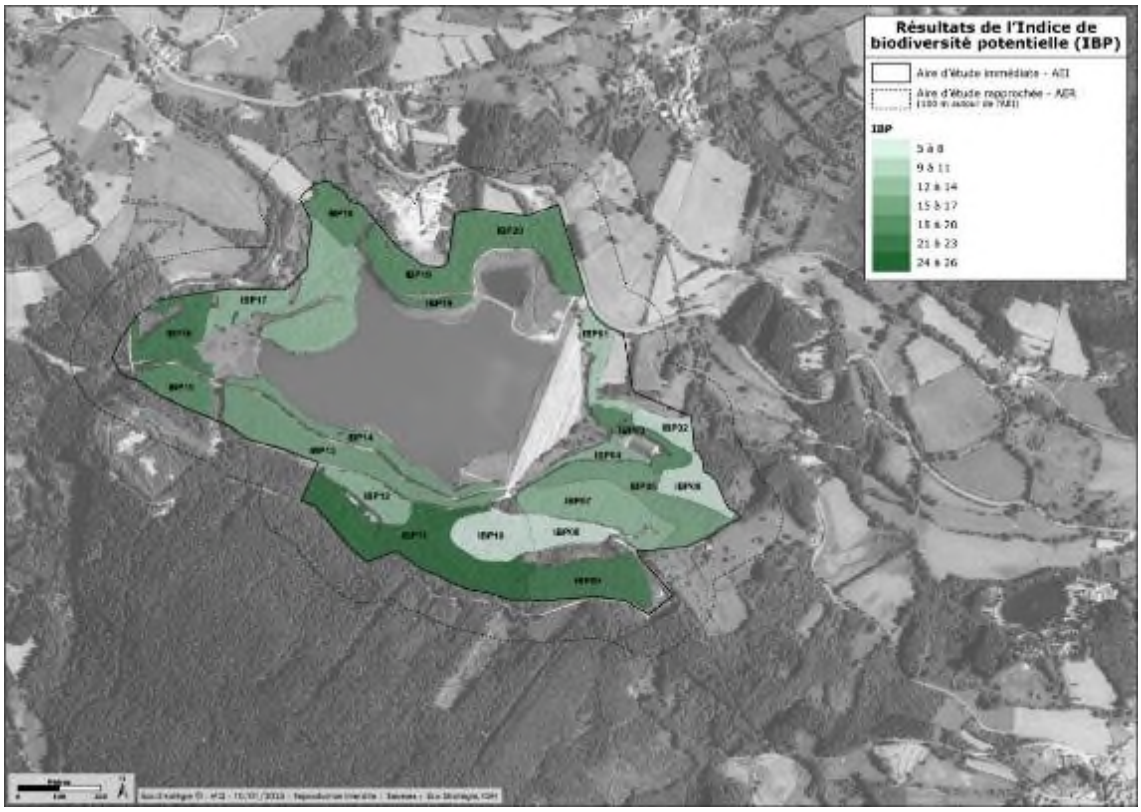
Figure 152 : Représentation des résultats de l'IBP des relevés réalisés sur l'AEI (ECO-STRATEGIE)

Facteur	IBP01	IBP02	IBP03	IBP04	IBP05	IBP06	IBP07	IBP08	IBP09	IBP10
Superficie (en ha)	1,2	0,8	1	0,7	3	1,3	3,2	1,1	2,7	1,9
A	5	2	5	5	5	2	5	5	5	2
B	2	1	2	1	2	0	2	1	2	1
C	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
D	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0
E	0	0	0	0	1	2	0	0	1	0
F	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0
G	2	0	5	2	2	0	2	2	5	2
IBP Gestion	9	3	13	8	13	6	11	8	15	5
H	0	0	0	2	2	2	2	0	2	0
I	2	2	5	2	0	0	0	0	0	0
J	0	0	2	2	2	0	0	0	5	2
IBP Contexte	2	2	7	6	4	2	2	0	7	2
IBP TOTAL	**11**	**5**	**20**	**14**	**17**	**8**	**13**	**8**	**22**	**7**

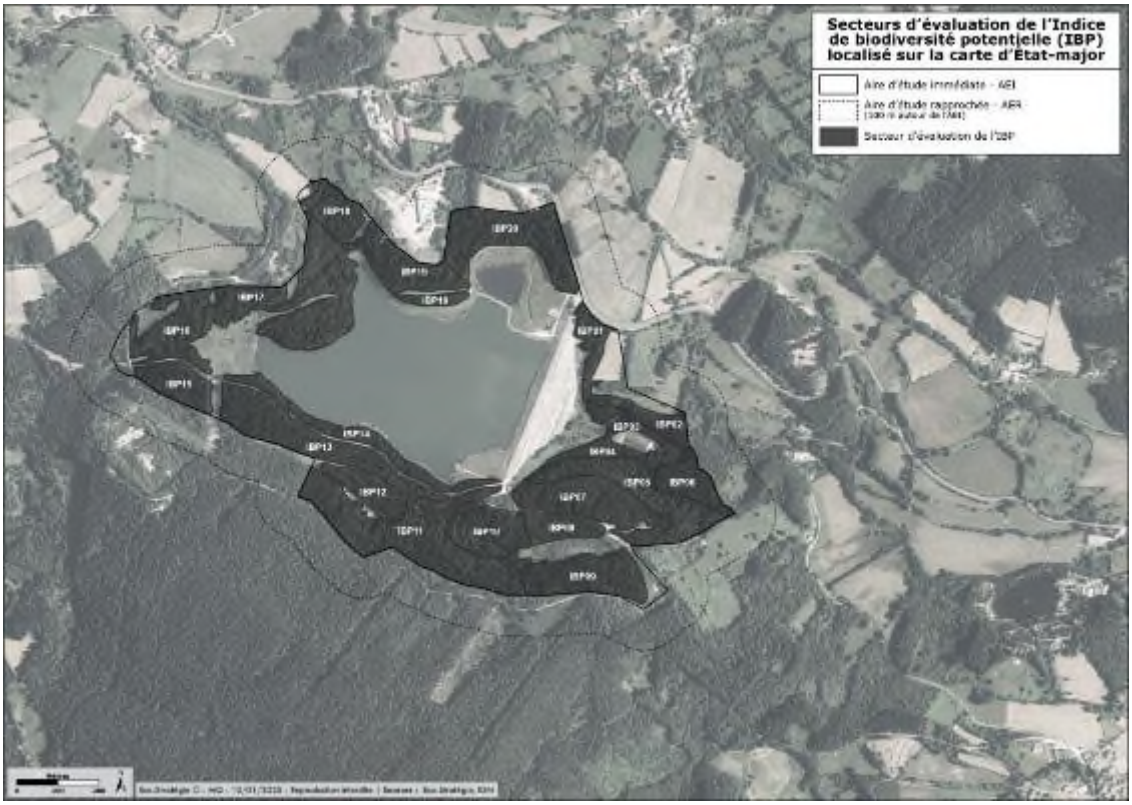
Facteur	IBP11	IBP12	IBP13	IBP14	IBP15	IBP16	IBP17	IBP18	IBP19	IBP20
Superficie (en ha)	5,8	1,2	3,9	1,7	1,4	2,3	5,4	1,3	2,4	3,6
A	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
B	2	1	2	2	2	2	2	5	5	2
C	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1
D	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
E	1	0	2	2	2	0	0	1	1	1
F	0	0	0	0	0	5	2	5	5	5
G	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IBP Gestion	14	8	11	11	11	14	10	18	18	16
H	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
I	5	0	0	2	0	5	0	2	0	2
J	5	2	2	2	5	2	2	0	2	0
IBP Contexte	12	4	4	6	7	7	2	2	2	2
IBP TOTAL	**26**	**12**	**15**	**17**	**18**	**21**	**12**	**20**	**20**	**18**

Tableau 37 : Résultats bruts des relevés IBP réalisés sur l'AEI (ECO-STRATEGIE)

Le facteur lié à l'ancienneté de l'état boisé (facteur H) des IBP a été déterminé à partir d'une analyse orthophotographique de la carte d'État major (1820-1866).



Carte 14 : Résultats des IBP sur l'AEI (ECO-STRATEGIE)



Carte 15 : Occupation du sol de l'AEI représentée sur le carte d'État major (1820-1866) (ECO-STRATEGIE)

3.3.3 La flore

3.3.3.1 Bibliographie

La bibliographie mentionne 44 espèces protégées ou patrimoniales de flore, dont **24 sont potentielles sur site** (présence possible).

Nombre d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
44	20	39	2

Nom scientifique	LRN	LRR	ZN.	PN	PR/PD	DH	ZH	Potentialité de présence
Allium ericetorum	LC	-	D	-	-	-	-	Possible
Andromeda polifolia	LC	EN	D	PN	-	-	ZH	Peu probable
Buxbaumia viridis	-	-	D	PN	-	DH2	-	Possible
Callitriche palustris	LC	-	D	-	-	-	-	Possible
Carex laevigata	LC	VU	-	-	-	-	ZH	Peu probable
Carex pauciflora	LC	EN	D	-	PR	-	ZH	Peu probable
Cirsium dissectum	LC	VU	-	-	-	-	ZH	Peu probable
Corallorhiza trifida	LC	-	D	-	-	-	-	Possible
Dactylorhiza incarnata	NT	-	D	-	-	-	ZH	Possible
Drosera rotundifolia	LC	NT	-	PN	-	-	ZH	Peu probable
Dryopteris remota	LC	EN	D	-	-	-	-	Possible
Eleocharis multicaulis	LC	CR	D	-	-	-	ZH	Possible
Empetrum nigrum subsp. nigrum	NT	VU	D	-	-	-	-	Peu probable
Eriophorum latifolium	LC	-	D	-	-	-	ZH	Peu probable
Gnaphalium norvegicum	LC	-	D	-	-	-	-	Peu probable
Huperzia selago	LC	-	-	-	42	-	-	Possible
Hypericum x desetangsii	-	-	D	-	-	-	-	Possible
Illecebrum verticillatum	LC	EN	D	-	PR	-	ZH	Possible
Jacobaea paludosa	LC	EN	-	-	PR	-	-	Peu probable
Lycopodiella inundata	NT	EN	D	PN	-	-	ZH	Peu probable
Lycopodium clavatum	LC	NT	D	-	42	-	-	Possible
Lysimachia tenella	LC	EN	-	-	-	-	-	Peu probable
Myosotis balbisiana	LC	-	D	-	PR	-	-	Possible
Myosurus minimus	LC	EN	D	-	-	-	ZH	Peu probable
Neoorthocaulis attenuatus	-	-	D	-	-	-	-	Possible
Orobanche rapum-genistae	LC	VU	-	-	-	-	-	Possible
Orthotrichum rogeri	-	-	-	PN	-	DH2	-	Possible
Pedicularis palustris	NT	EN	-	-	-	-	ZH	Peu probable
Pinus mugo	LC	-	-	PN	-	-	-	Possible
Polystichum lonchitis	LC	-	D	-	-	-	-	Peu probable
Pseudorchis albida	LC	-	D	-	-	-	-	Peu probable
Rhynchospora alba	LC	EN	D	-	PR	-	ZH	Peu probable
Scapania uliginosa	-	-	D	-	-	-	-	Peu probable

Nom scientifique	LRN	LRR	ZN.	PN	PR/PD	DH	ZH	Potentialité de présence
Scutellaria minor	LC	NT	-	-	PR	-	ZH	Possible
Sedum villosum	LC	EN	-	-	PR	-	ZH	Possible
Senecio cacaliaster	LC	NT	D	-	-	-	ZH	Possible
Serapias lingua	LC	NT	D	-	42	-	-	Possible
Solenostoma obovatum	-	-	D	-	-	-	-	Possible
Spinulum annotinum	LC	-	D	-	-	-	-	Possible
Tractema lilio-hyacinthus	LC	VU	-	-	-	-	-	Possible
Trichophorum alpinum	LC	EN	D	-	PR	-	ZH	Peu probable
Vaccinium microcarpum	LC	EN	D	-	PR	-	ZH	Peu probable
Vaccinium oxycoccos	LC	EN	D	-	PR	-	ZH	Peu probable
Hesperocodon hederaceus	LC	LC	-	-	42	-	ZH	Possible

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / EN En danger / CR En danger critique
ZNIEFF (ZN.) : D Déterminante stricte
Protection : PN Protection nationale / PR Protection régionale / PD Protection départementale
Directive Habitats (DH) : DH2 Espèce d'intérêt communautaire

Tableau 38 : Liste de la flore protégée ou patrimoniale mentionnée dans la bibliographie

3.3.3.2 Résultats d'inventaire

L'inventaire mené a permis de recenser **237 espèces de plantes** sur l'AEI et ses abords. La liste complète des espèces contactées est présentée en annexe.

Nombre total d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire	Espèces messicoles	Espèces exotiques envahissantes
237	1	2	0	2	10

3.3.3.3 Espèces floristiques protégées, patrimoniales ou menacées

Parmi les espèces recensées, **une espèce est protégée et une espèce est patrimoniale.**

La **Campanille à feuilles de lierre (*Hesperocodon hederaceus*)** est une **espèce protégée** dans le département de la Loire. Elle forme un patch d'environ 500 m² à l'ouest du plan d'eau. Deux autres individus ont également été observés en bordure ouest et sud de cette même prairie. Compte tenu de de son statut de protection départementale et de son statut préoccupation mineure (LC) sur la liste rouge régionale, un enjeu modéré lui est attribué.

De nombreuses **Sphaignes (*Sphagnum* sp.)**, évaluées à un enjeu modéré, sont réparties sur quatre patchs (de 160 m² à 540 m²). Il s'agit d'un genre de mousse adaptées aux milieux tourbeux dont l'ensemble des espèces présentes en Auvergne possèdent un statut sur liste rouge allant de quasi-menacée (NT) à en danger critique d'extinction (CR). Ainsi, bien qu'il n'ait pas été possible d'identifier les Sphaignes observées jusqu'à l'espèce, **elles possèdent au minimum un statut quasi-menacé** et donc sont **patrimoniales**.

Le **Séneçon fausse-cacalie (*Senecio cacaliaster*)** est une espèce possédant un statut quasi-menacé à l'échelle régionale et qui également une espèce déterminante de ZNIEFF. Un

individu a été recensé au sein de l'AEE sur une prairie de fauche montagnarde. Un enjeu modéré lui est attribué.



Figure 153 : Campanille à feuille de lierre (Hesperocodon hederaceus) / Sphaignes (Sphagnum sp.) (ES, 2023 - ECO-STRATEGIE)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	PR/PD	DH	ZH	Enjeu
Campanille à feuilles de lierre *Hesperocodon hederaceus*	LC	LC	-	-	42	-	ZH	**Modéré**
Séneçon fausse-cacalie *Senecio cacaliaster*	LC	NT	D	-	-	-	-	**Modéré**
Sphaigne sp. *Sphagnum sp.*	-	NT à CR	D (pour certaines espèces)	-	-	-	-	**Modéré**

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / EN En danger / CR En danger critique
ZNIEFF (ZN.) : D Déterminante stricte
Protection : PN Protection nationale / PR Protection régionale / PD Protection départementale
ZH : Zone humide
Directive Habitats (DH)

Tableau 39 : Espèces floristiques protégées et patrimoniales recensées sur l'AEI

Le reste de la flore recensée se compose d'espèces communes à très communes, à l'échelle régionale, d'où un enjeu faible pour ces espèces, à l'exception des espèces invasives, à enjeu négligeable.

Deux espèces messicoles ont été identifiées (*Bunium bulbocastanum* et *Spergula arvensis*). Les plantes messicoles sont des adventices, elles poussent dans les cultures sans y avoir été semées, et se maintiennent difficilement dans d'autres conditions. Menacées par l'intensification de l'agriculture, il est important d'être vigilant à leur présence.

3.3.3.4 Espèces exotiques envahissantes (EEE)

L'inventaire mené a permis de recenser **dix espèces exotiques envahissantes** (EEE) au sein de l'AEI, dont cinq à invasibilité avérée dans la région.

Nom scientifique Nom vernaculaire	Invasives (LN)	Invasives (LR)	Remarques
Amaranthus retroflexus Amarante réfléchie	À surveiller	Potentielle	Station localisée en bordure de route longeant le plan d'eau, au sud-est
Crepis sancta Crépide de Nîmes	-	Potentielle	Station localisée en contre-bas à 50 m de la route longeant le plan d'eau, à l'est
Erigeron annuus Vergerette annuelle érigéron annuel	Potentielle	Avérée	Grande station de 3 ha sur toute la surface du parement de la digue (localisée avec la station d'*Erigeron canadensis)* Une station ponctuelle localisée proche d'une piste en terre en bordure de boisement, à l'est (localisée avec la station d'*Erigeron canadensis* et *Reynoutria x bohemica*)
Erigeron canadensis Vergerette du Canada	Avérée	Avérée	Station localisée avec les deux stations d'*Erigeron annuus* et avec *Robinia x bohemica*
Impatiens glandulifera Balsamine des bois	Avérée	Avérée	Station localisée en bordure d'une piste en terre en bordure de boisement, au nord
Juncus tenuis Jonc	Potentielle	Potentielle	Deux stations présentes sur des pistes en terre, au sud-est
Lapsana communis Lampsane commune	-	Potentielle	Station localisée sur une piste en terre, au sud
Reynoutria x bohemica Renouée de Bohême	Avérée	Avérée	Station localisée avec la station ponctuelle d'*Erigeron annuus* et d'*Erigeron canadensis*
Robinia pseudoacacia Robinier faux-acacia	Avérée	Avérée	Station localisée proche de la station ponctuelle d'*Erigeron annuus* et d'*Erigeron canadensis*, et de *Reynoutria x bohemica*
Veronica persica Véronique de Perse	Potentielle	-	Trois stations localisées en bordure de la piste en terre entourant le plan d'eau, au sud et à l'est

Légende :
Liste nationale (LN) / régionale (LR)

Tableau 40 : Liste de la flore exotique envahissante recensée

En résumé, les EEE se concentrent principalement sur des zones perturbées, où la concurrence végétale est moindre, notamment à l'est du site, à proximité des routes en terres.

3.3.3.5 Espèces issues de la bibliographie

Parmi les espèces protégées ou patrimoniales citées dans la bibliographie, seule la **Campanille à feuilles de lierre (*Hesperocodon hederaceus*)** et le **Séneçon fausse-cacalie (*Senecio cacaliaster*)** ont été observés.

Malgré des prospections ciblées, des espèces patrimoniales, annuelles bisannuelles ou géophytes, qui ne se seraient pas développées durant l'année de prospection, sont

susceptibles d'être présentes au sein et dans les abords de l'AEI. Parmi les espèces potentielles listées dans la bibliographie qui font partie de ces catégories, on peut par exemple citer l'Illécèbre verticillé (*Illecebrum verticillatum*), le Myosotis de Balbis (*Myosotis balbisiana*), l'Orobanche du genêt (*Orobanche rapum-genistae*), ou encore la Sérapias à languette (*Serapias lingua*).

3.3.3.6 Synthèse sur la flore observée

- 237 espèces de plantes recensées.

- Parmi les 24 espèces floristiques potentielles, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie (sur 44 au total), une espèce protégée (Campanille à feuilles de lierre) observée dans l'AEI.

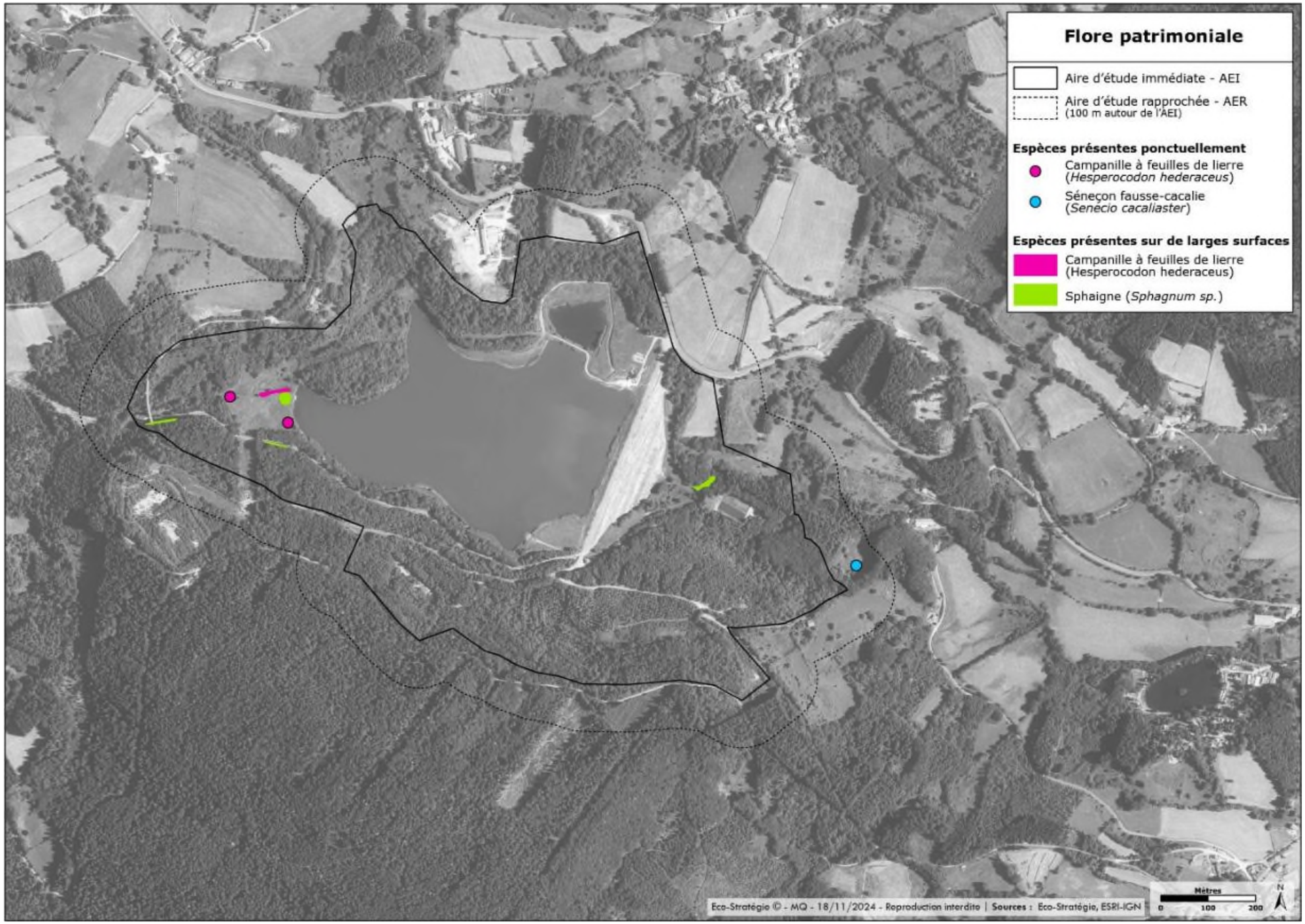
- Une espèce protégée (Campanille à feuilles de lierre) et deux espèces patrimoniales (Sphaigne et Séneçon fausse-cacalie) identifiées, à enjeu modéré.

- Deux espèces messicoles observées.

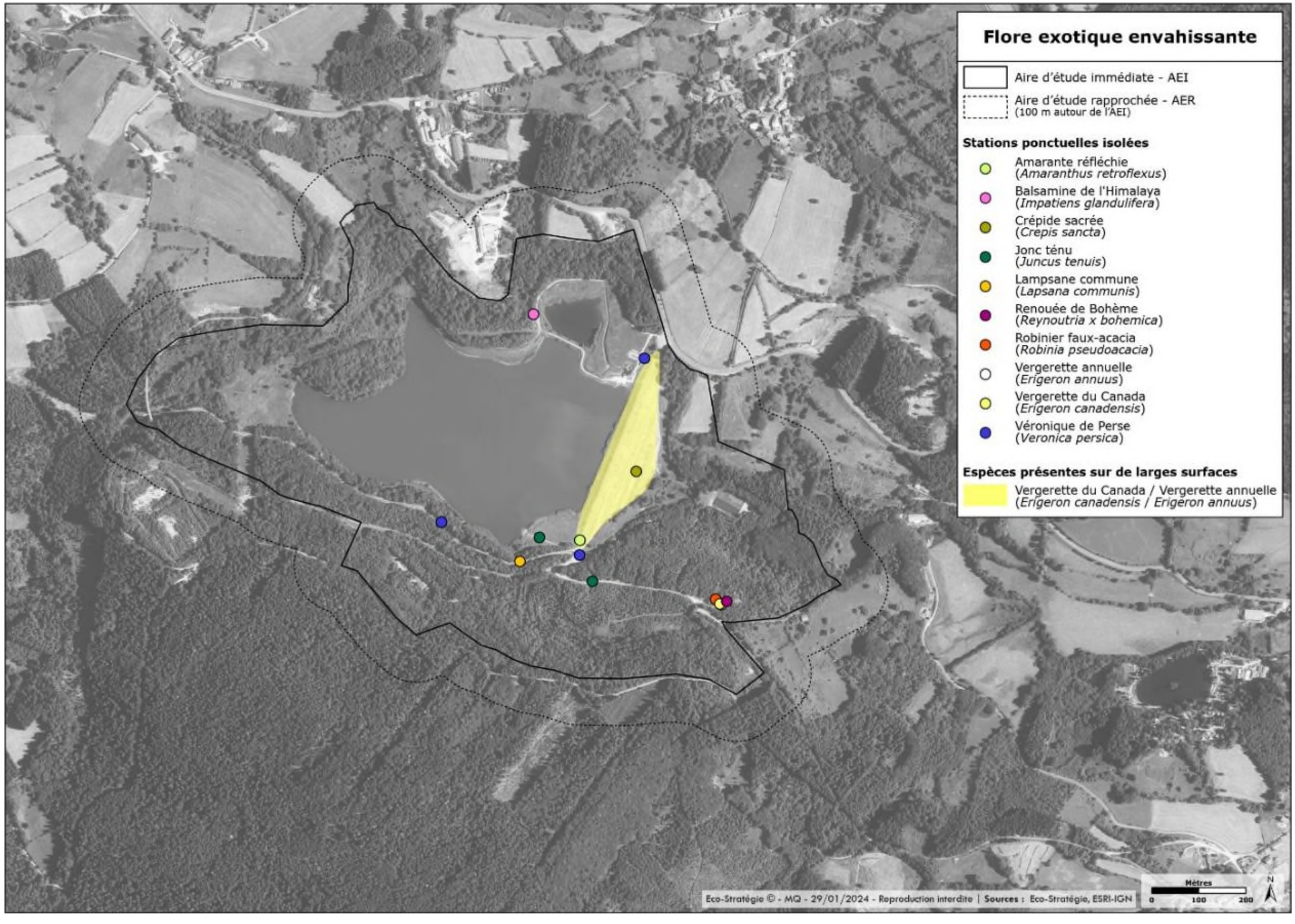
- Dix espèces exotiques envahissantes (EEE) identifiées, dont cinq à invasibilité avérée.

L'enjeu vis-à-vis de la flore est évalué comme :
-modéré au niveau des stations de flore protégée et patrimoniale (Campanille à feuilles de lierre, sphaignes et Séneçon fausse-cacalie) ;

-à faible pour le reste du site.



Carte 16 : Localisation de la flore patrimoniale sur l'AEI (ECO-STRATEGIE)



Carte 17 : Localisation de la flore invasive sur l'AEI et ses abords (ECO-STRATEGIE)

3.3.4 Zones humides

Annexe : détail des indicateurs sur la fonctionnalité des zones humides n°1 ; 2 et 3.

3.3.4.1 Critère floristique

L'inventaire selon le critère **floristique** a permis d'identifier **5,49 ha de zones humides** présentant une flore indicatrice de zone humide au sein de l'AEI.

Ces zones humides correspondent à différents habitats marqués par une végétation caractéristique (prairies humides, roselières, saussaies). Au total, 55 espèces floristiques indicatrices de zone humide ont été recensées, dont notamment : *Cardamine pratensis, Bistorta officinalis, Molinia caerulea*, etc. (au sein des prairies humides) ; *Filipendula ulmaria, Lythrum salicaria, Cirsium palustre*, etc. (au sein des mégaphorbiaies) ; *Phalaris arundinacea, Phragmites australis* (au sein des roselières) ; *Salix alba, Salix cinerea* (au sein des fourrés de saules).

La majorité des zones humides floristiques se situent au contact de surfaces aquatiques (plans d'eau, cours d'eau), notamment **autour du principal plan d'eau** de l'AEI ; et sont donc connectées au réseau hydrologique local. Elles forment des entités plus ou moins vastes, au sein desquelles l'hydromorphie est suffisante pour permettre le développement et le maintien de plantes hygrophiles. Certaines zones du site sont proches de systèmes paratourbeux, avec la présence de Sphaignes (*Sphagnum* sp.), sous forme de patches, en queue de plan d'eau, à l'ouest.

Notons quelques zones humides isolées, au sud-est du site, sur des zones ombragées où l'eau stagne également pendant une partie de l'année ; et où se sont formés des fourrés humides.



Figure 154 : Surface en eau (plan d'eau) et zone humide floristique (berges), sur site (ECO-STRATEGIE, 2023)

Comme mentionné ci-dessus, l'AEI comprend également **20,86 ha de surfaces aquatiques**, formées par un réseau de plans d'eau, de bassins, de canaux et de cours d'eau (dont la Besbre). Ces entités sont plus ou moins artificialisées ; et plus ou moins vastes : le principal plan d'eau couvrant à lui seul près de 18,83 ha.

3.3.4.2 Critère pédologique

Annexe : Fiches des sondages pédologiques

L'inventaire selon le critère pédologique s'est basé sur la réalisation de 23 sondages au sein de l'AEI.

Sur l'ensemble de ces sondages, **aucun n'est caractéristique d'un sol hydromorphe** :

- Onze sondages sont considérés comme caractéristiques d'un sol non hydromorphe (classes III et IVa) ; avec une absence de traces d'oxydation ou de réduction dans les 50 premiers centimètres (III) ou avec des horizons peu marqués (IVa) ;
- Douze sondages sont considérés comme non caractérisables (NC) ; avec un blocage dans les couches superficielles du sol (20-30 cm), ce qui peut être dû à une granulométrie trop importante dans les couches plus profondes, limitant le sondage à main, ou à la présence d'un sol compacté, car issu de remblais ou de remaniements du sol en profondeur. La partie sud du site s'inscrit sur des dépôts anthropiques (selon les données Info-Terre, BRGM) ; tandis que la partie nord du site se compose d'altérites de granite à gros grain (BRGM), ce qui pourrait expliquer, dans les deux cas, la difficulté de sonder en profondeur. Au vu du contexte topographique, de la caractérisation des autres sondages réalisés dans des contextes similaires sur site et de l'absence de stagnation d'eau, les zones considérées comme non caractérisées possèdent une très faible probabilité d'inclure des zones humides pédologiques.

Ainsi, l'AEI se caractérise essentiellement par la présence de zones humides floristiques et de surfaces en eau.



Figure 155 : Sondage pédologique, d'un sol non hydromorphe, sur site (ECO-STRATEGIE, 2024)

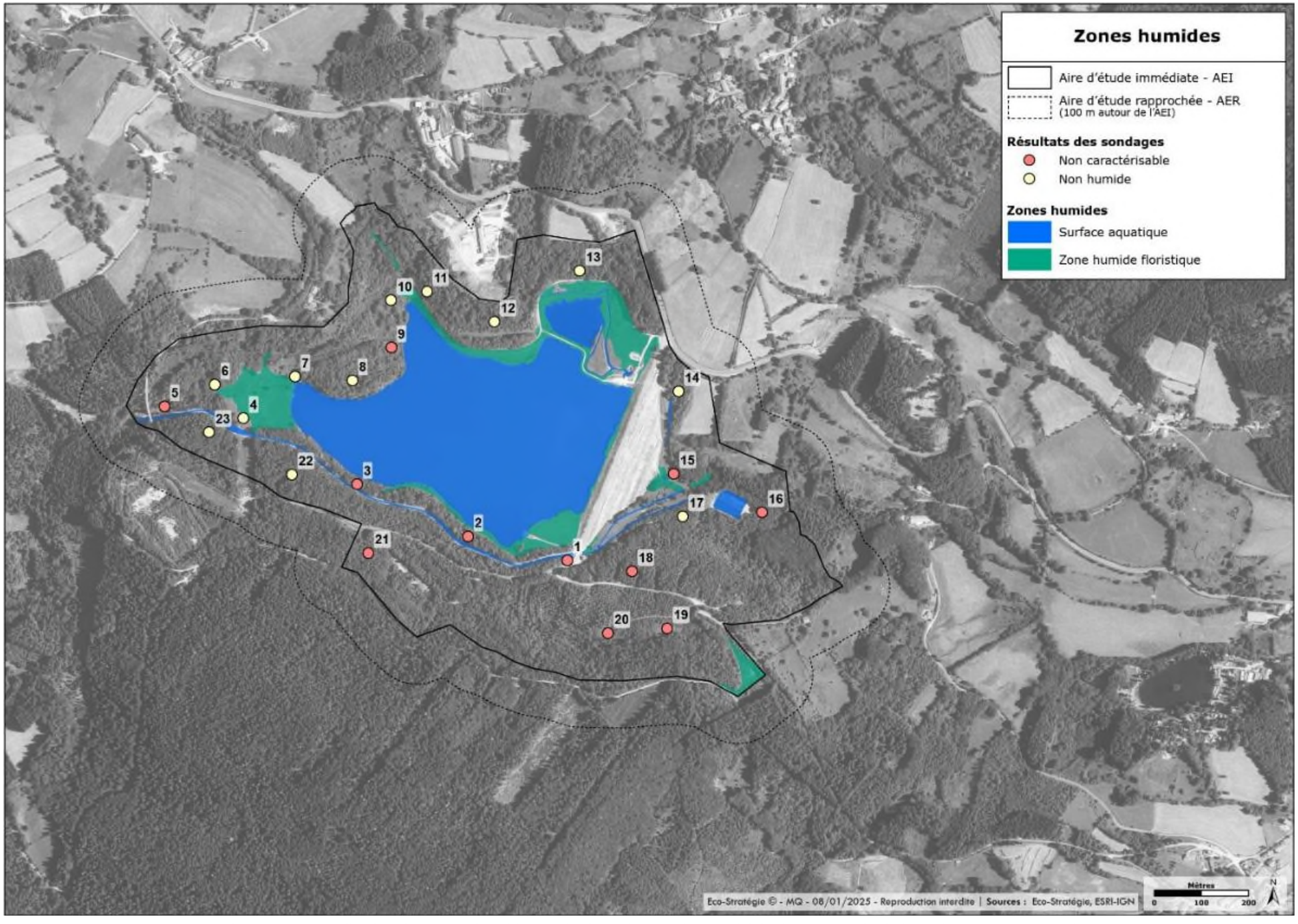


Figure 156 : Localisation des zones humides et résultats des sondages pédologiques au sein de l'AEI (ECO-STRATEGIE)

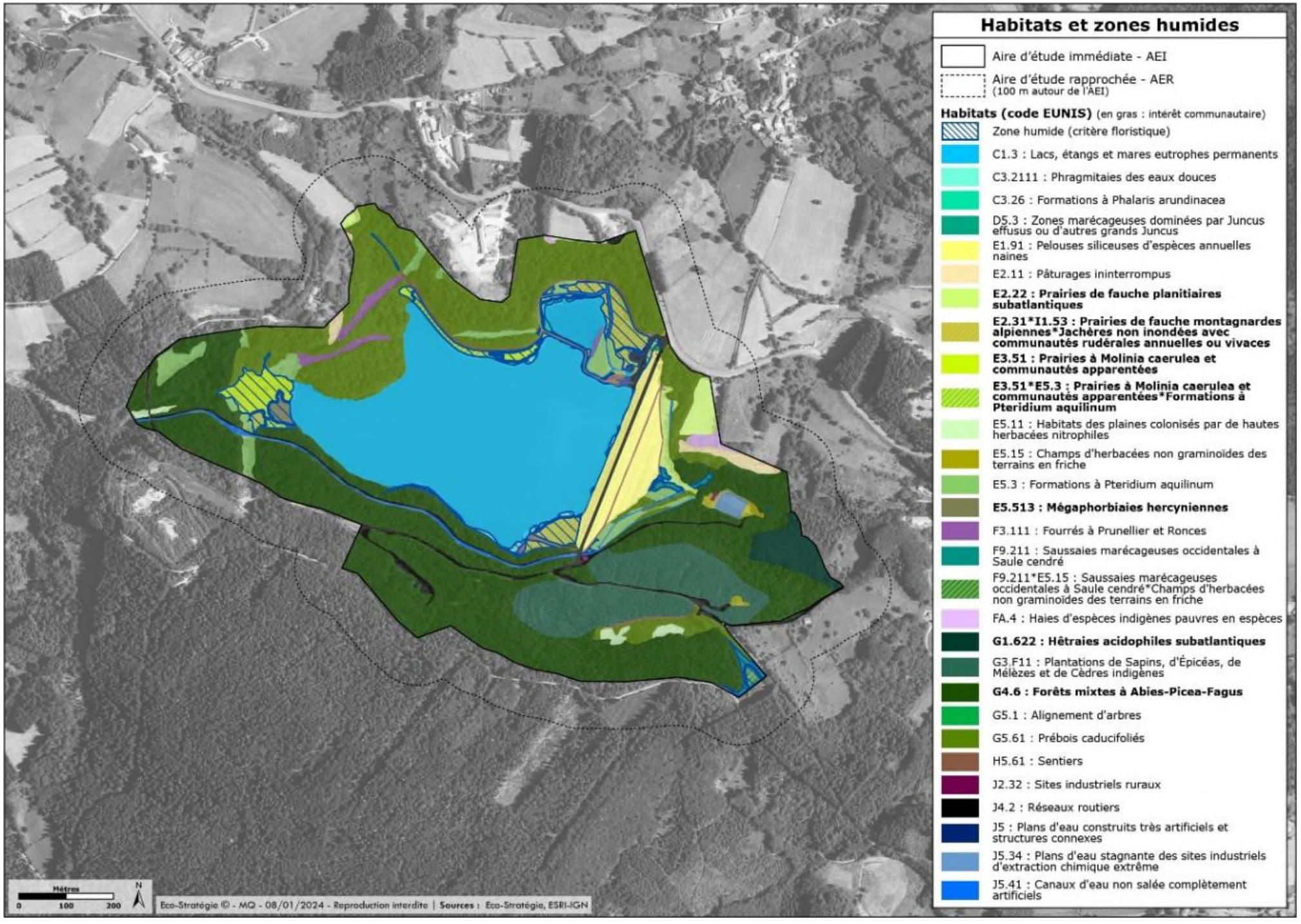


Figure 157 : Localisation des zones humides en fonction des habitats au sein de l'AEI

3.3.4.3 Fonctionnalités des zones humides

Les fonctionnalités sont définies à partir de la méthode développée par l'ONEMA (guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides, dans sa version V2 de septembre 2023).

Trois zones humides principales peuvent être différenciées autour du plan d'eau : la zone humide n°1 au nord, la zone n°2 au sud et la zone humide n°3 à l'ouest au niveau de la queue de l'étang.

Dans le cadre du présent dossier, les fonctionnalités « zones humides » ont été étudiées uniquement sur ces zones humides présentes sur les pourtours du plan d'eau. La ZH en pied de digue et celle de Belle-Chasse n'ont pas été étudiées du point de vue de leurs fonctionnalités. En effet, ces dernières de faibles dimensions sont difficiles à appréhender car :

- la zone humide en pied d'ouvrage est la résultante d'infiltrations d'eau à travers le barrage,
- la zone humide à l'extrême sud-est de l'aire d'étude n'est qu'une fraction d'une zone humide de bien plus grande ampleur à l'échelle du versant au sud de l'aire de l'AEI.

• Caractéristiques des zones humides n°1 et 2

Ce sont de **zones humides de dépressions**. Elles sont adjacentes à une étendue d'eau mais leurs flux d'eau en surface ne sont pas sous l'influence des flux d'eau provenant des variations du niveau d'eau dans l'étendue d'eau stagnante.

Les zones humides sont en contre-haut par rapport au niveau de l'eau du plan d'eau. Elles ont une surface respective de **2,42 ha et de 0,92 ha**.

Les zones humides de dépression sont dans des dépressions topographiques dont l'altitude des contours permet l'accumulation des eaux de surface dans la dépression, sans former de plan d'eau. Les sources principales d'eau sont les précipitations, les apports d'eaux souterraines et les ruissellements issus des terres hautes adjacentes.

Les habitats qui composent ces deux zones humides sont les suivants :

EUNIS	NOM	%
C3.2111	Phragmitaies des eaux douces	2,3%
C3.26	Formations à *Phalaris arundinacea*	7,9%
E2.31*I1.53	Prairies de fauche montagnardes alpiennes*Jachères non inondées avec communautés rudérales annuelles ou vivaces	62,8%
E3.51	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées	10,5%
E3.51*E5.3	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées*Formations à *Pteridium aquilinum*	16,5%

Tableau 41 : Habitats présents au niveau de la zone humide n°1

EUNIS	NOM	%
C3.2111	Phragmitaies des eaux douces	21%
C3.26	Formations à *Phalaris arundinacea*	7,2%
E2.31*I1.53	Prairies de fauche montagnardes alpiennes*Jachères non inondées avec communautés rudérales annuelles ou vivaces	60,1%
E3.51	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées	11,7%

Tableau 42 : Habitats présents au niveau de la zone humide n°2

Zones contributives

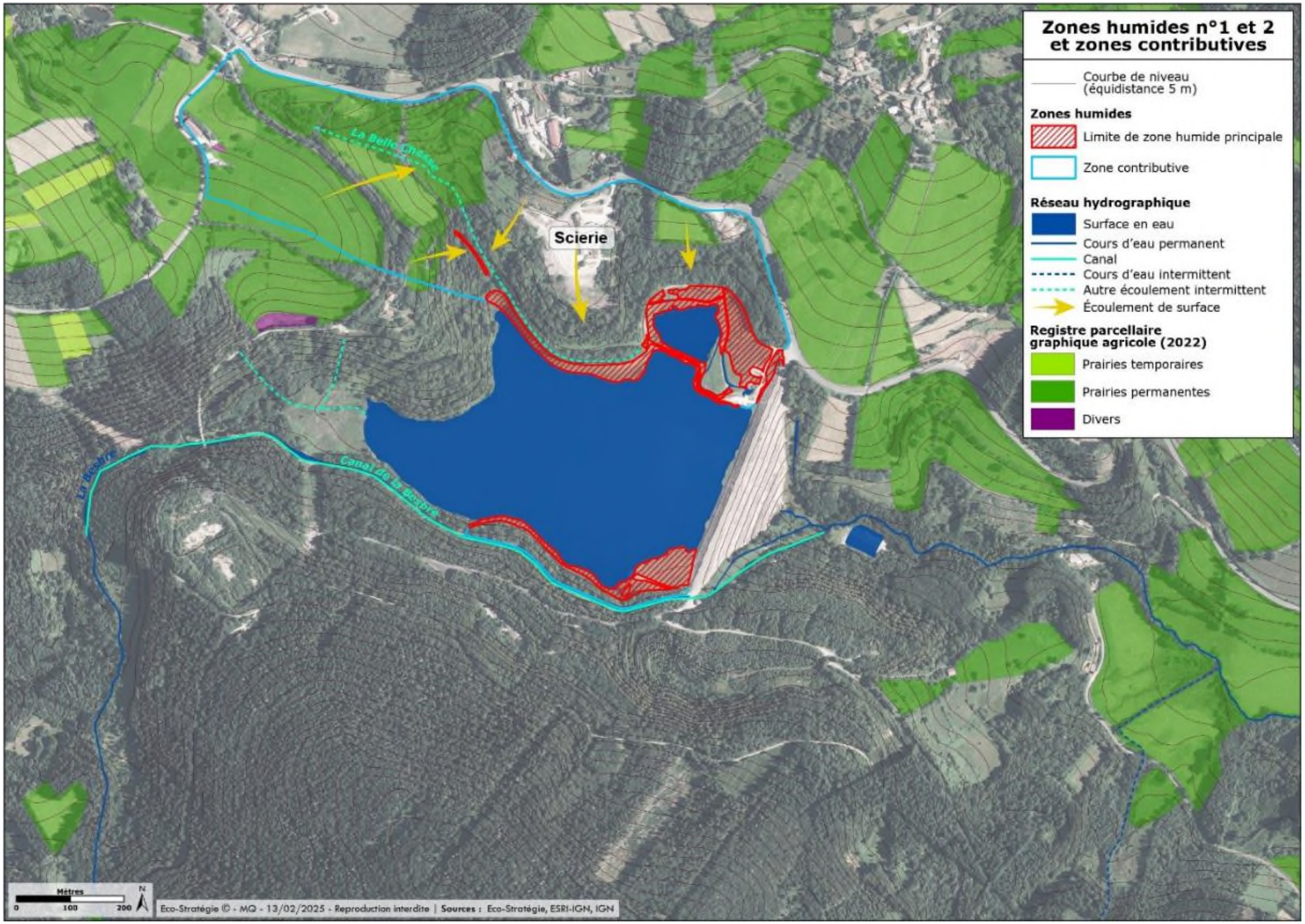
Les sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques de dépression ont le plus souvent une gamme de superficie de zones contributives variable, étant donné que la zone contributive correspond à l'étendue spatiale qui alimente la dépression.

Pour la zone humide n°1, la zone contributive correspond au bassin versant de la Bellechasse. Elle est délimitée au nord par la RD945.

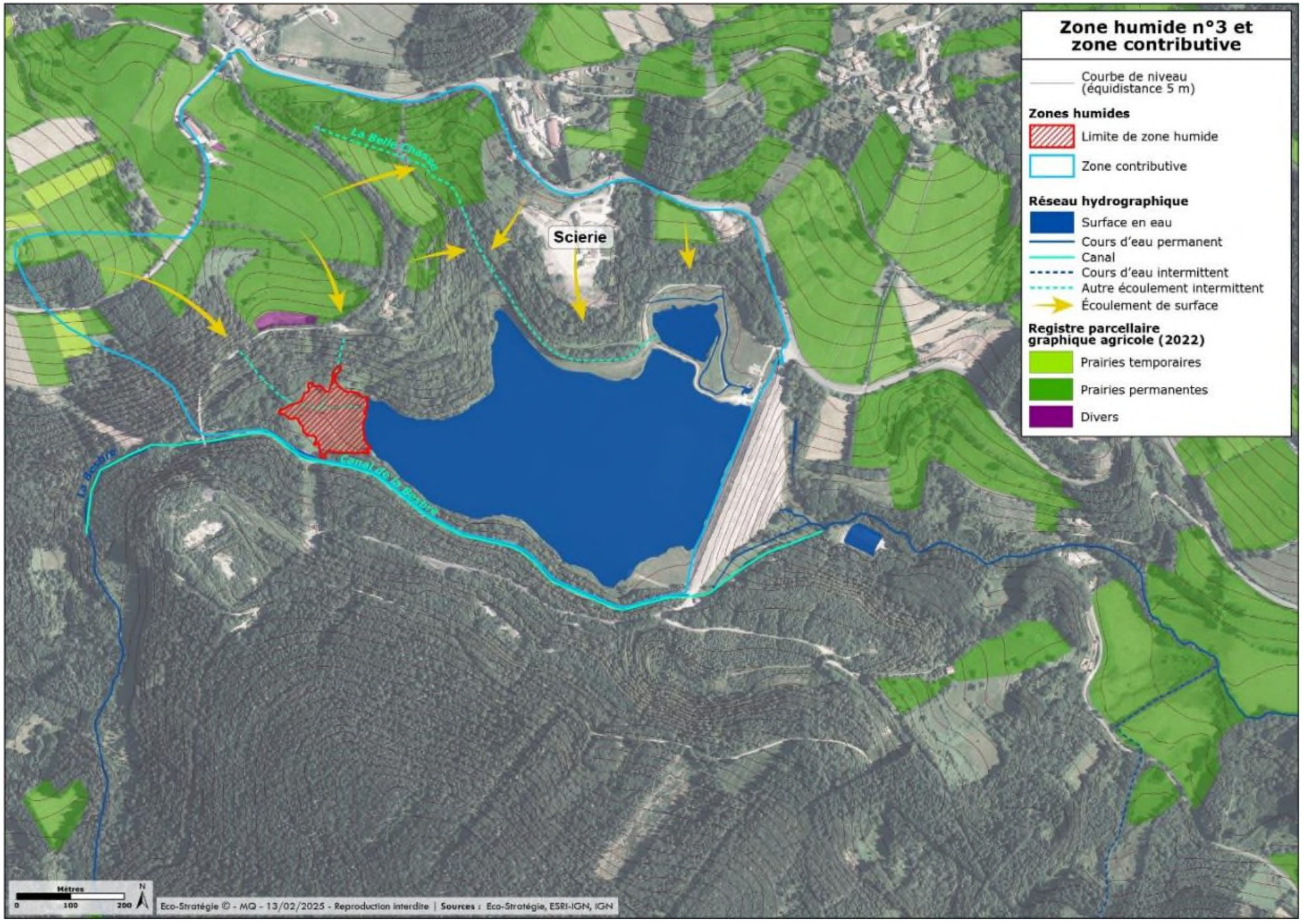
La zone contributive de la zone humide n°2 est plus petite (1,26 ha). Elle est limitée, sur sa partie sud, par le canal de la Besbre.

Zones tampons

La zone tampon joue un rôle de filtre entre la zone contributive et la zone humide. Elle est définie comme la zone **située dans une bande de 50 m en amont de la zone humide**. Elles sont entièrement occupées par un couvert végétal permanent.



Carte 18 : Zones humides n°1 et 2 et leur zone contributive associée



Carte 19 : Zones humides n°3 et sa zone contributive associée

- **Caractéristiques de la zone humide n°3**

La zone humide n°3 est une zone humide **« riveraine des étendues d'eau ».** Elle est associée au plan d'eau de Limouzat. Sa surface est de **1,42 ha.**

Les fluctuations de niveau d'eau dans l'étendue d'eau régulent le niveau d'eau dans la zone humide. Des sources supplémentaires en eau dans ces zones humides sont les précipitations et la décharge des eaux souterraines. **Dans le cas présent, la zone humide est également alimentée par les deux cours d'eau à écoulement temporaire qui la traverse.**
Les zones humides riveraines des étendues d'eau perdent leur eau par diffusion vers l'étendue d'eau adjacente après les inondations, par saturation du flux de surface et par évapotranspiration. La matière organique s'accumule habituellement dans les secteurs de la zone humide préservés de l'érosion des vagues sur les berges de l'étendue d'eau.
Les habitats qui la composent sont les suivants :

EUNIS	NOM	%
E2.31*I1.53	Prairies de fauche montagnardes alpiennes*Jachères non inondées avec communautés rudérales annuelles ou vivaces	7,9%
E3.51	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées	69,4%
E3.51*E5.3	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées*Formations à *Pteridium aquilinum*	6,6%
E5.513	Mégaphorbiaies hercyniennes	16,1%

Tableau 43 : Habitats présents au niveau de la zone humide n°3

Zone contributive

Les sites dans des systèmes hydrogéomorphologiques riverains des étendues d'eau peuvent avoir une gamme de superficie de zones contributives extrêmement grande étant donné que **la zone contributive correspond à l'étendue spatiale (bassin versant) qui alimente l'étendue d'eau**.

Elle est délimitée au nord par la RD495 et au sud par le canal de Besbre qui collecte tous les écoulements provenant du bassin versant amont.

Dans le cas présent, la zone contributive représente une surface de 82 ha environ composée à **50 % par des forêts de feuillus et de conifères, à 24 % par des prairies, à 24 % par une surface en eau et à 2 % par de l'urbain diffus** (routes, bâtiments, …).

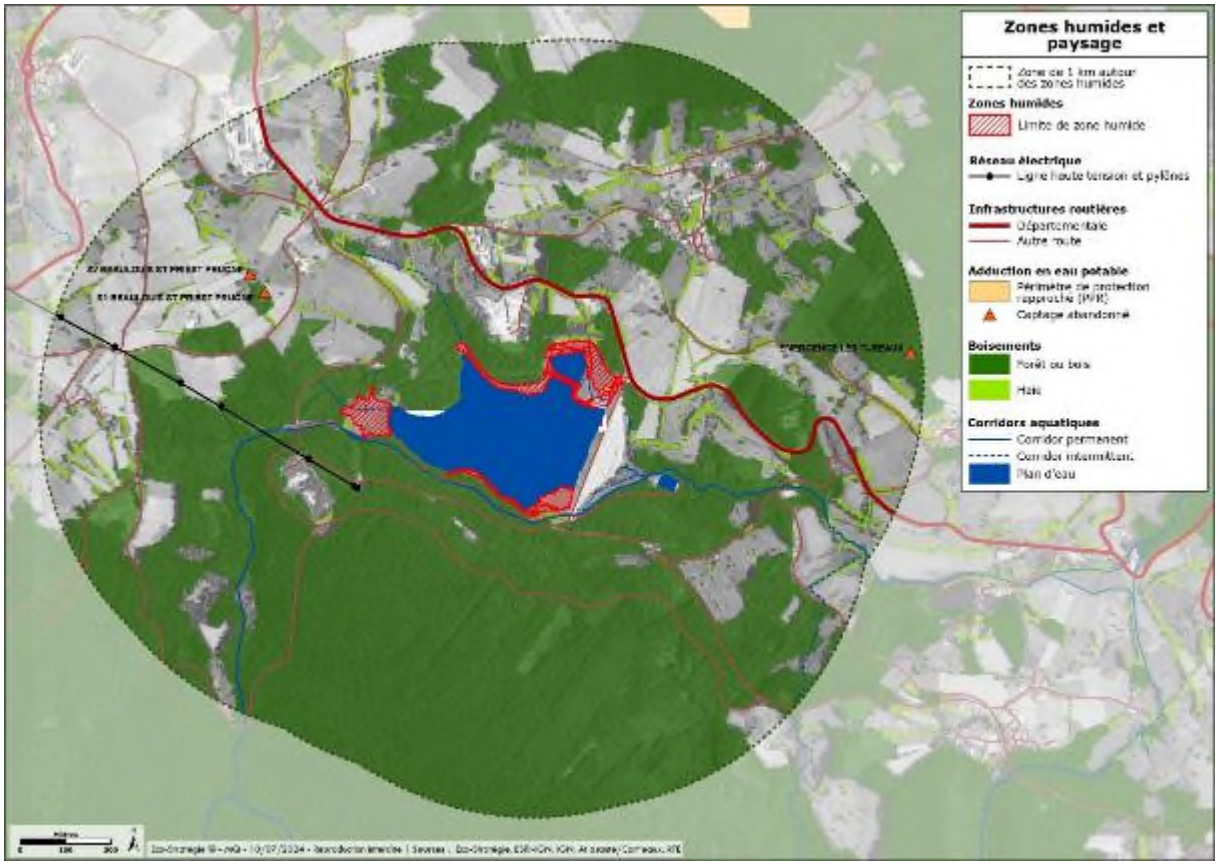
Les pressions anthropiques y sont faibles (pâture sur la partie ouest, scierie au nord, absence de routes, uniquement des chemins ou routes forestières). Elle présente une pente moyenne de 25 % au sud et à l'ouest et de 10 % environ au nord.

Zone tampon

La zone tampon joue un rôle de filtre entre la zone contributive et la zone humide. Elle est définie comme la **zone située dans une bande de 50 m en amont de la zone humide**. Dans le cas présent, elle représente une surface de 9,3 ha, entièrement occupée par un couvert végétal permanent.

3.3.4.4 Zone paysage

La zone paysage est commune aux trois zones humides.



Carte 20 : Zones humides et la zone paysage associée

3.3.4.5 Masse d'eau souterraine

Les trois zones humides sont situées au-dessus de la masse d'eau FRGG133. Il s'agit d'une masse d'eau affleurante, qui se recharge via les précipitations. Sa zone non saturée est composée d'altérites et présente une épaisseur de 80 m avec une capacité d'infiltration supérieure à 10^{-6} m/s.

La vulnérabilité intrinsèque de cette masse d'eau (combinaison entre l'Indice de Développement et de Persistance des Réseaux (IDPR) et l'épaisseur de la Zone Non-Saturée (ZNS)) est très faible.

3.3.4.6 Fonctions hydrologiques, biogéochimiques et biologiques de la zone humide n°1

Le tableau ci-dessous précise le rôle des différentes fonctions et sous-fonctions de la zone humide étudiée ainsi que l'expression de celles-ci à la vue de l'environnement du site. Les indicateurs détaillés dans la colonne « observations » du tableau ci-après sont ceux qui permettent d'évaluer l'intensité relative d'une sous-fonction.

Le détail des indicateurs est en annexe.

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions
Fonction hydrologique		
Ralentissement des ruissellements	Au niveau de la ZH : Couvert végétal majoritairement bas. Absence de fossés et de rigoles. Site non drainé. Au niveau de la zone contributive : Réseau hydrographique développé ➔ écoulements rapides vers l'aval. Zone contributive avec une forme intermédiaire ➔ concentration ralentie des écoulements vers l'aval.	Sous fonction bien présente. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Fonction qui s'exprime fortement du fait d'apports amont rapides. **Niveau d'expression** : ++
Recharge de nappe	Au niveau de la ZH : Absence de fossés, de rigoles. Site non drainé. ➔ Accroissement du temps de séjour des eaux. Nappe souterraine affleurante se rechargeant majoritairement par les précipitations. Au niveau de la zone contributive : Réseau hydrographique développé ➔ écoulements rapides vers l'aval. Zone contributive avec une forme intermédiaire ➔ concentration ralentie des écoulements vers l'aval.	Sous fonction présente au niveau de la ZH. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Fonction qui s'exprime fortement du fait d'apports amont rapides. **Niveau d'expression** : +++
Rétention des sédiments	Zone humide : Couvert végétal permanent très important (100%) et couvert végétal majoritairement bas. ➔ Stabilisation des sédiments. Absence de fossés, de rigoles, de drains souterrains et de ravinement. ➔ Réduction de l'évacuation des sédiments à l'aval. Zone contributive : Pas de surface cultivée ➔ pas d'apport de sédiments. Part construite et densité d'infrastructures de transport très réduites ➔ faible apport de sédiments.	Sous fonction bien présente et non altérée. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Peu utilisée par le site du fait du faible apport en sédiments par la zone contributive. **Niveau d'expression** : +
Soutien d'étiage	Au niveau de la ZH : Surface arborée très faible ➔ augmentation de l'évapotranspiration Absence de fossés et de rigoles. Site non drainé. Au niveau de la zone contributive : Réseau hydrographique développé ➔ écoulements rapides vers l'aval.	Sous fonction bien présente. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions
Fonction biogéochimique / Épuratrice		
Dénitrification des nitrates Assimilation végétale de l'azote Adsorption et précipitation du phosphore	<u>Au niveau de la ZH :</u> Couvert végétal permanent très important sans export de biomasse ➔ réduction du lessivage et assimilation facilitée des nutriments, du phosphore et de l'azote. Absence de ravinement, drains ou fossés ➔ réduction du lessivage des nutriments à l'aval. La densité des rigoles est nulle ce qui favorise un temps de séjour des eaux long et réduit les flux hydro-sédimentaires vers l'aval. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> Part enherbée assez réduite Pas de surface cultivée détectée. Part construite très réduite ➔ faible apport de nutriments.	Sous fonctions très présentes et non altérées. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Les fonctions s'expriment peu compte tenu des faibles apports en nutriments de la zone contributive. **Niveau d'expression** : +
Séquestration du carbone	<u>Au niveau de la ZH :</u> Couvert intermédiaire. Pas de couvert arboré.	La séquestration de carbone est peu active sur le site. **Niveau de fonctionnalité** : + **Niveau d'expression** : +
Accomplissement du cycle biologique des espèces / Fonctions écologiques		
Réservoir de biodiversité (support des habitats)	<u>Au niveau de la ZH :</u> Nombre d'habitats naturels assez élevé (5 habitats) et répartition équilibrée. Part d'habitats hydrophiles assez importante (37%) et assez réduite pour les habitats non hydrophiles (63%) Emprise d'habitat naturel très forte (pas d'activité anthropique sur le site). Forte fragmentation des habitats. Absence d'espèces invasives. <u>Dans le paysage :</u> Grands nombres de milieux naturels avec une emprise importante. Répartition des milieux naturels assez équilibrée. Anthropisation (culture et urbanisation) très réduite.	Sous fonction présente et peu altérée. Le site présente des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de longues périodes. L'analyse écologique permet de conclure au fait que les zones humides étudiées sont favorables à l'avifaune des milieux ouverts (reproduction, alimentation), aux chiroptères (secteurs de chasse, aux amphibiens

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions
		(reproduction) et à l'entomofaune. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++
Corridors écologiques (connexion des habitats)	<u>Au niveau de la ZH :</u> Habitats assez différents du paysage <u>Dans le paysage :</u> Densité des corridors boisés et des corridors aquatiques permanents assez importante. Anthropisation (culture et urbanisation) très réduite.	ZH présentant un rôle modéré vis-à-vis des corridors écologiques. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++

Tableau 44 : Synthèse des fonctions et sous-fonctions de la zone humide n°1 ainsi que de leur niveau d'expression

3.3.4.7 Fonctions hydrologiques, biogéochimiques et biologiques de la zone humide n°2

Le tableau ci-dessous précise le rôle des différentes fonctions et sous-fonctions de la zone humide étudiée ainsi que l'expression de celles-ci à la vue de l'environnement du site. Les indicateurs détaillés dans la colonne « observations » du tableau ci-après sont ceux qui permettent d'évaluer l'intensité relative d'une sous-fonction.

Le détail des indicateurs est en annexe.

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions
Fonction hydrologique		
Ralentissement des ruissellements	<u>Au niveau de la ZH :</u> Couvert végétal majoritairement bas. Absence de fossés et de rigoles. Site non drainé. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> Réseau hydrographique très peu développé ➔ écoulements lents vers l'aval. Zone contributive avec une forme intermédiaire ➔ concentration ralentie des écoulements vers l'aval.	Sous fonction bien présente. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Fonction qui s'exprime peu du fait d'apports amont lents. **Niveau d'expression** : ++

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions
Recharge de nappe	<u>Au niveau de la ZH :</u> Absence de fossés, de rigoles. Site non drainé. ➔ Accroissement du temps de séjour des eaux. Nappe souterraine affleurante se rechargeant majoritairement par les précipitations. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> Réseau hydrographique très peu développé ➔ écoulements lents vers l'aval.	Sous fonction présente au niveau de la ZH. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Fonction qui s'exprime fortement du fait d'apports amont lents. **Niveau d'expression** : +
Rétention des sédiments	<u>Zone humide :</u> Couvert végétal permanent très important (100%) et couvert végétal majoritairement bas. ➔ Stabilisation des sédiments. Absence de fossés, de rigoles, de drains souterrains et de ravinement. ➔ Réduction de l'évacuation des sédiments à l'aval. <u>Zone contributive :</u> Pas de surface cultivée ➔ pas d'apport de sédiments. Pas de surface construite ou d'infrastructures de transport ➔ pas d'apport de sédiments.	Sous fonction bien présente et non altérée. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Peu utilisée par le site du fait du faible apport en sédiments par la zone contributive. **Niveau d'expression** : +
Soutien d'étiage	<u>Au niveau de la ZH :</u> Surface arborée très faible ➔ augmentation de l'évapotranspiration Absence de fossés et de rigoles. Site non drainé. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> Réseau hydrographique développé ➔ écoulements rapides vers l'aval.	Sous fonction bien présente. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions
Fonction biogéochimique / Épuratrice		
Dénitrification des nitrates Assimilation végétale de l'azote Adsorption et précipitation du phosphore	<u>Au niveau de la ZH :</u> Couvert végétal permanent très important sans export de biomasse ➔ réduction du lessivage et assimilation facilitée des nutriments, du phosphore et de l'azote. Absence de ravinement, drains ou fossés ➔ réduction du lessivage des nutriments à l'aval. La densité des rigoles est nulle ce qui favorise un temps de séjour des eaux long et réduit les flux hydro-sédimentaires vers l'aval. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> Pas de surface cultivée, enherbée ou construite. Zone contributive entièrement boisée ➔ pas d'apport de nutriments.	Sous fonctions très présentes et non altérées. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Les fonctions s'expriment peu compte tenu des faibles apports en nutriments de la zone contributive. **Niveau d'expression** : +
Séquestration du carbone	<u>Au niveau de la ZH :</u> Couvert intermédiaire. Pas de couvert arboré.	La séquestration de carbone est peu active sur le site. **Niveau de fonctionnalité** : + **Niveau d'expression** : +
Accomplissement du cycle biologique des espèces / Fonctions écologiques		
Réservoir de biodiversité (support des habitats)	<u>Au niveau de la ZH :</u> Nombre d'habitats naturels assez élevé (4 habitats) et répartition équilibrée. Part d'habitats hydrophiles assez importante (40%) et assez réduite pour les habitats non hydrophiles (60%) Emprise d'habitat naturel très forte (pas d'activité anthropique sur le site). Forte fragmentation des habitats. Absence d'espèces invasives. <u>Dans le paysage :</u> Grands nombres de milieux naturels avec une emprise importante. Répartition des milieux naturels assez équilibrée. Anthropisation (culture et urbanisation) très réduite.	Sous fonction présente et peu altérée. Le site présente des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de longues périodes. L'analyse écologique permet de conclure au fait que les zones humides étudiées sont favorables à l'avifaune des milieux ouverts (reproduction, alimentation), aux chiroptères (secteurs de chasse, aux amphibiens (reproduction) et à l'entomofaune. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions
Corridors écologiques (connexion des habitats)	Au niveau de la ZH : Habitats assez différents du paysage Dans le paysage : Densité des corridors boisés et des corridors aquatiques permanents assez importante. Anthropisation (culture et urbanisation) très réduite.	ZH présentant un rôle modéré vis-à-vis des corridors écologiques. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++

Tableau 45 : Synthèse des fonctions et sous-fonctions de la zone humide n°2 ainsi que de leur niveau d'expression

3.3.4.8 Fonctions hydrologiques, biogéochimiques et biologiques de la zone humide n°3

Le tableau ci-dessous précise le rôle des différentes fonctions et sous-fonctions de la zone humide étudiée ainsi que l'expression de celles-ci à la vue de l'environnement du site. Les indicateurs détaillés dans la colonne « observations » du tableau ci-après sont ceux qui permettent d'évaluer l'intensité relative d'une sous-fonction.

Le détail des indicateurs est en annexe.

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions
Fonction hydrologique		
Atténuation du débit de crue	Au niveau de la ZH : Absence de fossés, de rigoles ou de drains souterrains. Présence fort probable d'un horizon histique (tourbe) en surface. Sols para-tourbeux. Au niveau de la zone contributive : Zone contributive avec une forme intermédiaire.	Sous fonction bien présente et non altérée. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Elle joue un rôle important compte tenu de la proximité immédiate de la zone humide avec le plan d'eau : les fonctions hydrologiques sont favorisées. **Niveau d'expression** : +++
Ralentissement des ruissellements	Au niveau de la ZH : Absence de fossés et de rigoles. Site non drainé. Au niveau de la zone contributive : Zone contributive avec un réseau hydrographique très développé ➔ écoulements rapides vers l'aval. Zone contributive avec une forme intermédiaire.	Sous fonction bien présente. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Fonction qui s'exprime compte tenu des écoulements amonts rapides. **Niveau d'expression** : ++

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions
Recharge de nappe	<u>Au niveau de la ZH :</u> Absence de fossés, de rigoles et de drains au niveau du site et de la zone tampon. Sols para-tourbeux. Nappe souterraine affleurante se rechargeant majoritairement par les précipitations. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> zone contributive avec un réseau hydrographique très développé ➔ écoulements rapides vers l'aval Zone contributive avec une forme intermédiaire.	Sous fonction présente au niveau de la ZH malgré une faible conductivité des sols en surface. **Niveau de fonctionnalité** : ++ Fonction qui s'exprime fortement du fait d'apports amont lents. **Niveau d'expression** : +++
Rétention des sédiments	<u>Zone humide :</u> Couvert végétal permanent très important sans export de biomasse. Absence de fossés, de rigoles ou de drains souterrains. Présence forte probable d'un horizon histique en surface. <u>Zone contributive :</u> Pas de surface cultivée ➔ pas d'apport de sédiments. Part construite (0,4%) et densité d'infrastructures (1 km/100 ha) de transport très réduites ➔ faible apport de sédiments.	Sous fonction bien présente et non altérée. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Peu utilisée par le site du fait du faible apport en sédiments par la zone contributive. **Niveau d'expression** : +
Fonction biogéochimique / Épuratrice		
Dénitrification des nitrates Assimilation végétale de l'azote Adsorption et précipitation du phosphore	<u>Au niveau de la ZH :</u> Couvert végétal permanent très important dans export de biomasse ➔ réduction du lessivage et assimilation facilitée des nutriments, du phosphore et de l'azote. Absence de ravinement, drains ou fossés ➔ réduction du lessivage des nutriments à l'aval. La densité des rigoles est nulle ce qui favorise un temps de séjour des eaux long et réduit les flux hydro-sédimentaires vers l'aval. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> Part enherbée assez réduite (25,3%) Pas de surface cultivée détectée. Part construite très réduite (0,4%) ➔ faible apport de nutriments.	Sous fonctions très présentes et non altérées. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Les fonctions s'expriment peu compte tenu des faibles apports en nutriments de la zone contributive. **Niveau d'expression** : +

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions
Séquestration du carbone	<u>Au niveau de la ZH :</u> Couvert intermédiaire. Pas de couvert arboré. Présence de tourbe favorable à la séquestration du carbone.	La séquestration de carbone est active sur le site. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : +
Accomplissement du cycle biologique des espèces / Fonctions écologiques		
Réservoir de biodiversité (support des habitats)	<u>Au niveau de la ZH :</u> Nombre d'habitats naturels assez élevé (4 habitats) et répartition équilibrée. Part d'habitats hydrophiles très réduite (7 %) et très importante pour les habitats non hydrophiles (93 %) Emprise d'habitat naturel forte (pas d'activité anthropique sur le site). Fragmentation des habitats très faible. Pas d'espèces invasives. <u>Dans le paysage :</u> Grands nombres de milieux naturels avec une emprise importante. Répartition des milieux naturels assez équilibrée. Anthropisation (culture et urbanisation) très réduite.	Sous fonction présente et peu altérée. Le site présente des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de longues périodes. L'analyse écologique permet de conclure au fait que les zones humides étudiées sont favorables à l'avifaune des milieux ouverts (reproduction, alimentation), aux chiroptères (secteurs de chasse, aux amphibiens (reproduction) et à l'entomofaune. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++
Corridors écologiques (connexion des habitats)	<u>Au niveau de la ZH :</u> Habitats assez différents du paysage. <u>Dans le paysage :</u> Densité des corridors boisés et des corridors aquatiques permanents assez importante. Anthropisation (culture et urbanisation) très réduite.	ZH présentant un rôle modéré vis-à-vis des corridors écologiques. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++

Tableau 46 : Synthèse des fonctions et sous-fonctions de la zone humide n°3 ainsi que de leur niveau d'expression

3.3.4.9 Synthèse sur les zones humides observées

L'AEI inclut 5,49 ha de zones humides floristiques (prairies humides, mégaphorbiaies, roselières, fourrés humides) et 20,86 ha de surfaces aquatiques (plans d'eau, cours d'eau, canaux).
L'AEI ne comprend aucune zone humide caractérisée par la pédologie (sols non hydromorphes ou non caractérisables).
L'AEI s'inscrit au sein d'un réseau hydrologique marqué et fonctionnel, notamment autour du principal plan d'eau ; bien que certains éléments soient d'origine anthropique (bassins, canaux, retenue, etc.).
L'enjeu vis-à-vis des zones humides est évalué comme fort pour les abords du principal plan d'eau (majorité des zones humides floristiques) ; modéré pour les autres zones humides ; à très faible pour le reste du site.
L'ensemble des fonctions de la zone humide sont bien conservées que ce soient les fonctions hydrologiques, biogéochimiques ou écologiques. Concernant les fonctions épuratrices, elles s'expriment peu compte tenu du très faible apport en sédiments et nutriments des zones contributives.

3.3.5 La faune

3.3.5.1 Avifaune

- **Bibliographie**

La majorité des espèces d'oiseaux étant protégée au niveau national, seules les espèces patrimoniales sont présentées ci-dessous.

La bibliographie mentionne 90 espèces patrimoniales d'oiseaux, dont **50 sont potentielles sur site**.

Nombre d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
90	76	90	25

Tableau 47 : Synthèse de l'avifaune patrimoniale mentionnée dans la bibliographie

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN (N)	LRR (N)	ZN.	PN	DO	Potentialité de présence
Aigle royal *Aquila chrysaetos*	VU	VU	Dn	PN	DOI	Peu probable
Alouette des champs *Alauda arvensis*	NT	VU	-	C	-	Possible
Alouette lulu *Lullula arborea*	LC	VU	Dn	PN	DOI	Possible
Autour des palombes *Accipiter gentilis*	LC	LC	Dn	PN	-	Possible
Balbuzard pêcheur *Pandion haliaetus*	VU	RE	-	PN	DOI	Peu probable
Bécasse des bois *Scolopax rusticola*	LC	NT	Dn	C	-	Possible
Bécassine des marais *Gallinago gallinago*	CR	CR	Dn	C	-	Possible
Bec-croisé des sapins *Loxia curvirostra*	LC	LC	Dn	PN	-	Possible
Bondrée apivore *Pernis apivorus*	LC	NT	Dn	PN	DOI	Probable
Bouvreuil pivoine *Pyrrhula pyrrhula*	VU	LC	-	PN	-	Probable
Bruant des roseaux *Emberiza schoeniclus*	EN	VU	Dn	PN	-	Possible
Bruant jaune *Emberiza citrinella*	VU	VU	Dn	PN	-	Probable
Bruant ortolan *Emberiza hortulana*	EN	CR	Dn	PN	DOI	Peu probable
Bruant proyer *Emberiza calandra*	LC	CR	Dn	PN	-	Peu probable
Busard des roseaux *Circus aeruginosus*	NT	VU	Dn	PN	DOI	Peu probable
Busard Saint-Martin *Circus cyaneus*	LC	VU	Dn/Dh	PN	DOI	Peu probable
Buse variable *Buteo buteo*	LC	NT	-	PN	-	Très probable

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN (N)	LRR (N)	ZN.	PN	DO	Potentialité de présence
Caille des blés *Coturnix coturnix*	LC	VU	Dn	C	-	Peu probable
Canard pilet *Anas acuta*	NA	NA	Dh	C	-	Peu probable
Canard souchet *Spatula clypeata*	LC	CR	Dn	C	-	Peu probable
Cassenoix moucheté *Nucifraga caryocatactes*	LC	LC	Dn	PN	-	Possible
Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*	VU	LC	-	PN	-	Très probable
Chevalier culblanc *Tringa ochropus*	-	-	Dh	PN	-	Possible
Chevalier guignette *Actitis hypoleucos*	NT	CR	Dn	PN	-	Possible
Chevêche d'Athéna *Athene noctua*	LC	VU	Dn	PN	-	Peu probable
Chevêchette d'Europe *Glaucidium passerinum*	NT	VU	Dn	PN	DOI	Possible
Choucas des tours *Corvus monedula*	LC	NT	-	PN	-	Peu probable
Chouette de Tengmalm *Aegolius funereus*	LC	VU	Dn	PN	DOI	Possible
Cigogne blanche *Ciconia ciconia*	LC	VU	Dn	PN	DOI	Peu probable
Cigogne noire *Ciconia nigra*	EN	NA	Dn	PN	DOI	Peu probable
Cincle plongeur *Cinclus cinclus*	LC	LC	Dn	PN	-	Probable
Circaète Jean-le-Blanc *Circaetus gallicus*	LC	NT	Dn	PN	DOI	Peu probable
Effraie des clochers *Tyto alba*	LC	VU	Dn	PN	-	Peu probable
Faucon crécerelle *Falco tinnunculus*	NT	LC	-	PN	-	Possible
Faucon hobereau *Falco subbuteo*	LC	LC	Dn	PN	-	Probable
Faucon pèlerin *Falco peregrinus*	LC	VU	Dn	PN	DOI	Peu probable
Fauvette des jardins *Sylvia borin*	NT	LC	Dn	PN	-	Probable
Fauvette grisette *Sylvia communis*	LC	NT	-	PN	-	Peu probable
Gélinotte des bois *Bonasa bonasia*	NT	NT	Dn	C	DOI	Peu probable
Gobemouche gris *Muscicapa striata*	NT	NT	Dn	PN	-	Possible
Gobemouche noir *Ficedula hypoleuca*	VU	VU	Dn	PN	-	Possible
Grand corbeau *Corvus corax*	LC	LC	Dn	PN	-	Peu probable
Grand-duc d'Europe *Bubo bubo*	LC	VU	Dn	PN	DOI	Possible

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN (N)	LRR (N)	ZN.	PN	DO	Potentialité de présence
Grande aigrette *Ardea alba*	NT	NA	Dh	PN	DOI	Possible
Grèbe castagneux *Tachybaptus ruficollis*	LC	LC	Dn	PN	-	Possible
Grèbe huppé *Podiceps cristatus*	LC	LC	Dn	PN	-	Possible
Grimpereau des bois *Certhia familiaris*	LC	LC	Dn	PN	-	Probable
Grive litorne *Turdus pilaris*	LC	LC	Dn	C	-	Possible
Grue cendrée *Grus grus*	CR	NA	Dh	PN	DOI	Peu probable
Guêpier d'Europe *Merops apiaster*	LC	VU	Dn	PN	-	Peu probable
Héron cendré *Ardea cinerea*	LC	LC	Dn	PN	-	Très probable
Héron pourpré *Ardea purpurea*	LC	CR	Dn	PN	DOI	Peu probable
Hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum*	NT	VU	-	PN	-	Possible
Hirondelle rustique *Hirundo rustica*	NT	EN	-	PN	-	Possible
Huppe fasciée *Upupa epops*	LC	CR	Dn	PN	-	Peu probable
Linotte mélodieuse *Linaria cannabina*	VU	LC	-	PN	-	Possible
Locustelle tachetée *Locustella naevia*	NT	CR	Dn	PN	-	Peu probable
Martinet noir *Apus apus*	NT	LC	-	PN	-	Possible
Martin-pêcheur d'Europe *Alcedo atthis*	VU	VU	Dn	PN	DOI	Possible
Merle à plastron *Turdus torquatus*	LC	LC	Dn	PN	-	Peu probable
Mésange boréale *Poecile montanus*	VU	LC	Dn	PN	-	Possible
Milan noir *Milvus migrans*	LC	LC	-	PN	DOI	Possible
Milan royal *Milvus milvus*	VU	CR	Dn/Dh	PN	DOI	Peu probable
Moineau domestique *Passer domesticus*	LC	NT	-	PN	-	Possible
Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus*	NT	LC	Dn	PN	-	Peu probable
Perdrix grise *Perdix perdix*	LC	CR	-	C	-	Peu probable
Pic épeichette *Dendrocopos minor*	VU	LC	-	PN	-	Possible
Pic noir *Dryocopus martius*	LC	LC	-	PN	DOI	Probable
Pie bavarde *Pica pica*	LC	NT	-	C	-	Peu probable

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN (N)	LRR (N)	ZN.	PN	DO	Potentialité de présence
Pie-grièche écorcheur *Lanius collurio*	NT	LC	Dn	PN	DOI	Peu probable
Pie-grièche grise *Lanius excubitor*	EN	CR	Dn	PN	-	Peu probable
Pigeon colombin *Columba oenas*	LC	VU	Dn	C	-	Possible
Pinson du Nord *Fringilla montifringilla*	-	-	Dh	PN	-	Possible
Pipit farlouse *Anthus pratensis*	VU	LC	Dn	PN	-	Possible
Pouillot fitis *Phylloscopus trochilus*	NT	NT	Dn	PN	-	Possible
Pouillot siffleur *Phylloscopus sibilatrix*	NT	CR	Dn	PN	-	Possible
Râle d'eau *Rallus aquaticus*	NT	VU	Dn	C	-	Possible
Roitelet huppé *Regulus regulus*	NT	LC	-	PN	-	Très probable
Serin cini *Serinus serinus*	VU	LC	-	PN	-	Possible
Tarier des prés *Saxicola rubetra*	VU	VU	Dn	PN	-	Peu probable
Tarier pâtre *Saxicola rubicola*	NT	LC	-	PN	-	Peu probable
Tarin des aulnes *Spinus spinus*	LC	DD	Dn	PN	-	Probable
Torcol fourmilier *Jynx torquilla*	LC	VU	Dn	PN	-	Peu probable
Tourterelle des bois *Streptopelia turtur*	VU	NT	Dn	C	-	Peu probable
Traquet motteux *Oenanthe oenanthe*	NT	LC	Dn	PN	-	Peu probable
Vanneau huppé *Vanellus vanellus*	NT	CR	Dn	C	-	Peu probable
Vautour fauve *Gyps fulvus*	LC	VU	-	PN	DOI	Peu probable
Vautour moine *Aegypius monachus*	EN	NA	-	PN	DOI	Peu probable
Venturon montagnard *Carduelis citrinella*	NT	LC	Dn	PN	-	Peu probable
Verdier d'Europe *Chloris chloris*	VU	LC	-	PN	-	Possible

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) / (N) Nidification : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / EN En danger / CR En danger critique / RE Régionalement éteinte / NA Non applicable / DD Données insuffisantes
ZNIEFF : Dn Déterminante si nicheuse / Dh Déterminante si hivernante
Protection : PN Protection nationale / C chassable

Directive Oiseaux (DO) : DOI Espèce d'intérêt communautaire

Tableau 48 : Liste de l'avifaune patrimoniale mentionnée dans la bibliographie

- **Résultats d'inventaire**

L'inventaire mené a permis de recenser un total de **57 espèces d'oiseaux** sur l'AEI et ses abords. La liste complète des espèces de l'avifaune contactées est présentée en annexe.

Nombre d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
58	51	24	7

Tableau 49 : Bilan de l'inventaire de l'avifaune sur l'AEI et ses abords (ECO-STRATEGIE)

- **Utilisation du site par l'avifaune nicheuse**

L'inventaire mené a permis de recenser **38 espèces nicheuses** d'oiseaux sur l'AEI et ses abords.

Nombre total d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
AEI			
36	30	8	2
Hors AEI			
2	2	2	1

Tableau 50 : Bilan de l'inventaire de l'avifaune nicheuse sur l'AEI et ses abords

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN (N)	LRR (N)	ZN.	PN	DO	Statut biologique	Enjeu
Alouette lulu *Lullula arborea*	LC	VU	Dn	PN	DOI	R1	**Modéré**
Bergeronnette des ruisseaux *Motacilla cinerea*	LC	LC	-	PN	-	R2	**Faible**
Bergeronnette grise *Motacilla alba*	LC	LC	-	PN	-	R2	**Faible**
Bouvreuil pivoine *Pyrrhula pyrrhula*	VU	LC	-	PN	-	R1	**Modéré**
Buse variable *Buteo buteo*	LC	NT	-	PN	-	R1	**Faible**
Canard colvert *Anas platyrhynchos*	LC	LC	-	C	-	R1	**Très faible**
Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*	VU	LC	-	PN	-	R1	**Modéré**
Chouette hulotte *Strix aluco*	LC	LC	-	PN	-	R2	**Faible**
Cincle plongeur *Cinclus cinclus*	LC	LC	Dn	PN	-	R2	**Faible**
Coucou gris *Cuculus canorus*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Engoulevent d'Europe *Caprimulgus europaeus*	LC	LC	Dn	PN	DOI	RX	**Faible**
Fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*	LC	LC	-	PN	-	R2	**Faible**
Geai des chênes *Garrulus glandarius*	LC	LC	-	C	-	R2	**Très faible**

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN (N)	LRR (N)	ZN.	PN	DO	Statut biologique	Enjeu
Grèbe huppé *Podiceps cristatus*	LC	LC	Dn	PN	-	R1	**Faible**
Grimpereau des bois *Certhia familiaris*	LC	LC	Dn	PN	-	RX	**Faible**
Grimpereau des jardins *Certhia brachydactyla*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Grive draine *Turdus viscivorus*	LC	LC	-	C	-	R1	**Très faible**
Grive musicienne *Turdus philomelos*	LC	LC	-	C	-	R1	**Très faible**
Merle noir *Turdus merula*	LC	LC	-	C	-	R2	**Très faible**
Mésange à longue queue *Aegithalos caudatus*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Mésange bleue *Cyanistes caeruleus*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Mésange charbonnière *Parus major*	LC	LC	-	PN	-	R2	**Faible**
Mésange huppée *Lophophanes cristatus*	LC	LC	-	PN	-	R3	**Faible**
Mésange noire *Periparus ater*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Mésange nonnette *Poecile palustris*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Pic épeiche *Dendrocopos major*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Pic noir *Dryocopus martius*	LC	LC	-	PN	DOI	R1	**Modéré**
Pic vert *Picus viridis*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Pigeon ramier *Columba palumbus*	LC	LC	-	C	-	R2	**Très faible**
Pinson des arbres *Fringilla coelebs*	LC	LC	-	PN	-	R2	**Faible**
Pouillot de Bonelli *Phylloscopus bonelli*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Pouillot véloce *Phylloscopus collybita*	LC	LC	-	PN	-	R2	**Faible**
Roitelet à triple bandeau *Regulus ignicapilla*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Roitelet huppé *Regulus regulus*	NT	LC	-	PN	-	R2	**Faible**
Rougegorge familier *Erithacus rubecula*	LC	LC	-	PN	-	R2	**Faible**
Rougequeue noir *Phoenicurus ochruros*	LC	LC	-	PN	-	R3	**Faible**
Sittelle torchepot *Sitta europaea*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes*	LC	LC	-	PN	-	R2	**Faible**

Légende :

Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) / (N) Nidification : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable
ZNIEFF (ZN.) : Dn Déterminante si nicheuse
Protection : PN Protection nationale / C Chassable
Directive Oiseaux (DO) : DOI Espèce d'intérêt communautaire
Statut biologique : R1 Reproduction possible / R2 Reproduction probable / R3 Reproduction certaine / RX Reproduction à proximité
Cortège nicheur : Milieu boisé / Milieu semi-ouvert / Milieu ouvert / Milieu dulcicole / Milieu anthropisé

Tableau 51 :Liste de l'avifaune nicheuse sur l'AEI et ses abords

L'avifaune nicheuse présente au sein de l'AEI est dominée par des espèces inféodées aux **milieux boisés** (26 espèces), dont les espèces nichent principalement dans la strate arborée, et s'alimentent également dans ce type de biotope. Ce cortège regroupe majoritairement des espèces protégées (21) et patrimoniales (4), dont 1 d'intérêt communautaire (Pic noir). Ce cortège niche au sein des boisements de l'AEI et de l'AER. Certaines de ces espèces sont sédentaires (8).

Le cortège avifaunistique des **milieux semi-ouverts** (5 espèces) arrive en seconde position. L'ensemble de ces espèces est protégé et la plupart sont patrimoniales (3), dont 1 d'intérêt communautaire (Engoulevent d'Europe). Ce cortège niche au sein de la strate arbustive, voire arborée, mais s'alimente plutôt en milieu ouvert. Ce cortège se concentre essentiellement au niveau des zones arbustives à arborées disséminées au sein de l'AEI et dans ses abords. Parmi ces espèces, 1 est sédentaire sur site (Buse variable).

Le cortège avifaunistique des **milieux semi-aquatiques** est représenté par quatre espèces, dont la plupart protégées (3) et la moitié patrimoniales (2). Ce cortège niche et s'alimente au niveau des berges de plans d'eau. Ici, ces espèces nichent au sein de l'AEI au niveau des berges du plan d'eau principal. La moitié de ces espèces sont sédentaires (deux).

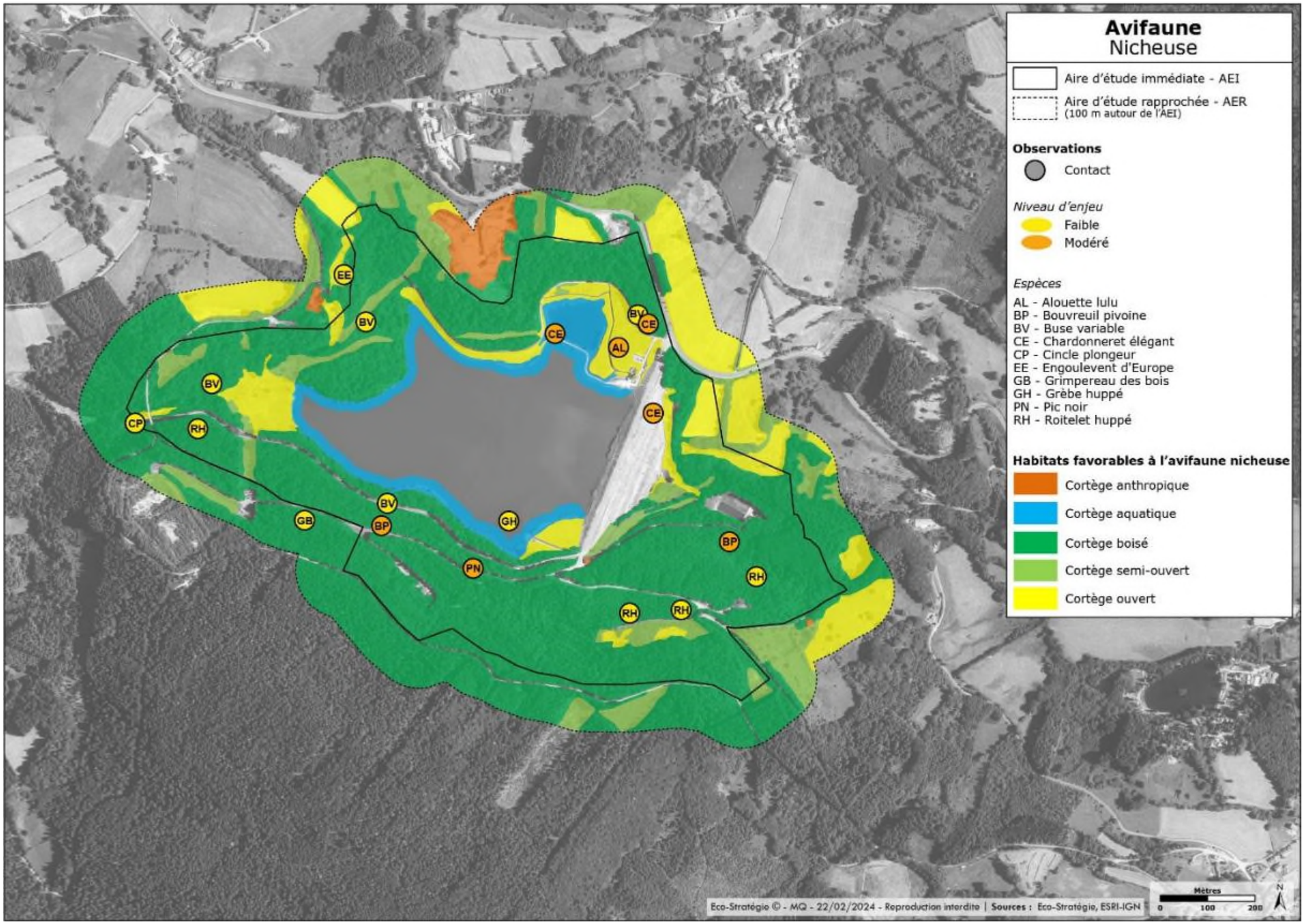
Le cortège avifaunistique des **milieux anthropisés** comprend deux espèces, toutes protégées mais non patrimoniales. Ce cortège niche au sein ou à proximité de constructions humaines (bâtiments, habitations). Dans le cas présent, la plupart des espèces se concentrent au niveau des différents bâtiments localisés au sein de l'AEI.

Le dernier cortège avifaunistique recensé sur le site est celui **des milieux ouverts** qui est représenté par une seule espèce protégée, patrimoniale et d'intérêt communautaire (Alouette lulu). L'espèce fréquente les espaces ouverts agricoles où elle niche au sol. Cette espèce semble nicher au sein des milieux prairiaux de l'AEI et est sédentaire sur site.

En résumé, l'AEI apparaît principalement **attractive pour le cortège du milieu boisé**, en nidification. La principale zone d'intérêt pour l'avifaune nicheuse se situe au niveau du pourtour de l'AEI, dans les boisements. Bien que très représentés, les espaces dulcicoles n'abritent qu'une très faible diversité d'espèces.




Pic noir (INPN-MNHN) / Habitat favorable à l'avifaune nicheuse du cortège boisé, sur site (ES, 2023)



Carte 21 : Avifaune nicheuse patrimoniale et biotopes favorables associés sur l'AEI et ses abords

- **Utilisation du site par l'avifaune migratrice**

L'inventaire mené a permis de recenser **onze espèces migratrices** sur l'AEI et ses abords.

Nombre total d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
11	9	0	0

Tableau 52 : Bilan de l'inventaire de l'avifaune migratrice sur l'AEI et ses abords (ECO-STRATEGIE)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN (P)	LRR (P)	ZN.	PN	DO	Statut biologique	Enjeu
Bec-croisé des sapins *Loxia curvirostra*	NA	LC	(Dn)	PN	-	M	**Faible**
Bruant des roseaux *Emberiza schoeniclus*	NA	LC	(Dn)	PN	-	M	**Faible**
Étourneau sansonnet *Sturnus vulgaris*	NA	LC	-	C	-	M	**Très faible**
Gobemouche noir *Ficedula hypoleuca*	DD	LC	(Dn)	PN	-	M	**Faible**
Grand cormoran *Phalacrocorax carbo*	NA	LC	-	PN	-	M	**Faible**
Hirondelle rustique *Hirundo rustica*	DD	LC	-	PN	-	M	**Faible**
Linotte mélodieuse *Linaria cannabina*	NA	LC	-	PN	-	M	**Faible**
Pigeon ramier *Columba palumbus*	NA	DD	-	C	-	M	**Très faible**
Pinson des arbres *Fringilla coelebs*	NA	LC	-	PN	-	M	**Faible**
Pipit farlouse *Anthus pratensis*	NA	LC	(Dn)	PN	-	M	**Faible**
Tarin des aulnes *Spinus spinus*	NA	LC	(Dn)	PN	-	M	**Faible**

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) / (P) Passage : LC Préoccupation mineure / NA Non applicable / DD Données insuffisantes
ZNIEFF (ZN.) : Dn Déterminante si nicheuse / () Critère non valide sur site
Protection : PN protection nationale / C Chassable
Directive Oiseaux (DO)
Statut biologique : M Migration
Cortège migrateur : Milieu boisé / Milieu semi-ouvert / Milieu humide / Milieu dulcicole / Milieu anthropisé

Tableau 53 :Liste de l'avifaune migratrice sur l'AEI et ses abords

Hormis son rôle dans la nidification, l'AEI et ses abords sont utilisés comme secteur de halte migratoire par quelques espèces d'oiseaux (passereaux et espèces apparentées, palmipèdes), en période printanière ou automnale.

Les passereaux et les espèces apparentées fréquentent principalement les zones boisées de l'AEI, réparties sur tout le pourtour du site, sous forme de petits effectifs (moins d'une dizaine d'individus de Bec-croisé des sapins et de Gobemouche noir), ou de grands rassemblements (quelques dizaines d'individus de Pigeon ramier, Pinson des arbres et de Tarin des aulnes).

Les berges et les zones humides à proximité du plan d'eau principal sont utilisées par certaines espèces de passereaux, sous forme de petits groupes (Bruant des roseaux, Pipit farlouse).

Le plan d'eau est plus rarement utilisé comme secteur de halte migratoire, mais des palmipèdes peuvent s'y retrouver (Grand cormoran).

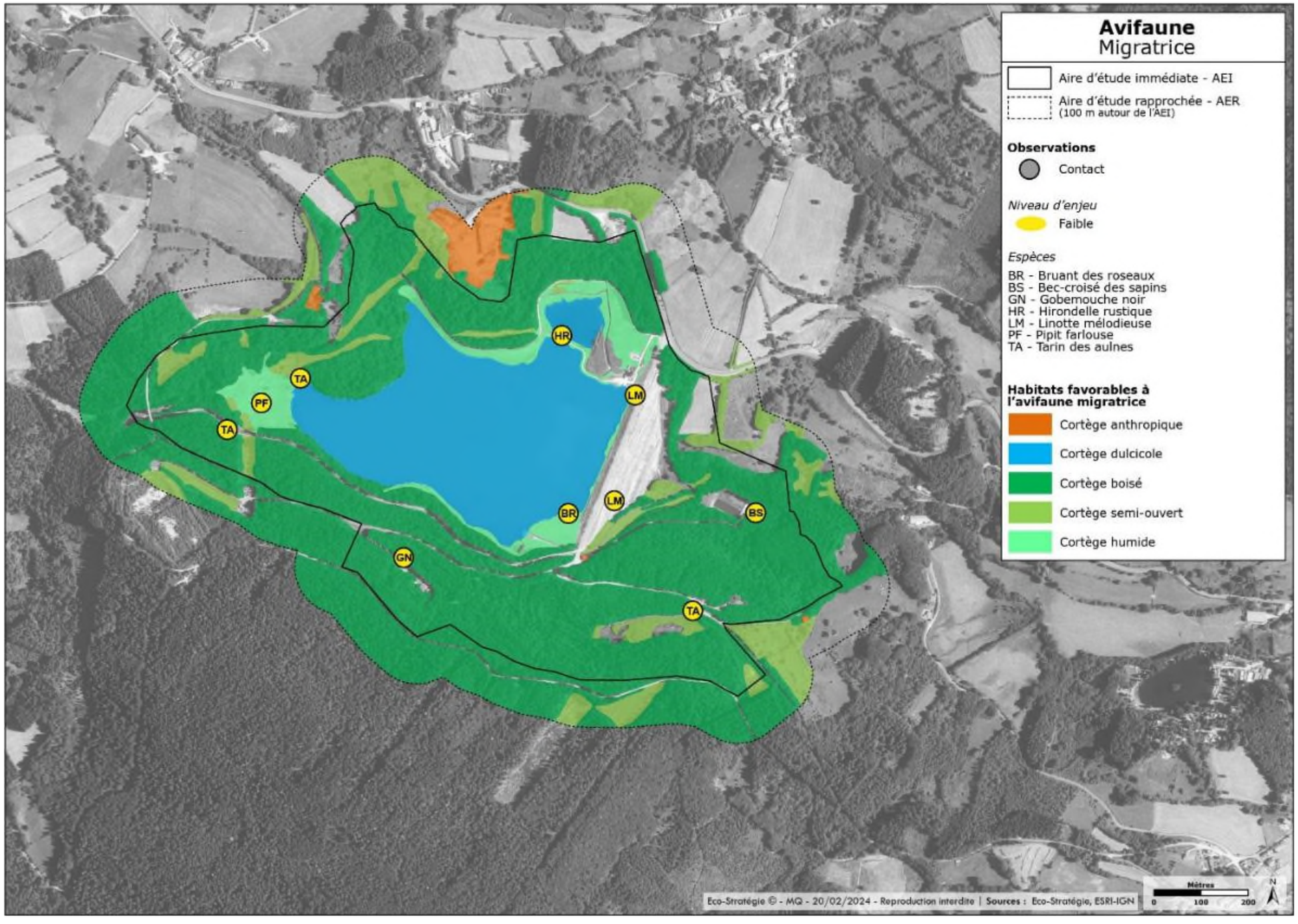
Les espèces du cortège des milieux anthropisés sont en halte migratoire à proximité de constructions humaines, sous forme de petits groupes (Étourneau sansonnet, Hirondelle rustique).

Enfin, les zones semi-ouvertes peuvent également être utilisées par certaines espèces de passereaux, sous forme de petits regroupement (Linotte mélodieuse).

En résumé, l'AEI ne semble jouer qu'un **rôle secondaire** pour l'avifaune en halte migratoire, avec un intérêt principal au niveau des zones boisées.




Bec-croisé des sapins / Grand cormoran (INPN-MNHN)



Carte 22 : Avifaune migratrice patrimoniale et/ou remarquable et biotopes favorables associés sur l'AEI et ses abords

- **Utilisation du site par l'avifaune hivernante**

L'inventaire mené a permis de recenser **dix-sept espèces hivernantes** sur l'AEI et ses abords.

Nombre total d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
17	16	3	2

Tableau 54 : Bilan de l'inventaire de l'avifaune hivernante sur l'AEI et ses abords (ECO-STRATEGIE)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN (H)	LRR (H)	ZN.	PN	DO	Statut biologique	Enjeu
Alouette lulu *Lullula arborea*	NA	DD	(Dn)	PN	DOI	H	**Modéré**
Bec-croisé des sapins *Loxia curvirostra*	-	LC	(Dn)	PN	-	H	**Faible**
Cincle plongeur *Cinclus cinclus*	-	-	(Dn)	PN	-	H	**Faible**
Grande aigrette *Ardea alba*	LC	LC	Dh	PN	DOI	H	**Modéré**
Grèbe huppé *Podiceps cristatus*	NA	LC	(Dn)	PN	-	H	**Faible**
Buse variable *Buteo buteo*	NA	LC	-	PN	-	H	**Faible**
Grand cormoran *Phalacrocorax carbo*	LC	LC	-	PN	-	H	**Faible**
Mésange à longue queue *Aegithalos caudatus*	-	-	-	PN	-	H	**Faible**
Mésange bleue *Cyanistes caeruleus*	-	LC	-	PN	-	H	**Faible**
Mésange charbonnière *Parus major*	NA	LC	-	PN	-	H	**Faible**
Mésange huppée *Lophophanes cristatus*	-	LC	-	PN	-	H	**Faible**
Mésange nonnette *Poecile palustris*	-	LC	-	PN	-	H	**Faible**
Pic vert *Picus viridis*	-	-	-	PN	-	H	**Faible**
Rougegorge familier *Erithacus rubecula*	NA	LC	-	PN	-	H	**Faible**
Sizerin cabaret *Acanthis flammea cabaret*	-	-	Dh	PN	-	H	**Faible**
Grive musicienne *Turdus philomelos*	NA	LC	-	C	-	H	**Très faible**
Troglodyte mignon *Troglodytes troglodytes*	NA	-	-	PN	-	H	**Faible**

Légende :Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) / (H) Hivernage : LC Préoccupation mineure / NA Non applicable / DD Données insuffisantes
ZNIEFF (ZN.) : Dn Déterminante si nicheuse / Dh Déterminante si hivernant / () Critère non valide sur site
Protection : PN protection nationale
Directive Oiseaux (DO) : DOI Espèce d'intérêt communautaire
Statut biologique : H Hivernage
Cortège hivernant : Milieu boisé / Milieu semi-ouvert / Milieu ouvert / Milieu dulcicole

Tableau 55 : Liste de l'avifaune hivernante sur l'AEI et ses abords

Hormis son rôle dans la nidification, l'AEI et ses abords sont utilisés comme secteur d'hivernage par plusieurs espèces d'oiseaux (passereaux, rapaces, oiseaux d'eau, échassiers).

Certaines espèces de passereaux et de rapaces fréquentent alors les zones boisées à semi-ouvertes, notamment les espèces sédentaires (Mésanges, Pic vert, Troglodyte mignon, Rougegorge familier, Buse variable) et d'autres espèces moins communes (Bec-croisé des sapins, Sizerin cabaret).

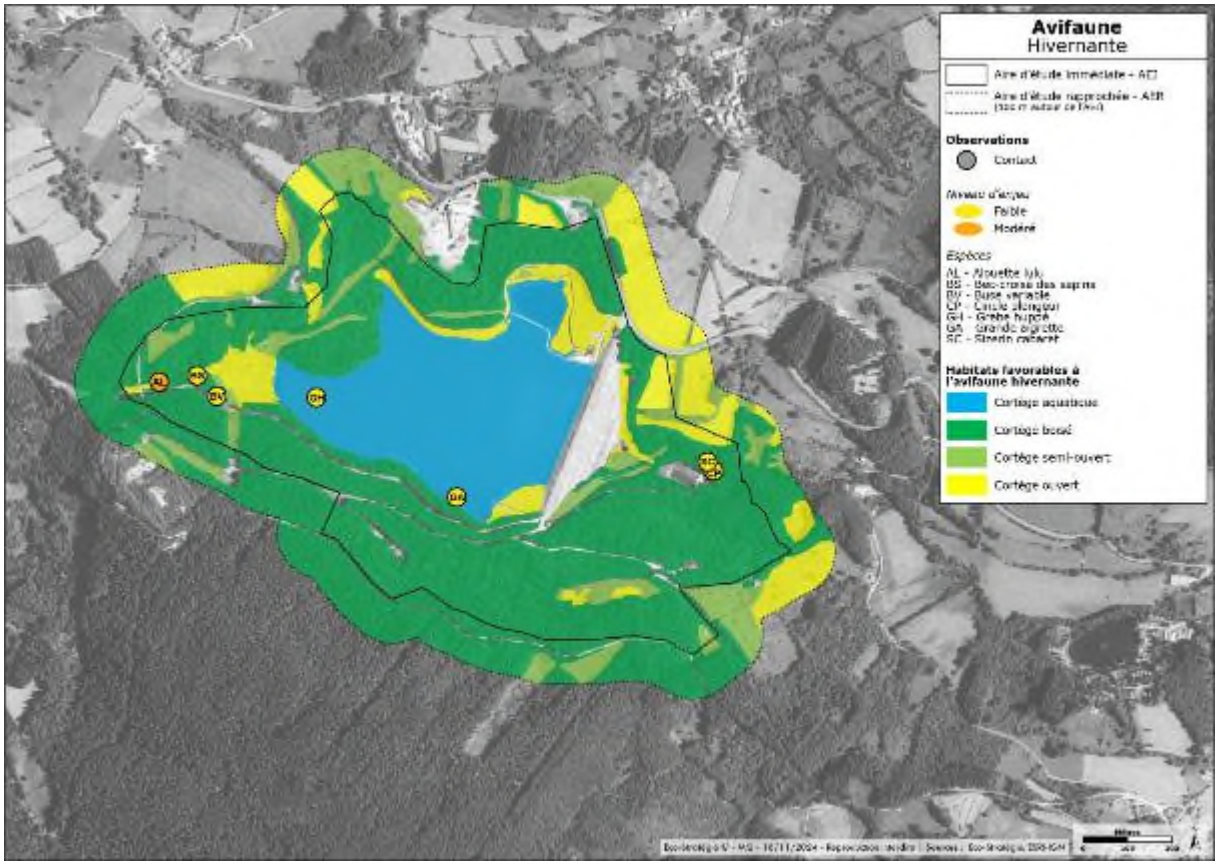
Les espaces ouverts de l'AEI sont également utilisés par des espèces de passereaux (Alouette lulu).

Enfin, les milieux aquatiques et les berges associées sont fréquentés par certaines espèces de passereaux (Cincle plongeur), d'oiseaux d'eau (Grande aigrette, Grèbe huppé) ou de palmipèdes (Grand cormoran).

Un rassemblement hivernal d'importance (plusieurs dizaines d'individus) a été observé concernant le Grand cormoran (une quarantaine d'individus). Pour les autres espèces, seuls des individus isolés ou en petits groupes (environ cinq individus) fréquentent le site.

Aucun dortoir hivernal n'a été identifié sur l'AEI ou dans ses abords.

En résumé, l'AEI ne semble jouer qu'un **rôle secondaire** pour l'avifaune hivernante, avec un intérêt pour des espèces sédentaires.



Carte 23 : Avifaune hivernante patrimoniale et/ou remarquable et biotopes favorables associés sur l'AEI et ses abords

- **Utilisation du site par l'avifaune en alimentation / de passage**

L'inventaire mené a permis de recenser **onze espèces en alimentation ou de passage** sur l'AEI et ses abords.

Nombre total d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
11	11	3	3

Tableau 56 : Bilan de l'inventaire de l'avifaune en alimentation ou de passage sur l'AEI et ses abords (ECO-STRATEGIE)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN (P)	LRR (P)	ZN.	PN	DO	Statut biologique	Enjeu
Buse variable *Buteo buteo*	LC	NT	-	PN	-	A	**Faible**
Chevalier guignette *Actitis hypoleucos*	NT		(Dn)	PN	-	A	**Faible**
Goéland leucophée *Larus michahellis*	LC	LC	-	PN	-	P	**Faible**
Héron cendré *Ardea cinerea*	LC	LC	(Dn)	PN	-	A	**Faible**
Héron pourpré *Ardea purpurea*	-	LC	(Dn)	PN	DOI	A	**Modéré**
Hirondelle de fenêtre *Delichon urbicum*	NT	VU	-	PN	-	A	**Faible**
Hirondelle de rochers *Ptyonoprogne rupestris*	LC	LC	-	PN	-	A	**Faible**
Hirondelle rustique *Hirundo rustica*	NT	EN	-	PN	-	A	**Faible**
Martinet noir *Apus apus*	NT	LC	-	PN	-	A	**Faible**
Martin-pêcheur d'Europe *Alcedo atthis*	VU	VU	(Dn)	PN	DOI	A	**Modéré**
Milan noir *Milvus migrans*	LC	LC	-	PN	DOI	P	**Faible**

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) / (N) Nidification : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / EN En danger / CR En danger critique
ZNIEFF (ZN.) : Dn Déterminante si nicheuse / () Critère non valide sur site
Protection : PN protection nationale
Directive Oiseaux (DO) : DOI Espèce d'intérêt communautaire
Statut biologique : A Alimentation / P De passage
Secteur d'alimentation : Milieu ouvert / Milieu humide / Milieu dulcicole

Tableau 57 : Liste de l'avifaune en alimentation ou de passage sur l'AEI et ses abords

Hormis son rôle dans la nidification, la migration et l'hivernage, l'AEI et ses abords sont utilisés comme secteur d'alimentation et de transit par plusieurs espèces d'oiseaux (passereaux, rapaces, limicoles, échassiers), en période printanière, estivale ou inter-nuptiale.

Au sein de l'AEI, le plan d'eau est ainsi principalement utilisé par de nombreuses espèces comme zone d'alimentation et de chasse (Chevalier guignette, Héron cendré, Héron pourpré, Hirondelles, Martinet noir, Martin-pêcheur d'Europe).

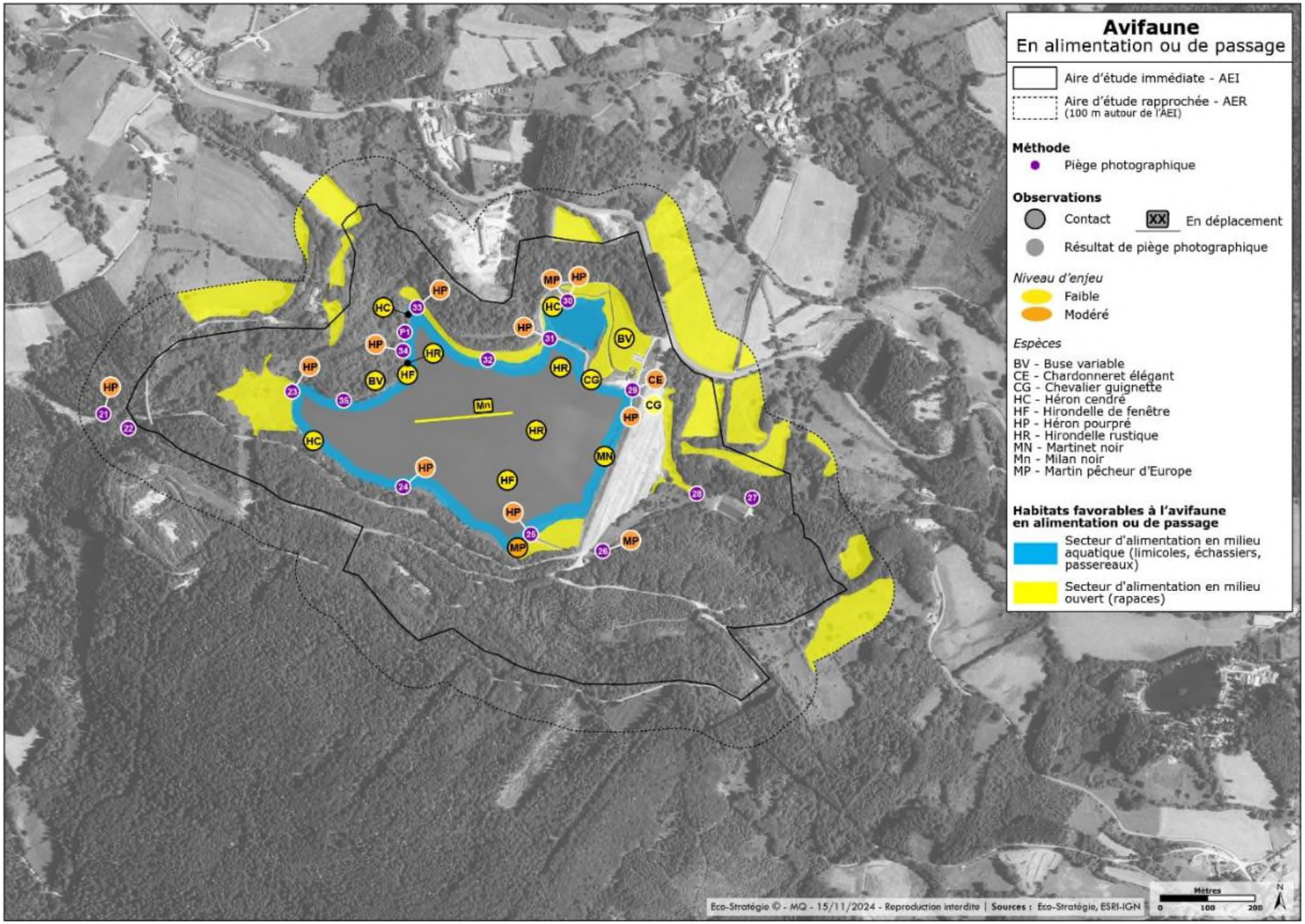
Les espaces ouverts de l'AEI et ses abords sont favorables à la chasse de rapaces (Buse variable).

Deux autres espèces (Goéland leucophée, Milan noir) n'utilisent le site qu'en transit, et ne font que survoler le site sans interaction marquée avec les biotopes en présence.

En résumé, l'AEI ne semble jouer qu'un **rôle secondaire** pour l'avifaune en alimentation (activité de chasse et d'alimentation pour certains rapaces, passereaux, etc.) ou de passage (survol du site).




Martin-pêcheur d'Europe / Milan noir (INPN-MNHN)



Carte 24 : Avifaune remarquable et/ou patrimoniale en alimentation et de passage et biotopes favorables associés sur l'AEI et ses abords

- **Espèces protégées / patrimoniales**

Sur les 567 espèces recensées sur l'AEI et ses abords, **50 sont protégées** au niveau national.

En nidification, **dix espèces sont patrimoniales**, dont **quatre évaluées à enjeu modéré** (Alouette lulu, Bouvreuil pivoine, Chardonneret élégant, Pic noir), en lien avec leur statut de menace sur liste rouge nationale ou régionale et/ou leur statut d'intérêt communautaire. Les autres espèces patrimoniales sont communes (Buse variable, Cincle plongeur, Grèbe huppé, Grimpereau des bois, Roitelet huppé) ou nichent à distance du site (Engoulevent d'Europe) et sont évaluées à enjeu faible.

En migration, **aucune espèce n'est patrimoniale**. L'ensemble des espèces est évalué à enjeu faible.

En hivernage, **trois espèces sont patrimoniales**, dont **une évaluée à enjeu modéré** (Alouette lulu), en lien avec son statut d'intérêt communautaire. L'autre espèce (Sizerin cabaret) est évalué à enjeu faible, en lien avec son caractère relativement commun.

Enfin, en alimentation ou de passage, **deux espèces sont patrimoniales**, dont **deux évaluées à enjeu modéré** (Héron pourpré et Martin-pêcheur d'Europe), en lien avec leur statut d'intérêt communautaire ; l'autre est évaluée à enjeu faible (Milan noir), en lien avec son interaction peu marquée avec le site.

Espèce	Caractéristiques
Alouette lulu *Lullula arborea*	Écologie : Prairies vallonnées, landes, cultures
	Biologie : Nidification dans la strate herbacée (au sol).
	Sur site : Sédentaire sur site. Reproduction possible. Un couple estimé, au niveau des milieux ouverts au nord de l'AEI. En hivernage, un individu au niveau d'un ourlet forestier. Présence potentielle dans tout type de milieu ouvert au sein de l'AEI ou dans ses abords.
Bouvreuil pivoine *Pyrrhula pyrrhula*	Écologie : Forêts, bois, sous-bois dense
	Biologie : Nidification dans la strate arborée ou arbustive haute.
	Sur site : Reproduction possible. Un couplé estimé, au niveau des zones boisées au sud de l'AEI. Présence potentielle au sein de tout type de biotope boisé au sein de l'AEI ou dans ses abords.
Chardonneret élégant *Carduelis carduelis*	Écologie : Bocage, fourrés, haies, lisières, jardins
	Biologie : Nidification dans la strate arborée ou arbustive haute.
	Sur site : Reproduction possible. Un couple estimé, au niveau des lisières boisées au nord de l'AEI. Présence potentielle au niveau des tout type de biotope semi-ouvert.
Héron pourpré *Ardea purpurea*	Écologie : Roselières, marais, étangs, fossés végétalisés
	Biologie : Nidification dans les phragmitaies denses et inondées, à défaut dans des hautes scirpaies et typhaies
	Sur site : Un individu en alimentation au niveau du plan d'eau principal. Présence potentielle vraisemblablement limitée à cette zone.
Martin-pêcheur d'Europe *Alcedo atthis*	Écologie : Cours d'eau, plans d'eau, berges érodées
	Biologie : Nidification près du milieu aquatique, en terrier, au niveau des berges.
	Sur site : Un individu en alimentation au niveau du plan d'eau principal et le long du cours d'eau canalisé. Présence potentielle vraisemblablement limitée à ces zones.
	Écologie : Forêts mâtures, bois, coupes

Espèce	Caractéristiques
Pic noir *Dryocopus martius*	Biologie : Nidification dans la strate arborée (cavité arboricole).
	Sur site : Reproduction possible. Un couple estimé, au niveau des zones boisées au sud de l'AEI. Présence potentielle au sein de tout type de biotope boisé au sein de l'AEI ou dans ses abords.
Buse variable *Buteo buteo*	Ecologie : Bois, bosquets, champs, prairies, bocage, cultures
	Biologie : Nidification dans la strate arborée (6-27 m).
	Sur site : Sédentaire sur site. Reproduction possible. Un couple estimé, au niveau des zones semi-ouvertes à boisées réparties sur l'ensemble de l'AEI. En hivernage, Un individu en lisière d'un boisement. En alimentation, jusqu'à deux individus en lisière de boisement. Présence potentielle dans tout type de milieu semi-ouvert au sein de l'AEI ou dans ses abords.
Cincle plongeur *Cinclus cinclus*	Ecologie : Rivières, ruisseaux, torrents, à débit rapide, caillouteux
	Biologie : Nid de nature bâtie (mur, ponts) ou rupicole (roche).
	Sur site : Reproduction probable. Un couple estimé, au niveau du point d'eau à l'est de l'AEI. Présence potentielle au niveau des berges des zones aquatiques de l'AEI.
Engoulevent d'Europe *Caprimulgus europaeus*	Ecologie : Lisières, landes, clairières, coupes
	Biologie : Nidification dans la strate herbacée (au sol), en contexte de lisière.
	Sur site : Reproduction à proximité. Un couple estimé au niveau d'une lisière boisée dans l'AER, au nord-ouest. Présence potentielle dans tout type de biotopes semi-ouverts au sein de l'AER.
Grèbe huppé *Podiceps cristatus*	Ecologie : Étangs végétalisés, lacs, marais
	Biologie : Nid flottant.
	Sur site : Sédentaire sur site. Reproduction possible. Un couple estimé au niveau du plan d'eau principal. En hivernage, un individu également au niveau du plan d'eau principal. Présence vraisemblablement limitée à cette zone.
Grimpereau des bois *Certhia familiaris*	Ecologie : Bois (conifères, mixtes), plutôt en altitude
	Biologie : Nidification dans la strate arboricole (écorce décollée).
	Sur site : Reproduction à proximité. Un couple estimé au sein du boisement dans l'AER, au sud. Présence potentielle au sein de tout type de boisement au sein de l'AEI et de ses abords.
Milan noir *Milvus migrans*	Ecologie : Vallées alluviales, ripisylves, prairies
	Biologie : Nidification dans la strate arborée. Chasse en milieu ouvert à la recherche d'une grande diversité de proies (notamment micromammifères).
	Sur site : Un individu de passage au-dessus du plan d'eau. Présence vraisemblablement limitée de passage.
Roitelet huppé *Regulus regulus*	Ecologie : Forêts, bois, bosquets
	Biologie : Nidification dans la strate arborée.
	Sur site : Reproduction probable. Deux couples estimés au sein du boisement, au sud. Présence potentielle au sein de tout type de boisement au sein de l'AEI et de ses abords.
Sizerin cabaret *Acanthis flammea cabaret*	Écologie : Ripisylves, bois (résineux), pessières humides, en altitude
	Biologie : Nidification dans la strate arborée.
	Sur site : En hivernage, un individu au niveau d'un boisement, à l'est de l'AEI. Présence potentielle dans tout type de biotopes boisés au sein de l'AEI et dans ses abords.

Légende :
Espèce : Enjeu modéré / Enjeu faible
Écologie : Milieu boisé / Milieu semi-ouvert / Milieu ouvert / Milieu humide / Milieu dulcicole

Tableau 58 : Caractéristiques de l'avifaune patrimoniale recensée




Bouvreuil pivoine / Chardonneret élégant (INPN-MNHN)

- **Espèces issues de la bibliographie**

Parmi les espèces patrimoniales citées dans la bibliographie, 18 ont été recensées sur l'AEI et ses abords.

Le plan d'eau et ses berges sont susceptibles d'accueillir d'autres limicoles et oiseaux d'eau protégés et/ou patrimoniaux (**Bécassine des marais**, **Grèbe castagneux,** etc.) en nidification.

Les boisements au sein de l'AEI et dans ses abords restent également favorables à la nidification de certaines espèces protégées et/ou patrimoniales de passereaux et apparentés (**Pic épeichette, Mésange boréale**, etc.) ou de rapaces (**Bondrée apivore, Chevêchette d'Europe, Chouette de Tengmalm**, etc.).

Enfin, parmi les espèces non inventoriées, certains passereaux protégés et/ou patrimoniaux (**Serin cini, Verdier d'Europe**, etc.) sont susceptibles de nicher sur l'AEI ou dans ses abords, au niveau des zones arbustives à arborées.

- **Synthèse des observations sur l'avifaune**

Bilan global :

- 58 espèces d'oiseaux recensés, dont 51 protégées, 24 patrimoniales et 7 d'intérêt communautaire.
- Parmi les 51 espèces patrimoniales potentielles, citées dans la bibliographie (sur 90 au total), 19 observées dans l'AEI.

Avifaune nicheuse :

- 36 espèces nicheuses sur l'AEI, dont 30 protégées ; également deux autres espèces nicheuses hors AEI, toutes protégées.
- Dix espèces nicheuses patrimoniales, dont quatre à enjeu modéré (Alouette lulu, Bouvreuil pivoine, Chardonneret élégant, Pic noir).
- Présence potentielle d'autres espèces nicheuses, protégées et/ou patrimoniales (passereaux, rapaces, limicoles, etc.), au sein du site.
- L'AEI est principalement favorable à la nidification du cortège des zones boisées, en particulier sur le pourtour de l'AEI ; et plus localement favorable à l'avifaune du cortège des milieux semi-ouverts, aquatiques et ouverts.

Avifaune migratrice :

- Onze espèces en halte migratoire sur l'AEI et ses abords, dont neuf protégées.
- Aucune espèce patrimoniale.
- L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune en halte migratoire.

Avifaune hivernante :

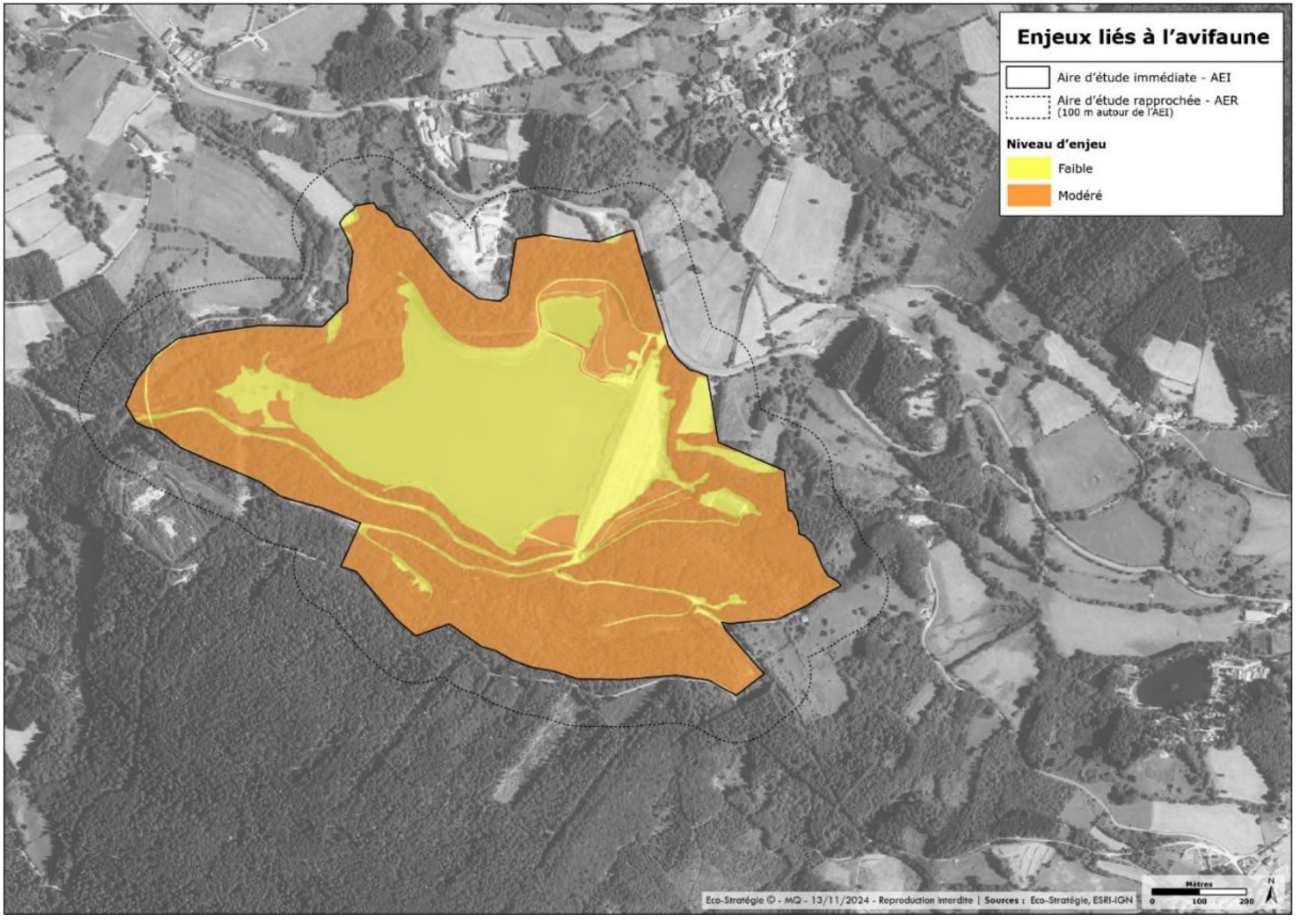
- Dix-sept espèces hivernantes sur l'AEI et ses abords, toutes protégées.
- Trois espèces patrimoniales identifiées, dont deux évaluées à enjeu modéré (Alouette lulu, Grande aigrette).
- L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune hivernante (un rassemblement d'importance du Grand cormoran, absence de dortoir hivernal) ; avec un intérêt pour les espèces sédentaires.

Avifaune en alimentation ou de passage :

- Onze espèces en alimentation ou de passage sur l'AEI et ses abords, toutes protégées.
- Trois espèces patrimoniales identifiées, dont deux à enjeu modéré (Héron pourpré et Martin-pêcheur d'Europe).
- L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune en alimentation (activité de chasse et d'alimentation pour certains rapaces et passereaux) ou de passage (survol du site).

→ L'enjeu vis-à-vis de l'avifaune est évalué comme :
-modéré pour les zones boisées, semi-ouvertes et ouvertes (rôle dans la nidification) ;

-à faible pour les zones anthropisées et aquatiques.



Carte 25 : Cartographie des enjeux liés à l'avifaune au sein de l'AEI (ECO-STRATEGIE)

3.3.5.2 Chiroptères

- **Bibliographie**

La bibliographie mentionne neuf espèces de chiroptères, toutes protégées, et dont la présence est possible dans l'AEI, en transit ou en chasse. La potentialité de présence est probable ou très probable pour cinq de ces espèces.

Nombre d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
9	9	8	6

Tableau 59 : Synthèse des chiroptères mentionnés dans la bibliographie

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Potentialité de présence
Barbastelle d'Europe *Barbastella barbastellus*	LC	LC	D	PN	DH2	Très probable
Grand murin *Myotis myotis*	LC	NT	D	PN	DH2	Possible
Grand rhinolophe *Rhinolophus ferrumequinum*	LC	EN	D	PN	DH2	Possible
Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus*	LC	NT	D	PN	DH2	Probable
Murin de Bechstein *Myotis bechsteinii*	NT	VU	D	PN	DH2	Possible
Murin de Natterer *Myotis nattereri*	LC	LC	-	PN	-	Probable
Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri*	NT	NT	-	PN	-	Probable
Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*	LC	NT	D	PN	DH2	Possible
Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii*	NT	NT	D	PN	-	Probable

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / EN En danger
ZNIEFF (ZN.) : D Déterminante stricte
Protection : PN Protection nationale
Directive Habitats (DH) : DH2 Espèce d'intérêt communautaire

Tableau 60 : Liste des chiroptères mentionnés dans la bibliographie

- **Gîtes potentiels**

L'inventaire mené a permis de recenser **118 gîtes potentiels** à chauves-souris sur l'AEI et ses abords (112 au sein de l'AEI, 6 dans l'AER). L'ensemble des gîtes sont présentés en annexe. Les gîtes à enjeu, a minima modéré, sont présentés dans le tableau ci-après.

La plupart des gîtes identifiés sont de type **arboricole** (115). Ces derniers appartiennent pour la plupart à des essences de feuillus (106), les autres appartiennent à des essences de conifères (9). La nature de ces gîtes est diverse : décollement d'écorce, cavités, trous de pic, fissures, recouvrement de lierre. Ces gîtes arboricoles se concentrent sur le pourtour de l'AEI,

au niveau des zones boisées. Le boisement au nord, composé de nombreux feuillus, est favorable à la présence de gîtes à chiroptères (décollement d'écorces, cavités, etc.). À noter cependant que la plupart des gîtes potentiels identifiés au sein de ce boisement sont temporaires et à faible attractivité. Le boisement au sud est, quant à lui, composé de résineux peu favorables pour les chiroptères.

Les autres gîtes sont de type **bâti** (trois). La nature de ces gîtes correspond à des cavités et des fissures au niveau du viaduc et du bâtiment en bordure ouest de l'AEI ; ainsi qu'à un bâtiment abandonné au sein de l'AER, à l'est.

Aucun gîte rupicole ou souterrain n'a, en revanche, été identifié sur l'AEI et ses abords.

Sur l'ensemble des gîtes identifiés, **aucun n'est considéré à enjeu fort ;** mais **18 à enjeu modéré**. Il s'agit là, de gîtes réunissant des conditions favorables à l'attractivité de chauves-souris en estivage et/ou en hivernage. Les autres gîtes sont évalués à enjeu faible, car jugés moins attractifs pour les chiroptères.

Nom Gîte	Type de gîte	Complément	Essence	Enjeu
ARB008	Arboricole	Cavité, trou de pic	Feuillu	**Modéré**
ARB012	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB013	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB014	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB015	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB016	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB077	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB079	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB088	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB097	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB101	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB105	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB108	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB113	Arboricole	Cavité	Feuillu	**Modéré**
ARB115	Arboricole	Boisement de feuillus	Feuillu	**Modéré**
BAT01	Bâti	Cavité	-	**Modéré**
BAT02	Bâti	Cavité, fissure	-	**Modéré**
BAT03	Bâti	Bâtiment abandonné	-	**Modéré**

Tableau 61 : Liste des gîtes potentiels à chiroptères à enjeu modéré recensés sur l'AEI et ses abords





Gîtes de type bâti, sur site (ES, 2023)

- **Diversité spécifique et activité**

Les enregistrements nocturnes de 2023 ont permis de recenser **20 espèces de chiroptères** au sein de l'AEI, toutes protégées, dont quatorze espèces patrimoniales

Notons également quatre groupes d'espèces, pour lesquels l'identification spécifique n'a pas pu aboutir en raison du recouvrement interspécifique. Parmi ceux-ci, le groupe des murins non-identifiés représente un grand nombre de contacts (530), correspondant probablement à des espèces telles que le Murin de Daubenton ou le Murin à moustaches, tous deux contactés dans l'AEI.

Nombre d'espèces (Groupes d'espèces)	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
20 (4)	10	14	5

Tableau 62 : Bilan de l'inventaire des chiroptères sur l'AEI (ECO-STRATEGIE)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Statut biologique	Enjeu
Barbastelle d'Europe *Barbastella barbastellus*	LC	LC	D	PN	DH2	GX / A / T	**Fort**
Grand murin *Myotis myotis*	LC	NT	D	PN	DH2	T	**Faible**
Grande noctule *Nyctalus lasiopterus*	VU	DD	D	PN	-	A / T	**Modéré**
Murin à moustaches *Myotis mystacinus*	LC	LC	-	PN	-	T	**Faible**
Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus*	LC	NT	D	PN	DH2	A / T	**Modéré**
Murin d'Alcathoe *Myotis alcathoe*	LC	NT	D	PN	-	A / T	**Modéré**
Murin de Bechstein *Myotis bechsteinii*	NT	VU	D	PN	DH2	A / T	**Fort**
Murin de Brandt *Myotis brandtii*	LC	NT	D	PN	-	T	**Modéré**
Murin de Daubenton *Myotis daubentonii*	LC	LC	-	PN	-	A / T	**Fort**

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Statut biologique	Enjeu
Murin de Natterer *Myotis nattereri*	LC	LC	-	PN	-	A / T	**Modéré**
Noctule commune *Nyctalus noctula*	VU	NT	D	PN	-	A / T	**Fort**
Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri*	NT	NT	-	PN	-	A / T	**Fort**
Oreillard gris *Plecotus austriacus*	LC	LC	-	PN	-	A / T	**Modéré**
Oreillard roux *Plecotus auritus*	LC	LC	-	PN	-	A / T	**Modéré**
Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*	LC	NT	D	PN	DH2	T	**Faible**
Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus*	NT	LC	-	PN	-	GX / A / T	**Fort**
Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii*	LC	LC	-	PN	-	T	**Faible**
Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii*	NT	NT	D	PN	-	T	**Faible**
Pipistrelle pygmée *Pipistrellus pygmaeus*	LC	NT	D	PN	-	T	**Faible**
Sérotine commune *Eptesicus serotinus*	NT	LC	-	PN	-	T	**Modéré**
Groupes d'espèces							
Murin indéterminé *Myotis sp.*	-	-	-	-	-	-	**Non évalué**
Pip. de Kuhl / Nathusius *P. kuhlii / nathusii*	-	-	-	-	-	-	**Non évalué**
Sérotines / Noctules *Eptesicus / Nyctalus*	-	-	-	-	-	-	**Non évalué**
Oreillard indéterminé *Plecotus sp.*	-	-	-	-	-	-	**Non évalué**

Légende :
LRN Liste rouge nationale / LRR Liste rouge régionale : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / DD Données insuffisantes
ZNIEFF (ZN.) : D Déterminante stricte
Protection : PN protection nationale
Directive Habitats (DH) : DH2 Espèce d'intérêt communautaire
Statut biologique : GX Gîte à proximité / A Alimentation / T Transit.

Tableau 63 : Liste et enjeu des espèces de chiroptères recensées sur l'AEI et ses abords

Pour rappel méthodologique, le Poste 1 est localisé le long de la lisière longeant le bassin nord ; le Poste 2 est situé en lisière du boisement donnant sur la zone humide en amont du bassin principal ; le Poste 3 est situé le long de l'allée forestière longeant la rive sud du bassin principal, face au canal ; le Poste 4 est situé en bordure de boisement mixte, au sud de l'AEI, face à une prairie ; le Poste 5 est situé contrebas du barrage, le long du cours de la Besbre en aval du barrage et en lisière de forêt.

La diversité spécifique était peu variable d'un poste à l'autre, avec entre 17 à 19 espèces enregistrées par poste. La diversité spécifique était sensiblement plus faible au niveau du Poste 1 (17 espèces), et plus élevée au niveau des Postes 2 et 4 (19 espèces).

Une forte variation saisonnière de la diversité spécifique a toutefois été enregistrée, tous postes confondus, avec un nombre plus faible d'espèces contactées au printemps qu'en été/automne. Cette différence pourrait s'expliquer par le fait que plusieurs espèces, notamment la Barbastelle d'Europe, s'alimentent probablement en plaine lors de cette période, où les températures sont plus favorables, avant de rejoindre leurs gîtes estivaux vers la fin du printemps.







En haut à gauche : Murin de Daubenton (hors-site, ES 2023) ;

En haut à droite : Noctule commune (SFEPM)

En bas à gauche : Barbastelle d'Europe (INPN-MNHN)

	MAI					AOUT					OCTOBRE					
Espèces	Poste 1	Poste 2	Poste 3	Poste 4	Poste 5	Poste 1	Poste 2	Poste 3	Poste 4	Poste 5	Poste 1	Poste 2	Poste 3	Poste 4	Poste 5	Total
Barbastelle d'Europe	-	-	-	-	-	21	45	25	19	54	15	64	265	205	41	754
Grand murin	-	-	-	-	1	1	1	2	2	1	-	-	-	-	2	10
Grande noctule	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	12	-	-	2	-	26
Murin à moustaches	7	-	-	-	-	-	21	2	9	11	-	-	-	2	5	57
Murin à oreilles échancrées	-	-	-	-	-	2	3	-	5	24	-	1	1	1	9	46
Murin d'Alcathoe	2	1	1	-	3	5	8	9	3	113	-	-	1	-	-	146
Murin de Bechstein	2	29	1	-	1	-	29	-	2	4	-	-	-	2	-	70
Murin de Brandt	-	-	-	-	-	4	9	1	-	-	-	-	-	-	-	14
Murin de Daubenton	9	820	6	-	2	104	726	7	7	114	3711	902	36	5	1127	7576
Murin de Natterer	-	25	1	-	-	-	3	-	2	6	-	2	-	2	2	43
Noctule commune	32	17	16	-	-	2	-	2	2	9	88	-	-	8	-	176
Noctule de Leisler	2	-	4	-	-	-	2	-	7	6	59	449	1	17	14	561
Oreillard gris	-	1	-	-	-	2	3	4	3	4	-	-	13	5	2	37
Oreillard roux	-	-	-	-	-	9	11	2	7	5	-	1	2	17	1	55
Petit rhinolophe	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	2	-	6
Pipistrelle commune	1662	440	479	24	50	1560	665	85	448	3838	1689	309	380	284	1781	13694

Pipistrelle de Kuhl	75	2	2	2	-	16	42	3	1	7	2	2	2	1	10	167
Pipistrelle de Nathusius	-	-	-	-	-	25	9	1	4	2	2	-	-	-	-	43
Pipistrelle pygmée	-	-	-	-	-	-	1	-	1	3	-	-	-	-	-	5
Sérotine commune	1	-	1	-	-	8	4	3	18	29	-	-	-	-	8	72
Groupes d'espèces																
Murin indéterminé	-	185	7	-	6	16	234	-	11	64	-	-	6	1	-	530
Pipistrelle de Kuhl / Nathusius	-	-	-	-	-	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Sérotines / Noctules	-	-	-	-	-	-	-	-	1	4	8	8	-	2	4	27
Oreillard indéterminé	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	10	6	-	18

Tableau 64 : Répartition du nombre de contacts et niveau d'activité par espèce (selon le référentiel Vigie-Chiro à l'échelle de la région Auvergne-Rhône-Alpes)

Légende :
Activité faible / Activité modéré / Activité forte / Activité très forte / Pas de référentiel

Une très forte activité a été enregistrée, avec un total de 24 139 contacts sur l'ensemble des postes et des saisons. Bien que cette activité, décrite par le nombre de contacts, soit largement dominée par deux espèces, le cortège d'espèces enregistrées sur l'AEI suit globalement les mêmes tendances. L'activité la plus élevée provient du Poste 1, avec 38% des contacts totaux, suivi du Poste 5, avec 31% des contacts ; une très forte activité a également été enregistrée par le Poste 2 (21%), bien que moindre ; enfin, une activité plus faible a été enregistré par les Postes 3 et 4 (6 et 5% des contacts, respectivement). Dans l'ensemble, l'activité est donc plus **forte aux abords du bassin principal** que dans les zones boisées.

Une forte variation saisonnière de l'activité a également été enregistrée. Une très forte activité a été enregistrée en automne, ce qui s'explique probablement par l'arrivée d'une nouvelle cohorte de jeunes venant s'ajouter au cortège estival, l'activité estivale étant déjà forte. Enfin, l'activité est plus faible au printemps, période de transit pendant laquelle les individus n'ont pas tous rejoint leur zone d'estivage. Le site joue donc probablement un rôle dans la **phase d'estivage** pour les chiroptères, étant notamment utilisée par les mères en phase de **mise-bas et d'élevage des jeunes**.

L'activité du cortège d'espèces enregistrées est largement dominée par deux espèces : la **Pipistrelle commune** (57% des contacts) et le **Murin de Daubenton** (31% des contacts). La Pipistrelle commune est une espèce très commune, anthropophile et ubiquiste, fréquentant une grande variété de biotopes (boisements, zones anthropisées, zones humides, etc.). Le niveau d'activité enregistré pour cette espèce est dans l'ensemble fort, et occasionnellement très fort, au niveau du Poste 5 en été.

Le Murin de Daubenton est une espèce commune, la plupart du temps retrouvée dans les zones humides, les lacs et les cours d'eau, où il chasse généralement à la surface de l'eau. Son activité sur le site est dans l'ensemble forte, variant de modérée au printemps à très forte en automne. Son activité est largement cantonnée aux Postes 1, 2 et 5, situés en bordure du bassin principal et de zones humides.

La troisième espèce la plus fréquemment rencontrée est la **Barbastelle d'Europe** (3% des contacts). Cette espèce forestière d'intérêt communautaire chasse généralement le long des lisières et des haies. On la retrouve donc sur l'ensemble du site, avec une activité modérée en août et été et forte en automne. Elle n'a pas été contactée sur l'aire d'étude au printemps.

Enfin, la **Noctule de Leisler**, avec 2 % des contacts, a été enregistrée lors des trois sessions, avec une activité très variable selon les postes et les saisons. Cette espèce quasi-menacée (NT) est principalement forestière, mais chasse souvent à la surface des lacs et rivières, couvrant souvent de grandes distances. Son activité est la plus forte en automne, au niveau du bassin principal.

Le cortège inclut de nombreuses autres espèces pour lesquelles des niveaux d'activités forts à très forts sont occasionnellement enregistrés. C'est notamment le cas du Murin de Bechstein, espèce vulnérable (VU) à l'échelle régionale et d'intérêt communautaire, très actif autour du Poste 2 (zone humide) au printemps et en été. C'est également le cas de la Noctule commune, espèce VU à l'échelle nationale, contactée en chasse autour du Poste 1 au printemps et en automne, avec un niveau d'activité fort. Enfin, six autres espèces de murins ont été contactées sur l'ensemble du site.

En résumé, **le bassin principal et ses abords** sont une zone d'activité privilégiée, en particulier en été-automne, par un grand nombre d'espèces de chiroptères, dont des espèces ubiquistes (**Pipistrelles**) ou adeptes des milieux aquatiques (**Murin de Daubenton, noctules**), ainsi qu'un cortège d'espèces de milieux boisés comme la Barbastelle ou d'autres espèces de murins.

- **Utilisation du site**

L'AEI est avant tout un **site d'alimentation** pour les chiroptères. Au moins douze espèces ont été contactées en chasse aux abords du bassin principal, de façon régulière (majorité des espèces) ou ponctuelle (Oreillard gris, Grande noctule, Sérotine commune). L'AEI offre une variété de zones d'alimentation potentielles, principalement regroupée en trois types (de la plus utilisée à la moins utilisée) :

- **Zones humides, cours d'eau naturels et bassin annexe** : ces zones sont très favorables à l'alimentation de la plupart des espèces, en raison d'une forte concentration de proies (insectes volants) et de la proximité avec les lisières, favorisées par la plupart des chauves-souris lors des déplacements ou en chasse. La plupart des espèces rencontrées sont susceptibles d'utiliser ces espaces pour s'alimenter. De nombreux cris sociaux en automne suggère que de nombreux jeunes accompagnent leur mère sur cette zone de chasse ;
- **Bassin principal (Grand Bassin)** : il est principalement utilisé par le Murin de Daubenton et les noctules (en majorité la Noctule de Leilser, suivie par la Noctule commune, et enfin par la Grande noctule de façon très occasionnelle, en automne). Ce sont des espèces adeptes des milieux aquatiques ;
- **Boisements de feuillus et leurs lisières** : ils sont utilisés en priorité par des espèces ubiquistes ou des spécialistes de la chasse en sous-bois (Murin d'Alcathoe). Ils sont aussi le terrain de chasse principal de la Barbastelle d'Europe, en particulier en automne.

Les lisières surplombant les berges du bassin principal ainsi que l'allée forestière longeant le canal sont des axes de transit utilisés par les chiroptères pour rejoindre leur zone de chasse depuis leur gîte. Ils sont utilisés par des espèces ne chassant pas nécessairement dans l'AEI, par exemple le Grand murin.

Selon les données obtenues, des **pics d'activité** sont à signifier en début de nuit pour la Pipistrelle commune. Ceci indique une activité de **sortie de gîte**, plutôt situé à proximité de l'AEI, probablement dans les zones bâties au nord. Aucun pic notable d'activité n'est à signifier en fin de nuit, ce qui indique que les individus utilisent différents gîtes dans le secteur étudié. Des pics d'activité en début et fin de nuit sont également visibles chez la Barbastelle d'Europe et l'Oreillard gris (incertain), probablement dans les boisements situés au sud du bassin principal (Poste 3). Ces gîtes sont potentiellement utilisés en été et en automne. Les **boisements situés au sud** de l'AEI sont les plus favorables aux espèces arboricoles.

La très forte activité des chiroptères en automne suggère que de nombreux jeunes se sont joints au cortège, laissant penser que des colonies ou au moins des gîtes de mise-bas et d'élevage des jeunes sont présents à proximité de l'AEI.

En résumé, l'AEI est une zone d'alimentation majeure utilisée par des chiroptères en phase de mise-bas, d'élevage des jeunes et lors de la période d'accouplement d'automne. Elle offre également des gîtes favorables aux espèces arboricoles, principalement.

- **Espèces protégées / patrimoniales**

Toutes les espèces recensées sont protégées à l'échelle nationale.

Sur les 20 espèces contactées, **quatorze sont patrimoniales**, dont cinq sont évaluées à **enjeu fort** (Barbastelle d'Europe, Murin de Bechstein, Noctule commune, Noctule de Leisler et Pipistrelle commune), en lien avec leur statut de conservation ou d'intérêt communautaire et leur forte utilisation du site pour l'alimentation, en particulier les milieux humides et aquatiques. Un enjeu fort a également été identifié pour une espèce non-patrimoniale : le Murin de Daubenton, pour lequel le bassin principal semble être un lieu de chasse majeur.

Un enjeu modéré a également été évalué pour cinq espèces patrimoniales (Grande Noctule, Murin à oreilles échancrées, Murin d'Alcathoe, Murin de Brandt, Sérotine commune) en raison de leur statut de conservation, et d'une utilisation de l'AEI qui soit régulière ou occasionnellement forte, en particulier pour l'alimentation.

Espèce	Caractéristiques			
Barbastelle d'Europe *Barbastella barbastellus*	Écologie : Forêts, bois, lisières, sous-bois, haies			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Activité de chasse forte en automne et modérée en été. S'installe probablement dans des gîtes à proximité de l'AEI à la fin du printemps, dans les boisements au sud. Principalement active dans les sous-bois et lisières des boisements au sud de l'AEI.			
Murin de Bechstein *Myotis bechsteinii*	Écologie : Forêts âgées denses, clairières, parcs, prairies			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	(Gîte souterrain)	Gîte rupicole
	Sur site : Chasse au niveau de la zone humide située à l'amont du barrage, au printemps et en été. Très peu actif en automne.			
Murin de Daubenton *Myotis daubentonii*	Écologie : Forêts proches de l'eau, ripisylves, lisières, allées forestières, prairies humides			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Activité de chasse très forte dans toutes les zones humides de l'AEI, ainsi qu'à la surface du bassin principal, qui constitue une zone de chasse majeure pour les individus occupant les gîtes des boisements proches.			
Noctule commune *Nyctalus noctula*	Écologie : Forêts, bois, canopée, zones humides, villes, villages			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	(Gîte souterrain)	Gîte rupicole
	Sur site : Forte activité de chasse au niveau du bassin annexe, au nord de l'AEI. Surtout active au printemps et en automne. Activité irrégulière suggérant que les individus contactés exploitent d'autres zones de chasse, hors-AEI.			
Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri*	Écologie : Forêts, bois, canopée, zones humides, villes, villages			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Chasse autour de la plupart des zones humides et au-dessus du bassin principal, en automne. Couvre potentiellement de grandes distances pour s'alimenter dans l'AEI. Activité irrégulière suggérant que les individus contactés exploitent d'autres zones de chasse, hors-AEI.			
Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus*	Écologie : Villes, villages, bois, prairies, zones humides			
	(Gîte arboricole)	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Très active sur l'ensemble des milieux terrestres de l'AEI, avec une préférence pour les zones humides et les lisières du nord de l'AEI. Chasse préférentiellement autour du bassin annexe au nord du bassin principal et en contrebas du barrage.			
Grande Noctule *Nyctalus lasiopterus*	Écologie : Forêts, canopée, parcs, villes, marais			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	(Gîte rupicole)

Espèce	Caractéristiques			
	Sur site : Passages occasionnels dans l'aire d'étude, dont plusieurs comportements de chasse au niveau du bassin annexe au nord du bassin principal.			
Murin à oreilles échancrées *Myotis emarginatus*	Écologie : Forêts, ripisylves, bocage, vergers, parcs, jardins			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Chasse en contrebas du barrage, en été et en automne. Absent au printemps. Transite le long des lisières et allées forestières.			
Murin d'Alcathoe *Myotis alcathoe*	Écologie : Forêts denses, humides, bocages, lisières			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte arboricole	Gîte rupicole
	Sur site : Très présent en été, en particulier en contrebas du barrage, où une très forte activité de chasse a été enregistrée. Passages occasionnels le reste de l'année, principalement le long des lisières au nord, est et ouest de l'AEI.			
Murin de Brandt *Myotis brandtii*	Écologie : Forêts claires, souvent humides, bosquets, haies, zones agricoles, villages			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Contacté en transit de façon occasionnelle, en été seulement. Chasse potentiellement dans la zone humide en amont du barrage.			
Murin de Natterer *Myotis nattereri*	Écologie : Forêts, lisières, allées forestières, bocage, ripisylves, vergers, prairies, parcs, jardins			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Régulièrement contacté en transit le long des lisières de l'AEI. Utilise occasionnellement les zones humides de l'AEI pour la chasse.			
Oreillard gris *Plecotus austriacus*	Écologie : Bois, bosquets, lisières, villes, villages			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	(Gîte rupicole)
	Sur site : Transite et chasse le long des lisières, en particulier au niveau du boisement sud, en été et en automne. Présence de gîtes proches suspectée en automne (incertain).			
Oreillard roux *Plecotus auritus*	Écologie : Forêts à sous-bois dense, vallées alluviales, lisières, parcs, jardins			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Transite et chasse le long des lisières donnant sur les zones humides de l'AEI, en été et en automne.			
Sérotine commune *Eptesicus serotinus*	Écologie : Villes, parcs, bocage, prairies, zones humides			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Principalement active en été en contrebas du barrage, qui constitue une zone de chasse pour cette espèce. Transite le long des lisières de l'AEI.			
Grand murin *Myotis myotis*	Écologie : Forêts claires, sous-bois peu dense, bocage, prairies			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Passages réguliers, en transit le long des lisières de l'AEI.			
Murin à moustaches *Myotis mystacinus*	Écologie : Bois, lisières, bocage, parcs, zones humides, villes			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Activité modérée en été, le long des lisières et dans les zones humides. Peut-être en chasse de manière occasionnelle.			
Petit rhinolophe *Rhinolophus hipposideros*	Écologie : Bocage, lisières, friches, prairies, vignes			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Passages occasionnels le long des lisières au nord et au sud de l'AEI.			
Pipistrelle de Kuhl *Pipistrellus kuhlii*	Écologie : Villes, villages, bois, prairies, zones humides			
	(Gîte arboricole)	Gîte bâti	(Gîte souterrain)	(Gîte rupicole)
	Sur site : Activité régulière dans l'AEI, mais faible, principalement de passage le long des lisières.			

Espèce	Caractéristiques			
Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii*	Écologie : Forêts, bois, lisières, haies, zones humides			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Presque uniquement contactée en été, en transit le long des lisières et en chasse autour du bassin au nord-ouest de l'AEI.			
Pipistrelle pygmée *Pipistrellus pygmaeus*	Écologie : Forêts humides, clairières, ripisylves, zones humides			
	Gîte arboricole	Gîte bâti	Gîte souterrain	Gîte rupicole
	Sur site : Quelques passages exceptionnels en été, le long des lisières.			

Légende :
Espèce : Enjeu fort / Enjeu modéré / Enjeu faible
Habitats : Milieu boisé / Milieu semi-ouvert / Milieu humide / Milieu anthropisé
Gîtes : () Utilisé de façon secondaire / Utilisé en estivage / Utilisé en hivernage / Utilisé en estivage et en hivernage

Tableau 65 : Caractéristiques des chiroptères recensés

La majorité des espèces contactées sont associées aux zones boisées (neuf espèces) et aux milieux boisés humides (quatre). La présence de boisements de feuillus en bordure du bassin principal et des zones humides est très favorable à ces cortèges. La majorité de ces espèces utilisent les lisières boisées et chassent au niveau des zones humides (ainsi que le bassin principal pour les noctules et le Murin de Daubenton), alors que certaines d'entre elles favorisent les boisements au sud (Barbastelle d'Europe).

Le cortège d'espèces ubiquistes est représenté par trois espèces (Pipistrelle commune, P. de Kuhl, Sérotine commune), qui fréquentent une large gamme d'habitats. Elles utilisent principalement les lisières pour le transit et les zones humides pour la chasse. Ces espèces fréquentent généralement peu le boisement sud de l'AEI.

Enfin, les quatre espèces de milieux semi-ouverts contactées semblent principalement de passage sur l'aire d'étude, utilisant les lisières comme axe de transit. Bien que certaines aient été enregistrées en chasse dans le boisement sud (Oreillard gris), le contexte bocager encerclant la moitié nord de l'AEI semble plus favorable à ces espèces.

En résumé, l'AEI est très favorable aux espèces des **zones boisées**, en particulier celles avec une affinité pour les **milieux humides**, ainsi qu'à des espèces ubiquistes, en transit et en chasse.

- **Espèces issues de la bibliographie**

Parmi les espèces citées dans la bibliographie, toutes ont été recensées dans l'AEI, à l'exception du Grand rhinolophe.

Sachant que le Petit rhinolophe a été contacté dans l'AEI, la présence du Grand rhinolophe, qui utilise des habitats de chasse similaires, est probable, mais de façon occasionnelle et principalement en transit. Les milieux bocagers situés au nord de l'AEI sont plus favorables à cette espèce.

- **Complément utilisation des gîtes bâtis**

Suivi actif (émergence) et prospections diurnes des gîtes

Les prospections visuelles n'ont mis évidence la présence d'aucun individu dans le bâtiment abandonné ni dans les cavités du viaduc (ce dernier ayant été uniquement prospecté aux jumelles depuis le bas).

Le suivi actif a permis d'enregistrer 948 contacts au niveau du bâtiment abandonné et 692 au niveau du viaduc. Toutes les espèces enregistrées avaient déjà été contactées lors de l'étude de 2023. Les contacts correspondaient principalement à des individus en chasse (Pipistrelle commune, Pipistrelle de Nathusius, Murin de Daubenton, Barbastelle d'Europe), avec entre 1 et 5 individus chassant en permanence au-dessus du bassin, et quelques espèces de passage, pour un total de 7 espèces et 4 groupes d'espèces.

Aucun individu n'a été observé émergeant du bâtiment abandonné. Une Pipistrelle commune a émergé depuis la porte du bâtiment, mais il n'a pas été possible de déterminer si elle provenait d'une cavité à l'intérieur ou si elle était entrée par une fenêtre ou la porte opposée. Le bâtiment demeure favorable aux chiroptères comme gîte de transit.

Plusieurs individus ont été observés (3 Pipistrelles communes) en train de voler depuis le viaduc sans que leur provenance ne puisse être clairement identifiée. L'utilisation du viaduc comme gîte demeure donc incertaine. Celui-ci pourrait toutefois abriter des individus en transit, voire en hibernation.

	Bâtiment		**Viaduc**		
Nom vernaculaire *Nom scientifique*	Nombre de contacts	Activité	Nombre de contacts	Activité	Enjeu
Barbastelle d'Europe *Barbastella barbastellus*	9	T	41	A	**Fort**
Murin d'Alcathoe *Myotis alcathoe*	-	-	1	T	**Modéré**
Murin de Daubenton *Myotis daubentonii*	347	A	-	-	**Fort**
Murin de Natterer *Myotis nattereri*	-	-	1	T	**Modéré**
Noctule de Leisler *Nyctalus leisleri*	7	T	3	T	**Fort**
Pipistrelle commune *Pipistrellus pipistrellus*	580	A	578	A	**Fort**
Pipistrelle de Nathusius *Pipistrellus nathusii*	2	T	49	A	**Faible**
Groupes d'espèces					
Murin indéterminé *Myotis sp.*	2	T	5	A	**Non évalué**
Grand / Petit murin *Myotis myotis / blythii*	-	-	2	T	**Non évalué**
Sérotines / Noctules *Eptesicus / Nyctalus*	-	-	10	A	**Non évalué**
Oreillard indéterminé *Plecotus sp.*	1	T	2	T	**Non évalué**

Légende :
Activité : A Alimentation / T Transit

Tableau 66 : Activité des espèces contactées lors du suivi actif

Suivi passif

Les enregistrements passifs ont permis d'enregistrer un total de 2142 contacts à proximité du viaduc et du bâtiment abandonné. Cependant, aucun signal ne témoignant de l'entrée ou sortie d'individus dans un gîte n'a été enregistré (tableau ci-après).

Le SM4 situé dans le bâtiment abandonné a enregistré plusieurs passages de chiroptères dans le bâtiment, en particulier la Pipistrelle commune en juin. Toutefois, aucun d'entre eux ne semble indiquer que l'individu ne sortait ou entrait dans une cavité.

Le SM4 situé au niveau du viaduc a enregistré un grand nombre de contacts d'individus en alimentation au niveau du viaduc et de la canopée, sans qu'aucun ne décolle ou ne se pose au niveau du microphone.

	Bâtiment		**Viaduc**	
Date	Nombre de contacts	Nombre d'émergences	Nombre de contacts	Nombre d'émergences
24 juin 2024	458	0	1208	0
6 novembre 2024	28	0	448	0
Total	486	0	1656	0

Tableau 67 : Résumé des contacts de chiroptères enregistrés

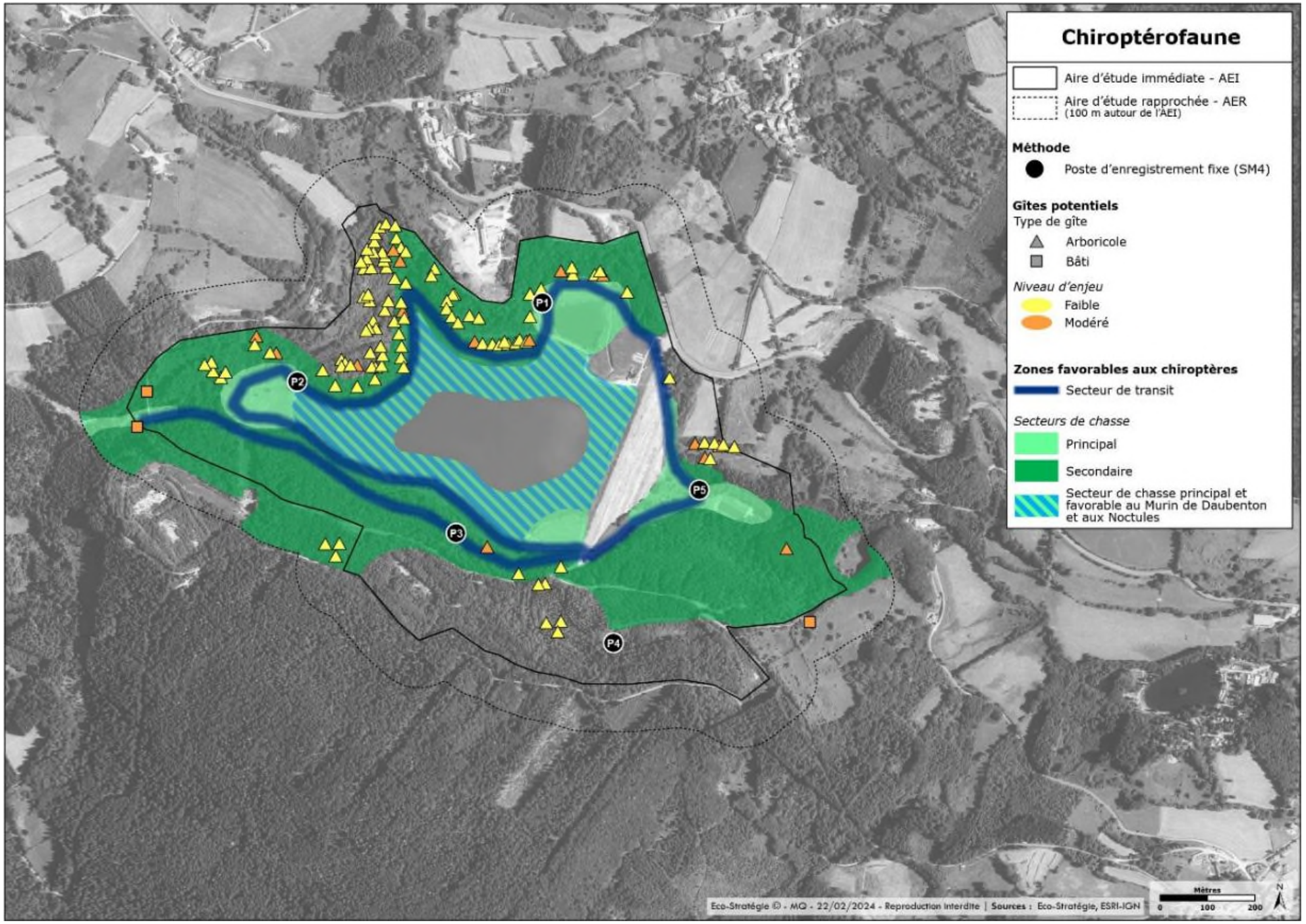
- **Synthèse des observations sur les chiroptères**

Gîtes potentiels :
- 118 gîtes potentiels recensés, 115 arboricoles et trois bâtis, dont 112 au sein de l'AEI.
- Aucun gîte à enjeu fort, 18 à enjeu modéré (quinze arboricoles et trois bâtis).
- Aucun individu n'a été trouvé ou enregistré comme utilisant les gîtes bâtis présents dans l'AEI.
- L'AEI est potentiellement attractive pour des espèces aux mœurs arboricoles, en estivage et/ou en hivernage ; et plus localement pour des espèces au mœurs anthropiques.

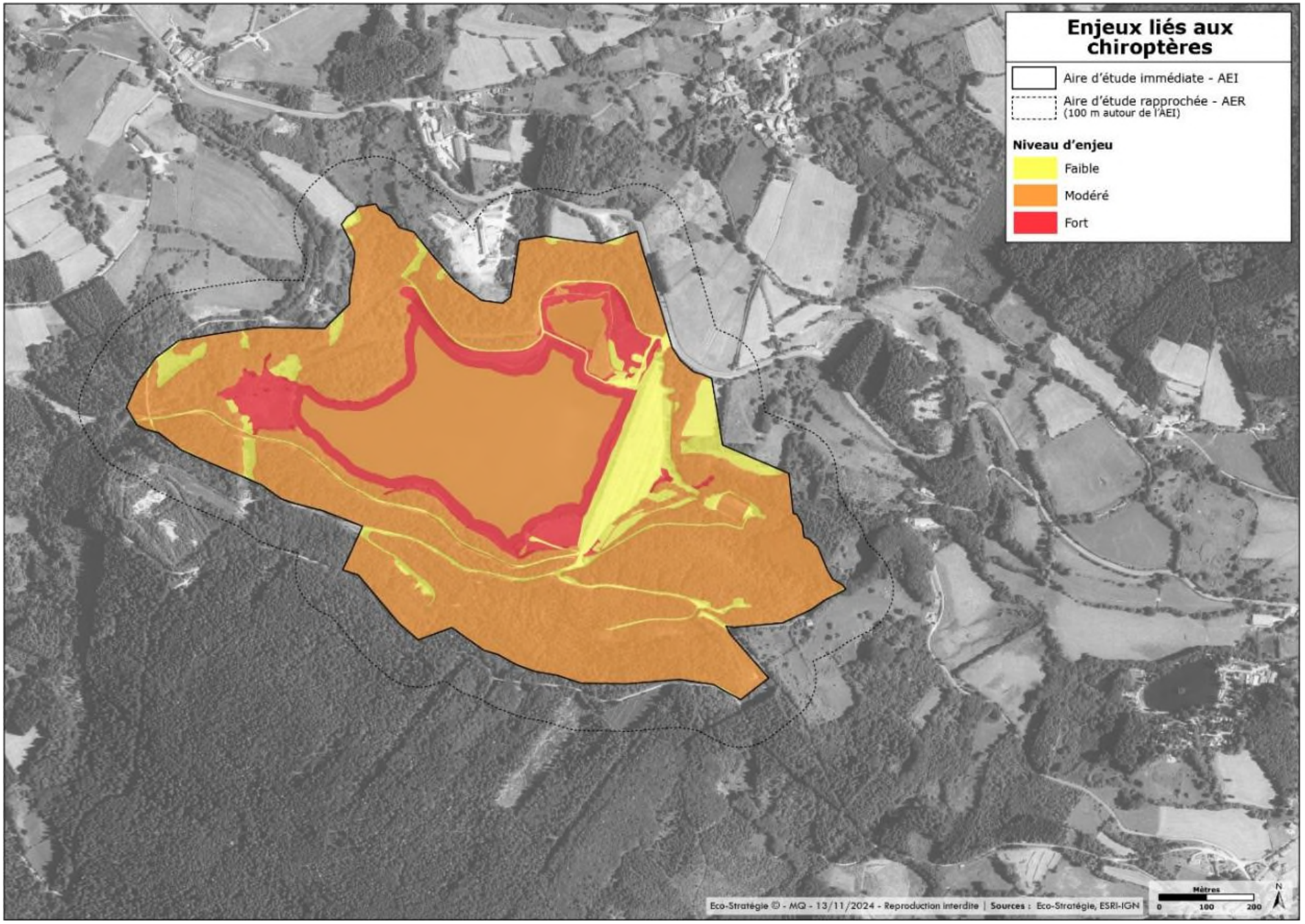
Diversité spécifique :
- 20 espèces de chiroptères contactées, toutes protégées. Quatorze espèces patrimoniales identifiées
- Parmi les 9 espèces protégées potentielles, citées dans la bibliographie, 8 observées dans l'AEI
- 6 espèces présentent un enjeu fort : Barbastelle d'Europe, Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle commune, Murin de Bechstein et Murin de Daubenton
- 5 présentent un enjeu modéré : Grande noctule, Murin à oreilles échancrées, Murin d'Alcathoe, Murin de Brandt, Sérotine commune, Murin de Natterer, Oreillard gris et Oreillard roux.
- AEI avant tout utilisée pour la chasse par des espèces de milieux boisés ou humides et des espèces ubiquistes.
- Présence potentielle du Grand rhinolophe, en transit.

Activité :
- Activité dans l'ensemble très forte, en particulier en été et en automne.
- Cortège largement dominé par deux espèces communes : la Pipistrelle commune et le Murin de Daubenton.
- Zones de chasse majeures autour des zones humides et en bord du bassin principal, pour les deux espèces citées ci-dessus ainsi que les noctules.
- Présence potentielle de gîtes à proximité en automne pour la Barbastelle d'Europe et la Pipistrelle commune.

L'enjeu vis-à-vis des chiroptères est évalué comme :
-fort pour les abords du bassin principal, les zones humides en amont du bassin principal et en contrebas du barrage ;
-modéré pour les zones boisées et le bassin annexe ;
-faible pour le reste du site (zones ouvertes, barrage).



Carte 26 : Gîtes potentiels à chiroptères et biotopes favorables aux chiroptères sur l'AEI et ses abords



Carte 27 : Cartographie des enjeux liés aux chiroptères au sein de l'AEI

3.3.5.3 Mammifères terrestres

- **Bibliographie**

La bibliographie mentionne onze espèces protégées ou patrimoniales de mammifères terrestres, dont **cinq sont potentielles sur site**.

Nombre d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
11	8	11	2

Tableau 68 : Synthèse des mammifères protégés ou patrimoniaux mentionnés dans la bibliographie

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Potentialité de présence
Belette d'Europe *Mustela nivalis*	LC	NT	-	C	-	Peu probable
Campagnol amphibie *Arvicola sapidus*	NT	CR	D	PN	-	Possible
Cerf élaphe *Cervus elaphus*	LC	NT	-	C	-	Peu probable
Chat forestier *Felis silvestris*	LC	NT	D	PN	-	Peu probable
Crossope aquatique *Neomys fodiens*	LC	NT	D	PN	-	Peu probable
Écureuil roux *Sciurus vulgaris*	LC	LC	-	PN	-	Très probable
Hérisson d'Europe *Erinaceus europaeus*	LC	NT	-	PN	-	Probable
Lapin de garenne *Oryctolagus cuniculus*	NT	VU	-	C	-	Peu probable
Loup gris *Canis lupus*	VU	RE	D	PN	-	Peu probable
Loutre d'Europe *Lutra lutra*	LC	CR	D	PN	DH2	Probable
Putois d'Europe *Mustela putorius*	NT	CR	D	C	-	Possible

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / CR En danger critique / RE Éteint à l'échelle régionale
ZNIEFF (ZN.) : D Déterminante stricte
Protection : PN Protection nationale / C Chassable
Directive Habitats (DH) : DH2 Espèce d'intérêt communautaire

Tableau 69 : Liste des mammifères protégés ou patrimoniaux mentionnés dans la bibliographie

- **Résultats d'inventaires**

L'inventaire mené a permis de recenser **treize espèces de mammifères terrestres** sur l'AEI et ses abords.

Nombre total d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
13	3	2	2

Tableau 70 : Bilan de l'inventaire des mammifères terrestres ou semi-aquatique sur l'AEI et ses abords (ECO-STRATEGIE)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Statut biologique	Enjeu
Campagnol agreste *Microtus agrestis*	LC	LC	-	-	-	A	**Faible**
Chevreuil européen *Capreolus capreolus*	LC	LC	-	C	-	R1	**Faible**
Fouine *Martes foina*	LC	LC	-	C	-	P	**Faible**
Lièvre d'Europe *Lepus europaeus*	LC	LC	-	C	-	R1	**Faible**
Loutre d'Europe *Lutra lutra*	LC	CR	D	PN	DH2	R1	**Fort**
Ragondin *Myocastor coypus*	NA	NA	-	INT	-	R1	**Très faible**
Renard roux *Vulpes vulpes*	LC	LC	-	C	-	P	**Faible**
Sanglier *Sus scrofa*	LC	LC	-	C	-	R2	**Faible**
Martre des pins *Martes martes*	LC	LC	-		-	P	**Faible**
Écureuil roux *Sciurus vulgaris*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Modéré**
Rat surmulot *Felis silvestris*	NA	LC	-	-	-	P	**Très faible**
Castor d'Eurasie *Castor fiber*	LC	LC	D	PN	DH2	*(Traces)*	*Voir complément*
Chat forestier *Rattus norvegicus*	LC	NT	D	PN	DH2	P	**Fort**

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / CR En danger critique / NA Non applicable
ZNIEFF (ZN.) : D Déterminante stricte
Protection : PN Protection nationale / C Chassable / INT Introduite
Directive Habitats (DH) : DH2 Espèce d'intérêt communautaire
Statut biologique : R1 Reproduction possible / R2 Reproduction probable / A En alimentation / P De passage.

Tableau 71 : Liste des mammifères terrestres ou semi-aquatiques recensés sur l'AEI et ses abords

L'inventaire réalisé par échantillonnage de l'ADN environnemental (ADNe ; 1 seule campagne estivale) a seulement permis de confirmer la présence du **Ragondin** au sein du bassin principal.

La **Loutre d'Europe** n'a pas été détectée par la méthode d'ADNe. Cette technique consiste à récupérer les traces d'ADN libérées par les espèces (fèces, urine, mucus) dans leur environnement en filtrant l'eau à travers une membrane. Dans la mesure où cette espèce tend à laisser moins de traces de ce type dans le milieu aquatique (les épreintes sont généralement déposées en bordure du milieu terrestre), il n'est pas forcément étonnant de ne pas relever de traces ADN de cette espèce au cours d'une seule campagne d'échantillonnage.

Le **Castor d'Eurasie** n'a pas non plus été identifié par traces ADNe.

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	A T L	Enjeu
Ragondin *Myocastor coypus*	NA	NA	-	INT	-	++	**Négligeable**

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure
ZNIEFF (ZN.)
Protection : INT Introduite
Directive habitat (DH)
Abondance théorique locale (A T L) (Basée sur le nombre de réplicas positifs et le nombre de séquences ADN) :
++ Commune

Tableau 72 : Liste des espèces de mammifères identifiées par ADNe

Le Ragondin, identifié par traces ADNe, est une espèce exotique envahissante que l'on trouve près des grandes étendues d'eau. Cette espèce affectionne les berges pentues où elle creuse son terrier. Excellent nageur, le Ragondin se nourrit de végétation aquatique, de mollusques et également des plantes localisées sur les berges.

- **Utilisation du site**

Les abords du plan d'eau principal et du bassin annexe situés au sein de l'AEI constituent des éléments importants pour les mammifères semi-aquatiques (Loutre d'Europe, Castor d'Eurasie), qui sont ou ont été à même de les utiliser comme zone de reproduction, de transit et d'alimentation.

Le cours d'eau en amont et en aval du plan d'eau principal et du bassin annexe sont également favorables à la Loutre d'Europe qui parcourt de grandes distances le long des cours d'eau. Aucune preuve probante de reproduction de l'espèce sur le site n'a été avérée lors des inventaires.

Sur son pourtour, le site présente également une densité importante de milieux boisés favorables à la reproduction, l'alimentation et le repos des mammifères (Chevreuil, Renard, Sanglier, Fouine).

Les espaces ouverts humides sont aussi favorables à l'alimentation de certaines espèces de mammifères (Campagnol agreste).

La majeure partie de l'AEI constitue une **zone refuge**, attractive pour certaines espèces de la mammalofaune : des espèces semi-aquatiques au centre de l'AEI et des espèces terrestres et forestières sur le pourtour de l'AEI.



Figure 158 : Indices de présence actuelle ou historique du Castor d'Eurasie, sur site : hutte / arbre taillé (ES, 2023)



Figure 159 : Indices de présence de la Loutre d'Europe, sur site : empreintes / épreintes (ES, 2023)

- **Bibliographie et résultats d'inventaires complémentaires**

En raison du statut de protection et de patrimonialité de la Loutre d'Europe et du Castor d'Eurasie et des résultats d'inventaire n'ayant pas permis de confirmer la présence visuelle d'individus, des recherches et inventaires complémentaires ont été effectués en 2024.

Bibliographie complémentaire

Castor d'Eurasie

Le Castor d'Eurasie a une capacité de dispersion relativement importante puisqu'il est capable de parcourir jusqu'à 60 km en un an. En moyenne, il réalise deux types de déplacements :

- Ceux réguliers de 8 km environ (Fryxell, 2001[12]) ;

[12] Fryxell, J. M., 2001. Habitat suitability and source-sink dynamics of beaver. J. Anim. Ecol. 70(2): 310-316

- Ceux de colonisation d'environ 25 km pouvant s'étendre jusqu'à 170 km (Heidecke, 1984[13]).

Il est ainsi capable de parcourir de grandes distances par voie d'eau (jusqu'à 20 km en une nuit en phase de dispersion ; Nolet & Rosell, 1994[14]).

Le territoire d'une famille ou d'un individu installé est de 0,5 à 3 km de cours d'eau en moyenne, selon les caractéristiques du milieu (en particulier la disponibilité de la ressource alimentaire).

La colonisation d'un nouveau territoire par les castors suit une répartition dite « despotique idéale », c'est-à-dire que les premiers arrivants s'installent dans les habitats optimaux.

Le milieu de vie type de l'espèce est constitué par le réseau hydrographique de plaine et de l'étage collinéen qu'il s'agisse de fleuves ou de ruisseaux. Les plans d'eau peuvent être colonisés lorsqu'ils sont reliés au réseau hydrographique ou bien lorsqu'ils sont très proches de celui-ci.

Les conditions nécessaires à son implantation sont :

- La présence permanente de l'eau même si sa surface est temporairement faible, profondeur minimum de 60 cm ;
- La présence significative de formations boisées rivulaires avec prédominance de jeunes salicacées (Saules, Peupliers) ;
- Une faible pente du cours d'eau, généralement inférieur à 1% ;
- L'absence d'une vitesse de courant élevée permanente ;
- L'absence d'ouvrages hydroélectriques.

Ces critères ne sont pas absolus. En effet, en cas de saturation, le castor explore de nouveaux territoires et s'établit dans des habitats dits secondaires, qui ne répondent pas strictement à ses besoins écologiques. Lorsqu'ils sont tous utilisés, les nouveaux venus sont des « vagabonds » qui doivent attendre la libération d'une place ou s'engager dans la recherche d'un nouveau territoire (autre bassin versant, lac, etc., Nolet & Rosell, 1994 ; Campbell et al., 2005[15]). Les ressources alimentaires, déterminant la richesse d'un habitat, sont donc un facteur important dans la dynamique de colonisation du castor.

La connaissance des exigences écologiques de l'espèce ne suffit donc parfois pas à expliquer l'installation ou non de l'espèce sur un tronçon de cours d'eau. Ainsi, le succès de la recolonisation sur certains bassins versants français révèle la plasticité et les capacités d'adaptation de l'espèce. Le castor est en effet capable d'occuper des milieux bien différents de son habitat optimal décrit dans la bibliographie : installation à proximité immédiate de sites industriels en activité (gravières, barrages hydroélectriques sur le Rhône, …), en tête de bassin versant (bassin de l'Eyrieux, lac de Devesset à 1075 m d'altitude …) ou encore au sein de systèmes hydrographiques fortement anthropisés (au cœur de grandes villes comme Lyon,

[13] Heidecke, D. (1984) Untersuchungen zur Ökologie und Populationsentwicklung des Elbebibers, Castor fiber albicus Matschie, 1907. Teil 1. Biologische und populationsökolo-gische Ergebnisse. Zoologische Jahrbücher Abteilung Systematik, 111, 1–41

[14] Nolet B.A., Rosell F., 1994. Territoriality and time budgets in beavers during sequential settlement. Canadian Journal of Zoology, 72(7): 1227-1237

[15] Campbell, R. D., Rosell, F., Nolet, B. A., Dijkstra, V. A., 2005. Territory and group sizes in Eurasian beavers (Castor fiber): echoes of settlement and reproduction? Behavioral Ecology and Sociobiology, 58(6) : 597-607

Grenoble, …). La progression spatiale et l'extension de l'aire de répartition du castor ne sont donc pas faciles à prévoir.

Le site d'étude est traversé par le cours d'eau la Besbre. Les toponymes et hydronymes français liés au castor s'appuient sur la dénomination latine francisée et héritée du terme gaulois bebros, mais l'on rencontre de nombreuses déclinaisons en fonction des dialectes. De nombreux cours d'eau en ont tiré leur appellation dont la Besbre (Duval et al., 2011[16] ; Frapna, 2007[17]), témoignant ainsi de la présence de cette espèce sur le cours d'eau.

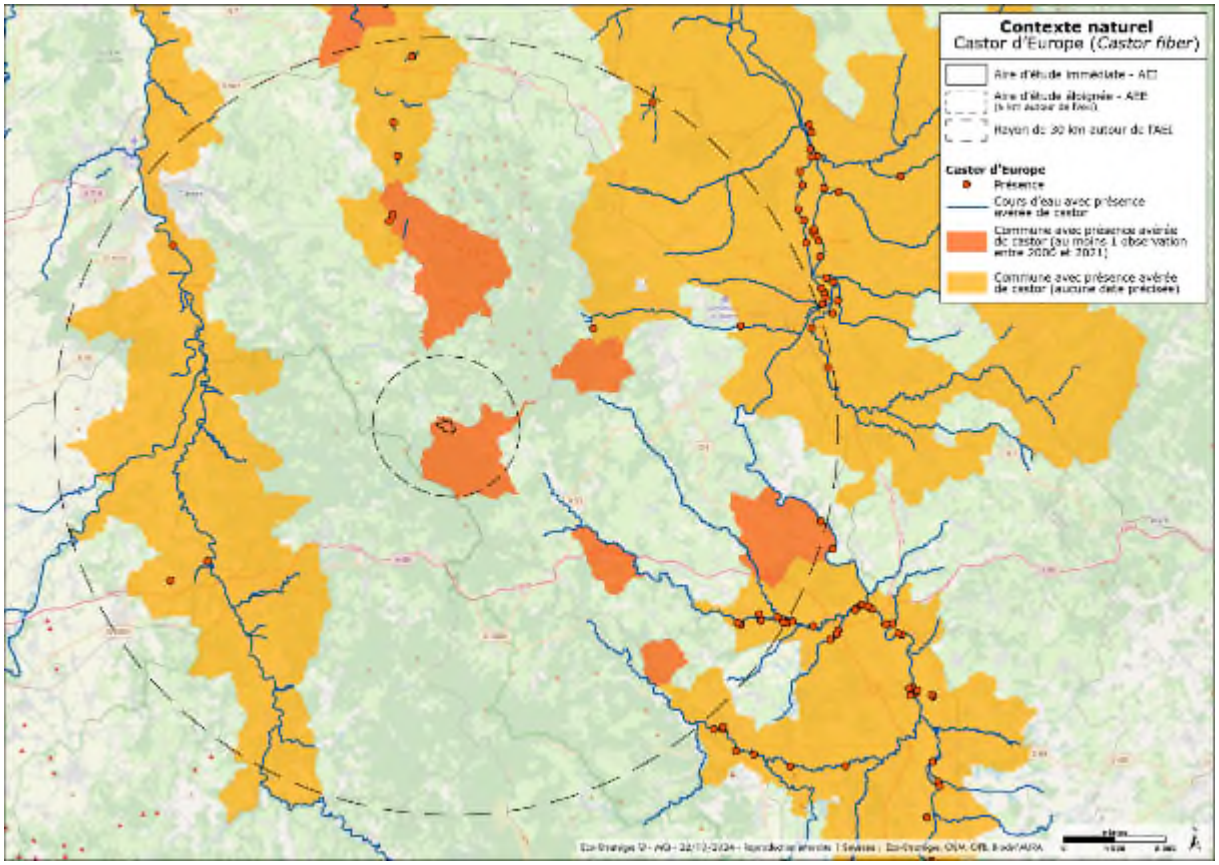


Figure 160 : Données bibliographiques de présence du Castor d'Eurasie sur le cours d'eau de la Besbre et à proximité

Loutre d'Europe

La présence avérée et potentielle de la Loutre d'Europe dans un rayon de 30 km autour de l'AEI est présentée sur la carte ci-après.

[16] Duval J., Callou C. & Horard-Herbin M.-P. 2011. – Le castor Castor fiber Linnaeus, 1758 en France. Étude archéozoologique. Anthropozoologica, 46.2 : 7-39

[17] Frapna, Le castor, coll. « Les cahiers Nature-Culture », 2007, p. 29.

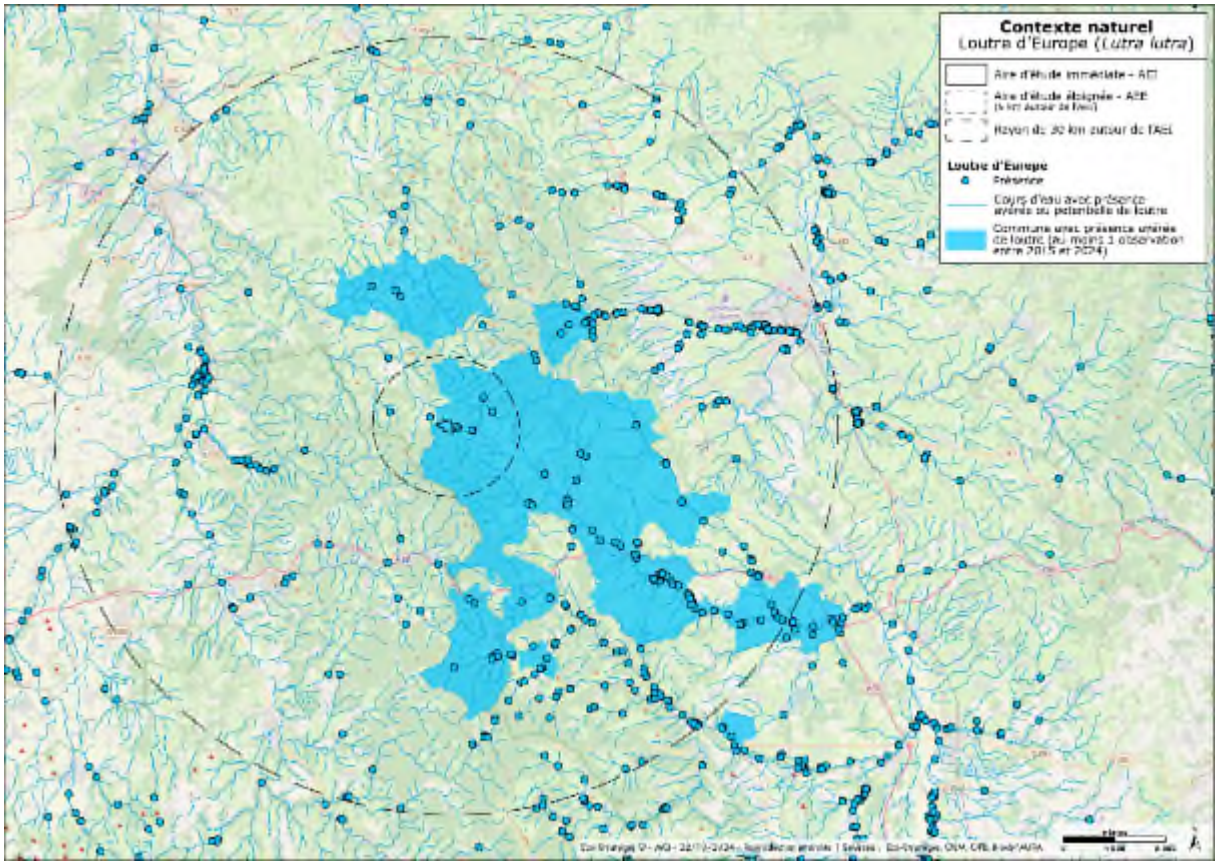


Figure 161 : Données bibliographiques de présence de la Loutre d'Europe dans un rayon de 30 km autour de l'AEI

Résultats d'inventaires complémentaires

Castor d'Eurasie

La présence historique du Castor d'Eurasie au sein de l'AEI est avérée. En effet, les témoignages, les observations entre 2000 et 2021 et la présence des indices de présence (hutte de Castor, coupes d'arbres) corroborent cette affirmation.

En 2023, les prospections ont permis de constater des traces de présence encore visibles mais aucune trace fraîche et récente, aucun indice visuel par le biais de l'appareil photographique à déclenchement automatique et aucune trace ADN de l'espèce comme indiqué précédemment.

En 2024, la campagne de piégeage photographique (15 pièges posés sur le pourtour du plan d'eau) n'a pas, non plus, permis d'observer d'indice visuel de l'espèce.

À l'heure actuelle, le Castor est donc considéré comme non présent sur le site des Bois Noirs.

Selon les données bibliographiques de présence et la prospection effectuée le long de la Besbre, la commune la plus proche avec indices de présence récents et témoignages est celle de Châtel-Montagne. Ce site se situe à 32,34 kilomètres de distance du site des Bois noirs en longeant la Besbre. En analysant le profil altitudinal de présence actuelle de l'espèce sur différentes zones de la Besbre, on observe également qu'elle se situe entre 300 à 400 mètres d'altitude, l'AEI atteignant les 800 mètres.



Figure 162 : Indices de présence et caractéristiques du milieu sur le site de Châtel-Montagne (ES, 2024)

Il est donc fort probable que l'individu historiquement présent sur le plan d'eau était un individu isolé, vraisemblablement un jeune en dispersion depuis l'aval (noyau de population de Châtel-Montagne). À noter qu'un individu de Castor a été trouvé mort sur le site sans que nous ayons connaissance d'une date précise du constat (environ de l'année 2020).

En raison de la distance éloignée, du delta d'altitude et de la ressource disponible des sites sur lesquels les populations actuelles sont établies, une colonisation rapide en amont ou au cours des travaux sur le site n'est pas envisagée. Dans l'état actuel des choses, nous ne pouvons cependant pas exclure une recolonisation dans un futur plus lointain.

Le Castor d'Eurasie n'est donc plus considéré comme présent sur le site des Bois Noirs à l'heure actuelle et dans le cadre de cet état initial.

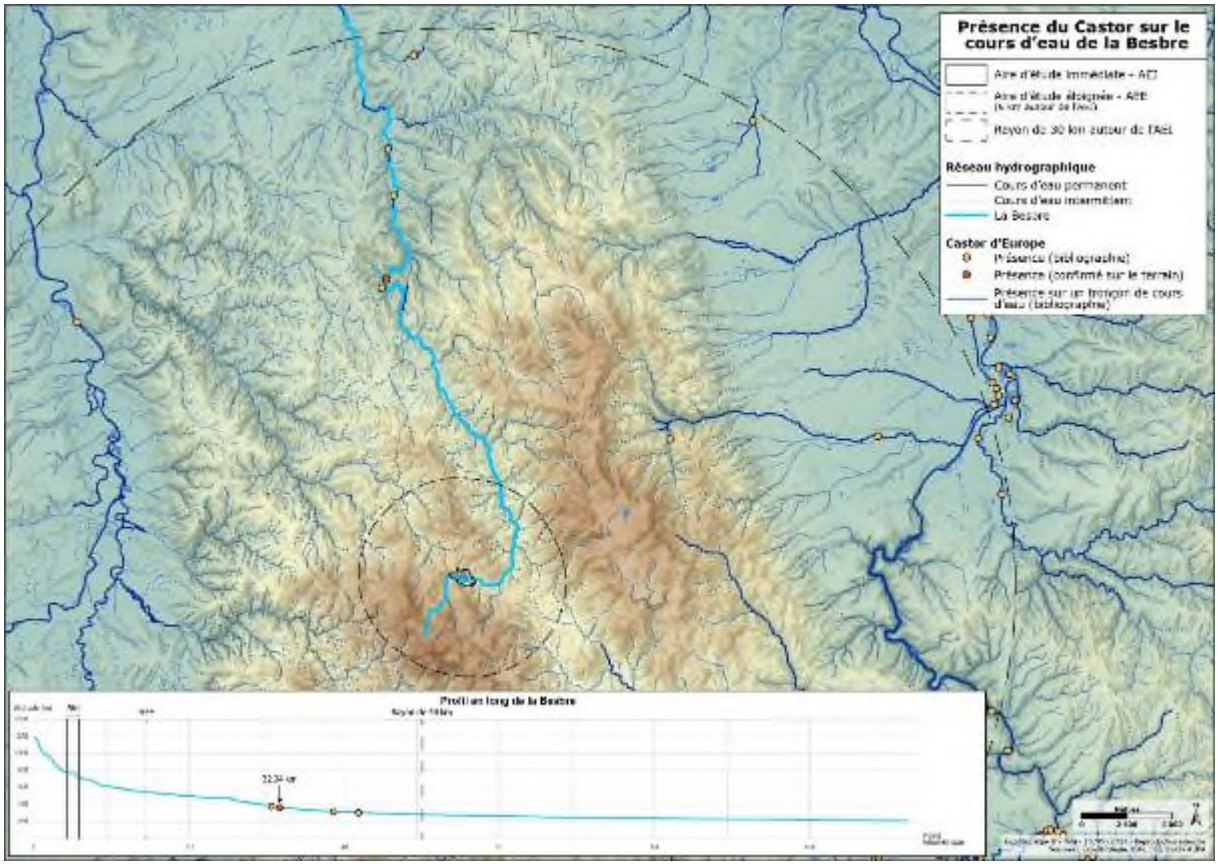


Figure 163 : Présence du Castor d'Eurasie dans le rayon de 30km de l'AEI et sur la Besbre

Loutre d'Europe

Comme indiqué précédemment, le cours d'eau en amont et en aval du plan d'eau principal et du bassin annexe sont également favorables à la Loutre d'Europe.

Des indices de présence relevés lors des inventaires de 2023 et 2024 indiquent que les milieux aquatiques sont utilisés comme zone de transit et d'alimentation (épreintes et traces de prédation de Loutre) par l'espèce. En 2024, la campagne de piégeage photographique a permis d'observer des indices visuels de l'espèce.

La recherche active de catiche au niveau du plan d'eau n'a pas permis d'en certifier la présence. Aucune preuve probante de reproduction de l'espèce sur le site n'a non plus été avérée au cours des inventaires.

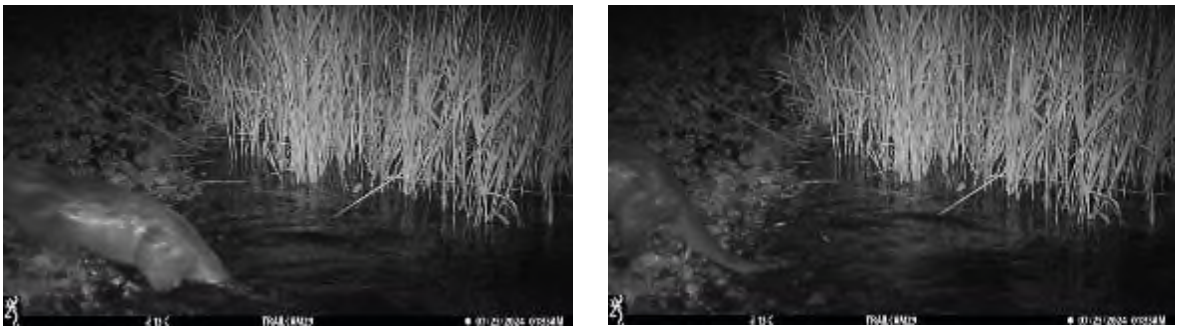


Figure 164 : Indice visuel de la Loutre d'Europe par piégeage photographique (ES, 2024)

- **Espèces à enjeu**

Parmi les espèces recensées, **trois sont protégées**.

Parmi celles-ci, la première est patrimoniale, évaluée à enjeu fort (Loutre d'Europe), en lien avec son statut « en danger critique » sur liste rouge régionale et son statut d'intérêt communautaire.

La seconde espèce patrimoniale (Chat forestier) est évaluée à enjeu fort, en lien avec son statut « Quasi-menacée » sur liste rouge régionale et son statut d'intérêt communautaire.

La troisième espèce (Écureuil roux) est évaluée à enjeu modéré en lien avec son statut de protection

Espèce	Caractéristiques
Loutre d'Europe *Lutra lutra*	Écologie : Cours d'eau, plans d'eau, berges
	Biologie : Reproduction (mise-bas) en terrier (catiche), sous abri (souche, arbre creux) ou dans une dépression du sol, au niveau des berges.
	Sur site : Reproduction possible. Indices de présence (épreintes, empreintes et traces de prédation) au niveau des berges du plan d'eau principal et du bassin au nord. Présence potentielle sur l'ensemble des plans d'eau et de leurs berges.
Chat forestier *Felis silvestris*	Écologie : Forêts (feuillus, mixtes), clairières, lisières, prairies
	Biologie : Reproduction (mise-bas) en zone arboricole (cavité), dans une souche, un terrier ou abri rocheux
	Sur site : Reproduction possible. Individu identifié par piégeage photographique au niveau de l'amont du plan d'eau principal rive gauche et de l'aval en exutoire. Présence potentielle sur l'ensemble du site.
Écureuil roux *Sciurus vulgaris*	Écologie : Forêts (résineux, mixtes, voire feuillus), bois, parcs, jardins arborés
	Biologie : Reproduction (mise-bas) en zone arboricole (nid ou trou de pic)
	Sur site : Reproduction probable. Individu identifié par piégeage photographique Présence potentielle sur l'ensemble du site.

Légende :
Espèce : Enjeu fort, Enjeu modéré
Écologie : Milieu aquatique, Milieu boisé

Tableau 73 : Caractéristiques des mammifères protégés ou patrimoniaux recensés

- **Espèces issues de la bibliographie**

Parmi les espèces, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie, trois ont été recensées sur l'AEI et ses abords (**Loutre d'Europe, Chat forestier, Écureuil roux**).

L'AEI, tout comme ses abords, reste favorable à la présence d'espèces protégées et/ou patrimoniales communes (**Hérisson d'Europe**), au niveau des zones boisées à arbustives. Les espaces humides et aquatiques ainsi que les berges et ripisylves associées auraient été susceptibles d'accueillir des espèces patrimoniales (**Campagnol amphibie, Putois d'Europe**).

Concernant le Campagnol amphibie, les traces de présence de cette espèce sont souvent bien visibles (crottiers, terriers, joncs coupés etc.). Aucun de ces indices n'a été relevé sur le site, et cette espèce n'a pas non plus été relevée dans l'échantillonnage ADNe. Les zones humides de type jonchaie, habitat de prédilection de l'espèce, sont également très peu représentées sur le site. Nous pouvons donc considérer cette espèce comme non présente sur le site d'étude.



Figure 165 : Chat forestier par piégeage photographique (ES, 2024)

- **Synthèse des observations sur les mammifères**

- Onze espèces de mammifères terrestres ou semi-aquatiques recensées.

- Parmi les 5 espèces potentielles, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie (sur onze au total), trois espèces (Loutre d'Europe, Chat forestier, Écureuil roux) observées dans l'AEI.

- 3 espèces protégées et patrimoniales identifiées, deux à enjeu fort (Loutre d'Europe et Chat forestier) et une à enjeu modéré (Écureuil roux).

- Présence potentielle d'espèces protégées et/ou patrimoniales communes (Hérisson d'Europe), ou d'espèces patrimoniales (Putois d'Europe).

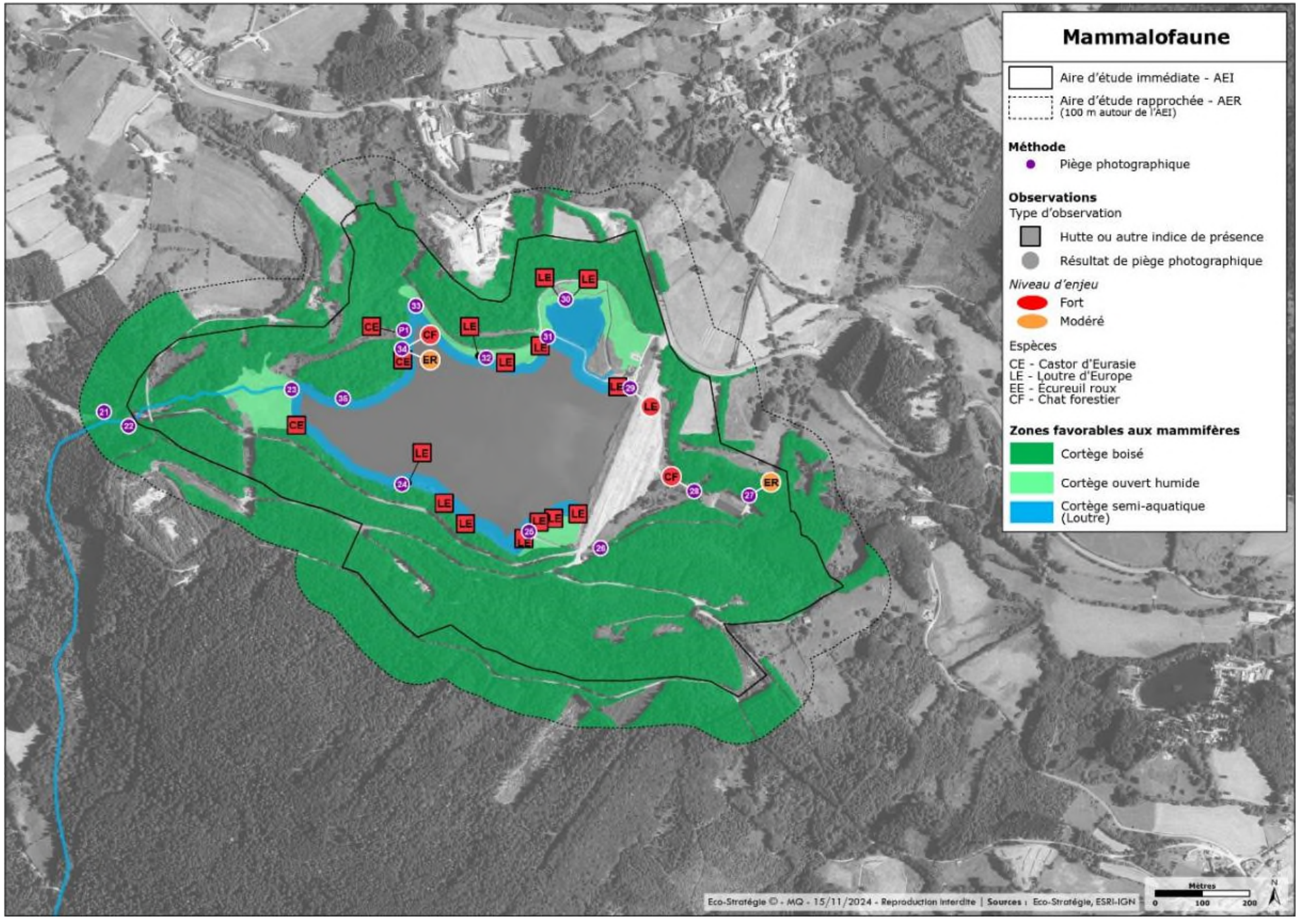
- L'AEI est localement attractive en tant que zone refuge pour la mammalofaune terrestre (boisements, fourrés) et la mammalofaune semi-aquatique (plan d'eau et berges).

L'enjeu vis-à-vis des mammifères terrestres est évalué comme :

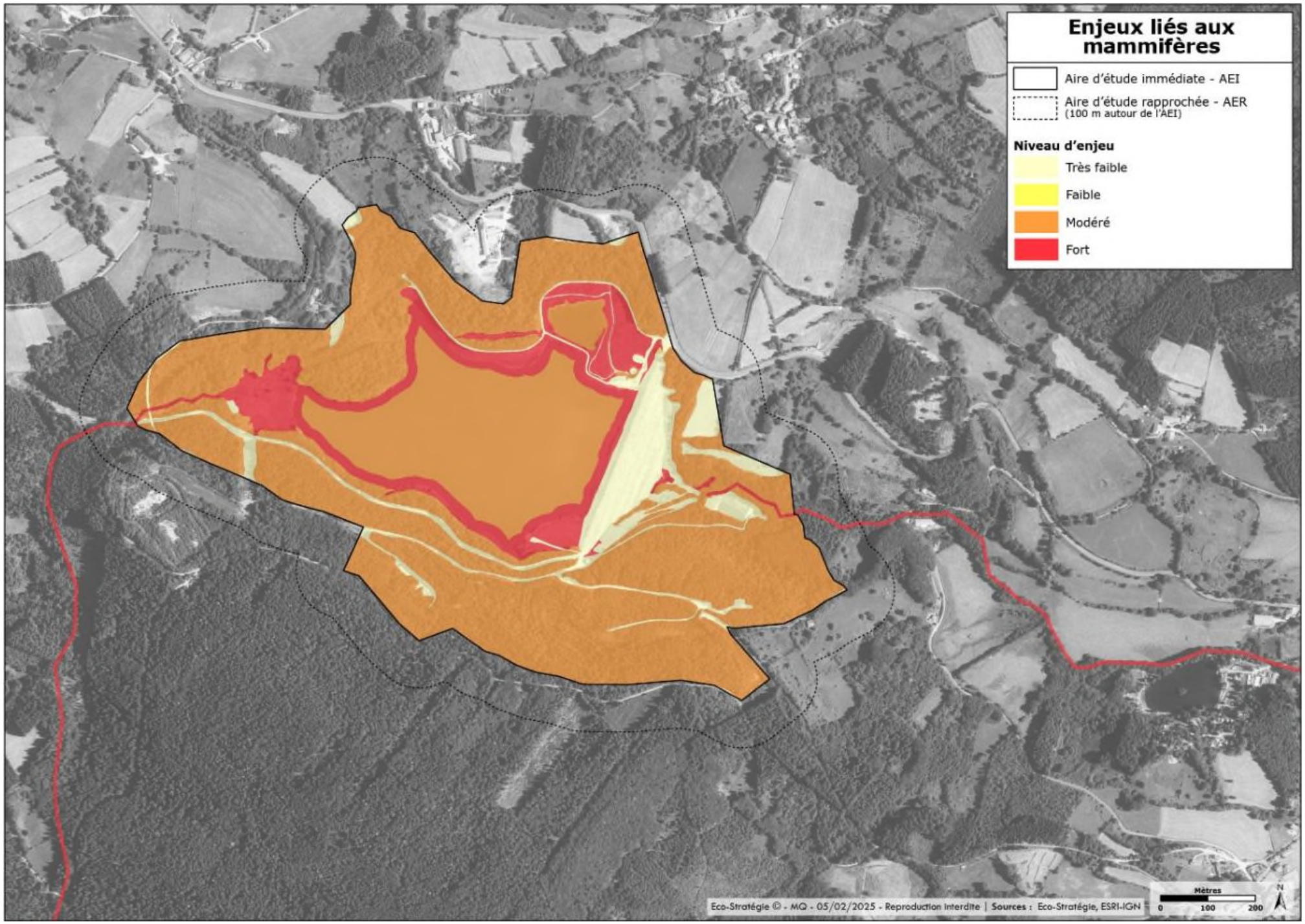
- fort pour les berges, les secteurs littoraux des zones aquatiques (passage et nourrissage pour la Loutre d'Europe), les ripisylves associées et zones humides ouvertes ;

-modéré pour les zones boisées à arbustives (rôle de zone refuge pour le Chat forestier, l'Écureuil roux et les autres mammifères terrestres) ;

-très faible pour le reste du site (zones ouvertes en eau et anthropisées).



Carte 28 : Mammalofaune terrestre et semi-aquatique protégée ou patrimoniale et biotopes favorables associés sur l'AEI et ses abords



Carte 29 : Cartographie des enjeux liés aux mammifères terrestres au sein de l'AEI

3.3.5.4 Amphibiens

- **Bibliographie**

La bibliographie mentionne sept espèces d'amphibiens, toutes protégées, dont six sont potentielles sur site.

Nombre d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
7	7	2	1

Tableau 74 : Synthèse des amphibiens mentionnés dans la bibliographie

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Potentialité de présence
Alyte accoucheur *Alytes obstetricans*	LC	LC	-	PN	-	Probable
Grenouille "verte" *Pelophylax sp.*	-	-	-	PN	-	Probable
Grenouille rousse *Rana temporaria*	LC	NT	-	PN	-	Possible
Salamandre tachetée *Salamandra salamandra*	LC	LC	-	PN	-	Possible
Sonneur à ventre jaune *Bombina variegata*	VU	VU	D	PN	DH2	Possible
Triton alpestre *Ichthyosaura alpestris*	LC	LC	-	PN	-	Probable
Triton palmé *Lissotriton helveticus*	LC	LC	-	PN	-	Probable

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable
ZNIEFF (ZN.) : D Déterminante stricte
Protection : PN Protection nationale
Directive Habitats (DH) : DH2 Espèce d'intérêt communautaire

Tableau 75 : Liste des amphibiens mentionnés dans la bibliographie

- **Résultats des inventaires**

L'inventaire mené a permis de recenser **six espèces d'amphibiens** sur l'AEI et ses abords.

Nombre total d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
6	6	1	0

Tableau 76 : Bilan de l'inventaire des amphibiens sur l'AEI et ses abords (ECO-STRATEGIE)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Statut biologique	Enjeu
Alyte accoucheur *Alytes obstetricans*	LC	LC	-	PN	-	R3	**Faible**
Crapaud commun *Bufo bufo*	LC	LC	-	PN	-	R3	**Faible**
Grenouille "verte" *Pelophylax sp.*	-	-	-	PN	-	R3	**Faible**
Grenouille rousse *Rana temporaria*	LC	NT	-	PN	-	R3	**Modéré**
Salamandre tachetée *Salamandra salamandra*	LC	LC	-	PN	-	R3	**Faible**
Triton palmé *Lissotriton helveticus*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée
ZNIEFF (ZN.)
Protection : PN Protection nationale
Directive Habitats (DH)
Statut biologique : R1 Reproduction possible / R3 Reproduction certaine

Tableau 77 : Liste des amphibiens recensés sur l'AEI et ses abords



Grenouille rousse / Salamandre tachetée

- **Utilisation du site**

L'AEI et ses abords sont favorables pour les amphibiens tout au long de leur cycle de vie. Les milieux aquatiques et les points d'eau temporaires, présents sur une grande partie de l'AEI, sont favorables à la reproduction de certaines espèces d'amphibiens (Alyte accoucheur, Crapaud commun, Grenouille « verte », Grenouille rousse, Salamandre tachetée, Triton palmé). À noter que le plan d'eau principal n'est que peu favorable à la reproduction des amphibiens, ces derniers étant prédatés par les poissons et les écrevisses s'y trouvant.

Les milieux boisés présents sur le pourtour de l'AEI et dans l'AER, sont également favorables aux amphibiens en période d'hivernage et en phase terrestre.

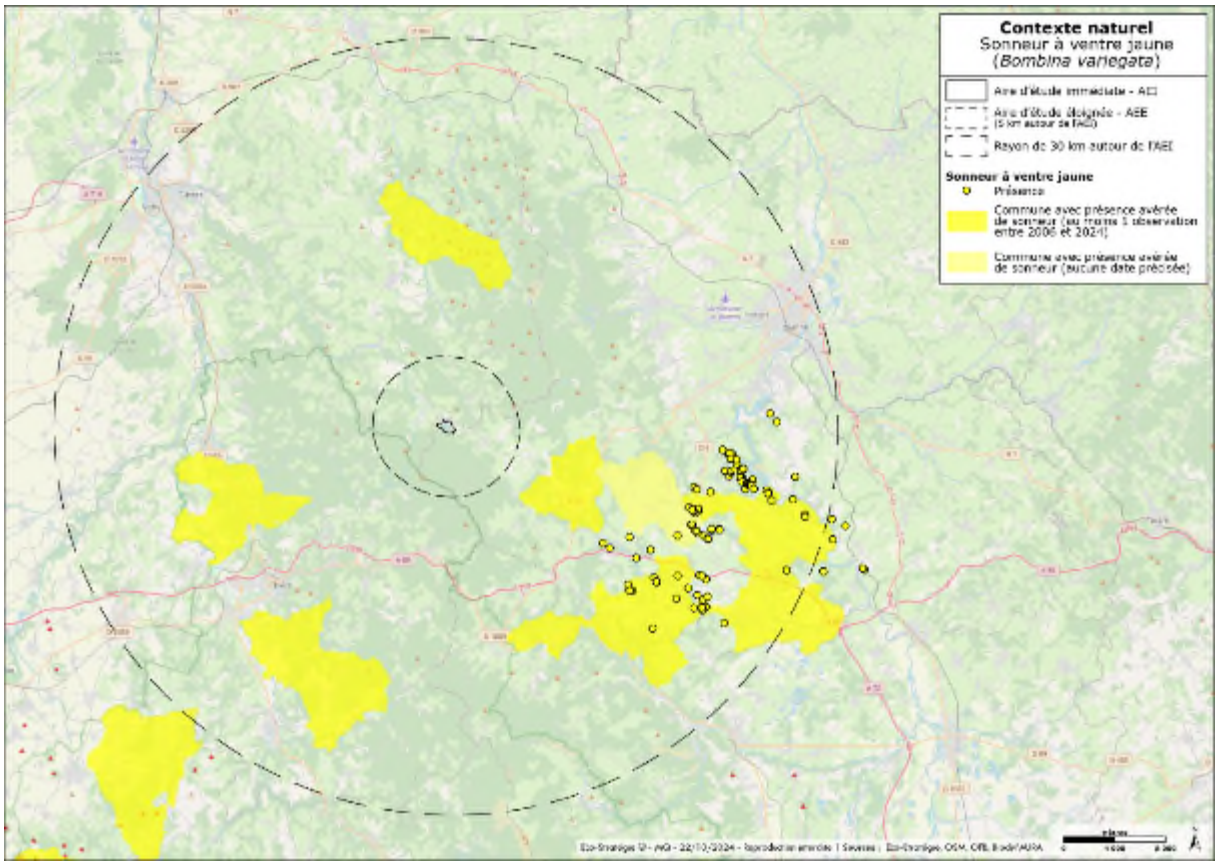
Les milieux ouverts (prairies, pâturage), sont globalement délaissés par les amphibiens tout au long de leur cycle de vie, d'où un moindre intérêt pour ce biotope vis-à-vis de ce groupe.

Sonneur à ventre jaune

Concernant le Sonneur à ventre jaune, lors des prospections de 2023 et 2024 l'espèce n'a pas été contactée sur le site. Sa présence est avérée sur des communes limitrophes et elle semble

se limiter localement à une altitude de 400 m environ, soit 400 m plus bas que le site des Bois Noirs. Nous pouvons considérer l'espèce comme absente sur le site.

La présence avérée du Sonneur à ventre jaune dans un rayon de 30km autour de l'AEI est présentée sur la figure ci-après. Les observations effectuées entre 2006 et 2024 n'ont pas permis de contacter l'espèce sur le site ou dans l'AEE.



Carte 30 : Données bibliographiques de présence du Sonneur à ventre jaune dans un rayon de 30 km autour de l'AEI

En résumé, l'AEI et ses abords sont **propices aux amphibiens tout au long de leur cycle de vie** (reproduction, hivernage).





Biotopes favorables à la reproduction des amphibiens, sur site (ES, 2023)

- **Espèces protégées / patrimoniales**

Toutes les espèces d'amphibiens recensées sont protégées à l'échelle nationale.

Parmi celles-ci, une seule est patrimoniale (Grenouille rousse), évaluée à enjeu modéré, en lien avec son statut « quasi-menacée » sur la liste rouge régionale.

Les autres espèces sont évaluées à enjeu faible.

Espèce	Caractéristiques
Grenouille rousse *Rana temporaria*	Écologie : Plans d'eau, cours d'eau, points d'eau divers, bois, bocage
	Biologie : Reproduction (ponte et développement larvaire) en point d'eau, même temporaire. Hivernage sous abri, dans une galerie du sol ou substrat vaseux.
	Sur site : Reproduction certaine (six pontes et un individu subadulte) au niveau des différents milieux aquatiques de l'AEI.
Alyte accoucheur *Alytes obstetricans*	Écologie : Points d'eau (même temporaires), sols meubles, carrières
	Biologie : Reproduction en phase terrestre, puis développement larvaire en point d'eau, même temporaire. Hivernage sous abri ou en sol meuble.
	Sur site : Reproduction certaine (un têtard et jusqu'à deux individus adultes) au niveau de la retenue.
Crapaud commun *Bufo bufo*	Écologie : Plans d'eau, cours d'eau lents, bois, bocage
	Biologie : Reproduction (ponte et développement larvaire) en point d'eau permanent ou cours d'eau lent. Hivernage sous abri, en milieu arbustif ou boisé.
	Sur site : Reproduction certaine (plus d'un millier de têtards, une centaine d'adultes et cinq pontes) au niveau du pourtour du plan d'eau principal.
Grenouille "verte" *Pelophylax sp.*	Écologie : Plans d'eau, cours d'eau, points d'eau divers
	Biologie : Reproduction (ponte et développement larvaire) en tout point d'eau ou cours d'eau. Hivernage dans un substrat vaseux ou sableux ou dans l'eau.
	Sur site : Reproduction certaine (une vingtaine de têtards et un adulte) au niveau du pourtour du plan d'eau annexe et d'un cours d'eau temporaire, en aval de la retenue.
Salamandre tachetée *Salamandra salamandra*	Écologie : Plans d'eau, cours d'eau, points d'eau divers, bois, bocage
	Biologie : Reproduction (développement larvaire) en tout point d'eau ou cours d'eau. Hivernage sous abri ou dans une galerie du sol.
	Sur site : Reproduction certaine (larves) au niveau du bassin, à l'est.
Triton palmé *Lissotriton helveticus*	Écologie : Prairies, bocage, bois, avec points d'eau (mares, étangs, fossés, ornières) ou ruisseaux lents
	Biologie : Reproduction (ponte et développement larvaire) en point d'eau végétalisé. Hivernage sous abri, dans une galerie du sol ou dans l'eau.
	Sur site : Reproduction possible (quatre adultes) au niveau du bassin, à l'est, et d'un cours d'eau temporaire, en aval de la retenue.

Légende :
Espèce : Enjeu modéré / Enjeu faible
Ecologie : Milieu aquatique, Milieu rupicole

Tableau 78 : Caractéristiques des amphibiens recensés

• Espèces issues de la bibliographie

Parmi les espèces, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie, cinq ont été recensées sur l'AEI et ses abords (Alyte accoucheur, Grenouille « verte », Grenouille rousse, Salamandre tachetée, Triton palmé).

Au sein de l'AEI, bien que les abords du plan d'eau ainsi que les différents points d'eau demeurent potentiellement attractifs au Sonneur à ventre jaune, espèce protégée, patrimoniale et d'intérêt communautaire, nous considérons sa présence très improbable selon les caractéristiques des habitats dans lesquels l'espèce a été observée dans un rayon de 30 km autour de l'AEI.

Rappelons que **l'ensemble des amphibiens sont protégés au niveau national**.

• Synthèse des observations sur les amphibiens

- Six espèces d'amphibiens recensées, toutes protégées.

- Parmi les six espèces protégées potentielles citées dans la bibliographie (sur sept au total), cinq espèces (Alyte accoucheur, Grenouille « verte », Grenouille rousse, Salamandre tachetée, Triton palmé) observées dans l'AEI.

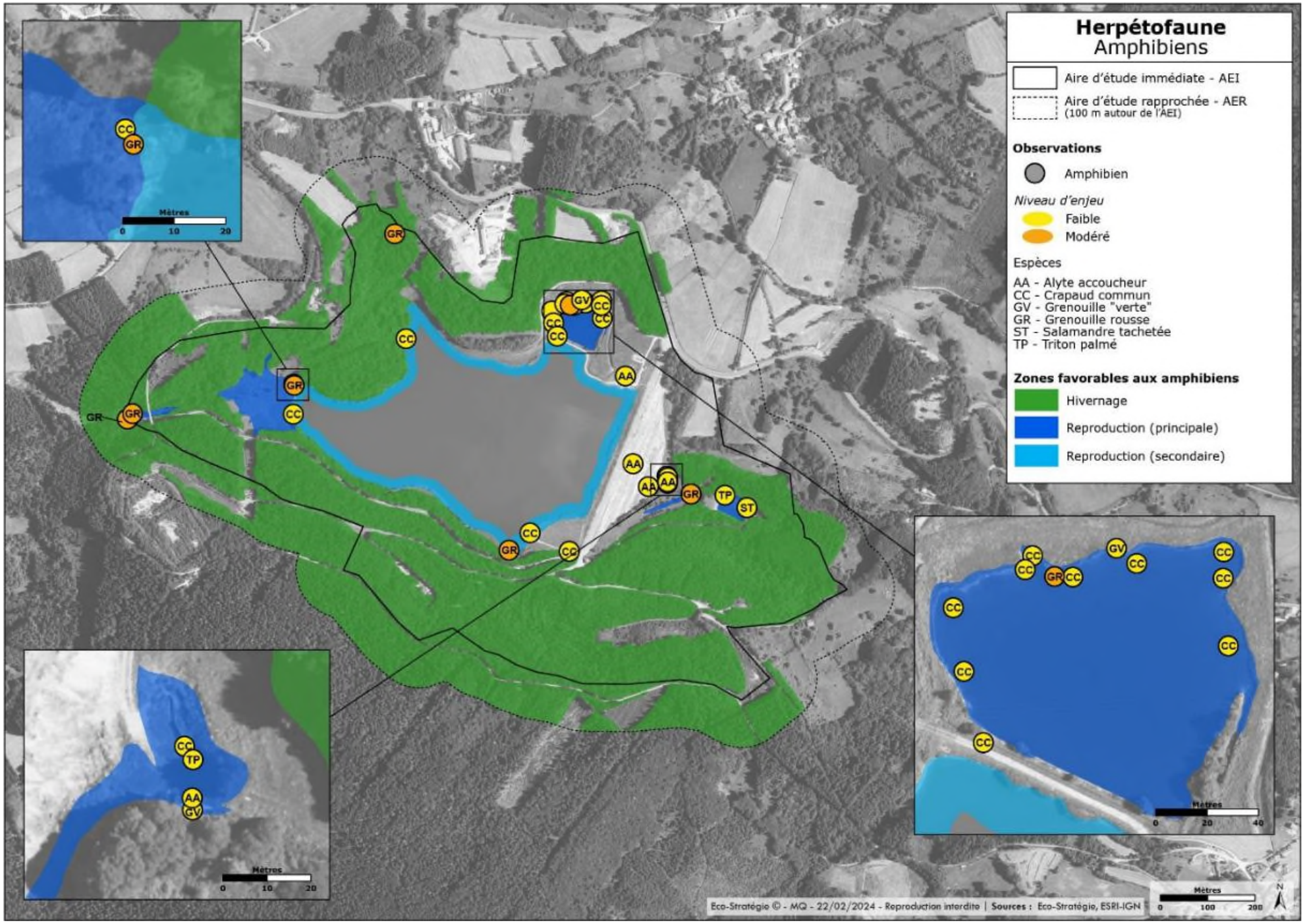
- Une espèce patrimoniale identifiée (Grenouille rousse), évaluée à enjeu modéré.

- L'AEI et ses abords sont globalement très propices à la reproduction et à l'hivernage des amphibiens.

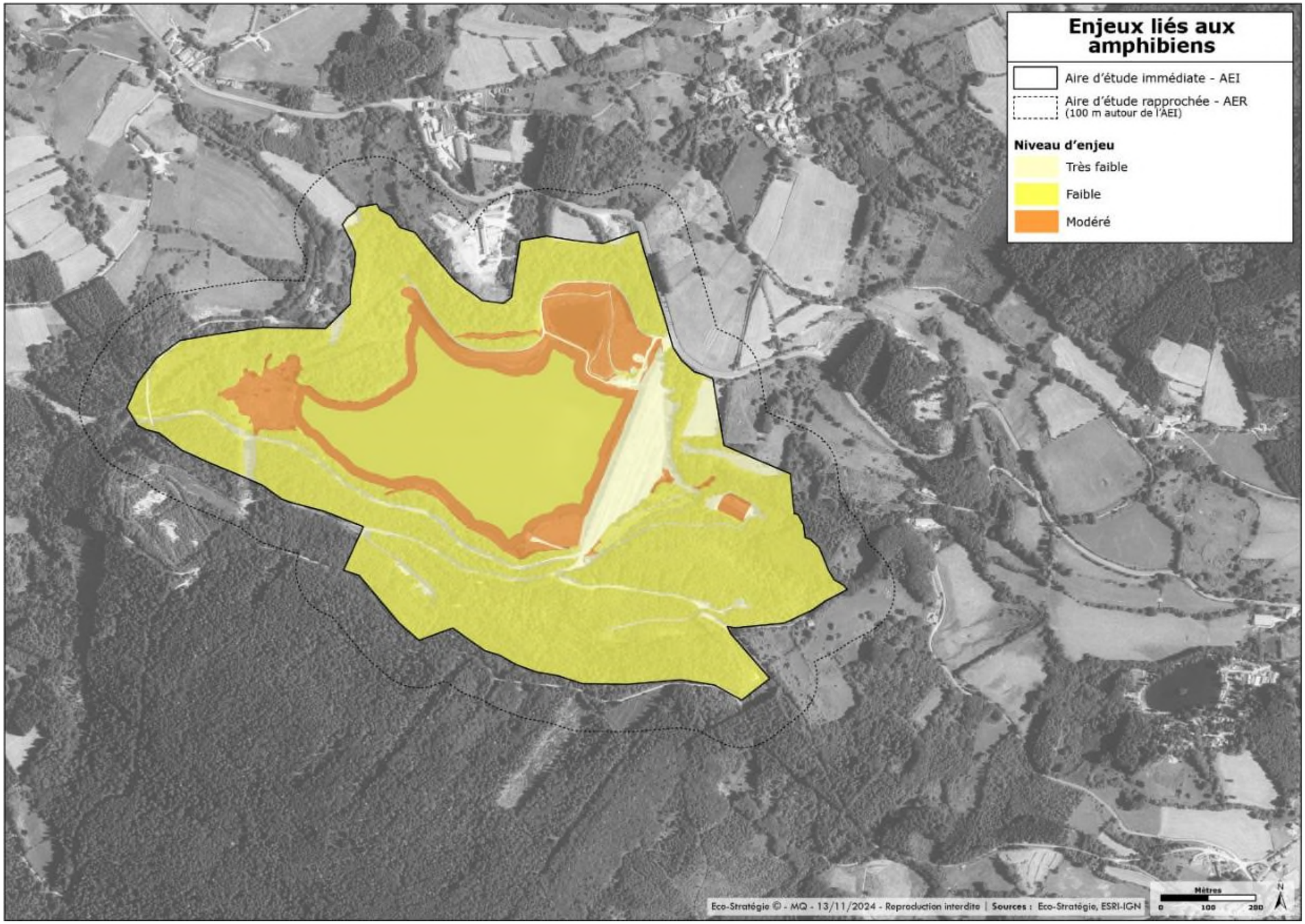
L'enjeu vis-à-vis des amphibiens est évalué comme :
-modéré pour les zones aquatiques (excepté au centre du plan d'eau principal) et humides (rôle de zone de reproduction) ;

-faible pour les zones arbustives à boisées (rôle de zone d'hivernage) ;

- très faible pour le reste du site.



Carte 31 : Amphibiens et biotopes favorables associés sur l'AEI et ses abords



Carte 32 : Cartographie des enjeux liés aux amphibiens au sein de l'AEI

3.3.5.5 Reptiles

• Bibliographie

La bibliographie mentionne six espèces de reptiles, toutes protégées, dont **cinq sont potentielles sur site**.

Nombre d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
6	6	3	0

Tableau 79 : Synthèse des reptiles mentionnés dans la bibliographie

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Potentialité de présence
Coronelle lisse *Coronella austriaca*	LC	NT	-	PN	-	Probable
Couleuvre helvétique *Natrix helvetica*	LC	LC	-	PN	-	Probable
Lézard des murailles *Podarcis muralis*	LC	LC	-	PN	-	Très probable
Lézard vivipare *Zootoca vivipara*	LC	NT	D	PN	-	Possible
Vipère aspic *Vipera aspis*	LC	LC	-	PN	-	Possible
Vipère péliade *Vipera berus*	VU	EN	D	PN	-	Peu probable

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / EN En danger
ZNIEFF (ZN.) : D Déterminante stricte
Protection : PN Protection nationale
Directive Habitats (DH)

Tableau 80 : Liste des reptiles mentionnés dans la bibliographie

• Résultats d'inventaire

L'inventaire mené a permis de recenser **cinq espèces de reptiles** sur l'AEI et ses abords.

Nombre total d'espèces	**Espèces protégées**	**Espèces patrimoniales**	**Espèces d'intérêt communautaire**
5	5	1	0

Tableau 81 : Bilan de l'inventaire des reptiles sur l'AEI et ses abords (ECO-STRATEGIE)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Statut biologique	Enjeu
Coronelle lisse *Coronella austriaca*	LC	NT	-	PN	-	R1	**Modéré**
Couleuvre helvétique *Natrix helvetica*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**
Lézard des murailles *Podarcis muralis*	LC	LC	-	PN	-	R2	**Faible**
Orvet fragile *Anguis fragilis*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Statut biologique	Enjeu
Vipère aspic *Vipera aspis*	LC	LC	-	PN	-	R1	**Faible**

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée
ZNIEFF (ZN.)
Protection : PN Protection nationale
Directive Habitats (DH)
Statut biologique : R1 Reproduction possible / R2 Reproduction probable

Tableau 82 : Liste des reptiles recensés sur l'AEI et ses abords

- **Utilisation du site**

Au sein de l'AEI, les zones arbustives (fourrés, haies, etc.) à arborées (prébois) et leurs lisières sont particulièrement attractives pour les reptiles, sur l'ensemble du cycle biologique annuel (reproduction, hivernage, alimentation, thermorégulation). Ces zones refuges se concentrent principalement sur l'est et l'ouest du site.

Le barrage recouvert d'une pelouse et de zones pierreuses tout comme les chemins constituent des habitats favorables aux reptiles notamment pour la thermorégulation.

Le plan d'eau ainsi que les différents bassins répartis au sein de l'AEI sont favorables à certaines espèces de reptiles semi-aquatiques (Couleuvre helvétique).

Les espaces ouverts herbacés et les boisements de conifères au sud de l'AEI sont globalement délaissés par les reptiles au cours du cycle biologique annuel, d'où un moindre intérêt pour ces habitats vis-à-vis de ce groupe au sein de l'AEI.

En résumé, l'AEI et ses abords sont **localement propices aux reptiles tout au long de leur cycle de vie** (reproduction, hivernage et thermorégulation).



Habitat favorable aux reptiles, sur site (ES, 2023)

- **Espèces protégées / patrimoniales**

Toutes les espèces recensées sont protégées à l'échelle nationale.

Parmi celles-ci, une seule est patrimoniale (Coronelle lisse) et est évaluée à enjeu modéré, en lien avec son statut « quasi-menacée » sur la liste rouge régionale.

Espèce	Caractéristiques
Coronelle lisse *Coronella austriaca*	Écologie : Lisières, landes, lieux rocheux, ensoleillés et végétalisés
	Biologie : Reproduction (mise-bas) et hivernage sous abri, en milieu buissonnant ou arbustif.
	Sur site : Reproduction probable (une mue) en lisière d'une plantation de conifères, au sud-est de l'AEI. Présence potentielle au niveau des lisières boisées et arbustives de l'AEI et de ses abords.
Couleuvre helvétique *Natrix helvetica*	Écologie : Plans d'eau, cours d'eau, haies, lisières, bois
	Biologie : Reproduction (ponte) et hivernage sous abri (souche, fumier, etc.).
	Sur site : Reproduction probable (un individu) en lisière d'un boisement mixte à proximité du canal, au sud de l'AEI. Présence potentielle dans tout type de milieux à proximité du plan d'eau ; et des lisières boisées au sein de l'AEI et dans ses abords.
Lézard des murailles *Podarcis muralis*	Écologie : Lisières, bâtis, lieux ensoleillés, rocheux
	Biologie : Reproduction (ponte) et hivernage sous abri, dans une galerie du sol ou en sol meuble.
	Sur site : Reproduction probable (trois adultes et 20 juvéniles) au niveau de lisières boisées et du barrage, à l'est du site. Présence potentielle au niveau de tout type de lisières boisées et de milieux semi-ouverts de l'AEI et de ses abords.
Orvet fragile *Anguis fragilis*	Écologie : Lisières, haies, bois, lieux frais à humides, sols meubles
	Biologie : Reproduction (ponte) et hivernage sous abri ou en sol meuble.
	Sur site : Reproduction probable (deux adultes) en lisière d'un boisement au sud de l'AEI. Présence potentielle au niveau de tout type de milieux semi-ouverts (lisière, haies, etc. au sein de l'AEI et dans ses abords.
Vipère aspic *Vipera aspis*	Écologie : Milieux secs à humides, ensoleillés, végétalisés (haies, lisières, bois, coteaux, friches)
	Biologie : Reproduction ovovivipare (éclosion des œufs à l'intérieur de la mère), et hivernage isolé ou en groupe sous abri (galeries naturelles)
	Sur site : Reproduction probable (deux adultes et une mue) au niveau du barrage Présence potentielle au niveau des lisières boisées et arbustives de l'AEI et de ses abords.

Légende :
Espèce : Enjeu modéré / Enjeu faible
Écologie : Milieu semi-ouvert / Milieu humide / Milieu rupicole

Tableau 83 : Caractéristiques des reptiles recensés



Coronelle lisse / Couleuvre helvétique (INPN-MNHN)

- **Espèces issues de la bibliographie**

Parmi les espèces, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie, cinq ont été recensées sur l'AEI et ses abords (Coronelle lisse, Couleuvre helvétique, Lézard des murailles et Vipère aspic).
L'AEI demeure attractive pour d'autres espèces, communes mais protégées (**Lézard vivipare**), au niveau des lisières arbustives à arborées, principalement à l'est.

- **Synthèse des observations sur les reptiles**

- Cinq espèces de reptile recensées, toutes protégées.

- Parmi les cinq espèces protégées potentielles citées dans la bibliographie (sur six au total), quatre espèces (Coronelle lisse, Couleuvre helvétique, Lézard des murailles et Vipère aspic) observées dans l'AEI.

- Une espèce patrimoniale identifiée (Coronelle lisse), évaluée à enjeu modéré.

- Présence potentielle d'autres espèces protégées, communes (Lézard vivipare).

- L'AEI est localement attractive pour les reptiles, tout au long de leur cycle biologique (lisières, zones arbustives et pierreuses).

L'enjeu vis-à-vis des reptiles est évalué comme :
-modéré pour les zones pierreuses, semi-ouvertes, arbustives à arborées (fourrés, haies, prébois), ainsi que les lisières associées ;

-faible pour le reste des milieux semi-ouverts à arborés (ourlet forestier, boisement, etc.) ;

-très faible pour le reste du site (milieux ouverts).

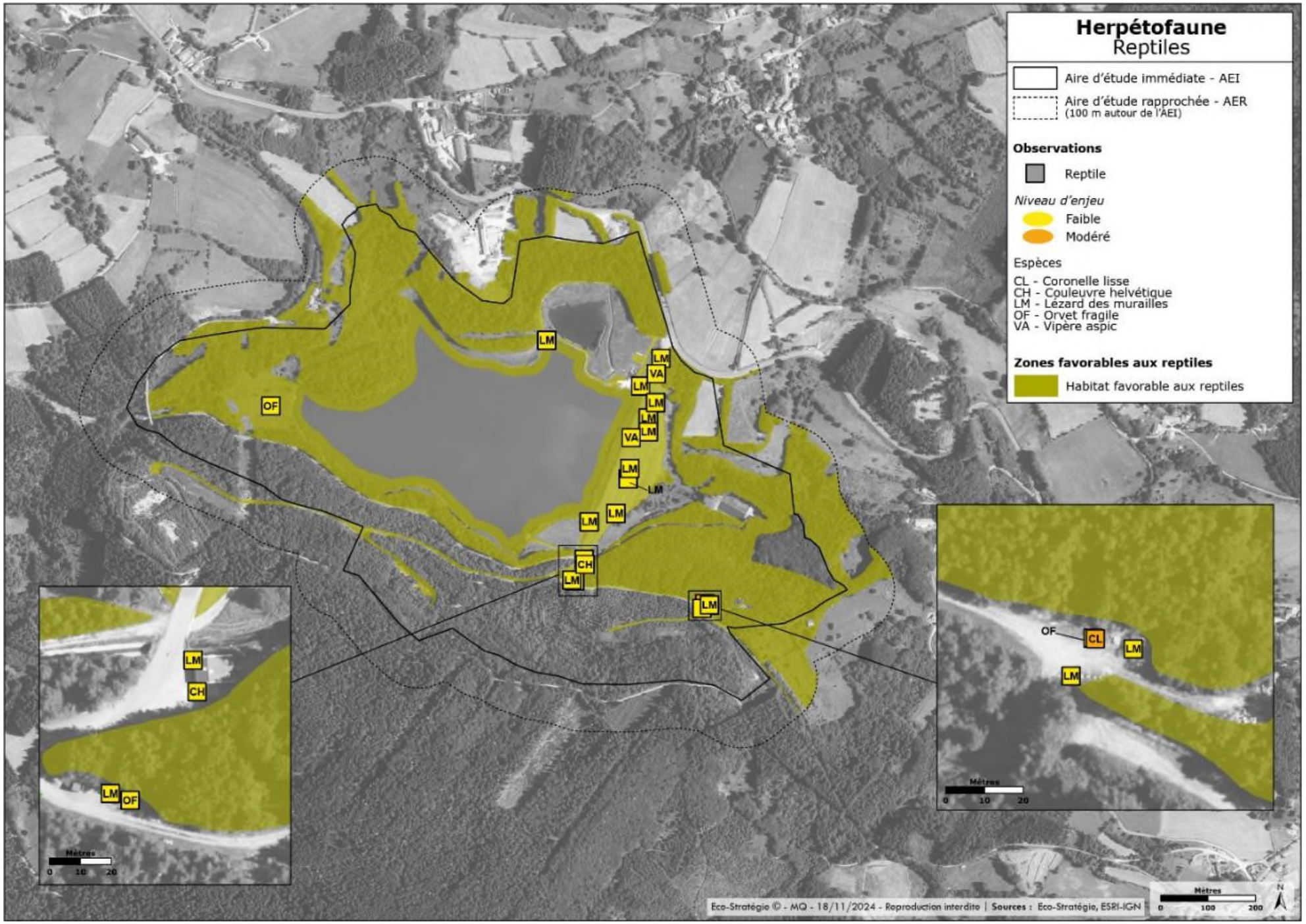


Figure 166 : Reptiles et biotopes favorables associés sur l'AEI et ses abords

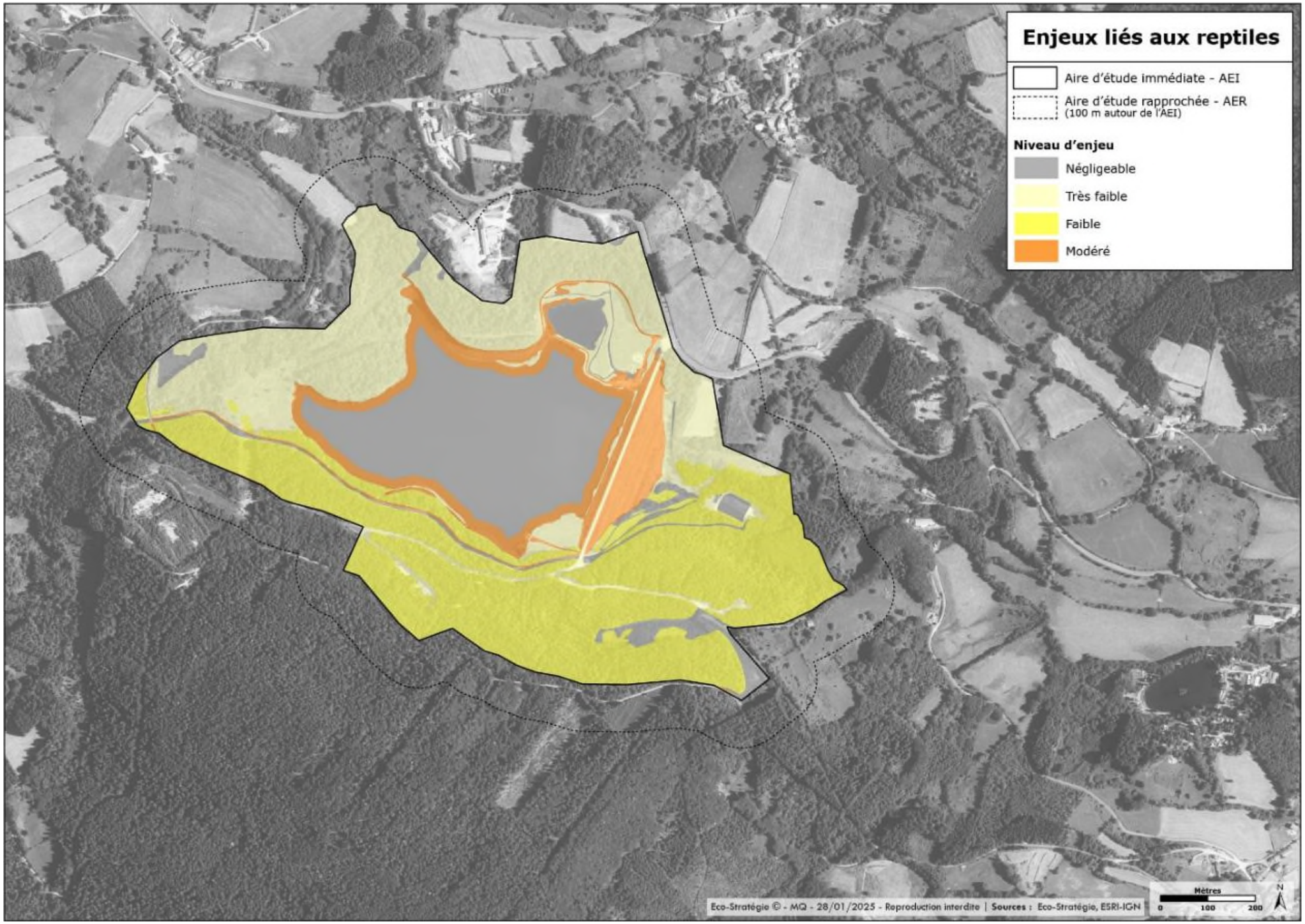


Figure 167 : Cartographie des enjeux liés aux reptiles au sein de l'AEI

3.3.5.6 Entomofaune

• Bibliographie

La bibliographie mentionne 19 espèces d'insectes, protégées ou patrimoniales, dont douze potentielles sur site. Une donnée de lépidoptère nocturne est aussi présente sur la commune.

Groupe	Nombre d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
Lépidoptères	4	3	3	2
Odonates	8	0	8	0
Orthoptères	8	0	8	0

Tableau 84 : Synthèse de l'entomofaune protégée ou patrimoniale mentionnée dans la bibliographie

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Potentialité de présence
Lépidoptères nocturnes						
Mélanippe affligée *Spargania luctuata*	-	-	-	-	-	Probable
Lépidoptères diurnes						
Cuivré de la bistorte *Lycaena helle*	NT	CR	D	PN	DH2	Possible
Damier de la succise *Euphydrias aurinia*	LC	NT	D	PN	DH2	Très probable
Nacré de la Canneberge *Boloria aquilonaris*	NT	CR	D	PN	-	Peu probable
Odonates						
Aeschne affine *Aeshna affinis*	LC	LC	D	-	-	Probable
Aeschne des joncs *Aeshna juncea*	NT	LC	D	-	-	Possible
Aeschne isocèle *Aeshna isoceles*	LC	LC	D	-	-	Probable
Cordulégastre bidenté *Cordulegaster bidentata*	LC	VU	D	-	-	Peu probable
Cordulie arctique *Somatochlora arctica*	NT	VU	D	-	-	Possible
Leste des bois *Lestes dryas*	LC	EN	D	-	-	Possible
Leucorrhine douteuse *Leucorrhinia dubia*	NT	NT	D	-	-	Peu probable
Sympétrum noir *Sympetrum danae*	VU	VU	D	-	-	Peu probable
Orthoptères						
Barbitiste des bois *Barbitistes serricauda*	4	LC	D	-	-	Peu probable
Barbitiste des Pyrénées *Isophya pyrenaea*	4	LC	D	-	-	Peu probable
Conocéphale des roseaux *Conocephalus dorsalis*	3	VU	D	-	-	Très probable
Criquet des Genévriers *Euthystira brachyptera*	4	LC	D	-	-	Possible
Criquet palustre *Pseudochorthippus montanus*	3	LC	-	-	-	Probable
Criquet tricolore *Paracinema tricolor*	3	NT	D	-	-	Probable
Decticelle des bruyères *Metrioptera brachyptera*	3	LC	D	-	-	Probable

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Potentialité de présence
Grillon des torrents *Pteronemobius lineolatus*	4	DD	D	-	-	Peu probable

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / EN En danger / 4 Non menacée / 3 Stable // ZNIEFF : D Déterminante stricte
Protection : PN Protection nationale // Directive Habitats (DH) : DH2 Espèce d'intérêt communautaire

Tableau 85 : Liste de l'entomofaune protégée ou patrimoniale mentionnée dans la bibliographie

- **Résultats d'inventaire (Entomofaune diurne)**

L'inventaire mené a permis de recenser **80 espèces d'insectes** diurnes sur l'AEI et ses abords.

La liste complète des espèces contactées est présentée en annexe.

La catégorie « Autres » rassemble les espèces de différents groupes dont les prospections n'ont pas été ciblées. Pour les coléoptères, seuls les saproxyliques sont recherchés spécifiquement. Les coléoptères autres que saproxyliques sont compris dans cette catégorie « Autres ».

Groupe	Nombre total d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèces d'intérêt communautaire
Lépidoptères	33	1	1	1
Odonates	18	0	1	0
Orthoptères	26	0	5	0
Autres	3	0	0	0

Tableau 86 : Bilan de l'inventaire de l'entomofaune diurne sur l'AEI et ses abords

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Statut biologique	Enjeu
Lépidoptères							
Damier de la succise *Euphydryas aurinia*	LC	NT	D	PN	DH2	R1	**Fort**
Odonates							
Leste verdoyant *Lestes virens*	LC	NT	-	-	-	R1	**Modéré**
Orthoptères							
Conocéphale des roseaux *Conocephalus dorsalis*	3	VU	D	-	-	R2	**Modéré**
Criquet palustre *Pseudochorthippus montanus*	3	VU	-	-	-	R2	**Modéré**
Criquet vert-échine *Chorthippus dorsatus*	4	LC	D	-	-	R2	**Modéré**
Grillon des marais *Pteronemobius heydenii*	4	LC	D	-	-	R1	**Modéré**
Tétrix des vasières *Tetrix ceperoi*	4	LC	D	-	-	R1	**Modéré**

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / 4 Non menacée / 3 Stable
Protection : PN Protection nationale
ZNIEFF (ZN.) : D Déterminante stricte
Directive Habitats (DH) : DH2 Espèce d'intérêt communautaire
Statut biologique : R1 Reproduction possible / R2 Reproduction probable

Tableau 87 : Liste de l'entomofaune diurne patrimoniale recensée sur l'AEI et ses abords

- **Résultats d'inventaire (Lépidoptères nocturnes)**

En complément des inventaires de l'entomofaune diurne, des inventaires spécifiques visant les lépidoptères nocturnes ont été menés. Lors des deux sessions d'inventaires, 89 espèces ont été observées. La diversité en papillons apparaît comme relativement importante par rapport à la surface prospectée ainsi que le nombre de sessions d'inventaire.

Sur les 89 espèces recensées, 78 possèdent un indice de rareté allant de CC (Très commune) à AC (Assez commune) et sont des espèces globalement répandues en France. Parmi les autres espèces, quatre ont un indice de rareté qualifié de « Peu commun » (PC) (l'Aunette, la Bryophile perlée, l'Anachorète et le Comma blanc) et une espèce ayant un statut qualifié d'« Assez rare » (AR) (le Noir-Atre). Six espèces ne sont pas évaluées par l'indice de rareté.

La liste complète des espèces contactées est présentée en annexe. Les espèces présentant un indice de rareté à minima qualifié de « Peu commun » peuvent être retrouvées dans le tableau suivant.

Famille	Nombre total d'espèces	CC	C	AC	PC	AR	NE
Hétérocères	89	25	41	12	4	1	6

Tableau 88 : Bilan de l'inventaire de l'entomofaune nocturne sur l'AEI et ses abords (ECO-STRATEGIE)

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	IR	Données nationale	Données départementale	Écologie	Enjeu
Noir-Atre *Euxoa nigricans*	AR	162	1	Prairies Zones cultivés Pelouses rocailleuses	**Modéré**
Aunette *Acronicta alni*	PC	304	0	Milieux forestier frais	**Modéré**
Bryophile perlée *Bryophila domestica*	PC	271	3	Forêts claires Pelouses rocailleuses Coteaux ensoleillés	**Modéré**
Anachorète *Clostera anachoreta*	PC	346	3	Plaine/Altitude modérée Étangs, marais	**Modéré**
Comma blanc *Leucania comma*	PC	368	1	Prairies mésophiles à humides Pelouses subalpines et alpines	**Modéré**

Légende :
Indice de rareté (IR) : PC Peu commune / AR Assez rare

Tableau 89 : Liste de l'entomofaune nocturne peu commune et assez rare recensée sur l'AEI



Figure 168 : Aunette / Bryophile perlée / Comma blanc, sur site (ES, 2023)

- **Utilisation du site**

Concernant l'entomofaune diurne inventoriées au sein de l'AEI, les espaces ouverts herbacés et humides (prairies), localisés autour du plan d'eau et au sud de l'AEI, correspondent aux zones les plus favorables à une bonne diversité entomologique (notamment lépidoptères et orthoptères). Ces milieux concentrent l'ensemble des espèces patrimoniales identifiées sur le site (Damier de la succise, Conocéphale des roseaux, Criquet palustre, Criquet vert-échine, Grillon des marais, Tétrix des vasières).

Le bord du plan d'eau principal, ainsi que les différents bassins, cours d'eau et berges associées que l'on retrouve principalement au sein de l'AEI, sont des milieux favorables aux insectes hygrophiles, notamment les odonates. La présence de lisières boisées, et d'autres habitats semi-ouverts, est également favorable à cette diversité.

Enfin, les boisements de feuillus, notamment au sud de l'AEI, sont propices à certaines espèces de coléoptères saproxyliques.

Le site est également favorable à l'entomofaune nocturne. Une très grande partie des espèces recensées ont des préférences écologiques liées aux boisements frais et aux prairies humides, biotopes que l'on retrouve au centre et sur le pourtour du site. Les lisières forestières en bordure du lac apparaissent particulièrement favorables aux lépidoptères nocturnes.

En résumé, le site est **localement favorable à une bonne diversité**, au niveau des prairies humides, des zones aquatiques et des lisières de boisements (lépidoptères diurnes et nocturnes, orthoptères, odonates).



Habitat favorable à l'entomofaune, sur site (ES, 2023 – ECO-STRATEGIE)

- **Espèces protégées / patrimoniales**

Parmi les 169 espèces, **une espèce est protégée et patrimoniale** (Damier de la succise), évaluée à enjeu fort, en lien avec son statut de protection et d'intérêt communautaire.

Au total, **cinq autres espèces sont patrimoniales**, toutes évaluées à enjeu modéré (Conocéphale des roseaux, Criquet palustre, Criquet vert-échine, Grillon des marais, Tétrix des vasières), en lien avec leur statut menacé sur liste rouge ou leur caractère peu commun à l'échelle locale.

Concernant les espèces d'hétérocères, **cinq sont évaluées à enjeu modéré**, en lien avec leur caractère peu commun ou assez rare à l'échelle locale (Noir-Atre, Aunette, Bryophile perlée, Anachorète, Comma blanc).

Espèce	Caractéristiques
Damier de la succise *Euphydryas aurinia*	Écologie : Prairies sèches à humides, pelouses, landes, clairières, tourbières
	Biologie : Lépidoptère diurne. Ponte en plaque sous les feuilles des plantes-hôtes, stade adulte d'avril à juillet
	Sur site : Reproduction possible. Petite population (deux individus observés) en lisière de zone arborée, sur des prairies humides au nord.
Conocéphale des roseaux *Conocephalus dorsalis*	Écologie : Roselières, jonchaies, cariçaies, scirpaies, prairies humides
	Biologie : Orthoptère. Adulte en juillet jusqu'en octobre selon les conditions météorologiques, active en journée
	Sur site : Reproduction possible. Petite population (six individus mâles + femelles observés) sur roselière au sud et mégaphorbiaie à l'ouest.
Criquet palustre *Pseudochorthippus montanus*	Écologie : Prairies humides, tourbières, marais, en altitude
	Biologie : Orthoptère. Adulte en juin jusqu'en septembre
	Sur site : Reproduction possible. Petite population (trois individus mâles + femelles observés) sur mégaphorbiaie à l'ouest et pelouse annuelle à l'est.
Criquet vert-échine *Chorthippus dorsatus*	Écologie : Prairies, pelouses, lisières, à végétation haute
	Biologie : Orthoptère. Adulte de mi-juillet jusqu'à fin octobre selon les conditions météorologiques, active en journée ensoleillées
	Sur site : Reproduction possible. Petite population (trois individus mâles + femelles observés) sur prairie humide à l'ouest.
Grillon des marais *Pteronemobius heydenii*	Écologie : Prairies humides, marais, fossés, rives, lisières, clairières
	Biologie : Orthoptère. Espèces précoce, adulte de mai jusqu'à fin juillet
	Sur site : Reproduction possible. Petite population (cinq individus observés) sur milieux humides à plusieurs endroits sur le site.

Espèce	Caractéristiques
Tétrix des vasières *Tetrix ceperoi*	Écologie : Prairies inondables, fossés, gravières, étangs et cours d'eau
	Biologie : Orthoptère. Adulte en fin d'hiver ou début printemps jusque tard en saison (hiver au stade adulte ou sous forme juvénile), actifs lorsque les températures ne sont pas trop basses
	Sur site : Reproduction possible. Petite population (un individu observé) au sud dans une végétation de berge.

Légende :
Espèce : Enjeu fort / Enjeu modéré
Écologie : Milieu ouvert humide / Milieu semi-ouvert humide

Tableau 90 : Caractéristiques de l'entomofaune protégée et/ou patrimoniale recensé




Figure 169 : Damier de la succise / Criquet palustre (INPN-MNHN)

- **Espèces issues de la bibliographie**

Parmi les espèces, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie, trois ont été recensées sur l'AEI et ses abords (Damier de la succise, Conocéphale des roseaux, Criquet palustre).

Au sein de l'AEI, les zones aquatiques et milieux humides associés restent favorables à certaines espèces d'odonates patrimoniales (Aeshne affine, Aeschne des joncs).

Les zones de prairies humides sont également propices à une espèce de lépidoptère protégée et d'intérêt communautaire, le Cuivré de la Bistorte dont la plante hôte (Bistorte officinale) est présente sur le site ; ou à certaines espèces d'orthoptères patrimoniaux (Criquet des Genévriers, Decticelle des bruyères, etc.).

La Mélanippe affligée, recensée non loin du site sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne, peut potentiellement utiliser le site. Cette dernière fréquente les forêts froides et sa chenille vit notamment sur des espèces du genre Epilobium que l'on peut retrouver sur le site (Epilobium brachycarpum).

- **Synthèse des observations sur l'entomofaune**

Entomofaune diurne

- 80 espèces d'insectes diurnes recensées, majoritairement des lépidoptères et des orthoptères.

- Parmi les douze espèces protégées et patrimoniales potentielles citées dans la bibliographie (sur dix-neuf au total), trois espèces (Damier de la succise, Conocéphale des roseaux, Criquet palustre) observées dans l'AEI.

- Une espèce protégée et patrimoniale (Damier de la succise) évaluée à enjeu fort ; et cinq autres espèces patrimoniales, évaluées à enjeu modéré (Conocéphale des roseaux, Criquet palustre, Criquet vert-échine, Grillon des marais, Tétrix des vasières).

Lépidoptères nocturnes

- 89 espèces de lépidoptères nocturnes recensées.

- Une espèce qualifiée d'« assez rare » (Noir-Atre) et quatre évaluées comme « peu communes » (Aunette, Bryophile perlée, Anachorète, Comma blanc), toutes à enjeu modéré

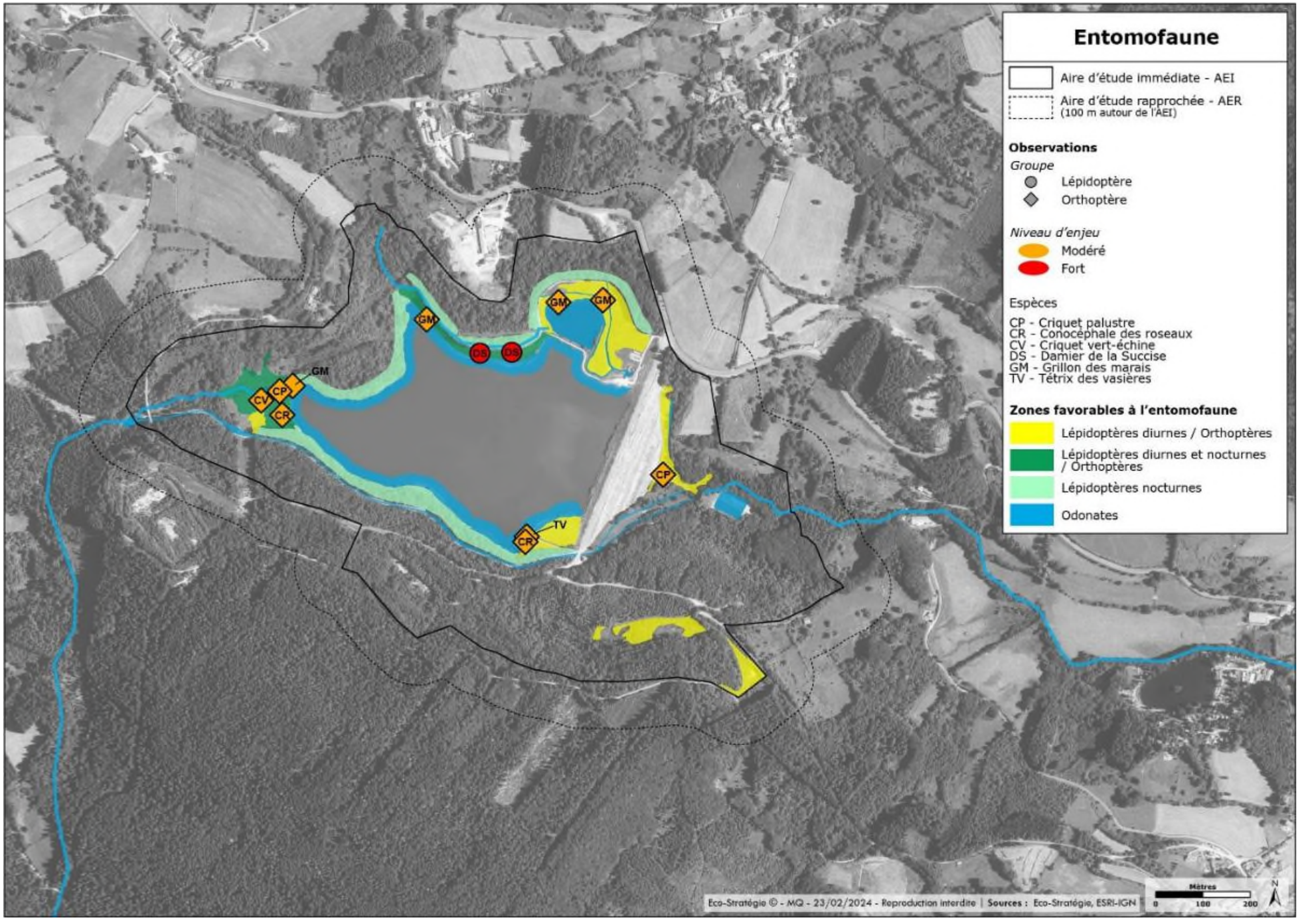
Au global

- Présence potentielle de plusieurs espèces patrimoniales (odonates, orthoptères et lépidoptères).

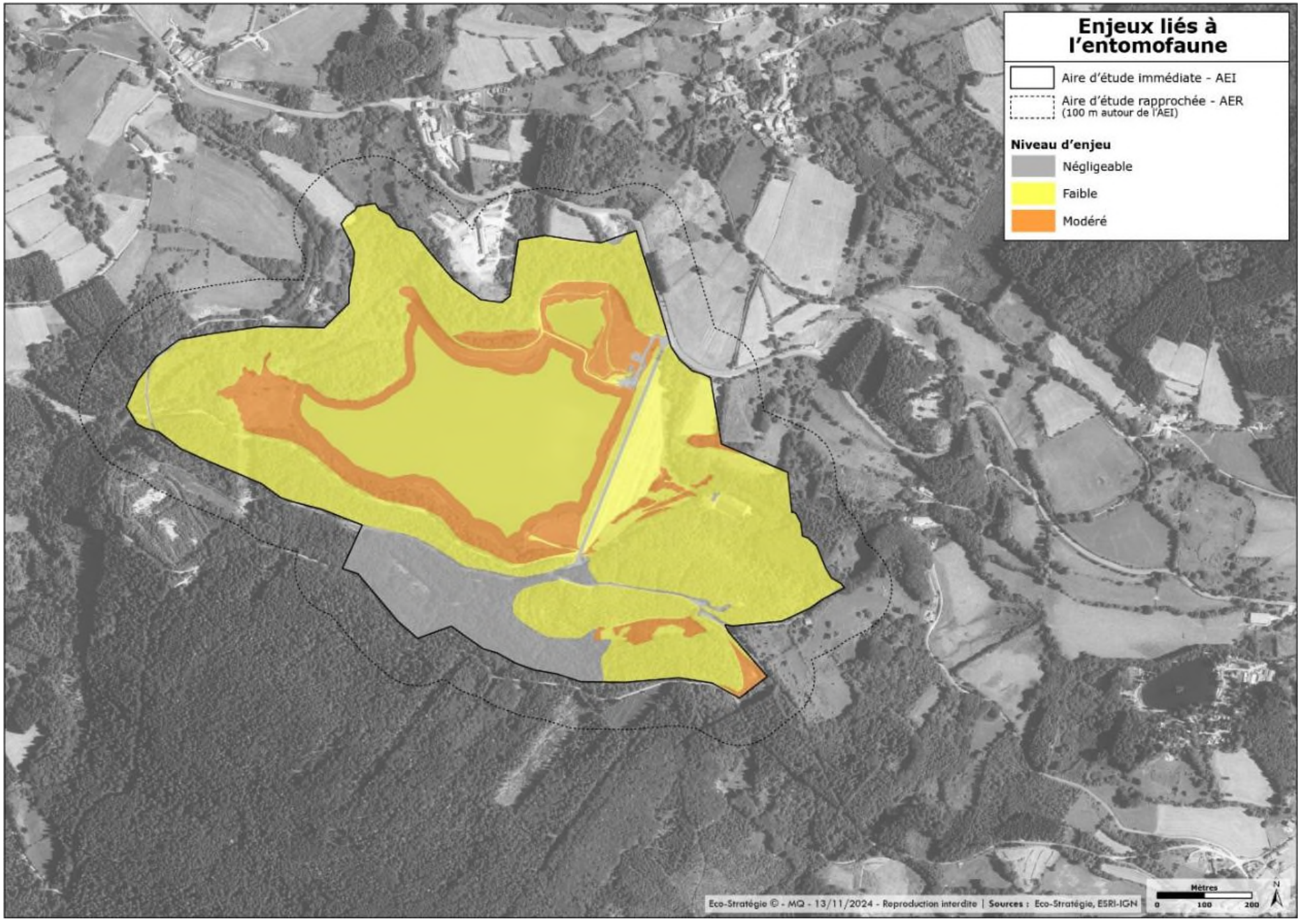
- L'AEI est globalement favorable à une bonne diversité entomologique au sein des espaces prairiaux humides et des milieux aquatiques et humides.

L'enjeu vis-à-vis de l'entomofaune est évalué comme :
-modéré à fort au niveau des prairies humides (habitats d'espèces patrimoniales) ;

- faible pour le reste du site (milieux aquatiques, boisements, habitats anthropiques, etc.).



Carte 33 : Entomofaune et biotopes favorables sur l'AEI et dans ses abords



Carte 34 : Cartographie des enjeux liés à l'entomofaune au sein de l'AEI

3.3.5.7 Écologie aquatique

- **Préambule**

Deux milieux aquatiques bien différents ont fait l'objet d'investigations : le cours de la Besbre, milieu courant, et le plan d'eau principal. Le cours de la Besbre est dévié dans un canal artificiel en amont du plan d'eau. Le plan d'eau est alimenté par une nappe de versant et des écoulements provenant principalement de la rive gauche. Les eaux d'exutoire du plan d'eau ne rejoignent le cours de la Besbre qu'en aval du barrage après traitement. Nous pouvons donc observer 3 à 4 hydrosystèmes relativement distincts les uns des autres au sein de l'aire d'étude :

- **La Besbre en amont du plan d'eau**, présentant un bon état écologique et morphologique ;
- **La Besbre artificialisée et canalisée**, détournant le cours du ruisseau du plan d'eau et s'écoulant en rive droite du plan d'eau ;
- **Le plan d'eau** (et son bassin annexe en rive gauche) ;
- **La Besbre en aval du barrage** et de la restitution des eaux de l'ouvrage après traitement.

La Besbre canalisée reprend directement les eaux de la Besbre amont, en aval de la digue des Peux, mais s'en distingue écologiquement par le caractère très artificialisé de son lit bétonné, homogène du point de vue hydraulique et habitationnel. Cette portion de cours d'eau se termine par une passe à poissons non fonctionnelle au niveau du barrage.

La Besbre aval constitue le point de fermeture du bassin versant à ce niveau.

Trois stations de suivi, 1 en amont, 1 en fermeture de canal et 1 en aval, ont été échantillonnées au niveau du cours de la Besbre. Ces stations ont fait l'objet d'une **pêche électrique** et d'un échantillonnage des **macro-invertébrés**, notamment en vue du calcul des indices IPR et I2M2.

Le plan d'eau principal a fait l'objet d'un échantillonnage de **l'ADN environnemental** concernant la faune piscicole et les mollusques bivalves, ainsi que d'une pêche aux filets maillants selon la norme CEN prEN 14/757. Le plan d'eau et son annexe ont fait l'objet de relevés bathymétriques afin de cartographier les morphologies de leurs fonds (suivant le protocole de juin 2010 du Cemagref).

Il est à souligner que le plan d'eau, totalement artificiel et non connecté au cours d'eau, n'a jamais fait l'objet d'empoissonnements « officiels ». Les poissons sont donc issus soit d'une colonisation naturelle, par le biais des oiseaux aquatiques par exemple, soit d'introductions volontaires d'origine anthropique.

Un **suivi hydrobiologique du plan d'eau sur 4 saisons** a également été mis en œuvre afin de caractériser la fonctionnalité et la qualité des eaux du plan d'eau. Ce suivi concerne les cycles biologiques (phytoplancton), physico-chimiques et nutritionnels au niveau de la colonne d'eau du secteur de plus grande profondeur, au regard des compartiments « eau » et « sédiments ».

• Faune aquatique

Bibliographie

La bibliographie mentionne 5 espèces patrimoniales au sein de la faune aquatique (1 bivalve, 1 crustacé, 3 poissons), dont 2 espèces pour lesquelles le milieu du cours de la Besbre se présente comme favorable à leur présence, le Chabot fluviatile et la Lamproie de Planer.

Le Chabot d'Auvergne *Cottus duranii* est également cité dans la bibliographie mais la validité de l'espèce ne semble pas pleinement établie à l'heure actuelle. L'ensemble des espèces de chabots potentielles sont ainsi considérées comme Chabot fluviatile *Cottus perifretum* dans la présente étude.

Nom vernaculaire Nom scientifique	LRN	LRR	ZN	PN	DH	PNA	Potentialité de présence
Bivalves							
Mulette perlière *Margaritifera margaritifera*	EN	-	D	PN	DH2	(PNA)	Peu probable
Crustacés							
Écrevisse à pattes blanches *Austropotamobius pallipes*	VU	-	D	PN	DH2	-	Possible (Cours d'eau)
Poissons							
Chabot fluviatile *Cottus perifretum*	LC	-	D	-	DH2	-	Probable (Cours d'eau)
Lamproie de Planer *Lampetra planeri*	LC	-	D	PN	DH2	-	Possible (Cours d'eau)
Saumon atlantique *Salmo salar*	NT	-	D	PN	DH2	-	Peu probable

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / EN En danger // ZNIEFF : D Déterminante stricte
Protection : PN Protection nationale // Directive Habitats (DH) : DH2 Espèce d'intérêt communautaire
PNA : (PNA) Plan National d'Action passé

Tableau 91 : Synthèse de la faune aquatique patrimoniale mentionnée dans la bibliographie

• Faune astacicole

L'Écrevisse signal ou de Californie (*Pacifastacus leniusculus*), espèce exotique envahissante, est omniprésente sur le cours de la Besbre en aval du barrage ainsi qu'au sein du plan d'eau et de son annexe. La Besbre en amont du barrage (incluant le tronçon canalisé) semble moins impactée. Cette espèce n'avait pas été signalée au sein du plan d'eau lors des études écologiques antérieures. Des études montrant que les cascades et chutes d'eau constituent un frein important à la progression de cette espèce vers les secteurs amont[18], la question de l'origine de la colonisation du plan d'eau par cette espèce reste posée.

L'Écrevisse signal provoque le plus souvent une perturbation écologique généralisée au niveau des secteurs colonisés, pouvant conduire dans certains cas à une disparition de certaines espèces de poissons benthiques, à une réduction des densités de jeunes

[18] Dubois J.-P., Gillet C., Michoud M. Extension d'une espèce envahissante : suivi de la population d'écrevisses signal (Pacifastacus leniusculus) au Léman à l'ouest de Thonon-les-bains, entre 2001 et 2005 – impact de la pêche. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2006) 382: 45-56.

salmonidés et à un changement vers des communautés de macro-invertébrés moins diversifiées, dominées par des taxons plus mobiles et résistants aux écrevisses[19].

L'Écrevisse signal étant surtout observée dans la partie amont et la zone intermédiaire des cours d'eau, elle occupe une niche écologique proche de celle de l'Écrevisse à pattes blanches *Austrapotamobius pallipes*[20]. Robuste et agressive, elle entre en compétition avec cette dernière, qu'elle supplante systématiquement[21]. Elle est également vectrice de l'aphanomycose (peste des écrevisses), et, au niveau sanitaire, de nombreux cas de mortalités massives d'Écrevisses à pattes blanches, sont en lien avec la présence de cette espèce. Aucun individu d'Écrevisse à pattes blanches n'a par ailleurs été contacté lors des inventaires.

- **Mollusques bivalves du plan d'eau**

L'échantillonnage de l'ADNe n'a pas permis de mettre en évidence la présence de mollusques bivalves au sein du plan d'eau. Certains individus de bivalves peuvent néanmoins être présents, en très petits nombres cependant. Les sédiments sont par ailleurs plutôt grossiers, sableux et peu organiques, peu propices à l'enfouissement de bivalves. L'omniprésence des Écrevisses signal est également néfaste au maintien de ces derniers étant donné leur pression de prédation.

- **Ichtyofaune du plan d'eau**

Inventaire par ADNe

L'inventaire réalisé par échantillonnage de l'ADN environnemental (ADNe) au niveau de l'ensemble du pourtour du plan d'eau au cours du mois de juillet a permis de recenser cinq espèces de poissons. Aucune n'est protégée ou patrimoniale.

Nombre d'espèces	Espèces protégées	Espèces patrimoniales	Espèce d'intérêt communautaire
5	0	0	0

Tableau 92 : Bilan de l'inventaire par ADNe des espèces piscicoles (ECO-STRATEGIE)

Le peuplement piscicole est actuellement relativement pauvre en espèces. Toutes les espèces observées sont phytophiles, c'est-à-dire liées à un moment ou à un autre de leur cycle de vie aux herbiers aquatiques, notamment comme support de ponte (œufs présentant une certaine adhérence). Ceci tend à privilégier l'hypothèse d'une colonisation naturelle du plan d'eau, notamment du fait de la faible diversification des espèces, très communes et ne présentant qu'un faible intérêt halieutique.

Dans l'état actuel des choses, le plan d'eau se présente comme peu favorable pour la faune piscicole. En effet, seules des plantes hélophytes se trouvent sur le pourtour du plan

[19] Galib SM et l (2021), Strong impacts of signal crayfish invasion on upland stream fish and invertebrate communities, Freshwater Biology, 66, 2, 223-240

[20] Kopp, Dorothée et al. Patterning the distribution of threatened crayfish and their exotic analogues using self-organizing maps. (2010) Environmental Conservation, vol. 37 (n° 2). pp. 147-154.

[21] Collas et al., 2077. La situation des écrevisses en France, résultats des enquêtes nationales réalisées entre 1977 et 2006 par le CSP. Bull. Fr. Pêche Piscic. (2007) 386 : 1-38

d'eau (roselières). Aucun herbier aquatique n'a été observé au niveau des secteurs littoraux. Or, ces herbiers sont très importants pour l'ichtyofaune, notamment comme zone de refuge, d'alimentation et de reproduction.

Les fortes populations d'Écrevisse signal, espèces omnivores et très voraces, au sein du plan d'eau et de son annexe sont vraisemblablement à l'origine de la disparition des herbiers aquatiques et de la faune associée.

Nom vernaculaire *Nom scientifique*	LRN	LRR	ZN.	PN	DH	Exo.	A T L	Enjeu
Carpe commune *Cyprinus carpio*	LC	LC	-	INT	-	INT	**+++**	**Faible**
Perche commune *Perca fluviatilis*	LC	LC	-	-	-		**+++**	**Faible**
Gardon *Rutilus rutilus*	LC	LC	-	-	-		**+++**	**Faible**
Rotengle *Scardinius erythrophthalmus*	LC	LC	-	-	-		**+++**	**Faible**
Tanche *Tinca tinca*	LC	LC	-	-	-		**+++**	**Faible**

Légende :
Liste rouge nationale (LRN) / régionale (LRR) : LC Préoccupation mineure
ZNIEFF (ZN.)
Protection : INT Introduit
Directive habitat (DH)
Exotisme (Exo.) : INT Introduit (espèce introduite non envahissante)
Abondance théorique locale (A T L) (Basée sur le nombre de réplicas positifs et le nombre de séquences ADN) :
+++ Abondante

Tableau 93 : Liste des espèces piscicoles identifiées par ADNe

Parmi les espèces identifiées dans le bassin principal, **une espèce est considérée comme introduite** au sein du bassin hydrographique (historiquement à des fins halieutiques, d'élevage ou récréatives). Il s'agit de la **Carpe commune** (forme miroir pour l'ensemble des individus capturés). Ce poisson affectionne les milieux lentiques (lacs, étangs, bras morts) à fond vaseux et à végétation dense. Sa reproduction est assez tardive (mai-juillet) puisqu'elle nécessite que l'eau atteigne une température entre 17 et 18 °C. Espèce benthivore, elle peut, dans certaines conditions, impacter négativement les hydrosystèmes (bio-perturbation, compétition avec les autres organismes …).

La **Perche commune** se trouve également en milieu lentique à faible végétation et dans des eaux mésotrophes. Ce poisson, assez opportuniste, se nourrit, selon les classes de taille, de zooplancton, d'organismes benthiques, de poissons ou d'écrevisses. Des cas de cannibalisme sont régulièrement observés, notamment chez des adultes qui exerceraient une forte prédation sur les juvéniles. Les jeunes perches entrent classiquement en compétition pour les ressources avec les Gardons et les Rotengles.

Le **Gardon**, espèce ubiquiste, eurytherme et grégaire, est très abondant dans les milieux lentiques en présence de végétation. C'est une espèce qui tend à devenir herbivore avec l'âge.

Le **Rotengle** se trouve également dans les milieux lentiques. Ce poisson vit en groupe près de la surface et affectionne la végétation rivulaire dont il s'éloigne peu. Son activité dépend de la température, il préfère les températures élevées et est principalement actif le jour. L'hiver, il gagne les eaux plus profondes et réduit son activité.

La **Tanche** est également caractéristique des milieux lentiques. Cette espèce entre en léthargie en hiver. Son activité est donc réduite et elle se repose au fond des cours d'eau. Elle

est benthophage, elle se nourrit principalement de petits animaux comme les crustacés, les larves d'insectes ou encore les mollusques.

Inventaire par pêche aux filets maillants et estimation de la biomasse piscicole

Une pêche aux filets maillants a été mise en œuvre le 31 octobre 2023. 8 filets multi-mailles ont été disposés au niveau de différentes isobathes et différents faciès de berge. L'ensemble des captures ont été mesurées et pesées.

Les mêmes 5 espèces piscicoles identifiées au sein du plan par ADNe ont été capturées au filet. Les abondances relatives sont cependant différentes, vraisemblablement en raison de la température de l'eau.



Figure 170 : Remontée d'un filet lors du suivi du 31/10/23 (ECO-STRATEGIE)

En effet, la période de pêche peut être considérée comme tardive. Avec une température de la colonne d'eau de l'ordre de 10°C, les espèces les plus thermophiles, Carpes, Tanches, et Rotengles dans une moindre mesure, présentent une plus faible activité et tendent à se retrancher en profondeur.

La synthèse de l'échantillonnage aux filets multi mailles est présentée sur la figure ci-après.

L'espèce la plus largement représentée est le Gardon, représentant 53 % des captures et 55 % de la biomasse piscicole capturée. Vient ensuite la Perche commune (35 % / 21 %), le Rotengle (11 % / 20 %), la Carpe commune - forme miroir – (0,6 %, 4 %) et la Tanche (0,2 %, > 0,1 %).

Un bon nombre de classes d'âge est représenté au sein du plan d'eau, et le recrutement des différentes espèces est effectif.

Tel que vu précédemment, la période tardive n'était pas la plus propice pour la méthode d'échantillonnage aux filets. Les résultats obtenus sont donc soumis à interprétation. En effet, au vu des résultats de l'échantillonnage ADNe, bien que semi-quantitatifs, l'ensemble de ces espèces - ou de leur biomasse - peut être considéré comme bien représenté sur la totalité du plan d'eau, ce qui ne ressort pas sur les résultats de capture du mois d'octobre. Les grands individus de Carpes et de Tanches n'ont pas été capturés par exemple.

L'évaluation précise de la biomasse piscicole d'une masse d'eau repose sur l'utilisation de modèles analytiques complexes, telle que l'écho prospection, sur une période annuelle complète.

Nous pouvons estimer sur base bibliographique et empirique que ce type de méthode, à cette période, donnée a échantillonné entre 0,5 et 1 % de la population piscicole du plan d'eau. Cette estimation demeure un ordre de grandeur, qui sera affiné lors de la première pêche de reprise.

29,3 kg de poissons toutes espèces confondues ont été capturés lors de la session de pêche. En considérant les parties hautes et basses de notre fourchette d'estimation, **la biomasse piscicole du plan d'eau est estimée entre 2 930 kg et 5 860 kg.**

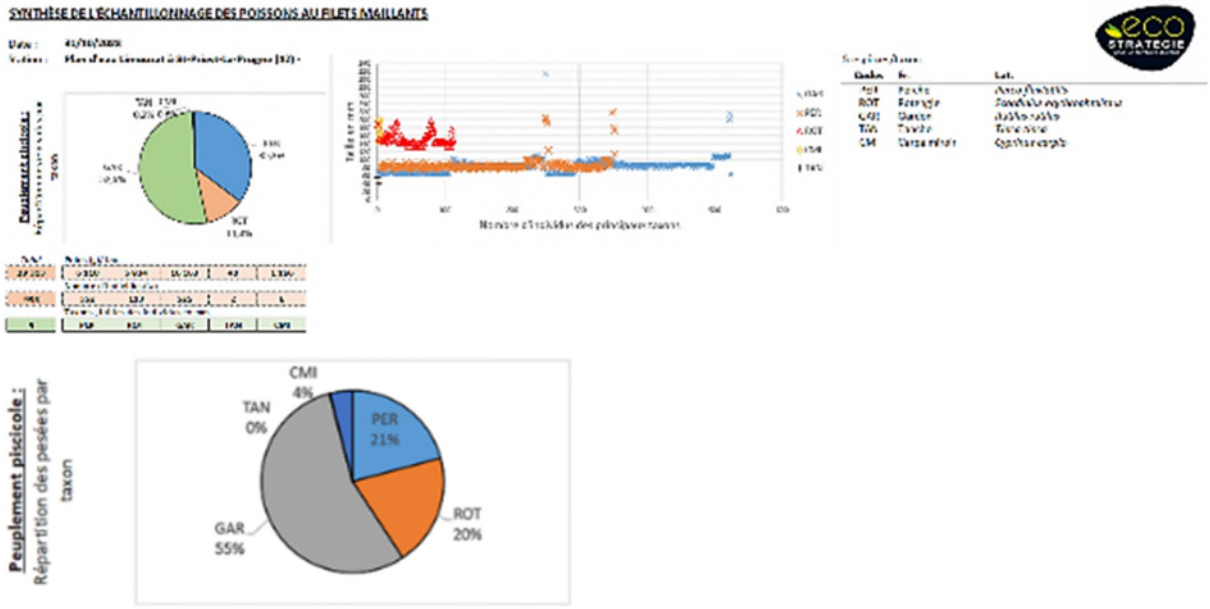


Figure 171 : Synthèse des captures piscicoles aux filets multi mailles sur le plan d'eau de Limouzat à St-Priest-La-Prugne (42)

Synthèse faune aquatique du plan d'eau

- Cinq espèces de poissons identifiées par ADNe et par pêche aux filets, aucune protégée ni patrimoniale.

- Aucune espèce de mollusque bivalve n'a été identifiée par ADNe au sein du plan d'eau.

- L'Écrevisse signal ou de Californie (Pacifastacus leniusculus), espèce exotique envahissante, est omniprésente au niveau du plan d'eau et de son annexe.

- Le cortège d'espèces piscicoles identifiées revêt un caractère limnophile et phytophile marqué.

- Dans l'état actuel des choses, le bassin principal est peu favorable à la faune piscicole, en raison de la disparition de l'essentiel des herbiers aquatiques, très vraisemblablement en raison de la prolifération de l'Écrevisse signal. Des secteurs de roselières subsistent comme support de ponte pour les différentes espèces.

L'enjeu vis-à-vis de la faune piscicole est évalué comme faible pour l'ensemble du plan d'eau.

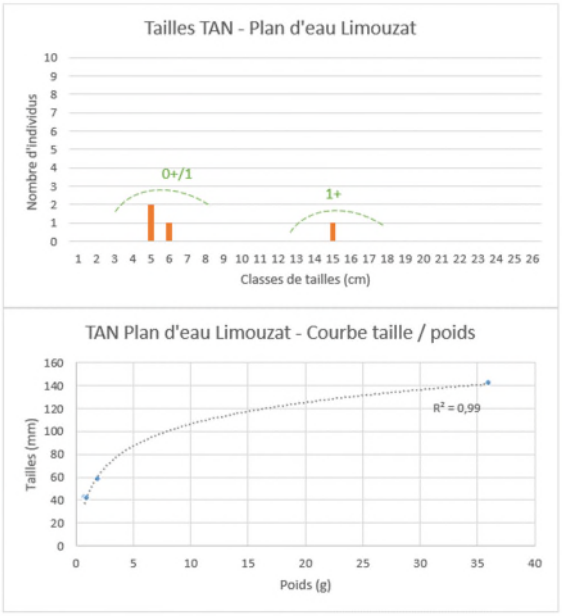
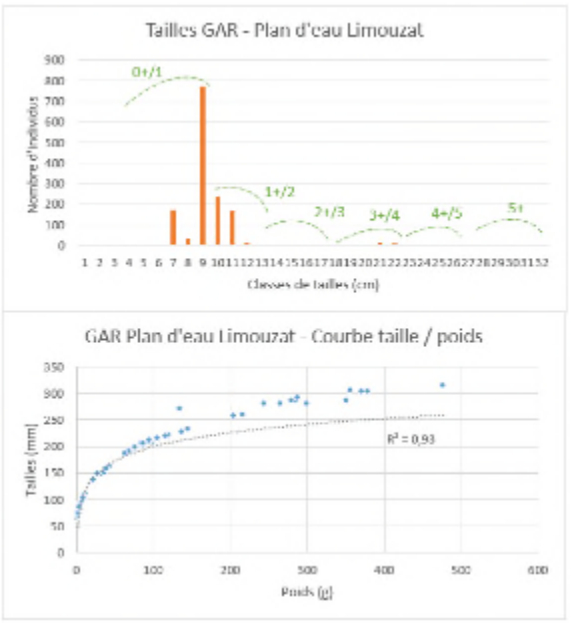
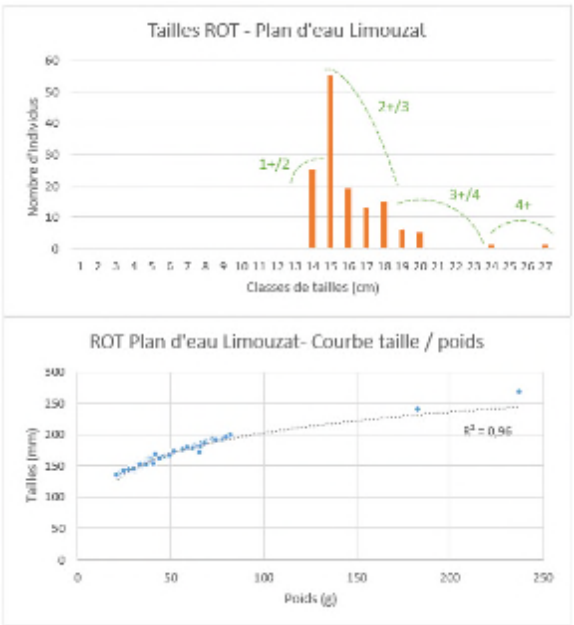
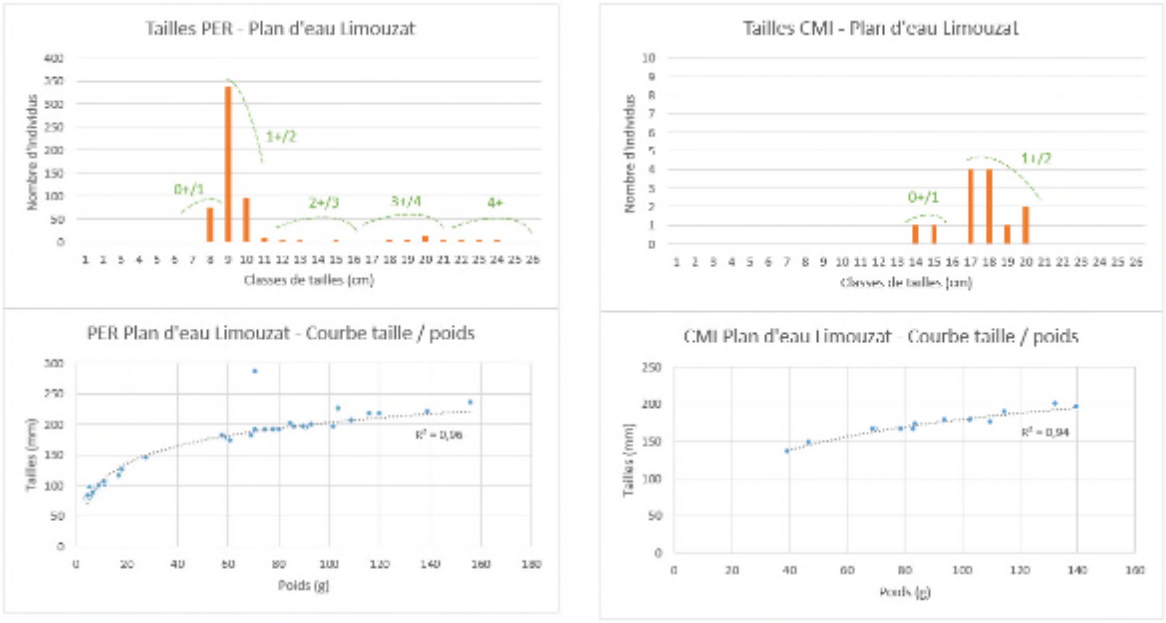


Figure 172 : Courbes tailles / poids des différentes espèces piscicoles capturées aux filets multi mailles sur le plan d'eau de Limouzat







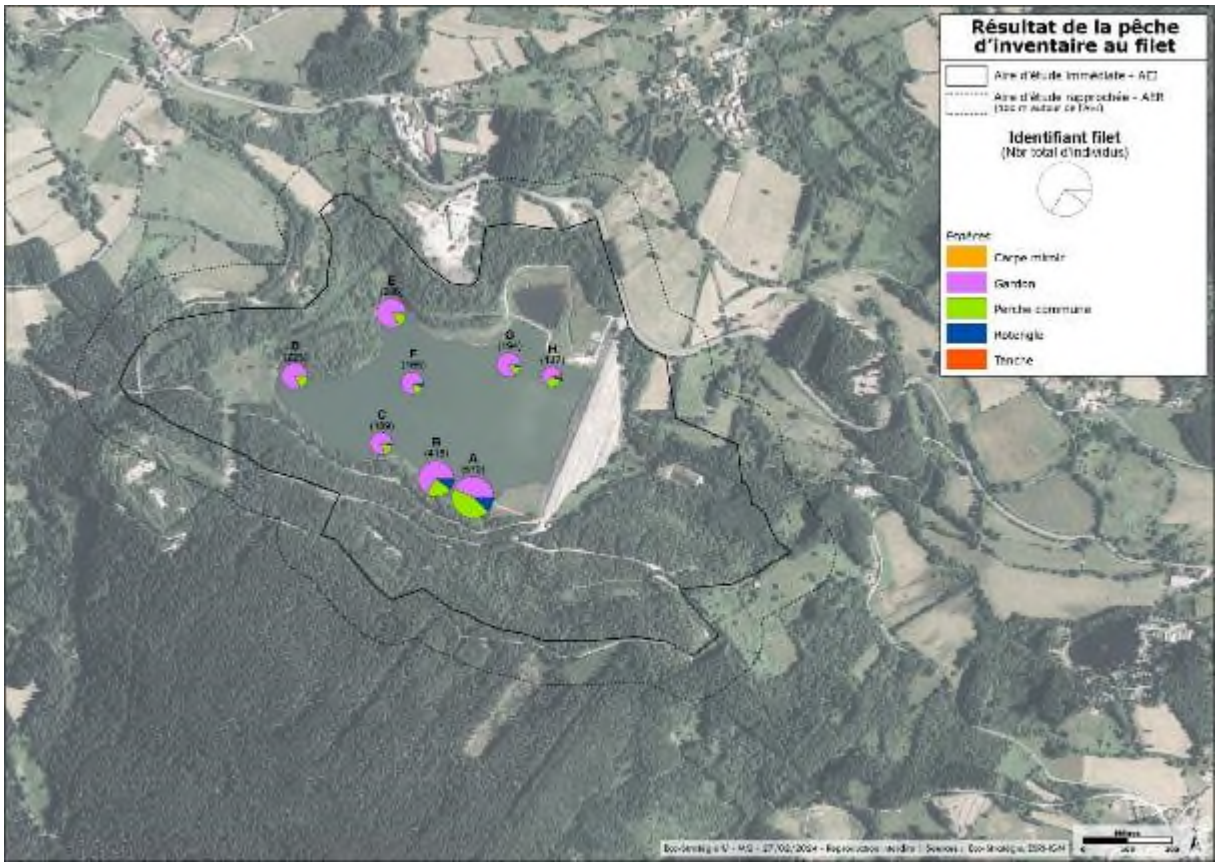


Figure 173 : Résultats de la pêche d'inventaire aux filets maillants au niveau du plan d'eau principal

- **Ichtyofaune du cours d'eau (Besbre)**

Espèces capturées

Les résultats des inventaires par pêche électrique sur les 3 stations sur la Besbre sont présentés et détaillés en annexe. Deux espèces piscicoles (et une espèce astacicole) ont été capturées sur l'ensemble des pêches sur la Besbre :

SALMONIDAE	Code
Truite fario (*Salmo trutta fario*)	TRF
Chabot fluviatile (*Cottus perifretum*)	CHA
ASTACIDAE	
Écrevisse signal (*Pacifastacus leniusculus*)	PFL

Le cours d'eau est classé en première catégorie piscicole, soit un milieu à dominante salmonicole. Le peuplement piscicole attendu est constitué par des espèces d'eau vive et fraîche. Les peuplements piscicoles sont ici axés sur la Truite fario, qui occupe l'ensemble des linéaires suivis.

La Truite fario est une espèce piscicole patrimoniale protégée nationalement au titre de l'arrêté du 8/12/1988[22] et considérée comme vulnérable au niveau de la liste rouge régionale.

Le Chabot fluviatile accompagne la truite sur l'ensemble des stations suivies. Sa présence tend cependant à s'amenuiser très significativement avec la présence de l'Écrevisse signal, au niveau du tronçon en aval du barrage : de 64 % du peuplement en amont, il passe à 9 % en aval.

Les données concernant le canal sont présentées à titre indicatif. Le linéaire est en effet vraisemblablement peuplé d'individus en provenance de l'amont emportés dans le secteur du canal lors d'épisodes de forts débits.

Au vu des référentiels piscicoles, d'autres espèces d'eau vive auraient cependant pu être attendues au niveau du cours d'eau. Il s'agit du Vairon ligérien (*Phoxinus phayollarum*, PHX), de la Loche franche (*Barbatula barbatula*, LOF), et dans une moindre mesure du Goujon commun (*Gobio gobio*, GOX) et de la Lamproie de Planer (*Lampetra planeri*, LPP).

[22] L'article 1 de l'arrêté du 8 décembre 1988 fixant la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national précise que sont interdits en tout temps et sur tout le territoire national la destruction ou l'enlèvement des œufs et la destruction, l'altération ou la dégradation des milieux particuliers, et notamment des lieux de reproduction de la Truite fario.

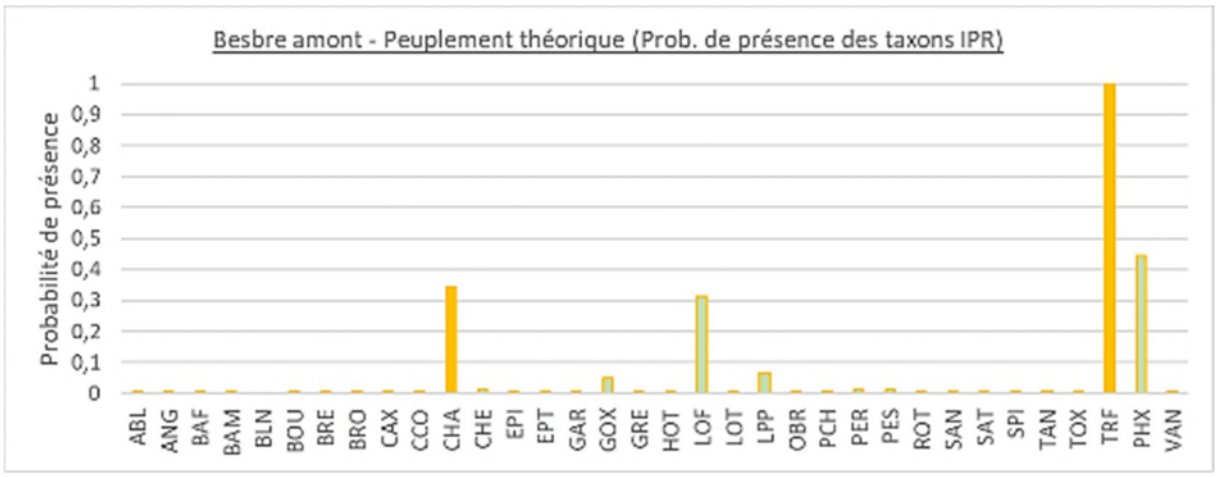


Figure 174 : Probabilités théoriques de présence des différents taxons au regard du cortège attendu au niveau du référentiel IPR pour la typologie de cours d'eau de la Besbre (Jaune = espèces effectivement capturées, vert = espèces attendues)



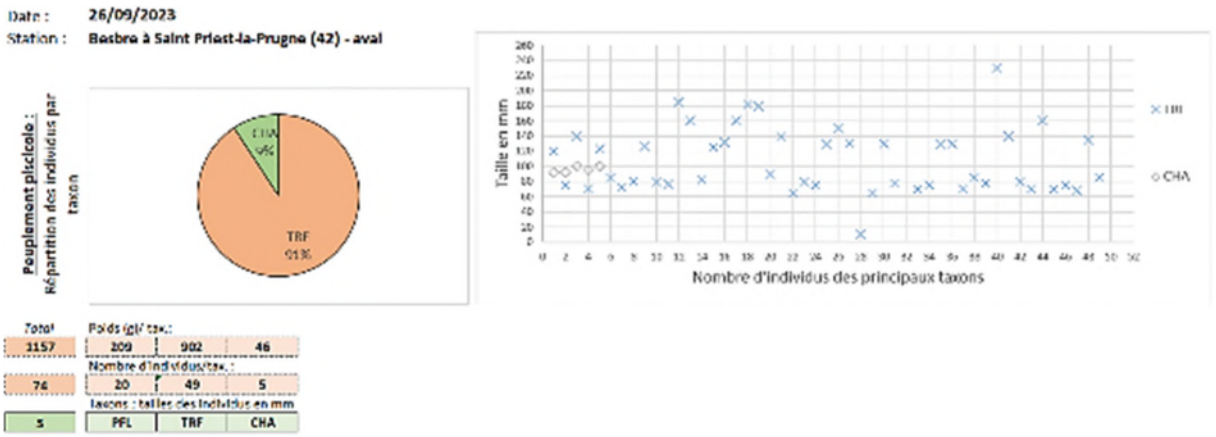


Figure 175 : Pêches électriques des 26 et 27 septembre 2023 sur la Besbre au niveau des trois stations de suivi. Le nombre d'individus par espèce (TRF = Truite fario ; CHA =Chabot fluviatile), ainsi que les tailles des individus capturés sont représentés graphique

Densité numériques, pondérales et classes de taille de la Truite fario

Les histogrammes de fréquence de tailles pour la Truite fario et les courbes tailles / poids sont présentés sur la figure ci-après. Il peut être noté que la pratique de la pêche récréative peut influencer les résultats dans une certaine mesure. La pression de pêche est cependant considérée comme modeste sur le linéaire d'étude.

La taille légale de capture est de 200 mm, correspondant à une cohorte 2+/3, pouvant dans certains cas engendrer un déséquilibre au niveau de ces classes de tailles les plus aptes à se reproduire . La pêche de la truite est autorisée de début mars à la mi-septembre dans le secteur.

La comparaison des médianes et moyennes de tailles donne une indication de l'équilibre des peuplements. En effet, plus les deux paramètres sont proches, plus les distributions sont équilibrées. Les populations amont et aval de la Besbre demeurent équilibrées, avec cependant les peuplements de Truite fario les plus équilibrés à l'amont, notamment avec la présence d'un recrutement de l'année plus important.

Concernant la station amont, la moyenne et la médiane des tailles sont en effet très proches : 113 / 100 mm, avec une représentation proche des tailles correspondant à la classe 0+/1 et 1+/2. Les individus 2+/3 sont plus rares (20 % des effectifs environ). La station aval affiche une médiane des tailles (85 mm) inférieure à la moyenne (106 mm). En effet, les très jeunes individus sont moins bien représentés à ce niveau du cours d'eau.

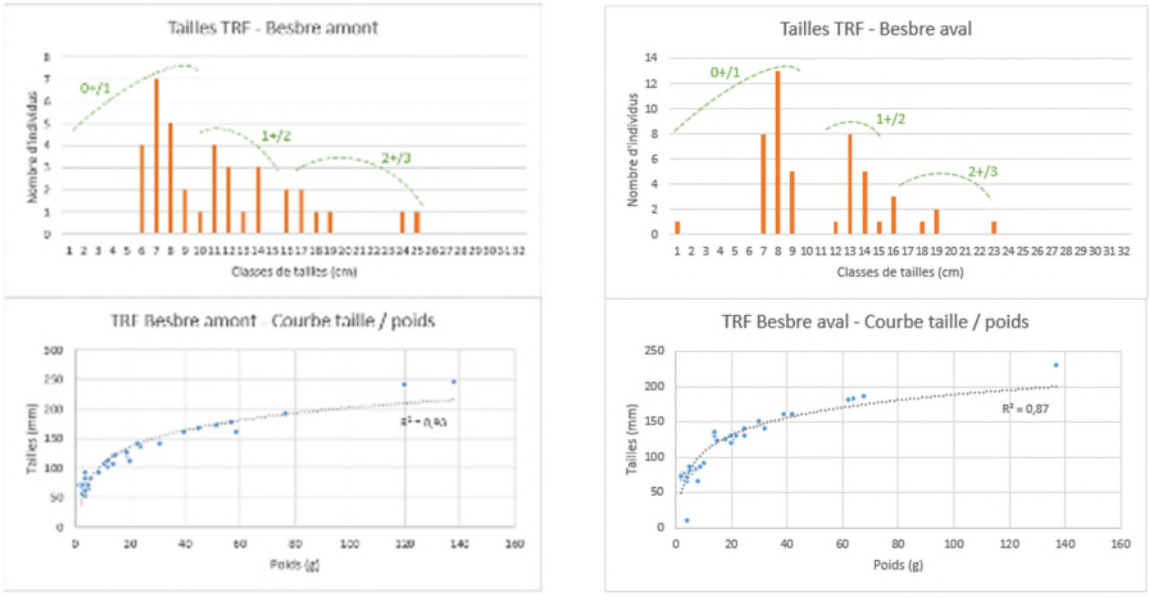
Trois classes d'âge sont a minima représentées sur les deux stations. La présence d'alevins de l'année (tailles < 80 mm en octobre) est notée sur l'ensemble des stations, avec une prédominance au niveau du secteur amont, qui présente par ailleurs une meilleure hétérogénéité des méso-habitats favorables (couples substrat / profondeur / vitesse de courant) à la présence de plusieurs classes d'âge.

Les individus de tailles supérieures sont notés en petits nombres sur les deux stations, avec cependant une prépondérance de ces classes de tailles au niveau du secteur amont. L'essentiel des captures est compris entre 80 et 150 mm, soit une classe d'âge 1+/2 ans. La grande majorité des mâles sont aptes à se reproduire en 1+, alors que les femelles le sont rarement avant un âge 2+, soit des tailles > à 150 mm environ pour ces dernières.

Classiquement, les poissons les plus âgés se retrouvent en début d'année, avec un rajeunissement de populations observés en octobre et la recrudescence de classes d'âge 0+ et 1+.

Les courbes tailles / poids montrent une croissance régulière et homogène des peuplements de Truites fario sur la Besbre. Aucun individu malade, présentant une cornée opacifiée ou des traces de lésions mycosiques ne ressort des courbes avec un ratio taille / poids plus faible.

Les biomasses piscicoles cumulées estimées au niveau des deux points d'échantillonnage (toutes espèces confondues) sont très correctes pour ce type de cours d'eau à l'amont (**43,10 kg/ha**), et relativement moyennes à l'aval du barrage (**27,10 kg/ha).**



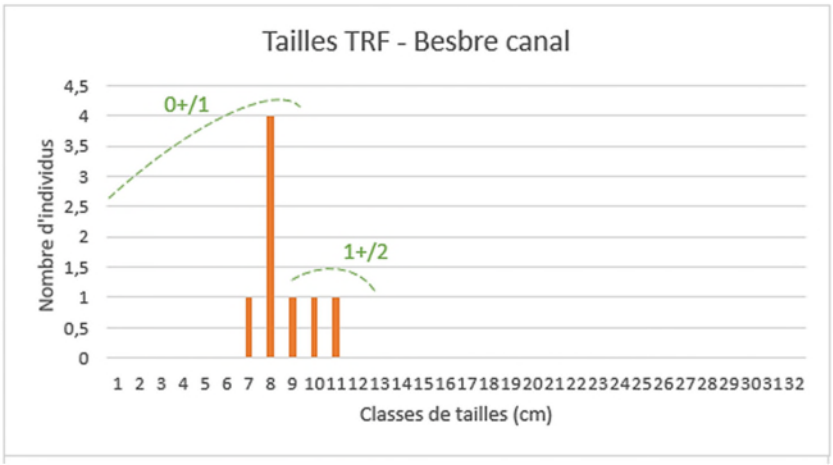


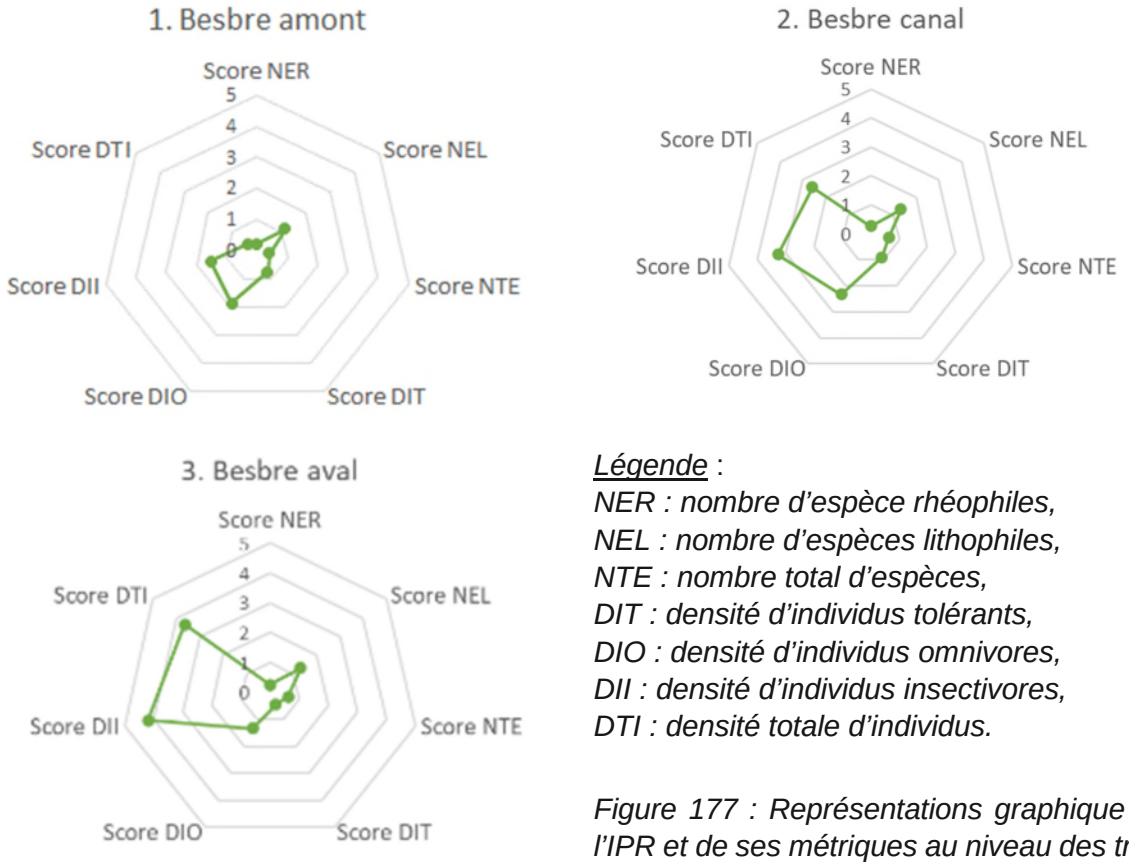
Figure 176 : Classes de tailles et courbes tailles / poids des Truites farios (TRF) au niveau des stations de suivi sur la Besbre. Les données pondérales au niveau du canal ne sont pas présentées du manque de significativité de ces dernières.

Éléments de la qualité biologique au sens de l'IPR

La figure ci-après présente graphiquement les différentes métriques de l'Indice Poissons Rivière (IPR) des pêches électriques de septembre 2023. Les classes d'état sont définies au regard de l'arrêté du 27 juillet 2018. Tous les états sur l'ensemble des stations suivies sont « **bons** » concernant l'indicateur faune piscicole.

La station « amont » sur la Besbre présente en effet un **IPR de 6,32**, soit un bon état, en limite de classe supérieure du très bon état. Les stations « canal » et « aval » présentent des **IPR de 11,30 et 11,81** respectivement, soit de bons états également, en limite de classe inférieure cependant.

Ces deux dernières stations affichent des métriques globalement déclassantes pour l'indice au niveau des métriques liées à la densité piscicole : métrique « **DTI** », se référant à la densité totale d'individus, et les métriques « **DII** » et « **DIO** », soient les densités d'individus invertivores et omnivores, en lien avec la diversité spécifique attendue.



Légende :
NER : nombre d'espèce rhéophiles,
NEL : nombre d'espèces lithophiles,
NTE : nombre total d'espèces,
DIT : densité d'individus tolérants,
DIO : densité d'individus omnivores,
DII : densité d'individus insectivores,
DTI : densité totale d'individus.

Figure 177 : Représentations graphique de l'IPR et de ses métriques au niveau des trois stations de suivi.

La forte densité d'Écrevisses signal relevée lors des pêches, est très vraisemblablement à l'origine de l'appauvrissement en diversité et densité piscicole du secteur aval, surtout concernant les espèces peu mobiles et benthiques. Le frai des Truites farios peut également être impacté, dans une certaine mesure, par prédation directe.

Le maintien de la Truite fario en densité importante, et représentée par différentes classes de taille, peut provenir de campagnes d'alevinages des détenteurs du droit de pêche, ou d'un recrutement naturel en provenance de frayères actives à proximité. Le linéaire amont présente

en effet des secteurs propices à la reproduction de la truite (granulométries du substrats et hydraulique propices à des frayères potentielles).

Synthèse de la faune aquatique de la Besbre

- Deux espèces piscicoles ont été capturées sur l'ensemble des pêches sur la Besbre : la Truite fario et le Chabot fluviatile, toute deux patrimoniales.

- L'Écrevisse signal (Pacifastacus leniusculus), espèce exotique envahissante, est présente à l'aval comme à l'amont du barrage. Son influence sur les peuplements piscicoles est très nette : diminution de densité et de diversité.

- La qualité des secteurs prospectés sont tous « bon », au sens de l'IPR

L'enjeu patrimonial vis-à-vis de la faune piscicole et aquatique est évalué comme fort au niveau des secteurs prospectés de la Besbre.

L'enjeu lié au risque d'invasibilité de l'Écrevisse signal au niveau des secteurs amont est nul puisque le secteur amont est déjà malheureusement colonisé par cette espèce[23].

Peuplements de macro-invertébrés benthiques (cours d'eau de la Besbre)

Les échantillonnages de macro-invertébrés benthiques au niveau des stations amont de la Besbre, du canal et de l'aval du barrage ont été réalisés le 7 juillet 2023, en situations de débits d'étiages stabilisés.

Les rapports d'analyse et les listes faunistiques complètes peuvent être consultés en annexe.

Station Besbre amont (I2M2)

Les métriques de l'I2M2 de la station sont présentées dans le tableau ci-après.

	Shannon	ASPT	Polyvoltinisme	Ovoviviparité	Richesse spécifique
Amont	*0,80*	*0,95*	*1,00*	*1,00*	*0,34*
Canal	*0,40*	*0,90*	*0,97*	*1,00*	*0,34*
Aval	*0,19*	*1,00*	*0,87*	*1,00*	*0,24*

Tableau 94 : Métriques des I2M2 calculés au niveau des stations amont, canal et aval sur la Besbre (exprimées en EQR).

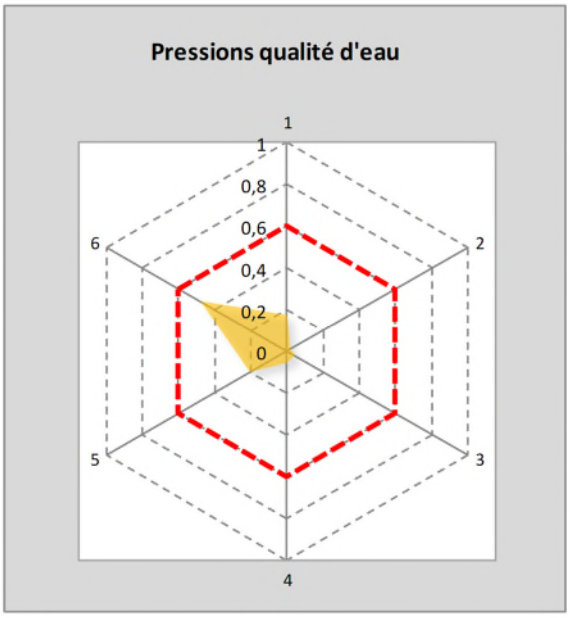
L'I2M2 (0.85/1), situe la station également en classe de très bonne qualité.

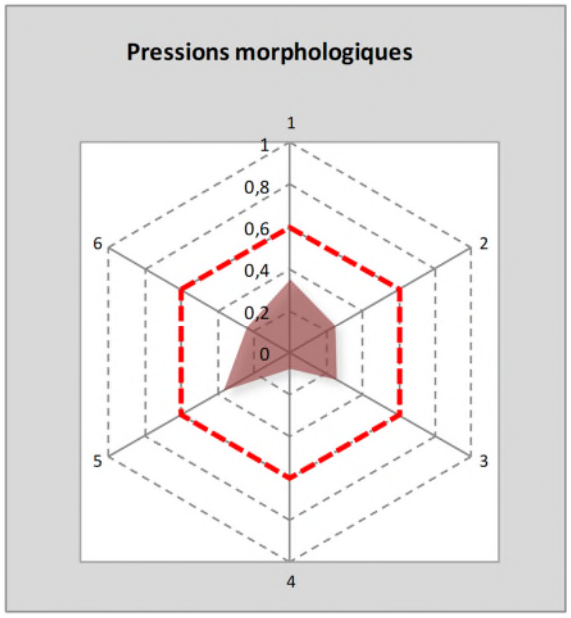
Le groupe indicateur (GFI) est excellent (Perlidae, groupe 9), et indique une qualité d'eau à très bon potentiel, confirmée par la forte diversité des groupes EPTC (les plus polluosensibles) ; à noter que chaque GFI est représenté par un ou plusieurs taxons, ce qui est également signe de bonne qualité.

La diversité faunistique (29) est correcte, mais un peu en retrait par rapport à ce qui peut être attendu au vu de la qualité de l'eau. Les abondances sont globalement faibles, sans dénoter une situation anormale.

[23] Cf Note technique « Recherche par la méthode de l'ADN environnemental de l'écrevisse à pattes blanches et du pathogène responsable de la peste de l'écrevisse sur le site des Bois Noirs – Janvier 2025 – Fédération des AAPPMA de la Loire » jointe en annexe

Les métriques de l'I2M2 soulignent la bonne santé globale du cours d'eau dans ce secteur, avec des indices toujours proches de 1, si ce n'est la richesse, un peu décevante comme évoqué ci-dessus ; l'outil diagnostic ne met en évidence aucune pression impactante.





Pressions qualité d'eau	
WQ1	Matieres organiques
WQ2	Matieres phosphorees
WQ3	Matieres azotees
WQ4	Nitrates
WQ5	HAP
WQ6	Pesticides

Pressions morphologiques	
HD1	Ripisylve
HD2	Voies de communication
HD3	Urbanisation 100m
HD4	Risque colmatage
HD5	Instabilite hydrologique
HD6	Anthropisation BV

: Limite à partir de laquelle une pression est considérée comme impactante

Figure 178 : Métriques de l'outil diagnostic de l'I2M2 – Pressions potentielles au niveau de la station amont sur la Besbre

Station Besbre canal (I2M2)

Les métriques de l'I2M2 de la station sont présentées dans le tableau ci-avant.

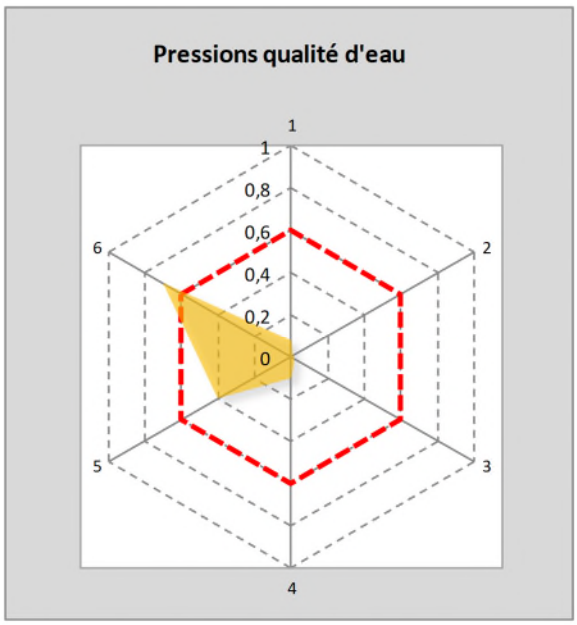
Sur la Besbre canalisée, la note I2M2 obtenue est de 0.76/1 (station en classe de « très bonne qualité »).

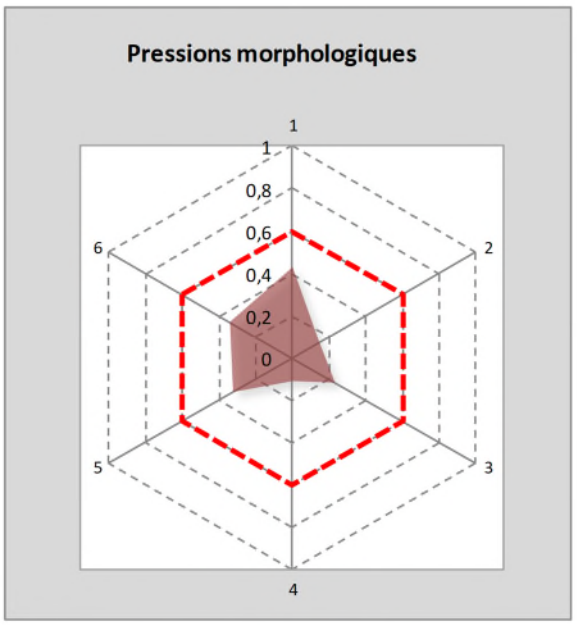
Le groupe indicateur de référence, Odontoceridae, se trouve en groupe 8, soit une très bonne polluosensibilité, liée à un très bon potentiel en termes de qualité d'eau. La richesse en EPTC est tout juste correcte (22).

La diversité faunistique (30) est correcte, et retrouve une valeur proche de celle de la station amont.

L'abondance globale est nettement plus élevée que sur les deux autres stations, avec la pullulation d'un groupe souvent inféodé à la présence de matières organiques, les Chironomidae.

Les métriques de l'I2M2 soulignent la bonne santé globale du cours d'eau dans ce secteur, avec des indices toujours proches de 1, sauf la richesse et l'indice de Shannon, comme sur la station aval ; l'outil diagnostic ne met en évidence aucune pression impactante à l'exception des pesticides, indiquant de manière assez générale une pression potentielle en phytosanitaires.





Pressions qualité d'eau	
WQ1	Matieres organiques
WQ2	Matieres phosphorees
WQ3	Matieres azotees
WQ4	Nitrates
WQ5	HAP
WQ6	Pesticides

Pressions morphologiques	
HD1	Ripisylve
HD2	Voies de communication
HD3	Urbanisation 100m
HD4	Risque colmatage
HD5	Instabilite hydrologique
HD6	Anthropisation BV

: Limite à partir de laquelle une pression est considérée comme impactante

Figure 179 : Métriques de l'outil diagnostic de l'I2M2 – Pressions potentielles au niveau de la station canal sur la Besbre.

Station Besbre aval (I2M2)

Les métriques de l'I2M2 de la station sont présentées dans le tableau ci-avant.

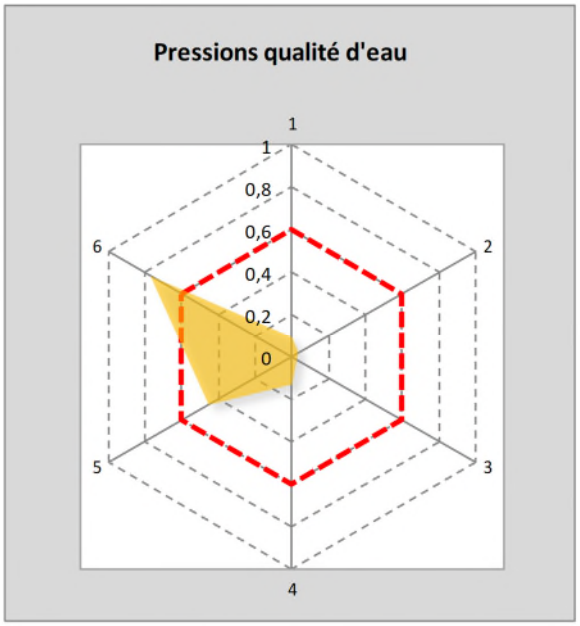
Les caractéristiques macro-invertébrés sont, sur cette station située plus en aval, en nette baisse depuis l'amont : note I2M2 de 0.71/1, situant ici aussi la station en classe de bonne qualité.

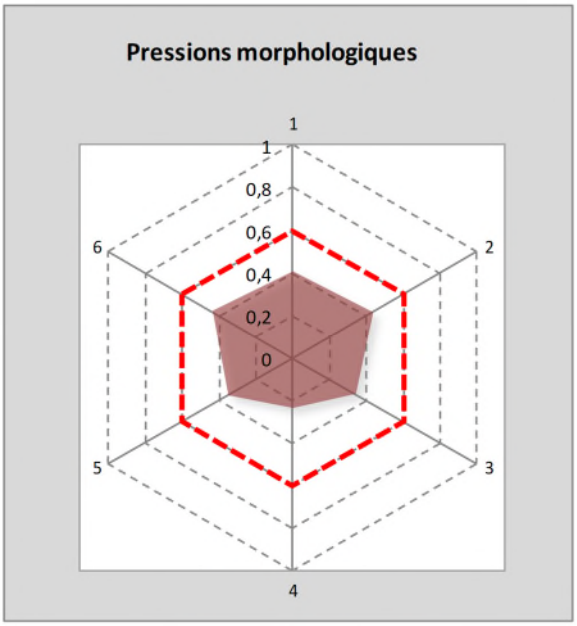
Le groupe indicateur (GFI) est lui aussi en baisse, tout en restant correct (Leuctridae, groupe 7), et indique une qualité d'eau à bon potentiel, mais impactée. La diversité des groupes EPTC (les plus polluosensibles) chute légèrement par rapport à l'amont.

La diversité faunistique (26) reste correcte, et très légèrement en baisse par rapport à l'amont.

L'abondance est identique, mais toujours sans dénoter d'une situation anormale.

Comme à l'amont, les métriques de l'I2M2 soulignent la bonne santé globale du cours d'eau, avec des indices toujours proches de 1 (sauf la richesse, un peu décevante comme évoqué ci-dessus, et l'indice de Shannon, révélant une piètre répartition des groupes) ; l'outil diagnostic ne met en évidence que la pression potentielle « pesticides » à l'aval.



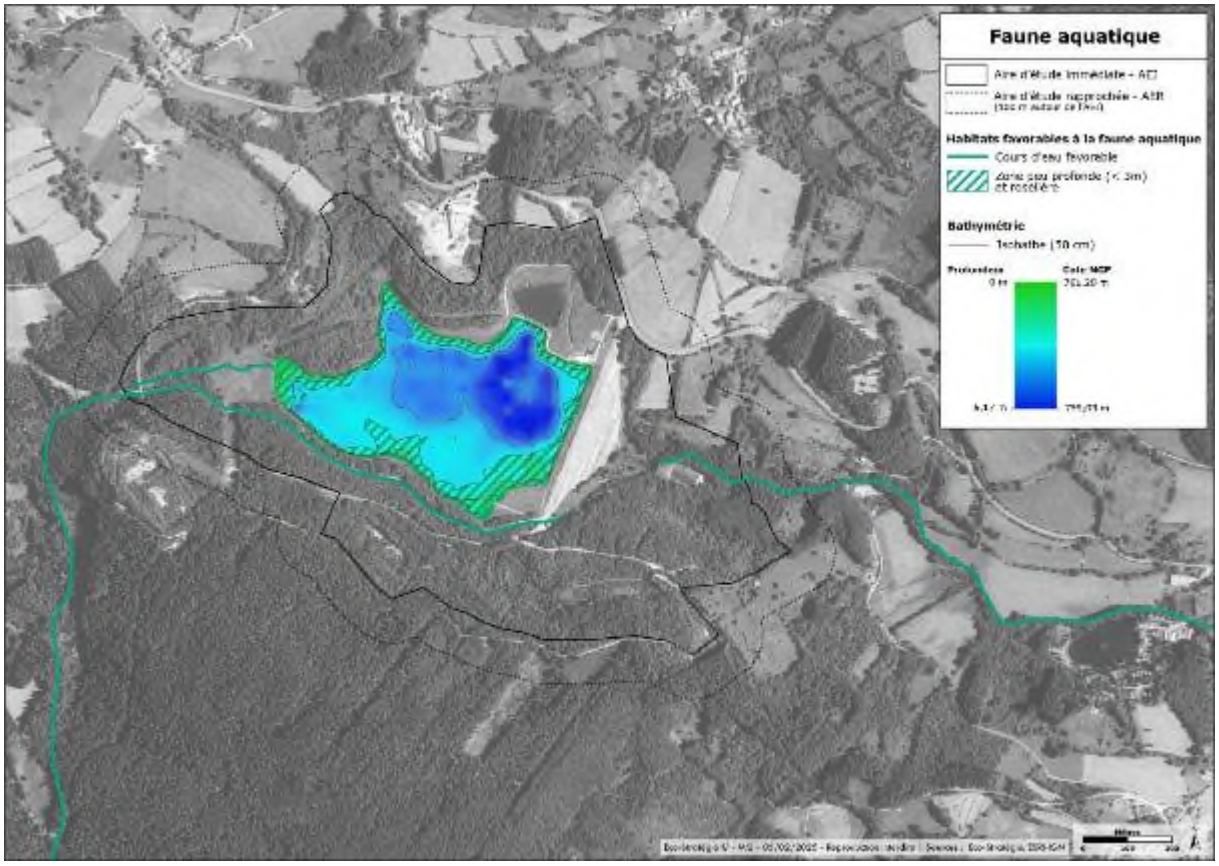


Pressions qualité d'eau	
WQ1	Matieres organiques
WQ2	Matieres phosphorees
WQ3	Matieres azotees
WQ4	Nitrates
WQ5	HAP
WQ6	Pesticides

Pressions morphologiques	
HD1	Ripisylve
HD2	Voies de communication
HD3	Urbanisation 100m
HD4	Risque colmatage
HD5	Instabilite hydrologique
HD6	Anthropisation BV

: Limite à partir de laquelle une pression est considérée comme impactante

Figure 180 : Métriques de l'outil diagnostic de l'I2M2 – Pressions potentielles au niveau de la station aval sur la Besbre



Carte 35 : Secteurs favorables à la faune aquatique sur l'AEI et ses abords

- **État écologique du plan d'eau (bassin principal)**

Préambule : *Le plan d'eau repose au niveau du lit historique de la Besbre. Cette dernière a été détournée en rive droite et les deux entités ne sont plus connectées à l'heure actuelle. Le plan d'eau est essentiellement alimenté par une nappe de versant en rive gauche. Les eaux traitées du plan d'eau et les eaux de la Besbre se rejoignent en aval du barrage.*

Des bathymétries raccordées au NGF des bassins principal et annexe ont été réalisées en mai et octobre 2023 respectivement (cf. figures ci-après).

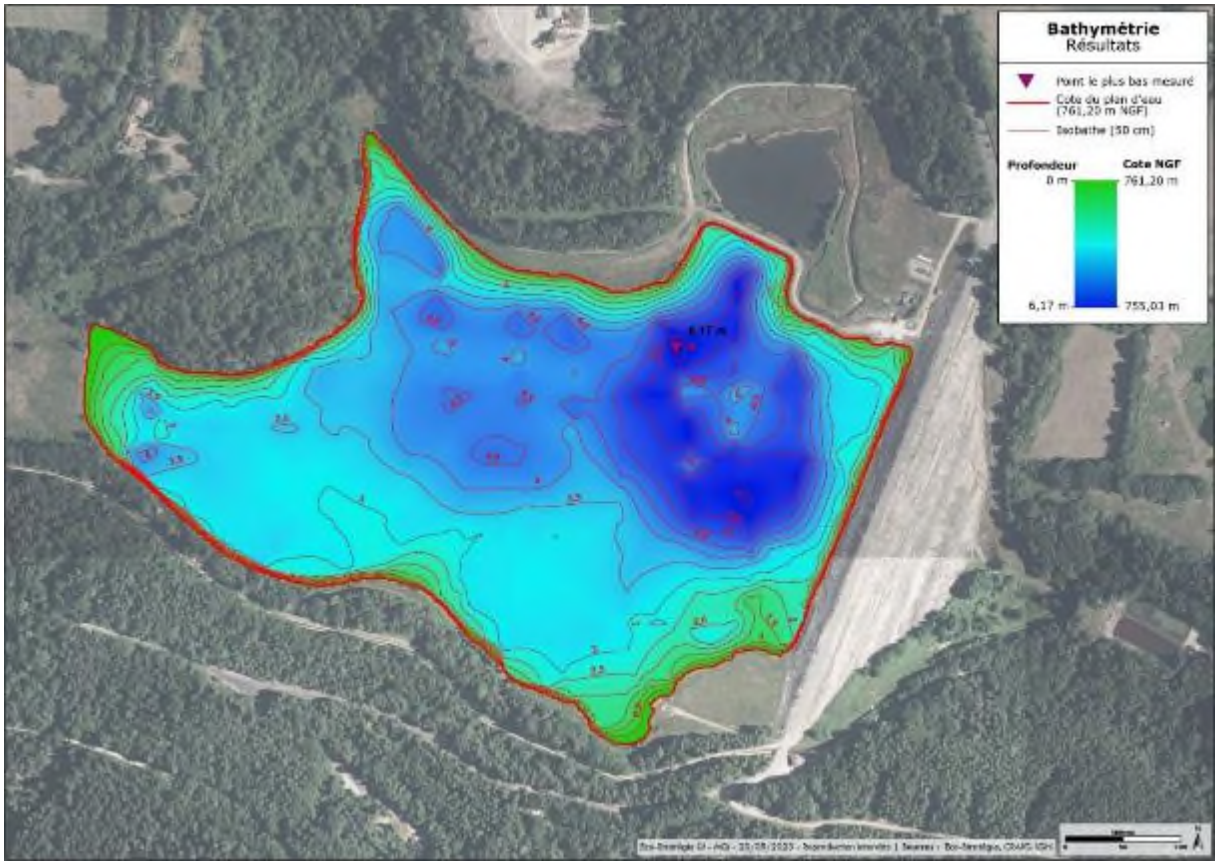


Figure 181 : Bathymétrie du Bassin principal (mai 2023).

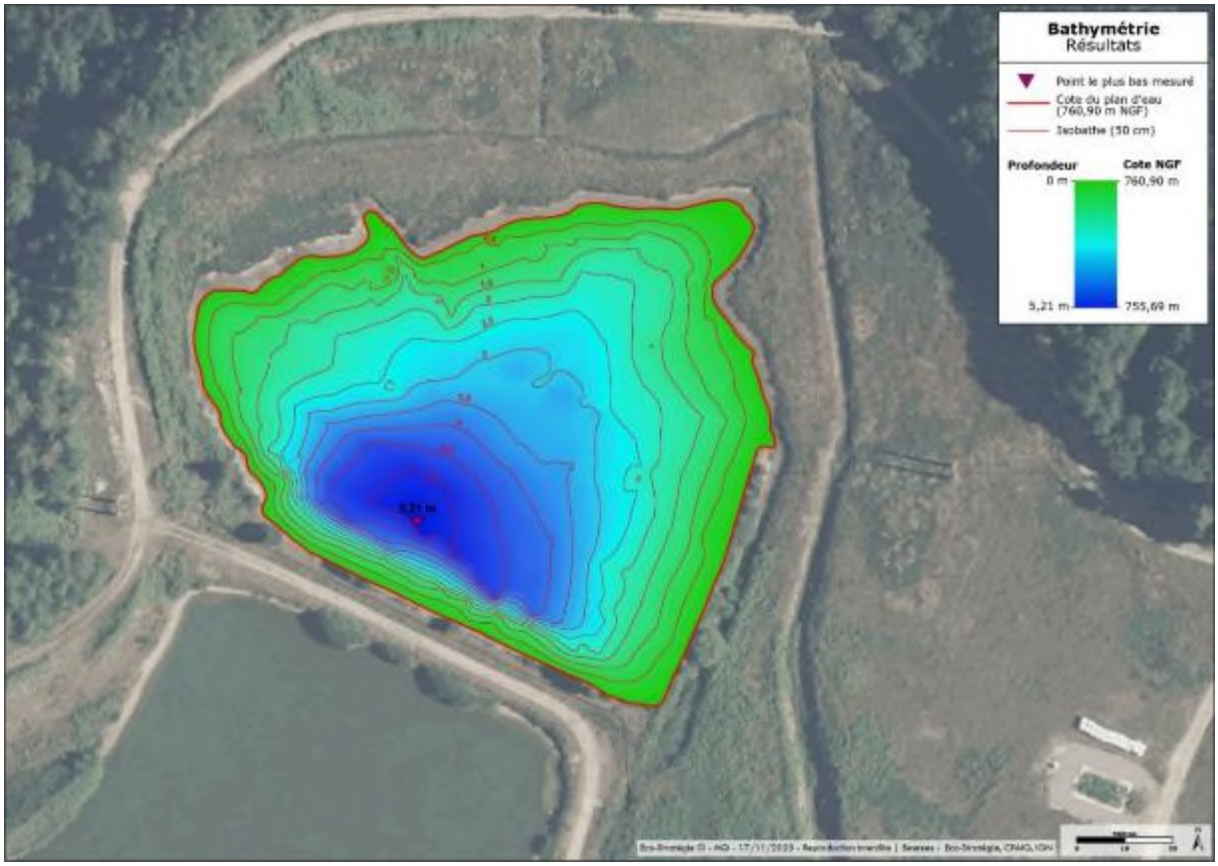


Figure 182 :Bathymétrie du bassin annexe (octobre 2023).

Le suivi suivant vise à établir l'état écologique du plan d'eau au cours de l'année 2023. Cet état écologique repose sur les classiques notions de trophie (soit la physico-chimie et les cycles nutritionnels liés essentiellement à l'azote et au phosphore), et ne prend pas en compte les éventuelles pollutions liées aux micropolluants.

Basé sur la Diagnose Rapide des Plans d'Eau de 2003 de l'IRSTEA[24], un suivi de la qualité écologique du plan d'eau, à 4 campagnes, a été réalisé. Cette méthode a l'avantage de synthétiser et d'évaluer l'état, notamment trophique, du plan d'eau. À noter que cette dernière a été établie pour les plans d'eau profonds (thermiquement stratifiés et dont l'hypolimnion dépasse 3 mètres d'épaisseur), ce qui n'est pas forcément le cas aux Bois Noirs. La diagnose offre cependant un cadre pour l'interprétation des données.

Statut trophique		
Mauvais	hypereutrophe	75-100
Médiocre	eutrophe	50-75
Moyen	mésotrophe	35-50
Bon	oligotrophe	15-35
Très bon	ultra-oligotrophe	0-15

Figure 183 : Notes indicielles et niveaux trophiques associés.

Protocole du suivi

Campagnes

Quatre campagnes de mesures et de prélèvements ont été réalisées au cours de l'année 2023. La première (C1), en fin de période hivernale et d'homothermie des eaux, le 15 mars, la seconde (C2), printanière le 17 mai, la troisième (C3) estivale, le 11 juillet, et la dernière (C4) automnale le 20 septembre.

Points de mesures et de prélèvements

Les mesures ont été réalisées au droit du point de plus grande profondeur de l'ordre de 6 mètres à une cote haute, au nord-est du plan d'eau. Des prélèvements d'eau ont été réalisés au niveau de la zone euphotique et à proximité du fond.

Paramètres sur eau

Deux types de paramètres ont été pris en considération au cours des deux campagnes :

- Les paramètres mesurés *in situ* :

✓ Température de l'eau, pH, oxygène dissous (concentration et taux de saturation), conductivité à 25°C et transparence (mesurée à l'aide d'un disque de Secchi).

[24] Barbe, J. et 6 collaborateurs (2003) – Actualisation de la méthode de diagnose rapide des plans d'eau. Informations Techniques du CEMAGREF, juillet 2003, 108 pages.

- ✓ La concentration, les taux d'oxygène, le pH ainsi que la température de l'eau ont été mesurés tous les 0,5 mètres, selon un profil vertical de la surface vers le fond du plan d'eau.
    - o Les paramètres analysés au laboratoire (analyses confiées au laboratoire Eurofins) :
- ✓ Concentration en chlorophylle a (chl.a) et en phéopigments (phéop.), matières en suspension totales (MEST) et organiques (MESO).
- ✓ Ion ammonium (NH4), nitrites (NO2), nitrates (NO3), azote Kjeldahl (NKJ), azote total (Ntot), orthophosphates (PO4) et phosphore total (P_{tot}).

Les paramètres ont été quantifiés au niveau de la surface et du fond (Zmax–1 m), sauf pour la chlorophylle et les phéopigments, où seuls des prélèvements de surface ont été réalisés. L'échantillonnage de surface correspond à une série de prélèvements verticaux, à l'aide d'une bouteille de prélèvement, répartis de façon à intégrer l'ensemble de la profondeur de la zone euphotique théorique. La zone euphotique théorique correspond à 2,5 fois la transparence mesurée au disque de Secchi.

Paramètres sur sédiments

Un échantillonnage des sédiments a été effectué à la benne Ekman au cours de la campagne automnale au niveau du point profond en septembre. Les paramètres suivants ont été considérés (analyses confiées au laboratoire Eurofins) :

- Phase solide : azote total (Ntot), phosphore total (Ptot), perte au feu (matières minérales et matières volatiles), granulométrie.
- Phase interstitielle (liquide) : ions ammonium (NH4) et phosphore total (Ptot).

Phytoplancton

Le suivi du phytoplancton a été effectué lors des quatre campagnes selon la méthode d'Utermöhl . Un prélèvement intégré a été réalisé sur l'ensemble de la zone euphotique à l'aide d'une bouteille à prélèvement au droit du point le plus profond du plan d'eau. Les échantillons de phytoplancton ont été fixés au lugol, puis stockés au réfrigérateur avant détermination et comptage des objets algaux[25]. Les analyses ont été confiées au laboratoire LEMNA.

L'indice phytoplancton lacustre ou IPLAC est calculé selon les recommandations du SEEE, les données ont été saisies sous PHYTOBS v.3.2, Deux métriques sont utiles au calcul de l'indice : l'une basée sur les teneurs en chlorophylle a (µg/l) (MBA ou métrique de biomasse algale totale), et l'autre sur la présence d'espèces indicatrices quantifiées en biovolume (mm3/l) (MCS ou métrique de composition spécifique). Plus la valeur d'une métrique tend vers 1 plus la qualité est proche de la valeur prédite en condition de référence. La classe de qualité

[25] Laplace-Treyture, C., Barbe, J., Dutartre, A., Druart, J.-C., Rimet, F., Anneville, O., et al. (Septembre 2009). Protocole Standardisé d'échantillonnage, de conservation et d'observation du phytoplancton en plan d'eau, Vers. 3.3.1. INRA, Cemagref.

de l'IPLAC résultant est donnée en anglais H (Hight pour très bon…) [...], B (Bad) pour mauvais.

Qualité physico-chimique des eaux

Profil physico-chimique

Le faible creusement de la cuvette (de l'ordre de 6 mètres, point profond localisé) rend la stratification du plan d'eau très sensible et réactive aux conditions climatiques ambiantes. Ainsi, en fonction de la météorologie, le milieu peut ne pas se stratifier thermiquement de façon stable à chaque période estivale.

Les profils physico-chimiques des campagnes de mesure 2023 sont présentés sur la figure ci-après et les données brutes sont en annexe de ce rapport.

Dès le printemps, du fait du réchauffement des eaux à partir de la surface, une différence de température entre la surface et le fond se met en place sur les plans d'eau suffisamment profonds (phénomène de stratification). Les eaux profondes (hypolimnion) et de surface (épilimnion) ne se brassant plus lorsque le plan d'eau est stratifié, le phénomène de désoxygénation au niveau des couches profondes peut alors être amplifié, notamment par la consommation de l'oxygène par l'activité microbienne au niveau des sédiments. Ce phénomène est habituellement à son maximum à la fin de la période estivale.

La colonne d'eau est déjà bien réchauffée en mars, avec un profil relativement homotherme entre 7,0 et 7,9 °C. La saison hivernale 2023 a en effet été très clémente en termes de température. La stratification thermique du plan d'eau ne s'est que très temporairement établie autours de 4 m au cours de la période estivale, au cours de laquelle nous pouvons observer un différentiel de l'ordre de 10 °C entre la surface et le fond au mois de juillet (25 et 14,8 °C respectivement). Le plan d'eau est à nouveau homotherme en septembre, avec une température de l'ordre de 20 °C, rétablissant ainsi l'homogénéité physico-chimique de la colonne d'eau pour l'ensemble des paramètres mesurés, notamment de la couche profonde anoxique observée en juillet.

Plutôt qu'une mise en place de stratification thermique classique, peu probable en raison de la faible profondeur du plan d'eau, ce phénomène résulte plus vraisemblablement d'un « effet de fosse ». Au niveau de la zone d'échantillonnage, cette profondeur de 4 m correspond en effet à la profondeur moyenne du plan d'eau au niveau du plateau principal, alors que la zone profonde, correspondant aux 2 derniers mètres, est relativement individualisée géographiquement.

Le secteur profond se retrouve donc isolé d'un point de vue physico-chimique par cette barrière thermique pouvant être assimilée à une thermocline. À cela s'ajoute le fait que la matière organique produite au niveau du plan d'eau tend logiquement à s'accumuler de façon privilégiée au niveau des secteurs profonds et à consommer de l'oxygène en se décomposant.

Les conditions de faible stratification thermique estivale sont propices au brassage de la colonne d'eau et tendent habituellement à limiter l'ampleur de la désoxygénation des couches profondes, mais permettent également la remise à disposition continue des minéraux relargués issus du stock sédimentaire.

La consommation de l'oxygène en profondeur correspond à un niveau eutrophe selon l'indice fonctionnel "dégradation" de la diagnose des plans d'eau, avec une note de 69/100 en 2023.

La conductivité mesure la concentration en sels minéraux dissous dans l'eau, notamment ceux directement assimilables par les végétaux.

Influencées par le fond géochimique granitique du plan d'eau et du bassin versant, les normales mesurées sur le plan d'eau sont plutôt modérées, autours de 80 µS/cm. Les valeurs mesurées en mars se concentrent autour de 84 µS/cm, puis diminuent en surface en mai, en période de production végétale et de consommation des sels minéraux.

Induit par les conditions anoxiques en profondeur, le relargage de ces derniers au niveau de l'interface eau/sédiments se retranscrit au niveau des courbes estivales, avec une mesure à 260 µS/cm observée au niveau de la couche anoxique profonde (déficitaire en oxygène).

Conjointement, la matière organique dissoute présente également des valeurs croissantes en profondeur, alors qu'elle diminue en surface, se minéralisant rapidement avec l'augmentation des températures, et sa consommation par les végétaux.

Le pH est classiquement plus élevé en surface du fait de l'activité photosynthétique des algues (consommation de CO2), et moins élevé en profondeur où les phénomènes de respiration et de décomposition dominent (production de CO2).

Les profils 2023 présentent ainsi près d'1,5 unité pH de différence entre la surface et le fond durant la période de forte production végétale en mars (8,26 / 7,31). Les autres saisons présentent des valeurs relativement stables autours de 7,2 à 7,7.

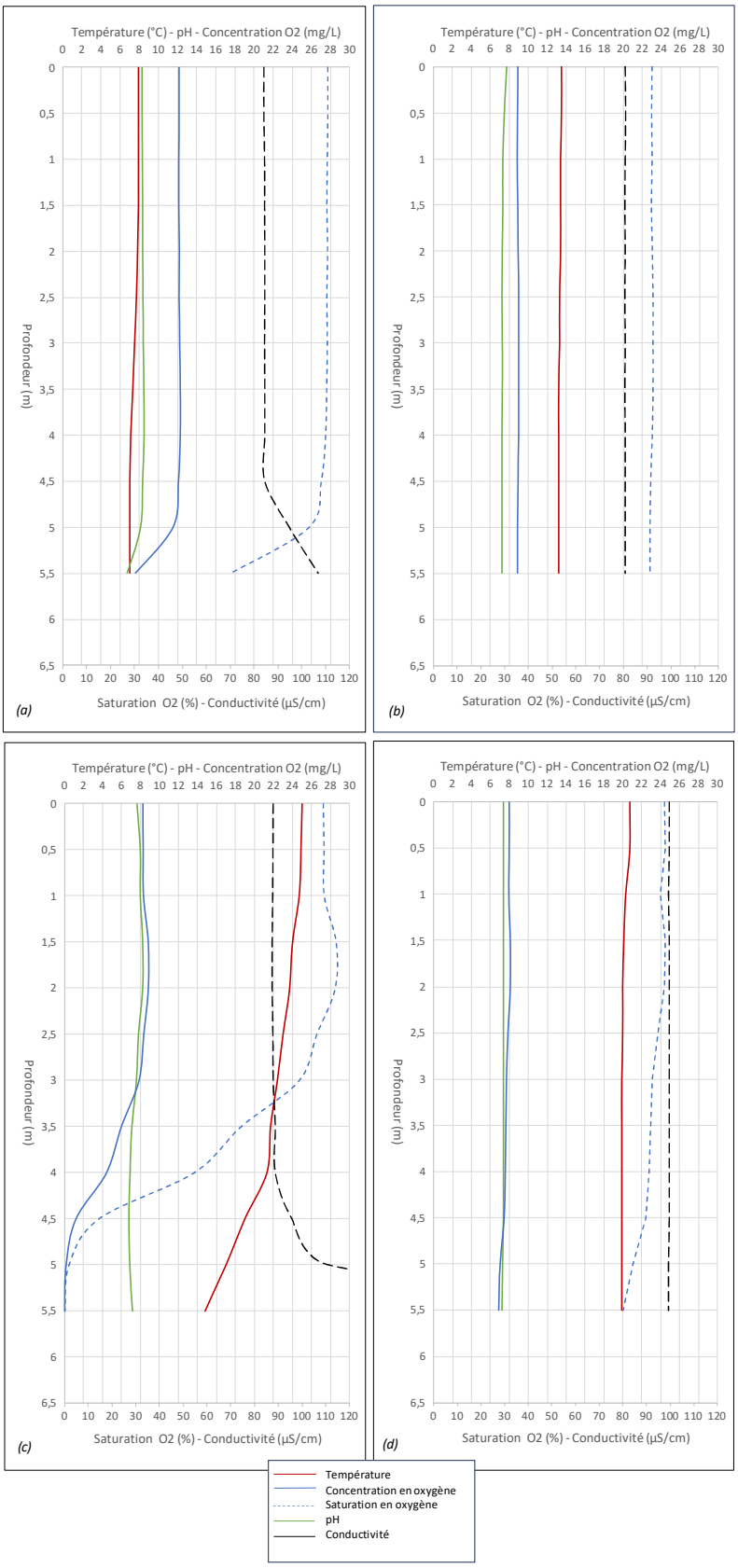


Figure 184 : Profils physico-chimiques du plan d'eau des Bois Noirs en 2023, (a) 1ère campagne de mars, (b) 2nde campagne de mai, (c) 3ème campagne de juillet, (d) 4ème campagne de septembre.

Transparence, MES et pigments chlorophylliens

Les évolutions de la biomasse phytoplanctonique (représentée ici par le dosage des pigments chlorophylliens), des matières en suspension globales et organiques (MEST et MESO) et de la transparence des eaux sont généralement interdépendantes. L'évolutions saisonnière conjointe de ces paramètres est illustrée sur la figure ci-après.

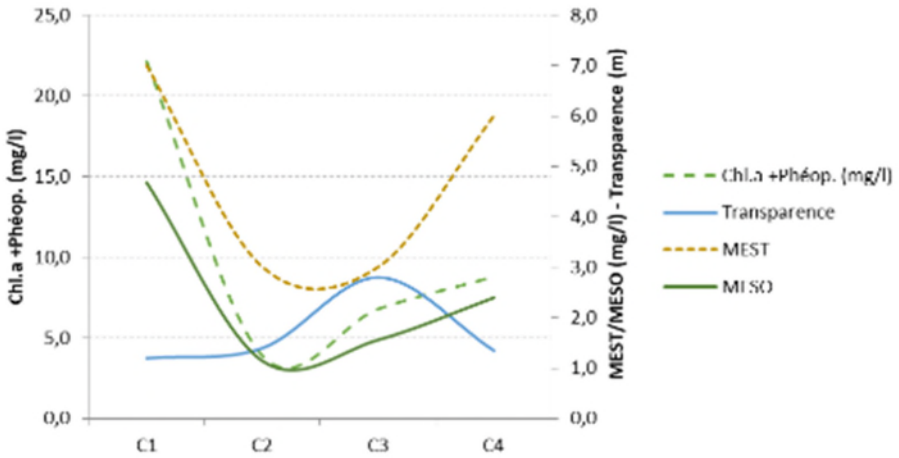


Figure 185 : Évolution saisonnière des pigments chlorophylliens, des matières en suspension (MEST et MESO) et de la transparence sur le plan d'eau des Bois Noirs en 2023

La chlorophylle a est le pigment principal du phytoplancton, et traduit globalement l'importance de la biomasse phytoplanctonique active au sein du plan d'eau au moment du prélèvement (estimation de la production primaire). Les phéopigments sont des produits dérivés de la dégradation de la chlorophylle (le plus souvent due au broutage par le zooplancton ou à la sénescence du phytoplancton), ils traduisent donc l'intensité de la dégradation du phytoplancton. La somme de ces deux paramètres est donc représentative de l'histoire récente de la biomasse du peuplement algal.

En mars, la concentration en pigments chlorophylliens est la plus haute de l'année (22 µg/L). Les macrophytiques étant globalement absents du plan d'eau, la compétition pour les ressources nutritives avec le phytoplancton est très faible (limitée à la végétation hélophytique de bordure). Suite à la forte production de mars, la valeur printanière est logiquement plus faible, 3,9 µ/l (phase des eaux claires), et la valeur estivale plutôt modérée (8 µg/L). La production primaire du plan d'eau repose donc essentiellement sur la dynamique du phytoplancton.

Conjointement à la forte production phytoplanctonique, la transparence est au plus faible en début de saison (1,2 m). Elle augmente sensiblement en période transitoire de stratification thermique (2,8 m en juillet). La transparence demeure toutefois globalement naturellement faible (entre 1 et 3 mètres) sur le plan d'eau des Bois Noirs, vraisemblablement en raison du bassin versant forestier (substances humiques dissoutes) et du taux de matières en suspensions d'origines minérales.

Les matières en suspension sont présentes de façon significatives au sein du plan d'eau, avec une importante fraction organique (de l'ordre de 50 %).

Le sous-indice « pigments chlorophylliens » de la diagnose rapide des plans d'eau indique une valeur de 59/100, correspondant à un niveau eutrophe. Le sous-indice « transparence » présente une note de 64/100, soit un niveau eutrophe également. Alliant, les deux sous-indices précédents, l'indice fonctionnel « production » attribue une note de 62/100 (état eutrophe) au plan d'eau des Bois noirs en 2019.

Azote minéral (NH4, NO2, NO3)

Les concentrations des différentes formes de l'azote minéral sont présentées sur la figure ci-après. En 2023, les concentrations en nitrates sont globalement faibles au cours de l'année (inférieures à 0,5 mg NO3/L). Le développement du phytoplancton consomme l'essentiel de ces nutriments disponibles. Il est admis qu'un développement excessif des végétaux s'observe quand les nitrates atteignent une valeur de 2 à 5 mg/L.

En conditions aérobies, l'azote organique est minéralisé en NH4 (ammonium) qui est lui-même oxydé, produisant du NO2 et du NO3 (nitrites et nitrates) par nitrification. Ce processus ayant lieu essentiellement au niveau du sédiment, l'apport de NO3 à la colonne d'eau est donc normalement limité hors périodes de brassage des eaux (la période de stratification thermique est cependant très courte sur le plan d'eau des Bois Noirs).

En fin de période estivale, l'anoxie en profondeur bloque cependant le processus de minéralisation (dénitrification), durant laquelle on peut observer une diminution des concentrations en NO3 en profondeur (de par l'arrêt de leur production et de leur consommation par les organismes), et une augmentation du NH4. Les teneurs en NH4 reflètent l'importance du relargage des nutriments stockés dans les sédiments. En cas de stratification, les nutriments ainsi relargués au sein de l'hypolimnion (été de l'année n) sont habituellement rendus disponibles pour la poussée végétale de l'année suivante (printemps de l'année n+1) après le brassage hivernal des eaux. La faible stratification du plan d'eau, ou de courte durée, évite cependant l'accumulation de ces composés en profondeur et les rend potentiellement disponibles au cours de la même saison.

Malgré l'anoxie mesurée en profondeur au mois de juillet, les valeurs de NH4 restent faibles en 2023 (0,055 mg NH4/L en surface - 0,070 mg NH4/L en profondeur).

Les nitrites (NO2, toxiques) sont généralement peu stables et doivent être présents à des concentrations quasi indétectables en conditions normales. Les teneurs restent faibles au cours de cette année avec des valeurs égales ou inférieures à 0,01 mg NO2/L au maximum.

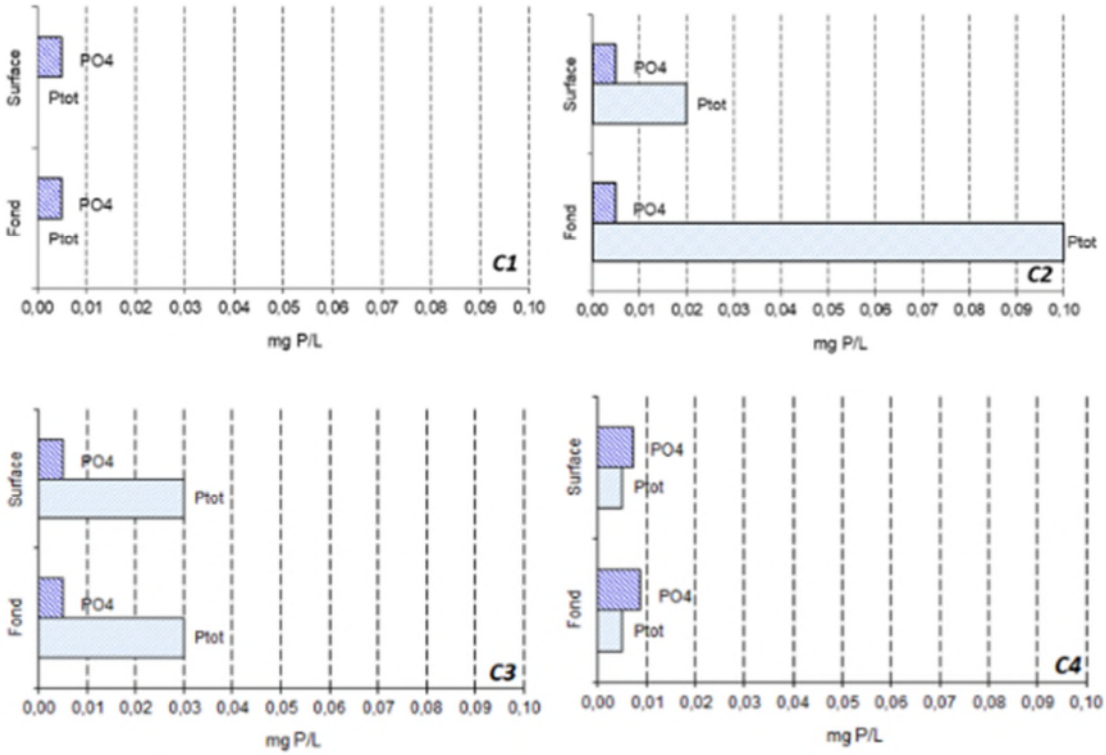


Figure 186 : Histogrammes des évolutions temporelles et spatiales (en surface et au fond) des différentes formes du phosphore en 2023 (mg N/L).

Nota : Les valeurs inférieures au seuil de quantification ont été estimées à 1/2x le seuil. (a) 1ère campagne de mars, (b) 2nde campagne de mai, (c) 3ème campagne de juillet, (d) 4ème campagne de septembre.

Azote total

L'azote total correspond à l'azote minéral (NH4, NO2 et NO3, cf. paragraphe précédent) plus l'azote organique (NKj moins NH4). L'indice de la diagnose rapide pour ce paramètre correspond à un niveau ultra-oligotrophe avec une note de 13/100.

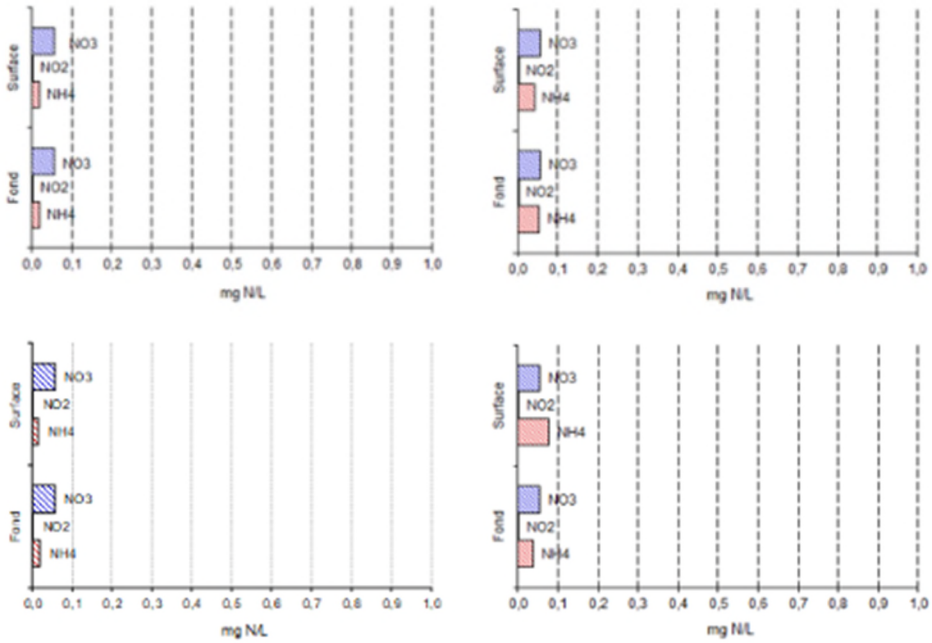


Figure 187 :Histogrammes des évolutions temporelles et spatiales (en surface et au fond) des différentes formes de l'azote en 2023 (mg N/L).

Nota : Les valeurs inférieures au seuil de quantification ont été estimées à 1/2x le seuil. (a) 1ère campagne de mars, (b) 2nde campagne de mai, (c) 3ème campagne de juillet, (d) 4ème campagne de septembre.

Phosphore (PO4, Ptot)

Le phosphore n'est pas le nutriment limitant au niveau du plan d'eau des Bois noirs. La consommation des orthophosphates par le phytoplancton ne permet quasiment pas de les déceler de façon significative, à l'exception de la dernière campagne. Le phosphore total, prenant également en compte le phosphore organique (et donc la production phytoplanctonique de cette année), se retrouve de façon significative en mai et en juillet, vraisemblablement lié à la sénescence et à la sédimentation du phytoplancton.

Du fait de faibles concentrations en azote et dans une moindre mesure en PO4, le rapport N/P reste globalement faible au cours de l'année. Il est considéré qu'avec un rapport supérieur à 10, le groupe phytoplanctonique des chlorophycées est avantagé. Au contraire, un rapport N/P peu élevé (< 5) traduit une trop grande carence en azote et peut rendre le milieu favorable pour certaines cyanobactéries.

La valeur maximale de phosphore total mesurée ici lors de la première campagne de mars (0,020 mgP/L) correspond d'après l'indice partiel "Ptot hiver" de la diagnose rapide des plans d'eau à un indice de 48/100 soit un niveau mésotrophe.

La moyenne des deux indices "Ntot hiver" et "Ptot hiver" compose l'indice "Nutrition", qui obtient une note de 30/100, qualifiant ainsi un état oligotrophe à tendance mésotrophe.

Qualité physico-chimique des sédiments

Granulométrie – texture

Les sédiments du plan d'eau des Bois noirs ont fait l'objet d'une analyse en 2023 sur un échantillon prélevé au mois de septembre au niveau du point de plus grande profondeur. Les sédiments profonds sont assez grossiers, avec une fraction > à 2 mm équivalent à 12 % de l'échantillon.

Concernant la fraction < à 2 mm, les analyses réalisées révèlent une part importante des fractions sableuses fines (50-200 µm) et grossières (200-2000 µm), soit 46 % et 18 % respectivement. Les éléments fins (< 50 µm, limon et argiles) constituent près de 44 % des sédiments.

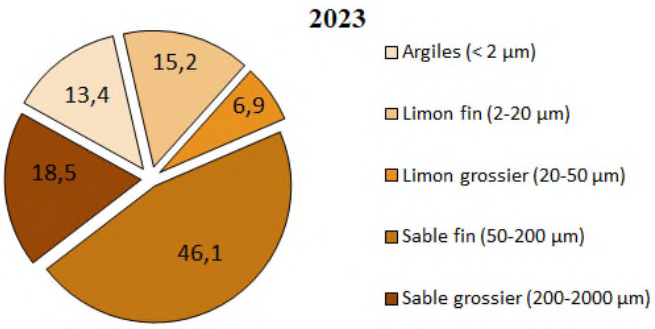


Figure 188 : Analyse granulométrique des sédiments du plan d'eau des Bois Noirs en 2023

La proportion d'éléments fins est logiquement faible en raison de la jeunesse du plan d'eau (quelques décennies) et du très faible transit sédimentaire du fait de l'absence de tributaires de surfaces au niveau de plan d'eau.

La forte proportion d'éléments fins dans les sédiments fait toujours peser un risque de remise en suspension des éléments nutritifs en cas d'hypoxie des couches profondes, augmentant le pouvoir adsorbant de la matrice sédimentaire. Dans le cas présent, l'origine des fractions fine et très fine des sédiments semble essentiellement provenir de la sédimentation du phytoplancton.

Matière organique des sédiments

Paramètre central de la qualité des sédiments, une analyse de la teneur en matière organique permet de voir si les éléments fins sont surtout constitués d'éléments organiques (type vase), ou au contraire d'éléments minéralisés. Le taux de matière organique a été évalué au niveau du prélèvement profond.

Le taux de matière organique du sédiment du plan d'eau des Bois noirs est de l'ordre de 2,5 %, ce qui est faible. La quasi-disparition des herbiers aquatiques au cours de ces dernières années a fortement freiné l'accumulation de matières organiques au sein du plan d'eau.

L'indice « stockage de la matière organique du sédiment » de la diagnose des plans d'eau indique un niveau oligotrophe avec une note de 32/100.

Carbone, azote et phosphore du sédiment

En 2023, la teneur en carbone organique total des sédiments est très faible (< 5 440 mg C/kg MS) et le taux de phosphore est également bas (0,039 % MS).

Concernant la phase interstitielle des sédiments, le phosphore est présent de façon significative (0,648 mg P/l), et l'azote (ammonium) atteint une faible concentration (2,03 mg N/l).

En comparaison avec les faibles teneurs en éléments nutritifs mesurées au sein de la phase solide, les éléments de la phase interstitielle montrent qu'il y a eu une remise en solution rapide par relargage des éléments minéraux du sédiment (phosphore essentiellement).

L'indice « stockage des minéraux », basé sur les teneurs en phosphore dans les sédiments, obtient une note de 32/100, soit un niveau oligotrophe. L'indice « relargage », prenant en compte les concentrations en azote ammoniacal (NH4) et en phosphore total de la phase interstitielle obtient une note de 44/100 soit un niveau mésotrophe.

Les algues du phytoplancton

L'analyse des échantillons et l'interprétation des résultats ont été réalisées par le laboratoire spécialisé LEMNA. Le phytoplancton est un indicateur floristique biologique privilégié en milieu aquatique. Il est constitué par les algues microscopiques et les cyanobactéries flottant librement dans la colonne d'eau. Notre analyse repose sur la composition et la productivité de ce producteur primaire pour interpréter l'état du milieu.

Peuplements phytoplanctoniques

La première figure ci-après présente l'évolution saisonnière des biovolumes des principaux groupes algaux du phytoplancton (embranchement sensu PHYTOBS v.3.2.1) et des teneurs en Chlorophylle a. La deuxième figure ci-après illustre la répartition saisonnière du phytoplancton en termes d'abondance (nb.cel/ml). La liste floristique exhaustive est présentée en annexe.

La productivité du phytoplancton est mesurée par le teneur en chlorophylle a (µg/l) et l'estimation du volume occupé par les cellules de phytoplancton par litre d'eau ; il s'agit du biovolume (mm^3/l).

La productivité est très fluctuante selon les saisons. La fin de la période hivernale est caractérisée par une très forte productivité de 6,663 mm^3/l dite très élevée > 5 µg/l (Willén 2000[26]). Puis la productivité estivale s'avère moins élevée et relativement stable en moyenne 2,664 mm^3/l, ce qui correspond à une productivité modérée soit comprise entre [1,5-2,5 mm^3/l] selon Willén (2000).

[26] Willen, E. (2000) Phytoplankton in Water Quality Assessment—An Indicator Concept. Hydrological and Limnological Aspects of Lake Monitoring 57:80

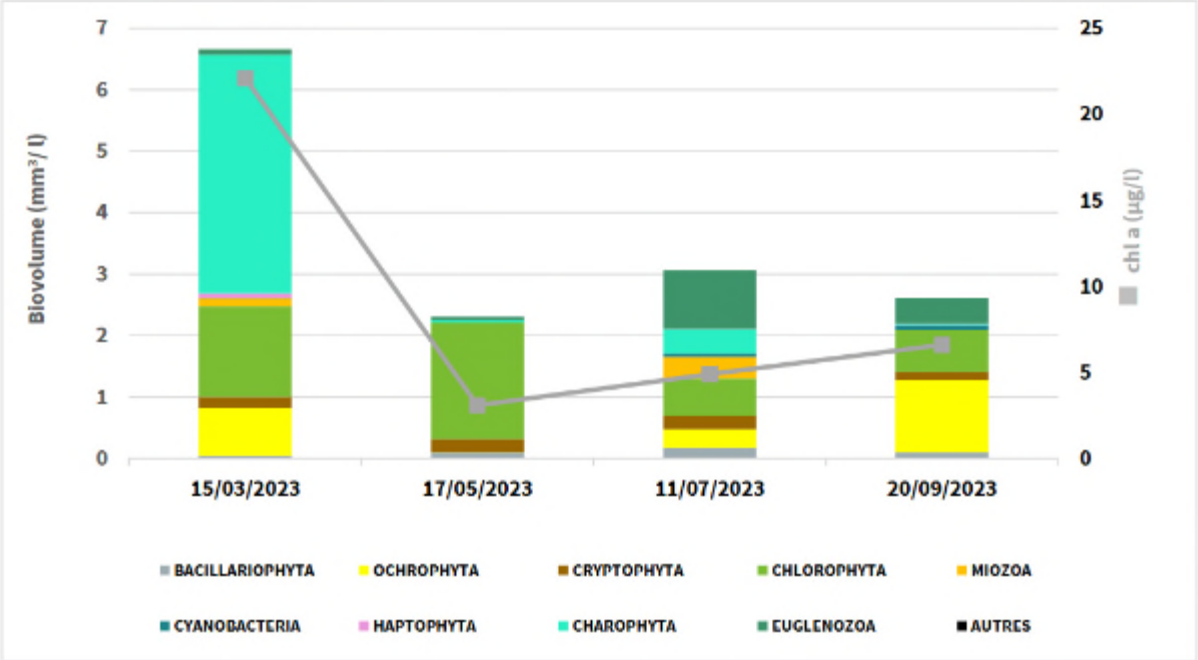


Figure 189 : Évolution saisonnière des biovolumes du phytoplancton et de la chlorophylle a

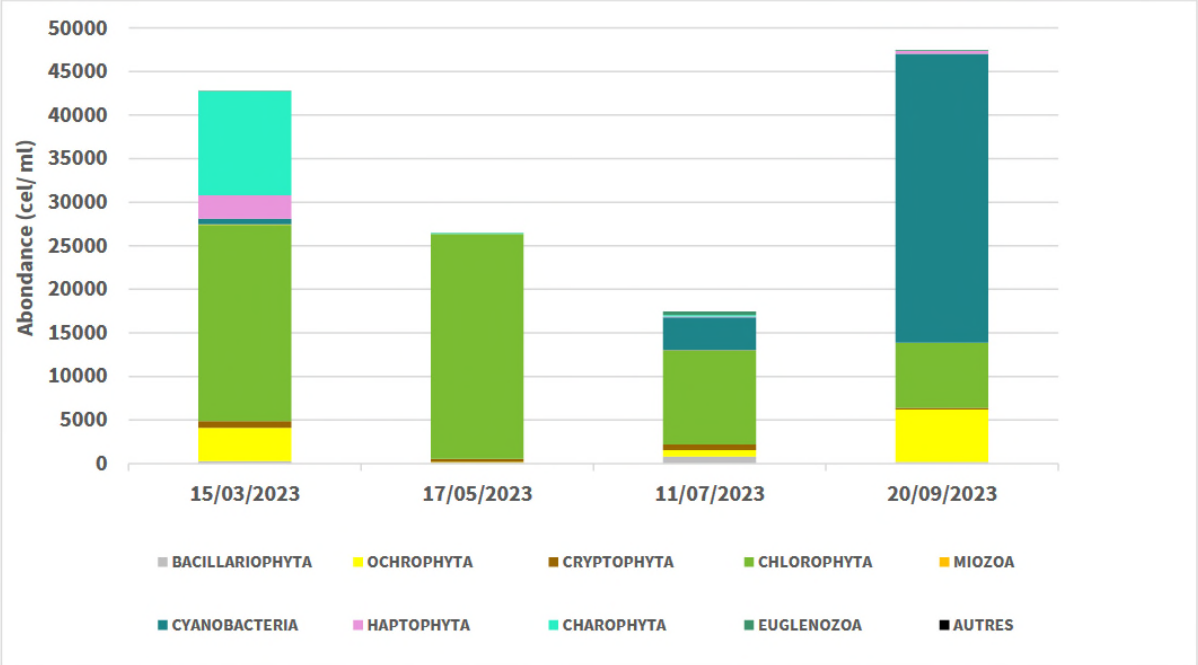


Figure 190 : Évolution saisonnière du phytoplancton en termes d'abondance

Les teneurs en chlorophylle *a* sont concordantes et reflètent également une hyper productivité en fin de période hivernale 22,1µg/l, puis une productivité modérée augmentant progressivement de 3,1 à 6,6 µg/l entre mai et septembre. Avec un maximum de 22,1 µg/l et une moyenne de 9,2 µg/l, les valeurs correspondent à un milieu de productivité méso-eutrophe max > 8 µg/l et moy [8-25 µg/l] selon les critères OCDE (1982).

En termes de composition, la richesse taxonomique est faible à élevée, en moyenne 36 taxons sont identifiés par campagne. Il est inventorié 22 taxons au minimum en mai, et 56 taxons au maximum en août. À noter, au total, 85 taxons différents sont identifiés lors des quatre campagnes, dont 27 taxons avec une note indicielle rentrant dans le calcul de l'IPLAC.

Lors de la première campagne, en mars, la diversité est modérée, les charophytes (ou desmidiées) et les chlorophytes dominent tant en termes de biovolume qu'en termes d'abondance. La desmidiée *Cosmarium pseudoprotuberans* var. *kossinskajae* occupent 57 % du biovolume relatif. Ce taxon décrit par le néerlandais F. Kouwets dans son inventaire « Desmids from the Auvergne (1986) » est typique des lacs mésotrophes. Elle est accompagnée par la chlorophyte coloniale *Coenochloris pyrenoidosa* (11 %), une espèce gélatineuse retrouvée dans les épilimnions claires (Groupe fonctionnel Reynolds : F).

En seconde campagne, les chlorophycées dominent. On note le développement *Oocystis lacustris* (59% du biovolume relatif). Également typique des épilimnions clairs, (Groupe fonctionnel Reynolds : F), sa forme de vie en colonie gélatineuse lui permet de flotter là où les nutriments sont abondants, sans risquer d'être entraînées vers le fond. Elle est accompagnée par l'espèce ubiquiste *Chlorella vulgaris* présente lors des quatre campagnes (12,5 % du biovolume totale puis 6% en juillet et septembre). Cette petite espèce sphérique traduit une disponibilité d'éléments nutritifs dans les couches de surfaces mélangées (groupe fonctionnel Reynolds X1).

Lors de la troisième campagne, les chlorophytes continuent d'être fortement représentés par des espèces appartenant au groupe fonctionnel F et X1 particulièrement par l'espèce coloniale *Dictyosphaerium subsolitarium* et la petite espèce *Choricystis*.

Malgré leur faible nombre, et du fait de leurs grandes tailles : les *euglenozoa* occupent une grande partie du biovolume lors des deux dernières campagnes (31 puis 16 % du biovolume relatif). Il se succède : *Trachelomonas volvocinopsis* et *Euglena viridis*, des espèces typiques des petits lacs et des mares (groupes fonctionnels Reynolds W1 et W2).

À l'inverse, malgré leur faible biovolume : les cyanobactéries représentent une abondance cellulaire importante en raison de leur forme coloniale constituée de nombreuses petites cellules sphériques. Il s'agit de *Woronichinia naegeliana* en troisième campagne (20,6 % de l'abondance relative – 3594 cel/ml). Et la quatrième campagne est colonisée par *Aphanocapsa elachista* (69,6 % de l'abondance relative – 33028 cel/ml). Elles sont toutes deux décrites comme typiques des milieux eutrophes (Joosten, 2006[27]).

Au total 4 algues bleues (cyanobactéries) sont identifiées pour un biovolume total de 0,07 µg. Elles sont toutes considérées comme toxinogènes mais leur biovolume est trop faible pour représenter un risque sanitaire (< 1 µg/l recommandations ANSES 2020).

À noter le fort développement d'Uroglena en dernière campagne (40% du biovolume). Cette ochrophyte coloniale (anciennement chrysophyte), composée de centaines de cellules, est

[27] Joosten A.M.T., 2006. Flora of the blue-green algae of the Netherlands, I The nonfilamentous species of inland waters. KNNV, Utrecht, 239 pp

mixotrophe. Elle peut utiliser des bactéries comme source de substitution au phosphore (Urabe et al., 1999[28]).

Résultats de l'indice IPLAC

L'indice IPLAC est calculé selon le protocole IRSTEA sur les trois campagnes estivales considérées comme favorables au développement du phytoplancton comprises entre mai et octobre. En raison du très fort développement atypique du phytoplancton dès le mois de mars, le calcul a également été réalisé sur 4 campagnes à titre indicatif, permettant ainsi d'englober la première campagne.

En effet, la forte productivité en début de saison semble indiquer des conditions favorables au développement du phytoplancton résultant potentiellement du brassage des eaux, et de l'augmentation de l'intensité lumineuse. Aussi, la présence de plusieurs taxons de profils méso-eutrophes marque une tendance à l'enrichissement du milieu dès le printemps. Cependant sur les trois campagnes suivantes la productivité est modérée. Ainsi, la métrique de biomasse algale MBA est d'avantage déclassante si la première campagne est prise en compte avec une MBA de 0,627 (soit bonne) contre une MBA de 0,845 (soit très bonne) sur 3 campagnes protocolaires.

La composition spécifique indique également une légère tendance à l'eutrophisation, avec la présence d'espèce de tendances mésotrophe (charophytes) en début de saison puis méso-eutrophes (chlorophytes coloniales, cyanobactéries et Euglenozoa et ochrophytes). La note MBC obtenue est légèrement déclassante (MCS= 0,639 soit bonne).

Malgré la forte productivité observée en début de saison, l'indice IPLAC résultant indique une qualité verte du milieu sans conséquence déclassante qu'il soit calculé sur 3 (IPLAC = 0,700) ou 4 campagnes (IPLAC = 0,654). Le milieu est considéré comme de bonne qualité selon l'indice phytoplancton.

Métrique Chl a:	MBA	Classe	Métrique espèce :	MCS	Classe	Indice :	IPLAC	Classe
3 campagnes	**0,845**	**H**		**0,639**	**G**		**0,700**	**G**
4 campagnes	*0,627*	*G*		*0,665*	*G*		*0,654*	*G*

Figure 191 : Indices et métriques de l'IPLAC sur les le plan d'eau des Bois Noirs en 2023

Synthèse de résultats – Diagnose

Les résultats présentés séparément dans les sections précédentes sont repris ici sous la forme d'indices fonctionnels qui, exploités conjointement, permettent de vérifier la concordance et la complémentarité entre les qualités physico-chimiques et/ou biologiques des différents compartiments fonctionnels du plan d'eau.

[28] Urabe, J., Gurung, T. B., & Yoshida, T. (1999). Effects of phosphorus supply on phagotrophy by the mixotrophic alga Uroglena americana (Chrysophyceae). Aquatic Microbial Ecology, 18(1), 77-83

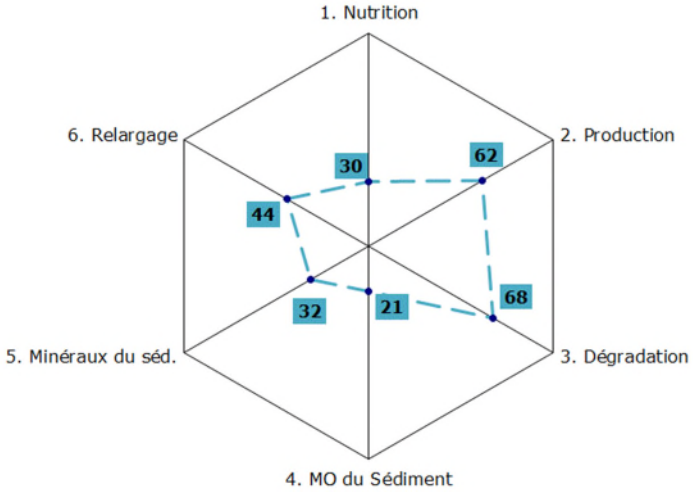


Figure 192 : Tracé en radar des indices fonctionnels de la diagnose rapide des plans d'eau. Bois Noirs 2023.

Le tableau ci-contre présente les notes de la diagnose rapide des plans d'eau et les classes de qualité classiquement associées.

Statut trophique		
Mauvais	hypereutrophe	75-100
Médiocre	eutrophe	50-75
Moyen	mésotrophe	35-50
Bon	oligotrophe	15-35
Très bon	ultra-oligotrophe	0-15

Tableau 95 :- Notes indicielles et niveaux trophiques associés.

Le Tableau ci-après résume les notes indicielles obtenues. Une note supérieure à 50 indique un niveau eutrophe (qualité médiocre), et une note inférieure à 35 indique un état oligotrophe (bonne qualité). Le tracé des indices en radar (figure ci-avant) permet d'appréhender visuellement la qualité physico-chimique du plan d'eau, tout en détectant plus facilement les discordances éventuelles entre les indices.

Tous les indices du compartiment "eau" (1, 2 et 3) concordent et positionnent le plan d'eau à un niveau mésotrophe. L'azote se présente comme le facteur limitant, alors que les teneurs en phosphore demeurent au sein du plan d'eau. La production phytoplanctonique est significative, surtout en début de saison. Un autre paramètre déclassant reste la désoxygénation en profondeur (« dégradation »), bien que temporaire sur l'année.

		2023	Notes / 100
Indices physico-chimiques	Pigments chlorophylliens	eutrophe	59
	Transparence	eutrophe	64
	Productions	**EUTROPHE**	**62**
	P total hiver	mésotrophe	48
	N total hiver	ultra-oligotrophe	13
	Nutrition	**OLIGOTROPHE**	**30**
	Conso. jour. en O2	eutrophe	68
	Dégradation	**EUTROPHE**	**68**
	P total du sédiment	Oligotrophe	32
	Stockage des minéraux du sédiment	**OLIGOTROPHE**	**32**
	Perte au feu du sédiment	Oligotrophe	21
	Stockage de la mat. org. du sédiment	**OLIGOTROPHE**	**21**
	P total de l'eau interstitielle	eutrophe	57
	NH4 de l'eau interstitielle	oligotrophe	32
	Relargage	**MESOTROPHE**	**44**
Indices biologiques	Phytoplancton (IPLAC)	**OLIGOTROPHE**	

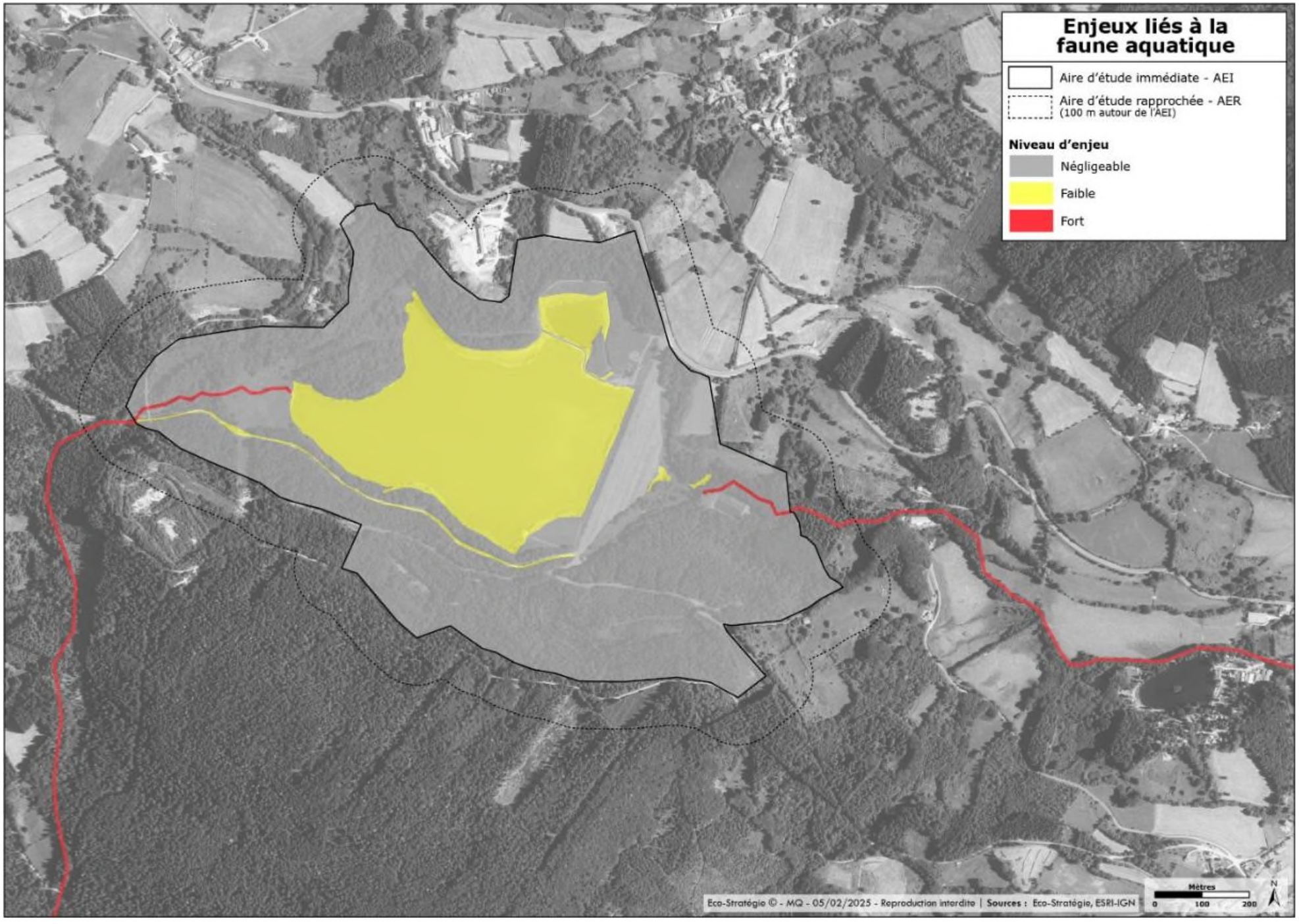
Tableau 96 : Indices de la diagnose rapide sur le plan d'eau sur le plan d'eau des Bois Noirs en 2023 + IPLAC

Malgré le fait que la colonne d'eau ne se stratifie que peu de temps, on retrouve tout de même la présence d'une couche anoxique en profondeur, par suite de la consommation de l'oxygène par la décomposition de la matière organique. Les nutriments issus de la dégradation de la matière organique et du relargage des sédiments sont donc disponibles sur toute la colonne d'eau au cours des saisons. Nous pouvons penser que l'origine du phosphore dans le plan d'eau provient essentiellement des apports latéraux, principale source d'approvisionnement en eaux du plan d'eau, et de la dégradation phytoplanctonique.

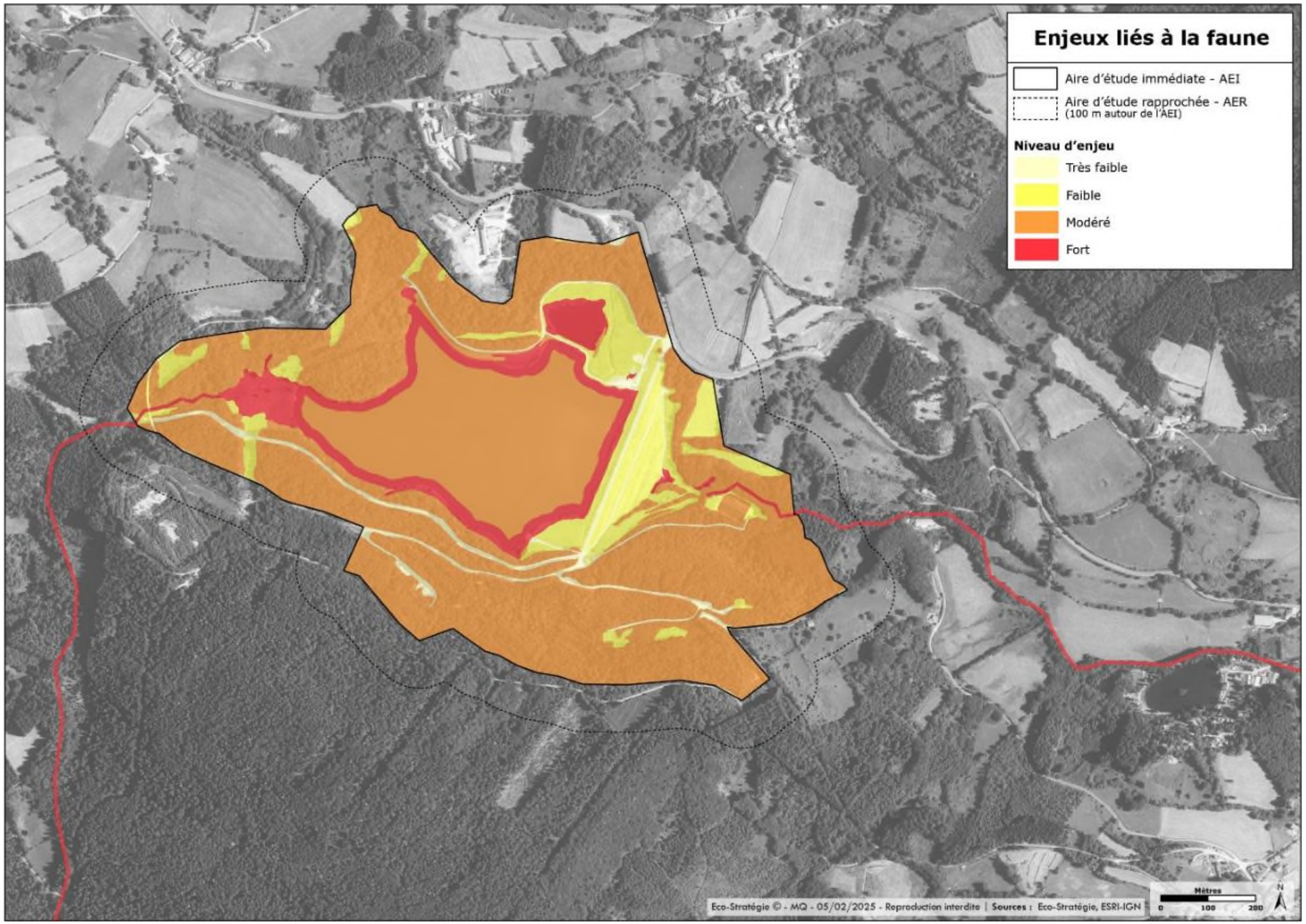
Les indices liés au compartiment sédiment affichent globalement un niveau oligotrophe, avec cependant un relargage sédimentaire jugé comme déclassant, notamment vis-vis du phosphore. Le taux de matière organique et le stock sédimentaire sont faibles. Il est vraisemblable que le relargage minéral sédimentaire alimente en continu le phytoplancton en raison de la faible stratification du plan d'eau. Les taux mesurés en fin de saison sont donc bas car les minéraux ont déjà été redistribués dans la colonne d'eau.

L'indice phytoplanctonique présente un bon état du plan d'eau des bois noirs, avec la prépondérance de taxons caractéristiques de milieux mésotrophes.

Au vu des éléments de suivi 2023, le plan d'eau des Bois Noirs peut être qualifié d'oligotrophe à tendance mésotrophe



Carte 36 : Cartographie des enjeux liés à la faune aquatique au sein de l'AEI



Carte 37 : Cartographie des enjeux liés à la faune au sein de l'AEI

3.4 CONTINUITES ECOLOGIQUES, TRAMES VERTES ET BLEUES

Sources :

- *Site de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes (https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/schema-regional-d-amenagement-de-developpement-r4032.html),*
- *SRADDET / SRCE Auvergne-Rhône-Alpes (résumé non technique, rapport d'objectifs), 2020*

3.4.1 Définition de la Trame Verte et Bleue (TVB)

Face à la dégradation des milieux et à la diminution de la biodiversité (disparition, mortalité d'espèces), le Grenelle de l'Environnement issu de la loi n°2009-967 du 3 août 2009, dit

« Grenelle 1 », a instauré le principe de « Trame Verte et Bleue » portant sur les continuités écologiques, notion reprise dans la Stratégie nationale pour la biodiversité (2011-2020).

La loi « Grenelle 2 » n°2010-788 du 12 juillet 2010 précise que : « *la trame verte et la trame bleue ont pour objectif d'enrayer la perte de biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques, tout en prenant en compte les activités humaines, et notamment agricoles, en milieu rural* »

La préservation des continuités écologiques vise à permettre les migrations et les échanges génétiques nécessaires au maintien à long terme des populations et des espèces animales et végétales.

La Trame Verte et Bleue ou TVB comprend l'ensemble des éléments de la mosaïque naturelle regroupant les espaces naturels majeurs et les corridors écologiques qui les relient.

Les continuités écologiques constituant la TVB comprennent des réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques :

- Les réservoirs de biodiversité : espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante. Ils abritent des noyaux de populations d'espèces (effectifs importants) à partir desquels les individus se dispersent. Ils sont également susceptibles de permettre l'accueil de nouvelles populations d'espèces (faibles effectifs mais issus d'une reconquête ou d'une conquête d'un territoire nouveau).
  Les réservoirs de biodiversité comprennent tout ou partie des espaces protégés ainsi que les espaces naturels importants pour la préservation de la biodiversité (article L.371-1 II et R.371-19 II du Code de l'environnement) ;
- Les corridors écologiques : ils assurent des connexions entre des réservoirs de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie. Les corridors écologiques peuvent être linéaires, discontinus ou paysagers.
  Les corridors écologiques comprennent les espaces naturels ou semi-naturels ainsi que les formations végétales linéaires ou ponctuelles permettant de relier les réservoirs de biodiversité, et les couvertures végétales permanentes le long des cours d'eau

mentionnées au I de l'article L.211-14 du Code de l'environnement (articles L.371-1 II et R.371-19 III du Code de l'environnement).

- Les zones barrières et les points de conflits : éléments perturbant la fonctionnalité des continuités écologiques :
    - Les zones construites et plus ou moins artificialisées (villes, zones industrielles et commerciales) ;
    - Les voies de communication (autoroutes, routes, voies ferrées) et autres infrastructures linéaires ;
    - Les barrages, hydroélectriques et autres seuils en travers des cours d'eau, digues, canaux artificialisés et lits des cours d'eau imperméabilisés (bétonnés) ;
    - Certaines zones d'agriculture intensive ;
    - Les ruptures topographiques ;
    - Les barrières chimiques, thermiques, lumineuses et sonores ;
    - Les clôtures.

3.4.2 Le Schéma Régional de Cohérence Écologique

En application de la loi sur la nouvelle organisation territoriale de la République du 7 août 2015 dite loi NOTRe, le SRADDET vient se substituer à compter de son approbation aux schémas préexistants suivants : schéma régional climat air énergie (SRCAE), schéma régional de l'intermodalité, plan régional de prévention et de gestion des déchets (PRPGD), schéma régional de cohérence écologique (SRCE).

Le SRADDET est ainsi le nouveau schéma transversal et intégrateur dont l'élaboration a été confiée au Conseil régional. En Auvergne-Rhône-Alpes, l'élaboration a été officiellement engagée en 2017 et la démarche s'intitule « Ambition Territoires 2030 ».

Le SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes a été adopté par le Conseil régional les 19 et 20 décembre 2019 et a été approuvé par arrêté du préfet de région le 10 avril 2020.

Le SRADDET fixe des objectifs de moyen et long termes sur le territoire de la région pour 11 thématiques :

- équilibre et égalité des territoires ;
- implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional ;
- désenclavement des territoires ruraux ;
- habitat ;
- gestion économe de l'espace ;
- intermodalité et développement des transports ;
- maîtrise et valorisation de l'énergie ;
- lutte contre le changement climatique ;
- pollution de l'air ;

- protection et restauration de la biodiversité ;
- prévention et gestion des déchets.

Il décline à l'échelle régionale les enjeux et les objectifs de la Trame Verte et Bleue : les cartes identifient les continuités écologiques terrestres (trame verte) et aquatiques (trame bleue). Ces dernières sont constituées de réservoirs (zones où la biodiversité est la plus riche) reliés par des corridors écologiques facilitant ainsi le déplacement des espèces.

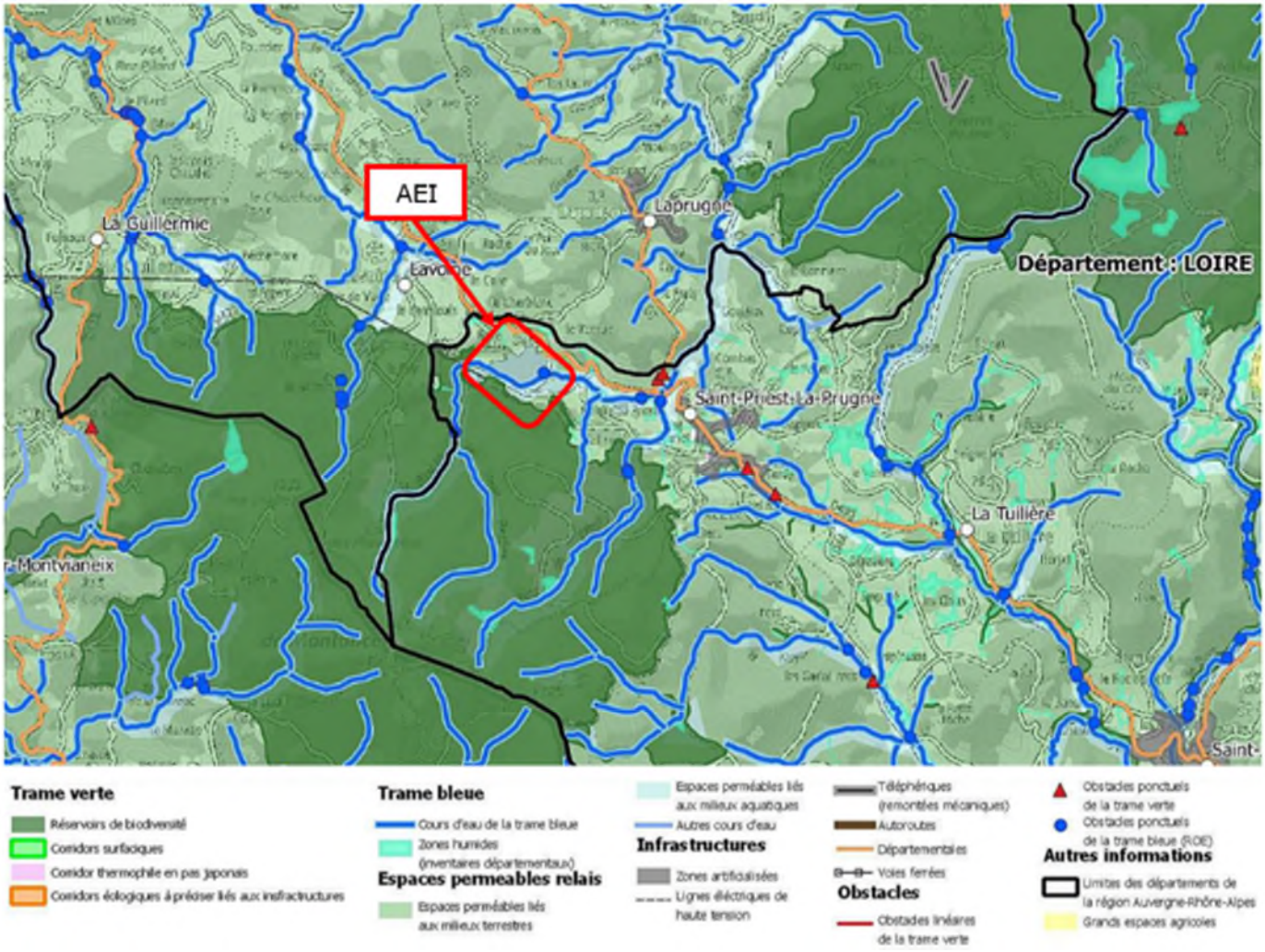


Figure 193 - Localisation des enjeux de la TVB du SRADDET Auvergne-Rhône-Alpes (ECO-STRATEGIE)

Au regard des enjeux identifiés par le diagnostic régional, le SRADDET formule 4 objectifs généraux déclinés en plusieurs objectifs stratégiques, définissant des lignes directrices pour les prochaines années.

En matière de continuités écologiques et de trames verte et bleue, le projet est concerné par l'objectif général 1 : Construire une région qui n'oublie personne.

- Objectif stratégique 1 : garantir, dans un contexte de changement climatique, un cadre de vie de qualité pour tous
  - 1.6. Préserver la trame verte et bleue et intégrer ses enjeux dans l'urbanisme, les projets d'aménagements, les pratiques agricoles et forestières.

Cet objectif implique notamment de :

1.6.1. Préserver et gérer les milieux boisés ;

1.6.2. Maintenir des milieux ouverts diversifiés ;

1.6.3. Protéger les milieux humides ;

1.6.4. Contribuer à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau et des lacs ;

1.6.5. Maîtriser l'étalement urbain et prendre en compte la Trame Verte et Bleue dans les documents d'urbanisme et les projets d'aménagement ;

1.6.6. Améliorer la transparence écologique des infrastructures linéaires de transport ;

1.6.7. Préserver la perméabilité des milieux agricoles et forestiers et la mosaïque d'habitats d'Auvergne-Rhône-Alpes ;

1.6.8. Prendre en compte la biodiversité dans les activités de pleine nature ;

1.6.9. Améliorer la connaissance de la biodiversité et s'adapter aux changements climatiques

1.6.10. Mettre en œuvre des démarches de préservation et de restauration de la TVB.

D'après la cartographie réalisée dans le cadre du SRCE, **les terrains du projet s'inscrivent à proximité d'un réservoir de biodiversité de la trame verte et à proximité de plusieurs éléments de la trame bleue.**

Trame verte régionale

La partie sud de l'AEI s'inscrit **en limite d'un réservoir de biodiversité**, correspondant à un massif boisé, identifié par le SRADDET Auvergne Rhône-Alpes. La partie terrestre nord de l'AEI s'inscrit au sein d'un espace perméable en lien avec les milieux terrestres.

L'AEI s'inscrit en dehors des corridors écologiques identifiés par le SRADDET AuRA.

L'AEI s'inscrit à distance des obstacles ponctuels et linéaires de la trame verte, d'après le SRADDET. Notons cependant que l'AEI est longée sur sa bordure nord par une infrastructure routière, correspondant à la départementale D945.

Trame bleue régionale

L'AEI est concernée par **un cours d'eau de la trame bleue régionale** identifié par le SRADDET Auvergne Rhône-Alpes, correspondant à la Besbre, qui traverse la partie sud de l'AEI d'ouest en est.

Le plan d'eau situé au sein de l'AEI est considéré comme un **espace perméable lié aux milieux aquatiques** par le SRADDET AuRA.

L'AEI est également, dans sa partie nord, **concernée par des zones humides** de l'inventaire départemental.

Un obstacle de la trame bleue se situe au niveau de ce cours d'eau au sein de l'AEI, correspondant au barrage ayant permis la constitution du plan d'eau.

3.4.3 Le positionnement de la zone d'étude dans les continuités écologiques définis dans les documents d'urbanisme locaux (PLU, SCoT)

3.4.3.1 La trame verte et bleue du SCoT Roannais

Saint-Priest-la-Prugne fait partie du territoire couvert par le SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale) du Roannais, qui a été initialement approuvé en 2012. Ce schéma a fait l'objet d'une première révision en 2017 afin de se conformer à la loi n°2010-788 de juillet 2010 portant Engagement national pour l'environnement. Cette révision a été approuvée le 4 octobre 2017 et est devenue applicable depuis le 18 décembre 2018.

D'après la cartographie, **les terrains du projet s'inscrivent à proximité d'un réservoir de biodiversité de la trame verte et à proximité d'un cours d'eau d'intérêt écologique identifié dans la trame bleue.**

Trame verte du SCoT

La partie sud de l'AEI s'inscrit **en limite d'un réservoir de biodiversité d'enjeu régional**, identifié par le SCoT Roannais. Le reste de la bordure du plan d'eau s'inscrit au sein d'un espace perméable. L'AEI se situe **à distance de tout corridor écologique** identifié par le SCoT Roannais.

L'AEI s'inscrit à distance des éléments fragmentant la trame verte (zones urbanisées, routes, réseau ferroviaire).

Trame bleue du SCoT

L'AEI est concernée par un **cours d'eau d'intérêt écologique** connu identifié par le SCoT Roannais, correspondant au cours d'eau de la Besbre, qui traverse la partie sud de l'AEI d'ouest en est.

L'AEI est également, dans sa partie nord, **concernée par des zones humides** de plus d'un hectare.

Le plan d'eau de l'AEI n'est représenté par aucun élément de légende du SCoT Roannais.

Aucun élément fragmentant de la trame bleue n'a été identifié par le SCoT Roannais.

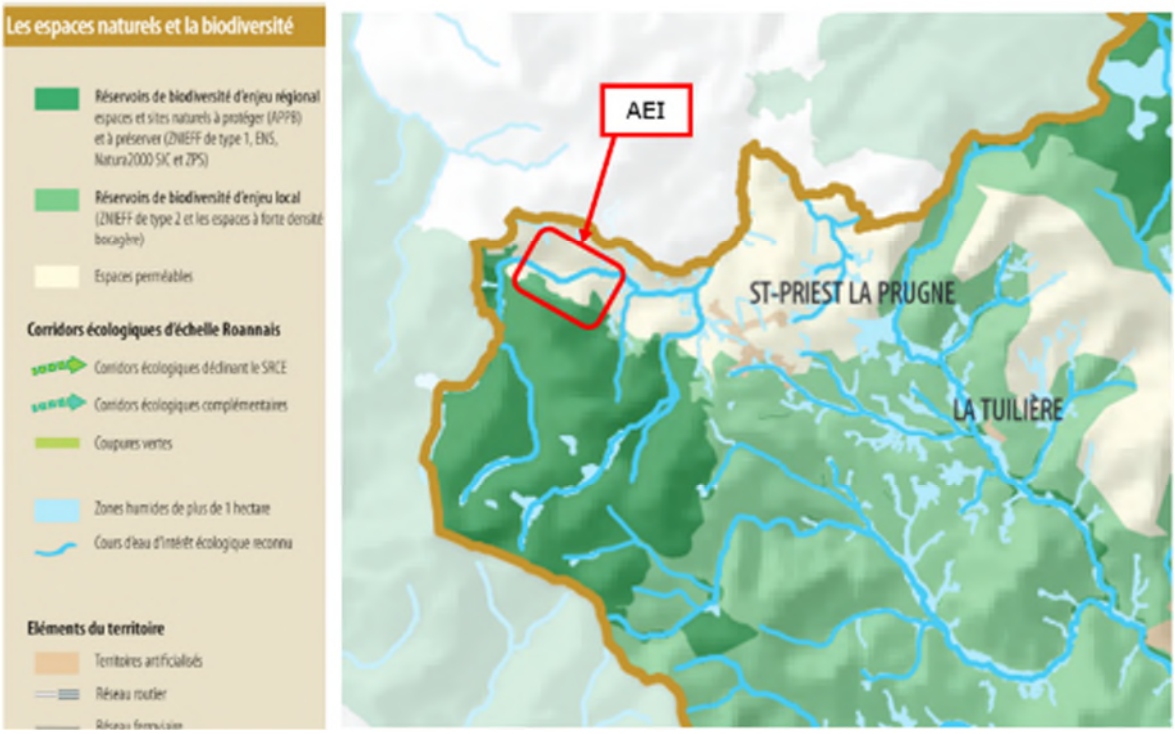


Figure 194 : Extrait de la TVB du SCoT Roannais (source : SCoT Roannais – DOO ; ECO-STRATEGIE)

3.4.3.2 La trame verte et bleue du PLU de la commune de Saint-Priest-la-Prugne

Le PLU de la commune de Saint-Priest-la-Prugne a été arrêté le 22 décembre 2016.

La commune ne bénéficie cependant pas d'une représentation cartographique de sa trame verte et bleue à l'échelle communale.

À ce titre, le site d'étude n'est concerné par aucun élément communal d'intérêt particulier.

3.4.3.3 La trame verte et bleue à l'échelle locale

L'AEI s'établit dans un secteur rural, globalement perméable.

- **La trame verte locale**

L'AEI s'inscrit **en dehors de tout réservoir principal de biodiversité** (Natura 2000, ZNIEFF I), situé tout autour du site et dont le plus proche est localisé à 500 m du site, à l'ouest. Elle est incluse, en revanche, **en partie au sein d'un réservoir secondaire de biodiversité**, correspondant à un massif boisé, sur la partie sud de l'AEI. La partie nord de l'AEI correspond à un espace perméable à la faune terrestre.

L'AEI se situe à **proximité d'un corridor terrestre principal**, permettant de relier les réservoirs principaux entre eux, situé à l'ouest et correspondant à une lisière boisée. De plus, notons la proximité **avec un réservoir terrestre secondaire**, permettant de relier les

réservoirs secondaires avec les autres, localisé à l'est de l'AEI et correspondant à un réseau de haies.

L'AEI se situe en dehors des corridors occasionnels, correspondant à une trame verte dégradée.

La principale zone barrière à la trame verte est constituée par une clôture encerclant l'AEI. Cette clôture est relativement continue sur sa partie nord. Le linéaire au sud est cependant relativement dégradé, présentant de nombreuses brèches, notamment au niveau de cours d'eau. Elle reste donc tout de même ponctuellement perméable à la faune terrestre. Enfin, notons également la proximité avec une zone urbanisée, correspondant à une zone industrielle au nord du site.

- **La trame bleue locale**

L'AEI ne s'inscrit au sein **d'aucun réservoir de biodiversité principal de la trame bleue**. En revanche, elle inclut des réservoirs de biodiversité secondaires de cette trame, correspondant au plan d'eau principal, ainsi que des bassins, localisés au nord du plan d'eau et à l'est du site.

L'AEI s'inscrit **en dehors des corridors aquatiques principaux**. En revanche, elle s'inscrit au sein d'un **corridor aquatique secondaire**, correspondant à La Besbre, une rivière traversant le site d'ouest en est par un canal. Notons également la présence de corridors aquatiques occasionnels, situés sur la partie nord du site, correspondant à des cours d'eau intermittents et des fossés alimentant le plan d'eau.

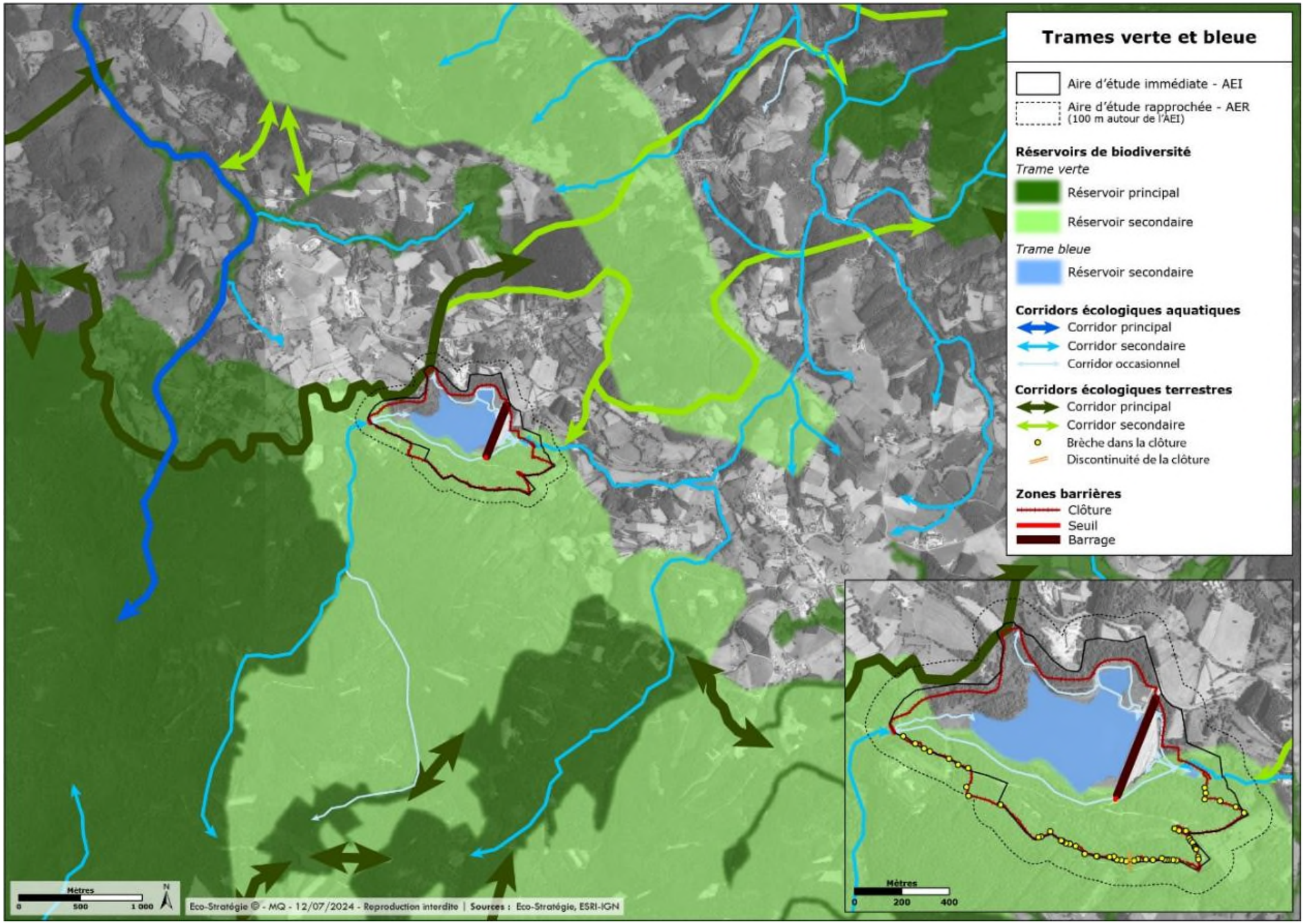
Un obstacle à l'écoulement a été identifié au sein de l'AEI, en aval du plan d'eau (barrage).

- **La trame noire locale**

L'AEI s'inscrit au sein **d'une trame noire relativement fonctionnelle**, ce qui s'explique par l'absence de pollution lumineuse majeure, au sein du site.



Figure 195 : Pollution lumineuse (lightpollutionmap.info)



Carte 38 : Trame verte et bleue locale (ECO-STRATEGIE)

TVB régionale :

- L'AEI se situe en partie au sein d'un réservoir de biodiversité de la trame verte sur sa partie sud (massif boisé) ; et au sein d'un espace perméable de la trame verte sur sa partie nord.

- L'AEI se situe à distance des corridors écologiques.

- L'AEI inclut un cours d'eau de la trame bleue (La Besbre) dans sa partie sud ; un espace perméable lié aux milieux aquatiques, correspondant au plan d'eau ; et des zones humides au niveau de sa bordure nord.

- L'AEI se situe à proximité d'une infrastructure routière, au nord (départementale D954) ; et un barrage est présent au niveau de La Besbre.

TVB intercommunale :

- L'AEI se situe en partie au sein d'un réservoir de biodiversité d'enjeu régional dans sa partie sud ; sa partie nord est concernée par un espace perméable.

- L'AEI se situe à distance des corridors écologiques.

- L'AEI est concernée par un cours d'eau d'intérêt écologique (La Besbre), la traversant au sud ; et par des zones humides, au nord.

- L'AEI se situe à distance des éléments fragmentant de la trame verte et bleue (zones urbanisées, routes, réseau ferroviaire).

TVB communale :

- L'AEI n'est pas concernée par une trame verte et bleue à l'échelle communale (PLU).

TVB locale :

- L'AEI se situe en dehors des réservoirs principaux de la trame verte ; mais est concernée par un réservoir secondaire dans sa partie sud (massif boisé) ; la partie nord correspond à un espace perméable à la faune terrestre.

- L'AEI se situe à proximité d'un corridor terrestre principal (lisière boisée, à l'ouest) et d'un corridor secondaire (réseau de haies, à l'est) ; elle se situe en dehors des corridors occasionnels.

- Une clôture, fragmentant la trame verte, est présente sur tout le pourtour de l'AEI.

- L'AEI se situe en dehors des réservoirs principaux de la trame bleue ; mais inclut des réservoirs secondaires de la trame bleue (plan d'eau, bassin au nord du plan d'eau et à l'est du site).

- L'AEI se situe en dehors des corridors principaux de la trame bleue ; mais est traversée par un cours d'eau secondaire (La Besbre) d'ouest en est dans sa partie sud ; et est concernée par quelques corridors occasionnels, sur la partie nord du site.

- Un obstacle à l'écoulement est présent en aval du plan d'eau (barrage).

L'enjeu vis-à-vis des fonctionnalités écologiques est évalué comme :
-modéré pour la partie boisée au sud du site (réservoir secondaire de la trame verte) ;

- à faible pour le reste du site.

3.5 SYNTHESE DES ENJEUX DU MILIEU NATUREL

En résumé, l'AEI s'inscrit dans un **environnement naturel diversifié**, avec la **présence de quelques espèces floristiques et faunistiques d'intérêt**, protégées ou patrimoniales.

Au sein de l'AEI, un **enjeu fort** est attribué aux mégaphorbiaies, aux prairies humides et aux berges du plan d'eau (phalaridaies, roselières, jonchaies marécageuses) (enjeu lié aux habitats, aux zones humides et à la Loutre d'Europe et au Castor d'Eurasie).

Un **enjeu modéré** est attribué aux zones boisées : boisement mixte et hêtraie (enjeu lié à l'avifaune, aux chiroptères, aux habitats, aux amphibiens et à leur fonctionnalité de réservoirs secondaires), plantations de conifères (enjeu lié à l'avifaune, aux chiroptères et à sa fonctionnalité de réservoirs secondaires) ; aux zones semi-ouvertes : alignement d'arbres, prébois caducifoliés, fourrés, haies(enjeu lié à l'avifaune, aux chiroptères et aux reptiles), aux saussaies (enjeu lié à l'avifaune, aux habitats et aux zones humides) ; à certains milieux ouverts : pelouses annuelles, friches prairiales, prairies de fauche (enjeu lié aux habitats) ; et au bassin annexe (enjeu lié aux amphibiens et aux habitats).

Un enjeu faible à très faible est attribué au reste des biotopes formant l'AEI (centre du plan d'eau principal, friches, zones à fougère aigle, ourlets forestiers, pâtures, zones anthropisées), au vu de leur moindre intérêt faunistique et floristique.

Niveau de l'enjeu					
Négligeable	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort

* À noter que les préconisations faites au niveau de chaque compartiment sont faites au stade de l'état initial et se reflètent au niveau des enjeux globaux du site liés au milieu naturel. Ils ne prennent pas en compte le caractère obligatoire réglementaire du projet de suppression du plan d'eau.

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu
Contexte naturel	- L'AEI intersecte deux zones humides de l'inventaire départemental et un ENS. - L'AEE (5 km) comprend quatre ZSC, un APPB, un PNR, douze ZNIEFF I, trois ZNIEFF II, deux sites du CEN. Les zonages se répartissent tout autour de l'AEI. - Neuf espèces ou groupes d'espèces, sont actuellement concernés par un PNA, et trois autres l'ont été récemment. Au total, 6 espèces ont une zone de présence locale qui recoupe l'AEI : Murin de Bechstein, Petit rhinolophe, Loutre d'Europe, Damier de la Succise, Nacré de la Canneberge, Aeschne des joncs. - L'AEI s'inscrit dans un contexte écologique assez diversifié, à proximité de plusieurs zonages majeurs.	**Modéré** (Partie sud boisée) **Faible** (Partie nord)
Continuités écologiques	<u>TVB régionale :</u> - L'AEI se situe en partie au sein d'un réservoir de biodiversité de la trame verte sur sa partie sud (massif boisé) ; et au sein d'un espace perméable de la trame verte sur sa partie nord. - L'AEI se situe à distance des corridors écologiques. - L'AEI inclut un cours d'eau de la trame bleue (La Besbre) dans sa partie sud ; un espace perméable lié aux milieux aquatiques, correspondant au plan d'eau ; et des zones humides au niveau de sa bordure nord. - L'AEI se situe à proximité d'une infrastructure routière, au nord (départementale D954) ; et un barrage est présent au niveau de La Besbre. <u>TVB intercommunale :</u> - L'AEI se situe en partie au sein d'un réservoir de biodiversité d'enjeu régional dans sa partie sud ; sa partie nord est concernée par un espace perméable. - L'AEI se situe à distance des corridors écologiques. - L'AEI est concernée par un cours d'eau d'intérêt écologique (La Besbre), la traversant au sud ; et par des zones humides, au nord.	**Modéré** (Partie sud boisé : réservoirs secondaires)

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu
	- L'AEI se situe à distance des éléments fragmentant de la trame verte et bleue (zones urbanisées, routes, réseau ferroviaire). TVB communale : - L'AEI n'est pas concernée par une trame verte et bleue à l'échelle communale (PLU). TVB locale : - L'AEI se situe en dehors des réservoirs principaux de la trame verte ; mais est concernée par un réservoir secondaire dans sa partie sud (massif boisé) ; la partie nord correspond à un espace perméable à la faune terrestre. - L'AEI se situe à proximité d'un corridor terrestre principal (lisière boisée, à l'ouest) et d'un corridor secondaire (réseau de haies, à l'est) ; elle se situe en dehors des corridors occasionnels. - Une clôture, fragmentant la trame verte, est présente sur tout le pourtour de l'AEI. - L'AEI se situe en dehors des réservoirs principaux de la trame bleue ; mais inclut des réservoirs secondaires de la trame bleue (plan d'eau, bassin au nord du plan d'eau et à l'est du site). - L'AEI se situe en dehors des corridors principaux de la trame bleue ; mais est traversée par un cours d'eau secondaire (La Besbre) d'ouest en est dans sa partie sud ; et est concernée par quelques corridors occasionnels, sur la partie nord du site. - Un obstacle à l'écoulement est présent en aval du plan d'eau (barrage).	**Faible** (Reste du site : plan d'eau et partie nord)
Habitats	- L'AEI abrite 29 habitats, avec une dominance des habitats boisés (boisements mixtes), et une bonne représentativité des habitats aquatiques (plans d'eau, cours d'eau) et leurs annexes. - L'AEI comprend neuf habitats patrimoniaux et/ou d'intérêt communautaire, représentant près de 41% de la superficie totale. - L'AEI comprend neuf habitats de zones humides et trois habitats aquatiques, représentant près de 31% de la superficie totale. - L'AEI inclut deux habitats évalués à enjeu fort (prairies à Molinie, mégaphorbiaies) et douze à enjeu modéré. - L'AEI présente des enjeux d'habitats principalement concentrés autour du principal plan d'eau du site, sur des biotopes connexes à ce dernier.	**Fort** (Prairies à Molinie, mégaphorbiaies)
		Modéré (Autres habitats patrimoniaux, d'intérêt communautaire ou de zones humides)
		Faible à très faible (Autres habitats)
Zones humides	- L'AEI inclut 5,49 ha de zones humides floristiques (prairies humides, mégaphorbiaies, roselières, fourrés humides) et 20,86 ha de surfaces aquatiques (plans d'eau, cours d'eau, canaux). - L'AEI ne comprend aucune zone humide caractérisée par la pédologie (sols non hydromorphes ou non caractérisables). - L'AEI s'inscrit au sein d'un réseau hydrologique marqué et fonctionnel, notamment autour du principal plan d'eau ; bien que certains éléments soient d'origine anthropique (bassins, canaux, retenue, etc.).	**Fort** (Abords du plan d'eau principal)
		Modéré (Autres zones humides)
		Très faible

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu
		(Reste du site)
Flore	- 237 espèces de plantes recensées. - Parmi les 24 espèces floristiques potentielles, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie (sur 44 au total), une espèce protégée (Campanille à feuilles de lierre) observée dans l'AEI. - Une espèce protégée (Campanille à feuilles de lierre) et deux espèces patrimoniales (Sphaigne et Séneçon fausse-cacalie) identifiées, à enjeu modéré. - Deux espèces messicoles observées. - Dix espèces exotiques envahissantes (EEE) identifiées, dont cinq à invasibilité avérée.	**Modéré** (Stations de flore protégée ou patrimoniale) **Faible** (Reste du site)
Avifaune	<u>Bilan global :</u> - 58 espèces d'oiseaux recensés, dont 51 protégées, 24 patrimoniales et 7 d'intérêt communautaire. - Parmi les 51 espèces patrimoniales potentielles, citées dans la bibliographie (sur 90 au total), 19 observées dans l'AEI. <u>Avifaune nicheuse :</u> - 36 espèces nicheuses sur l'AEI, dont 30 protégées ; également deux autres espèces nicheuses hors AEI, toutes protégées. - 10 espèces nicheuses patrimoniales, dont 4 à enjeu modéré (Alouette lulu, Bouvreuil pivoine, Chardonneret élégant, Pic noir). - Présence potentielle d'autres espèces nicheuses, protégées et/ou patrimoniales (passereaux, rapaces, limicoles, etc.), au sein du site.	**Modéré** (Zones boisées à semi-ouvertes)

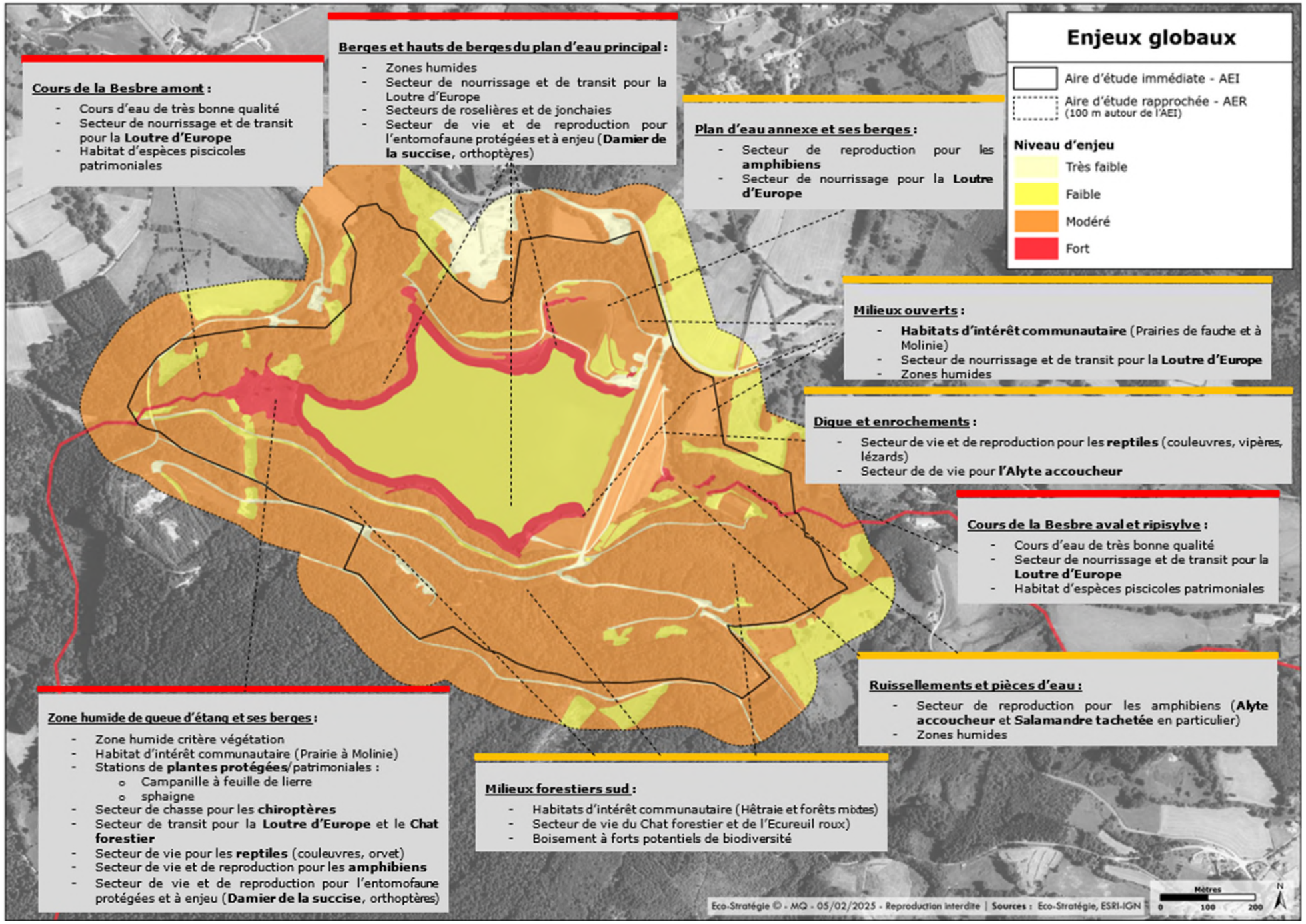
Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu
	- L'AEI est principalement favorable à la nidification du cortège des zones boisées, en particulier sur le pourtour de l'AEI ; et plus localement favorable à l'avifaune du cortège des milieux semi-ouverts, aquatiques et ouverts. <u>Avifaune migratrice :</u> - 11 espèces en halte migratoire sur l'AEI et ses abords, dont 9 protégées. - Aucune espèce patrimoniale. - L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune en halte migratoire. <u>Avifaune hivernante :</u> - 17 espèces hivernantes sur l'AEI et ses abords, toutes protégées. - 3 espèces patrimoniales identifiées, dont deux évaluées à enjeu modéré (Alouette lulu, Grande aigrette). - L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune hivernante (un rassemblement d'importance du Grand cormoran, absence de dortoir hivernal) ; avec un intérêt pour les espèces sédentaires. <u>Avifaune en alimentation ou de passage :</u> - 11 espèces en alimentation ou de passage sur l'AEI et ses abords, toutes protégées. - 3 espèces patrimoniales identifiées, dont 2 à enjeu modéré (Héron pourpré et Martin-pêcheur d'Europe). - L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune en alimentation (activité de chasse et d'alimentation pour certains rapaces et passereaux) ou de passage (survol du site).	**Faible** (Zones ouvertes, aquatiques et anthropisées)
Chiroptères	<u>Gîtes potentiels :</u> - 118 gîtes potentiels recensés, 115 arboricoles et trois bâtis, dont 112 au sein de l'AEI. - Aucun gîte à enjeu fort, 18 à enjeu modéré (quinze arboricoles et trois bâtis). - Aucun individu n'a été trouvé ou enregistré comme utilisant les gîtes bâtis présents dans l'AEI. - L'AEI est potentiellement attractive pour des espèces aux mœurs arboricoles, en estivage et/ou en hivernage ; et plus localement pour des espèces au mœurs anthropiques. <u>Diversité spécifique :</u> - 20 espèces de chiroptères contactées, toutes protégées. 14 espèces patrimoniales identifiées - Parmi les 9 espèces protégées potentielles, citées dans la bibliographie, 8 observées dans l'AEI - 6 espèces présentent un enjeu fort : Barbastelle d'Europe, Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle commune, Murin de Bechstein et Murin de Daubenton - 8 présentent un enjeu modéré : Grande noctule, Murin à oreilles échancrées, Murin d'Alcathoe, Murin de Brandt, Sérotine commune, Murin de Natterer, Oreillard gris et Oreillard roux.	**Fort** (Berges du plan d'eau principal, zones humides) **Modéré** (Boisements, bassin annexe)

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu
	- AEI avant tout utilisée pour la chasse par des espèces de milieux boisés ou humides et des espèces ubiquistes. - Présence potentielle du Grand rhinolophe, en transit. <u>Activité :</u> - Activité dans l'ensemble très forte, en particulier en été et en automne. - Cortège largement dominé par deux espèces communes : la Pipistrelle commune et le Murin de Daubenton. - Zones de chasse majeures autour des zones humides et en bord du bassin principal, pour les deux espèces citées ci-dessus ainsi que les noctules. - Présence potentielle de gîtes à proximité en automne pour la Barbastelle d'Europe et la Pipistrelle commune.	**Faible** (Zones ouvertes, barrage)
Mammifères terrestres	- 11 espèces de mammifères terrestres ou semi-aquatiques recensées. - Parmi les 5 espèces potentielles, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie (sur onze au total), trois espèces (Loutre d'Europe, Chat forestier, Ecureuil roux) observées dans l'AEI. - 3 espèces protégées et patrimoniales identifiées, deux à enjeu fort (Loutre d'Europe et Chat forestier) et une à enjeu modéré (Ecureuil roux). - Présence potentielle d'espèces protégées et/ou patrimoniales communes (Hérisson d'Europe), ou d'espèces patrimoniales (Putois d'Europe). - L'AEI est localement attractive en tant que zone refuge pour la mammalofaune terrestre (boisements, fourrés) et la mammalofaune semi-aquatique (plan d'eau et berges).	**Fort** (Berges du plan d'eau principal, berges associées) **Modéré** (Zones boisées à arbustives, centre du plan d'eau principal) **Très faible** (Zones ouvertes, anthropisées)
Amphibiens	- Six espèces d'amphibiens recensées, toutes protégées. - Parmi les six espèces protégées potentielles citées dans la bibliographie (sur sept au total), cinq espèces (Alyte accoucheur, Grenouille « verte », Grenouille rousse, Salamandre tachetée, Triton palmé) observées dans l'AEI. - Une espèce patrimoniale identifiée (Grenouille rousse), évaluée à enjeu modéré. - L'AEI et ses abords sont globalement très propices à la reproduction et à l'hivernage des amphibiens.	**Modéré** (Zones aquatiques et humides : zones de reproduction) **Faible** (Zones boisées à arbustives : zones d'hivernage) **Très faible** (Zones ouvertes et anthropisées)

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu
Reptiles	- 5 espèces de reptiles recensées, toutes protégées. - Parmi les 5 espèces protégées potentielles citées dans la bibliographie (sur six au total), 4 espèces (Coronelle lisse, Couleuvre helvétique, Lézard des murailles et Vipère aspic) observées dans l'AEI. - 1 espèce patrimoniale identifiée (Coronelle lisse), évaluée à enjeu modéré. - Présence potentielle d'autres espèces protégées, communes (Lézard vivipare). - L'AEI est localement attractive pour les reptiles, tout au long de leur cycle biologique (lisières, zones arbustives à boisées).	**Modéré** (Zones boisées à semi-ouvertes, lisières associées : zones de reproduction et d'hivernage)
		Faible (Zones boisées au sud : zones d'hivernage)
		Très faible (Zones ouvertes et anthropisées)
Entomofaune	<u>Entomofaune diurne</u> - 80 espèces d'insectes diurnes recensées, majoritairement des lépidoptères et des orthoptères. - Parmi les douze espèces protégées et patrimoniales potentielles citées dans la bibliographie (sur dix-neuf au total), trois espèces (Damier de la succise, Conocéphale des roseaux, Criquet palustre) observées dans l'AEI. - Une espèce protégée et patrimoniale (Damier de la succise) évaluée à enjeu fort ; et cinq autres espèces patrimoniales, évaluées à enjeu modéré (Conocéphale des roseaux, Criquet palustre, Criquet vert-échine, Grillon des marais, Tétrix des vasières). <u>Lépidoptères nocturnes</u> - 89 espèces de lépidoptères nocturnes recensées. - Une espèce qualifiée d' « assez rare » (Noir-Atre) et quatre évaluées comme « peu communes » (Aunette, Bryophile perlée, Anachorète, Comma blanc), toutes à enjeu modéré <u>Au global</u> - Présence potentielle de plusieurs espèces patrimoniales (odonates, orthoptères et lépidoptères). - L'AEI est globalement favorable à une bonne diversité entomologique au sein des espaces prairiaux humides et des milieux aquatiques et humides.	**Modéré** (Prairies humides et lisières forestières : habitats d'espèces protégées et/ou patrimoniales
		Faible (Reste du site : zones aquatiques, boisements, zones anthropisées, etc.)

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu
Faune aquatique	Plan d'eau principal : - Cinq espèces de poissons identifiées par ADNe et par pêche aux filets, aucune protégée ni patrimoniale. - Aucune espèce de mollusque bivalve n'a été identifiée par ADNe au sein du plan d'eau. - L'Écrevisse signal ou de Californie (Pacifastacus leniusculus), espèce exotique envahissante, est omniprésente au niveau du plan d'eau et son annexe. - Le cortège d'espèces piscicoles identifiées revêt un caractère limnophile et phytophile marqué. - Dans l'état actuel des choses, le bassin principal est peu favorable à la faune piscicole, en raison de la disparition de l'essentiel des herbiers aquatiques, très vraisemblablement en raison de la prolifération de l'Écrevisse signal. Des secteurs de roselières subsistent comme support de ponte pour les différentes espèces.	**Faible**
	Cours de la Besbre : - Deux espèces piscicoles ont été capturées sur l'ensemble des pêches sur la Besbre : la Truite fario et le Chabot fluviatile, toute deux patrimoniales. - L'Écrevisse signal (Pacifastacus leniusculus), espèce exotique envahissante, est très présente à l'aval du barrage et dans le plan d'eau. L'espèce est signalée au niveau des secteurs amont, mais dans une moindre mesure. Son influence sur les peuplements piscicoles est très nette : diminution de densité et de diversité en aval immédiat du barrage dans le secteur où elles sont (en dehors du plan d'eau) les plus nombreuses. - La qualité des secteurs prospectés sont tous « bon », au sens de l'IPR.	**Fort**
État écologique	Plan d'eau principal : Les indices liés au compartiment "eau" concordent et positionnent le plan d'eau à un niveau mésotrophe. L'azote se présente comme le facteur limitant, alors que les teneurs en phosphore demeurent au sein du plan d'eau. La production phytoplanctonique est significative, surtout en début de saison. Un autre paramètre déclassant reste la désoxygénation en profondeur (« dégradation »), bien que temporaire sur l'année. Malgré le fait que la colonne d'eau ne se stratifie que peu de temps, on retrouve tout de même la présence d'une couche anoxique en profondeur, par suite de la consommation de l'oxygène par la décomposition de la matière organique. Les nutriments issus de la dégradation de la matière organique et du relargage des sédiments sont donc disponibles sur toute la colonne d'eau au cours des saisons. Nous pouvons penser que l'origine du phosphore dans le plan d'eau provient essentiellement de la nappe phréatique, principale source d'approvisionnement en eaux du plan d'eau, et de la dégradation phytoplanctonique. Les indices liés au compartiment sédiment affichent globalement un niveau oligotrophe, avec cependant un relargage sédimentaire jugé comme déclassant, notamment vis-vis du phosphore. Le taux de matière organique et le stock sédimentaire sont faibles. Il est vraisemblable que le relargage minéral sédimentaire alimente en continu le phytoplancton en raison de la faible stratification du plan d'eau. Les taux mesurés	**Faible**

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu
	en fin de saison sont donc bas car les minéraux ont déjà été redistribués dans la colonne d'eau. L'indice phytoplanctonique présente un bon état du plan d'eau des bois noirs, avec la prépondérance de taxons caractéristiques de milieux mésotrophes. Au vu des éléments de suivi 2023, le plan d'eau des Bois noirs peut être qualifié d'oligotrophe à tendance mésotrophe.	
	Cours de la Besbre : L'ensemble des indices biologiques basés sur les macro-invertébrés benthiques (I2M2) sont caractéristiques d'une bonne qualité d'eau au niveau des 3 stations échantillonnées. Les peuplements invertébrés présentent néanmoins quelques déséquilibres au niveau du tronçon canalisé (moins d'habitats biogènes) et au niveau de la station aval (omniprésence de l'Écrevisse signal) au regard de la station amont, relativement préservée.	**Fort**



Carte 39 : Cartographie des enjeux globaux liés au milieu naturel au sein de l'AEI et de l'AER

4 ETAT RADIOLOGIQUE DU SITE

4.1 CONTEXTE LOCAL

Annexe : Résultats cartographiques de la campagne HELINUC du CEA réalisée en septembre 2001Source : Résultats de la surveillance environnementale de 2014 à 2024 extraits de la « Proposition de surveillance du site pendant les différentes phases des travaux de réaménagement et post-réaménagement » (BES-DT-003487-AMF-GSF) ORANO Mining, juin 2025.

Le contexte radiologique est marqué au niveau régional par la nature granitique des roches et au niveau local par la présence éventuelle d'indices uranifères et par les traces laissées par l'ancienne activité minière. Ces différents niveaux d'activité ont été parfaitement mis en évidence par le Commissariat à l'Energie Atomique lors d'une campagne de cartographie gamma aéroportée, réalisée en septembre 2001.

Le secteur couvert représente une surface de 10 km² centrée sur l'ancien site minier. Il est apparu ainsi que les concentrations en radioéléments naturels (K40, U238, Th232) relevés sur le site et dans son environnement sont des valeurs fortes par rapport aux valeurs habituellement rencontrées en France, mais restent caractéristiques des granites uranifères ; le fond naturel ambiant est de 0,2 µSv/h à 1 m.

ORANO Mining a établi un bilan des résultats de la surveillance environnementale sur les dix dernières années (2014 à 2024). Ce bilan de surveillance porte à la fois sur les eaux superficielles et souterraines, les bio-indicateurs, le vecteur air et l'évaluation des Doses Efficaces Annuelles Ajoutées (DEAA). Il a été utilisé dans les chapitres qui suivent.

Les moyens de surveillance mis en place après réaménagement du site sont les suivants :

- Suivi de la qualité des eaux de rejet de la station de traitement des eaux du Grand Bassin à la zéolithe et à la station de traitement physico-chimique des eaux des TMS, de la MCO et des drains de pied de digue ;
- Suivi de la qualité des eaux de la Besbre en amont et en aval du point de rejet des eaux du site ;
- Suivi des bioindicateurs ;
- Suivi de la digue (fréquence adaptée selon le type de contrôles).

Le plan compteur général du site est présenté ci-après. Les mesures ont été effectuées en plusieurs campagnes. Les mesures ont été effectuées à 1 m du sol à l'aide d'un scintillomètre portatif étalonné. L'unité présentée est le choc/seconde ou c/s. Le bruit de fond naturel local est d'environ 200 à 300 c/s à 1 m du sol. Les mesures effectuées indiquent l'influence de l'exploitation minière sur les terrains sur certaines zones du site : verse, abords du bassin, certains blocs de la digue, etc et sur la zone de marnage sur les abords du plan d'eau.

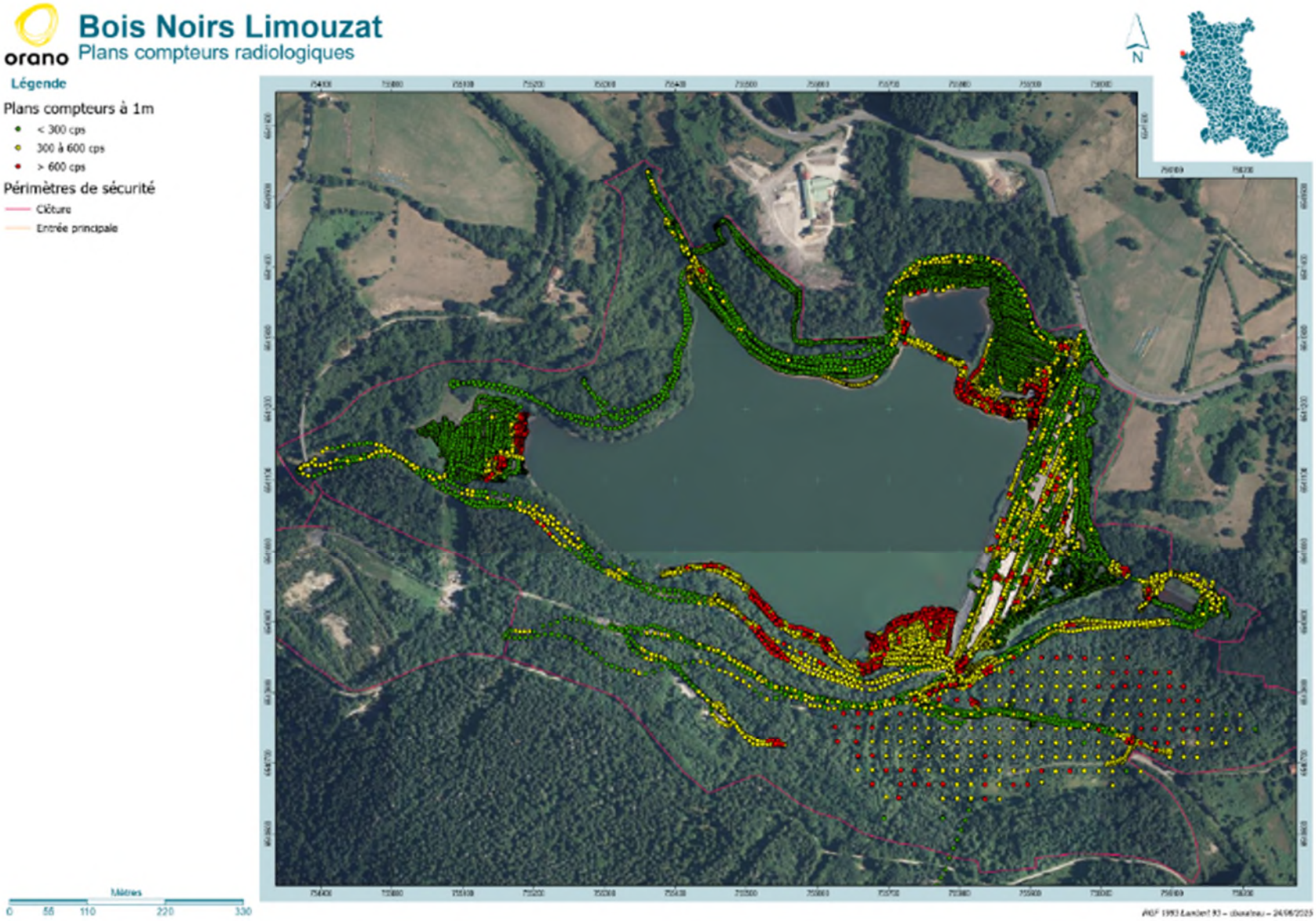


Figure 196 : Plan compteur radiologique général du site (ORANO Mining, juin 2025)

4.2 ÉTAT RADIOLOGIQUE DES EAUX

4.2.1 Les valeurs limites

Anciennement, l'arrêté préfectoral du 25 mai 1990 recommandait des valeurs limites d'émission utilisées dans le cadre des suivis de la qualité des eaux du site. Ces valeurs, plus en vigueur aujourd'hui sont présentées dans le tableau ci-après.

Radium 226 soluble (Bq/L)	Uranium soluble (mg/L)	Sulfates SO4 (mg/L)	Matières en suspension (mg/L)
0.37	1.8	250	30

Tableau 97 : Valeurs limites recommandées (moyenne annuelle) dans les eaux par Arrêté Préfectoral du 25 mai 1990

Pour le radium, la valeur de 0.37 Bq/L était une valeur mensuelle moyennée sur l'année, avec un maximum instantané à ne pas dépasser fixée à 1 Bq/L.

L'arrêté préfectoral du 28 juin 2022 modifié par l'arrêté préfectoral du 10 mars 2025 imposent de nouvelles valeurs limites d'émission plus strictes pour les rejets de la station de traitement des eaux d'exhaure minière (TBO 2) et de la station de traitement par zéolithes (GBZ 2), en valeur moyenne annuelle (TBO 2) ou mensuelle (GBZ 2). Ce sont ces valeurs qui sont actuellement en vigueur.

Rejet	TBO 2	GBZ 2
Matières en suspension MES (mg/L)	30	30
Radium 226 soluble (Bq/L)	0,37	0,20
Radium 226 insoluble (Bq/L)	0,50	1,00
Uranium soluble (mg/L)	0,30	0,10
Uranium insoluble (mg/L)	0,01	0,01
Fer (mg/l)	5,0	Pas de prescription
Sulfates SO_4 (mg/L)	200	Pas de prescription

Tableau 98 : Valeurs limites recommandées (moyenne annuelle) dans les eaux par Arrêté Préfectoral du 28 juin 2022 modifié par l'arrêté préfectoral du 10 mars 2025

4.2.2 Surveillance du vecteur eau

Le réseau de surveillance établi sur le site en accord avec les arrêtés préfectoraux en vigueur, permet d'identifier et de caractériser les eaux superficielles et souterraines qui le traversent.

Le réseau de contrôle des eaux dans l'environnement proche du site s'intéresse aux eaux superficielles et souterraines.

La Besbre est régulièrement contrôlée et des prélèvements sont effectués :

- En amont du site, au viaduc des Peux, ceci constitue l'échantillon caractéristique du milieu naturel ;
- En aval proche du site, au moulin Saint-Priest situé à 1,5 km du point de rejet des eaux du site.

La qualité des eaux souterraines est surveillée depuis 1981. Pour vérifier que la galerie TB0 constituait bien l'unique exutoire des eaux de noyage des travaux souterrains, 40 sources ou points d'eau stagnante en aval du site minier ont été répertoriés et analysés. Compte-tenu des résultats obtenus, six points ont été retenus dans les prescriptions de l'arrêté préfectoral de 1987 au titre du contrôle annuel, suivi devenu trimestriel suite à l'arrêté préfectoral de 2005. L'arrêté préfectoral du 28 juin 2022 prescrit la surveillance des eaux souterraines au droit de trois points en suivi semestriel.

Les eaux qui percolent au travers de la digue (drains, piézomètres) sont contrôlées séparément, ce qui permet l'estimation des effets respectifs du bassin et de l'hydrographie naturelle (pluie, sources).

Ces eaux (excepté le drain n°6 et la zone humide n°4 qui rejoint directement la Besbre) sont collectées en pied de digue et acheminées dans un bassin d'homogénéisation.

Les eaux en provenance du TB0 proviennent de la surverse des travaux miniers souterrains et du ruissellement et des infiltrations d'eaux météoriques dans la mine à ciel ouvert. Elles sont contrôlées au point TBO 1.

Le mélange des eaux des drains et des eaux issues du TB0 après décantation est à nouveau contrôlé avant rejet au point TBO 2.

Le tableau suivant présente le plan de surveillance réglementaire du site des Bois-Noirs Limouzat découlant des arrêtés préfectoraux de 1990 ; 2005 ; 2022 et 2025, pour le contrôle des eaux de surface et souterraines. À noter que les analyses radiologiques et chimiques des piézomètres de la digue sont arrêtées suite à la mise en application de l'arrêté de 2022.

GROUPE	NOM	DESCRIPTION	ANALYSE	FREQUENCE
Rejets	TBO 2	Rejet Besbre après traitement (exhaure + drains barrage)	Ra 226 soluble/insoluble, U soluble/insoluble, MES, fer et sulfates	Mensuel
	GBZ 2	Rejet Besbre après traitement par zéolithes (Grand Bassin et évacuateur de crue)	Ra 226 soluble/insoluble, U soluble/insoluble, MES,	Mensuel
TBO 1	TBO 1	Mélange des 4 émissaires issus du travers-banc	pH, Ra 226 soluble, U soluble	Trimestriel
Grand Bassin	GB1	Eaux du Grand Bassin avant traitement	pH, Ra 226 soluble, U soluble	Trimestriel
	GB2	Eaux transitant par l'évacuateur de crue avant rejet dans la Besbre (arrivées rive gauche + rejet après traitement zéolithe)		
Drains en pied du barrage	DRAINS 1	Mélange des drains 1 à 5	pH, Ra 226 soluble, U soluble	Trimestriel
	DR6	Drain 6		
Suivi Besbre	BESBA	Besbre Amont	pH, Ra 226 soluble, U soluble	Trimestriel
	BESBB	Besbre Aval – Moulin Saint Priest	pH, Ra 226 soluble, U soluble	Mensuel
Zone avale dite du Paradou	Arrivée 5	Source de la zone du Paradou	pH, Ra 226 soluble, U soluble	Semestriel
	Source 35	Source en aval de la Besbre		
	Drain 40	Collecte des eaux sous les bassins de décantation		

Tableau 99 : Plan de surveillance réglementaire pour le contrôle des eaux de surface selon les prescriptions de l'arrêté préfectoral de 2022 (source : Bilan environnemental 2023, Orano)

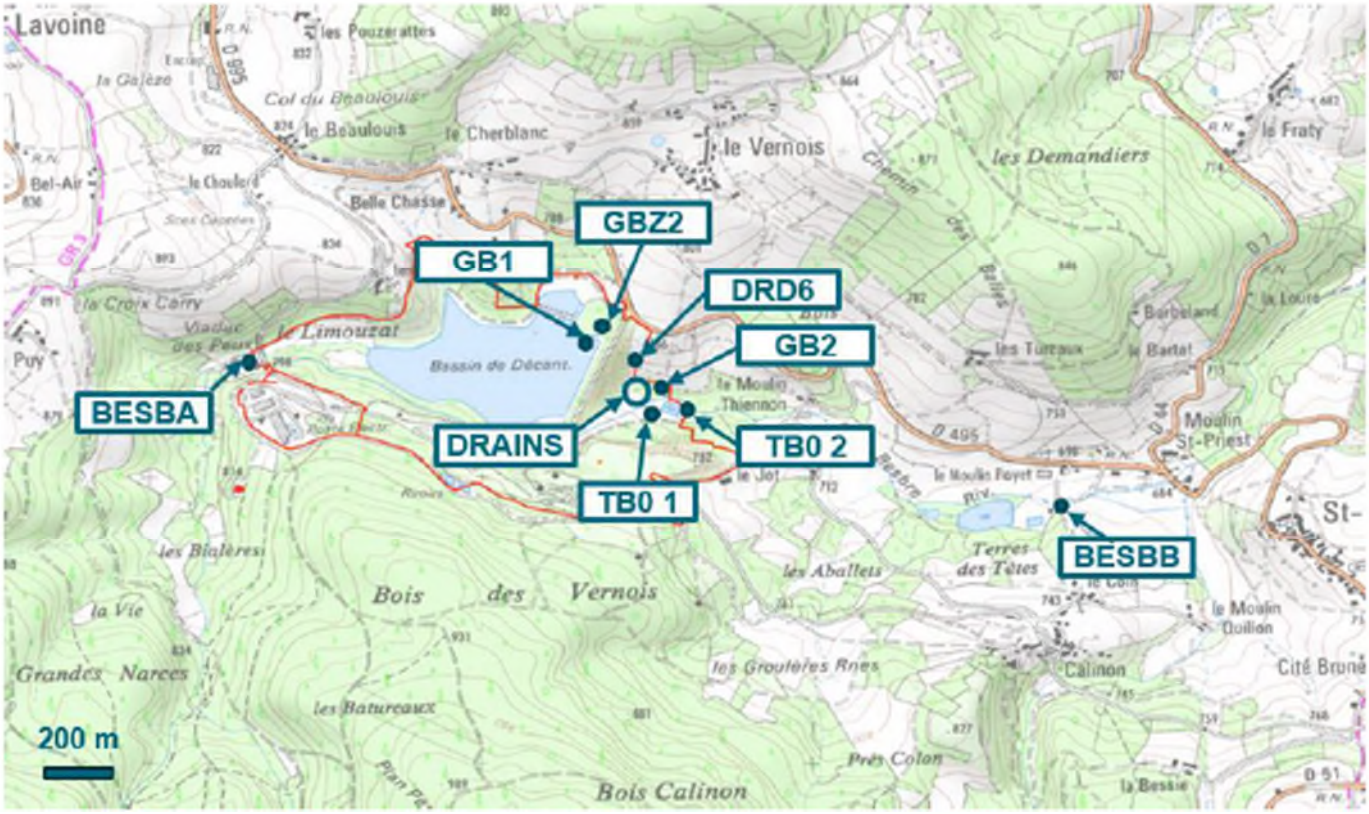


Figure 197 : Localisation des points de prélèvements pour le contrôle radiologique des eaux de surface (source : Bilan environnemental 2023, Orano)

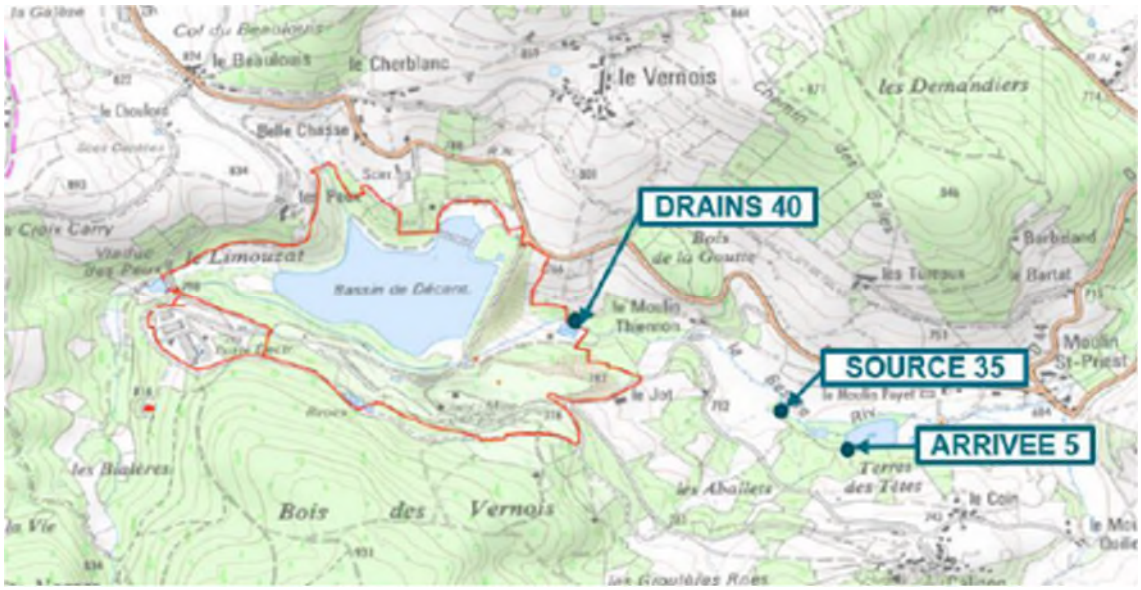


Figure 198 : Localisation des points de prélèvements pour le contrôle radiologique des eaux de surface en aval du site dans la zone du Paradou (source : Bilan environnemental 2023, Orano)

Nom	Localisation	Aquifère capté	Profondeur	Analyse	Fréquence
PZ-BNL-A	Amont (digue des Peux)	Superficiel	10 m	U soluble, Ra 226 soluble	Semestriel
PZ-BNL-B	Aval après rejet	Superficiel	10 m		
PZM-C	Aval avant rejet	Superficiel et profond	65 m		

Tableau 100 : Plan de surveillance réglementaire pour le contrôle des eaux souterraines selon les prescriptions de l'arrêté préfectoral de 2022 (source : Bilan environnemental 2023, Orano)

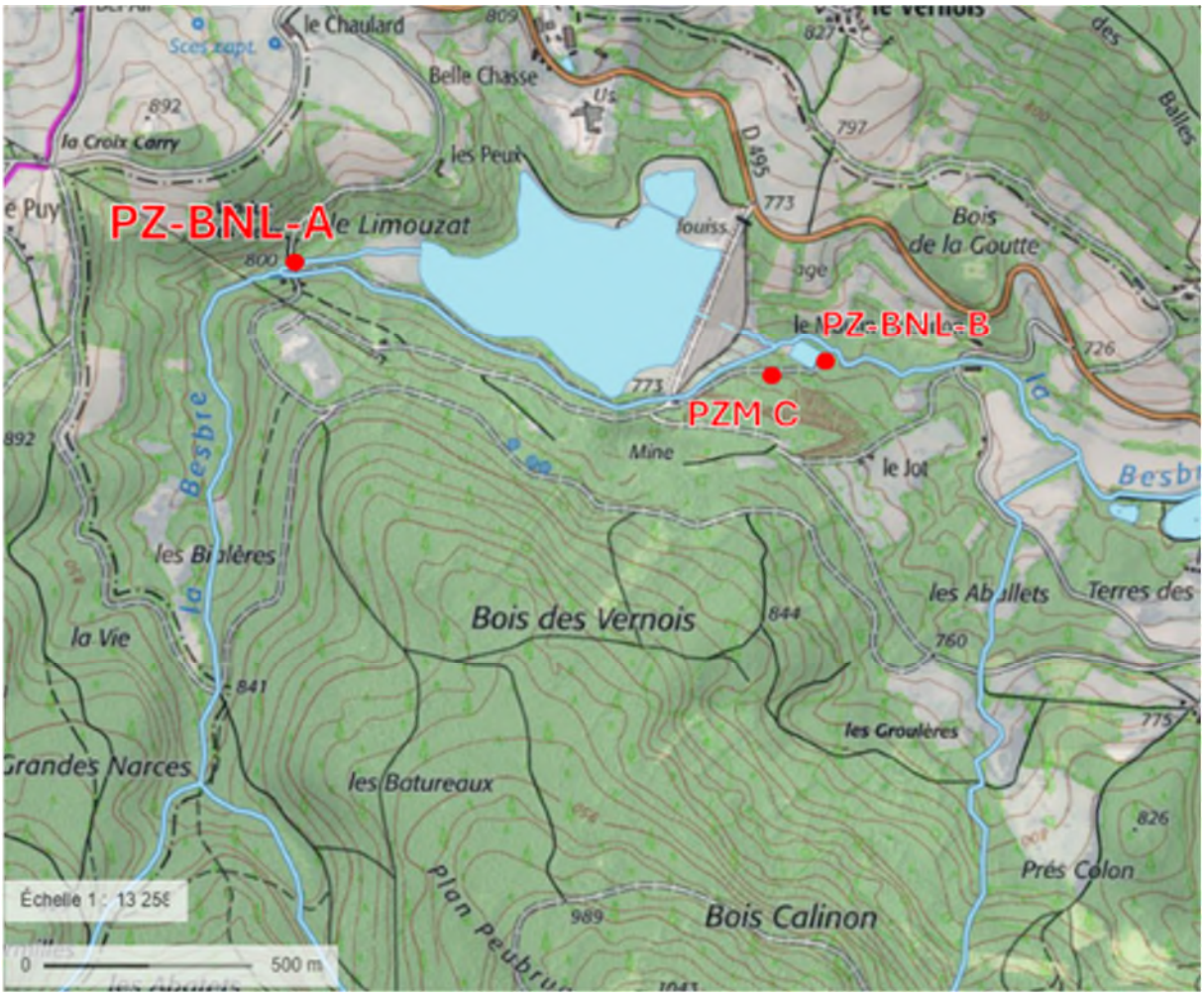


Figure 199 : Localisation des points de prélèvements pour le contrôle radiologique des eaux souterraines (source : Bilan environnemental 2023, Orano)

Une campagne de prélèvement géochimique en période de basses eaux a été réalisée par le Cabinet REILÉ du 15/07/2024 au 1/08/2024. Au total, une quarantaine de points ont été prélevés en suivant une séquence allant de l'amont (sans influence) vers l'aval du site (sous influence), composés à la fois de points d'eau souterraines et de points d'eau de surface. Les résultats de cette campagne démontrent, pour la période de prélèvement, une augmentation après rejet des concentrations absolues en uranium (+6,0 µg/L), sulfates (+3,0 mg/L) et manganèse (+0,038 mg/L).

Le Cabinet REILÉ a également effectué une campagne de prélèvements en période de hautes eaux (février 2025, pour laquelle il a aussi été constaté des augmentations : en uranium +3.4 µg/L (+/- 0.5 µg/L), sulfates (+4.4 mg/L), manganèse (+0.02 mg/L) et fer (+0.05 mg/L) au droit du point aval BESBRE-B.

4.2.3 La Besbre

Dans l'environnement proche du site, le réseau de contrôle s'intéresse notamment aux eaux superficielles. La Besbre est régulièrement contrôlée en amont et en aval du site. Le Radium 226 soluble ainsi que l'Uranium soluble sont les deux paramètres contrôlés.

Moyenne annuelle		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Ra226 soluble (Bq/l)	BESBA	<0,01	<0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,02	<0,02
	BESBB	0,06	<0,05	<0,02	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
	delta	*0,05*	*0,03*	*0,01*	*0,02*	*0,02*	*0,01*	*0,01*
U soluble (mg/l)	BESBA	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	BESBB	0,007	0,006	0,005	0,006	0,004	0,005	0,006
	delta	*0,006*	*0,005*	*0,004*	*0,005*	*0,003*	*0,004*	*0,004*

Figure 200 : Évolution de la concentration moyenne en U et ^{226}Ra aux points de rejets BESBA et BESBB entre 2018 et 2024

4.2.3.1 Fraction soluble en ^{226}Ra

Concernant la Besbre, les concentrations en Radium (^{226}Ra) en amont du site (en moyenne annuelle) sont stables et souvent inférieures ou égales au seuil de détection (<0.02 Bq/l).

En aval immédiat du site, les concentrations varient peu et sont comprises entre 0,03 et 0,06 Bq/L.

En aval éloigné du site au niveau du point GIT, il n'y a pas d'impact significatif du site sur les valeurs de la fraction soluble du ^{226}Ra, en 2017 la valeur moyenne était inférieure à 0,02 Bq/L.

Le graphique du suivi pluriannuel (2014-2025) ci-après témoigne de variations saisonnières importantes de la concentration en ^{226}Ra en aval du site contrairement à une concentration globalement stable à l'amont.

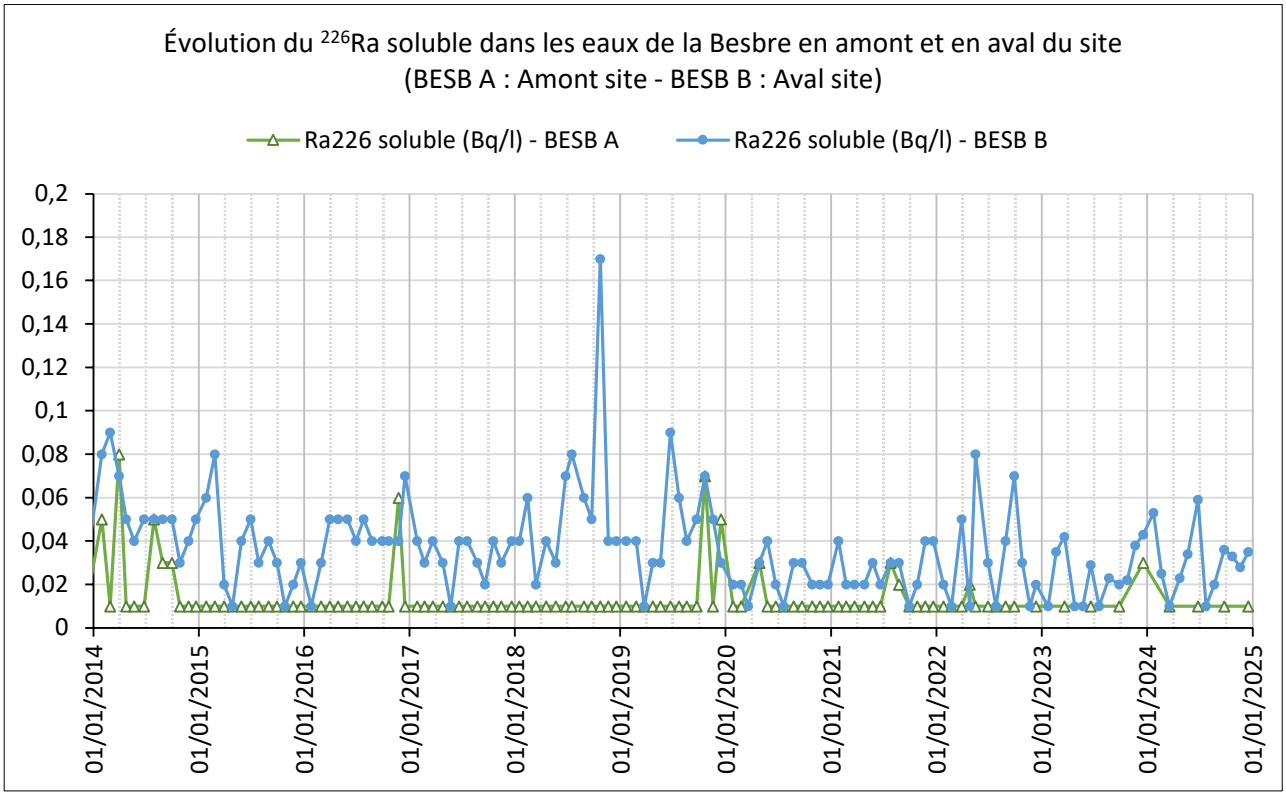


Figure 201 : Suivi des eaux de la Besbre aval du site des BNL (BESB B) et comparaison avec l'amont (BESB A) : activité en ^{226}Ra soluble (suivi pluriannuel – ORANO Mining)

4.2.3.2 Fraction soluble en U

La concentration moyenne annuelle en Uranium est très faible, bien souvent inférieure à la limite de détection du laboratoire.

La figure suivante présente l'évolution des teneurs en U dans les eaux de la Besbre, en amont et en aval du site, entre 2014 et 2025 (les teneurs inférieures aux limites de détection du laboratoire ont été représentées comme égales à ces dernières).

On observe des concentrations inférieures ou ponctuellement du même ordre de grandeur que la limite de quantification (0,001 mg/L) en amont (BESB A). Ce constat reste globalement identique de 2014 à 2025 hormis quelques légères variations ne dépassant pas 0,005 mg/L. À noter cependant une augmentation de l'U en 2017 compte tenu d'une concentration ponctuellement élevée lors de la campagne de septembre 2017 (0,044 mg/L sur le point BESBA en amont). Sur les 10 autres campagnes prises en compte, les concentrations restaient inférieures ou proches des limites de quantification.

En aval (BESB B), les concentrations sont stables et comprises entre 0,0029 et 0,0115 mg/L.

Le bilan pluriannuel fait état de l'absence d'impact significatif sur la qualité radiologique des eaux de la Besbre puisque les analyses aval (BESB B) concordent avec les analyses en amont (BESB A) et les résultats d'analyses tendant à être similaires, les résultats étant dans la même gamme de valeurs que les années précédentes comme l'indique le graphique ci-après.

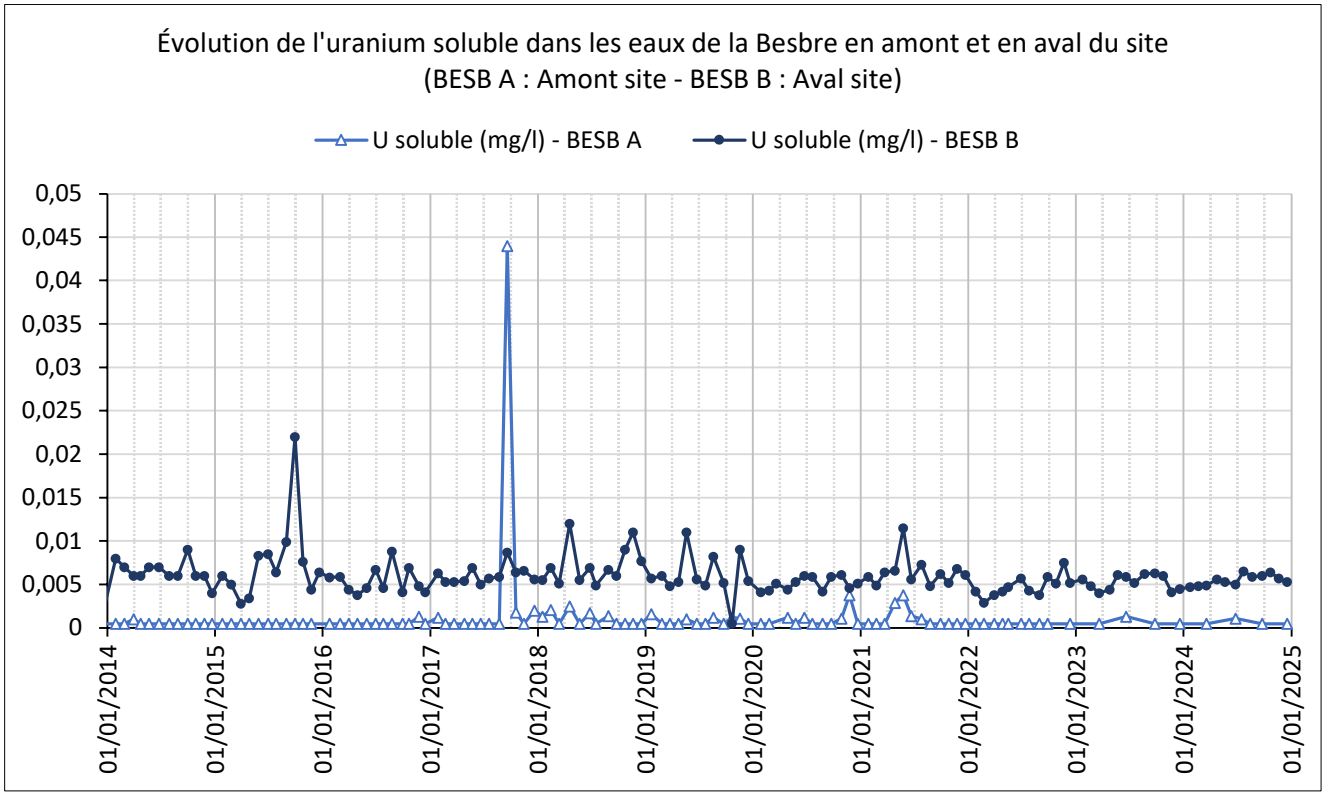


Figure 202 : Suivi des eaux de la Besbre aval du site des BNL (BESB B) et comparaison avec l'amont (BESB A) : concentration en uranium soluble (suivi pluriannuel - ORANO)

4.2.4 Eaux du Travers Banc TB0 et rejet dans la Besbre

Le réseau de suivi comprend les points suivants :

- Les eaux collectées par le Travers Banc TB0, point nommé TBO 1 ;

Nota : Un total de 4 émissaires issus du TB0 étaient distingués avant l'arrêté préfectoral de 2022 et sont regroupés depuis fin septembre 2022 en **un seul prélèvement dénommé TBO1**, qui regroupe l'ensemble des eaux d'exhaure minière transitant par le travers-banc TB0.

- Les eaux en sortie de la station de traitement, après mélange avec les eaux drainées en pied de digue, au niveau du rejet dans la Besbre, point nommé TBO 2.

4.2.4.1 TBO 1

- **Fraction soluble en ^{226}Ra**

Avant 2022

Les figures suivantes présentent l'évolution de la concentration en ^{226}Ra soluble au niveau de la station basse pour la période de 2013 à 2022 au droit des quatre anciens points de surveillance : PLUVIAL MCO ; SONDAGE ; DRAIN TBO et SURVERSE avant remplacement par TBO 1.

Globalement on observe au point PLUVIAL MCO une teneur en radium soluble inférieure à 0,1 Bq/L. Un seul pic observé en 2016 dépasse ce seuil. La teneur en ^{226}Ra insoluble est systématiquement nettement inférieure au ^{226}Ra soluble.

Au point SONDAGE, la teneur en ^{226}Ra soluble est inférieure à 1,8 Bq/L. Deux pics dépassant cette teneur sont observés en 2018 et 2020. La teneur en ^{226}Ra insoluble est systématiquement nettement inférieure au ^{226}Ra soluble.

Au point DRAIN TBO, la teneur est inférieure à 0,1 Bq/L. Deux pics en 2013 et 2018 dépassent cette teneur. La teneur du ^{226}Ra soluble est globalement inférieure voire similaire à la teneur en ^{226}Ra insoluble. Deux pics de ^{226}Ra insoluble dépassent nettement le ^{226}Ra soluble en 2019 et en 2021.

Enfin, pour le point SURVERSE la teneur en ^{226}Ra soluble est comprise entre 0,9 et 2,5 Bq/L. Un pic dépassant 2,5 Bq/L est observé en 2019. La teneur en ^{226}Ra insoluble est systématiquement nettement inférieure au ^{226}Ra soluble.

Le suivi des débits de chaque émissaire jusqu'en 2022, avait montré que la **surverse des travaux miniers souterrains représente plus de 95%** de l'ensemble des eaux transitant par le TB0.

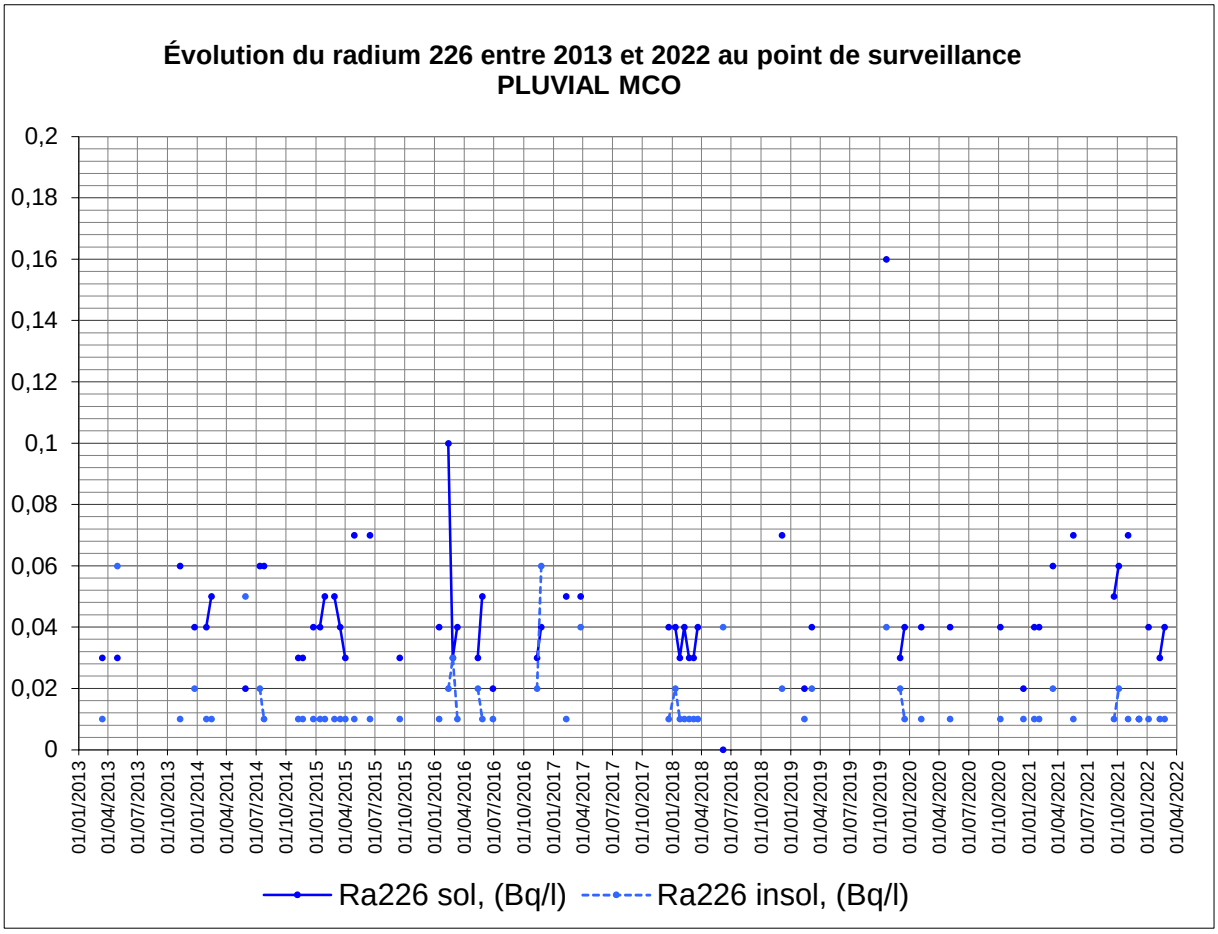


Figure 203 : Évolution du ^{226}Ra entre 2013 et 2022 au point de surveillance PLUVIAL MCO

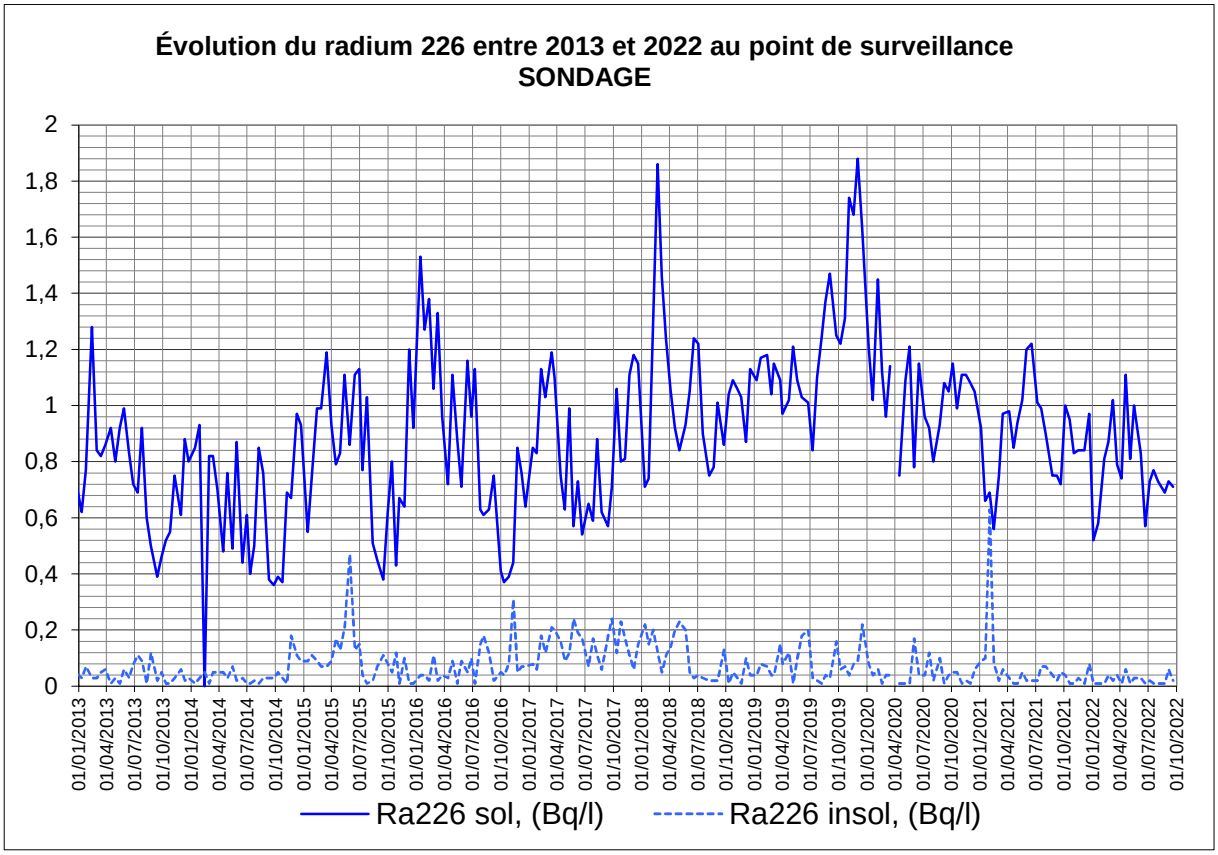


Figure 204 : Évolution du ^{226}Ra entre 2013 et 2022 au point de surveillance SONDAGE

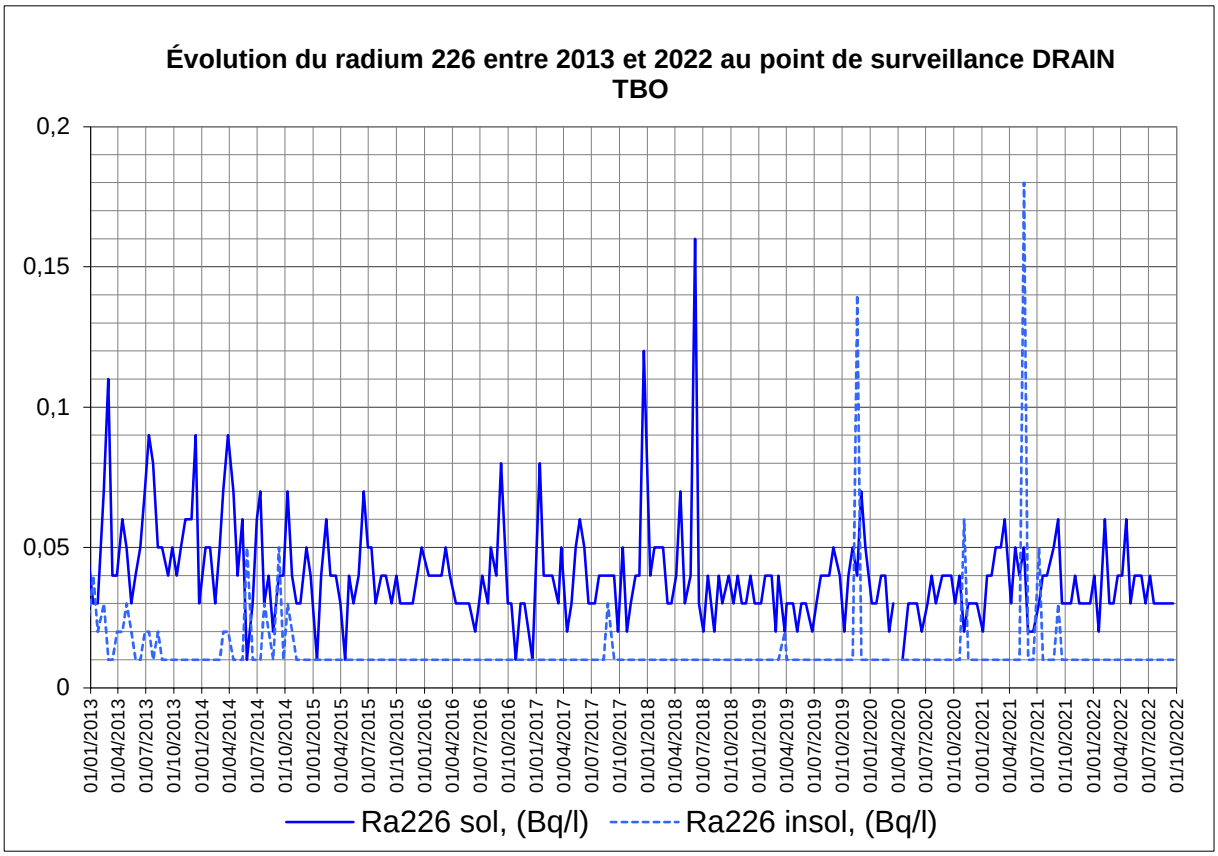


Figure 205 : Évolution du ^{226}Ra entre 2013 et 2022 au point de surveillance DRAIN TBO

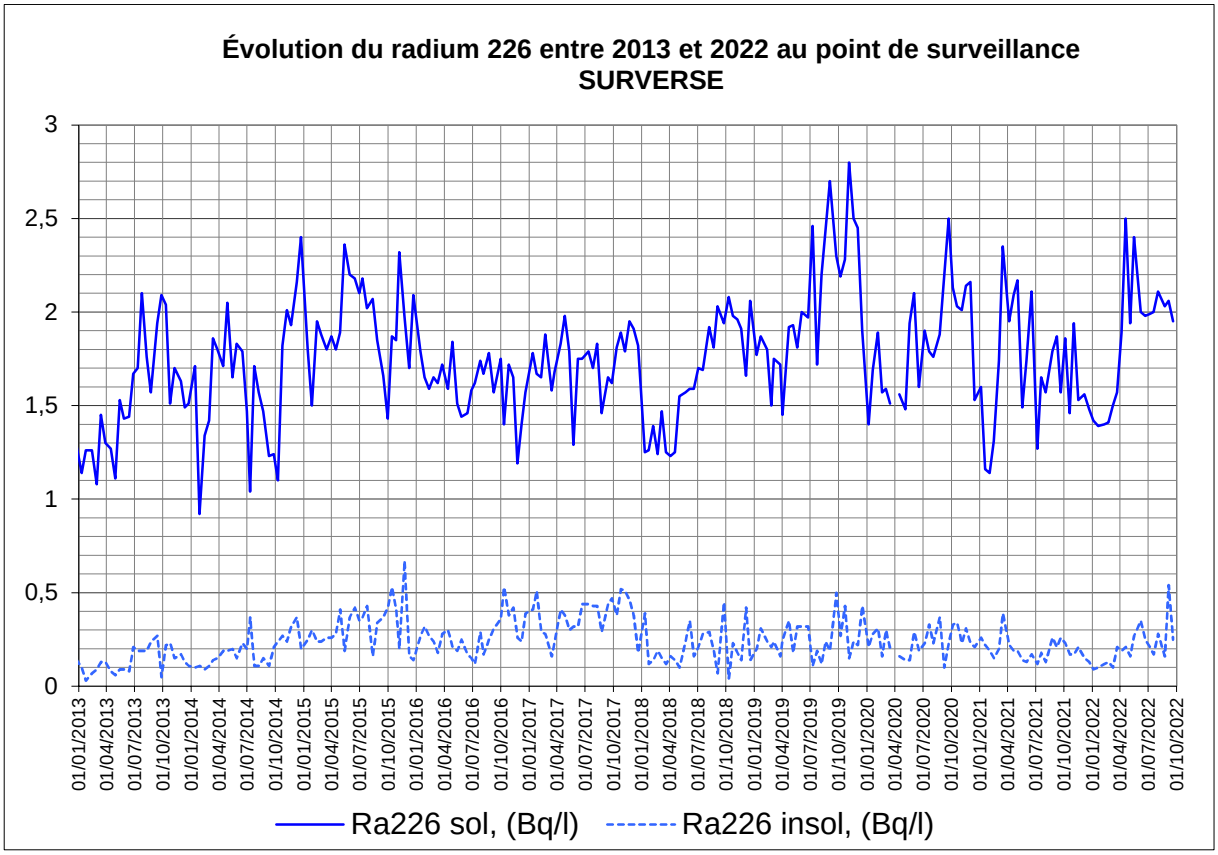


Figure 206 : Évolution du ^{226}Ra entre 2013 et 2022 au point de surveillance SURVERSE

Après 2022

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en ^{226}Ra soluble au niveau de la station basse, pour la période de 2022 à 2023. Les concentrations sont comprises entre 0,8 et 1,9 Bq/L.

Les eaux du TBO montre globalement une évolution sur 2022 en ligne avec les années précédentes.

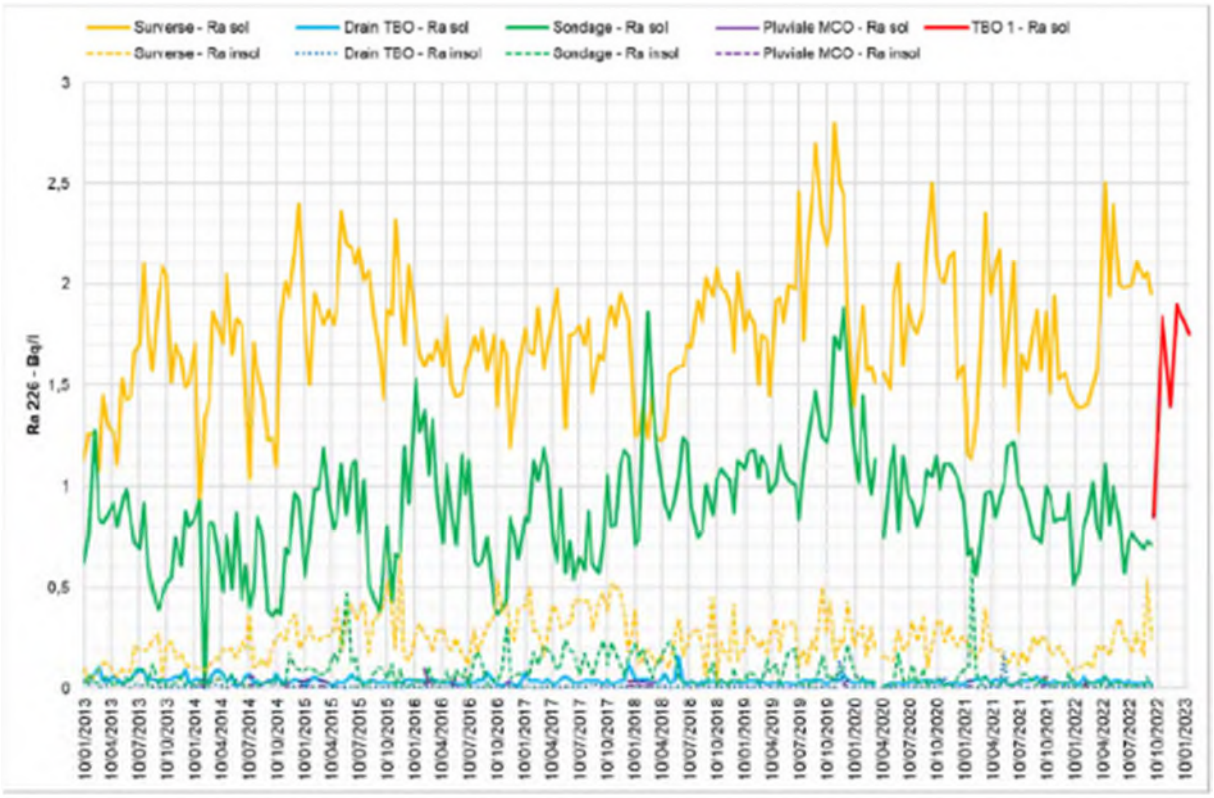
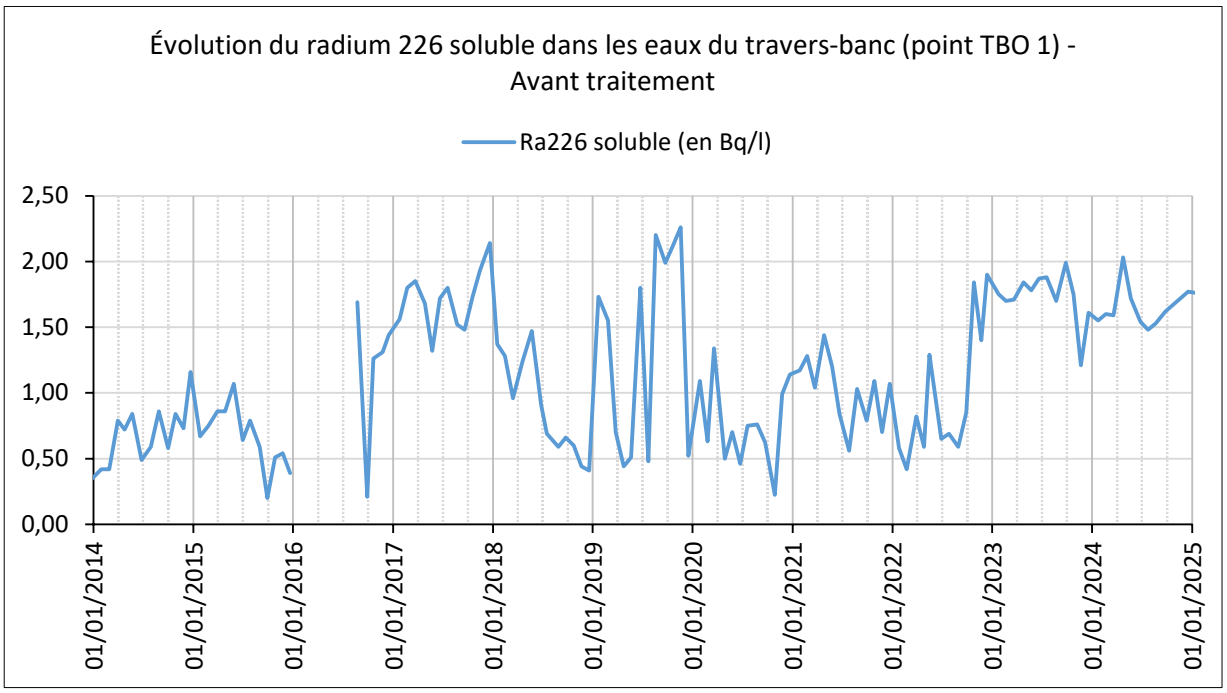


Figure 207 : Évolution des concentrations en ^{226}Ra entre 2013 et 2023 avec le suivi des 4 émissaires puis un seul (TBO) en 2022

Le bilan décennal dans le plan de surveillance d'ORANO 2025 établit le graphique ci-après. On y observe d'importants écarts entre les valeurs mesurées d'un mois à l'autre. Ces écarts s'expliquent par le mode de prélèvement associé à ces analyses : les prélèvements réalisés en continu sur 1 mois (prélèvement automatique à débit constant et en continu sur 1 mois) contribuent à « lisser » les courbes de résultats du fait d'une prise d'échantillon représentatif sur une période plus longue.

Avant 2016, les échantillons étaient effectués à l'aide d'un préleveur automatique. Cet appareil est tombé en panne début 2016, ce qui a entrainé l'absence de mesures au cours du 1er semestre 2016. Sur la période mi-2016 à avril 2020, une grande majorité des prélèvements a été réalisée en instantané en raison de pannes répétées sur le préleveur, ceci a eu pour effet d'augmenter les écarts valeurs hautes / valeurs basses. De mi-avril 2020 jusqu'en septembre 2022, les échantillons ont été de nouveau réalisés avec préleveur automatique. À partir d'octobre 2022, suite à la parution de l'arrêté préfectoral de surveillance de 2022, les prélèvements sont désormais exclusivement effectués en instantané.



**Les discontinuités de la courbe sont liées à l'absence de données aux dates considérées*

Figure 208 : Évolution de l'activité en Radium 226 soluble au droit de TBO 1, entre 2014 et 2024

- **Fraction soluble en U**

Avant 2022

Les figures suivantes présentent l'évolution de la concentration en U soluble au niveau de la station basse pour la période de 2013 à 2022 au droit des quatre anciens points de surveillance : PLUVIAL MCO ; SONDAGE ; DRAIN TBO et SURVERSE avant remplacement par TBO 1.

Globalement on observe au point PLUVIAL MCO des valeurs comprises entre 0,014 mg/L et 0,1 mg/L. Quelques dépassements de cette dernière valeur avant 2017 sont observés.

Au point SONDAGE, il est observé de grandes variations annuelles comprises entre 0,1 et 1,1 mg/L. Un pic a environ 1,5 mg/L est observé en juillet 2014.

Au point de surveillance DRAIN TBO, des variations annuelles sont également observées, elles sont comprises entre 0,2 et 0,7 mg/L.

Au point SURVERSE, les teneurs en uranium solubles sont comprises entre 0,05 et 0,15 mg/L. Deux pics dépassent ce seuil est atteignent 0,17 et 0,19 mg/L en février 2018 et mars 2021.

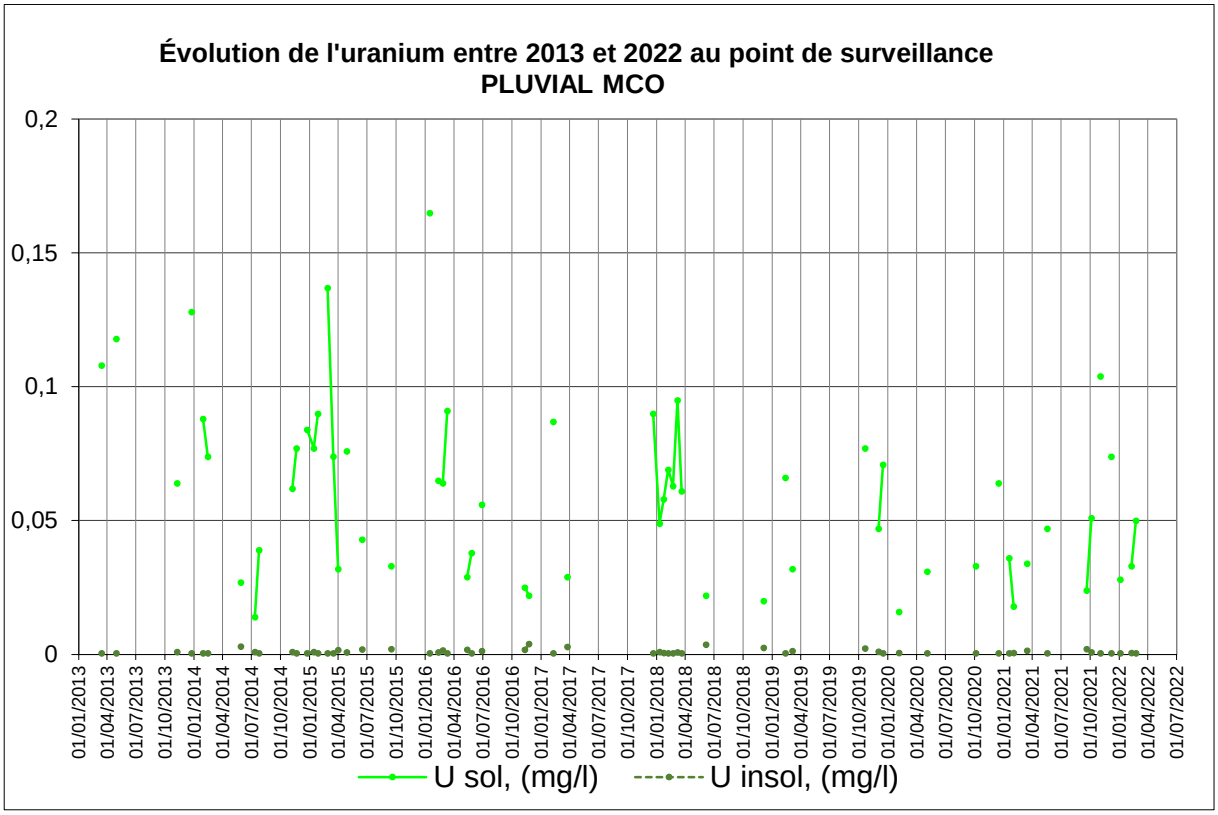


Figure 209 : Évolution de l'uranium entre 2013 et 2022 au point de surveillance PLUVIAL MCO

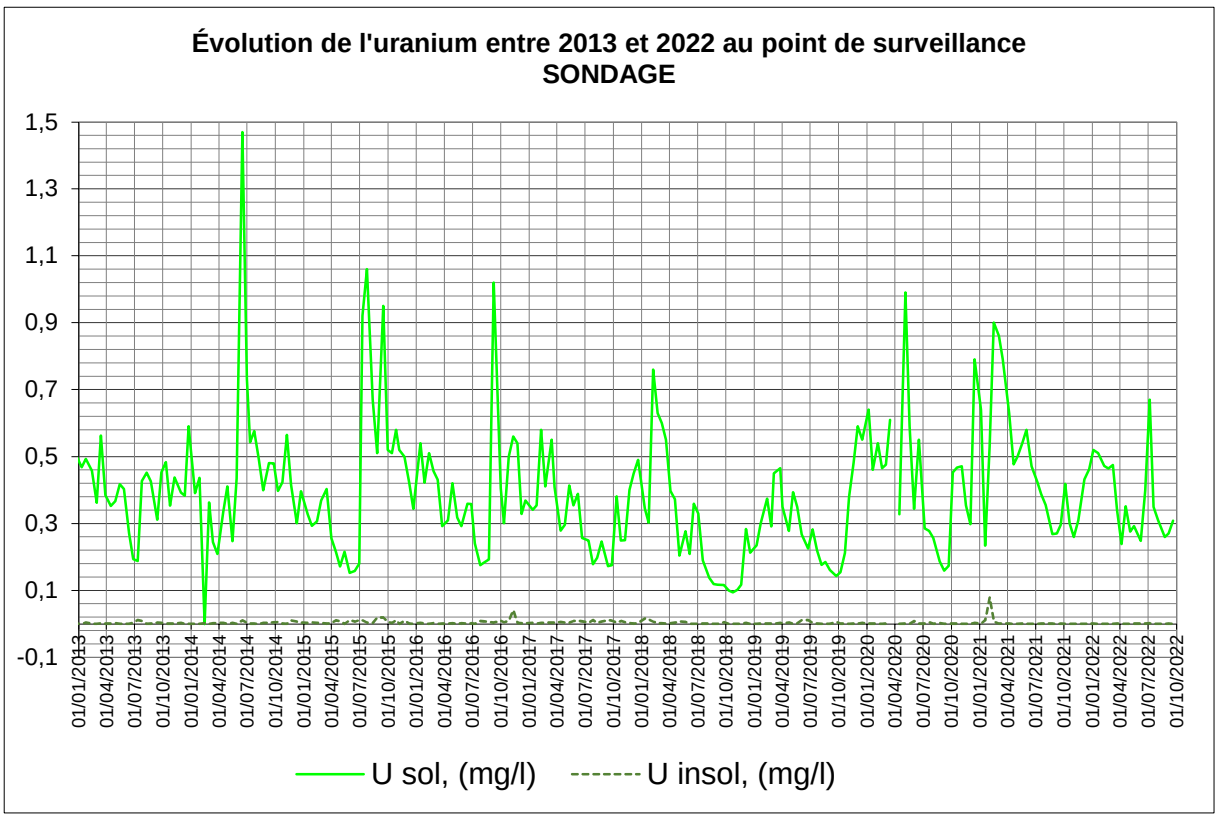


Figure 210 : Évolution de l'uranium entre 2013 et 2022 au point de surveillance SONDAGE

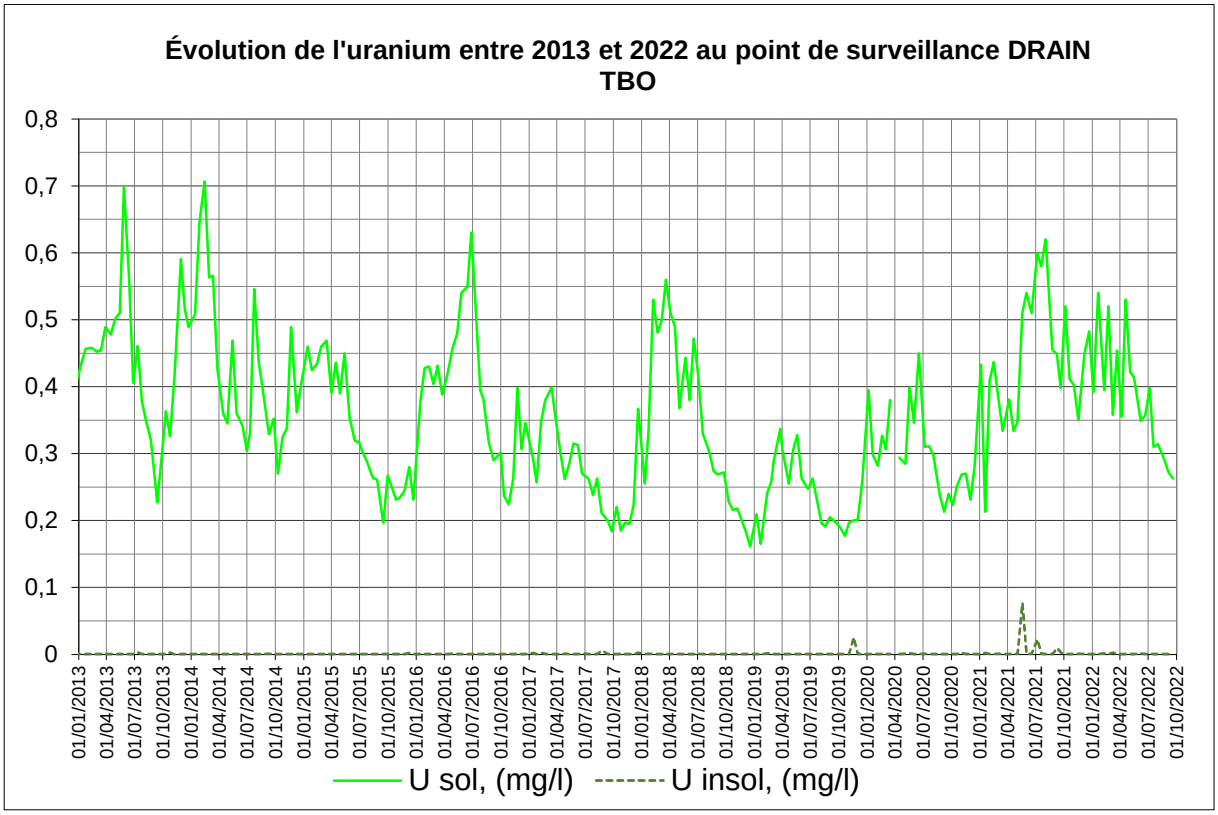


Figure 211 : Évolution de l'uranium entre 2013 et 2022 au point de surveillance DRAIN TBO

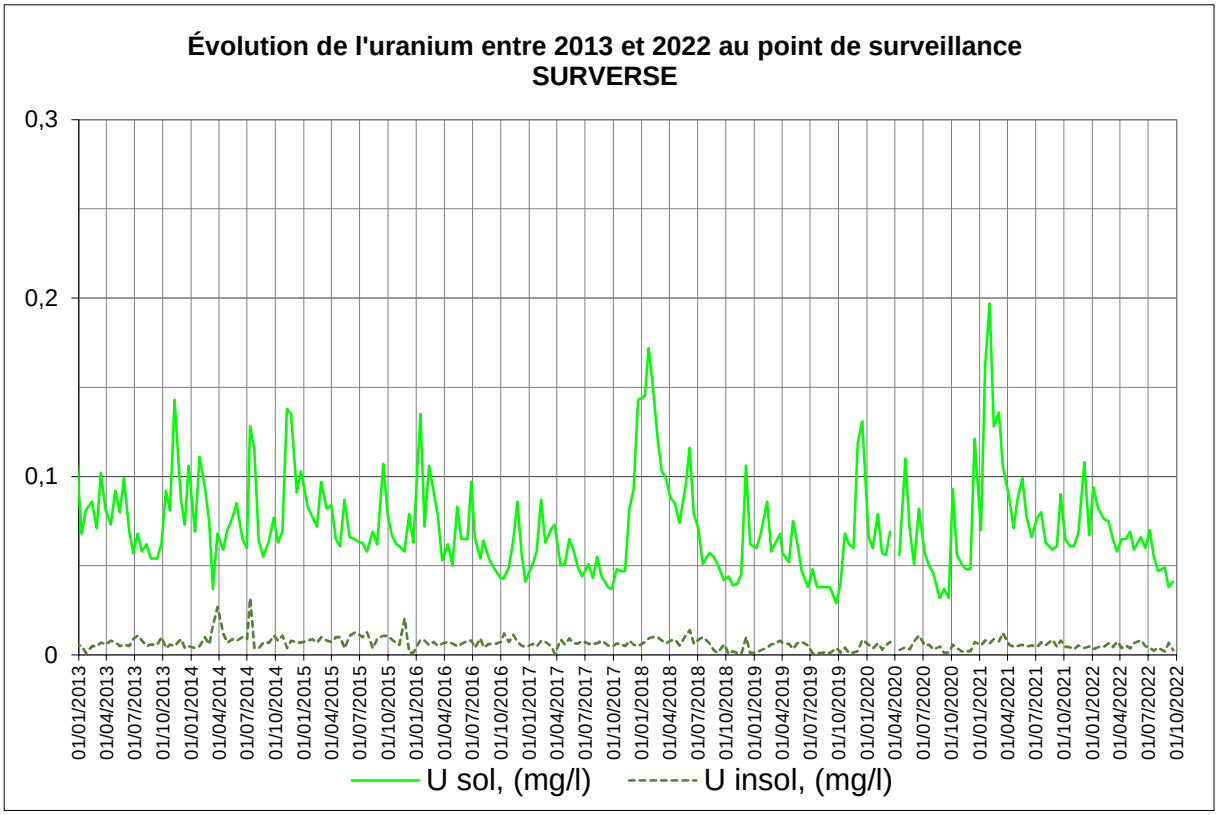


Figure 212 : Évolution de l'uranium entre 2013 et 2022 au point de surveillance SURVERSE

Après 2022

La figure suivante présente l'évolution de la concentration en uranium soluble au niveau de la station basse, pour la période de 2022 à 2023. La concentration est comprise entre 0,10 et 0,15 mg/L environ. Globalement, la concentration en U au droit de TBO 1 s'inscrit dans la continuité des concentrations relevées au droit du point SURVERSE avant 2022.

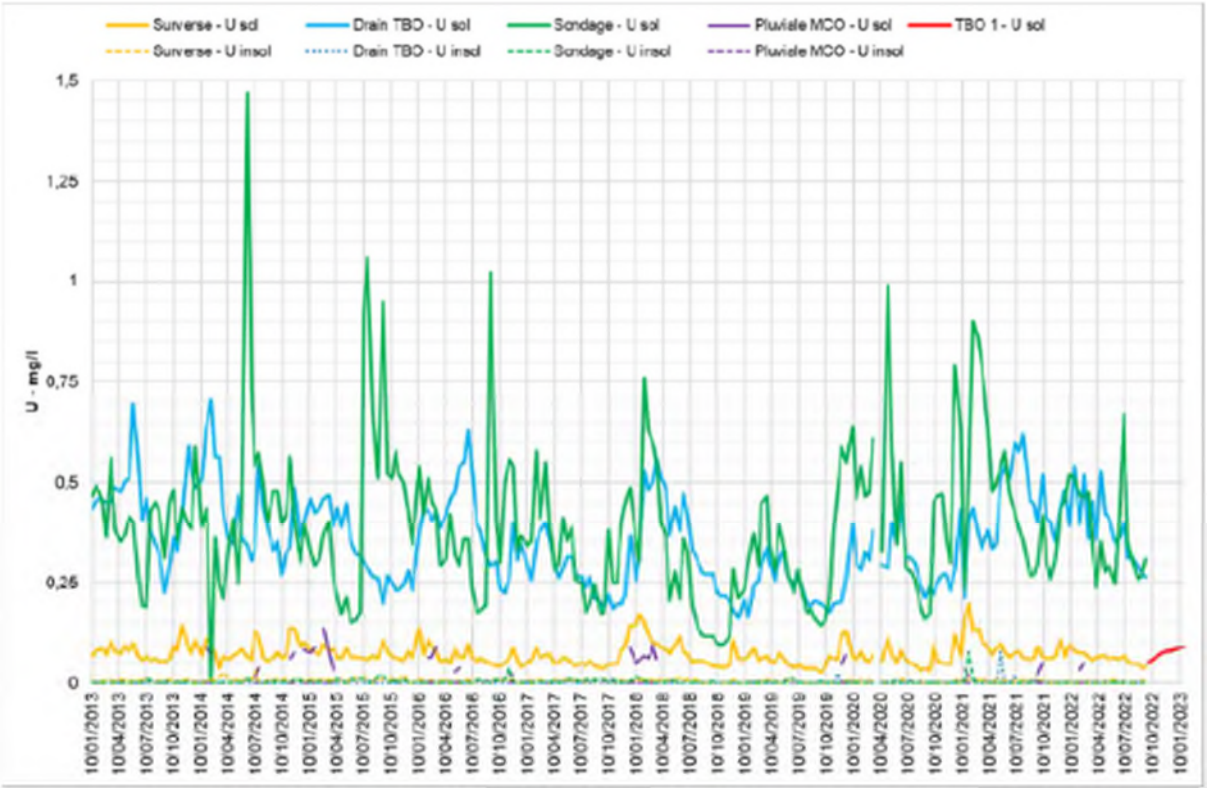


Figure 213 : Évolution des concentrations en 226Ra entre 2013 et 2023 avec le suivi des 4 émissaires puis un seul (TBO) en 2022

Le bilan décennal dans le plan de surveillance d'ORANO 2025 établit le graphique ci-après. Comme tel a été le cas pour ^{226}Ra, on y observe d'importants écarts entre les valeurs mesurées d'un mois à l'autre et l'interruption des mesures au cours du 1er semestre 2016.

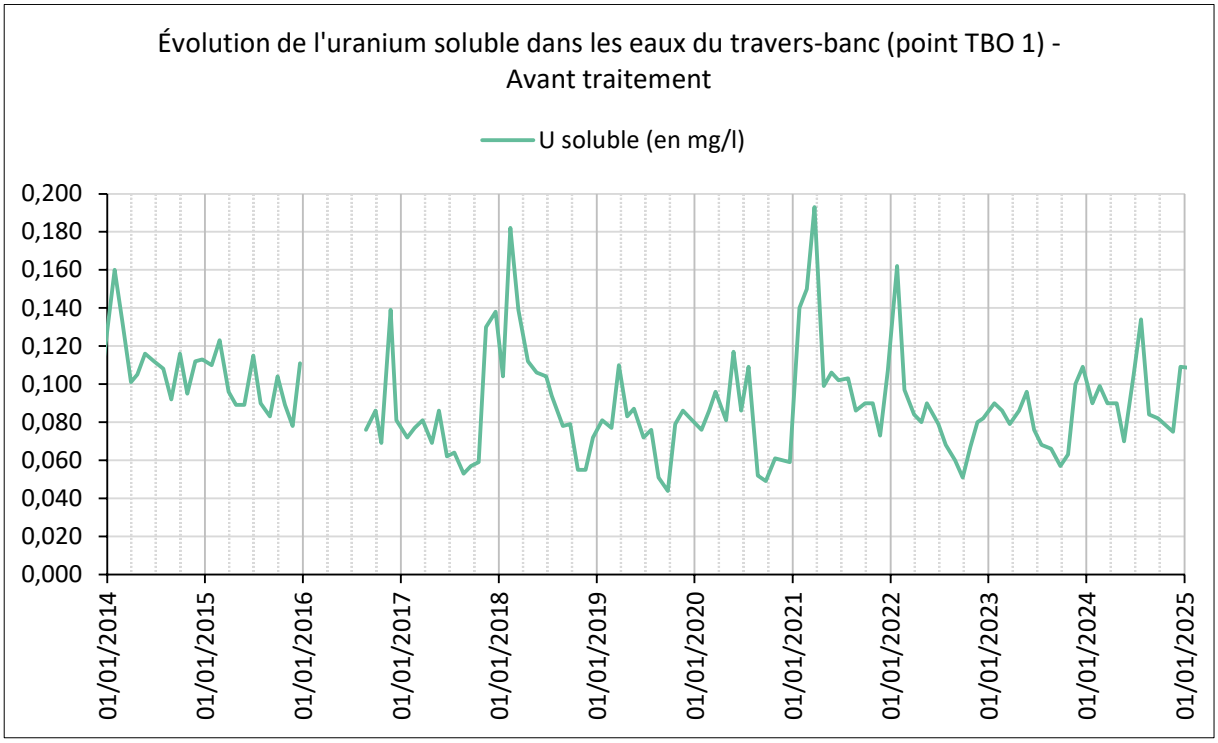


Figure 214 : Évolution de l'uranium soluble dans les eaux du travers-banc (point TBO 1) - Avant traitement

4.2.4.2 Drains de pied de digue du Grand Bassin (DRAINS 1 à 5 et DRAIN 6)

De la même manière que pour les eaux issues du TBO avant traitement, les analyses des eaux des drains en pied de digue du Grand Bassin étaient distinguées en 4 émissaires nommés DRD 1 ; DRD 4 ; DRD 5 et DRD 6. Depuis l'AP de 2022, les drains DRD 1 ; DRD 4 et DRD 5 sont regroupés en un seul prélèvement nommé DRAINS 1. Le Drain DRD 6 fait toujours l'objet d'un prélèvement trimestriel à part.

- **Fraction soluble en ^{226}Ra**

Le graphique suivant présente l'évolution de la concentration en Radium 226 soluble au niveau des drains en pied de digue du Grand Bassin, pour la période de 2014 à 2025. Mensuellement, on observe quelques légères variations des concentrations comprises entre 0,01 et 0,06 Bq/L environ. Un pic important est notamment observé en 2018 atteignant 0,38 Bq/L dans le drain 6 (DRD 6). Au niveau de ce drain, les moyennes annuelles sont données dans le tableau ci-après. Cette dernière s'établit globalement à 0,03 Bq/L.

Année	^{226}Ra soluble (en Bq/l) au droit de DRD 6
Moyenne 2008	0,05
Moyenne 2009	0,04
Moyenne 2010	0,04
Moyenne 2011	0,04
Moyenne 2012	0,04

Année	^{226}Ra soluble (en Bq/l) au droit de DRD 6
Moyenne 2013	0,03
Moyenne 2014	0,03
Moyenne 2015	0,02
Moyenne 2016	0,02
Moyenne 2017	0,05
Moyenne 2018	0,02
Moyenne 2019	0,02
Moyenne 2020	0,01
Moyenne 2021	0,03
Moyenne 2022	0,04
Moyenne 2023	0,04
Moyenne 2024	0,04

Concernant les drains 1 à 5, la moyenne annuelle est de 0,05 Bq/L. Mensuellement, quelques légères variations sont observées et corrèlent avec les variations observées au DRD 6.

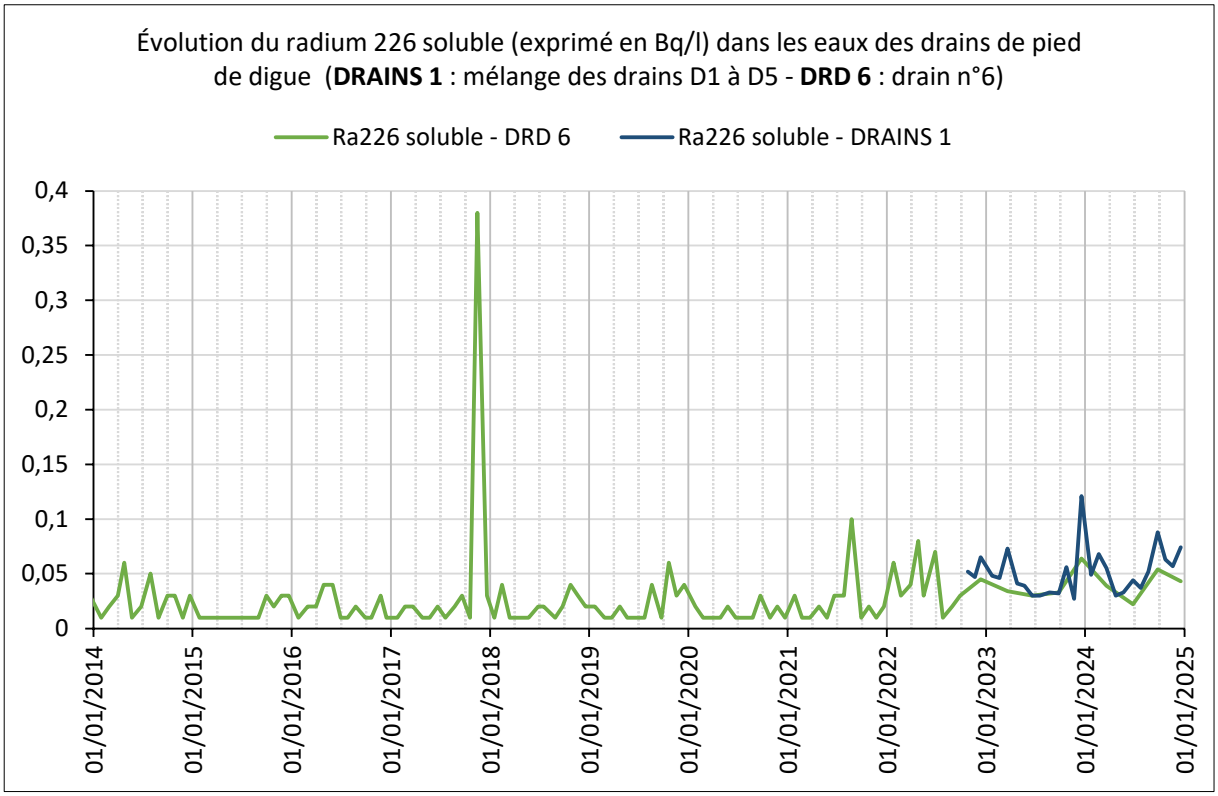


Figure 215 : Évolution du ^{226}Ra soluble dans les eaux des drains de pied de digue (DRAINS 1 et DRD 6 : drain n°6)

- **Fraction soluble en Uranium**

Le graphique suivant présente l'évolution de la concentration en uranium soluble au niveau des drains en pied de digue du Grand Bassin, pour la période de 2014 à 2025. Mensuellement, on observe quelques légères variations des concentrations comprises entre 0,026 et

0,161 mg/L environ. Un pic est observé en 2018 atteignant 0,205 mg/L dans le drain 6 (DRD 6) de la même manière qu'il a été observé pour le Ra226. Au niveau de ce drain, les moyennes annuelles sont données dans le tableau ci-après. Cette dernière s'établit globalement à 0,078 mg/L.

Année	U soluble (en mg/l) DRD6
Moyenne 2008	0,085
Moyenne 2009	0,076
Moyenne 2010	0,075
Moyenne 2011	0,089
Moyenne 2012	0,075
Moyenne 2013	0,077
Moyenne 2014	0,069
Moyenne 2015	0,081
Moyenne 2016	0,082
Moyenne 2017	0,082
Moyenne 2018	0,071
Moyenne 2019	0,085
Moyenne 2020	0,063
Moyenne 2021	0,078
Moyenne 2022	0,079
Moyenne 2023	0,079
Moyenne 2024	0,079

Concernant les drains 1 à 5, la moyenne annuelle est de 0,063 mg/L. Mensuellement, quelques légères variations sont observées et corrèlent avec les variations observées au DRD 6.

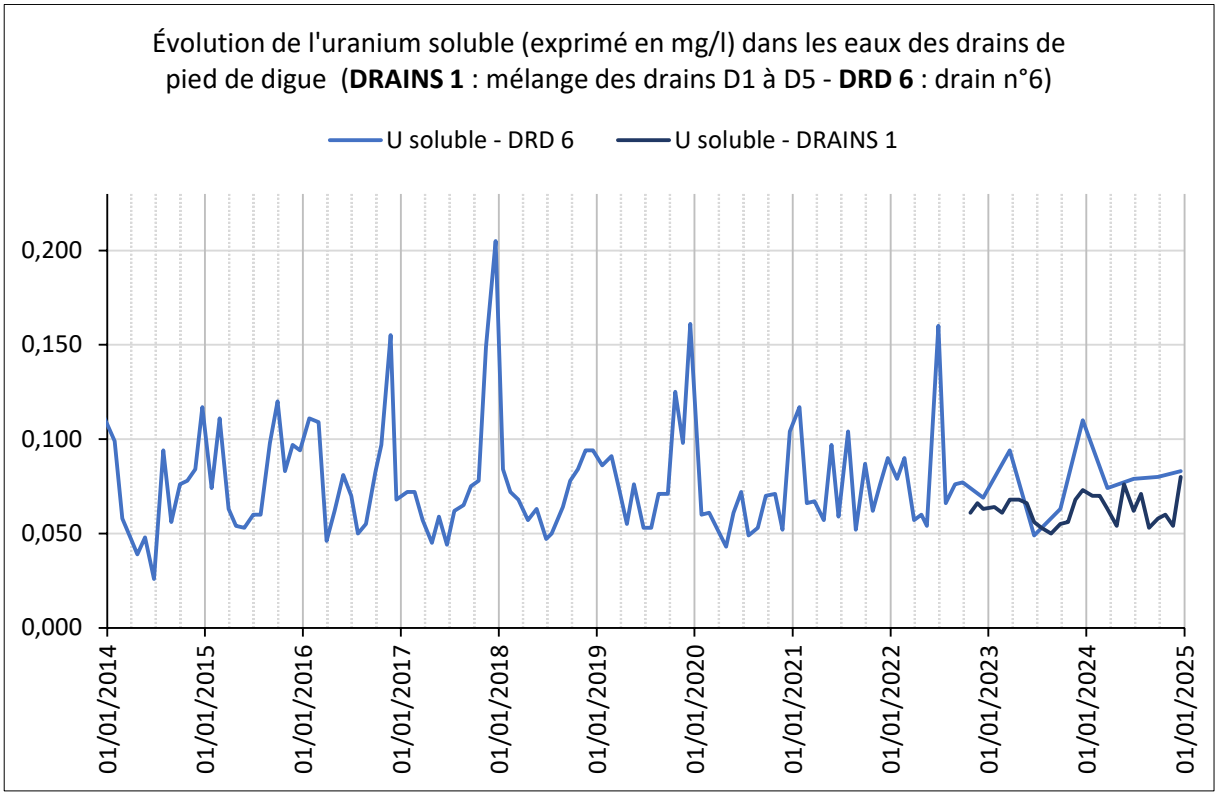


Figure 216 : Évolution de l'uranium soluble dans les eaux des drains de pied de digue (DRAINS 1 et DRD 6)

- **Détail des concentrations aux drains 1 ; 4 et 5 avant 2022**

Globalement, on observe que les résultats après 2022 sont dans la continuité des relevés avant 2022 et DRAINS 1 représente une moyenne de DRD1 ; DRD 4 et DRD 5. À titre d'exemple, le drain 5 présente un marquage plus net en uranium soluble mais contribue peu au débit et à la concentration totale.

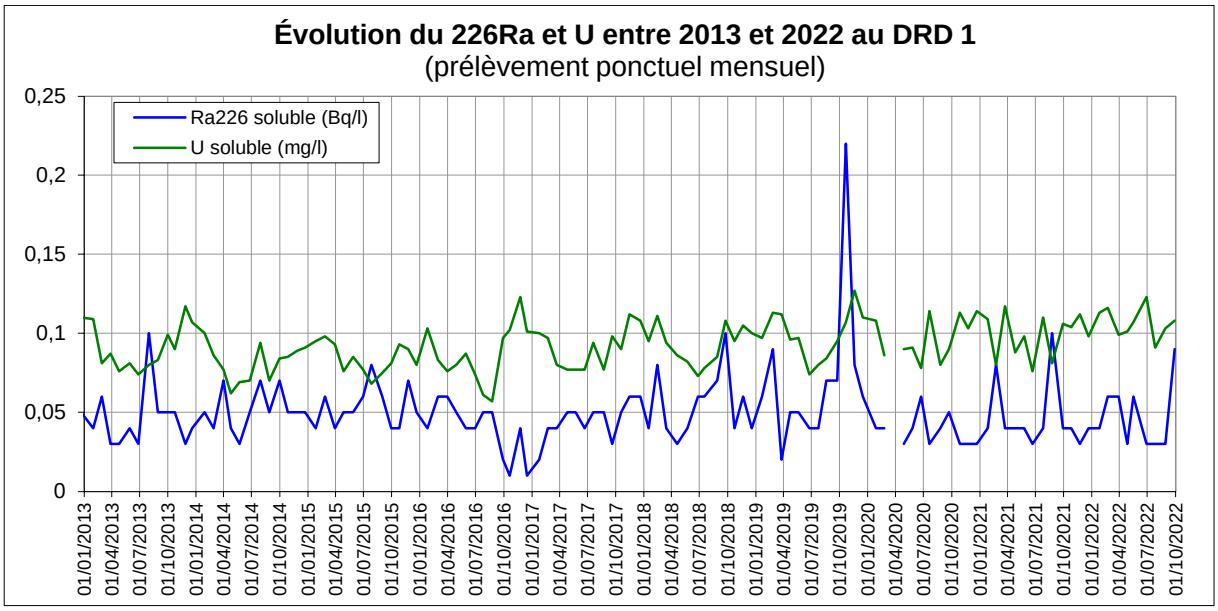


Figure 217 : Évolution du ^{226}Ra et U entre 2013 et 2022 au DRD 1

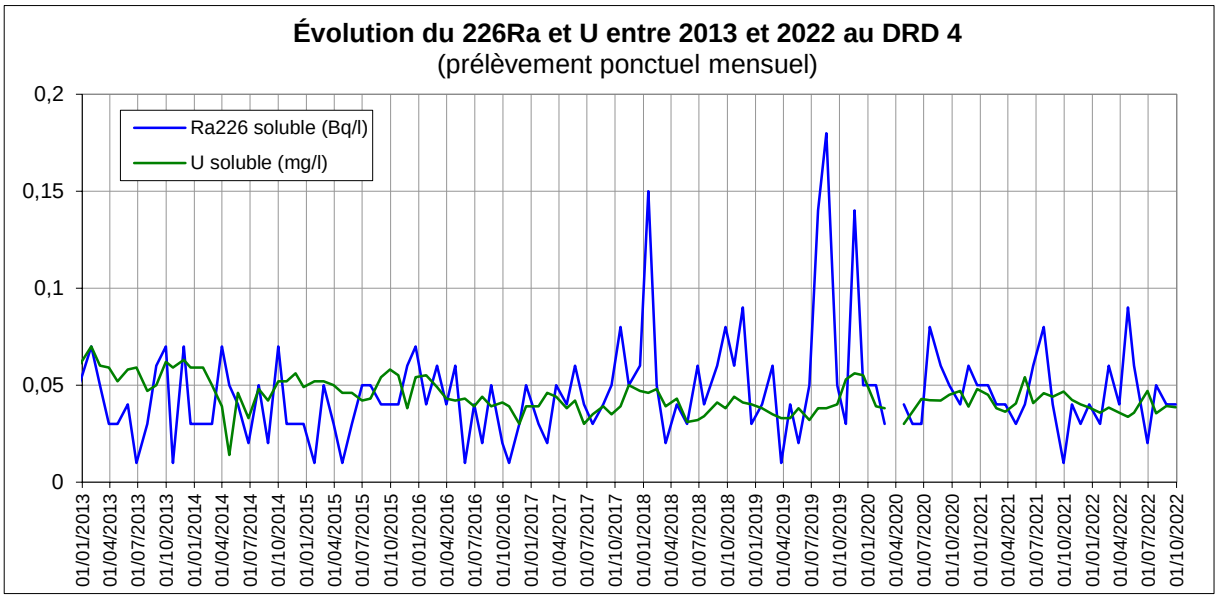


Figure 218 : Évolution du ^{226}Ra et U entre 2013 et 2022 au DRD 4

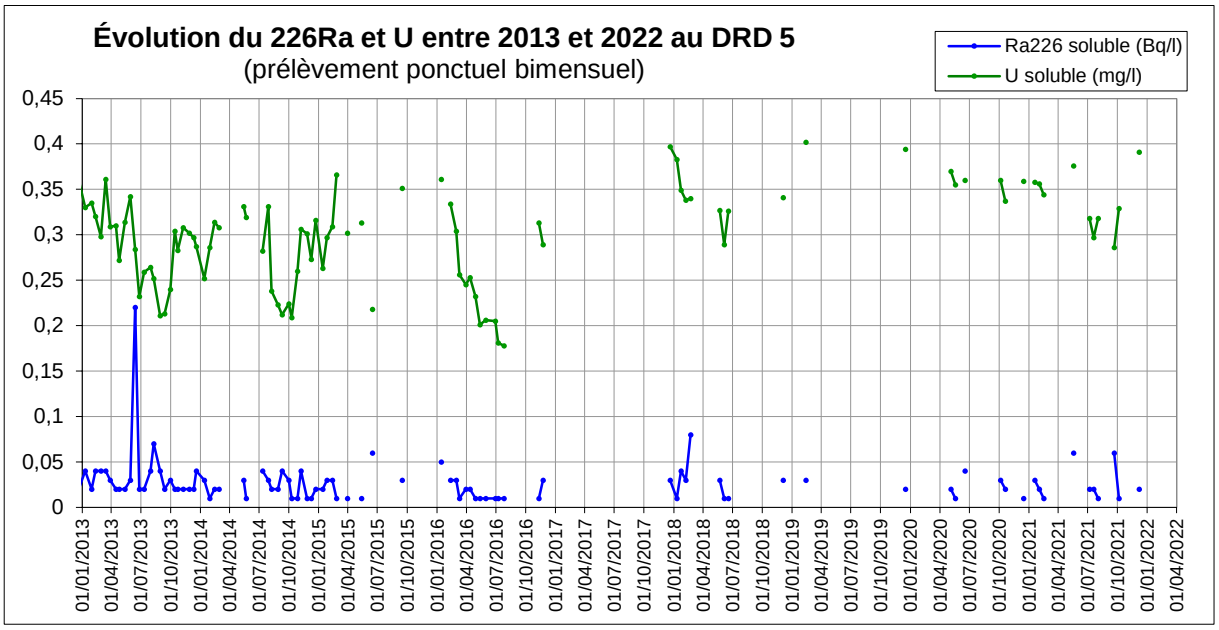


Figure 219 : Évolution du ^{226}Ra et U entre 2013 et 2022 au DRD 5

Pour une vision plus globale, les graphiques ci-dessous montrent la superposition de l'ensemble des relevés des drains avant et après l'AP de 2022 pour chacun des radioéléments. Ces graphiques témoignent de la finesse des résultats et que malgré les variations observées à chacun des drains individuellement, le DRAINS 1 aujourd'hui mesuré permet de moyenner les résultats.

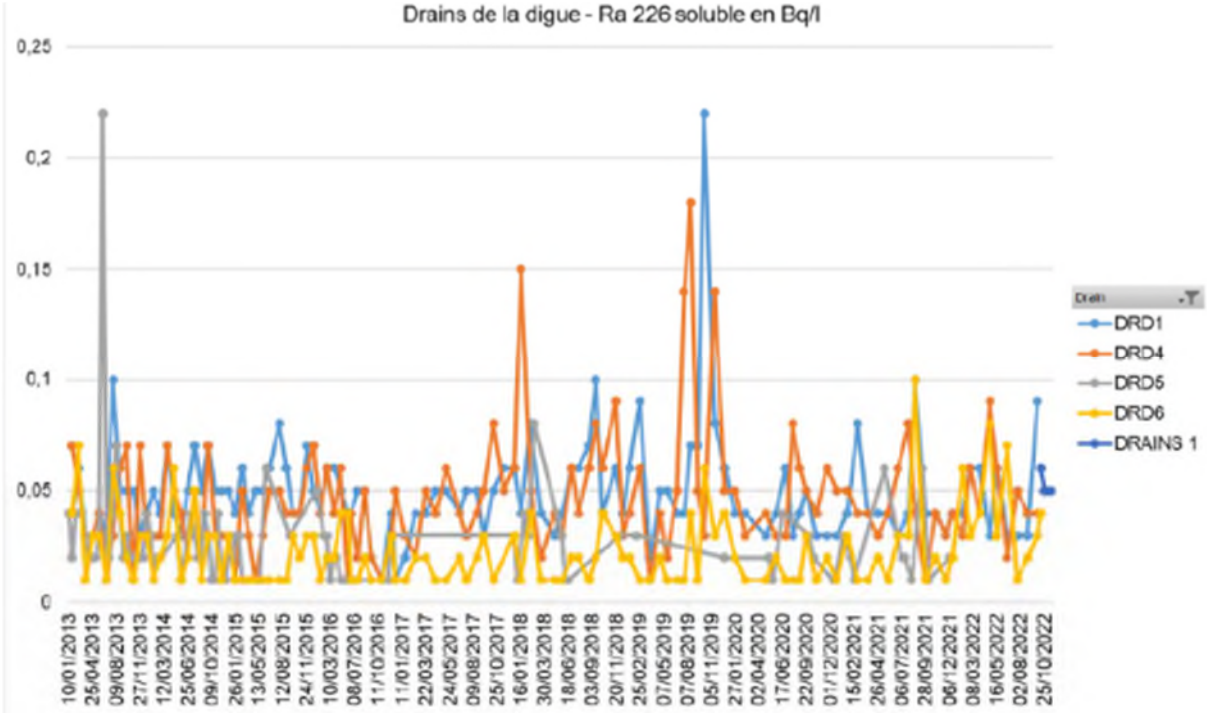


Figure 220 : Superposition de l'ensemble des relevés des drains avant et après l'AP de 2022 pour ^{226}Ra

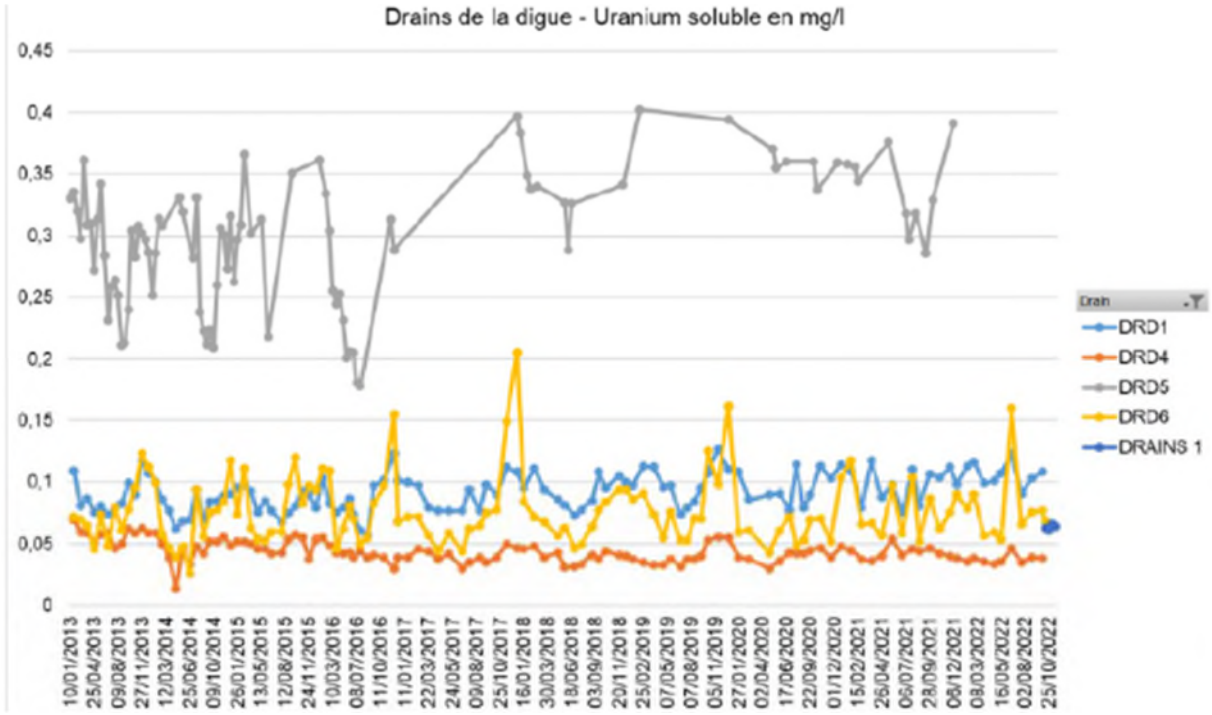
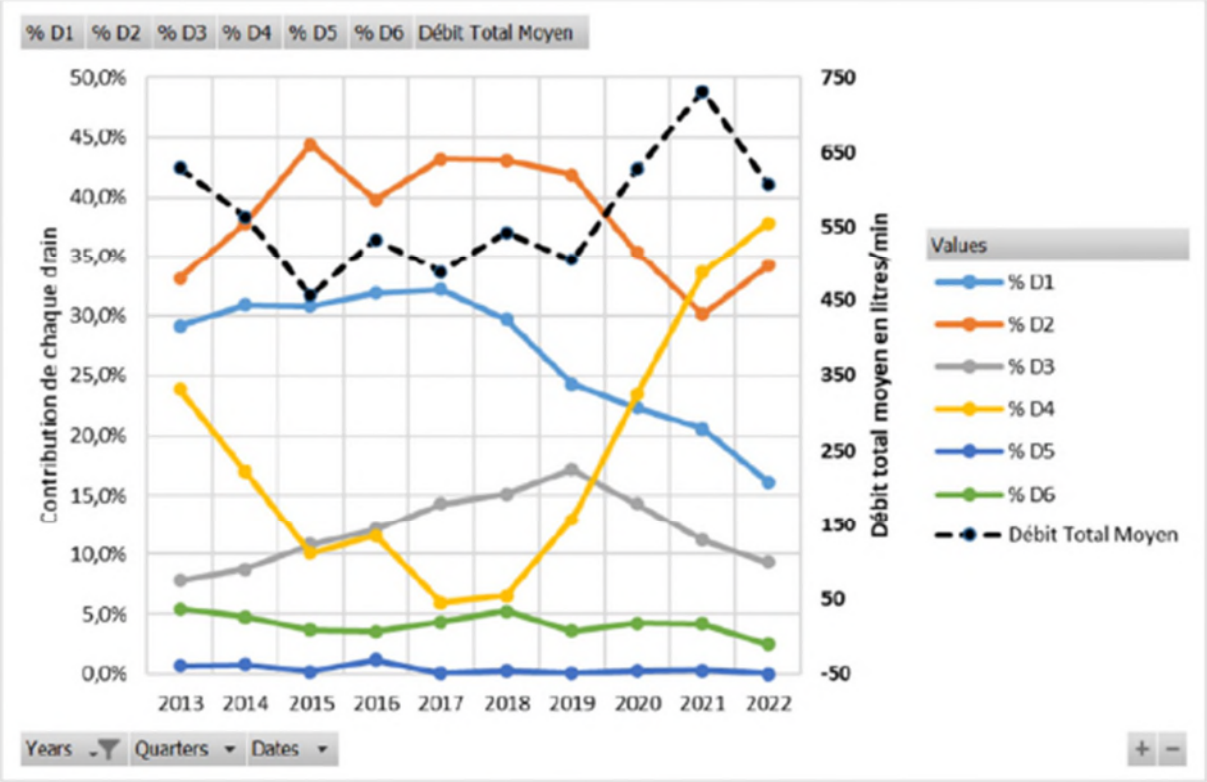


Figure 221 : Superposition de l'ensemble des relevés des drains avant et après l'AP de 2022 pour U

Apportons également une précision sur le débit des drains : le débit des drains 1 à 6 était mesuré individuellement toutes les deux semaines. Sur le graphique ci-dessous, on observe une diminution du débit global des drains en 2022. Les drains 4 et 2 sont les principaux contributeurs au débit global, avec une augmentation de leur contribution par rapport à 2021. Les drains 5 et 6 contribuent très peu (< 5%).



Nota : le débit total moyen des drains comprend l'ensemble des six drains même si seuls les drains 1 à 5 sont dirigés vers la station basse.

Figure 222 : Évolution individuelle des débits des drains de la digue entre 2013 et 2022 (Bilan des suivis environnementaux du site des BNL, 2022)

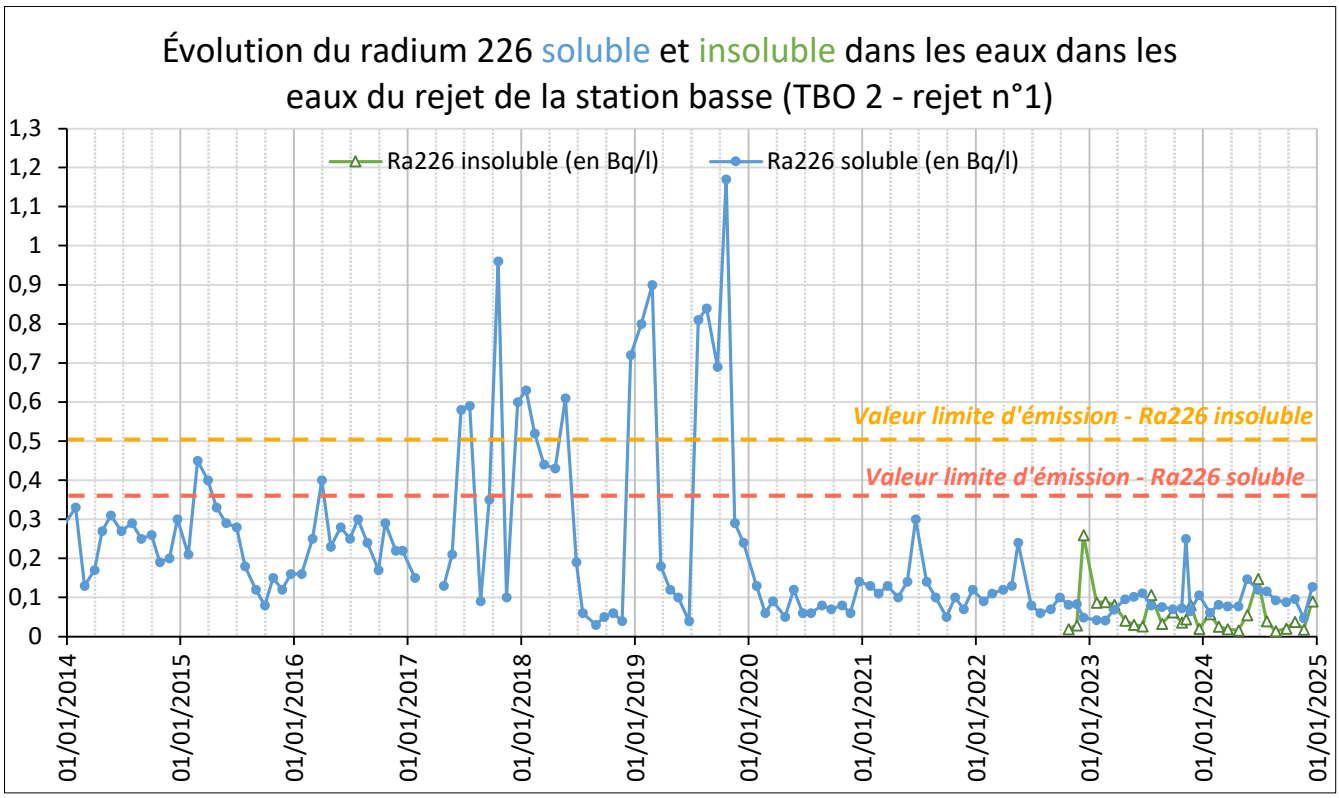
4.2.4.3 TBO 2

- **Fraction soluble et insoluble en Ra226**

Rappelons qu'au niveau de TBO 2, des valeurs réglementaires s'appliquent.

Entre 2014 et 2020, le rejet TBO 2 présente régulièrement des dépassements mensuels par rapport à la valeur limite de rejet annuelle en Ra226 soluble. À partir de l'année 2020 et des travaux sur la station, la concentration dans le rejet tend à se stabiliser et à ne plus dépasser la valeur limite. Ces concentrations sont corrélées avec les valeurs plus élevées observées au niveau de TBO 1. Globalement, la valeur limite de rejet fixée par l'arrêté préfectoral de 2022 de 0.37 Bq/L en moyenne annuelle est respectée bien que certains pics aient eu lieu.

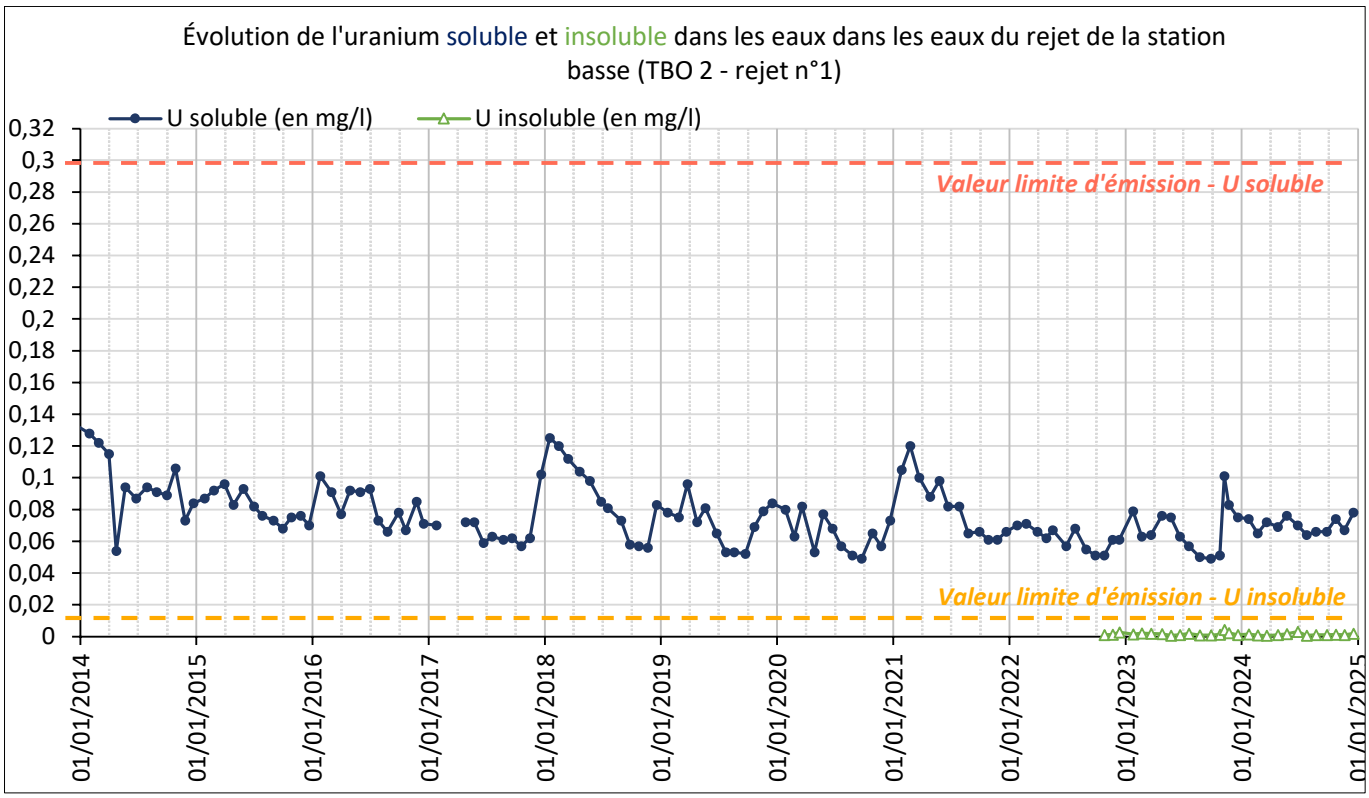
Concernant le ^{226}Ra insoluble, la concentration dans le rejet au droit de TBO 2 est toujours nettement inférieure à la valeur limite d'émission fixée à 0,5 Bq/L.



- **Fraction soluble en uranium**

Rappelons qu'au niveau de TBO 2, des valeurs réglementaires s'appliquent.

Aussi bien pour l'uranium soluble qu'insoluble, aucun dépassement des valeurs limites d'émission n'ont été observées depuis 2014. Les concentrations en uranium dans les rejets est globalement stable, aucun pic important n'est observé. La concentration en uranium soluble varie de 0,05 à 0,13 mg/L environ tandis que la concentration en uranium insoluble ne dépasse jamais les 0,01 mg/L.



4.2.5 Eaux du Grand Bassin et rejet dans la Besbre

Sources : note de synthèse de la campagne de caractérisation radiologique des eaux du Grand Bassin (BNL) de mars 2025 par ALGADE ; suivi pluriannuel des relevés sur site – ORANO Mining.

Annexes :

- *ALGADE – Note relative à l'estimation de l'impact radiologique des travaux de réaménagement du stockage de résidus miniers uranifères du site des Bois Noirs Limouzat (Forez), 20 mars 2025 ;*
- *ALGADE, note relative aux résultats des tests de décantation des résidus prélevés au fond du Grand Bassin du site de stockage de résidus miniers uranifères des BNL (AFOR 67-0 2a-28 05 25 V1-RA), 28 mai 2025*

Les eaux du Grand Bassin sont analysées avant traitement au point GB1. Afin de réguler le niveau de la retenue d'eau, ces eaux sont pompées puis traitées au niveau de la station Grand Bassin grâce à un traitement passif sur lit de zéolithe. Le rejet de cette station est contrôlé au point GBZ2.

4.2.5.1 Étude complémentaire pour caractériser les eaux du Grand Bassin

Afin de caractériser les eaux du Grand Bassin vis-à-vis de la teneur en Radon dans l'eau, une campagne de prélèvement d'échantillons d'eau (en trois points) et de résidus (en cinq points) a été réalisée par ALGADE le 11 février 2025.

Les prélèvements d'eau ont été réalisés à différentes profondeurs avec un kit préleveur vertical.



Figure 223 : Localisation des prélèvements effectués en février 2025 dans les eaux du Grand Bassin (ALGADE)

Les résultats d'analyse des échantillons d'eau sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Les activités volumiques de Radon 222 sont comprises entre 16,4 Bq.l^{-1} et 37 Bq.l^{-1}. Hormis le point P1 où une variabilité significative est observée, les autres points de prélèvement montrent une grande homogénéité (compte tenu des incertitudes de mesure) des résultats quelle que soit la profondeur du prélèvement avec des valeurs moyennes de l'ordre de 28,9 Bq.l^{-1} pour le point P2 et 33,1 Bq.l^{-1} pour le point P5. L'hétérogénéité des résultats du point P1 est due à des difficultés de prélèvement ayant vraisemblablement engendré un dégazage partiel du Radon lors de l'échantillonnage notamment aux profondeurs 3,5 m et 1,5 m.

Les activités volumiques de Radium 226 (total) sont comprises entre 1,2 Bq.l^{-1} et 1,7 Bq.l^{-1}. L'ensemble des résultats, quel que soit le point de prélèvement et quelle que soit la profondeur, montrent une grande homogénéité (compte tenu des incertitudes de mesure) des résultats avec des valeurs moyennes comprises entre 1,47 et 1,5 Bq.l^{-1}. Ces valeurs sont concordantes avec celles, représentatives de la même période climatique, des études précédentes (*Besançon et al. 2020 ; Note technique AREVA Mines SET-JS/EG 2014/1780 ; Rapport ORANO 2019 SUP*).

L'homogénéité des teneurs en Radium 226 constatée dans les eaux du Grand Bassin est en accord avec les conclusions de l'étude d'AREVA (*Note technique AREVA Mines SET-JS/EG 2014/1780*) dans laquelle les auteurs soulignent la constance des valeurs sur une dizaine

d'année et l'homogénéité des valeurs dans le bassin sans gradient de concentration (pas de gradient à l'approche des résidus).

En moyenne un facteur 20 est observé entre les teneurs en Radon 222 et celles en Radium 226. Ainsi, **seul 5% du Radon 222 détecté provient du Radium dissous dans l'eau**.

Point de prélèvement	Profondeur (m)	Activité volumique (Bq.l^{-1})	
		^{222}Rn	^{226}Ra
P1-1	5,5	23,79 ± 6,39	1,57 ± 0,18
P1-2	4,5	27,35 ± 5,75	1,45 ± 0,17
P1-3	3,5	18,2 ± 3,84	1,2 ± 0,14
P1-4	2,5	25,02 ± 5,26	1,47 ± 0,17
P1-5	1,5	16,36 ± 3.45	1,7 ± 0.2
P2-1	4,2	27,23 ± 6.25	1,41 ± 0.17
P2-2	3,2	28,6 ± 6.02	1,44 ± 0.17
P2-3	2,2	31,27 ± 6.58	1,5 ± 0.18
P2-4	1,1	28,31 ± 5.97	1,68 ± 0.2
P5-1	3	32,03 ± 6.75	1,55 ± 0.18
P5-2	2	37,19 ± 7.84	1,52 ± 0.18
P5-3	1	31,91 ± 6,72	1,41 ± 0,17
P5-4	surface	31,34 ± 8,41	1,4 ± 0,17

Figure 224 : résultats d'analyse des échantillons d'eau du Grand Bassin (ALGADE)

4.2.5.2 Fraction soluble en ^{226}Ra dans le Grand Bassin

- **Au point de prélèvement GB1 (avant traitement)**

Les concentrations en ^{226}Ra sont fluctuantes au droit de GB1.

Globalement, les variations de concentration sont dues à la pluviométrie. En effet, on observe que les concentrations en Radium 226 (ainsi qu'en Uranium, cf. ci-après) durant l'été affichent des valeurs plus élevées que le reste de l'année : la faible pluviométrie conduit à un niveau bas du bassin et ainsi à une concentration plus élevée en radioéléments. Ce constat s'est particulièrement avéré ces dernières années où la pluviométrie annuelle était faible.

La courbe de tendance du graphique ci-après indique que la concentration en Ra^{226} des eaux du Grand Bassin avant traitement tend à augmenter mais reste inférieure à 4 Bq/L.

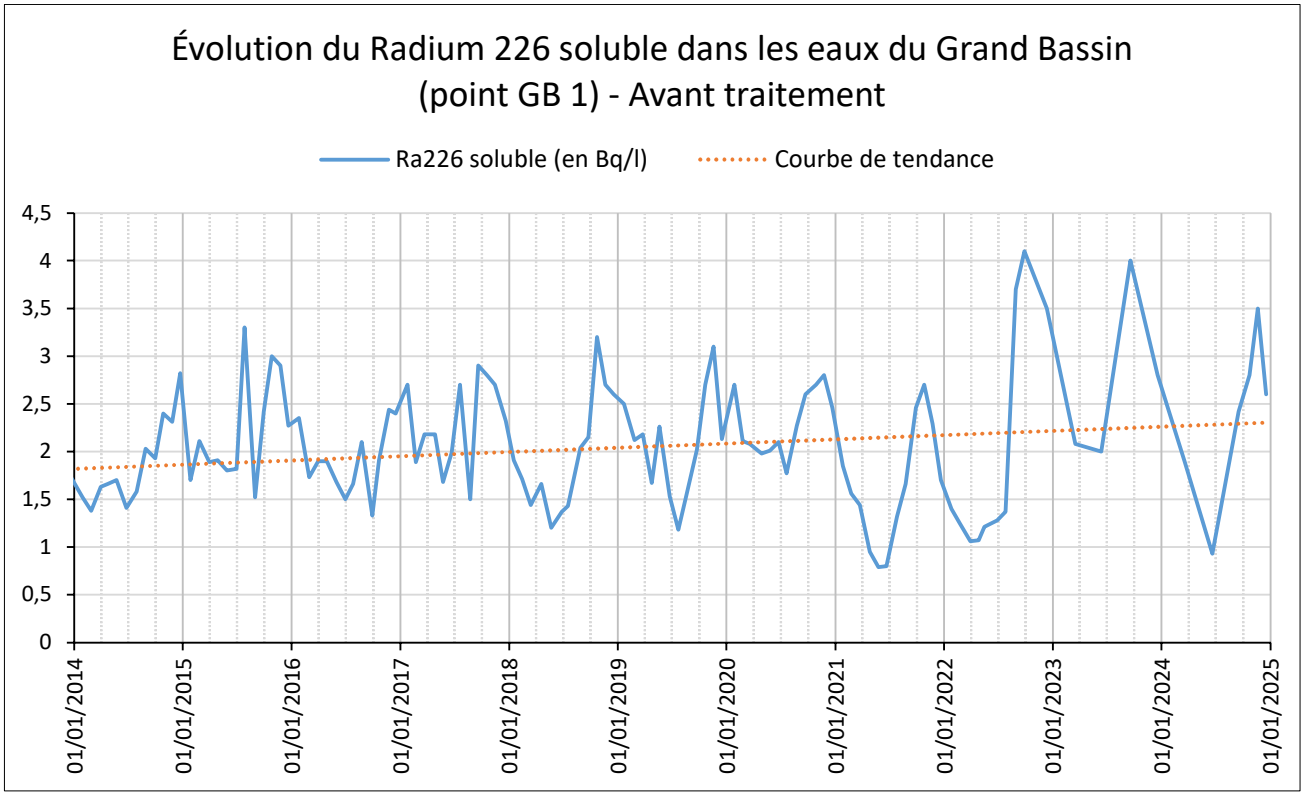


Figure 225 : Évolution du Radium 226 soluble dans les eaux du Grand Bassin (point GB 1) - Avant traitement

- **Au point de prélèvement GBZ2**

Le graphique suivant présente l'évolution de la concentration en radium soluble et insoluble au niveau de la station de traitement du bassin de zéolithes (GBZ2), pour la période de 2019 (année d'installation du bassin à zéolithes) à 2025.

Rappelons que la station à zéolithes ne fonctionne que lorsque les eaux du Grand Bassin sont hautes et doivent être traitées, le rejet GBZ2 n'est pas continu. Ainsi, aucun traitement n'est réalisé durant certaines périodes de l'année.

La concentration annuelle moyenne sur la période 2019 – 2025 dans les rejets après traitement des eaux par le bassin de zéolithes est de 0,07 Bq/L pour le ^{226}Ra soluble et de 0,18 pour le ^{226}Ra insoluble.

Le bilan 2023 de surveillance environnementale du site des Bois Noirs Limouzat indique que l'activité en Radium 226 soluble a augmenté sur les analyses du GBZ2 sur la fin d'année 2023 et des mesures ont été mises en œuvre début 2024 pour améliorer la qualité du rejet, à savoir :

- réduction des débits de traitement pour permettre un temps de séjour plus long entre l'eau du Grand Bassin à traiter et le massif de zéolithe – cette mesure n'a eu que peu d'effet sur les activités en radium 226,
- détassage/brassage à la mini-pelle du massif de zéolithe, permettant d'homogénéiser le lit filtrant – cette mesure s'est avérée efficace. Ainsi, des détassages préventifs seront mis en œuvre au minimum 2 fois par an.



Changement zéolithes le 15/10/2024 (CSS 2024)



Détassage/brassage à la mini-pelle du massif de zéolithe avant (à gauche) et après (à droite) (CSS 2024)

Année	Ra226 soluble (en Bq/l)	Ra226 insoluble (en Bq/l)
Moyenne 2019	0,03	0,33
Moyenne 2020	0,02	0,09
Moyenne 2021	0,01	0,04
Moyenne 2022	0,02	0,14
Moyenne 2023	0,09	0,13
Moyenne 2024	0,21	0,39
Moyenne	**0,07**	**0,18**

Tableau 101 : Récapitulatif des concentrations moyennes en ^{226}Ra soluble et insoluble depuis 2019 dans le rejet après traitement des eaux par la station de zéolithes (ORANO Mining)

Des dépassements de la valeur limite d'émission en moyenne mensuelle en Radium 226 soluble, et très ponctuellement, en Radium 226 insoluble, ont été observés en 2024. Ces dépassements ont fait l'objet de rapports d'incidents de la part d'Orano Mining et ont conduit à un nouveau changement de zéolithe le 15 octobre 2024. Une demande de modification temporaire de la valeur limite d'émission en Radium 226 soluble de la station Grand Bassin, d'une activité de 0,2 Bq/L à 0,37 Bq/L en moyenne mensuelle pour une durée d'un an, a été soumise le 27 février 2025. Aucune réponse officielle n'a été reçue à date.

L'hypothèse sur la cause des dépassements ponctuels est celle d'une dégradation de la qualité et de la granulométrie de la zéolithe mise en œuvre. Orano Mining est en cours d'études afin de sécuriser un approvisionnement adéquat pour l'exploitation de la station et en vue du projet de réaménagement.

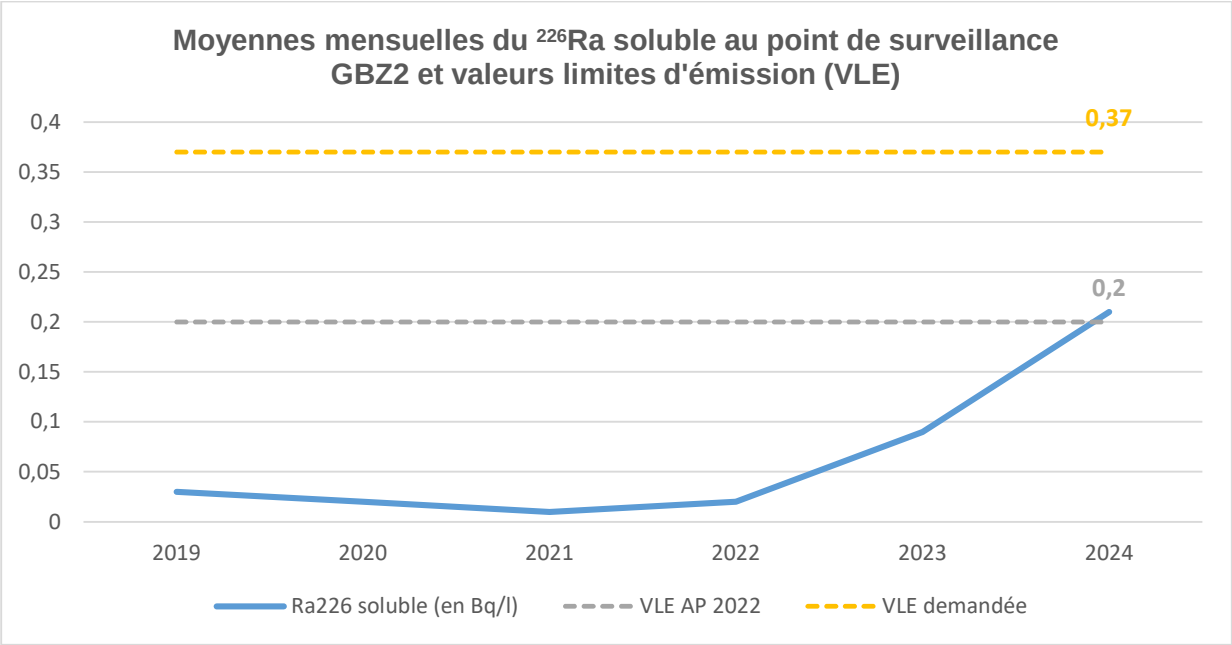


Figure 226 : Moyennes mensuelles du ^{226}Ra soluble au point de surveillance GBZ2 et valeurs limites d'émission (VLE)

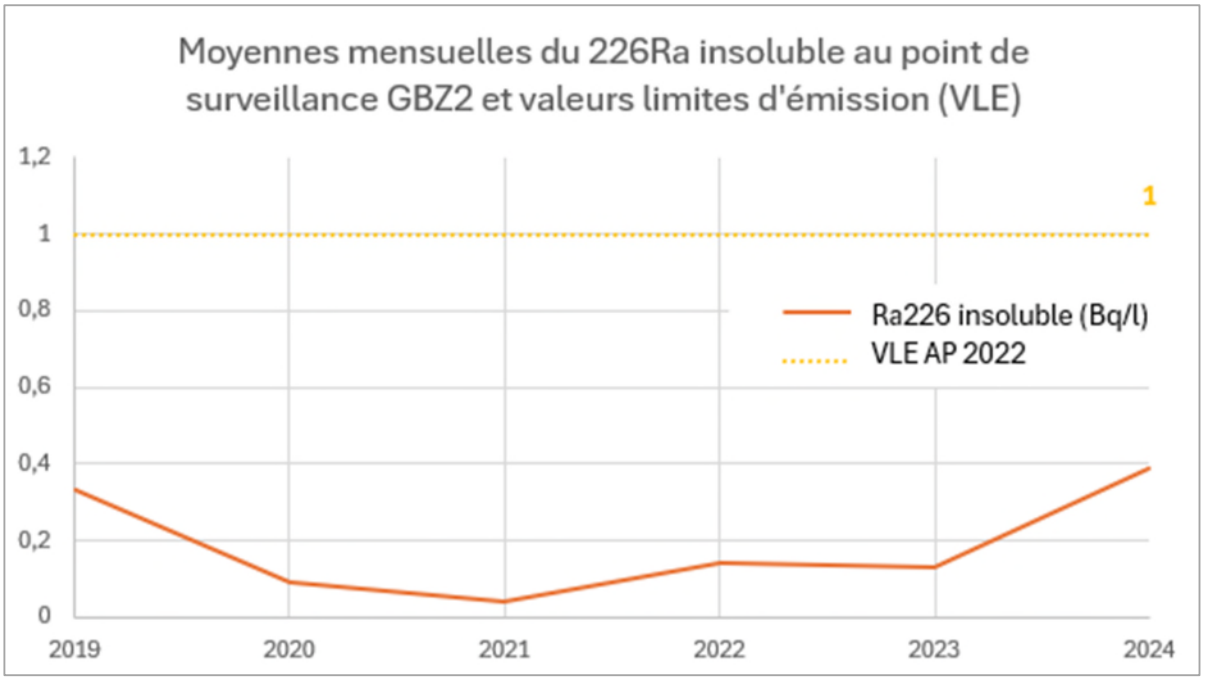


Figure 227 : Moyennes mensuelles du ^{226}Ra insoluble au point de surveillance GBZ2 et valeurs limites d'émission (VLE)

- **Au point de prélèvement GB2**

Pour rappel, GB2 est un point de prélèvement dans l'évacuateur de crue avant rejet dans la Besbre, correspondant aux arrivées rive gauche et au rejet après traitement zéolithes.

La figure suivante présente l'évolution des teneurs en Radium 226 soluble en moyenne annuelle au niveau du point GB2, pour la période de 2014 à 2025. On observe des variations

de la concentration importantes entre 2014 et 2019. Entre 2019 et 2025, les variations sont moins importantes et tendent à ne pas dépasser 0,1 Bq/L hormis à la fin de l'année 2024 où un pic important est observé dépassant de peu 0,5 Bq/L qui est corrélé au dépassement au rejet de la station Grand Bassin.

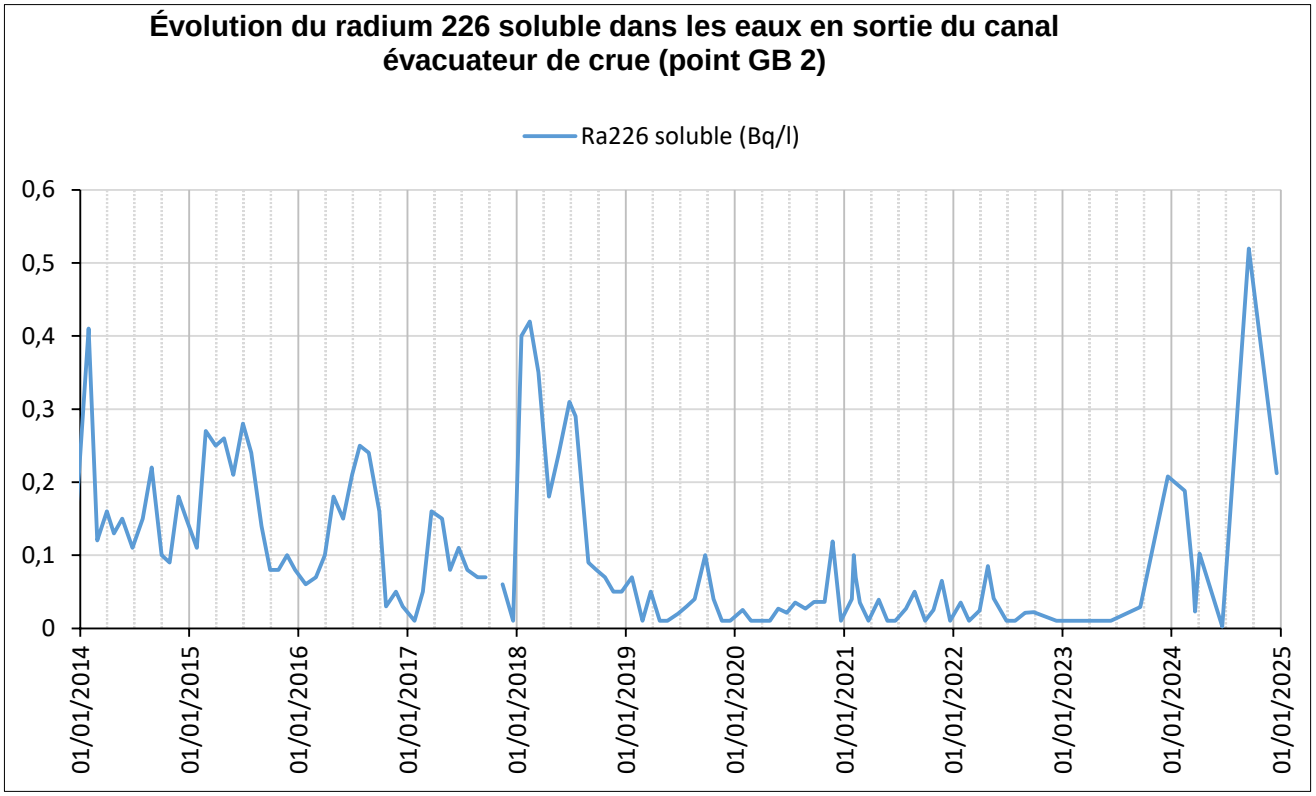


Figure 228 : Évolution du Radium 226 soluble dans les eaux en sortie du canal évacuateur de crue (point GB 2)

4.2.5.3 Fraction soluble en U

- **Au point de prélèvement GB1**

Comme tel est le cas pour la concentration en ^{226}Ra des eaux du Grand Bassin, la concentration en U de ces eaux est liée à la pluviométrie : les eaux sont plus chargées en radioéléments durant l'été car la faible pluviométrie conduit à un niveau bas du bassin.

Le graphique ci-après retrace le suivi des concentrations en U entre 2014 et 2025. On constate toujours des variations saisonnières importantes. Elles sont comprises entre 0,015 et 0,07 mg/L au droit de GB1.

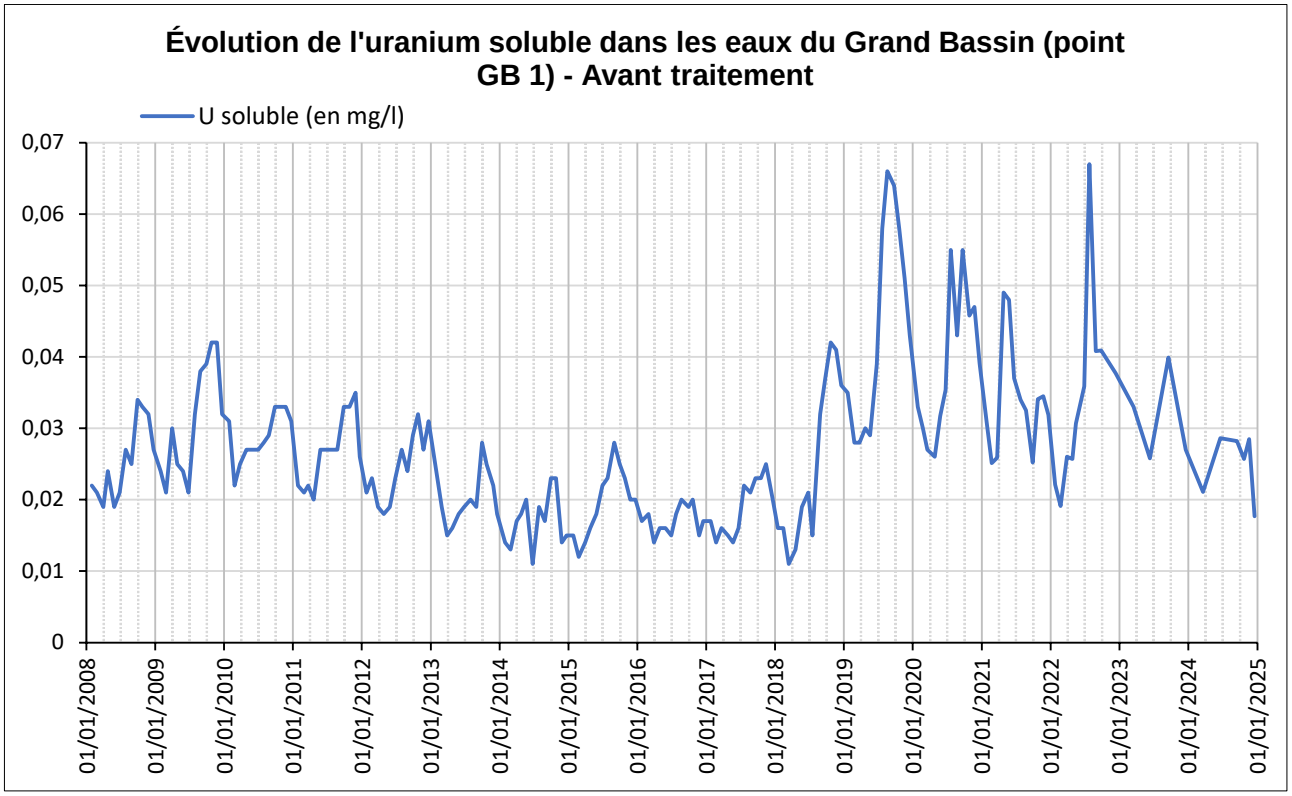


Figure 229 : Évolution de l'uranium soluble dans les eaux du Grand Bassin (point GB 1) - Avant traitement

- **Au point de prélèvement GBZ2**

Le graphique suivant présente l'évolution de la concentration en uranium soluble et insoluble au niveau de la station de traitement du bassin de zéolithes (GBZ2), pour la période de 2019 (année d'installation du bassin à zéolithes) à 2025.

Rappelons que la station à zéolithes ne fonctionne que lorsque les eaux du Grand Bassin sont hautes et doivent être traitées, le rejet GBZ2 n'est pas continu. Ainsi, aucun traitement n'est réalisé durant certaines périodes de l'année.

La concentration annuelle moyenne dans les rejets après traitement des eaux par le bassin de zéolithes est de 0,024 mg/L pour l'uranium soluble et de 0,002 mg/L pour l'uranium insoluble.

Année	U soluble (en mg/l)	U insoluble (en mg/l)
Moyenne 2019	0,027	0,002
Moyenne 2020	0,030	0,002
Moyenne 2021	0,027	0,002
Moyenne 2022	0,019	0,002
Moyenne 2023	0,022	0,002
Moyenne 2024	0,020	0,003
Moyenne	**0,024**	**0,002**

Tableau 102 : Récapitulatif des concentrations moyennes en U soluble et insoluble depuis 2019 dans le rejet après traitement des eaux par la station de zéolithes (ORANO Mining)

Depuis 2019, on ne constate aucun dépassement des valeurs limites d'émissions ni pour l'uranium soluble ni pour l'uranium insoluble. Quelques variations mensuelles sont observées mais les concentrations restent globalement stables.

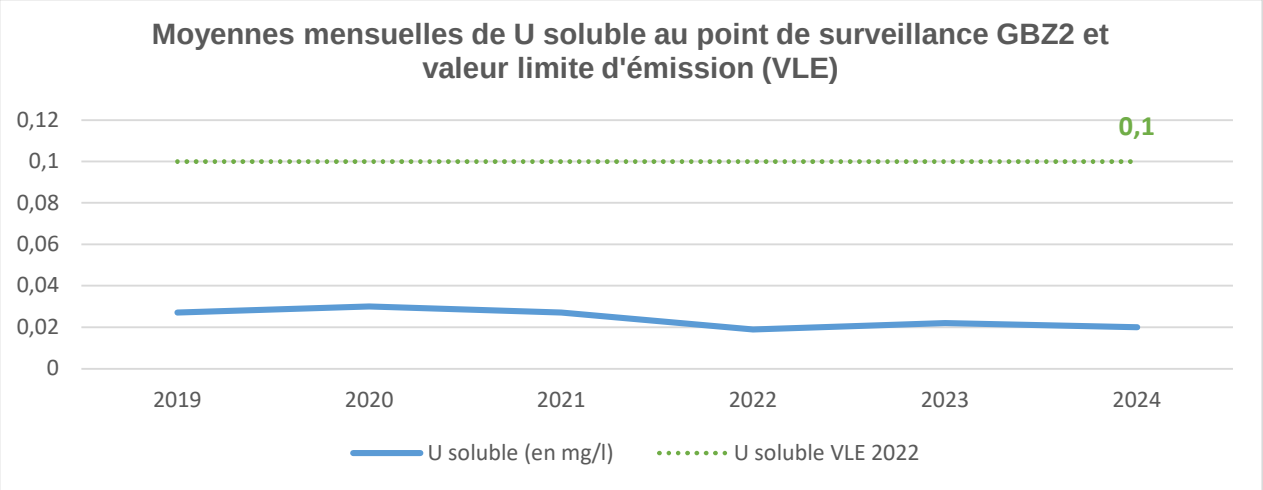


Figure 230 : Moyennes mensuelles de U soluble au point de surveillance GBZ2 et valeur limite d'émission (VLE)

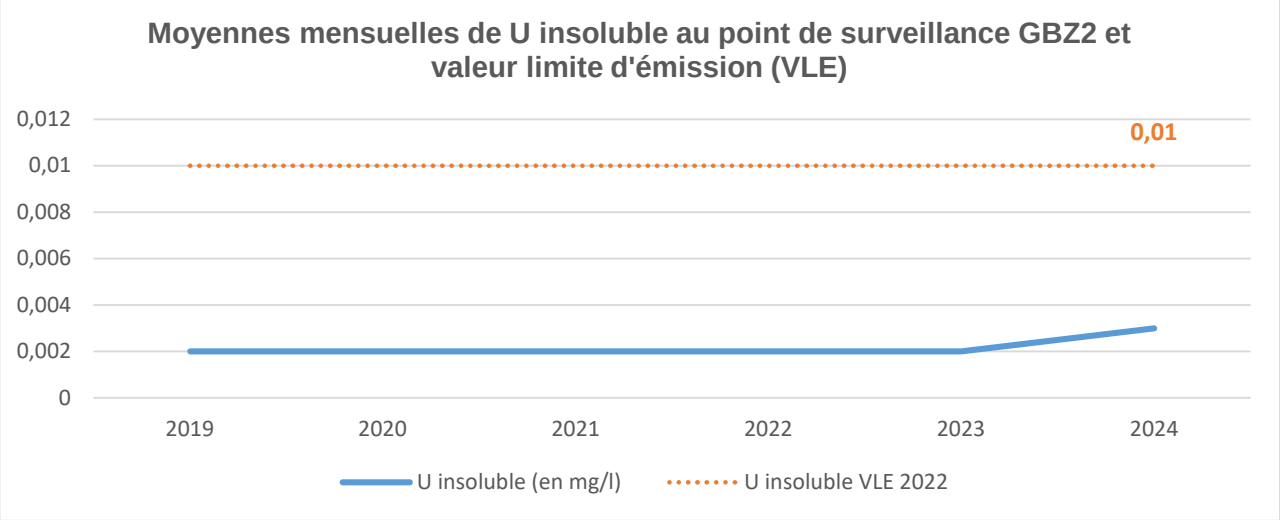


Figure 231 : Moyennes mensuelles de U insoluble au point de surveillance GBZ2 et valeur limite d'émission (VLE)

- **Au point de prélèvement GB2**

La figure suivante présente l'évolution annuelle des teneurs en Uranium soluble au niveau du Grand Bassin et de l'arrivée des eaux en rive gauche pour la période de 2014 à 2025.

Au niveau du point GB2, les concentrations sont globalement stables voire légèrement à la hausse mais restent généralement inférieures à 0,015 mg/L. Un pic se détache nettement en 2018 et atteint 0,038 mg/L.

La légère augmentation en 2023 peut s'expliquer par les eaux du Grand Bassin chargées en radioéléments ayant saturées rapidement la zéolithe. Le bassin a été détassé et brassé comme expliqué précédemment, rétablissant la concentration dans les rejets.

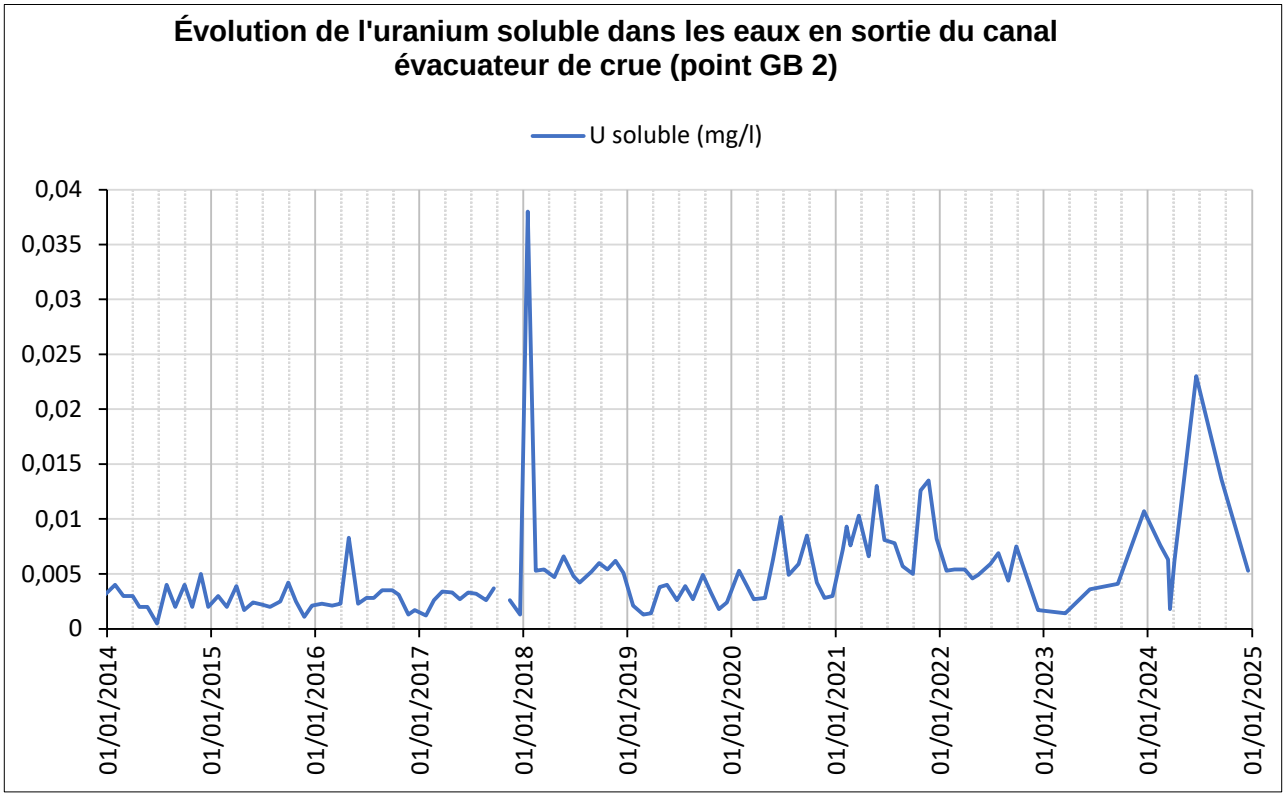


Figure 232 : Évolution de l'uranium soluble dans les eaux en sortie du canal évacuateur de crue (point GB 2)

Si on regarde les moyennes annuelles, les concentrations sont relativement stables depuis 2008 mais tendent à augmenter ces dernières années comme l'indique le tableau des moyennes ci-dessous.

Année	U soluble (en mg/l) GB 2
Moyenne 2008	0,003
Moyenne 2009	0,003
Moyenne 2010	0,003
Moyenne 2011	0,003
Moyenne 2012	0,002
Moyenne 2013	0,004
Moyenne 2014	0,003
Moyenne 2015	0,002
Moyenne 2016	0,003
Moyenne 2017	0,003
Moyenne 2018	0,008
Moyenne 2019	0,003
Moyenne 2020	0,005
Moyenne 2021	0,009
Moyenne 2022	0,005

Année	U soluble (en mg/l) GB 2
Moyenne 2023	0,061
Moyenne 2024	0,059

Pour mémoire, les teneurs analysées par Orano Mining étaient inférieures à la limite de détection du laboratoire jusqu'en 2004. Suite à une diminution de cette limite de détection, des teneurs sont détectées à partir de 2005.

4.2.5.4 Mesures comparatives sur les rejets au droit de TBO 2 et GBZ2

Conformément à l'article 4.5.3 de l'arrêté préfectoral de 2022, des analyses comparatives pour les sept paramètres prescrits ont été réalisées sur les rejets par le laboratoire tiers agréé Algade de Bessines-sur-Gartempe en Haute-Vienne et par CIME (laboratoire interne d'Orano Mining). Les résultats d'analyses sont présentés dans le tableau ci-après.

Les résultats des analyses comparatives mettent en évidence les points suivants :

- les teneurs en MES et en sulfates, sont du même ordre de grandeur entre les 2 laboratoires, quelle que soit l'année ;
- les teneurs en fer sont du même ordre de grandeur entre les 2 laboratoires en 2022 et 2024. Pour 2023, le CIME trouve une teneur en fer deux fois supérieure à celle mesurée par ALGADE ;
- les teneurs en uranium soluble et insoluble sont équivalentes entre les 2 laboratoires, à l'incertitude de mesures près, et à l'exception de l'année 2022, pour laquelle le CIME mesure une teneur en uranium soluble légèrement inférieure à celle mesurée par ALGADE, avec une méthode d'analyses (ICP-MS) identique ;
- le CIME mesure des activités en radium 226 soluble légèrement inférieure, voire équivalentes (à l'incertitude de mesures près) à celles mesurées par ALGADE pour les années 2022 et 2023. En revanche, pour les mesures réalisées au titre de l'année 2024, le CIME présente une activité en 226Rasoluble environ 1,5 fois supérieure à celle mesurée par ALGADE. La différence entre les méthodes d'analyses utilisées par les deux laboratoires (ICP-MS pour le CIME et émanométrie pour ALGADE) ne suffit pas à expliquer cet écart entre les valeurs pour 2024, ces mêmes méthodes d'analyses ayant été utilisées par les laboratoires les années précédentes ;
- les activités en radium 226 insoluble sont du même ordre de grandeur entre les 2 laboratoires, quelle que soit l'année et à l'incertitude de mesures près.

Résultats des mesures comparatives : GBZ2 - Rejet du bassin Zéolithes				
Laboratoire ALGADE	Année de référence	2022	2023	2024
	Date de prélèvement	10/01/2023	07/11/2023	14/01/2025
	MES (mg/l)	< 2,0	< 11,4	4,4
	Ra226 soluble (en Bq/l)	0,08 ± 0,02	0,08 ± 0,02	0,37 ± 0,05
	Ra226 insoluble (en Bq/l)	0,16 ± 0,03	0,09 ± 0,02	0,31 ± 0,04
	U soluble (en mg/l)	0,031 ± 0,005	0,031 ± 0,005	0,015 ± 0,002
	U insoluble (en mg/l)	0,0038 ± 0,0008	0,0016 ± 0,0003	0,0022 ± 0,0004
	Fer (mg/l)	0,052	0,049	0,071
	Sulfates (en mg/l)	18	17	12
Laboratoire CIME (Orano Mining)	Année de référence	2022	2023	2024
	Date de prélèvement	10/01/2023	07/11/2023	14/01/2025
	MES (mg/l)	< 9	< 10	< 9
	Ra226 soluble (en Bq/l)	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,02	0,59 ± 0,12
	Ra226 insoluble (en Bq/l)	0,10 ± 0,02	0,09 ± 0,02	0,33 ± 0,07
	U soluble (en mg/l)	0,021 ± 0,002	0,032 ± 0,004	0,015 ± 0,002
	U insoluble (en mg/l)	0,0026 ± 0,0003	0,0018 ± 0,0002	0,0019 ± 0,0001
	Fer (mg/l)	0,058	0,099	0,075
	Sulfates (en mg/l)	17,8	20,5	14,4

Tableau 103 : Analyses comparatives des rejets (plan de surveillance environnemental 2014-2024 - ORANO)

4.2.6 Zone du Paradou

Pour rappel, la zone du Paradou est surveillée au droit de trois points de prélèvements selon l'AP du 28 juin 2022. Il s'agit des points nommés SOURCE 35 ; ARRIVEE 5 et DRAIN 40. Précisons cependant que le DRAIN 40 n'est pas situé dans la zone du Paradou mais s'implante sur le site des BNL tandis que SOURCE 35 et ARRIVEE 5 correspondent à l'aval éloigné du site en s'implantant à 465 et 680 m comme le montre la carte suivante. Le DRAIN 40 collecte les eaux sous les bassins de décantation dont l'assise est constituée de stériles miniers.



Figure 233 : Localisation des points de prélèvements "Zone du Paradou" selon l'AP 2022

4.2.6.1 Fractions insolubles en Radium 226 et en Uranium

En début 2023 suite à l'AP du 28 juin 2022, les modalités de surveillance de la zone du Paradou ont été modifiées à savoir notamment l'arrêt du suivi des insolubles (^{226}Ra et U), modification de la fréquence de prélèvement et réduction du nombre de points de surveillance. Les modalités de suivi sont comparées dans le tableau ci-après (avant/après 2022).

Modalités de suivi	Avant 2022 AP n°2005/0019 du 4 août 2005, art. 8	Après 2022 AP n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022, art. 4.6.2
Points de surveillance	Point 5 ; 8 ; 17 ; 35 et 40 zone de surveillance dite du Forez et 5 Paradou	SOURCE 35 ; ARRIVEE 5 et DRAIN 40
Paramètres	pH, ^{226}Ra soluble et insoluble (Bq/l) et en ^{238}U soluble et insoluble (mg/l)	pH, ^{226}Ra soluble (Bq/l) et en ^{238}U soluble (mg/l)
Fréquence	Trimestrielle	Semestrielle

Tableau 104 : Modalités de suivi avant/après l'AP de 2022 dans la zone du Paradou



Nota : DRAIN 40 n'apparait pas sur la carte

Figure 234 : Localisation des anciens points de prélèvements prescrit par l'AP n°2005/0019 du 4 août 2005, art. 8

Les graphiques ci-dessous retracent l'évolution de ces deux paramètres entre 2014 et 2023 au droit des trois points de surveillance.

À l'exception du Drain 40 qui présente des concentrations notables en ^{226}Ra et en U par rapport à la SOURCE 35 et à l'ARRIVEE 5, ces derniers points de prélèvement sont caractérisés par une absence de marquage radiologique (valeurs inférieures à la limite de quantification), témoignant de l'absence d'impact du site sur la zone du Paradou.

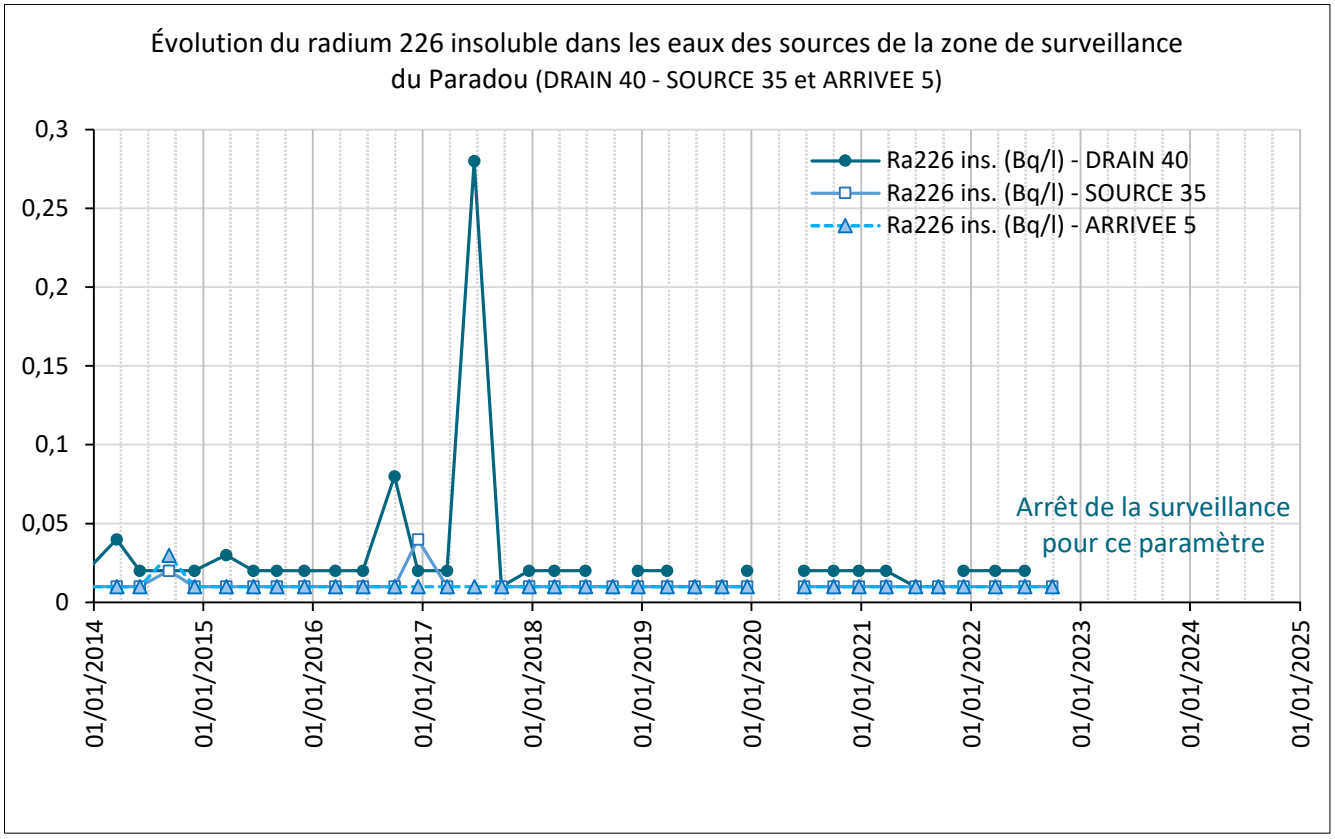


Figure 235 : Évolution du ^{226}Ra insoluble dans les eaux des sources de la zone de surveillance du Paradou

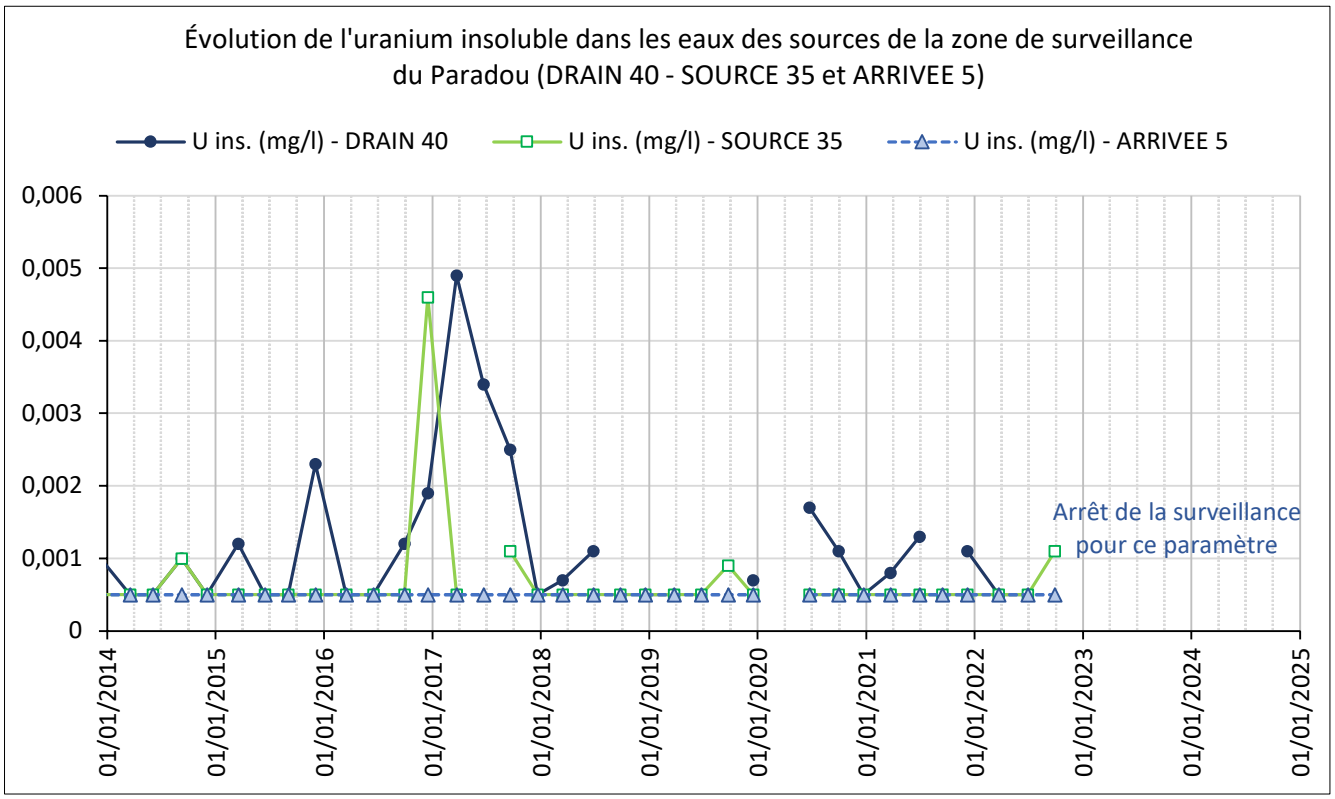


Figure 236 : Évolution de l'uranium insoluble dans les eaux des sources de la zone de surveillance du Paradou

4.2.6.2 Fractions solubles Radium 226 et en Uranium

Le Radium 226 et l'Uranium solubles sont des paramètres analysés dans les eaux de la zone du Paradou.
Globalement, ces eaux sont caractérisées par une absence de marquage radiologique, à l'exception du Drain 40 qui présente des variations saisonnières de la concentration en uranium soluble. Lorsqu'il y a écoulement, ces variations sont comprises entre 0,292 et 0,057 mg/l. De manière générale, la concentration moyenne en uranium soluble tend à stagner au fil des années.
Concernant le radium soluble, la concentration moyenne tend à se stabiliser voire à diminuer depuis fin 2017.
Rappelons que le Drain 40 récupère les eaux d'une source située sous les bassins de décantation, dont l'assise est constituée de stériles miniers.

Les valeurs de SOURCE 35 et ARRIVEE 5 en ^{226}Ra et en U sont inférieures à la limite de quantification, témoignant de l'absence d'impact radiologique du site des BNL sur les eaux en aval du site.

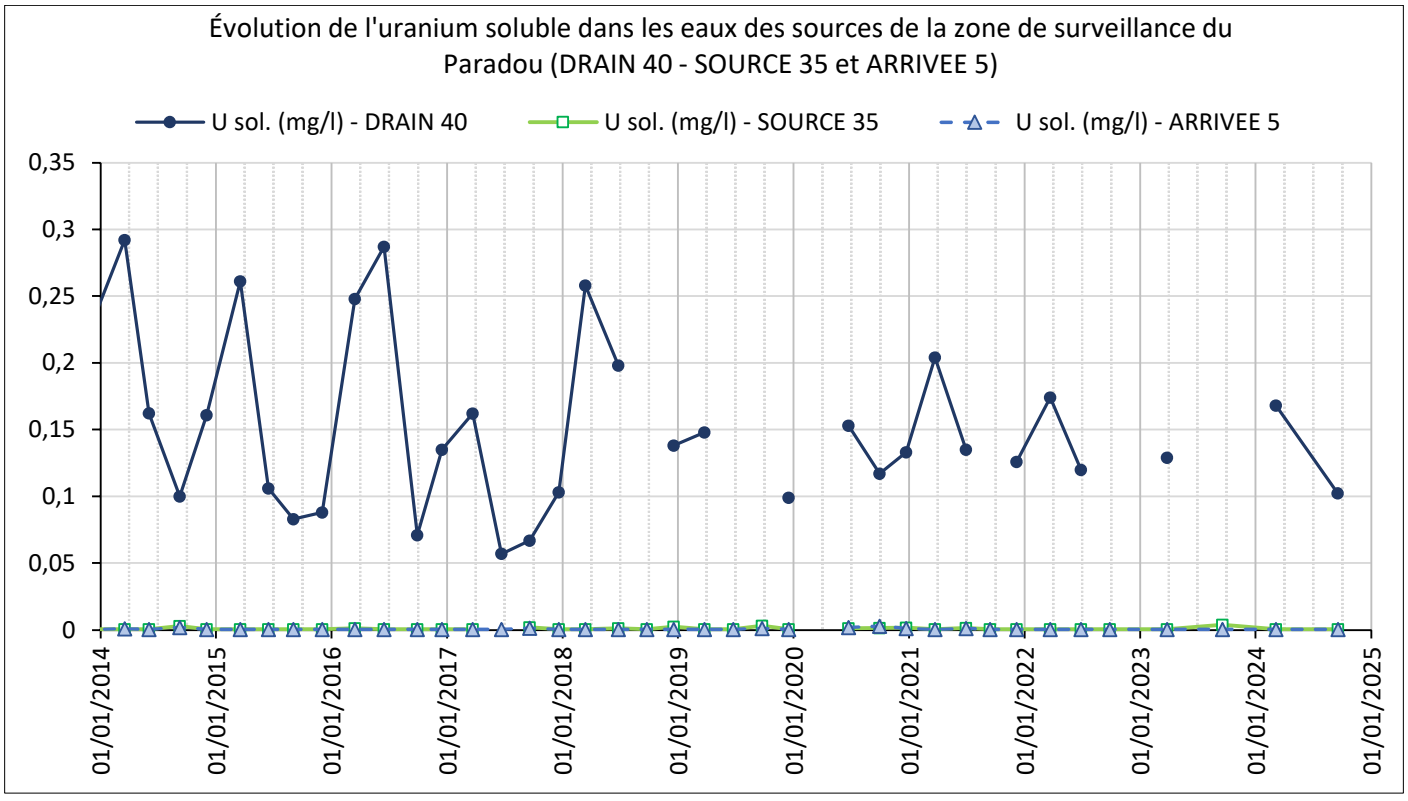


Figure 237 : Suivi des eaux en aval du site des BNL - zone du Paradou : concentration en uranium soluble (suivi pluriannuel ORANO)

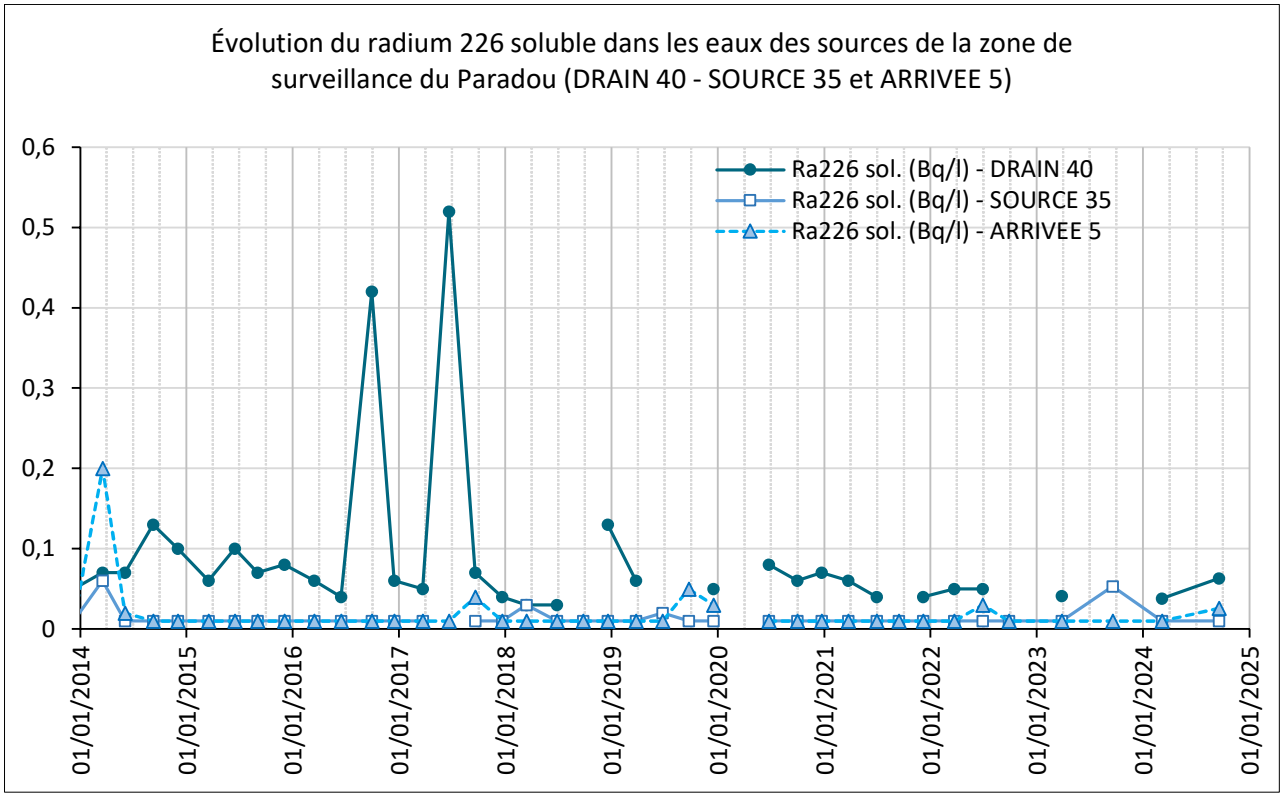


Figure 238 : Suivi des eaux en aval du site des BNL - zone du Paradou : activité en radium 226 soluble (suivi pluriannuel ORANO)

4.2.7 Eaux souterraines de la digue et du site ICPE

Il est à distinguer le suivi des eaux souterraines du site ICPE (rubrique 1735) du suivi des eaux souterraines de la digue.

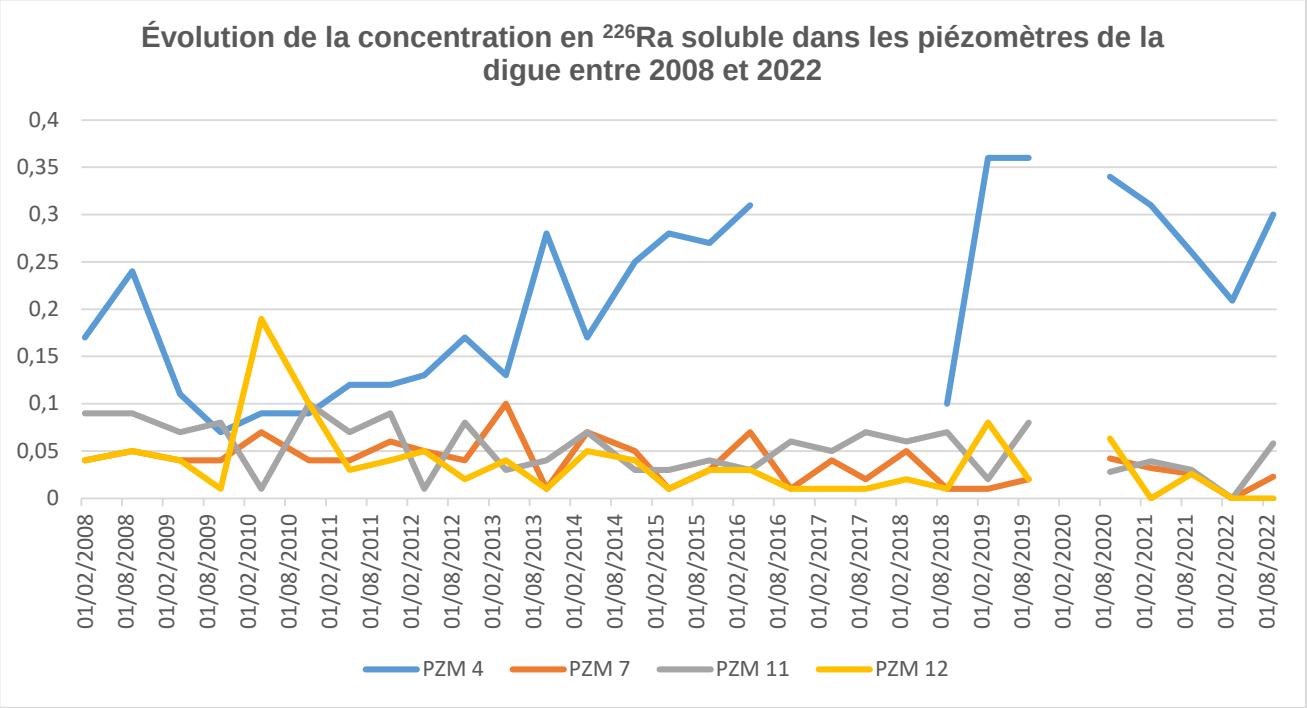
Avant 2022, les eaux souterraines de la digue étaient analysées radiologiquement et chimiquement au droit de 4 piézomètres : PZM4, PZM7, PZM11 et PZM12. Ces analyses ont été arrêtées suite à la mise en application de l'AP n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022. Aujourd'hui, seul le niveau des eaux souterraines de la digue est surveillé bimensuellement selon des profils établis par un ensemble de 29 piézomètres.

Les eaux souterraines de l'ICPE sont surveillées au droit de trois piézomètres : BNL PZA (en amont du stockage) ; BNL PZB (en aval du stockage et en aval du site) et PZM C (sur le site, en aval de la verse du Jot). Les paramètres mesurés sont U soluble et ^{226}Ra soluble semestriellement (basses et hautes eaux).

4.2.7.1 Fraction soluble en Ra226

Relevés des piézomètres de la digue (avant 2022)

La figure suivante présente l'évolution des teneurs en Radium 226 soluble (campagnes biannuelles) au niveau des 4 piézomètres de la digue suivis avant 2022.



Les teneurs inférieures à la limite de détection du laboratoire ont été représentées comme égales à cette dernière et sont représentées par des interruptions sur le graphique.

Figure 239 : Évolution de la concentration en ^{226}Ra soluble dans les piézomètres de la digue entre 2008 et 2022

La fraction soluble en Radium 226 dans le piézomètre PZM4 augmente entre avril 2013 et avril 2016, campagne pour laquelle une concentration de 0,305 Bq/L est mesurée. Néanmoins, cette augmentation fait suite à une baisse quasi continue entre 1994 (0,4 Bq/L) et 2012 (environ 0,15 Bq/L). Il est à noter l'absence de données entre fin 2016 et début 2018. Le tube du préleveur étant tombé au fond du piézomètre, n'a pu être repêché qu'en mai 2018. Après 2018, les concentrations varient toujours mais restent dans la continuité des résultats précédemment relevés.

Au droit des trois autres ouvrages, les concentrations évoluent peu et restent comprises dans une fourchette de valeur allant de la limite de quantification (0,02 Bq/L et 0,1 Bq/L).

Relevés des piézomètres de l'ICPE

Le suivi des trois piézomètres de l'ICPE indique que la concentration en ^{226}Ra à l'amont du stockage ainsi qu'à l'aval de la verse du Jot est inférieure à 0,05 Bq/L et les quelques variations sont similaires. Concernant la concentration en ^{226}Ra au droit de BNL PZB (en aval du stockage de résidus), cette dernière est plus élevée qu'au droit de PZA et PZMC et les variations sont plus importantes allant d'un minimum à 0,12 Bq/L et d'un maximum à 0,45 Bq/L. Les variations ne sont pas nécessairement corrélées aux variations des concentrations dans les piézomètres A et C.

La figure suivante présente l'évolution des teneurs en Radium 226 soluble au niveau des 3 piézomètres.

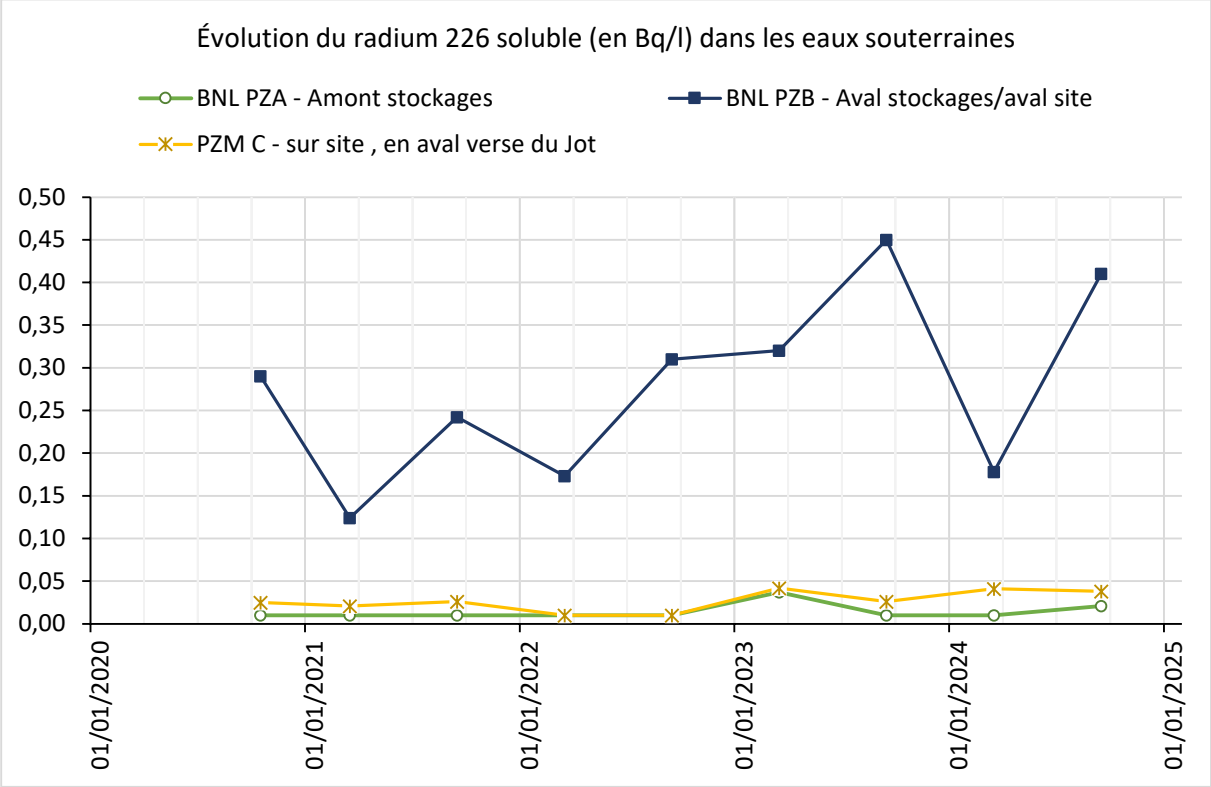


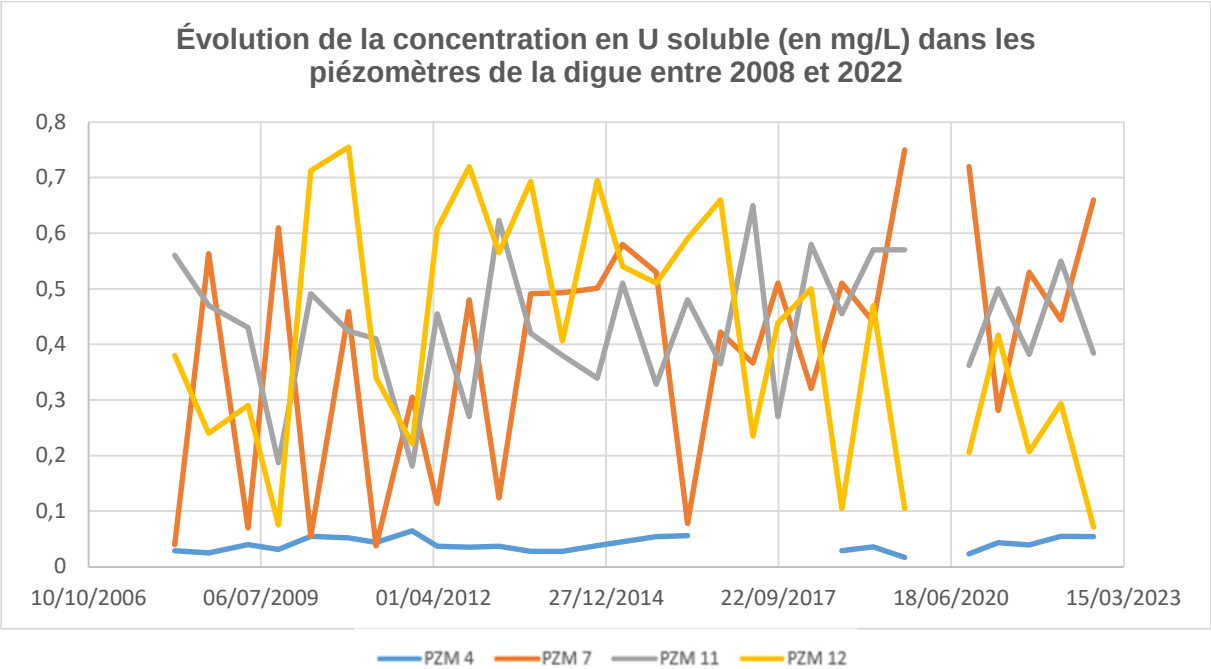
Figure 240 : Évolution du ^{226}Ra soluble dans les eaux souterraines au droit des 3 PZ de l'ICPE

4.2.7.2 Fraction soluble en U

Relevés des piézomètres de la digue (avant 2022)

La figure suivante présente l'évolution des teneurs en Uranium soluble (campagnes biannuelles) au niveau des 4 piézomètres de la digue suivis avant 2022.

Concernant l'Uranium, le piézomètre PZM 4 présente des concentrations stables et de l'ordre de 0,05 mg/L. Les concentrations au droit des trois autres ouvrages sont plus variables et sont comprises entre 0,08 mg/L et 0,7 mg/L.



Les teneurs inférieures à la limite de détection du laboratoire ont été représentées comme égales à cette dernière

Figure 241 : Évolution de la concentration en Uranium dans les piézomètres de la digue entre 2008 et 2022

Relevés des piézomètres de l'ICPE

Le suivi des trois piézomètres de l'ICPE indique que la concentration en uranium à l'amont du stockage ainsi qu'à l'aval de la verse du Jot est inférieure à 0,0033 mg/L. Les variations sont de l'ordre de 0,0028 mg/L entre la concentration maximale et minimale. Concernant la concentration en U au droit de BNL PZB (en aval du stockage de résidus), cette dernière est plus élevée qu'au droit de PZA et PZMC et les variations sont plus importantes allant d'un minimum à 0,0103 mg/L et d'un maximum à 0,1430 mg/L. Les variations ne sont pas corrélées aux variations des concentrations dans les piézomètres A et C.

La figure suivante présente l'évolution des teneurs en Uranium soluble au niveau des 3 piézomètres de l'ICPE.

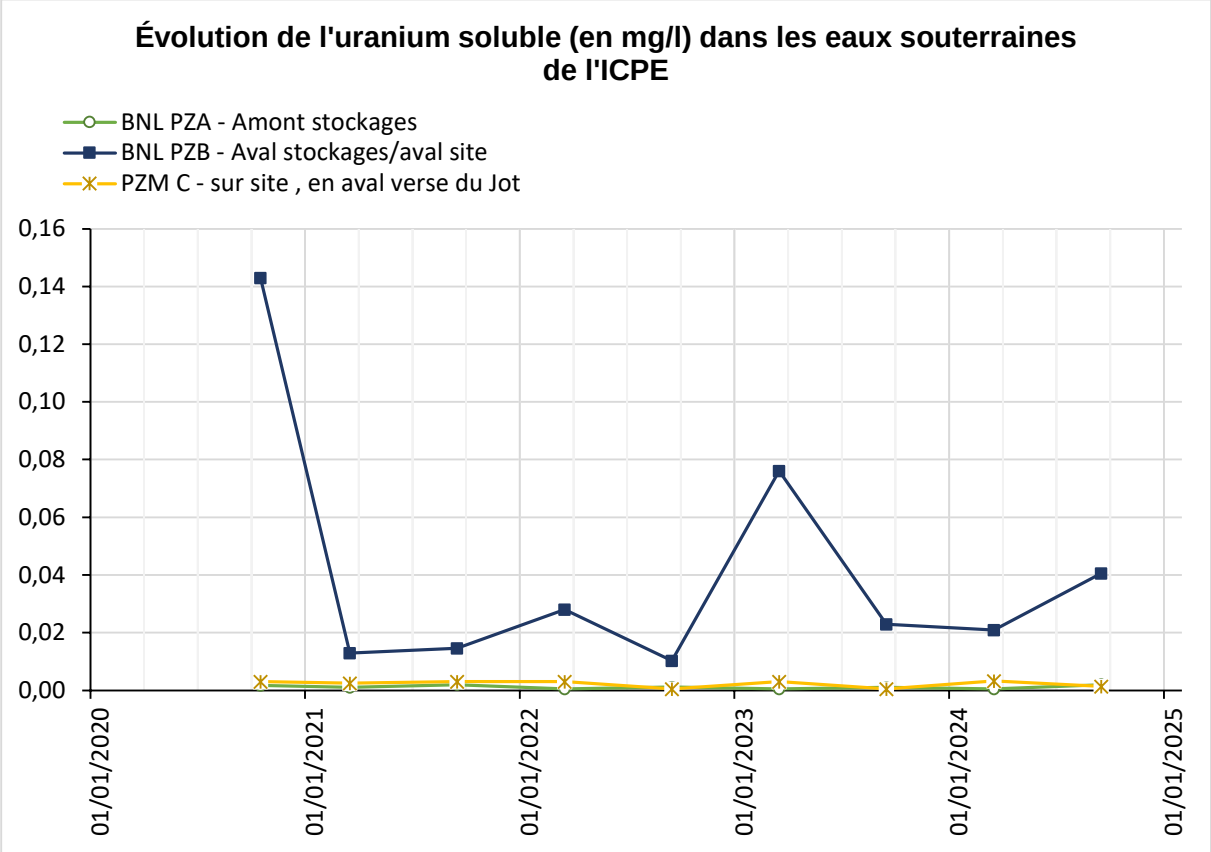


Figure 242 / Évolution de l'uranium soluble dans les eaux souterraines au droit des 3 PZ de l'ICPE

4.2.7.3 Analyse complémentaire

Les études menées par le Cabinet REILÉ en juillet 2024 et février 2025 montrent pour les eaux souterraines du site une anomalie en uranium sur l'un des piézomètres mesurés. Il s'agit du PZM-A qui se situe au droit du filon exploité, avec une concentration de 1 675 µg/L (+/- 250 µg/L) en juillet 2024 et une concentration de 707 µg/L (+/- 106 µg/L) en février 2025. En comparaison, le PZM-C situé dans l'encaissant granitique proche de la zone filonienne exploitée présente une concentration en uranium total de 15,2 µg/L (+/- 2,3 µg/L) en juillet 2024 et de 13 µg/L (+/- 2 µg/L) en février 2025. Le TB0 drainant les eaux des TMS présente une concentration de 80,4 µg/L (+/- 12,1 µg/L) en juillet 2024 et de 66 µg/L (+/- 10 µg/L) en février 2025. Après traitement (passage du rejet minier dans la station de traitement puis dans la lagune de décantation), une concentration en uranium de 45.9 (+/ 7 µg/L) a été mesurée au point du même nom.

Il a également été observé des anomalies en uranium sur les nouveaux piézomètres réalisés en 2024 en rive gauche du Grand Bassin et dans la zone humide en amont direct (alors que ce n'est pas le cas sur les nouveaux piézomètres réalisés en rive droite en 2024). Les PZ présentant une anomalie sont les suivants :

SC24-01A = 69,6 µg/L ;	SD24-07B = 15,8 µg/L ;
BNL-PZH-03 = 43,6 µg/L ;	SC24-09A = 14,6 µg/L ;

SC24-03A = 26,4 µg/L ; SC24-08A = 18,3 µg/L ;	SC24-05A = 10,7 µg/L.

Les deux études sont disponibles en annexes.

4.2.7.4 Résultats 2020 - 2024 concernant les eaux souterraines

Suite à l'arrêté préfectoral de 2022, les eaux souterraines de l'ICPE sont analysées semestriellement au droit de trois piézomètres. Les tableaux ci-après présentent les résultats des analyses radiologiques effectuées depuis 2020.

On observe que les eaux des niveaux superficiels en amont du site, au droit du point BNL PZA ont des teneurs en uranium soluble inférieures à 0,002 mg/l et des activités en ^{226}Ra soluble généralement inférieures au seuil de décision (limite de détection divisée par 2) de 0,01 Bq/l. Par comparaison, les résultats sur les eaux des niveaux superficiels en aval du site, au droit du point BNL PZB, présentent un marquage en ^{226}Ra soluble de l'ordre de 0,30 Bq/l, et dans une moindre mesure, un marquage en uranium soluble de l'ordre de 0,040 mg/l.

Les eaux transitant dans les granites fracturés au droit du piézomètre PZMC présentent des teneurs et activités en radionucléides du même ordre de grandeur que celles du piézomètre BNL PZA (amont) : ces eaux ne semblent pas impactées par les eaux d'origine minière.

BNL PZA - Amont stockages				
Date de prélèvement	pH	^{226}Ra soluble (en Bq/l)	U soluble (en mg/l)	Sulfates (en mg/l)
08/10/2020	6,3	<0,01	0,0017	6,3
05/03/2021	7,1	<0,01	0,0011	5,7
09/09/2021	6,2	<0,01	0,0020	5,2
15/03/2022	6,4	<0,01	<0,0005	5,5
20/09/2022	5,5	<0,01	0,0012	<5,0
27/03/2023	7,0	0,04	<0,0005	*Arrêt surveillance*
19/09/2023	6,4	<0,01	0,0011	
05/03/2024	6,6	<0,01	<0,0005	
17/09/2024	6,3	0,02	0,0020	
Moyenne	6,4	0,01	0,0012	6,3

BNL PZB - Aval stockages / aval site				
Date de prélèvement	pH	^{226}Ra soluble (en Bq/l)	U soluble (en mg/l)	Sulfates (en mg/l)
08/10/2020	6,3	0,29	0,143	11,3
05/03/2021	6,1	0,12	0,013	8,6
09/09/2021	6,0	0,24	0,015	6,2
15/03/2022	6,1	0,17	0,028	7,0
20/09/2022	5,7	0,31	0,010	5,8
27/03/2023	6,4	0,32	0,076	*Arrêt surveillance*
19/09/2023	6,2	0,45	0,023	
05/03/2024	6,0	0,18	0,021	
17/09/2024	6,1	0,41	0,041	
Moyenne	6,1	0,28	0,041	7,8

PZM C - sur site, en aval de la verse du Jot				
Date de prélèvement	pH	^{226}Ra soluble (en Bq/l)	U soluble (en mg/l)	Sulfates (en mg/l)
08/10/2020	8,8	0,03	0,0030	<5,0
05/03/2021	9,0	0,02	0,0025	12,4
09/09/2021	8,9	0,03	0,0030	<5,0
15/03/2022	8,9	<0,01	0,0030	<5,0
20/09/2022	7,1	<0,01	<0,0005	<5,0
27/03/2023	7,6	0,04	0,0030	*Arrêt surveillance*
19/09/2023	7,7	0,03	<0,0005	
05/03/2024	8,0	0,04	0,0033	
17/09/2024	8,0	0,04	0,0014	
Moyenne	8,2	0,03	0,0022	6,5

Tableau 105 : Résultats des analyses sur les piézomètres de suivi de site depuis 2020 (plan de surveillance environnemental 2014-2024 - ORANO)

4.3 ÉTAT RADIOLOGIQUE DES BIO-INDICATEURS

L'arrêté préfectoral n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 prescrit la mise en œuvre d'un programme de surveillance de la biologie du cours d'eau en amont et à l'aval portant sur :

- IGB – DCE (tous les 5 ans) : cette partie est développée dans le chapitre *2.2.2.6 – Qualité des eaux superficielles* (pg.182) ;
- Les sédiments (tous les 2 ans) : cette partie est développée en suivant.

Ce suivi s'accompagne d'un contrôle des végétaux terrestre dans l'environnement proche des installations autorisées afin de caractériser tout éventuel transfert de substances radioactives susceptibles de s'accumuler dans l'environnement via le calcul de la Dose Efficace Annuelle Ajoutée (DEAA).

L'évaluation de l'état radiologique de la biosphère permet ainsi d'estimer l'impact radiologique du site par contamination de la chaîne alimentaire. Cette contamination des végétaux consommés par des animaux ou par l'homme peut avoir 4 origines :

- Le dépôt de poussières véhiculées par les vents ;
- Le dépôt de minéraux via les eaux d'irrigation ;
- La métabolisation de minéraux par les végétaux ;
- L'absorption racinaire des végétaux.

4.3.1 Suivi de la qualité radiologique de la chaîne alimentaire (végétaux)

Trois points de prélèvements sont concernés par ce suivi radiologique :

- Le village de Laprugne considéré comme la référence du milieu naturel ;
- Le village de La Moulin Côte ;
- Le village de Le Moulin Poyet situé à proximité de Moulin Saint Priest.

Des analyses en ^{238}U, ^{226}Ra, ^{210}Pb, ^{230}Th et ^{210}Po sont réalisées sur les plantes potagères (légumes feuilles, légumes racines) et les fruits. Des analyses (^{238}U, ^{234}U, ^{226}Ra, ^{210}Pb, ^{228}Ra et ^{210}Po) sont également effectuée l'eau de consommation (eau du robinet provenant du réseau d'eau potable).

4.3.1.1 Eaux de consommation

Les résultats obtenus pour les eaux de consommation entre 2013 et 2015 sont présentés dans le tableau ci-après. Aucune différence significative n'est à signaler.

	Eau de consommation (Bq/L)										
	Année	Alpha total	Bêta total	K40	Pb210	Po210	Ra226	Ra228	U234	U238	pH
2 CHA (Beaulouis)	2013	0,09	0,18	<0,085	0,174	0,0601	<0,02	<0,023	0,0014	<0,0015	7.0
	2014	<0,013	0,1	<0,110	<0,080	0,0218	0,01	<0,025	0,0105	0,0053	5.7
	2015	0,02	0,06	<0,100	0,063	0,0151	<0,01	<0,022	<0,0005	<0,0011	5.9
4 CHA (Moulin Poyet)	2013	0,12	0,29	0,194	0,157	0,0737	<0,01	<0,023	0,0079	0,0053	6.9
	2014	<0,02	0,1	<0,121	<0,064	0,014	<0,01	<0,027	0,0077	0,007	5.6
	2015	0,04	0,11	<0,106	0,11	0,0062	<0,01	<0,026	0,0053	0,0071	5.8
	2017										5.95
5 CHA (Moulin Côte)	2013	0,06	0,24	<0,100	0,105	0,053	<0,01	<0,028	0,0025	0,0027	6.9
	2014	0,06	0,14	<0,130	<0,078	0,0195	0,03	<0,029	0,0055	0,0058	6.3
	2015	0,06	0,15	<0,097	0,097	0,0221	0,04	<0,023	0,0048	0,004	6.0
7 CHA (La Prugne)	2014	0,02	0,11	<0,108	<0,068	0,0111	0,01	<0,027	0,0174	0,0156	5.9
	2015	0,14	0,2	<0,118	0,245	0,1148	<0,01	<0,028	0,0072	0,0087	6.8

Tableau 106 : Résultats des analyses des prélèvements des eaux de consommation pour le suivi radiologique

Pour rappel, l'arrêté du 11/01/2007 précise que la qualité radiologique des eaux repose sur :

- L'activité alpha globale, dont la valeur guide est de 0,1 Bq/L ;
- L'activité beta globale résiduelle, dont la valeur guide est de 1 Bq/L.

4.3.1.2 Les fruits

Les résultats obtenus pour les fruits entre 2013 et 2015 et en 2023 sont présentés dans le tableau ci-après. Les résultats sont donnés en Bq/kg de matière fraîche.

Site	Années	^{210}Pb	^{210}Po	^{223}Ra	^{230}Th	^{238}U
Beaulouis	2013	67,3	1,7	39,8	<312	3,25
	2014	<58	<0,9	<64,4	1,5	<0,91
	2015	<80	<4,4	<31	<1,8	1,1
Moulin Poyet	2013	<37,7	<1,3	<15,9	5,3	<13,9
	2014	<35,7	2,4	<11,8	5,9	<13,9
	2015	<84	<2,2	75	16,1	19,1
Moulin Côte	2013	81,4	7,6	126,4	<353	11,86
	2014	<45,7	<2,6	38,5	9,5	3,334
	2015	<85	<4,2	103	2,2	2,9
	2023	<0,11	0,48	0,36	0,02	0,01
Laprugne	2014	138,7	<1,0	144,9	18,5	13,1
	2015	<40	<3,7	127	4,6	4,7

Tableau 107 : Résultats des analyses des prélèvements effectués sur des fruits pour le suivi radiologique

Aucune évolution significative n'est à signaler depuis 2013.

4.3.1.3 Les légumes racinaires et à feuilles

Les résultats obtenus pour les légumes racinaires (pommes de terre, potimarron, potiron ou carottes) entre 2013 et 2015 et en 2023 sont présentés dans le tableau ci-après.

Site	Nature	Années	^{210}Pb	^{210}Po	^{223}Ra	^{230}Th	^{238}U
Beaulouis	Carotte	2013	<37,4	1,8	<11,6	<355	<1,34
		2014	95,1	<2,3	90,1	20,4	17,38
		2015	<67	<4,5	69	<4,0	2,9
Moulin Poyet	PdT	2013	<52,6	<2,1	45,9	19,8	6,91
		2014	<60,3	<1,0	<19,8	2,4	1,05
	Carotte	2015	<140	<5,2	156	<0,1	1,6
		2016	<667	15,1	<107	<50	20,6
	Potimarron	2023	<0,37	<0,26	0,26	<0,001	<0,001
Moulin Côte	PdT	2013	<41,3	<0,4	<15,1	<383	1,64
	Carotte		<55	2	<18,1	<510	3,15
	PdT	2014	<52,3	<2,3	<18,6	3,3	<2,87
	Carotte		<48	<1,5	96,9	20	3,36
	PdT	2015	<43	<3,1	<12	<1,0	<0,9
	Carotte		240	<3,90	130	<25	-
	PdT	2023	<0,46	<0,04	<0,11	0,05	0,05
Laprugne	Carotte	2014	<53,8	<0,7	<19,6	<1,3	2,24
		2015	<53	<1,3	20	10,1	4,03
	Potiron	2023	<0,24	<0,11	<0,07	<0,02	<0,01

Tableau 108 : Résultats des analyses radiologiques des prélèvements de légumes racinaires

Les résultats obtenus pour les légumes à feuilles (pommes /choux) entre 2013 et 2023 sont présentés dans le tableau ci-après.

Site	Années	^{210}Pb	^{210}Po	^{223}Ra	^{230}Th	^{238}U
Beaulouis	2013	<49,2	<0,8	22,5	<448	0,83
	2014	<54,9	5,8	72,4	10,2	11,57
	2015	<75	<4,0	101	8,3	5,9
Moulin Poyet	2013	84,9	5,6	89,3	2,2	3,84
	2014	50,5	2,1	107,6	1,9	2,71
	2015	<50	<5,2	69	2	1
	2016	<232	<39	54	<50	<12,4
	2023	<0,43	<0,13	<0,13	<0,01	<0,001
Moulin Côte	2013	103,2	9,2	33,4	<336	8,95
	2014	<54,0	5,7	54,4	1,7	1,11
	2015	102	<3,2	23	9	8,6
	2017	<270	3,7	150	<25	-
	2023	<0,61	0,19	0,65	0,06	0,03
Laprugne	2014	<57,5	<1,1	38,4	4,6	4,94
	2015	25	3,5	72	31,1	26
	2023	<0,29	<0,15	<0,09	<0,01	<0,001

Tableau 109 : Résultats des analyses radiologiques des prélèvements de légumes à feuilles

Aucune évolution significative n'est à signaler depuis 2013.

4.3.1.4 Les terres

Les résultats obtenus lors de l'analyse des terres entre 2013 et 2015 sont présentés dans le tableau ci-après.

		Terre (Bq/g)			
Lieu	Année	[Pb210]	[Ra226]	[Th230]	[U238]
2T	2013	0.09	0.1	<0,600	0.1116
	2014	0.11	0.1	<0,350	0.13
4T	2013	<0,080	0.14	<0,550	0.124
	2014	0.13	0.19	<0,450	0.17
5T	2013	0.12	0.14	<0,550	0.1612
	2014	0.11	0.13	<0,350	0.11
7T	2015	0.13	0.14	<0,450	0.15

Tableau 110 : Résultats des analyses radiologiques des terres

4.3.2 Les sédiments

Les résultats obtenus lors de l'analyse des sédiments entre 2013 et 2015 sont présentés dans le tableau ci-après.

		Sédiments (Bq/g)			
Lieu	Date	[Pb210]	[Ra226]	[Th230]	[U238]
2S	2013	0.08	0.09	<0,45000	<8,00000
	2014	0.07	0.06	<0,35000	0.08
	2015	<0,10	0.06	0.0457	<0,10
3S	2013	0.25	0.82	<0,75000	0.22
	2014	0.21	0.75	<0,65000	0.23
	2015	0.3	1.01	0.13	0.41
5S	2013	0.16	0.35	<0,55000	0.11
	2014	0.18	0.39	<0,50000	0.2
	2015	0.18	0.43	0.0838	0.21
6S	2013	0.18	0.28	<0,55000	0.16
	2014	0.16	0.24	<0,45000	0.21
	2015	0.2	0.31	0.0758	0.25
7S	2013	0.14	0.12	<0,55	0.10044
	2014	0.09	0.11	<0,40000	0.0868
	2015	<0,10	0.14	0.0561	0.11
8S	2013	<0,10	0.11	<0,60	0.10106
	2014	0.09	0.1	<0,40000	0.0868
	2015	<0,07	0.09	0.058	<0,10

Tableau 111 : Résultats des analyses radiologiques des sédiments

En novembre 2024 une campagne d'analyse des sédiments des eaux de la Besbre a été réalisée par ALGADE en amont (BESB A) et en aval (BESB B) du site des BNL. Les résultats sont les suivants :

	^{238}U (Bq/kg MS)	^{210}Pb (Bq/kg MS)	^{226}Ra (Bq/kg MS)	Matières sèches (% MB)	Humidité (% MB)
BESB A	32	48	39,6	83,1	16,9
BESB B	76	110	287	80,5	19,5

Il est constaté un marquage radiologique des sédiments plus fort à l'aval aussi bien pour l'uranium, le plomb et le radium. Cette différence de teneurs peut être expliquée par des granulométries différentes entre amont et aval. En effet, les sédiments en l'aval disposent d'une granulométrie plus fine ayant plus d'affinité pour les radioéléments.

Le pourcentage de MES est toutefois plus important à l'amont.

Des prélèvements sur les poissons au niveau du Grand Bassin ont également été effectués en 2018 et en 2025.

Le tableau synthétisant les analyses réalisées sur les poissons est présenté ci-dessous :

Nucléide	Concentration (Bq/L) relevée en août 2018
U-238	0.59
U-234	0.59
Th-230	0.59
Ra-226	2.3
Pb-210	2.3
Po-210	2.3
U-235	0.027
Pa-231	0.027
Ac-227	0.027

Tableau 112 : analyse des concentrations pour les poissons (août 2018)

Échantillon	Activité massique en Bq/kg														
	Uranium 238			Thorium 230			Radium 226			Plomb 210			Polonium 210		
	Cendres	Sec	Frais	C	S	F	C	S	F	C	S	F	C	S	F
Carpes	390,0	22,86	4,75	2,60	0,15	0,03	1310,0	76,78	15,95	600,0	35,17	7,31		91,0	18,91
Écrevisses	530,0	81,67	11,37	300,0	46,23	6,43	13300,0	2049,37	285,21	1060,0	163,33	22,73		1370,0	190,66
Rotengles	84,0	10,29	2,29	47,0	5,76	1,28	24600,0	3013,86	671,38	210,0	25,73	5,73		460,0	102,47
Perches	216,0	31,74	7,93	179,0	26,31	6,57	7200,0	1058,12	264,19	480,0	70,54	17,61		610,0	152,30
Tanches	194,0	18,57	3,84	220,0	21,06	4,36	24500,0	2345,26	485,10	730,0	69,88	14,45		1110,0	229,60

Figure 243 : analyse des concentrations pour les poissons (2025)

4.4 ÉTAT RADIOLOGIQUE DE L'AIR

4.4.1 Surveillance du vecteur air

L'évaluation de l'état radiologique de l'air permet d'estimer l'impact radiologique du site dû :

- À l'exposition externe résultant du rayonnement gamma émis par des radioéléments,
- À l'exposition interne par inhalation du radon 220 et du radon 222,
- À l'exposition interne par inhalation de poussières radioactives présentes dans l'air.

L'état radiologique de l'air est ainsi évalué par :

- Des mesures d'exposition externe effectuées sur des périodes de 3 mois via un réseau de dosimètres thermoluminescents installés sur le site et dans son environnement proche,
- Des mesures d'exposition interne réalisées sur des périodes de 1 mois par des dosimètres alpha permettant d'avoir accès à l'énergie alpha potentielle (EAP) due aux descendants à vie courte du Radon et aux poussières en suspension dans l'air. Ils sont exprimés en nJ/m^3.

Cinq points de prélèvements sont concernés par ce suivi radiologique :

- À proximité du site :
  - À Laprugne : ce village est dit « référence milieu naturel » car il est éloigné de toute influence minière mais est situé dans un contexte géologique équivalent au site des BNL,
  - À Moulin Saint Priest (Moulin ST).
- Sur le site :
  - Site 1,
  - Site Nord Grand Bassin (N GB),
  - Site MCO.

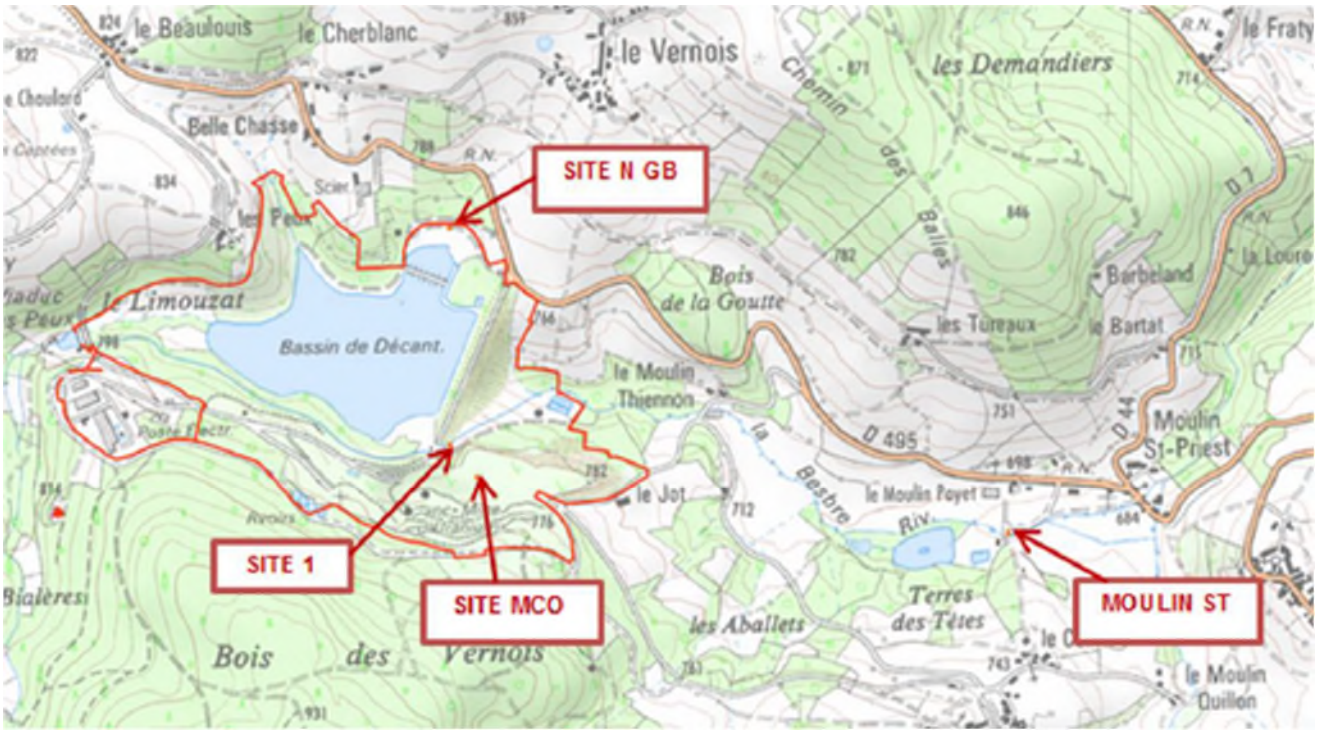


Figure 244 : Localisation des dispositifs de suivi du vecteur air (bilan de surveillance environnementale 2023 - ORANO)

4.4.2 Débit de dose

L'évolution des débits de dose gamma pour la période de 2014 à 2025 est présentée sur la figure ci-après. Après une augmentation du débit de dose annuel moyen entre 2013 et 2017, on note globalement une tendance à la diminution de ce débit de dose sur le site et dans l'environnement proche depuis 2017.

De manière générale, les cinq courbes suivent les mêmes variations bien que les trois points de mesures sur le site soient systématiquement plus élevés que le témoin (LAPRUGNE) et que MOULIN ST. Les relevés du point de mesure le plus éloigné du site des BNL (MOULIN ST) sont du même ordre de grandeur que les relevés du point de mesure témoin (LAPRUGNE) (compris entre 80 et 260 nSv/h), tandis que les relevés aux trois points de mesures sur le site sont plus élevés sans toutefois dépasser 500 nSv/h.

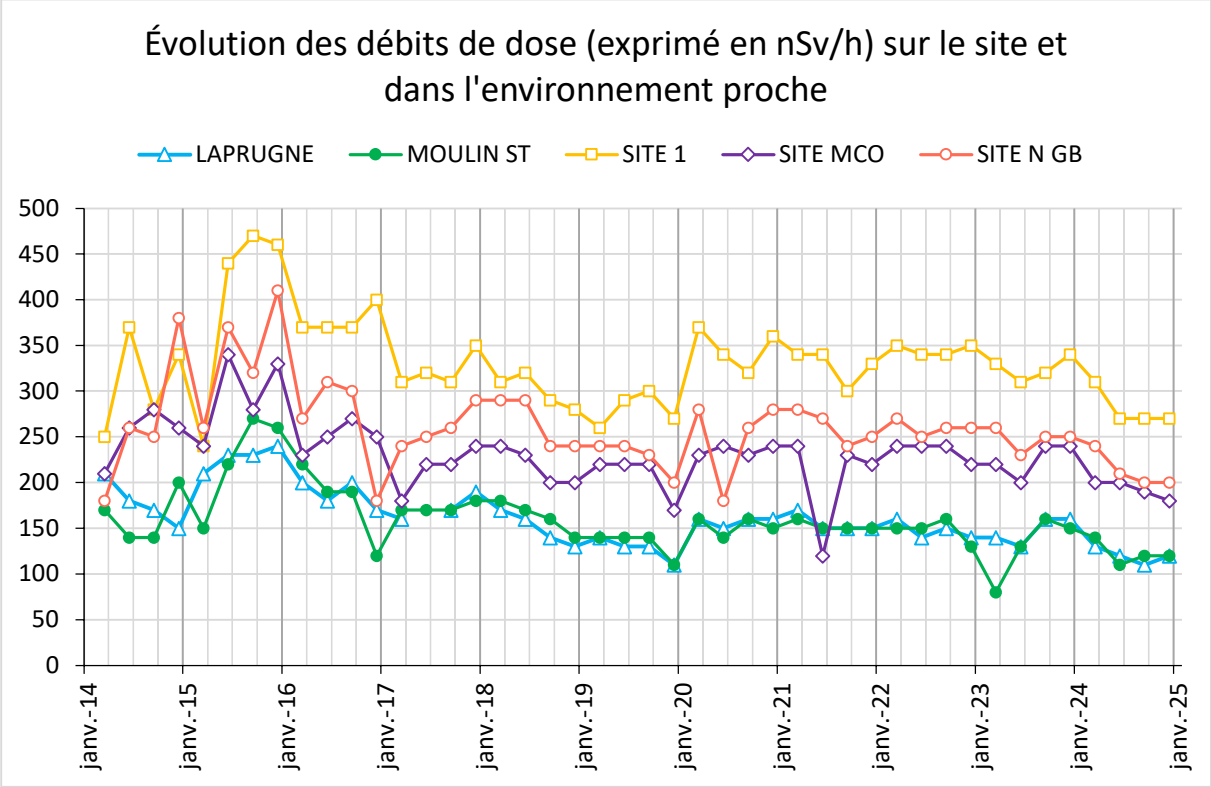


Figure 245 : Débits de dose mesurés pour les 5 points de mesures étudiés de 2014 à 2025

4.4.3 Energie Alpha Potentielle (EAP)

L'évolution de l'énergie alpha potentielle du ^{222}Rn et ^{220}Rn mesurée par les dosimètres alpha installés sur le site et dans son environnement est présentée dans les paragraphes qui suivent.

4.4.3.1 Évolution alpha potentielles des descendants du Radon 222

Sur la période de 2014-2025, l'EAP des descendants à vie courte du Radon 222 évolue entre 14 et 215 nJ/m^3 sur site et entre 11 et 90 nJ/m^3 dans l'environnement proche.

On note un pic en septembre 2014 pour l'ensemble des cinq sites de mesures mais ce pic est particulièrement marquant pour les sites MCO et Moulin ST.

Le suivi des énergies volumiques liées au radon 222 montre des variations saisonnières avec une plus forte présence de radon en été, particulièrement à l'été 2022 qui a été particulièrement sec, et dans une moindre mesure 2023. Les dosimètres SITE 1 et SITE MCO présentent les plus fortes valeurs du fait de leur présence sur le site, à l'aplomb du gisement et à proximité du stockage de résidus. Le dosimètre au nord du bassin annexe présente généralement un profil similaire à la référence milieu naturel, ceci peut s'expliquer par sa localisation en périphérie du site et dans une zone peu remaniée par les activités minières. Le dosimètre situé au Moulin de Saint-Priest, localisé en aval des vents dominants par rapport au site des Bois Noirs, présente des valeurs du même ordre de grandeur que celles mesurées sur le site : ceci peut s'expliquer par sa position en fond de vallée et l'influence potentielle du site.

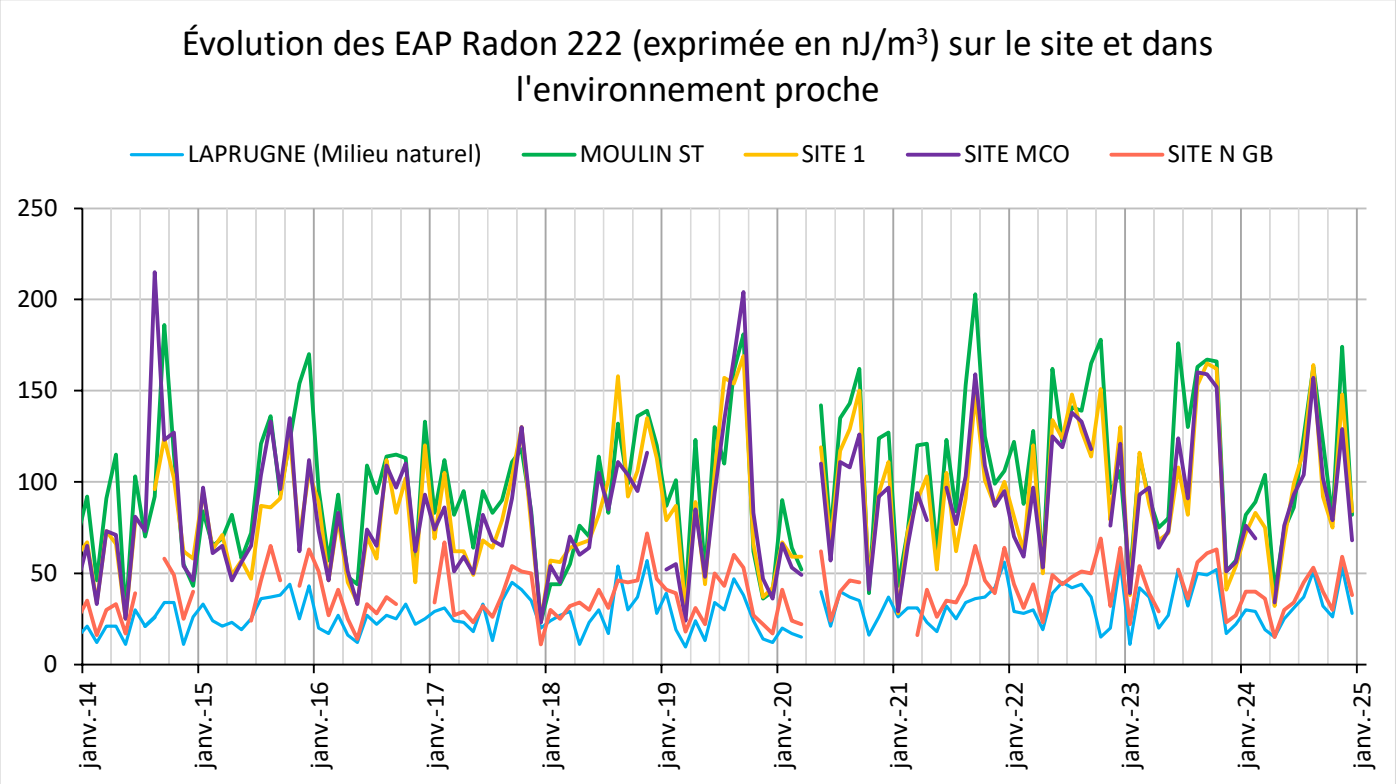


Figure 246 : Suivi des énergies volumiques liées au radon 222 entre 2014 et 2025 (ORANO)

4.4.3.2 Énergies alpha potentielles des descendants du Radon 220

Les EAP ^{220}Rn annuelles moyennes relevées sont :

- Comprises entre 9,8 et 21,5 nJ/m^3 sur site ;
- Comprises entre 18,4 et 24,2 nJ/m^3 sur Moulin ST ;
- Inférieures à 10 nJ/m^3 sur Laprugne.

Sur la période de 2014-2025, l'EAP des descendants à vie courte du Radon 220 évolue entre 4 et 56 nJ/m^3 sur site et entre 2,9 et 57 nJ/m^3 dans l'environnement proche. Un pic particulièrement important peut être observé durant l'année 2022.

On observe les mêmes variations saisonnières et les mêmes similitudes liées à la position des dosimètres que pour le radon 222.

Depuis 2014, aucune évolution significative n'est à noter et les mesures tendent à être stables.

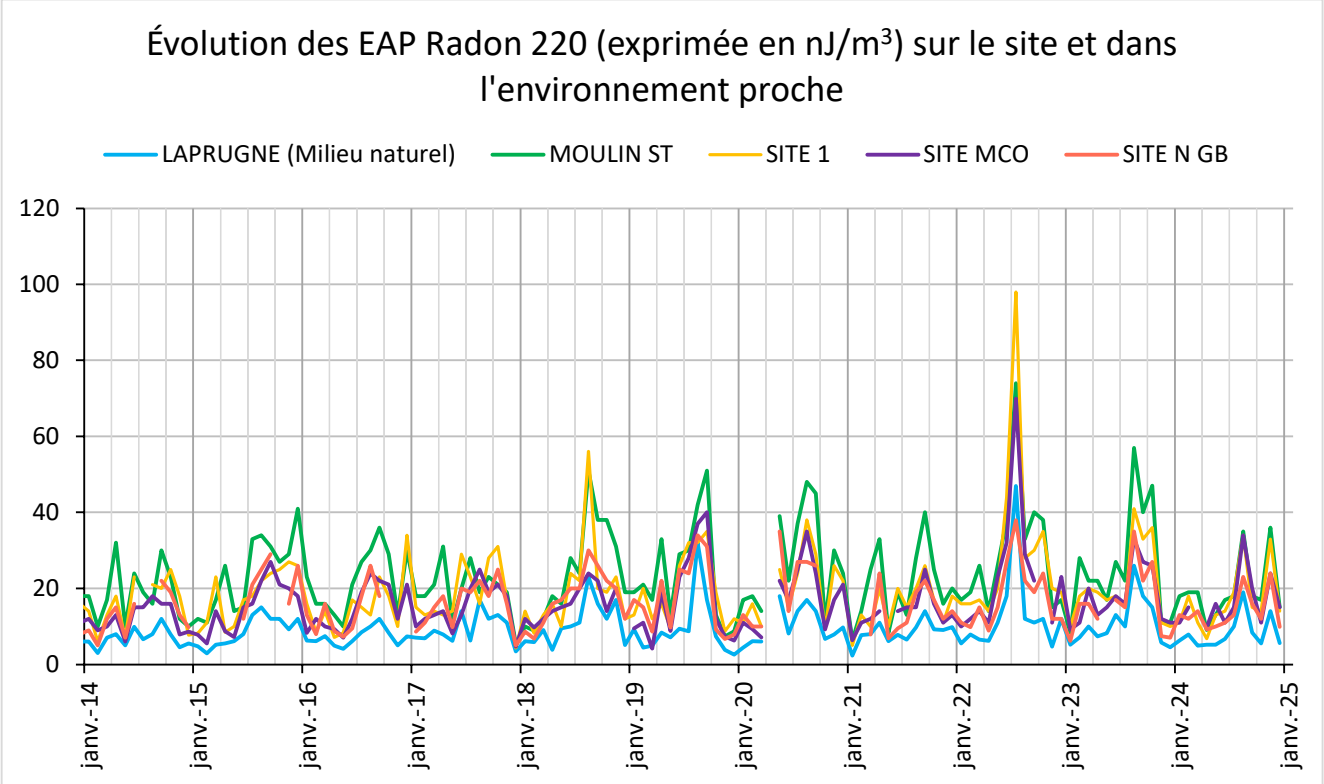


Figure 247 : Suivi des énergies volumiques liées au radon 220 entre 2014 et 2025 (bilan environnemental 2023 - ORANO)

4.5 ÉVALUATION DES DOSES EFFICACES ANNUELLES AJOUTEES (DEAA)

4.5.1 Scénario pris en compte

La DEAA, exprimée en mSv, a été calculée dans le cadre de l'application de la directive européenne du 13 mai 1996 imposant la limite de 1 mSv pour les personnes vivant dans les villages considérés comme groupe de référence, en prenant en compte :

- les propositions de l'IRSN (rapport IPSN/DRPE/SERGD 01-53 de novembre 2001 avec modifications de 2004 pour le coefficient en mSv/Bq de l'ingestion de l'uranium) ;
- la méthodologie sur l'évaluation de la dose efficace ajoutée dans l'environnement proche des sites miniers et des stockages de résidus de traitement des minerais d'uranium (rapport AREVA de juin 2004) ;
- la base de données CIBLEX de 2004 pour les scénarios d'exposition (budget temps et consommation alimentaire) en prenant en compte les remarques du rapport IRSN/DEI/SARG/2007-042 de décembre 2007.

Les scénarios proposés sont les suivants :

- Scénario 1 : un adulte de plus de 60 ans, vivant sous influence du site (7 300 h + 1360 h) ;
- Scénario 2 : un enfant âgé de 2 à 7 ans, vivant sous influence du site (6 800 h + 860 h), scolarisé hors influence du site ;
- Scénario 3 : un employé, âgé entre 17 à 60 ans, ne vivant pas sous influence du site mais travaillant sur le site (400 h).

Le tableau suivant récapitule les scénarios retenus :

Scénarios	Temps annuel passé hors du site mais sous son influence (h/an)		Temps annuel passé près du site (h/an)
	À l'intérieur des maisons	Dans le jardin des habitations	
Scénario 1 : Adulte > 60 ans	7 300	1 360	0
Scénario 2 : Enfant 2 – 7 ans	6 800	860	0
Scénario 3 : Adulte 17-60 ans	0	0	400

Les risques pris en compte dans le calcul de la DEAA sont les suivants :

- L'atmosphère

Les calculs de la DEAA sont effectués à partir des résultats moyens annuels des contrôles radiologiques de la qualité de l'air mis en œuvre sur et à proximité du site en 2023, auxquels sont retranchés les résultats moyens annuels de la station de référence milieu naturel (village de Laprugne).

Sont donc pris en compte :

- De 2014 à 2021 inclus : les EAP 220Rn, EAP 222Rn et les poussières
- De 2022 à 2024 : les EAP 220Rn, EAP 222Rn et éventuellement les poussières en cas de travaux sur le site au cours de l'année.

- La chaîne alimentaire

Le tableau suivant présente les régimes alimentaires retenus pour les calculs des doses efficaces annuelles ajoutées :

Consommation annuelle (kg)	Scénario 1 : Adulte	Scénario 2 : Enfant de 2 à 7 ans	Scénario 3 : Travailleur
Légumes feuilles	25	5	Consommation non prise en compte car n'habitant pas dans une zone sous influence du site
Légumes racines	32	24	
Fruits	100	36	
Viande	17	9	
Produits laitiers	257	265	
Poisson	22	8	
Eau de distribution (l.an^{-1})	600	365	

Le calcul de la dose ajoutée, liée la chaîne alimentaire, est effectué, chaque année, à partir des résultats des contrôles radiologiques effectués sur les aliments frais. Les résultats disponibles et les plus récents par rapport à l'année concernée – résultats auxquels sont retranchés ceux obtenus pour les mêmes catégories d'aliments de la référence milieu naturel – sont donc intégrés au calcul de la DEAA concernée.

4.5.2 Coefficients de dose retenus et débit d'inhalation

Les coefficients de doses permettent de relier les quantités de substances radioactives ou de rayonnements ionisants incorporés aux doses efficaces reçues par l'organisme. Les coefficients de dose retenus pour l'évaluation de la DEAA sont définis :

- pour les DEAA de 2014 à 2023 : dans l'arrêté ministériel du 1er septembre 2003 ;
- pour la DEAA de 2024 : dans l'arrêté ministériel du 16 novembre 2023, qui modifie les coefficients de dose pour le radon 220 et 222.

Les coefficients de dose retenus sont présentés ci-après.

Nota : pour l'année 2024, l'évaluation de la DEAA a été réalisée, à titre indicatif, avec les anciens et les nouveaux coefficients pour le radon 220 et 222.

Coefficients de dose retenus					
Mode d'exposition	**Rayonnement ou Radioéléments**	**Adulte**		**Enfant 2-7 ans**	
		DEAA 2014 à 2023	**DEAA 2024**	**DEAA 2014 à 2023**	**DEAA 2024**
Externe	Gamma	1 mSv/mGy		1 mSv/mGy	
Inhalation	EAP ^{222}Rn inhalé	1,1 mSv/nJ.m^{-3}.h	3 mSv/nJ.m^{-3}.h	1,1 mSv/nJ.m^{-3}.h	3 mSv/nJ.m^{-3}.h
	EAP ^{220}Rn inhalé	0,39 mSv/nJ.m^{-3}.h	1,5 mSv/nJ.m^{-3}.h	0,39 mSv/nJ.m^{-3}.h	1,5 mSv/nJ.m^{-3}.h
	Poussières inhalées	1,40.10^{-2} mSv/Bq		2,90.10^{-2} mSv/Bq	
Ingestion	^{238}U ingéré	9,79.10^{-5} mSv/Bq		1,83.10^{-4} mSv/Bq	
	^{226}Ra ingéré	2,8.10^{-4} mSv/Bq		6,2.10^{-4} mSv/Bq	
	^{210}Pb ingéré	6,9.10^{-4} mSv/Bq		2,2.10^{-3} mSv/Bq	
	^{210}Po ingéré	1,2.10^{-3} mSv/Bq		4,4.10^{-3} mSv/Bq	
	^{230}Th ingéré	2,1.10^{-4} mSv/Bq		3,1.10^{-4} mSv/Bq	

Pour les poussières, le débit d'inhalation varie avec l'âge. Les valeurs suivantes sont retenues :

- pour l'adulte : 0,8 m^3/h ;
- pour l'enfant : 0,4 m^3/h.

4.5.3 Résultats de l'évaluation de la DEAA

Pour le scénario « Adultes au Moulin de Saint-Priest », les DEAA sont :

- de 2014 à 2024 : comprises entre 0,71 mSv/an (en 2017) et 1,08 mSv/an (2022), pour les estimations réalisées avec les anciens coefficients radon ;
- pour l'année 2024, de 2,02 mSv/an, pour l'estimation effectuée avec les nouveaux coefficients radon (0,74 mSv/an avec les anciens coefficients).

Pour le scénario « Enfants au Moulin de Saint-Priest », les DEAA sont :

- de 2014 à 2024 : comprises entre 0,61 mSv/an (en 2017) et 1,09 mSv/an (2022), pour les estimations réalisées avec les anciens coefficients radon ;
- pour l'année 2024, de 1,81 mSv/an, pour l'estimation effectuée avec les nouveaux coefficients radon (0,67 mSv/an avec les anciens coefficients).

Pour le scénario « Adultes passant 400h sur le site », les DEAA sont, pour la période 2014-2024 et quel que soit le mode de calcul (avec les anciens ou nouveaux coefficients radon) :

- pour SITE 1 – Bâtiment STE, comprise entre 0,08 et 0,14 mSv/an ;
- pour SITE N GB – Nord Grand Bassin, comprise entre 0,03 et 0,05 mSv/an ;
- pour SITE MCO – Ancienne mine à ciel ouvert, comprise entre 0,08 et 0,14 mSv/an.

Sur l'ensemble de la période 2014-2024, ces résultats mettent en évidence les points suivants :

Pour la station localisée dans l'environnement proche du site (Moulin Saint-Priest) :

- L'exposition par inhalation de radon 222 est la part prépondérante de la DEAA, elle représente entre 79 et 92 % de la DEAA selon les années (scénarios adulte ou enfant) ;
- Les expositions par inhalation de radon 220 et 222 sont vraisemblablement surestimées. En effet, la topographie, notamment dans les reliefs marqués, influe les mesures des EAP radon. Pour des terrains à géologie identique ou similaire, les fonds de vallée, généralement moins soumis aux vents dominants, présentent des EAP naturellement plus élevés que les sommets. Dans le cas de la station Moulin Saint-Priest, cette dernière est localisée au fond de la vallée de la Besbre, tandis que la station de référence milieu naturel à Laprugne est localisée à flanc de coteau, voire en position sommitale. Par conséquent, l'estimation de la part ajoutée liée au radon, et in fine, l'exposition liée au radon, sont plausiblement surestimées ;
- À l'exception des années 2022 et 2024, les DEAA sont inférieures à la valeur limite de 1 mSv/an fixée par le code de la santé publique ;
- En 2022, la DEAA estimée atteint le 1 mSv/an pour l'adulte et l'enfant : la différence topographique entre la station Moulin Saint-Priest et la référence milieu naturel, couplée à une année particulièrement sèche (avec une désaturation importante en eau dans les sols), ainsi que dans une moindre mesure, une dose par ingestion légèrement plus haute que les autres années, expliquerait l'atteinte du 1 mSv/an ;
- **La DEAA 2024, calculée avec les nouveaux coefficients de dose du radon, dépasse largement le 1 mSv/an. Ceci s'explique majoritairement par les nouveaux coefficients de dose des radons 220 et 222 sont quasiment trois fois**

supérieurs à ceux précédemment utilisés, et également par la différence topographique entre la station Moulin Saint-Priest et la référence milieu naturel. Aucune activité, travaux ou incident pouvant conduire à une hausse considérable des EAP Radon (in fine de l'exposition par inhalation de radon), n'a eu lieu sur le site en 2024. Le calcul de la DEAA 2024 avec les anciens coefficients montrent que cette dernière serait conforme à celles estimées les années précédentes et inférieure à la valeur limite de 1 mSv/an.

Pour les stations localisées sur le site (adulte à 400h) :

- Quelle que soit l'année et la station, les DEAA sont largement inférieures à la valeur limite de 1mSv/an fixée par le code de la santé publique ;
- Pour les DEAA 2014 à 2023, l'exposition externe est la part prépondérante de la DEAA, elle représente généralement :
    - SITE 1 : entre 67 et 81 % de la DEAA selon les années,
    - SITE MCO : entre 30 et 60 % de la DEAA selon les années,
    - SITE N GB : entre 80 et 100 % de la DEAA selon les années.

  Ceci s'explique par le fait que ces stations sont localisées sur le site, soit dans l'auréole du gisement (SITE N GB), soit à l'aplomb de zones remaniées par l'exploitation (SITE 1 et SITE MCO).
- Le changement de coefficient de dose radon pour les estimations de 2024 a mécaniquement augmenté la part de l'exposition par inhalation de radon pour les DEAA des stations sur site.

Les graphiques ci-après présentent l'évolution des DEAA respectivement dans l'environnement proche du site (au Moulin de Saint-Priest) et sur le site entre 2014 et 2024.

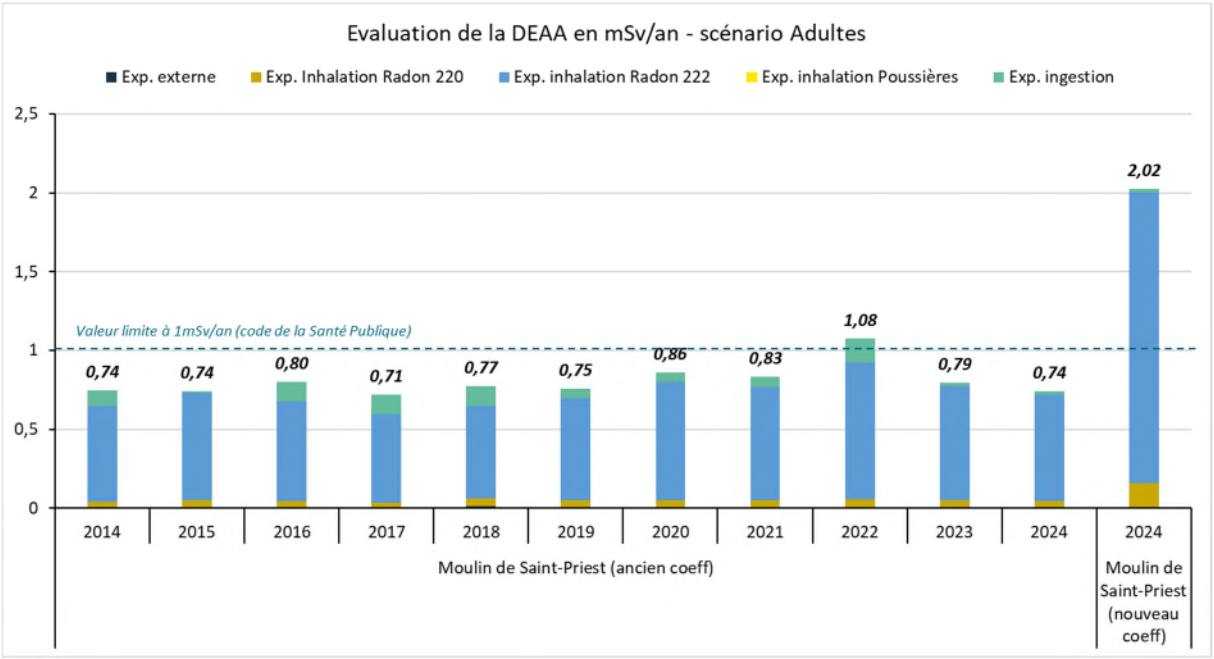


Figure 248 : Évaluation de la DEAA - scénario adultes

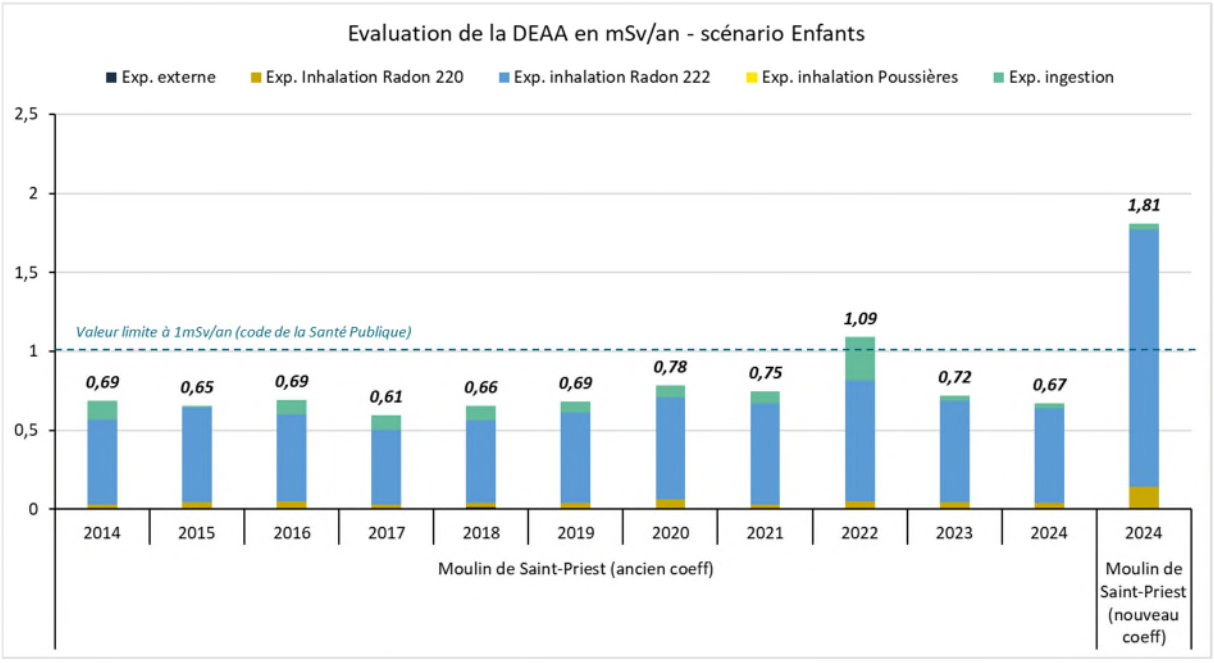


Figure 249 : Évaluation de la DEAA - scénario enfant

En synthèse, les résultats d'analyse entre 2014 et 2025 mettent en avant les constats suivants :

Pour le Radium 226 soluble et insoluble, sont constatés :

- <u>Avant la station de traitement des eaux provenant de la MCO et des TMS</u>, au niveau de la station basse (TBO 1) : avant 2022, 4 émissaires étaient distingués au sein desquels les valeurs en ^{226}Ra étaient globalement stables. Depuis l'AP du 28 juin 2002, ces 4 émissaires sont regroupés en un seul point de prélèvement. Les valeurs observées sont en ligne avec les années précédentes.

- <u>Au niveau des drains de pied de digue</u> : depuis 2022, les concentrations tendent à dépasser 0,05 Bq/L. Quelques pics atteignant 0,1 Bq/L sont observés.

- <u>Après la station de traitement des eaux</u> (TBO 2) :

→ Ra226 soluble : des valeurs comprises entre 0,02 et 0,3 Bq/L depuis 2020 (seuil de l'AP de 2022 fixé à 0,37 Bq/L (valeur moyenne annuelle). Depuis 2020, on observe une absence de dépassement.

→ Ra226 insoluble : la concentration dans le rejet est toujours nettement inférieure à la valeur limite d'émission fixée à 0,5 Bq/L ;

- <u>Au niveau de la Besbre</u> (BESB A et BESB B) : les concentrations en amont du site (en moyenne annuelle) sont stables et souvent inférieures ou égales au seuil de détection (<0.02 Bq/l). Elles sont plus élevées au niveau du point de mesure aval et diminuent au niveau de l'aval éloigné qui n'est aujourd'hui plus suivi.

- <u>Concernant les eaux du Grand Bassin, après le traitement par zéolithes</u> (GBZ2) : pour la période 2019/2025, la concentration annuelle moyenne dans les rejets est de 0,07 Bq/L pour le Ra226 soluble et de 0,18 pour le Ra226 insoluble respectant ainsi les seuils respectifs : 0,20 et 1,00 Bq/L. Cependant, des dépassements de la valeur limite d'émission en moyenne mensuelle en Radium 226 soluble, et très ponctuellement, en

Radium 226 insoluble, ont été observés en 2024. Ces dépassements ont fait l'objet de rapports d'incidents de la part d'Orano Mining et ont conduit à un nouveau changement de zéolithe le 15 octobre 2024. Une demande de modification temporaire de la valeur limite d'émission en Radium 226 soluble de la station Grand Bassin, d'une activité de 0,2 Bq/L à 0,37 Bq/L en moyenne mensuelle pour une durée d'un an, a été soumise le 27 février 2025. Aucune réponse officielle n'a été reçue à date.

Pour l'Uranium soluble et insoluble, sont constatés :

- Avant la station de traitement des eaux provenant de la MCO et des TMS (TBO 1) : bien que les 4 émissaires aient été regroupé en un seul point de prélèvement depuis 2022, la concentration est comprise entre 0,040 et 0,190 mg/L environ et tend à être stable depuis 2014.

- Au niveau des drains de pied de digue : la concentration en uranium soluble est comprise entre 0,026 et 0,161 mg/L environ dans le DRD6 soit une moyenne annuelle de 0,078 mg/L. La moyenne annuelle est de 0,063 mg/L dans les drains 1 à 5.

- Après la station de traitement des eaux (TBO 2) : aussi bien pour l'uranium soluble qu'insoluble, aucun dépassement des valeurs limites d'émission n'a été observé depuis 2014 (les seuils fixés par l'AP de 2022 sont respectivement 0,3 et 0,01 mg/L). La concentration en uranium soluble varie de 0,05 à 0,13 mg/L environ tandis que la concentration en uranium insoluble ne dépasse jamais les 0,01 mg/L.

- Au niveau de la Besbre (BESB A et BESB B) : la concentration moyenne annuelle en Uranium 238 est très faible, bien souvent inférieure à la limite de détection. En aval (BESB B), les concentrations sont stables et comprises entre 0,0029 et 0,0115 mg/L.

- Concernant les eaux du Grand Bassin, après le traitement par zéolithes (GBZ2) : la concentration annuelle moyenne dans les rejets est de 0,024 mg/L pour l'uranium soluble et de 0,002 mg/L pour l'uranium insoluble. Aucun dépassement des valeurs limites d'émission n'a été observé (fixées respectivement à 0,1 et 0,010 mg/L).

Bien que des dépassements des valeurs limites d'émission en ^{226}Ra aient été observées au droit de GBZ 2, les traitements des eaux mis en œuvre sur le site des BNL pour réduire le marquage radiologique des eaux de rejet est relativement efficace. Lorsque des anomalies sont détectées, des mesures sont mises en œuvre (changement de zéolithes par exemple).

Dans la zone du Paradou, les eaux sont caractérisées par une absence de marquage radiologique, à l'exception du Drain 40 qui récupère les eaux d'une source située sous les bassins de décantation, dont l'assise est constituée de stériles miniers.

Concernant les eaux souterraines, les observations mettent en évidence un marquage radiologique faible (Ra226 et U238) des eaux en aval hydraulique du site et similaire depuis plusieurs années.

→ La concentration en Ra 226 à l'amont du stockage ainsi qu'à l'aval de la verse du Jot est inférieure à 0,05 Bq/L. La concentration en aval du stockage de résidus est plus élevée, allant d'un minimum à 0,12 Bq/L jusqu'à un maximum de 0,45 Bq/L.

→ la concentration en uranium à l'amont du stockage ainsi qu'à l'aval de la verse du Jot est inférieure à 0,0033 mg/L. La concentration en aval du stockage de résidus est plus élevée, allant d'un minimum à 0,0103 mg/L jusqu'à un maximum de 0,1430 mg/L.

Concernant la qualité radiologique de l'air, aucune évolution significative n'est à signaler depuis 2013 au vu du bruit de fond particulièrement élevé des régions uranifères.

Concernant la qualité de la biosphère, les résultats de suivi s'inscrivent dans la continuité des résultats observés les années précédentes, c'est-à-dire qu'aucune évolution significative n'est à signaler. Les sédiments de la Besbre ont été analysés à l'amont et à l'aval : il est constaté un marquage radiologique des sédiments plus fort à l'aval aussi bien pour l'uranium, le plomb et le radium possiblement dû à la granulométrie des sédiments. Le pourcentage de MES est toutefois plus important à l'amont.

5 MILIEU HUMAIN

5.1 PERIMETRES ADMINISTRATIFS

Source : site de la commune de Saint-Priest-la-Prugne ; site de la Communauté de Communes du Pays d'Urfé ; Base nationale sur l'intercommunalité ; site de l'INSEE.

5.1.1 La commune de Saint-Priest-la-Prugne

Le site est localisé sur le territoire de Saint-Priest-la-Prugne. Ce dernier est situé le plus à l'ouest de l'arrondissement de Roanne, entre le massif des Bois Noirs et les monts de la Madeleine, dans le département de la Loire (42), en région Auvergne-Rhône-Alpes.

5.1.2 La Communauté de Communes du Pays d'Urfé

La Communauté de Communes du Pays d'Urfé (CCPU) est un Établissement Public de Coopération intercommunale (EPCI), créée en 1996, suite à la transformation du SIVOM de la Montagne Roannaise.

Elle regroupe 11 communes dont Saint-Priest-la-Prugne pour un total de 5 130 habitants en 2021, répartis sur une surface 256,10 km².

L'intercommunalité s'implante à mi-chemin entre Clermont-Ferrand et Saint-Etienne et à 1h de Lyon par l'autoroute A89.

Les communes composant l'EPCI sont essentiellement rurales et bénéficient d'un tissu économique diversifié mêlant agriculture, artisanat, petites entreprises, activités touristiques et quelques leaders économiques.



Figure 250 : Situation de la Communauté de Communes du Pays d'Urfé (source : ccpu.fr)

5.2 DOCUMENTS D'ORIENTATION, DE PLANIFICATION, D'URBANISME

Sources : site du SCoT Roannais ; site de la commune de Saint-Priest-la-Prugne ; PLU de Saint-Priest-la-Prugne ; site Géorisques ; site Géoportail de l'Urbanisme ; site de l'INAO.

5.2.1 SCOT Roannais

Saint-Priest-la-Prugne fait partie du territoire couvert par le SCoT (Schéma de Cohérence Territoriale) du Roannais, qui a été initialement approuvé en 2012. Ce schéma a fait l'objet d'une première révision en 2017 afin de se conformer à la loi n°2010-788 de juillet 2010 portant Engagement national pour l'environnement. Cette révision a été approuvée le 4 octobre 2017 et est devenue applicable depuis le 18 décembre 2018.

En 2021, une réflexion a été entreprise pour un projet de fusion des périmètres de 3 SCoTs - Roannais, Loire-Centre, Bassin de vie du Sornin - afin d'assurer une mise en cohérence des questions d'urbanisme, d'habitat, de développement économique, de déplacement et d'environnement à l'échelle du bassin de vie du Roannais. Cette démarche s'est concrétisée le 1er janvier 2022 par l'élargissement du périmètre du Syndicat Mixte du Schéma de Cohérence Territoriale du Roannais. Ce nouvel ensemble comprend les 5 EPCI du nord du Département de la Loire dont celle de la Communauté de Communes du Pays d'Urfé.

En conséquence, l'élaboration d'un nouveau SCoT a été prescrite le 22 mars 2023 afin de couvrir l'ensemble du nouveau périmètre du territoire du Roannais. Sa structure porteuse est le SMSR, créé le 1er janvier 2022. Le SCoT Roannais demeure applicable jusqu'à l'approbation du nouveau SCoT.

Le site des Bois Noirs Limouzat a été identifié dans l'état initial de l'environnement du SCoT du Roannais pour le risque de rupture de la digue. Cependant, aucune orientation spécifique n'a été envisagée pour le site. En revanche le boisement des Bois Noirs, identifié en tant que boisement de montagne, dans lequel s'inscrit le site, est soumis à des prescriptions (« *Les documents d'urbanisme doivent, selon les cas, veiller à préserver les boisements mais également favoriser leur gestion et leur circonscription dans une perspective agricole, paysagère et environnementale* »).

5.2.2 Plan local d'urbanisme de Saint-Priest-la-Prugne

Annexe : courrier de la préfecture de la Loire du 23 juin 2025 vis-à-vis de l'autorisation du projet en tant qu' « ouvrage d'intérêt collectif »

La Commune de Saint-Priest-la-Prugne est couverte par un Plan Local d'Urbanisme (PLU), approuvé le 27 octobre 2017 et dont la modification n°1 a été approuvée le 21 mars 2024.

Les parcelles du site sont essentiellement en zone N, qui correspond à une zone naturelle qu'il convient de protéger en raison de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, notamment du point de vue esthétique, historique, écologique, ou de leur caractère d'espaces naturels.

La carte suivante représente le zonage du PLU de Saint-Priest-la-Prugne au droit du site.

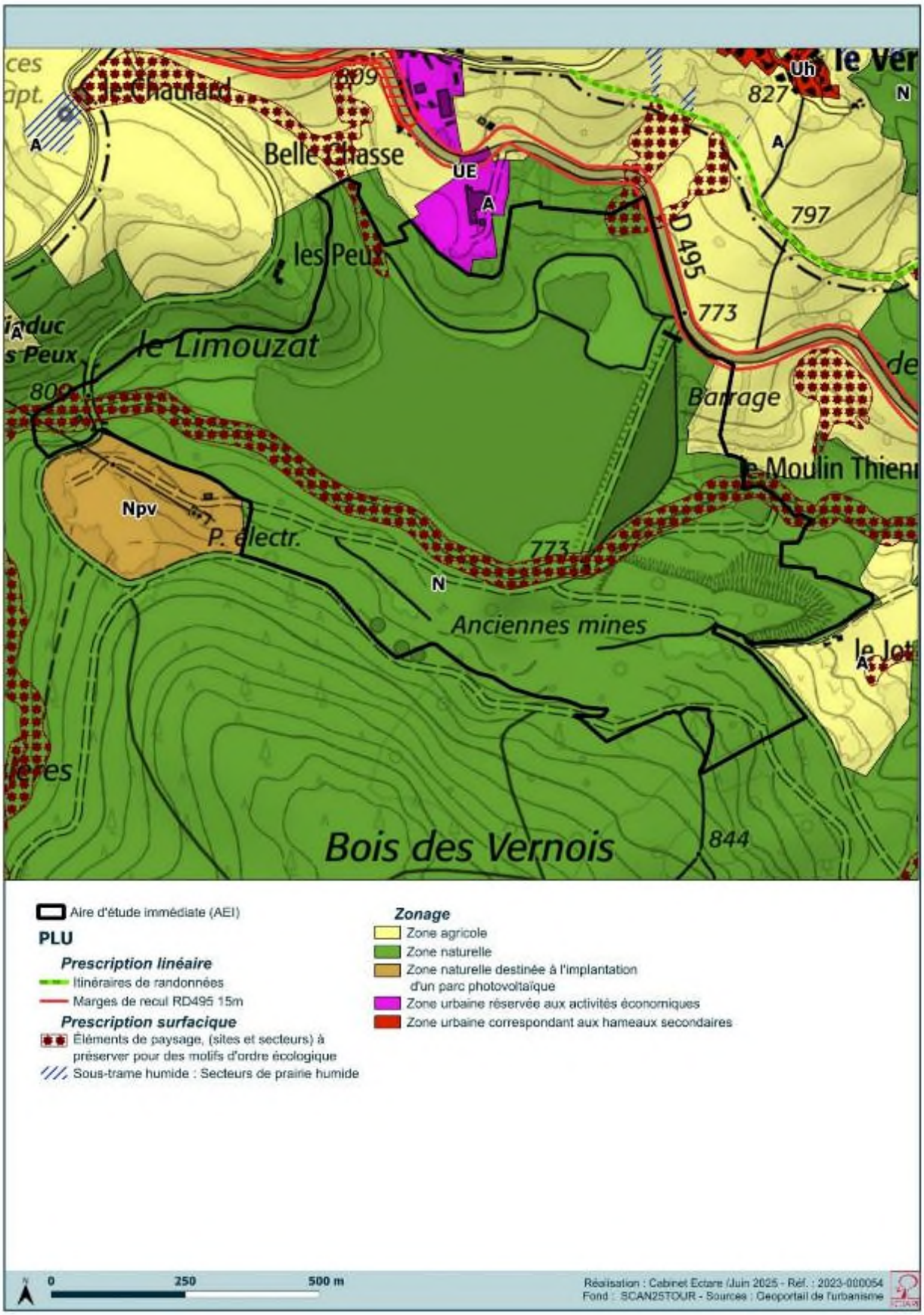


Figure 251 : Zonages du PLU au niveau du site des Bois Noirs Limouzat

Deux parcelles à l'est / nord-est du site sont classées en zone A – agricole. Cette zone correspond à une zone de richesses naturelles qu'il convient de protéger en raison de la valeur agronomique des sols et des structures agricoles.

Le règlement de chacun de ces deux zones autorise certains aménagements uniquement dans le respect de certaines conditions. Le tableau ci-après présente les conditions d'occupations du sol sur les terrains visés par le projet.

Zonage du PLU	Occupation autorisée
N : zone naturelle qu'il convient de protéger en raison de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, notamment du point de vue esthétique, historique, écologique, ou de leur caractère d'espaces naturels.	Les ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des équipements et services publics ou d'intérêt collectif.
	Les affouillements et exhaussements du sol à condition qu'ils ne compromettent pas la stabilité des sols, l'écoulement des eaux et qu'ils ne portent pas atteinte au caractère du site.
	La restauration et l'aménagement des bâtiments existants. La restauration étant ici le maintien du bâti en bon état et non une transformation de l'architecture.
	Le changement de destination des bâtiments repérés sur le plan de zonage.
	L'extension des constructions d'habitations existantes, d'une surface de plancher minimale initiale de 60m², et sous réserve que l'extension réalisée ne représente pas plus de 30 % de la surface de plancher existante, dans une limite totale de 250 m² (existant + extension).
	Les annexes aux habitations existantes dans une limite de 50 m² maximum d'emprise au sol (total des annexes hors piscine) et à condition d'être implantées à 20 m maximum du bâtiment principal.
A : zone de richesses naturelles qu'il convient de protéger en raison de la valeur agronomique des sols et des structures agricoles.	Les constructions et extensions de bâtiments agricoles liées et nécessaires à l'activité des exploitations agricoles ;
	Les constructions et extensions à usage d'habitation ainsi que celles qui leur sont complémentaires (dépendances, garages, annexes, piscines…) sous réserve d'être strictement liées et nécessaires au bon fonctionnement des exploitations agricoles existantes
	Les installations de tourisme à la ferme complémentaires à une exploitation agricole existante, par aménagement de bâtiments existants, à l'exclusion des abris de jardin et autres locaux pouvant constituer un abri, des

Zonage du PLU	Occupation autorisée
	constructions provisoires et des constructions dont l'emprise au sol est inférieure à 50m² ;
	Les affouillements et exhaussements du sol à condition qu'ils ne compromettent pas la stabilité des sols, l'écoulement des eaux et qu'ils ne portent pas atteinte au caractère du site ;
	La restauration des bâtiments existants. La restauration étant ici le maintien du bâti en bon état et non une transformation de l'architecture ;
	Le changement de destination des bâtiments repérés sur le plan de zonage.
	L'extension des constructions d'habitations existantes, d'une surface de plancher minimale initiale de 60m², et sous réserve que l'extension réalisée ne représente pas plus de 30% de la surface de plancher existante, dans une limite totale de 250 m² (existant + extension).
	Les annexes aux habitations existantes dans une limite de 50m² maximum d'emprise au sol (total des annexes hors piscine) et à condition d'être implantées à 20 m maximum du bâtiment principal.
	Les ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des équipements et services publics ou d'intérêt collectif.

Conformément au courrier du 23 juin 2025 de la DDT de la Loire, le projet est d'intérêt collectif dès lors qu'il a pour objet d'améliorer la maitrise des risques environnementaux liés au stockage des résidus miniers. En effet, le projet de réaménagement dans son ensemble y compris les installations annexes telles que l'alvéole de stockage des boues, sont d'intérêt collectif. Le projet et ses ouvrages ne remettent pas en cause le caractère des lieux avoisinants, des sites et paysages naturels et au contraire participera à une meilleure insertion paysagère (grâce notamment à l'arasement de la digue sur une hauteur de l'ordre de 8 m) ainsi qu'à une amélioration de l'intérêt écologique en rétablissant une continuité écologique qui est aujourd'hui absente sur la partie canalisée du lit de la Besbre. L'alvéole de stockage constitue une amélioration des conditions de stockage des futures boues issues du traitement des eaux du site.

Ensuite, concernant le zonage A, le projet est autorisé d'une part du fait de l'intérêt collectif et d'autre part du fait d'opérations d'affouillement relatives au rétablissement de la continuité écologique de la Besbre.

Ainsi il est conforme aux prescriptions du PLU de Saint-Priest-la-Prugne.

5.2.2.1 Contraintes et servitudes d'utilité publique

Le site des BNL est concerné par une servitude relative à l'établissement de canalisations électriques (I4) et de sa zone tampon (40 m soit 20 m de part et d'autre de la ligne). La zone concernée est située dans l'extrême nord-ouest du site, à proximité de la retenue des Peux. Cette canalisation électrique désigne un poste de 63 kV « Limouzat » et d'une ligne de 63 kV « Limouzat – Puy Guillaume – Thiers – St Yorre ». Le règlement induit par cette servitude est donné ci-après.

Notons également qu'une ligne électrique HT enterrée en amont du Grand Bassin traverse une partie du site mais n'est pas indiquée dans les documents d'urbanisme (*Cf. 5.7.1 – Réseaux secs*).

Aucun emplacement réservé et aucun espace boisé classé n'est recensé au droit du périmètre du site.

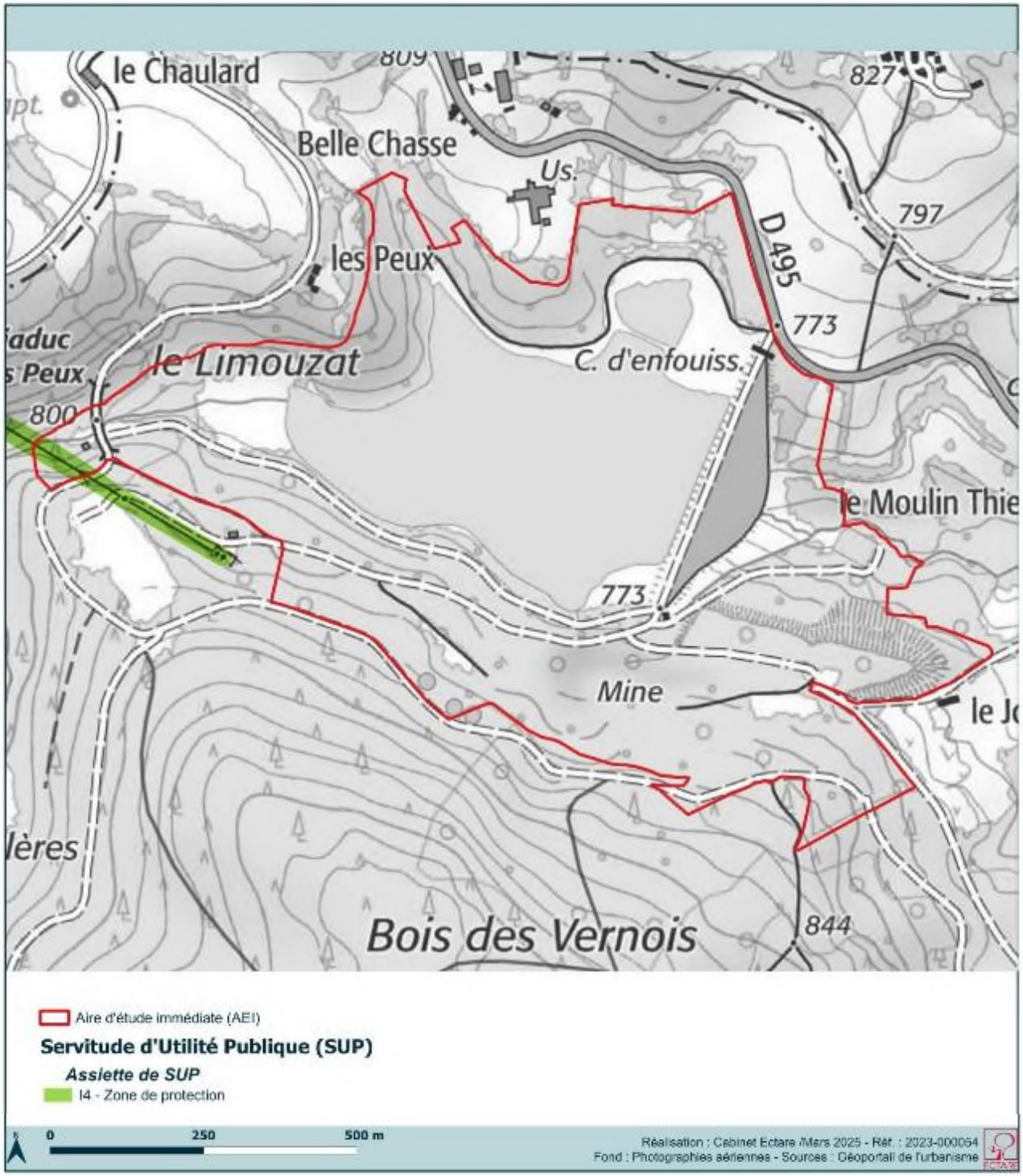


Figure 252 : Servitudes d'utilité publique au droit du site

EFFET DE LA SERVITUDE
Ce sont les effets prévus par la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie électrique. Le décret n°67-886 du 6.10.67, d'application de la loi du 15 juin 1906, établit une équivalence entre l'arrêté préfectoral de mise en servitude légales et les servitudes instituées par conventions.
A – PRÉROGATIVES DE LA PUISSANCE PUBLIQUE
1/° prérogatives exercées directement par la puissance publique
Droit pour le bénéficiaire d'établir à demeure des supports et ancrages pour conducteurs aériens d'électricité, soit à l'extérieur des murs ou façades donnant sur la voie publique, soit sur les toits et terrasses des bâtiments, à condition qu'on y puisse accéder par l'extérieur, dans les conditions de sécurité prescrites par les règlements administratifs (servitude d'ancrage). Droit pour le bénéficiaire, de faire passer les conducteurs d'électricité au-dessus des propriétés, sous les mêmes conditions que ci-dessus, peu importe que les propriétés soient, ou non, closes ou bâties (servitude de surplomb). Droit pour le bénéficiaire, d'établir à demeure des canalisations souterraines ou des supports pour les conducteurs aériens, sur des terrains privés non bâtis, qui ne sont pas fermés de murs ou autres clôtures équivalentes (servitude d'implantation). Lorsqu'il y a application du décret du 27 décembre 1925, les supports sont placés autant que possible sur les limites des propriétés ou des cultures. Droit pour le bénéficiaire, de couper les arbres et les branches qui se trouvent à proximité des conducteurs aériens d'électricité, gênent leur pose ou pourraient par leur mouvement ou leur chute occasionner des courts-circuits ou des avaries aux ouvrages (décret-loi du 12 novembre 1938).
2/° Obligations de faire imposées au propriétaire
Néant.
B – LIMITATIONS D'UTILISER LE SOL
1/° Obligations passives
Obligation pour les propriétaires de réserver le libre passage et l'accès aux agents et aux préposés du bénéficiaire pour la pose, l'entretien, la réparation et la surveillance des installations. Ce droit de passage ne doit être exercé qu'à des heures normales et après avoir prévenu les intéressés, sauf en cas d'urgence.
2/° Droits des propriétaires
Les propriétaires, dont les immeubles sont grevés de servitudes d'appui sur les toits ou terrasses, conservent le droit de démolir, réparer ou surélever. Les propriétaires, dont les terrains sont grevés de servitudes d'implantation ou de surplomb, conservent également le droit de se clore ou de bâtir. Dans tous les cas, les propriétaires doivent toutefois un mois avant d'entreprendre ces travaux, prévenir par lettre recommandée l'exploitant de l'ouvrage.
REMARQUE IMPORTANTE

Il convient de consulter l'exploitant du réseau avant toutes délivrances de permis de construire à moins de 100 mètres des réseaux HTB > 50 000 Volts, afin de vérifier la compatibilité des projets de construction avec ses ouvrages, en référence aux règles de l'arrêté interministériel fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique.
EFFET DE LA SERVITUDE CONCERNANT LES TRAVAUX
Mesures à prendre avant l'élaboration de projets et lors de la réalisation de travaux (exceptés les travaux agricoles de surfaces) à proximité des ouvrages de transport électrique HTB (lignes à haute tension). Dès lors que les travaux envisagés se situent dans une zone définie par le plan de zone déposé en Mairie, le décret 91-1147 du 14 Octobre 1991 fait obligation aux entrepreneurs et autres intéressés d'adresser à l'exploitant des ouvrages de transport indiqué ci-dessous, une demande de renseignement (D.R.) accompagnée des extraits de plans suivants : ▪ un plan de situation au 1/25 000 (ou plus précis), ▪ un plan de masse, ▪ un plan de ville selon la situation du chantier. Une réponse devra être ensuite envoyée par l'exploitant dans le délai d'un mois, à compter de la date de réception de la demande. Elle précisera si une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (D.I.C.T.) doit être ensuite effectuée avant l'exécution des travaux. Le même décret impose que les D.I.C.T., doivent parvenir à l'adresse ci-dessous 10 jours au moins avant la date prévue pour le début des travaux, jours fériés non compris, pour tous travaux à proximité des ouvrages de transport concernés.

5.2.3 Existence d'autorisations antérieures sur le site

Un permis d'exploitation dit « des Bois Noirs Limouzat » a été octroyé au profit du CEA le 20 juillet 1954. La concession minière dite « des Bois Noirs Limouzat » a été accordée au profit du CEA par décret le 11 septembre 1969 puis mutée au profit de la COGEMA (aujourd'hui Orano Mining) par décret le 26 octobre 1977. En prévision de l'arrêt de l'activité minière, une demande d'abandon a été transmise à la préfecture de la Loire le 30 juin 1980, actée par arrêté préfectoral le 20 octobre 1980. Cette demande de délaissement a été transformée par l'administration en un délaissement, le site des Bois Noirs Limouzat est ainsi toujours sous police des mines mais ne nécessite par une déclaration d'arrêt définitif des travaux miniers.

Le site se caractérise actuellement par un contexte réglementaire multiple qui comporte :

- Une composante minière qui s'inscrit dans la continuité du statut de site soumis à délaissement,
- Une composante ICPE (Installation Classée pour la Protection de l'Environnement) avec
    - Le stockage des résidus de traitement minier classé au titre de la rubrique 1735,

  - le stockage de produits issus de la démolition de l'usine de traitement dans la mine à ciel ouvert classé au titre de l'ancienne rubrique 167.b de la nomenclature ICPE,
  - le Grand Barrage qui est un barrage classé A.
- Une composante Loi sur l'Eau caractérisée par la dérivation de la Besbre, les rejets des eaux traitées, la présence d'une digue de grande longueur classée barrage de type A),
- Une composante Code de la Santé publique compte tenu du contexte radiologique du site.

Le site bénéficie ainsi d'une antériorité réglementaire marquée par ces différentes composantes.

Depuis l'arrêt des activités, les mesures de surveillance réglementaires du site des Bois Noirs Limouzat ont été prescrites par les arrêtés préfectoraux suivants :

- L'arrêté préfectoral n°80-201080 du 20 octobre 1980 actant la déclaration d'abandon des travaux et la surveillance du site ;
- L'arrêté préfectoral du 3 décembre 1987 fixant notamment le plan de surveillance de la digue et du bassin, modifié par l'arrêté préfectoral du 25 mai 1990 ;
- L'arrêté préfectoral du 25 mai 1990 actant le délaissement de l'exploitation du gisement d'uranium des Bois Noirs Limouzat à Saint-Priest-la-Prugne – Arrêté Préfectoral du 2 décembre 1987. Modification de l'annexe I citée à l'article 6 ;
- L'arrêté préfectoral du 4 août 2005 autorisant le stockage des produits de démolition sur le site et le plan de surveillance des rejets.

Cet arrêté a établi le classement de la MCO (dans laquelle sont stockés les produits de démantèlement de l'usine) au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

Le Grand Bassin était une dépendance légale de la mine jusqu'en 2017. Le stockage de résidus, ses activités connexes (Station de Traitement des Eaux, gestion des boues) et le stockage des produits de démolition sont classés au titre des ICPE par l'arrêté n° 50-DDPP-17 du 31 janvier 2017, dans la rubrique 1735, par bénéfice du droit d'antériorité.

Actuellement, le site des Bois Noirs Limouzat est toujours sous la police des mines mais ne nécessite par une déclaration d'arrêt définitif des travaux miniers.

D'autres arrêtés préfectoraux ont été pris, à savoir :

- L'arrêté préfectoral n°49-DDPP-17 du 31 janvier 2017 portant réalisation d'une étude d'impact et d'une étude de dangers a été prescrit sur l'ancien site des Bois Noirs Limouzat ;
- L'arrêté préfectoral n°271-DDPP-22 du 28 juin 2022 complémentaire relatif à l'exploitation du stockage des résidus solides de minerais d'uranium du site des Bois Noirs Limouzat à Saint-Priest-la-Prugne et exploitée par la société ORANO Mining prescrit la réalisation d'un dossier d'autorisation environnementale, dont fait l'objet la présente étude, portant sur le réaménagement en couverture solide du site des Bois Noirs Limouzat ;

- L'arrêté préfectoral complémentaire n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 autorisant l'exploitation et régissant la surveillance du site et du barrage ;
- L'arrêté préfectoral complémentaire n°34-DDPP-25 du 10 mars 2025 relatif à l'exploitation du stockage des résidus solides de minerais d'uranium du site des Bois Noirs Limouzat à Saint-Priest-la-Prugne et exploitée par la société ORANO Mining modifiant les prescriptions relatives à l'exploitation de la station Grand Bassin.

Plus récemment, des arrêtés préfectoraux complémentaires ont été prescrit sur le site des Bois Noirs Limouzat :

- Le premier arrêté n°51-DDPP-24 en date du 12 février 2024 porte sur l'exploitation du stockage des résidus solides de minerais d'uranium du site et fixe les dispositions que doit respecter la société. Cet arrêté impose notamment à ORANO la réalisation d'une tierce expertise sur l'étude hydrogéologique,
- L'APC n°208-DDPP-24 en date du 2 juillet 2024 relatif à l'exploitation du stockage des résidus solides de minerais d'uranium du site abroge l'article 1 de l'arrêté n°271-DDPP-22 et prescrit le dépôt d'un dossier d'autorisation environnementale au plus tard le 30 juin 2025 portant sur le réaménagement en couverture solide du site,

Le site est implanté sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne. La commune est couverte par le SCoT du Roannais. Ce document identifie le boisement des Bois Noirs dans lequel s'inscrit le site en tant que boisement de montagne. Le boisement est soumis à des prescriptions de préservation et de gestion.

Les parcelles du site sont intégralement en zone N du PLU de la commune, correspondant à une zone naturelle qu'il convient de protéger. Certains aménagements sont autorisés notamment les ouvrages techniques nécessaires au fonctionnement des équipements et services publics ou d'intérêt collectif. Deux parcelles à l'est / nord-est du site sont classées en zone A – agricole. Le projet, en tant qu'ouvrage technique nécessaire au fonctionnement des équipements et services publics ou d'intérêt collectif est autorisé d'après le règlement du PLU de Saint-Priest-la-Prugne.

Aucun emplacement réservé et aucun espace boisé classé n'est recensé au droit du périmètre du site.

Une servitude d'utilité publique s'applique sur une partie située au nord-ouest du site, elle concerne une canalisation électrique.

En raison de sa localisation en zone N, de l'absence d'espace boisé classé et de la présence d'une servitude, l'enjeu est faible pour le site.

Les caractéristiques du projet répondront aux exigences et prescriptions du règlement du SCoT et du PLU en vigueur.

Aucune contrainte réglementaire n'est de nature à limiter le projet.

5.3 POPULATION

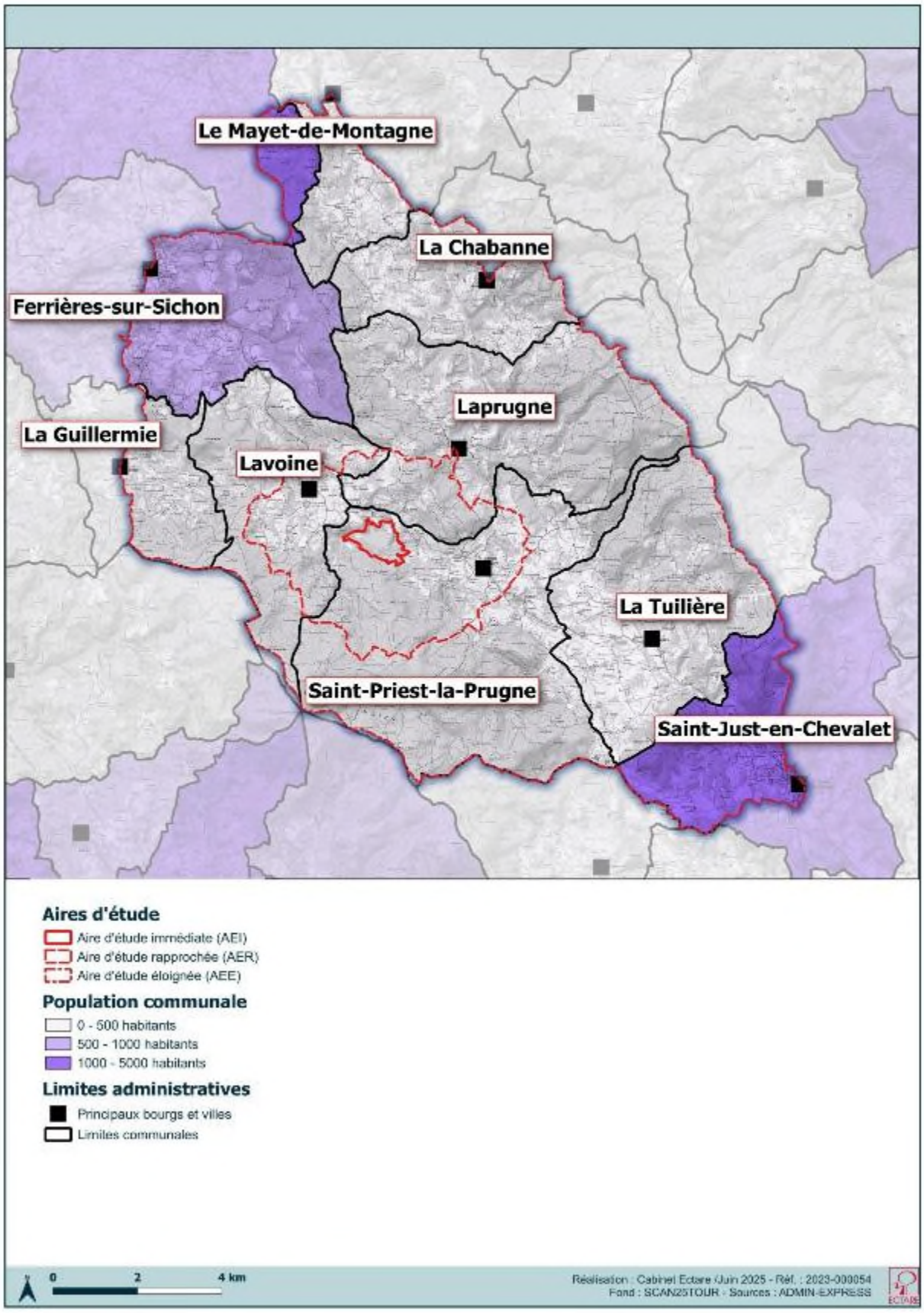
Source : INSEE, séries historiques sur la population, dossiers complets, comparateur de territoires

L'examen de la population qui suit est basé sur des données issues des recensements de la population entre 1990 et 2020, conduits par l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE), à l'échelle de l'AEE.

Il convient de souligner que l'analyse des données démographiques présentées se concentre sur des communes rurales, hors attraction des villes.

Année / Commune	1990	1999	2009	2014	2020	Évolution depuis 1990 (%)	Densité (km²/hab) en 2020
Saint-Priest-la-Prugne	505	442	465	440	424	-16,04	11,6
Le Mayet-de-Montagne	1609	1598	1555	1395	1386	-13,86	47,7
Saint-Clément	328	330	362	323	285	-25,39	11,0
Ferrières-sur-Sichon	632	561	556	583	527	-16,61	13,7
La Chabanne	215	192	184	196	177	-17,67	8,9
La Guillermie	155	159	148	131	122	-21,29	9,9
Lavoine	218	173	150	161	149	-31,65	8,5
Laprugne	509	405	361	324	314	-38,31	9,1
La Tuilière	362	321	292	284	285	-21,27	9,2
Saint-Just-en-Chevalet	1422	1281	1187	1109	1125	-20,89	38,5

Tableau 113 : Évolution de la population des communes de l'AEE depuis 1990 (source : INSEE)



Carte 40 : Population des communes de l'AEE

Dans le secteur d'étude, les communes les plus peuplées sont Saint-Just-en-Chevalet et Le Mayet-de-Montagne, respectivement au sud-est et au nord-ouest du site des BNL.

Depuis 1990, l'ensemble des communes de l'AEE a été confronté à une tendance générale à la baisse de leur population, avec des baisses significatives enregistrées notamment dans les communes de Laprugne et Lavoine, affichant des diminutions respectives de 38,31 % et 31,65 % depuis cette période.

Certaines communes ont connu des variations importantes dans leur population au cours des différentes années, tandis que d'autres ont présenté une stabilité relative. Par exemple, Saint-Just-en-Chevalet a affiché une variation moins prononcée par rapport aux autres communes.

Les densités de population varient considérablement d'une commune à l'autre en 2020, allant de 8,5 à 47,7 habitants par kilomètre carré. Le Mayet-de-Montagne se distingue comme la commune la plus densément peuplée, tandis que Lavoine et La Chabanne affichent des densités de population plus faibles.

Ces tendances peuvent être attribuées à divers facteurs, y compris le vieillissement de la population et la migration vers des zones urbaines.

Commune	Variation annuelle moyenne (1990/1999)	Solde naturel (1990/1999)	Solde migratoire (1990/1999)	Variation annuelle moyenne (1999/2009)	Solde naturel (1999/2009)	Solde migratoire (1999/2009)	Variation annuelle moyenne (2009/2014)	Solde naturel (2009/2014)	Solde migratoire (2009/2014)	Variation annuelle moyenne (2014/2020)	Solde naturel (2014/2020)	Solde migratoire (2014/2020)
Saint-Priest-la-Prugne	-1,5	-0,4	-1,1	0,5	-0,2	-0,7	-1,1	-0,5	-0,6	-0,6	-0,6	-0,0
Le Mayet-de-Montagne	-0,1	-0,6	0,5	-0,3	-0,7	0,5	-2,1	-1,9	-0,3	-0,1	-1,7	1,6
Saint-Clément	0,1	-0,1	0,1	0,9	-0,4	1,3	-2,3	-0,6	-1,7	-2,1	-1,4	-0,7
Ferrières-sur-Sichon	-1,3	-1,0	-0,3	-0,1	-0,5	0,4	1	-0,0	1	-1,7	-0,7	-0,9
La Chabanne	-1,2	-0,4	-0,9	-0,4	-0,7	0,3	1,3	-0,8	2,1	-1,7	-0,4	-1,2
La Guillermie	0,3	-0,6	0,9	-0,7	-0,6	-0,1	-2,4	-1,3	-1,1	-1,2	-3,0	1,8
Lavoine	-2,5	-1,1	-1,5	-1,4	-0,9	-0,5	1,4	0,1	1,3	-1,3	-1,0	-0,3
Laprugne	-2,5	-0,7	-1,8	-1,1	-1,2	0,1	-2,1	-0,6	-1,5	-0,5	-0,4	-0,2
La Tuilière	-1,3	-0,5	-0,9	-0,9	-0,6	-0,4	-0,6	-0,7	0,1	0,1	-0,7	0,8
Saint-Just-en-Chevalet	-1,2	-0,6	-0,6	-0,8	-1,0	0,3	-1,4	-1,1	-0,3	0,2	-2,3	2,5

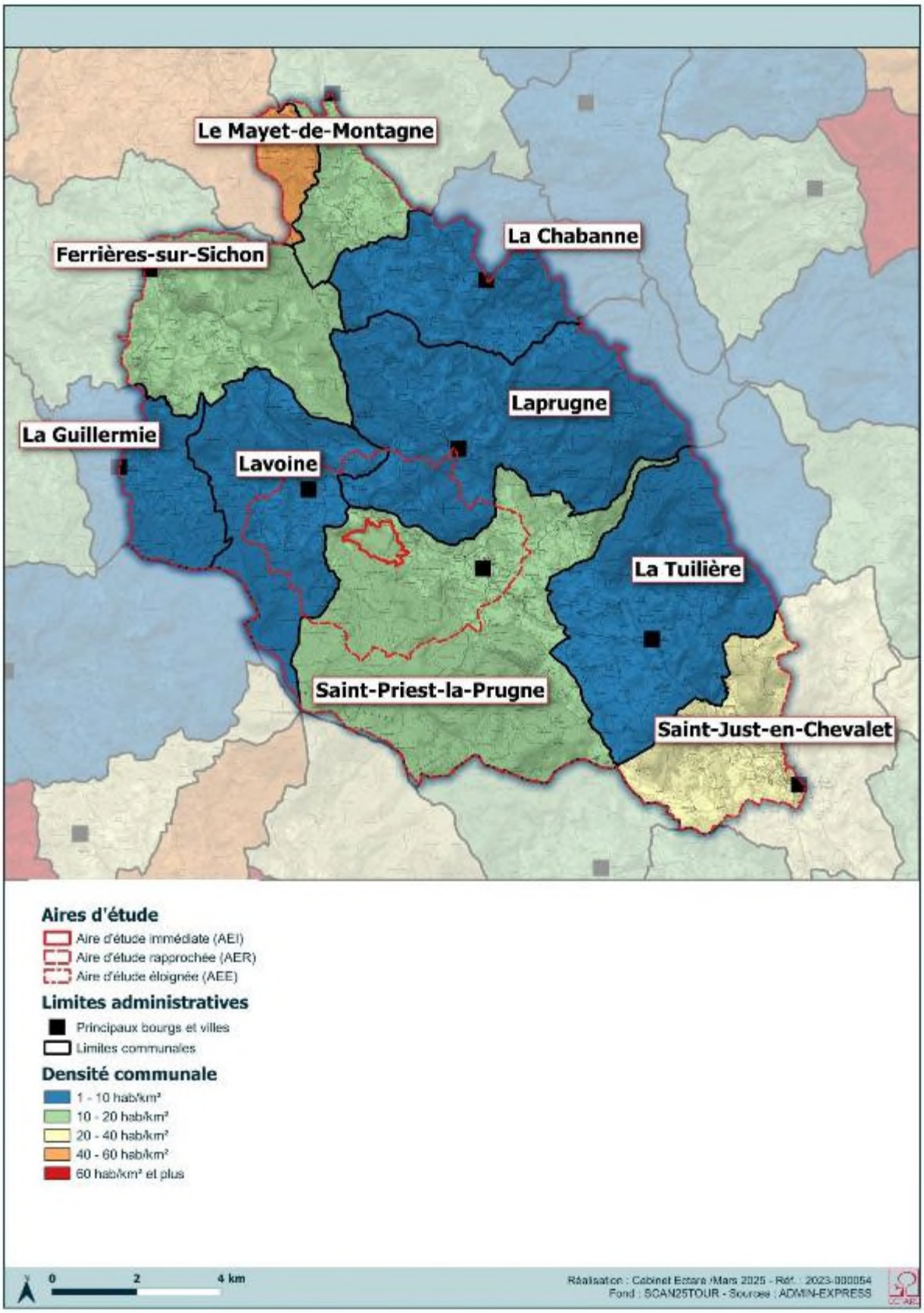


Figure 253 : Densité de population à l'échelle de l'AEE (© Ectare)

En réalisant une analyse combinée de l'évolution démographique des communes de l'AEE et des variations annuelles moyennes, il est possible de témoigner des faits suivants :

- La plupart des communes ont enregistré des variations annuelles moyennes négatives de la population pendant les périodes examinées, ce qui confirme une tendance générale à la baisse de la population dans la région. Les communes telles que Saint-Priest-la-Prugne, Le Mayet-de-Montagne et Saint-Just-en-Chevalet ont montré des signes de déclin démographique régulier au fil des ans, avec des variations annuelles moyennes négatives dans toutes les périodes examinées.
- Le solde naturel et le solde migratoire jouent des rôles différents dans l'évolution démographique de chaque commune. Alors que certaines communes peuvent connaître un déclin principalement dû à un solde naturel négatif (décès dépassant les naissances), d'autres peuvent voir leur population diminuer en raison d'un solde migratoire négatif (plus de départs que d'arrivées). Par exemple, Lavoine et Laprugne ont enregistré des soldes migratoires négatifs dans certaines périodes, ce qui a contribué à leur déclin démographique, tandis que des communes comme Saint-Clément ont connu des soldes migratoires positifs, compensant partiellement un solde naturel négatif.
- Il est intéressant de noter que les tendances démographiques peuvent varier d'une période à l'autre pour chaque commune. Par exemple, La Guillermie a enregistré une variation annuelle moyenne positive de la population entre 2014 et 2020, principalement en raison d'un solde migratoire net positif, alors qu'elle avait enregistré une diminution de la population dans les périodes précédentes.

Par ailleurs, l'examen des données relatives aux 10 communes révèle des tendances intéressantes en matière d'évolution démographique par tranche d'âge entre 2009 et 2020. En général, on observe une diminution de la population dans les tranches d'âge plus jeunes (0 à 44 ans) dans la plupart des communes, tandis que les tranches d'âge plus élevées (45 ans et plus) tendent à rester stables ou à connaître une augmentation. Cela peut indiquer un vieillissement général de la population dans ces zones. Ces observations soulignent également les défis potentiels en termes d'attraction et de rétention des jeunes générations dans ces zones.

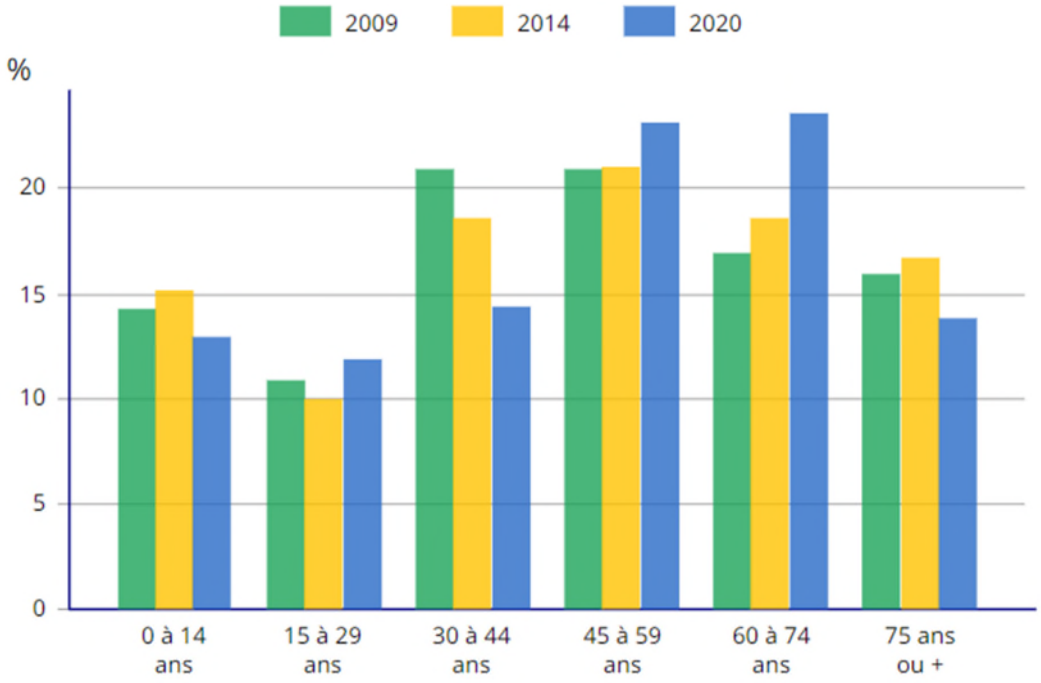


Figure 254 : Population par grandes tranches d'âge sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne (source : INSEE)

Ces constats mettent en lumière une dynamique complexe, marquée par un déclin de la population et influencée par plusieurs facteurs locaux. Parmi ceux-ci, le vieillissement de la population, les mouvements migratoires mais aussi les changements économiques qui seront traités dans le chapitre *5.5- Contexte économique*.

5.4 HABITAT – VOISINAGE

Source : INSEE, séries historiques sur la population, dossiers complets ; site du Géoportail ; observations de terrain.

5.4.1 Généralités

D'après l'INSEE, en 2021, la commune de Saint-Priest-la-Prugne comptait 322 logements (soit 2 logements en moins par rapport à l'année 2015) répartis de la façon suivante :

	Nombre de logements	Part des résidences principales	Part des résidences secondaires	Part des logements vacants
Répartition des logements	322	64.4 %	22,1 %	13,5 %

Tableau 114 : Répartition des logements en résidences principales, secondaires et vacants à Saint-Priest-la-Prugne (source : INSEE 2021)

Le centre-village regroupe la majorité des habitations, mais quelques hameaux forment des lieux de vie secondaires importants, et notamment : Calinon, Le Vernois, Le Cherblanc.

À plus grande échelle, les communes du secteur présentent une urbanisation limitée, prédominée par des paysages naturels et agricoles. Toutefois, le Mayet-de-Montagne, dans le département de l'Allier à 20 km environ du centre-bourg de Saint-Priest-la-Prugne et Saint-Just-en-Chevalet à 10 km environ du centre-bourg, se distinguent par une urbanisation plus marquée. On y trouve une concentration plus importante de services et d'infrastructures, ce qui en fait des centres attractifs pour les habitants des communes avoisinantes.

La commune de Saint-Priest-la-Prugne est rattachée au bassin de vie de la commune de Thiers à environ 30 km au sud-ouest de Saint-Priest-la-Prugne.

5.4.2 Vocation des terrains du site

Les terrains du projet sont déjà occupés par l'ancien site minier des Bois Noirs Limouzat, qui n'est plus en activité. En effet, les activités liées à l'extraction du minerai d'uranium, tant au niveau des mines souterraines qu'à ciel ouvert, ont cessé. Il convient de noter que l'usine de traitement de ces minerais a été entièrement démantelée.

5.4.3 Vocation du voisinage proche du site

À moins de 500 m de l'AEI, on note la présence d'une ancienne scierie, depuis peu reconvertie en plateforme logistique et entreprise de menuiserie, localisée à une centaine de mètres au nord, des parcelles agricoles dédiées à l'élevage de bovins et un gîte, situé à 65 m à l'ouest, au lieu-dit « les Peux ».

Aucun projet local (type ICPE) qui pourrait produire des effets cumulés avec le projet de réaménagement des Bois Noirs Limouzat n'a été recensé à proximité du site.

Les parcelles voisines au site des BNL sont majoritairement classées en zone N – naturelle d'après le PLU de la commune de Saint-Priest-la-Prugne. D'autres sont classées en zone A – agricole. L'ancien site où était implanté l'usine de traitement appartenant désormais à la commune sont classés en zone Npv – zone naturelle de production d'énergie renouvelable et ont longtemps accueilli une réserve de chasse. Actuellement, un parc photovoltaïque est en cours de construction sur ces parcelles. Sa mise en service est prévue pour fin 2025.



Figure 255 : Parcelles d'implantation du parc photovoltaïque en cours de construction (ECTARE, juin 2025)

Quelques parcelles au nord du site sont classées en zone UE – zone urbaine à vocation d'activités économiques.

Les parcelles voisines sud et nord de l'AEI sont occupées par de la forêt tandis que l'est et l'ouest sont plutôt occupés par l'agriculture.

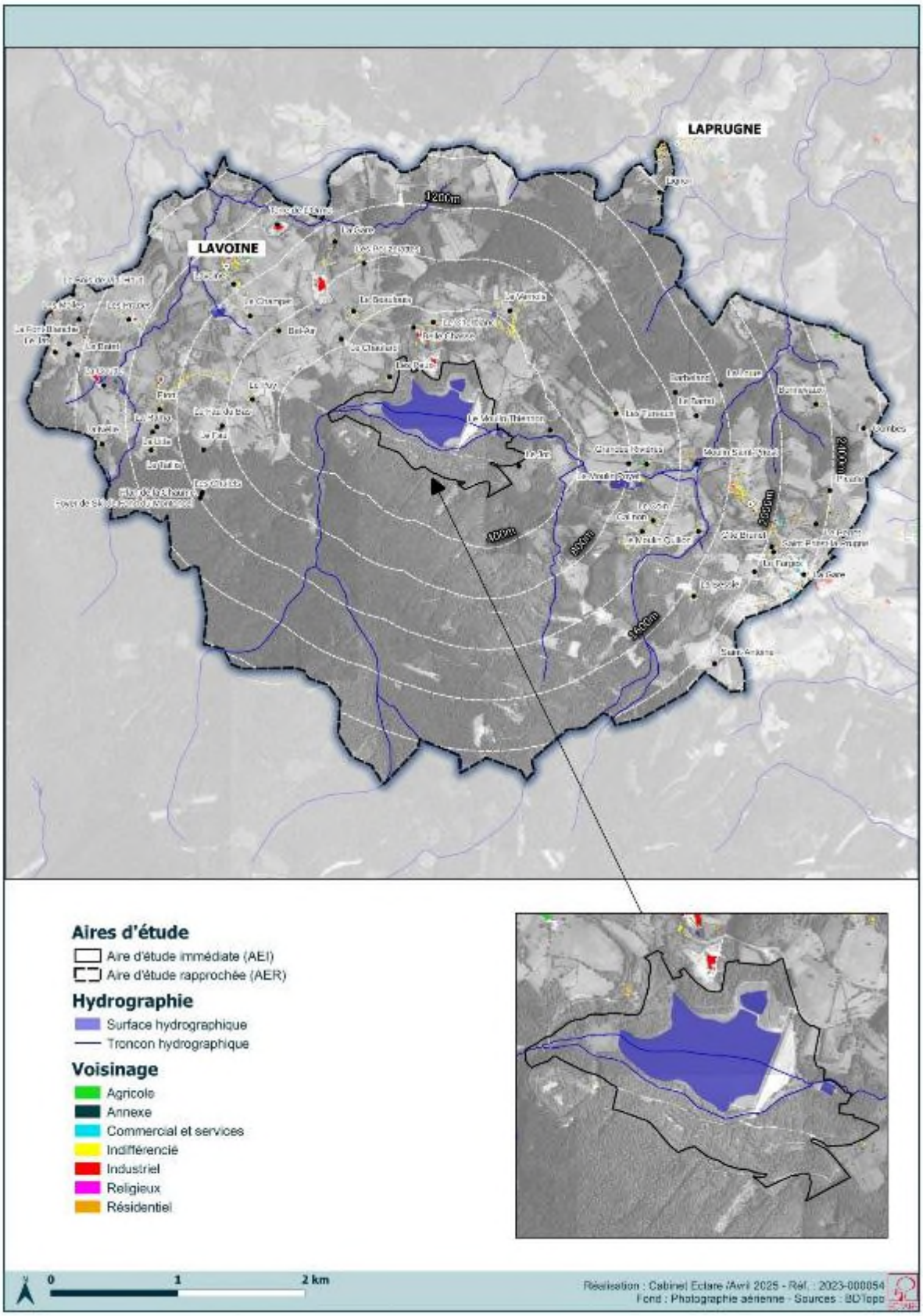


Figure 256 : Voisinage du site du projet

5.4.4 Proximité d'habitations

Le site s'inscrit dans un relief marqué et vallonné, dans un contexte très boisé et avec un habitat dispersé.

Huit zones d'habitations ont été recensées dans un rayon de 1 kilomètre autour du site et une dizaine de hameaux plus ou moins denses sont présents au sein de l'AER. Ils sont présentés dans le tableau ci-après.

À noter que la maison du Jot, située à moins de 25 m au sud-est du site, est en ruine.

Nom du hameau	Moulin Poyet	Calinon	Moulin Thiénon	Bellechasse-Cherblanc	Le Vernois	Le Beaulouis	Les Peux	Pion – Le Puy
Distance (m)	900	950	150	100	400	550	100	600

Tableau 115 : Zones d'habitation dans un rayon de 1 km autour du site des Bois Noirs Limouzat

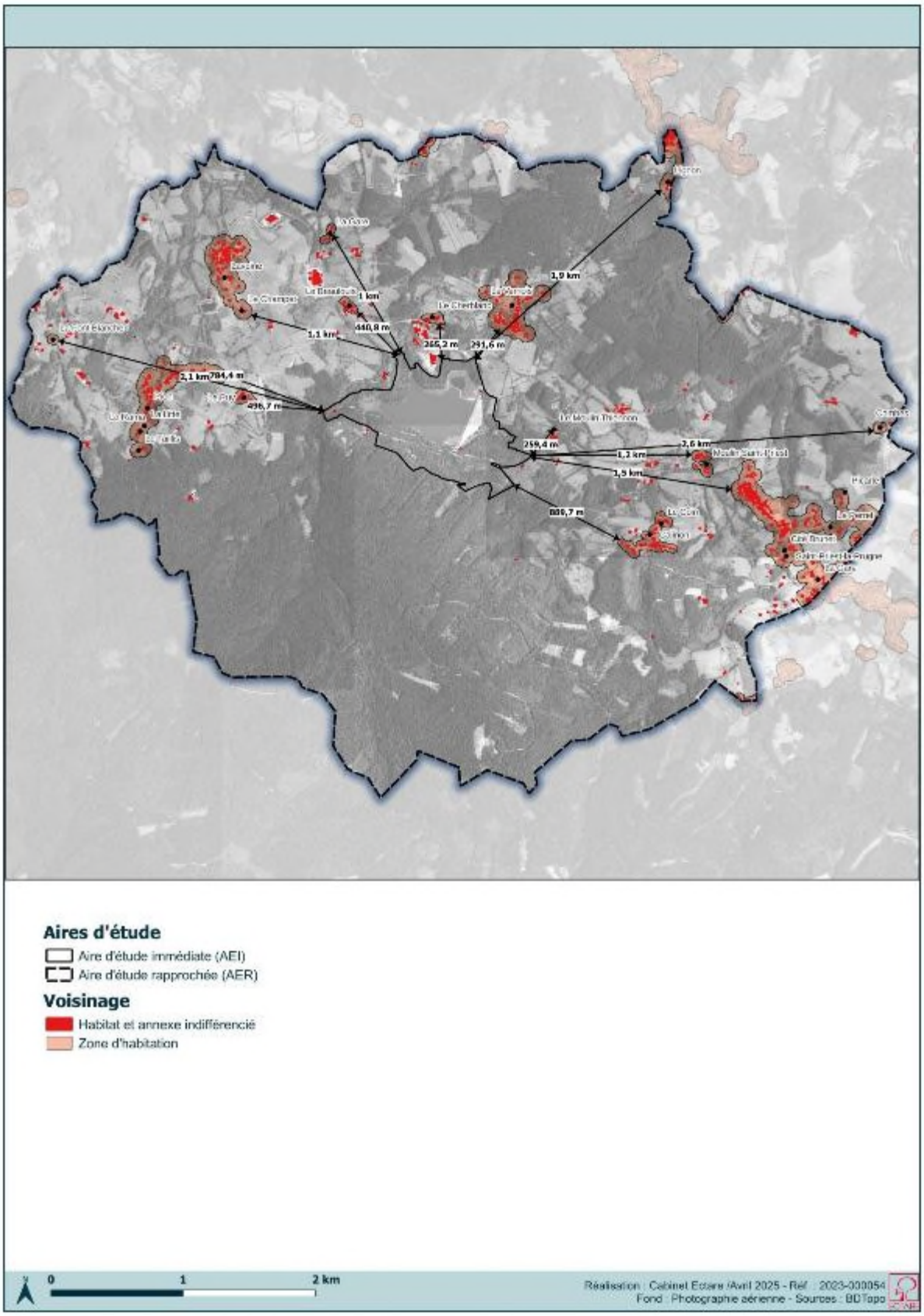


Figure 257 : Localisation des zones d'habitation au sein de l'AER

Aucune habitation n'est recensée sur les terrains de l'AEI.

Les habitations traditionnelles sont prépondérantes dans ce secteur. Quelques constructions récentes se répartissent également dans le milieu.

5.4.5 Voisinage sensible

Source : Open Data du Ministère de l'Éducation Nationale (https://data.education.gouv.fr/explore/dataset/fr-en-adresse-et-geolocalisation-etablissements-premier-et-second-degre/map/?disjunctive.numero_uai&disjunctive.nature_uai&disjunctive.nature_uai_libe&disjunctive.code_departement&disjunctive.code_region&dis)

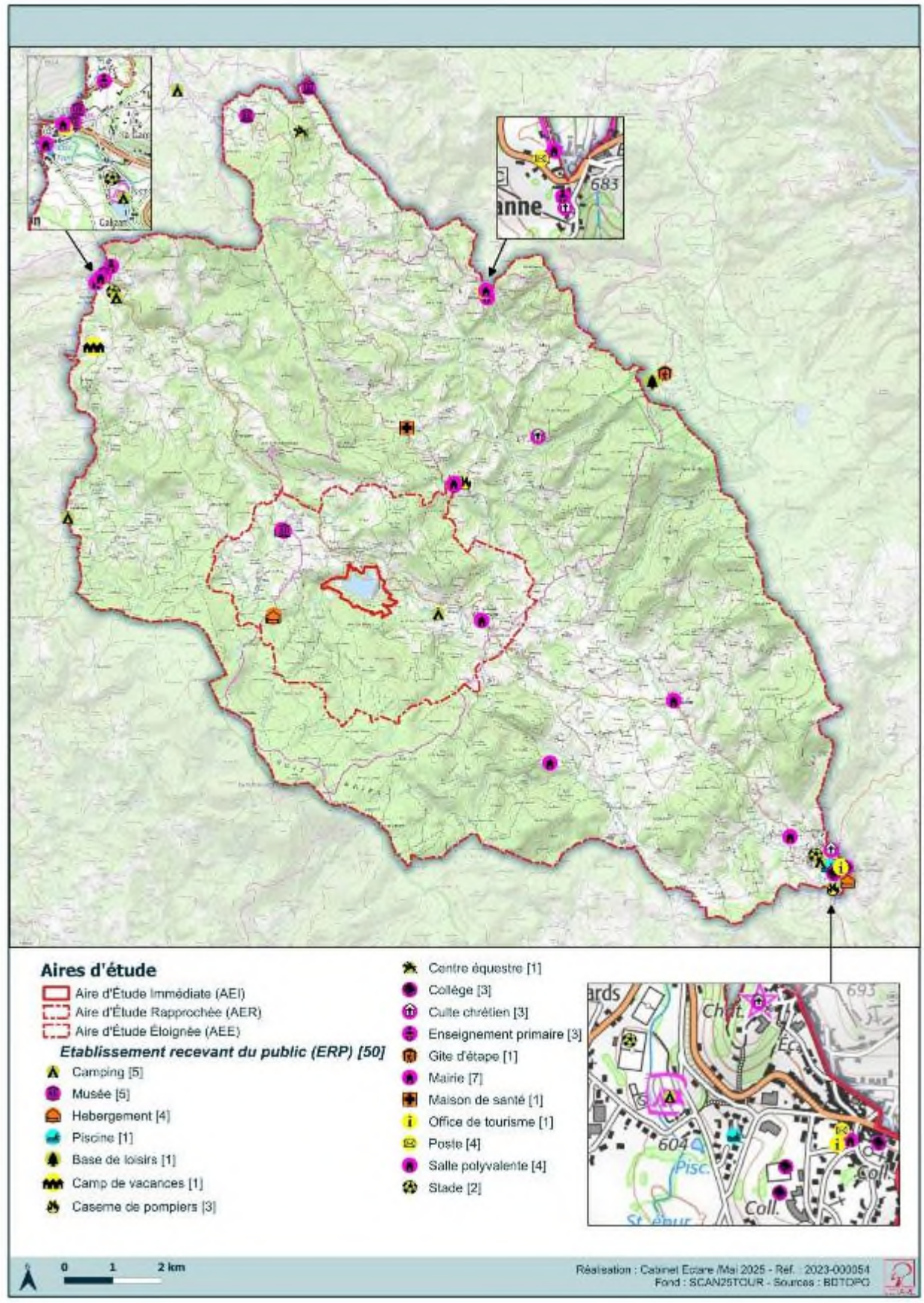
Des établissements recevant du public (ERP) sont recensés dans le secteur. Il s'agit de bâtiments, de locaux ou d'enceintes dans lesquels sont admises des personnes extérieures (mairie, commerce, école, parc d'attraction ou lieu de culte, etc.).

Au 22 janvier 2025, les villages de Saint-Priest-la-Prugne et Laprugne comptent chacun un site dit sensible. Ces sites correspondent respectivement à une école élémentaire et à une école primaire, situées toutes les deux à moins de 2.5 km à vol d'oiseau et un peu plus de 8,5 km du site des Bois Noirs Limouzat par la route. En aval du site, à environ 15 km dans les premiers villages traversés par la Besbre – La Chabanne, Saint-Clément et Le Mayet-de-Montagne - plusieurs sites dits sensibles ont été identifiés : 1 école maternelle, 3 écoles élémentaires, 1 collège, 1 lycée, 1 maison de retraite et 1 gymnase.

Parmi les ERP du secteur, on note notamment le camping « Le Paradou » de Saint-Priest-la-Prugne à moins d'1,5 km en aval du site, ainsi que quelques gîtes et restaurants (Yourtissimo, les chambres de Kimi, …) qui se trouvent le long de la Besbre en aval du site à Laprugne.

Un autre camping nommé « Les Plans » dans la commune de Saint-Clément longe également la Besbre en aval à plus de 10 km du site. Dans cette commune, un centre équestre équi'nox propose un gîte étape.

Le gîte « Au paradis du Loir » et les gîtes des Tureaux sont ceux qui se situent le plus près de l'AEI, respectivement à 65 m à l'ouest en amont du site, au lieu-dit « les Peux », et à 760 m à l'est en aval du site, au lieu-dit « les Tureaux ».



Carte 41 : Localisation des sites sensibles à l'échelle de l'AEE

Les terrains étudiés sont situés en dehors de toute zone urbanisée. Saint-Priest-la-Prugne compte en 2021, 422 habitants. La commune la plus densément peuplée dans le secteur est Le Mayet-la-Montagne avec 1 386 habitants en 2020.

Aucune habitation n'est recensée sur l'AEI, seules les installations nécessaires à l'entretien et à la surveillance du site (système de traitement des eaux, locaux, …) sont présentes.

L'AEI est relativement éloignée des zones pavillonnaires et des établissements recevant du public. Les zones d'habitations les plus proches se trouvent au niveau des lieux-dits « Bellechasse-Cherblanc » et « les Peux » à 100 m de l'AEI. Le gîte « Au paradis du Loir », implanté à 65 m à l'ouest du site constitue le voisinage le plus proche et le plus sensible, dont le projet devra tenir compte.

Le voisinage constitue une sensibilité forte vis-à-vis du projet.

5.5 CONTEXTE ECONOMIQUE

Source : INSEE, séries historiques sur la population, dossiers complets ; site du Géoportail ; site de l'INAO ; site de l'Agreste, recensements agricoles ; site de la commune de Saint-Priest-la-Prugne ; site de la communauté de communes du Pays d'Urfé ; Projet d'aménagement et de développement durables, du PLU de Saint-Priest-la-Prugne, décembre 2016 ; www.boisnoirs.fr

5.5.1 Emploi et chômage

L'exploitation de la mine par COGEMA et le traitement du minerai à l'usine SIMO avaient amené une activité importante sur la commune (350 emplois environ), des activités annexes s'étant installées. L'arrêt de l'exploitation minière en 1980 a conduit différentes entreprises à diminuer (voire arrêter) leur activité. Actuellement, la surveillance et l'entretien courant des installations permet le maintien d'un équivalent temps plein complété par le passage ponctuel d'entreprises spécialisées chargées de certains travaux techniques.

En 2020, les actifs représentent 74,2 % de la population de Saint-Priest-la-Prugne, soit une augmentation de 1,2 % par rapport à 2014. Cette proportion est légèrement supérieure à celle observée dans la Loire (73,4 %), mais inférieure à la moyenne régionale d'Auvergne-Rhône-Alpes (75,8 %) et nationale (74,5 %).

En ce qui concerne le taux de chômage, il s'établit à 12,8 % en 2020 dans la commune, dépassant légèrement la moyenne nationale (12,7 %), et demeurant plus élevé que les taux enregistrés dans la région Auvergne-Rhône-Alpes (10,9 %) et dans le département de la Loire (12,3 %).

La part des actifs résidant à Saint-Priest-la-Prugne et y travaillant atteint 30,4 % en 2020.

Dans l'ensemble des communes de l'aire d'étude, la proportion de personnes en âge de travailler est également inférieure à celle de la région, variant entre 69,0 % et 76,4 % en 2020.

Au cours de la période 2014-2020, le taux de chômage a augmenté dans la plupart des communes du secteur, à l'exception de Saint-Priest-la-Prugne, Lavoine, Laprugne et La Tuilière.

Commune	Actifs en 2020 (%)	Taux de chômage en 2014 (%)	Taux de chômage en 2020 (%)
Saint-Priest-la-Prugne	74,2	15,5	12,8
Le Mayet-de-Montagne	71,8	12,1	14,0
Saint-Clément	70,3	11,0	14,7
Ferrières-sur-Sichon	69,0	14,0	14,3
La Chabanne	69,1	11,5	13,4
La Guillermie	72,8	24,5	27,1
Lavoine	72,7	11,8	7,1
Laprugne	73,1	21,9	12,0
La Tuilière	71	10,2	5,5
Saint-Just-en-Chevalet	76,4	8,4	9,8

5.5.2 Activités industrielles et artisanales, commerces et services

Sources :

- *fibois42 ;*
- *fibois AuRA, les chiffres clés de l'emploi et de la formation*
- *INSEE, la filière bois en Auvergne-Rhône-Alpes : une ressource forestière abondante, de fortes spécialisations locales dans sa valorisation.*

La mine d'uranium constituait un vecteur économique important de la commune avant sa fermeture en 1980.

Aujourd'hui les activités principales de la commune de Saint-Priest-la-Prugne sont l'agriculture et la filière bois : exploitation forestière, scierie (au nord du Grand Bassin) et transport du bois, mais également l'activité touristique.

À l'échelle de la région Auvergne Rhône Alpes, il est estimé que 563 entreprises exploitent le bois en forêt et que 342 scieries participent à la transformation du bois d'œuvre. D'après l'INSEE, la région se place comme la première région de France pour le nombre d'emplois dans la filière forêt-bois.
Le département de la Loire représente 30 à 40 Mm^3 de volume de bois sur pied. En considérant l'amont à l'aval de la filière forêt-bois, environ 7000 emplois sont dénombrés.

À l'échelle communale, l'INSEE recense 155 emplois en 2021. Deux entreprises ont été créées en 2023 dont l'une dans le secteur du commerce, du transport et de l'hébergement et l'autre dans le secteur de l'art, du divertissement et du loisir.

La mine d'uranium constituait un vecteur économique important de la commune avant sa fermeture en 1980.

Au 31 décembre 2020, la commune de Saint-Priest-la-Prugne comporte 33 établissements, regroupés ainsi :

- Industrie : 11 ;
- Construction : 2 ;
- Commerce, transport et restauration : 11 ;
- Services : 9.

Concernant les services en particulier, la commune dispose de nombreux ERP tels que la mairie, une bibliothèque municipale, une école publique, *etc.*

Ces établissements sont situés sur le territoire communal de Saint-Priest-la-Prugne. Néanmoins, **aucun ERP n'est localisé à proximité du projet.**

Quelques artisans (plâtrier, électricien, vendeur de bois de chauffage, *etc.*) et commerces (restaurant, épicerie, etc.) permettent de répondre à l'essentiel des besoins des habitants de Saint-Priest-la-Prugne.

Il est possible de noter une certaine hétérogénéité économique par secteur d'activité (hors agriculture) entre les 10 communes de l'AEE, avec une grande disparité dans le nombre total d'établissements allant de 6 à 146. Le Mayet-de-Montagne se distingue avec le nombre le plus élevé d'établissements, suivi par Saint-Just-en-Chevalet, tandis que La Guillermie et La Chabanne ont le moins d'établissements.

Commune	Nombre d'établissements	Industrie	Construction	Commerce, transport et restauration	Services
Saint-Priest-la-Prugne	33	11	2	11	9
Le Mayet-de-Montagne	146	17	24	48	57
Saint-Clément	23	2	4	5	12
Ferrières-sur-Sichon	38	7	6	10	15
La Chabanne	9	0	3	2	4
La Guillermie	6	2	0	3	1
Lavoine	14	5	0	3	6
Laprugne	18	4	1	8	5
La Tuilière	14	3	3	4	4
Saint-Just-en-Chevalet	127	17	13	41	56

Tableau 116 : Nombre d'établissements par secteur d'activité (hors agriculture) dans l'AEE au 31 décembre 2022 (source : INSEE)

5.5.3 Occupation des sols

D'après la base de données Corine Land Cover, consultée en mars 2025, l'occupation du sol sur le territoire communal de Saint-Priest-la-Prugne se répartit de la manière suivante :

- Territoires artificialisés : 47 ha (soit 1,3%),
- Territoires agricoles : 922 ha (soit 24,8 %),
- Forêts et milieux semi-naturels : 2 741 ha (soit 73,1 %),
- Zones humides et surfaces en eau : 31 ha (soit 0,8%).

Depuis une dizaine d'années, la répartition des territoires a très peu évolué, si ce n'est une augmentation de la surface des forêts et des milieux semi-naturels, compensée par une diminution de la surface des terrains agricoles.

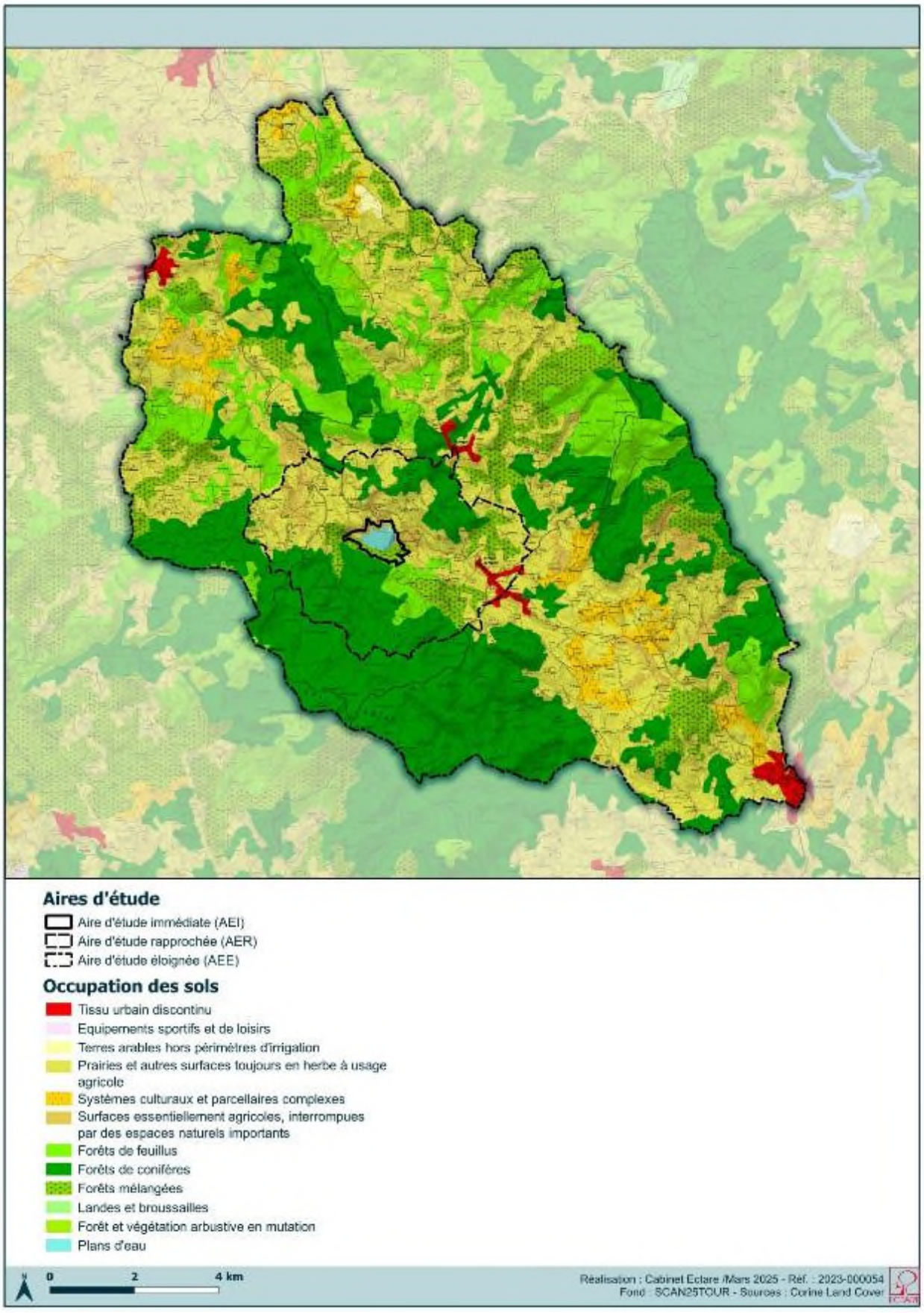


Figure 258 : Occupation des sols à l'échelle de l'AEE (© Ectare)

5.5.4 Agriculture

Les activités agricoles de la région entourant le site sont assez limitées du fait des conditions naturelles peu favorables : relief prononcé, climat difficile, sols peu riches reposant sur le substratum granitique.

Les terres agricoles présentes sont subdivisées et juxtaposées avec les zones boisées, principalement localisées au nord-ouest, au nord-est et au sud-est de l'AEI, suivant plus ou moins les cours d'eau. Ces surfaces correspondent principalement à des prairies ainsi qu'à des cultures céréalières et fourragères.

Sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne, la superficie agricole utilisée (SAU) s'élevait à 456 hectares en 2020, soit une diminution de 5 hectares depuis 2010 selon les données de l'AGRESTE. En accord avec la spécialisation territoriale de la commune en polyculture et/ou polyélevage, cette surface est principalement dédiée au pâturage ou à la production de fourrage, avec l'élevage de bovins et de volailles comme activité principale. La commune compte 9 exploitations agricoles en 2020 contre 13 exploitations agricoles en 2010.



Figure 259 : Élevage bovin à proximité du site (© Ectare)

En raison des activités menées sur le site depuis 1955, ce dernier n'a jamais été inclus dans le Registre Parcellaire Graphique (RPG) et n'a donc jamais été intégré à l'économie agricole. Cependant, il convient de noter qu'une très petite partie de la parcelle AB226, située dans le secteur nord-ouest de l'AEI, est enregistrée dans le RPG de 2022. Cette inscription existe depuis au moins 2007 et désigne la parcelle comme une « prairie permanente - herbe prédominante (avec absence ou rareté de ressources fourragères ligneuses) ».

D'après les données de l'INAO, aucun produit labélisé AOC[29], ni AOP[30] ne concerne la commune de Saint-Priest-la-Prugne. En revanche, 3 produits labelisés IGP[31] sont produits sur

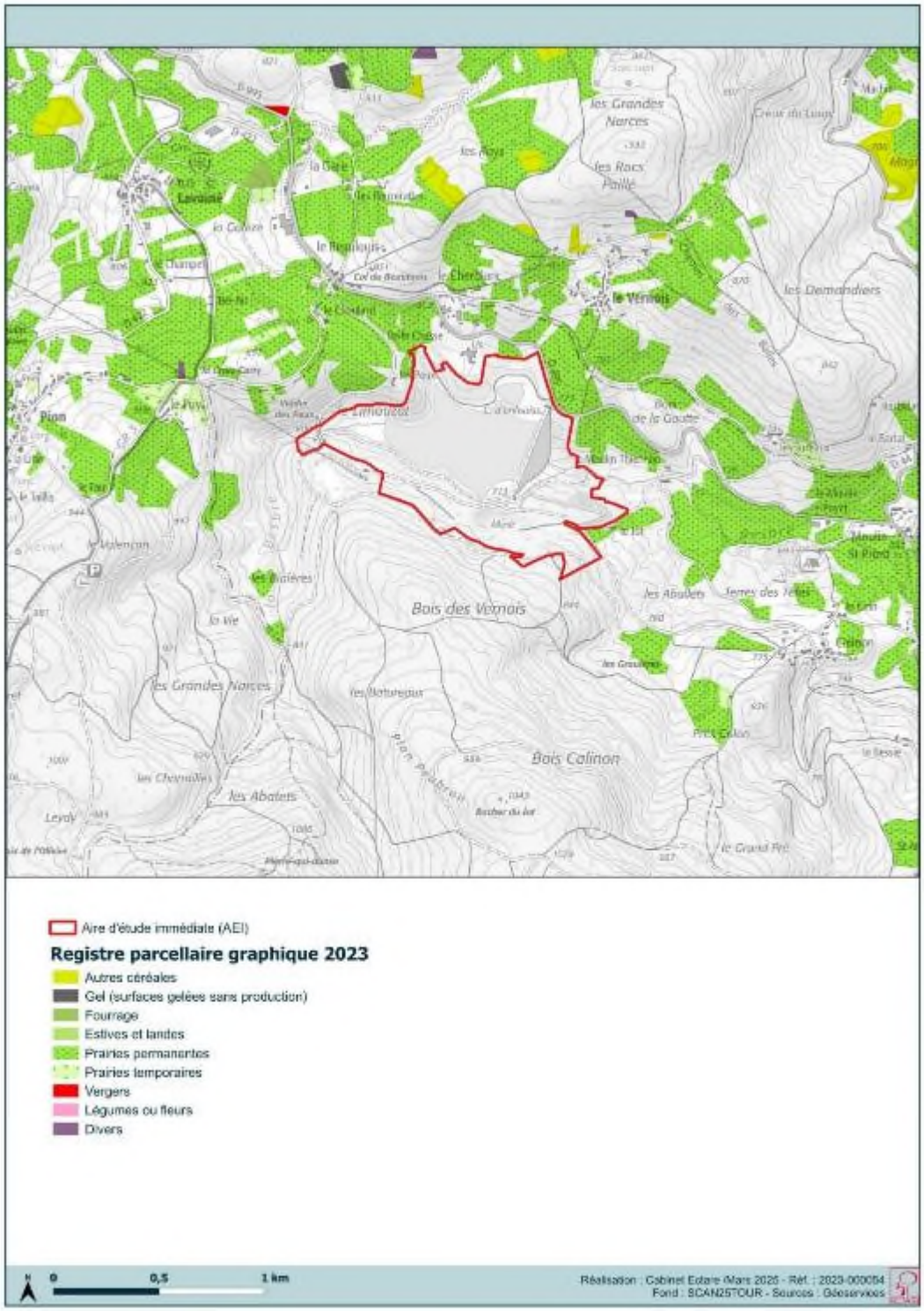
[29] ***L'Appellation d'origine contrôlée (AOC)*** *désigne des produits répondant aux critères de l'AOP et protège la dénomination sur le territoire français. Elle constitue une étape vers l'AOP, désormais signe européen. Elle peut aussi concerner des produits non couverts par la réglementation européenne (cas des produits de la forêt par exemple).*

[30] *L'Appellation d'origine protégée (AOP) désigne un produit dont les principales étapes de production sont réalisées selon un savoir-faire reconnu dans une même aire géographique, qui donne ses caractéristiques au produit. C'est un signe européen qui protège le nom du produit dans toute l'Union européenne.*

[31] ***L'Indication Géographique Protégée (IGP)*** *est un signe officiel européen d'origine et de qualité qui permet de défendre les noms géographiques et offre une possibilité de déterminer l'origine d'un produit alimentaire quand il*

ce territoire communal, à savoir : le porc d'Auvergne (IG/04/98), les volailles du Forez (IG/14/94) et les volailles d'Auvergne (IG/04/94).

Aucun site de production d'un de ces produits n'est situé à proximité du projet.



Carte 42 : Contexte agricole dans le secteur d'étude selon le RPG 2023

tire une partie de sa spécificité de cette origine. Les IGP attribuées sont principalement relatives au Jambon de Bayonne, et à de nombreux vins.

5.5.5 Sylviculture

La région Auvergne-Rhône-Alpes est historiquement connue pour son importante industrie du bois et ses nombreuses scieries. Cette relation est étroitement liée à la richesse forestière de la région. En effet, Auvergne-Rhône-Alpes possède une grande diversité de forêts, comprenant à la fois des feuillus et des résineux, ce qui en fait une source importante de matière première pour l'industrie du bois.



Figure 260 : Exploitation sylvicole à proximité du site (© Ectare)

À l'échelle du secteur d'étude, la présence de forêts et de boisements est très marquée. En particulier, la forêt domaniale de l'Assise et le massif des Bois Noirs caractérisent le milieu.

Le site est également occupé par de nombreux espaces boisés. Toutefois, ils ont une valeur économique très faible due à la piètre qualité des arbres.

Dans le meilleur des cas, ils peuvent produire du bois d'industrie avec un volume présumé sur pied de l'ordre de 50 m^3/ha.

Il est à noter que la zone située au-dessus des bassins de décantation est majoritairement peuplée de hêtres qui présentent de bons critères de croissance et de qualité. Ces hêtres peuvent produire un peu de sciage et principalement du bois de chauffage (volume sur pied présumé de l'ordre de 280 m^3/ha).

Les bâtiments de l'ancienne scierie Cloux et Fils sont implantés à moins de 100 m au nord de l'AEI et témoignaient de l'importance de l'industrie du bois de la région.



Figure 261 : Ancienne scierie Cloux et Fils (© Ectare)

5.5.6 Activités de loisirs ou de tourisme

5.5.6.1 Attraits touristiques

Le tourisme de proximité essentiellement tourné vers les activités de pleine nature présente un intérêt significatif comme levier du développement du territoire des Bois Noirs.

Plus précisément, dans la commune principalement rurale de Saint-Priest-la-Prugne, un cadre naturel remarquable s'offre aux visiteurs, avec notamment le massif forestier des Bois Noirs, comprenant le sommet du Puy de Montoncel qui s'élève à une altitude de 1 287 mètres. En hiver, les activités estivales cèdent la place au ski de fond et aux randonnées en raquettes. Quant à l'été, il est propice aux randonnées pédestres et équestres, ainsi qu'à la pratique du VTT.

Outre ses attractions naturelles, Saint-Priest-la-Prugne offre aussi un charme authentique avec son petit village, l'église romane du XIIème siècle et le viaduc des Peux, ouvrage ancien témoignant de l'ancienne voie ferrée reliant Vichy à Roanne. Ce dernier passe au-dessus du site, dans sa partie ouest.



Figure 262 : Viaduc des Peux (© Ectare)

Pour rappel, une étude a été réalisée en 2017 afin de déterminer les usages de la Besbre (cf. partie *2.2.3.2- Utilisation des eaux de surface*. Des usages récréatifs (pêche, baignade, …) ont été identifiés jusqu'au Lac de Saint-Clément, situé à 12 km en aval du site. De ce fait, la qualité des eaux de la Besbre est un enjeu important pour les populations.

La pratique de la chasse complète ces activités de loisirs. Notons qu'une réserve de chasse occupait l'emplacement de l'ancienne usine de traitement du minerai d'uranium, à l'ouest, en dehors du périmètre du site. Cet emplacement va dorénavant accueillir un parc photovoltaïque dont la mise en service est prévue pour fin 2025.



Figure 263 : Réserve de chasse à proximité du site (ECTARE, février 2023)



Figure 264 : Parc photovoltaïque en cours de construction (ECTARE, juin 2025)

Aux abords immédiats du site, la Besbre est un support important pour les activités halieutiques avec des populations équilibrées de truite fario. Les bois sont traversés par de nombreuses pistes permettant tous les types de randonnées ainsi que les activités cynégétiques. Au droit du site aucune activité de loisirs n'est possible, le site étant totalement clôturé. On note cependant une fréquentation « sauvage » de quelques pêcheurs sur le plan d'eau.

5.5.6.2 Itinéraires touristiques

Un topoguide à l'initiative de la Communauté de Communes et d'associations locales recense 87 km de sentiers balisés, circuits pédestres et de VTT qui traversent la Massif des Bois Noirs.

Le site de la mairie de Saint-Priest-la-Prugne recense deux sentiers de randonnées et de découverte, à savoir :

- Le circuit à la découverte des patrimoines historiques et naturels de Saint-Priest-la-Prugne. Il s'agit d'un circuit de 6,5 km balisé, avec pour point de départ la salle des fêtes, permettant de découvrir une vingtaine d'éléments du patrimoine de la commune : l'église romane de style auvergnat (XIIème s.), l' « auberge » où séjourna la poétesse Marie Noël, des croix en fer forgé du XVIIIème siècle, les traces du Tacot et la gare, les traces de plusieurs scieries à eau (les seytols) dont une qui a fonctionné jusqu'en 1980, les traces des chevreuils aux abords de la nouvelle forêt communale, les rives de l'Étui, le tilleul de Sully, la haie plessée, linteau de porte de l'an 6 de la République (1798), écurie des employés de la Ferme du Roy (les gabelous chargés de réprimer la contrebande du sel au XVIIIe siècle), etc. ;
- Le circuit pour se rendre au Montoncel, directement à partir de Saint-Priest-la-Prugne.

Le chemin de la Pierre des fées vient compléter les activités proposées à cette échelle. Ce parcours de 10,8 km démarre du centre du village de Saint-Priest-la-Prugne, pour former une boucle, et traverse plusieurs hameaux tels que Laurent, Calinon et Bout.

Le sentier de Grande Randonnée GR3 « La Loire sauvage à pied » se situe de part et d'autre de l'AEI, au plus près à 510 m à l'ouest et à 2 km à l'est.

À noter également que Saint-Priest-la-Prugne constitue un site VTT-FFC. De ce fait, de nombreux circuits de VTT traversent la commune ainsi que le viaduc au-dessus du site d'étude, et longent les chemins en limite de l'AEI.



Figure 265 : Panneau de site de VTT-FFC à l'entrée de Saint-Priest-la-Prugne (à gauche) et balisage d'un circuit de VTT (à droite) (ECTARE, février 2023)



Figure 266 : Circuits de VTT du massif des Bois Noirs (ECTARE, février 2023)

À ces circuits s'ajoutent des pistes de trail, dont certaines se trouvent en bordure de l'AEI et traversent le viaduc.



Figure 267 : Balisage de chemins de trail (ECTARE, février 2023)

5.5.6.3 Hébergements touristiques

La capacité d'accueil touristique de la commune de Saint-Priest-la-Prugne est très faible. Seul un camping à 45 emplacements, Le Paradou, est recensé au 1er janvier 2023 par l'INSEE.

Toutefois, l'hébergement touristique aux alentours est conçu pour accueillir de l'ordre de 370 personnes (hôtelier, résidence secondaire, …). On distingue notamment plusieurs gîtes dont le plus près se trouve au lieu-dit « les Peux », à moins de 70 m à l'ouest du site, sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne.

L'arrêt de l'exploitation minière en 1980 a conduit différentes entreprises à diminuer (voire arrêter) leur activité. Le chômage est localement élevé : il s'établit à 12,8 % en 2020 dans la commune, dépassant légèrement la moyenne nationale (12,7 %). Seul un équivalent temps plein est employé sur le site à l'heure actuelle pour l'entretien et le suivi du site.

Aujourd'hui les activités principales de la commune de Saint-Priest-la-Prugne sont l'agriculture et la filière bois. Quelques artisans et commerces permettent de répondre à l'essentiel des besoins des habitants.

Entre les 10 communes de l'AEE, il est possible de noter une certaine hétérogénéité économique par secteur d'activité (hors agriculture), avec une grande disparité dans le nombre total d'établissements allant de 6 à 146.

Depuis une dizaine d'années, la répartition des territoires sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne a très peu évolué, si ce n'est une augmentation de la surface des forêts et des milieux semi-naturels, compensée par une diminution de la surface des terrains agricoles. La surface des forêts et des milieux semi-naturels représente ainsi une part majeure de la commune.

En raison des activités menées sur le site depuis 1955, ce dernier n'a jamais été inclus dans le Registre Parcellaire Graphique (RPG) et n'a donc jamais été intégré à l'économie agricole.

À l'image du territoire des Bois Noirs, la commune de Saint-Priest-la-Prugne offre un cadre touristique tourné vers les activités de pleine nature. À partir du viaduc – élément du patrimoine bâti - qui surplombe le site, il est possible d'emprunter de nombreux itinéraires touristiques (trail, VTT, …) qui, de ce fait, longent les bordures de l'AEI.

Au plus près du site, sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne, le camping « Le Paradou » et le gîte situé au lieu-dit « les Peux », permettent des hébergements.

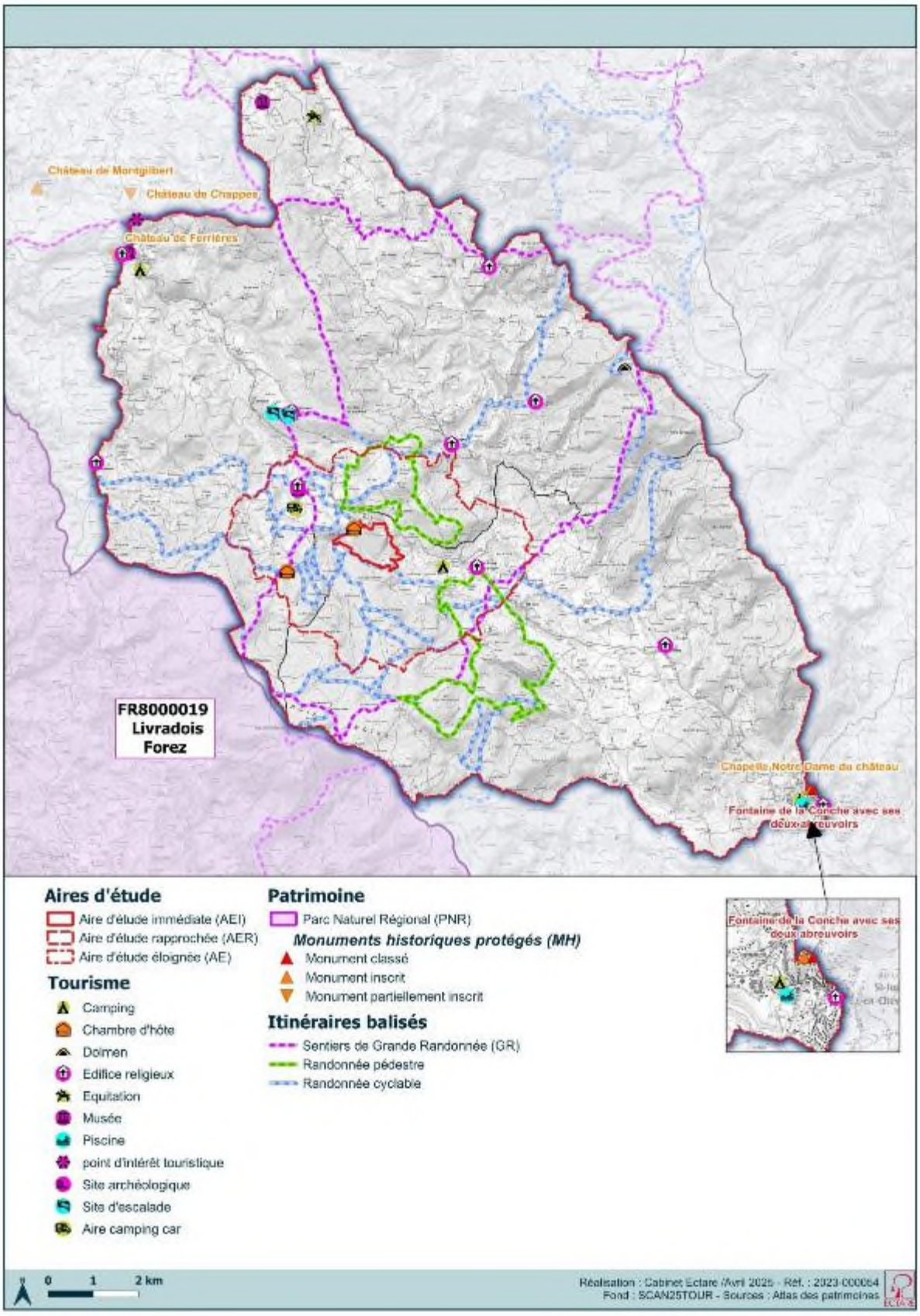


Figure 268 : Contexte touristique à l'échelle de l'AER

5.6 INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

Sources : carte IGN au 1/25 000e, Google-Map, site de Géoportail, observations de terrain ; site internet du département de la Loire – inforoute42.fr.

5.6.1 Réseau de voiries

Le réseau routier reste restreint sur le secteur d'étude. À cette échelle, les axes majeurs sont :

- La RD49/995/495 qui traverse l'AEE depuis sa partie nord-ouest sur la commune de Ferrières-sur-Sichon jusqu'à rejoindre la commune de Saint-Just-en-Chevalet dans sa partie sud-est.
- La RD7/44 qui part de Saint-Clément dans le secteur nord-ouest de l'AEE et se connecte à la RD49/995/495 au Moulin Saint-Priest.
- La RD177, traversant la commune de La Chabanne dans la partie nord-est de l'AEE et longeant la limite définie de l'AEE pour rejoindre Saint-Clément.

Le tracé de l'autoroute A89 se situe au sud du site, à plus de 10 km à vol d'oiseau.

D'autres voies routières locales viennent renforcer le réseau routier, contribuant ainsi à structurer le maillage du territoire.

La commune de Saint-Priest-la-Prugne est à l'écart des grands axes de communication nationaux ou régionaux. Elle est essentiellement structurée par la portion 495 (route de Ferrières) de la RD49/995/495 ainsi que par la portion 44 (route de Laprugne) de la RD7/44.

Toutes les routes évoquées précédemment partagent des caractéristiques similaires en matière de structure : elles sont à double sens, goudronnées, dotées de marquages au sol, bordées par des fossés, … Elles sont ainsi relativement bien conçues pour accueillir le trafic des poids lourds.

Aucun comptage routier ne permet de déterminer le trafic sur ces axes.

Seule la A89 dispose d'un comptage routier. Le trafic moyen journalier relevé est de 24 021 véhicules en 2019 dont 10,68% de poids lourds.

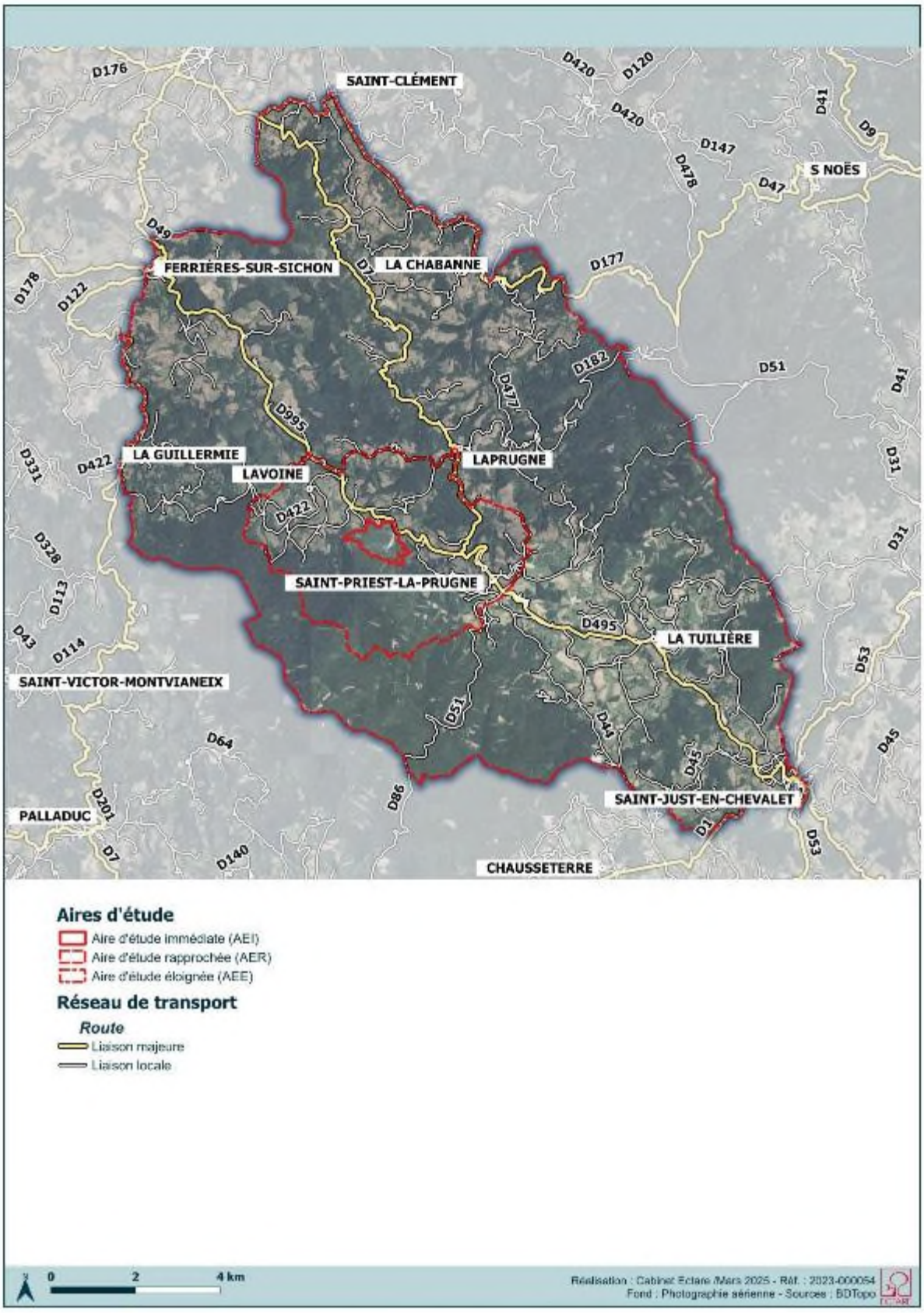


Figure 269 : Infrastructures de transport à l'échelle de l'AEE (ECTARE)

5.6.2 Accès au site

Les routes départementales RD49/995/495 et RD7/44 permettent un accès routier au site. En particulier, la portion 495 (route de Ferrières) de la RD49/995/495 longe l'AEI au nord et permet d'accéder à l'entrée de celle-ci.

Le site des Bois Noirs Limouzat est totalement clôturé et équipé d'un portail principal, fermé au grand public. Entre la RD495 et l'entrée du site, il existe une section de route où le stationnement est possible. Il est possible également de se stationner au sein du site, au bout du chemin principal.

À l'intérieur de l'AEI, des chemins facilitent la circulation au sein du site. Celui qui passe sur la digue est revêtu de goudron tandis que les autres sont en terre.



Route départementale 495



Portail d'accès, clôtures du site



Chemin principal du site (digue)



Chemin en terre du site

Figure 270 : Accès au site (© Ectare)

5.6.3 Autres infrastructures

Les aérodromes les plus proches sont ceux de Roanne-Renaison et Vichy-Charmeil, tous deux situés à plus de 20 km du site.

Il n'y a pas de desserte directe par voie ferrée, la gare la plus proche étant celle de Noirétable, à 23 km.

La commune de Saint-Priest-la-Prugne est à l'écart des grands axes de communication nationaux ou régionaux. Elle est essentiellement structurée par la portion 495 (route de Ferrières) de la RD49/995/495 ainsi que par la portion 44 (route de Laprugne) de la RD7/44.

Les conditions d'accès au site sont bonnes en l'état actuel, en particulier grâce à l'aménagement d'une voie goudronnée sur la digue.

Les voies d'accès sont suffisamment larges pour le croisement des poids lourds sans aucun problème de sécurité.

L'AEI est aisément accessible via la portion 495 de la RD49/995/495.

Aucune autre infrastructure de transport (ferroviaire, aérienne) n'est présente dans le secteur du projet.

Le site des Bois Noirs Limouzat s'inscrit dans un secteur accessible et qui ne présente pas de contrainte majeure. Il est totalement clôturé et équipé d'un portail principal, fermé au grand public.

5.7 RESEAUX DIVERS

Source : site de l'ANFR ; PLU de Saint-Priest-la-Prugne ; site cartoradio - carte-fh.lafibre.info, cartographie interactive opendata d'ENEDIS (data.enedis.fr), cartographie interactive de GRDF (cegibat.grdf.fr).

5.7.1 Réseaux secs

5.7.1.1 Réseau électrique

Plusieurs réseaux ENEDIS desservent les bâtiments à proximité du site en suivant plus ou moins les voiries.

- Des lignes électriques souterraines Haute Tension A (HTA) dite « Moyenne Tension » se situent dans un rayon de moins de 500 m autour de l'AEI, au nord et à l'ouest. Plusieurs lignes interceptent le secteur ouest du site et certaines d'entre-elles se relient au poste source de distribution situé à proximité de l'emplacement de l'ancienne usine de traitement du minerai d'uranium, au sud-ouest du site ;
- Des lignes aériennes Haute Tension A (HTA) dite « Moyenne Tension » se trouvent dans la partie ouest de l'AEI en suivant un axe vertical et rejoignent le poste source de distribution d'électricité. Des petites portions de lignes aériennes HTA sont également présentes au nord de l'AEI au niveau de la Route de Ferrières (RD495). L'une d'entre-elles intercepte le site, à l'entrée ;



Figure 271 : Lignes aériennes Haute Tension A à l'ouest de l'AEI (ECTARE, février 2023)

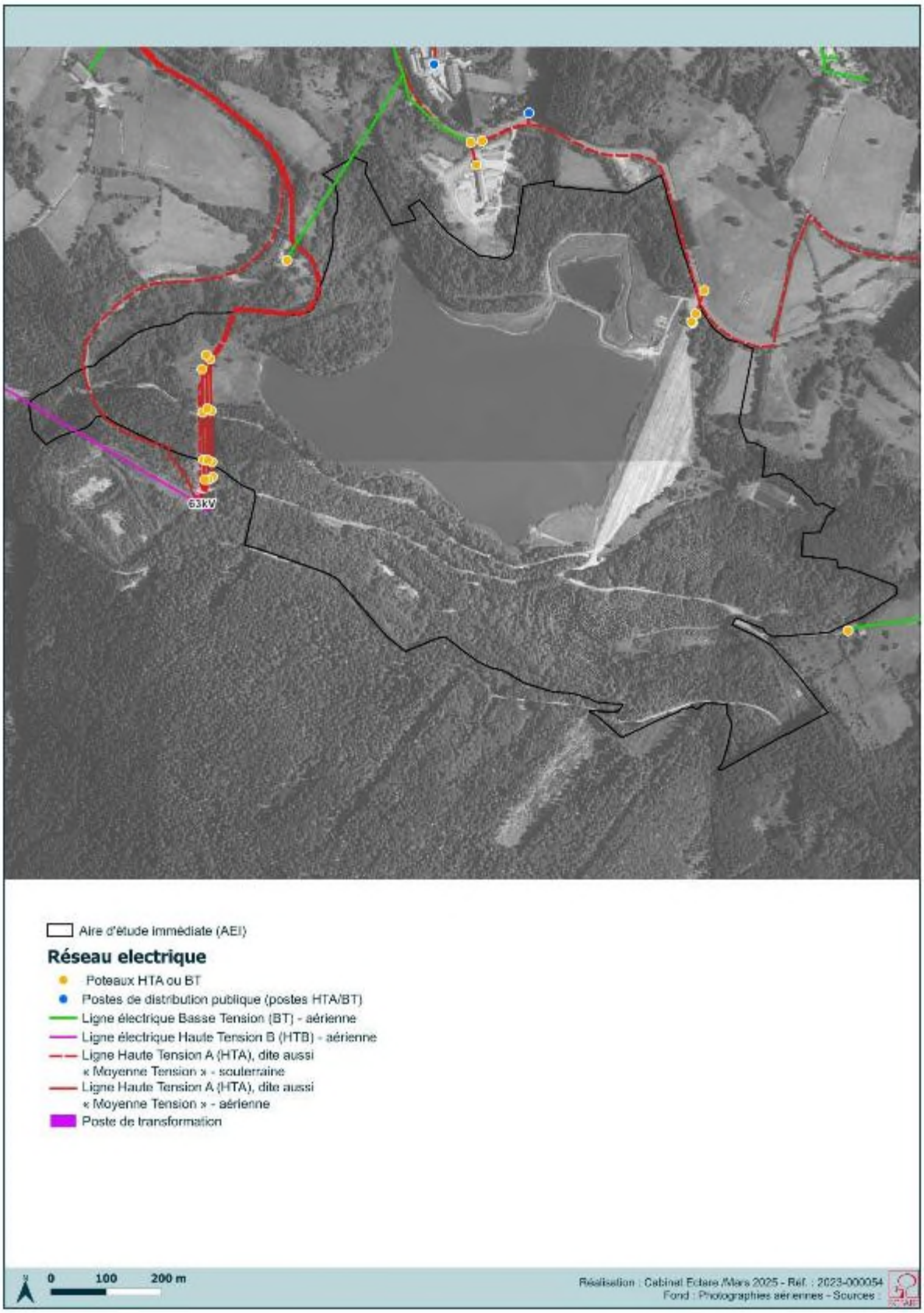
- Une ligne aérienne Basse Tension (BT) suit la Route de Ferrières et rejoint le lieu-dit « les Peux ».

Une dernière ligne électrique aérienne appartenant à ENEDIS peut être recensée au niveau du site. En partant du nord-est de l'AEI, elle se prolonge dans le site selon un axe diagonal, en passant par-dessus le petit bassin et en s'arrêtant à plusieurs dizaines de mètres du Grand Bassin. Une demande d'enlèvement de cette ligne aérienne a été faite par ORANO auprès d'ENEDIS. Cette ligne n'existe plus aujourd'hui sur le site.

Figure 272 : Anciennes lignes électriques aériennes au nord-est du site (ECTARE, février 2023)



Plusieurs postes de distribution publique (HTA/BT) d'ENEDIS se situent le long de la RD495. Le poste de distribution le plus proche se situe à l'entrée du site, à proximité de la ligne aérienne HTA.



Pour rappel, une canalisation électrique est située dans l'extrême nord-ouest du site, à proximité de la retenue des Peux. Elle fait l'objet d'une servitude dans le PLU de la commune.

5.7.1.2 Réseau Télécom

Suite à une vérification effectuée en consultant la base de données "cartoradio" de l'ANFR, il a été constaté qu'aucun pylône autostable ni faisceau hertzien n'est localisé dans l'enceinte de l'AEI ni à proximité immédiate de celle-ci. En outre, le site https://carte-fh.lafibre.info/ confirme l'absence de faisceau hertzien traversant le site d'étude.

5.7.1.3 Réseau de gaz

Selon le site GRDF, la commune de Saint-Priest-la-Prugne n'est pas desservie en gaz. Ainsi, aucune canalisation n'est susceptible d'intercepter l'AEI.

5.7.2 Réseaux humides

5.7.2.1 Réseau d'adduction en eau potable

Sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne la desserte en eau potable est assurée par le SIVOM des Bois Noirs et de la Madeleine. Cet organisme assure la gestion de l'eau potable et de l'assainissement collectif (bourg uniquement) pour un total de trois communes : Chausseterre, Tuilière et Saint-Priest-la-Prugne.

Selon CartoAtlas santé de l'ARS Auvergne-Rhône-Alpes, le secteur du projet est concerné par deux Unités de Distribution d'eau potable (UDI) :

- Zone de distribution ST PRIEST / PRUGNE BELLECHASSE : l'eau distribuée est de bonne qualité. Le réseau est alimenté depuis Vichy Communauté via le réseau Montoncel Laprugne. L'eau est d'origine souterraine. Le réseau alimenterait 21 personnes environ. Le responsable des installations est le SIVOM des Bois Noirs et de la Madeleine ;
- Zone de distribution SAINT PRIEST LA PRUGNE CALINON : l'eau distribuée est de bonne qualité. Le réseau est alimenté par le captage CALINON SAINT PRIEST LA PRUGNE. L'eau est d'origine souterraine. Le réseau alimenterait 84 personnes environ. Le responsable des installations est le SIVOM des Bois Noirs et de la Madeleine.

CartoAtlas santé fait état de deux captages aujourd'hui abandonnés à environ 600 m au nord-ouest de l'AEI, sur la commune de Lavoine. Sur cette commune, la gestion de l'eau potable est assurée par Vichy Communauté – réseau Montoncel. L'eau alimentant les habitants de Lavoine proviennent de deux captages dont l'eau est d'origine souterraine. Cette eau est de bonne qualité pour les paramètres physico-chimiques selon la fiche qualité « eau potable » de la commune.

D'après le PLU de Saint-Priest-la-Prugne, un raccordement sur une canalisation du SIVOM de la vallée du Sichon est implanté au plus près à 100 m au nord-ouest du site des Bois Noirs Limouzat. Cette canalisation AEP ne sera pas impactée par le projet.

Les installations ne sont pas reliées à ce réseau, les eaux sanitaires étant fournies par une source coulant sur le site (et identifiée dans l'arrêté préfectoral), l'eau de consommation est achetée à l'extérieur (bouteilles à disposition du personnel).

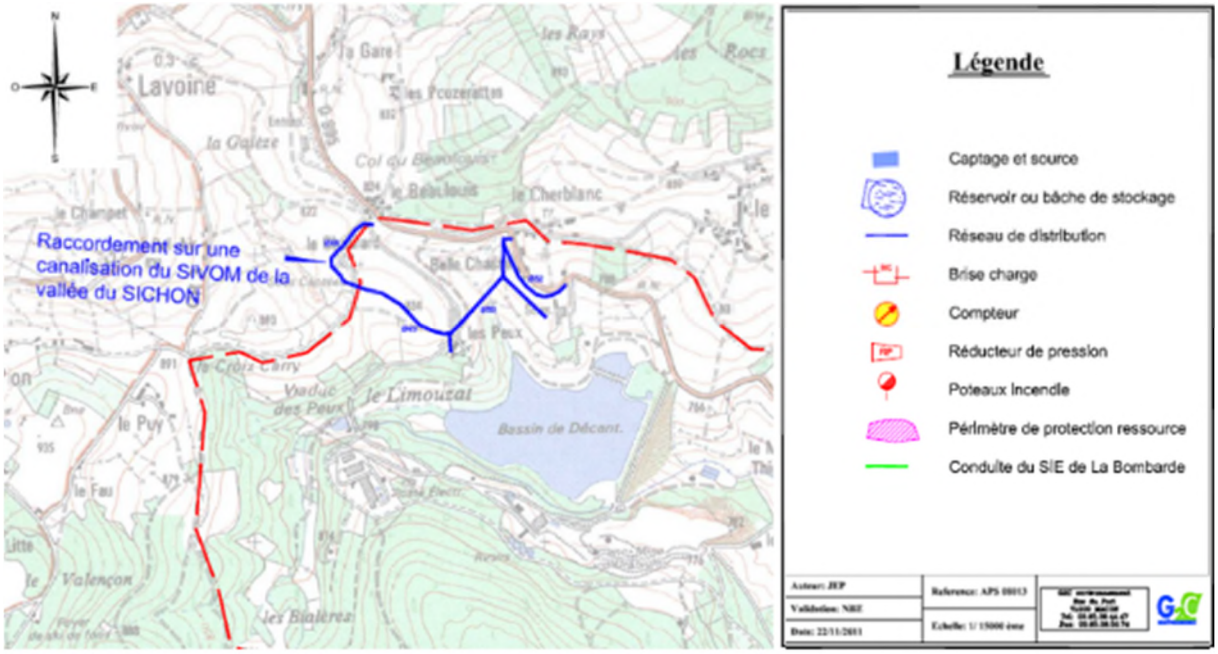


Figure 273 : Extrait du plan général du réseau d'eau potable du syndicat (source : PLU de Saint-Priest-la-Prugne)

Aucune servitude pour l'eau potable n'intercepte l'AEI selon le PLU de la commune.

5.7.2.2 Réseau de collecte des eaux pluviales

La nature essentiellement granitique du secteur d'étude favorise le ruissellement des précipitations. Sur le site, une partie de ces eaux alimentent le Grand Bassin et subissent ensuite un traitement par filtration sur zéolithes. Les eaux de ruissellement en rive gauche sont captées par un réseau de fossé avant d'alimenter le Grand Bassin et rejoignent le canal évacuateur de crue. Les eaux de ruissellement provenant de la MCO sont acheminées vers une galerie (TB0) au point bas du site où elles rejoignent les eaux issues des travaux miniers souterrains. Ces eaux subissent ensuite un traitement physico-chimique avant rejet au milieu naturel.

Globalement, les eaux de ruissellement du site suivent la topographie actuelle du site.

5.7.2.3 Réseaux d'assainissement des eaux usées

Le SIVOM des Bois Noirs et de la Madeleine assure l'assainissement collectif du bourg de Saint-Priest-la-Prugne.

Le site d'étude n'est concerné par aucun réseau d'assainissement collectif, les eaux usées sont traitées sur site par un système d'assainissement individuel contrôlé par le SPANC.

5.7.2.4 Réseau d'irrigation

Bien qu'implanté dans un secteur où l'agriculture est forte, le site d'étude ne dispose pas de réseau d'irrigation.

Plusieurs réseaux ENEDIS desservent les bâtiments à proximité du site en suivant plus ou moins les voiries. Certaines lignes électriques (Basse à Moyenne tension) interceptent l'AEI notamment dans sa partie ouest puisqu'un poste source de distribution d'électricité est implanté à proximité de l'emplacement de l'ancienne usine de traitement du minerai d'uranium. Le nord du site était également intercepté par des lignes électriques mais elles ont été déplacées. Une canalisation électrique située dans l'extrême nord-ouest du site, à proximité de la retenue des Peux, fait l'objet d'une servitude dans le PLU de la commune.

Le secteur ne dispose pas d'éclairage public.

Aucun réseau de télécommunication / faisceau hertzien n'intercepte l'AEI.

Saint-Priest-la-Prugne n'est pas desservie en gaz, ainsi aucune canalisation n'intercepte l'AEI.

Le site n'est ni desservi en eau potable et ni par un réseau d'assainissement collectif.

Les eaux pluviales ruissellent sur le site et s'infiltrent ou rejoignent la Besbre. Celles provenant du plan d'eau, de la digue et de l'ancienne mine sont collectées et traitées avant rejet au milieu naturel.

5.8 HYGIENE, SANTE, SALUBRITE ET SECURITE PUBLIQUE

Sources : site de l'Agence Régionale de Santé ; site de l'ATMO Auvergne-Rhône-Alpes ; site de l'agence de l'eau Loire-Bretagne ; site Sispea – EauFrance ; site de la commune de Saint-Priest-la-Prugne et PLU ; site Géorisques ; site ARIA ; Schéma Régional Climat-Air-Energie de Auvergne-Rhône-Alpes ; observations de terrain ; campagne de mesurage de bruit in situ et dans l'AER (mars 2024 - Cabinet Ectare) ; site de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, avis de l'autorité environnementale (https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/loire-42-r3900.html).

Ce paragraphe traite des aspects « hygiène, santé, salubrité et sécurité publique » dont l'examen est prévu par l'article R.512-8 du code de l'environnement.

Ces aspects sont abordés habituellement au stade de l'état initial, au travers des thèmes :

- Adduction d'eau potable ;
- Systèmes d'assainissement ;
- Systèmes de collecte des déchets.

Il convient d'ajouter à l'examen de ces points les aspects relatifs au contexte général de la qualité de l'air et plus généralement à l'ensemble des pollutions et nuisances pesant sur l'environnement et pouvant affecter la santé des populations exposées, afin d'être à même d'apprécier les effets cumulatifs liés au projet.

5.8.1 Contexte général

L'atmosphère dans le secteur du projet (bruits, vibrations, odeurs, ambiance lumineuse) est caractéristique d'une zone rurale.

La population immédiatement concernée par le projet est peu nombreuse, avec cependant la présence de 8 habitations dans un rayon de 1 km.

Sont détaillés les principaux éléments pouvant influer sur la santé humaine dans les chapitres qui suivent.

5.8.2 Qualité de l'air

Des mesures de la qualité de l'air concernant les aspects radiologiques ont été réalisées sur le site et dans son environnement par AREVA depuis 1980. Les résultats sont présentés dans le paragraphe *4.4 - État radiologique de l'air*.

5.8.2.1 Cadre réglementaire

En France, la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie du 30 décembre 1996 reconnaît le droit de chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Elle a rendu obligatoire la surveillance de la qualité de l'air, la définition d'objectifs de qualité et l'information

du public. Ces missions sont déléguées par l'État aux associations agréées à la surveillance de la qualité de l'air présentes dans chaque région.

L'article R.221-1 du Code de l'environnement définit les normes de qualités de l'air par polluant et donne les définitions suivantes :

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Objectif de qualité : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Seuil d'information et de recommandation : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions

Seuil d'alerte : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Ces seuils découlent de la directive européenne 2008/50/CE pour un air pur pour l'Europe, elle-même s'inspirant des lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé.

Une révision de la directive européenne est en cours, avec un objectif de publication courant 2024, afin d'améliorer la législation globale de l'Union européenne en matière d'air pur. Cette révision n'impactera pas forcément les seuils réglementaires nationaux, mais plutôt consistera à renforcer les moyens de surveillance et d'accompagnement des autorités locales à rendre l'air plus pur.

Les normes des polluants pour lesquels des données sont disponibles sont définies comme suit :

Polluant	Valeur limite	Objectif de qualité ou valeur cible	Seuil d'information ou d'alerte
Dioxyde d'azote (NO_2)	**En moyenne annuelle :** 40 µg/m³ **En moyenne horaire :** 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile (centile 99,8)	**En moyenne annuelle :** Objectif : 40 µg/m³	**En moyenne horaire :** Information : 200 µg/m³ Alerte : 400 µg/m³ dépassé pendant 3h consécutives (ou 200 µg/m³ à J-1 et à J et prévision de 200 µg/m³ à J+1)
Particules PM10	**En moyenne annuelle :** 40 µg/m³ **En moyenne journalière :** 50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 fois par année civile	**En moyenne annuelle :** Objectif : 30 µg/m³	**En moyenne journalière :** Information : 50 µg/m³ Alerte : 80 µg/m³
Particules PM2,5	**En moyenne annuelle :** 25 µg/m³	**En moyenne annuelle :** Objectif : 10 µg/m³ Valeur cible : 20 µg/m³	-
Ozone (O_3)	-	**En moyenne sur 8 h :** Objectif : 120 µg/m³ pour le maximum journalier pendant une année civile Valeur cible : 120 µg/m³ pour le maximum journalier à ne pas dépasser plus de 25 jours par année sur 3 ans	Information : 180 µg/m³ en moyenne horaire Alerte : - 1er seuil : 240 µg/m³ moyenne horaire pendant 3 heures consécutives - 2ème seuil : 300 µg/m³ moyenne horaire pendant 3 heures consécutives - 3ème seuil : 360 µg/m³ en moyenne horaire

Tableau 117 : Normes de qualité de l'air (article R.221-1 du Code de l'environnement) pour le NO_2, les PM_{10}, $PM_{2.5}$ et l'O_3

5.8.2.2 Cadre de surveillance de la qualité de l'air

L'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est l'association agréé par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Energie pour la surveillance et l'information sur la qualité de l'air dans la région Auvergne-Rhône-Alpes.

Cette association dispose d'un écosystème d'outils et de méthodes spécifiques pour mesurer, analyser et diffuser l'état de la qualité de l'air dans la région.



Figure 274 : Principe du dispositif de surveillance de la qualité de l'air (source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

5.8.2.3 Contexte régional de la qualité de l'air

Dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, la tendance habituelle constatée est une amélioration progressive de la qualité de l'air en ce qui concerne les principaux polluants d'année en année. Pour autant, en 2022, de nombreux territoires de la région ont connu une stabilisation, voire une légère augmentation, des concentrations moyennes annuelles des principaux polluants surveillés (*source : Portraits des territoires Auvergne-Rhône-Alpes en 2022 : caractéristiques, enjeux et solutions pour l'air et le climat, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes*).

Selon l'Observatoire Régional Climat Air Energie (ORCAE) Auvergne-Rhône-Alpes, l'année 2022 a été marquée d'un point de vue météorologique par :

- Un hiver plutôt doux avec moins d'épisodes de pollution que les hivers antérieurs ;
- Un été très chaud et très ensoleillé, avec des caractéristiques caniculaires presque à la hauteur de l'été 2003.

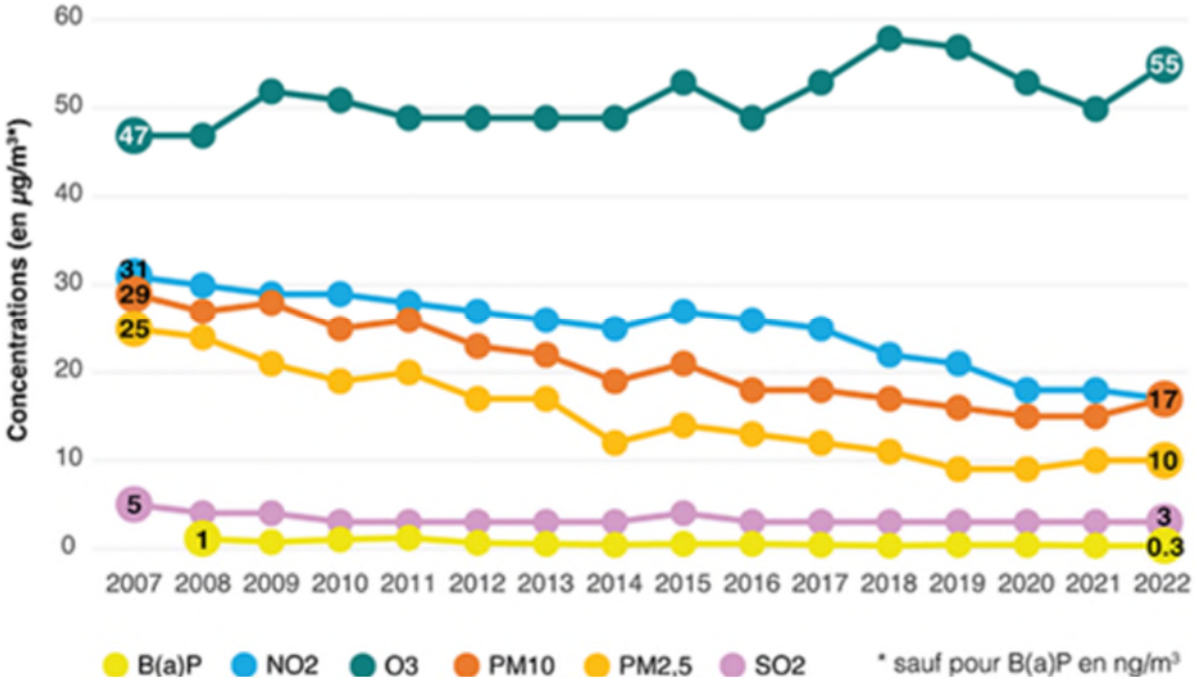


Figure 275 : Évolution des concentrations moyennes annuelles de polluants locaux entre 2007 et 2022 (source : ORCAE Auvergne-Rhône-Alpes)

- **Ozone (O_3)**

Durant l'été 2022, les conditions météorologiques favorables ont conduit à une formation accrue d'ozone, s'approchant presque des niveaux observés lors de l'année caniculaire exceptionnelle de 2003. Par conséquent, les moyennes annuelles des niveaux de pollution augmentent en 2022 par rapport à 2021 dans l'ensemble de la région. Malgré des variations interannuelles, la tendance à la hausse des niveaux de concentration se poursuit sur le long terme.

- **Dioxyde d'azote (NO_2)**

Bien que certaines zones présentent des différences territoriales, la moyenne annuelle régionale pour l'année 2022 reste globalement stable par rapport à 2021. Les progrès constants dans la qualité du parc automobile sont contrebalancés par la reprise du trafic routier post COVID. Seule l'agglomération lyonnaise reste encore touchée par des dépassements de seuils réglementaires à proximité des grands axes routiers.

- **Particules (PM10/PM2,5)**

En 2022, la moyenne régionale dans son ensemble a augmenté par rapport à 2021, marquant ainsi un changement par rapport à la tendance précédente qui montrait une diminution régulière depuis 2007, malgré une stabilisation à partir de 2014.

Dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, tout comme dans le reste de la France, les températures pendant l'hiver, période propice à l'accumulation de particules fines, ont été

généralement plus élevées que la normale, à l'exception de janvier. Cette douceur hivernale a provoqué à priori une baisse des besoins en chauffage au bois, principale source d'émissions de particules fines dans la région.

Cependant, la situation de précarité énergétique liée à la hausse des prix des énergies fossiles, combinée aux appels en faveur d'une plus grande sobriété énergétique auprès des particuliers et des entreprises, a pu entraîner un report vers l'utilisation du bois comme mode de chauffage, y compris l'utilisation de bois de mauvaise qualité (bois humide, mauvaises essences de bois...), potentiellement responsable de surémissions de particules fines. Cette hypothèse est confirmée par le CITEPA, qui signale une augmentation de l'utilisation du bois de chauffage en France en 2022 en raison de la hausse du prix de l'énergie.

Les événements ponctuels tels que les remontées de poussières sahariennes ou les incendies estivaux ont également pu entraîner localement des augmentations des moyennes journalières ou mensuelles, mais ils ne peuvent expliquer des variations significatives dans les concentrations moyennes annuelles.

- **Autres polluants**

Comme en 2021, les concentrations du reste des polluants sont en diminution globale, entraînant l'absence de dépassements réglementaires. Plus spécifiquement, pour la seconde année de suite, l'ensemble des mesures benzo(a)pyrène de la région est inférieur à la valeur cible.

5.8.2.4 Contexte à l'échelle de la Communauté de Communes du Pays d'Urfé (CCPU)

Dans son analyse, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a voulu aller plus loin que le constat d'évolution des polluants au niveau régional en dressant des portraits de territoires plus ciblés. On distingue ainsi quatre types de territoires, établis à partir de corrélations entre le nombre d'habitants et les concentrations des différents polluants (NO_2, O_3, PM10, PM2,5) :

- Les grandes agglomérations les plus exposées à la pollution de l'air (plus de 150 000 habitants) ;
- Les villes ou agglomérations moyennes densément peuplées (entre 50 000 et 150 000 habitants) avec des enjeux prioritaires de qualité de l'air ;
- Les territoires sensibles : territoires moins peuplés à enjeux de qualité de l'air avérés (EPCI de moins de 50 000 habitants les plus exposés ou avec des enjeux de qualité de l'air avérés) ;
- Les territoires préservés (EPCI de moins de 50 000 habitants comprenant majoritairement les communes les moins exposées de la région).

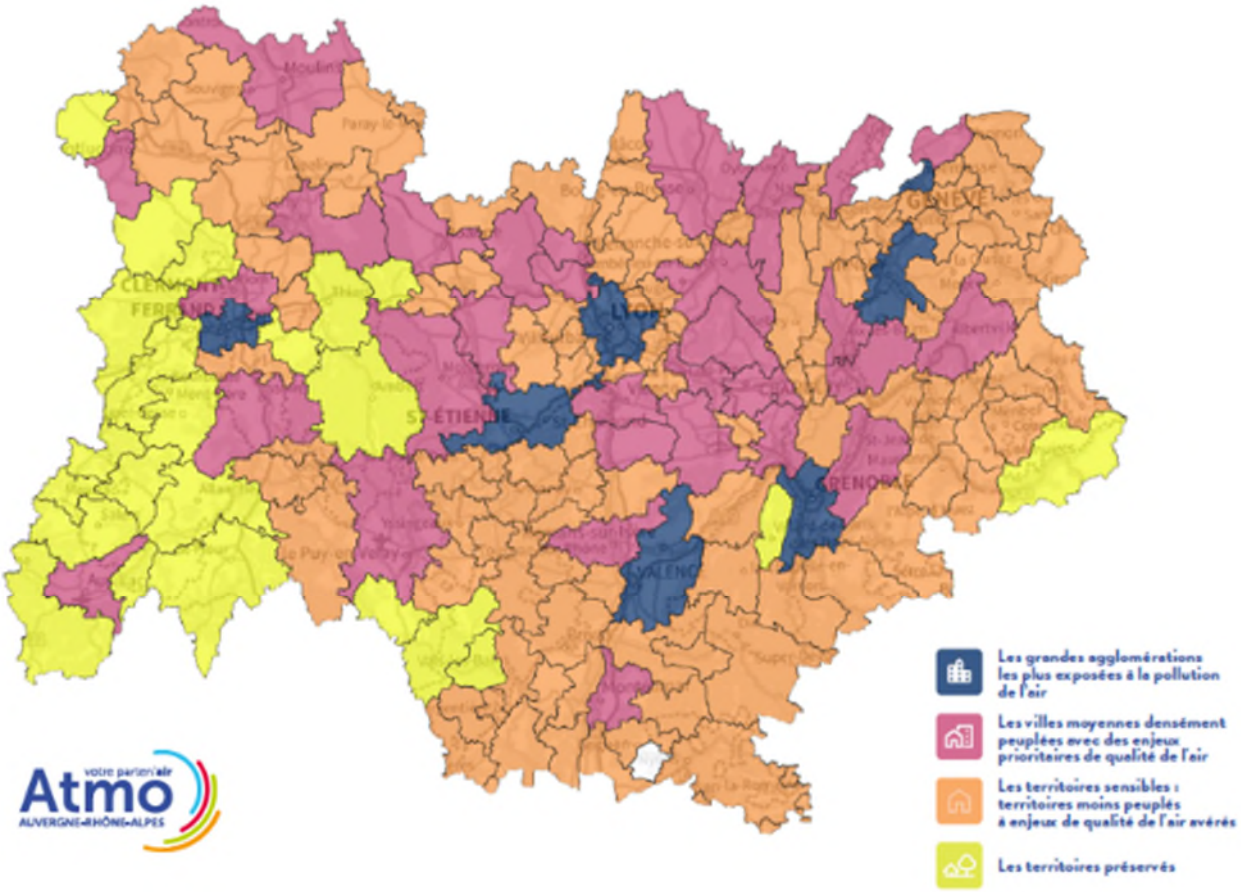


Figure 276 : Répartition géographique des 4 typologies de territoires en Auvergne-Rhône-Alpes au regard des enjeux de la qualité de l'air

La cartographie ci-dessus indique que la CCPU correspond à un territoire préservé.

Ce type de territoire est décrit comme suit :

Les territoires préservés sont majoritairement des territoires ruraux éloignés des sources locales de pollution et avec une faible densité de population. Ils regroupent moins de 4 % de la population de la région. Sur ces territoires, la qualité de l'air est globalement meilleure que sur les autres typologies de territoires mais les concentrations dépassent les lignes directrices de l'OMS, notamment pour l'ozone, comme sur l'intégralité de la région. De plus ces zones ne sont pas totalement à l'abri des épisodes de pollution qui peuvent parfois s'étendre sur l'ensemble de la région.

Ces territoires abritent fréquemment des espaces naturels remarquables qu'il convient de préserver compte-tenu de leur sensibilité à la pollution mais aussi en raison de leur capacité à séquestrer le CO_2 (puits de carbone) et donc à freiner les conséquences du changement climatique.

Par ailleurs, c'est sur ces zones rurales que l'on retrouve plus fréquemment une activité agricole notamment l'élevage, dont les conséquences sur la qualité de l'air ne sont pas à négliger. »

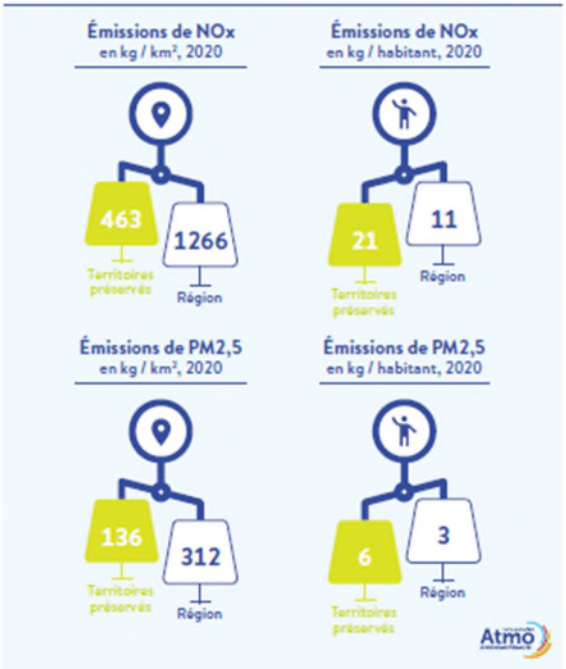


Figure 277 : La contribution du territoire aux émissions polluantes

En 2022, la quasi-totalité des habitants respire un air conforme aux valeurs directrices de l'OMS pour le dioxyde d'azote (97,5 %).

En termes de mobilité sur ces territoires, les services publics, les activités et les commerces peuvent être plus éloignés des lieux d'habitation et les infrastructures de transport alternatives à l'autosolisme sont encore peu développées et plus difficiles à mettre en œuvre. Les distances parcourues par les habitants en véhicule individuel sont donc plus importantes qu'en milieu urbain. Par conséquent, bien que les émissions de NOx par km² soient 11 fois moins importantes que dans les grandes agglomérations du fait de la faible densité de population, les émissions de NOx par habitant sont plus de 3 fois plus élevées que dans les grandes agglomérations et près de 2 fois plus élevées qu'en moyenne sur la région.

Le mode de chauffage, principalement au bois, influe également sur les émissions de particules sur ces territoires. En effet, on compte près de 5 fois plus d'appareils de chauffage au bois par habitant, sur ces zones que dans les grandes agglomérations. Les émissions de particules PM2,5 par habitant y sont deux fois plus importantes qu'en moyenne sur la région. L'usage d'appareils performants peu émissifs, couplé à de bonnes pratiques d'utilisation, permettra de conserver cette bonne qualité de l'air.

Enfin, l'agriculture représente une source de pollution locale importante en étant le secteur majoritaire émetteur d'oxydes d'azote (49 %), d'ammoniac NH_3 (98 %) et de pesticides. Des pratiques visant à limiter les émissions dans l'atmosphère de ces polluants doivent donc être mises en œuvre, pour réduire l'exposition des populations rurales.
À noter également que l'agriculture, et en particulier l'élevage bovin et ovin, contribue massivement aux émissions de méthane (CH_4) qui est un puissant gaz à effet de serre et un polluant contribuant à la formation de l'ozone. Ce secteur est le premier contributeur d'émissions de gaz à effet de serre avec 58 % des émissions totales issues de l'agriculture sur ces territoires.

5.8.1 Qualité de l'air du site

La station la plus proche du site correspond à la station de Roanne, à plus de 25 km au nord-est du site. Il s'agit d'une station de mesures urbaine, dont les résultats ne sont pas représentatifs de la qualité de l'air au droit de la zone étudiée.

En l'absence de relevés de qualité de l'air à proximité ou dans le périmètre de la zone d'étude, nous baserons l'analyse sur une approche qualitative.

Les terrains du projet se tiennent à l'écart de toute zone urbaine et se situent dans un milieu relativement bien encaissé, ourlé de boisements, à l'abri des vents dominants.

Aux alentours de l'AEI, on peut noter l'existence :

- De gaz d'échappement de véhicules circulant sur la voirie locale ;
- De gaz émis par les activités agricoles du secteur ;
- Dans une moindre mesure, des émanations des habitations à proximité.

À l'échelle de l'AEI, aucune activité notable est à l'origine de la dégradation de la qualité de l'air.

Compte tenu de ces informations et de celles mentionnées à l'échelle régionale et intercommunale, la qualité de l'air du site peut être considérée comme satisfaisante.

5.8.1.1 Documents de gestion de la qualité de l'air

Des plans et programmes sont mis en place en vue d'améliorer la qualité de l'air et de respecter réglementation. On peut différencier les plans basés sur des objectifs d'amélioration de la qualité de l'air : le Schéma Régional Climat Air Energie, les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA), et les Plans Locaux de Qualité de l'Air (PLQA), des plans non orientés prioritairement sur l'amélioration de la qualité de l'air mais ayant un impact sur elle tels que les Plans de déplacements urbains, les Plans Climat Air Energie Territoriaux (PCAET), les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT), les Plans Locaux de l'Urbanisme (PLU), le Plan Régional Santé Environnement (PRSE).

Ainsi, en région Auvergne-Rhône-Alpes, les schémas et plans régionaux existants sont :

- Les Schémas Régionaux Climat Air Energie (SRCAE) élaborés en Auvergne et en Rhône-Alpes, adoptés respectivement en 2012 et 2014 et intégrés dans le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité du Territoire (SRADDET) ;
- Le Plan Régional Santé Environnement (PRSE4) Auvergne-Rhône-Alpes 2024-2028 co-piloté par l'ARS, la DREAL, la DRAAF et la Préfecture de région.

La zone d'étude n'est concernée par aucun PPA, ni PLQA.

Le site étant en marge de zone urbaine, dans une zone presque exclusivement agricole et forestière, présente potentiellement un air de bonne qualité.

La zone d'étude n'est concernée par aucun plan ou document de la gestion de la qualité de l'air. Des analyses de suivi radiologique de la qualité de l'air dans le secteur du projet sont régulièrement réalisées. Ce suivi n'indique aucune évolution significative.

5.8.2 Odeurs et poussières

Le site des Bois Noirs Limouzat ne génère pas de dégagement d'odeurs ou de poussières perceptibles. Au voisinage proche du projet on notera la présence d'une ancienne scierie, aujourd'hui siège d'activités logistiques, à environ 100 m au nord, qui peut, lors des activités de chargement/déchargement des matériaux, etc. représenter une source de dégagement de poussières.

Cependant en fonctionnement normal ces installations ne dégradent pas la qualité de l'air.

L'AEI n'est pas concernée par des nuisances olfactives ou des poussières notables.

Le projet n'engendrera pas de nuisance olfactive. Lors de la période de travaux, le projet pourra être émetteur d'envol de poussière du fait des travaux de terrassement, de criblage-concassage des matériaux extraits et du trafic de poids lourds sur la voirie. Ces émissions seront toutefois modérées et des mesures seront mises en place pour les limiter.

5.8.3 Contexte sonore

Annexes :

- *GAMBA, rapport d'état initial acoustique (R-G-24-02148-01a-EI) du 6 novembre 2024 ;*
- *GAMBA, rapport d'état initial acoustique (R-G-24-02148-01a-EI) du 17 juin 2025.*

La commune de Saint-Priest-la-Prugne n'est pas concernée par un Plan de Prévention du Bruit dans l'Environnement (PPBE).

Trois sessions successives de mesures des niveaux sonores ont été effectuées à l'initiative d'ORANO Mining :

- une première en 2010 effectué par ARCADIS, marquée à l'époque par les activités de la scierie voisine,
- une en automne 2024 effectuée par GAMBA Acoustique,
- une dernière en juin 2025 effectuée par GAMBA Acoustique.

5.8.3.1 Rappel de la réglementation

Le site des Bois Noirs étant une ICPE soumise à autorisation, il est concerné par l'arrêté du 23 janvier 1997 relatif à la limitation des bruits émis dans l'environnement.

Selon l'arrêté du 23 janvier 1997, « *l'installation est construite, équipée et exploitée de façon que son fonctionnement ne puisse être à l'origine de bruits transmis par voie aérienne ou solidienne susceptibles de compromettre la santé ou la sécurité du voisinage ou même de constituer une nuisance pour celui-ci.* »

Ces émissions sonores ne doivent pas engendrer une émergence supérieure aux valeurs admissibles fixées dans le tableau ci-après, dans les zones où celle-ci est réglementée. L'émergence est la différence entre le bruit ambiant avec activité et le bruit résiduel sans activité ou bruit de fond. Cette émergence est limitée en fonction du niveau de bruit ambiant et du temps T de l'apparition du bruit particulier de l'activité.

Niveau de bruit existant sur les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'installation)	**Émergence admissible pour la période allant de 7h à 22h Sauf dimanches et jours fériés**	**Émergence admissible pour la période allant de 22h à 7h ainsi que les dimanches et jours fériés**
Supérieur à 35 et inférieur à 45 dB(A)	6 dB(A)	4dB(A)
Supérieur à 45 dB(A)	5 dB(A)	3 dB(A)

Tableau 118 : Valeurs maximales admissibles d'émergence des émissions sonores fixées par l'arrêté du 23 janvier 1997

L'arrêté préfectoral d'autorisation fixe, pour chacune des périodes de la journée (diurne et nocturne), les niveaux de bruit à ne pas dépasser en limite de propriété de l'établissement, déterminés de manière à assurer le respect des valeurs d'émergence admissibles. Les valeurs fixées par l'arrêté d'autorisation ne peuvent excéder 70 dB(A) pour la période de jour et 60 dB(A) pour la période de nuit, sauf si le bruit résiduel pour la période considérée est supérieur à cette limite.

Dans le cas où le bruit particulier de l'établissement est à tonalité marquée au sens du point 1.9 de l'annexe du présent arrêté, de manière établie ou cyclique, sa durée d'apparition ne peut excéder 30 % de la durée de fonctionnement de l'établissement dans chacune des périodes diurnes ou nocturnes définies dans le tableau ci-dessus.

L'article 4 de l'arrêté du 23 janvier 1997 stipule que :

« *Les véhicules de transport, les matériels de manutention et les engins de chantier utilisés à l'intérieur de l'établissement doivent être conformes aux dispositions en vigueur les concernant en matière de limitation de leurs émissions sonores. En particulier, les engins de chantier doivent être conformes à un type homologué.*

L'usage de tous appareils de communication par voie acoustique (sirènes, avertisseurs, haut-parleurs, etc.) gênants pour le voisinage est interdit, sauf si leur emploi est exceptionnel et réservé à la prévention ou au signalement d'incidents graves ou d'accidents. »

5.8.3.2 Contexte du site

Le site est implanté à une distance d'environ 2 km au nord-ouest du bourg de Saint-Priest-la-Prugne.

Actuellement, sur le site, il n'existe aucune source de bruit notable, la route départementale RD495 qui passe au nord du site représente la source majeure de bruit du fait du passage de véhicules.

Les zones à émergence réglementée (ZER) les plus proches sont notamment :

- l'habitation localisée au lieu-dit « les Peux », située à l'ouest du site,
- les hameaux de Bellechasse et Le Vernois implantés respectivement à 260 m et 520 m au nord du site.

5.8.3.3 Méthodologie de mesures

Afin de caractériser les niveaux de bruit actuel du site, des campagnes de mesures ont été effectuées *in situ* en différents points caractéristiques de la zone d'étude en limite de propriété et dans la zone à émergence réglementée (ZER).

5.8.3.4 Résultats des mesures

- **Campagne de 2010**

Méthodologie

Les mesures ont été réalisées suivant les dispositions de la norme NF S 31-010 relative aux mesures des bruits de l'environnement, complétées des dispositions particulières décrites dans l'arrêté du 23 janvier 1997.

En limite de propriété, trois mesures de courte durée appelées Points Mobiles (PM) ont été réalisées afin d'estimer le niveau de bruit ambiant et des éventuelles tonalités marquées (enregistrement de spectre en tiers d'octave non pondéré).

Une zone à émergence réglementée (à l'ouest) au niveau d'une habitation du hameau des Peux est présente : une mesure de longue durée (5 heures) appelée aussi Point Fixe (PF) a été effectuée afin de repérer d'éventuelles émergences. Cette émergence est définie par la différence de niveau de bruit entre le niveau de bruit ambiant pendant l'activité et le bruit résiduel (niveau sans activité).

Nota : le bruit de la scierie en activité est traité en bruit résiduel, car il ne fait pas partie des activités du site. Il en est de même pour le trafic routier.

Localisation des points de mesurage

La figure ci-dessous permet de localiser les points de mesures de bruit réalisées par l'étude de 2010.

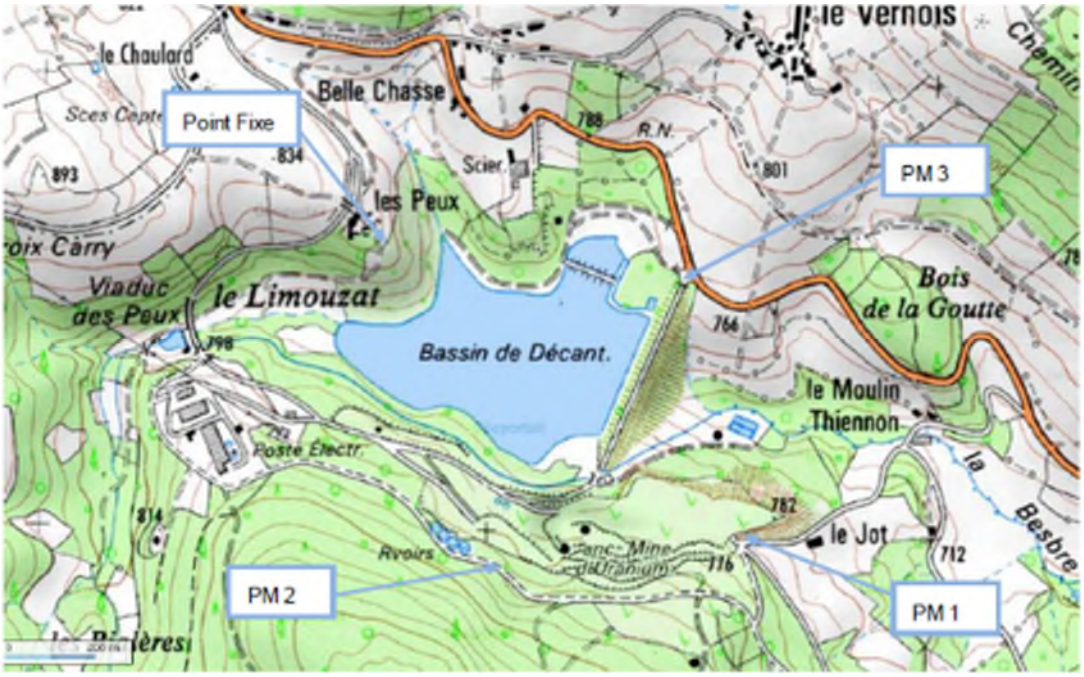


Figure 278 : Localisation des points de mesure de bruit

Mesures en limite de propriété

Les mesures en limite de propriété permettent de définir les niveaux de bruit ambiant, et de détecter les tonalités marquées des différentes sources de bruit émanant de l'activité.

Le tableau suivant montre les différents résultats de niveaux de bruit, arrondis au 0.5 dB près.
.

Point de mesure	Situation	LAeq ambiant en dB(A)
Point fixe	Limite ouest et ZER	51.0
PM 1	Limite sud-est	47.5
PM 2	Limite sud	51.0
PM 3	Limite nord-est	53.0

Tableau 119 : Résultats des mesures acoustiques en limite de propriété

La principale source de bruit était à l'époque la scierie au nord du site. Elle a été perçue pour le Point Fixe ainsi que le PM 3, avec des niveaux de bruit relativement faibles (entre 51 et 53 dB(A)).

Les deux autres mesures (PM 1 et PM 2) ont mesuré le bruit ambiant qui est relativement faible (entre 47.5 et 51 dB(A)) provenant du passage du vent dans les arbres et de la pluie. Aucune tonalité marquée n'a été détectée sur l'ensemble des mesures.

Mesures dans la zone à émergence réglementée (ZER)

La zone à émergence réglementée est caractérisée par le lieu-dit « Les Peux », situé à l'ouest du site. Les résultats pour cette zone sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Point de mesure	Situation	LAeq ambiant en dB(A)
Point Fixe	Limite ouest et ZER	51.0

Tableau 120 : Résultat des mesures acoustiques en zone à émergence réglementée

Étant donné qu'aucune activité bruyante n'avait à l'époque été identifiée sur le site des Bois Noirs Limouzat, aucune émergence n'avait été identifiée.

- **Campagne d'automne 2024**

Méthodologie

Les mesures ont été réalisées durant 24h, à 2 m des façades chez 4 riverains parmi les plus proches du site. Les résultats des mesurages ont été analysés pour en déduire les indicateurs suivants :

- Les niveaux globaux pondérés A, LAeq, sur les périodes jour 7h22h et nuit 22h7h ,
- Les spectres sonores associés par bande d'octave entre 63 et 4k Hz ,
- Les indicateurs fractiles L 10 / L 50 / L 90.

Nota : En parallèle, une mesure ponctuelle de 30mn environ, en champ proche, a permis de caractériser le bruit d'écoulement de la Besbre.

Localisation des points de mesurage

La localisation des mesures est présentée sur la carte ci-dessous.

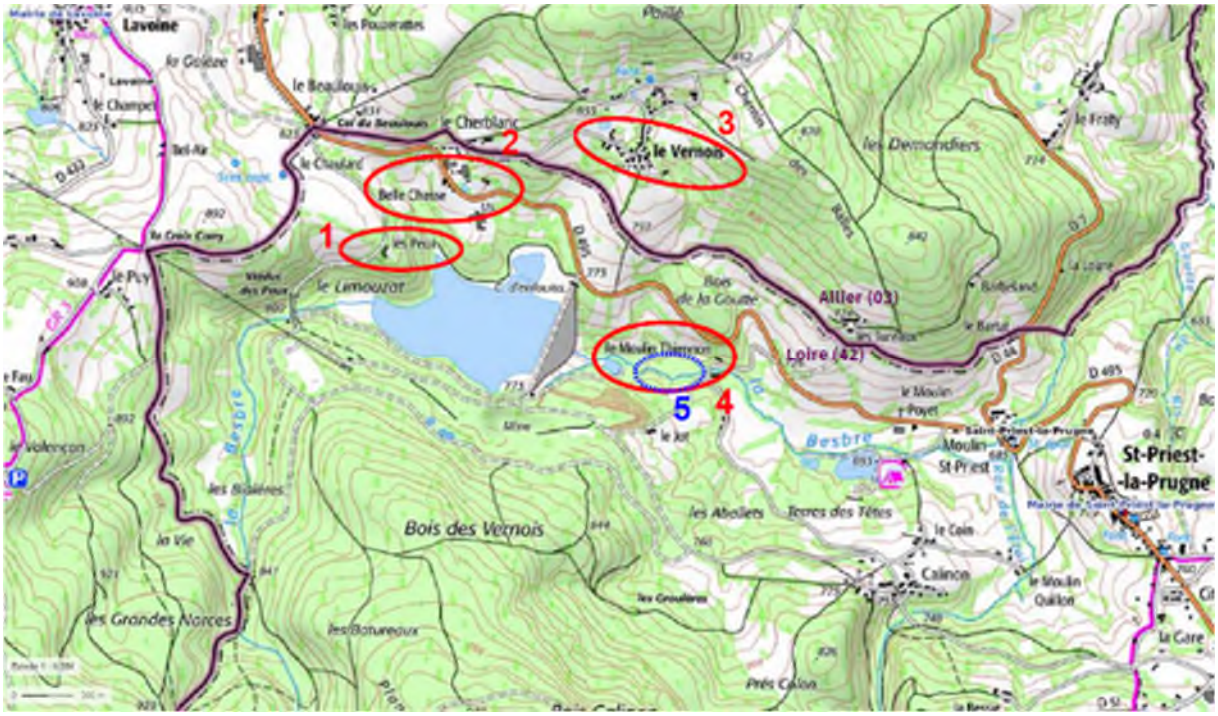


Figure 279 : Localisation des quatre points de mesure de l'étude d'impact acoustique GAMBA (07/01/2025)

Mesures dans la zone à émergence réglementée (ZER)

N° station	Emplacement	Bruit résiduel mesuré (aucune activité)
		Valeur mesurée en dB(A) (arrondie au 0,5 dB(A) près)
Point 1	Les Peux	33,0
Point 2	Belle Chasse	44,5
Point 3	Le Vernois	36,5
Point 4	Le Moulin Thiennon	46,5
Point 5	Le Moulin Thiennon à 1 m de la Besbre	59,5

Tableau 121 : Relevés des mesures de bruit dans les ZER

Les mesures obtenues présentent des résultats très inférieurs aux mesures de bruit résiduels obtenus lors de la campagne de 2010, comme le montre le tableau ci-dessous présentant pour 2 points identiques les résultats comparés.

Emplacement de la station de mesure	Campagne menée par ARCADIS	Étude d'impact acoustique de GAMBA
Moulin Thiennon	47,5 dB(A)	46,5 dB(A)
Les Peux	51,0 dB(A)	33,0 dB(A)

Tableau 122 : Tableau de comparaison des valeurs en dB(A) obtenus par ARCADIS et par le bureau d'études GAMBA au Moulin Thiennon et Les Peux

On notera que lors cette campagne aucun bruit n'a été perçu en provenance de la faune (conditions préhivernales limitant tout chant et déplacement), ni depuis l'ancienne scierie voisine (hors fonctionnement) et que la circulation sur la route départementale était très limité, ce qui limite la représentativité des résultats et a conduit à réaliser une campagne complémentaire.

- **Campagne de printemps 2025**

Méthodologie

Les mesures ont été réalisées durant 7 jours, à 2 m des façades sur les mêmes points que pour la campagne de 2024.

Mesures dans la zone à émergence réglementée (ZER)

N° station	Emplacement	Bruit résiduel mesuré (aucune activité)
		Valeur mesurée en dB(A) (arrondie au 0,5 dB(A) près)
Point 1	Les Peux	43,5
Point 2	Belle Chasse	51,0
Point 3	Le Vernois	50,0
Point 4	Le Moulin Thiennon	45,0

Tableau 123 : Relevés des mesures de bruit dans les ZER

Les mesures obtenues présentent des résultats supérieurs aux mesures de bruit résiduels obtenus lors de la campagne hivernale de 2024, et se rapprochent des niveaux mesurés en 2010 comme le montre le tableau ci-dessous présentant pour 2 points identiques les résultats comparés.

Emplacement de la station de mesure	Campagne 2010	Campagne hivernale 2024	Campagne printanière 2025
Moulin Thiennon	47,5 dB(A)	46,5 dB(A)	45,0 dB(A)
Les Peux	51,0 dB(A)	33,0 dB(A)	43,5 dB(A)

Tableau 124 : Tableau de comparaison des valeurs en dB(A) obtenus sur les 3 campagnes successives au Moulin Thiennon et Les Peux

Au regard de l'étude acoustique menée en 2010 par Arcadis, les mesures de bruit à l'état actuel sont faibles (entre 47.5 et 53 dB(A)), provenant principalement de l'activité de la scierie présente à l'époque à côté du site.

Les mesures réalisées en période préhivernale en 2024 présentent des résultats très différents avec des niveaux sonores beaucoup plus faibles (33 à 46 dB(A)), alors que ceux de la campagne de juin 2025 présentent des niveaux se rapprochant de ceux de 2010 (43 à 51 dB(A)) et paraissent ainsi plus représentatifs.

Les mesures de bruit sur site ont montré qu'il n'y a aucun dépassement du seuil réglementaire (70 dB(A)). Comme aucune activité bruyante n'est présente sur le site, aucune tonalité marquée n'est à signaler.

Cette caractéristique sera à prendre en compte, le faible niveau sonore de base représentant un enjeu fort durant toute la phase de travaux.

5.8.4 Vibrations

La zone d'étude n'est pas sujette aux vibrations, en raison de l'absence de voie ferrée à proximité ou de voies fortement fréquentées à proximité immédiate du site.

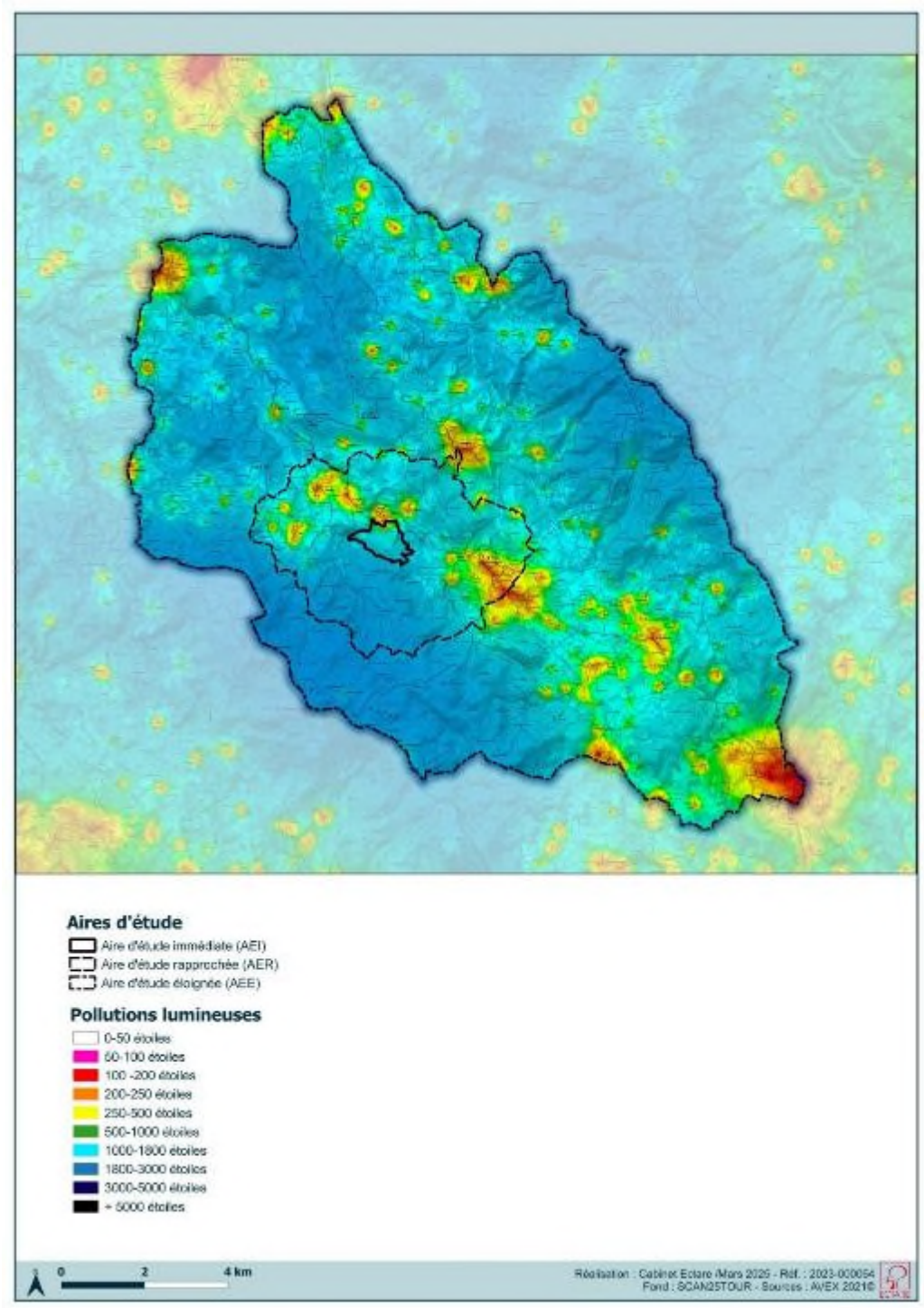
Rappelons que le classement du secteur en zone de sismicité 2 (faible) indique que le risque que le secteur soit affecté par des vibrations d'origine sismique est négligeable.

Il n'existe pas de source de vibration sur le site.

Aucune source de vibrations importante ne concerne l'AEI.

5.8.5 Ambiance lumineuse

Les émissions lumineuses restent rares et centralisées au niveau des bourgs, notamment celui de Saint-Priest-la-Prugne. Aucun éclairage n'est présent sur le site. Les voiries alentours ne disposent pas d'éclairage public. Les sources émettrices de lumières correspondent à des véhicules passant sur les voiries du secteur.



Carte 43 : Ambiance lumineuse à l'échelle de l'AEE

Globalement le secteur est marqué par une luminosité artificielle faible voire très faible.

5.8.6 Sécurité et risques technologiques

5.8.6.1 Risques technologiques

Après consultation du Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Loire et des bases de données Prim.net et Gaspar, il ressort que la commune de Saint-Priest-la-Prugne est concernée par le risque « Rupture de barrage ».

Le barrage concerné est celui présent sur le site, classé A. La digue est d'une hauteur maximale de 42 m et de longueur de l'ordre de 508 m. Elle est fondée directement sur le substratum rocheux et est constituée de stériles miniers. La largeur de la crête est d'environ 10,5 m, la pente aval est inclinée à 26° et comporte plusieurs risbermes, et la pente amont inclinée à 30°. Le barrage créée une retenue d'eau artificielle qui s'étend sur environ 18 ha, pour un volume d'environ 4,5 hm^3.

L'étude de danger et l'étude de propagation de l'onde de rupture (de juillet 2015) du barrage des Bois Noirs effectuée par Tractebel Engineering a montré que les secteurs les plus vulnérables seraient le camping Le Paradou et la commune de Saint-Clément avec son camping. La rupture du barrage des Bois Noirs pourrait provoquer celle du barrage de Mayet de Montagne, situé à l'extrémité du lac de Saint-Clément, en aval de la commune de Saint-Clément.

Cependant, la stabilité du barrage a été étudiée et démontrée comme satisfaisante. En particulier, la mise à jour 2019 de l'étude de danger montre que le niveau de sûreté actuel du barrage est jugé satisfaisant tant d'un point de vue hydraulique que radiologique. Suite à la mise en œuvre de trois mesures prioritaires sous trois ans, le site ne présente plus d'événements classés en « risque à surveiller » (deux risques de ce type avaient été identifiés en 2015), mais uniquement des événements classés en « risques acceptables ». Ces trois mesures concernaient la mise en place d'une protection contre les infiltrations en surface de la digue submersible ; les travaux ont été achevés en 2021, la mise en place d'une alarme en cas d'abaissement rapide du plan d'eau et la finalisation du dispositif de captage des zones humides sur le parement aval et au pied du barrage. Les risques inventoriés sont globalement maitrisés dans la retenue des Bois Noirs, notamment grâce aux protections mises en œuvre par le propriétaire, les services de contrôle et la réglementation.

Précisons également que l'amélioration du captage des zones humides sur le parement aval et au pied du barrage a permis la réalisation d'une opération de nettoyage des drains et de vérifier leurs longueurs.

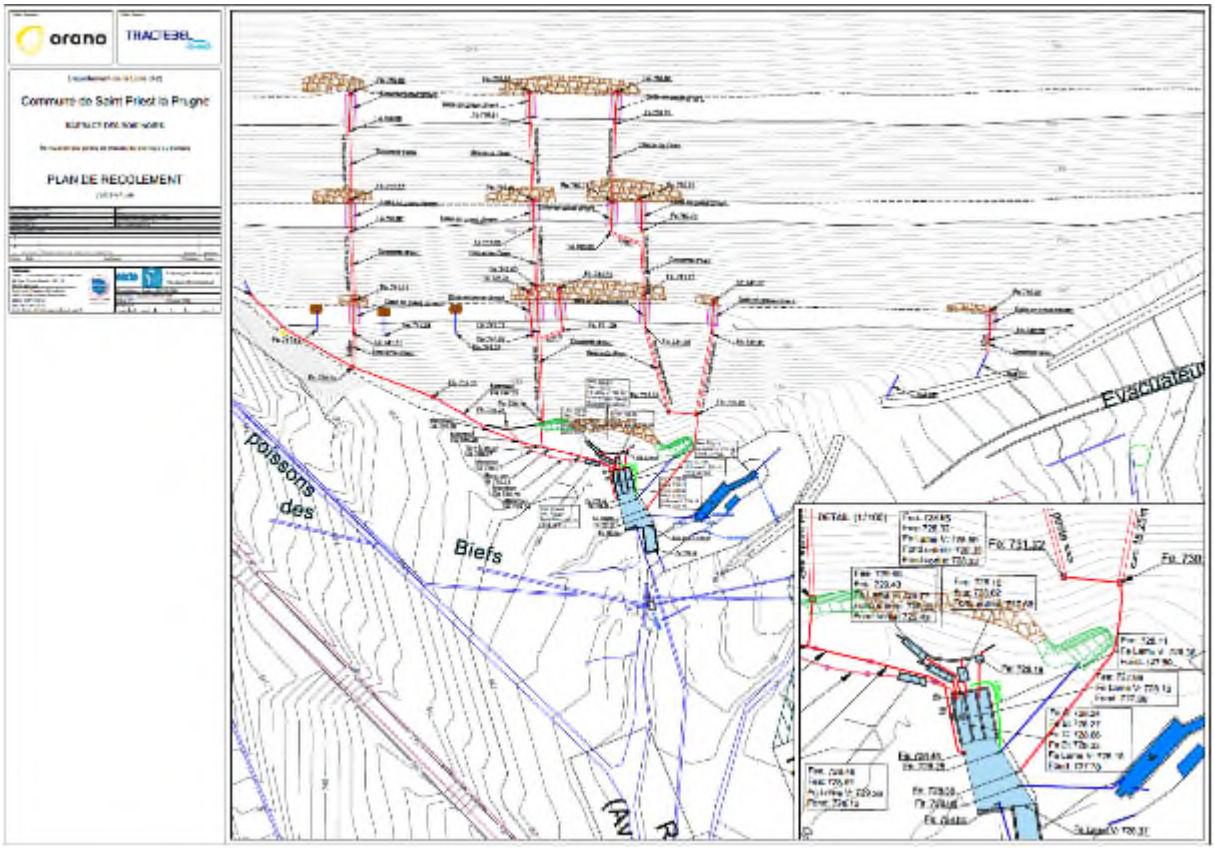


Tableau 125 : Plan des travaux de reprise des zones humides et des drains (ORANO Mining, CSS du 12/12/2024)



Tableau 126 : Drains en pied de digue et parement aval de la digue avant travaux (ORANO Mining, avril 2024)



Photos des travaux de reprise des drainages et ZH



Drains en pied de digue et parement aval de la digue après travaux (ECTARE, juin 2025)

Le niveau de risques actuel du barrage des Bois Noirs vis-à-vis de la sécurité publique est jugé non critique. Les mesures visant à réduire le niveau de criticité ont été mises en place et les consignes ont été mises à jour après validation de l'étude de dangers de 2019 et de la mise en place de la nouvelle station de traitement des eaux. La dernière mise à jour est de juillet 2024.

L'étude de la sûreté à long terme de la digue des BNL (analyse de stabilité) de 2016 réalisée par Tractebel Engineering montre qu'en fonctionnement dans les conditions normales, la stabilité de la digue est assurée aux glissements locaux et globaux avec des coefficients de sécurité supérieurs aux critères de projet. Dans le cas d'une crue d'occurrence 5 000 ans et 30 000 ans, la stabilité de la digue est satisfaisante.

De plus, le suivi 2023 du Barrage des BNL de Tractebel Engineering en date du 22 mars 2024 conforte les résultats de l'étude précédente puisqu'il fait état d'un comportement satisfaisant

du barrage des Bois-Noirs tant au niveau des déplacement altimétriques, de la piézométrie que des débits des drains et des zones humides.

Le site n'est pas localisé dans le périmètre d'un plan de prévention des risques technologiques (PPRT).

5.8.6.2 Accidents technologiques

Deux accidents technologiques sont répertoriés sur le territoire communal de Saint-Priest-la-Prugne par la base de données ARIA :

- Un incendie dans une entreprise de fabrication d'emballages en bois (14/03/2007) ;
- Un feu dans une entreprise de fabrication d'emballages en bois (14/05/2020).

La gravité de ces incidents reste néanmoins faible à modérée.

5.8.6.3 Les sites pollués

La base de données CASIAS (ancienne dénomination BASIAS) recense 18 anciens sites industriels et activités de service susceptibles d'être à l'origine d'une pollution des sols sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne.

Selon l'ancienne base BASOL qui recense les terrains avec une connaissance et une prise en charge d'une pollution (suspectée ou avérée) avec la mise en place d'actions (diagnostics, mesures de gestions, ...) 14 sites sont présents dans la commune de Saint-Priest-la-Prugne.

16 Secteurs d'Information sur les Sols (SIS) c'est-à-dire les terrains où la pollution avérée du sol justifie, notamment en cas de changement d'usage, la réalisation d'études de sols et sa prise en compte dans les projets d'aménagement sont recensés au sein de la commune.

Notons que tous les sites de l'ex-BASOL, à l'exception de deux sites dont celui de l'ancien site minier d'uranium, sont également des secteurs d'informations sur les sols (SIS).

Les sites ou les services les plus proches des terrains d'étude sont ceux liés aux activités d'exploitation et de traitement du site minier et à la Scierie Cloux et Fils, situés dans un rayon de moins de 500 m de l'AEI.

5.8.6.4 Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

D'après la plateforme Géorisques, les ICPE de la commune de Saint-Priest-la-Prugne sont les suivantes :

Nom établissement	Régime	Régime Seveso	Distance par rapport au site	Activités
Louis FRATY et Cie SAS	E - Enregistrement	Non	6 km au sud-est	Dépôt, travail du bois
SEIGNOL HENRI	E - Enregistrement	Non	2,1 km à l'est	Scierie. Mise en demeure par l'arrêté préfectoral du 02/08/2024
SCIERIE CLOUX ET FILS	A - Autorisation	Non	100 m au nord	Travail du bois et fabrication d'articles en bois et en liège
SCIERIE SEIGNOL	E- Enregistrement	Non	6 km au sud-est	Travail du bois et fabrication d'articles en bois et en liège
Orano Mining	A - Autorisation	Non	Localisé sur le site	Substances radioactives (dépôt, entreposage ou stockage de résidus miniers)
RONDARD ARCHIMBAUD STATION-SERVICE	Autres régimes	Non	3 km au sud-est	Station de service en fin d'exploitation
JONES DANIEL	E – Enregistrement	Non	1,9 km au sud-est	Stockage, dépollution, démontage de VHU En fin d'exploitation
GAEC MAUGIRARD LAFAY DIDIER ET BANUS VI	Autres régimes	Non renseigné	3,1 km au sud-est	Élevage de vaches laitières

Tableau 127 : Liste des ICPE recensées sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne (sources : Géorisques et societe.com)

Aucune installation SEVESO n'est répertoriée à proximité.

Comme indiqué dans le tableau, l'AEI accueille une ICPE soumise au régime d'autorisation.

5.8.6.5 Les Établissements Industriels Polluants (EIP)

La Direction Générale de la Prévention des Risques du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable, et de l'Energie recense dans le registre des émissions polluantes (IREP) les principaux rejets et transferts de polluants dans l'eau, l'air, les déchets déclarés par certains établissements, à savoir :

- Les principaux Établissements Industriels Polluants (EIP) ;
- Les stations d'épuration urbaines de plus de 100 000 équivalents habitants ;

- Certains élevages.

Selon le Registre Français des Émissions Polluantes, aucun EIP n'est référencé sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne.

5.8.6.6 Services de secours

Le Centre d'Incendie et de Secours (CIS) le plus proche est celui de Laprugne, situé à 2,5 km au nord-est de l'AEI.

5.8.7 Équipements et projets connus

Sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne et plus précisément sur l'ancienne plateforme de l'usine SIMO au sud-ouest du Grand Bassin, un projet d'implantation d'un parc photovoltaïque a été déposé pour avis de l'Autorité Environnementale à la Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Auvergne-Rhône-Alpes. L'avis de la Mission Régionale d'Autorité Environnementale a été rendu le 23 mars 2018. À la suite de l'enquête publique qui s'est déroulée au mois de juillet 2018, le commissaire enquêteur a donné un avis favorable (avec réserve).

À ce jour, aucun autre projet n'a fait l'objet d'un avis de l'Autorité Environnementale sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne.

La commune de Saint-Priest-la-Prugne est concernée par le risque de rupture de barrage. Le barrage concerné est celui du site – la digue du Grand Bassin - classé A. Néanmoins, la stabilité du barrage a été étudiée et démontrée comme satisfaisante suite à la mise en place des mesures visant à réduire le niveau de criticité. Le bilan 2023 du barrage fait état d'un comportement satisfaisant tant au niveau des déplacement altimétriques, de la piézométrie que des débits des drains et des zones humides.

Aucune ICPE n'est classée SEVESO sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne. Les sites ou les services les plus proches présentant un risque potentiel de pollution sont ceux liés aux activités d'exploitation et de traitement du site minier et à l'ancienne Scierie Cloux et Fils.

Le site n'est pas localisé dans le périmètre d'un plan de prévention des risques technologiques (PPRT).

La zone du projet bénéficie d'une proximité avec les services de secours adaptés.

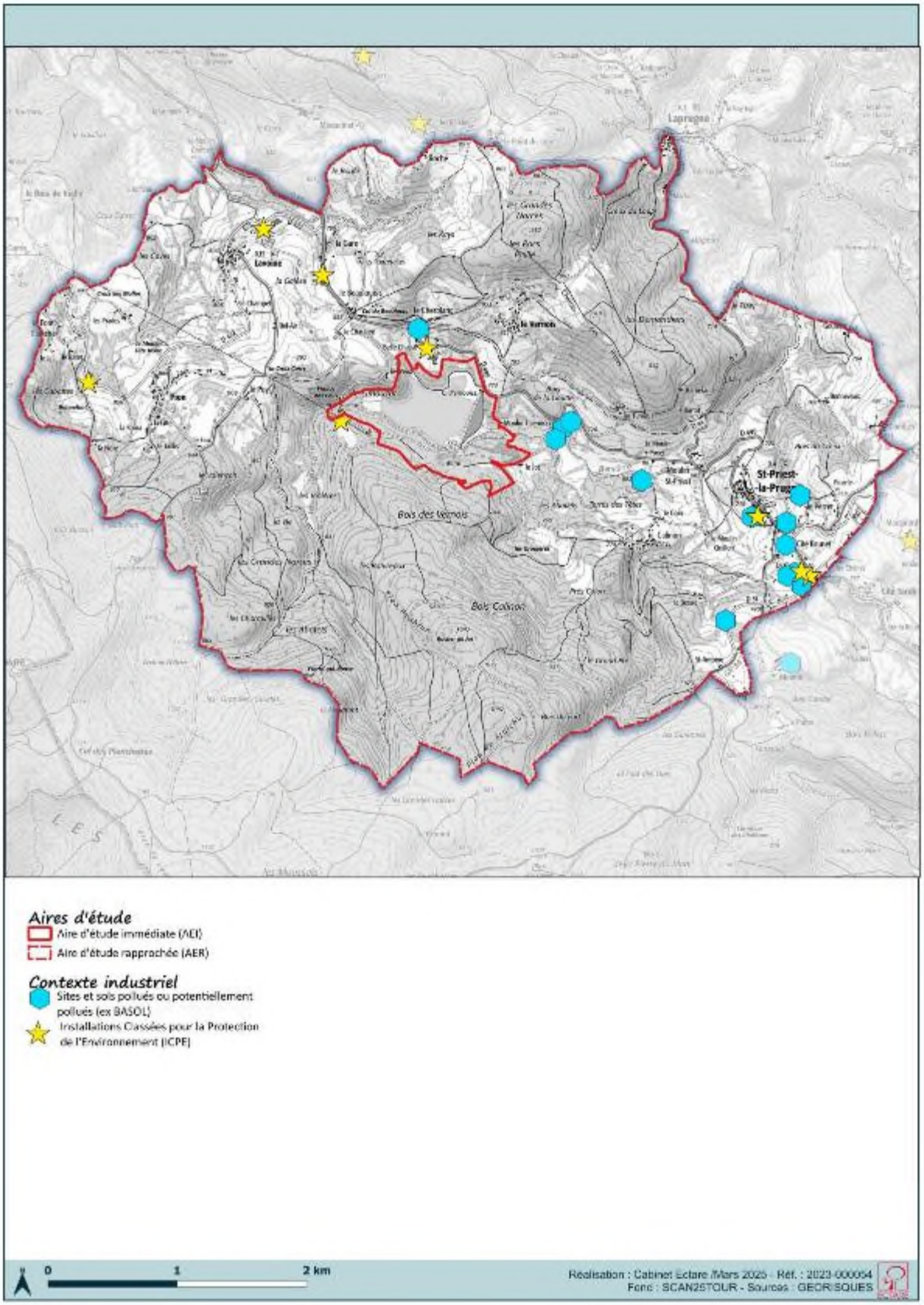


Figure 280 : Contexte industriel du projet

6 PAYSAGE ET PATRIMOINE

Selon la Convention Européenne du paysage, le « Paysage » désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations. Il rejoint donc les exigences de développement durable par son approche globalisante et peut permettre de donner un sens aux projets.

6.1 CONTEXTE PAYSAGER

Sources : site Géoportail ; site Remonter le temps de l'IGN ; Atlas des paysages de l'Auvergne Rhône-Alpes ; relevés de terrain de février 2024.

6.1.1 Contexte général

Le site d'étude s'inscrit au sein de l'ensemble paysager **« Bois noirs et Montagne Bourbonnaise »**.

Cet ensemble de paysages offre un paysage typique de basse montagne. La Montagne bourbonnaise s'incline progressivement vers le nord pour finir sur un plateau vallonné. Dès les premiers soulèvements de la Montagne bourbonnaise, les vastes étendues de cultures de Limagne disparaissent au profit de vallées et vallons de prairies délimitées par un bocage plus ou moins disparu. Les ruisseaux en creux de vallon sont aussi plus ou moins bordés d'arbres. Sur les flancs et sur les crêtes, les espaces forestiers prennent le dessus sur les espaces ouverts.

- **Trois sortes de milieux caractéristiques et clairement identifiables**

Le massif est recouvert en grande partie de forêts de montagne appartenant essentiellement au cortège floristique de la hêtraie-sapinière. Un deuxième type de milieu résultant de l'exploitation agricole est constitué essentiellement de pâturages et de prairies de fauches. Il est limité aux vallées, notamment la vallée de la Besbre et la vallée du Sichon. Le troisième type de milieu a un intérêt botanique particulier : ce sont les milieux humides des vallées forestières, comme les bois de bouleaux à sphaignes et les tourbières bombées.

- **Trois espaces agricoles de vallées bien différenciés, cloisonnés par les crêtes parallèles**

Le fort cloisonnement provoqué par les hautes lignes de crêtes forestières quasi parallèles (selon un axe quasiment orienté sud-nord) laisse apparaître trois espaces agricoles différenciés très largement dédiés à l'élevage : dont la haute vallée de la Besbre. La vallée du cours supérieur de la Besbre marque une fracture importante entre les Bois Noirs et la Montagne bourbonnaise.

- **Une superposition dense de formes d'aménagement dans les vallées du Sichon et de la Besbre**

La vallée du Sichon et la haute vallée de la Besbre ont depuis longtemps été le lieu de multiples installations et aménagements humains d'importance. C'est leur densité, leur concentration et leur nature qui donnent à cette partie de territoire un caractère particulier. Leurs traces se sont accumulées, avec une accélération durant le 20ème siècle, à tel point qu'il en résulte une atmosphère paradoxale de ce territoire, beaucoup plus habitée qu'il ne l'est en réalité, où se mélangent des formes d'aménagement très anciennes à d'autres plus récentes et peu communes comme l'exploitation du gisement d'uranium et les immeubles de béton de Laprugne.

- **L'espace des forêts**

Massif forestier par excellence, où dominent les bois noirs aux sapinières historiques, ce pays est aujourd'hui peu habité dans son cœur. La pauvreté des sols, la rudesse des hivers et la difficulté d'accessibilité ont conduit à un abandon progressif de l'habitat sur les hauteurs. Les masses boisées recouvrent une grande partie du territoire. Les forêts découpées en de nombreuses propriétés sont mixtes et présentent de nombreuses espèces selon l'altitude. La place des hêtraies dans ce territoire est très forte, plus qu'ailleurs. Les bois noirs se distinguent du reste car la proportion des sapins y est très importante et génère une atmosphère très singulière.

- **Le système de clairières agricoles habitées sur les espaces de faible pente**

Les parcelles agricoles, essentiellement des prairies, occupent les zones de faible pente. Leurs formes sont variables et leur superficie reste limitée. Elles sont encadrées par les forêts et possèdent une trame bocagère lâche et très irrégulière. Les arbres les plus communs pour les haies sont le frêne et le chêne. En ce qui concerne les arbustes, on y trouve essentiellement le noisetier, le fusain et l'aubépine. L'ensemble paysager est marqué par une très faible densité bâtie. Il est constitué de hameaux isolés regroupant le plus souvent une dizaine d'habitations seulement dans de petits espaces ouverts de clairières agricoles.



Figure 281 : Bois noirs et Montagne bourbonnaise

6.1.2 Contexte local

Le site est implanté au sein de la vallée de la Besbre. Celle-ci est bordée par des vallonnements boisés.

D'importants vallonnements, comportant le Puy de Montoncel, se développent directement à l'ouest du secteur étude. Un petit massif, que l'on franchit par le col de Beaulouis est également présent au nord du secteur d'étude. À l'opposé les secteurs à l'est du secteur d'étude sont composés de vallées : la Besbre, le Boen et leurs affluents.

Au sein de ce paysage, la topographie constitue un élément marquant dans l'orientation et l'ouverture du regard. Les vues lointaines vont plus particulièrement se faire depuis les sommets de versants ou dans le prolongement des vallées.

Les différents vallonnements, qui présentent de fortes pentes, se composent de denses boisements aux essences variées. Les Bois Noirs se caractérisent toutefois par une part importante de sapins.

Dans les vallées, le paysage est plus particulièrement marqué par la présence de prairies. Celles-ci restent bordées de quelques haies. Les prairies offrent un contrepoids aux espaces boisés. Elles permettent des vues ouvertes et lointaines sur les reliefs boisés qui composent les arrière-plans.

Les vallées sont également le support du développement urbain du secteur d'étude. La trame bâtie est dispersée sous la forme de quelques bourgs ou villages, comme celui de Saint-Priest-la-Prugne, et de nombreux petits hameaux.

L'anthropisation du secteur d'étude se caractérise également par l'activité sylvicole et ainsi la présence de scieries, de parcelles déboisées ou de stockages de bois sur les abords des routes. Plus ponctuellement, des activités industrielles, comme la carrière présente le long de la RD495 entre la Tuilière et Saint-Just-en-Chevalet, à plus de 8 km du site d'étude, marquent ponctuellement le secteur d'étude.

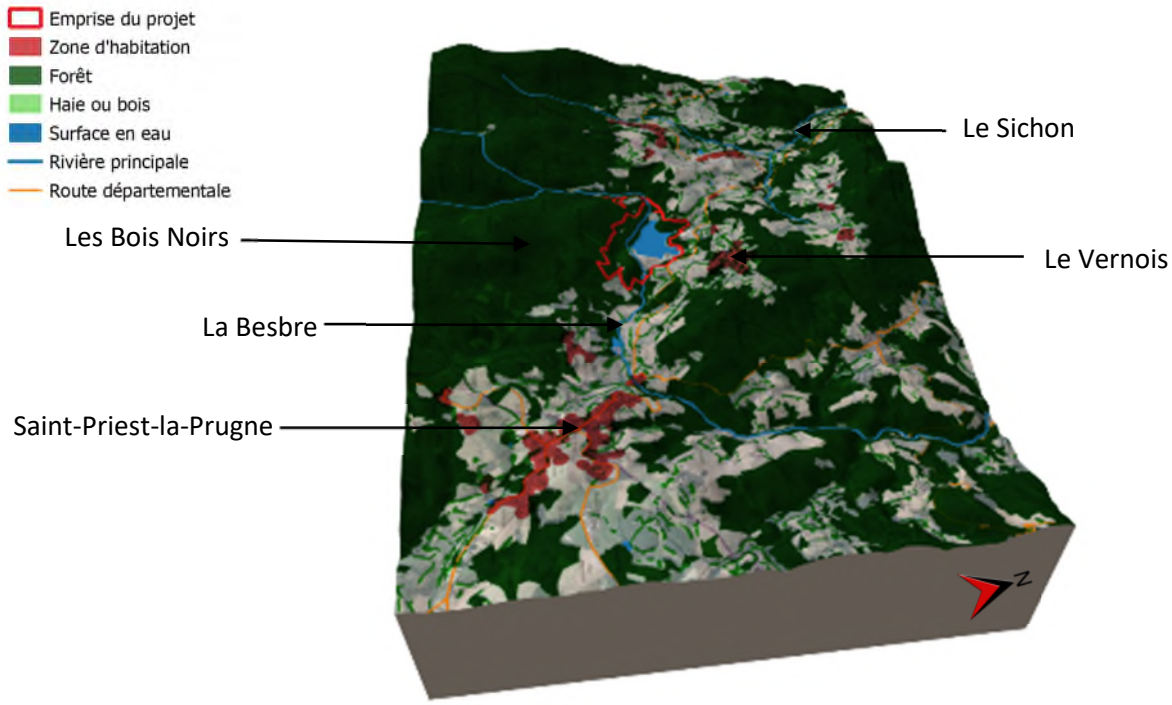


Figure 282 : Bloc diagramme de l'intégration paysagère du site d'étude (© Ectare)

Le site d'étude se compose plus particulièrement d'un bassin, alimenté essentiellement par les précipitations. Le bassin est fermé par une digue implantée dans la vallée de la Besbre dont le cours d'eau a été dévié via un canal. La hauteur de la digue est d'une quarantaine de mètres. Les versants de ce plan d'eau sont densément boisés, en particulier sur le sud.





Figure 283 : Contexte paysager local du projet

Le secteur d'étude se situe dans l'ensemble paysager du « Bois noirs et Montagne ». Il se caractérise par un massif forestier où les prairies occupent les zones de faibles pentes, comme les vallées.

Le secteur d'étude se caractérise par un relief vallonné, notamment marqué par les reliefs du Bois Noir, découpés par les vallées de la Besbre et du Boen. La trame boisée domine au sein du paysage du secteur d'étude. Les vallées sont le support du développement des prairies et de l'urbanisation.

Le site d'étude se développe dans la vallée de la Besbre. Il se caractérise essentiellement par un bassin artificiel aux rives pentues et boisées.

6.2 ANALYSE PAYSAGERE

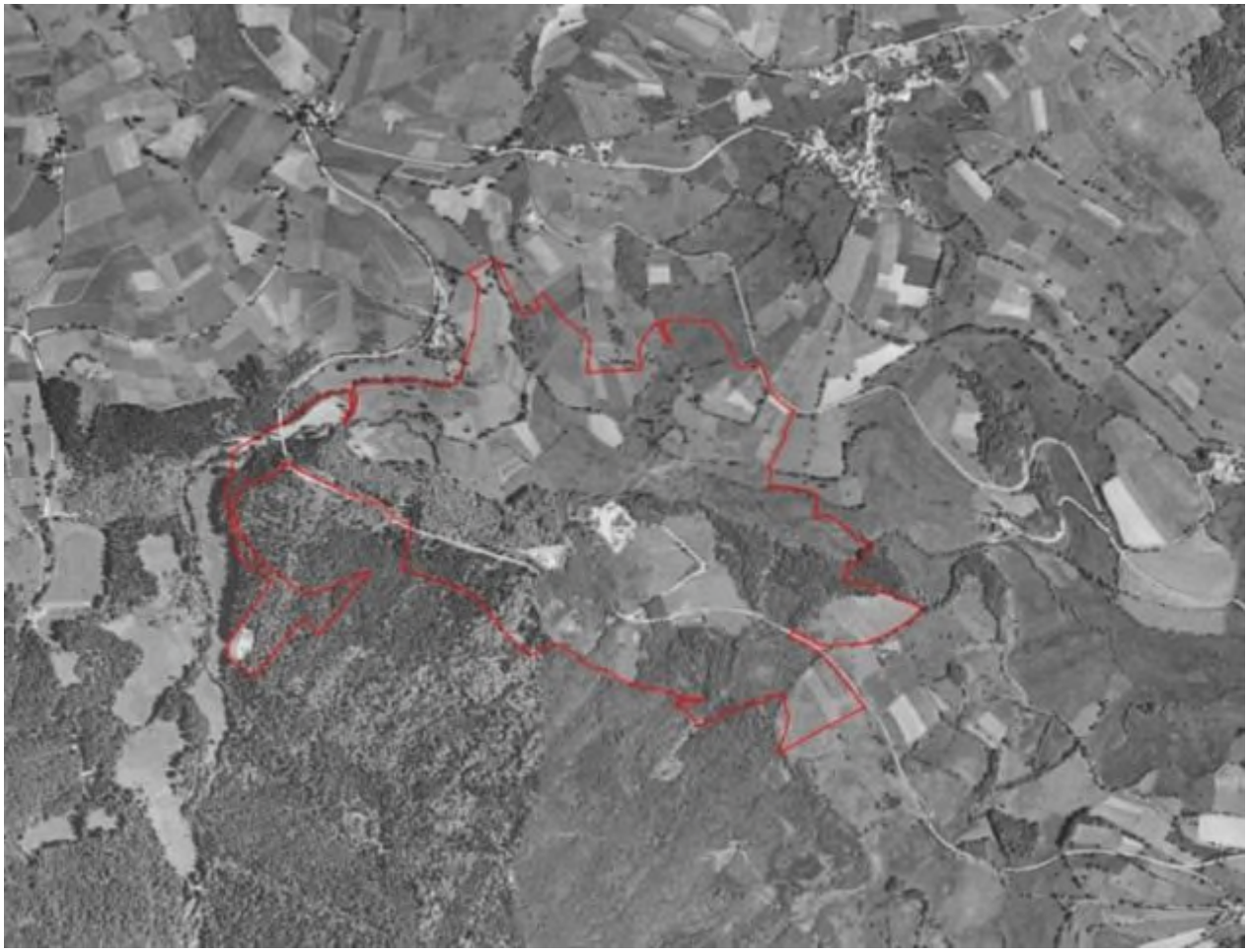
6.2.1 Évolution historique du paysage

Dès le XVIIIème siècle, les reliefs du secteur d'étude sont boisés. Les principaux lieux de vie aux abords du site d'étude (Saint-Priest-la-Prugne, Le Vernois, Cherblanc …) sont déjà identifiés.

L'organisation du site d'étude va évoluer durant la seconde moitié du XXème siècle.

La partie sud du site d'étude a constitué une mine d'uranium, exploitée entre 1955 et 1980. Une digue permettant la création d'un plan d'eau, dont la lame d'eau recouvre les résidus miniers, est construite entre 1958 et 1962 au sein du site d'étude.

Suite à la fermeture de la mine, en 1980, le plan d'eau est conservé et l'espace de l'ancienne mine se reboise progressivement.



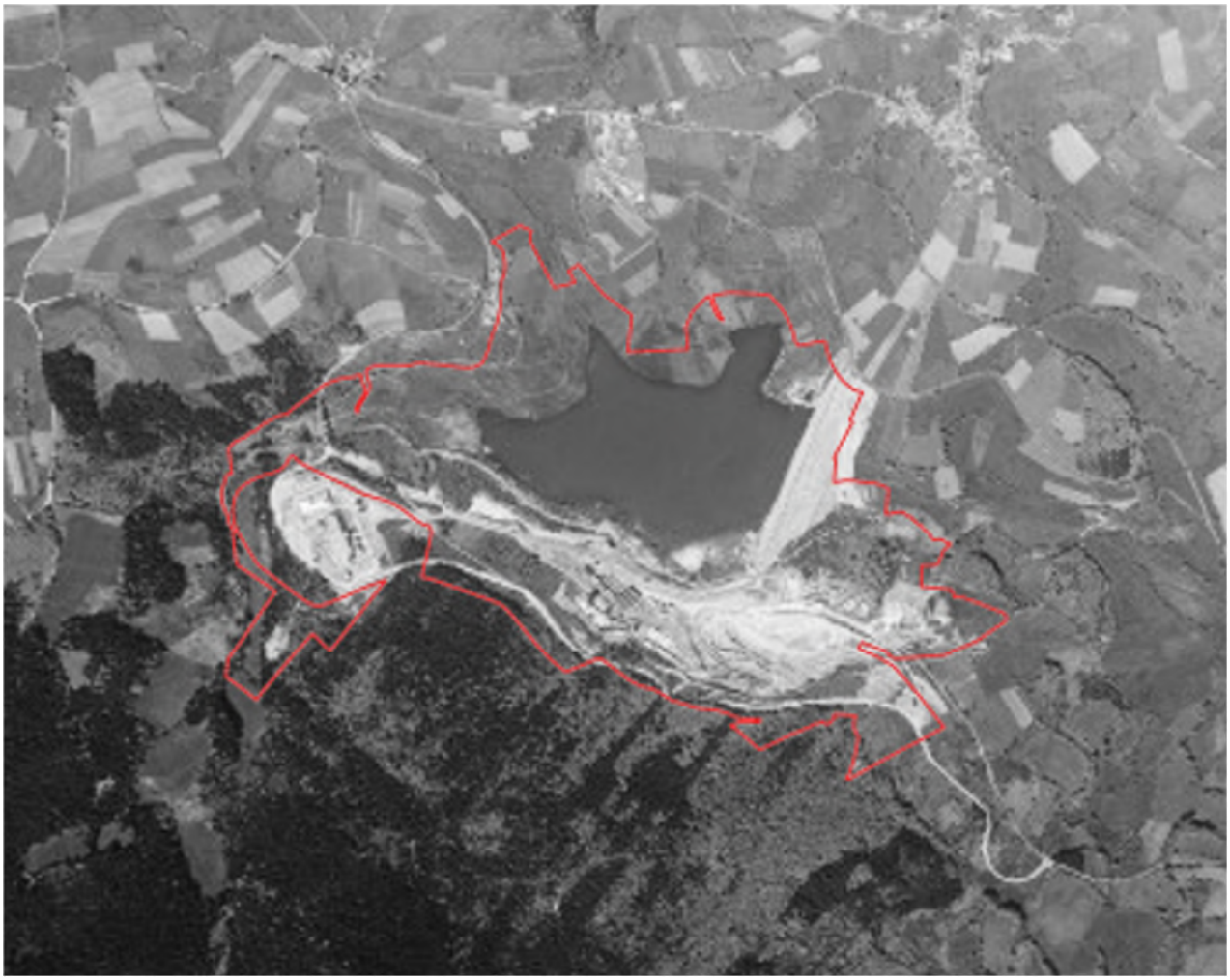
Au début des années 1950, le site d'étude se compose de boisements et des parcelles agricoles.

Figure 284 : Photographie aérienne du site en 1954 (source : Géoportail)



La partie sud du site d'étude est exploitée comme carrière.

Figure 285 : Photographie aérienne du site en 1958 (source : Géoportail)



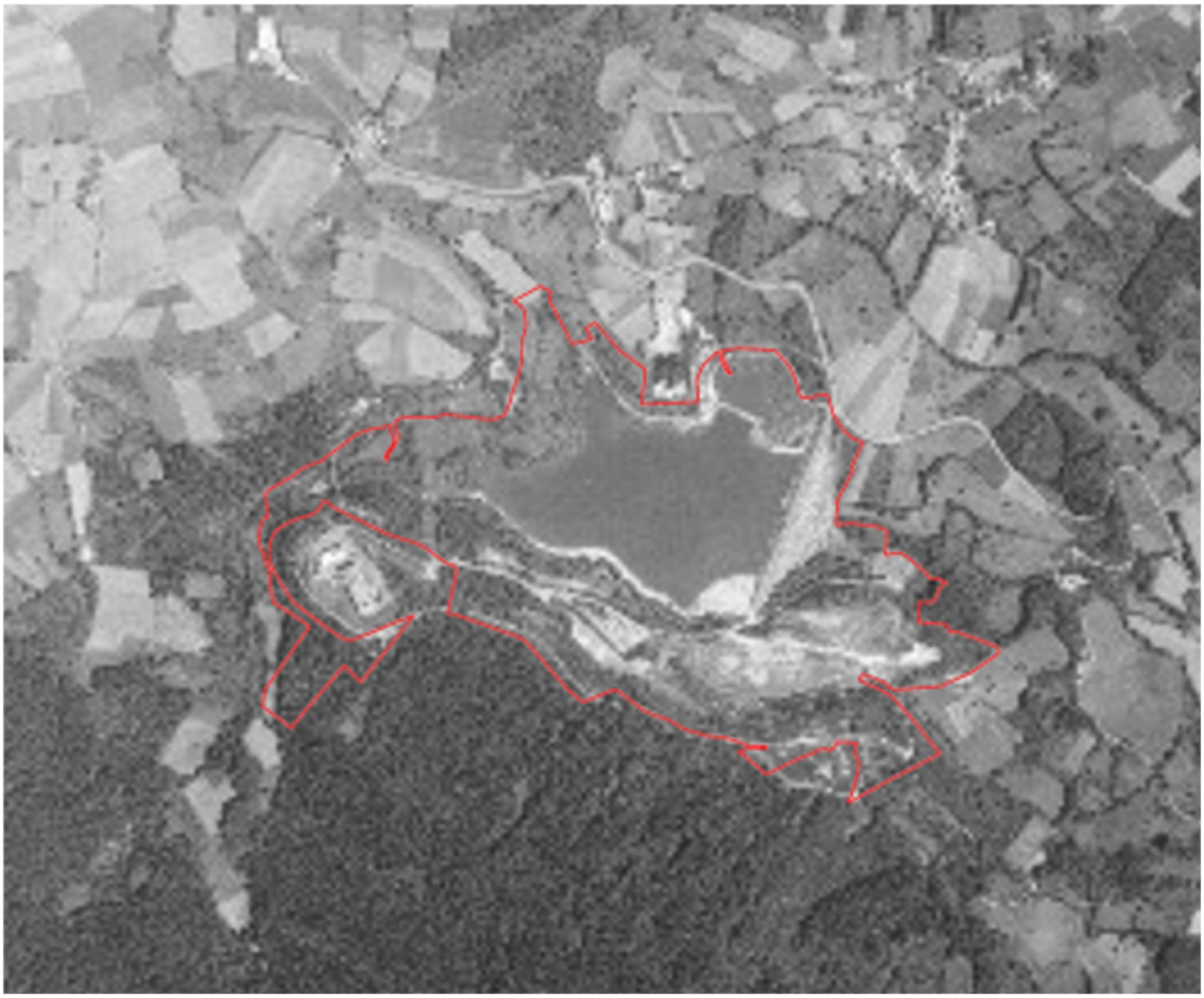
La partie exploitée de la mine s'étend. Le plan d'eau est créé au sein du site d'étude.

Figure 286 : Photographie aérienne du secteur en 1964 (source : Géoportail)



La mine est encore exploitée à l'échelle du site d'étude.

Figure 287 : Photographie aérienne du secteur en 1979 (source : Géoportail)



La mine n'est plus exploitée. Les versants sud se reboisent progressivement.

Figure 288 : Photographie aérienne du secteur en 1986 (source : Géoportail)



Le passé minier du secteur d'étude n'est plus visible sur la photo aérienne. Seul le plan d'eau reste présent.

Figure 289 : Photographie aérienne du secteur en 2022 (source : Géoportail)

6.2.2 Ambiance paysagère

Le secteur d'étude présente une ambiance essentiellement forestière. La trame agricole, bien que secondaire, reste présente dans la composition des paysages. Elle se compose essentiellement des prairies. Celles-ci, avec leur trame verte soulignent également le caractère naturel du secteur d'étude. Elles permettent également d'ouvrir les vues.

L'exploitation sylvicole du secteur avec la présence de scieries et de parcelles défrichées marquent toutefois le paysage.





Le site d'étude se compose d'un plan d'eau aux versants boisés. Le site présente un cadre essentiellement naturel. Le plan d'eau constitue un élément de diversité au sein de ce paysage. La digue, à l'est, et la ligne électrique, à l'ouest, restent des aménagements industriels. Les teintes de la digue restent proches du cadre environnant, dans les tons verts-grisâtres. Elle se fond ainsi dans le paysage et ne marque ainsi que peu le paysage.





Ambiances paysagères du site d'étude (© Cabinet ECTARE)

Le secteur d'étude a profondément évolué durant la seconde partie du XXème siècle avec l'exploitation de la mine, dont la création de la digue et du plan d'eau, entre 1955 et 1980, puis le reboisement progressif depuis l'arrêt de l'exploitation en 1980.

La présence de boisements et dans une moindre mesure de prairies, apporte au secteur d'étude une ambiance essentiellement naturelle. La trame bâtie est diffuse. L'impact paysager de l'anthropisation du territoire se traduit par l'activité sylvicole : parcelles défrichées et présence de scieries.

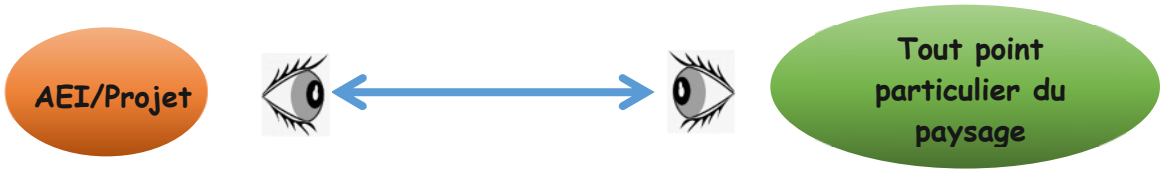
Malgré son passé minier, le secteur d'étude présente une ambiance essentiellement naturelle. Le plan d'eau constitue un élément de diversité. La digue se fond dans le grand paysage mais marque le paysage local.

6.3 PATRIMOINE

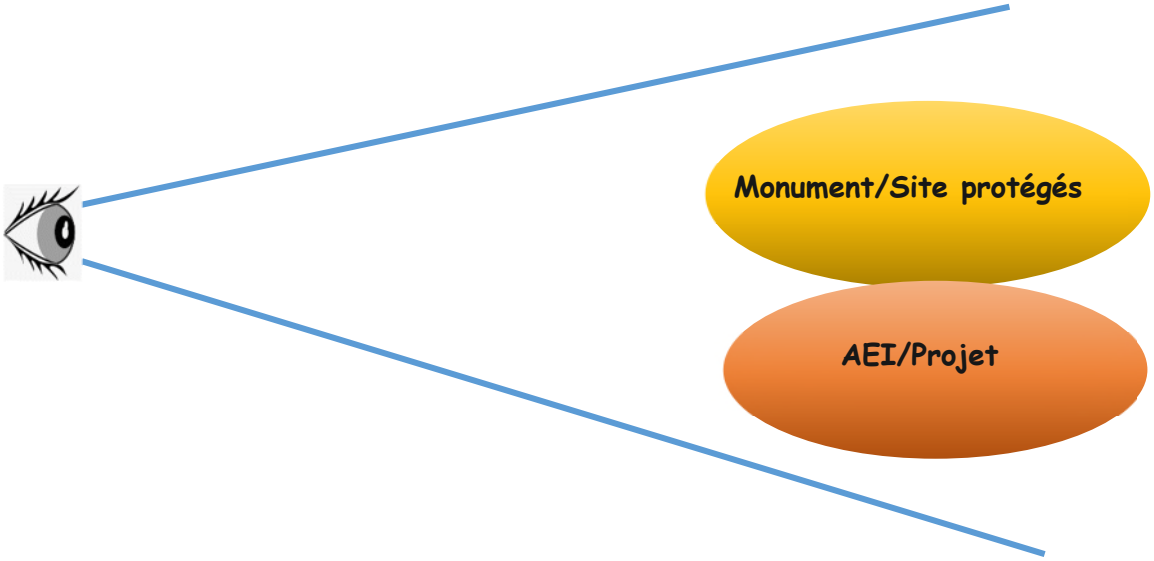
Source : site de l'atlas des patrimoines ; site de la plateforme ouverte du patrimoine ; site Monumentum.

6.3.1 Notions d'intervisibilité et covisibilité

Dans les chapitres suivants, de manière générale, la notion d'intervisibilité est utilisée lorsqu'un point, un projet, est visible à partir d'un autre point. Le terme d'intervisibilité s'applique également au cas général de visibilité entre un point et un site patrimonial.



La notion de « covisibilité » est plus réservée aux monuments historiques. La covisibilité correspond, dans les chapitres suivants, à la visibilité (dans un même champ visuel ou dans un même panorama) d'un site ou monument protégé avec les terrains de l'AEI (ou ensuite, le projet) depuis un endroit situé à l'extérieur de ceux-ci.



6.3.2 Sites protégés et monuments historiques

Le site protégé le plus proche est situé à 2 km au nord-ouest de l'AEI. Il s'agit du rocher Saint Vincent, site inscrit depuis 06/05/1974. Aucune intervisibilité entre ce site protégé et le site d'étude n'est possible. Les covisibilités entre ce site et le site d'étude sont également négligeables.

Aucun monument historique n'est présent dans un rayon de 5 km. Les plus proches s'inscrivent dans le centre bourg de St-Just-en-Chevalet, à 10 km au sud-est, ou au niveau de Ferrières-sur-Sichon à 8 km au nord-ouest.

L'AEI ne s'inscrit dans aucun site patrimonial remarquable.

6.3.3 Sites archéologiques

En raison du passé du site (exploitation minière sur la partie sud et décaissement pour la création du plan d'eau), il est peu probable que des sites archéologiques soient présents sur la majorité sud du site d'étude.

En cas de découverte fortuite de vestiges archéologiques, une déclaration immédiate devra être effectuée conformément à l'article L.531-14 du code du patrimoine.

6.3.4 Géosite

Un géosite constitue un site ponctuel ou une aire de quelques m² à quelques km² qui peut s'étendre au niveau du paysage et qui possède une importance d'un point de vue géologique (minéral, structural, géomorphologique, physiographique) qui répond à un ou plusieurs critères d'exception.

Certains secteurs du site d'étude (sur le versant boisée au sud) constituent un géosite.

Les gisements d'uranium du département de la Loire (Lachaux et Saint-Priest-la-Prugne) ont été découverts dans la région des Bois Noirs. La mine d'uranium de Saint-Priest-la-Prugne a exploité un gisement appelé le gisement du Limouzat. C'est un gisement logé dans une grande structure faillée présentant, sur 1,5 km de longueur et une centaine de mètres de largeur.

Le site d'étude est éloigné de tout site protégé ou monument historique. Il est situé au plus près, à 2 km d'un site inscrit.

Le site d'étude n'appartient pas à un site patrimonial remarquable.

Le site ne présente, à priori, aucune sensibilité archéologique.

Le site d'étude ne présente pas de sensibilité patrimoniale particulière.

6.4 ANALYSE DES PERCEPTIONS VISUELLES

Source : campagne de terrain

L'analyse des perceptions sur le site d'étude se base dans un premier temps sur l'étude des intervisibilités théoriques. Les intervisibilités théoriques sont calculées en fonction de l'implantation topographique du site d'étude et de la structuration du relief du secteur d'étude.

Les visibilités réelles sont ensuite définies sur le terrain en fonction des masques visuels bâtis ou boisés.

Le site d'étude est encaissé dans la vallée de la Besbre. Les visibilités théoriques se limitent en grande majorité à des secteurs proches. Trois secteurs principaux offrent des vues théoriques sur le site du projet :

- La RD495 et les hameaux à ses abords, au nord ;
- La vallée de la Besbre, en aval du site et au niveau de Saint-Priest-la-Prugne ;
- Les versants boisés surplombant le site d'étude à l'ouest et au sud.

Les seuls secteurs permettant des vues lointaines sur le site d'étude sont les versants boisés au nord de la vallée du Boën et le village de Saint-Priest.

En raison de l'implantation du site dans un fond de vallée, les vues sur celui-ci vont essentiellement être plongeantes. La trame boisée constitue d'importants masques visuels.

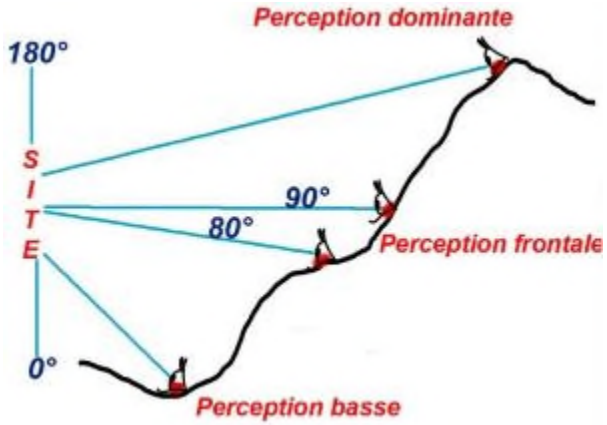


Figure 290 : Schéma des types de perceptions possibles

6.4.1 Perceptions rapprochées

6.4.1.1 Depuis la RD945 et les lieux de vie à ses abords

La RD945 est l'une des routes départementales principales à l'échelle du secteur d'étude. Elle s'inscrit sur le versant boisé au nord du site d'étude. Quelques hameaux sont présents le long de cette route et à ses abords : Beaulouis, Cherblanc, le Vernois, Belle Chasse. La RD945 permet également d'accéder au plan d'eau et à la digue.

Le contexte paysager est essentiellement boisé. Le plan d'eau, l'exploitation forestière, l'ancienne scierie et le viaduc des Peux marquent ponctuellement le paysage.

- **Depuis la RD945 au niveau de Beaulouis**

Ce point de vue n'offre aucune vue sur le plan d'eau ou la digue. Les boisements présents sur les rives se mêlent à la trame boisée présente sur les abords du site d'étude. Les visibilités sont négligeables.





- **Depuis la RD945 à la sortie est de Beaulouis**

La topographie contraint la quasi-totalité des vues sur le plan d'eau. La trame boisée constitue un masque visuel complémentaire. La digue est perceptible mais est masquée par la végétation en été. Seule une petite partie de la MCO est visible. Les bois qui composent le secteur d'étude ne se distinguent pas de la trame arborée environnante.





- **Depuis la RD945 entre Beaulouis et Cherblanc**





En période hivernale des vues filtrées sur la digue sont possibles.
En période estivale, il est possible d'apercevoir très ponctuellement le plan d'eau, la digue et la MCO mais les vues restent négligeables.
La trame boisée présente sur les rives du plan d'eau et au sein du site d'étude est perceptible, en arrière de la trame arborée au premier plan.



- **Depuis la RD945 aux abords de Cherblanc et de Belle-Chasse**

La topographie, et dans une moindre mesure la trame boisée, ferment les vues sur la digue et le plan d'eau. Seule la végétation arborée présente sur les abords du plan d'eau est perceptible. Elle se mêle toutefois à la trame boisée environnante. La rive droite (dont la MCO) n'est visible que ponctuellement.





- **Depuis la RD945 au niveau de l'ancienne scierie**



Ce secteur offre des vues partielles sur la digue et sur la végétation boisée qui compose le site d'étude. Les vues sont filtrées par la trame arborée. Le plan d'eau et la digue ne sont pas visibles, en revanche, la rive droite et la MCO se distinguent nettement.





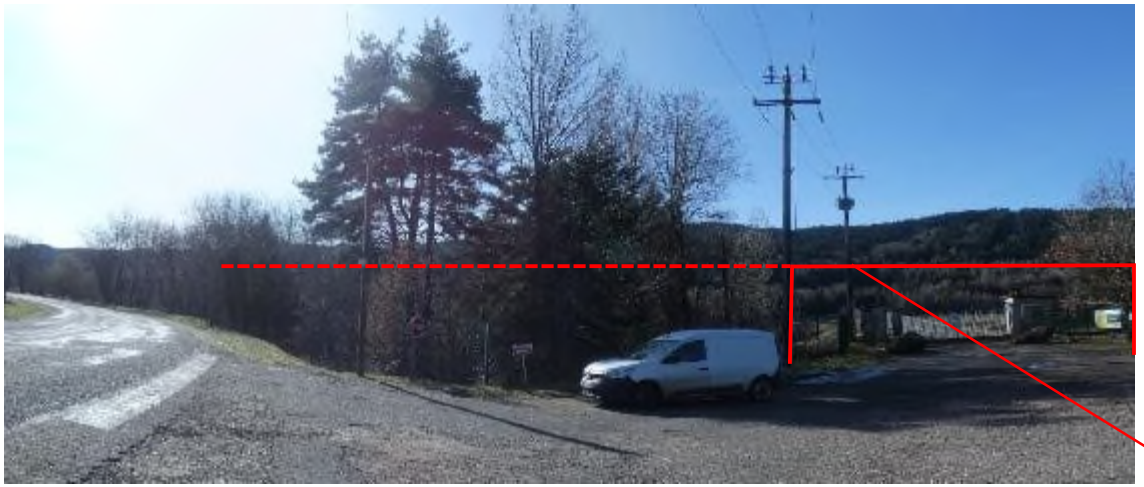
- **Depuis la RD945 entre Cherblanc et l'accès au site**

La trame boisée et la topographie constituent d'importantes contraintes visuelles. Les vues sur le site d'étude sont négligeables. Il est toutefois possible d'apercevoir la partie supérieure de la MCO à certaines périodes de l'année.



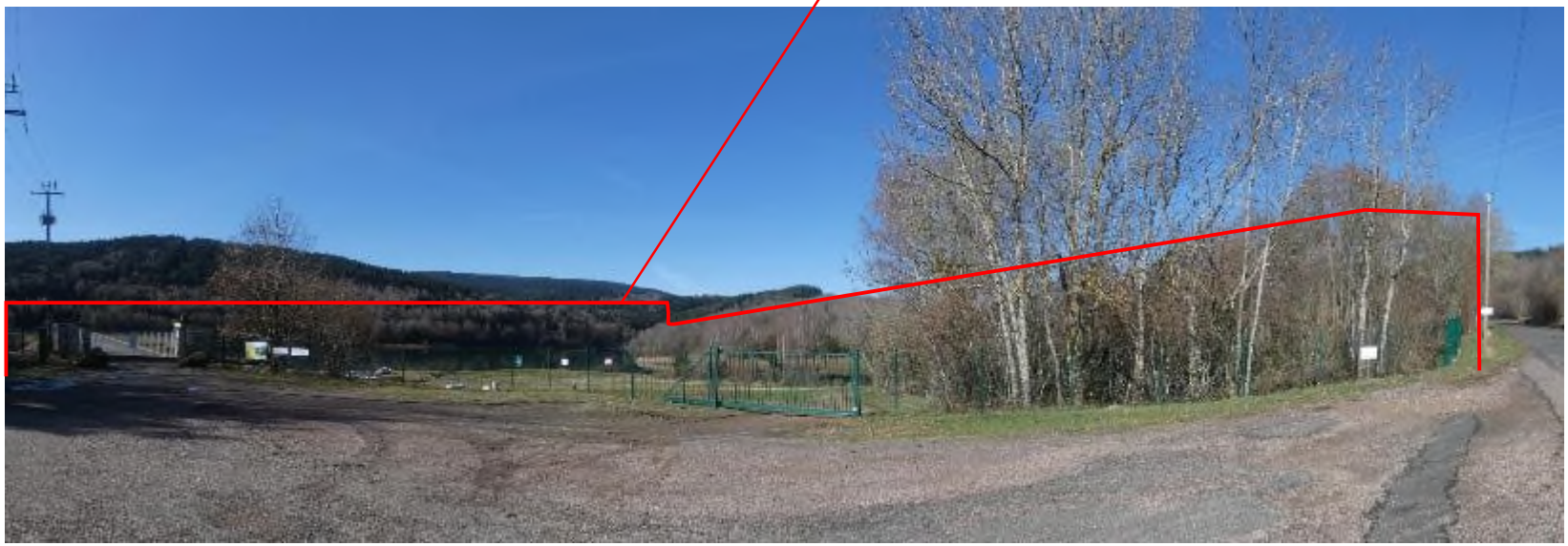


- **Depuis la RD945 au niveau de l'accès au site d'étude**





L'accès actuel au site constitue une large ouverture visuelle. Ce point de vue offre ainsi de nombreuses visibilités sur la digue, le plan d'eau et les rives boisés.



- **Depuis la route locale entre Cherblanc et le Vernois**



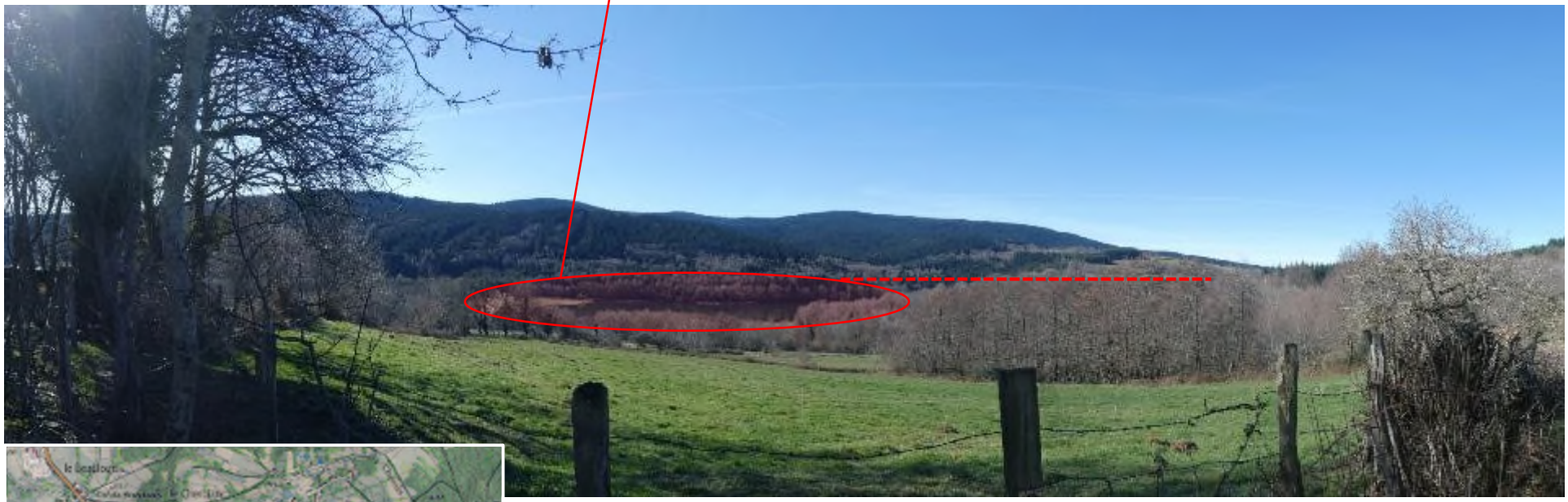
Ce point de vue, localisé dans un secteur en cours de déboisement, offre des vues plongeantes sur la digue ainsi que sur la partie est du plan d'eau et des rives boisés et de la MCO.





- **Depuis la RD945 le Vernois**

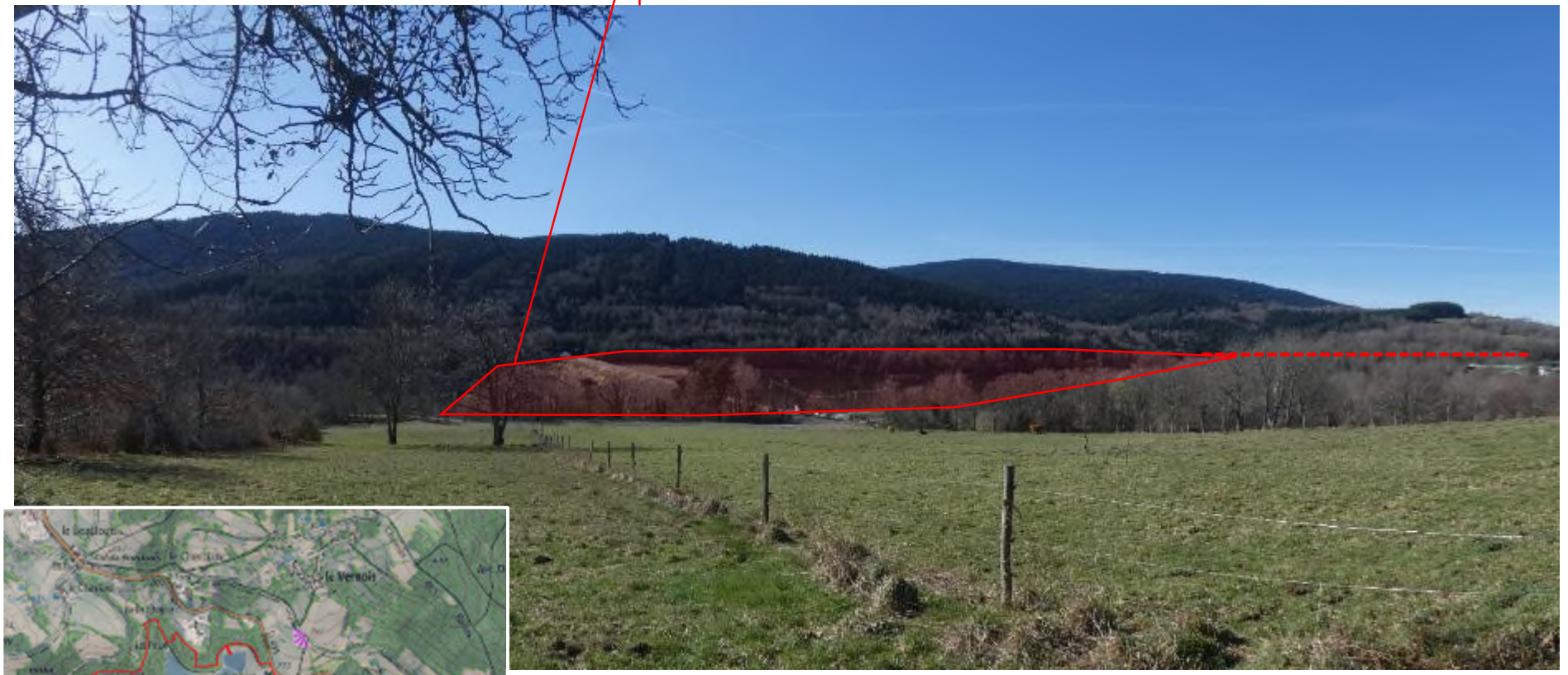
Ce point de vue au niveau du hameau de Vernois offre en hiver des vues sur la digue et la MCO qui sont masquées en été. Le plan d'eau et ses rives boisées sont visibles annuellement. La trame boisée ferme les vues sur l'ouest mais laisse percevoir une partie du tracé de la future Besbre au nord (pointillé rouge ci-dessous).





- **Depuis l'itinéraire touristique au sud du Vernois**

La digue, la partie est du plan d'eau et ses rives boisées sont visibles. En été, la végétation masque partiellement la MCO. Les perceptions sur l'ouest du site d'étude sont négligeables. Le tracé de la Besbre est masqué.





6.4.1.2 Depuis la partie aval de la Besbre

Saint-Priest-la-Prugne, qui constitue le principal lieu de vie aux abords du site d'étude, ainsi que quelques hameaux sont présents dans ce secteur. Il est également traversé par la RD495.

Les vues sur le paysage sont variées. Les vues se portent essentiellement sur des prairies au premier plan, sur une trame bâtie diffuse et sur des reliefs boisés en arrière-plan.

- **Depuis la RD945 au niveau du Bois de la Goutte**





La digue, la végétation boisée sur la rive sud ainsi qu'une partie de la MCO sont visibles.

- **Depuis la sortie de Saint-Priest-la-Prugne sur la RD945**







Des perceptions lointaines sur la digue sont présentes. Sa teinte reste proche de celles de la trame végétale environnante. En été cependant, la digue se distingue un peu mieux au sein des boisements sombres.

- **Depuis les quartiers périphériques au nord de Saint-Priest-la-Prugne**





Des vues lointaines sur la digue et les arbres des rives du plan d'eau sont possibles. La digue ne se démarque que peu du paysage environnant. En été cependant, la digue se distingue un peu mieux au sein des boisements sombres.



- **Depuis le GR3a au sud de Saint-Priest-la-Prugne**





Les vues se portent essentiellement sur la digue mais elles restent lointaines. En hiver, la teinte de la digue reste proche de celle de la trame végétale environnante. En été cependant, la digue se distingue un peu mieux au sein des boisements sombres



- **Depuis le hameau de Calinon**





Bien que dense, la trame boisée ne ferme pas totalement les vues sur la digue. Celle-ci reste visible malgré la végétation. Elle se distingue d'autant plus en été au sein des boisements sombres



- **Depuis l'entrée du Camping du Paradou**

En raison des courbes topographiques et de la végétation boisée, aucune vue sur la digue n'est possible.





- **Depuis le chemin de randonnée aux abords du gite des Tureaux**





Des vues très partielles sur la digue sont possibles depuis ce point de vue. Les Tureaux s'inscrivent à des altitudes légèrement supérieures à celles du point de vue mais les bâtiments sont bordés d'une trame arborée dense.



6.4.1.3 Les versants boisés surplombant le site d'étude à l'ouest et au sud

Au sein de ce secteur, la trame bâtie se retrouve uniquement sous la forme de petits hameaux. La trame viaire se compose de routes locales. Le GR3 traverse également ce secteur.

Le contexte paysager est essentiellement naturel à boisé.

- **Depuis le lieu-dit des Peux**

La végétation arborée contraint la majorité des vues sur le site d'étude. Des perceptions filtrées sur le plan d'eau et sur la digue sont possibles. En été, le plan d'eau est masqué mais un morceau de la digue est perceptible ponctuellement.





- **Depuis le Viaduc des Peux, vues en direction de l'est**

Ce viaduc domine la vallée de la Besbre. Il offre des vues larges sur le plan d'eau, ses rives ouest, nord-ouest et sud-ouest et la digue.
La MCO est masquée.





- **Depuis le Viaduc des Peux, vues en direction de l'ouest**



En direction de l'ouest, le viaduc offre également des vues plongeantes sur la digue amont et la portion artificialisée de la Besbre.



- **Depuis le circuit de trail sur le versant sud-ouest**





Le point de vue se situe sur le versant boisé au sud du site d'étude. La trame boisée ferme totalement les vues sur le plan d'eau, la digue et les rives boisées.

- **Depuis le GR3 entre le Fau et le Puy**





En hiver, des vues filtrées par les trames arborées environnante et du site d'étude sont possibles sur le plan d'eau et la digue.

En été, ces deux éléments du site sont complétement masqués par la végétation.

6.4.2 Perceptions frontales éloignées

Dans le lointain, le site d'étude est confiné visuellement en raison des reliefs boisés. Les seuls secteurs permettant des vues sur le site d'étude sont des versants boisés ou des parcelles agricoles. En raison de l'éloignement, ces perceptions sont négligeables.

Les vues sur le site d'étude restent limitées à des secteurs proches. Depuis le nord, au niveau de la RD495, les vues sont essentiellement filtrées par la trame boisée. Des perceptions partielles sur le plan d'eau, ses rives et la digue sont existantes. Depuis le hameau du Vernois, il existe des vues plongeantes sur l'est du site d'étude.

Depuis l'est, par exemple depuis Saint-Priest-la-Prugne, les vues se portent uniquement sur la partie haute de la digue. En arrière de celle-ci le plan d'eau n'est pas visible. Les vues sur ses rives sont partielles.

Depuis l'ouest, le Viaduc des Peux offre des vues plongeantes sur la quasi-totalité du site d'étude. Le hameau des Peux et la route locale entre le Puy et le Fau offrent des vues partielles sur le site d'étude.

Aucun secteur fréquenté ne permet des vues lointaines sur le site d'étude.

Il n'existe aucune intervisibilité ou covisibilité entre un élément protégé et le site d'étude.

7 SCENARIO DE REFERENCE ET EVOLUTION PROBABLE DE L'ENVIRONNEMENT EN L'ABSENCE DE MISE EN ŒUVRE DU PROJET

Ce chapitre répond aux dispositions du décret du 11 août 2016 relatif à la modification des règles applicables à l'évaluation environnementales des projets, plans et programmes.

Il correspond à la description de l'évolution des aspects pertinents de l'environnement en cas de mise en œuvre du projet (« scénario de référence »), et à un aperçu de l'évolution probable de l'environnement en l'absence de mise en œuvre du projet.

Cette description s'appuie sur une projection à plus ou moins long terme des principales caractéristiques environnementales à l'échelle locale. L'aperçu de l'évolution se base sur l'analyse des changements naturels attendus et sur les informations environnementales et connaissances scientifiques disponibles.

Thème environnemental	Scénario de référence	Aperçu de l'évolution probable de l'environnement
Milieu physique (sols et sous-sols, risques naturels, climatologie, eaux)	Dans le cas où le projet se réaliserait : ▪ il entraînera le creusement de la nouvelle Besbre dont les matériaux seront réutilisés pour le recouvrement solide des résidus miniers. De la terre végétale sera ensemencée par une flore locale à la fin : la nature des sols sera donc fortement modifiée ; ▪ la topographie du site sera complétement revue puisqu'un dôme minéral sera créée en lieu et place du Grand Bassin mais la topographie restera en accord avec la topographie vallonnée du secteur ; ▪ Il n'engendre aucun risque naturel supplémentaire ; ▪ Il modifiera les conditions d'infiltration des eaux dans le sol bien que le ruissellement reste majoritaire. Les eaux seront gérées sur le site avant rejet au milieu naturel (Besbre) ; ▪ Il ne modifiera pas les conditions de circulation des eaux souterraines, déjà en partie	En l'absence de mise en œuvre du projet, les terrains resteront en l'état soit sous la forme d'un site de stockage de résidus de traitement recouvert par un lac (Grand Bassin) alimenté par une nappe de versant, des écoulements provenant principalement de la rive gauche et les eaux pluviales. Si aucun projet ne venait à se développer sur l'AEI, les terrains resteraient en l'état. Dans ce contexte et au regard du changement climatique, les risques liés à la raréfaction de l'eau ou aux inondations seraient augmentés, impactant de ce fait la couverture liquide des résidus.

Thème environnemental	Scénario de référence	Aperçu de l'évolution probable de l'environnement
	modifiés par les activités d'extraction passées ; ▪ Il ne modifiera pas les caractéristiques climatologiques locales.	
Milieux naturels (flore, habitats, faune)	Si le projet se réalise, il aura des incidences majeures sur les milieux naturels et notamment : ▪ Les zones humides en présence aux abords du Grand Bassin ; ▪ Les différents habitats rencontrés ; ▪ Les espèces floristiques protégées (Campanille à feuilles de lierre) et patrimoniales (Sphaigne et Séneçon fausse-cacalie) ; ▪ Les espèces exotiques envahissantes ; ▪ Les espèces faunistiques présentant des enjeux modérés à forts.	La principale modification consisterait en une fermeture progressive du milieu, avec notamment un développement de boisement spontané sur la zone humide et les berges du plan d'eau pouvant à terme largement modifier le milieu et son intérêt écologique.
Milieu humain (occupation du sol, activités économiques, Socio-démographie, réseaux, cadre de vie, risques technologiques)	Si le projet se réalise : ▪ Les terrains n'ont jamais accueilli d'activité agricole et ne sont pas exploitables en raison de leur nature, le projet n'aura aucune incidence directe sur l'activité agricole ; ▪ Les espaces boisés alentours présentent une valeur économique très faible mais peuvent malgré tout produire du bois d'industrie ; ▪ Les émissions de poussières, de bruits et de vibrations vont être augmentées temporairement durant la période de travaux dans le but de rétablir le lit de la Besbre et d'améliorer la santé publique notamment en influençant sur la qualité radiologique de l'eau par la suppression la prise d'eau en amont du Grand Bassin ;	Dans l'optique où le projet ne se réaliserait pas, les terres resteraient à l'usage de l'exploitant actuel du site (ORANO Mining), sans modification majeure.

Thème environnemental	Scénario de référence	Aperçu de l'évolution probable de l'environnement
	▪ Le remplacement en couverture solide du Grand Bassin ne modifiera pas l'ambiance de la zone, déjà marquée par les activités de scieries et surtout par la circulation sur les routes locales. De nouvelles pistes seront créées sur le site n'impactant par le réseau routier communal ; ▪ Les risques technologiques liés au barrage seront réduits.	
Paysage (grand paysage, perceptions, patrimoine culturel, aspects architecturaux et archéologiques)	Le projet va modifier la perception des terrains puisqu'il vise le remplacement du lac par une couverture solide en terre et un arasement partiel de la digue. Cependant, au vue la densité des boisements et du relief, les perceptions resteront limitées et le dôme de terre s'intégrera aisément dans le paysage actuel.	Dans l'optique où le projet ne se réaliserait pas, l'aspect des terrains ne serait pas modifié. La digue et le plan d'eau seraient toujours visibles mais le niveau d'eau tendrait à diminuer au vu du réchauffement climatique.

8 DESCRIPTION DES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES PAR LE PROJET

L'état actuel des terrains concernés par le projet ainsi que l'analyse de l'environnement proche ont permis de définir un certain nombre de sensibilités que le projet devra prendre en compte dans sa définition.

Ces sensibilités sont déterminées à partir du résumé des caractéristiques principales de chaque thématique de l'environnement dans les tableaux suivants.

Légende :

Nul / Négligeable
Très faible
Faible
Modéré
Assez fort
Fort
Très fort

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
Sensibilités de l'environnement du milieu physique		
Géologie	Le site est localisé sur un gisement d'uranium encaissé dans la partie nord du granite des Bois Noirs. Il est de type filonien, les minéralisations étant associées à de puissants filons de quartz. Six phases distinctes de minéralisation ont été identifiées dans les structures filoniennes du gisement. Les résidus de traitement du Grand Bassin reposent directement sur le substratum granitique et constituent une couche d'épaisseur comprise entre 0 et 30 m environ, présentant des couches plus ou moins compactées. Concernant les stériles miniers, localisés sur la verse du Jot, des prélèvements ont permis de caractériser ces stériles comme inertes chimiquement. Le site ne comporte aucune trace d'amiante ou autres PMA fibreuses d'intérêt. La géologie de l'AEI n'impose pas de sensibilité notable vis-à-vis du projet.	Modéré
Pédologie	Les sols du nord de l'AEI correspondent à des Thalwegs secondaires humides sur tufs, rhyolites, granites et gneiss et au sud à des pentes fortes à très fortes sur granites et gneiss. Cette caractéristique granitique favorise le ruissellement des eaux pluviales. Bien que ces sols puissent différer dans les détails de leur formation et de leur composition, ils présentent des similitudes dans leur faible	Faible

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
	développement, leur vulnérabilité à l'érosion et leur potentiel agricole limité. Rappelons que la partie de la MCO a été remblayée par des matériaux inertes issus en partie de l'ancienne usine de traitement. Les sols en place ne sont donc plus d'origine. Les sols représentent un enjeu faible.	
Topographie	Le site est localisé sur la terminaison nord du Massif des Bois Noirs, les terrains s'étagent entre les cotes 720 m NGF et 835 m NGF. L'ensemble des terrains est pentu et les surfaces horizontales limitées. La topographie représente un enjeu moyen pour le site et conditionne d'une certaine manière la conduite du projet.	Modéré
Eaux superficielles	Le réseau hydrographique local est relativement dense avec de nombreuses rivières qui se jettent dans la Loire, et une quantité importante de ruisseaux. Au niveau du site, la Besbre est le cours d'eau principal. Elle arrive à l'ouest du site et emprunte un canal de dérivation étanche qui longe le Grand Bassin, sur le versant sud de la vallée, puis rejoint le cours naturel de la Besbre en aval de la digue du site. De nombreux usages, recensés en aval du site font de la Besbre un ruisseau sensible. La Besbre est identifiée comme masse d'eau FRGR0208a : **la Besbre et ses affluents depuis sa source jusqu'à la retenue de Saint-Clément**. Elle présente un bon état écologique et chimique, avec comme objectif le maintien en bon état. Aucune pression significative n'est relevée. Les études hydromorphologique et hydrobiologique de la Besbre indiquent globalement des caractéristiques hydromorphologiques de bonne qualité avec une bonne diversité des habitats en berges, aquatiques et de la granulométrie et attestent d'une qualité biologique « bonne » à « très bonne ». Les résultats ne témoignent pas de dégradation marquée de la qualité de l'eau dans le temps (1996/2023). Aucun impact négatif des rejets du site des Bois Noirs Limouzat sur la qualité hydroécologique de la Besbre, n'a été mis en évidence et la qualité des eaux superficielles a été identifiée comme étant conforme aux seuils réglementaires définis. Les études menées sur la qualité des eaux superficielles de la retenue du lac de Saint-Clément témoignent de l'absence de marquage radiologique lié au site des BNL. Des travaux ont été réalisés en 2019 afin d'améliorer et optimiser le système de traitement des eaux. À présent, deux types de traitement des eaux existent sur le site, à savoir un traitement physico-chimique des eaux d'exhaure minière et des drains et un traitement par filtration sur zéolithes des eaux pompées du Grand Bassin. D'un point de vue quantitatif, les études établissent un découpage du bassin versant de la Besbre en amont du site équivalant à 9,36 km². La valeur maximale de débit de pointe pour une période de retour 5 000 ans obtenue dans l'étude de 2013 et confirmée par l'étude	Fort

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
	récente de Philia (2024) est de 59,3 m^3/s (59 300 l/s). Le débit annuel (calculé sur 8 ans) de la Besbre est de 2,31 m^3/s (2 310 l/s) mais il présente des variations saisonnières importantes entre les périodes d'étiage et les périodes de hautes eaux. À 13 km à l'aval, il est observé un débit moyen compris entre 879 l/s et 3 970 l/s. La période de hautes eaux s'étend de novembre à mai, avec un débit moyen mensuel maximum en janvier. Quant à la période de basses eaux, elle s'étend de juin à octobre avec un débit moyen mensuel minimum en août. Les eaux superficielles présentent pas un enjeu fort vis-à-vis du projet compte-tenu de sa vulnérabilité, de sa sensibilité et de son état qualitatif et morphologique actuel.	
Eaux souterraines	Le site des Bois Noirs Limouzat est implanté au sein d'« aquifères en contexte de socle » induisant le fait qu'il n'existe pas de nappe aquifère importante et continue. La nature essentiellement granitique du secteur d'étude favorise le ruissellement des précipitations et se prête peu au développement d'aquifères importants. La perméabilité du granite et des fissures associées est moyenne. Le site est localisé dans l'entité hydrogéologique des Monts de la Madeleine. Il s'agit d'un aquifère à socle plutonique dans le bassin versant de la Loire du Rhin à l'Allier, semi-perméable à nappe libre fissurée (205AG01). La masse d'eau identifiée au droit du site est « Bassin Versant de la Loire Madeleine » (FRGG133). Elle est affleurante et son sens d'écoulement est guidé par la topographie. Compte-tenu de sa faible profondeur cette nappe est considérée comme très vulnérable à une pollution potentielle en provenance de la surface. L'état quantitatif de la masse d'eau souterraine est bon tout comme l'état chimique, l'objectif est le maintien en bon état. Le site dispose de plusieurs piézomètres permettant de surveiller d'une part le site ICPE et d'autre part, la digue : - 3 permettent la surveillance ICPE (BNL PZA, PZB et PZMC). Ils sont implantés sur le terrain « naturels ». Les mesures piézométriques relevées permettent d'estimer un niveau d'eau compris entre -65m (PZMC) et -5 m de profondeur par rapport au TN. Les concentrations évoluent peu et restent comprises dans une fourchette de valeur allant de la limite de quantification (0,076 mg/L pour U soluble et 0,320 Bq/L pour ^{226}Ra soluble en 2023 pour BNL-PZ B). - 29 sont implantés sur la digue : leurs mesures confirment le comportement sain de cette dernière. La piézométrie décroît normalement de l'amont vers l'aval, et globalement des rives vers le centre de la digue. La qualité des eaux souterraines au niveau de la digue était surveillée depuis 1981 à partir de plusieurs piézomètres décrivant des profils. Cependant les analyses radiologiques et chimiques des piézomètres de la digue ont été arrêtées suite à la mise en application de l'AP n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022.	Assez fort

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
	- 28 ont été réalisés dans le cadre du projet lors des campagnes 2024-2025 Fondasol augmentant le nombre de piézomètres sur le terrain « naturels » à 31. La préservation des eaux souterraines représente un enjeu assez fort pour le site compte-tenu de son bon état qualitatif et de ses vulnérabilités.	
Utilisation des eaux	Plusieurs forages hydrauliques souterrains fournissant de l'eau potable sont identifiés dans les communes voisines du projet mais il n'existe aucune influence hydraulique entre ces forages et le site d'étude. Une surveillance particulière au niveau du site du Paradou en aval direct du site a été mise en place au niveau de résurgence de sources. En effet, l'exploitation de la mine a asséché temporairement les sources situées dans la zone du Paradou pendant le temps de l'exploitation. D'après les données de surveillance des sources de la zone du Paradou le site n'a aucune influence chimique sur ces sources qui présentent toutes des analyses en Uranium / Radium soluble et insoluble généralement inférieures au seuil de détection, ou bien inférieur au critère de potabilité de l'OMS. Une douzaine de captages souterrains sont recensés dans un rayon de 3 km autour du site d'étude selon Atlasanté mais ces captages sont situés en amont ou en aval latéral hydraulique du site des Bois Noirs Limouzat, évitant toute interactions avec le réseau hydraulique du site. Ainsi, bien que leur sensibilité soit forte de par leur usage, leur vulnérabilité est considérée comme faible de par leur position hydraulique par rapport au site. Le captage le plus proche en nappe alluviale de la Besbre est le Moulin Marin à 47 km en aval du site des BNL. Un suivi radiologique est réalisé : les relevés n'indiquent aucun dépassement. Aucun captage superficiel actif n'est recensé. Le site n'est pas inscrit dans un périmètre de protection de captage. La Besbre fait l'objet de divers usages (récréatifs (pêche, baignade, récréation), industriel, abreuvement de bétail et arrosage de potager) selon une étude menée en 2017. Les résultats indiquent des risques sanitaires négligeables pour ces usages bien que le nombre d'usages recensés jusqu'au Lac de Saint-Clément, fait de la qualité des eaux de la Besbre un enjeu important pour les populations. Aucun usage d'eau potable n'a été recensé. Le fonctionnement actuel du site implique des prélèvements ou des rejets des eaux. Le projet n'impactera pas la qualité des eaux amont et vise à diminuer les sensibilités à l'aval.	Faible
Document de planification et de gestion de la ressource en eau	Le projet veillera à respecter les orientations et objectifs du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 en ce qui concerne la maitrise et la réduction des pollutions dues aux micropolluants (OF n°5), la protection de la santé en protégeant la ressource en eau (OF n°6), la	Faible

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
	préservation et la restauration des zones humides (OF n°8) et la préservation de la biodiversité aquatique (OF n°9). La Besbre n'a pas été prise en compte dans le SAGE Loire en Rhône-Alpes car elle ne forme pas un affluent direct lors de sa traversée dans la région Rhône-Alpes. De fait, le site des Bois-Noirs Limouzat n'est intégré dans aucun SAGE et ne fait pas l'objet de mentions spécifiques, ni les eaux souterraines du site. Cependant, la Besbre est exceptionnellement incluse dans le périmètre du deuxième contrat territorial des affluents de l'Allier du Bassin de Vichy (2023-2025). Une sous-action désigne précisément la Besbre et vise à la restauration de la continuité écologique du cours d'eau. Le site d'étude n'est ni concerné par un PGE, ni par une ZRE, ni par une zone vulnérable à la répartition des nitrates. Il est toutefois concerné par une zone sensible à la pollution d'origine agricole. Il s'agit de la zone sensible nommée « La Loire en amont de sa confluence avec le Beuvron » (04217). Le projet ne prévoit pas de prélèvement d'eau et ne rejettera pas d'effluents contenant des nitrates, du phosphore ou de l'azote. Il ne présente aucune sensibilité vis-à-vis des zones sensibles à la pollution. Le site des Bois Noirs Limouzat s'implante dans la vallée de la Besbre dont le cours d'eau a été détourné dans un canal. L'objectif du projet est le rétablissement du cours naturel de la Besbre et la mise en place d'une couverture solide sur les résidus de traitement afin de préserver la ressource en eau. Le projet s'inscrit pleinement dans les objectifs du SDAGE et du contrat de territoire en visant la préservation de la continuité écologique. Au regard du projet, la qualité des eaux, et la gestion équilibrée de la ressource en eau du secteur ne constituent pas un enjeu notable.	
Climatologie	Le climat au niveau du périmètre du projet, est de type semi-continental avec des températures moyennes basses en hiver et modérées en été, ainsi qu'un climat humide avec des précipitations globalement homogènes tout au long de l'année induisant une moyenne de l'ETP relativement faible. En été toutefois, l'évaporation est forte et peut être sensible durant les années sèches. La pluviométrie sur le site fait l'objet d'un suivi quotidien depuis plusieurs années (2006/2024). Ces données permettent d'établir une moyenne annuelle à 1 422,08 mm. Les vents dominants soufflent selon une direction nord-ouest / sud-est. Les vents les plus forts proviennent du sud. Des événements de type brouillard et neige sont rencontrés pendant la période automne-hiver. De plus la commune est exposée au risque de tempête. Le climat représente un enjeu faible pour le site. Le projet est de nature à augmenter la surface imperméabilisée puisqu'il vise le remplacement de la lame d'eau par une couverture solide. Il augmentera donc la sensibilité du site vis-à-vis des phénomènes hydrologiques extrêmes. Cette dimension est toutefois	Moyen

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
	à relativiser vis-à-vis du fonctionnement actuel du site qui implique l'utilisation de la ressource en eau qui, au regard du changement climatique, se raréfiera et sera moins bien répartie sur l'année. Le projet a donc vocation à anticiper ces changements. Le climat représente un enjeu moyen pour le site.	
Risques naturels	Les risques naturels identifiés sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne sont les suivants : inondation, mouvements de terrain, aléa retrait-gonflement des argiles, minier, séisme, radon. Les risques relevés dans le secteur du projet sont : - Un risque faible de remontée de nappe bien qu'une zone potentiellement sujette aux débordements de nappe soit identifiée par Géorisques au droit du Grand Bassin ; - Un aléa faible de retrait/gonflement des argiles ; - Une zone de sismicité 2 (faible) ; - Un potentiel radon de catégorie 3, un suivi du radon est effectué sur le site. Par ailleurs, la commune de Saint-Priest-la-Prugne, comme tout le département de la Loire, est potentiellement sujette aux risques météorologiques. Ce risque concerne donc potentiellement l'AEI. De plus, le département de la Loire ainsi que la commune de Saint-Priest-la-Prugne sont caractérisés par leurs vastes étendues boisées et ce notamment autour du site d'étude. Par conséquent, celui-ci peut être sujet au risque d'incendie forestier. Aucun Plan de Prévention des Risques Naturels n'est en vigueur sur la commune dont dépend l'AEI. À l'échelle du site des BNL, il existe un aléa minier lié à la présence de galeries souterraines et des ouvrages débouchant au jour. Cet aléa induit des risques de mouvements de terrain ponctuels et localisés. Le risque a été caractérisé comme suit : ▪ faible à fort d'effondrement localisé ; ▪ faible de tassement ; ▪ faible à moyen de mouvement de pente de matériaux meubles ; ▪ faible de mouvement de pente rocheuse. Les risques naturels constituent un enjeu faible pour le site et modéré vis-à-vis du risque minier / cavité.	Faible à modéré
Sensibilités de l'environnement du milieu naturel		
Territoire à enjeux environnementaux	L'AEI s'inscrit dans un contexte écologique assez diversifié, à proximité de plusieurs zonages majeurs. Elle intersecte deux zones humides de l'inventaire départemental et un ENS. Dans un rayon de 5 km sont présents quatre ZSC, un APPB, un PNR, douze ZNIEFF I, trois ZNIEFF II, deux sites du CEN. Les zonages se répartissent tout autour de l'AEI.	Faible à modéré

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
	Neuf espèces ou groupes d'espèces, sont actuellement concernés par un PNA, et trois autres l'ont été récemment ; 6 espèces ont une zone de présence locale qui recoupe l'AEI : Murin de Bechstein, Petit rhinolophe, Loutre d'Europe, Damier de la Succise, Nacré de la Canneberge, Aeschne des joncs	
Habitats	L'AEI abrite 29 habitats, avec une dominance des habitats boisés (boisements mixtes), et une bonne représentativité des habitats aquatiques (plans d'eau, cours d'eau) et leurs annexes. Elle comprend : - neuf habitats patrimoniaux et/ou d'intérêt communautaire, représentant près de 41% de la superficie totale ; - neuf habitats de zones humides et trois habitats aquatiques, représentant près de 31% de la superficie totale ; - deux habitats évalués à enjeu fort (prairies à Molinie, mégaphorbiaies) et douze à enjeu modéré. L'AEI présente des enjeux d'habitats principalement concentrés autour du principal plan d'eau du site, sur des biotopes connexes à ce dernier. Le projet présente des sensibilités vis-à-vis des habitats.	Très faible à fort
Zones humides	L'AEI inclut 5,49 ha de zones humides floristiques (prairies humides, mégaphorbiaies, roselières, fourrés humides) et 20,86 ha de surfaces aquatiques (plans d'eau, cours d'eau, canaux). L'AEI ne comprend aucune zone humide caractérisée par la pédologie (sols non hydromorphes ou non caractérisables). L'AEI s'inscrit au sein d'un réseau hydrologique marqué et fonctionnel, notamment autour du principal plan d'eau ; bien que certains éléments soient d'origine anthropique (bassins, canaux, retenue, etc.). Le projet présente des sensibilités vis-à-vis des zones humides notamment aux abords du plan d'eau principal (roselières, fourrés humides, etc.).	Très faible à fort
Flore	Au total, 237 espèces de plantes ont été recensées. Une espèce protégée (Campanille à feuilles de lierre) et deux espèces patrimoniales (Sphaigne et Séneçon fausse-cacalie) ont été identifiées. Elles sont à enjeu modéré. Deux espèces messicoles ont été observées ainsi que dix espèces exotiques envahissantes (EEE) dont cinq à invasibilité avérée. En conclusion, la majorité des espèces rencontrée sont très communes et sans enjeux particuliers mais certaines espèces rencontrées sont protégées, à valeur patrimoniale présentant un enjeu modéré. En conséquence le projet devra préserver au maximum les stations de flore protégée (Campanille à feuilles de lierre) et patrimoniale (Sphaigne), favoriser la lutte contre les EEE, notamment les espèces à invasibilité avérée et éviter l'introduction de nouvelles espèces d'EEE.	Faible à modéré

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
Faune	L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune mais est favorable à la nidification du cortège des zones boisées, en particulier sur le pourtour. 19 espèces d'oiseaux patrimoniales ont été observées dont plusieurs à enjeu modéré (Héron pourpré et Martin-pêcheur d'Europe). Plusieurs espèces de chiroptères protégées et patrimoniales ont été observées au sein de l'AEI. 6 espèces présentent un enjeu fort et 5 présentent un enjeu modéré. Parmi les mammifères terrestres, trois espèces protégées et patrimoniales ont été identifiées dont deux à enjeu fort et une à enjeu modéré. Cinq espèces protégées d'amphibiens ont été observées dont une espèce patrimoniale évaluée à enjeu modéré. Concernant les reptiles, quatre espèces protégées ont été observées et une espèce patrimoniale identifiée évaluée à enjeu modéré. Concernant les odonates, orthoptères et lépidoptères trois espèces protégées et patrimoniales ont été observées dont une évaluée à enjeu fort. Enfin, concernant la faune aquatique, l'Écrevisse de Californie espèce exotique envahissante, est omniprésente au niveau du plan d'eau et son annexe. Le projet évitera au maximum les zones d'habitats des différentes espèces protégées et patrimoniales observées.	Faible à fort
Trame verte et bleue	L'AEI n'est pas concernée par une trame verte et bleue à l'échelle communale (PLU). Cependant, localement et selon la TVB régionale et intercommunale on peut relever que l'AEI se situe en partie au sein d'un réservoir de biodiversité d'enjeu régional dans sa partie sud (massif boisé). Le site se situe à proximité d'un corridor terrestre principal (lisière boisée, à l'ouest) et d'un corridor secondaire (réseau de haies, à l'est) ; elle se situe en dehors des réservoirs principaux de la trame verte mais est concernée par un réservoir secondaire dans sa partie sud (massif boisé). La partie nord correspond à un espace perméable à la faune terrestre. Une clôture fragmentant la trame verte est présente sur tout le pourtour de l'AEI. L'AEI se situe en dehors des réservoirs principaux de la trame bleue mais inclut des réservoirs secondaires (plan d'eau, bassin au nord du plan d'eau et à l'est du site). Elle se situe en dehors des corridors principaux de la trame bleue mais est traversée par un cours d'eau secondaire d'intérêt écologique (La Besbre) d'ouest en est dans sa partie sud. Elle est concernée par quelques corridors occasionnels, sur sa partie nord. Elle est également concernée par des zones humides au nord. Un obstacle à l'écoulement est présent en aval du plan d'eau (barrage).	Faible à modéré

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
	Le projet présente des sensibilités vis-à-vis des réservoirs secondaires identifiés (boisement), au centre et au sud de l'AEI.	
Contexte radiologique		
État radiologique de l'eau	Les relevés radiologiques des eaux depuis 2014 indiquent une absence d'impact significatif sur la qualité des eaux superficielles et souterraines. Les résultats d'analyses des eaux superficielles de la Besbre amont / aval, des eaux issues des travaux miniers, des eaux de la zone du Paradou et des eaux souterraines sont dans la même gamme de valeurs que les années précédentes. Concernant les eaux du Grand Bassin, l'activité en radium 226 soluble a connu des dépassements en 2024 liés à une dégradation de la qualité et de la granulométrie de la zéolithe. Une demande de modification temporaire de la valeur limite a été soumise par Orano Mining afin de stabiliser de façon durable le traitement. Les activités et concentrations des autres paramètres restent en-dessous des limites de l'arrêté préfectoral de 2022 en valeurs mensuelles et en moyennes annuelles. Le projet vise à rétablir le cours de la Besbre et supprimer la couverture liquide (Grand Bassin) au profit d'une couverture solide. Il induit donc une amélioration de la qualité radiologique des eaux.	Forte
État radiologique de la biosphère	Les résultats de suivi de la qualité de la biosphère s'inscrivent dans la continuité des résultats observés les années précédentes, c'est-à-dire qu'aucune évolution significative n'est à signaler. Le projet va induire des modifications de la configuration du stockage actuel. Ces modifications sont de nature à modifier l'impact radiologique du stockage par altération de l'efficacité des écrans mis en place. Cependant, le projet n'a pas vocation à modifier les effets radiologiques de la biosphère actuellement observés.	Forte
État radiologique de l'air	Aucune évolution significative n'est à signaler depuis 2013 au vu du bruit de fond particulièrement élevé des régions uranifères. Le projet va induire des modifications de la configuration du stockage actuel. Ces modifications sont de nature à modifier l'impact radiologique du stockage par altération de l'efficacité des écrans mis en place. Cependant, le projet n'a pas vocation à modifier les effets radiologiques de l'air actuellement observés.	Forte
Sensibilités de l'environnement du milieu humain		
Documents d'orientation, de planification et d'urbanisme	Le site est situé sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne. La commune est couverte par le SCoT du Roannais. Ce document identifie le boisement des Bois Noirs dans lequel s'inscrit le site, en tant que boisement de montagne. Le boisement est soumis à des prescriptions de préservation et de gestion. La large majorité des parcelles du site sont classées en zone N du PLU de la commune, correspondant à une zone naturelle qu'il	Faible

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
	convient de protéger. Certains aménagements sont autorisés. Deux parcelles à l'est / nord-est du site sont classées en zone A – agricole. Aucun emplacement réservé et aucun espace boisé classé n'est recensé au droit du périmètre du site. En raison de sa localisation en zone N, de l'absence d'espace boisé classé et de la présence d'une servitude, l'enjeu est faible pour le site. Les caractéristiques du projet répondront aux exigences et prescriptions du règlement du SCoT et du PLU en vigueur. Aucune contrainte réglementaire n'est de nature à limiter le projet. Une mise en compatibilité du document d'urbanisme est néanmoins engagée pour conforter ces éléments.	
Servitudes et contraintes	Une servitude d'utilité publique s'applique sur une partie située au nord-ouest du site, elle concerne une canalisation électrique. Aucun emplacement réservé et aucun espace boisé classé n'est recensé au droit du périmètre du site. Le site n'est concerné par aucun Plan de Prévention des Risques Naturels. En raison de sa localisation en zone N, de l'absence d'espace boisé classé et de la présence d'une servitude, l'enjeu est faible pour le site. L'AEI est concernée par des réseaux d'électricité dont le dévoiement ne constitue pas une contrainte particulière vis-à-vis du projet. Aucun réseau télécom, eau ou gaz ne passe à proximité du projet.	Faible
Population, habitat, voisinage	Les terrains étudiés sont situés en dehors de toute zone urbanisée. Saint-Priest-la-Prugne compte en 2021, 422 habitants. La commune la plus densément peuplée dans le secteur est Le Mayet-la-Montagne avec 1 386 habitants en 2020. Aucune habitation n'est recensée sur l'AEI, seules les installations nécessaires à l'entretien et à la surveillance du site (système de traitement des eaux, locaux, …) sont présentes. L'AEI est relativement bien éloignée des zones pavillonnaires et des établissements recevant du public. Les zones d'habitations les plus proches se trouvent au niveau des lieux-dits « Bellechasse-Cherblanc » et « les Peux » à 100 m de l'AEI. Le gîte « Au paradis du Loir », implanté à 65 m à l'ouest du site constitue le voisinage le plus proche et le plus sensible, dont le projet devra tenir compte. Le voisinage constitue une sensibilité forte vis-à-vis du projet.	Fort

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
Économie	L'arrêt de l'exploitation minière en 1980 a conduit différentes entreprises à diminuer (voire arrêter) leur activité. Le chômage est localement élevé : il s'établit à 12,8 % en 2020 dans la commune, dépassant légèrement la moyenne nationale (12,7 %). Aucun emploi n'est présent sur le site, seuls les passages hebdomadaires pour l'entretien et le suivi du site y sont présents. Aujourd'hui les activités principales de la commune de Saint-Priest-la-Prugne sont l'agriculture et la filière bois. Quelques artisans et commerces permettent de répondre à l'essentiel des besoins des habitants. Entre les 10 communes de l'AEE, il est possible de noter une certaine hétérogénéité économique par secteur d'activité (hors agriculture), avec une grande disparité dans le nombre total d'établissements allant de 6 à 146.	Faible
Agriculture et sylviculture	De manière générale, la répartition des territoires sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne évolue très peu, si ce n'est une augmentation de la surface des forêts et des milieux semi-naturels, compensée par une diminution de la surface des terrains agricoles. La surface des forêts et des milieux semi-naturels représente ainsi une part majeure de la commune. En raison des activités menées sur le site depuis 1955, ce dernier n'a jamais été inclus dans le Registre Parcellaire Graphique (RPG) et n'a donc jamais contribué à l'économie agricole. Le projet n'entre pas en concurrence avec l'agriculture locale. Il existe quelques produits agricoles labelisés sur la commune mais aucune exploitation agricole n'est localisée à proximité de l'AEI et ne sera impactée par le projet. Le site est occupé par de nombreux espaces boisés ayant une valeur économique très faible due à la piètre qualité des arbres. Dans le meilleur des cas, ils peuvent produire du bois d'industrie avec un volume présumé sur pied de l'ordre de 50 m^3/ha. La scierie Cloux et Fils est implantée à moins de 100 m au nord de l'AEI et témoigne de l'importance de l'industrie du bois de la région.	Faible
Tourisme, patrimoine culturel	À l'image du territoire des Bois Noirs, la commune de Saint-Priest-la-Prugne offre un cadre touristique tourné vers les activités de pleine nature. À partir du viaduc – élément du patrimoine bâti - qui surplombe le site, il est possible d'emprunter de nombreux itinéraires touristiques (trail, VTT, …) qui, de ce fait, longent les bordures de l'AEI. Au plus près du site, sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne, le camping « Le Paradou » et le gîte situé au lieu-dit « les Peux », permettent des hébergements.	Moyen
Infrastructures de transport et accès au site	La commune de Saint-Priest-la-Prugne est à l'écart des grands axes de communication nationaux ou régionaux. Elle est essentiellement structurée par la portion 495 (route de Ferrières) de la RD49/995/495 ainsi que par la portion 44 (route de Laprugne) de la RD7/44.	Faible

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
	Les conditions d'accès au site sont bonnes en l'état actuel, en particulier grâce à l'aménagement d'une voie goudronnée par-dessus la digue. Les voies d'accès sont suffisamment larges pour le croisement des poids lourds sans aucun problème de sécurité. L'AEI est aisément accessible via la portion 495 de la RD49/995/495. Aucune autre infrastructure de transport (ferroviaire, aérienne) n'est présente dans le secteur du projet. Le site s'inscrit dans un secteur accessible et qui ne présente pas de contrainte majeure. Le site des Bois Noirs Limouzat est totalement clôturé et équipé d'un portail principal, fermé au grand public. Le projet entraînera temporairement une augmentation du trafic durant la période de chantier.	
Réseaux	Plusieurs réseaux ENEDIS desservent les bâtiments à proximité du site en suivant plus ou moins les voiries. Certaines lignes électriques enterrées (Basse à Moyenne tension) interceptent l'AEI notamment dans sa partie ouest puisqu'un poste source de distribution d'électricité est implanté à proximité de l'emplacement de l'ancienne usine de traitement du minerai d'uranium. Ce poste va toutefois être déplacé. Le nord du site est également intercepté par des lignes électriques qui ont été déplacées. Une canalisation électrique située dans l'extrême nord-ouest du site, à proximité de la retenue des Peux, fait l'objet d'une servitude dans le PLU de la commune. Le secteur ne dispose pas d'éclairage public. Aucun réseau de télécommunication / faisceau hertzien n'intercepte l'AEI. Saint-Priest-la-Prugne n'est pas desservie en gaz, ainsi aucune canalisation n'intercepte l'AEI. Le site n'est ni desservi en eau potable et ni par un réseau d'assainissement collectif. Les eaux pluviales ruissellent, sont collectées et traitées avant rejet au milieu naturel. Le projet tiendra compte de la présence des réseaux électriques sur l'AEI.	Faible
Qualité de l'air	Le site étant en marge de zone urbaine, dans une zone presque exclusivement agricole et forestière, présente potentiellement un air de bonne qualité. Aucune sensibilité particulière n'est à relever. La zone d'étude n'est concernée par aucun plan ou document de la gestion de la qualité de l'air. Des analyses de suivi radiologique de la qualité de l'air dans le secteur du projet sont régulièrement réalisées. Ce suivi n'indique aucune évolution significative. Le projet n'est pas de nature à impacter la qualité de l'air du secteur. Une légère hausse du trafic sera occasionnée durant la période de travaux.	Faible

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
Odeurs et poussières	L'AEI n'est pas concernée par des nuisances olfactives ou des poussières hormis les activités de la scierie qui peuvent ponctuellement représenter une source de dégagement de poussières. Le projet n'engendrera pas de nuisance olfactive. Lors de la période de travaux, le projet pourra être émetteur d'envol de poussière du fait des travaux de terrassement et du trafic de poids lourds sur la voirie. Ces émissions seront toutefois modérées et des mesures seront mises en place pour les limiter.	Faible
Contexte sonore et vibrations	Les niveaux sonores en période de jour dans ce secteur sont caractéristiques d'un milieu rural notamment affecté par le trafic sur la voirie locale et par une scierie. Au regard de l'étude acoustique menée en 2010 par Arcadis, les mesures de bruit à l'état actuel sont faibles (entre 47.5 et 53 dB(A)), provenant principalement de l'activité de la scierie présente à l'époque à côté du site. Les mesures réalisées en période préhivernale en 2024 présentent des résultats très différents avec des niveaux sonores beaucoup plus faibles (33 à 46 dB(A)), alors que ceux de la campagne de juin 2025 présentent des niveaux se rapprochant de ceux de 2010 (43 à 51 dB(A)) et paraissent ainsi plus représentatifs. Les mesures de bruit sur site ont montré qu'il n'y a aucun dépassement du seuil réglementaire (70 dB(A)). Comme aucune activité bruyante n'est présente sur le site, aucune tonalité marquée n'est à signaler. Cette caractéristique sera à prendre en compte, le faible niveau sonore de base représentant un enjeu fort durant toute la phase de travaux. Aucune source de vibrations importante ne concerne l'AEI.	Forte
Ambiance lumineuse	Globalement le secteur est marqué par une luminosité artificielle faible voire très faible. Le projet n'est pas de nature à augmenter l'ambiance lumineuse du secteur, les travaux ne se dérouleront qu'en période diurne.	Faible
Santé publique	Aucune sensibilité liée à la santé publique n'est signalée dans le secteur. Les émissions radiologiques du site sur l'eau, l'air et la biosphère sont suivies. Aucun évènement notable n'est à relever concernant le suivi de la qualité radiologique. Les éléments sont détaillés dans le chapitre relatif à l'état radiologique.	Faible
Sécurité et risques technologiques	La commune de Saint-Priest-la-Prugne est concernée par le risque lié à la rupture de barrage. Le barrage concerné est celui du site – la digue du Grand Bassin - classé A. Néanmoins, la stabilité du barrage a été étudiée en 2015 est démontrée comme satisfaisante suite à la mise en place des mesures visant à réduire le niveau de criticité. Le bilan 2023 du barrage fait état d'un comportement satisfaisant tant au niveau des déplacement altimétriques, de la piézométrie que des débits des drains et des zones humides.	Faible

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
	Le site n'est pas localisé dans le périmètre d'un plan de prévention des risques technologiques (PPRT). Le projet se situe dans un contexte industriel relativement important. En particulier, l'AEI accueille une ICPE soumise au régime d'autorisation. Aucune ICPE n'est classée SEVESO sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne. Les sites ou les services les plus proches présentant un risque potentiel de pollution sont ceux liés aux activités d'exploitation et de traitement du site minier et à la Scierie Cloux et Fils, situés dans un rayon de moins de 500 m de l'AEI. La zone du projet bénéficie une proximité avec les services de secours adaptés. Les risques technologiques seront pris en compte dans la conception et la réalisation du projet.	
Sensibilités de l'environnement du contexte paysager		
Paysage	Le secteur d'étude se situe dans l'ensemble paysager du « Bois noirs et Montagne ». Il se caractérise par un massif forestier où les prairies occupent les zones de faibles pentes, comme les vallées. Le secteur d'étude se caractérise par un relief vallonné, notamment marqué par les reliefs du Bois Noir, découpés par les vallées de la Besbre et du Boen. La trame boisée domine au sein du paysage du secteur d'étude. Les vallées sont le support du développement des prairies et de l'urbanisation. Le site d'étude se développe dans la vallée de la Besbre. Il se caractérise par un bassin artificiel aux rives pentues et boisées. Le secteur d'étude a profondément évolué durant la seconde partie du XXème siècle avec l'exploitation de la carrière, dont la création de la digue et du plan d'eau, entre 1955 et 1980, puis le reboisement progressivement de la carrière depuis sa fermeture en 1980. La présence de boisements et dans une moindre mesure de prairies, apporte au secteur d'étude une ambiance essentiellement naturelle. La trame bâtie est diffuse. L'impact paysager de l'anthropisation du territoire se traduit par l'activité sylvicole : parcelles défrichées et présence de scieries. Malgré son passé minier, le secteur d'étude présente une ambiance essentiellement naturelle. Le plan d'eau constitue un élément de diversité.	Fort
Patrimoine inscrit, classé ou reconnu	L'AEI est éloignée de tout site protégé ou monument historique. Elle est située au plus près, à 2 km d'un site inscrit. L'AEI n'appartient à aucun périmètre de protection et ne présente aucune intervisibilité ou covisibilité avec un site protégé ou monument historique. Elle ne présente pas de sensibilité patrimoniale.	Nulle
Sites archéologiques	Aucune sensibilité archéologique spécifique n'est reconnue dans le secteur de l'AEE. De plus, en raison du passé du site (exploitation minière sur la partie sud et décaissement pour la création du plan d'eau), il est peu probable que des sites archéologiques soient présents sur la majorité sud du site d'étude.	Nulle

Thématiques	Caractéristiques principales de l'environnement	Sensibilité
Perceptions	Les vues sur le site d'étude restent limitées à des secteurs proches. Depuis le nord, au niveau de la RD495, les vues sont essentiellement filtrées par la trame boisée. Des perceptions partielles sur le plan d'eau, ses rives et la digue sont existantes. Depuis le hameau du Vernois, il existe des vues plongeantes sur l'est du site d'étude. Depuis l'est, par exemple depuis Saint-Priest-la-Prugne, les vues se portent uniquement sur la partie haute de la digue. En arrière de celle-ci le plan d'eau n'est pas visible. Les vues sur ses rives sont partielles. Depuis l'ouest, le Viaduc des Peux offre des vues plongeantes sur la quasi-totalité du site d'étude. Le hameau des Peux et la route locale entre le Puy et le Fau offre des vues partielles sur le site d'étude. Aucun secteur fréquenté ne permet des vues lointaines sur le site d'étude.	Moyenne

V. INCIDENCES POTENTIELLES ET MESURES

Sont décrits ci-après les incidences potentielles, positives ou négatives, du projet de réaménagement du site des Bois Noirs Limouzat dans la commune de Saint-Priest-la-Prugne, sur les principales thématiques environnementales décrites dans le chapitre précédent.

Les mesures prévues sont proposées à la suite afin d'obtenir un niveau d'incidence résiduelle qui puisse être qualifié de nul à très faible.

1 INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT PHYSIQUE

1.1 GEOLOGIE ET TOPOGRAPHIE

1.1.1 Incidences sur la géologie

Les résidus de traitement reposent directement sur le substratum granitique et constituent une couche d'épaisseur comprise entre 0 et 30 m environ.

Dans le cadre du projet de réaménagement, les résidus de traitement seront reprofilés mais reposeront toujours sur le substratum granitique. Ils seront recouverts par un matériau minéral provenant du creusement du nouveau lit de la Besbre.

Les résidus ont pu être caractérisés lors d'investigations menées en 2011 complétées par des sondages menés en 2024 (cf. état initial) et correspondent à des formations superposées de sables plus ou moins limoneux ou argileux et d'argiles sableuses intercalées de bancs de sable et sables argileux. Les formations argileuses sont donc très hétérogènes.

Lors de la mise en œuvre de la couverture solide, les résidus en place, situés en fond de bassin, seront relativement saturés en eau, mais un assèchement partiel et une modification de leur hydrométrie propre est à prévoir à long terme. Le remblaiement par des matériaux solides en lieu et place de la lame d'eau va en outre provoquer un tassement des résidus, concourant à la consolidation des couches (drainage des sols sous le chargement). Selon les résultats de l'étude géotechnique de la couverture solide réalisée par KOMEA (Note technique – Analyse géotechnique, Mission G5, KOMEA, juin 2025), l'amplitude des tassements est estimée à des valeurs comprises entre 20 cm et 180 cm selon l'épaisseur de recouvrement.

Ces tassements seront majoritairement acquis dans un délai relativement court de 3 à 6 mois.

Par ailleurs, la stabilité de la couverture solide et de la digue a été évaluée (Rapport d'analyse de stabilité, Tractebel, mai 2025 ; Note technique – Analyse géotechnique, Mission G5, KOMEA, juin 2025), en toute circonstance : phases de construction du dôme de résidus,

du dôme immergé, du dôme émergé et du dôme final, pour tout niveau piézométrique, en situation statique et sous séisme. Il en ressort que la stabilité générale est assurée pour toutes les hypothèses considérées.

De la même manière, la stabilité des talus de la nouvelle Besbre et de la nouvelle route d'accès, dont les déblais seront réalisés dans la roche en rive gauche du vallon (arènes granitiques et granite), a été évaluée. Pour rappel, les talus du lit majeur de la Besbre présenteront une pente à 3H/2V avec des banquettes de 7 à 12 m en rive droite (côté stockage), et de 2,5 m en rive gauche. Il en ressort que la stabilité générale des talus est assurée, en situation statique comme sous conditions sismiques.

La géologie du site a autrefois été modifiée via les activités d'extraction minière (galeries souterraines, mine à ciel ouvert) d'un gisement uranifère. Depuis la cessation d'activité en 1980, la géologie n'est plus modifiée. **Elle ne sera pas modifiée dans le cadre du projet de réaménagement. Le comportement géotechnique des résidus au regard du recouvrement par les remblais solides ne présente pas d'enjeu particulier**.

1.1.2 Incidences sur la topographie

La topographie du site sera complétement revue puisqu'un dôme minéral sera créé en lieu et place du Grand Bassin. Néanmoins, le réaménagement prévoit un raccordement topographique avec les terrains en place de part et d'autre du thalweg.

Ainsi, le dôme final présentera une altimétrie comprise entre 763,6 et 767 m NGF, avec une déclivité vers le nord de l'ordre de 2%. La crête de la digue sera arasée à une cote altimétrique variant, comme le dôme de 763,6 à 767 m NGF. Elle ne présentera donc aucun décrochement topographique vis-à-vis du dôme final.

Deux aménagements vont concourir à la création de déblais dans le versant nord du vallon : le creusement du lit de la nouvelle Besbre et la route d'accès. L'amplitude maximale des déblais atteindra 22 m pour la route d'accès (774 m NGF en crête et 752 m NGF en pied de talus) et 21 m pour la Besbre reconstituée (766 m NGF en crête et 745 m en pied de talus) avec des pentes maximales de 3H/2V et des risbermes intermédiaires. Ces amplitudes maximales seront rencontrées dans le secteur de l'actuel Bassin Annexe, comme le montre l'extrait de plan topographique ci-dessous.

La topographie finale du projet est présentée sur le plan en page suivante.



Figure 291 : Localisation des déblais les plus importants associés à la nouvelle Besbre et à la route d'accès (source : Philia Ingénierie)


100
200
300
400
500
N

Carte 44 : Plan topographique du dôme final et de la nouvelle Besbre (équidistance des courbes de niveau = 1m ; source : Philia Ingénierie)

1.1.3 Mesures d'évitement et de réduction

Bien que complètement remodelée, la topographie du site s'insérera dans le paysage vallonné du secteur. Le réaménagement tend à lisser la topographie du site et à gommer les ruptures topographiques, notamment celle liée à la digue. En effet, l'arasement de celle-ci sur une hauteur de 8 m et le raccordement à l'altimétrie du dôme final favorisent une meilleure intégration paysagère du site dans son ensemble.

Seuls les déblais de la Besbre renaturée et de la nouvelle route d'accès généreront une cassure topographique non préexistante dont la perception sera néanmoins réduite du fait :

- De la situation sur le versant nord, limitant de fait la covisibilité avec les espaces vécus situés sur le même versant ;
- De la conservation d'une végétation arborescente en limite nord du site, assurant un effet d'écran visuel ;
- Le développement progressif d'une ripisylve sur les talus de la Besbre reconstituée.

Concernant la géologie, les principales mesures intégrées au projet ont consisté en la réalisation d'études de stabilité permettant d'évaluer la portance des matériaux (résidus) ainsi que la stabilité de la couverture solide et de la digue pendant et après travaux.

Ces études permettent ainsi d'anticiper l'amplitude des tassements et d'appréhender le mouvement des terres afin de garantir le respect des altitudes prévues et de l'épaisseur de couverture. Afin de prévenir le risque de poinçonnement du stock de résidus par les matériaux de couverture, le remblaiement de la partie émergée du dôme sera exécuté en deux phases (dôme émergé et dôme final), la première phase devant être limitée à une épaisseur de 4,5 m. Sur le chantier, les couches mises en œuvre hors d'eau seront limitées à une épaisseur de 1 m sur une surface élémentaire de l'ordre de 25 000 m².

Elles ont également permis de dimensionner les talus nécessaires à la création de la nouvelle Besbre et de la route d'accès, tout en garantissant leur stabilité.

Les analyses menées pour obtenir ces recommandations reposent sur des sondages ponctuels, ne donnant que certaines informations partielles qui ne sont pas strictement extrapolables à l'ensemble du site. L'évaluation de la présence de certaines discontinuités ou hétérogénéités est toujours possible, le milieu naturel ne répondant pas à une logique statistique ou linéaire.

Par conséquent, l'intervention régulière d'un géotechnicien, au fur et à mesure de l'exécution des aménagements permettra d'identifier les éventuels aléas liés à ces incertitudes et de proposer des adaptations si nécessaires.

1.1.4 Incidences résiduelles sur la géologie et la topographie

Le projet de réaménagement du site des BNL aura une incidence résiduelle négligeable sur la géologie et faible sur la topographie.

1.2 SOL

1.2.1 Incidences sur le sol

Le projet entraînera le creusement de la nouvelle Besbre dont les matériaux seront réutilisés pour le recouvrement solide des résidus miniers. Un complexe organo-minéral de terre végétale, matériaux arénitiques et sous-produits végétaux (broyat de bois) sera régalé et ensemencé par une flore locale en fin d'aménagement du dôme, en lieu et place de la retenue. La nature des sols sera donc fortement modifiée.

Les aménagements vont nécessiter la mobilisation d'environ 1 590 000 tonnes de matériaux, dont 20 000 tonnes de terre végétale.

Durant la période de travaux, il existe un risque de pollution des sols lié aux pollutions accidentelles dues à la présence d'engins de chantier, notamment lors des opérations de remplissage des réservoirs, et aux éventuelles égouttures d'hydrocarbures.

Aucune trace d'amiante ou autres particules minérales allongées (PMA) fibreuses d'intérêt n'a été relevée sur le site (campagne de prélèvements et analyses spécifiques sur divers carottés de la campagne Fondasol 2024).

Aucun risque de pollution des sols par apport accidentel de matériaux de remblais non inertes ne pourra avoir lieu puisque les remblais seront réalisés uniquement à partir des terres issues du creusement de la Besbre et de la route d'accès, directement ou après entreposage sur site. Seule la bentonite nécessaire à la constitution de noyaux d'étanchéité pour l'aménagement de certains ouvrages (plateforme de l'alvéole, digue amont) proviendra de l'extérieur.

Concernant les déchets de démolition (digue des Peux, arasement de la digue aval, autres aménagements supprimés), des opérations de déferraillage et de concassage seront réalisées dans un objectif de réemploi de ces matériaux sur le site.

1.2.2 Mesures d'évitement et de réduction

Les opérations de terrassement seront segmentées et organisées en fonction des matériaux meubles ou rocheux affouillés en aval ou en amont du site. Les terres et matériaux seront stockés selon leur nature.

Ces matériaux seront réemployés pour le remblaiement du dôme minéral en couverture des résidus de traitement miniers. Le remblaiement sera exécuté selon différentes étapes successives décrites dans la partie « présentation du projet ».

La terre végétale sera régalée, en mélange avec un complexe arénitique et le broyat de bois, afin de permettre la végétalisation des terrains sur le dôme final.

Vis-à-vis du risque de pollution, les mesures suivantes seront prises pour éviter toute situation chronique ou accidentelle sur le site des Bois Noirs Limouzat :

- Les engins intervenant sur le site seront régulièrement contrôlés et entretenus. L'entretien courant des engins (mise à niveau des liquides, changement de certaines pièces d'usure) sera réalisé sur le site, au droit d'une plateforme étanche et raccordée

à un dispositif de rétention. L'entretien périodique des véhicules et engins aura lieu à l'extérieur du site, dans un atelier agréé.

- Les engins seront présents sur le site durant toute la durée des travaux de réaménagement. Les tombereaux feront des rotations tandis que les autres engins (bouteurs, pelle hydraulique, compacteur, foreuses de différents types) seront localisés à des endroits précis sur le site en fonction de l'avancement et selon le lieu des terrassements.
- La maintenance destinée à assurer des performances maximales aux engins limite le risque de perte d'hydrocarbures.
- Les opérations de ravitaillement des engins seront réalisées par camion-citerne, sur une plateforme étanche et/ou en bord à bord au-dessus d'un bac de rétention étanche.
- En cas de déversement d'hydrocarbures sur le sol, le liquide sera circonscrit à l'aide de sable disponible sur place (plateforme d'entreposage de la verse du Jot) ou par l'utilisation d'un kit absorbant, disponible dans les engins et dans les locaux de la base vie, permettant de confiner et de prévenir toute pollution du milieu naturel. Les matériaux contaminés par les hydrocarbures seraient enlevés par un engin et acheminés vers une entreprise assurant un traitement approprié.
- Le personnel sera formé aux bonnes pratiques environnementales.
- Les déchets de déconstruction et de démolition feront l'objet d'un contrôle radiologique et les déchets de type TFA seront orientés vers une aire d'entreposage en attente de leur évacuation vers les filières adaptées.

1.2.3 Incidences résiduelles sur le sol

L'incidence résiduelle sur le sol engendrée par les différentes opérations de terrassement est négligeable étant donné les mesures de conservation et de reconstitution de sols mises en place.

Le risque de pollution des sols est limité étant donné les mesures mises en place et les incidences résiduelles engendrées par ce risque sont considérées comme très faibles.

1.3 EAUX SUPERFICIELLES

1.3.1 Incidences sur la qualité des eaux superficielles

1.3.1.1 En phase travaux

Les incidences potentielles sur la qualité des eaux en phase de chantier pourraient avoir comme origine :

- Le relargage d'un volume de 740 000 m^3 d'eau radiologiquement marquée lors de l'abaissement du niveau du Grand Bassin ;
- Le ruissellement et la percolation des eaux météoriques au travers des stocks de produits minéraux, de déchets TFA, et dans une moindre mesure des grumes et broyats de bois ;
- La production et le charriage de matières en suspension (MES) par les eaux de ruissellement dans les secteurs en cours de terrassement et sur les pistes (circulation des engins, arrosage éventuel).

En situation accidentelle, des effluents peuvent être générés par le déversement de déchets liquides, l'extinction d'un incendie, ou l'épanchement d'hydrocarbures depuis les réservoirs des véhicules, notamment lors des opérations de remplissage des réservoirs ou en cas d'accident.

D'une manière générale, un apport excessif de MES au milieu naturel peut affecter les propriétés physico-chimiques de la masse d'eau, en diminuant notamment la concentration en oxygène et en contribuant à l'augmentation de la température de l'eau. S'agissant des eaux du Grand Bassin, peuvent en découler une perturbation des équilibres ioniques et une libération des polluants adsorbés par les particules sédimentaires et les végétaux aquatiques.

1.3.1.2 En phase d'exploitation (post-travaux)

À l'issue des travaux de réaménagement, le fonctionnement du site va générer des rejets aqueux correspondant :

- aux ruissellements des eaux météoritiques sur le dôme minéral recouvrant les résidus de traitement minier ;
- aux eaux de surverse de la zone humide ;
- aux suintements récupérés en pied de dôme et en bord de Besbre et potentiellement marqués ;
- aux ruissellements des eaux météoriques sur la plateforme de la verse du Jot ;
- aux eaux pluviales de chaussée ;
- aux eaux de drainage des lixiviats et sous-casier de l'alvéole.

Par ailleurs, seront conservés les rejets issus :

- de la station de traitement en pied de digue traitant les eaux des TMS et des drains de la digue arasée.

En outre, le cours de la Besbre aura été renaturé et la rivière va donc s'écouler dans des conditions hydromorphologiques améliorées. Bien que cela concerne davantage l'aspect écologique de la rivière, la suppression du tronçon canalisé de la Besbre et son remplacement par un tronçon renaturé est susceptible d'améliorer la qualité des eaux (oxygénation, température, …) et contribue à rétablir la continuité écologique de la masse d'eau (franchissabilité piscicole, transport solide, morphologie). Aucune incidence négative sur la qualité physico-chimique des eaux de la Besbre n'est attendue. Cependant, le suivi qualitatif à l'amont et à l'aval du site, d'ores et déjà mis en œuvre, sera poursuivi et adapté pendant et après la phase chantier. Ce suivi porte sur les paramètres hydrobiologiques, physico-chimiques et radiologiques.

L'ensemble de la surveillance notamment vis-à-vis des eaux est présentée dans le document "Plan de surveillance phase chantier et post réaménagement - Juin 2025 - Orano

1.3.2 Incidences quantitatives sur les eaux superficielles

Le projet de réaménagement va induire des incidences sur les débits de la Besbre lors de la phase travaux et à l'issue du réaménagement.

Actuellement, le débit annuel moyen de la Besbre s'établit à 259 l/s. Il sera ponctuellement modifié lors de la phase travaux, notamment par le fait de l'abaissement du niveau de la retenue. À la suite du réaménagement, le débit instantané sera également modifié, dans certaines conditions et au droit du site, du fait de la modification de l'impluvium et de la typologie des surfaces du bassin versant desservi.

L'incidence en aval du site est nulle s'agissant du débit moyen interannuel, mais on notera toutefois que la suppression de la retenue, qui recueille les eaux pluviales d'un bassin versant de l'ordre de 1,38 km², peut concourir à augmenter les débits instantanés lors du début des épisodes pluvieux intenses (le temps que la capacité théorique de stockage à l'arrière du barrage soit saturée). Il est précisé que la zone humide créée va également concourir à tamponner les surdébits.

1.3.2.1 En phase travaux

Lors de la période de travaux et plus précisément lors de l'abaissement du niveau du Grand Bassin, les incidences quantitatives seront potentiellement non négligeables, notamment pour des faibles débits de la Besbre. Il est prévu le relargage d'un volume de 740 000 m³ d'eau lors de l'abaissement du niveau du Grand Bassin

L'abaissement du niveau du Grand Bassin s'effectuera par pompage en deux phases. La première aura lieu durant la première phase de réaménagement afin d'abaisser la lame d'eau à 1 m au-dessus des résidus miniers. Ce pompage sera réalisé de manière continue. Le volume d'eau à traiter atteint 420 000 m³ d'eau en 60 jours, auquel il convient d'ajouter 46 000 m³ d'eaux météoriques pour atteindre la cote voulue. En conséquence, le débit rejeté à la Besbre atteindra 83 l/s, soit l'équivalent d'un tiers du module, et l'équivalent du **débit moyen mensuel en période d'étiage** de la Besbre, impactant potentiellement le milieu récepteur du rejet.

La deuxième phase de pompage aura lieu durant la deuxième phase de réaménagement du site et nécessitera le traitement de 320 000 m³ d'eau en 267 jours (durée de réalisation du

dôme immergé), auxquels il faut ajouter 100 000 m^3 d'eaux météoriques. Le débit rejeté atteindra donc 18 l/s, soit environ 7% du module de la Besbre.

Le débit apporté par l'abaissement du niveau du Grand Bassin représentera donc entre 7 et 32% du débit de la Besbre.

1.3.2.2 En phase d'exploitation (post-travaux)

À l'issue du réaménagement, les incidences quantitatives sur les eaux superficielles seront liées aux ruissellements des eaux météoritiques sur le dôme minéral recouvrant les résidus de traitement minier. Le ruissellement, majoritaire sur le secteur du fait de la nature granitique des sols, est accéléré par la mise à nu des sols.

Notons qu'un suivi pluviométrique est mis en œuvre sur le site des BNL depuis 1995. Ce suivi indique que les précipitations sont relativement homogènes et que la pluviométrie annuelle moyenne sur les 19 dernières années, s'élève à 1 422 mm. Ainsi, aucun épisode pluvieux intense n'a provoqué une saturation des sols ou un ruissellement suffisant pour dépasser les capacités de rétention des ouvrages évacuateurs de crue (corolle, canal) ou pour engendrer un débordement des bassins du site.

Du fait du creusement du nouveau lit de la Besbre, les bassins versants de ce cours d'eau seront modifiés comme l'indiquent les cartes ci-après.

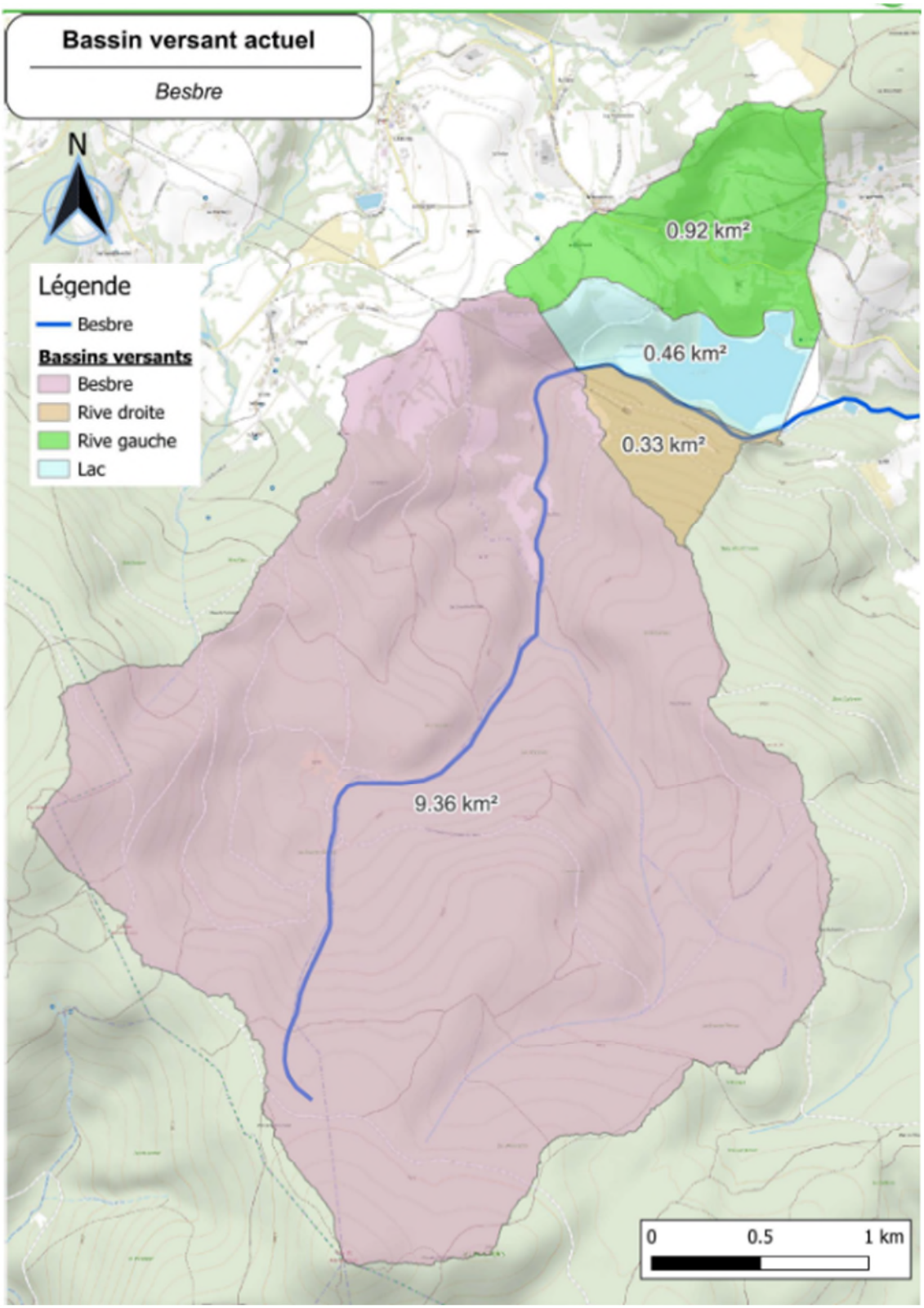


Figure 292 : Bassins versants de la Besbre à l'état actuel (Philia Ingénierie – note concernant la gestion des eaux pluviales de décembre 2024)

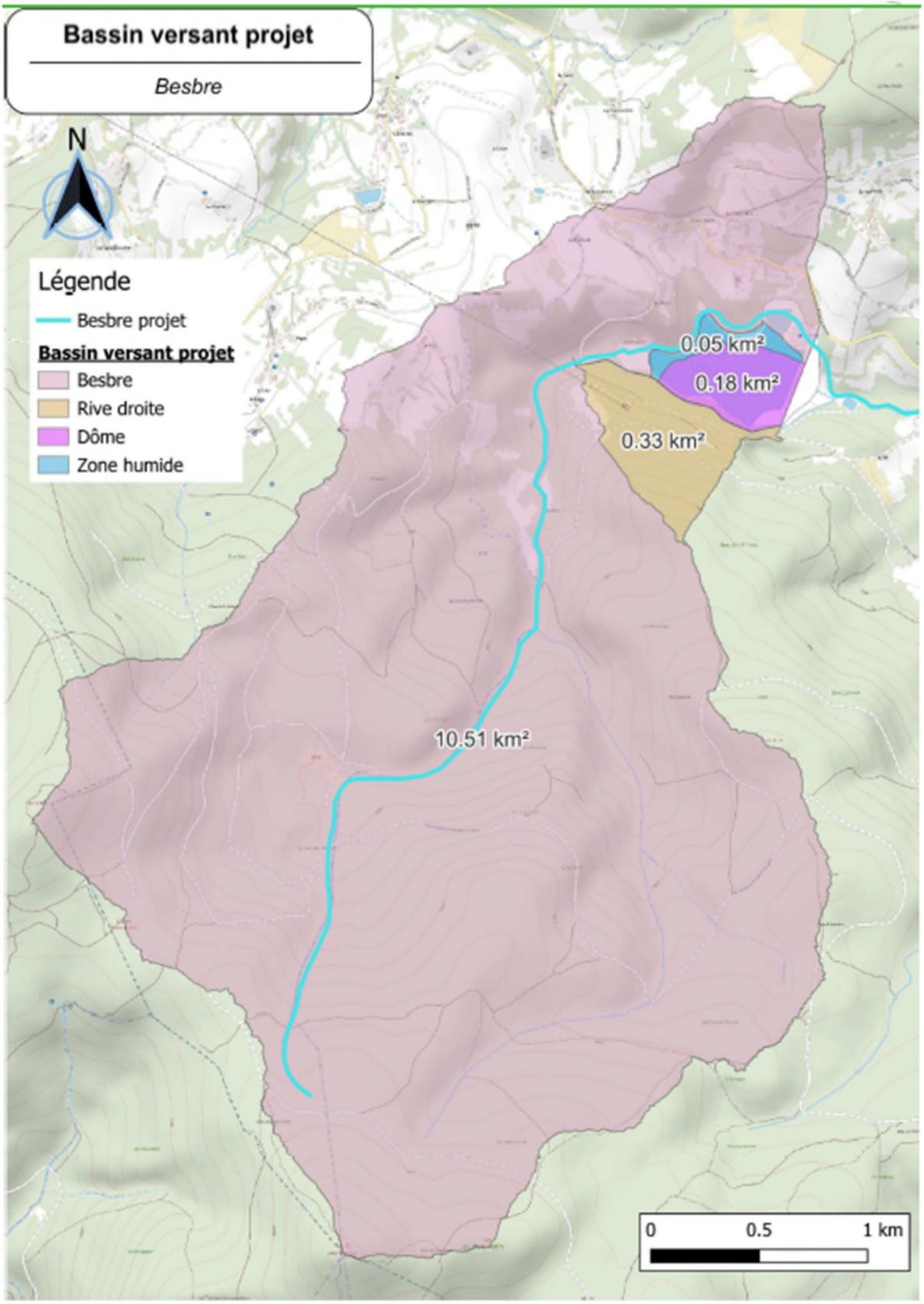


Figure 293 : Bassins versants projetés de la Besbre en situation réaménagée (Philia Ingénierie – note concernant la gestion des eaux pluviales de décembre 2024)

En l'état actuel dans la traversée du site, la Besbre emprunte un canal de dérivation étanche qui longe le Grand Bassin au sud et rejoint le cours naturel de la Besbre en aval de la digue. Ce canal artificiel intercepte les eaux de ruissellement du versant sud et il est dimensionné pour recevoir sans débordement des débits de 10 m³/s. Les débits supérieurs sont dirigés depuis la digue des Peux vers le Grand Bassin par débordement.

Les eaux issues du versant rive gauche, au nord, sont quant à elle captées par un réseau de fossés et envoyées vers l'évacuateur de crue.

À l'issue du réaménagement, les eaux d'un bassin versant total de 10,51 km² vont être intégralement orientées dans la Besbre reconstituée en partie nord du site. Seule une partie des écoulements de versants seront dévoyés partiellement :

- les eaux s'écoulant sur le dôme (18 ha) seront pour partie infiltrées et renvoyées en pied de dôme ou en pied de digue vers le dispositif de traitement, et pour une majeure partie ruisselées (avec un coefficient de ruissellement considéré à 0,3) sur le dôme et interceptées par la zone humide avant rejet dans la Besbre en amont de l'ouvrage de franchissement de la route d'accès. Cet exutoire sera d'ailleurs équipé d'un by-pass permettant, si besoin, de diriger les eaux vers la tranchée drainante de la Besbre conduisant au dispositif de traitement en aval.
- Les eaux du versant sud (0,33 km²) seront interceptées par le canal de dérivation transformé en fossé et rejoindront la zone humide (partie amont sur une longueur de 700 m) ou la Besbre en aval de la digue arasée par le biais du chenal de chute (partie aval sur une longueur de 400 m).

Après réaménagement, compte tenu de l'effacement de la retenue, les surdébits de la Besbre transiteront vers l'aval sans être tamponnés. Cela pourrait avoir comme conséquence une augmentation de l'aléa en aval du site, et donc une vulnérabilité accrue des constructions riveraines de la Besbre, même si la finalité du Grand Bassin n'a jamais été l'atténuation des crues de la Besbre.

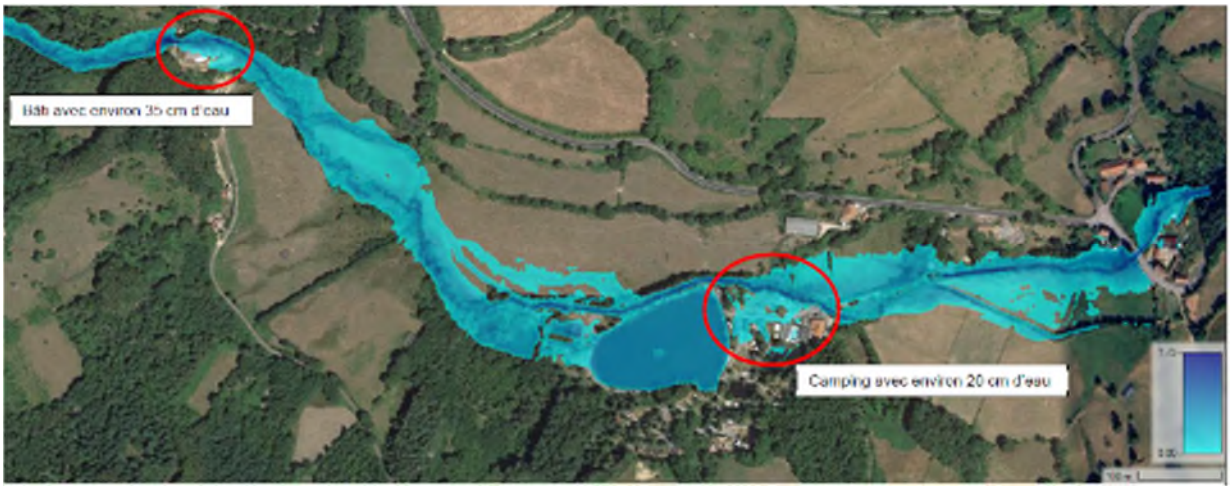


Figure 294 : Carte des zones inondables pour une crue centennale (source : note concernant la gestion des eaux pluviales – simulation, PHILIA, 2025)

1.3.3 Mesures d'évitement et de réduction

Nota : pendant l'ensemble de la durée des travaux de réaménagement du site des Bois Noirs, il convient de noter que tant qu'un secteur donné n'est pas visé par le chantier (exemple : travaux de terrassement), les points de surveillance réglementaire fixés par l'arrêté préfectoral de surveillance de 2022 et localisés sur le site seront maintenus.

1.3.3.1 Gestion et suivi des eaux superficielles en phase travaux

- **Eaux provenant du Grand Bassin**

Gestion avant, pendant, après les travaux

Actuellement, les eaux issues du Grand Bassin sont pompées puis traitées (bassin zéolithes) avant de rejoindre les eaux du ru de Bellechasse et du bassin versant du Vernois et d'être in fine déversées dans la Besbre via le canal évacuateur de crue.

En phase de travaux, les eaux du Grand Bassin seront évacuées, après traitement. Cette opération sera effectuée lors des phases 1 et 2, soit jusqu'au retrait de la totalité de la lame d'eau. Pour cela, les eaux pompées dans le Grand Bassin seront dirigées vers le bassin Annexe pour une décantation préalable, avant d'être filtrées puis traitées par zéolithes.
Compte tenu du volume d'eau à traiter, l'actuelle station « Grand Bassin » composée d'une station de pompage et d'un bassin de traitement (zéolithe), sera renforcée par ajout de trois nouveaux bassins et des organes de pompage adaptés. Ce dispositif est détaillé dans la présentation du projet. Le rejet de la future station Grand Bassin « renforcée » s'effectuera au même endroit que celui de l'actuelle station.

À l'issue du réaménagement, le Grand Bassin sera asséché et la station Grand Bassin effacée. Il sera substitué par un dôme minéral recouvrant les résidus de traitement miniers. Les eaux de ruissellement et d'infiltration provenant de ce dôme seront gérées de la façon suivante :

- une partie sera infiltrée et traitée avec une diminution significative de l'impluvium à traiter. Ces eaux rejoindront :
  - soit les drains en pied de digue qui pourront être traitées, si leurs caractéristiques chimiques venaient à évoluer, au niveau du nouveau bassin de zéolithes ;
  - soit une tranchée drainante présente en pied de dôme et une autre latérale à la future Besbre qui auront comme exutoire le nouveau bassin de zéolithes. Un regard et un point de contrôle seront créés. L'exutoire du bassin de traitement rejoindra via une canalisation le rejet de la station de traitement des eaux minières ;
- une autre partie ruissellera et sera interceptée par la zone humide avant rejet dans la Besbre, après contrôle. Si ces eaux présentaient un marquage radiologique, elles pourraient être dirigées vers la tranchée drainante puis le bassin zéolithe en pied de digue.

Proposition de surveillance

Le suivi consiste principalement en un renforcement de l'actuelle surveillance, avec des fréquences de prélèvement et d'analyses renforcées pour les eaux du Grand Bassin avant traitement (passage d'une fréquence trimestrielle à hebdomadaire) et les eaux en sortie du canal évacuateur de crue (passage d'une fréquence trimestrielle à mensuelle).

Concernant la nature des analyses, les MES (Matières En Suspension) ont été ajoutées sur les eaux du Grand Bassin après pompage et avant décantation dans le Bassin Annexe, afin de vérifier le bon abattement par décantation de ces dernières lors du passage des eaux dans le Bassin Annexe. L'analyse des hydrocarbures totaux a été également ajoutée pour les eaux du rejet de la station zéolithes étendue (point GBZ 2) et dans les eaux du canal évacuateur de crue (point GB 2), en raison de la présence de la drague-aspiratrice utilisée pour le nivelemment des résidus minier du stockage.

Comme mentionné précédemment, l'abaissement du niveau de la retenue se déroule selon deux grandes phases. Compte tenu des débits relargués vis-à-vis du débit de la Besbre, notamment en première phase, Orano Mining propose le suivi en continu de la température, le pH et la concentration en oxygène sur les deux points suivants :

- Sur la Besbre, en amont du point de rejet de la station Grand Bassin, à savoir au niveau du bâtiment de la station de traitement des eaux, dans le canal de dérivation de la Besbre.
- Au point GB2, dans le canal évacuateur de crue, environ 250 m en aval du point de rejet de la station Grand Bassin et en amont du rejet dans la Besbre.

Un suivi de l'oxygène dissous, de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la demande biologique en oxygène à 5 jours (DBO5) sera également mis en œuvre mensuellement sur le rejet de la station zéolithes GBZ 2.

Catégories	Points de prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence des analyses
Grand Bassin avant traitement *(sortie de canalisation de pompage et avant décantation dans le bassin Annexe)*	GB 1	pH, conductivité, MES, ^{226}Ra soluble et U soluble	Hebdomadaire
Rejet Station Zéolithes	GBZ 2	pH, conductivité, MES, ^{226}Ra soluble et U soluble, ^{226}Ra insoluble et U insoluble	Hebdomadaire
		O_2 dissous, DCO, DBO5, Hydrocarbures totaux	Mensuelle

Catégories	Points de prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence des analyses
Sortie du canal évacuateur de crue	GB 2	pH, conductivité, ^{226}Ra soluble et U soluble, Hydrocarbures totaux	Mensuelle
		O_2 dissous, pH, température	Mesure en continu
La Besbre en amont du rejet	Canal de dérivation	O_2 dissous, pH, température	Mesure en continu

Tableau 128 : Tableau bilan des propositions de surveillance des eaux provenant de l'abaissement du niveau du Grand Bassin en période de travaux

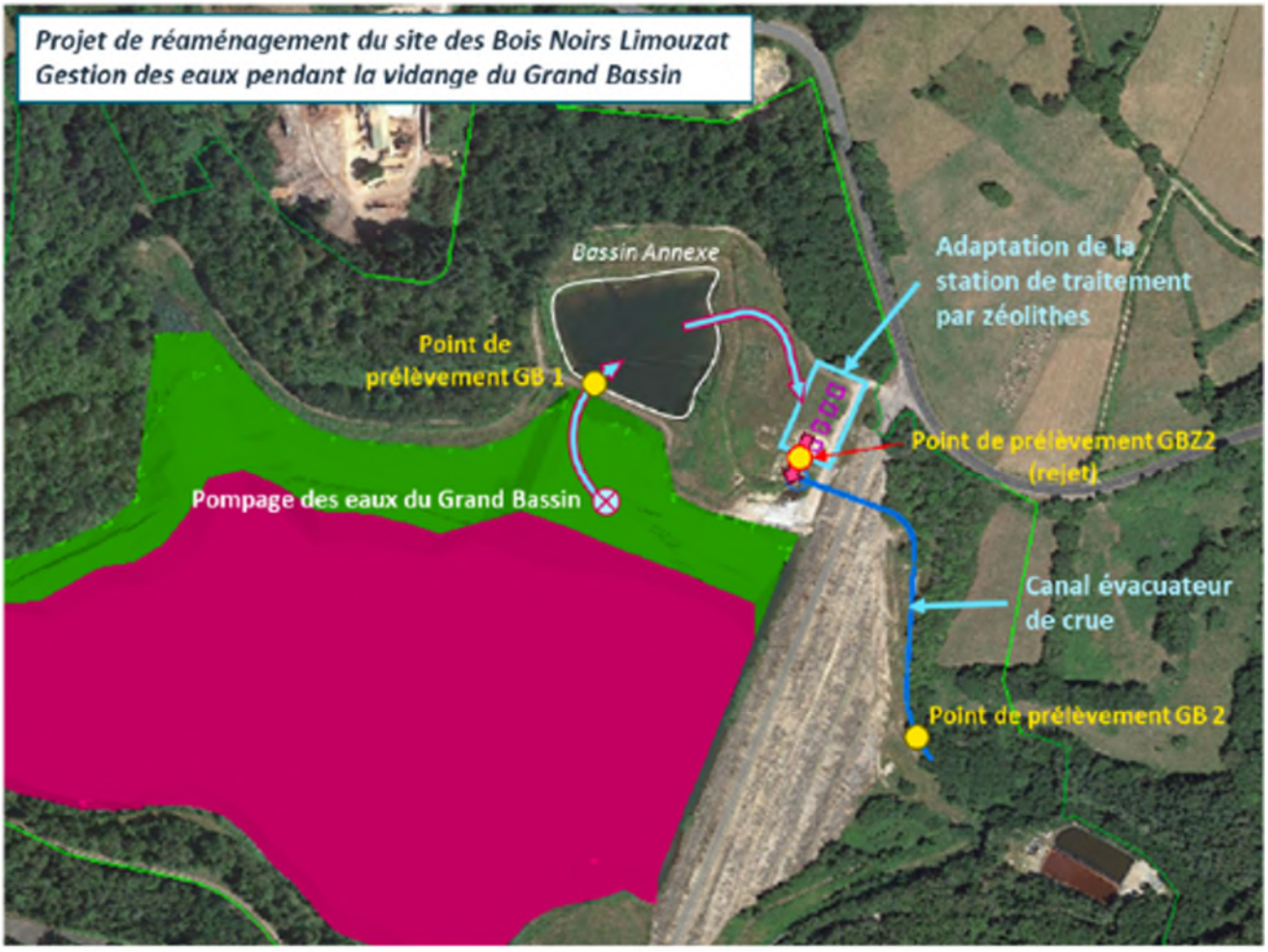


Figure 295 : Schéma de principe de la surveillance des eaux pendant la phase d'abaissement du niveau du Grand Bassin

- **Gestion des eaux lors des travaux de terrassement du futur lit de la Besbre et de la route d'accès au site**

Gestion avant, pendant et après les travaux

Actuellement, les eaux de la Besbre s'écoulent dans le tronçon canalisé en rive droite du Grand Bassin et sont dirigées vers un exutoire permettant à la Besbre de retrouver son lit naturel à l'aval du site des BNL.

Au cours de la période de travaux, la gestion des eaux du site sera différente selon les opérations de terrassement. La gestion s'effectuera de la manière chronologique suivante :

- Secteur en déblai N°1 (secteur le plus en amont du lit de la future Besbre)

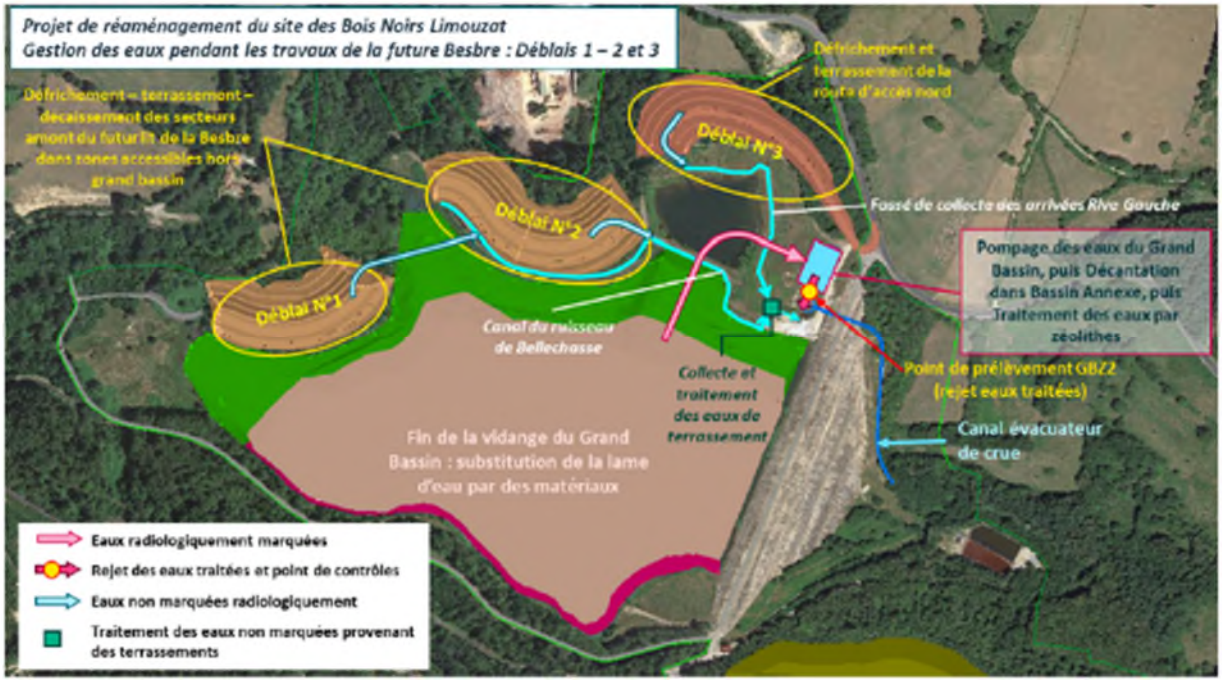


Figure 296 : Gestion des travaux pendant les terrassements de la future Besbre – Déblais N°1 à 3

Au cours de ces terrassements, les eaux de ruissellement provenant de la zone au Sud du hameau des Peux, ainsi que les possibles venues d'eau (issues des écoulements de subsurface au sein des arènes granitiques et granite fissuré) correspondent à des eaux naturelles et non impactées par le stockage ou les travaux miniers souterrains. Non marquées, ces eaux seront acheminées vers le canal du ru de Bellechasse.

- Secteur en déblai N°2 (secteur au Sud de la scierie de Bellechasse et à l'Ouest du Bassin Annexe – cf. Figure ci- avant)

Les eaux de ruissellement de ce secteur, ainsi que les possibles venues d'eau (issues des écoulements de subsurface au sein des arènes granitiques et granite fissuré) correspondent à des eaux naturelles et non impactées par le stockage ou les travaux miniers souterrains. Ces eaux, vraisemblablement chargées en particules fines, seront collectées et dirigées vers

le canal du ru de Bellechasse. Elles seront ensuite traitées, via un ouvrage de filtration MES (Matières En Suspension), avant d'être rejetées dans le milieu naturel par le canal évacuateur de crue.

- Secteur en déblai N°3 (secteur situé au Nord du Bassin Annexe – cf. Figure ci-avant)

Les eaux de ruissellement de ce secteur, ainsi que les venues d'eau (issues des écoulements de subsurface au sein des arènes granitiques et granite fissuré) correspondent aux venues d'eau nommées « Arrivées Rive Gauche ». Ce sont des eaux naturelles et non impactées par le stockage ou les travaux miniers souterrains. Ces eaux, vraisemblablement chargées en particules fines, seront collectées et dirigées vers le fossé de collecte existant (« Fossé arrivées rive gauche »). Elles seront ensuite traitées, via un ouvrage de filtration MES avant d'être rejetées dans le milieu naturel par le canal évacuateur de crue.

- Secteur en déblai N°4 (secteur localisé entre les déblais N°1 et 2)

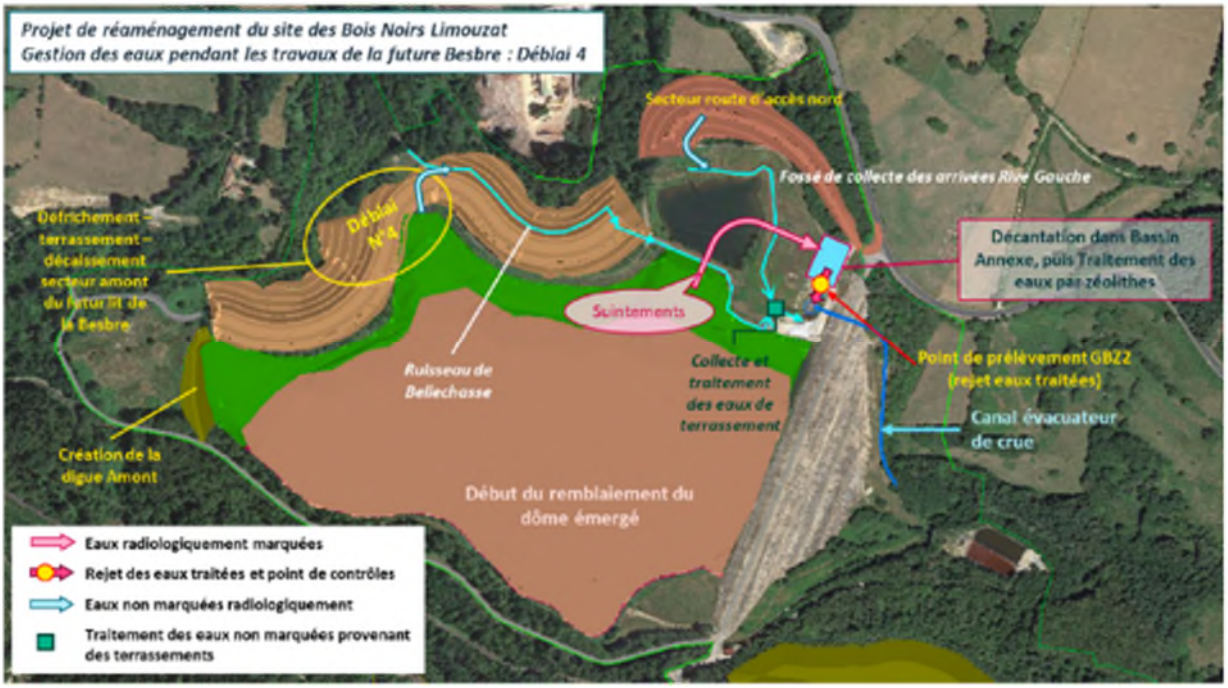


Figure 297 : Gestion des eaux pendant les terrassements de la future Besbre – Déblai 4

Au cours de ces terrassements, les eaux de ruissellement provenant de la zone au Sud-Est du hameau des Peux, ainsi que les possibles venues d'eau (issues des écoulements de subsurface au sein des arènes granitiques et granite fissuré) correspondent à des eaux naturelles et non impactées par le stockage ou les travaux miniers souterrains. Ces eaux seront collectées et rejoindront les eaux provenant du ru de Bellechasse. Elles seront ensuite traitées, via un ouvrage de filtration des MES, avant d'être rejetées dans le milieu naturel par le canal évacuateur de crue.

- Secteur en déblai N°5 (secteur au Sud-Est de de la scierie de Bellechasse et à l'Ouest du Bassin Annexe)

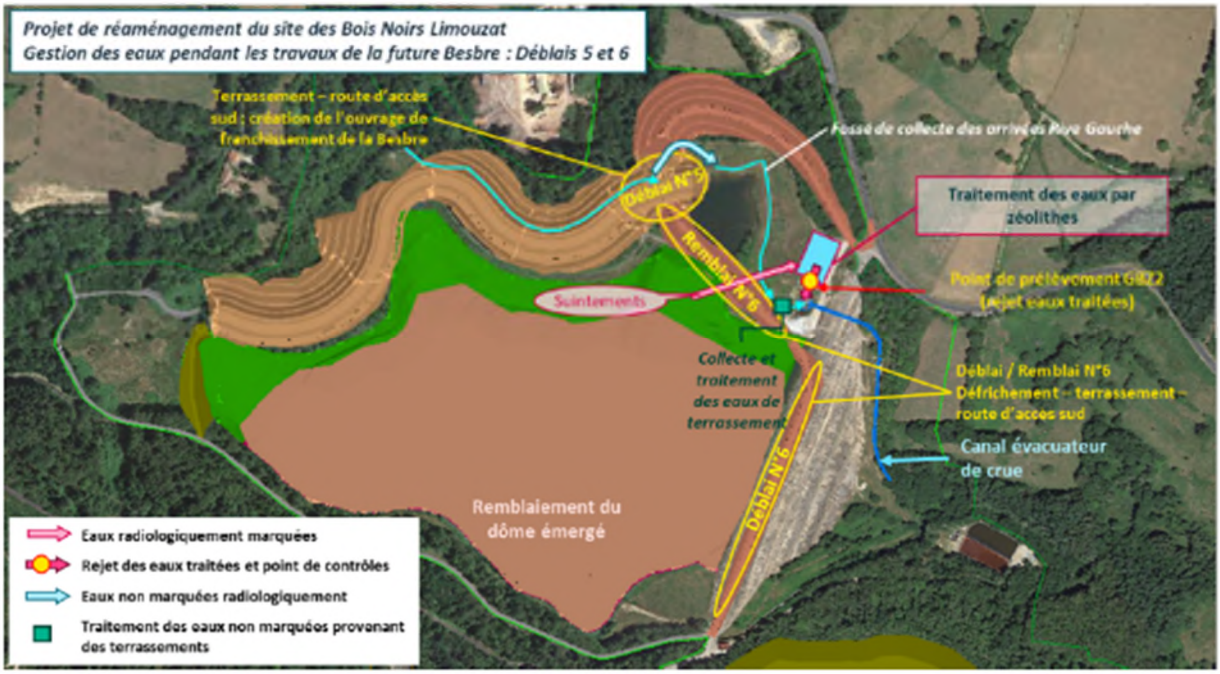


Figure 298 : Gestion des eaux pendant les terrassements de la future Besbre – Déblais 5 et 6

Les terrassements de ce secteur consistent principalement en la création de l'ouvrage de franchissement de la Besbre pour la future route d'accès au site. Les eaux de ruissellement de ce secteur et les eaux provenant des secteurs précédemment décrits (y compris les eaux provenant du ru de Bellechasse), soit l'ensemble des eaux non marquées seront alors dirigées vers le fossé de collecte des arrivées rive gauche, avant d'être traitées via un ouvrage de filtration MES, puis rejetées dans le milieu naturel par l'intermédiaire du canal évacuateur de crue.

- Secteurs en remblai/déblai N°6 (secteur au Sud du Bassin Annexe et digue du stockage – cf. Figure ci-avant)

Ces secteurs correspondent à la création de la partie sud de la route d'accès, au sud-ouest de l'ouvrage de franchissement de la Besbre, à savoir la création d'une zone en remblai rejoignant l'actuelle digue du stockage, suivie d'une zone en déblai sur la digue en elle-même (arasement de la crête de la digue).

La zone en remblai de la future route constituera, dans ce secteur, une zone de séparation des eaux de ruissellement entre les eaux de ruissellement provenant de la zone humide au sud (en vert sur la Figure ci-après) et la zone située au nord de la future route. Les eaux de ruissellement de la zone au Sud de la future route seront alors intégrées, à ce stade des travaux, à la gestion des eaux de la zone humide.

Pour le secteur en déblai situé sur la digue du stockage, la future route d'accès constituera une ligne de partage des eaux pour les ruissellements de surface : les eaux de ruissellement

provenant du coté est de la digue, seront gérées dans le cadre de la gestion des eaux de la zone humide et du stockage.

Il convient de noter qu'il est peu probable que des écoulements de subsurface apparaissent lors de cette phase des travaux de terrassement car le plan d'eau aura totalement disparu à ce stade des travaux, et le niveau d'eau au sein de la digue sera situé en dessous de celui de la couverture du stockage.

- Secteur en déblai N°7 (secteur Besbre aval – tronçon n°2 à l'Ouest du stockage)

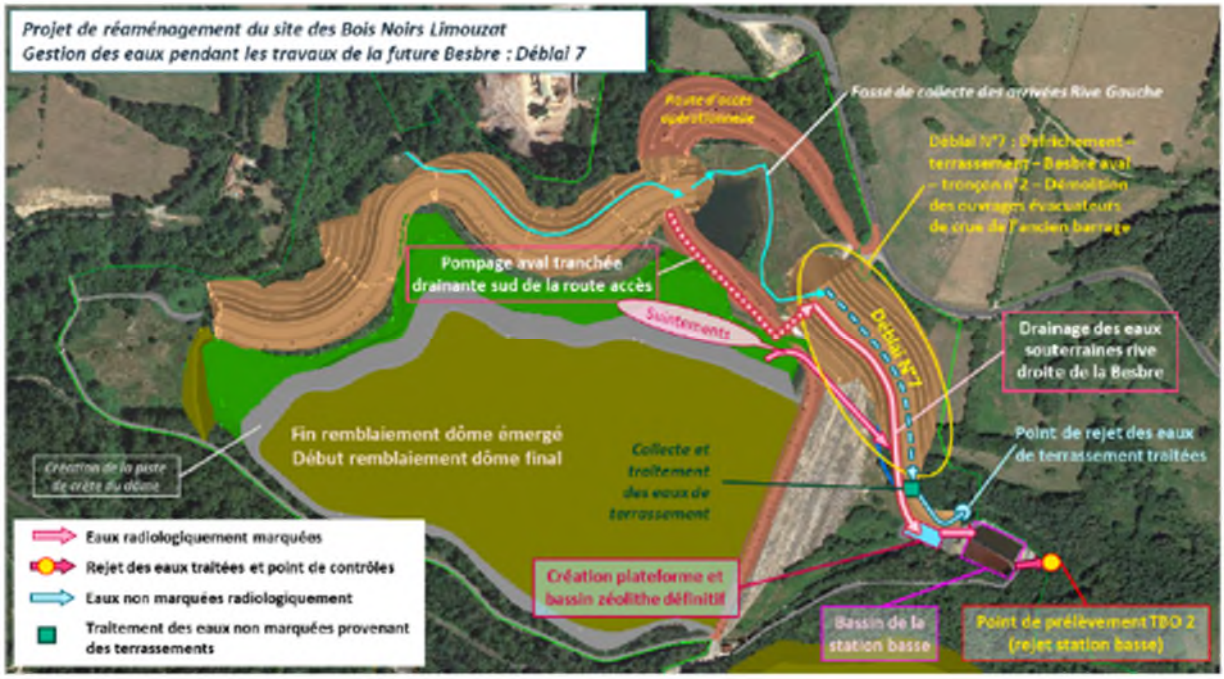


Figure 299 : Gestion des eaux pendant les terrassements de la future Besbre – Déblai 7

Au cours de cette phase, les travaux consisteront en la démolition des ouvrages évacuateur de crue (corolle, canal, etc.) et en la poursuite des travaux de terrassement du lit de la future Besbre.

Le point de collecte des eaux non marquées radiologiquement sera déplacé progressivement au fur et à mesure de l'avancée des travaux, vers le sud. Ce point collectera les eaux de ruissellement provenant des terrains de la zone située au nord-ouest du secteur en déblai N°7, mais également les eaux de ruissellement des secteurs N°1 à 5 précédemment terrassés et les eaux du ru de Bellechasse, transitant toujours par le fossé de collecte des arrivées rive gauche. Au niveau du point de collecte, ces eaux seront traitées via un ouvrage de filtration MES, puis rejetées dans le milieu naturel.

En parallèle des travaux de terrassement, une tranchée drainante permettant de collecter les eaux souterraines provenant du stockage de résidus miniers sera créée en rive droite du lit de la future Besbre. Les eaux de la tranchée drainante seront envoyées au traitement au niveau de la nouvelle plateforme, localisée entre les drains de pied de digue et la station basse, comprenant un nouveau bassin de traitement par zéolithes. Le rejet de la station

zéolithes rejoindra le rejet actuel de la station basse afin de limiter le nombre de points de rejet physique des eaux du site.

Par ailleurs, une autre tranchée drainante sera créée au sud de la route d'accès qui longe la zone humide. À ce stade des travaux, les eaux de cette tranchée, potentiellement marquées seront envoyées vers la tranchée drainante en rive droite pour traitement par zéolithes.

- Secteur en déblai N°8 (secteur Besbre aval – tronçon n°1 au Nord du stockage, au « creux du U » formé par la route d'accès)

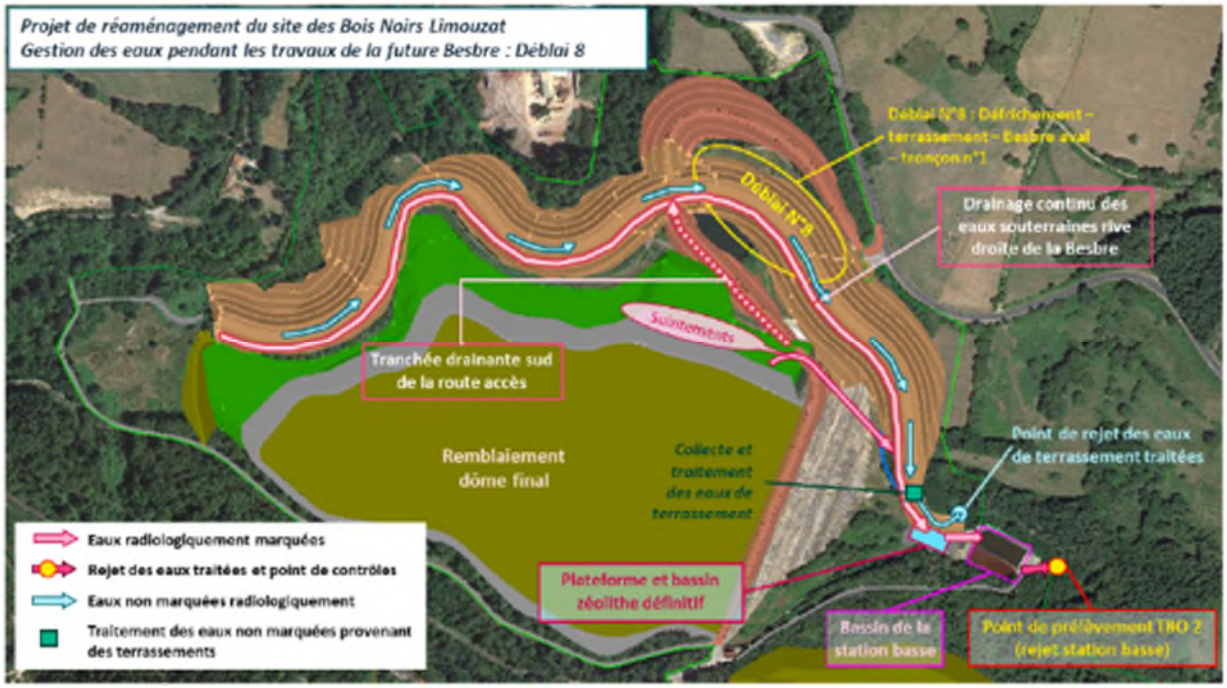


Figure 300 : Gestion des eaux pendant les terrassements de la future Besbre – Déblai 8

Après l'évacuation totale des eaux et le curage du Bassin Annexe, les terrassements de ce secteur permettront de raccorder les tronçons amont et aval du futur lit de la Besbre. Ainsi, au cours de cette phase des travaux de réaménagement, l'ensemble des eaux non marquées radiologiquement (eaux de ruissellement et écoulements de subsurface provenant des terrains situés au nord et à l'ouest du futur tracé de la Besbre, eaux provenant du ru de Bellechasse, arrivées rive gauche) seront collectées dans le futur lit, et transiteront via un ouvrage de filtration MES localisé le plus en aval possible, avant rejet dans le milieu naturel.

Parallèlement à ces travaux, la tranchée drainante située en rive droite du futur lit de la Besbre et collectant les eaux souterraines provenant du stockage de résidus miniers sera prolongée sur la totalité du tracé du futur cours d'eau. Les eaux de la tranchée drainante seront envoyées au traitement au niveau d'une plateforme, localisée entre les drains de pied de digue et la station basse, comprenant la future station de traitement par zéolithes.

À l'issue de cette phase du chantier, la tranchée drainante au sud de la route d'accès, sera raccordée à la tranchée drainante des eaux souterraines.

- Secteur en déblai N°9 et finitions des terrassements de la route d'accès

Cette dernière phase des travaux de terrassement consistera à raccorder le secteur amont du futur lit à l'ancien tracé de la Besbre. Des travaux de finition des terrassements seront également réalisés sur les terrains localisés entre la route d'accès et le tracé de la Besbre.

Les systèmes de collecte et de traitement des eaux marquées et non marquées radiologiquement seront alors identiques à celui décrit lors des travaux du secteur N°8.

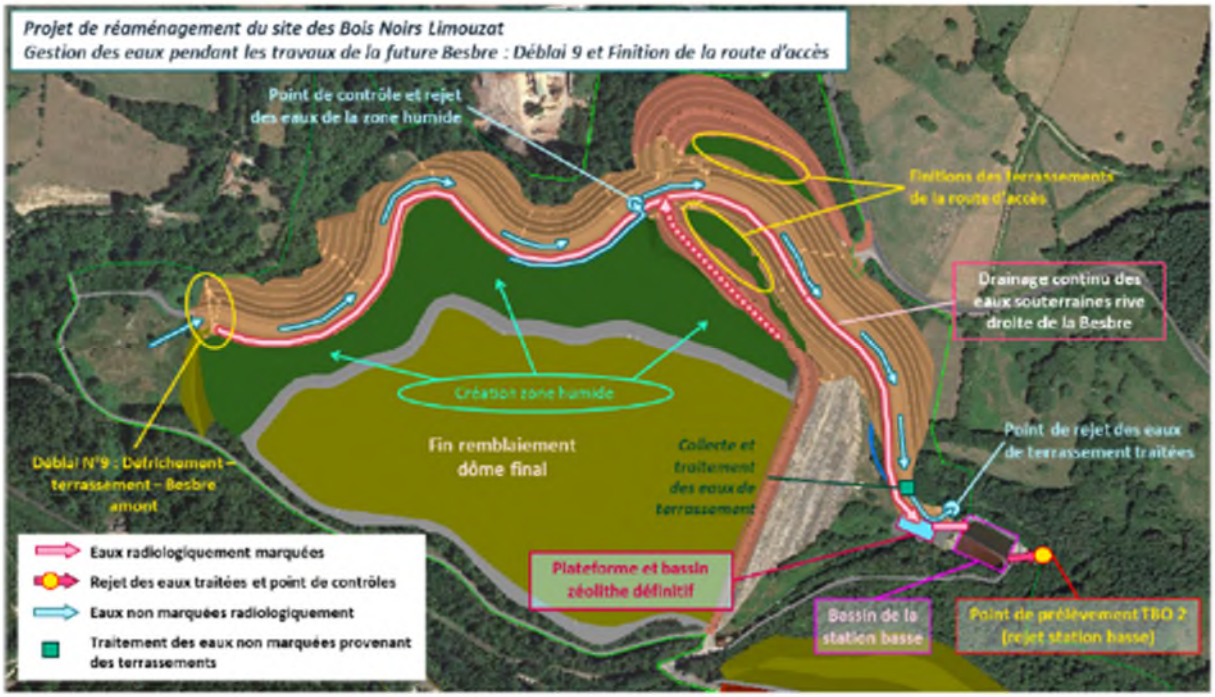


Figure 301 : Gestion des eaux pendant les terrassements de la future Besbre – Déblai 9 et finitions de la route d'accès

À l'issue du réaménagement, le canal de dérivation de la Besbre sera déconstruit et transformé en fossé non étanche. Les eaux de la Besbre s'écouleront alors au droit d'un nouveau lit creusé en rive gauche du Grand Bassin actuel. Une gestion des eaux de la nouvelle Besbre a été pensée afin de ne pas avoir de débordements vers le dôme protégeant les résidus miniers jusqu'à une occurrence de 10 000 ans (la crue 10 000 ans étant supérieure à la crue centennale majorée d'un facteur 2). Du fait de la suppression de la retenue qui tamponne les eaux en état actuel, une attention particulière a été portée sur la gestion en termes de prévention et d'alerte du risque inondation en aval du site des BNL vis-à-vis du risque de crue associé à un évènement centennal.

Proposition de surveillance

Au cours de l'ensemble des travaux de terrassement du futur tracé de la Besbre, l'enjeu principal consistera à séparer les eaux radiologiquement marquées provenant du stockage de résidus miniers, des eaux non marquées provenant des terrains situés globalement au Nord du site (eaux provenant du milieu naturel transitant par les secteurs de terrassement). Ces deux catégories d'eau (marquées / non marquées radiologiquement) seront collectées et traitées séparément, de sorte à limiter autant que possible le nombre de points de rejet.

Pour les eaux non marquées radiologiquement (eaux provenant du milieu naturel transitant par les secteurs de terrassement), ces dernières feront l'objet d'un traitement via un ouvrage de filtration des MES, afin de limiter le rejet important de particules dans les eaux de la Besbre. Un point de contrôle de ces eaux traitées (en sortie de l'ouvrage de filtration MES), sera mis en place. Par conséquent, Orano Mining propose le suivi des paramètres suivants :

Catégorie	Paramètres	Points de prélèvement	Fréquence
Eaux non marquées radiologiquement (eaux provenant du milieu naturel transitant par les secteurs de terrassement) (Rejet ouvrage de filtration MES)	▪ pH, ▪ conductivité, ▪ matières en suspension (MES), ▪ hydrocarbures totaux.	BNL REJET TER	Mensuelle

Pour les eaux radiologiquement marquées, ces eaux feront l'objet d'un traitement par zéolithes, localisé, selon la phase des travaux de terrassement, soit au niveau de l'actuelle station Grand Bassin qui sera dimensionnée en conséquence, soit sur une nouvelle plateforme entre le pied de digue et la station basse. Un point de contrôle de ces eaux traitées, en sortie de la station zéolithes et avant rejet dans le milieu naturel, sera mis en place. Pour ces eaux, Orano Mining propose le suivi des paramètres suivants :

Catégorie	Paramètres	Points de prélèvement	Fréquence
Eaux radiologiquement marquées Rejet Station Zéolithes (Emplacement actuel puis emplacement pied de digue)	▪ pH, ▪ conductivité, matières en suspension (MES), ▪ uranium soluble et insoluble, ▪ ^{226}Ra soluble et insoluble.	GBZ 2	Hebdomadaire
	▪ oxygène dissous, ▪ demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO5), ▪ demande chimique en oxygène (DCO), ▪ sulfates, ▪ hydrocarbures totaux.		Mensuelle

Le traitement par les bassins de zéolithes permettra de respecter en sortie les valeurs prescrites par l'arrêté préfectoral n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 modifié par l'arrêté préfectoral complémentaire n°34-DDPP-25, rappelées ci-dessous.

Rejet 2 : station zéolithe		
Paramètre	Code Sandre	Moyenne mensuelle de la concentration ou de l'activité hebdomadaire
MES	1305	30 mg/l
Radium 226 soluble	1964	0,2 Bq/l
Radium 226 insoluble	1361	1 Bq/l
Uranium soluble	6339	0,1 mg/l
Uranium insoluble	6340	0,01 mg/l

- **Gestion des eaux et des boues du Bassin Annexe lors de son effacement pendant les travaux de terrassement**

Le Bassin Annexe sera principalement utilisé comme bassin de décantation lors de la phase d'abaissement du niveau du Grand Bassin.

L'effacement du Bassin Annexe sera réalisé avant la réalisation de l'ouvrage de franchissement de la future Besbre pour la route d'accès au site, et la création de la partie sud de la route d'accès.

Dans un premier temps, les eaux seront pompées pour être envoyées à la station de traitement des eaux par zéolithes (emplacement actuel) qui sera encore fonctionnelle à ce stade des travaux de réaménagement du site. Les eaux traitées seront ensuite rejetées dans le milieu naturel, via le canal évacuateur de crue. La surveillance des eaux traitées et rejetées sera alors la même que celle décrite précédemment pour la gestion des travaux en période de terrassement.

À la suite de l'évacuation complète des eaux du Bassin Annexe, le bassin fera l'objet d'un curage jusqu'au terrain naturel. Ces boues de curage seront intégrées à la future couverture du dôme constituant le stockage.

Concernant les boues présentes dans le Bassin Annexe, ces dernières feront l'objet d'analyses radiologiques et chimiques préalables (à minima 238U, 226Ra, 210Pb, Ba).

- **Gestion des eaux du parement aval de la digue du stockage (drains de pied de digue et zones humides)**

Deux catégories d'eau de surface sont présentes au niveau du parement aval de la digue du stockage de résidus de traitement du minerai, à savoir :

- les eaux provenant des drains de pied de digue (drains n°1 à n°5) qui sont actuellement regroupées (DRAINS 1) avant d'être envoyées au traitement au niveau

de la station basse. Le drain n°6, localisé à flanc de coteau, en rive gauche du parement aval de la digue, est actuellement directement rejeté dans le milieu naturel ;

- les eaux des « zones humides », correspondant à des écoulements plus ou moins intermittents au niveau des risbermes dont les débits sont fortement corrélés au niveau du plan d'eau du Grand Bassin et à la pluviométrie. Un système d'évacuation de ces écoulements a été mis en place en 2024/2025 afin de limiter les ré-infiltrations de eaux au sein du barrage et l'érosion, à l'aide d'un système de goulottes permettant l'écoulement des eaux vers le pied de digue.

Concernant la surveillance de ces eaux pendant les travaux de réaménagement, il convient de noter que tant que les terrassements liés à la création de la future Besbre et de la future route d'accès, n'impacteront pas le parement aval de la digue, alors les mesures de surveillance de ces eaux resteront inchangées, à savoir :

- Le suivi du débit des « zones humides » et des différents drains, à fréquence bimensuelle. Cette mesure s'inscrit principalement dans le cadre du suivi de la stabilité de la digue ;
- Le suivi de la qualité radiologique des eaux provenant des drains de pied de digue (DRAINS 1), en tant qu' « eaux avant traitement » au niveau de la station.

Les drains de pied de digue (drains n°1 à 5) ne seront pas impactés par les travaux de réaménagement. Le drain n°6, localisé actuellement à mi-pente du parement aval en rive gauche, disparaitra lors des travaux de terrassement. Au cours des travaux de réaménagement et, tant que le secteur du drain n°6 ne sera pas touché par des travaux, la qualité radiologique des eaux du drain n°6 pourrait s'altérer : dans ce cas les eaux du drain n°6 seraient alors envoyées au traitement au même titre que les eaux des drains n°1 à 5.

Les mesures de surveillance des drains de pied de digue et des « zones humides » resteront les mêmes que celles précédemment décrites. Pour les drains de pied de digue, les paramètres suivis seront également identiques à ceux actuellement surveillés, à savoir : pH, conductivité, uranium soluble et radium 226 soluble, à fréquence trimestrielle.

Catégories	Points de prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence
« zones humides » du parement aval	E1 à E13	Mesure de débit	Bimensuelle
Drains du pied de digue	D1 à D5	Mesure de débit	Bimensuelle
	DRAINS 1	pH, conductivité, ^{226}Ra soluble et U soluble	Trimestrielle
	DRD 6	pH, conductivité, ^{226}Ra soluble et U soluble	Trimestrielle

- **Gestion des eaux au niveau du dôme en phase travaux**

Gestion des eaux provenant du stockage de résidus miniers pendant les différentes phases de remblaiement

Ces eaux proviennent des eaux de ruissellement circulant au travers de la première couche de matériaux constituant la couverture. Ces matériaux sont issus des terrassements de la future Besbre et ont été mis en place sous eau. Ces eaux de ruissellement, seront susceptibles de se charger en radionucléides au contact des résidus de traitement du minerai, et pourraient apparaitre en pied du stockage (bordure nord), soit au niveau de la future zone humide, soit au niveau des drains de la digue. Au cours de cette phase des travaux de réaménagement, des eaux d'essorage (eaux circulant au sein même des résidus miniers) pourraient apparaitre et se mélanger aux eaux de ruissellement.

L'ensemble de ces eaux seront considérées comme « eaux radiologiquement marquées » au cours de ces phases du chantier de réaménagement. Ces eaux seront donc envoyées vers l'une des deux stations de traitement des eaux soit le bassin actuel de décantation ou si nécessaire passage par le bassin zéolithes du pied de digue en fonction du phasage du chantier, avant d'être rejetées dans le milieu naturel.

Au cours de l'avancement des terrassements de la future Besbre et de la route d'accès, deux systèmes de collecte des eaux radiologiquement marquées seront également mis en place :

- la tranchée drainante des eaux souterraines, localisée en rive droite de la future Besbre,
- la tranchée drainante sud de la route d'accès.

- **Gestion des eaux provenant de la plateforme d'entreposage des matériaux sur la verse du Jot**

Pendant toute la durée des travaux de réaménagement du site, les matériaux (arènes granitique, blocs de granite) provenant des terrassements du nouveau lit de la Besbre, seront entreposés au niveau d'une plateforme aménagée, après défrichement, à l'aplomb de la verse du Jot. Une plateforme de concassage sera également installée dans la partie la plus au Sud de la plateforme d'entreposage.

Une aire étanche sera également installée à l'entrée de la plateforme d'entreposage et servira de lieu de stationnement pour les engins.

L'ensemble des eaux pluviales et de ruissellement transitant par cette plateforme et notamment par l'aire étanche seront collectées via un fossé périphérique, englobant la totalité de la plateforme. Les eaux collectées seront ensuite envoyées vers un bassin de traitement précédé d'un débourbeur/déshuileur et assurant la décantation des MES avant rejet dans le milieu naturel. Les dimensions du bassin de décantation sont de 60 m de long pour 3 m de large et 1m de profondeur, afin de garantir un faible écoulement et donc une décantation suffisante par contraste entre la vitesse horizontale et verticale des particules en suspension. Il sera entièrement réalisé en remblai. L'amont sera muni d'un enrochement permettant d'absorber l'énergie de la chute d'eau depuis le haut de la verse. Le volume de 180 m^3 associé à un débourbeur-déshuileur permettra l'abattement efficace des flux

polluants (a minima 85% pour les charges en MES, et 80% pour les hydrocarbures), grâce à la mise en place d'un ajutage en sortie de bassin calibré à 25 l/s[32].

Ce bassin sera conservé en fin de chantier pour capter les eaux de la verse du Jot et les traiter si nécessaire avant rejet à la Besbre.

En sortie, les eaux respecteront les valeurs prescrites par l'article 33 de l'arrêté ministériel du 26 novembre 2012 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement sous la rubrique 2517, et qui sont rappelées ici :

- matières en suspension totales : 35 mg/l ;
- DCO (sur effluent non décanté) : 125 mg/l ;
- hydrocarbures totaux : 10 mg/l.

Le flux maximal journalier (cumulé avec ceux constatés au droit de l'exutoire du fossé gérant les eaux de la plateforme de stockage de bois) pour chacun des paramètres sera le suivan ::

- MES : 75 kg/j
- DCO : 260 kg/j
- Hydrocarbures : 20 kg/j.

Orano Mining propose, un point de contrôle des eaux, en sortie du bassin de traitement, avec le suivi des paramètres suivants :

Catégorie	Points de prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence
Rejet du bassin de traitement des eaux pluviales *(eaux **non** marquées radiologiquement)*	PLATEF BAS EP	pH, conductivité, DCO, MES, ^{226}Ra soluble, U soluble, hydrocarbures totaux	Mensuelle
		^{226}Ra insoluble, U insoluble	Trimestrielle

Tableau 129 : Proposition de surveillance des eaux pluviales provenant de la plateforme d'entreposage des matériaux de terrassement

[32] De manière à respecter un débit de fuite inférieur au 1/10 du module interannuel (259 l/s).

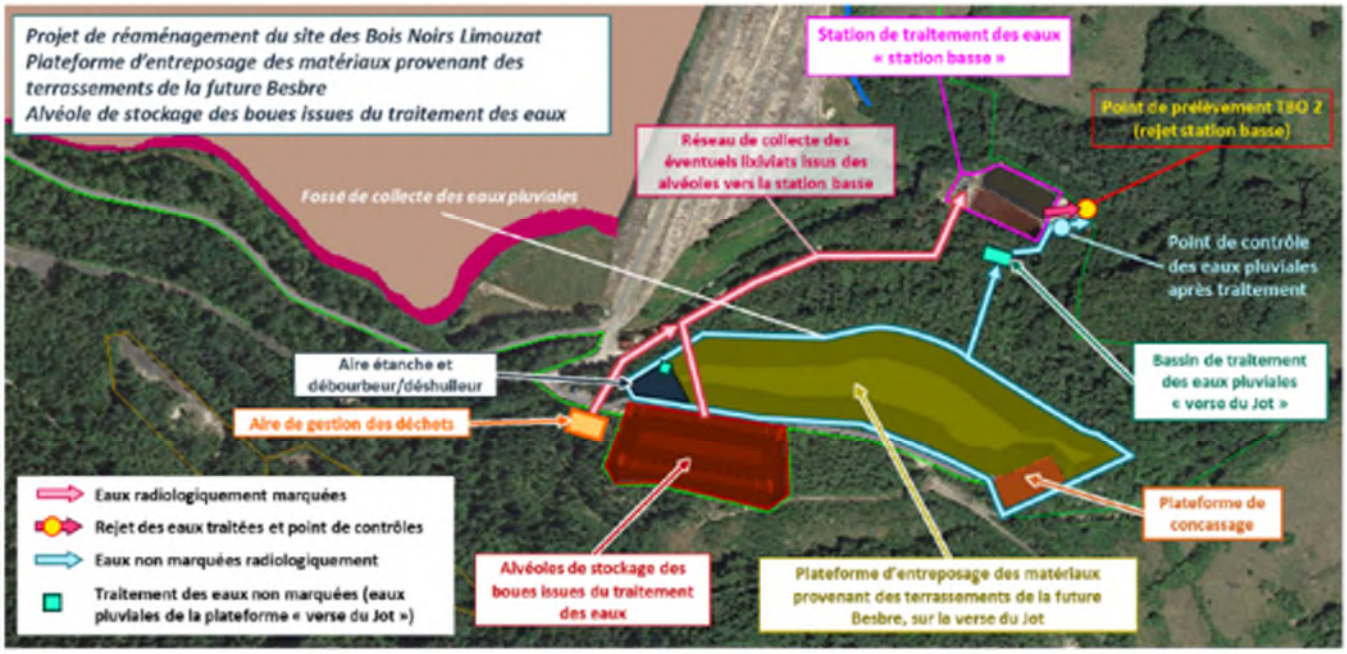


Figure 302 : Plateforme d'entreposage des matériaux provenant des terrassements et alvéoles de stockage des boues issues du traitement des eaux

- **Gestion des eaux de l'aire de gestion des déchets**

Gestion

Une aire étanche restreinte d'entreposage des déchets TFA sera créée. Elle assurera l'entreposage des déchets potentiellement radiologiquement marqués et sera couverte pour éviter le lessivage par les eaux météoriques. Un puisard permettra toutefois de collecter d'éventuelles eaux qui seront acheminées ensuite vers le traitement.

Surveillance

Étant donné le caractère restreint et couvert de la zone, et son raccordement au réseau, il n'est pas prévu de surveillance spécifique.

- **Gestion des eaux de la plateforme bois**

Gestion

Les deux plateformes de stockage du bois seront munies de fossés aménagés en partie nord de chaque plateforme et connectés à un bassin de rétention de 1 000 m^3, implanté en contrebas des plateformes et capable de retenir les flux d'eaux pluviales et les eaux d'extinction d'un éventuel incendie. Il sera muni d'une vanne d'obturation permettant le confinement des eaux en cas de pollution.

Les éléments potentiellement polluants en sortie de bassin étant essentiellement les MES et la matière organique, le traitement passif sera basé sur la décantation des MES grâce aux deux éléments suivants :

- Linéaire de fossé de 400 m permettant une première décantation des MES au plus près des plateformes grâce à la mise en place d'ajutages au droit de l'exutoire des fossés (débit de sortie de chacun des fossés de 30 l/s),
- Un ajutage assurant un débit limité à 25 l/s en sortie de bassin de manière à limiter totalement la vitesse des eaux et à favoriser ainsi une décantation d'a minima 90 %.

En l'absence d'incident, les eaux seront évacuées vers le milieu naturel par le biais d'un fossé et du canal de la Besbre.

En sortie, les eaux respecteront les valeurs prescrites par l'article 35 de l'arrêté ministériel du 22 octobre 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement sous la rubrique 2260, et qui sont rappelées ici :

1. Matières en suspension (MES), demandes chimique et biochimique en oxygène (DCO et DBO_5)
Matières en suspension (Code SANDRE : 1305) 100 mg/l si flux journalier maximal inférieur ou égal à 15 kg/j, 35 mg/l au-delà ; 150 mg/l dans le cas d'une épuration par lagunage
DBO_5 (sur effluent non décanté)(Code SANDRE : 1313) 100 mg/l si flux journalier maximal inférieur ou égal à 15 kg/j, 30 mg/l au-delà
DCO (sur effluent non décanté) (Code SANDRE : 1314) 300 mg/l si flux journalier maximal inférieur ou égal à 50 kg/j, 125 mg/l au-delà Toutefois, des valeurs limites de concentration différentes peuvent être proposées par l'exploitant dans son dossier d'enregistrement lorsque la station d'épuration de l'installation a un rendement au moins égal à 95 % pour la DCO, la DBO_5 et les MES.

Le flux maximal journalier pour chacun des paramètres sera le suivant :

- MES : 75 kg/j
- DBO5 : 60 kg
- DCO : 260 kg/j

Surveillance

Orano Mining propose, un point de contrôle des eaux, en sortie du bassin de traitement, avec le suivi des paramètres suivants :

Catégorie	Point de prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence
Rejet du bassin de traitement des eaux pluviales *(eaux **non** marquées radiologiquement)*	Exutoire du bassin	pH, conductivité, DCO, MES, ^{226}Ra soluble, U soluble, hydrocarbures totaux	Mensuelle
		^{226}Ra insoluble, U insoluble	Trimestrielle

Tableau 130 : Proposition de surveillance des eaux pluviales provenant de la plateforme d'entreposage du bois

1.3.3.2 Gestion et suivi des eaux superficielles en phase d'exploitation (post-travaux)

- **Gestion des eaux au niveau du dôme réaménagé**

Gestion des eaux de ruissellement sur la couverture stockage finale

Afin de limiter les contacts entre les eaux de ruissellement provenant du stockage et les eaux de ruissellement de la zone humide, une nouvelle tranchée drainante sera créée au pied et en bordure nord du stockage le long de la piste. Cette tranchée drainante sera ensuite reliée à la tranchée drainante située en rive droite de la Besbre. Les eaux potentiellement marquées radiologiquement circulant dans ces tranchées drainantes seront envoyées au traitement au niveau de station zéolithes en pied de digue avant rejet dans le milieu naturel.

La couverture finale du stockage sera aménagée de sorte que l'écoulement général des eaux de ruissellement soit orienté vers le Nord-Nord-Est, c'est-à-dire vers la tranchée drainante en pied de stockage.

Afin de limiter également les eaux de ruissellement, provenant de la route d'accès vers le stockage et la zone humide, un fossé de récupération des eaux pluviales provenant de la chaussée sera aménagé le long de la route. Ces eaux seront traitées via un débourbeur/déshuileur avant rejet dans le milieu naturel.

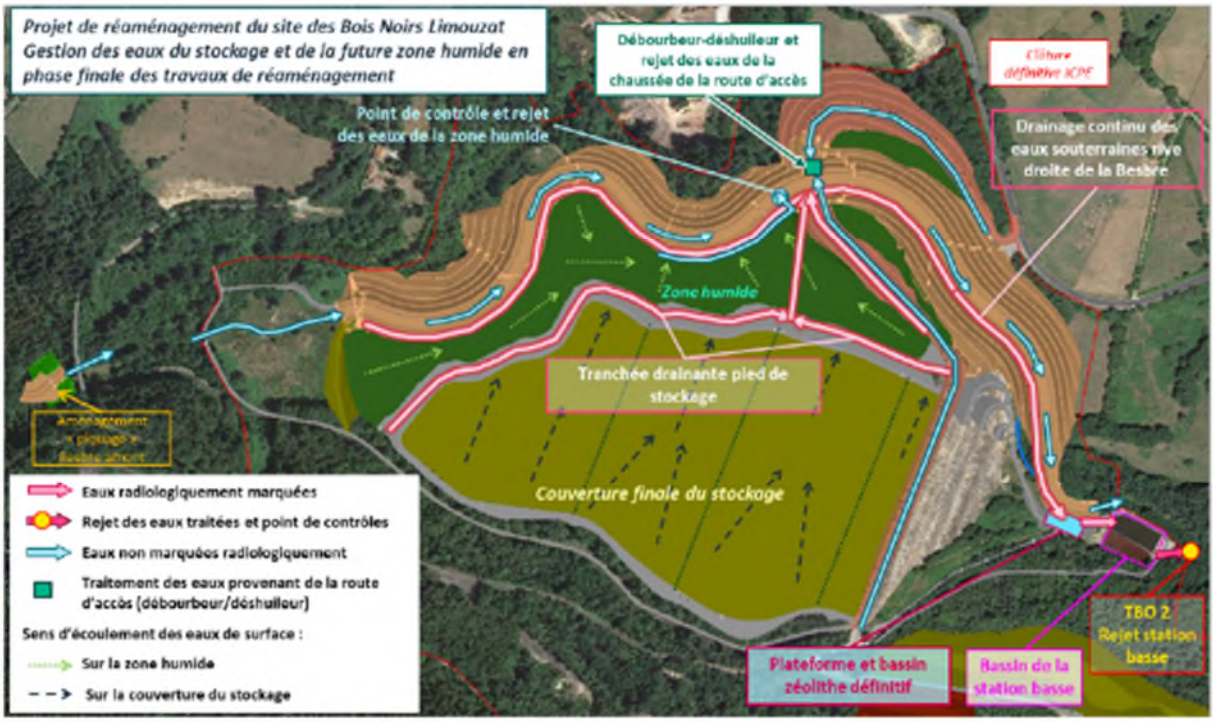
Gestion des eaux de ruissellement circulant au sein de la zone humide

Afin d'éviter une accumulation des eaux au sein de la zone humide, un agencement en légère pente de l'ensemble de la zone humide sera réalisé de sorte à n'avoir qu'un seul exutoire au niveau de la Besbre. Un fossé de collecte des eaux de la zone humide sera créé afin de faciliter leur évacuation vers le nouveau lit du cours d'eau, dès le début des aménagements relatifs à la création de cette zone humide. Cet exutoire unique constituera un point de contrôle des eaux, permettant de les envoyer vers la station zéolithe au pied de l'ouvrage ceinturant, en cas de marquage radiologique avéré.

Gestion des eaux de ruissellement de la verse du Jot

Le fossé de la zone de stock ainsi que le bassin situé en contrebas de la verse du Jot seront conservés après travaux pour améliorer la gestion des eaux de la verse.

Globalement la partie sommitale accueillant le stock de matériaux arénitiques permettra également d'améliorer la couverture de la verse et une meilleure gestion des eaux de la plateforme. Il est considéré qu'après travaux il restera entre 20 et 30 cm de matériaux peu perméables (principalement les arènes de découverture des déblais) au-dessus du niveau actuel de la partie sommitale de la verse du Jot.



- *Figure 303 : Gestion des eaux de ruissellement et de la future zone humide en phase finale des travaux de réaménagement du site*

Proposition de surveillance

Comme pour les travaux de terrassement du futur tracé de la Besbre, l'enjeu principal consistera à séparer les eaux radiologiquement marquées provenant du stockage de résidus miniers, les eaux non marquées provenant de la zone humide et les eaux pluviales issues de la chaussée de la route d'accès au site.

Ces trois catégories d'eau (radiologiquement marquées / non marquées radiologiquement / eaux pluviales de la route d'accès) seront collectées et traitées séparément, de sorte à limiter autant que possible le nombre de points de rejet.

Pour les eaux non marquées radiologiquement (eaux provenant de la zone humide et eaux pluviales provenant de la chaussée) :

- les eaux provenant de la zone humide feront l'objet d'un contrôle pendant toute la durée du chantier, en sortie du fossé d'évacuation, avant surverse dans la Besbre. Dans le cas où les eaux de la zone humide présenteraient une qualité radiologique non conforme aux préconisations environnementales et sanitaires, ces eaux seraient alors dirigées vers le bassin zéolithes en aval, via la tranchée drainante en rive droite ;
- Les eaux pluviales collectées le long de la route d'accès feront l'objet d'un traitement visant l'abattement des particules fines et des éventuels hydrocarbures : le point de contrôle de ces eaux sera en sortie du débourbeur/déshuileur.

Orano Mining propose, pour ces deux points de contrôle, le suivi des paramètres suivants : pH, conductivité, matières en suspension (MES) et des hydrocarbures totaux (en raison de

la présence des engins de chantier nécessaires aux travaux sur le site), à fréquence mensuelle.

En complément, pour le point de contrôle au niveau de la surverse de la zone humide, Orano Mining propose également le suivi des paramètres : uranium soluble et insoluble, radium 226 soluble et insoluble.

Pour les eaux radiologiquement marquées, ces eaux feront l'objet d'un traitement par zéolithes, localisé, selon la phase des travaux de terrassement, soit au niveau de l'actuelle station zéolithes qui sera dimensionnée en conséquence, soit sur une nouvelle plateforme entre le pied de digue et la station basse. Un point de contrôle de ces eaux traitées, en sortie de la station zéolithes et avant rejet dans le milieu naturel, sera mis en place. Pour ces eaux, Orano Mining propose le suivi des paramètres suivants :

- à fréquence hebdomadaire : pH, conductivité, matières en suspension (MES), uranium soluble et insoluble, radium 226 soluble et insoluble.
- à fréquence mensuelle : demande biochimique en oxygène sur 5 jours (DBO5), demande chimique en oxygène (DCO), sulfates, hydrocarbures totaux.

Catégories	Points de prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence
Rejet de la zone humide *(eaux **non** marquées radiologiquement)*	SURVERSE ZH	pH, conductivité, MES, ^{226}Ra soluble et U soluble, ^{226}Ra insoluble et U insoluble, hydrocarbures totaux	Mensuelle
Eaux pluviales de la route d'accès *(en sortie du débourbeur/déshuileur)*	EP CHAUSSEE	pH, conductivité, MES, hydrocarbures totaux	Mensuelle
Rejet station zéolithes *(emplacement actuel puis emplacement pied de digue)* Eaux radiologiquement marquées (eaux tranchées drainantes envoyées au traitement → contrôle au niveau du rejet de la station zéolithes	GBZ 2	pH, conductivité, MES, ^{226}Ra soluble et U soluble, ^{226}Ra insoluble et U insoluble,	Hebdomadaire
		DCO, DBO5, hydrocarbures totaux	Mensuelle

Nota : les hydrocarbures totaux sont analysés en raison de la présence des engins de chantier nécessaires aux travaux sur le site

Tableau 131 : Proposition de surveillance des eaux de surface Zone Humide, couverture du stockage et eaux pluviales issues de la chaussée de la route d'accès

Le traitement par les bassins de zéolithes permettra de respecter en sortie les valeurs prescrites par l'arrêté préfectoral n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 modifié par l'arrêté préfectoral complémentaire n°34-DDPP-25 du 10 mars 2025, rappelées ci-dessous.

Rejet 2 : station zéolithe		
Paramètre	Code Sandre	Moyenne mensuelle de la concentration ou de l'activité hebdomadaire
MES	1305	30 mg/l
Radium 226 soluble	1964	0,2 Bq/l
Radium 226 insoluble	1361	1 Bq/l
Uranium soluble	6339	0,1 mg/l
Uranium insoluble	6340	0,01 mg/l

- **Gestion des eaux de la route d'accès**

Les eaux de la route d'accès seront collectées dans les fossés dédiés de 0,5 m de large et d'1 m de profondeur, dont la pente minimale de 0,5 % au nord et 0,14% au sud permettra d'acheminer sans débordement des pluies d'occurrence cinquantennale.

Les eaux de chaussée seront dirigées vers un débourbeur-déshuileur afin de traiter les eaux d'épisodes de faible occurrence, les plus susceptibles de contenir une pollution par les hydrocarbures.

Un bassin de 50 m^3 sera construit de chaque côté de l'ouvrage de franchissement de la Besbre pour éviter de traverser la Besbre avec les eaux de chaussée.

Le volume des bassins a été défini sur le seul critère de la pollution des eaux de chaussées conformément au guide du SETRA, dans la mesure où :

- la route créée ne modifie pas notablement la superficie imperméabilisée du bassin versant desservi, dont l'exutoire sera la nouvelle Besbre.
- Le contournement du barrage par la nouvelle Besbre et la suppression de la retenue, ainsi que les écoulements de la zone humide vont générer davantage de ruissellements vers la Besbre, augmentant ainsi les débits capables de diluer les charges polluantes.

L'abattement des charges polluantes après transit dans les dispositifs (débourbeur-déshuileur et bassins) sera de l'ordre de 85% pour les MES et 80% pour les hydrocarbures.

- **Gestion des eaux de la future alvéole de stockage des boues issues du traitement des eaux**

Gestion

Actuellement, les boues issues du curage des bassins de la station basse et les zéolithes saturées sont remis avec les résidus miniers au sein du stockage. Dès lors que les travaux de remblaiement sous eau du Grand Bassin débuteront, la construction d'une alvéole dédiée au stockage de ces boues et zéolithes, sera nécessaire. La localisation de cette future alvéole de stockage est présentée sur la figure ci-avant.

L'alvéole sera construite selon le modèle présenté sur la figure suivante. Les cellules correspondront à des casiers en béton, enterrés, ceints d'une membrane bitumineuse, et d'une couche d'1 m d'argile de type bentonite à perméabilité très faible (1.10^{-9} m/s). L'alvéole disposera donc d'une triple barrière pour éviter l'infiltration de lixiviats. La gestion séparée des eaux de drainage sous casier et des lixiviats (eaux d'essorage provenant des boues et zéolithes stockées dans une alvéole (ou casier)) permettra la détection d'éventuelles fuites vers le milieu naturel. Les lixiviats produits par les boues dans l'alvéole seront dirigés par une canalisation en PEHD double peau vers la sortie du TB0 pour être traités par la station des eaux minières. Un second réseau de drainage sous-casier permettra de détecter tout défaut d'étanchéité de l'alvéole de stockage. Les éventuelles eaux provenant des drains sous casier pourront, selon leurs caractéristiques radiologiques, être envoyées soit au traitement, soit directement dans le milieu naturel.

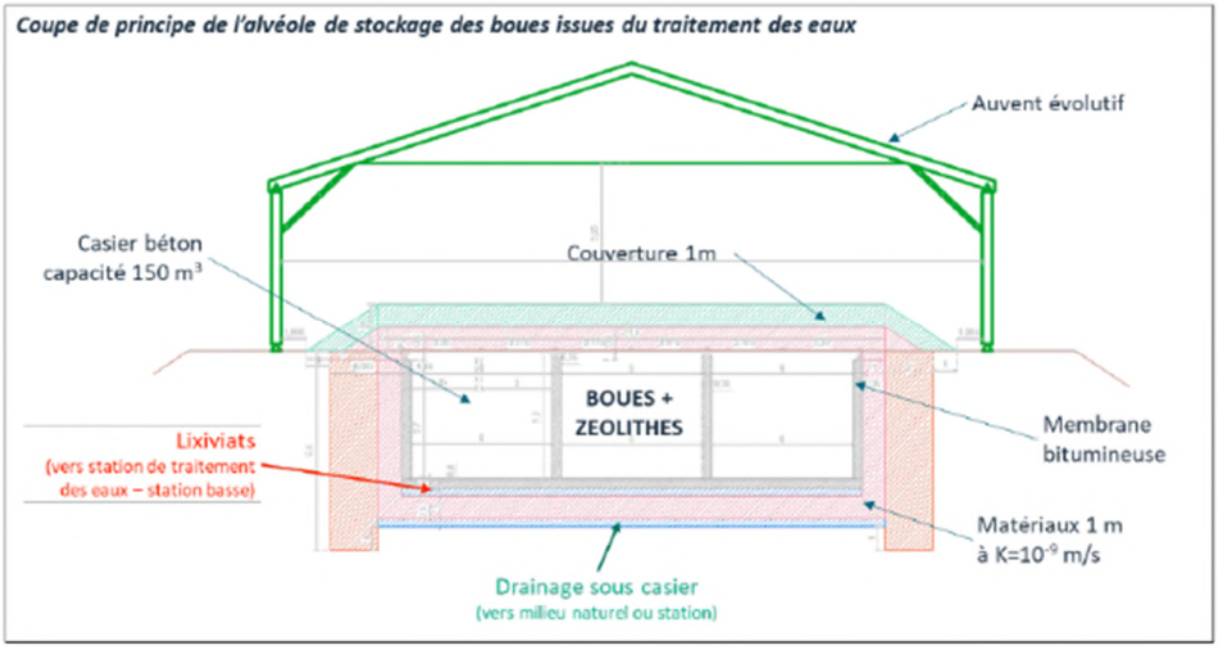


Figure 304 : Coupe de principe de de l'alvéole de stockage des boues issues du traitement des eaux

Surveillance

Les deux flux seront surveillés de la manière suivante :

Catégorie	Points de prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence
Lixiviats (eaux d'essorage provenant des boues et zéolithes stockées dans une alvéole)	ALV LIXI	Débit	Hebdomadaire
		pH, conductivité, ^{226}Ra soluble, U soluble, sulfates	Mensuelle
Eaux de drainage sous casier	ALV DRAIN	Débit	Hebdomadaire
		pH, conductivité, ^{226}Ra soluble, U soluble, sulfates	Mensuelle

- **Gestion des eaux d'exhaure minière (TB0) et du rejet de la station basse**

Au cours de l'ensemble des travaux et à l'issue du réaménagement du site, les eaux d'exhaure minière, et plus généralement, les eaux provenant du travers-banc TB0 continueront à être traitées au niveau de la station basse, de la même manière qu'actuellement. Dans ce cadre, Orano Mining propose le maintien des mesures et analyses actuelles pour la surveillance des eaux d'exhaure avant traitement (TBO 1) et du rejet (TBO 2).

Catégorie	Points de prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence
Eaux provenant du travers-banc TB0	TBO 1	pH, conductivité, ^{226}Ra soluble, U soluble	Trimestrielle
Rejet de la station basse (eaux traitées)	TBO 2	pH, conductivité, MES, ^{226}Ra soluble, U soluble, ^{226}Ra insoluble, U insoluble, Fer, Sulfates	Mensuelle

L'ensemble du traitement opéré sur les eaux marquées (eaux d'exhaure minière) permettra de respecter en sortie les valeurs prescrites par l'arrêté préfectoral n°270-DDPP-22 du 28 juin 2022 concernant le rejet des eaux, qui sont rappelées ici :

Rejet 1 : station de traitement des eaux d'exhaure de la mine		
Paramètre	Code Sandre	Moyenne annuelle de la concentration ou de l'activité mensuelle
MES	1305	30 mg/l
Radium 226 soluble	1964	0,37 Bq/l
Radium 226 insoluble	1361	0,5 Bq/l
Uranium soluble	6339	0,3 mg/l
Uranium insoluble	6340	0,01 mg/l
Fer	7714	5 mg/l
Sulfate		200 mg/l

- **Suivi des eaux de surface dans l'environnement du site : La Besbre et la zone du Paradou**

Le suivi des eaux de surface dans l'environnement proche du site, pendant les travaux de réaménagement, concerne principalement le suivi des eaux de la rivière La Besbre en amont (point BESB A) du stockage de résidus de traitement du minerai (Grand Bassin) et en aval du site (point BESB B). Les points de contrôle de la qualité radiologique des eaux seront donc conservés tels que définis actuellement. Toutefois, le point BESB A (amont stockage), sera déplacé plus en amont dans la Besbre, lorsque les travaux de « piquage » entre le lit actuel et l'ancien lit seront réalisés (cf. Figure ci-après).
Dans ce cadre, Orano Mining propose le maintien des mesures et analyses actuelles pour la surveillance des eaux, avec toutefois un renforcement de la fréquence de prélèvement et analyses au point BESB B en aval du site et pendant toute la durée des travaux de réaménagement (passage de mensuelle à bimensuelle).

Dans le cadre de la surveillance actuelle, trois points de contrôle sont localisés dans la zone de surveillance du Paradou : ARRIVEE 5, SOURCE 35 et DRAIN 40.
Au regard des résultats d'analyses observés jusqu'à aujourd'hui, Orano propose le maintien de la surveillance actuelle des sources ARRIVEE 5 et SOURCE 35 : pH, conductivité, uranium soluble et radium 226 soluble, à fréquence semestrielle.

Au cours des travaux d'aménagement des bassins de la station basse pour améliorer la gestion des boues, il est prévu de capter les eaux du DRAIN 40, via un puisard de pompage, pour les envoyer ensuite au traitement. Ce nouvel aménagement sera définitivement conservé.
Orano Mining propose le maintien de la surveillance actuelle pour le point de prélèvement DRAIN 40. En revanche, la fréquence des mesures et analyses pourra être renforcée : passage de semestrielle à trimestrielle pendant la durée des travaux.

Le plan d'eau de Saint-Clément se situe sur la Besbre, environ 15 km en aval du site des Bois Noirs Limouzat. À la demande de Vichy Communauté, Orano Mining suivra la qualité radiologique de l'eau en amont du plan d'eau. Le point proposé se situe au lieu-dit Les Plans, à 500 m environ en amont du plan d'eau. Ce point de prélèvement a déjà fait l'objet d'analyses de la part d'Orano Mining dans le cadre d'études régionales.

Il est proposé de procéder à des analyses à fréquence mensuelle lors des phases critiques de remodelage sous eau et de vidange du Grand Bassin. La fréquence sera ensuite modifiée afin de procéder à des prélèvements et analyses trimestriels.

<table>
<tr><th>Catégorie</th><th>Points de prélèvement</th><th>Analyses réglementaires</th><th>Fréquence</th></tr>
<tr><td>La Besbre en amont du stockage</td><td>BESB A</td><td rowspan="6">pH, conductivité, ^{226}Ra soluble, U soluble,</td><td>Trimestrielle</td></tr>
<tr><td>La Besbre en aval du stockage</td><td>BESB B</td><td>Bimensuelle</td></tr>
<tr><td>La Besbre en aval du stockage et en amont du plan d'eau de Saint Clément</td><td>LES PLANS</td><td>Mensuelle pendant les phases de vidanges puis trimestrielle</td></tr>
<tr><td rowspan="3">« zone du Paradou »</td><td>DRAIN 40</td><td>Trimestrielle</td></tr>
<tr><td>ARRIVEE 5</td><td rowspan="2">Semestrielle</td></tr>
<tr><td>SOURCE 35</td></tr>
</table>

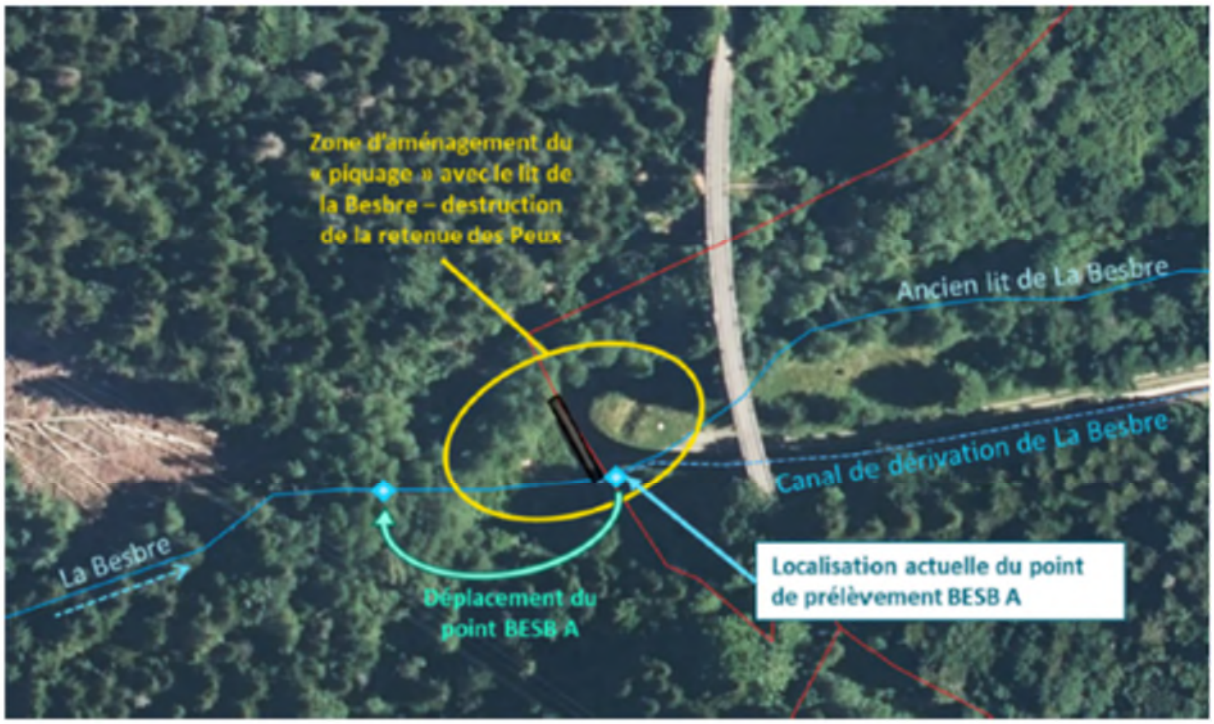


Figure 305 : Modification de l'emplacement du point BESB A (amont stockage) avant les travaux d'aménagement du « piquage » avec le lit de la Besbre

1.3.3.3 Aménagement hydromorphologique de la nouvelle Besbre

Le profil en long et en travers de la nouvelle Besbre a été défini afin de ne pas avoir de débordements vers le dôme protégeant les résidus jusqu'à une occurrence de 10 000 ans et pour limiter le risque inondation à l'aval. Ainsi, la nouvelle Besbre est conçue géométriquement pour absorber le débit d'une crue décamillénale de 65 m^3/s correspondant aux critères de la norme industrielle mondiale pour la gestion des résidus miniers de l'ICMM (International Council on Mining & Metals). Ce critère implique que la nouvelle Besbre absorbera de fait le débit de crue deux fois centennale de 54,8 m^3/s correspondant au critère du « groupe de travail relatif à l'évaluation de la tenue des ouvrages ceinturant les stockages de résidus de traitement de minerai d'uranium » dans le cadre du plan de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR).

Par ailleurs, le profil et le lit mineur ont été définis de manière à permettre la continuité écologique, y compris en situation d'étiage :

- Assurer la montaison et la dévalaison des poissons,
- Assurer le transit sédimentaire.

La lame d'eau ciblée à l'étiage atteint 20 cm avec des minimums locaux de 10 à 11 cm.

Le lit de la nouvelle Besbre sera constitué de pentes entre 0,7 et 4% permettant une continuité écologique. Le profil a été conçu selon les résultats de l'étude hydromorphologique menée sur la Besbre en aval du site. Il propose donc une succession de faciès lotiques et lentiques.

De l'amont vers l'aval, la pente moyenne est la suivante :

- 100 m : -0.7 %,
- 50 m : -4 %,
- 335 m : -0.7 %,
- 788 m : -4 %.

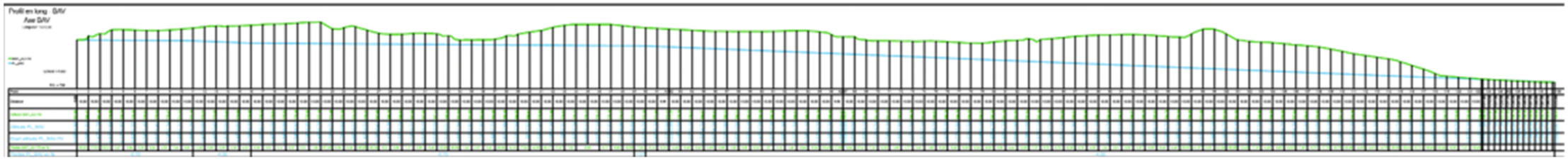
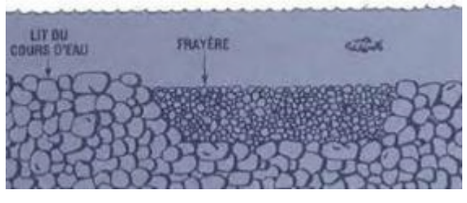
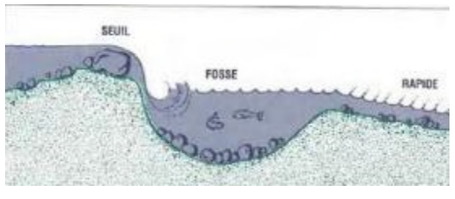


Figure 306 : Profil en long de la future Besbre par rapport au terrain naturel (Source : Philia, Note concernant la conception hydromorphologique de la nouvelle Besbre, mai 2025)

Au niveau de la zone à 4%, des bras morts (zone de repos et de frayères) seront créés et des blocs de pierres seront insérés pour créer de petites chutes (20 à 40 cm) dans le lit mineur (caches, refuges).





Des fosses seront créées, couvrant au minimum 30 % de la surface du cours d'eau. Elles présenteront une profondeur variable (30-50 cm) et une largeur également variable (< 1 m de diamètre).

En plus des fosses, il est primordial d'avoir aussi des blocs de taille variable (10 à 20 cm d'épaisseur et 20 à 45 cm de diamètre) répartis sur l'ensemble du cours d'eau. Ces derniers offrent un abri hydraulique, et parfois génèrent même des contre-courants, ce qui permet le repos des truites. Donc une répartition de ces blocs sera réalisée partout sur le cours d'eau renaturé.

L'aménagement de la zone hyporhéique (1m dans le granite massif, comblée avec des matériaux 0/80 – 0/150 mm) sera réalisé sans compactage afin de garder une perméabilité suffisante propice aux circulations tout en maintenant un flux de surface en étiage.

1.3.4 Incidences résiduelles sur les eaux superficielles

Le projet va induire de façon permanente un nouveau passage du lit de la Besbre en rive gauche du Grand Bassin et la démolition du canal de dérivation du cours d'eau. Ces changements hydromorphologiques vont induire également une modification du bassin versant de la Besbre ainsi que, très localement et non notablement, de son débit. Le risque inondation à l'aval va être très légèrement modifié.

Le nouveau lit de la Besbre permettra la création d'un corridor écologique et d'une continuité piscicole aujourd'hui supprimés par la dérivation canalisée historique. De plus, au regard des changements climatiques, le recouvrement des résidus miniers par un dôme solide limite les risques liés à la diminution prévisible de l'alimentation en eau, ainsi que la vulnérabilité aux phénomènes intenses (inondations).

Le Grand Bassin sera asséché et substitué par un dôme minéral.

Les radionucléides présents dans les résidus de traitement stockés représentent toujours une incidence sur la qualité des eaux superficielles mais les volumes d'eau à traiter seront moindres. Des mesures de suivis, détaillées dans la partie ci-après, sont déjà mis en œuvre à l'amont et à l'aval du site au droit de différents points de rejet. Ce suivi sera poursuivi pendant la phase chantier et à l'issue du réaménagement du site.

1.3.5 Mesures de suivi

Des suivis qualitatifs à l'amont et à l'aval du site sont d'ores et déjà mis en œuvre. Ils seront poursuivis pendant et après la phase chantier. Ces suivis portent sur des analyses hydrobiologiques, physico-chimiques et radiologiques.

Concernant le suivi hydrobiologique, les bio-indicateurs analysés sont les suivants :

Localisation	Indicateur	Fréquence
BESB A – Besbre amont rejet	IBG – DCE Sédiments	Tous les 5 ans Tous les 2 ans
BESB B – Besbre aval rejet	IBG – DCE Sédiments	Tous les 5 ans Tous les 2 ans

Concernant le suivi physico-chimique tous les 5 ans, les indicateurs analysés sont les suivants :

- le pH, la température, l'oxygène dissout et le taux de saturation et la conductivité,

Concernant l'état radiologique, l'arrêté préfectoral du 28 juin 2022 impose des valeurs limites d'émission pour les rejets de la station de traitement des eaux d'exhaure minière (TBO 2) et de la station de traitement par zéolithes (GBZ 2), en valeur moyenne annuelle (TBO 2) ou mensuelle (GBZ 2) :

Rejet	TBO 2	GBZ 2
Matières en suspension MES (mg/L)	30	30
Radium 226 soluble (Bq/L)	0,37	0,20
Radium 226 insoluble (Bq/L)	0,50	1,00
Uranium soluble (mg/L)	0,30	0,10
Uranium insoluble (mg/L)	0,01	0,01
Fer (mg/l)	5,0	Pas de prescription
Sulfates SO_4 (mg/L)	200	Pas de prescription

Un plan de surveillance réglementaire du site des Bois-Noirs Limouzat découlant des arrêtés préfectoraux de 1990, 2005, 2022 et 2025 pour le contrôle des eaux de surface et souterraines a été mis en place. L'uranium soluble et le radium soluble sont analysés au droit de chacun des points de contrôle.

Catégories		Points de Prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence des mesures/ analyses
Eaux non marquées radiologiquement provenant de la plateforme d'entreposage des matériaux de terrassement (Rejet du bassin de traitement des eaux pluviales)		**PLATEF BAS EP**	pH, conductivité, MES Hydrocarbures totaux	Trimestrielle Pendant 1 an
Rejet de la Zone Humide (Eaux non marquées radiologiquement)		**SURVERSE ZH**	pH, conductivité, MES ^{226}Ra soluble et U soluble	Trimestrielle pendant 3 ans
Eaux pluviales de la route d'accès (en sortie du débourbeur/déshuileur)		**EP CHAUSSEE**	pH, conductivité, MES Hydrocarbures totaux	Trimestrielle Pendant 1 an
Eaux avant traitement (eaux radiologiquement marquées)	**Drains du pied de digue** (mélange des drains D1 à D5)	**DRAINS 1**	pH, conductivité ^{226}Ra soluble et U soluble	Trimestrielle
	Drain station basse	**DRAIN 40**	pH, conductivité ^{226}Ra soluble et U soluble	Trimestrielle
	Eaux provenant du travers-banc TB0	**TBO 1**	pH, conductivité ^{226}Ra soluble, U soluble	Trimestrielle
Alvéoles de stockage des boues et zéolithes	**Lixiviats** (eaux d'essorage provenant des boues et zéolithes stockées dans une alvéole)	**ALV LIXI**	Débit	Hebdomadaire
			pH, conductivité ^{226}Ra soluble et U soluble Sulfates	Mensuelle
	Eaux de drainage sous casier	**ALV DRAIN**	Débit	Hebdomadaire
			pH, conductivité ^{226}Ra soluble et U soluble Sulfates	Mensuelle
Rejet (eaux traitées)	**Rejet Station Zéolithes** (emplacement au niveau de la plateforme dédiée à proximité de la station basse)	**GBZ2**	pH, conductivité, MES ^{226}Ra soluble et U soluble ^{226}Ra insoluble et U insoluble	Mensuelle
	Rejet de la station basse	**TBO 2**	pH, conductivité, MES ^{226}Ra soluble et U soluble ^{226}Ra insoluble et U insoluble Fer, Sulfates	Mensuelle
Milieu Naturel	**La Besbre en amont du stockage**	**BESB A**	pH, conductivité ^{226}Ra soluble, U soluble	Trimestrielle

Catégories		Points de Prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence des mesures/ analyses
	La Besbre en aval du stockage	BESB B	pH, conductivité ^{226}Ra soluble, U soluble	Bi-mensuelle pendant 2 ans puis mensuelle
	« Zone du Paradou »	SOURCE 35 ARRIVEE 5	pH, conductivité ^{226}Ra soluble et U soluble	Trimestrielle pendant 2 ans puis semestrielle

Catégorie	Point de prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence
Rejet des bassins de traitement des eaux pluviales *(eaux **non** marquées radiologiquement)*	Exutoire du bassin	pH, conductivité, MES, ^{226}Ra soluble, U soluble, hydrocarbures totaux	Mensuelle
		^{226}Ra insoluble, U insoluble	Trimestrielle

Tableau 132 : Proposition de surveillance sur les eaux de surface post-réaménagement (source : Plan de surveillance prévisionnel, Orano)

1.4 EAUX SOUTERRAINES

1.4.1 Incidences sur la qualité des eaux souterraines

Des pollutions chroniques pourraient altérer la qualité des eaux souterraines dans les secteurs en terrassement :

- la production de matière en suspension (MES) due à l'activité de terrassement, à la circulation des engins et à l'arrosage des pistes, qui se retrouveraient dans les eaux de ruissellement et pourraient ainsi rejoindre le réseau hydrographique local,
- les égouttures d'hydrocarbures dues à la présence d'engins de chantier.

Des pollutions accidentelles des eaux peuvent survenir durant la phase chantier par apport accidentel d'hydrocarbures lié à la présence des engins et des camions dans l'emprise du site et au niveau des aires de stationnement, notamment lors des opérations de remplissage de leur réservoir.

1.4.2 Incidences quantitatives sur les eaux souterraines

L'abaissement du niveau du Grand Bassin va probablement induire une différence d'écoulement des eaux souterraines par rapport à l'état actuel. Actuellement, le Grand Bassin mais plus majoritairement les TMS drainent ces eaux. À l'issue du réaménagement, le nouveau lit de la Besbre aura une influence sur l'écoulement souterrain. La Besbre jouera le rôle de drain naturel et captera les eaux rive gauche (au Nord). De même, la digue en amont du stockage jouera le rôle de barrière pour les eaux venant de l'amont (à l'Ouest).

Cependant, aucun prélèvement des eaux souterraines ne sera réalisé dans le cadre du réaménagement du site des BNL (en dehors de l'utilisation de la source déjà captée) et aucune mise à nu d'une nappe d'eau souterraine n'est effectuée.

Aucun affouillement ne sera réalisé au droit de l'ancienne mine souterraine. La gestion des eaux à ce niveau ne sera pas impactée.

Le débit moyen des eaux d'exhaure des travaux miniers souterrains ne sera pas modifié. (120 m^3/h au maximum).

La suppression du Grand Bassin risque d'engendrer une modification des écoulements souterrains. En effet, actuellement les TMS drainent la majorité des eaux souterraines collectées au TB0 et dans une moindre mesure, le Grand Bassin les draine vers le pied de digue comme l'indiquent les relevés piézométriques.

Vis-à-vis du rabattement de la nappe, une modélisation hydrogéologique semi-quantitative a été produite (Projet de réaménagement en couverture solide - Modélisation hydrogéologique, rapport d'Étude – Intera, avril 2025) afin d'évaluer l'impact du projet sur le système phréatique à l'extérieur du site en comparant les niveaux d'eau à l'état initial et à l'état projet, soit le rabattement anthropique induit par le réaménagement du site (surcreusement de la Besbre). Elle montre globalement une influence du projet :

- En partie aval du site (cf. profil ci-dessous), on note une influence du projet sur 900 m à partir de la Besbre, et le rabattement de 1,5 m à hauteur du Vernois (à une distance de 500 m de la Besbre) à 8 m en limite de site. On note cependant l'absence d'utilisation de la nappe (puits, forages) dans ce secteur.

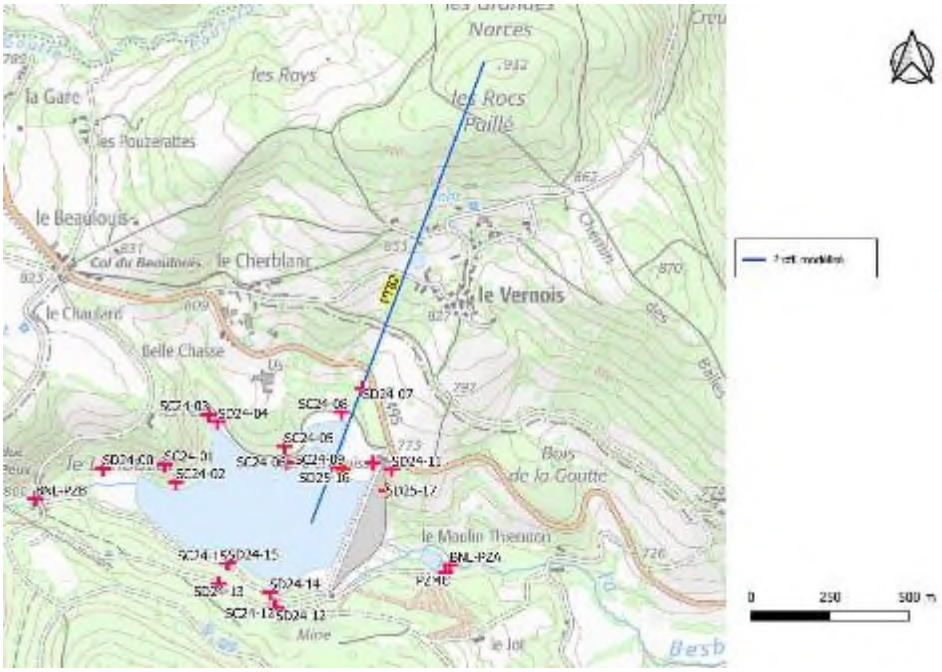


Figure 307 : Localisation du profil aval de modélisation (source : Intera)

- En partie amont du site (cf. profil ci-dessous), un impact qui devient négligeable à une centaine de mètre de la Besbre et aucun impact significatif au droit du hameau des Peux qui se situe à environ 200 m de la Besbre, ainsi que le rabattement induit

sur les charges des niveaux supérieurs arénitiques et des granites altérés est d'environ 1 m à une distance de 30 m de la Besbre.

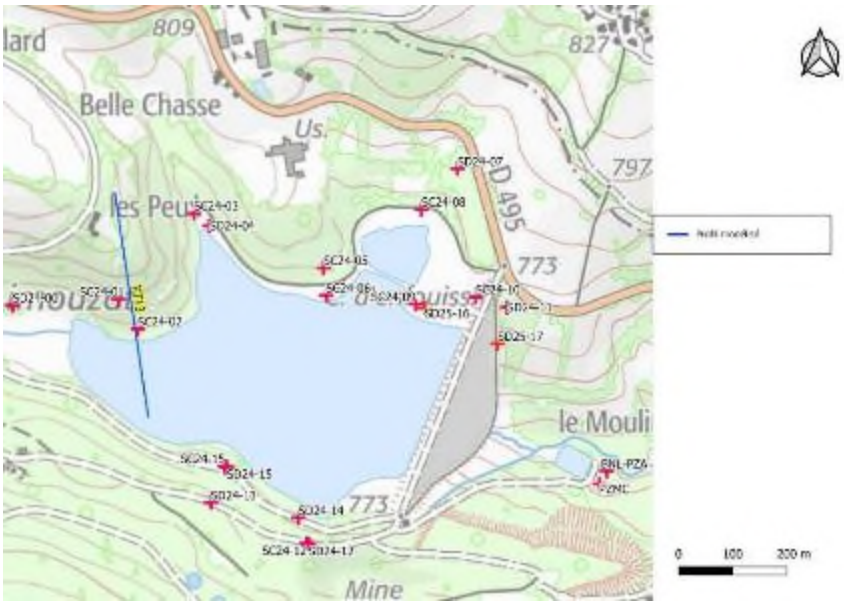


Figure 308 : Localisation du profil amont de modélisation (source : Intera)

Il faut toutefois noter les limitations des simulations hydrogéologiques en 2D qui tendent à maximiser les rabattements simulés.

1.4.3 Mesures d'évitement et de réduction

Les mesures indiquées pour la protection des sols et des eaux superficielles permettront également de limiter le risque de pollution chronique ou accidentelle des eaux souterraines.

Aucun prélèvement d'eau souterraine n'est effectué sur le site. Seule une source est captée pour les besoins d'eaux sanitaires.

On notera que la couverture du stock de résidus miniers par un dôme peu perméable, combinée avec la mise en place d'une tranchée drainante en rive droite de la Besbre (destinée à drainer les éventuels apports depuis le stock de résidus) vont constituer un impact positif indirect mais significatif sur la qualité de ces eaux en limitant les possibilités d'échanges entre les eaux provenant du stock de résidus et les eaux souterraines.

1.4.4 Mesures de suivi

Actuellement, le suivi et la surveillance environnementale des eaux souterraines sont assurés par trois piézomètres :

- BNL PZA, référence amont du stockage de résidus,
- BNL PZB référence aval du site,

- PZM C, localisé sur le site et en aval de la verse du Jot.

Au cours de l'ensemble des travaux de réaménagement, Orano Mining propose le maintien du suivi des mesures et analyses existantes, effectuées sur ces trois ouvrages, avec un renforcement de la fréquence de surveillance, et l'ajout des hydrocarbures pour les piézomètres localisés en aval des secteurs de travaux, BNL PZB et PZM C, en raison de la présence d'engins nécessaires aux travaux.

La surveillance environnementale de nouveaux piézomètres n'apparait pas nécessaire pendant la durée des travaux et dans les secteurs concernés par les terrassements : ces travaux modifieront l'hydrogéologie (profondeur des nappes, sens d'écoulement) au droit du stockage, de sorte à ce que les futurs aménagements mis en place tels que la tranchée drainante en rive droite de la future Besbre, puissent éviter le mélange des eaux du stockage de résidus de traitement du minerai avec celles de la nappe alluviale du futur lit de la Besbre.

À l'issue du réaménagement, 4 nouveaux piézomètres en pied de stockage entreront dans le programme de surveillance. Les niveaux piézométriques dans ces ouvrages seront relevés deux fois par mois sur une période initiale de 3 ans puis trimestriellement. Des analyses des paramètres pH, conductivité, uranium et radium 226 solubles seront réalisées trimestriellement pendant 3 ans puis semestriellement. Ce suivi renforcé pendant 3 ans permettra de mieux comprendre l'influence du stockage réaménagé sur les eaux souterraines au pied du stockage et en bordure du drain majeur que sera la nouvelle Besbre.

Catégories	Points de Prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence des analyses
Piézomètre en amont du stockage	**BNL PZA**	Niveau d'eau pH, conductivité ^{226}Ra soluble, U soluble	Semestrielle
Piézomètre sur site et en aval de la verse du Jot	**PZM C**	Niveau d'eau pH, conductivité ^{226}Ra soluble, U soluble	Semestrielle
Piézomètre en aval du stockage	**BNL PZB**	Niveau d'eau pH, conductivité ^{226}Ra soluble, U soluble	Semestrielle
Surveillance des eaux souterraines en pied de stockage (bordure nord – zone humide)	**4 nouveaux piézomètres** (cf. Figure 46)	Niveau d'eau	Bimensuelle pendant 3 ans puis trimestrielle
		pH, conductivité ^{226}Ra soluble, U soluble	Trimestrielle pendant 1 an puis semestrielle

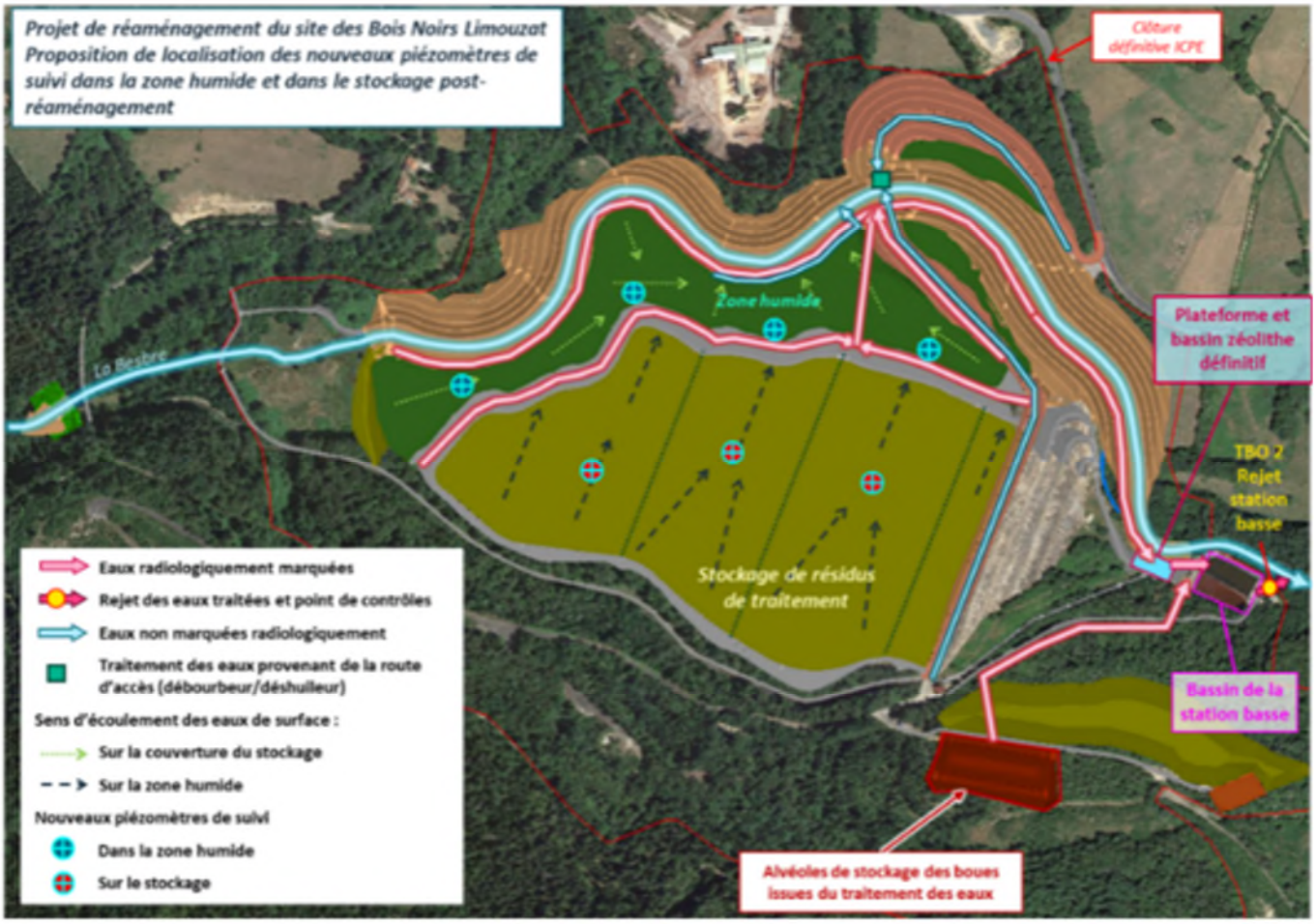


Figure 309 : Proposition de localisation de nouveaux piézomètres en pied du stockage (zone humide) et sur le stockage (source : Philia Ingénierie)

1.5 CLIMAT ET VULNERABILITE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Ce chapitre est réalisé en application de l'article R.122-5 du code de l'environnement (5°f.) modifié par le décret n° 2017-626 du 25 avril 2017 qui précise que *« les incidences du projet sur le climat et la vulnérabilité du projet au changement climatique »* devront être analysées.

Compte tenu de la nature du projet et des modalités d'exploitation, s'agissant de la surveillance d'un stockage de résidus miniers, le fonctionnement du site hors période de chantier n'est pas de nature à générer des émissions de gaz à effet de serre (GES) de façon notable. En revanche, le chantier de réaménagement, objet d'un classement sous les rubriques connexes 2515, 2517, 2260, 1532 et 2731, sera à l'origine d'émissions de gaz à effet de serre (CO_2 principalement, et O_3) qui sont associés directement (CO_2) ou indirectement (O_3) à la combustion des énergies fossiles.

Ces émissions seront néanmoins très modérées. La seule énergie fossile consommée sur le site correspondra au carburant des engins et des camions, avec une faible consommation

au regard de celles associées à la circulation sur les axes routiers (par exemple, les émissions liées au trafic autoroutier sur le territoire de la Communauté de Communes du Pays d'Urfé s'élèvent annuellement à 39,83 kteqCO_2) et à des installations plus « lourdes » nécessitant l'utilisation de plusieurs milliers de mètres cubes annuels d'énergies fossiles.

1.5.1 Incidences sur le climat

Pour l'évaluation des émissions de GES du chantier, l'ensemble des postes d'émission a été pris en compte (énergie, intrants, fret interne, fret externe, déchets et immobilisations).

Le trafic lié aux apports et aux évacuations de déchets ou de matériaux étant limité du fait du réemploi des matériaux de déblai de la nouvelle Besbre, les émissions sont essentiellement liées aux dépenses énergétiques in situ et aux immobilisations (matériel) nécessaires au chantier. Seul l'apport de consommables, notamment la zéolithe et la bentonite, présente une signature notable parmi les émissions globales du site (13,2% des émissions de GES du chantier).

Considéré globalement, le chantier de réaménagement du site des BNL va générer théoriquement l'émission de **10 052 teqCO_2 sur les cinq années**. Il existe une marge d'incertitude assez forte (28% en moyenne), notamment concernant le poste « énergie » dans la mesure où l'ensemble des consommations considérées correspondent à du carburant (gazole pour les besoins de l'évaluation) et où le devenir des grumes de bois n'est pas encore intégralement connu[33]. Il s'agit néanmoins d'une valeur indicative intéressante puisque l'ensemble des postes d'émission est connu pour un tel chantier. Cette valeur peut en outre être comparée aux émissions probables des autres scénarios envisagés et met en évidence le caractère relativement sobre de la solution retenue.
Ainsi, la solution alternative de transfert des résidus miniers vers une filière de traitement et de stockage externe (solution hypothétique en l'absence de filière disponible) apparaît largement plus émettrice de GES, avec un bilan probable[34] à 42 345 teqCO_2, soit plus de 4 fois le total des émissions prévisibles du chantier.

[33] Il est probable que le bois ne soit pas finalement broyé dans l'intégralité du stock pour être réemployé en couverture finale pour le réensemencement.

[34] Modification du poste "fret interne" en "fret externe" pour l'exportation des résidus vers un centre de stockage (critère de proximité) à 242 km (484km A/R) / transport en rigide 20 à 26t / estimation tonne.km ; les autres postes restent inchangés.

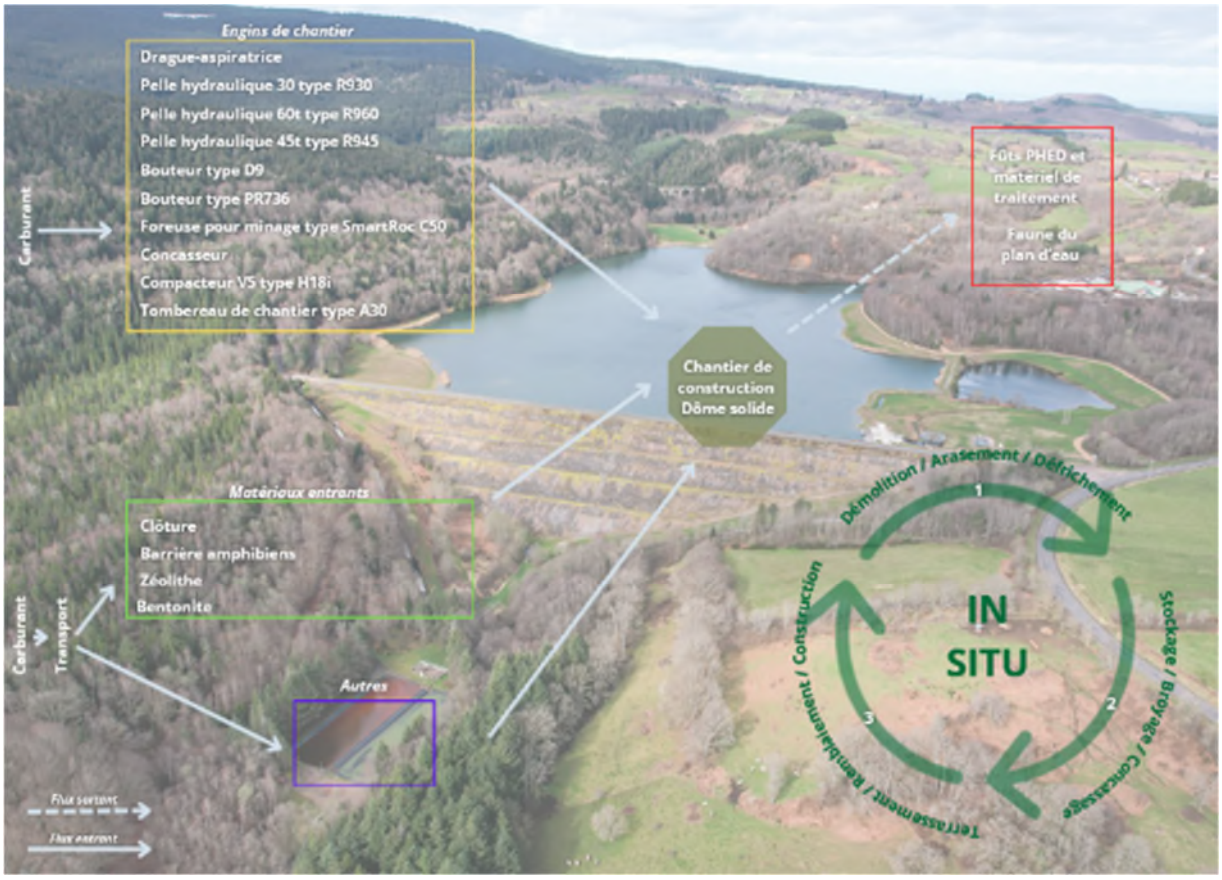


Figure 310 : Cartographie du périmètre retenu pour l'évaluation des émissions de GES du chantier de réaménagement

Cette estimation des émissions de GES du chantier est à mettre en perspective avec les émissions globales du territoire. Ainsi, les émissions de GES de la Communauté de Communes du Pays d'Urfé atteignent 92,46 kteqCO_2 par an (données 2022, source : Terristory Auvergne-Rhône-Alpes). Elles sont majoritairement liées au transport routier (52,3% des émissions de GES) et relèvent donc de la combustion de produits pétroliers.

En conséquence, on peut estimer que les émissions annuelles[35] de GES du chantier de réaménagement des BNL contribuera à seulement **2,13% des émissions annuelles globales du territoire**.

Par la suite, les émissions de GES liées à la surveillance du site peuvent être considérées comme négligeables puisque les consommations énergétiques, les intrants et les immobilisations sont et resteront faibles.

Localement, les conditions climatiques ne sont pas modifiées : la présence du plan d'eau conduit à un albédo (pouvoir de réflexion d'une surface exposée à la lumière) plus fort que celui du sol. On peut relever, de manière théorique et générale, un certain nombre d'effets

[35] Le calcul a été simplifié en divisant par 5 les émissions totales du chantier, pour obtenir une valeur annualisée.

des zones en eau sur quelques paramètres climatiques dont notamment une augmentation de l'humidité relative en raison d'une plus forte évaporation, celle-ci pouvant induire la formation de brumes, de brouillards voire de légères précipitations. Cependant, étant donné la surface limitée du plan d'eau concerné (environ 18 ha), les répercussions sur le fonctionnement climatique local seront limitées au droit du site.

1.5.2 Vulnérabilité du projet au changement climatique

1.5.2.1 Définitions

L'histoire du climat de notre planète comporte des périodes de glaciation et de réchauffement naturelles. Ces cycles naturels sont d'amplitude et de durée variable. Le changement climatique désigne l'ensemble des variations des caractéristiques climatiques en un endroit donné, au cours du temps : réchauffement ou refroidissement.

Le changement climatique actuel n'est pas cohérent avec ces cycles naturels ; il est amplifié par des causes d'origine anthropiques. C'est la première fois dans l'histoire de l'humanité que l'Homme semble influencer sur son environnement de manière irréversible et avec des phénomènes induits de grande ampleur.

Certaines formes de pollution de l'air, résultant d'activités humaines, menacent de modifier sensiblement le climat, dans le sens d'un réchauffement global.

Les principaux gaz anthropiques (émis par l'homme et à effet de serre direct) sont le gaz carbonique (CO_2), le méthane (CH_4), le protoxyde d'azote (N_2O), l'hydrofluorocarbone (HFCs), l'hydrocarbure perfluoré (PFCs) et l'hexafluorure de soufre (SF_6).

On peut ajouter à cette liste l'ozone, qui n'est pas directement émis par les sources de pollution anthropiques mais qui résulte de l'action du rayonnement solaire et des températures élevées sur des gaz (oxydes d'azote, méthane, composés organiques volatils, monoxyde de carbone) issus pour une part prépondérante des activités humaines.

Ce phénomène de réchauffement entraîne des dommages importants : élévation du niveau des mers, accentuation des événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, cyclones, ...), déstabilisation des forêts, menaces sur les ressources d'eau douce, difficultés agricoles, désertification, réduction de la biodiversité, extension des maladies tropicales, *etc.*

Selon le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC), ce changement climatique s'accompagnerait notamment d'une perturbation du cycle de l'eau, d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité des catastrophes naturelles d'origine climatique (sécheresses, inondations, tempêtes, cyclones), d'une menace de disparition de certains espaces côtiers (en particulier les deltas, les mangroves, les récifs coralliens, les plages d'Aquitaine, *etc.*), accélérerait la diminution de la biodiversité (disparition d'espèces animales ou végétales). En Europe, les glaciers et le pergélisol fondent, la saison de végétation s'allonge et des épisodes extrêmes (comme la catastrophique vague de chaleur de 2003) se multiplient. Selon les chercheurs, les régions au nord de l'Europe vont connaître des étés plus chauds, des précipitations plus abondantes, une extension des forêts et une productivité agricole accrue. On constate également la progression en altitude ou le déplacement vers les de distribution géographique d'un certain nombre d'espèces végétales

et animales, la régression de certaines populations végétales et animales et la précocité de la floraison des arbres, de l'apparition des insectes et de la ponte des oiseaux.

Les systèmes humains qui sont sensibles à l'évolution du climat comprennent principalement les ressources en eau, l'agriculture (particulièrement pour ce qui concerne la sécurité alimentaire) et la foresterie, les zones côtières et les systèmes marins (pêches), les établissements humains, l'énergie et l'industrie, les assurances et autres services financiers et la santé. La vulnérabilité de ces systèmes varie selon l'emplacement géographique, le moment considéré et les conditions sociales, économiques et environnementales.

Pour la France, les simulations réalisées par les experts de Météo France suggèrent que le changement climatique :

- réduirait le caractère tempéré du climat avec un réchauffement moyen de l'ordre de 2°C ;
- modifierait le régime des précipitations : augmentation de 20 % en hiver, diminution de 15 % l'été ;
- pourrait entraîner un affaiblissement du Gulf Stream, avec comme conséquence un refroidissement sensible de notre façade océanique (-4°C), ramenant les températures moyennes en France au niveau de celles atteintes lors de la dernière glaciation.

1.5.2.2 Vulnérabilité du projet

- **Vis-à-vis du risque canicule, températures élevées, sécheresse**

Le projet ne présente pas de vulnérabilité spécifique quant au changement climatique et à ses effets. Au contraire, il a été établi et défini de manière à suppléer la couverture en eau actuelle des résidus dont la pérennité est incertaine au regard du réchauffement climatique et de la moindre disponibilité future de la ressource.

L'évolution du climat n'engendre, au niveau du projet, aucun risque naturel supplémentaire particulier, les infrastructures et les process étant peu sensibles aux variations de températures.

L'assèchement des résidus a été considéré dans la conception de la couverture solide, au même titre que le tassement du fait de la charge lors du remblaiement. La pérennité de la couverture solide, y-compris dans son épaisseur et son rôle de protection, est donc assurée en considérant les effets du réchauffement global.

Les effets d'une canicule prolongée sur la structure des pistes et chaussées ne sont pas encore évalués précisément. L'augmentation de la température estivale attendue suite au réchauffement climatique peut réduire la résistance à l'orniérage des chaussées. Mais le trafic sur site restera très modéré et donc peu impactant à cet égard, et la route d'accès sera créée en déblai et remblai sur du matériau peu sensible à ces variations.

L'alimentation hydrique de la zone humide sera assurée grâce à un impluvium conséquent ainsi qu'à une micro-topographie et une pédologie reconstituée favorables à la rétention des eaux.

Les espèces retenues pour l'ensemencement du dôme final seront adaptées aux conditions bioclimatiques locales, à la typologie du substrat, de sorte que les épisodes de forte chaleur et de sécheresse ne remettront pas en cause la pérennité de la couverture végétale. Dans tous les cas, la végétation n'entre pas en ligne de compte dans le dispositif de radioprotection.

Le projet est faiblement vulnérable par rapport au risque canicule et températures élevées.

- **Vis-à-vis du risque inondation**

Le dimensionnement du lit de la nouvelle Besbre a été réalisé en considérant les débits d'un évènement décamillénal. La vulnérabilité du projet est donc nulle vis-à-vis des effets du changement climatique au regard de l'exacerbation des phénomènes intenses.

- **Vis-à-vis du risque tempête – vent violent**

Le projet ne prévoit qu'une construction supplémentaire, pour la couverture de l'alvéole de stockage des boues de traitement des eaux. La conception de la structure prend en compte les risques de vents violents afin de prévenir la dégradation du bâti.

Les arbres sont susceptibles d'être arrachés en cas de vents violents. Leur distance à la structure permet d'éviter tout dégât en cas de chute.

Il est cependant à noter qu'aucune évolution de la fréquence des vents forts n'est attendue. Dans ces conditions, le projet est faiblement vulnérable par rapport au risque de tempêtes et vents violents.

1.5.3 Mesures d'évitement et de réduction

1.5.3.1 Vis-à-vis de l'incidence climatique

La principale mesure intégrée au projet correspond au réemploi des matériaux sur site, évitant ainsi le recours à des gisements externes qui générerait un trafic plus important en termes de distance et donc d'énergie consommée (à l'exception de la bentonite, gisement non disponible sur le site, et de la zéolithe pour les besoins du traitement des eaux marquées radiologiquement).

Les matières premières transiteront de la zone de terrassement vers la verse du Jot ou la plateforme bois, et repartiront vers la zone sur site à remblayer.

La configuration du site ne permet pas d'éviter l'utilisation de camions pour transporter les matériaux extraits au sein du site des BNL. La vitesse de circulation sera limitée à 20 km/h pour les engins et camions qui circulent sur le site et les engins sont régulièrement entretenus de manière à optimiser leur fonctionnement et à limiter la consommation d'hydrocarbures.

1.5.3.2 Vis-à-vis de la vulnérabilité au changement climatique

La conception du projet et ses caractéristiques propres ont pour effet une moindre vulnérabilité des aménagements au changement climatique. Aucune mesure complémentaire n'apparaît utile à cet égard.

1.5.4 Impacts résiduels et mesures complémentaires

Aucune incidence résiduelle n'est à craindre sur le climat dans le cadre du réaménagement du site des BNL.

Une augmentation temporaire des émissions de gaz à effet de serre est attendue étant donné la nature des travaux envisagés (terrassements). Une fois la phase chantier terminée, le trafic ainsi que les émissions seront largement réduits et seront similaires à l'état actuel.

2 INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT NATUREL

Les niveaux d'incidences sur le milieu naturel sont hiérarchisés de la façon suivante :

Positif	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort

Ce chapitre traite dans un premier temps de l'analyse des impacts bruts du projet de réaménagement du site des BNL, **correspondant aux impacts susceptibles d'intervenir en l'absence de mise en place des différentes mesures de la séquence « Éviter-Réduire-Compenser »**. Il s'agit donc d'un **scénario d'impacts maximisant** ne prenant pas en compte les mesures d'évitement envisagées dans le cadre du projet. Ces mesures d'évitement et des mesures de réduction sont présentées dans le chapitre *2.7 – Mesures mises en œuvre pour éviter, réduire et compenser les incidences brutes du projet*.

Les **impacts résiduels** sont ensuite analysés. Il s'agit des impacts restants calculés après détermination des mesures d'évitement puis de réduction.

2.1 INCIDENCES SUR LA FONCTIONNALITE ECOLOGIQUE DU SITE

Rappel de l'état initial : L'AEI se situe en dehors des réservoirs principaux de la trame verte ; mais est concernée par un réservoir secondaire dans sa partie sud (massif boisé) ; la partie nord correspond à un espace perméable à la faune terrestre. Une clôture présente sur tout le pourtour de l'AEI, présentant néanmoins de nombreuses brèches, fragmente la trame verte. L'AEI se situe en dehors des corridors principaux de la trame bleue ; mais est traversée par un cours d'eau canalisé (La Besbre) d'ouest en est dans sa partie sud. Un obstacle à l'écoulement et à la continuité écologique est présent (barrage). L'enjeu vis-à-vis des fonctionnalités écologiques est évalué comme modéré pour la partie boisée au sud du site (réservoir secondaire de la trame verte) à faible pour le reste du site.

2.1.1 Phase travaux

Dans une certaine mesure, en raison du dérangement, le projet va dégrader dès la phase chantier et ce pour l'ensemble de la durée des travaux, la transparence de déplacement actuelle pour la faune terrestre. Ce dérangement est néanmoins temporaire, sur le moyen terme, et sera en partie compensé par un ensemble de mesures visant à réduire cette incidence.

Mesures intégrées au projet :

- ***E4.1 a-b** – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année*
- ***R2.1 i** – Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux (Barrière à petite faune)*
- ***C3** - Création d'un réseau de mares de substitution*
- ***C4 -** Création d'habitats rocheux de substitution (reptiles)*
- ***R2.1 o** (2) - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers les habitats de substitution (amphibiens, reptiles)*

2.1.2 Phase post-travaux

À la fin des travaux, le périmètre du site sera clôturé de façon hermétique pour la grande faune terrestre (Sangliers et Chevreuils essentiellement). Les petite et moyenne faune terrestre ne seront pas impactées, du fait de la taille des mailles de la future clôture (5 x 20 cm), et de la mesure visant à améliorer la transparence écologique du site par la création d'ouvertures régulières au niveau du sol (20 x 20 cm tous les 50 m). Les cortèges volants ne seront pas impactés.

À l'issue des travaux, le site sera fermé au public et l'activité humaine de maintenance sera silencieuse et occasionnelle.

Les habitats écologiques les plus sensibles vis-à-vis de la trame verte, tels que les boisements anciens, seront conservés et gérés en libre évolution, augmentant grandement la valeur écologique du site au sein de la trame locale.

La création de dizaines d'hectares de prairies de fauche, présentant notamment une composante humide, est d'intérêt majeur localement. En effet, le site s'insère localement au sein d'un réseau d'espaces naturels patrimoniaux, notamment désignés ainsi en raison de la présence de milieux prairiaux humides, régionalement en mauvais états de conservation.

À l'issue des travaux, l'intérêt du site et du réseau écologique local vis-à-vis de la trame verte dans son ensemble, des sous-trames prairiales et des milieux boisés en particulier, sera amélioré.

À l'heure actuelle, outre le point de conflit physique que représente le barrage en tant que tel, le linéaire canalisé très artificialisé détournant les eaux de la Besbre sur près d'1,3 km représente tout autant un point noir dans le réseau écologique local.

Le plan d'eau, bien que faisant partie intégrante de la trame bleue à l'heure actuelle, demeure néanmoins relativement déconnecté de cette dernière, ne permettant pas la continuité écologique du réseau hydrologique local. À noter que le plan d'eau est de nature anthropique et ne présente pas d'habitat à haute valeur écologique, notamment du fait de la présence d'espèces invasives impactant significativement le milieu (Écrevisses de Californie). Les espèces piscicoles qui s'y trouvent ont toutes été introduites, vraisemblablement de la main de l'homme, ne présentent aucun statut de conservation défavorable, et, par ailleurs, ne se retrouvent pas naturellement au sein du contexte local (secteur de tête de bassin présentant une influence montagnarde).

La Loutre d'Europe, bien représentée localement au niveau de l'ensemble des cours d'eau de tête de bassin, fréquente actuellement les berges du plan d'eau pour s'y nourrir. Cette espèce continuera à fréquenter le site après renaturation du milieu et restauration de la continuité écologique, au même titre que l'ensemble du linéaire hydrographique local.

Avec le rétablissement de la continuité écologique et piscicole au niveau de la Besbre, à la suite de l'effacement de l'ouvrage, et à la renaturation du linéaire local du cours d'eau, la trame bleue et le contexte écologique seront donc améliorés.

Mesures intégrées au projet :

- ***R2.1 h** - Perméabilité des clôtures à la petite et moyenne faune*
- *Gestion des milieux ouverts en prairies de fauche (fauche tardive, dans le cadre de la mesure **C2**).*
- ***C3** - Création d'un réseau de mares de substitution*

En raison de la nature des travaux, rétablissant la continuité au niveau du cours d'eau et améliorant le réseau écologique local au niveau des sous trames des milieux boisés et prairiaux, les incidences brutes comme résiduelles du projet sur les fonctionnalités écologiques locales du site seront positives à l'issue des travaux.

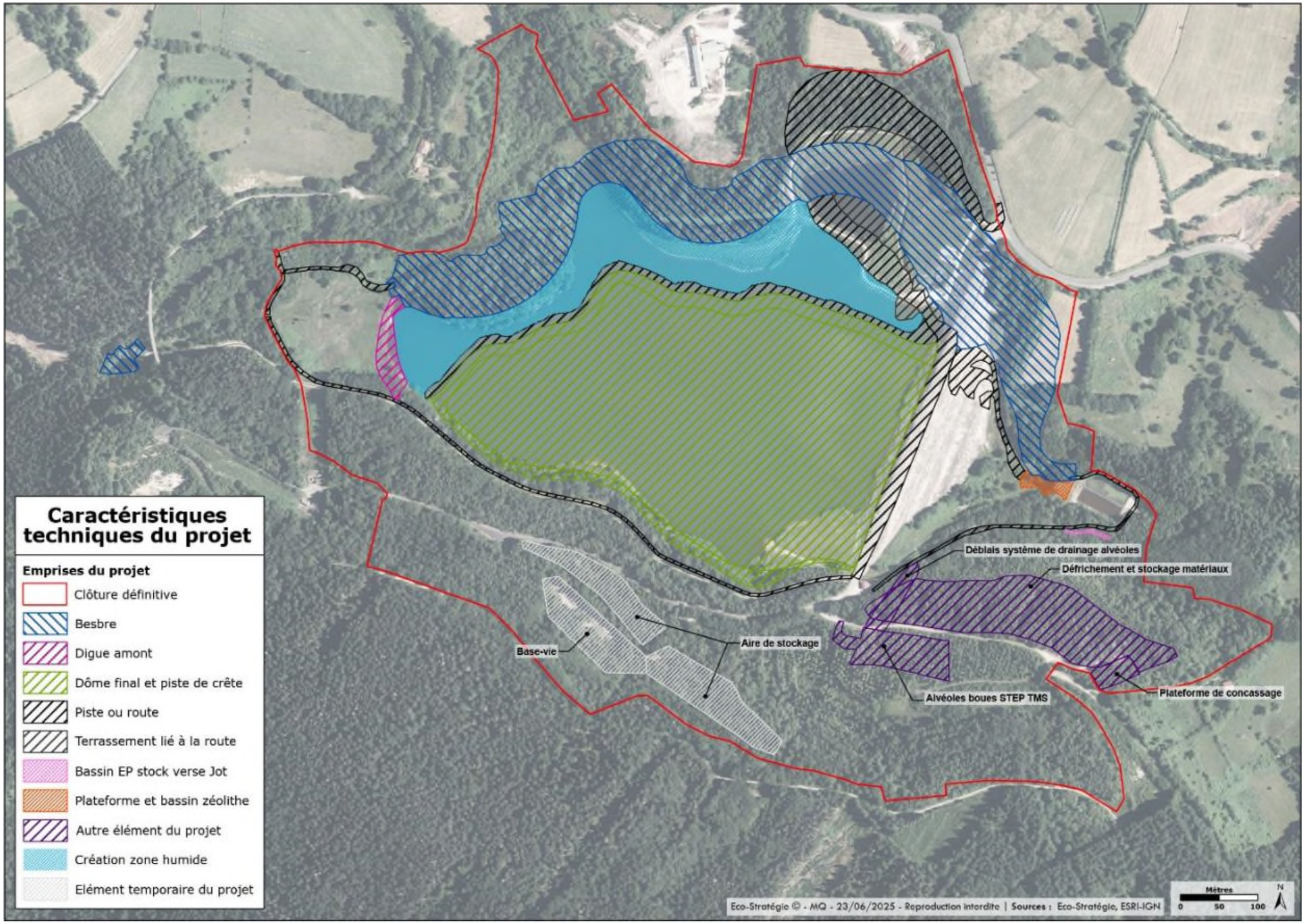

Caractéristiques techniques du projet
Emprises du projet
Clôture définitive
Besbre
Digue amont
Dôme final et piste de crête
Piste ou route
Terrassement lié à la route
Bassin EP stock verse Jot
Plateforme et bassin zéolithe
Autre élément du projet
Création zone humide
Elément temporaire du projet
Déblais système de drainage alvéoles
Défrichement et stockage matériaux
Base-vie
Aire de stockage
Alvéoles boues STEP TMS
Plateforme de concassage
Eco-Stratégie © - MQ - 23/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
50
100
N

Figure 311 : Présentation des éléments du projet (ECO-STRATEGIE)

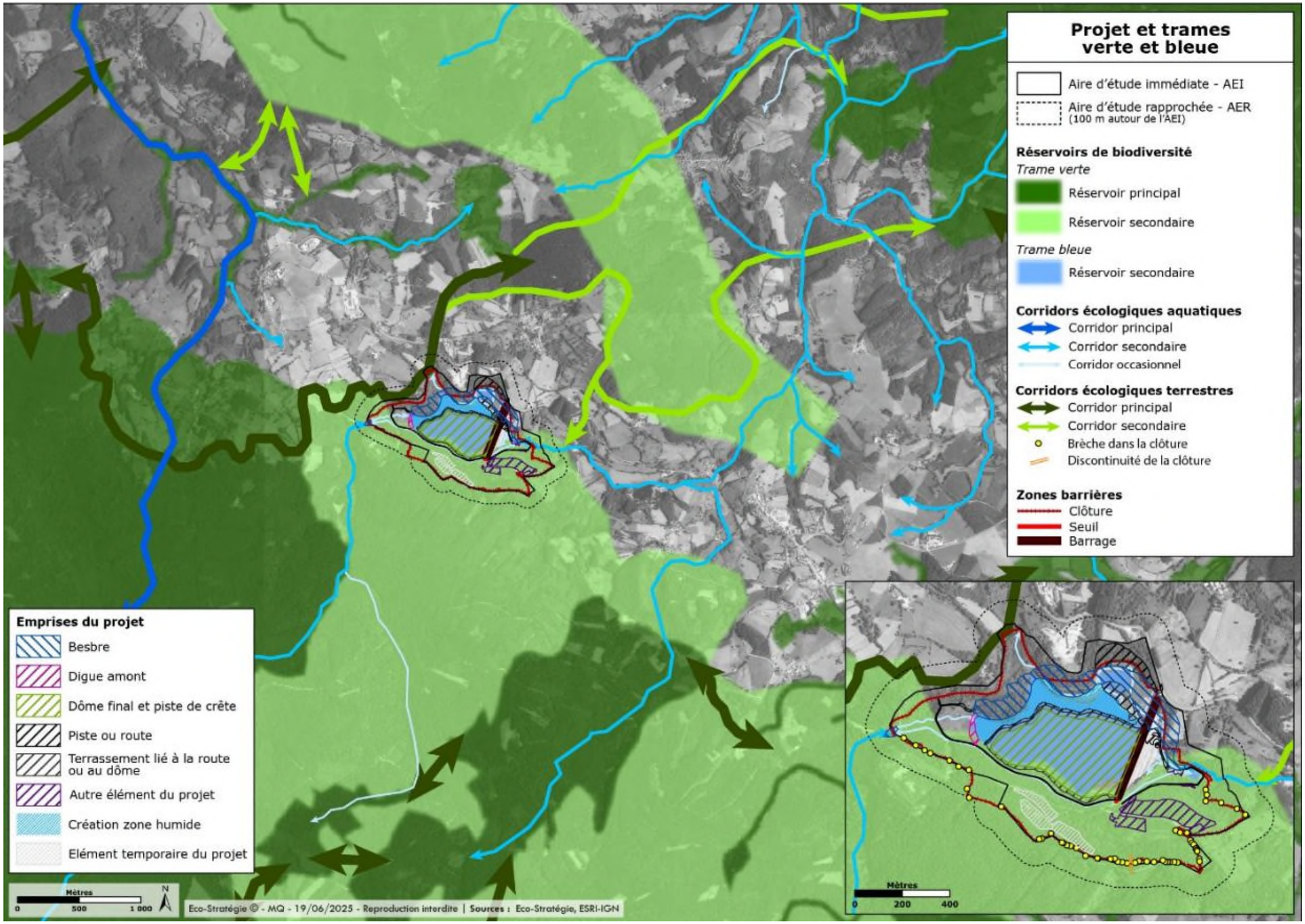

Projet et trames verte et bleue
Aire d'étude immédiate - AEI
Aire d'étude rapprochée - AER
(100 m autour de l'AEI)
Réservoirs de biodiversité
Trame verte
Réservoir principal
Réservoir secondaire
Trame bleue
Réservoir secondaire
Corridors écologiques aquatiques
Corridor principal
Corridor secondaire
Corridor occasionnel
Corridors écologiques terrestres
Corridor principal
Corridor secondaire
Brèche dans la clôture
Discontinuité de la clôture
Zones barrières
Clôture
Seuil
Barrage
Emprises du projet
Besbre
Digue amont
Dôme final et piste de crête
Piste ou route
Terrassement lié à la route ou au dôme
Autre élément du projet
Création zone humide
Elément temporaire du projet
Mètres
0 500 1 000
N
Mètres
0 200 400
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN

Figure 312 : Localisation du projet au regard des éléments de la Trame Verte et Bleue locale (ECO-STRATEGIE)

2.2 INCIDENCES SUR LES HABITATS NATURELS ET LES ZONES HUMIDES

2.2.1 Préambule

Rappel de l'état initial : L'AEI abrite 29 habitats naturels, avec une dominance des habitats boisés (boisements mixtes), et une bonne représentativité des habitats aquatiques (plans d'eau, cours d'eau) et leurs annexes.

L'AEI comprend 9 habitats patrimoniaux et/ou d'intérêt communautaire, représentant près de 41 % de la superficie totale. L'AEI comprend 9 habitats de zones humides et 3 habitats aquatiques, représentant près de 32 % de la superficie totale. L'AEI inclut 2 habitats évalués à enjeu fort (prairies à Molinie, mégaphorbiaies) et 12 à enjeu modéré. L'AEI présente des enjeux d'habitats principalement concentrés autour du principal plan d'eau du site, sur des biotopes connexes à ce dernier.

L'enjeu vis-à-vis des habitats est évalué comme fort pour les mégaphorbiaies et les prairies à Molinie (habitats menacés, d'intérêt communautaire et de zones humides) ; modéré pour les autres habitats remarquables (pelouses, prairies de fauche, roselières, fourrés humides, boisements de feuillus ou mixtes, etc.) ; et faible à très faible pour les autres habitats du site.

Le projet peut avoir différents types d'effets directs sur la végétation et les habitats en place :

- Destruction directe ou dégradation des habitats naturels et d'une flore associée ;
- Altération d'habitats semi-naturels par tassement (circulation d'engins) et perturbation hydraulique (modification des écoulements par les terrassements …) ;
- Pollutions des habitats (matières en suspension, hydrocarbures…) modifiant les caractéristiques physico-chimiques des sols engendrant une altération des cortèges végétaux ;
- Création d'espaces favorables aux espèces exotiques envahissantes par la perturbation des milieux (espèces pionnières).

2.2.2 Incidences du projet en phase travaux

2.2.2.1 Habitats à enjeu évités par le projet

L'aire d'étude comprend 29 types d'habitats (en incluant les différentes déclinaisons caractéristiques de zones humides), présentant des enjeux très faibles à forts. Globalement, 26 types d'habitats sont concernés par le projet.

Parmi les habitats initialement recensés, 14 présentent des **enjeux forts à modérés**. **Deux sont totalement évités par le projet** :

- L'habitat **G1.622 « Hêtraies acidophiles subatlantiques »**, présentant un enjeu modéré. Cet habitat patrimonial d'intérêt communautaire occupe 1,30 ha à l'extrême est du site.
- L'habitat de **fourrés humides F9.211 x E5.15 (0,11 ha)**, présentant un enjeu modéré en raison de la nature de sa végétation, caractéristique de zone humide.

Les incidences brutes comme résiduelles du projet sur ces habitats sont donc nulles.

2.2.2.2 Destruction / altération directe d'habitats naturels

- **Habitats forestiers**

Outre la hêtraie acidophile sus-citée, les 4 autres habitats forestiers ou fermés décrits au sein de l'AEI sont impactés par le projet à plus ou moins grande échelle. La surface globale d'habitats boisés défrichés dans le cadre du projet est de 13,16 ha.

Le type de boisement le plus représenté sur le site d'étude correspond à un bloc forestier de type hêtraie-sapinière, correspondant à l'habitat patrimonial à **enjeu modéré G4.6 « Forêts mixtes à Abies-Picea-Fagus »**, occupant près de 25 ha, essentiellement au sud du site d'étude. Cette surface fait partie d'un grand ensemble forestier à l'échelle du versant. C'est au niveau de cet habitat que l'on retrouve les secteurs de forêts les plus anciennes et que les valeurs d'indice de biodiversité potentielle (IBP) sont les plus hautes. **3,19 ha** de cet habitat seront impactés par le projet, soit **13 %** environ de la surface de cet habitat dans l'AEI. Les surfaces impactées correspondent à la création d'un linéaire de piste à l'ouest, de la création de la nouvelle Besbre à l'extrémité est, en aval de la digue, de la base vie, d'aire de stockage et d'une frange impactée au sud du plan d'eau correspondant au futur dôme. L'incidence brute du projet sur cet habitat est **modérée**.

⇨ *Une mesure de réduction (**R2.1 q**), visant à réduire l'incidence résiduelle sur ce type de boisement est proposée. 2,02 ha de cette surface l'est de façon temporaire (base-vie, aires de stockage) et seront replantés et remis en état à la fin des travaux à hauteur de **3,55 ha (111 %),** comprenant les voies de circulation actuelles). En effet, la base-vie s'implante également en partie sur une surface de stockage existante (0,36 ha), qui sera également renaturée au même titre que les emprises globales des éléments temporaires.*

⇨ *La mesure de réduction **R2.1 q**, inclut également une action de gestion forestière au niveau de l'habitat G3.F11 « boisement de conifères » sur **2,28 ha**, afin de tendre vers un habitat de hêtraie-sapinière, présentant un intérêt écologique bien supérieur.*

⇨ *À terme, en prenant en compte les 2 actions de plantation / gestion, la surface globale restaurée de hêtraie-sapinière sera donc de 5,83 ha, soit un gain de 2,28 ha au regard de la situation actuelle. En considérant le temps de mise en place de cette mesure de réduction, **l'incidence résiduelle du projet sur cet habitat peut donc être considérée comme nulle.***

Les autres habitats de cette catégorie impactés par le projet présentent tous un faible enjeu :

- L'habitat **G5.61 « prébois caducifoliés »** occupe actuellement 14,9 ha dans l'aire d'étude, essentiellement au niveau du secteur nord. **6,82 ha**, soit 46 %, seront défrichés de façon permanente dans le cadre du projet. 4,71 ha concernent le terrassement de la nouvelle Besbre, 1,57 ha concerne la création de pistes et 0,5 ha concernent la couverture solide et en particulier la future surface de zone humide compensatoire. Des surfaces plus marginales, 328 m², concernent les bassins à zéolithe. Les incidences brutes comme résiduelles du projet concernant cet habitat sont **faibles**.

- Le **boisement de conifères**, habitat **G3.F11**, est impacté sur **3,14 ha**, soit 50 % de sa surface au niveau de l'aire d'étude. **1,79 ha** (29 %) l'est de façon permanente en raison de créations de pistes, de la mise en place des alvéoles pour les boues de STEP et les aires de stockage/déstockage des matériaux et celle de concassage. **2,44 ha** (39 %) le sont de façon potentiellement définitive. Cette dernière surface correspond en effet au défrichement visant à mettre en place l'aire de stockage/déstockage des matériaux et celle de concassage. Les incidences brutes comme résiduelles du projet concernant cet habitat sont **faibles**.

⇨ *À la fin des travaux, les surfaces résiduelles de cet habitat (2,28 ha) seront gérées dans le cadre de la mesure de réduction **R2.1 q**, afin de tendre vers un habitat de hêtraie-sapinière, habitat forestier patrimonial local à haute valeur écologique à maturité. 1,34 ha de la surface initiale de ce type de boisement sera également replanté en hêtraie-sapinière.*

- Le dernier habitat arboré impacté par le projet est un **alignement d'arbres** d'une centaine de m² (habitat **G5.1**), qui sera détruit dans sa globalité. Au vu du faible enjeu de l'habitat, les incidences brutes comme résiduelles du projet concernant cet habitat sont **faibles**.

Mesures intégrées au projet bénéficiant aux habitats forestiers :

- ***R2.1 d** - Dispositions contre les risques de pollutions accidentelles*
- ***R2.1 f -** Lutte contre les espèces exotiques envahissantes*
- ***R2.1 q** – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière)*

L'incidence brute du projet sur les habitats forestiers est de 13,16 ha

La perte nette globale d'habitats forestiers (après mesure de réduction) est de 9,61 ha, essentiellement représentés par les prébois caducifoliés. L'incidence résiduelle globale du projet en phase travaux sur les habitats forestiers est faible.

L'incidence résiduelle sur les habitats forestiers patrimoniaux est globalement nulle, en raison des mesures d'évitement et de réduction.

• Habitats semi-ouverts

Les habitats semi-ouverts sont faiblement représentés au niveau de l'aire d'étude (4 habitats représentant 1,37 ha, soit 1,6 % de l'AEI). 3 sont concernés par l'emprise du projet. Un seul, la saulaie, habitat **F9.211** « **Saussaies marécageuses occidentales à Saule cendré** », présente un enjeu modéré en raison des **caractéristiques humides de sa végétation**. Celui-ci est impacté sur **0,02 ha**, soit 8 % de sa représentativité au niveau de l'aire d'étude. Les incidences sont permanentes et correspondent aux emprises de pistes et du bassin à zéolithe. Les surfaces de zones humides seront par ailleurs globalement compensées dans le cadre du cadre du projet et d'une mesure spécifique prévue à cet effet.

L'habitat **F3.111** « **Fourrés à Prunellier et Ronces** », de faible enjeu, est également impacté de façon permanente à hauteur de **0,22 ha** (34 % de sa surface). Cette emprise correspond essentiellement à l'emprise de la nouvelle Besbre (1 746 m²), ainsi qu'à des pistes et au dôme dans de moindres mesures.

Les haies, habitat **FA.4**, représentant un enjeu faible, sont impactées à hauteur de **692 m²** (26 %) au niveau de la nouvelle Besbre.

⇨ *Il est à noter que les habitats semi-ouverts actuels sont des habitats en transition. En effet, en termes de gestion, dans le contexte non interventionniste actuel, et celui à venir, aucun entretien n'est prévu concernant ces habitats, qui se refermeront naturellement avec la dynamique de la végétation.*

⇨ *L'impact du projet sur les **zones humides** des milieux semi-ouverts est de **0,02 ha** environ*

Mesures intégrées au projet :
- ***R2.1 d** - Dispositions contre les risques de pollutions accidentelles*
- ***R2.1 f** - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes*
- ***C1 -** Mesure de compensation des zones humides*

Les niveaux d'incidences brute comme résiduelle du projet sur les milieux semi-ouverts en phase travaux sont globalement faibles, notamment du fait de très faibles emprises concernant ces habitats. Les emprises permanentes cumulées du projet s'élèvent à 0,32 ha (dont 72 % de fourrés), dont 0,02 ha d'habitat sont caractéristiques de zone humide.

- ## Habitats ouverts

Dix milieux ouverts ont été identifiés, représentant 11,57 ha, soit 14 % de la surface de l'aire d'étude. C'est au niveau de ces habitats que les plus hauts niveaux de patrimonialité ont été identifiés : 5 habitats d'intérêt communautaire, 4 déterminants de ZNIEFF, 6 présentant un statut de conservation défavorable et 4 caractéristiques de zones humides. Les enjeux sont évalués de faibles à forts.

Habitats ouverts humides

L'habitat **E3.51** « **Prairies *à Molinia caerulea* et communautés apparentées** », 2,21 ha à l'échelle de l'AEI, présente un **enjeu fort**. Cet habitat de zone humide se retrouve au niveau de la queue et des berges du plan d'eau. Celui-ci se trouve impacté sur **0,33 ha**, soit 25 % de sa surface, essentiellement au niveau de la future couverture solide du projet et par des pistes dans une moindre mesure. L'impact brut sur cet habitat est **modéré**.

Ce dernier habitat est étroitement lié à la déclinaison suivante que représente l'habitat **E5.51 x E5.3** « **Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées x Formations à *Pteridium a*quilinum** », 0,49 ha, présentant un **enjeu modéré**. Cet habitat de zone humide est impacté sur **0,41 ha**, soit 84 % de sa surface au niveau de l'aire d'étude. L'impact brut sur cet habitat est **modéré.**

L'habitat **E5.513** « **Mégaphorbiaies hercyniennes** », 0,23 ha, présente un **enjeu fort**. Il est uniquement présent au niveau de la zone humide de queue d'étang. **0,07 ha** est impacté par le projet, soit 28 %, au niveau de l'emprise de la digue amont. L'impact brut sur cet habitat est **modéré.**

Le dernier habitat caractéristique de zone humide, l'habitat **E2.31 x I1.53** « **Prairies de fauche montagnardes alpiennes x Jachères non inondées avec communautés rudérales annuelles ou vivaces** », représenté sur 2,21 ha au niveau de l'aire d'étude, présente un **enjeu modéré**. Il est impacté sur **2,05 ha**, soit 93 %, essentiellement au niveau

de l'emprise de la nouvelle Besbre, du dôme final et des routes d'accès. L'impact brut sur cet habitat est **modéré.**

⇨ *Les quatre habitats ouverts précédents, tous d'intérêt communautaire et caractéristiques de zone humide, se retrouvent en mosaïque sur 1,42 ha au niveau de la zone humide de queue d'étang à l'ouest du site. Ce secteur à hautes valeurs patrimoniale et écologique, intimement lié au tributaire et aux écoulements de pente en provenance de l'amont, est néanmoins largement évité par le projet.*

⇨ *En considérant les éléments ci-dessus, l'impact du projet sur les **zones humides** des milieux ouverts est de **2,88 ha** environ.*

Mesures intégrées au projet :
- ***R2.1 d** - Dispositions contre les risques de pollutions accidentelles*
- ***R2.1 f** - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes*
- ***C1** - Mesure de compensation des zones humides*

En phase travaux, le niveau d'incidence brute comme résiduelle du projet sur les milieux ouverts humides est globalement modéré (2,88 ha impactés). Il correspond en grande partie à l'incidence du projet sur les zones humides.

L'impact sur ces milieux est considéré et intégralement compensé au niveau des surfaces de la mesure de compensation des zones humides (C1).

Milieux ouverts non humides

Six milieux ouverts non humides ont été caractérisés au sein de l'aire d'étude dans le cadre de l'état initial. Il s'agit de pelouses à annuelles, de prairies de pâture et de fauche, de secteurs plus ou moins enfrichés, de surfaces à Fougères aigles et de mégaphorbiaies.

L'habitat **E1.91** « **Pelouses siliceuses d'espèces annuelles naines** », 2,68 ha à l'échelle de l'AEI, présente un **enjeu modéré**. Ce type d'habitat est étroitement lié aux surfaces minérales nues au niveau du barrage. Le cortège d'espèces végétales la composant sont pionnières et tendent à occuper les surfaces qui leur sont propices lorsque les conditions se présentent.

Cet habitat sera donc directement impacté par l'ensemble des actions menées au niveau de l'ouvrage : tracé de la nouvelle Besbre au nord de l'ouvrage, arasement de la crête, pistes, dôme de couverture au niveau de la retenue d'eau. Les surfaces détruites correspondent à **1,42 ha**, soit 53 % de sa superficie. L'impact direct sur cet habitat est donc significatif.

Dans le cadre du creusement de la nouvelle Besbre, de larges surfaces rocheuses seront mises à nu (de l'ordre de 81 200 m²). Nous pouvons donc considérer qu'à moyen terme, à l'issue des travaux, ce type d'habitats pionniers prendra largement de l'ampleur localement. Il est à noter qu'à l'heure actuelle, la face aval de la digue du barrage fait l'objet d'un désherbage chimique, pratique néfaste pour l'ensemble de la biodiversité. Une telle pratique ne sera plus d'actualité en phase post-travaux, en raison de la perte de statut de grand barrage suite à la substitution de l'eau par des matériaux.

Le niveau d'impact brut temporaire est donc **modéré** concernant cet habitat, puis évoluera à **faible**, à moyen terme, en phase post travaux, à la suite de la colonisation des surfaces minérales par ce type de végétation (tapis bryo-lichenique, espèces annuelles ou thermophiles).

La « **prairie de fauche planitiaire subatlantique** », habitat **E2.22**, est d'intérêt communautaire. Une parcelle de 1,15 ha se trouve en aval du barrage, en rive droite de la Besbre. Cette dernière est impactée par le tronçon aval de la nouvelle Besbre à hauteur de **0,57 ha**, soit 50 % de sa représentativité au niveau de l'aire d'étude. Le niveau d'incidence brut sur cet habitat est **modéré**.

Les autres habitats ouverts de cette catégorie présentent tous un **faible enjeu** initial. Il s'agit de pâturages (habitat E2.11), de mégaphorbiaie (habitat E5.11), de friches (habitat E5.15) et de formations à Fougères aigles (habitat E5.513). L'ensemble de ces habitats ouverts sont impactés à hauteur de **0,29 ha.** Les niveaux d'incidences brutes sur ces habitats sont **faibles**.

⇨ *Les niveaux d'incidences du projet au niveau des habitats ouverts sont globalement faibles à modérés. Les emprises des éléments du projet sur ces habitats seront définitives (2,90 ha). Une mesure de compensation, de grande ampleur (16,2 ha – 559 %), est donc proposée afin de pallier cette perte d'habitats ouverts. Une gestion mécanique en fauche très tardive est également proposée, afin de tendre vers une végétation de prairie de fauche et favoriser la biodiversité au niveau de cette surface.*

Mesures intégrées au projet :

- ***R2.1 d** - Dispositions contre les risques de pollutions accidentelles*
- ***R2.1 f** - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes*
- ***C2** – Mesure de compensation des milieux prairiaux.*

Les niveaux d'incidences brutes comme résiduelles du projet sur les milieux semi-ouverts en phase travaux sont globalement faibles à modérés, du fait de la patrimonialité de certains de ces habitats, de la nature définitive des emprises.

À court terme, l'impact sur ces milieux ouverts est largement compensé (à hauteur de 559 %) avec la mise en place de la mesure de compensation C2, visant à la création de prairies gérées en fauches tardives. L'incidence finale du projet sur ces habitats est donc non significative, voire positive.

- ## Habitats aquatiques (ou humides liés au milieu aquatique)

Sept habitats aquatiques ou humides de bordure ont été caractérisés au sein de l'aire d'étude. Ces habitats peuvent tendre vers une certaine naturalité, ou au contraire être très artificialisés, en lien avec la gestion hydraulique de l'ouvrage (exutoires, canaux). Certains sont caractéristiques de zones humides

Habitats naturels aquatiques

Sept habitats aquatiques ou humides de bordure ont été caractérisés au sein de l'aire d'étude. Le **plan d'eau** de retenue représente l'entité principale (19,3 ha environ). Le **bassin annexe** situé au nord-est, représente quant à lui 0,93 ha environ. Ce dernier capte et détourne du plan d'eau l'essentiel des eaux de ruissellement en provenance du versant en rive gauche. Ces deux unités aquatiques et leur habitats annexes représentent globalement des enjeux modérés. **Par la nature même du projet, ils seront entièrement détruits, et ne pourront être compensés.**

⇨ *À noter que, localement, ces types de grands milieux stagnants représentent, dans l'absolu, une faible valeur écologique, notamment du fait de leur caractère anthropisé. En effet, d'origine totalement artificielle, ces milieux ne se rencontrent pas naturellement en tête de bassin versant, dans ces secteurs à tendance montagnarde. L'eutrophisation de la masse d'eau et la forte présence d'espèces exotiques envahissantes dans le milieu, telle que l'Écrevisse signal, tendent également à être préjudiciable pour les écosystèmes locaux.*

Le niveau d'incidence du projet sur ces milieux aquatiques est **modéré**.

Les habitats humides ou semi-aquatiques de bordure, intrinsèquement liés aux secteurs de plan d'eau, seront également impactés : phragmitaie, phalaridaie, jonchaie.

La **phragmitaie**, habitat **C3.2111** caractéristique de zone humide, essentiellement implantée au sud-est du plan d'eau, représente une surface de **0,36 ha**. Son état de conservation actuel est plutôt médiocre en raison d'une fauche annuelle au niveau de son implantation terrestre, soit plus de 50 % de sa surface. Un fin rideau de phragmites se retrouve également de façon sporadique à certains endroits le long du périmètre du plan d'eau. Cet habitat sera détruit dans son entièreté avec le comblement du plan d'eau. Le niveau d'incidence brute sur cet habitat est **modéré**.

La « **formation à *Phalaris arundinacea*** », habitat **C3.26**, compose l'habitat hélophytique de bordure du plan d'eau annexe. Il représente également un habitat de zone humide. Il occupe **0,31 ha** et sera détruit dans son ensemble avec le comblement du bassin. Le niveau d'incidence brute sur cet habitat est **modéré.**

La **jonchaie marécageuse**, habitat **D5.3**, est quant à lui présent en aval du barrage et à l'extrême sud-est de l'aire d'étude. Cet habitat n'est pas patrimonial, mais caractéristique de zone humide. Il est impacté à hauteur de 0,02 ha par l'emprise de la nouvelle Besbre en aval du barrage, soit 14 % de sa surface à l'échelle de l'aire d'étude. Le niveau d'incidence brute sur cet habitat est **faible**.

⇨ *La mesure de compensation des zones humides prévue sur 4,9 ha, participera à compenser certains de ces habitats les moins hygrophiles, suivant l'engorgement des sols qui seront observés. Des types de végétation tels que les phragmitaies ou les jonchaies, pourraient en effet coloniser cette future zone humide. Des habitats strictement hélophytiques, telle que la phalaridaie, ne pourront être compensés en raison de l'absence d'eau libre stagnante dans le cadre du projet.*

Mesures intégrées au projet :

- ***R2.1 f** - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes*
- ***C1** – Mesure de compensation des zones humides*

Les niveaux d'incidences brute comme résiduelle du projet en phase travaux sur les milieux aquatiques et semi-aquatiques sont globalement modérés, en raison de la nature même du projet visant à combler le plan d'eau.

Certaines espèces des végétations de ces habitats pourront néanmoins coloniser les surfaces de zones humides compensatoires.

Habitats aquatiques fortement anthropisés

Cette catégorie comprend les bassins récepteurs des eaux en post-traitement, les exutoires (déversoirs) des eaux des plan d'eau et le tronçon canalisant la Besbre, traversant le site d'étude d'est en ouest. Les enjeux naturels de ces éléments sont faibles à très faibles. À l'exception des bassins de traitement, ces habitats ne présentent pas de végétation.

Le niveau d'incidence brute comme résiduelle des travaux sur ces éléments est donc très faible à nul (nul concernant le bassin qui est évité par le projet).

- **Milieu anthropiques terrestres**

1,29 ha de milieux anthropiques (routes, sentiers, sol nu d'aires de stockage) seront impactés par les emprises de certains éléments du projet. L'ensemble de ces éléments présente de très faibles enjeux initiaux. Les niveaux d'incidence du projet sur ces derniers sont également très faibles.

Le niveau d'incidence brute comme résiduelle des travaux sur ces éléments anthropiques est donc très faible.

2.2.2.3 Altération indirecte d'habitats naturels

Les éléments du futur chantier ont des emprises directes sur les habitats naturels. Les écoulements naturels (ruissellements et infiltration) des eaux ne seront que très peu modifiés et canalisés par le projet. Comme pour les sols, le chantier de construction peut générer des **pollutions accidentelles** pouvant altérer la qualité des habitats en place (fuite d'huile ou d'hydrocarbures) et nuire à la flore et donc aux végétations. **Cette incidence temporaire très localisée est jugée faible.**

La circulation des engins et l'extraction puis le concassage des matériaux extraits soulevant des poussières pourront indirectement impacter les milieux les plus proches des pistes en cas de vent fort par dépôt sur la végétation. Cette incidence temporaire indirecte sera néanmoins effacée après des pluies et peut être qualifiée de faible.

Mesures intégrées au projet :

- ***R2.1 d** - Dispositions contre les risques de pollutions accidentelles*
- ***R2.1 f** - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes*
- ***C2** - Mesure de compensation des milieux prairiaux.*

Le risque résiduel d'altération indirecte d'habitats naturels par le projet en phase travaux est jugé faible.

2.2.2.4 Incidences sur les zones humides

Aucune zone humide sur critère pédologique n'a été identifiée sur le site d'étude. **3,57 ha** de zones humides déterminées sur critère végétation vont être **impactés durablement** avec la

mise en œuvre du projet. Il s'agit à 80 % de prairies humides. Les habitats de zones humides restants concernent essentiellement les habitats spécifiques liés aux secteurs littoraux des plans d'eau.

La digue amont impacte **1 068 m²** de la zone humide 3 (queue de plan d'eau) et 1 046 m² de surface aujourd'hui en eau (ne constituant pas une zone humide au sens réglementaire du terme). Les zones humides 1 et 2, au nord et au sud du plan d'eau, **2,42 ha** et **0,92 ha** respectivement, seront impactées dans leur globalité.

Deux autres secteurs de zone humide de moindre ampleur seront également impactés en aval de l'actuel barrage. **467 m²** de prairies humides sont directement concernés par le tracé de la nouvelle Besbre et **1 706 m²** en pied d'ouvrage, ayant comme origine des infiltrations d'eau. Cette dernière est logiquement vouée à disparaître avec la disparition de la masse d'eau du plan d'eau.

L'incidence brute sur les zones humides est **forte**. Une mesure de compensation est donc nécessaire.

⇨ *Le site se positionne d'un point de vue géologique sur des granites dégradés. Les sols sont relativement drainants à structure sableuse. Des nappes de versant s'écoulent de part et d'autre du plan d'eau actuel. Ces écoulements sont captés en grande majorité par le canal de la Besbre au sud et par des fossés alimentant le bassin annexe au nord. Du point de vue de leurs fonctionnalités locales, nous pouvons observer que les zones humides tendent à s'exprimer en surface à la faveur de la topographie. En effet, les secteurs de zones humides apparaissent au niveau des cassures de pentes, formant ainsi des terrasses sur lesquelles des végétations humides peuvent être observées.*

Mesures intégrées au projet :

- ***C1** – Mesure de compensation des zones humides*

⇨ *Basée sur ce même fonctionnement de captation des eaux de versant, la mesure de compensation proposée (mesure C1) vise à établir une terrasse de 4,74 ha en contrebas du futur dôme. Les matériaux déposés à cet endroit auront une granulométrie très fine visant à favoriser la rétention d'eau et à freiner les écoulements. En considérant les fourchettes haute et basse du résultat effectif attendu de la mesure,* ***nous pouvons estimer que le facteur de compensation de zones humides s'établira entre 106 % (80 % d'efficacité, soit 3,80 ha) et 133 % (100 % d'efficacité, soit 4,74 ha).***

Nous pouvons estimer la fourchette basse de réussite à 80 % car c'est ce que montrent les données de suivi[36] de nombreux projets passés : si les bonnes pratiques sont respectées, une majorité des projets atteint ses objectifs fonctionnels, mais il subsiste un risque significatif d'échec partiel ou total, d'où cette marge. Ce chiffre est souvent utilisé pour planifier la surcompensation afin de tenir compte de ce risque d'échec partiel.

[36] *Évaluation de la compensation des atteintes aux zones humides en France*, OFB, 2020.
L'évitement et la réduction des atteintes aux zones humides – évaluation des politiques publiques, CGEDD, 2017.
20 ans de suivi de la politique zones humides, AERMC, 2018.

Le niveau d'incidence brute comme résiduelle des travaux sur les zones humides est donc fort. La mesure de compensation proposée vise, à court terme, à compenser dans son intégralité les surfaces de zones humides impactées par le projet, visant un impact final non significatif.

⇨ *À noter qu'avec la remise en eau de l'ancien lit de la Besbre au niveau de la queue du plan d'eau actuel, il y a de très fortes chances qu'une zone humide, dont nous pouvons observer des reliques à l'heure actuelle, se reforme au niveau des boisements entre le viaduc et la ligne d'eau actuelle. Cette potentielle future zone humide, liée à l'épanchement du cours d'eau au-delà des hauts de berges actuels, est de l'ordre de 0,5 ha. Néanmoins, nous ne considérerons pas cette surface dans les mesures compensatoires (cf. figure ci-après).*

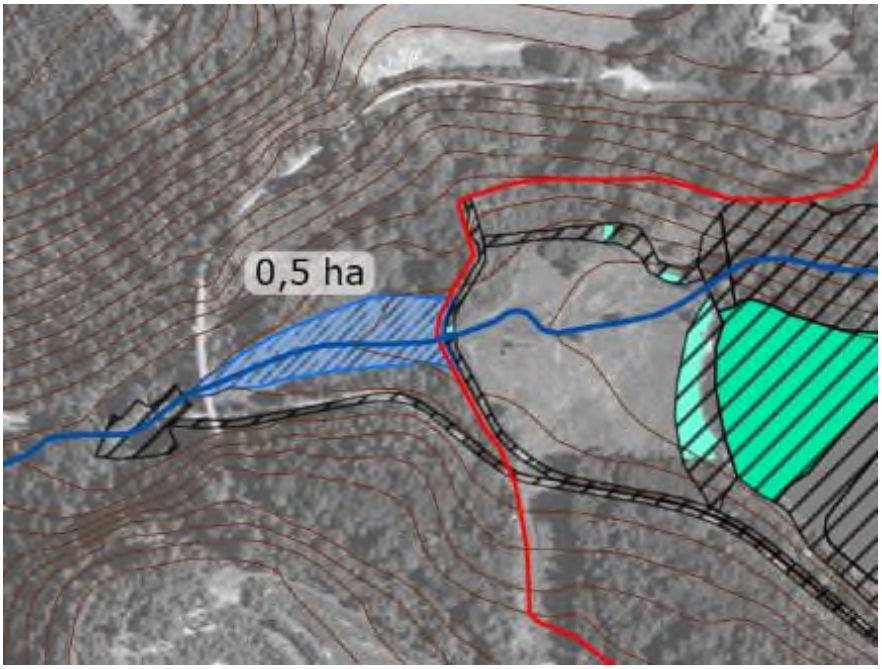


Figure 313 : Future zone humide potentielle avec la remise en eau de l'ancien lit de la Besbre

2.2.3 Incidences du projet en phase post-travaux

À l'issue des travaux, le site sera fermé au public et l'activité humaine de maintenance sera silencieuse et occasionnelle. L'ensemble des boisements sera laissé en évolution libre.

Après plusieurs cycles de végétation (deux généralement), les surfaces dégradées pourront être de nouveau bien végétalisés réduisant les espaces nus. Ainsi, à moyen terme, l'aire d'étude pourra présenter un couvert végétal en strate basse permanent. Les premières années seront toutefois caractérisées par une moindre densité de végétation.

Afin de lutter contre le risque de recrudescence d'espèces végétales exotiques envahissantes, l'ensemble des secteurs dénudés ou concernés par une réouverture des

milieux (défrichement), feront l'objet d'un semis composé d'un mélange de graines d'espèces locales et adaptées aux milieux.

La base du mélange de graines se rapprochera d'espèces caractérisant les prairies de fauche locales, composées de poacées telles que *Trisetum flavescens, Poa trivialis, Dactylis glomerata, Holucus lanatus, Anthoxanthum odoratum*, ou de dicotylédones telles que *Bistorta officinalis, Geranium sylvaticum, Alchemilla xanthochora, Meum athamanticum, Viola tricolor.*

Sur le périmètre de l'installation, la flore pourra en effet se développer. La reprise d'un couvert végétal herbacé va contribuer à réduire les phénomènes d'érosion ou d'envols de poussières en protégeant la couche superficielle du sol.

Une gestion du site en fauche mécanique tardive permettra de maintenir les types de cortèges végétaux attendus et d'être favorable au maintien d'une diversité spécifique.

Au sein de l'emprise clôturée, la bonne conservation des habitats évités et des habitats attendus sera permise par des gestions adaptées. En effet, certains habitats patrimoniaux, tels que les boisements, nécessiteront une gestion très légère voire nulle, proche de leur dynamique naturelle, alors que les milieux ouverts devront faire l'objet d'une gestion régulière afin de maintenir leurs singularités, notamment vis-à-vis des secteurs humides.

Après compensation, l'incidence du projet sur les habitats en phase post-travaux est ici jugée faible.

Les niveaux d'incidences environnementales brutes sur les habitats sont hiérarchisés de la façon suivante :

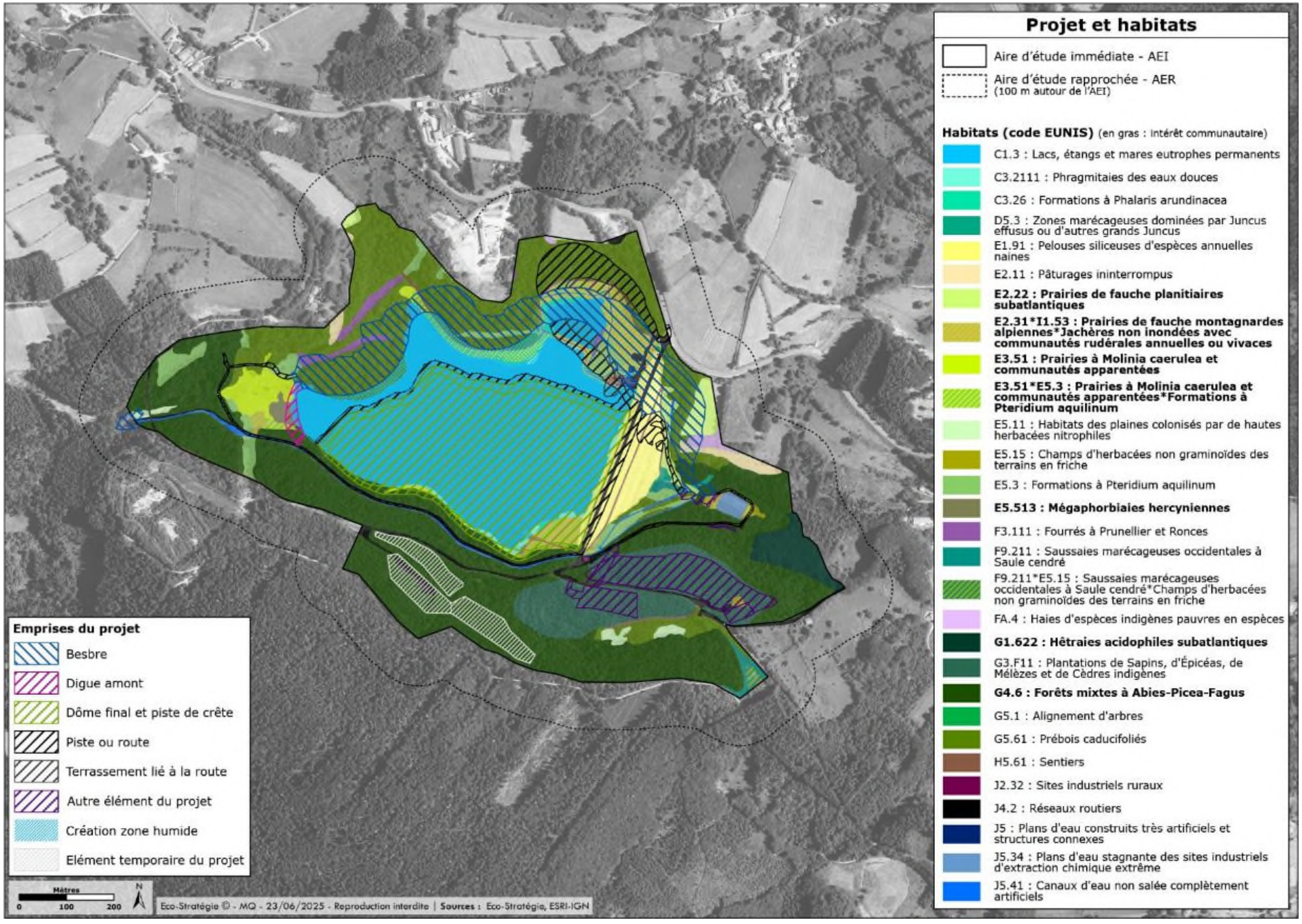
Positif	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort

Intitulé Habitat	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	HIC	Liste rouge	ZNIEFF	ZH / en eau	Sup. dans l'AEI (ha)	ENJEU	Emprises occupées par les éléments du projet (m²) (Phase finale - éléments permanents)														Éléments temporaires (m²)		Total Impacté par le projet		Niveau d'incidence brute
									Besbre amont	*Nouvelle Besbre*	*Digue amont*	*Dôme final*	*Nouvelle zone humide*	*Piste pied de dôme*	*Piste nord-ouest + piste ouest*	*Pistes digue aval*	*Pistes bassins*	*Route accès*	*Alvéoles boues STEP TMS*	*Bassin EP stock verse Jot*	*Plateforme de concassage*	*Déstockage matériaux*	*Plateforme et bassin zéolithe*	*Base-vie*	*Aire de stockage*	Surface (ha)	% au niveau de l'AEI	
Milieux aquatiques et humides ouverts																											
Plan d'eau	C1.3	Lacs, étangs et mares eutrophes permanents	-	-	-	En eau	19,83	**Modéré**		7 277	1 046	142 333	33 872	5 520	7 870											**19,79**	**100**	**Modéré**
Phragmitaie	C3.2111	Phragmitaies des eaux douces	-	-	-	ZH veg	0,36	**Modéré**				3 058	356	186													**0,36**	**100**	**Modéré**
Phalaridaie	C3.26	Formations à *Phalaris arundinacea*	-	NT	-	ZH veg	0,31	**Modéré**		1 150		1 020	749	172	28												**0,31**	**100**	**Modéré**
Jonchaie	D5.3	Zones marécageuses dominées par *Juncus effusus* ou d'autres grands *Juncus*	-	-	-	ZH veg	0,12	**Modéré**		170																	**0,02**	**14**	**Faible**
Exutoire	J5	Plans d'eau construits très artificiels et structures connexes	-	-	-	En eau	0,08	**Très faible**	41	485				260													**0,08**	**98**	**Très faible**
Bassins	J5.34	Plans d'eau stagnante des sites industriels d'extraction chimique extrême	-	-	-	En eau	0,26	**Faible**										6									**0**	**0**	**Nul**
Canal	J5.41	Canaux d'eau non salée complètement artificiels	-	-	-	En eau	0,77	**Très faible**	10	944			94	599		1 066	22						50				**0,28**	**36**	**Très faible**
Milieux ouverts																											
Pelouse annuelle	E1.91	Pelouses siliceuses d'espèces annuelles naines	-	NT	-	-	2,68	**Modéré**		4 172		3 038		4 737	7		2 290										**1,42**	**53**	**Modéré**
Pâturage	E2.11	Pâturages ininterrompus	-	-	-	-	0,60	**Faible**		694																	**0,07**	**12**	**Très faible**
Prairie de fauche	E2.22	Prairies de fauche planitiaires subatlantiques	6510	NT	D	-	1,15	**Modéré**		4 802							923						13				**0,57**	**50**	**Faible à Modéré**

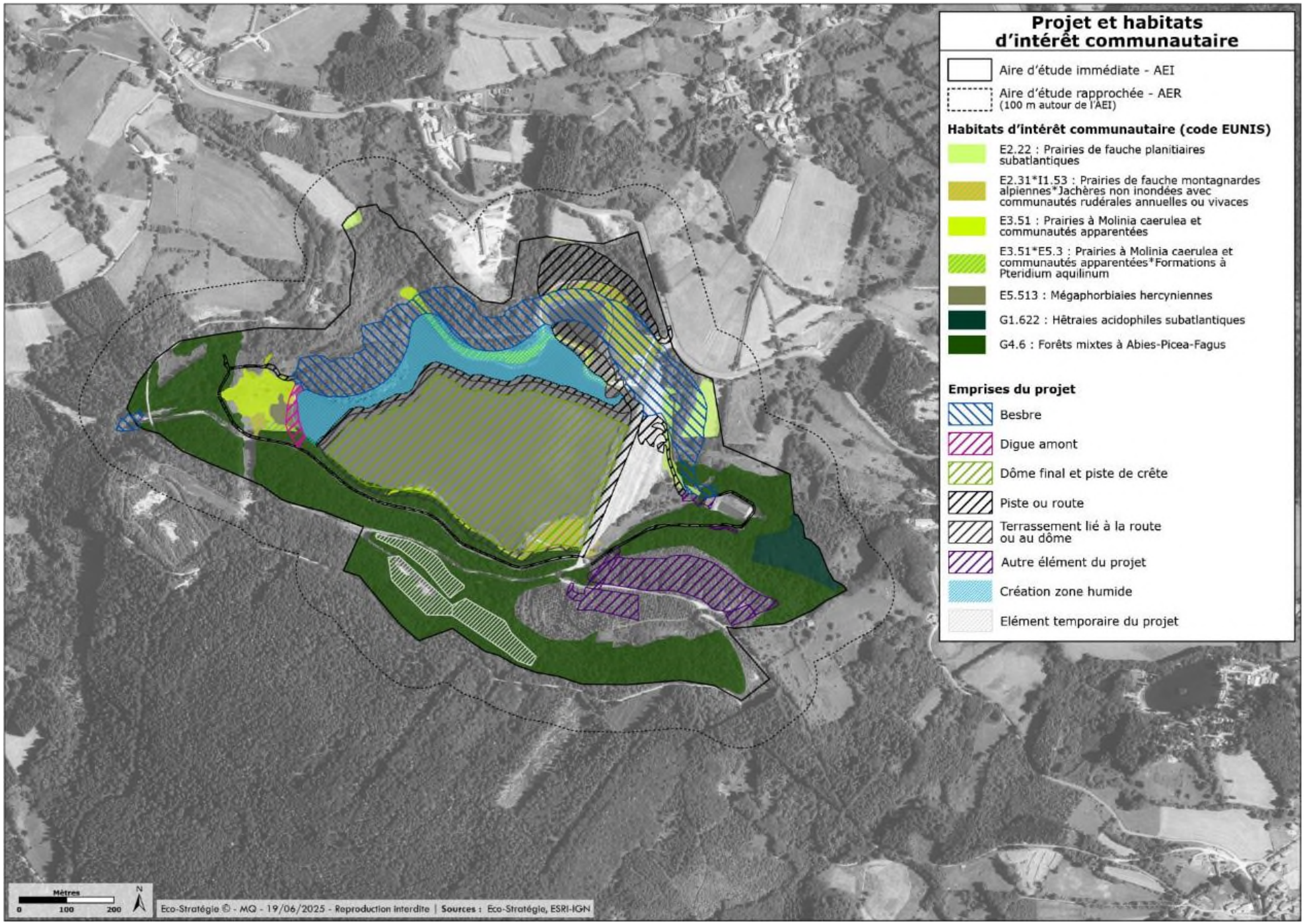
Intitulé Habitat	Code EUNIS	Intitulé EUNIS	HIC	Liste rouge	ZNIEFF	ZH / en eau	Sup. dans l'AEI (ha)	ENJEU	Emprises occupées par les éléments du projet (m²) (Phase finale - éléments permanents)														Éléments temporaires (m²)		Total Impacté par le projet		Niveau d'incidence brute
									Besbre amont	*Nouvelle Besbre*	*Digue amont*	*Dôme final*	*Nouvelle zone humide*	*Piste pied de dôme*	*Piste nord-ouest + piste ouest*	*Pistes digue aval*	*Pistes bassins*	*Route accès*	*Alvéoles boues STEP TMS*	*Bassin EP stock verse Jot*	*Plateforme de concassage*	*Déstockage matériaux*	*Plateforme et bassin zéolithe*	*Base-vie*	*Aire de stockage*	Surface (ha)	% au niveau de l'AEI	
Prairie de fauche x Jachère	E2.31 x I1.53	Prairies de fauche montagnardes alpiennes x Jachères non inondées avec communautés rudérales annuelles ou vivaces	6520	NT	D	ZH veg	2,21	**Modéré**		10 946		5 404	584	3 594											**2,05**	**93**	**Modéré**
Prairie à Molinie	E3.51	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées	6410	VU	D	ZH veg	1,35	**Fort**		91	243	1 077	1 789			140									**0,33**	**25**	**Modéré**
Prairie à Molinie x Fougères aigles	E3.51 x E5.3	Prairies à *Molinia caerulea* et communautés apparentées x Formations à *Pteridium aquilinum*	6410	VU	D	ZH veg	0,49	**Modéré**		640	170		3 264	20											**0,41**	**84**	**Modéré**
Mégaphorbiaie	E5.11	Habitats des plaines colonisés par de hautes herbacées nitrophiles	-	-	-	-	0,37	**Faible**	250																**0,03**	**7**	**Faible**
Friche	E5.15	Champs d'herbacées non graminoïdes des terrains en friche	-	-	-	-	0,25	**Faible**		10				6				303			106	467	303			**0,12**	**48**	**Faible**
Formation à fougère aigle	E5.3	Formations à *Pteridium aquilinum*	-	-	-	-	2,24	**Faible**		3 481			118	2 808		390							139			**0,69**	**31**	**Faible**
Mégaphorbiaie de montagne	E5.513	Mégaphorbiaies hercyniennes	6430	VU	-	ZH veg	0,23	**Fort**			655															**0,07**	**28**	**Modéré**

									Emprises occupées par les éléments du projet (m²) (Phase finale - éléments permanents)															Éléments temporaires (m²)		Total Impacté par le projet		
Intitulé Habitat	**Code EUNIS**	**Intitulé EUNIS**	**HIC**	**Liste rouge**	**ZNIEFF**	**ZH / en eau**	**Sup. dans l'AEI (ha)**	**ENJEU**	*Besbre amont*	*Nouvelle Besbre*	*Digue amont*	*Dôme final*	*Nouvelle zone humide*	*Piste pied de dôme*	*Piste nord-ouest + piste ouest*	*Pistes digue aval*	*Pistes bassins*	*Route accès*	*Alvéoles boues STEP TMS*	*Bassin EP stock verse Jot*	*Plateforme de concassage*	*Déstockage matériaux*	*Plateforme et bassin zéolithe*	*Base-vie*	*Aire de stockage*	**Surface (ha)**	**% au niveau de l'AEI**	**Niveau d'incidence brute**
Milieux semi-ouverts et arbustifs																												
Fourrés	F3.111	Fourrés à Prunellier et Ronces	-	-	-	-	0,67	**Faible**		1 746		166		334												0,22	34	**Faible**
Saulaie	F9.211	Saussaies marécageuses occidentales à Saule cendré	-	-	-	ZH veg	0,32	**Modéré**									234						9			0,02	8	**Faible**
Fourré humide	F9.211 x E5.15	Saussaies marécageuses occidentales à Saule cendré x Champs d'herbacées non graminoïdes des terrains en friche	-	-	-	ZH veg	0,11	**Modéré**																		0	0	**Nul**
Milieux fermés																												
Hêtraie	G1.622	Hêtraies acidophiles subatlantiques	9120	-	-	-	1,30	**Modéré**																		0	0	**Nul**
Forêt de conifères	G3.F11	Plantations de Sapins, d'Épicéas, de Mélèzes et de Cèdres indigènes	-	-	-	-	6,24	**Faible**										146	6 668		1 420	23 179				3,14	50	**Faible**
Hêtraie-Sapinière	G4.6	Forêts mixtes à Abies-Picea-Fagus	9410	-	-	-	24,94	**Modéré**	52	2 132	739	5 801	155	5	24	808		668	373	182		502	311	5 554	14 620	3,19	13	**Modéré**
Alignement d'arbres	G5.1	Alignements d'arbres	-	-	-	-	0,01	**Faible**		96																0,01	96	**Faible**
Prébois	G5.61	Prébois caducifoliés	-	-	-	-	14,90	**Faible**		47 074	23		5 006	15 352		399	1						328			6,82	46	**Faible**
Milieux anthropiques																												
Sentier	H5.61	Sentiers	-	-	-	-	0,84	**Très faible**		1 317		120	1 395	583			338									0,38	45	**Très faible**
Sol nu	J2.32	Sites industriels ruraux	-	-	-	-	0,03	**Très faible**		39								27					3			0,01	23	**Très faible**
Voie de circulation	J4.2	Réseaux routiers	-	-	-	-	2,19	**Très faible**	13	2 298	12	4		2 588		1 942		845	160			243		1 900		1,00	46	**Très faible**
		TOTAUX					85		366	90 212	2 887	162 021	47 382	36 764	7 929	4 745	3 807	1 996	7 201	182	1 526	24 391	1 157	*7 454*	*14 620*	41,46		

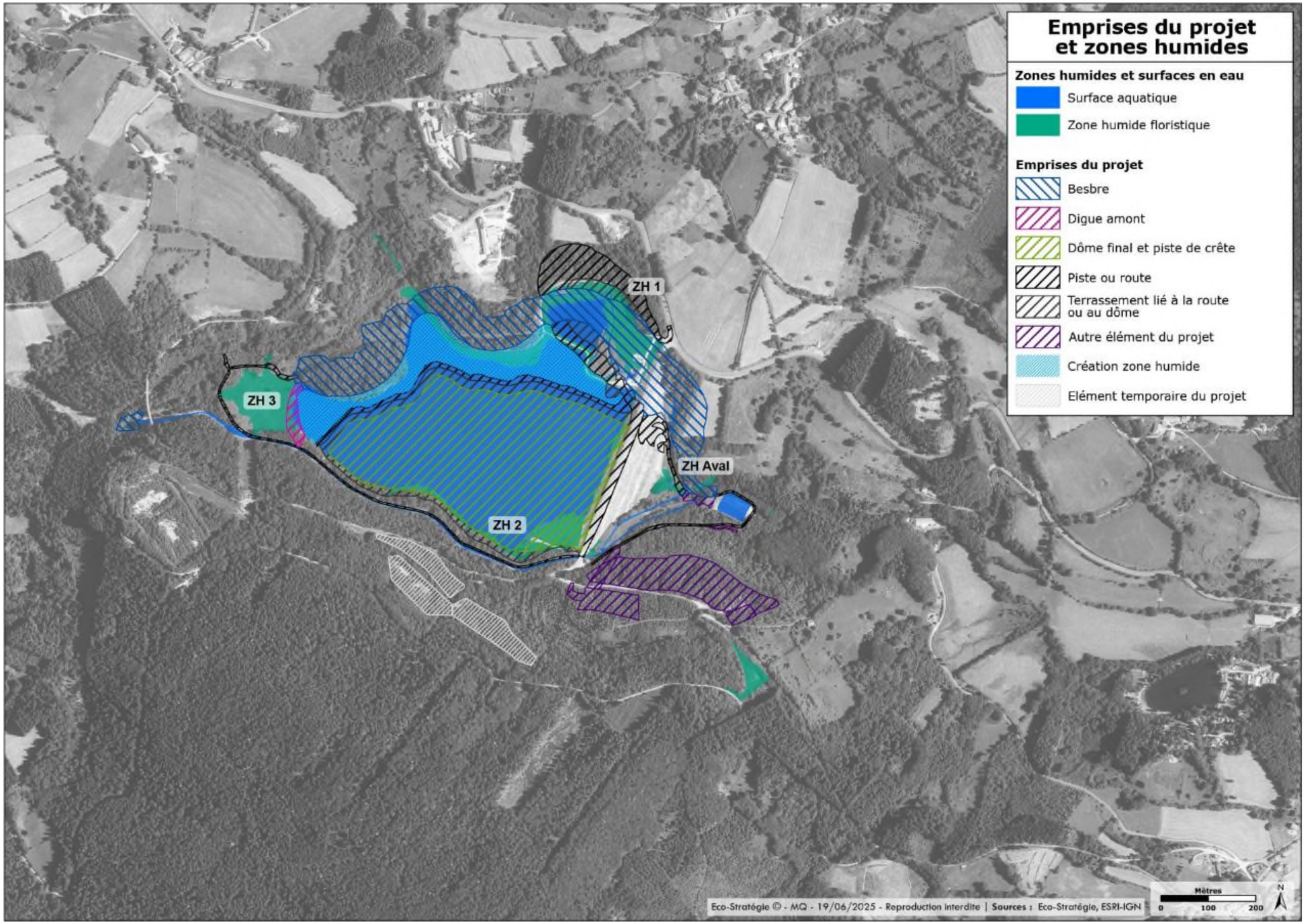
Tableau 133 : Tableau de synthèse des incidences du projet sur les habitats naturels recensés lors de l'état initial au niveau de l'aire d'étude



Carte 45 : Caractéristiques techniques du projet au regard des types d'habitats naturels en place



Carte 46 : Caractéristiques techniques du projet au regard des types d'habitats naturels d'intérêt communautaire en place


Emprises du projet et zones humides
Zones humides et surfaces en eau
Surface aquatique
Zone humide floristique
Emprises du projet
Besbre
Digue amont
Dôme final et piste de crête
Piste ou route
Terrassement lié à la route ou au dôme
Autre élément du projet
Création zone humide
Elément temporaire du projet
ZH 1
ZH 2
ZH 3
ZH Aval
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

Carte 47 : Caractéristiques techniques du projet au regard des zones humides

2.3 INCIDENCES SUR LA FLORE

*Rappel de l'état initial : 237 espèces de plantes recensées. Parmi les 24 espèces floristiques potentielles, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie (sur 44 au total), une espèce protégée (**Campanille à feuilles de lierre**) a été observée dans l'AEI. Cette dernière et deux espèces patrimoniales (**sphaigne** et **Séneçon fausse-cacalie**) identifiées, à enjeux modérés. Deux espèces messicoles observées. Dix espèces exotiques envahissantes (EEE) identifiées, dont cinq à invasibilité avérée. L'enjeu vis-à-vis de la flore est évalué comme modéré au niveau des stations de flore protégée et patrimoniale (Campanille à feuilles de lierre, sphaignes et Séneçon fausse-cacalie) à faible pour le reste du site.*

2.3.1 Phase travaux

2.3.1.1 Incidences sur les espèces floristiques patrimoniales et protégées

L'emprise des travaux évite la majorité de la flore patrimoniale recensée. La flore patrimoniale est en grande partie liée aux zones humides, notamment à la prairie à Molinie au niveau de la queue du plan d'eau. La station de **Séneçon fausse-cacalie** *Senecio cacaliaster*, se situant à distance des travaux, est totalement évitée par les travaux, l'incidence des travaux sur cette espèce est donc **nulle**.

Les secteurs à **sphaignes** sont liés à certains suintements de surface en rive droite du canal de dérivation de la Besbre, à des écoulements de pente en aval du barrage et de façon sporadique au niveau de la prairie à Molinie à l'ouest. Le tracé de la nouvelle Besbre pourrait impacter les stations de sphaignes recensées : en amont au niveau de la digue et en aval du barrage. L'incidence brute potentielle des travaux sur ce taxon est donc **modérée**.

Concernant la **Campanille à feuille de lierre** *Hesperocodon hederaceus*, certains pieds pourront également être impactés par l'emprise de la digue en amont. L'incidence brute potentielle des travaux sur ce taxon est également **modérée**.

⇨ *Afin de réduire toute incidence sur ces deux dernières espèces, 2 mesures de réduction seront mises en œuvre. Les stations seront dans un premier temps mises en défens et balisées avant le début des travaux. Dans la mesure où l'emprise des éléments du chantier sur ces espèces est confirmée, une mesure de déplacement au sein d'un habitat propice à proximité sera opérée.*

Mesures intégrées au projet :

- ***R1.1 c** – Balisage préventif d'espèces patrimoniales*
- ***R2.1 o** (1) – Déplacement avant destruction de spécimens d'espèces : Sphagnum sp. et Hesperocodon hederaceus.*

L'incidence brute potentielle du projet sur les espèces floristiques patrimoniales ou protégées est modérée. À la suite de la mise en œuvre des mesures de réduction, mise en défens, et, le cas échéant, déplacement des individus au sein d'un habitat propice à proximité immédiate, l'incidence résiduelle du projet sur ces espèces sera faible.

2.3.1.2 Destruction d'espèces commune de la flore

La phase de travaux entrainera la suppression ou la dégradation d'une partie du couvert végétal en place, et donc de sa flore, notamment au niveau des habitats de prébois qui seront défrichés et des secteurs de bordure des plans d'eau. L'incidence brute directe sur ces végétations sera donc significative. Dès la fin des travaux, une recolonisation progressive par les espèces locales est possible à partir de la banque de graines du sol et des zones herbacées non ou peu impactées.

⇨ *À la fin de la phase travaux, un réensemencement sera par ailleurs réalisé au niveau des zones dénudées, afin d'éviter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes. Les semences utilisées auront le label « végétal local » et viseront à retrouver les cortèges spécifiques d'un habitat de prairie de fauche ou de prairie humide.*

⇨ *La base du mélange de graines se rapprochera d'espèces caractérisant les prairies de fauche locales, composées de poacées telles que Trisetum flavescens, Poa trivialis, Dactylis glomerata, Holucus lanatus, Anthoxanthum odoratum, ou de dicotylédones telles que Bistorta officinalis, Geranium sylvaticum, Alchemilla xanthochora, Meum athamanticum, Viola tricolor.*

Mesures intégrées au projet :

- ***R2.1 q (2)** – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Réensemencement des surfaces herbacées mise à nues / dégradées).*

L'incidence résiduelle permanente directe et à court terme du projet sur la flore est donc jugée faible, en raison de la prise en compte de la sensibilité des habitats impactés dans la mise en œuvre du chantier.

2.3.1.3 Dispersion ou introduction d'espèces invasives

L'aire d'implantation du projet comprend 10 espèces végétales exotiques envahissantes (EEE), en faibles densités néanmoins, essentiellement présentes au niveau de voies de circulation et des surfaces dénudées. Les secteurs récemment remaniés et mis à nu sont particulièrement sensibles à une colonisation rapide de nombre d'espèces invasives.

Sur l'ensemble de la durée du chantier, et notamment lors des interventions sur les zones concernées par des espèces invasives, les véhicules peuvent disperser des germes sur le site (racines, graines), et en exporter sur d'autres chantiers ou dans des habitats naturels traversés. Inversement, les véhicules de chantier peuvent aussi apporter de nouvelles espèces envahissantes par leurs roues ou chenilles ou par les matériaux qu'ils apportent sur site.

Le risque de dispersion de ces espèces dans d'autres habitats, par les camions sortant du chantier, est ici jugé faible. Les surfaces dénudées seront de surfaces réduites, mais le risque de colonisation à leur niveau pendant le chantier est cependant fort.

Les surfaces dénudées seront des surfaces réduites, mais le risque de colonisation pendant le chantier et la phase de défrichement est cependant fort en l'absence de mesure. Le risque de dispersion des espèces invasives présentes dans d'autres habitats, par les engins sortant du chantier, est ici jugé **modéré**.

⇨ *Aucun apport de terre végétale n'est nécessaire pour la réalisation des travaux. La quasi-totalité des matériaux seront extraits localement dans le cadre des travaux.*

Globalement, les apports de matériaux provenant de l'extérieur seront réduits au strict minimum, et ne concernent que le secteur de la base vie (assise), qui sera mise en place en amont des terrassements.

⇨ *Dans le cas d'apport de matériaux, ces derniers seront en provenance de carrières (de type grave non traitée, donc normalement non contaminés). Le risque d'apport d'espèces de flore exogène est donc réduit. Le site sera également rendu moins propice à la colonisation en augmentant sensiblement les surfaces végétalisées.*

Mesures intégrées au projet :

- ***R2.1 f** - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes*

Avec la mise en place des mesures de prévention, le risque d'incidence en phase travaux des espèces floristiques exotiques envahissantes est ici jugé faible.

2.3.2 Post-travaux

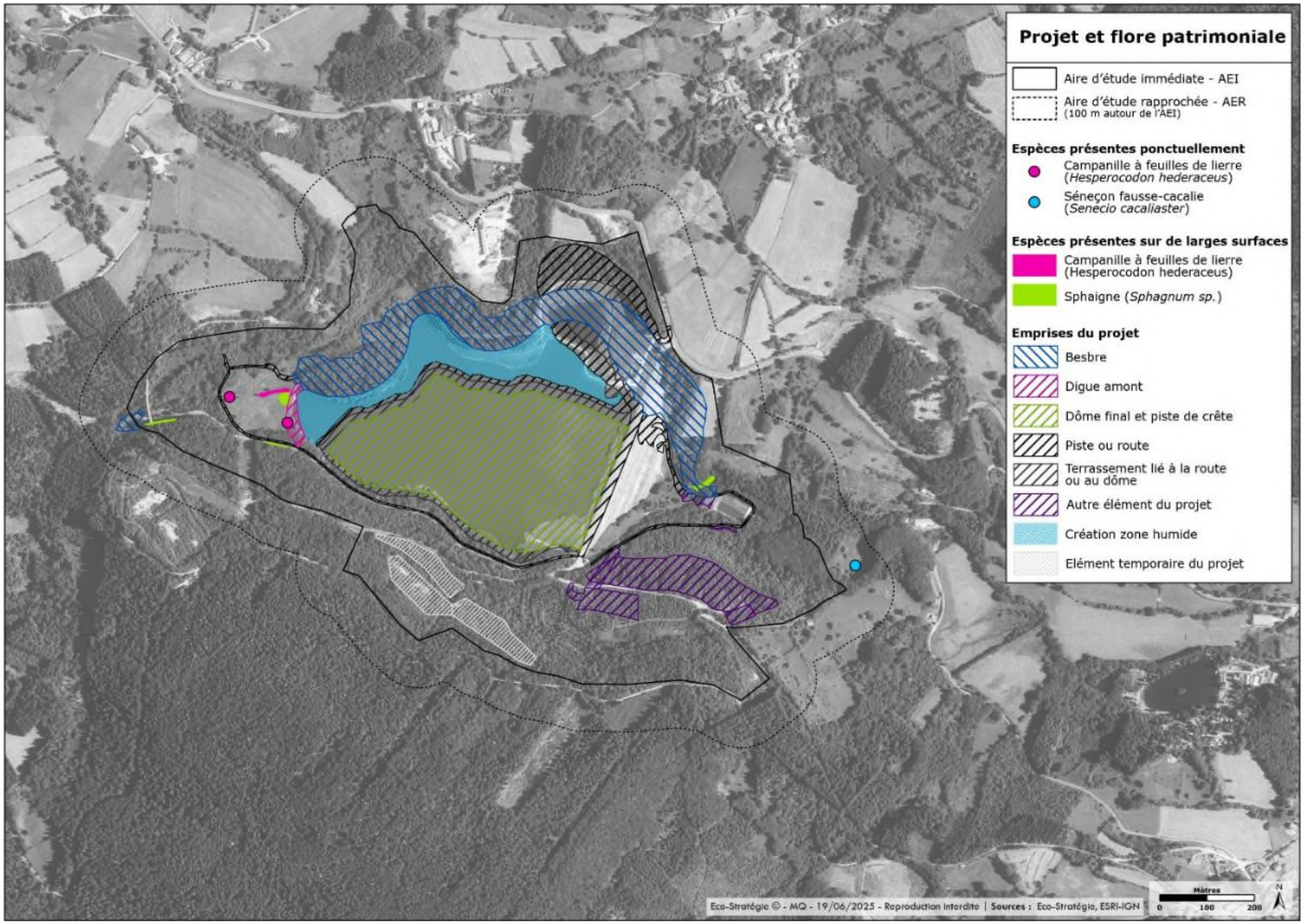
2.3.2.1 Incidences sur les espèces floristiques

En phase post travaux, une recolonisation progressive par les espèces locales est possible à partir de la banque de graines du sol et des zones herbacées non ou peu impactées. À la fin de la phase travaux, un réensemencement sera par ailleurs réalisé au niveau des zones dénudées, afin d'éviter la prolifération d'espèces exotiques envahissantes.

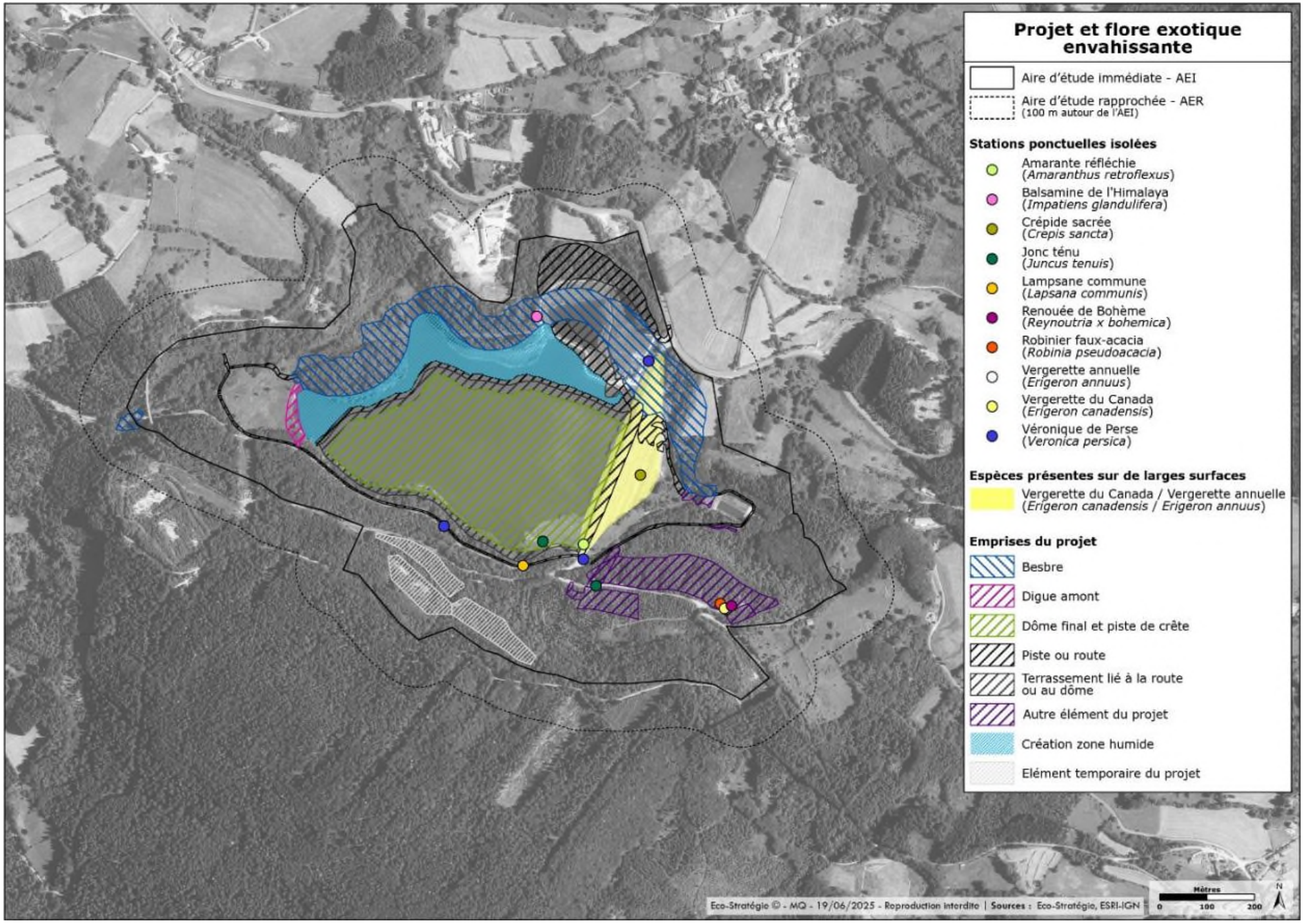
2.3.2.2 Dispersions ou introduction d'espèces invasives

En phase post travaux, le risque de dispersion ou d'introduction d'espèces invasives sera faible en raison de l'absence de sols mis à nu et de la gestion raisonnée du site.

En phase post travaux, l'incidence sur la flore sera faible en raison de la reprise d'une végétation à partir de la banque de graines du sol ou d'un réensemencement visant à reconstituer les habitats et à entrer en compétition rapidement avec les potentielles espèces invasives.



Carte 48 :Caractéristiques techniques du projet au regard de la flore patrimoniale et protégée


Projet et flore exotique envahissante
Aire d'étude immédiate - AEI
Aire d'étude rapprochée - AER
(100 m autour de l'AEI)
Stations ponctuelles isolées
Amarante réfléchie (Amaranthus retroflexus)
Balsamine de l'Himalaya (Impatiens glandulifera)
Crépide sacrée (Crepis sancta)
Jonc ténu (Juncus tenuis)
Lampsane commune (Lapsana communis)
Renouée de Bohème (Reynoutria x bohemica)
Robinier faux-acacia (Robinia pseudoacacia)
Vergerette annuelle (Erigeron annuus)
Vergerette du Canada (Erigeron canadensis)
Véronique de Perse (Veronica persica)
Espèces présentes sur de larges surfaces
Vergerette du Canada / Vergerette annuelle (Erigeron canadensis / Erigeron annuus)
Emprises du projet
Besbre
Digue amont
Dôme final et piste de crête
Piste ou route
Terrassement lié à la route ou au dôme
Autre élément du projet
Création zone humide
Elément temporaire du projet
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

Carte 49 : Caractéristiques techniques du projet au regard de la flore exotique envahissante identifiée

2.4 INCIDENCES DU PROJET SUR LA FAUNE

2.4.1 Phase travaux

2.4.1.1 Risques de destruction d'individus et perte d'habitat d'espèces

- **Avifaune**

Rappel de l'état initial : *58 espèces d'oiseaux recensés, dont 51 protégées, 24 patrimoniales et 7 d'intérêt communautaire. 51 espèces patrimoniales potentielles citées dans la bibliographie. 36 espèces nicheuses sur l'AEI, dont 30 protégées. 10 espèces nicheuses patrimoniales, dont 4 à enjeu modéré (**Alouette lulu, Bouvreuil pivoine, Chardonneret élégant, Pic noir**). L'AEI est principalement favorable à la nidification du cortège des zones boisées, en particulier sur le pourtour de l'AEI ; et plus localement favorable à l'avifaune du cortège des milieux semi-ouverts, aquatiques et ouverts.*

11 espèces en halte migratoire sur l'AEI et ses abords, dont 9 protégées. L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune en halte migratoire.

*17 espèces hivernantes sur l'AEI et ses abords, toutes protégées. 3 espèces patrimoniales identifiées, dont deux évaluées à enjeu modéré (**Alouette lulu, Grande aigrette**). L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune hivernante (rassemblement de **Grands cormorans**, absence de dortoir hivernal) ; avec un intérêt pour les espèces sédentaires.*

*11 espèces en alimentation ou de passage sur l'AEI et ses abords, toutes protégées. 3 espèces patrimoniales identifiées, dont 2 à enjeu modéré (**Héron pourpré** et **Martin-pêcheur d'Europe**). L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune en alimentation (activité de chasse et d'alimentation pour certains rapaces et passereaux) ou de passage (survol du site).*

Si les travaux, et notamment le défrichement, débutent en période de reproduction, le risque de mortalité concernera l'avifaune des cortèges des milieux boisés, ouverts et semi ouverts.

Les espèces cavernicoles, liées aux arbres à cavités (pics, rapaces nocturnes), présentent une période de sensibilité de février à août. Ce cortège est nettement moins concerné par un risque de destruction, du fait que l'essentiel des boisements anciens et propices à la présence de cavités, sont évités dans le cadre de ce projet. L'incidence brute sur ces espèces est **modérée**.

Toutes les autres espèces nicheuses à enjeu concernent le cortège des milieux semi-ouverts ou de lisière, comme les petits passereaux, qui présentent une période de sensibilité semblable aux autres espèces, soit entre mars et août. Ces espèces peuvent potentiellement trouver des habitats de report à proximité le temps de travaux, au niveau de l'AEI et ses abords. L'incidence brute du projet sur ces espèces est potentiellement **forte** au cours de leur phase de reproduction.

L'Engoulevent d'Europe n'est pas considéré comme nicheur sur site, mais chasse au niveau des secteurs de clairières, notamment celles liées à l'exploitation forestière au sud de l'aire d'étude. Ce type d'habitat est commun localement. Le site redeviendra propice à cette espèce à l'issue des travaux, avec la mise en place d'habitats de lisières et de clairières.

Un risque concerne les espèces nichant au sol telle que l'Alouette lulu, nichant potentiellement au sein de la zone d'implantation entre mars et aout. Les actions qui seront mises en place dans le cadre du projet, seront également favorables à l'Alouette lulu (création et entretien de secteurs semi-ouverts entretenus de façon pérenne dans et à proximité du site).

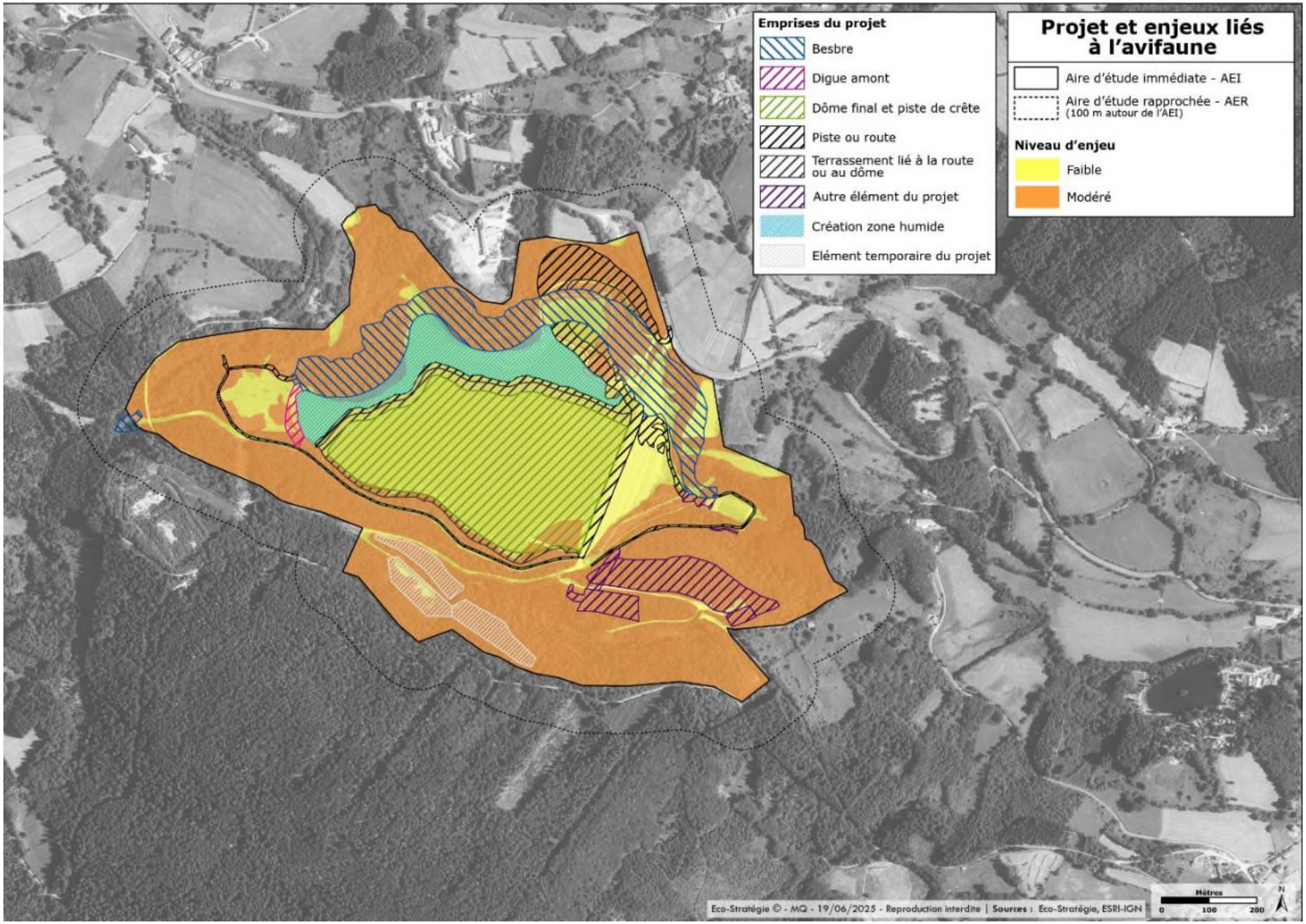
Un cortège d'espèces liées au milieu aquatique (ardéidés, anatidés, cormorans, grèbes), utilise le site en période hivernale et en nourrissage. Concernant ces espèces, le milieu ne sera plus favorable pendant et à l'issue des travaux. Le Martin-pêcheur pourra néanmoins continuer à se nourrir au niveau de la Besbre.

⇨ *Le risque de mortalité et l'incidence indirecte temporaire sur l'avifaune sont jugés comme **forts** si les travaux débutent en période de reproduction et d'élevage des jeunes (mars à août), et comme **faibles** si les travaux commencent hors période de reproduction, pour l'ensemble de l'avifaune.*

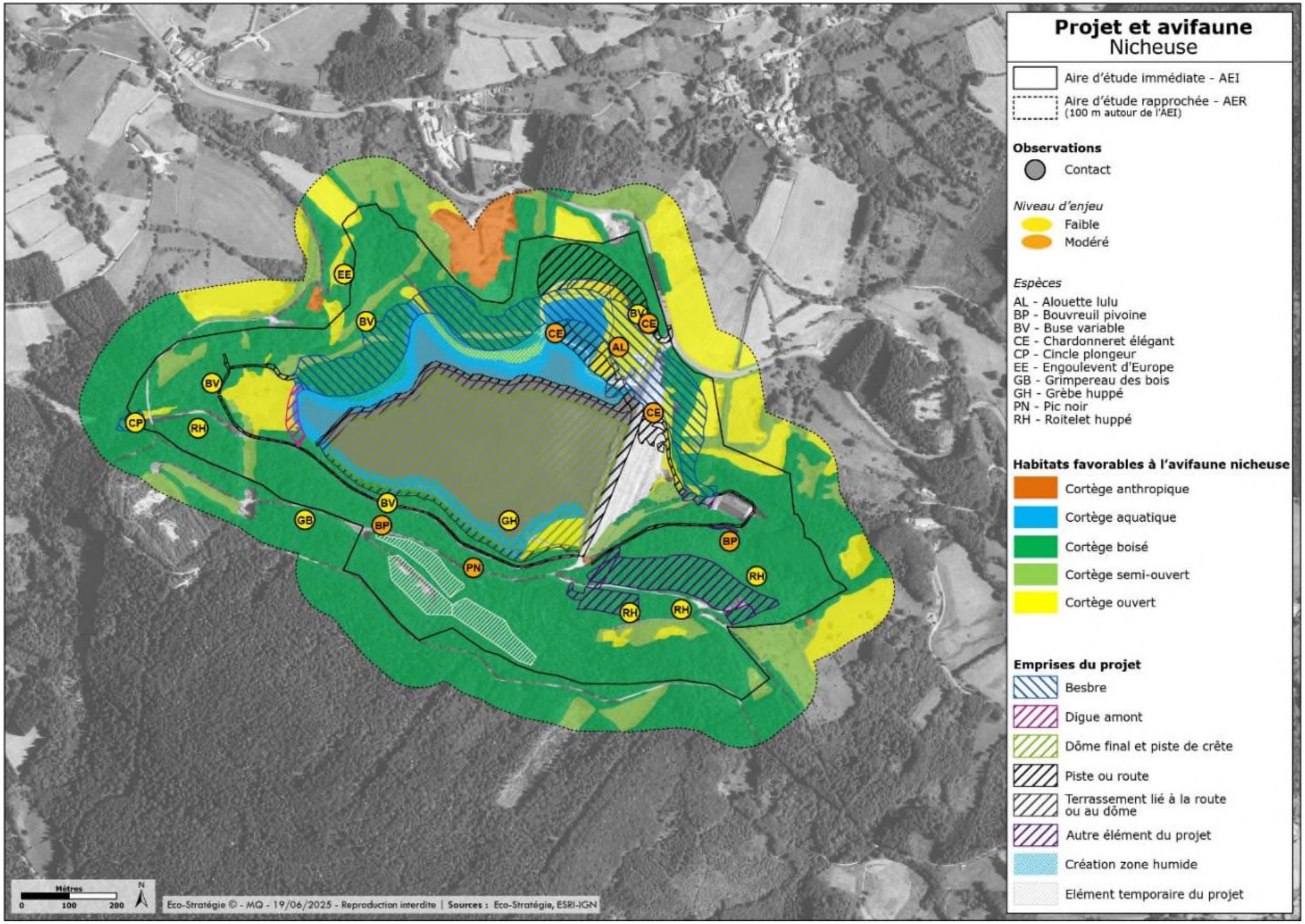
Mesures intégrées au projet :

- ***E4.1 a-b** – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année*

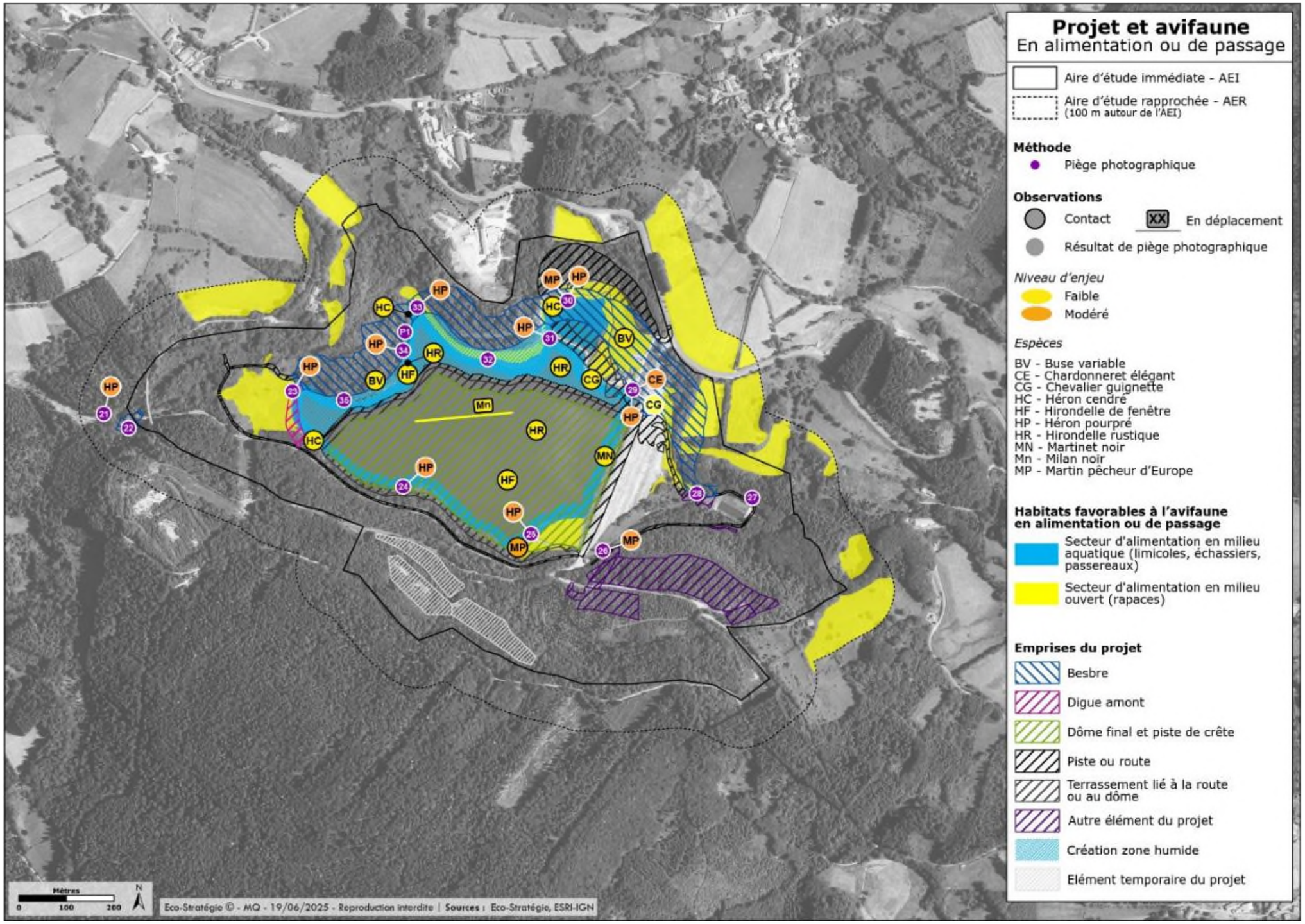
Avec la mise en place de la mesure d'adaptation du calendrier des travaux, les incidences résiduelles du projet sur l'avifaune en phase travaux sont faibles.


Emprises du projet
Besbre
Digue amont
Dôme final et piste de crête
Piste ou route
Terrassement lié à la route ou au dôme
Autre élément du projet
Création zone humide
Elément temporaire du projet
Projet et enjeux liés à l'avifaune
Aire d'étude immédiate - AEI
Aire d'étude rapprochée - AER
(100 m autour de l'AEI)
Niveau d'enjeu
Faible
Modéré
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

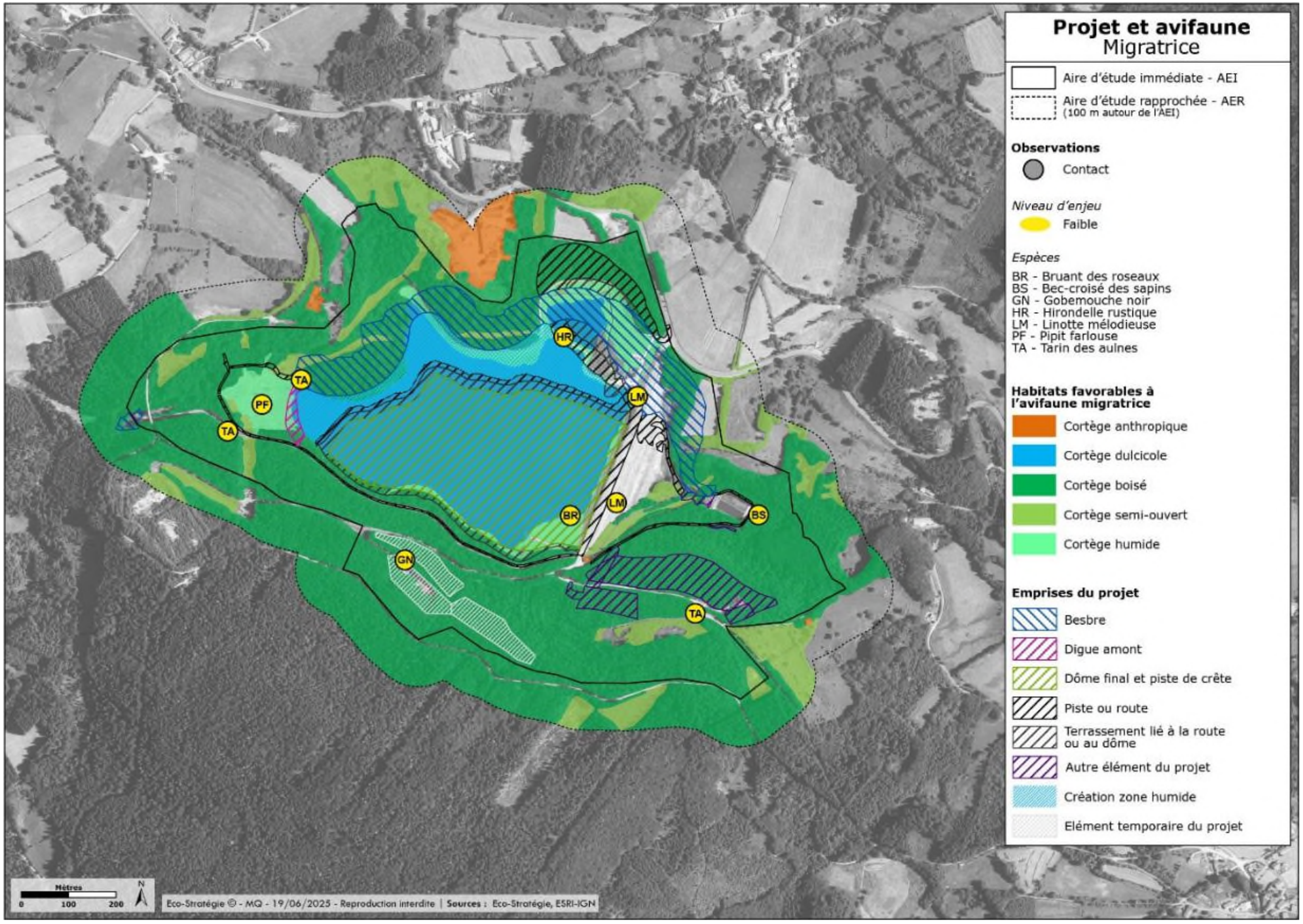
Carte 50 : Caractéristiques du projet au regard des enjeux liés à l'avifaune


Projet et avifaune
Nicheuse
Aire d'étude immédiate - AEI
Aire d'étude rapprochée - AER
(100 m autour de l'AEI)
Observations
Contact
Niveau d'enjeu
Faible
Modéré
Espèces
AL - Alouette lulu
BP - Bouvreuil pivoine
BV - Buse variable
CE - Chardonneret élégant
CP - Cincle plongeur
EE - Engoulevent d'Europe
GB - Grimpereau des bois
GH - Grèbe huppé
PN - Pic noir
RH - Roitelet huppé
Habitats favorables à l'avifaune nicheuse
Cortège anthropique
Cortège aquatique
Cortège boisé
Cortège semi-ouvert
Cortège ouvert
Emprises du projet
Besbre
Digue amont
Dôme final et piste de crête
Piste ou route
Terrassement lié à la route ou au dôme
Autre élément du projet
Création zone humide
Elément temporaire du projet
Mètres
0 100 200
N
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN

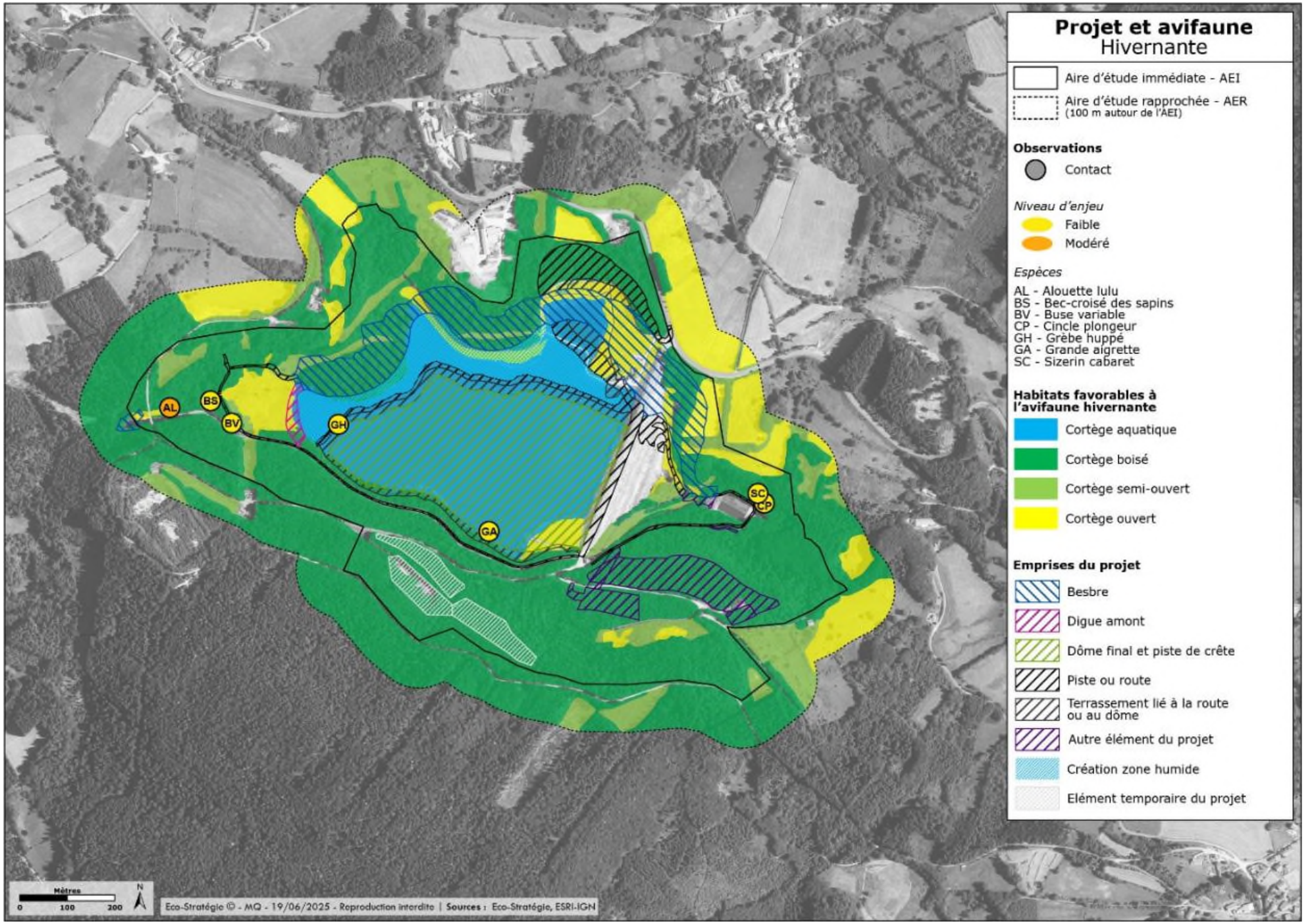
Carte 51 : Caractéristiques du projet au regard de l'avifaune nicheuse à enjeu


Projet et avifaune
En alimentation ou de passage
Aire d'étude immédiate - AEI
Aire d'étude rapprochée - AER
(100 m autour de l'AEI)
Méthode
Piège photographique
Observations
Contact
XX
En déplacement
Résultat de piège photographique
Niveau d'enjeu
Faible
Modéré
Espèces
BV - Buse variable
CE - Chardonneret élégant
CG - Chevalier guignette
HC - Héron cendré
HF - Hirondelle de fenêtre
HP - Héron pourpré
HR - Hirondelle rustique
MN - Martinet noir
Mn - Milan noir
MP - Martin pêcheur d'Europe
Habitats favorables à l'avifaune
en alimentation ou de passage
Secteur d'alimentation en milieu aquatique (limicoles, échassiers, passereaux)
Secteur d'alimentation en milieu ouvert (rapaces)
Emprises du projet
Besbre
Digue amont
Dôme final et piste de crête
Piste ou route
Terrassement lié à la route ou au dôme
Autre élément du projet
Création zone humide
Elément temporaire du projet
Mètres
0
100
200
N
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN

Carte 52 : Caractéristiques du projet au regard de l'avifaune à enjeu en alimentation ou de passage



Carte 53 : Caractéristiques du projet au regard de l'avifaune migratrice à enjeu



Projet et avifaune
Hivernante

Aire d'étude immédiate - AEI
Aire d'étude rapprochée - AER
(100 m autour de l'AEI)

Observations
Contact

Niveau d'enjeu
Faible
Modéré

Espèces
AL - Alouette lulu
BS - Bec-croisé des sapins
BV - Buse variable
CP - Cincle plongeur
GH - Grèbe huppé
GA - Grande aigrette
SC - Sizerin cabaret

Habitats favorables à l'avifaune hivernante
Cortège aquatique
Cortège boisé
Cortège semi-ouvert
Cortège ouvert

Emprises du projet
Besbre
Digue amont
Dôme final et piste de crête
Piste ou route
Terrassement lié à la route ou au dôme
Autre élément du projet
Création zone humide
Elément temporaire du projet

Carte 54 : Caractéristiques du projet au regard de l'avifaune hivernante à enjeu

- **Chiroptères**

Rappel de l'état initial : 118 gîtes potentiels recensés, 115 arboricoles et trois bâtis, dont 112 au sein de l'AEI. Aucun gîte à enjeu fort, 18 à enjeu modéré (quinze arboricoles et trois bâtis). Aucun individu n'a été trouvé ou enregistré comme utilisant les gîtes bâtis présents dans l'AEI.

L'AEI est potentiellement attractive pour des espèces aux mœurs arboricoles, en estivage et/ou en hivernage ; et plus localement pour des espèces au mœurs anthropiques. 20 espèces de chiroptères contactées, toutes protégées. Quatorze espèces patrimoniales identifiées. Parmi les 9 espèces protégées potentielles, citées dans la bibliographie, 8 observées dans l'AEI

6 espèces présentent un enjeu fort : ***Barbastelle d'Europe, Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle commune, Murin de Bechstein et Murin de Daubenton***

5 présentent un enjeu modéré : ***Grande noctule, Murin à oreilles échancrées, Murin d'Alcathoe, Murin de Brandt, Sérotine commune, Murin de Natterer, Oreillard gris et Oreillard roux.***

AEI avant tout utilisée pour la chasse par des espèces de milieux boisés ou humides et des espèces ubiquistes. Activité dans l'ensemble très forte, en particulier en été et en automne. Cortège largement dominé par deux espèces communes : la Pipistrelle commune et le Murin de Daubenton. Zones de chasse majeures autour des zones humides et en bord du bassin principal, pour les deux espèces citées ci-dessus ainsi que les noctules. Présence potentielle de gîtes à proximité en automne pour la Barbastelle d'Europe et la Pipistrelle commune.

Hors reproduction, le site abrite des milieux favorables à l'accomplissement du cycle de vie des chiroptères : milieux de lisières, milieux humides, gîtes arboricoles. À l'exception des plans d'eau, la structure paysagère permettant les déplacements et le transit des espèces pour accéder à leurs terrains de chasse (corridors forestiers, mares, zones humides, lisières forestières) sera préservée.

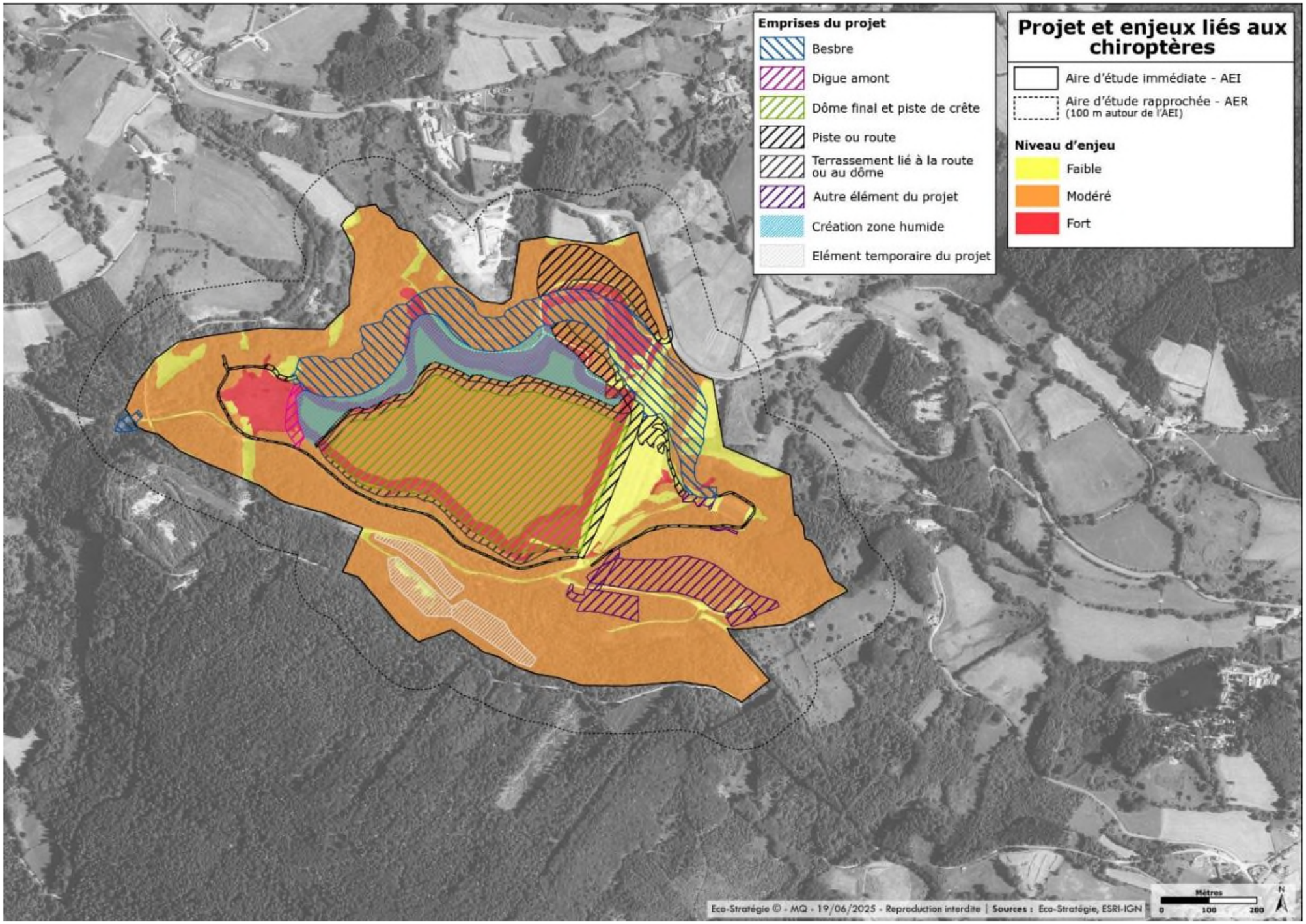
Les secteurs de bâtis sur le site, largement dégradés, peu isolés et ouverts à tous vents sont peu propices aux chiroptères, en hibernation comme en reproduction. Aucun gîte présentant un enjeu significatif ne sera détruit avec la mise en œuvre du projet, avec par conséquent un risque de destruction d'individus très faible.

À l'issue des travaux, les chiroptères retrouveront des milieux propices au transit et à la chasse : lisières, grandes prairies à tendance hydrophile, cours d'eau. L'impact global sur les chiroptères est jugé faible, à l'exception du Murin de Daubenton, intimement lié au milieu aquatique, qui fréquentera le secteur moins assidument avec le comblement des plans d'eau.

Mesures intégrées au projet :

- ***E4.1 a-b** – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année*

Le projet n'engendrera pas de risque de mortalité directe potentielle de chiroptères. L'incidence résiduelle globale du projet sur les chiroptères est jugée faible.



Carte 55 : Caractéristiques du projet au regard des enjeux liés aux chiroptères

- **Mammifères terrestres**

*Rappel de l'état initial : 11 espèces de mammifères terrestres ou semi-aquatiques recensées. Parmi les 5 espèces potentielles, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie (sur 11 au total), 3 espèces (Loutre d'Europe, Chat forestier, Écureuil roux) observées dans l'AEI. 3 espèces protégées et patrimoniales identifiées, 2 à enjeu fort (**Loutre d'Europe** et **Chat forestier**) et 1 à enjeu modéré (**Écureuil roux**). Présence potentielle d'espèces protégées et/ou patrimoniales communes (Hérisson d'Europe), ou d'espèces patrimoniales (Campagnol amphibie, Putois d'Europe). L'AEI est localement attractive en tant que zone refuge pour la mammalofaune terrestre (boisements, fourrés) et la mammalofaune semi-aquatique (plan d'eau et berges).*

Le **Chat forestie**r fréquente potentiellement l'intégralité de l'aire d'étude. Son domaine vital recouvre néanmoins une surface beaucoup plus vaste, vraisemblablement à l'échelle du versant. Un ou des individus ont été contactés sur les pièges photographiques en bordure et dans la zone d'étude. Au vu de la fréquentation humaine du site, même modérée, il semble peu probable que cette espèce s'y reproduise. Des individus traversent et chassent néanmoins sur le site au niveau des secteurs prairiaux et des lisières. L'incidence brute temporaire des travaux sur cette espèce sera liée au dérangement occasionné durant la durée des travaux, qui peut être qualifiée de **faible**.

⇨ *À l'issue des travaux, les milieux en place nouvellement créés seront très favorables à l'espèce, notamment les grandes prairies de fauche en lisières forestières.*

La **Loutre d'Europe** utilise le site d'étude, et notamment les plans d'eau, pour se nourrir. De nombreuses épreintes ont en effet été observées sur le pourtour du plan d'eau. Les individus semblent se nourrir en grande partie d'Écrevisses signal (espèce invasive), omniprésentes dans les plans d'eau. Une prospection spécifique en embarcation a été réalisée à la recherche de catiche, afin de savoir si l'espèce se reproduisait au niveau du plan d'eau. Aucune catiche n'a été identifiée au sein de l'aire d'étude, et aucun jeune individu n'a été photographié au niveau du maillage de pièges photographiques répartis sur les pourtours des milieux aquatiques. Ces éléments nous portent à croire que la Loutre d'Europe fréquente uniquement le secteur ponctuellement pour se nourrir.

Au même titre que le Chat forestier, l'incidence brute temporaire des travaux sur cette espèce sera liée au dérangement occasionné durant la durée des travaux, qui peut être qualifiée de **faible**. Cette espèce est en effet très bien représentée localement au niveau de l'ensemble des têtes de bassin régionales. Le ou les individus fréquentant le site opéreront un report temporaire au niveau du linéaire de la Besbre ou sur l'un de ses affluent le temps des travaux, tout en demeurant au sein de son territoire. Son activité en Europe de l'Ouest est principalement nocturne et crépusculaire.

Le domaine vital de la Loutre d'Europe s'étend le plus souvent sur au moins 10 km, parfois sur plusieurs dizaines de kilomètres de rivière, comprenant généralement les affluents. Les déplacements sont quotidiens pour la recherche de nourriture et pour l'exploration de leur domaine vital, parcourant aisément plusieurs kilomètres en une seule nuit[37].

La continuité hydraulique actuelle de la Besbre sera maintenue au cours de la période de travaux. Le canal de la Besbre restera en effet en eau le temps de travaux, et la bascule de l'eau dans le nouveau lit de la Besbre s'opérera uniquement à l'issue des travaux. Le projet ne présentera donc pas d'obstacle, ou très temporairement, à la dispersion et à la mobilité de l'espèce de l'espèce.

La loutre semble par ailleurs pouvoir s'adapter à un certain niveau de dégradation anthropique de ses habitats : sa présence ne peut pas être considérée comme un indicateur

[37] *https://professionnels.ofb.fr/fr/doc-fiches-especes/loutre-deurope-lutra-lutra*

de bonne qualité de milieu. Cependant, les eaux et l'habitat aquatique doivent demeurer d'une qualité suffisante pour assurer la disponibilité en proies.

Outre le fait que l'Écrevisse signal, principale nourriture de la loutre actuellement au sein du plan d'eau, présentent un caractère exogène et envahissant, elle se nourrit surtout d'organismes marqués radiologiquement. L'effacement du plan d'eau au profit de milieux à plus forte naturalité présente un gain écologique significatif pour l'espèce.

- ⇨ *À l'issue des travaux, le milieu redeviendra favorable à cette espèce avec la remise en eau de la Besbre, qui recouvrera par ailleurs sa continuité écologique, très favorable à la Truite fario, proie privilégiée de la Loutre d'Europe au niveau de ces secteurs de tête de bassin.*
- ⇨ *Bien que la loutre ne fréquente pas le secteur du plan d'eau pour sa reproduction (aucun jeune n'a été identifié et aucune catiche trouvée sur les berges du plan d'eau), une nouvelle recherche de catiche mise en œuvre avant le commencement des travaux.*
- ⇨ *Les travaux commenceront également hors période de sensibilité de l'espèce, soit en fin d'été / début d'automne, en évitant la période de février à juin, puis éviteront de s'arrêter sur des périodes prolongées.*

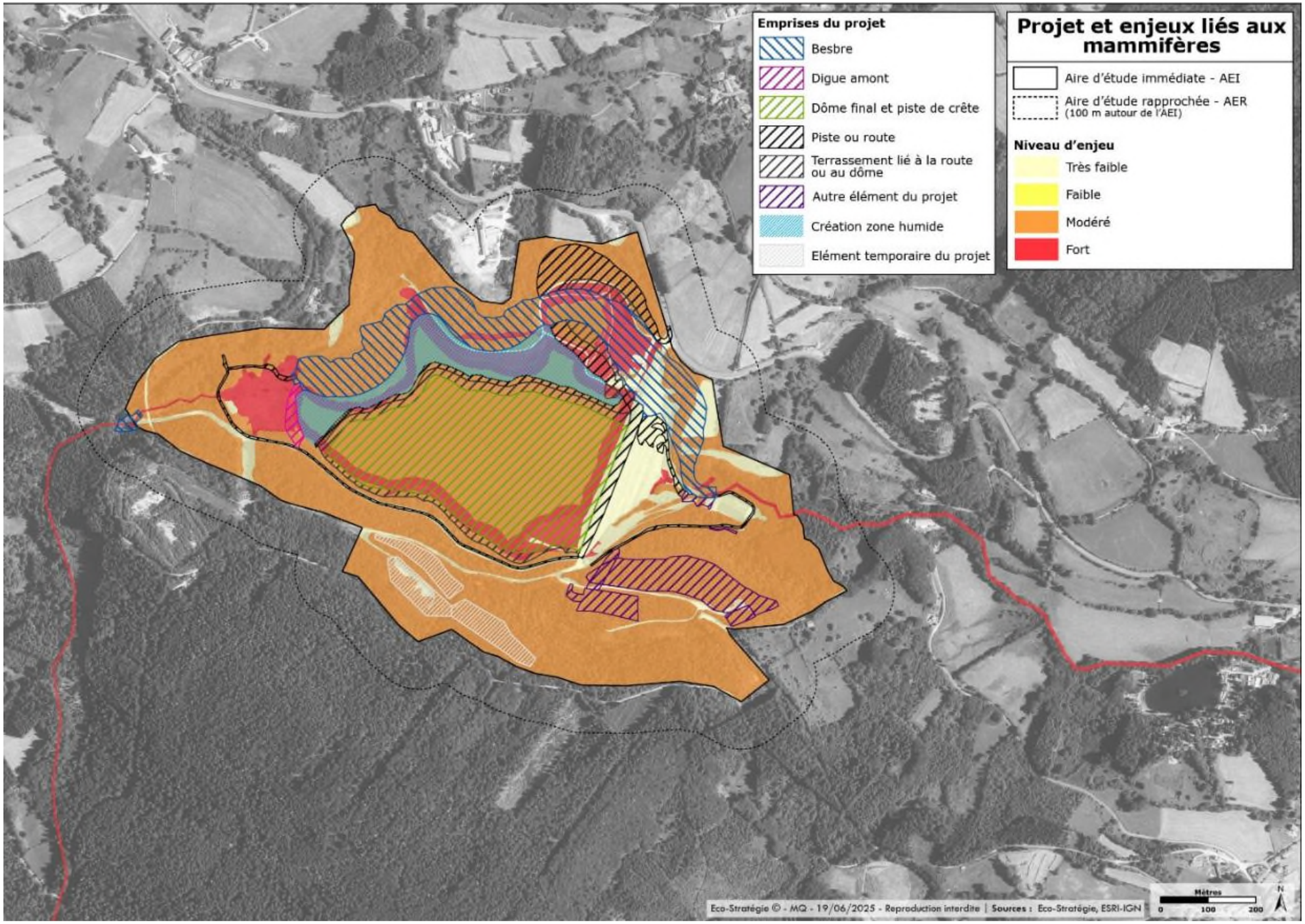
Concernant **l'Écureuil roux**, ce dernier fréquente et se reproduit potentiellement au niveau de l'entièreté des milieux boisés. Un dérangement notable sera occasionné avec le défrichement des 6 à 7 ha de boisements. L'espèce est commune localement, et le secteur est très largement boisé à proximité immédiate du site. Les individus pourront se reporter aisément vers des habitats propices le temps des travaux. L'incidence brute du projet sur cette espèce est potentiellement forte au cours de leur phase de reproduction.

- ⇨ *Le calendrier des travaux, et notamment de défrichement, sera très important concernant l'habitat de cette espèce. L'espèce peut en effet avoir une à deux portées par an, entre février et août. Tout défrichement devra donc avoir lieu en dehors de cette période concernant cette espèce.*

Mesures intégrées au projet :

- ***E4.1 a-b** – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année*
- ***A1** - État de référence et surveillance du milieu aquatique récepteur*
- ***A2** – Renforcement de l'attractivité du site pour la Loutre d'Europe en phase post-travaux*

L'incidence résiduelle globale du projet sur les mammifères terrestres est jugée faible.



Carte 56 : Caractéristiques du projet au regard des enjeux liés aux mammifères terrestres

- **Amphibiens**

Rappel de l'état initial *: 6 espèces d'amphibiens recensées, toutes protégées. Parmi les 6 espèces potentielles citées dans la bibliographie, cinq espèces (Alyte accoucheur, Grenouille « verte », Grenouille rousse, Salamandre tachetée, Triton palmé) observées dans l'AEI. Une espèce patrimoniale identifiée (Grenouille rousse), évaluée à enjeu modéré. L'AEI et ses abords sont globalement très propices à la reproduction et à l'hivernage des amphibiens.*

La diversité en espèces d'amphibiens, importante sur le site, est intimement liée à la diversité de la mosaïque des milieux présents sur le site. Le projet aura une incidence majeure sur ces espèces, notamment au niveau de leurs milieux de reproduction principaux qui seront comblés. Le site se trouve également potentiellement dans des axes utilisés par les amphibiens lors des migrations entre leur milieu terrestre (boisement) et aquatique (mare) ou entre plusieurs mares, en particulier lors de la période de reproduction. Ces migrations ont majoritairement lieu de nuit, ce qui limite ce risque d'écrasement en raison de l'absence de travaux de nuit. L'incidence brute du projet est **modérée** concernant les amphibiens.

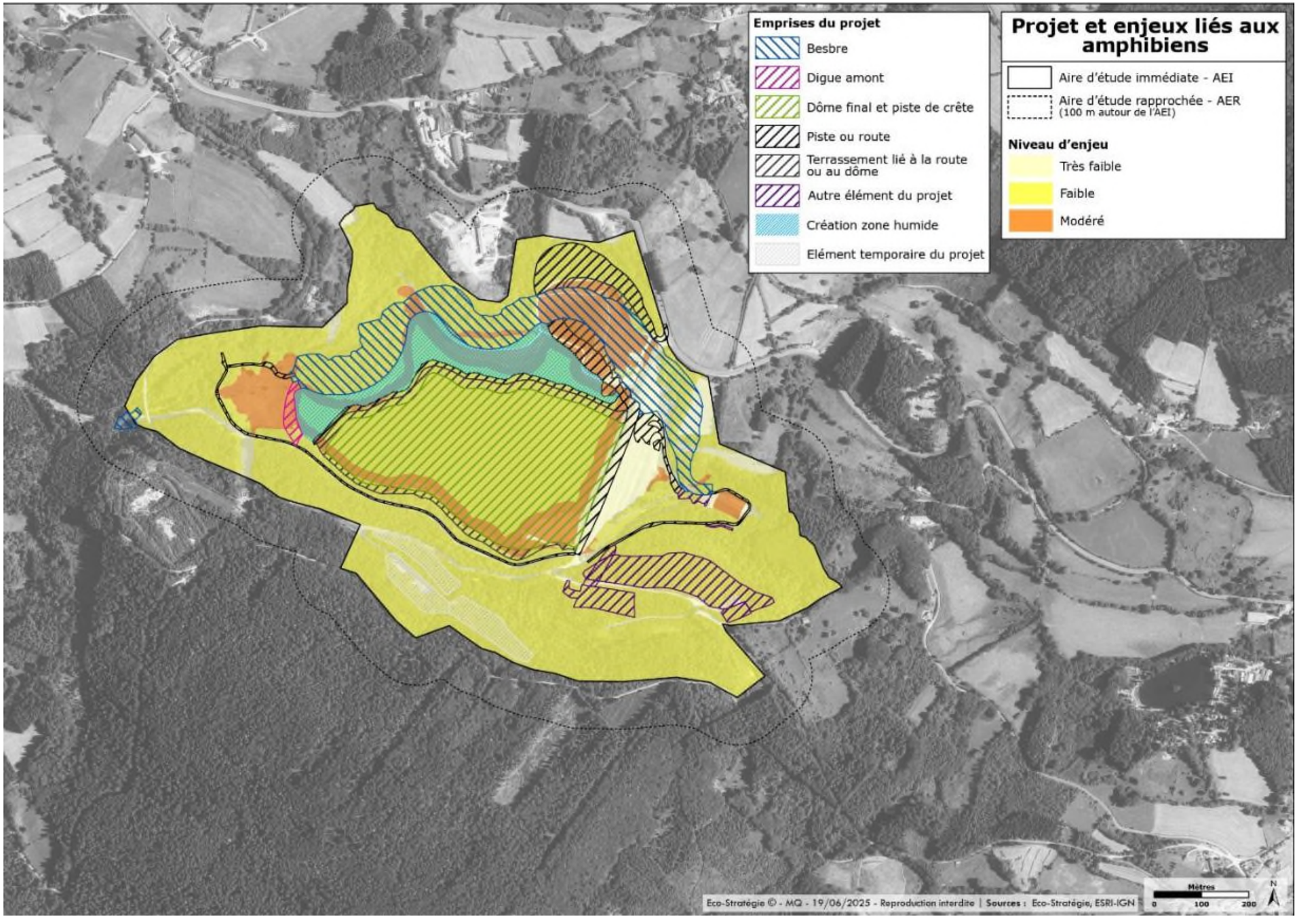
⇨ *Une mesure de réduction sera mise place en année N-1 des travaux afin de sortir un maximum d'individus de la future emprise chantier (secteurs de reproduction, empierrement du barrage concernant l'Alyte). Des barrières à petite faune seront mises en place au niveau des secteurs de travaux, afin d'empêcher l'intrusion ou le retour d'individus au niveau des secteurs en travaux. Une mesure visant à creuser un certain nombre de mares compensatoires sera également mise en œuvre afin de relocaliser les individus et délocaliser la reproduction hors de l'emprise chantier. Cette mesure compensatoire prendra forme en 2 phases. Une série de mares sera construite en année N-1, et une seconde série à la fin des travaux.*

Mesures intégrées au projet :

- ***E4.1 a-b*** *– Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année*
- ***R2.1 i*** *– Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux (Barrière à petite faune)*
- ***R2.1 o (2)*** *- Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers les habitats de substitution (amphibiens, reptiles)*
- ***C3*** *- Création d'un réseau de mares de substitution*

Avec la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, l'incidence résiduelle globale du projet sur les amphibiens est jugée modérée.

La mise en place d'une mesure compensatoire est donc nécessaire afin de réduire significativement l'incidence du projet sur ces espèces.



Carte 57 : Caractéristiques du projet au regard des enjeux liés aux amphibiens

- **Reptiles**

*Rappel de l'état initial : 5 espèces de reptiles recensées, toutes protégées. Parmi les 5 espèces protégées potentielles citées dans la bibliographie, 4 espèces (**Coronelle lisse, Couleuvre helvétique, Lézard des murailles et Vipère aspic**) observées dans l'AEI. 1 espèce patrimoniale identifiée (Coronelle lisse), évaluée à enjeu modéré. Présence potentielle d'autres espèces protégées, communes (Lézard vivipare). L'AEI est localement attractive pour les reptiles, tout au long de leur cycle biologique (lisières, zones arbustives à boisées).*

La circulation et le travail des engins, du terrassement des pistes au montage des structures, peuvent engendrer un risque d'écrasement en particulier pour la petite faune au sol, dont les reptiles, qui se réfugient dans des caches. Les espèces de reptiles identifiées au niveau de l'implantation du projet possèdent toutefois une certaine capacité de fuite et pourront trouver des caches sur les surfaces de l'aire d'étude non impactées par le projet et à proximité (lisières, haies).

L'emprise des travaux concerne néanmoins des secteurs de prédilection pour ces espèces. Les lisières de prébois au sud et une partie du barrage seront détruits dans le cadre du projet. C'est au niveau de ces habitats que l'essentiel des individus ont été contactés. L'incidence brute du projet est donc **modérée** concernant les reptiles.

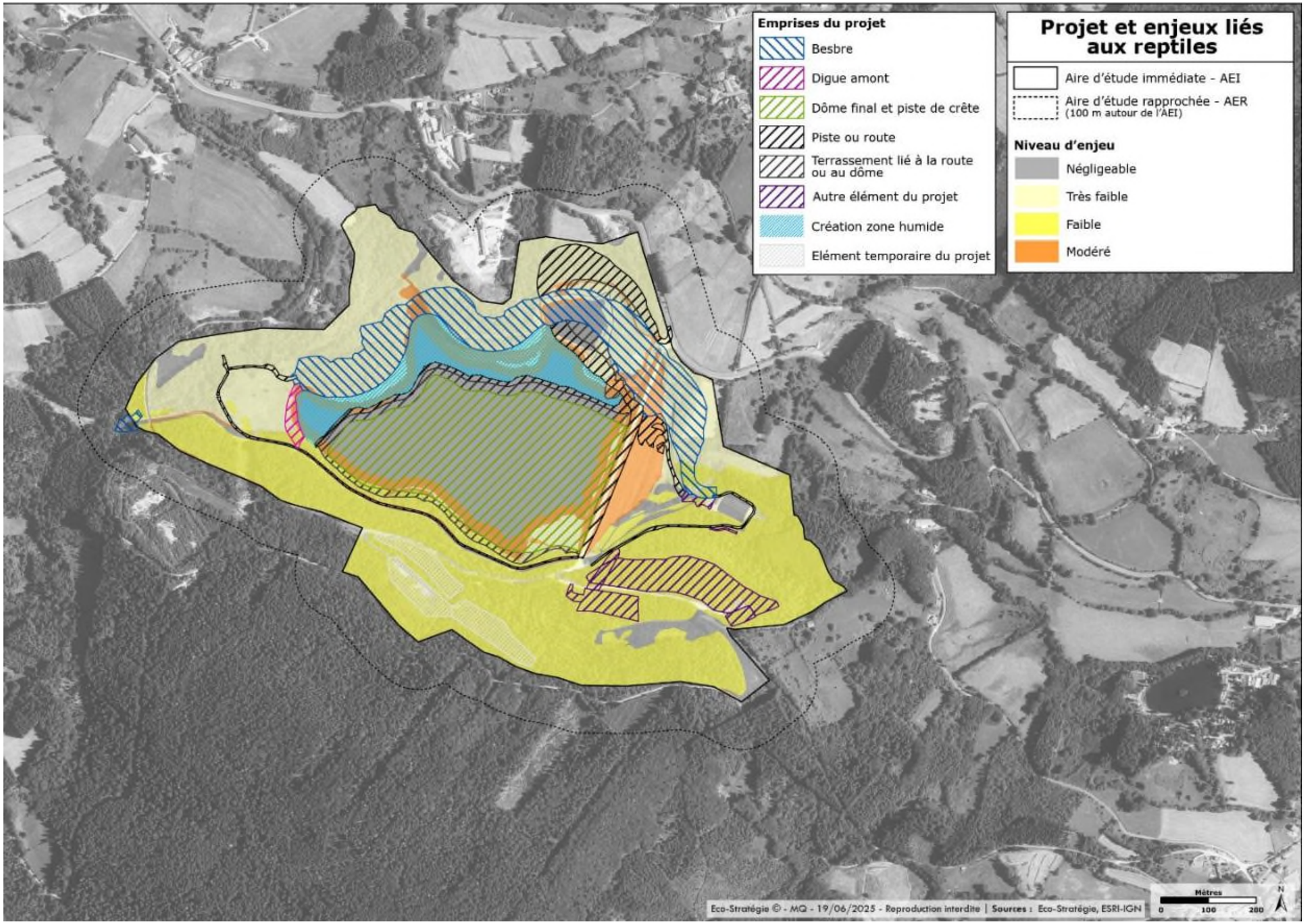
⇨ *Une mesure de réduction sera mise place préalablement à la phase de travaux impactant le barrage, afin de sortir un maximum d'individus de la future emprise chantier (secteurs de reproduction, empierrement du barrage). Des barrières à petite faune seront mises en place au niveau des secteurs de travaux, afin d'empêcher l'intrusion ou le retour d'individus au niveau des secteurs en travaux. Une mesure compensatoire sera mise en œuvre afin de créer de longs linéaires d'habitats minéraux propices aux reptiles.*

Mesures intégrées au projet :

- ***E4.1 a-b** – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année*
- ***R2.1 i** – Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux (Barrière à petite faune)*
- ***R2.1 o (2)** - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers les habitats de substitution (amphibiens, reptiles)*
- ***R2.1 p –** Gestion des habitats dans la zone d'emprise du projet : Défavorabilisation des habitats ouverts en phase travaux.*
- ***C4 –** Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles*

Avec la mise en œuvre des mesures d'évitement et de réduction, l'incidence résiduelle globale du projet sur les reptiles est jugée modérée.

La mise en place d'une mesure compensatoire est donc nécessaire afin de réduire significativement l'incidence du projet sur ces espèces.


Emprises du projet
Besbre
Digue amont
Dôme final et piste de crête
Piste ou route
Terrassement lié à la route ou au dôme
Autre élément du projet
Création zone humide
Elément temporaire du projet
Projet et enjeux liés aux reptiles
Aire d'étude immédiate - AEI
Aire d'étude rapprochée - AER
(100 m autour de l'AEI)
Niveau d'enjeu
Négligeable
Très faible
Faible
Modéré
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

Carte 58 : Caractéristiques du projet au regard des enjeux liés aux reptiles

- **Entomofaune**

*Rappel de l'état initial : 80 espèces d'insectes recensées, majoritairement des lépidoptères et des orthoptères. Parmi les 12 espèces protégées et patrimoniales potentielles citées dans la bibliographie (sur 19 au total), 3 espèces (Damier de la succise, Conocéphale des roseaux, Criquet palustre) observées dans l'AEI. 1 espèce protégée et patrimoniale (**Damier de la succise**) évaluée à enjeu fort ; et 5 autres espèces patrimoniales, évaluées à enjeu modéré (**Conocéphale des roseaux, Criquet palustre, Criquet vert-échine, Grillon des marais, Tétrix des vasières**). Lépidoptères nocturnes : 89 espèces de lépidoptères nocturnes recensées. Une espèce qualifiée d' « assez rare » (Noir-Atre) et quatre évaluées comme « peu communes » (Aunette, Bryophile perlée, Anachorète, Comma blanc), toutes à enjeu modéré. Présence potentielle de plusieurs espèces patrimoniales (odonates, orthoptères et lépidoptères). L'AEI est globalement favorable à une bonne diversité entomologique au sein des espaces prairiaux humides et des milieux aquatiques et humides. La diversité entomofaunistique observée sur le site est bonne.*

La présence sur le site de nombreuses espèces patrimoniales est en lien avec la diversité des milieux aquatiques et des zones humides. Les plans d'eau seront détruits, mais une partie des zones humides présentant les plus fortes valeurs écologiques sont préservées. Peu d'odonates ou de lépidoptères sont susceptibles d'être impactés à l'âge adulte. L'impact sur ces groupes concerne essentiellement les chenilles ou les larves. Comme pour les groupes de petite faune, le risque de destruction d'individus est possible notamment pour les orthoptères et les coléoptères à déplacement lent. Parmi les espèces à enjeu potentielles, telles que les coléoptères liés aux arbres sénescents, le projet conserve en grande partie les secteurs boisés anciens, qui seront gérés en évolution libre.

Le **Damier de la succise** dépend de sa plante hôte, qui elle-même est inféodée aux prairies hygrophiles. L'incidence brute du projet est donc **modérée** concernant l'entomofaune.

⇨ *Afin de réduire l'incidence, une grande partie des plantes hôtes du Damier de la succise présentes sur le site devront être déplacées en année N-1 au niveau de secteurs préservés par les travaux. Les individus restant devront être arrachés, afin de défavorabiliser l'emprise des travaux vis-à-vis de cette espèce. À l'issue des travaux, l'espèce bénéficiera de la mesure de compensation des zones humides, au sein de laquelle, la plante hôte de l'espèce sera favorisée.*

Les insectes pollinisateurs sont en déclin et assurent une fonction écologique importante, reconnue au niveau européen par le règlement sur la restauration de la nature d'août 2024. Leur conservation doit donc être favorisée dans toute restauration et gestion de milieux à vocation écologique. Ils font également l'objet d'un PNA en cours.

⇨ *Dans le cadre de la mesure de compensation des milieux prairiaux, les insectes pollinisateurs sont donc bien pris en compte. Outre l'implantation d'espèces prairiales nectarifères (mesure C2), des micro-habitats plus singuliers sont proposés au niveau de secteurs périphériques : empierrements, surfaces sableuses (mesure C4).*

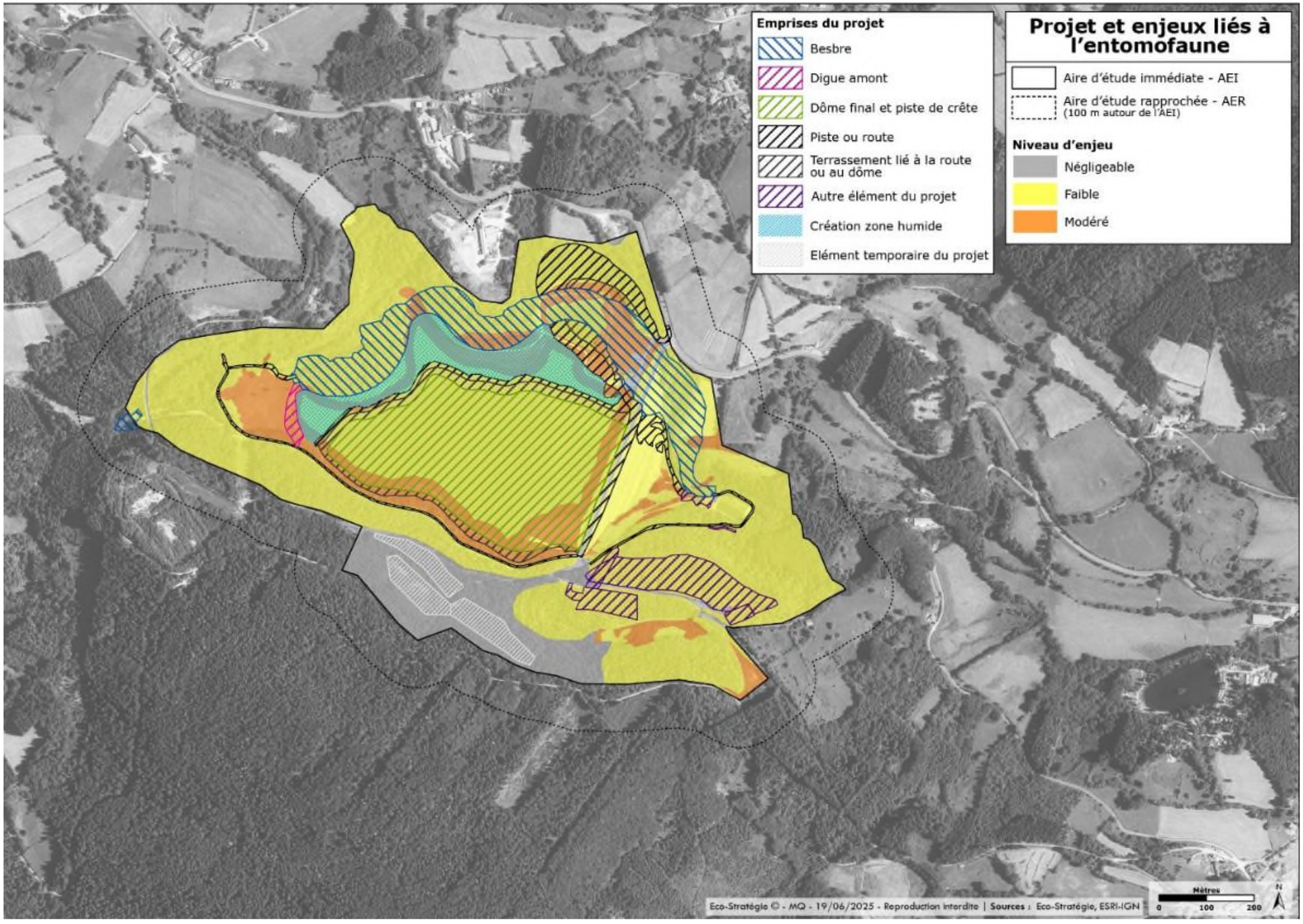
⇨ *Le mélange de graine nectarifère sera diversifié, afin de concerner un maximum de taxons de l'entomofaune, et de s'assurer que les floraisons soient étalées dans le temps, avec des espèces précoces et des espèces tardives.*

Mesures intégrées au projet :

- ***E4.1 a-b** – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année*
- ***R2.1 i** – Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux (Barrière à petite faune)*
- ***R2.1 p –** Gestion des habitats dans la zone d'emprise du projet : Défavorabilisation des habitats ouverts en phase travaux*
- ***C1** – Mesure de compensation des zones humides*
- ***C2** – Mesure de compensation des milieux prairiaux*
- ***C3** - Création d'un réseau de mares de substitution*
- ***C4** – Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles*

L'incidence résiduelle globale du projet sur la mortalité et la perte d'habitat des insectes patrimoniaux est jugée modérée.

La mise en place d'une mesure compensatoire est donc nécessaire afin de réduire significativement l'incidence du projet sur ces espèces.



Carte 59 : Caractéristiques du projet au regard des enjeux liés à l'entomofaune

- **Faune piscicole**

Rappel de l'état initial : *Plan d'eau principal : 5 espèces de poissons identifiées par ADNe et par pêche aux filets, aucune protégée ni patrimoniale. Aucune espèce de mollusque bivalve n'a été identifiée par ADNe au sein du plan d'eau. L'Écrevisse signal ou de Californie (Pacifastacus leniusculus), espèce exotique envahissante, est omniprésente au niveau du plan d'eau et son annexe. Le cortège d'espèces piscicoles identifiées revêt un caractère limnophile et phytophile marqué. Dans l'état actuel des choses, le bassin principal est peu favorable à la faune piscicole, en raison de la disparition de l'essentiel des herbiers aquatiques, très vraisemblablement en raison de la prolifération de l'Écrevisse signal. Des secteurs de roselières subsistent comme support de ponte pour les différentes espèces.*

Cours de la Besbre : Deux espèces piscicoles ont été capturées sur l'ensemble des pêches sur la Besbre : la Truite fario et le Chabot fluviatile, toute deux patrimoniales. L'Écrevisse signal (Pacifastacus leniusculus), espèce exotique envahissante, est très présente à l'aval du barrage et dans le plan d'eau. L'espèce est signalée au niveau des secteurs amont, mais dans une moindre mesure. Son influence sur les peuplements piscicoles est très nette : diminution de densité et de diversité en aval immédiat du barrage dans le secteur où elles sont (en dehors du plan d'eau) les plus nombreuses. La qualité des secteurs prospectés sont tous « bon », au sens de l'IPR.

Concernant les espèces du plan d'eau, l'enjeu naturel de l'habitat et des espèces piscicoles recensées est faible. L'entièreté des surfaces des plans d'eau sera comblée dans le cadre des travaux. En raison du marquage radiologique des organismes aquatiques, ces derniers ne peuvent être relocalisés, et la totalité de la biomasse piscicole et astacicole devra être euthanasiée dans le cadre des travaux et du comblement des milieux aquatiques.

Les organismes seront ainsi prélevés lors de deux pêches de reprise (pêche au filet) l'une avant le début des travaux destinée à évacuer le maximum de la population et une seconde après la première phase de remblaiement du plan d'eau principal, euthanasiés de manière à engendrer un minimum de douleur ou de détresse (bain de solution d'eugénol ou par le froid), puis détruits.

Concernant le faune piscicole de la Besbre, cette dernière ne sera pas impactée par les travaux. Une remise en suspension de particules pourra néanmoins être observée lors de phases des travaux que sont la vidange des eaux du bassin principal et la mise en eau du nouveau tronçon du cours d'eau. À noter que les eaux du plan d'eau sont traitées et épurées préalablement à leur restitution dans le milieu naturel. Les eaux de restitution seront donc claires.

⇨ *Toute restitution des eaux aura lieu hors période de sensibilité de la faune vis-à-vis du milieu récepteur. Concernant la Besbre amont, cours d'eau de 1ère catégorie, cette sensibilité se caractérise au regard de la biologie de la Truite fario et de sa période de reproduction locale, prenant place entre la mi-octobre et la fin novembre.*

⇨ *La vidange des eaux aura également lieu hors évènement hydrologique majeur, tout en veillant à ne pas dépasser 50 % du débit moyen mensuel du cours d'eau.*

⇨ *Afin de s'assurer d'une incidence physico-chimique négligeable sur le milieu récepteur, des mesures de la concentration en oxygène et de la température des eaux restituées seront réalisées. Les valeurs mesurées devront correspondre aux conditions du milieu récepteur pour une période donnée. Des adaptations techniques pourront être mise en œuvre afin de s'assurer de la conformité physico-chimique vis-à-vis des paramètres considérés (hauteur de chute, dilution etc.).*

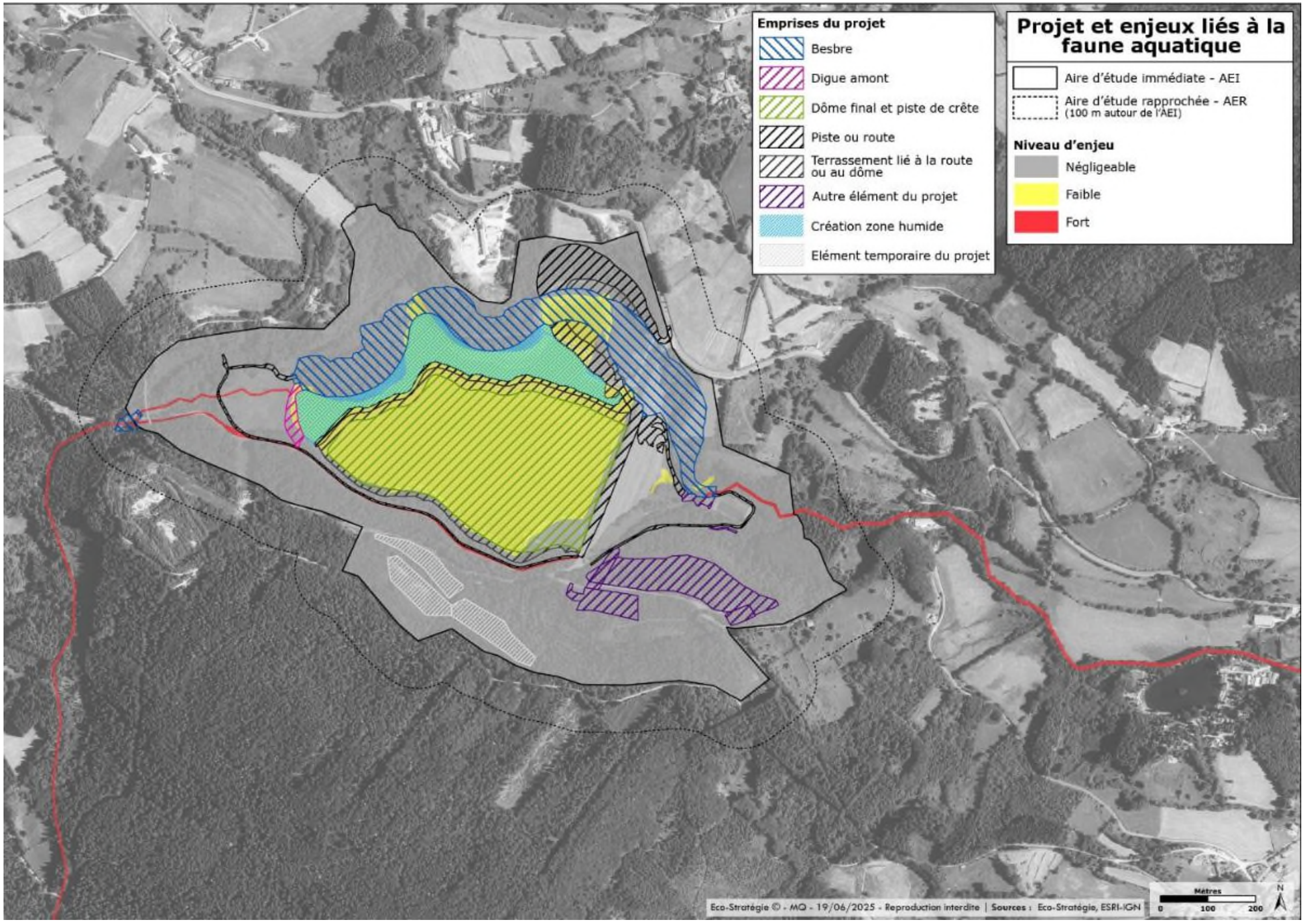
Mesures intégrées au projet :

- ***E4.1 a-b** – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année*

- ***R2.1 o** (3) – Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers des habitats de substitution ou de report (Faune piscicole - Pêche de sauvetage canal de la Besbre)*
- ***A1 -** État de référence et surveillance du milieu aquatique récepteur*

L'incidence résiduelle globale du projet sur la mortalité et la perte d'habitat de la faune piscicole et astacicole du plan d'eau sera significative en raison de la disparition des milieux, et de la mortalité des organismes. L'ensemble de ces espèces sont introduites localement, et aucune ne présente de statut de patrimonialité.

En phase travaux, l'incidence du projet sur le cours d'eau de la Besbre, concerne essentiellement la vidange du plan d'eau. En raison des mesures et des précautions mises en œuvre, cette incidence peut être considérée comme très faible.



Carte 60 : Caractéristiques du projet au regard des enjeux liés à la faune piscicole

2.4.2 Phase post-travaux

La recolonisation du couvert végétal précédemment évoquée, ainsi que la fréquentation très réduite du site (entretien peu contraignant) permettront au site d'être à nouveau attractif pour différentes espèces animales et de constituer à court ou moyen terme une zone d'habitats fonctionnels.

Le milieu restera relativement ouvert, mais le secteur peut cependant rester favorable à des espèces de milieux semi-ouverts.

Les espèces patrimoniales utilisant le site en alimentation, bénéficieront de la tranquillité du site.

Les chiroptères et oiseaux pourront continuer à utiliser les haies, les zones humides et les lisières forestières au niveau du site pour se déplacer ou chasser.

La continuité hydraulique et écologique du cours d'eau sera rétablie, grâce à la nouvelle Besbre et à l'effacement de l'obstacle que représentait le barrage.

L'entretien prévu associera un entretien mécanique très tardif (octobre). Un entretien annuel trop précoce du couvert, selon la date de passage, peut en effet impacter les oiseaux nicheurs et l'entomofaune (insectes butineurs ou pondant sur les fleurs) notamment en empêchant ou retardant les floraisons des plantes à fleurs.

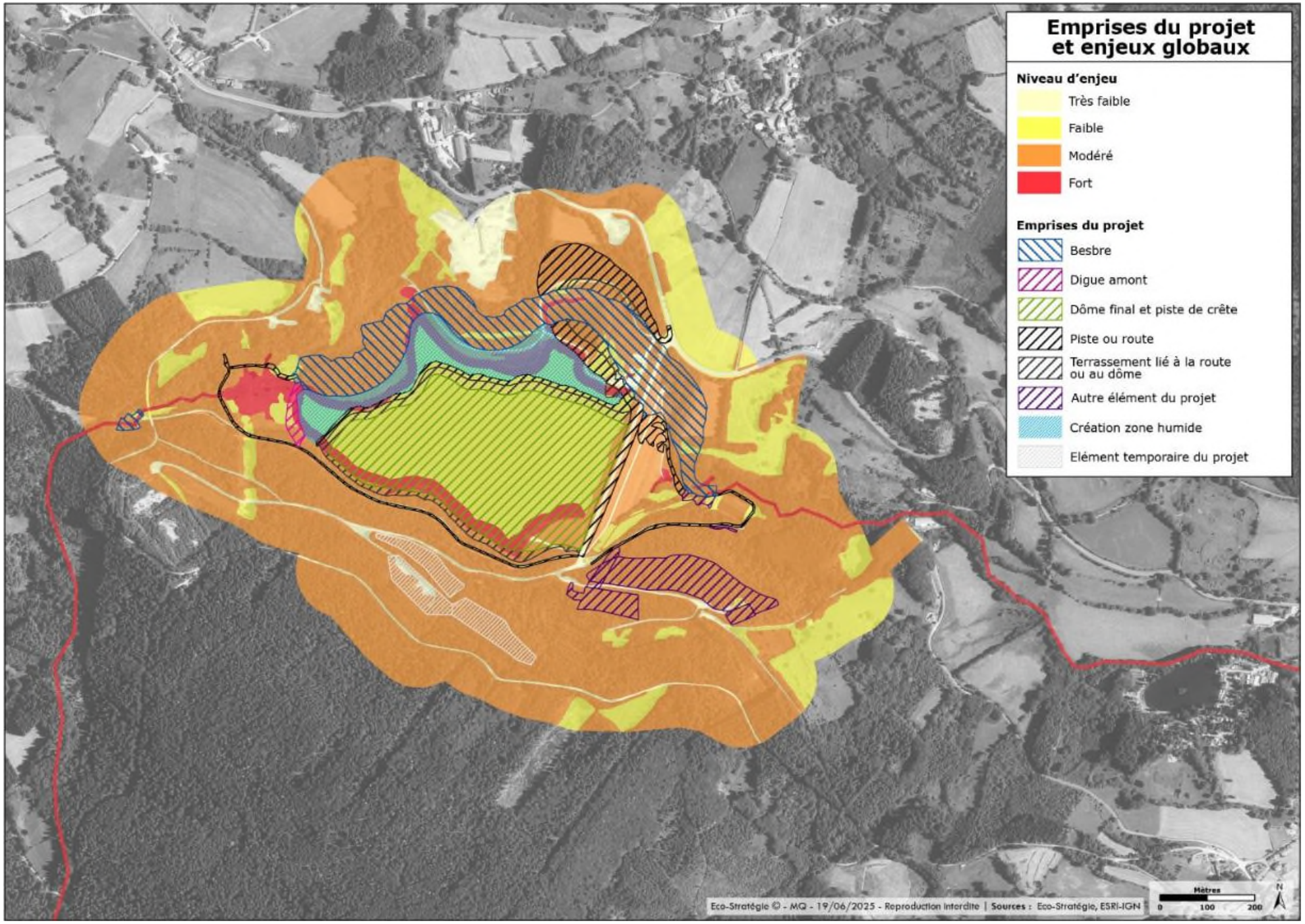
La fréquentation humaine du parc en phase post travaux sera faible (maintenance et entretien ponctuel du couvert végétal).

L'incidence liée à la perte durable d'habitats, liée aux structures et à la modification des habitats, est évaluée comme faible. La structure du site est conservée et les zones humides et les boisements d'importance écologique sont globalement évités ou compensés.

L'incidence de l'entretien sera faible pour les habitats des mammifères, chiroptères, amphibiens, reptiles, avifaune et entomofaune selon sa fréquence et sa période d'intervention (fauche tardive hors période de reproduction).

L'incidence finale des travaux sur la faune piscicole de la Besbre est positive, en raison du rétablissement de la continuité écologique, et de l'absence d'impact direct sur le cours d'eau.

L'incidence du projet sur l'environnement en phase post travaux est donc négligeable, voire positive.



Carte 61 : Caractéristiques du projet au regard des enjeux faunistiques globaux

2.5 SYNTHESE DES INCIDENCES BRUTES ASSOCIEES AU MILIEU NATUREL

Les incidences environnementales brutes sont hiérarchisées de la façon suivante :

Positif	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort

N.B. : les incidences en phase travaux s'établissent sur une courte durée (5 ans environ). Les incidences en phase post travaux s'établissent sur une durée prévisionnelle de 30 à 40 ans.

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute
Contexte naturel	- L'AEI intersecte deux zones humides de l'inventaire départemental et un ENS. - L'AEE (5 km) comprend quatre ZSC, un APPB, un PNR, douze ZNIEFF I, trois ZNIEFF II, deux sites du CEN. Les zonages se répartissent tout autour de l'AEI. - Neuf espèces ou groupes d'espèces, sont actuellement concernés par un PNA, et trois autres l'ont été récemment ; trois espèces dont la zone de présence régionale intersecte avec l'AEI (Murin de Bechstein, Petit rhinolophe, Loutre d'Europe). - L'AEI s'inscrit dans un contexte écologique assez diversifié, à proximité de plusieurs zonages majeurs.	Faible à Modéré	Travaux	Globalement, les incidences directes et indirectes du projet sur les populations de la faune et de la flore des aires protégées environnantes sont jugées tout au plus faibles en phase travaux, y compris pour les espèces d'intérêt communautaire ou protégées.	Faible
			Post travaux	Les incidences directes et indirectes du projet sur les habitats et les populations de la faune et de la flore des aires protégées environnantes sont jugées nulles.	Nul
Continuités écologiques	<u>TVB régionale :</u> - L'AEI se situe en partie au sein d'un réservoir de biodiversité de la trame verte sur sa partie sud (massif boisé) ; et au sein d'un espace perméable de la trame verte sur sa partie nord. - L'AEI se situe à distance des corridors écologiques. - L'AEI inclut un cours d'eau de la trame bleue (La Besbre) dans sa partie sud ; un espace perméable lié aux milieux aquatiques, correspondant au plan d'eau ; et des zones humides au niveau de sa bordure nord. - L'AEI se situe à proximité d'une infrastructure routière, au nord (départementale D954) ; et un barrage est présent au niveau de La Besbre. <u>TVB intercommunale :</u> - L'AEI se situe en partie au sein d'un réservoir de biodiversité d'enjeu régional dans sa partie sud ; sa partie nord est concernée par un espace perméable. - L'AEI se situe à distance des corridors écologiques. - L'AEI est concernée par un cours d'eau d'intérêt écologique (La Besbre), la traversant au sud ; et par des zones humides, au nord.	Faible à Modéré	Travaux	Dans une certaine mesure, en raison du dérangement, le projet va dégrader dès la phase chantier et ce pour l'ensemble de la durée des travaux, la transparence de déplacement actuelle pour la faune terrestre. Ce dérangement est néanmoins temporaire, sur le moyen terme, et sera en partie compensé par un ensemble de mesures visant à réduire cette incidence.	Modéré

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute
	- L'AEI se situe à distance des éléments fragmentant de la trame verte et bleue (zones urbanisées, routes, réseau ferroviaire). TVB communale : - L'AEI n'est pas concernée par une trame verte et bleue à l'échelle communale (PLU). TVB locale : - L'AEI se situe en dehors des réservoirs principaux de la trame verte ; mais est concernée par un réservoir secondaire dans sa partie sud (massif boisé) ; la partie nord correspond à un espace perméable à la faune terrestre. - L'AEI se situe à proximité d'un corridor terrestre principal (lisière boisée, à l'ouest) et d'un corridor secondaire (réseau de haies, à l'est) ; elle se situe en dehors des corridors occasionnels. - Une clôture, fragmentant la trame verte, est présente sur tout le pourtour de l'AEI. - L'AEI se situe en dehors des réservoirs principaux de la trame bleue ; mais inclut des réservoirs secondaires de la trame bleue (plan d'eau, bassin au nord du plan d'eau et à l'est du site). - L'AEI se situe en dehors des corridors principaux de la trame bleue ; mais est traversée par un cours d'eau secondaire (La Besbre) d'ouest en est dans sa partie sud ; et est concernée par quelques corridors occasionnels, sur la partie nord du site. - Un obstacle à l'écoulement est présent en aval du plan d'eau (barrage).		Post travaux	En raison de la nature des travaux, rétablissant la continuité au niveau du cours d'eau et améliorant le réseau écologique local au niveau des sous trames des milieux boisés et prairiaux, les incidences brutes comme résiduelles du projet sur les fonctionnalités écologiques locales du site seront positives à l'issue des travaux.	Nul à positif
Habitats	- L'AEI abrite 29 habitats, avec une dominance des habitats boisés (boisements mixtes), et une bonne représentativité des habitats aquatiques (plans d'eau, cours d'eau) et leurs annexes. - L'AEI comprend neuf habitats patrimoniaux et/ou d'intérêt communautaire, représentant près de 41 % de la superficie totale. - L'AEI comprend neuf habitats de zones humides et trois habitats aquatiques, représentant près de 31 % de la superficie totale. - L'AEI inclut deux habitats évalués à enjeu fort (prairies à Molinie, mégaphorbiaies) et douze à enjeu modéré. - L'AEI présente des enjeux d'habitats principalement concentrés autour du principal plan d'eau du site, sur des biotopes connexes à ce dernier.	Fort (Prairies à Molinie, mégaphorbiaies)	Travaux et post travaux	L'incidence brute est modérée sur ces habitats en raison d'une emprise définitive significative des travaux. Il s'agit également d'habitats caractéristiques de zones humides.	Modéré
		Modéré (Autres habitats patrimoniaux, d'intérêt communautaire ou de zones humides)	Travaux et post travaux	Il s'agit ici d'habitats de prairies de fauche, en partie humides, qui seront largement impactés par le projet et d'habitats forestiers (hêtraie-sapinière notamment) qui seront significativement impactés.	Modéré
		Faible à très faible (Autres habitats)	Travaux et post travaux	Il s'agit d'habitats de friche ou de fourrés présentant de faibles enjeux.	Faible

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute
Zones humides	- L'AEI inclut 5,49 ha de zones humides floristiques (prairies humides, mégaphorbiaies, roselières, fourrés humides) et 20,86 ha de surfaces aquatiques (plans d'eau, cours d'eau, canaux). - L'AEI ne comprend aucune zone humide caractérisée par la pédologie (sols non hydromorphes ou non caractérisables). - L'AEI s'inscrit au sein d'un réseau hydrologique marqué et fonctionnel, notamment autour du principal plan d'eau ; bien que certains éléments soient d'origine anthropique (bassins, canaux, retenue, etc.).	Fort	Travaux et post travaux	3,57 ha de zones humides déterminées sur critère végétation vont être impactées durablement avec la mise en œuvre du projet. Il s'agit à 80 % de prairies humides.	Fort
Flore	- 237 espèces de plantes recensées. - Parmi les 24 espèces floristiques potentielles, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie (sur 44 au total), une espèce protégée (Campanille à feuilles de lierre) observée dans l'AEI. - Une espèce protégée (Campanille à feuilles de lierre) et deux espèces patrimoniales (Sphaigne et Séneçon fausse-cacalie) identifiées, à enjeu modéré. - Deux espèces messicoles observées. - Dix espèces exotiques envahissantes (EEE) identifiées, dont cinq à invasibilité avérée.	Modéré (Stations de flore protégée ou patrimoniale)	Travaux	L'emprise des travaux évite la majorité de la flore patrimoniale recensée. La flore patrimoniale est en grande partie liée aux zones humides, La station de Séneçon fausse-cacalie est totalement évitée par les travaux, l'incidence des travaux sur cette espèce est donc nulle. Le tracé de la nouvelle Besbre pourrait impacter les stations de sphaignes recensées : en amont au niveau de la digue et en aval du barrage. L'incidence brute potentielle des travaux sur ce taxon est donc modérée. Concernant la Campanille à feuille de lierre Hesperocodon hederaceus, certains pieds pourront également être impactés par l'emprise de la digue en amont. L'incidence brute potentielle des travaux sur ce taxon est également modérée.	Modéré
		Faible (Reste du site)	Post travaux	En phase post travaux, l'incidence sur la flore sera faible en raison de la reprise d'une végétation à partir de la banque de graines du sol ou d'un réensemencement visant à reconstituer les habitats et à entrer en compétition rapidement avec les potentielles espèces invasives.	Très faible

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute
Avifaune	Bilan global : - 58 espèces d'oiseaux recensés, dont 51 protégées, 24 patrimoniales et 7 d'intérêt communautaire. - Parmi les 51 espèces patrimoniales potentielles, citées dans la bibliographie (sur 90 au total), 19 observées dans l'AEI. Avifaune nicheuse : - 36 espèces nicheuses sur l'AEI, dont 30 protégées ; également deux autres espèces nicheuses hors AEI, toutes protégées. - 10 espèces nicheuses patrimoniales, dont 4 à enjeu modéré (Alouette lulu, Bouvreuil pivoine, Chardonneret élégant, Pic noir). - Présence potentielle d'autres espèces nicheuses, protégées et/ou patrimoniales (passereaux, rapaces, limicoles, etc.), au sein du site. - L'AEI est principalement favorable à la nidification du cortège des zones boisées, en particulier sur le pourtour de l'AEI ; et plus localement favorable à l'avifaune du cortège des milieux semi-ouverts, aquatiques et ouverts. Avifaune migratrice : - 11 espèces en halte migratoire sur l'AEI et ses abords, dont 9 protégées. - Aucune espèce patrimoniale. - L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune en halte migratoire. Avifaune hivernante : - 17 espèces hivernantes sur l'AEI et ses abords, toutes protégées. - 3 espèces patrimoniales identifiées, dont deux évaluées à enjeu modéré (Alouette lulu, Grande aigrette). - L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune hivernante (un rassemblement d'importance du Grand cormoran, absence de dortoir hivernal) ; avec un intérêt pour les espèces sédentaires. Avifaune en alimentation ou de passage : - 11 espèces en alimentation ou de passage sur l'AEI et ses abords, toutes protégées. - 3 espèces patrimoniales identifiées, dont 2 à enjeu modéré (Héron pourpré et Martin-pêcheur d'Europe). - L'AEI ne joue qu'un rôle secondaire pour l'avifaune en alimentation (activité de chasse et d'alimentation pour certains rapaces et passereaux) ou de passage (survol du site).	Faible à Modéré	Travaux	Le risque de mortalité et l'incidence indirecte temporaire sur l'avifaune sont jugés comme forts si les travaux débutent en période de reproduction et d'élevage des jeunes (mars à août), et comme faibles si les travaux commencent hors période de reproduction, pour l'ensemble de l'avifaune.	Faible à fort
			Post travaux	L'incidence liée à la perte durable d'habitats, liée aux structures et à la modification des habitats, est évaluée comme faible. La structure du site est conservée et les zones humides et les boisements d'importance écologique sont globalement évités ou compensés. L'incidence de l'entretien sera faible pour les habitats de l'avifaune selon sa fréquence et sa période d'intervention (fauche tardive hors période de reproduction).	Très faible

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute
Chiroptères	Gîtes potentiels : - 118 gîtes potentiels recensés, 115 arboricoles et trois bâtis, dont 112 au sein de l'AEI. - Aucun gîte à enjeu fort, 18 à enjeu modéré (quinze arboricoles et trois bâtis). - Aucun individu n'a été trouvé ou enregistré comme utilisant les gîtes bâtis présents dans l'AEI. - L'AEI est potentiellement attractive pour des espèces aux mœurs arboricoles, en estivage et/ou en hivernage ; et plus localement pour des espèces au mœurs anthropiques. Diversité spécifique : - 20 espèces de chiroptères contactées, toutes protégées. Quatorze espèces patrimoniales identifiées - Parmi les 9 espèces protégées potentielles, citées dans la bibliographie, 8 observées dans l'AEI - 6 espèces présentent un enjeu fort : Barbastelle d'Europe, Noctule commune, Noctule de Leisler, Pipistrelle commune, Murin de Bechstein et Murin de Daubenton - 5 présentent un enjeu modéré : Grande noctule, Murin à oreilles échancrées, Murin d'Alcathoe, Murin de Brandt, Sérotine commune, Murin de Natterer, Oreillard gris et Oreillard roux. - AEI avant tout utilisée pour la chasse par des espèces de milieux boisés ou humides et des espèces ubiquistes. - Présence potentielle du Grand rhinolophe, en transit. Activité : - Activité dans l'ensemble très forte, en particulier en été et en automne. - Cortège largement dominé par deux espèces communes : la Pipistrelle commune et le Murin de Daubenton. - Zones de chasse majeures autour des zones humides et en bord du bassin principal, pour les deux espèces citées ci-dessus ainsi que les noctules. - Présence potentielle de gîtes à proximité en automne pour la Barbastelle d'Europe et la Pipistrelle commune.	Fort à Faible	Travaux	À l'exception des plans d'eau, la structure paysagère permettant les déplacements et le transit des espèces pour accéder à leurs terrains de chasse (corridors forestiers, mares, zones humides, lisières forestières) sera préservée. Aucun gîte présentant un enjeu significatif ne sera détruit avec la mise en œuvre du projet, avec par conséquent un risque de destruction d'individus très faible.	Faible
			Post travaux	À l'issue des travaux, les chiroptères retrouveront des milieux propices au transit et à la chasse : lisières, grandes prairies à tendance hydrophile, cours d'eau. L'impact global sur les chiroptères est jugé faible, à l'exception du Murin de Daubenton, intimement lié au milieu aquatique, qui fréquentera le secteur moins assidument avec le comblement des plans d'eau.	Faible
Mammifères terrestres	- 11 espèces de mammifères terrestres ou semi-aquatiques recensées. - Parmi les 5 espèces potentielles, protégées ou patrimoniales, citées dans la bibliographie (sur onze au total), trois espèces (Loutre d'Europe, Chat forestier, Ecureuil roux) observées dans l'AEI.	Fort à Modéré	Travaux	Au même titre que le Chat forestier, l'incidence brute temporaire des travaux sur la Loutre d'Europe sera liée au dérangement occasionné durant la durée des travaux, qui peut être qualifiée de faible. Cette espèce est en effet très bien représentée localement au niveau de l'ensemble des têtes de bassin régionales. Le ou les individus	Faible à fort

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute
	- 3 espèces protégées et patrimoniales identifiées, deux à enjeu fort (Loutre d'Europe et Chat forestier) et une à enjeu modéré (Ecureuil roux). - Présence potentielle d'espèces protégées et/ou patrimoniales communes (Hérisson d'Europe), ou d'espèces patrimoniales (Putois d'Europe). - L'AEI est localement attractive en tant que zone refuge pour la mammalofaune terrestre (boisements, fourrés) et la mammalofaune semi-aquatique (plan d'eau et berges).			fréquentant le site opéreront un report temporaire au niveau du linéaire de la Besbre ou sur l'un de ses affluent le temps des travaux. Aucun obstacle à la dispersion amont-aval des individus ne sera mis en place le temps des travaux (la continuité hydraulique de la Besbre sera maintenue). Concernant l'Écureuil roux, ce dernier fréquente et se reproduit potentiellement au niveau de l'entièreté des milieux boisés. Un dérangement notable sera occasionné avec le défrichement des 6 à 7 ha de boisements. L'espèce est commune localement, et le secteur est très largement boisé à proximité immédiate du site. Les individus pourront se reporter aisément vers des habitats propices le temps des travaux. L'incidence brute du projet sur cette espèce est potentiellement forte au cours de leur phase de reproduction.	
			Post travaux	En phase post travaux, l'activité humaine sur le site sera limitée et l'incidence est jugée très faible.	Très faible
Amphibiens	- Six espèces d'amphibiens recensées, toutes protégées. - Parmi les six espèces protégées potentielles citées dans la bibliographie (sur sept au total), cinq espèces (Alyte accoucheur, Grenouille « verte », Grenouille rousse, Salamandre tachetée, Triton palmé) observées dans l'AEI. - Une espèce patrimoniale identifiée (Grenouille rousse), évaluée à enjeu modéré. - L'AEI et ses abords sont globalement très propices à la reproduction et à l'hivernage des amphibiens.	Modéré	Travaux	Le projet aura une incidence majeure sur ces espèces, notamment au niveau leurs milieux de reproduction principaux qui seront comblés. Le site se trouve également potentiellement dans des axes utilisés par les amphibiens lors des migrations entre leur milieu terrestre (boisement) et aquatique (mare) ou entre plusieurs mares, en particulier lors de la période de reproduction. Ces migrations ont majoritairement lieu de nuit, ce qui limite ce risque d'écrasement en raison de l'absence de travaux de nuit. L'incidence brute du projet est modérée concernant les amphibiens.	Modéré
			Post travaux	En phase post travaux, l'activité humaine sur le site sera limitée et l'incidence est jugée très faible.	Très faible

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute
Reptiles	- 5 espèces de reptiles recensées, toutes protégées. - Parmi les 5 espèces protégées potentielles citées dans la bibliographie (sur six au total), 4 espèces (Coronelle lisse, Couleuvre helvétique, Lézard des murailles et Vipère aspic) observées dans l'AEI. - 1 espèce patrimoniale identifiée (Coronelle lisse), évaluée à enjeu modéré. - Présence potentielle d'autres espèces protégées, communes (Lézard vivipare). - L'AEI est localement attractive pour les reptiles, tout au long de leur cycle biologique (lisières, zones arbustives à boisées).	Modéré	Travaux	L'emprise des travaux concerne des secteurs de prédilection pour ces espèces. Les lisières de prébois au sud et une partie du barrage seront détruits dans le cadre du projet. C'est au niveau de ces habitats que l'essentiel des individus a été contacté. L'incidence brute du projet est donc modérée concernant les reptiles.	Modéré
			Post travaux	En phase post travaux, l'activité humaine sur le site sera limitée et l'incidence est jugée très faible.	Très faible
Entomofaune	<u>Entomofaune diurne</u> - 80 espèces d'insectes diurnes recensées, majoritairement des lépidoptères et des orthoptères. - Parmi les douze espèces protégées et patrimoniales potentielles citées dans la bibliographie (sur dix-neuf au total), trois espèces (Damier de la succise, Conocéphale des roseaux, Criquet palustre) observées dans l'AEI. - Une espèce protégée et patrimoniale (Damier de la succise) évaluée à enjeu fort ; et cinq autres espèces patrimoniales, évaluées à enjeu modéré (Conocéphale des roseaux, Criquet palustre, Criquet vert-échine, Grillon des marais, Tétrix des vasières). <u>Lépidoptères nocturnes</u> - 89 espèces de lépidoptères nocturnes recensées. - Une espèce qualifiée d' « assez rare » (Noir-Atre) et quatre évaluées comme « peu communes » (Aunette, Bryophile perlée, Anachorète, Comma blanc), toutes à enjeu modéré <u>Au global</u> - Présence potentielle de plusieurs espèces patrimoniales (odonates, orthoptères et lépidoptères). - L'AEI est globalement favorable à une bonne diversité entomologique au sein des espaces prairiaux humides et des milieux aquatiques et humides.	Modéré	Travaux	La présence sur le site de nombreuses espèces patrimoniales est en lien avec la diversité des milieux aquatiques et des zones humides. Les plans d'eau seront détruits, mais une partie des zones humides présentant les plus fortes valeurs écologiques sont préservées. Peu d'odonates ou de lépidoptères sont susceptibles d'être impactés à l'âge adulte. L'impact sur ces groupes concerne essentiellement les chenilles ou les larves. Comme pour les groupes de petite faune, le risque de destruction d'individus est possible notamment pour les orthoptères et les coléoptères à déplacement lent. Parmi les espèces à enjeu potentielles, telles que les coléoptères liés aux arbres sénescents, le projet conserve en grande partie les secteurs boisés anciens, qui seront gérés évolution libre. Le Damier de la succise dépend de sa plante hôte, qui elle-même est inféodée aux prairies hygrophiles. L'incidence brute du projet est donc modérée concernant l'entomofaune.	Modérée
			Post travaux	En phase post travaux, l'activité humaine sur le site sera limitée et l'incidence est jugée très faible.	Très faible

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute
Faune aquatique	Plan d'eau principal : - Cinq espèces de poissons identifiées par ADNe et par pêche aux filets, aucune protégée ni patrimoniale. - Aucune espèce de mollusque bivalve n'a été identifiée par ADNe au sein du plan d'eau. - L'Écrevisse signal ou de Californie (Pacifastacus leniusculus), espèce exotique envahissante, est omniprésente au niveau du plan d'eau et son annexe. - Le cortège d'espèces piscicoles identifiées revêt un caractère limnophile et phytophile marqué. - Dans l'état actuel des choses, le bassin principal est peu favorable à la faune piscicole, en raison de la disparition de l'essentiel des herbiers aquatiques, très vraisemblablement en raison de la prolifération de l'Écrevisse signal. Des secteurs de roselières subsistent comme support de ponte pour les différentes espèces.	Faible	Travaux et post travaux	Concernant les espèces du plan d'eau, l'enjeu naturel de l'habitat et des espèces piscicoles recensées est faible. L'entièreté des surfaces des plans d'eau sera comblée dans le cadre des travaux. En raison du marquage radiologique des organismes aquatiques, ces derniers ne peuvent être relocalisés, et la totalité de la biomasse piscicole et astacicole devra être euthanasiée dans le cadre des travaux et du comblement des milieux aquatiques.	Faible
	Cours de la Besbre : - Deux espèces piscicoles ont été capturées sur l'ensemble des pêches sur la Besbre : la Truite fario et le Chabot fluviatile, toute deux patrimoniales. - L'Écrevisse signal (Pacifastacus leniusculus), espèce exotique envahissante, est très présente à l'aval du barrage et dans le plan d'eau. L'espèce est signalée au niveau des secteurs amont, mais dans une moindre mesure. Son influence sur les peuplements piscicoles est très nette : diminution de densité et de diversité en aval immédiat du barrage dans le secteur où elles sont (en dehors du plan d'eau) les plus nombreuses. - La qualité des secteurs prospectés sont tous « bon », au sens de l'IPR.	Fort	Travaux	Concernant le faune piscicole de la Besbre, cette dernière ne sera pas impactée par les travaux. À noter que les eaux du plan d'eau sont traitées et épurées préalablement à leur restitution dans le milieu naturel. Les eaux de restitution seront donc claires.	Faible
			Post travaux	La situation post travaux sera similaire à la situation avant travaux concernant l'incidence sur le milieu. L'incidence finale des travaux sur la faune piscicole de la Besbre est positive, en raison du rétablissement de la continuité écologique, et de l'absence d'impact direct sur le cours d'eau.	Nul à Positif

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute
État écologique	Plan d'eau principal : Les indices liés au compartiment "eau" concordent et positionnent le plan d'eau à un niveau mésotrophe. L'azote se présente comme le facteur limitant, alors que les teneurs en phosphore demeurent au sein du plan d'eau. La production phytoplanctonique est significative, surtout en début de saison. Un autre paramètre déclassant reste la désoxygénation en profondeur (« dégradation »), bien que temporaire sur l'année. Malgré le fait que la colonne d'eau ne se stratifie que peu de temps, on retrouve tout de même la présence d'une couche anoxique en profondeur, par suite de la consommation de l'oxygène par la décomposition de la matière organique. Les nutriments issus de la dégradation de la matière organique et du relargage des sédiments sont donc disponibles sur toute la colonne d'eau au cours des saisons. Nous pouvons penser que l'origine du phosphore dans le plan d'eau provient essentiellement de la nappe phréatique, principale source d'approvisionnement en eaux du plan d'eau, et de la dégradation phytoplanctonique. Les indices liés au compartiment sédiment affichent globalement un niveau oligotrophe, avec cependant un relargage sédimentaire jugé comme déclassant, notamment vis-vis du phosphore. Le taux de matière organique et le stock sédimentaire sont faibles. Il est vraisemblable que le relargage minéral sédimentaire alimente en continu le phytoplancton en raison de la faible stratification du plan d'eau. Les taux mesurés en fin de saison sont donc bas car les minéraux ont déjà été redistribués dans la colonne d'eau. L'indice phytoplanctonique présente un bon état du plan d'eau des bois noirs, avec la prépondérance de taxons caractéristiques de milieux mésotrophes. Au vu des éléments de suivi 2023, le plan d'eau des Bois noirs peut être qualifié d'oligotrophe à tendance mésotrophe.	Faible	Travaux et post travaux	Le plan d'eau sera comblé dans son entièreté	Faible
	Cours de la Besbre :	Fort	Travaux	Une remise en suspension de particules pourra néanmoins être observée lors de phases des	Faible à modéré

Thème	Synthèse	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute
	L'ensemble des indices biologiques basés sur les macro-invertébrés benthiques (I2M2) sont caractéristiques d'une bonne qualité d'eau au niveau des 3 stations échantillonnées. Les peuplements invertébrés présentent néanmoins quelques déséquilibres au niveau du tronçon canalisé (moins d'habitats biogènes) et au niveau de la station aval (omniprésence de l'Écrevisse signal) au regard de la station amont, relativement préservée.			travaux que sont la vidange des eaux du bassin principal et la mise en eau du nouveau tronçon du cours d'eau. Les eaux de vidange du plan d'eau seront surveillées afin de ne pas modifier significativement la physico-chimie du milieu. Les eaux du plan d'eau sont traitées et épurées préalablement à leur restitution dans le milieu naturel. Les eaux de restitution seront donc claires.	
			Post travaux	La situation post travaux sera similaire à la situation avant travaux concernant l'incidence sur le milieu.	Nul à Positif

2.6 ÉVALUATION DES INCIDENCES BRUTES SUR LE RESEAU NATURA 2000

2.6.1 Réglementation

L'article L. 414-4 du code de l'environnement transposant l'article 6 de la directive Habitats précise que les programmes ou projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis à un régime d'autorisation ou d'approbation administrative, et dont la réalisation est de nature à affecter de façon notable un site Natura 2000 font l'objet d'une évaluation de leurs incidences au regard des objectifs de conservation du site.

Le réseau Natura 2000 est un ensemble de sites désignés pour leur intérêt écologique au titre des deux directives européennes : la Directive 92/43/CEE « Habitats » (appelée également directive « Habitats-Faune-Flore ») et la Directive 2009/147/CE « Oiseaux ». Ces deux directives cadres sont à l'origine respectivement des Zones Spéciales de Conservation (ZSC) et des Zones de Protection Spéciale (ZPS).

2.6.2 Rappels de l'état initial

L'AEI ne recoupe aucun site Natura 2000. En revanche l'AEE intersecte 4 sites Natura 2000 (ZSC) rappelés dans le tableau ci-après.

Nom du site Natura 2000	Type	Code	Distance au projet (Direction)	Surface totale	Intérêts écologiques
Rivières de la Montagne Bourbonnaise	ZSC	FR8302036	0,9 km (NO)	453 ha	Habitats, Chiroptères, Mammifères terrestres, Poissons, Entomofaune, Crustacés
Bois Noirs	ZSC	FR8301045	1,06 km (S)	684 ha	Habitats, Flore, Entomofaune
Ruisseaux du Boën, Ban et Font d'Aix	ZSC	FR8201768	2,2 km (SE)	1 045 ha	Habitats, Mammifères terrestres, Poissons, Crustacés, Mollusques
Gîtes à chauves-souris, Contreforts et Montagne Bourbonnaise'	ZSC	FR8302005	3,4 km (NE)	1 944 ha	Habitats, Chiroptères, Mammifères terrestres, Amphibiens, Poissons, Entomofaune, Reptiles

2.6.3 ZSC « FR8302036 – Rivières de la Montagne Bourbonnaise »

2.6.3.1 Description du site

Sources : https://inpn.mnhn.fr/docs-web/docs/download/299353; https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/fr8302036_rivieres-montagne-bourbonnaise_docob_2016_annexes.pdf; https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/fr8302036_rivieres-montagne-bourbonnaise_docob_2016.pdf

Le site fait partie d'un réseau de SIC locaux à enjeux écrevisses à pattes blanches répartis sur l'ensemble de la région Auvergne. Une partie du site a en effet été proposée comme Site d'importance Communautaire (pSIC) en mars 1999 et classé Site d'Importance Communautaire (SIC) le 13 novembre 2007 pour l'Écrevisse à pattes blanches.

D'après le Formulaire Standard des Données (FSD) initial, regroupant l'ensemble des tronçons de cours d'eau appartenant au site, les populations d'Écrevisses à pattes blanches inféodées au site régional FR8301096 font parties des plus représentatives des départements de la région hors sites spatiaux. Ce site de montagne présente des milieux mieux préservés comparativement à ceux de plaines, plus exposés aux changements environnementaux. Sa limite sud-est est située en bordure immédiate du site FR8301045 « Bois noirs ».

Cette ZSC comprend un certain nombre de cours d'eau, affluents de l'Allier. Le secteur de tête de bassin du Sichon se retrouve à proximité de l'aire d'étude (0,9 km).

2.6.3.2 Incidences sur les habitats d'intérêt communautaire

La ZSC « **FR8302036 – Rivières de la Montagne Bourbonnaise** » abrite 10 habitats d'intérêt communautaire, dont 3 prioritaires. Ces habitats sont présentés dans le tableau ci-après. Mis à part les habitats de tourbières, l'essentiel de ces habitats se retrouve au niveau de l'aire d'étude.

Cette ZSC est relativement étendue et prend la forme d'un réseau linéaire. Une des têtes de bassin d'un des cours d'eau constituant, le Sichon, se retrouve à proximité de l'aire d'étude (0,9 km à vol d'oiseau). Ce cours d'eau est très semblable à la Besbre (affluent de le Loire, dont le secteur de tête de bassin se situe au niveau de l'aire d'étude), dans un contexte géomorphologique similaire. Ce dernier est néanmoins positionné plus à l'ouest, au niveau d'un bassin versant différent (celui de l'Allier). Il reçoit également des précipitations plus importantes, ce qui explique sans doute la plus forte densité de zones humides.

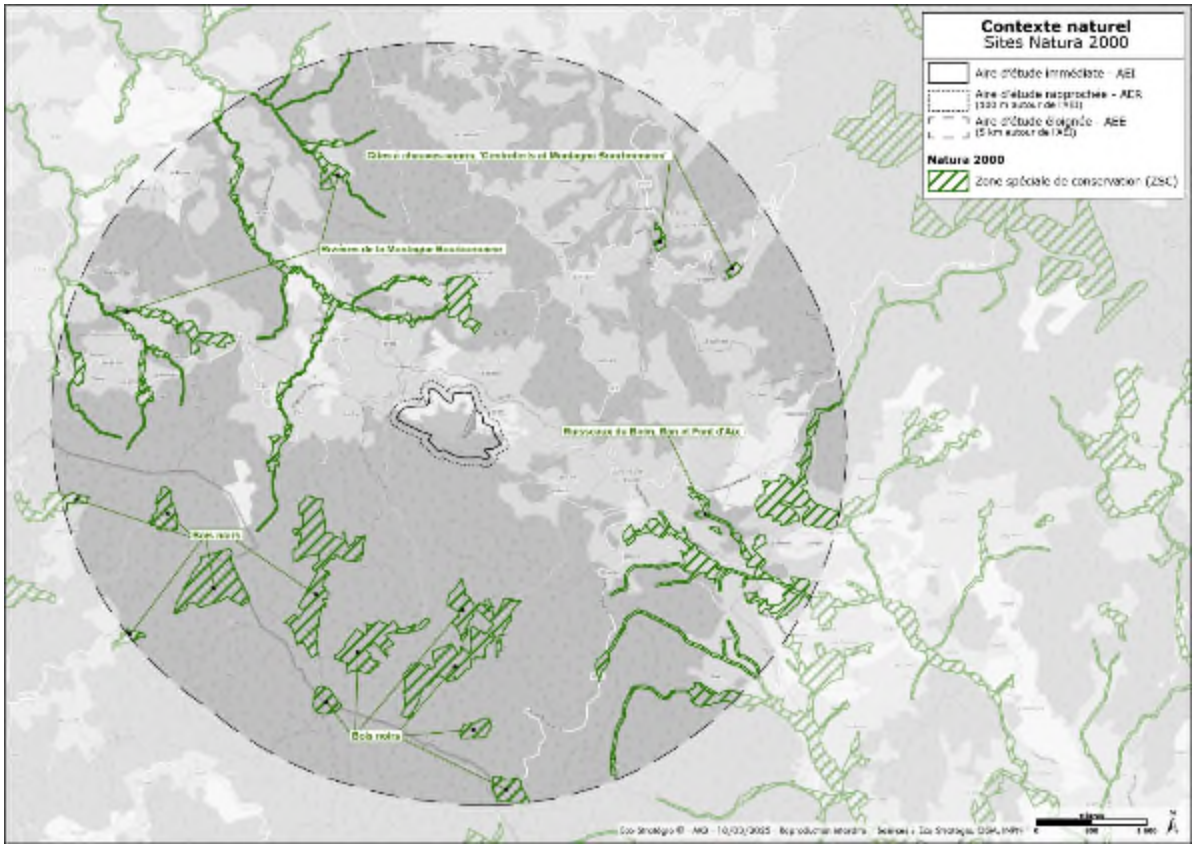
Code N2000	Nom de l'habitat	État de conservation sur le site	Probabilité d'incidence
6410	Prairies à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (*Molinion caerulea*)	Bon	Nulle
6430	Mégaphorbiaie hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	Excellent	Nulle
6510	Prairies maigres de fauche de basse altitude (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)	Excellent	Nulle
6520	Prairie de fauche de montagne	Excellent	Nulle
7140	Tourbières de transition et tremblante	Bon	Nulle
91D0*	**Tourbières boisées**	Moyen / réduit	Nulle
91E0*	**Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*)**	Bon	Nulle
9120	Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à *Ilex* et parfois à *Taxus* (*Quercion robori-petraeae* ou *Ilici-Fagenion*)	Bon	Nulle
9130	Hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum*	Excellent	Nulle

Code N2000	Nom de l'habitat	État de conservation sur le site	Probabilité d'incidence
9180*	**Forêts de pentes, éboulis ou ravins du *Tilio-Acerion***	Bon	Nulle

* Forme prioritaire de l'habitat

Tableau 134 : Habitats d'intérêt communautaire inscrits à l'annexe I recensés sur le site Natura 2000 « FR8302036 – Rivières de la Montagne Bourbonnaise »

La probabilité d'incidences directes ou indirectes du projet sur les habitats de la ZSC « FR8302036 – Rivières de la Montagne Bourbonnaise » est jugée nulle, en raison de l'éloignement et de la déconnexion des bassins versants de la Besbre vis-à-vis des cours d'eau constituant le site Natura 2000.



Carte 62 : Localisation des sites Natura 2000 les plus proches de l'aire d'étude

2.6.3.3 Incidences sur les espèces d'intérêt communautaire / patrimoniales / protégées

La ZSC « FR8302036 – Rivières de la Montagne Bourbonnaise » abrite 18 espèces d'intérêt communautaire ou patrimoniales. Ces espèces sont présentées dans le tableau ci-après.

Code N2000	Nom scientifique	Nom vernaculaire	État de conservation sur le site	Probabilité d'incidence
Mammifères				
1355*	***Lutra lutra***	**Loutre d'Europe**	Moyen / réduit	Faible
1303*	***Rhinolophus hipposideros***	**Petit rhinolophe**	Moyen / réduit	Faible
1308*	***Barbastella barbastellus***	**Barbastelle d'Europe**	Moyen / réduit	Faible
1324*	***Myotis myotis***	**Grand Murin**	Bon	Faible
1323*	***Myotis bechsteinii***	**Murin de Bechstein**	Moyen / réduit	Faible
Amphibiens				
	Ichthyosaura alpestris	Triton alpestre	Bon	Très faible
	Lissotriton helveticus	Triton palmé	Bon	Très faible
	Rana temporaria	Grenouille rousse	Bon	Très faible
Poissons – Crustacés				
5316*	***Cottus duranii***	**Chabot d'Auvergne**	Moyen / réduit	Nulle
1096*	***Lampetra planeri***	**Lamproie de Planer**	Moyen / réduit	Nulle
1106*	***Salmo salar***	**Saumon atlantique**	Moyen / réduit	Nulle
1092*	***Austropotamobius pallipes***	**Écrevisse à pattes blanches**	Moyen / réduit	Nulle
Plantes				
	Dactylorhiza maculata	Dactylorhize maculé	Bon	Nulle
	Drosera rotundifolia	Rossolis à feuilles rondes	Moyen / réduit	Nulle
	Leucojum vernum	Nivéole de printemps	Bon	Nulle
	Lysimachia tenella	Lysimaque délicate	Moyen / réduit	Nulle
	Tractema lilio-hyacinthus	Tractème lis-jacinthe	Bon	Nulle
	Wahlenbergia hederacea	Walhenbergie à feuilles de lierre)	Excellent	Nulle

** Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE*

Tableau 135 : Espèces d'intérêt recensées sur le site Natura 2000 « FR8302036 – Rivières de la Montagne Bourbonnaise »

L'incidence du projet est considérée comme nulle sur les espèces dont les habitats ne se retrouvent pas dans l'emprise directe. Les incidences du projet sur les espèces animales ayant été observées au niveau de l'AEI lors des inventaires, et dont les habitats sont évités, ou étant potentiellement présentes au niveau de l'AEI sont considérées comme faibles. En effet, certaines espèces d'intérêt communautaire présentes dans la ZSC **ne sont pas susceptibles de fréquenter la zone de projet** depuis le site Natura 2000 au regard de la distance entre ceux-ci (supérieure à leur capacité de mobilité et à la surface de leur territoire), de leur mode de déplacement (barrières physiques pour les espèces terrestres…), de

l'absence d'habitats favorables sur l'emprise du projet. Cette conclusion est ici valable pour les poissons (bassins versant différents) et les plantes (immobiles par nature).

Concernant **les mammifères terrestres, les amphibiens et les reptiles, les probabilités d'incidence sont très faibles** en raison de la distance du site Natura 2000 par rapport au projet et des capacités de dispersion des espèces. En revanche, certaines espèces volantes à grand territoire, présentes au sein des sites Natura 2000, **pourraient rejoindre la zone de projet** en alimentation, en chasse et/ou en transit. C'est notamment le cas **des oiseaux et des chauves-souris**. Parmi les chiroptères, les espèces ont été retrouvées sur la zone de projet. Ces dernières chassent généralement à moins de 5 km de leurs gîtes. Il est ainsi **possible** que les individus de ces espèces observées sur la zone de projet proviennent des sites Natura 2000. Ainsi, ces espèces s'alimenteront ponctuellement sur l'emprise du projet et/ou sur les zones d'exclusion. Elles pourront également éviter le projet en phase travaux et se reporter sur les milieux similaires et favorables situés à proximité de celui-ci (au regard des surfaces importantes de leurs territoires et de la disponibilité de milieux favorables en continuité du projet).

En phase post travaux, les secteurs de lisière, les couverts herbacés et le cours d'eau attireront à nouveau les proies potentielles, et pourront, le cas échéant, servir de zone de chasse aux chiroptères provenant du site Natura 2000.

Globalement, les incidences directes et indirectes du projet sur la faune et la flore de la ZSC « FR8302036 » – Rivières de la Montagne Bourbonnaise » sont jugées tout au plus faibles, y compris pour les espèces d'intérêt communautaire mentionnées ci-avant.

2.6.4 ZSC « FR8301045 » - Bois Noirs

2.6.4.1 Description du site

Source : https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR8301045

Site de grande qualité et de grande importance notamment pour les tourbières bombées qu'il comprend, dont l'état de conservation est satisfaisant. Les écosystèmes tourbeux du site sont d'une grande fragilité et leur maintien en bon état est étroitement dépendant du maintien de leur alimentation en eau. Les actions prévues par le Docob portent sur le maintien des habitats des tourbières et des prairies humides. Leur état de conservation est satisfaisant, aucune dégradation n'est à déplorer. Seul l'habitat du papillon Euphydryas aurinia est fortement menacé. À long terme, la gestion conservatoire du site ne peut être assurée que si une maîtrise foncière des éco-complexes tourbeux est pleinement atteinte. Le tourisme sur ce secteur est plutôt faible et diffus. En revanche, les enjeux sur le plan forestier sont importants (création de piste de débardage).

Le secteur présente une grande fragilité vis-à-vis de ses habitats et de ses écosystèmes tourbeux. Leur alimentation en eau doit être maintenue, mais ne présente pas de menace immédiate.

Les populations de Damier de la Succise sont menacées par la régression des prairies méso-hygrophiles (et donc de la plante hôte de l'espèce) due à la fermeture du milieu, spontanée faute de fauche ou de pâturage, ou liée à des plantations forestières.

2.6.4.2 Incidences sur les habitats d'intérêt communautaire

La ZSC « FR8301045 - Bois Noirs **»** abrite 14 habitats d'intérêt communautaire, dont 4 prioritaires. Ces habitats sont présentés dans le tableau ci-après. Au même titre que la ZSC précédente, mis à part les habitats de tourbières, l'essentiel de ces habitats se retrouve au niveau de l'aire d'étude, notamment les prairies humides et les boisements.

Cette ZSC, modérément étendue (684 ha), est composée d'une dizaine d'entités. Ces dernières se positionnent relativement en altitude, à un étage que l'on pourrait considérer comme montagnard (1 200 m d'altitude environ), d'où la présence d'habitats tourbeux ou para-tourbeux que l'on ne trouve pas au niveau de l'aire d'étude (770 m d'altitude environ). La Besbre, qui traverse le site d'étude, prend sa source au niveau de ce massif forestier.

Bien que proches géographiquement, la probabilité d'incidences directes ou indirectes du projet sur les habitats de la ZSC « FR8301045 - Bois Noirs » est jugée nulle. En effet, l'éloignement du site Natura 2000, son positionnement en altitude et en amont hydraulique vis-à-vis de l'aire d'étude, tendent à minimiser grandement les risques d'incidences sur les habitats de ce dernier.

Code N2000	Nom de l'habitat	État de conservation sur le site	Probabilité d'incidence
4030	Landes sèches européennes	Bon	Nulle
6410	Prairies à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (*Molinion caerulea*)	-	Nulle
6430	Mégaphorbiaie hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	Excellent	Nulle
6510	Prairies maigres de fauche de basse altitude (*Alopecurus pratensis*, *Sanguisorba officinalis*)	-	Nulle
7110*	**Tourbières hautes actives**	Excellent	Nulle
7120	Tourbières hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle	-	Nulle
7140	Tourbières de transition et tremblantes	Excellent	Nulle
91D0*	**Tourbières boisées**	Excellent	Nulle
91E0*	**Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*)**	Bon	Nulle
9120	Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à *Ilex* et parfois à *Taxus* (*Quercion robori-petraeae* ou *Ilici-Fagenion*)	Bon	Nulle
9130	Hêtraies de l'*Asperulo-Fagetum*	-	Nulle
9160	Chênaies pédonculées ou chênaies-charmaies subatlantiques et médio-européennes du *Carpinion betuli*	Bon	Nulle
9180*	**Forêts de pentes, éboulis ou ravins du *Tilio-Acerion***	Excellent	Nulle
9410	Forêts acidophiles à *Picea* des étages montagnard à alpin (*Vaccinio-Piceetea*)	Bon	Nulle

** Forme prioritaire de l'habitat*

Tableau 136 : Habitats d'intérêt communautaire inscrits à l'annexe I recensés sur le site Natura 2000 « FR8301045 - Bois Noirs »

2.6.4.3 Incidences sur les espèces d'intérêt communautaire / patrimoniales / protégées

Seules 2 espèces, d'intérêt communautaire, sont citées dans le FSD Natura 2000 concernant la ZSC « FR8301045 - Bois Noirs ». Ces espèces sont présentées dans le tableau ci-après.

Code N2000	Nom scientifique	Nom vernaculaire	État de conservation sur le site	Probabilité d'incidence
Insectes				
1065*	*Euphydryas aurinia*	Damier de la succise	Moyen / réduit	Faible
Plantes (Bryophytes)				
1387*	*Orthotrichum rogeri*	Orthotric de Roger		Nulle

** Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE*

Tableau 137 : Espèces d'intérêt recensées sur le site Natura 2000 « FR8301045 - Bois Noirs »

L'incidence du projet est considérée comme faible (Damier de la succise) à nulle (Orthotric de Roger) sur les espèces.

L'incidence potentielle du projet est considérée comme **nulle** concernant la bryophyte Orthotrichum rogeri présente dans la ZSC, du fait de l'éloignement géographique et altitudinal du site d'étude.

L'incidence potentielle du projet est considérée comme **faible** concernant le lépidoptère Euphydryas aurinia. Cette espèce est en effet signalée au niveau de l'aire d'étude, comprenant des habitats favorables au sein desquels le papillon s'y reproduit. Au sein de la ZSC, les habitats propices à l'espèce sont en mauvais état de conservation, notamment en raison de la fermeture des milieux et des pratiques sylvicoles (enrésinement). En raison de la relative proximité des secteurs pour cet organisme volant en phase imaginale, nous ne pouvons exclure le fait qu'il y est un flux d'individus entre le secteur d'étude et la ZSC.

À l'issue de la phase de travaux, le site présentera par ailleurs de grandes surfaces (plusieurs dizaines d'hectares) de prairies humides, très favorables au Damier de la succise.

Globalement, les incidences directes et indirectes du projet sur la faune et la flore de la ZSC « FR8301045 - Bois Noirs » sont jugées tout au plus faibles, notamment pour les espèces d'intérêt communautaire mentionnées ci-avant.

2.6.5 « FR8201768 - Ruisseaux du Boën, Ban et Font d'Aix »

2.6.5.1 Description du site

Sources : https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR8201768; https://www.auvergne-rhone-alpes.developpementdurable.gouv.fr/IMG/pdf/fr8201768_ruisseaux_du_boen_ban_et_font_d_aix_docob_2012_synthese.pdf

Le site Natura 2000 est partie intégrante (côté sud-est) du massif des Monts de la Madeleine. Le site Natura 2000 correspond à la tête de bassin versant de l'Aix, un affluent rive gauche de la Loire qu'il rejoint au Nord de la Plaine du Forez. C'est environ 56 km de linéaire de cours d'eau qui est concerné, situé sur la partie sud des Monts de la Madeleine.

Le territoire est caractérisé par un relief relativement marqué, très vallonné. Le point le plus bas est à 560 m environ à l'aval de la confluence Font d'Aix-Boën, tandis que les points culminants sont de 1 153 m sur Laprugne, 1 152 m sur Chérier, 1198 m sur Arconsat, 1 192 m au Plan de la Fayette et 1 134 m sur St-Priest-la-Prugne, du côté des Bois Noirs.

Le bassin versant est fortement arrosé, du fait de son altitude moyenne assez élevée et de son exposition aux vents atlantiques chargés d'humidité, la pluie efficace représente une lame d'eau de 1000m environ. De plus, cette eau est disponible toute l'année du fait de la répartition des précipitations abondantes en toutes saisons, et du stockage dans les sols (forêts, tourbières et zones humides). Les cours d'eau ont donc des étiages naturellement soutenus, même par des conditions de sécheresse généralisées. Le bassin versant de l'Aix bénéficie d'une hydrologie abondante, très favorable à la vie piscicole.

Situé en tête de bassin versant de l'Aix, en Pays d'Urfé, le site est constitué d'un réseau hydrographique dense et préservé. Le Boën est un des principaux cours d'eau. Ses principaux affluents sont le Noyer, le Ban, le Machabrée et la Font d'Aix qui le rejoignent près de Saint-Just en Chevalet. Les ruisseaux du site voient la qualité de leur eau confirmée par la présence de l'écrevisse à pattes blanches, qui constitue actuellement l'enjeu majeur, ainsi que d'autres espèces piscicoles remarquables comme le Chabot, la Lamproie de planer et la Truite fario. Ces espèces qualifiées de bio indicatrices témoignent du bon état de ces milieux encore préservés par des activités humaines relativement extensives. La loutre d'Europe, qui a colonisé les bassins versants voisins est potentiellement présente sur le site.

« Les ruisseaux du Boën, Ban et Font d'Aix » possèdent un réseau de zones humides très dense avec présence de certains habitats identifiés d'intérêt communautaires, dont 2 principaux à forts enjeux : les forêts alluviales à aulnaies-frênaies, cordons rivulaires à intérêt patrimonial et fonctionnel pour les cours d'eau, ainsi que les mégaphorbiaies. D'autres prairies humides, tourbières, forêts humides... constituent la richesse du territoire, en un maillage cohérent et riche d'une biodiversité à maintenir et conserver.

2.6.5.2 Incidences sur les habitats d'intérêt communautaire

La ZSC « FR8201768 - Ruisseaux du Boën, Ban et Font d'Aix » abrite 9 habitats d'intérêt communautaire, dont 4 prioritaires. Ces habitats sont présentés dans le tableau ci-après. Au même titre que la ZSC « FR8302036 – Rivières de la Montagne Bourbonnaise », mis à part les habitats de tourbières, l'essentiel de ces habitats se retrouve au niveau de l'aire d'étude.

La ZSC FR8201768 prend également la forme d'un réseau linéaire, intimement liée au bassin versant de l'Aix, relativement proche géographiquement de l'aire d'étude, néanmoins sur un bassin versant différent.

Code N2000	Nom de l'habitat	État de conservation sur le site	Probabilité d'incidence
6230*	**Formations herbeuses à *Nardus*, riches en espèces, sur substrats siliceux des zones montagnardes (et des zones submontagnardes de l'Europe continentale)**	-	Nulle
6410	Prairies à Molinia sur sols calcaires, tourbeux ou argilo-limoneux (*Molinion caerulea*)	Mauvais	Nulle
6430	Mégaphorbiaie hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	Moyen	Nulle
7110*	**Tourbières hautes actives**	Mauvais	Nulle
7120	Tourbières hautes dégradées encore susceptibles de régénération naturelle	-	Nulle
91D0*	**Tourbières boisées**	Mauvais	Nulle
91E0*	**Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*)**	Moyen	Nulle
9120	Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à *Ilex* et parfois à *Taxus* (*Quercion robori-petraeae* ou *Ilici-Fagenion*)	Moyen	Nulle
9410	Forêts acidophiles à *Picea* des étages montagnard à alpin (*Vaccinio-Piceetea*)	Moyen	Nulle

** Forme prioritaire de l'habitat*

Tableau 138 : Habitats d'intérêt communautaire inscrits à l'annexe I recensés sur le site Natura 2000 « FR8201768 - Ruisseaux du Boën, Ban et Font d'Aix »

Bien que proches géographiquement, la probabilité d'incidences directes ou indirectes du projet sur les habitats de la ZSC « FR8201768 - Ruisseaux du Boën, Ban et Font d'Aix » est jugée nulle. En effet, le positionnement du site Natura 2000 au niveau d'un bassin versant différent (celui de l'Aix), tend à minimiser grandement les risques d'incidences du projet sur les habitats de ce dernier.

2.6.5.3 Incidences sur les espèces d'intérêt communautaire / patrimoniales / protégées

Seules 5 espèces, d'intérêt communautaire, sont citées dans le FSD Natura 2000 concernant la ZSC « FR8301045 - Bois Noirs ». Ces espèces sont présentées dans le tableau ci-après.

Code N2000	Nom scientifique	Nom vernaculaire	État de conservation sur le site	Probabilité d'incidence
Invertébrés				
1065*	*Margaritifera margaritifera*	Moule perlière	Éteinte	Nulle
1092*	*Austrapotamobius pallipes*	Ecrevisse à pattes blanches	Mauvais	Nulle
Mammifères				
1355*	*Lutra lutra*	Loutre d'Europe	Inconnu	Faible
Poissons				
5316*	*Cottus duranii*	Chabot d'Auvergne	Inconnu	Nulle
1096*	*Lampetra planeri*	Lamproie de Planer	Inconnu	Nulle

** Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE*

Tableau 139 : Espèces d'intérêt recensées sur le site Natura 2000 « FR8201768 - Ruisseaux du Boën, Ban et Font d'Aix »

Certaines de ces espèces d'intérêt communautaire ne sont pas susceptibles de fréquenter la zone de projet depuis le site Natura 2000, notamment les espèces liées au milieu aquatique, poissons et invertébrés, en raison de la barrière géographique que représente la distance entre les bassins versants.

Concernant les mammifères terrestres, et la Loutre d'Europe en particulier, les probabilités d'incidence sont faibles, car cette espèces fréquente l'ensemble des linéaires des cours d'eau locaux, et le site d'étude demeure dans le rayon de dispersion de l'espèce. Nous ne pouvons donc pas exclure le fait qu'une incidence temporaire en phase de travaux puisse exister sur cette espèce au niveau d'individus en transit.

Globalement, les incidences directes et indirectes du projet sur les espèces citées de la ZSC « FR8201768 - Ruisseaux du Boën, Ban et Font d'Aix » sont jugées tout au plus faibles, notamment pour la Loutre d'Europe.

2.6.6 ZSC « FR8302005 - Gîtes à chauves-souris, Contreforts et Montagne Bourbonnaise »

2.6.6.1 Description du site

Sources : *https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR8302005*;
https://inpn.mnhn.fr/docs/natura2000/fsdpdf/FR8302005.pdf

La particularité de ce site est liée à la connaissance tant des sites de reproduction que d'hibernation des chiroptères. On y retrouve un réseau regroupant une grande partie des éléments vitaux pour la conservation et la préservation des chauves-souris (sites de reproduction, d'hibernation et territoires de chasse). Le périmètre comprend également un ensemble de milieux diversifiés et riches, dont la présence est en grande partie liée à l'originalité du territoire et aux pratiques actuelles, notamment agro-pastorales. La conservation de ces milieux et des pratiques associées est un enjeu majeur du site. Les principales menaces qui pèsent sur le site relèvent du bouleversement de milieu et du changement de pratiques, notamment agricoles et sylvicoles. Aussi, l'artificialisation des milieux, l'intensification de l'agriculture et de la sylviculture sont parmi les principales menaces identifiées au regard des enjeux du site. La modification des pratiques rurales et leur intensification sont également une menace prépondérante au maintien de la richesse et de l'originalité du patrimoine naturel du site, par des atteintes à la fonctionnalité et à la qualité des habitats. Toutes ces modifications constituent également une atteinte à la potentialité d'accueil du territoire aux espèces animales et végétales. Le développement non maitrisé des zones industrielles, urbaines ou similaires, est un des facteurs d'artificialisation des milieux pouvant provoquer à terme la disparition de certains éléments du patrimoine naturel, notamment les chauves-souris et leurs habitats vitaux. De ces activités peuvent également découler l'introduction ou la dissémination de nouvelles espèces, pouvant conduire à une banalisation des milieux.

2.6.6.2 Incidences sur les habitats d'intérêt communautaire

La ZSC « FR8302005 - Gîtes à chauves-souris, Contreforts et Montagne Bourbonnaise » abrite 9 habitats d'intérêt communautaire, dont 4 prioritaires. Ces habitats sont présentés dans le tableau ci-après. Cette ZSC est constituée d'une entité générale de grande taille située en dehors de notre aire d'étude éloignée, à 18 km à l'ouest de l'aire d'étude, et de 2 entités de très petites tailles située à 3,5 km environ au nord-est de l'aire d'étude sur la commune de Laprugne. Ces dernières représentent une surface de 6 ha environ sur les 1 944 ha de la ZSC, soit 0,3 %.

Code N2000	Nom de l'habitat	État de conservation sur le site	Probabilité d'incidence
3150	Lacs eutrophes naturels avec végétation du *Magnopotamion* ou de l'*Hydrocharition*	-	Nulle
4030	Landes sèches européennes	Moyen/réduit	Nulle

Code N2000	Nom de l'habitat	État de conservation sur le site	Probabilité d'incidence
6210	Pelouses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement sur calcaires (*Festuco-Brometalia*) (* sites d'orchidées remarquables)	-	Nulle
6230*	**Formations herbeuses à *Nardus*, riches en espèces, sur substrats siliceux des zones montagnardes (et des zones submontagnardes de l'Europe continentale)**	-	Nulle
6430	Mégaphorbiaie hygrophiles d'ourlets planitiaires et des étages montagnard à alpin	Bon	Nulle
6510	**Prairies maigres de fauche de basse altitude (*Alopecurus pratensis, Sanguisorba officinalis*)**	Excellent	Nulle
91E0*	**Forêts alluviales à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion, Alnion incanae, Salicion albae*)**	Moyen/réduit	Nulle
9120	Hêtraies acidophiles atlantiques à sous-bois à *Ilex* et parfois à *Taxus* (*Quercion robori-petraeae* ou *Ilici-Fagenion*)	Moyen/réduit	Nulle
9180*	**Forêts de pentes, éboulis ou ravins du *Tilio-Acerion***	-	Nulle

** Forme prioritaire de l'habitat*

Tableau 140 : Habitats d'intérêt communautaire inscrits à l'annexe I recensés sur le site Natura 2000 « FR8302005 - Gîtes à chauves-souris, Contreforts et Montagne Bourbonnaise »

Le niveau d'incidences du projet sur les habitats de la ZSC « FR8302005 - Gîtes à chauves-souris, 'Contreforts et Montagne Bourbonnaise » est jugé nul, notamment du fait que 99,7 % de la surface du site Natura 2000 se situent à distance de l'aire d'étude (> 18 km), et que les petites entités à proximité ne sont pas composées d'habitats d'intérêt communautaire.

2.6.6.3 Incidences sur les espèces d'intérêt communautaire / patrimoniales / protégées

23 espèces, dont 12 d'intérêt communautaire, sont citées dans le FSD Natura 2000 concernant la ZSC « FR8302005 - Gîtes à chauves-souris, Contreforts et Montagne Bourbonnaise ». Ces espèces sont présentées dans le tableau ci-après.

Code N2000	Nom scientifique	Nom vernaculaire	État de conservation sur le site	Probabilité d'incidence
Mammifères				
1355*	***Lutra lutra***	**Loutre d'Europe**	-	Nulle
1303*	***Rhinolophus hipposideros***	**Petit Rhinolophe**	Bon	Faible
1304*	***Rhinolophus ferrumequinum***	**Grand Rhinolophe**	Moyen / réduit	Faible
1308*	***Barbastella barbastellus***	**Barbastelle d'Europe**	-	Faible
1321*	***Myotis emarginatus***	**Murin à oreilles échancrées**	Bon	Faible
1324*	***Myotis myotis***	**Grand Murin**	Bon	Faible
1323*	***Myotis bechsteinii***	**Murin de Bechstein**	-	Faible
	Myotis mystacinus	*Murin à moustaches*	Bon	Faible
	Myotis nattereri	*Murin de Natterer*	Bon	Faible
	Myotis aedilus	*Murin de Daubenton*	-	Faible
	Nyctalus noctula	*Noctule commune*	-	Faible
	Pipistrellus pipistrellus	*Pipistrelle commune*	Bon	Faible
	Plecotus austriacus	*Oreillard gris*	Bon	Faible
	Pipistrellus kuhlii	*Pipistrelle de Kuhl*	-	Faible
Amphibiens				
1193*	***Bombina variegata***	**Sonneur à ventre jaune**	Bon	Nulle
	Alytes obstetricans	Alyte accoucheur	-	Nulle
Reptiles				
	Vipera aspis	Vipère aspic	Bon	Nulle
	Vipera berus	Vipère péliade	Bon	Nulle
Poissons				
5316*	***Cottus duranii***	**Chabot d'Auvergne**	Bon	Nulle
1096*	***Lampetra planeri***	**Lamproie de Planer**	-	Nulle
Insectes				
1065*	***Euphydryas aurinia***	**Damier de la succise**	**-**	Nulle
1083*	***Lucanus cervus***	**Lucane cerf-volant**	**-**	Nulle
Plantes				
	Centaurea pectinata	Centaurée pectinée	-	Nulle

** Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE*

Tableau 141 : Espèces d'intérêt recensées sur le site Natura 2000 « FR8302005 - Gîtes à chauves-souris, Contreforts et Montagne Bourbonnaise »

L'incidence du projet est considérée comme **nulle** sur les individus d'espèces de la ZSC si ces derniers ne sont pas susceptibles de fréquenter la zone de projet depuis le site Natura 2000 au regard de la distance entre ceux-ci (supérieure à leur capacité de mobilité et à la surface de leur territoire), de leur mode de déplacement (barrières physiques pour les espèces terrestres…), de l'absence d'habitats favorables sur l'emprise du projet. Les entités de la ZSC à proximité de l'aire d'étude sont essentiellement constituées de milieux boisés,

essentiellement propices aux chiroptères concernant les espèces recensées dans le site Natura 2000. Toutes les autres espèces proviennent très vraisemblablement de l'entité principale, située à bonne distance du site.

Les incidences potentielles du projet sont donc nulles concernant les plantes, les poissons, les amphibiens, les reptiles, les insectes et la population de Loutre d'Europe concernée par cette ZSC.

En revanche, certaines espèces volantes à grand territoire, présentes au sein du site Natura 2000, **pourraient rejoindre la zone de projet** en alimentation, en chasse et/ou en transit. C'est notamment le cas **des oiseaux et des chauves-souris**.

Parmi les chiroptères, beaucoup d'espèces ont été retrouvées en chasse ou en transit sur la zone de projet. Il est ainsi **possible** que les individus de ces espèces observées sur la zone de projet proviennent du site Natura 2000.

Ainsi, ces espèces s'alimenteront ponctuellement sur l'emprise du projet et/ou sur les zones d'exclusion. Elles pourront également éviter le projet en phase travaux et se reporter sur les milieux similaires et favorables situés à proximité de celui-ci (au regard des surfaces importantes de leurs territoires et de la disponibilité de milieux favorables en continuité du projet).

En phase post travaux, les secteurs de lisière, les couverts herbacés et le cours d'eau attireront à nouveau les proies potentielles, et pourront, le cas échéant, servir de zone de chasse aux chiroptères provenant du site Natura 2000.

Globalement, les incidences directes et indirectes du projet sur la faune et la flore de la ZSC « FR8302005 - Gîtes à chauves-souris, Contreforts et Montagne Bourbonnaise » sont jugées tout au plus faibles, concernant essentiellement les chiroptères fréquentant potentiellement le site d'étude.

2.7 MESURES MISES EN ŒUVRE POUR EVITER, REDUIRE ET COMPENSER LES INCIDENCES BRUTES DU PROJET

L'analyse des incidences potentielles liées à la phase travaux et des incidences potentielles des futurs ouvrages en exploitation permet d'orienter et de justifier le choix de mesures d'évitement et de réduction des incidences et, si nécessaire, de justifier les besoins de mesures de compensation.

Afin de générer des projets au maximum intégrés dans leur environnement et générant le moins possible d'incidences négative, ORANO MINING met en œuvre la démarche « Éviter, Réduire, Compenser et Suivre » (ERCS).

- En premier lieu, l'évitement des incidences négatives est d'abord recherché ;
- Dans un second temps, des mesures de réduction des impacts qui n'ont pu être évités sont recherchées pour limiter autant que possible la durée, l'intensité ou l'étendue d'un impact du raccordement sur l'environnement ;
- Enfin, si des effets négatifs notables, directs ou indirects du raccordement (ou incidences résiduelles) n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits, des mesures de compensation et de suivi sont recherchées et proposées.

Ainsi, au cours de l'élaboration du présent projet, et notamment lors de l'analyse des différentes solutions techniques et variantes envisageables, l'évitement des effets négatifs notables du raccordement sur l'environnement, puis leur réduction, ont été recherchés en priorité.

La description de ces diverses mesures est accompagnée, au chapitre suivant, d'une présentation des modalités de suivi de ces mesures et de leurs effets.

Le coût de mise en œuvre des mesures proposées est présenté.

Enfin, des mesures d'accompagnement viennent ponctuellement en complément des mesures d'évitement, de réduction ou de compensation et de suivi. Ces mesures ne répondent pas à un impact déterminé mais sont mises en œuvre volontairement par ORANO MINING dans l'objectif de proposer un projet de travaux qualitatif.

La nomenclature utilisée est issue du guide à la définition des mesures ERC, réalisé par le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), en lien avec le CEREMA[38].

Le tableau récapitulatif joint à chaque mesure indique la rubrique de la nomenclature « Thema » à laquelle la mesure se rapporte, la désignation de cette mesure, la phase du projet durant laquelle la mesure doit être mise en œuvre (surlignée en bleu), le type de milieu concerné par la mesure. Les effets attendus de la mesure sont ensuite décrits de manière synthétique. Un coût estimatif est si possible fourni. La mesure de suivi qui permet de contrôler la bonne exécution de cette mesure est également indiquée.

[38] Guide d'aide à la définition des mesures ERC, Ministère de la Transition écologique et solidaire, Janvier 2018

2.7.1 Présentation des mesures

L'ensemble des mesures seront présentées sous le format ci-dessous inspiré du Guide Théma d'aide à la définition des mesures ERC (MTES / CEREMA, 2018) :

Code	**Titre**			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus				
Coût estimatif				
Modalité de suivi envisagée				

E1.1b - Évitement « amont » des principales sensibilités de l'aire d'étude

E4.1 a-b – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année

R1.1 c – Balisage préventif d'espèces patrimoniales

R2.1h - Perméabilité des clôtures à la petite et moyenne faune

R2.1a/g - Adaptation des méthodes de chantier pour limiter les dommages aux sols et à la végétation, si nécessaire.

R2.1d - Dispositions contre les risques de pollutions accidentelles

R2.1f - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes

R2.1 i – Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux (Barrière à petite faune)

R2.1 o (1) – Déplacement avant destruction de spécimens d'espèces : *Sphagnum sp.* et *Hesperocodon hederaceus*.

R2.1 o (2) - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers les habitats de substitution (amphibiens, reptiles)

R2.1 o (3) - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers des habitats de substitution ou de report (Faune piscicole - Pêche de sauvetage canal de la Besbre)

R2.1 p – Damier de la succise - Gestion des habitats dans la zone d'emprise du projet : Défavorabilisation des habitats ouverts en phase travaux - Déplacement de plantes hôtes du Damier de la Succise.

R2.1 q (1) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière)

R2.1 q (2) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Réensemencement des surfaces nues dégradées)

C1 – Mesure de compensation des zones humides

C2 – Mesure de compensation des milieux prairiaux

C3 - Création d'un réseau de mares de substitution

C4 – Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles

2.7.2 Mesures d'évitement

E1.1b - Évitement « amont » des principales sensibilités de l'aire d'étude

Au regard des enjeux naturels identifiés dans l'état initial, **l'évitement est privilégié**.

Les habitats écologiques les plus sensibles, tels que les boisements anciens et les zones humides les plus qualitatives seront conservés et gérés en libre évolution, augmentant grandement la valeur écologique du site au sein de la trame locale.

Toutes les mesures d'évitement nécessiteront des mesures de suivi et d'entretien, notamment vis-à-vis des secteurs humides ouverts, afin d'éviter la fermeture du milieu. Les secteurs boisés seront laissés en îlot de sénescence (évolution forestière libre).

E1.1b	**Évitement des principales sensibilités de l'aire d'étude**			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Évitement des éléments présentant les plus forts enjeux écologiques de la ZIP			
Coût estimatif	Intégré au coût des travaux			
Modalité de suivi envisagée	Respect des zones d'évitement dans le plan masse du chantier Suivi écologique			

E4.1 a-b - Adaptation de la période et des horaires des travaux

Cette mesure vise à décaler les phases de travaux en dehors des périodes pendant lesquelles les espèces floristiques et faunistiques sont les plus vulnérables. Ce calendrier d'intervention est présenté ci-après.

Les travaux nocturnes peuvent être particulièrement impactant pour les espèces en raison de leur plus forte activité au cours de la nuit (risque d'écrasement et de dérangement accru) et de la nécessité de mettre en place des éclairages (dérangement des espèces y compris en dehors du chantier).

Par conséquent, l'ensemble des travaux seront réalisés en journée et les travaux de nuit seront interdits.

Les habitats de reproduction de nombreuses espèces sont évités (boisements anciens). La mesure concerne donc surtout les travaux de préparation du terrain, et les travaux de pelle mécanique en dehors de la période de reproduction des principales espèces faunistiques.

Il faudra donc **éviter de démarrer le chantier durant la principale période de février à août inclus et de l'interrompre sur une période supérieure à un mois** une fois engagé, pendant cette période.

Par exemple, si les travaux s'arrêtent en septembre et reprennent en février, il y aura moins d'impact sur la faune car la période d'arrêt se situe en dehors des périodes sensibles. En revanche, si les travaux sont suspendus le 15 avril, ils devront avoir repris avant le 15 mai, car ils seront en période sensible pour de nombreuses espèces. Il est également important de distinguer les travaux lourds des travaux légers. Si plusieurs personnes doivent intervenir sur site ou pour des opérations mineures impliquant peu ou pas de véhicules alors elles pourront intervenir toute l'année si les travaux sont suspendus. Le respect de cette période permettra de s'affranchir des risques de destruction directe de la plupart des espèces dont celles protégées.

Les travaux de débroussaillage ou de démolition devront être réalisés préférentiellement entre mi-août et fin octobre.

Dans la mesure où des phases d'arrêt de chantier supérieures à 1 mois auront lieu, le passage d'un écologue devra être réalisé. Un planning d'intervention devra également être réalisé avec l'appui d'un écologue avant le démarrage des travaux.

Concernant la démolition des bâtiments, le passage d'un écologue (au plus tard quelques jours) avant la démolition d'un bâtiment concerné sera requis afin de s'assurer de l'absence d'individus de chiroptères ou d'oiseaux. Les travaux de démolition pourront être initiés dès la fin du mois d'août et continuer sans interruption.

E4.1a-b	**Adaptation de la période et des horaires des travaux**			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Évitement du risque de destruction d'œufs ou d'individus, ou d'abandon de nids.			
Coût estimatif	Intégré au coût des travaux			
Modalité de suivi envisagée	Coordination environnementale du chantier (contrôle des passages, photos, comptes-rendus de chantier)			

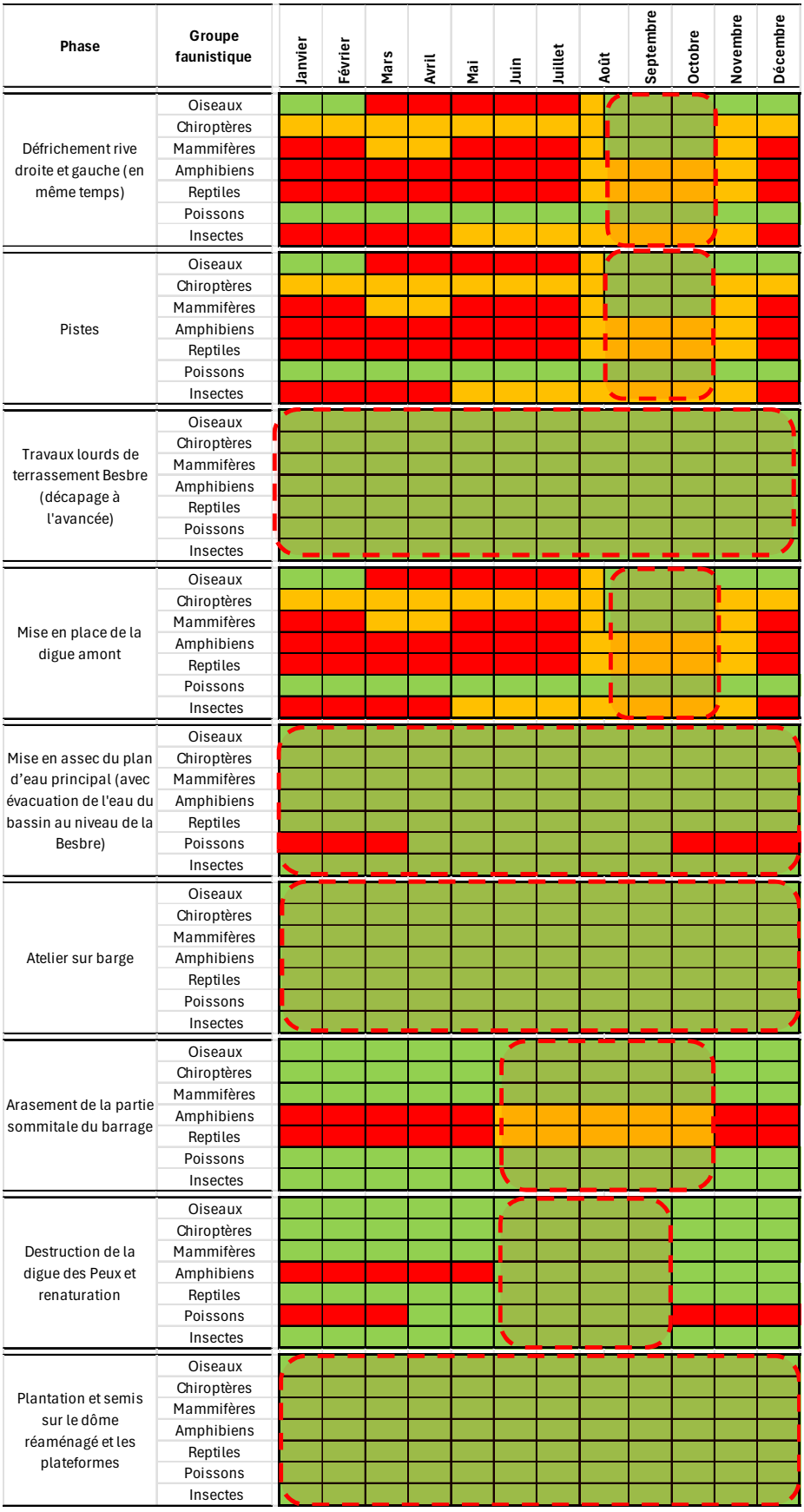


Figure 314 : Périodes d'interventions en fonction des sensibilités des espèces et des phases de travaux. Les périodes préférentielles sont présentées en rouge

2.7.3 Mesures de réduction

R1.1 c – Balisage préventif d'espèces et d'habitats patrimoniaux

Cette mesure vise à éviter la destruction accidentelle de stations de sphaigne ou de Campanille à feuilles de lierre, notamment au niveau de la zone humide de queue de plan d'eau. Dans la mesure où l'impact des emprises de certains éléments du projet est confirmé sur ces espèces, les individus devront être déplacés. La sphaigne étant présente de façon diffuse au niveau de plusieurs stations au niveau de l'aire d'étude cette mesure s'appliquera de la même manière.

Cette mesure est donc étroitement liée à la mesure *R2.1 o (1) – Déplacement avant destruction de spécimens d'espèces : Sphagnum sp. et Hesperocodon hederaceus*.

R1.1 c	**Balisage préventif d'espèces et d'habitats patrimoniaux**			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Assurer la non-destruction d'individus de la flore patrimoniale			
Coût estimatif	1 500 euros			
Modalité de suivi envisagée	Suivi de la conformité du balisage			

R2.1 h – Transparence écologique - Perméabilité des clôtures à la petite et moyenne faune

Outre la sécurisation du site, les enjeux au niveau des clôtures sont multiples. Il s'agit d'éviter leur dégradation par la grande faune et de permettre une transparence écologique du site pour la petite et moyenne faune (petits mammifères terrestres et herpétofaune principalement).

Afin d'améliorer la transparence écologique actuelle du site vis-vis de la petite faune terrestre, des ouvertures régulières de 25 cm x 25 cm, tous les 50 m environ sur le pourtour du site seront mises en place, en évitant les ouvertures en direction des secteurs limitrophes avec les routes. Les déplacements d'espèces auront ainsi lieu entre les réservoirs de biodiversité que représentent les secteurs boisés au sud, à l'est et à l'ouest.

R2.1b	**Perméabilité des clôtures**	
Phase	Travaux	Exploitation

R2.1b	Perméabilité des clôtures			
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Conserver la possibilité pour la petite et moyenne faune de circuler aux abords du site			
Coût estimatif	3 000 euros			
Modalité de suivi envisagée	Présence et conformité des ouvertures			

R2.1 a/g - Adaptation des méthodes de chantier pour limiter les dommages aux sols et à la végétation

Un plan de circulation optimisé sera établi, avec l'appui d'un écologue/naturaliste en charge du suivi environnemental du chantier, afin de délimiter les zones accessibles par les engins.

On veillera également à définir sur l'emprise des travaux **une zone de stationnement spécifique aux engins lourds**. Ceci afin d'empêcher toute dégradation des sols de manière inutile et de maximiser la mise en sécurité des engins ainsi que leur maintien. En effet, les stationnements à même le sol peuvent, lors d'une pluie orageuse, s'avérer dangereux (enfoncement des roues dans la boue, création d'ornières profondes de plusieurs dizaines de centimètres, …) et engendrer des altérations irréparables aux sols.

Les éventuelles **aires de retournement des engins** de chantier seront définies avec l'écologue/naturaliste en charge du suivi environnemental du chantier. Ces secteurs, comme l'ensemble de la zone de travaux, seront balisés/matérialisés pour éviter tout débordement en dehors des emprises prévues.

Les **installations de chantier** permettront au maximum la résilience des milieux sur lesquels elles seront implantées, lors de leur retrait à l'issue du chantier :

- Les installations pouvant se passer de fondations (baraquements de chantiers, bennes, stationnements VL) seront réalisées sans décaissement préalable.
- Un géotextile sera déposé sur le sol afin de contenir les éventuels matériaux d'apport de stabilisation des installations, afin de limiter au maximum les matériaux exogènes lors du retrait ce celles-ci.

L'information et la sensibilisation des entreprises réalisant les travaux seront mises en œuvre par le biais de réunion de chantier spécifiques organisées et pilotées par un écologue référent afin d'expliquer la raison de l'évitement de certains secteurs et la nécessité de rester sur les pistes enherbées.

R2.1a/g	Adaptation des méthodes de chantier pour limiter les dommages aux sols et à la végétation			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Effacement plus rapide des incidences du chantier à l'issue de son achèvement			
Coût estimatif	Intégré au coût des travaux			
Modalité de suivi envisagée	Remise en état du couvert végétal Respect des zones de stationnement des engins Présence d'une sensibilisation à l'ordre du jour des réunions de chantier			

R2.1 d - Dispositions contre les risques de pollutions accidentelles

Les dispositions suivantes seront mises en œuvre :

- Entretien des véhicules et engins de chantier : les entreprises qui interviendront sur le chantier justifieront d'un entretien régulier des engins de chantier (contrôle technique et carnet d'entretien à jour) afin d'éviter des fuites d'hydrocarbures depuis des réservoirs défectueux ou à la suite de ruptures de circuits hydrauliques
- Chaque engin disposera d'un **kit anti-pollution** pour contenir, absorber rapidement les fluides en cas de fuite accidentelle. Des kits seront également disponibles à la base vie.
- En cas d'occurrence d'une pollution accidentelle :
  - Intervenir sur la source de la pollution de manière à limiter la quantité de polluant diffusé (colmatage, fermeture de vanne…) ;
  - Utilisation d'un kit de première intervention « anti-pollution »
  - Excavation et évacuation immédiate des terres souillées vers un centre de traitement agréé ;
  - Consignation de l'incident auprès du responsable environnement du chantier ;
  - Remplacement du kit de première intervention utilisé.
- Stockage des produits toxiques et polluants sur des bacs de rétention étanches à l'abri des pluies de capacité au moins égale au volume stocké (huiles, hydrocarbures, liquides hydrauliques) et évacués par un professionnel agréé. De même, tout groupe électrogène avec sa connectique sera installé sur une aire étanche disposant d'une rétention suffisamment dimensionnée.
- Base vie : équipée de sanitaires avec récupération régulière des eaux usées. Elle sera positionnée à distance des zones sensibles

- Stationnement des engins : en fin de journée, les engins seront stationnés sur les zones aménagées à très faible perméabilité (pistes et plateformes renforcées, parking base vie ou aire de parking spécifique étanche).

Les activités d'entretien et réparation seront au maximum réalisées hors site. Si celles-ci doivent intervenir sur le site, elles se feront sur une aire étanche (fixe ou mobile).

Aucune production de béton ne sera réalisée sur le site, ce qui permet d'exclure le besoin de gérer des laitances ou des eaux de nettoyage.

R2.1d	**Dispositions contre les risques de pollutions accidentelles**			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Absence de pollution accidentelle des sols et des eaux			
Coût estimatif	Intégré au coût des travaux			
Modalité de suivi envisagée	Consignation des accidents dans un registre adapté Absence de traces de pollution non traitée			

R2.1 f - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes

Les espèces exotiques invasives sont observées de façon assez diffuse au sein de l'aire d'étude, essentiellement localisées au niveau des voies de circulation et du barrage. Les sols remaniés lors des travaux sont particulièrement sensibles à l'installation d'espèces exotiques envahissantes : en l'absence de couverture végétale, les germes et les graines apportées par les engins de chantier ou par les zones concernées du site s'installent très facilement notamment la Renouée de Bohème.

Un traitement des foyers d'espèces exotiques envahissantes présentes sera réalisé afin de limiter le risque de reprise, la méthode de traitement sera adaptée en fonction de l'espèce à considérer mais celle-ci ne pourra pas être chimique.

Par ailleurs, en phase travaux, les principes de précaution seront appliqués pour éviter la dispersion des espèces invasives ou l'introduction de nouvelles espèces au sein l'aire d'étude :

- Contrôle, nettoyage si besoin, des engins et matériels à l'entrée du chantier, afin d'éviter toute dispersion de graines ou fragments hors du chantier. Application des mêmes préconisations pour tout engin sortant du chantier ;
- Non réutilisation hors site des terres de décapage des fondations contaminées par les espèces invasives annuelles : elles devront soit être exportées dans des filières agréées soit être réétalées sur site ;
- Surveillance des sites d'espèces invasives présentes et veille des nouveaux foyers ;

- Traitement des nouveaux foyers le cas échéant.

En cours de chantier, un suivi des espèces invasives sera réalisé par un écologue. Dès qu'une observation d'espèces exotiques envahissantes sera réalisé, il conviendra de mettre en place des moyens de lutte contre ces espèces. Si l'invasion est constatée en phase chantier, l'arrachage manuel reste le plus efficace et permet d'agir directement sur les individus dès leur apparition.

R2.1f	**Lutte contre les espèces exotiques envahissantes**			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Absence d'import de nouvelles espèces ou de propagation des invasives présentes			
Coût estimatif	Intégré au coût des travaux			
Modalité de suivi envisagée	Évaluation du nombre d'individus et diversité spécifique des invasives à l'issue du chantier			

R2.1 i - Dispositif anti-intrusion petite faune (dont amphibiens)

Afin d'éviter tout risque d'écrasement d'amphibiens au cours du chantier et principalement lors de la phase préparatoire (débroussaillage, abattages des arbres et mise en place des clôtures), une barrière anti-pénétration par la petite faune sera installée pour éviter leur circulation sur le chantier au cours des phases de migration. Cette mesure concerne l'ensemble du projet. **4 977 ml** de clôtures spécifiques sont globalement prévus.

Les clôtures à petite faune seront disposées le long des clôtures extérieures actuelles lorsqu'elles existent. Dans le cas contraire, une petite clôture sera placée le long des voies de circulation ou autres secteurs tels que spécifié sur la figure ci-après. Une temporalité de placement des clôtures sera observée tel qu'illustré.

- En année n-1 : 980 ml seront installés sur la clôture existante, et 910 ml seront nouvellement créés (1 890 ml au total) ;
- En année n : 919 ml seront installés sur la clôture existante, et 2 168 ml seront nouvellement créés (3 087 ml au total).

Le dispositif installé sera conforme au guide CEREMA (2019) :

- La clôture de type bâche est résistante aux UV et spécifique pour la petite faune, 40 à 50 cm de hauteur environ ;

- Concernant les linéaires ne prenant pas appuis sur une clôture existante, ceux-ci comprennent une inclinaison vers l'extérieur pour dissuader les amphibiens et les autres espèces de grimper, mais permettant aux individus à l'intérieur de sortir ;
- Une partie de la barrière est rabattue au sol (environ 15 cm) et lestée par un cordon de terre ou enterrée à environ 15 cm de profondeur en fonction de la topographie.

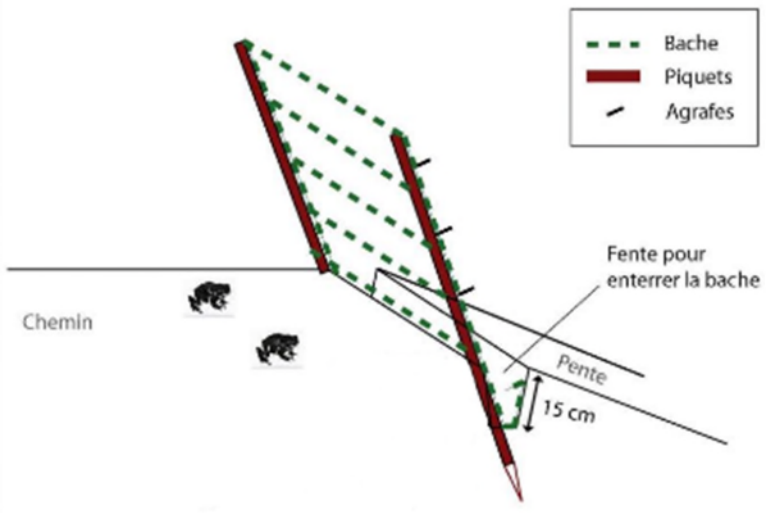


Figure 315 : Schéma de principe d'installation des clôtures petite faune

Le dispositif proposé permet aux espèces visées de sortir du chantier, mais pas d'y rentrer. Les clôtures seront installées à la suite du défrichement et maintenues jusqu'à la fin du chantier.

Cette clôture sera retirée à l'issue du chantier, lorsque le risque d'écrasement d'individus par les engins aura disparu.

R2.1 i	***Dispositif anti-intrusion petite faune (dont amphibiens)***			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Pas d'écrasement d'amphibiens en migration et petite faune sur le chantier			
Coût estimatif	90 000 €			
Modalité de suivi envisagée	Suivi écologique : présence et état de la clôture			

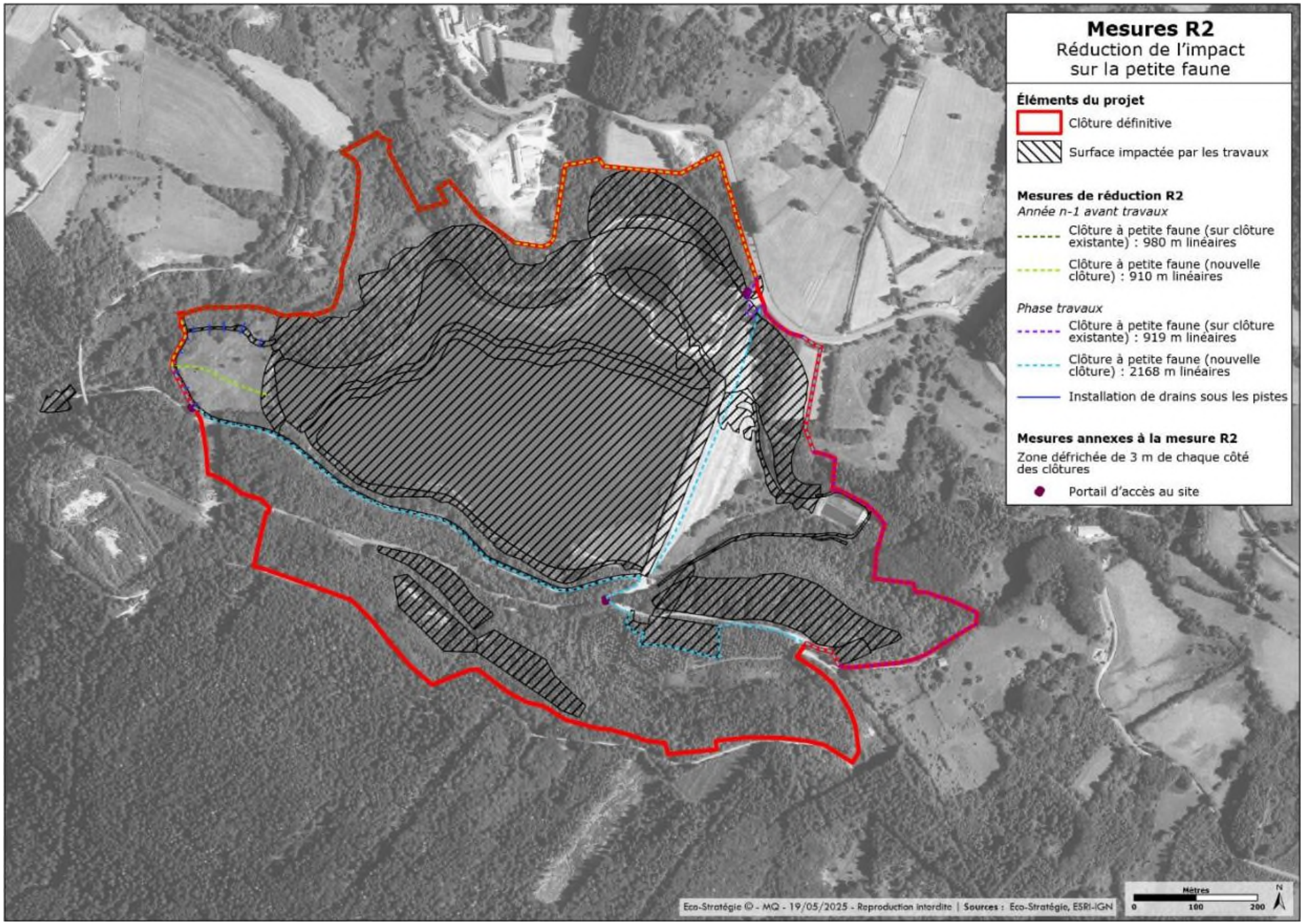

Mesures R2
Réduction de l'impact sur la petite faune
Éléments du projet
Clôture définitive
Surface impactée par les travaux
Mesures de réduction R2
Année n-1 avant travaux
Clôture à petite faune (sur clôture existante) : 980 m linéaires
Clôture à petite faune (nouvelle clôture) : 910 m linéaires
Phase travaux
Clôture à petite faune (sur clôture existante) : 919 m linéaires
Clôture à petite faune (nouvelle clôture) : 2168 m linéaires
Installation de drains sous les pistes
Mesures annexes à la mesure R2
Zone défrichée de 3 m de chaque côté des clôtures
Portail d'accès au site
Eco-Stratégie © - MQ - 19/05/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

Figure 316 : Dispositif anti-intrusion petite faune (dont amphibiens)

R2.1 o (1) – Déplacement avant destruction de spécimens d'espèces : *Sphagnum sp.* et *Hesperocodon hederaceus*

Concernant la flore patrimoniale, certaines stations de sphaignes et de Campanille à feuilles de lierre risquent d'être concernées par l'emprise de certains éléments du projet, notamment la digue amont et le secteur aval de la nouvelle Besbre (cf. carte ci-après).

La Campanille à feuilles de lierre est une espèce de prairies humides para tourbeuses sur terrain siliceux. Les stations de sphaigne, fréquentent également ces mêmes habitats. Les individus concernés par l'emprise du projet seront relocalisés au niveau d'habitats propices à proximité immédiate de leur localisation d'origine. Les secteurs para tourbeux sont en effet très largement évités dans le cadre du projet, notamment au niveau de la queue de plan d'eau.

Cette mesure est étroitement liée à la mesure « R1.1 c – Balisage préventif d'espèces et d'habitats patrimoniaux », durant laquelle la localisation précise des stations seront connues en année N des travaux. Le déplacement de ces espèces aura lieu en début de période estivale.

Le prélèvement d'individus/pieds (motte de substrat de 15 cm x 15 cm) aura lieu l'année de début des travaux. La transplantation devra être réalisée le jour même du prélèvement des pieds. Le transfert par motte permettra également le transfert de la banque de graines présentes dans le sol et des autres individus éventuels non encore émergés.

Le trou de replantation sera de dimension identique à la motte prélevée et aucun matériau extérieur ne sera apporté. Les individus transplantés seront piquetés afin de faciliter le suivi.

R2.1 o (1)	***Déplacement avant destruction de spécimens d'espèces : Sphagnum sp. et Hesperocodon hederaceus.***			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Pérennité des populations de flore patrimoniale			
Coût estimatif	**2 000 euros**			
Modalité de suivi envisagée	Suivi de la survie des transplants			

R2.1 o (2) - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers des habitats de substitution ou de report (amphibiens, reptiles)

Concernant **les amphibiens**, un certain nombre d'habitats propices, notamment des secteurs de reproduction, sont impactés par le projet. Le tracé de la nouvelle Besbre recoupe

le plan d'eau annexe, au sein duquel de nombreuses pontes ont été observées (Crapaud commun, Grenouille rousse) et une partie de barrage, d'importance pour l'Alyte accoucheur. Tout contact avec des amphibiens se fera avec des gants à usage unique, et tout le matériel sera désinfecté avant et après les interventions (bottes, épuisettes, seaux etc.). Le protocole d'hygiène pour le contrôle des maladies des amphibiens sur le terrain SHF2023 sera suivi (ce protocole est disponible en annexe).

Concernant le plan d'eau annexe, l'objet de cette mesure est de relocaliser un maximum d'individus de ces espèces au niveau d'un réseau de mares compensatoires qui seront créées en fin de période estivale au niveau de la zone humide de queue de plan d'eau en année n-1 (en s'étant assuré préalablement de l'absence de flore patrimoniale). D'autres mares seront par ailleurs créées au niveau des secteurs forestiers en phase post travaux. Cette mesure est étroitement liée à la mesure compensatoire « C3 - Création d'un réseau de mares de substitution (amphibiens, odonates) » et à la mesure de réduction « R2.1 i - Dispositif anti-intrusion petite faune (dont amphibiens) ».

Ainsi, préalablement au début des travaux, au cours de la période hivernale précédente :

- Les surfaces de prairies humides adjacentes au plan d'eau annexe seront entretenues en strate basse (rase) ;
- Dès la fin de la période hivernale (février-mars), le plan d'eau sera ceinturé d'une clôture à petite faune de type « barrière-piège ». Ce dispositif sera mis en place afin d'interdire toute reproduction d'amphibien au niveau du plan d'eau annexe. Des récipients faisant office de piège seront disposés tous les 20 m sur le pourtour du plan d'eau. Les individus capturés dans les seaux seront relocalisés au niveau des mares de substitution ;
- Les éventuels individus identifiés au niveau du plan d'eau annexe, au sein de l'espace clôturé, seront également capturés et relocalisés au niveau des mares de substitution ;
- Cette mesure sera mise en application sur une durée d'un mois et demi dès les premiers redoux hivernaux permettant les premières migrations locales d'amphibiens ;
- Les seaux-pièges seront vérifiés quotidiennement du lundi au vendredi et désactivés les jours de week-end afin d'éviter toute mortalité ;
- Un registre des captures sera tenu ;
- La barrière à petite faune (sans les dispositifs de capture) sera maintenue en place jusqu'à la phase de comblement du plan d'eau annexe ;

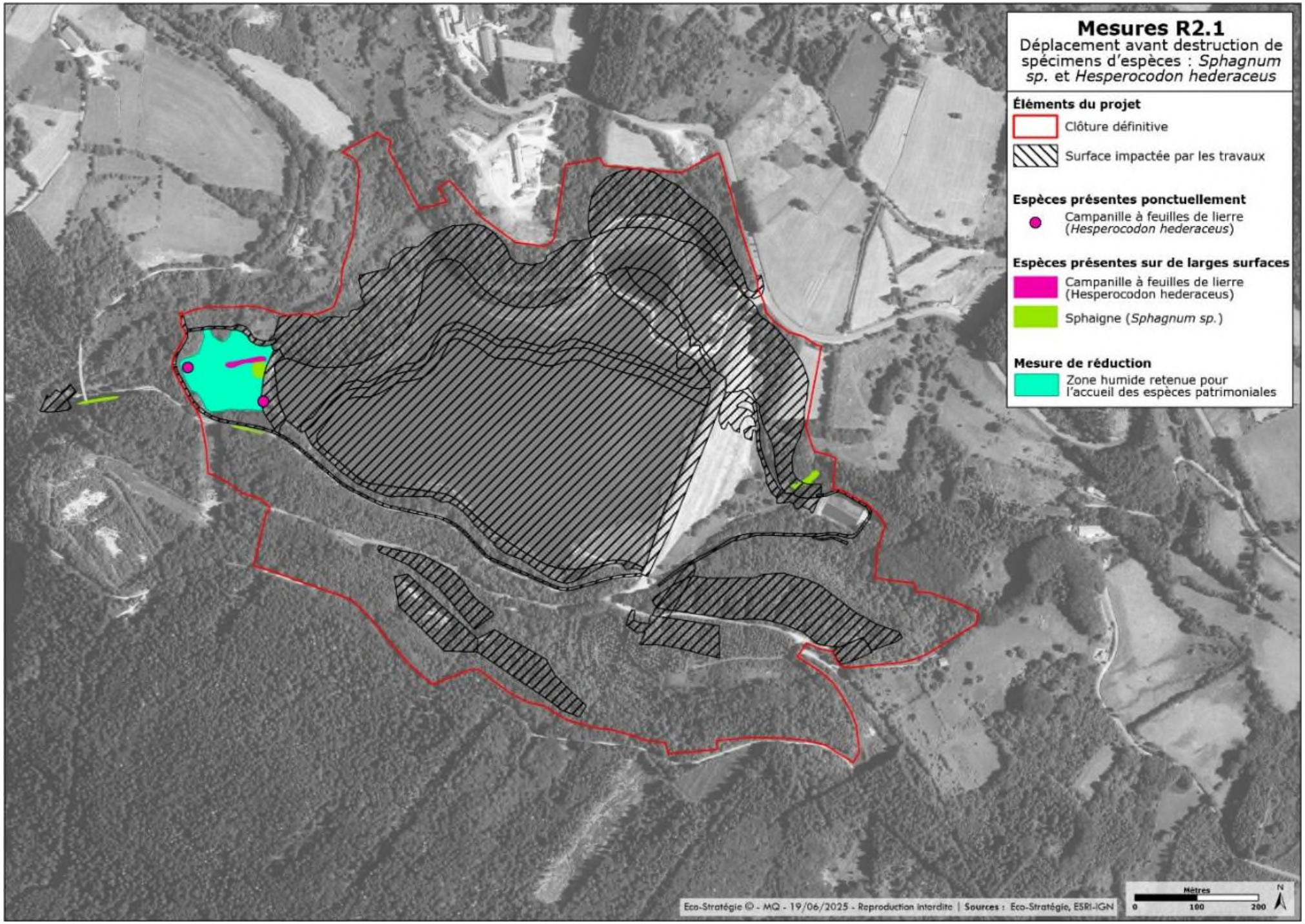
Concernant la section de barrage qui sera détruite par la création de la nouvelle Besbre, les individus d'Alytes accoucheurs occupant cette portion minérale du barrage seront relocalisés en aval immédiat du barrage, au sud de l'ouvrage, au niveau du secteur évité par les travaux, où une reproduction significative de cette espèce est par ailleurs observée. Les imagos d'alytes seront capturés à vue en prospectant le pied du nord de la digue au cours des passages prévus plus largement pour les amphibiens, tels que précisés ci-avant.

Concernant **les reptiles**, 4 espèces sont présentes au niveau du barrage : Vipère aspic, Couleuvre à collier, Coronelle lisse et Lézard des murailles. Le secteur du barrage concerné par l'emprise des travaux sera arpenté de façon hebdomadaire au cours des mois d'avril à juillet, afin de relocaliser un maximum d'individus de serpents au niveau du secteur sud du barrage. Un minimum de 25 plaques reptiles seront disposées au niveau du nord de

l'ouvrage afin de maximiser les chances de capture. Les visites se feront en périodes météo optimales, soit à des températures de 18 à 20 °C.

Le secteur nord, concerné par les travaux, sera défavorabilisé au maximum avec le retrait des pierres les plus grosses et une homogénéisation de la couverture minérale, afin de minimiser la présence de caches. Au vu de la fenêtre temporelle estivale préconisée pour les travaux au niveau du barrage (tracé du cours d'eau et arasement de la digue), nous pouvons considérer que les lézards des murailles seront à même de fuir vers les secteurs préservés aux abords immédiats. Cette mesure est étroitement liée à la mesure compensatoire « C4 – Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles », qui sera mise en œuvre à l'issue des travaux.

R2.1 o (2)	***Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers les habitats de substitution (amphibiens, reptiles)***			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Limiter au maximum toute mortalité de l'herpétofaune au niveau des emprises du chantier			
Coût estimatif	**20 000 euros**			
Modalité de suivi envisagée	Suivi écologique du chantier			


Mesures R2.1
Déplacement avant destruction de spécimens d'espèces : Sphagnum sp. et Hesperocodon hederaceus
Éléments du projet
Clôture définitive
Surface impactée par les travaux
Espèces présentes ponctuellement
Campanille à feuilles de lierre (Hesperocodon hederaceus)
Espèces présentes sur de larges surfaces
Campanille à feuilles de lierre (Hesperocodon hederaceus)
Sphaigne (Sphagnum sp.)
Mesure de réduction
Zone humide retenue pour l'accueil des espèces patrimoniales
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

Carte 63 : Déplacement avant destruction de spécimens d'espèces : Sphagnum sp. et Hesperocodon hederaceus

R2.1 o (3) - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers les habitats de substitution ou de report (pêche de sauvetage)

Concernant **la faune piscicole** du tronçon actuellement canalisé de la Besbre, depuis la digue des Peux jusqu'à l'exutoire du toboggan, cette dernière devra être capturée puis relocalisée au niveau du secteur amont de la Besbre, préalablement à la mise en assec de la section canalisée et de la mise en eau du lit de la nouvelle Besbre.

Cette mesure pourra être mise en œuvre en fin de période de travaux. Les espèces concernées sont la Truite fario (*Salmo trutta fario*) et le Chabot (*Cottus gobio* ou *duranii*)

Les espèces proviennent de l'amont et ne peuvent probablement pas dévaler une fois dans le canal.

Les poissons, uniquement présents au niveau de l'aval du canal, seront capturés à l'électricité, mis en vivier, puis relâchés à l'amont de la digue des Peux. Une biométrie sera réalisée au niveau des individus capturés. La pêche de sauvetage sera mise en œuvre hors période hivernale.

R2.1 o (2)	***Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers les habitats de substitution (Pêche de sauvetage canal de la Besbre)***			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Limiter la mortalité piscicole au niveau de la Besbre canalisée			
Coût estimatif	**5 000 euros**			
Modalité de suivi envisagée	Compte rendu et rapport de pêche			

R2.1 p – Gestion des habitats dans la zone d'emprise du projet : défavorabilisation des habitats ouverts en phase travaux

Cette mesure vise à prévenir toute recolonisation des habitats ouverts par la faune patrimoniale ou protégée au sein de l'emprise travaux. Les taxons concernés sont en particulier :

- Les insectes, et le Damier de la succise plus spécifiquement ;
- Les amphibiens.

À noter que la gestion actuelle des milieux ouverts consiste en une fauche tardive (fin de période estivale). Deux types de milieux ouverts sont concernés par cette mesure :

- Les milieux actuellement ouverts (de type prairies de fauche plus ou moins humides et prairies hygrophiles) ;
- Les milieux nouvellement ouverts en phase travaux suite au défrichement des emprises.

L'ensemble du défrichement aura lieu en une seule fois en début de la phase de travaux en fin de période estivale / début de période automnale. Les surfaces défrichées feront l'objet d'un entretien fréquent afin de maintenir la végétation en strate très basse et éviter toute repousse excessive de la végétation.

Les secteurs prairiaux humides et non humides existant à l'heure actuelle et compris dans l'emprise chantier feront également l'objet d'un entretien intensif afin de prévenir l'installation de végétations propices à la faune (notamment les plantes hôtes du Damier de la succise). Nous pouvons considérer le calendrier d'entretien suivant :

- 1 à 2 fauches printanières ;
- 1 fauche estivale ;
- 1 fauche automnale.

Le décapage de la terre végétale étant réalisé au fur et à mesure de l'avancement des travaux, les surfaces à entretenir diminueront au cours des phases de travaux.

R2.1 p	***Gestion des habitats dans la zone d'emprise du projet : Défavorabilisation des habitats ouverts en phase travaux***			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Éviter au maximum l'installation d'espèces animales à enjeu au sein de l'emprise chantier			
Coût estimatif	35 000 euros sur la durée des travaux			
Modalité de suivi envisagée	Suivi environnemental de chantier			

R2.1 q (1) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière)

Cette mesure vise à réduire au maximum l'incidence résiduelle sur les boisements patrimoniaux que sont les hêtraies-sapinières. Cette mesure, mise en œuvre à la fin des travaux, s'articule sur 2 axes, tel qu'illustré sur la carte ci-après :

- Une replantation de ce type de forêt au niveau des secteurs défrichés (3,55 ha) ;

- Une gestion forestière au niveau des surfaces de conifères peu diversifiées et à faible valeur écologique composant l'habitat G3.F11 « Plantations de Sapins, d'Épicéas, de Mélèzes et de Cèdres indigènes » (2,28 ha).

La hêtraie-sapinière est une forêt mixte principalement dominée par le Hêtre commun *Fagus sylvatica* et le Sapin pectiné *Abies alba*. Il s'agit d'un habitat de climat submontagnard, poussant à une altitude de 500 à 1 500 m idéalement sur versant nord. Ces conditions écologiques sont ici rassemblées au niveau de l'aire d'étude et plus spécifiquement au niveau des surfaces considérées dans le cadre de cette mesure.

Il s'agit d'une mesure à visée conservatrice, ayant pour objectif la restauration et le maintien d'un écosystème forestier stable, résilient et biodiversifié, tout en respectant les dynamiques naturelles. À moyen et long termes, ces surfaces forestières seront laissées en évolution libre, tout comme l'ensemble des surfaces forestières du site, et tendront vers une régénération naturelle. Le bois mort et les chandelles seront laissés en place, dans la mesure où ces derniers ne présentent pas de risques pour le personnel. La proximité de hêtraies-sapinières naturelles renforcera l'efficacité de la mesure.

Au niveau des **surfaces défrichées**, les sols seront préalablement décompactés et émiettés. Un apport de terre végétale pourra être nécessaire au niveau des anciennes assises des locaux et des pistes.

Les densités de plantation seront faibles à moyennes, de 800 à 1 200 plants/ha, permettant à la lumière de parvenir au sol pour favoriser la diversité de la flore accompagnatrice. Les plantations se feront en petites taches mélangées (pas de lignes régulières), afin de simuler une régénération naturelle. Le mélange hêtre/sapin sera en proportion équilibrée, selon des microstations. Les plants seront d'origine locale ou certifiés pour conditions montagnardes similaires.

Quelques plants d'essences de feuillus accompagnatrices seront plantés (de l'ordre de 10 %) : Érable sycomore (*Acer pseudoplatanus*), Frêne commun (*Fraxinus excelsior*, si résistant à la chalarose), Sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia*), Érable champêtre (*Acer campestre*) ou Tilleul (*Tilia europaea*). La colonisation par les espèces à port arbustif, telles que le Noisetier commun ou le Houx commun, se fera progressivement de manière naturelle en provenance des parcelles adjacentes, au même titre que la strate herbacée. La présence d'espèces floristiques exotiques envahissantes sera surveillée et, le cas échéant, gérée.

Des actions d'éclaircissement et/ou de désherbage pourront être réalisées au besoin au cours des premières années afin d'éviter tout risque d'étouffement des jeunes plans.

Concernant les **surfaces actuelles de boisement de conifères**, ces dernières sont essentiellement composées de plantations de conifères tels que le Sapin pectiné (*Abies alba*) et l'Épicéa commun (*Picea abies*). Le manque de diversité et la très faible présence de feuillus rendent cet habitat peu biogène.

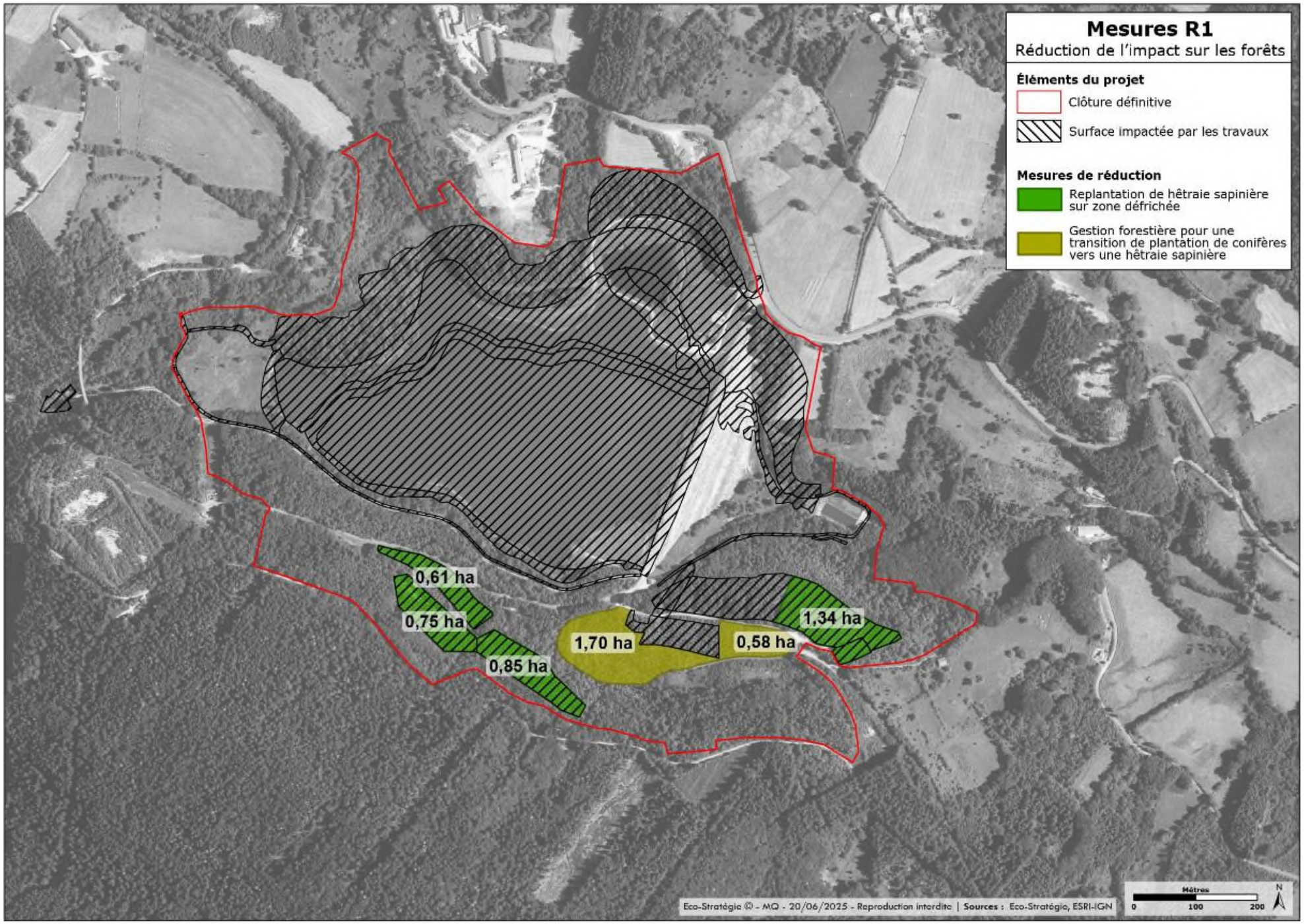
Ce second volet de cette mesure vise à réaliser à l'échelle des 2,28 ha de cet habitat ne faisant pas l'objet de défrichement dans le cadre du projet, des actions de coupes sélectives (Épicéas) et d'éclaircissement (Sapins) afin de diversifier ces surfaces forestières et tendre vers un habitat de hêtraie-sapinière. Ces coupes d'éclaircissement viseront 40 à 50 % des arbres en place et les espaces ouverts seront plantés en Hêtre à 90 % et en autres essences accompagnatrices à 10 % (sur une surface d'1,14 ha, soit 1 140 plants environ).

10 % des épicéas seront dévitalisés sur pied, afin de créer des chandelles, très propices à la biodiversité, notamment aux espèces cavernicoles, insectes, chiroptères comme avifaune. 10 autres pour cent seront abattus, ébranchés et laissé au sol, afin de favoriser la biodiversité

à ce niveau. Les branches des arbres abattus seront broyées et le broyat régalé au sol. Le reste des grumes sera débardé, broyé, et utilisé dans le cadre de la mesure comme paillage au niveau pour les jeunes plans (compter 1 m² de surface paillée par plan).

Dans la mesure du possible, les plans seront de provenance locale, portant le label « végétal local ».

R2.1 q (1)	***Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière)***			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Tendre au maximum vers une augmentation significative des surfaces de boisements patrimoniaux			
Coût estimatif	En considérant 3 euros environ le plan (achat + plantation) + travaux de main d'œuvre travaux forestiers + suivi : **20 000 euros** sur 10 ans			
Modalité de suivi envisagée	Suivi environnemental de chantier			



Carte 64 : R2.1 q (1) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière)

2.8 SYNTHESE DES INCIDENCES RESIDUELLES ASSOCIEES AU MILIEU NATUREL

Les incidences environnementales brutes sont hiérarchisées de la façon suivante :

Positif	Nul	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort

N.B. : les incidences en phase travaux s'établissent sur une courte durée (5 ans environ). Les incidences en phase post travaux s'établissent sur une durée prévisionnelle de 30 à 40 ans.

Thème	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute	Mesure en lien	Niveau d'incidence résiduelle	Besoin de compensation	*Mesure non ciblée mais bénéficiant au thème*
Contexte naturel	Faible à Modéré	Travaux	Globalement, les incidences directes et indirectes du projet sur les populations de la faune et de la flore des aires protégées environnantes sont jugées tout au plus faibles en phase travaux, y compris pour les espèces d'intérêt communautaire ou protégées.	Faible	E1.1b - Évitement « amont » des principales sensibilités de l'aire d'étude E4.1 a-b – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année R2.1 i – Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux (Barrière à petite faune) R2.1 o (2) – Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers les habitats de substitution (amphibiens, reptiles) R2.1 h - Perméabilité des clôtures à la petite et moyenne faune	Très faible	Non	*C1 – Mesure de compensation des zones humides* *C2 – Mesure de compensation des milieux prairiaux* *C3 - Création d'un réseau de mares de substitution* *C4 – Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles*
		Post travaux	Les incidences directes et indirectes du projet sur les habitats et les populations de la faune et de la flore des aires protégées environnantes sont jugées nulles.	Nul		Positif	Non	

Thème	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute	Mesure en lien	Niveau d'incidence résiduelle	Besoin de compensation	*Mesure non ciblée mais bénéficiant au thème*
Continuités écologiques	Faible à Modéré	Travaux	Dans une certaine mesure, en raison du dérangement, le projet va dégrader dès la phase chantier et ce pour l'ensemble de la durée des travaux, la transparence de déplacement actuelle pour la faune terrestre. Ce dérangement est néanmoins temporaire, sur le moyen terme, et sera en partie compensé par un ensemble de mesures visant à réduire cette incidence.	Modéré	E1.1b - Évitement « amont » des principales sensibilités de l'aire d'étude R2.1 h - Perméabilité des clôtures à la petite et moyenne faune	Faible	Non	*C1 – Mesure de compensation des zones humides* *C2 – Mesure de compensation des milieux prairiaux* *C3 - Création d'un réseau de mares de substitution* *C4 – Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles*
		Post travaux	En raison de la nature des travaux, rétablissant la continuité au niveau du cours d'eau et améliorant le réseau écologique local au niveau des sous trames des milieux boisés et prairiaux, les incidences brutes comme résiduelles du projet sur les fonctionnalités écologiques locales du site seront positives à l'issue des travaux.	Nul à positif		Positif	Non	
Habitats	Fort Prairies à Molinie, mégaphorbiaies	Travaux et post travaux	L'incidence brute est modérée sur ces habitats en raison d'une emprise définitive significative des travaux. Il s'agit également d'habitats caractéristiques de zones humides.	Modéré	E1.1b - Évitement « amont » des principales sensibilités de l'aire d'étude R1.1 c – Balisage préventif d'espèces patrimoniales R2.1a/g - Adaptation des méthodes de chantier pour limiter les dommages aux sols et à la végétation, si nécessaire. R2.1f - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes R2.1 q (1) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux	Faible à Modéré	Oui C2 – Mesure de compensation des milieux prairiaux	*C1 – Mesure de compensation des zones humides*
	Modéré (Autres habitats patrimoniaux, d'intérêt communautaire ou de	Travaux et post travaux	Il s'agit ici d'habitats de prairies de fauche, en partie humides, qui seront largement impactés par le projet et d'habitats forestiers (hêtraie-sapinière notamment) qui seront significativement impactés.	Modéré				

Thème	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute	Mesure en lien	Niveau d'incidence résiduelle	Besoin de compensation	*Mesure non ciblée mais bénéficiant au thème*
	zones humides)				(Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière) R2.1 q (2) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Réensemencement des surfaces nues dégradées)			
	Faible à très faible	Travaux et post travaux	Il s'agit d'habitats de friche ou de fourrés présentant de faibles enjeux.	Faible				
Zones humides	Fort	Travaux et post travaux	3,57 ha de zones humides déterminées sur critère végétation vont être impactées durablement avec la mise en œuvre du projet. Il s'agit à 80 % de prairies humides.	Fort	E1.1b - Évitement « amont » des principales sensibilités de l'aire d'étude R1.1 c – Balisage préventif d'espèces patrimoniales R2.1a/g - Adaptation des méthodes de chantier pour limiter les dommages aux sols et à la végétation, si nécessaire. R2.1f - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes	Fort	Oui C1 – Mesure de compensation des zones humides	
Flore	Modéré (Stations de flore protégée ou patrimoniale)	Travaux	L'emprise des travaux évite la majorité de la flore patrimoniale recensée. La flore patrimoniale est en grande partie liée aux zones humides, La station de Séneçon fausse-cacalie est totalement évitée par les travaux, l'incidence des travaux sur cette espèce est donc nulle. Le tracé de la nouvelle Besbre pourrait impacter les stations de sphaignes recensées : en amont au niveau de la digue et aval du barrage. L'incidence brute potentielle des travaux sur ce taxon est donc modérée. Concernant la Campanille à feuille de lierre Hesperocodon hederaceus, certains pieds	Modéré	E1.1b - Évitement « amont » des principales sensibilités de l'aire d'étude R1.1 c – Balisage préventif d'espèces patrimoniales R2.1 f - Lutte contre les espèces exotiques envahissantes R2.1 o (1) – Déplacement avant destruction de spécimens d'espèces : *Sphagnum sp*. et *Hesperocodon hederaceus.*	Faible	Non	

Thème	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute	Mesure en lien	Niveau d'incidence résiduelle	Besoin de compensation	*Mesure non ciblée mais bénéficiant au thème*
			pourront également être impactés par l'emprise de la digue en amont. L'incidence brute potentielle des travaux sur ce taxon est également modérée.					
	Faible (Reste du site)	Post travaux	En phase post travaux, l'incidence sur la flore sera faible en raison de la reprise d'une végétation à partir de la banque de graines du sol ou d'un réensemencement visant à reconstituer les habitats et à entrer en compétition rapidement avec les potentielles espèces invasives.	Très faible				
Avifaune	Faible à Modéré	Travaux	Le risque de mortalité et l'incidence indirecte temporaire sur l'avifaune sont jugés comme forts si les travaux débutent en période de reproduction et d'élevage des jeunes (mars à août), et comme faibles si les travaux commencent hors période de reproduction, pour l'ensemble de l'avifaune.	Faible à fort	E4.1 a-b – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année	Faible	Non	*R2.1 q (1) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière)* *C1 – Mesure de compensation des zones humides* *C2 – Mesure de compensation des milieux prairiaux* *C3 - Création d'un réseau de*
		Post travaux	L'incidence liée à la perte durable d'habitats, liée aux structures et à la modification des habitats, est évaluée comme faible. La structure du site est conservée et les zones humides et les boisements d'importance écologique sont globalement évités ou compensés. L'incidence de l'entretien sera faible pour les habitats de l'avifaune selon sa fréquence et sa période d'intervention	Très faible				

Thème	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute	Mesure en lien	Niveau d'incidence résiduelle	Besoin de compensation	*Mesure non ciblée mais bénéficiant au thème*
			(fauche tardive hors période de reproduction).					*mares de substitution* *C4 – Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles*
Chiroptères	Fort à Faible	Travaux	À l'exception des plans d'eau, la structure paysagère permettant les déplacements et le transit des espèces pour accéder à leurs terrains de chasse (corridors forestiers, mares, zones humides, lisières forestières) sera préservée. Aucun gîte présentant un enjeu significatif ne sera détruit avec la mise en œuvre du projet, avec par conséquent un risque de destruction d'individus très faible.	Faible	E4.1 a-b – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année	Faible	Non	*R2.1 q (1) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière)* *C1 – Mesure de compensation des zones humides* *C2 – Mesure de compensation des milieux prairiaux* *C3 - Création d'un réseau de mares de substitution*
		Post travaux	À l'issue des travaux, les chiroptères retrouveront des milieux propices au transit et à la chasse : lisières, grandes prairies à tendance hydrophile, cours d'eau. L'impact global sur les chiroptères est jugé faible, à l'exception du Murin de Daubenton, intimement lié au milieu aquatique, qui fréquentera le secteur moins assidument avec le comblement des plans d'eau.	Faible				

Thème	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute	Mesure en lien	Niveau d'incidence résiduelle	Besoin de compensation	*Mesure non ciblée mais bénéficiant au thème*
Mammifères terrestres	Fort à Modéré	Travaux	Au même titre que le Chat forestier, l'incidence brute temporaire des travaux sur la Loutre d'Europe sera liée au dérangement occasionné durant la durée des travaux, qui peut être qualifiée de faible. Cette espèce est en effet très bien représentée localement au niveau de l'ensemble des têtes de bassin régionales. Le ou les individus fréquentant le site opéreront un report temporaire au niveau du linéaire de la Besbre ou sur l'un de ses affluent le temps des travaux. Concernant l'Écureuil roux, ce dernier fréquente et se reproduit potentiellement au niveau de l'entièreté des milieux boisés. Un dérangement notable sera occasionné avec le défrichement des 6 à 7 ha de boisements. L'espèce est commune localement, et le secteur est très largement boisé à proximité immédiate du site. Les individus pourront se reporter aisément vers des habitats propices le temps des travaux. L'incidence brute du projet sur cette espèce est potentiellement forte au cours de leur phase de reproduction.	Faible à fort	E4.1 a-b – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année A1 - Etat de référence et surveillance du milieu aquatique récepteur	Faible	Non	*R2.1 q (1) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière)* *C1 – Mesure de compensation des zones humides* *C2 – Mesure de compensation des milieux prairiaux* *C3 - Création d'un réseau de mares de substitution*
		Post travaux	En phase post travaux, l'activité humaine sur le site sera limitée et l'incidence est jugée très faible.	Très faible				

Thème	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute	Mesure en lien	Niveau d'incidence résiduelle	Besoin de compensation	*Mesure non ciblée mais bénéficiant au thème*
Amphibiens	Modéré	Travaux	Le projet aura une incidence majeure sur ces espèces, notamment au niveau leur milieu de reproduction principaux qui seront comblés. Le site se trouve également potentiellement dans des axes utilisés par les amphibiens lors des migrations entre leur milieu terrestre (boisement) et aquatique (mare) ou entre plusieurs mares, en particulier lors de la période de reproduction. Ces migrations ont majoritairement lieu de nuit, ce qui limite ce risque d'écrasement en raison de l'absence de travaux de nuit. L'incidence brute du projet est modérée concernant les amphibiens.	Modéré	E4.1 a-b – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année R2.1 i – Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux (Barrière à petite faune) R2.1 o (2) - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers les habitats de substitution (amphibiens, reptiles)	Modéré	Oui *C3 - Création d'un réseau de mares de substitution*	*R2.1 q (1) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière)* *C1 – Mesure de compensation des zones humides* *C2 – Mesure de compensation des milieux prairiaux*
		Post travaux	En phase post travaux, l'activité humaine sur le site sera limitée et l'incidence est jugée très faible.	Très faible				
Reptiles	Modéré	Travaux	L'emprise des travaux concerne néanmoins des secteurs de prédilection pour ces espèces. Les lisières de prébois au sud et une partie du barrage seront détruits dans le cadre du projet. C'est au niveau de ces habitats que l'essentiel des individus ont été contactés. L'incidence brute du projet est donc modérée concernant les reptiles.	Modéré	E4.1 a-b – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année R2.1 i – Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux (Barrière à petite faune) R2.1 o (2) - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers les habitats de substitution (amphibiens, reptiles) R2.1 p – Gestion des habitats dans la zone d'emprise du projet : Défavorabilisation des habitats ouverts en phase travaux.	Modéré	*Oui* *C4 – Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles*	
		Post travaux	En phase post travaux, l'activité humaine sur le site sera limitée et l'incidence est jugée très faible.	Très faible				

Thème	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute	Mesure en lien	Niveau d'incidence résiduelle	Besoin de compensation	*Mesure non ciblée mais bénéficiant au thème*
Entomofaune	Modéré	Travaux	La présence sur le site de nombreuses espèces patrimoniales est en lien avec la diversité des milieux aquatiques et des zones humides. Les plans d'eau seront détruits, mais une partie des zones humides présentant les plus fortes valeurs écologiques sont préservées. Peu d'odonates ou de lépidoptères sont susceptibles d'être impactés à l'âge adulte. L'impact sur ces groupes concerne essentiellement les chenilles ou les larves. Comme pour les groupes de petite faune, le risque de destruction d'individus est possible notamment pour les orthoptères et les coléoptères à déplacement lent. Parmi les espèces à enjeu potentielles, telles que les coléoptères liés aux arbres sénescents, le projet conserve en grande partie les secteurs boisés anciens, qui seront gérés évolution libre. Le Damier de la succise dépend de sa plante hôte, qui elle-même est inféodée aux prairies hygrophiles. L'incidence brute du projet est donc modérée concernant l'entomofaune.	Modérée	E4.1 a-b – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année R2.1 i – Dispositif permettant d'éloigner les espèces à enjeux (Barrière à petite faune) R2.1 p – Gestion des habitats dans la zone d'emprise du projet : Défavorabilisation des habitats ouverts en phase travaux	Modéré	Oui (Damier de la succise) *C1 – Mesure de compensation des zones humides*	*C3 - Création d'un réseau de mares de substitution*
		Post travaux	En phase post travaux, l'activité humaine sur le site sera limitée et l'incidence est jugée très faible.	Très faible				

Thème	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute	Mesure en lien	Niveau d'incidence résiduelle	Besoin de compensation	*Mesure non ciblée mais bénéficiant au thème*
Faune aquatique	Faible (Plan d'eau)	Travaux et post travaux	Concernant les espèces du plan d'eau, l'enjeu naturel de l'habitat et des espèces piscicoles recensées est faible. L'entièreté des surfaces des plans d'eau sera comblée dans le cadre des travaux. En raison du marquage radiologique des organismes aquatiques, Ces derniers ne peuvent être relocalisés, et la totalité de la biomasse piscicole et astacicole devra être euthanasiée dans le cadre des travaux et du comblement des milieux aquatiques.	Faible	-	Faible	Non	
	Fort (Cours d'eau)	Travaux	Concernant le faune piscicole de la Besbre, cette dernière ne sera pas impactée par les travaux. À noter que les eaux du plan d'eau sont traitées et épurées préalablement à leur restitution dans le milieu naturel. Les eaux de restitution seront donc claires.	Faible	E4.1 a-b – Adaptation de la période et des horaires de travaux sur l'année R2.1 o (3) - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers des habitats de substitution ou de report (Faune piscicole - Pêche de sauvetage canal de la Besbre) A1 - Etat de référence et surveillance du milieu aquatique récepteur	Positif	Non	
		Post travaux	La situation post travaux sera similaire à la situation avant travaux concernant l'incidence sur le milieu. L'incidence finale des travaux sur la faune piscicole de la Besbre est positive, en raison du rétablissement de la continuité écologique, et de l'absence d'impact direct sur le cours d'eau.	Nul à Positif				
États écologiques des milieux aquatiques	Faible (Plan d'eau)	Travaux et post travaux	Le plan d'eau sera comblé dans son entièreté	NA	-	-	-	-
	Fort (Cours d'eau)	Travaux	Une remise en suspension de particules pourra néanmoins être observée lors de phases des travaux que sont la vidange des eaux du bassin principal et la mise en	Faible à modéré	A1 - Etat de référence et surveillance du milieu aquatique récepteur	Très faible	Non	

Thème	Niveau de l'enjeu	Phase	Description de l'effet	Niveau d'incidence brute	Mesure en lien	Niveau d'incidence résiduelle	Besoin de compensation	*Mesure non ciblée mais bénéficiant au thème*
			eau du nouveau tronçon du cours d'eau. Les eaux de vidange du plan d'eau seront surveillées afin de ne pas modifier significativement la physico-chimie du milieu. Les eaux du plan d'eau sont traitées et épurées préalablement à leur restitution dans le milieu naturel. Les eaux de restitution seront donc claires.		Suivi hydrobiologique en phase post travaux			
		Post travaux	La situation post travaux sera similaire à la situation avant travaux concernant l'incidence sur le milieu.	Nul à Positif				

2.9 MESURES DE COMPENSATION

C1 – Mesure de compensation des zones humides

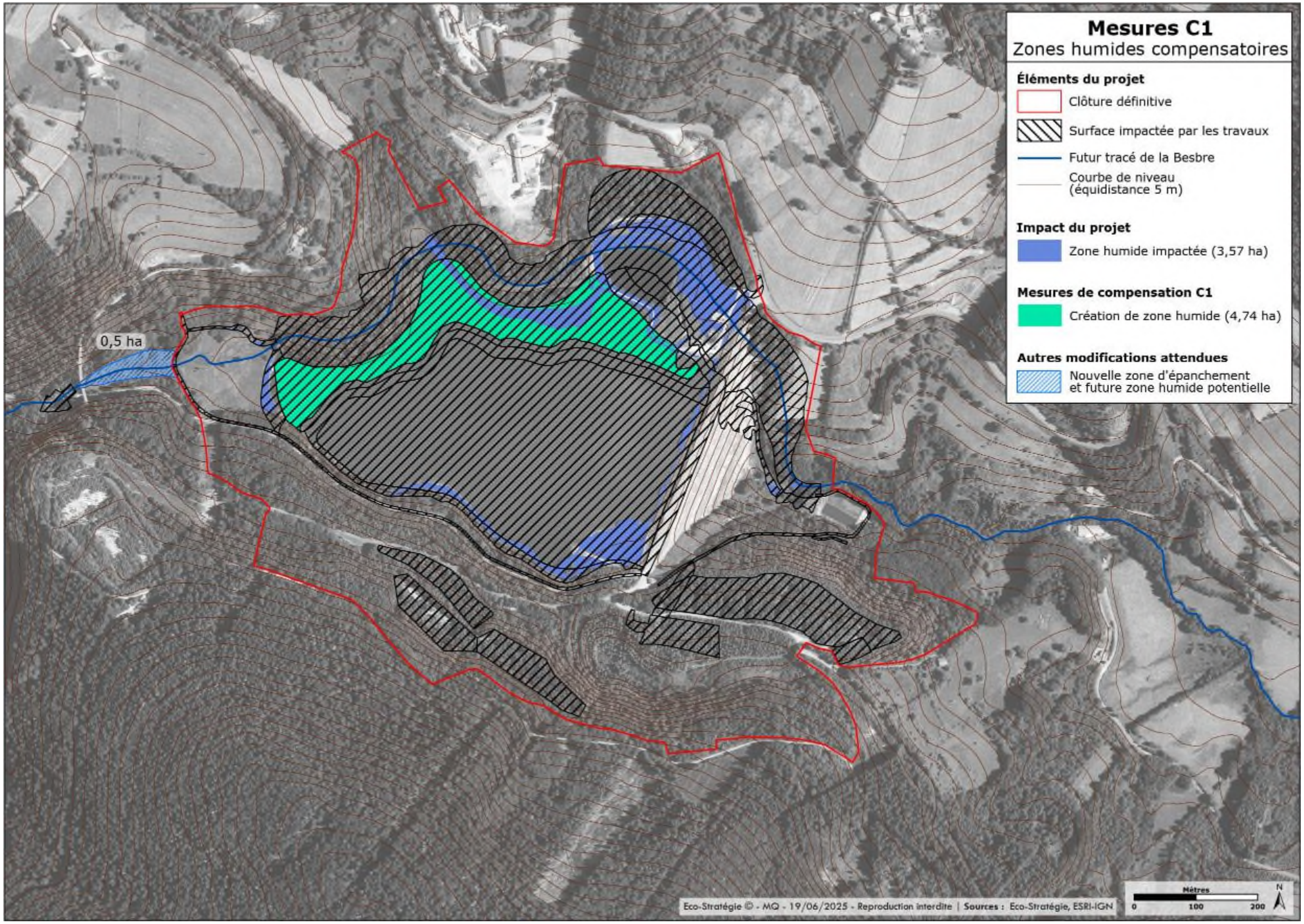
Cette mesure vise à compenser les surfaces de zones humides détruite dans le cadre du comblement des plans d'eau et du creusement de la nouvelle Besbre. 3,57 ha de zones humides déterminées sur critère végétation vont donc être impactées durablement avec la mise en œuvre du projet.

Le projet a fait l'objet d'une démarche d'évitement et de réduction afin de diminuer le niveau d'impact sur les zones humides. Conformément aux règles de la DCE et du SDAGE Loire Bretagne, les incidences résiduelles du projet doivent faire l'objet d'une compensation. Cette compensation doit répondre aux critères suivants :

- Équivalence fonctionnelle entre la zone humide impactée et celle qui a fait l'objet de la compensation ;
- Dans l'impossibilité de démontrer cette équivalence fonctionnelle, un ratio surfacique de compensation de 200 % doit être appliqué.

Le projet de compensation de zone humide sur le site des Bois Noirs rentre dans le premier cas de figure.

Basée sur le même fonctionnement de captation et de ralentissement des eaux de versant à la faveur des cassures topographiques, cette mesure de compensation vise à établir une terrasse de **4,74 ha** en contrebas du futur dôme (cf. carte ci-après). Les matériaux déposés à cet endroit auront une granulométrie très fine visant à favoriser la rétention d'eau.


Mesures C1
Zones humides compensatoires
Éléments du projet
Clôture définitive
Surface impactée par les travaux
Futur tracé de la Besbre
Courbe de niveau (équidistance 5 m)
Impact du projet
Zone humide impactée (3,57 ha)
Mesures de compensation C1
Création de zone humide (4,74 ha)
Autres modifications attendues
Nouvelle zone d'épanchement et future zone humide potentielle
0,5 ha
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

Carte 65 : Mesure C1 – Mesure compensatoire des zones humides

La surface et le secteur choisis sont de plus grande ampleur que les surfaces impactées à compenser afin de s'assurer d'un résultat positif de la mesure.

En considérant les fourchettes haute et basse du résultat effectif attendu de la mesure, nous pouvons estimer que le facteur de compensation de zones humides s'établira entre 106 % (80 % d'efficacité, soit 3,80 ha) et 133 % (100 % d'efficacité, soit 4,74 ha).

Nous pouvons estimer la fourchette basse de réussite à 80 % car c'est ce que montrent les données de suivi[39] de nombreux projets passés : si les bonnes pratiques sont respectées, une majorité des projets atteint leurs objectifs fonctionnels, mais il subsiste un risque significatif d'échec partiel ou total, d'où cette marge. Ce chiffre est souvent utilisé pour planifier la surcompensation afin de tenir compte de ce risque d'échec partiel.

À noter qu'en termes d'équivalence de compensation et de fonctionnalité, cette mesure s'inscrit à proximité immédiate des zones humides impactées, au sein du même bassin versant, présentera une fonctionnalité et des fonctions équivalentes avec une surface attendue égale ou supérieure à l'existant.

Le tableau ci-après présente les fonctions et les sous-fonctions attendues de la zone humide compensatoire.

Les zones humides impactées concernent essentiellement l'habitat **E2.31 « Prairies de fauche montagnardes alpiennes »**. C'est cet habitat et ce type de végétation qui seront attendus au niveau du secteur de zone humide compensé. Cette mesure de compensation sera mise en œuvre à l'issue des travaux.

La maîtrise d'ouvrage se rapprochera d'un semencier régional, portant le label « végétal local » afin de proposer un mélange de graines visant à retrouver ce type de végétation.

⇨ *La composition de graines comprendra notamment des semences de succise, plante hôte du Damier de la succise.*

Les figures ci-après illustrent le fonctionnement prévisionnel de la future zone humide, en termes d'alimentation et de matériaux pressentis. Il s'agit de créer une couche basse au niveau de la future zone humide constituée de matériaux arénitiques les plus fins possible, a priori traités à la bentonite, afin de créer une couche assurant un contraste de perméabilité, visant à freiner l'infiltration de l'eau en provenance des ruissellements du dôme et de l'impluvium de la zone humide elle-même.

Les détails techniques sont précisés ci- après (source Philia ingénierie) :

« La zone humide est construite du bas vers le haut :

- *D'un remblaiement de matériaux +/- grossier (entre 10^{-5} et 10^{-6} m/s) à partir de la cote du TN d'origine de la vallée de la Besbre,*
- *Au-dessus de la surface libre d'écoulement des eaux souterraines, d'une couche de 0.3 à 0.5 m de matériaux arénitiques de perméabilité maximale 10^{-8} m/s (matériaux arénitiques le plus fins a priori traités à la bentonite), créant ainsi un ralentissement des infiltrations et une « stagnation » (sans être une étanchéité qui bloquerait l'eau,*

[39] Évaluation de la compensation des atteintes aux zones humides en France, OFB, 2020.

L'évitement et la réduction des atteintes aux zones humides – évaluation des politiques publiques, CGEDD, 2017.

20 ans de suivi de la politique zones humides, AERMC, 2018.

ce qui n'est pas le but recherché pour développer la ZH souhaitée au niveau de la flore) dans la couche supérieure de développement de la zone humide,

- *Une couche supérieure de 0,8 à 2,5 m de matériaux arénitiques de perméabilité 10^{-5} à 10^{-6}m/s, ceci est un maximum aussi, si des matériaux plus étanches sont disponibles, ils seront utilisés en priorité.*

Des petits chenaux de circulations pour tenter une répartition étalée des circulations de surface seront mis en place.

La circulation dans la zone humide se fera comme dans le plan final de circulation et les pentes varient de 0,1 à 2 % environ.

L'alimentation en eau est assurée par :

- *L'impluvium de la ZH elle-même : » 57 000 m² x 1.4 m/an » 80 000 m^3 environ (dans un volume à peu près équivalent de matériaux au-dessus de la couche moins perméable ; s'il s'infiltre 50 %, c'est 40 000 m^3 qui circulent « doucement » dans 80 000 m^3 de matériaux,*
- *Les ruissellements en provenance du dôme pour les pluies les plus intenses générant du ruissellement,*
- *L'apport amont des eaux en provenance de la rive sud captée par l'ancien canal de dérivation aménagé à cet effet pour guider des eaux vers la zone amont de la ZH*. »

L'évolution de la prairie humide fera l'objet d'un suivi écologique (n+1, n+3, n+5, n+10, n+15, n+20) permettant de vérifier son fonctionnement et éventuellement de proposer des aménagements complémentaires si ce dernier n'était pas totalement satisfaisant.

C1	***Mesure de compensation des zones humides***			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Compensation des zones humides détruites.			
Coût estimatif	Le prix des travaux de terrassement visant à créer la zone humide sont de l'ordre de **1 500 k euros.** Concernant le végétalisation, en considérant le prix de la préparation du sol, le semi et le mélange de graines, 0,90 euros le m², soit **44 100 euros** pour 4,74 ha.			
Modalité de suivi envisagée	Suivi environnemental de chantier			

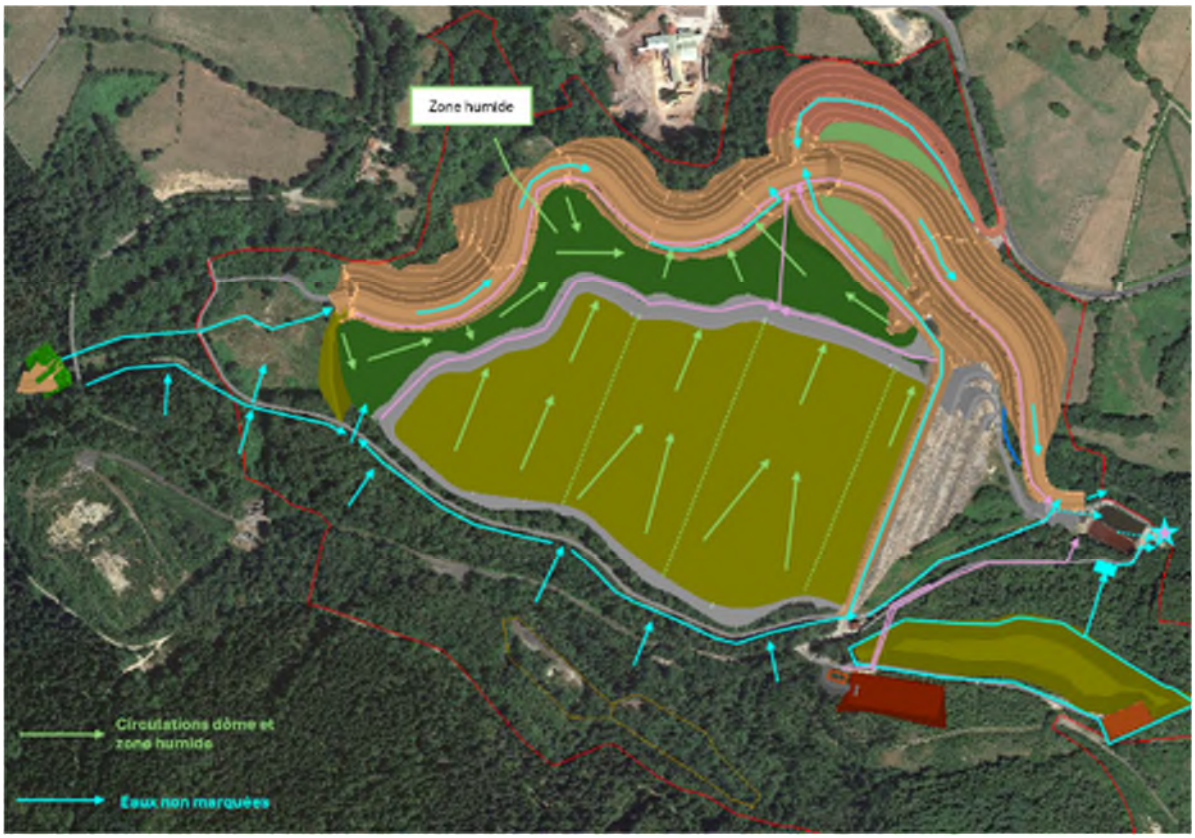


Figure 317 : Illustration des écoulements et de l'alimentation en eau au niveau du futur dôme vers la future zone humide (source Philia ingénierie)

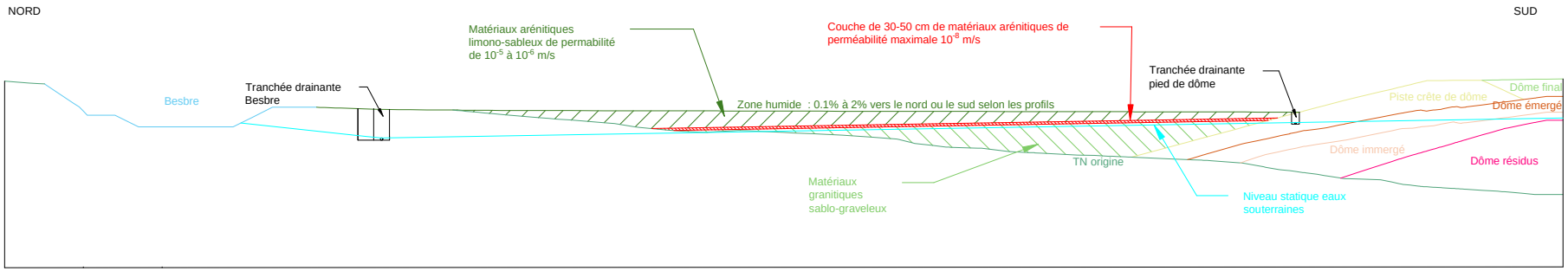


Figure 318 : Coupe schématique de la future zone humide (source Philia ingénierie)

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions	Incidences du projet sur les zones humides	Mesure compensatoire
Fonction hydrologique				
Ralentissement des ruissellements	<u>Au niveau de la ZH :</u> Couvert végétal majoritairement bas. Absence de fossés et de rigoles. Site non drainé. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> Réseau hydrographique développé ➔ **écoulements rapides vers l'aval**. Zone contributive avec une forme intermédiaire ➔ **concentration ralentie des écoulements vers l'aval.**	Sous fonction bien présente. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Fonction qui s'exprime fortement du fait d'apports amont rapides. **Niveau d'expression** : ++	Destruction de l'entièreté des zones humides n°1 et n°2. La digue amont impacte **1 715 m²** de la zone humide n°3.	La mesure consiste à reconstituer une zone humide sur le même bassin que les zones humides détruites avec une zone contributive identique. La zone humide sera recréée en contrebas du futur dôme, dans une zone de dépression permettant la rétention d'eau. Elle sera ensemencée avec un mélange de graines permettant de reconstituer les habitats impactés.

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions	Incidences du projet sur les zones humides	Mesure compensatoire
Recharge de nappe	<u>Au niveau de la ZH :</u> Absence de fossés, de rigoles. Site non drainé. ➔ **Accroissement du temps de séjour des eaux**. Nappe souterraine affleurante se rechargeant majoritairement par les précipitations. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> Réseau hydrographique développé ➔ **écoulements rapides vers l'aval**. Zone contributive avec une forme intermédiaire ➔ **concentration ralentie des écoulements vers l'aval.**	Sous fonction présente au niveau de la ZH. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Fonction qui s'exprime fortement du fait d'apports amont rapides. **Niveau d'expression** : +++		Compte tenu du fait qu'il s'agira d'une zone humide créée, celle-ci ne présentera aucun drain, rigole ou fossé. Pour l'ensemble de ces raisons**, les fonctions hydrologiques pourront s'exprimer et compenser les fonctions hydrologiques détruites sur les zones humides impactées**. Concernant l'environnement, la zone contributive sera identique ; la zone humide de compensation se situera au niveau des mêmes masses d'eau souterraines et superficielles que celles des zones humides détruites. **Les niveaux d'expression resteront identiques**.
Rétention des sédiments	<u>Zone humide :</u> Couvert végétal permanent très important (100%) et couvert végétal majoritairement bas. ➔ **Stabilisation des sédiments**. Absence de fossés, de rigoles, de drains souterrains et de ravinement. ➔ **Réduction de l'évacuation des sédiments à l'aval**. <u>Zone contributive :</u>	Sous fonction bien présente et non altérée. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Peu utilisée par le site du fait du faible apport en sédiments par la zone contributive. **Niveau d'expression** : +		

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions	Incidences du projet sur les zones humides	Mesure compensatoire
	Pas de surface cultivée ➔ **pas d'apport de sédiments.** Part construite et densité d'infrastructures de transport très réduites ➔ **faible apport de sédiments.**			
Soutien d'étiage	<u>Au niveau de la ZH :</u> Surface arborée très faible ➔ **augmentation de l'évapotranspiration** Absence de fossés et de rigoles. Site non drainé. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> Réseau hydrographique développé ➔ **écoulements rapides vers l'aval**.	Sous fonction bien présente. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++		
Fonction biogéochimique / Épuratrice				
Dénitrification des nitrates Assimilation végétale de l'azote Adsorption et précipitation du phosphore	<u>Au niveau de la ZH :</u> Couvert végétal permanent très important sans export de biomasse ➔ **réduction du lessivage et assimilation facilitée des nutriments, du phosphore et de l'azote.** Absence de ravinement, drains ou fossés ➔ **réduction du lessivage des nutriments à l'aval**.	Sous fonctions très présentes et non altérées. **Niveau de fonctionnalité** : +++ Les fonctions s'expriment peu compte tenu des faibles apports en nutriments de la zone contributive. **Niveau d'expression** : +	Destruction de l'entièreté des zones humides n°1 et n°2. La digue amont impacte **1 715 m²** de la zone humide n°3.	Le couvert végétal de la future zone humide créée sera permanent et ne fera pas l'objet d'un export de biomasse. **Cela permettra de recréer les sous-fonctions visées**. Concernant l'environnement, la zone contributive sera identique avec une part enherbée assez réduite et aucune surface cultivée.

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions	Incidences du projet sur les zones humides	Mesure compensatoire
	La densité des rigoles est nulle ce qui favorise un temps de séjour des eaux long et réduit les flux hydro-sédimentaires vers l'aval. <u>Au niveau de la zone contributive :</u> Part enherbée assez réduite Pas de surface cultivée détectée. Part construite très réduite ➔ **faible apport de nutriments.**			**Les niveaux d'expression resteront identiques**.
Séquestration du carbone	<u>Au niveau de la ZH :</u> Couvert intermédiaire. Pas de couvert arboré.	La séquestration de carbone est peu active sur le site. **Niveau de fonctionnalité** : + **Niveau d'expression** : +		Il n'y aura pas d'augmentation du niveau de fonctionnalité au niveau de la zone humide créée compte tenu du fait que le couvert (habitats et végétation) seront identiques.
Accomplissement du cycle biologique des espèces / Fonctions écologiques				

Fonctions/sous-fonctions	Observations	Rôle des sous-fonctions	Incidences du projet sur les zones humides	Mesure compensatoire
Réservoir de biodiversité (support des habitats)	<u>Au niveau de la ZH :</u> Nombre d'habitats naturels assez élevé (5 habitats) et répartition équilibrée. Part d'habitats hydrophiles assez importante (37%) et assez réduite pour les habitats non hydrophiles (63%) Emprise d'habitat naturel très forte (pas d'activité anthropique sur le site). Forte fragmentation des habitats. Absence d'espèces invasives. <u>Dans le paysage :</u> Grands nombres de milieux naturels avec une emprise importante. Répartition des milieux naturels assez équilibrée. Anthropisation (culture et urbanisation) très réduite.	Sous fonction présente et peu altérée. Le site présente des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de longues périodes. L'analyse écologique permet de conclure au fait que les zones humides étudiées sont favorables à l'avifaune des milieux ouverts (reproduction, alimentation), aux chiroptères (secteurs de chasse, aux amphibiens (reproduction) et à l'entomofaune. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++	Destruction de l'entièreté des zones humides n°1 et n°2. La digue amont impacte **1 715 m²** de la zone humide n°3.	L'objectif est de recréer, via un ensemencement avec un mélange de graines adaptées, le même type de végétation et donc d'habitats que ceux détruits. Les réservoirs de biodiversité et les corridors écologiques que pouvaient constituer les zones humides détruites seront reconstitués. Ils le seront localement.
Corridors écologiques (connexion des habitats)	<u>Au niveau de la ZH :</u> Habitats assez différents du paysage <u>Dans le paysage :</u> Densité des corridors boisés et des corridors aquatiques permanents assez importante. Anthropisation (culture et urbanisation) très réduite.	ZH présentant un rôle modéré vis-à-vis des corridors écologiques. **Niveau de fonctionnalité** : ++ **Niveau d'expression** : ++		

Tableau 142 :Fonctions et sous-fonctions de la zone humide compensatoire au regard des zones humides détruites

C 2 - Mesure de compensation des milieux prairiaux

Les niveaux d'incidences du projet au niveau des habitats ouverts sont globalement faibles à modérés. Les emprises des éléments du projet sur ces habitats seront définitives (2,64 ha). Une mesure de compensation, de grande ampleur (16,2 ha – 559 %), est donc proposée afin de pallier cette perte d'habitats ouverts (cf. carte ci-après).

Cette mesure prendra place au niveau du dôme de couverture, au niveau duquel un semis sera réalisé.

En termes de gestion, un entretien mécanique consistant en une fauche très tardive est proposé, afin de tendre vers une végétation de prairie de fauche et favoriser la biodiversité au niveau de cette surface.

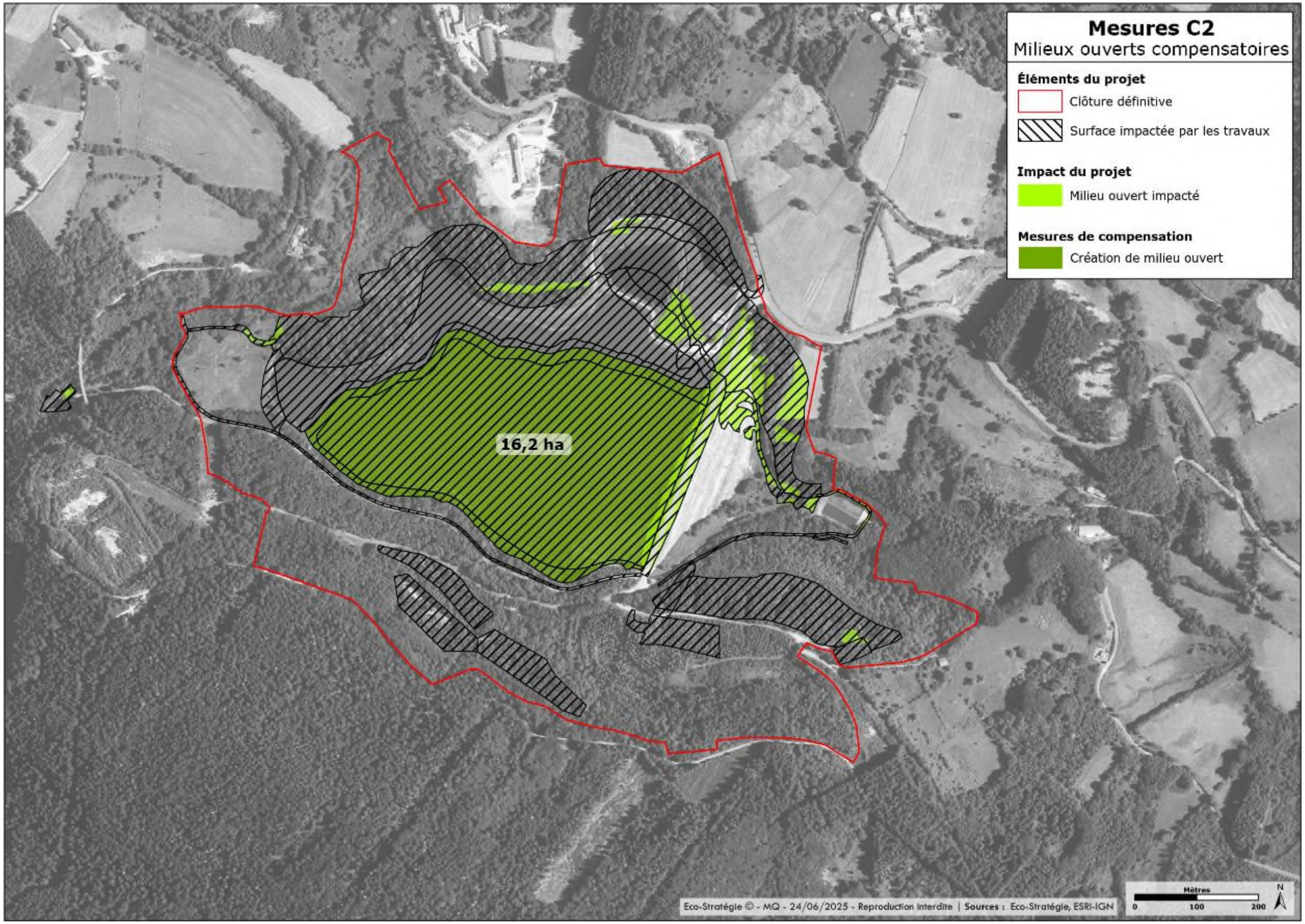
Pour assurer la revégétalisation du site et prévenir l'apparition et/ou l'expansion d'espèces exotiques envahissantes, un semis à partir de graines d'herbacées sera réalisé. Ce semis sera de type prairies de fauche montagnardes alpiennes à tendance hygrophile et comprendra si possible les espèces suivantes : *Arrhenatherum elatius, Dactylis glomerata, Schedonorus arundinaceus, Poa pratensis, Agrostis stolonifera, Leucanthemum ircutianum, Erodium cicutarium, Hypachaeris radicata, Cerastium fontanum, Geranium molle, Achillea millefolium.*

La maîtrise d'ouvrage se rapprochera d'un semencier régional, portant le label « végétal local » afin de proposer un mélange de graines visant à retrouver ce type de végétation.

- ⇨ Afin de favoriser les insectes pollinisateurs dans le cadre de cette mesure, l'implantation d'espèces prairiales nectarifères est également considérée dans le mélange de graines (entre 2 et 5 g/m²). Le mélange de graines nectarifères sera diversifié, afin de concerner un maximum de taxons de l'entomofaune, et de s'assurer que les floraisons soient étalées dans le temps, avec des espèces précoces et des espèces tardives :
  - o Vivaces locales (structure et floraison longue durée) : *Sanguisorba officinalis, Salvia pratensis, Hypochaeris radicata, Festuca rubra, Luzula campestris, Trifolium pratense, Trisetum flavescens*
  - o Légumineuse complémentaires (fixation d'azote et nectar) : *Trifolium repens, Onobrychis viciifolia, Melilotus officinalis*
  - o Annuelles rapides et riches en nectar (floraison estivale prolongée) : *Phacélie, Bourrache, Centaurée.*

C2	***Mesure de compensation des milieux prairiaux***			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Compensation des surfaces prairiales détruites.			

Coût estimatif	En considérant le prix de la préparation du sol, le semi et le mélange de graines, 0,90 euros environ le m², soit **130 500 euros** pour 16,2 ha.
Modalité de suivi envisagée	Suivi environnemental de chantier


Mesures C2
Milieux ouverts compensatoires
Éléments du projet
Clôture définitive
Surface impactée par les travaux
Impact du projet
Milieu ouvert impacté
Mesures de compensation
Création de milieu ouvert
16,2 ha
Eco-Stratégie © - MQ - 24/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

Carte 66 : Mesure C2 - Mesure de compensation des milieux prairiaux

C3 – Création d'un réseau de mares de substitution

La mesure consiste à créer une série de mares compensatoires, notamment pour recevoir les amphibiens déplacés du bassin annexe, qui lui, sera détruit. Ces mares seront également propices à la biodiversité en général et aux odonates en particulier. La création des mares se fera en deux temps, tel qu'illustré sur la carte ci-après.

Cette mesure est étroitement liée à la mesure compensatoire « R2.1 o (2) - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers des habitats de substitution ou de report (amphibiens, reptiles) » et à la mesure de réduction « R2.1 i - Dispositif anti-intrusion petite faune (dont amphibiens) ».

Une première série de **3 mares** sera créée en fin de période estivale au niveau de la zone humide de queue de plan d'eau en année n-1 (en s'étant assuré préalablement de l'absence de flore patrimoniale), afin d'être opérationnelles au cours du printemps de l'année n et de recevoir les individus déplacés. Des passages pour la faune seront par ailleurs réalisés sous la piste d'accès, afin de maintenir une connexion entre les habitats forestiers et les mares de substitution. Ces passages seront réalisés à l'aide de deux buses rectangulaires par passages. Les buses auront une section de 150x75 cm environ. Deux passages sous les pistes sont prévus, soit 4 buses, tel qu'illustré sur la figure ci-après et localisé sur la carte suivante pour leurs emplacements. La fonctionnalité (comblement) de ces buses sera suivie lors de la phase travaux.

Le niveau piézométrique est affleurant au niveau de cette zone humide, la mise en eau des mares se fera donc naturellement pas infiltration.

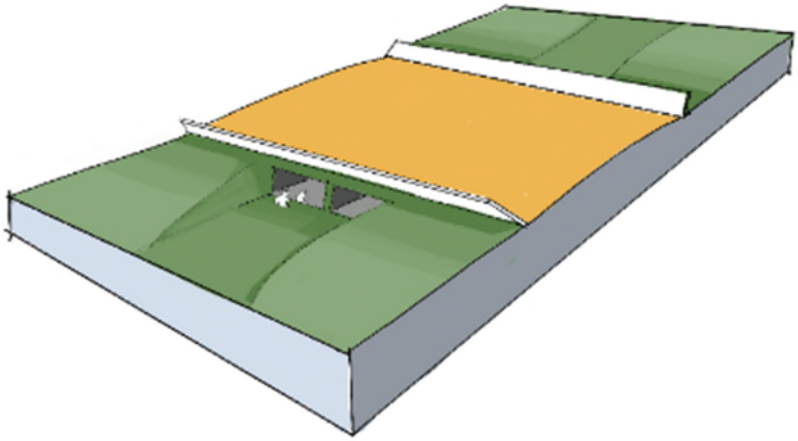


Figure 319 : Passages à amphibiens (petite faune) prévus au droit des mares sous les pistes

Une seconde série de **6 mares** sera également créée au niveau des secteurs forestiers en phase post travaux. Le creusement de ces dernières mares aura lieu au niveau des secteurs d'emprise des aires de stockage et de la base vie. Ces secteurs seront par ailleurs renaturés.

Le sol n'étant pas argileux, une étanchéification du sol sera nécessaire concernant ces dernières mares. L'étanchéification se fera à l'aide d'une natte de bentonite avec géotextiles 100 % biodégradable, armée de fibres. Les géotextiles utilisés sont composés à 100 % de matières premières organiques et renouvelables. Ils sont biodégradés pendant leur

utilisation par les organismes du sol, les micro-organismes et les champignons. Il ne restera à terme que la couche minérale argileuse.

Les structures et morphologies seront les suivantes :

- Une zone d'eau « profonde » avec une hauteur d'eau de 0,75 m à 1,00 m hors tout, favorable aux espèces concernées par cette mesure ;
- Une zone d'eau de « transition » avec une hauteur de 0,40 à 0,50 m apportant une diversification des hauteurs d'eau et des végétations associées et favorables aux amphibiens en général ;
- Des pentes des berges douces afin de faciliter l'accès à la faune et de diversifier les hauteurs d'eau. Les berges ne comporteront pas d' « arrête » supérieure (pas de cassure nette en tête de berges) ;
- La surface en eau visée pour une mare remplie est de **30 m²** environ. La largeur et la longueur de la mare seront donc adaptées au contexte topographique de chaque zone retenue.

Elles seront situées à proximité de réseaux terrestres existant (lisières, zones humides) assurant des fonctionnalités d'hivernage et/ou de corridors écologiques vers d'autres milieux humides et/ou aquatiques (création d'un maillage d'habitats).

La gestion sera effectuée par curage dont le rythme est à définir.

Un entretien par curage « doux » selon un cycle à définir en fonction des observations, en concertation avec l'écologue missionné pour le suivi sera mis en place. En première approche, ce curage doux des dépressions pourra être réalisé environ tous les 5 ans selon la progression de la végétalisation des mares et des données des suivis écologiques spécifiques à la colonisation de ces dernières.

Un curage doux consiste par exemple à retirer les vases accumulées à l'aide d'un godet de curage sans racler les bords, de laisser le volume sédimentaire ressuyer à proximité, puis de les évacuer du site.

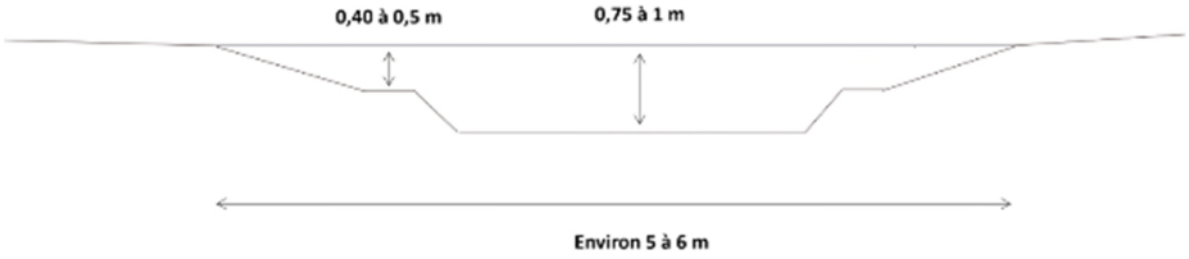
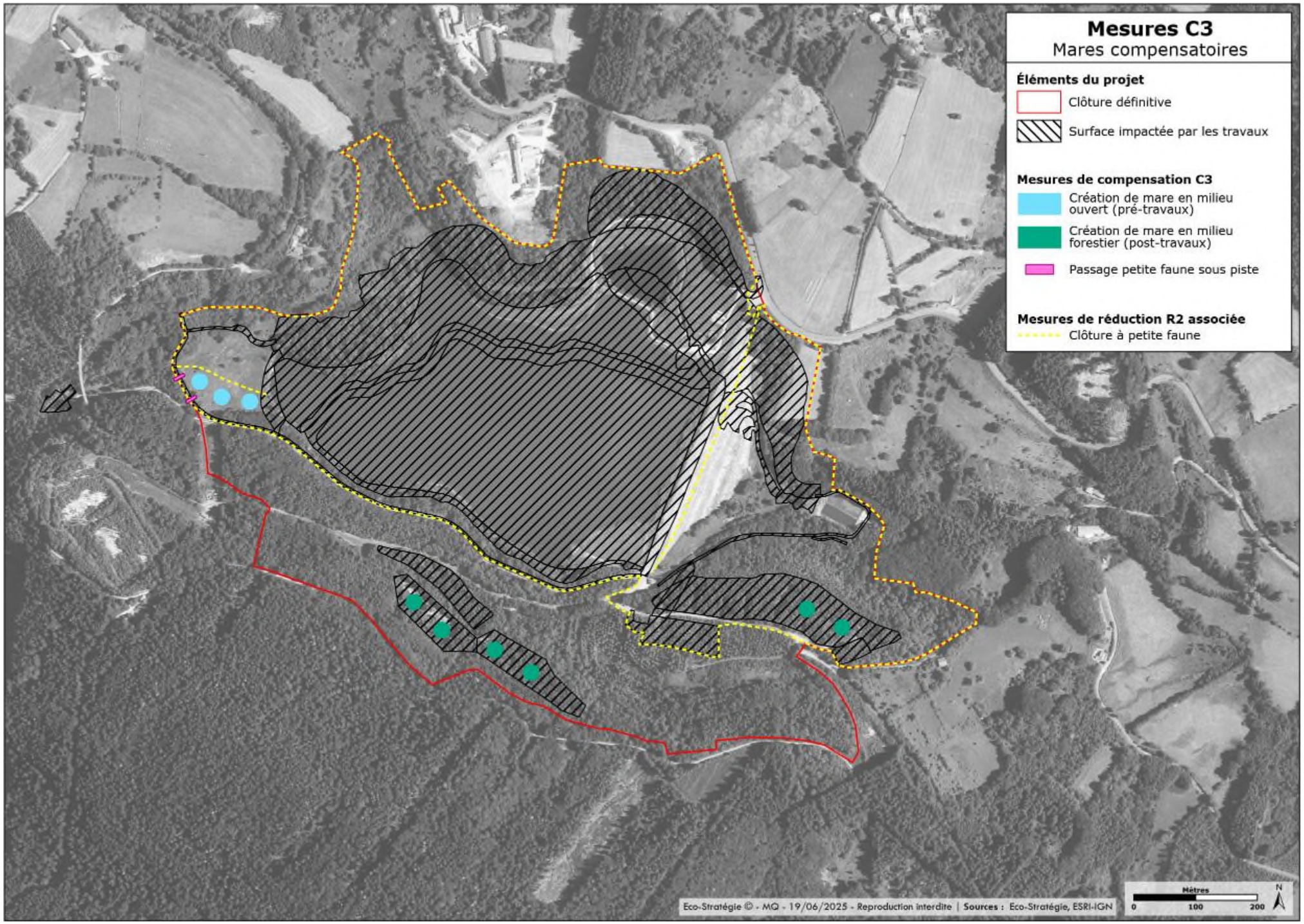


Figure 320 : Plan de principe en coupe transversale d'une mare favorable aux amphibiens



Figure 321 : Exemple de création de mare

C3	***Création d'un réseau de mares de substitution***			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Compensation des habitats de reproduction des espèces d'amphibiens contactées sur le site.			
Coût estimatif	En considérant 2 000 euros pour le creusement des mares, la mesure s'élève à 7 500 euros en phase pré travaux et 15 000 euros en phase post travaux, soit **22 500 euros** au total. La pose des passages busés s'élève à **15 000 euros** environ. Le coût d'une natte imperméable s'élève à **5 500 euros** environ pour les 6 mares. Le cout global de la mesure s'élève donc à **43 000 euros** environ.			
Modalité de suivi envisagée	Suivi environnemental de chantier			


Mesures C3
Mares compensatoires
Éléments du projet
Clôture définitive
Surface impactée par les travaux
Mesures de compensation C3
Création de mare en milieu ouvert (pré-travaux)
Création de mare en milieu forestier (post-travaux)
Passage petite faune sous piste
Mesures de réduction R2 associée
Clôture à petite faune
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

Carte 67 : Mesure C3 – Mares compensatoires

C4 – Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles

La mesure consiste à créer des habitats à dominance minérale, propices aux reptiles. L'essentiel des reptiles du site est en effet contacté au niveau des empierrements du barrage. Ces créations d'habitats visent à compenser les surfaces de barrage qui seront impactées par l'emprise des travaux.

Cette mesure est étroitement liée à la mesure compensatoire « R2.1 o (2) - Déplacement d'individus d'espèces des secteurs de travaux vers des habitats de substitution ou de report (amphibiens, reptiles) » et à la mesure de réduction « R2.1 i - Dispositif anti-intrusion petite faune (dont amphibiens) ».

La mesure considère deux méthodes (cf. carte ci-après) :

- La pose de linéaires de gabions (murets de pierres encagées)
- La mise en place de « perrés » le long de la façade est de la digue.

Deux phases du chantier auront un impact sur cet habitat : l'arasement de la crête du barrage et le creusement de la nouvelle Besbre au niveau du secteur nord de l'ouvrage. Cette mesure sera donc mise en œuvre suite à l'arasement de la digue et préalablement au creusement de la partie nord. En termes de temporalité du chantier cela correspond à l'année n+3 environ.

Les gabions auront une section approximative de 80 cm de hauteur x 50 cm de largeur. Les linéaires seront de **615 m** environ, en deux secteurs :

- Un de **337 m**, disposé sur le versant exposé sud / sud-est de la piste d'accès au site ;
- Un de **278 m**, disposé le long du côté est de la piste de crête de la digue.



Figure 322 : Exemple de mur réalisé en pierres encagées (gabions)

En pied de gabions, des secteurs sableux seront mis en place afin de proposer des habitats singuliers à la faune, notamment bénéfiques à certains insectes pollinisateurs, tels que de nombreux hyménoptères.

Les « perrés » seront mis en place au niveau de la surface de la digue en phase post travaux. Il est en effet question de végétaliser l'ouvrage au terme des travaux. Cette mesure vise à maintenir des secteurs à dominance minérale au niveau de la surface. Il s'agira d'ouvrage en matériaux granulaires grossiers mis en place en parement (cf. figure ci-après). Les matériaux seront prélevés sur les stocks de matériaux du site et redisposés.

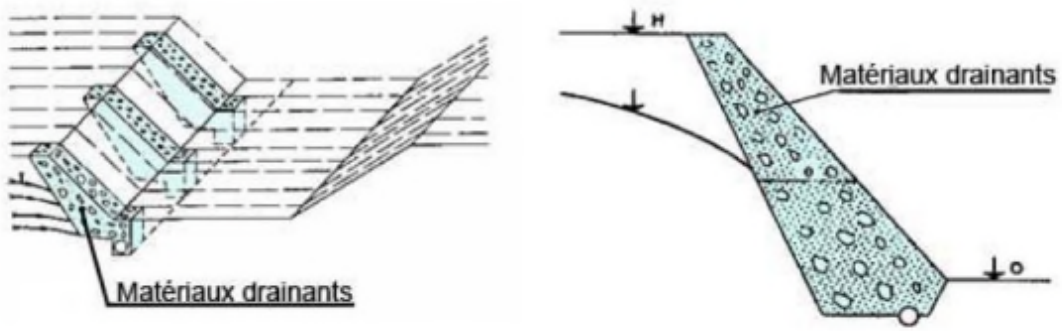
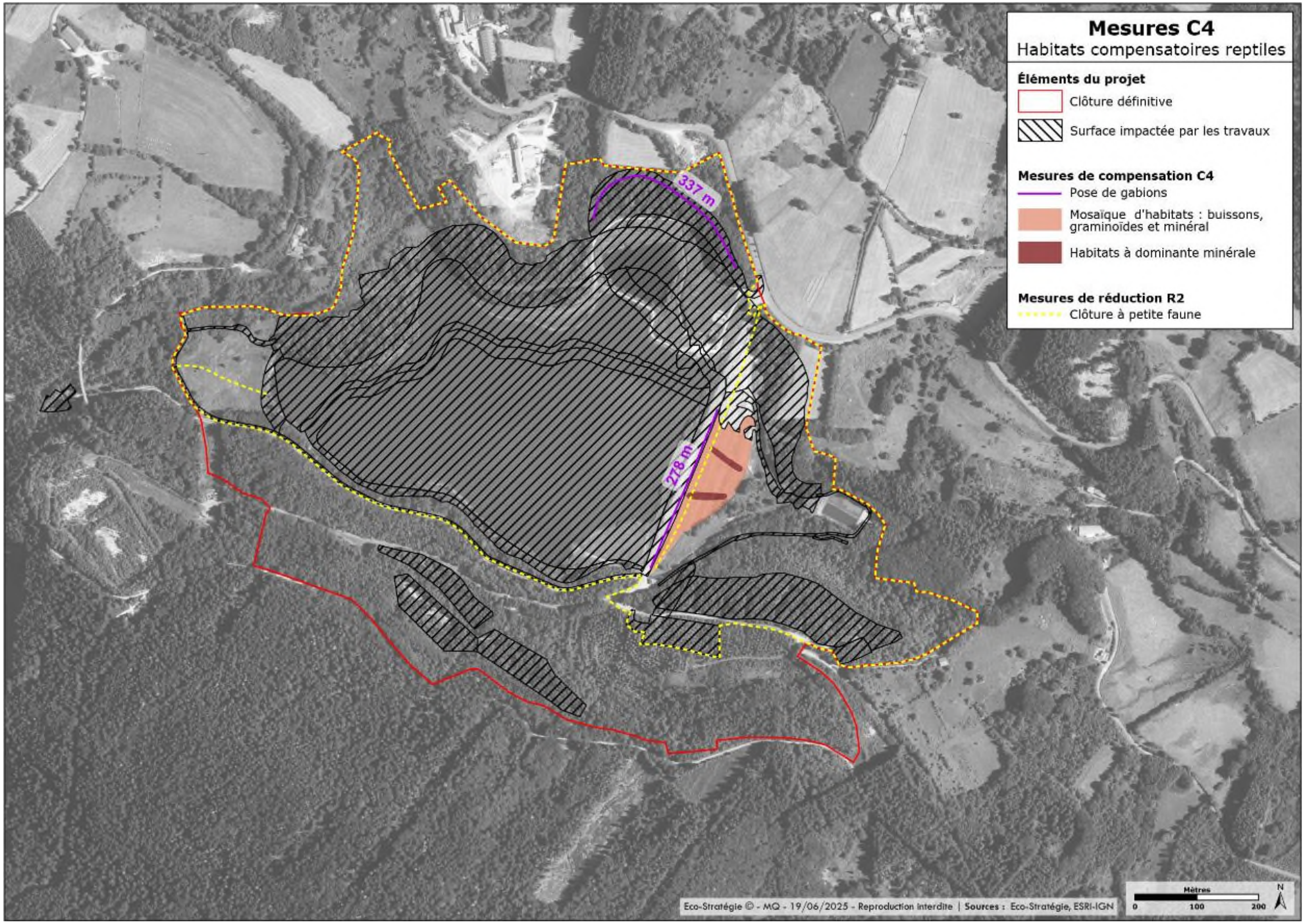


Figure 323 : schéma de principe d'un perré sur talus

C4	***Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles***			
Phase	Travaux		Exploitation	
Milieux concernés	Milieu physique	Milieu naturel	Milieu humain	Paysage et patrimoine
Effets attendus	Compensation des habitats des espèces de reptiles impactés.			
Coût estimatif	En considérant 615 ml de gabion à poser, à 90 euros le ml (matériaux et main d'œuvre), la mesure s'élève à **55 350 euros** environ. La mise en place des « perrés » aura un coût de **5 000 euros** environ. Le cout global de la mesure s'élève donc à **60 350 euros** environ.			
Modalité de suivi envisagée	Suivi environnemental de chantier.			


Mesures C4
Habitats compensatoires reptiles
Éléments du projet
Clôture définitive
Surface impactée par les travaux
Mesures de compensation C4
Pose de gabions
Mosaïque d'habitats : buissons, graminoïdes et minéral
Habitats à dominante minérale
Mesures de réduction R2
Clôture à petite faune
337 m
278 m
Eco-Stratégie © - MQ - 19/06/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

Carte 68 : Mesure C4 - Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles

2.10 MESURE DE SUIVI

2.10.1 Suivi écologique du chantier

L'ensemble des mesures d'évitement et de réduction sera consigné dans un cahier des charges environnemental, qui sera annexé au document de consultation des entreprises et sur lequel l'ensemble des intervenants devront s'être engagés.

Le maître d'ouvrage mettra en place une organisation permettant le suivi environnemental du projet. À ce titre, il peut avoir recours à un prestataire extérieur (bureau d'études environnementales) ou responsabiliser un membre de l'équipe projet afin d'assurer une coordination environnementale du chantier. Celui-ci veillera à l'application de l'ensemble des mesures environnementales prises par le maître d'ouvrage en faveur de la préservation des sols, du milieu naturel, des eaux et de l'environnement humain et au respect des exigences règlementaires.

Plus particulièrement, il veillera à la bonne mise en œuvre des mesures par les entreprises de travaux, mesures qui seront reprises dans le cahier des charges de consultation des entreprises :

- Préserver la qualité de l'air / la santé :
    - Arrosage des zones circulées ou de travaux (concassage par exemple) en cas d'envol important de poussières ;
    - Vérification du bon état des engins (bruit, pollution…).
- Préserver la qualité des eaux / lutte contre les pollutions accidentelles et gestion des déchets :
    - Vérification en début de chantier du bon état et entretien des engins et matériels ;
    - Remplissage des machines sur aire étanche (une bâche étanche suffit) et stockage des produits polluants dans/sur des bacs étanches couverts ;
    - Stockage des déchets avant leur élimination dans des conditions ne présentant aucun danger pour l'environnement et la santé des personnes et favorisant leur valorisation ultérieure : mise en place de bennes pour la collecte et le tri des déchets avant leur recyclage ou évacuation en filière agréée (transmission des bordereaux de suivi) ;
    - Nettoyage régulier du chantier pour éviter tout envol de déchets et laisser le site propre en fin de chantier ;
    - Présence permanente de kits-antipollution dans les engins (absorbants) et à la base vie ;
- Application du protocole détaillé en cas de pollution accidentelle. À noter que tous les évènements polluants seront consignés dans un registre pour permettre un bilan environnemental en fin de chantier.
- Limiter la dégradation des sols et de la chaussée de la route d'accès :

  - Réalisation de préférence des travaux sur le sol (terrassement/décapage, piste, enfouissement des réseaux électriques) pendant les périodes les moins pluvieuses.
  - Éviter la circulation et la dégradation des milieux périphériques à l'emprise travaux :

- Délimitation des emprises des pistes, de la base vie, contrôle des stationnements sauvages hors zone prévue…
- Présence et état du balisage des zones humides.

Assistant à la fois du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre, le coordinateur environnement apportera aussi son expertise et conseil pour adapter si nécessaire les moyens utilisés, aider au piquetage des espaces à protéger, identifier et localiser les espèces de flore invasive à traiter. Il participera à la sensibilisation environnementale des intervenants, contrôlera les travaux, aidera à la réception des mesures et participera ponctuellement aux réunions de chantier.

Fréquence de passage indiquée pour la phase chantier :

- 1 passage initial pour réaliser les balisages des secteurs sensibles, des espèces patrimoniales et contrôler la présence des mises en défens, des clôtures à petites faunes et de la bonne réalisation des mesures réalisées avant travaux (mares compensatoires) ;
- 70 passages sur l'ensemble de la durée du chantier (5 ans), la fréquence des visites sera adaptée aux enjeux (déplacement d'espèces, balisage etc). Chaque visite fera l'objet d'un compte rendu, et une synthèse annuelle sera réalisée. Cette synthèse sera fournie à la DREAL après validation par ORANO ;
- 5 séances de sensibilisation aux enjeux écologiques du chantier ;
- 10 participations aux réunions de chantier, afin d'anticiper les phases de travaux.

Coût estimatif **90 000 €**.

2.10.2 Suivi écologique en phase post travaux

C'est au cours de la phase post travaux que l'essentiel des mesures de compensation seront réalisées. Cette phase de suivi aidera surtout à réceptionner l'ensemble des mesures de réduction et de compensation, acter et orienter leur réussite, en suivant la dynamique des habitats, et des cortèges floristiques et faunistiques les plus caractéristiques.

Les mesures à suivre dans le temps seront :

- R2.1 h – Transparence écologique - Perméabilité des clôtures à la petite et moyenne faune
  - 1 suivi la première année de mise en place des clôtures externes, puis tous les 5 ans
- R2.1 q (1) – Dispositif d'aide à la recolonisation des milieux (Replantation et aide à la transition des surfaces en hêtraie-sapinière)

    - Suivi de l'évolution des boisements – Évaluer une gestion éventuelle : en période printanière / estivale – 1 passage

- C1 – Mesure de compensation des zones humides
    - Évolution des habitats caractéristiques et de la faune patrimoniale (Damier de la succise) : en période printanière / estivale – 1 passage
- C2 – Mesure de compensation des milieux prairiaux
    - Évolution des habitats caractéristiques et de la faune patrimoniale (Damier de la succise) : en période printanière / estivale – 1 passage
- C3 – Création d'un réseau de mares de substitution
    - Suivi de l'évolution morphologique des mares (comblement) et des cortèges d'espèces : en période printanière – 2 passages nocturnes pour les amphibiens en période de reproduction et 1 passage estival pour l'entomofaune
- C4 – Habitats compensatoires pour les espèces de reptiles
    - Suivi des cortèges d'espèces : en période printanière / estivale – 2 passages

Afin de s'assurer de l'efficacité des mesures écologiques préconisées, des suivis seront mis en place en années N+1, N+2, N+3, N+5, N+10, N+15, N+20, N+25, sur l'emprise du site

L'ensemble des autres groupes feront l'objet d'un suivi en parallèle, les observations remarquables seront restituées dans le bilan de suivi annuel.

Un bilan annuel du suivi sera rédigé et transmis au maître d'ouvrage et aux services de l'État (populations des espèces ciblées, reprise de la végétation, cartographie d'habitats, richesse spécifique, présence d'espèces patrimoniales, invasives, etc.).

Un Bureau d'études indépendant expert en environnement sera désigné à cet effet par le Maître d'Ouvrage pour effectuer ces suivis écologiques.

Coût estimatif : ~6 500 € par année de suivi soit **52 000 €**

2.11 MESURES D'ACCOMPAGNEMENT

A1 - État de référence et surveillance du milieu aquatique récepteur

Après traitement, au cours de la phase travaux, les eaux du plan d'eau seront vidangées dans le cours de la Besbre en aval du barrage. Afin de s'assurer d'une incidence physico-chimique négligeable sur le milieu récepteur, un suivi en continu sera mis en œuvre au niveau du secteur aval du cours d'eau.

Ce suivi en continu commencera au moins 1 an avant le début des travaux, afin de constituer une chronique physico-chimique de référence sur une année complète, puis sera laissé en place le temps de la durée des travaux.

Les paramètres suivis seront :

- La température,
- L'oxygène,
- Le pH,
- La conductivité
- La turbidité.

Les valeurs mesurées au cours des travaux, et notamment au cours des phases de vidange, devront correspondre aux conditions normales du milieu récepteur pour la période donnée.

Des adaptations techniques pourront être mise en œuvre afin de s'assurer de la conformité physico-chimique vis-à-vis des paramètres considérés (hauteur de chute, dilution etc.).

Coût estimatif : **10 000 €** environ pour la mise en place d'une station de suivi autonome.

A2 - Renforcement de l'attractivité du site pour la Loutre d'Europe en phase post-travaux

Cette mesure vise à favoriser le transit et l'utilisation du nouveau tronçon de la Besbre par la Loutre d'Europe. Cette espèce est présente localement, et son domaine vital s'étend de 5 à plusieurs dizaines de kilomètres de cours d'eau.

Des catiches artificielles et des abris seront ainsi disposés le long du nouveau linéaire, ainsi qu'en amont et en aval du secteur de travaux (cf. Carte 69).

Les catiches seront disposées le long du cours d'eau, dans les espaces les plus tranquilles. Les modalités de mise en œuvre de ces dernières, au nombre de 2, suivent les recommandations du Groupe Mammalogique Breton (GMB), et seront aménagées comme suit :

- En matériaux du site : rondins, perches, branchages, feuillage et terre végétale ;
- Au-dessus du niveau de crue quinquennale ;
- Recouvertes de végétaux (voire d'un peu de terre végétale) pour assurer la discrétion ;
- Forme générale sans importance mais viser une forme rectangle pour faciliter la mise en œuvre ;
- Au moins deux entrées (une côté eau et une côté terre) de taille maximale de 15 à 20 cm ;
- Deux chambres d'au moins 1 m par 1 m soit 1 m2 chacune (mesures intérieures) accolées et interconnectées (avec circulation possible d'une chambre à l'autre par l'intérieur de la catiche), d'une hauteur de 40 à 70 cm (mesures intérieures), sombres et sèches ;
- La pérennité et la stabilité seront assurées par des rondins d'au moins 30 à 40 cm de diamètre et des piquets verticaux profondément enfoncés.

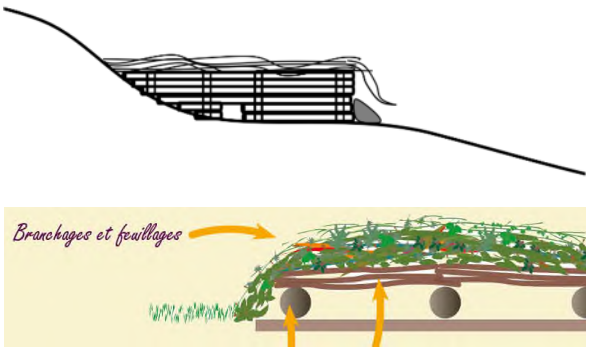
Avant la construction, creuser une légère dépression à l'emplacement de la catiche, cette terre sera ensuite remontée le long de ses parois pour augmenter l'inertie thermique et l'obscurité intérieures.

Les abris, au nombre de 11, seront disposés en chapelet au sein du nouveau tronçon. Visuellement, ils tendront à ressembler à des embâcles. Ils seront mis en œuvre selon les modalités suivantes :

- En matériaux du site : accumulation de troncs et de branches entrecroisés au sol (avec des cavités stabilisées et formées par les espaces entre les matériaux) avec les diamètres des matériaux de plus en plus fins de la base vers le sommet ;
- Avec plusieurs entrées par le dessous pour chacun ;
- De surface minimale de 3 m² chacun mais dans l'idée viser plutôt 5 m² chacun, avec une forme carrée ou rectangulaire ;
- Veiller à ce que les troncs et les branches soient suffisamment denses pour constituer des caches et notamment au niveau du sol : on ne doit pas voir « clair » à travers même si des entrées/sorties de 15 à 20 cm de diamètres doivent être présentes ;
- Encrés dans la berge pour ne pas être emportés par les crues (disposer quelques rondins/perches à la verticale sur le pourtour pour tenir l'ensemble).

Plantations associées :

Les catiches et les abris seront entourés de plantations arbustives à boisées afin que, une fois développées, ces végétations assurent une discrétion et une tranquillité. Les abris peuvent être disposés de façon moins discrète et plus proches des lisières des plantations. En revanche, les catiches sont à disposer, autant que faire se peut, loin des lisières des plantations, le plus au cœur possible des futurs massifs arbustifs à boisés. Toutefois, le milieu ne doit pas être trop fermé non plus, ne pas trop serrer les plants et laisser au moins 1 m sans plantation de part et d'autre de chaque catiche et de chaque abri. Il reste possible de planter un arbuste ou un arbre au contact d'un micro-habitat mais, dans ce cas, sur un seul côté et pas devant une entrée/sortie (qui doivent restées dégagées) pour les catiches.



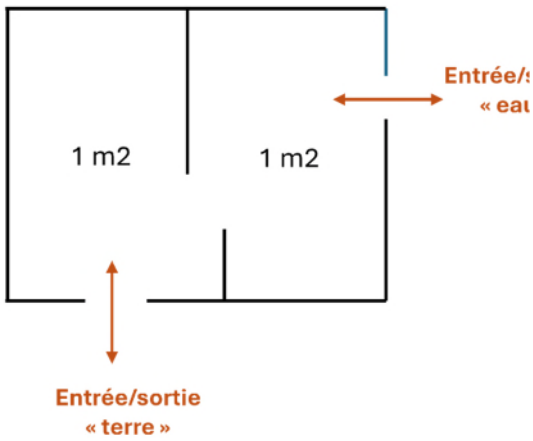
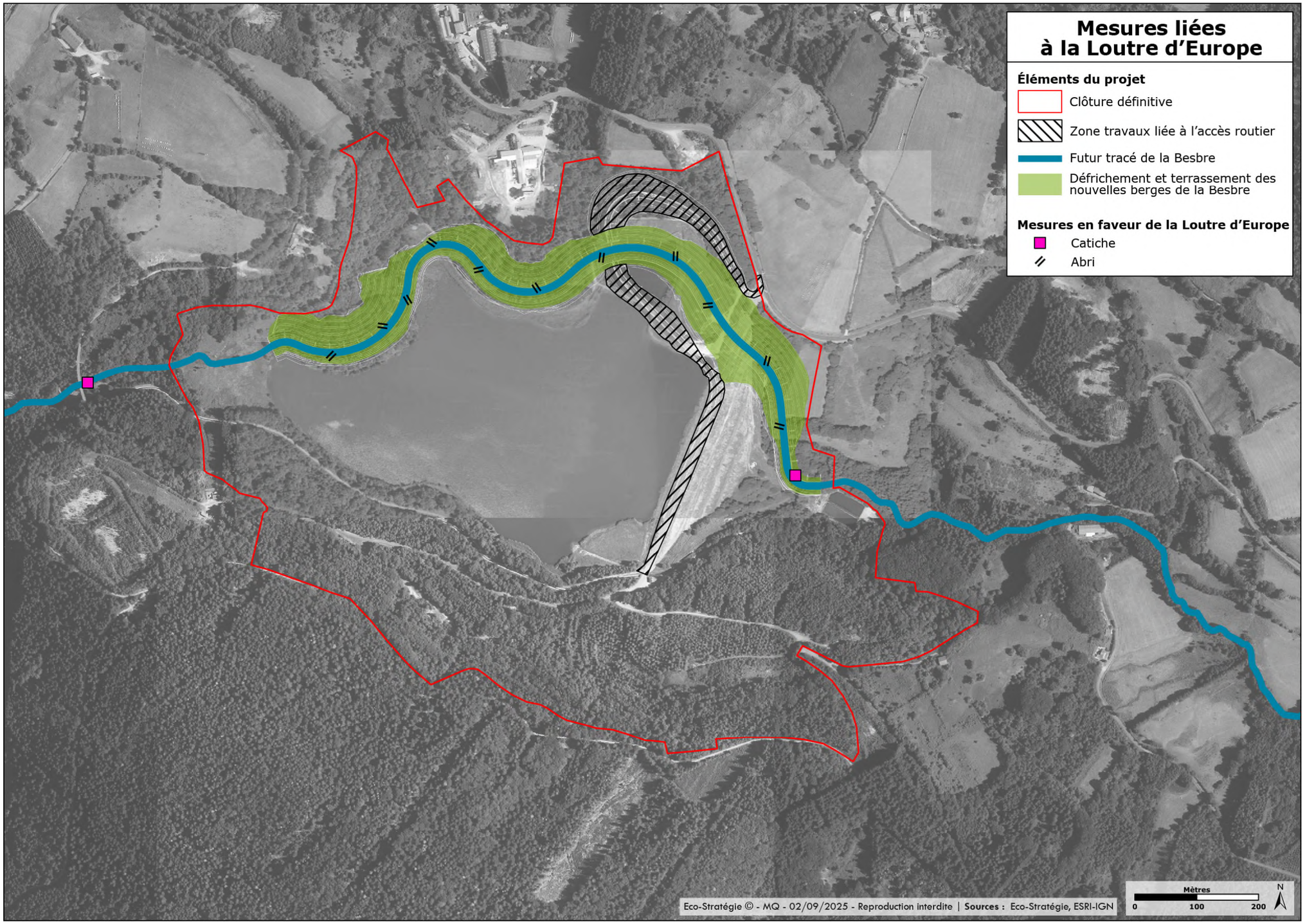




Figure 324 : Mise en œuvre et croquis schématiques d'une catiche et d'un abri artificiel

Coût estimatif : **8 000 €** environ pour la mise en place des catiches et des abris.


Mesures liées à la Loutre d'Europe
Éléments du projet
Clôture définitive
Zone travaux liée à l'accès routier
Futur tracé de la Besbre
Défrichement et terrassement des nouvelles berges de la Besbre
Mesures en faveur de la Loutre d'Europe
Catiche
Abri
Eco-Stratégie © - MQ - 02/09/2025 - Reproduction interdite | Sources : Eco-Stratégie, ESRI-IGN
Mètres
0
100
200
N

Carte 69 : Mesure A2 – Renforcement de l'attractivité du site pour la Loutre d'Europe en phase post-travaux

3 INCIDENCES SUR L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

3.1 QUALITE DE L'AIR

Vis-à-vis de la qualité de l'air, deux types d'incidences peuvent être envisagés sur le site des BNL :

- Les émissions radiologiques en phase travaux, puis en phase d'exploitation ;
- Les émissions de poussières et de gaz d'échappement lors de la phase travaux.

3.1.1 Incidences sur la qualité de l'air

3.1.1.1 Émissions radiologiques

S'agissant de l'air, et donc de l'exposition des travailleurs et de la population par inhalation, les effets potentiels concernant les émissions radiologiques sont liés à l'évolution de la diffusion du Radon, issu des résidus miniers, sur le site au cours des différentes phases de travaux et en phase post-travaux (stockage). Cette dimension est traitée spécifiquement, plus avant, dans le chapitre relatif aux effets sanitaires du projet, mais les principales conclusions sont reprises ici.

Une étude a été réalisée (étude relative à l'estimation de l'impact radiologique des travaux de réaménagement du stockage de résidus miniers uranifères du site des BNL, Algade, mars 2025) afin de déterminer les conditions nécessaires à la protection radiologique, notamment vis-à-vis de l'atténuation de la diffusion du radon, en termes de recouvrement (épaisseur selon les caractéristiques des matériaux de couverture), pendant la phase de travaux puis en situation finalisée. Il a donc été démontré que la phase de travaux, du fait de la conservation permanente d'une lame d'eau d'une épaisseur d'au moins 1 m avant constitution du dôme émergé, n'est pas de nature à générer un impact radiologique sur l'environnement, ni sur les personnes (travailleurs sur site et population environnante).

À l'issue du réaménagement, une épaisseur minimum de couverture solide de 5,15 m permet une atténuation du flux de radon de l'ordre de 98,5 % dans le cas d'une désaturation complète des matériaux de couverture. De plus, dans le cadre du réaménagement, les matériaux mis en œuvre permettent d'atteindre une épaisseur, de l'ordre de 8 m du fait du volume de produits minéraux déblayés pour les besoins du creusement de la nouvelle Besbre. La couverture mise en œuvre permettra d'atténuer complètement la diffusion du radon provenant des résidus miniers uranifères. Le volume généré par les opérations de terrassement sont liés à la stabilité des talus, la continuité écologique et l'ouverture des versants sud pour permettre plus de luminosité. Ce volume est donc très largement suffisant pour assurer le rôle de radioprotection de la couverture.

Il est à noter que les matériaux de couverture, correspondant à la roche en place sur le site, génèreront naturellement un rayonnement gamma et des émissions de radon. Ces matériaux ont fait l'objet d'analyses radiologiques qui n'ont pas mis en évidence de marquage radiologique spécifique. Les niveaux mesurés sur le stockage seront donc du

même ordre de grandeur que le bruit de fond naturel dans ce secteur de Saint-Priest-la-Prugne.

3.1.1.2 Émissions atmosphériques (poussières et gaz d'échappement)

Le chantier de remplacement de la couverture liquide par une couverture solide est susceptible de générer des émissions de poussières et de gaz d'échappement issus des engins de chantiers et des véhicules. À l'issue de la phase travaux, ces incidences seront en revanche négligeables compte tenu de la configuration future du site (dôme minéral avec couverture finale végétalisée) et du très faible trafic associé à la surveillance.

Les poussières émises pourraient provenir :

- de la circulation des engins sur les pistes, et de la manipulation des matériaux minéraux au droit de la zone de terrassement et de la zone de recouvrement,
- de l'arasement de la digue,
- de la foration nécessaire à la mise en place d'explosif pour la fracturation des matériaux rocheux,
- de l'utilisation même d'explosifs pour la fracturation des matériaux rocheux dans le cadre du terrassement de la nouvelle Besbre et la route d'accès,
- du concassage des matériaux minéraux,
- de l'extraction des matériaux minéraux (arénitiques) par scarification au bouteur puis de l'extraction à l'aide de pelles hydrauliques,
- de la mise en œuvre de la couverture finale, induisant la manipulation de matériaux plus fins,
- du transport des matériaux par tombereaux et du déchargement sur la plateforme de la verse du Jot.

Notons que le broyage de bois ne sera pas à l'origine d'émissions de poussières notables compte tenu de la taille du broyat et du fait que le bois sera encore frais au moment du broyage

Sous l'effet des vents dominants, ces poussières pourraient être entrainées vers le nord-ouest et le sud, qui sont directions de vents dominants autour du site comme indiqué dans l'analyse de l'état initial.

Des prélèvements ont été réalisés par Fondasol en 2024 dans le matériau de la zone de terrassement et n'ont mis en évidence aucune trace d'amiante ou autres particules minérales allongées (PMA) fibreuses d'intérêt.

S'agissant des gaz d'échappement, le trafic associé à la réalisation du chantier, majoritairement interne au site, sera à l'origine d'émissions atmosphériques diffuses (dioxyde de carbone, d'oxydes d'azote). Comme pour les gaz à effet de serre, les émissions

à l'atmosphère resteront très modérées au regard du matériel employé et de la faible distance cumulée de transport des matériaux. Les conditions de dilution des polluants atmosphériques dans l'air sont bonnes dans ce secteur dont l'occupation des sols est majoritairement boisée. Elles limitent donc la concentration des polluants dans l'air ambiant sur le site et dans ses environs.

3.1.2 Impact des travaux de réaménagement sur la qualité de l'air

Afin d'évaluer l'impact des travaux sur la qualité de l'air, une étude de modélisation de la dispersion atmosphérique des poussières (PM10 et PM2,5) a été réalisée. Elle a permis également de justifier dans le volet sanitaire de ne pas retenir le vecteur Air comme voie de transfert.

3.1.2.1 Estimation des émissions de poussières en lien avec les travaux

Au préalable à l'étude de dispersion, une estimation des émissions de poussières des différentes sources émissives du site a été réalisée pour les différentes phases de travaux.

En effet, les travaux sont découpés en 13 phases dont le détail figure dans la notice technique et sont synthétisées ci-dessous :

- Phase 1 - Dôme résidus et défrichements,
- Phase 2 – Dôme immergé – Déblai Besbre 1 Besbre,
- Phase 3 – Dôme immergé – Déblai 2 Besbre,
- Phase 4 – Fin dôme immergé – Déblai 3 Route d'accès,
- Phase 5 – Dôme émergé – Déblai 4 Besbre – Digue amont,
- Phase 6 – Dôme émergé – Déblai ouvrages évacuateur de crue,
- Phase 7 – Dôme émergé – Déblai 5 Besbre,
- Phase 8 – Dôme émergé – Déblai 6 Route d'accès,
- Phase 9 – Dôme final – Déblai 7 Besbre,
- Phase 10 – Dôme final – Déblai 8 Besbre,
- Phase 11 – Fin dôme final – Déblai 9 Besbre -– Zone hyporhéique Besbre - Raccordement ZH amont avec Besbre – Zone humide,
- Phase 12 – Pistes digue aval et pied de dôme – Lit d'étiage Besbre,
- Phase 13 – État final.

Parmi ces différentes phases, les déblais ne sont émissifs que pour les phases 2 à 5 et 7 à 10.

Lors des travaux, les sources susceptibles d'émettre des particules PM_{10} et $PM_{2,5}$ correspondent :

- Aux 8 zones de déblais,
- A la zone de stockage,
- Au concassage et au criblage

- Au « dôme » de résidus miniers,
- A la circulation des engins sur site (échappement et remise en suspension).

La figure ci-dessous permet de localiser ces sources d'émissions de poussières.

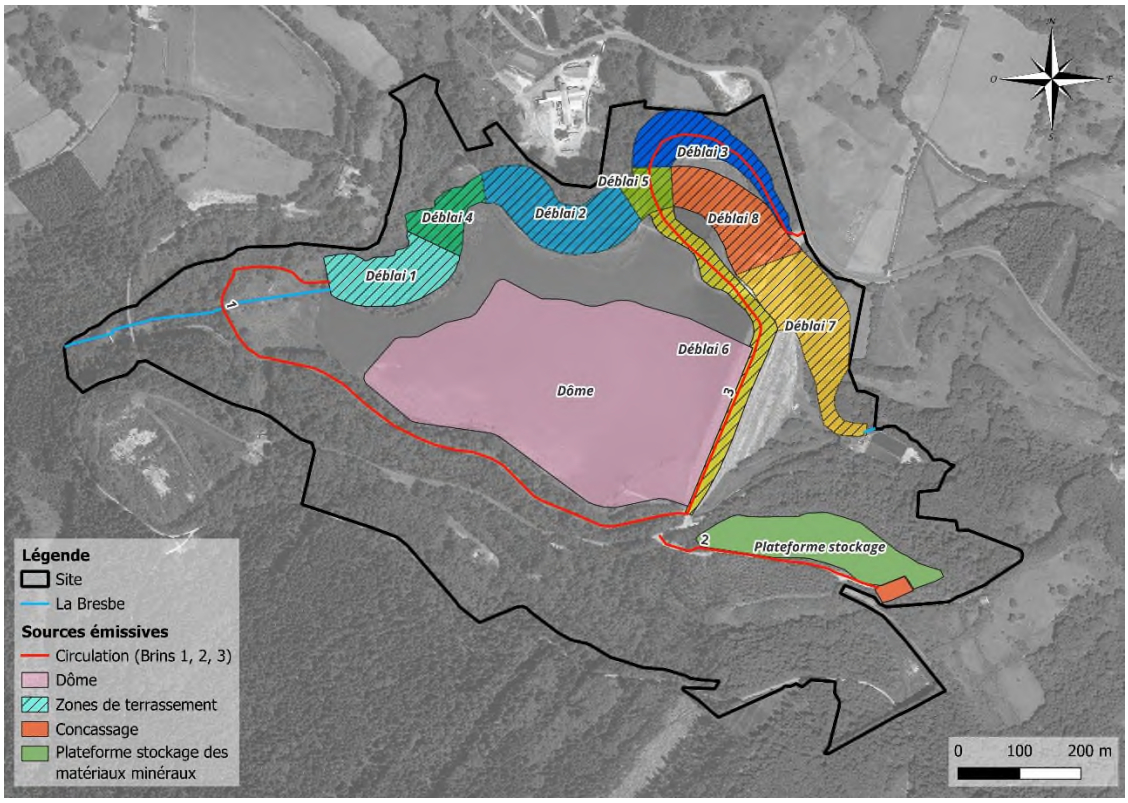


Figure 325 : Sources d'émission de poussières du site

Les résultats des estimations des émissions de chacune de ces sources sont synthétisés ci-après, la méthodologie détaillée ayant conduit à ces résultats figure en annexe.

• Les zones de déblai

Pour chacune des zones de déblai, nous avons considéré les émissions de poussières provenant :

- De la foration et des tirs de mines ;
- De la manipulation des matériaux extraits au niveau de chaque déblai pour les évacuer de la zone de déblai.

Les émissions moyennes sur la période du chantier sont présentées ci-dessous.

Zones de déblai	Flux exprimé en kg/an	
	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Zone de déblais 1	361,7	46,2
Zone de déblais 2	490,1	65,0
Zone de déblais 3	255,0	33,5
Zone de déblais 4	127,8	17,1

Zone de déblais 5	177,3	23,0
Zone de déblais 6	165,9	23,0
Zone de déblais 7	697,9	92,3
Zone de déblais 8	482,6	63,1

- **Le concassage et le criblage des matériaux extraits**

Le concassage et le criblage peuvent être à l'origine d'émission de PM10 dont les flux sont détaillés dans le tableau ci-dessous :

	Flux exprimé en kg/an PM_{10}
Concassage et criblage	17719,4

- **Les voies de circulation**

Pour la circulation sur site, il a été considéré :

- Une circulation moyenne pour les tombereaux de 120 A/R par jour pour chacune des phases de chantiers avec une charge moyenne de 30 t/tombereau.
- 3 voies de circulation dont une non pavée, la voie de circulation allant du stockage au dôme

Les émissions moyennes sur la période du chantier sont présentées ci-dessous.

Voies de circulation	Flux exprimé en kg/an	
	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Circulation stockage-dôme	4799,1	474,2
Circulation déblais Zone 1	10686,8	2689,4
Circulation déblais Zone 2	6407,8	1887,8

- **Le dôme et le stockage**

Concernant le dôme et le stockage, ont été pris en considération les émissions en lien avec l'érosion éolienne et la manipulation des matériaux. Les émissions ainsi calculées sont présentées ci-après.

Sources	Flux exprimé en kg/an	
	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Dôme	9564,7	2659,7
Stockage	2417,4	601,4

3.1.2.2 Modélisation de la dispersion atmosphérique des poussières

- **Logiciel de dispersion**

Dans le cadre de cette étude, le modèle de dispersion atmosphérique mis en œuvre est ADMS 6, logiciel de type gaussien de seconde génération. Ce type de modèle présente l'avantage d'un temps de calcul très court, permettant ainsi l'étude d'un grand nombre de situations météorologiques.

Ce modèle nécessite la prise en compte de paramètres d'entrée spécifiques au domaine d'étude.

- **Paramètres d'entrée pris en compte**

Domaine d'étude

Le domaine d'étude pris en compte dans le cadre de cette étude est un carré de 3 km de côté centré sur le site avec une maille de 25 m. Il permet d'intégrer les principales zones d'impact de l'installation et les plus proches zones habitées.

Le domaine d'étude obtenu est détaillé au niveau de la figure ci-dessous.

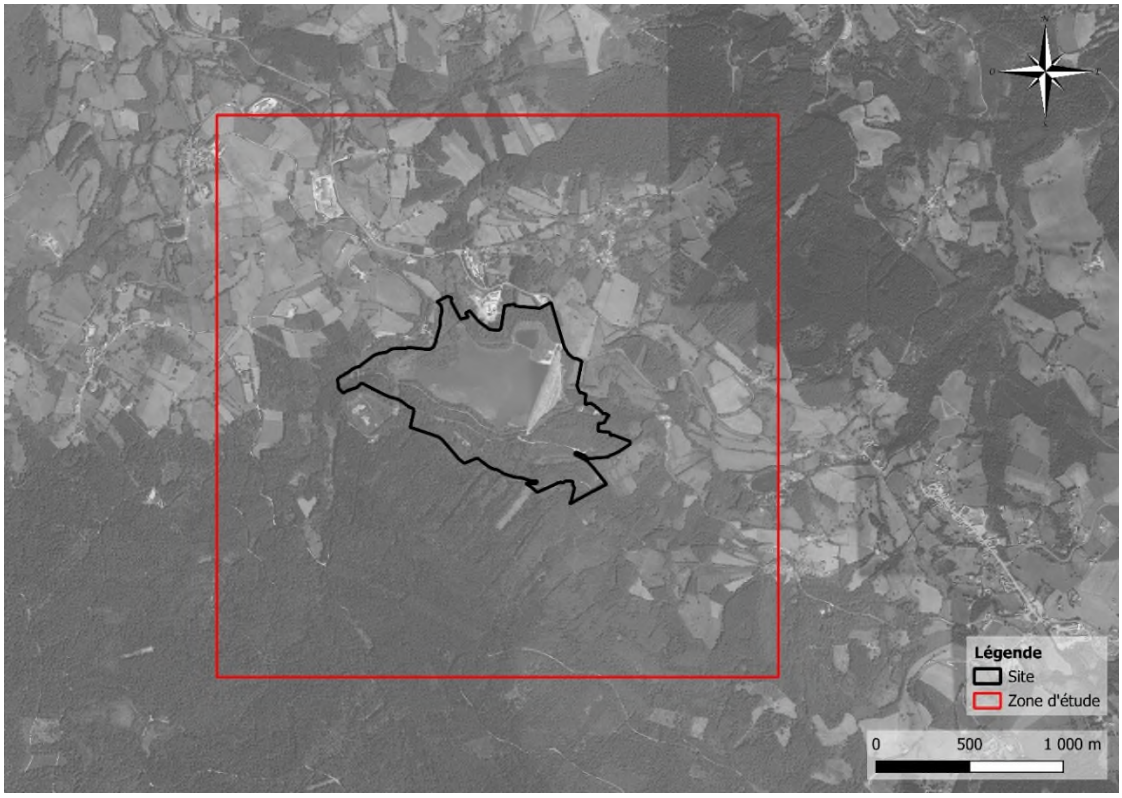


Figure 326 : Domaine d'étude

Topographie

La topographie présente sur le domaine d'étude peut, en fonction de l'importance de ses variations, influer sur la trajectoire du panache. La topographie du domaine d'étude est représentée au niveau de la figure ci-après. Les variations de topographie étant significatives (entre 1009,3 m et 692,8 m), elles ont été intégrées aux calculs de dispersion.

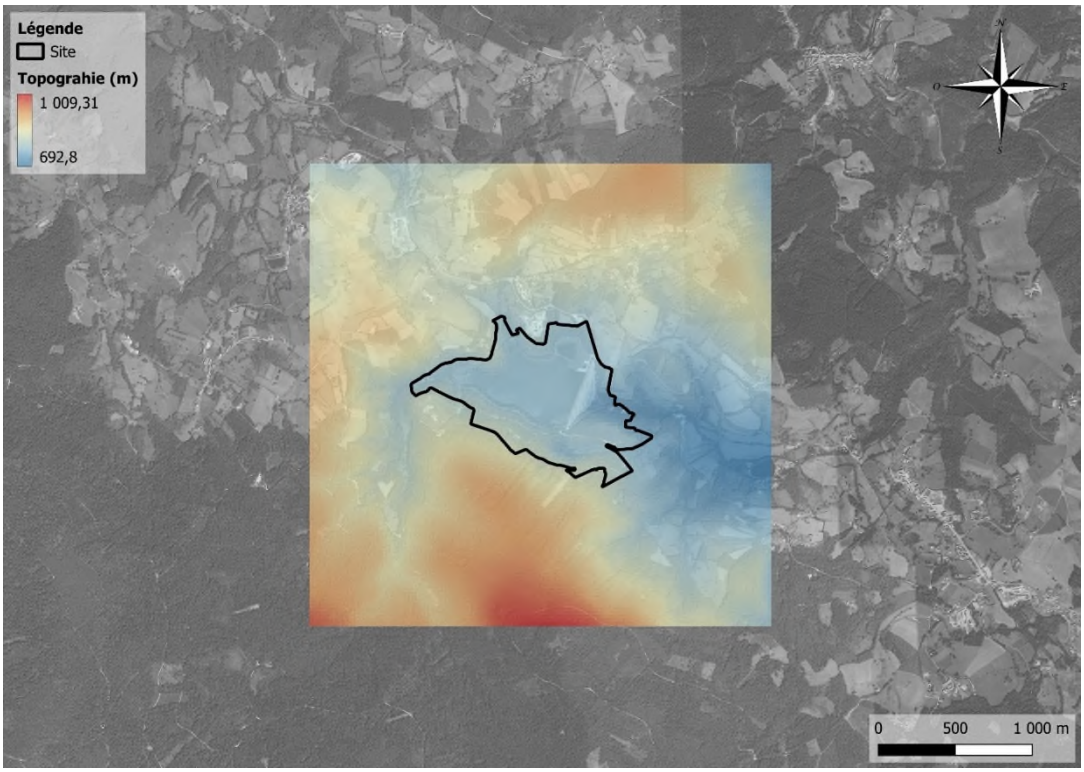


Figure 327 : Topographie présente sur le domaine d'étude

Occupation des sols et rugosité

La nature des sols peut influencer la dispersion du panache. Le paramètre utilisé dans les modèles de dispersion pour caractériser cette influence est la rugosité du sol.

Cette dernière représente la nature des obstacles au sol (végétation, habitations, forêts …).

À partir des données d'occupation des sols (source Corin Land Cover), nous pouvons affecter une rugosité propre à chaque point de la grille d'étude.

Les caractéristiques relatives à l'occupation des sols sont présentées en figure suivante.

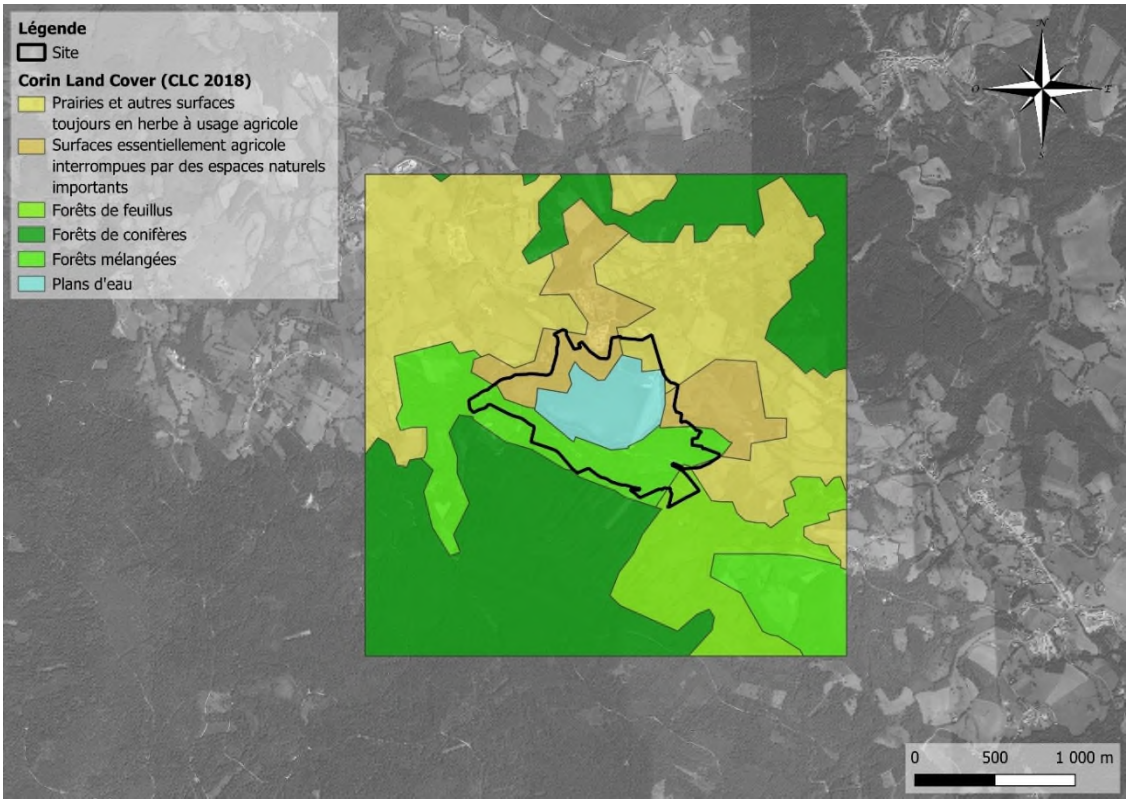


Figure 328 : Occupation des sols sur le domaine d'étude

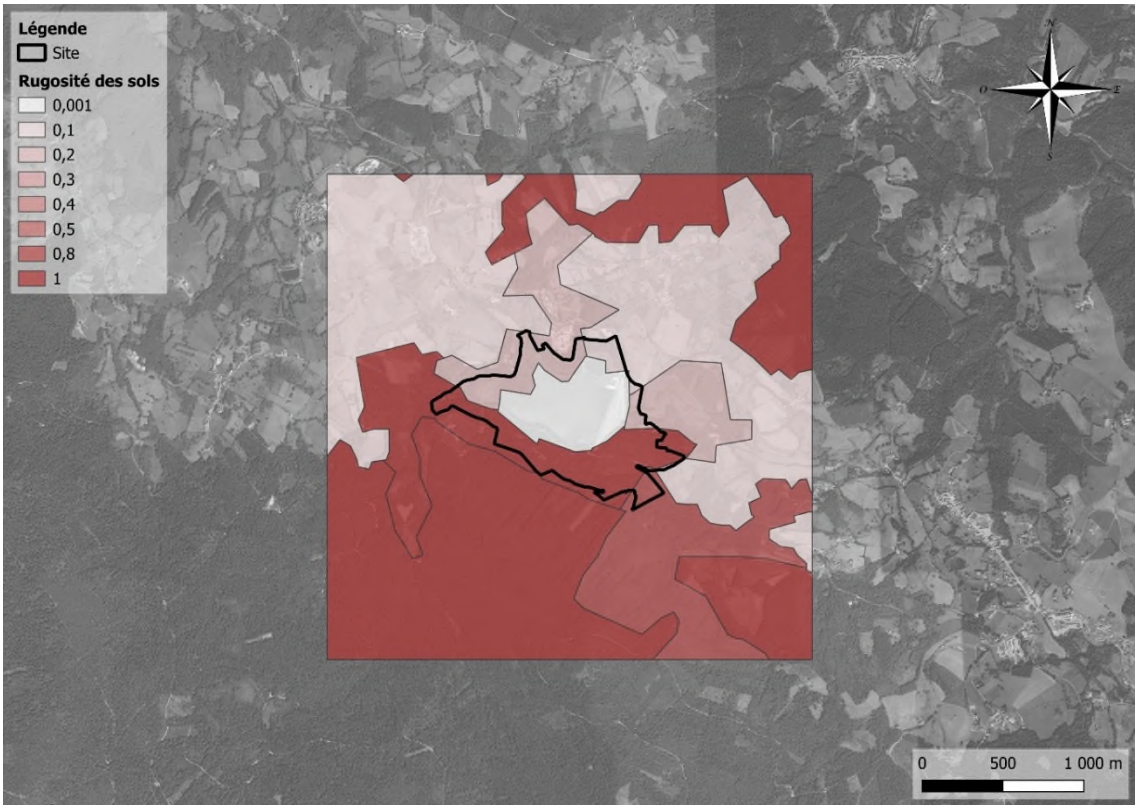


Figure 329 : Rugosité des sols sur le domaine d'étude

À ces diverses occupations des sols sont associées des hauteurs de rugosité. À titre d'exemple, sur le domaine d'étude, une hauteur de rugosité de 0,1 est appliquée à « Terres arables hors périmètre d'irrigation » et « Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole » ; une hauteur de de rugosité de 0,2 est associé aux « Systèmes culturaux et parcellaires complexes ». Enfin, une hauteur de rugosité de 0,8 est associée à un « tissu urbain discontinu » et à des « forêts de feuillus ».

Prise en compte des récepteurs

Les récepteurs pris en compte dans cette étude sont listés dans le tableau suivant. Il s'agit des zones habitées les plus proches des limites du site.

Tableau 143 : Récepteurs pris en compte dans la modélisation

ID	Nom de la structure	Distance et orientation par rapport au site d'étude	Coordonnées géographiques (Lambert 93)	
			X	Y
R1	Gîte « Au paradis du Loir », lieu-dit « Les Peux »	65 m à l'ouest du site	755227,483	6541380,156
R2	Lieu-dit « Belle Chasse »	215 m au nord du site	755499,877	6541684,197
R3	Riverains – Chemin de la Besbre	207 m à l'est du site	756534,634	6540707,649
R4	Lieu-dit « Le Moulin Thiennon »	297 m à l'est du site	756516,071	6540968,384
R5	Lieu-dit « Le Vernois »	363 m au nord-est du site	756221,083	6541707,510

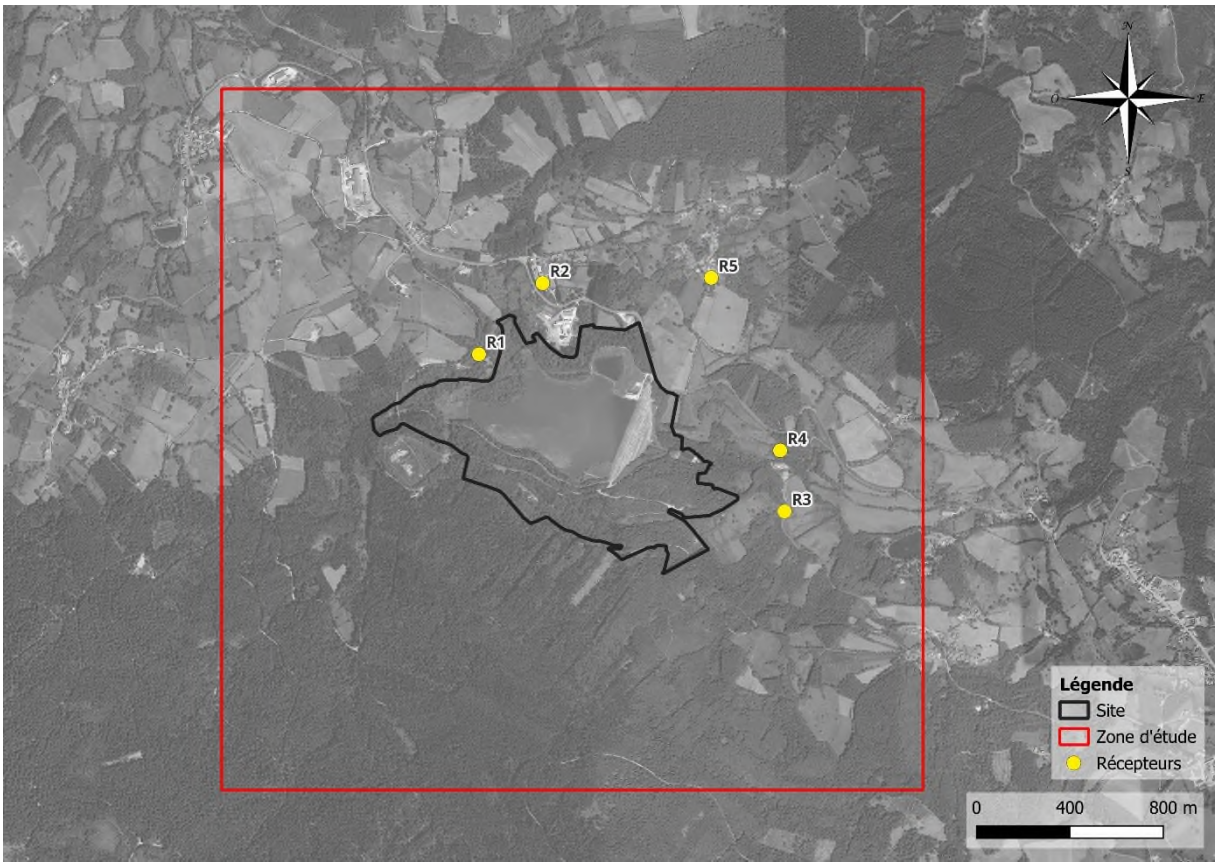


Figure 330 : Récepteurs pris en compte dans la modélisation

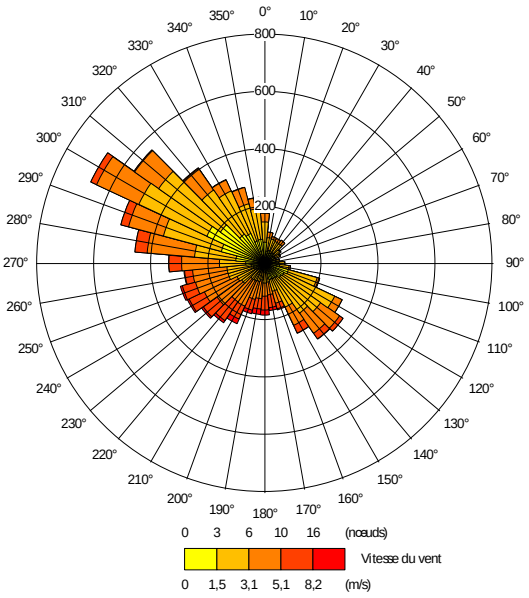
Données météorologiques

En raison de l'absence de station Météo France à proximité du site d'étude, les données météorologiques utilisées proviennent de données modélisées au droit du site par le modèle AROME sur l'année 2024.

Les variables météorologiques nécessaires sont la vitesse et direction du vent, la température et la nébulosité. La rose des vents renseignant sur la vitesse et direction du vent des 3 dernières années est présentée ci-après.

D'après les données modélisées, les vents dominants proviennent majoritairement du secteur nord-ouest.

Les composantes sud-est et sud-ouest sont également présentes mais en plus faible proportion.



3.1.2.3 Résultats des calculs de dispersion des poussières

Calculs de dispersion réalisés

Plusieurs calculs ont été réalisés pour estimer l'impact des travaux :

- La concentration moyenne en PM_{10} et $PM_{2.5}$
- Le nombre de jours de dépassement de la valeur limite journalière de 50 µg/m^3 pour les PM_{10}
- Le percentile 99.5

Résultats du domaine d'étude

La figure ci-dessous présente les concentrations moyennes annuelles en PM_{10} sur les durées des phases de travaux sur l'ensemble du domaine d'étude.



Figure 331 : Concentrations moyennes annuelles en PM_{10} sur l'ensemble du domaine d'étude

Les résultats montrent que l'impact des travaux sur les concentrations environnementales en PM_{10} est maitrisé. Les concentrations au niveau des riverains y compris les plus proches seront inférieures en moyenne annuelle à 5 µg/m^3.

Nous rappelons pour information que la valeur règlementaire française d'objectif de qualité de l'air pour les PM_{10} est de 30 µg/m^3 en moyenne annuelle et la valeur limite de 40 µg/m^3.

La figure ci-après présente les concentrations moyennes annuelles en $PM_{2.5}$ sur la durée des phases de travaux sur l'ensemble du domaine d'étude.

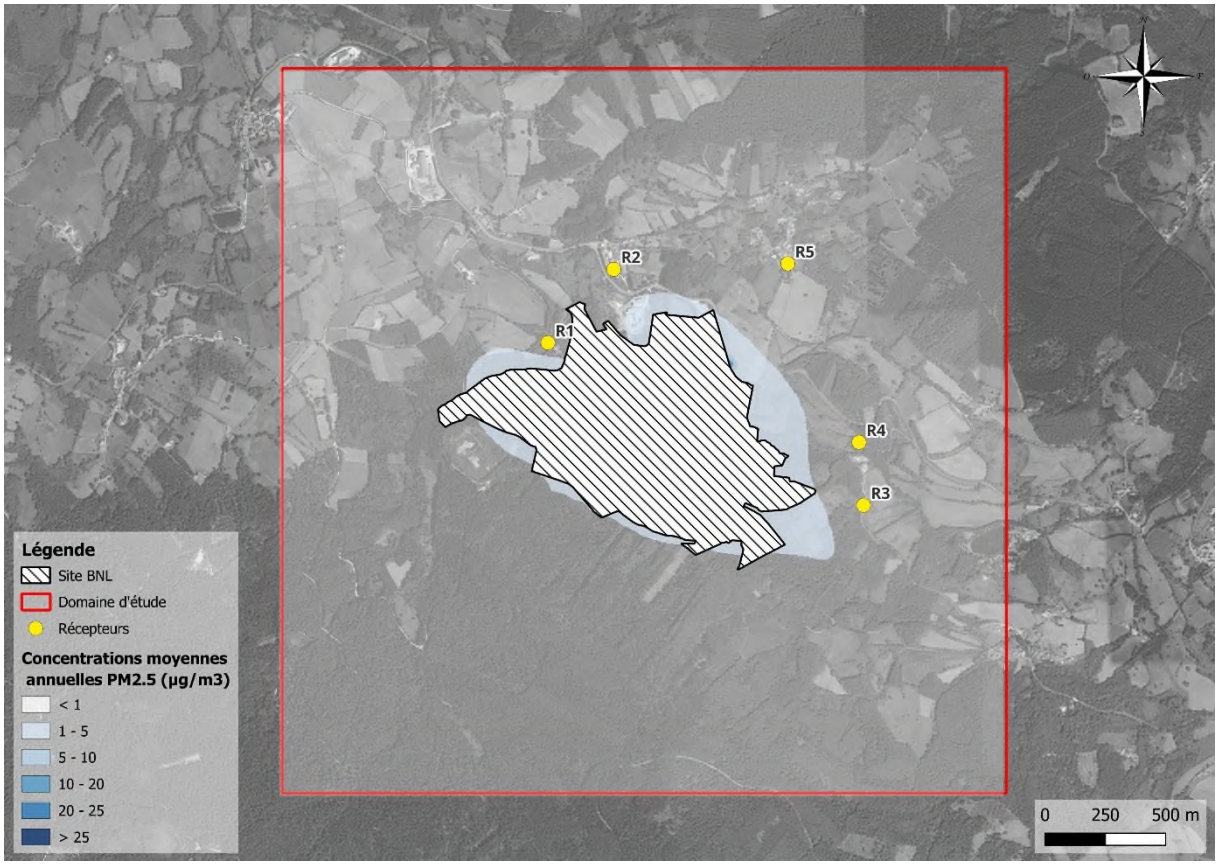


Figure 332 : Concentrations moyennes annuelles en $PM_{2.5}$ sur l'ensemble du domaine d'étude

Les résultats montrent que l'impact des travaux sur les concentrations environnementales en $PM_{2,5}$ est également maitrisé. Les concentrations au niveau des riverains y compris les plus proches seront inférieures en moyenne annuelle à 1 µg/m^3.

Nous rappelons pour information que l'objectif de qualité de l'air réglementaire pour les $PM_{2,5}$ est de 10 µg/m^3 en moyenne annuelle, la valeur limite de 25 µg/m^3 et la valeur cible de 20 µg/m^3 toujours en moyenne annuelle.

Résultats aux récepteurs

Afin de compléter ces observations, les tableaux ci-dessous détaillent les résultats obtenus au niveau des riverains les plus proches.

Ces résultats sont détaillés en moyenne annuelle et pour compléter l'interprétation en terme règlementaire, le nombre de jours de dépassement des valeurs journalières de 50 µg/m^3 a été calculé pour les PM_{10}.

Enfin, afin d'évaluer les concentrations les plus importantes auxquelles seront exposées les riverains, les P99,5 sur la moyenne journalière sont également détaillés.

Tableau 144 : Résultats des calculs de dispersion au niveau des récepteurs le plus proches

Sources	Concentration moyennes annuelles en PM_{10} et $PM_{2.5}$ (µg/m³)									
	R1		R2		R3		R4		R5	
	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$	PM_{10}	$PM_{2.5}$
Chantier	3,97	0,69	2,57	0,53	3,79	0,72	3,07	0,60	1,20	0,25
Sources	P 99,5 pour les PM_{10} et $PM_{2.5}$ (µg/m³)									
Chantier	49,3	3,7	36,0	3,7	33,6	3,6	32,2	3,1	11,9	1,6
Nombre de jours de dépassement de la valeur limite de 50 µg/m³ pour les PM_{10}										
Chantier	1	-	0	-	0	-	0	-	0	-

Les résultats aux récepteurs confirment que l'impact des travaux sur les concentrations environnementales en PM_{10} et $PM_{2,5}$ est maitrisé.

Sur les journées les plus défavorables en termes de conditions météorologiques, les concentrations peuvent très ponctuellement (0,5% du temps) être plus importantes et pour certains riverains être proches de la valeur limite en moyenne journalière pour les PM_{10} ou la dépasser pour un riverain (1 journée de dépassement par an pour le riverain R1 situé à proximité immédiate du site au Nord-Ouest de celui-ci). Toutefois, la valeur limite journalière en PM_{10} ne dépassera pas la valeur de 50 µg/m³ plus de 35 jours par an, ce qui est conforme à la réglementation.

Les résultats montrent que l'impact des travaux sur les concentrations environnementales en PM10 et $PM_{2,5}$ est maitrisé.

Risques sanitaires

Pour estimer les risques sanitaires en lien avec les travaux, des calculs de risques ont été réalisés.

Seules les $PM_{2,5}$ disposent d'une VTR. Toutefois, il n'existe pas de consensus ou de recommandations sur des niveaux acceptables de risque sanitaire lié à l'exposition aux particules de l'air ambiant. En effet, contrairement à de nombreuses substances chimiques pour lesquelles un niveau acceptable de risque de cancer de 10^{-4} à 10^{-6} est souvent utilisé dans l'élaboration de valeurs réglementaires, l'Anses n'a pas accompagné sa proposition de VTR par des valeurs de concentrations équivalentes à des niveaux acceptables d'excès de risque individuel (ERI).

Pour les effets sans seuil liés aux $PM_{2.5}$, le calcul de risque est présenté dans le tableau suivant pour le récepteur le plus impacté :

Tableau 145 : Excès de risque vie entière (ELR) pour la voie inhalation au niveau du récepteur le plus impacté

Substance	Concentration en R3	ERU (µg/m3)-1	ELR	
			R3 - Adulte	R3 - Enfant
$PM_{2.5}$	0,72	1,28E-02	3,95E-03	2,44E-04

Pour les particules de l'air ambiant, les concentrations les plus faibles observées en France sont associées à un niveau de risque de l'ordre de 10^{-3} pour le cancer du poumon et le petit poids de naissance, et de l'ordre de 10^{-2} pour l'asthme et les décès anticipés.

À titre indicatif, les niveaux des excès de risque vie entière de décès anticipé, correspondant à l'exposition à une concentration en PM2,5 équivalente aux valeurs guides et aux valeurs cibles intermédiaires recommandées par l'OMS, varient de $5{,}7.10^{-2}$ à $2{,}6.10^{-1}$. Le risque calculé dans le cadre de cette étude est inférieur aux risques équivalents à ces seuils.

Enfin le tableau suivant présente la comparaison des concentrations modélisées avec ces valeurs de gestion.

Tableau 146 : Comparaison aux valeurs guide

Concentration (µg/m³)	Concentration maximale (µg/m³)	Valeur OMS (µg/m³)	Ratio
PM10	3,97	15	0,26
PM2.5	0,72	5	0,14

L'ensemble de ces éléments permet de mettre en évidence que les concentrations environnementales modélisées en PM10 et PM2.5 liées aux seules émissions des travaux sont inférieures aux valeurs guide correspondantes, respectivement de 5 µg/m³ et 15 µg/m³.

Les résultats montrent que l'impact des travaux sur les risques sanitaires liées aux émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ lors des travaux est non significatif.

3.1.3 Mesures d'évitement et de réduction

Plusieurs dispositions seront mises en œuvre pendant le chantier afin d'éviter ou de limiter la production et la propagation de poussières :

- Les plateformes et les pistes seront stabilisées et empierrées, la route d'accès sera revêtue en enrobé.
- Les pistes seront arrosées en tant que de besoin, notamment en période sèche.

- La vitesse sera limitée à 20 km/h sur les pistes et à 30 km/h sur la route principale d'accès.
- Les boisements en périphérie du site seront conservés et constitueront des écrans vis-à-vis de l'extérieur.
- Un nettoyage de la plateforme de la base vie sera réalisé dès que nécessaire.

S'agissant du concassage, les émissions de poussières seront limitées du fait de la nature des roches (issues d'un substrat granitique et donc cristallisées) et du fait que la percussion se produit dans une partie fermée de l'installation. Néanmoins, un dispositif de brumisation pourra être disposé sur le concasseur, au droit de la trémie d'alimentation pour assurer la retombée des poussières in situ. Il sera mis en œuvre uniquement en cas de besoin, en sachant que les installations sont à l'abri des stocks de matériaux au nord et d'une ceinture boisée sur les autres secteurs et qu'il n'existe aucun riverain proche susceptible d'être impacté.

À l'issue du réaménagement, la production de poussières sera nulle à négligeable comme mentionné précédemment. La circulation sur site sera très limitée et les voies employées seront compactées (pistes) ou enrobée pour la route d'accès. La limite de vitesse sur les pistes (20 km/h) sera conservée.

Avant le début des travaux de réaménagement du site des Bois Noirs Limouzat, des mesures concernant l'empoussièrement au droit du site et dans les hameaux les plus proches seront réalisées ponctuellement. Pour cela, des jauges mesurant les retombées atmosphériques sur une période de 30 jours consécutifs (résultats exprimés en mg/m^2/jour) seront placées :

- sur le site : 2 stations
  - l'une au niveau de l'entrée du site actuelle ;
  - la seconde au niveau de la future plateforme à l'aplomb de la verse du Jot ;
- au niveau des habitations les plus proches du site : Les Peux, Cherblanc, Le Vernois et Moulin Thiennon (4 stations).

Ces dispositions seront maintenues pendant la période de chantier afin de vérifier l'empoussièrement et le comparer à l'état initial.

3.1.4 Incidences résiduelles sur la qualité de l'air

Compte-tenu des mesures mises en place sur le site, et du caractère temporaire des émissions de poussières (hors émission radiologique), le projet aura une incidence négligeable et temporaire sur la qualité de l'air.

3.1.5 Programme de suivi

Le tableau ci-après présente les stations de mesures envisagées pendant la phase travaux :

Catégories	Points de Prélèvement	Analyses réglementaires	Fréquence des analyses
Dosimètres de site et DTL **Sur Site**	**SITE 1** **SITE MCO** **SITE N GB**	EAP Radon 220 EAP Radon 222 EAVL (Poussières)	Mesures en continu avec relevés et analyses mensuels
		Débit de dose	Mesures en continu avec relevés et analyses trimestriels
Dosimètres de site et DTL **Dans l'environnement**	**MOULIN ST** **LA PRUGNE** (Milieu Naturel)	EAP Radon 220 EAP Radon 222 EAVL (Poussières)	Mesures en continu avec relevés et analyses mensuels
		Débit de dose	Mesures en continu avec relevés et analyses trimestriels
Dosimètres de site et Préleveurs EAS (6K) **Dans l'environnement**	**Les Peux** **Cherblanc** **Le Vernois** **Moulin Thiennon** **Saint-Priest-la-Prugne**	Alpha globale des poussières	Mesures en continu avec relevés et analyses hebdomadaires
		EAP Radon 220 EAP Radon 222 EAVL (Poussières)	Mesures en continu avec relevés et analyses mensuels

Tableau 147 : Suivi des poussières durant la phase de travaux

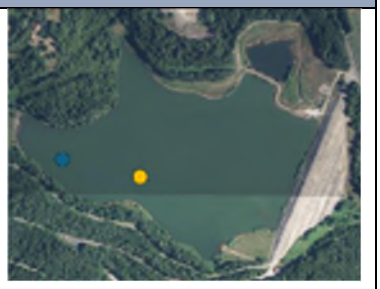
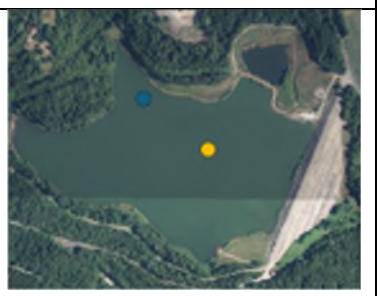
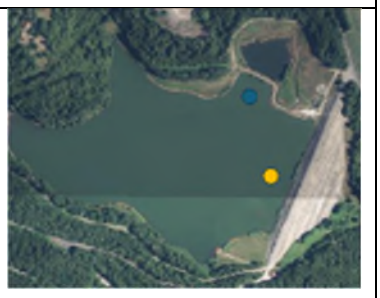
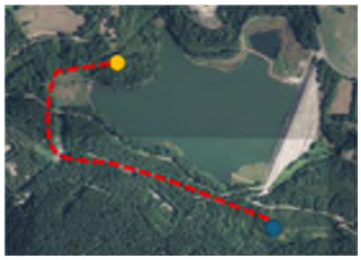
Le suivi des poussières radiologiques détaillé dans le plan de surveillance sera poursuivi après la fin des travaux de réaménagement.

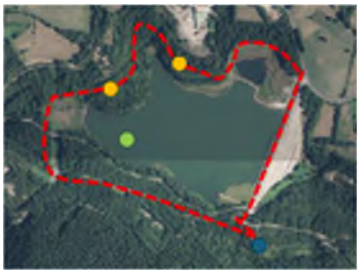
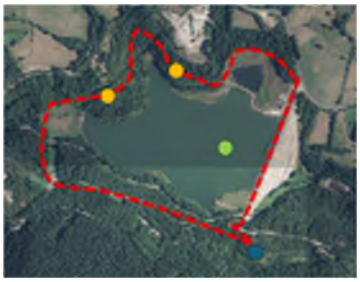
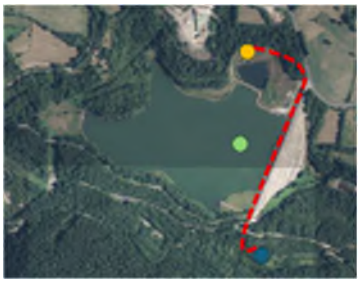
3.2 NIVEAUX SONORES

3.2.1 Sources de bruit

On prend comme hypothèse :

- Pour les phases de fonctionnement courant, les mêmes sources qu'actuellement (les activités n'étant pas amenées à augmenter),
- Pour les phases de terrassement, un niveau sonore moyen, produit par les activités les plus bruyantes réparties en fonction du phasage de travaux comme suit :

Phase de travaux	Engins	Localisation	Illustration
1-1 Modelage des résidus	1 drague aspiratrice ( )+ 1 pelle ( )	Berge sud-ouest du Grand Bassin	
1-2 Modelage des résidus	1 drague aspiratrice + 1 pelle	Berge nord-ouest du Grand Bassin + centre du plan d'eau	
1-3 Modelage des résidus	1 drague aspiratrice + 1 pelle	Berge nord-est du Grand Bassin + secteur de la digue	
2 Terrassements matériaux meubles ouest	1 pelle, 1 compacteur et 1 bouteur sur le stock ( ) 1 pelle sur extraction ( ) 4 tombereaux pour le transport	Stock de matériaux au sud-est Terrassement au nord-ouest Piste de liaison	

Phase de travaux	Engins	Localisation	Illustration
3-1 Terrassements matériaux rocheux ouest	1 pelle, 1 compacteur et 1 bouteur sur le stock( ) 1 pelle, 2 foreuses, 1 compacteur et 1 bouteur sur extraction ( ) 5 tombereaux et 2 trajets machines pour le transport ( )	Stock de matériaux au sud-est (au niveau de la verse du Jot) Terrassement au nord-ouest Piste de liaison	
3-2 Terrassements matériaux rocheux ouest	1 pelle, 1 compacteur et 1 bouteur sur le stock 1 pelle, 2 foreuses, 1 compacteur et 1 bouteur sur extraction 5 tombereaux et 2 trajets machines pour le transport	Stock de matériaux au sud-est Terrassement au nord-ouest et au nord Piste de liaison	
4- Terrassements matériaux meubles est	1 pelle, 1 compacteur et 1 bouteur sur le stock 1 pelle, 1 compacteur et 1 bouteur sur extraction 4 tombereaux pour le transport	Stock de matériaux au sud-est Terrassement au nord-est Piste de liaison	

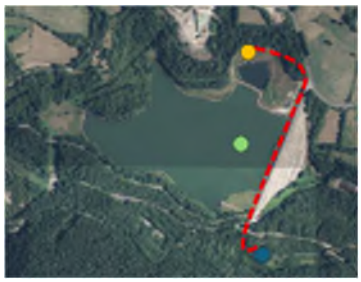
Phase de travaux	Engins	Localisation	Illustration
5- Terrassements matériaux rocheux est	1 pelle, 1 compacteur et 1 bouteur sur le stock ( ) 1 pelle, 2 foreuses, 1 compacteur et 1 bouteur sur extraction ( ) 5 tombereaux pour le transport	Stock de matériaux au sud-est Terrassement au nord-est Piste de liaison	
6-Concassage matériaux	1 concasseur + cribles chargeuse ( )	Stock de matériaux au sud-est	

Tableau 148 : Localisation et identification des principales sources de bruit en fonction des phases de travaux

3.2.2 Seuils réglementaires

L'arrêté du 23 janvier 1997 fixe les seuils réglementaires des bruits émis par les installations classées pour la protection de l'environnement. Il précise les valeurs de l'émergence pour le voisinage et le niveau de bruit à ne pas dépasser en limite de propriété.

Les émissions sonores émises par le site des BNL durant la phase de travaux puis postérieurement ne doivent pas être à l'origine, dans les zones à émergence réglementée, d'une émergence supérieure aux valeurs admissibles précisées dans le tableau ci-après.

Niveau de bruit ambiant existant dans les zones à émergence réglementée (incluant le bruit de l'installation)	Émergence admissible pour la période allant de 7h00 à 22h00, sauf dimanches et jours fériés	Émergence admissible pour la période allant de 22h00 à 7h00, ainsi que les dimanches et jours fériés
Supérieur à 35 et inférieur ou égal à 45 dB (A)	6 dB (A)	4 dB (A)
Supérieur à 45 dB (A)	5 dB (A)	3 dB (A)

Tableau 149 : Émergence sonore limite

Les niveaux limites de bruits LAeq à ne pas dépasser en limite de la zone d'exploitation autorisée sont :

Emplacement	Niveaux limites admissibles de bruit en dB(A) (jours ouvrables)	
	Jour (7h00 à 22h00)	Nuit (22h00 à 7h00)
En limite de propriété	70	60

Tableau 150 : Seuil maximal de niveaux sonores en limite de site

On appelle :

Émergence : la différence entre le niveau de bruit ambiant (établissement en fonctionnement) et le niveau de bruit résiduel (en l'absence de bruit généré par l'établissement) ;

Zones à émergence réglementée :

L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers, existant à la date de la déclaration, et leurs parties extérieures les plus proches (cour, jardin, terrasse) ;

Les zones constructibles définies par des documents d'urbanisme opposables aux tiers et publiés à la date de la déclaration ;

L'intérieur des immeubles habités ou occupés par des tiers qui ont été implantés après la date de la déclaration dans les zones constructibles définies ci-dessus, et leurs parties extérieures éventuelles les plus proches (cour, jardin, terrasse) à l'exclusion de celles des immeubles implantés dans les zones destinées à recevoir des activités artisanales ou industrielles.

Le bruit ambiant mesuré lors de la dernière campagne au mois de juin 2025, avec des niveaux de bruit comparables à ceux de l'étude antérieure menée par ARCADIS, au voisinage varie entre 43 dB(A) et 51 dB(A), en période diurne, en fonction de la distance des habitations aux principales sources de bruit, ces dernières étant généralement liées au passage de véhicules sur les routes et aux activités du voisinage.

Le contexte sonore est donc caractéristique d'un milieu rural influencé par la circulation sur la voirie locale et les activités locales sans que l'empreinte de l'installation ne soit perceptible auprès des plus proches habitations, ce qui est normal vu l'absence d'activité sur le site en dehors des opérations d'entretien courant.

3.2.3 Résultats et incidences liées au bruit

Il est à noter qu'au vu du faible niveau de bruit résiduel, des mesures d'évitement préliminaires ont été prises dès la pré-étude, ainsi il a été décidé :

- De ne pas mener de travaux en dehors de la période diurne,

- D'adapter le nombre d'engins travaillant sur site, quitte à augmenter la durée des travaux,
- De ne pas commencer les opérations de criblage-concassage des matériaux tant que le concasseur ne pourra pas être abrité à l'arrière d'un merlon suffisamment haut pour assurer une vraie protection phonique vis-à-vis du voisinage.

Les modélisations réalisées par GAMBA Acoustique donnent les résultats suivants au droit des habitations les plus proches pour la période diurne :

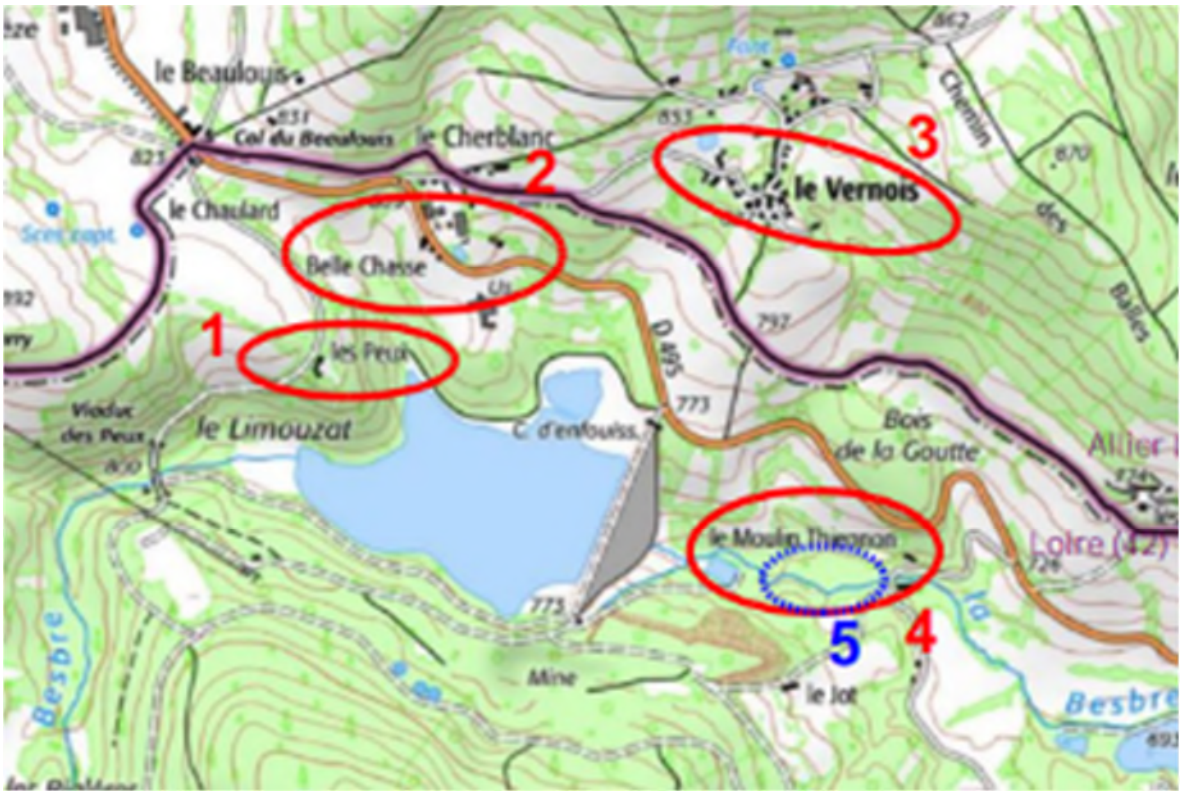


Figure 333 : Localisation des secteurs cibles (source : GAMBA)

Secteur / Phase	Les Peux		Belle Chasse		Le Vernois		Moulin Thiennon	
	Niveau ambiant	Émergence	Niveau ambiant	Émergence	Niveau ambiant	Émergence	Niveau ambiant	Émergence
1-1	54,5	11,5	51	0	50	0	45	0
1-2	44,5	1	51	0	50	0	45	0
1-3	47,5	4,5	53	2	51	1	45	0
2	49	5,5	52	1	51	1	46,5	1,5
3-1	52,5	9	56,5	5,5	52,5	2,5	46,5	1,5
3-2	51	7,5	56,5	5,5	52,5	2,5	46,5	1,5
4	48,5	5	54	3	52	2	47	2
5	48,5	5	54	3	51,5	1,5	47	2
6	43,5	0	51	0	50,5	0,5	45,5	0,5

Tableau 151 : Niveaux ambiants et émergences modélisées

On note ainsi que les émergences constatées au droit des plus proches riverains sont, sans mesures de protection complémentaires, conformes aux normes réglementaires pour le Vernois et Moulin Thiennon.

Pour le hameau de Belle Chasse la totalité de la phase 3 provoque des émergences en limite réglementaire voire légèrement supérieures.

Pour le secteur des Peux, les émergences pourraient en l'absence de mesures complémentaires provoquer des émergences au-delà des normes réglementaires.

Le projet aura des incidences temporaires sur le niveau sonore du secteur par rapport à la situation actuelle. Le niveau sonore variera selon l'étape du phasage du projet (nombre d'engins sur le site et emplacement de ces derniers). Selon le secteur en terrassement, le voisinage sera affecté différemment.

L'incidence brute liée aux nuisances sonores peut être considérée comme très forte.

3.2.4 Mesures d'évitement et de réduction

Comme indiqué précédemment 3 mesures préliminaires d'évitement ont été prises en compte :

- Aucun atelier ne sera mis en place dans la période 22 à 7h (et dans les faits de 19h à 7h), les niveaux de bruits résiduels étant trop faibles pour pouvoir réaliser des travaux sans provoquer d'émergence importante ;
- Une rationalisation des engins utilisés a été faite dans le dimensionnement du projet afin de limiter l'émergence du bruit des travaux. En effet, l'état sonore initial est bas dans le secteur rural du site et la position topographique du site est défavorable vis-à-vis des hameaux situés en surplomb. Ainsi, un équilibre a été recherché entre durée du chantier (moins le nombre d'engins est important, plus la durée du chantier augmente) et augmentation « acceptable » des niveaux sonores ;
- Les travaux de criblage-concassage se dérouleront à l'abri d'un merlon (constitué par les matériaux extraits sur le chantier de terrassement de la nouvelle Besbre) au niveau du stock sur la verse du Jot, de manière à limiter les émergences qui en l'absence d'un tel ouvrage auraient pu atteindre 8,5 dB(A) au niveau de Moulin Thiennon.

De plus, les mesures suivantes seront mises en œuvre durant la période de travaux :

- Les engins de chantier seront conformes à la réglementation en vigueur et seront régulièrement entretenus (précisons que l'entretien n'est pas réalisé sur le site),
- La vitesse de circulation sur les pistes et dans la zone en terrassement sera limitée comme actuellement, pour des raisons de sécurité des riverains et du personnel, mais aussi pour limiter les bruits liés aux moteurs et aux rebonds éventuels des camions partant à vide.
- Les voies d'accès et de sortie du site sont bitumées ou revêtues de concassé et maintenues en bon état afin d'éviter les vibrations des bennes vides.
- Les engins sont équipés d'avertisseurs de recul de type « cri du lynx », limitant les nuisances sonores pour le voisinage.
- Le recours aux explosifs sera réalisé de manière ponctuelle, les campagnes de minage étant réalisées à heure fixe pour éviter les effets de surprise, de plus chaque minage sera précédé d'un coup de corne, là encore pour éviter l'effet surprise.

- Des communications en amont des opérations bruyantes seront réalisées dans le voisinage et le planning des travaux sera rendu public en identifiant les jours et horaires de travaux très bruyant,

En fonction de ces mesures d'évitement et de réduction, l'incidence liée aux nuisances sonores peut être considérée comme faible à modéré pour les 3 secteurs situés au nord et à l'est mais restent forte à très forte pour le secteur des Peux.

3.2.5 Mesure de compensation

Au vu du niveau d'incidence au droit du hameau des Peux, il est nécessaire de proposer une mesure compensatoire.

Orano Mining a donc rencontré le propriétaire de la maison et des gîtes dès la phase amont de manière à l'informer de cette problématique et de lui proposer de louer les gîtes durant toute la durée du chantier. Un contrat de location sera ainsi établi dès réception de l'arrêté d'autorisation des travaux.

3.2.6 Programme de suivi

Le niveau d'émergence étant notable, Orano Mining a décidé de mettre en place un programme de suivi particulièrement développé sur cette thématique.

Dans le cadre de la surveillance renforcée mise en place un an avant le début des travaux, une campagne de mesure de 14 jours sera faite à chaque saison (4 sessions au total) sur les points de mesures définis pour la surveillance sonore du chantier en dehors du site (en plus d'un point de mesure en limite de site) soit :

Les Peux (point 1) Le Vernois (point 3).	

Les résultats de ce suivi seront transmis à l'Inspecteur des ICPE et aux riverains à l'occasion de la Commission de Suivi de Site. Ils permettront de vérifier les hypothèses prises dans l'étude d'impact et si besoin de réorienter ou compléter les mesures de réduction.

Des campagnes de mesures seront réalisées durant chacune des phases de l'aménagement (au plus près des riverains et en limite de site) de manière à suivre au plus près les incidences et vérifier que les émergences réglementaires sont respectées.

Un site internet spécifique sera ouvert durant toute la période du chantier de manière à informer les riverains et à leur permettre de signaler des incidents ou des niveaux sonores particulièrement élevés de manière à aménager le programme de travaux au plus proche des riverains. Ce site sera complété par une ligne téléphonique dédiée accessible en permanence pour laisser des témoignages éventuels.

3.3 VIBRATIONS

3.3.1 Incidences liées aux vibrations

Les ondes sismiques du secteur sont peu énergétiques (zone de sismicité 2 – faible). Les sources de vibrations proviendront dans une moindre mesure de la circulation des engins sur site mais ces derniers engendrent des émissions d'une intensité très faible. Ces vibrations ne peuvent pas être à l'origine de dégâts matériels au niveau d'habitations ou de bâtiments proches.

Les vibrations proviendront essentiellement des tirs réalisés sur le site pour la création du lit de la Besbre. Ces tirs auront lieu en journée sur des tranches horaires de 8 à 19 h.

Dans un premier temps une campagne d'essais a été menée par la société IDTEC pour vérifier quelles pourraient être les incidences du chantier sur les ouvrages du site mais également sur les ouvrages et bâtiments extérieurs qui ont été équipés de capteurs dont la localisation est précisée sur la carte ci-après :

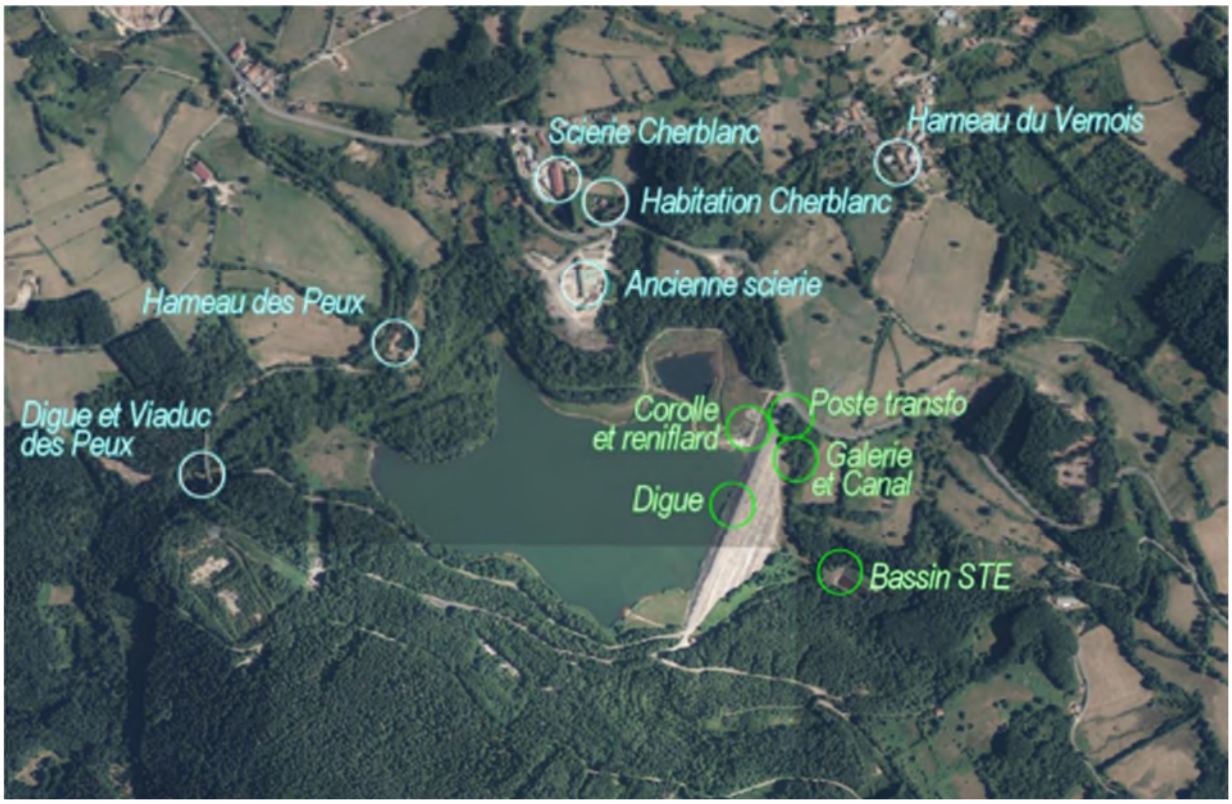


Figure 334 : Localisation des sites instrumentés (source : IDTEC)

Structure	Capteur	Enreg.	Vbrutes (mm/s)	V30max (mm/s)	V15max (mm/s)	V94max (mm/s)	Fd Fréquence dominante	Fréquences (Fb 25)
Digue des Peux	Digue des Peux	D1 – T3 Qi = 8.33kg	0.71	0.23	0.14	0.40	12.4Hz – 88.5Hz	0.8Hz – 14.1Hz
Viaduc des Peux.	Viaduc Bas	D1- T1 Qi = 6.25kg	0.36	0.35	0.28	0.36	10.7Hz – 16.0Hz	8.0Hz – 14.8Hz
	Viaduc Haut	D1- T1 Qi = 6.25kg	1.07	1.01	0.70	1.07	5.4Hz – 14.9Hz	5.2Hz – 10.5Hz
Hameau des Peux	Maison	D1 – T3 Qi = 8.33kg	3.74	3.19	1.86	3.57	13.4Hz – 15.5Hz	11.5Hz – 14.1Hz
	Grange	D1 – T3 Qi = 8.33kg	4.98	4.63	2.70	5.10	13.4Hz – 18.3Hz	12.2Hz – 13.7Hz
Ancienne Scierie	Anc. Scierie	D3 – T2 Qi = 12.5kg	5.62	2.88	2.02 (1)	4.02	7.5Hz – 8.3Hz	6.0Hz – 7.2Hz
Habitation Cherblanc	Hab. Cherblanc	D3 – T2 Qi = 12.5kg	1.95	1.08 (2)	0.78 (2)	1.43	7.5Hz – 30.8Hz	6.5Hz – 8.4Hz
Scierie Cherblanc	Scierie Cherblanc	D3 – T2 Qi = 12.5kg	1.03	0.88	0.80	0.93	8.2Hz – 19.3Hz	7.5Hz – 8.4Hz
Hameau du Vernois	Maison	D4 – T1 Qi = 6.25kg	1.14	0.40 (3)	0.29 (3)	0.66	11.2Hz – 52.1Hz	7.5Hz – 45.5Hz
	Grange	D3 – T3 Qi = 14.58kg	1.74	1.66	1.27	1.72	10.4Hz – 19.9Hz	6.6Hz – 18.0Hz

(1) *Max V15 atteint pour le tir D3 – T3*
(2) *Max V30 et V15 atteints pour le tir D3 – T3*
(3) *Max V30 et V15 atteints pour le tir D3 – T3*

Structure	Capteur	Enreg.	Vbrutes (mm/s)	V30max (mm/s)	V15max (mm/s)	V94max (mm/s)	Fd Fréquence dominante	Fréquences (Fb 25)
Poste transformateur	Poste transfo	D3 – T3 Qi = 14.58kg	3.55	3.51	3.31	3.59	8.2Hz – 12.1Hz	6.7Hz – 7.1Hz
Prise d'eau Évacuateur de crue	Corolle	D4 – T1 Qi = 6.25kg	2.82	2.00	1.60 (1)	2.52	14.0Hz – 15.3Hz	8.8Hz – 12.7Hz
Reniflard prise d'eau Évacuateur de crue	Reniflard	D4 – T1 Qi = 6.25kg	1.55	1.01 (2)	0.87 (2)	1.22	5.5Hz – 43.5Hz	5.2Hz – 5.6Hz
Galerie de l'évacuateur de crue	Galerie	D4 – T1 Qi = 6.25kg	1.48	0.61	0.45 (3)	1.00	10.3Hz – 50.9Hz	8.7Hz – 15.6Hz
Canal aval de l'évacuateur de crue	Canal	D4 – T1 Qi = 6.25kg	1.17	0.51 (4)	0.40 (4)	0.76	10.1Hz – 41.9Hz	8.3Hz – 9.2Hz
Station de traitement des eaux minières	Bassin STE	D3 – T3 Qi = 14.58kg	0.40	0.36	0.26	0.39	8.4Hz – 9.6Hz	6.3Hz – 9.0Hz
Digue	Digue 1	D3 – T3 Qi = 14.58kg	2.10	2.05	1.88	2.08	8.8Hz – 9.2Hz	4.9Hz – 7.0Hz
	Digue 2	D2 – T3 Qi = 18.75kg	1.30	1.20	0.79	1.29	5.9Hz – 16.2Hz	5.5Hz – 8.1Hz

(1) *Max V15 atteint pour le tir D3 – T2*
(2) *Max V30 et V15 atteints pour le tir D3 – T3*
(3) *Max V15 atteint pour le tir D3 – T2*
(4) *Max V30 et V15 atteints pour le tir D3 – T2*

Tableau 152 : Résultats des essais de tirs

3.3.2 Mesures d'évitement et de réduction

De manière à limiter toute incidence sur les ouvrages et bâtiments il a été décidé de fixer les seuils limites suivants[40] :

- Digue de Peux : 20 mm/s pour un signal filtré à 30Hz (passe-bas 30Hz/6dB),
- Viaduc des Peux : 15 mm/s pour un signal filtré à 30Hz (passe-bas 30Hz/6dB),
- Maisons habitation : 8 mm/s pour un signal filtré à 30Hz (passe-bas 30Hz/6dB),
- Bâtiments industriels : 12 mm/s pour un signal filtré à 30Hz (passe-bas 30Hz/6dB),
- Poste transformateur : 5 mm/s pour un signal filtré à 30Hz (passe-bas 30Hz/6dB),
- Ouvrages en béton évacuateur de crue : 25 mm/s pour un signal filtré à 30Hz (passe-bas 30Hz/6dB),
- Ouvrages en terre (dont barrage) : 30 mm/s pour un signal filtré à 30Hz (passe-bas 30Hz/6dB).

[40] Seuils utilisés généralement pour les ouvrages dans les chantiers de terrassement à l'explosif et repris notamment par SNCF Réseau dans son document « IN 1226 »

Ces seuils serviront à caler la charge instantanée maximale de chaque tir. Cette charge est le paramètre entrant permettant de déduire les vibrations prévisionnelles par l'utilisation de la « Loi de Chapot » en rapport avec un coefficient de massif lié à sa fracturation. Ce coefficient a été initialement calé lors de l'étude des tirs expérimentaux et servira pour les premiers tirs de travaux puis sera affiné au fur et à mesure des mesures et contrôles des tirs.

L'incidence liée aux vibrations peut, en fonction de ces mesures de prévention, être considérée comme faible.

3.3.3 Programme de suivi

Quand les tirs de mines se feront à proximité d'un ouvrage, il sera effectué un contrôle sismique du tir. Les ouvrages sensibles seront équipés de géophones qui mesureront la vibration particulaire dans les trois directions X, Y, Z.

3.4 ÉMISSIONS LUMINEUSES

3.4.1 Incidences liées aux émissions lumineuses

Le site des BNL n'est actuellement à l'origine d'aucune émission lumineuse.

La mise en œuvre du chantier, compte tenu des horaires de travail compris entre 7h00 et 18h00, va générer des émissions lumineuses en provenance des phares des engins et des camions qui circulent sur le site. Ces émissions seront limitées aux périodes de début et de fin de journée, hors période estivale, ainsi qu'en cas de visibilité réduite (brouillard).

Cette situation ne concernera que la période de travaux et sera donc temporaire. À l'issue du réaménagement, les émissions seront les mêmes qu'actuellement : la surveillance du site ne génère pas de lumière.

De plus, la situation encaissée des travaux limitera fortement la diffusion lumineuse en provenance des engins.

Le projet de réaménagement du site des BNL n'engendrera qu'une incidence faible et temporaire sur l'ambiance lumineuse du secteur.

3.4.2 Mesures d'évitement et de réduction

Le secteur boisé et le relief alentour participent à limiter les émissions lumineuses dans le voisinage. De plus, les émissions seront limitées et aucune activité n'aura lieu en période nocturne. Ainsi, aucune mesure particulière n'est à mettre en place vis-à-vis de cette thématique.

3.5 RESEAUX

3.5.1 Incidences sur les réseaux

Certains réseaux électriques recoupent le périmètre du projet ou passent à proximité de ce dernier et pourraient donc être impactés par le projet, d'autant plus qu'un poste source de distribution est situé à proximité de l'emplacement de l'ancienne usine de traitement du minerai d'uranium, au sud-ouest du site. Ces incidences ne concerneront que la phase de travaux.

Les lignes susceptibles d'interagir avec le projet de réaménagement sont situées dans la partie ouest et nord du site. Ces lignes, initialement aériennes, ont été enterrées et leur tracé est connu. Orano Mining est rentré en contact avec le gestionnaire du réseau afin de déplacer les lignes en dehors de l'emprise des travaux. Un dossier sera déposé préalablement aux travaux pour faire déplacer les lignes présentes sur site.

Aucun réseau humide n'est présent dans le périmètre du site.

3.5.2 Mesures d'évitement et de réduction

Les travaux feront l'objet de Déclarations d'Intention de Commencement de Travaux (D.I.C.T) auprès des gestionnaires de réseaux concernés.

Un dossier de demande de déplacement de la ligne électrique sera fait au gestionnaire du réseau.

3.5.3 Incidences résiduelles sur les réseaux

Étant donné les mesures qui seront mises en place, une fois la ligne électrique déplacée le projet aura une incidence résiduelle négligeable sur les réseaux.

3.6 TRAFIC ET ACCES AU SITE

3.6.1 Incidences liées au trafic routier et à l'accès au site

3.6.1.1 En phase chantier

La phase de travaux entrainera la circulation de poids-lourds et d'engins qui n'emprunteront la voirie publique que pour entrer et sortir du site au commencement et à la fin du chantier, ou effectuer des livraisons durant le chantier de matériels nécessaires à l'exécution des travaux (tuyaux, regards, bentonite, etc.). En dehors de ces moments, le matériel roulant évoluera à l'intérieur du site.

Le recours à des convois exceptionnels n'est pas exclu pour les besoins du chantier (engins de levage, barge, drague –aspiratrice notamment).

La route d'accès au site, s'agissant d'une route départementale, est adaptée à la circulation de ces convois. Aucune disposition, de type réduction de voie ou déviation, n'est requise au droit de la RD 495 pour l'établissement du chantier.

3.6.1.2 En phase post-travaux

À l'issue du réaménagement, le trafic routier sera le même qu'actuellement, lié à la présence ponctuelle d'un véhicule pour la surveillance et le maintien de la sécurité du site, ainsi qu'à la livraison de la zéolithe et des réactifs pour les besoins du traitement des eaux.

Des opérations ponctuelles peuvent également être réalisées concernant des travaux de plus grandes ampleurs, nécessitant la mobilisation d'engins de travaux publics type pelles mécaniques.

Le point d'accès au site restera le même mais la voirie interne aura été modifiée.

Le réaménagement du site des BNL aura une incidence sur le trafic routier négligeable.

3.6.2 Mesures d'évitement et de réduction

La principale mesure intégrée au projet correspond au réemploi des matériaux de déblais de la nouvelle Besbre pour la couverture solide des résidus. Ainsi les terres, arènes granitiques et blocs extraits au niveau du creusement du nouveau lit de la Besbre seront acheminés par tombereaux soit vers la verse du Jot où elles seront stockées soit vers la couverture des résidus de traitement miniers. Les seuls apports externes correspondront aux besoins en zéolithes et en bentonite ou en matériels nécessaires au chantier.

L'accès au site est satisfaisant et ne présente pas de contrainte. Aucune mesure particulière vis-à-vis de l'accès au site n'est à mettre en place.

Une mesure sécuritaire sera mise en œuvre sur la route départementale : des panneaux réglementaires seront apposés pour annoncer la sortie de camions.

3.6.3 Incidences résiduelles sur le trafic et l'accès au site

Étant donné les mesures qui seront mises en place dans le cadre du réaménagement, et considérant le caractère temporaire du trafic routier attendu sur le site, le projet aura une incidence résiduelle négligeable sur le trafic routier et l'accès au site.

3.7 SANTE, SALUBRITE

3.7.1 Préambule

La partie suivante est réalisée conformément à la Circulaire du 9 août 2013 relative à la démarche de prévention et de gestion des risques sanitaires des installations classées (conformément à son arrêté préfectoral n°271-DDPP-22 du 28 juin 2022).

Le cadre méthodologique choisi comme structure de référence est celui des guides suivants :

- Le guide méthodologique INERIS de septembre 2021 sur la démarche intégrée pour l'évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires,
- Le guide méthodologique INERIS de juillet 2003 sur l'évaluation des risques sanitaires qui définit les principes généraux de l'évaluation des risques sanitaires,
- Le guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact – février 2000 de l'INVS.

Le cadre méthodologique choisi précise que l'évaluation des risques sanitaires concerne l'impact des rejets atmosphériques (canalisés et diffus) et aqueux de l'installation classée sur l'homme (uniquement les rejets directs), exposé directement ou indirectement après transferts via les milieux environnementaux (air, sols, eaux superficielles et/ou souterraines et/ou chaîne alimentaire …).

Au regard des thèmes développés dans la partie « État initial du site », les travaux prévus et le site dans sa configuration réaménagée engendreront des effluents aqueux directs dans le milieu naturel ainsi que des poussières en phase travaux uniquement.

Les impacts radiologiques du projet ont été analysés par la société ALGADE et les conclusions sont intégrées dans la présente évaluation.

Il s'agit donc d'étudier les risques chroniques de nature physico-chimique liés à une exposition à long terme des populations riveraines aux rejets aqueux du site, ainsi que les émissions radiologiques chroniques. Les populations sont positionnées hors périmètre du site et dans le domaine d'étude, appelé aussi zone d'étude.

Enfin, pour rappel, pour réaliser l'étude des risques sanitaires, le guide recommandé intitulé « *Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées* ; référencé : Deuxième édition de l'INERIS de Septembre 2021 » a été utilisé.

Et, dans ce guide, il est précisément noté en page 76 que « ***l'évaluation des risques attribuables à une seule installation ne permet pas de caractériser le risque global encouru par les populations du fait de l'ensemble des sources de pollution. Cette question, aussi légitime soit-elle, ne fait pas partie des objectifs de l'étude d'impact d'une ICPE. En effet, l'objectif de l'étude d'impact est d'évaluer les risques attribuables à un projet, et non pas le risque total encouru par les populations autour de l'installation*** ». Compte tenu de ces éléments, le bruit de fond de la zone d'étude ne sera pas pris en compte dans la présente étude.

3.7.2 Évaluation des émissions de l'installation

3.7.2.1 Synthèse des flux

Le tableau ci-dessous présente l'inventaire des sources potentielles d'émissions en situation future, pendant et après réalisation des travaux de réaménagement.

L'impact résiduel est défini de façon qualitative (nul, négligeable, très faible, faible, modéré, important).

- *Tableau 153 : Sources de rejets – Phase Travaux*

Milieu physique	Émissions	Mode de traitement et de gestion	Mode de fonctionnement	Impact résiduel
Eaux de surface Eaux souterraines Sol/sous-sol	Eaux exhaures minières et drains barrage (TBO2 – rejet 1)	Station de traitement physico-chimique Rejet au milieu naturel (Besbre)	Normal, continu	Faible
	Eaux Grand Bassin (GBZ2 – rejet 2)	Bassin Zéolithes Rejet au milieu naturel (Besbre)	Normal, intermittent	Faible
	Eaux du drain n°6, localisé à mi-pente, en rive gauche et en aval de la digue (DRD6)	Rejet au milieu naturel (Besbre)	Normal, continu	Négligeable
	Eaux de lavage/nettoyage	Aire de lavage avec débourbeur/déshuileur Rejet au milieu naturel (Besbre)	Ponctuel, en phase travaux	Négligeable
	Eaux pluviales de voirie / stationnement	Débourbeur/déshuileur Rejet au milieu naturel (Besbre)	Ponctuel, en période de pluie	Négligeable
	Eaux usées base vie chantier	Assainissement autonome et rejet vers le point existant niveau bâtiment STE Rejet au milieu naturel (Besbre)	Ponctuel, en phase travaux	Négligeable
	Eaux pluviales aire station-carburant	Aire sur rétention	Ponctuel, en phase travaux	Négligeable

Milieu physique	Émissions	Mode de traitement et de gestion	Mode de fonctionnement	Impact résiduel
Air	Émissions radiologiques	Lame d'eau Grand Bassin puis matériaux de couverture Émissions diffuses dans l'air	Normal, continu	Faible Voir §3.3.4 sur les dangers de nature radiologique qui s'appuie sur l'étude réalisée par la société ALGADE
	Poussières liées aux travaux de terrassement, aux mouvements de matériaux et à la circulation des engins sur le chantier Volume des travaux estimé à 1,4 MTonnes sur une période de 5 ans	Émissions diffuses dans l'air Arrosage des zones d'excavation en période sèche	Ponctuel, en phase travaux	Négligeable (1)
	Gaz d'échappement des engins de chantier	Émissions diffuses dans l'air	Ponctuel, en phase travaux	Négligeable

(1) Les émissions diffuses de poussières provenant de travaux d'excavation sont considérées comme négligeables e termes de risques sanitaires en raison de la taille du chantier.

En effet, l'étude « Émissions de poussières des carrières dans l'air » (ADEME, Avril 2018), établit un bilan à partir du retour d'expérience sur un panel de carrières, dont voici quelques enseignements :

- Le champ proche pour une carrière isolée d'une capacité annuelle de 0,35 Mt (capacité comparable à celle des travaux d'excavation projetés 1,4 Mt/an pendant 5 ans étant équivalent à 0,28 t/an de matériaux excavés) est de 400 à 600 mètres ;
- L'influence sur les concentrations de PM2,5 est non visible ; elle est uniquement « décelable par la chimie » des particules fines et sur des prélèvements intégrés sur une semaine ;
- dans la fraction PM10, l'influence des carrières en champ proche est visible à la fois sur les mesures en ligne (quart horaire) et sur les mesures intégrées (hebdomadaires) de chimie indépendamment des saisons avec des contributions qui

évoluent dans l'intervalle + 0,9 à 11,15 µg/m^3 avec des pointes estivales liées aux envols pouvant en représenter des pics de concentration importants (+ 57% sur une semaine).

Les concentrations dans l'air induites par les émissions de poussières PM10 provenant des travaux d'excavation sont ainsi au maximum de 11,15 µg/m^3, ce qui **représente 27,8 % de la valeur limite pour la protection de la santé humaine** fixée à l'article R.221-1 du Code de l'Environnement de 40 µg/m³ en moyenne annuelle civile. Le volume des travaux d'excavation de 1,39 Mm^3/an pendant 5 ans, n'est pas de nature à entrainer un niveau de qualité de l'air inacceptable en termes de poussières (PM10 ou PM2,5).

ORANO Mining a missionné un bureau d'études spécialisé pour réaliser une modélisation de la dispersion atmosphérique des poussières afin de confirmer l'absence d'impact notable sur la qualité de l'air dans l'environnement du site pendant la phase de travaux. Les résultats sont présentés dans le chapitre *3.1.2 - Impact des travaux de réaménagement sur la qualité de l'air*.

Tableau 154 : Sources de rejets – Phase Exploitation – Site réaménagé

Milieu physique	Émissions	Mode de traitement et de gestion	Mode de fonctionnement	Impact résiduel
Eaux de surface Eaux souterraines Sol/sous-sol	Eaux d'exhaure minières, drains digue, eaux tranchées drainantes, lixiviats alvéole et eaux de drainage sous casier alvéole (TBO2 « futur »)	Bassin zéolithe (pour les eaux des tranchées drainantes) Station de traitement physico-chimique (pour l'ensemble des eaux) Rejet au milieu naturel (Besbre)	Normal	Faible
	Eaux pluviales de voirie	Débourbeur/déshuileur Rejet au milieu Naturel (Besbre)	Ponctuel, fonction de la pluviométrie et peu de circulation de véhicules sur le site	Négligeable
	Eaux de surverse de la zone humide	Rejet au milieu Naturel (Besbre)	Normal	Négligeable

Milieu physique	Émissions	Mode de traitement et de gestion	Mode de fonctionnement	Impact résiduel
Air	Émissions radiologiques	Dôme solide Émissions diffuses dans l'air	Normal	Négligeable Voir §3.3.4 sur les dangers de nature radiologique qui s'appuie sur l'étude réalisée par la société ALGADE
	Poussières à la circulation des véhicules sur le site	Émissions diffuses dans l'air	Ponctuel (pas de présence permanente sur le site)	Négligeable
	Gaz d'échappement des véhicules circulant sur le site	Émissions diffuses dans l'air	Ponctuel (pas de présence permanente sur le site)	Négligeable

3.7.2.2 Description des sources et des substances émises

Le tableau suivant présente les différentes sources de rejet du projet susceptibles d'avoir un impact faible sur l'environnement et la santé :

Tableau 155 : Description des sources

Milieu récepteur	Origine des émissions	Type de source	Débit du rejet	Substances émises	Incidence potentielle ?
Eaux de surface Eaux souterraines Sol et sous-sol (phase travaux)	TBO2 – exhaures minières et drains barrage (rejet 1)	Canalisée	2 390,8 m^3/j	Ra_{226} soluble/insoluble, U soluble/insoluble, MES, Baryum, Aluminium, Cuivre, Zinc, Arsenic, Fer et Sulfates	**OUI**
	GBZ2 – rejet après bassin Zéolithes *(Grand Bassin et évacuateur de crue)* (rejet 2)	Canalisée	Variable de 7 000 m^3/J à 384 m^3/j		**OUI**

Milieu récepteur	Origine des émissions	Type de source	Débit du rejet	Substances émises	Incidence potentielle ?
Eaux de surface Eaux souterraines Sol et sous-sol (Post réaménagement)	TBO2 « futur » – exhaures minières, drains digue, eaux tranchées drainantes et lixiviats & eaux de drainage sous casier de l'alvéole	Canalisée	2 774,8 m^3/j		**OUI**
Air (Phase Travaux)	Poussières liées aux travaux de terrassement, aux mouvements de matériaux et à la circulation des engins sur le chantier	Diffuse	N/A**	Poussières	**NON** **(**)**
Air (Post réaménagement)	Stockage de résidus miniers marqués radiologiquement	Diffuse	N/A**	EAP $Radon_{220}$, EAP Ra_{222}, EAVL (poussières), débit de dose	**OUI** **Traité par la société ALGADE**

** ND = Non Déterminé - ** N/A = Non Applicable*

*** = Émissions négligeables d'après la synthèse des flux au §3.3.1 et le maitrisées par la mise en place d'un contrôle des dépôts dans l'environnement au voisinage du site et arrosage des voies et zones de travaux d'excavation. Les conditions météorologiques avec des vents faibles (< 1 m/s importants et des vents dominants dans le sens de la vallée (nord-ouest/sud-est) sont peu favorables à la dispersion des poussières, qui va préférentiellement vers des zones peu habitées.*

En conclusion, les débits rejetés sont substantiellement variables entre la phase travaux (notamment phase d'abaissement du niveau du Grand Bassin) et la phase post-réaménagement.

Comme les concentrations en polluants rejetés resteront inchangées grâce à un système de traitement des effluents qui maitrise les teneurs en dessous des valeurs limites règlementaires, les flux rejetés les plus importants correspondront à la phase de travaux et seront retenus dans une approche majorante.

Les flux de polluants dans les rejets aqueux seront évalués à partir d'un débit de rejet équivalent à celui pendant les travaux en approche majorante (surestimation du risque), et sur la base de concentrations en polluants majorées par les valeurs limites règlementaires.

Le plan suivant présente la localisation de ces rejets :

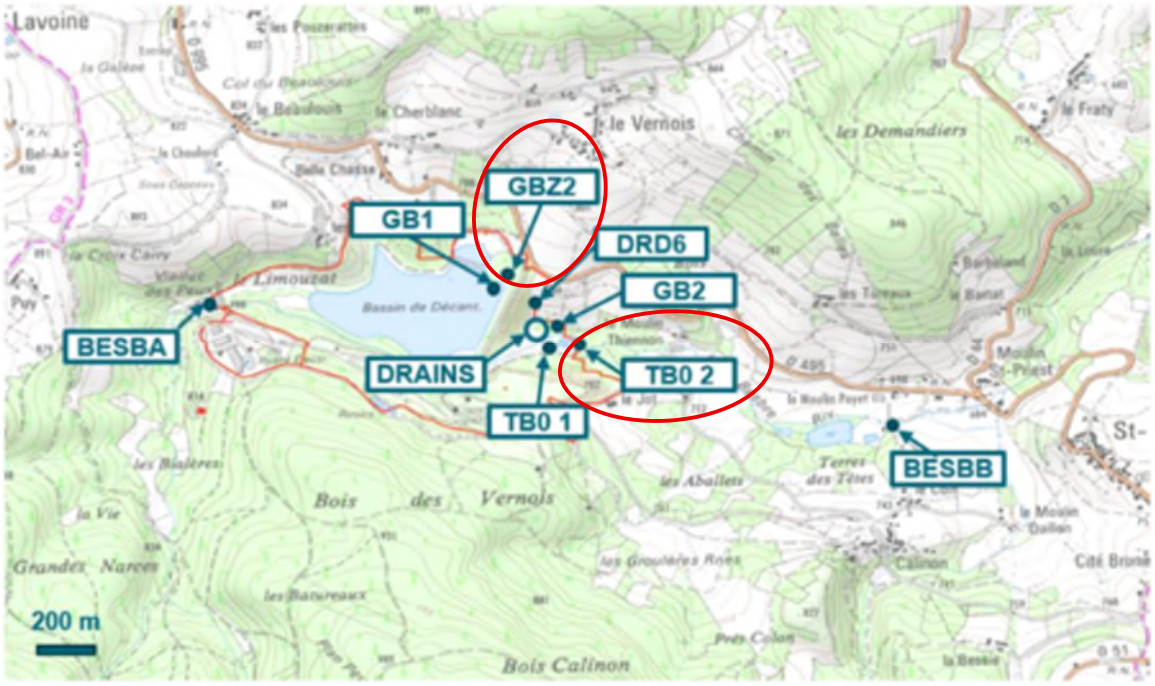


Figure 335 : Localisation des sources de rejets aqueux (source ORANO – Bilan annuel 2023) – phase travaux

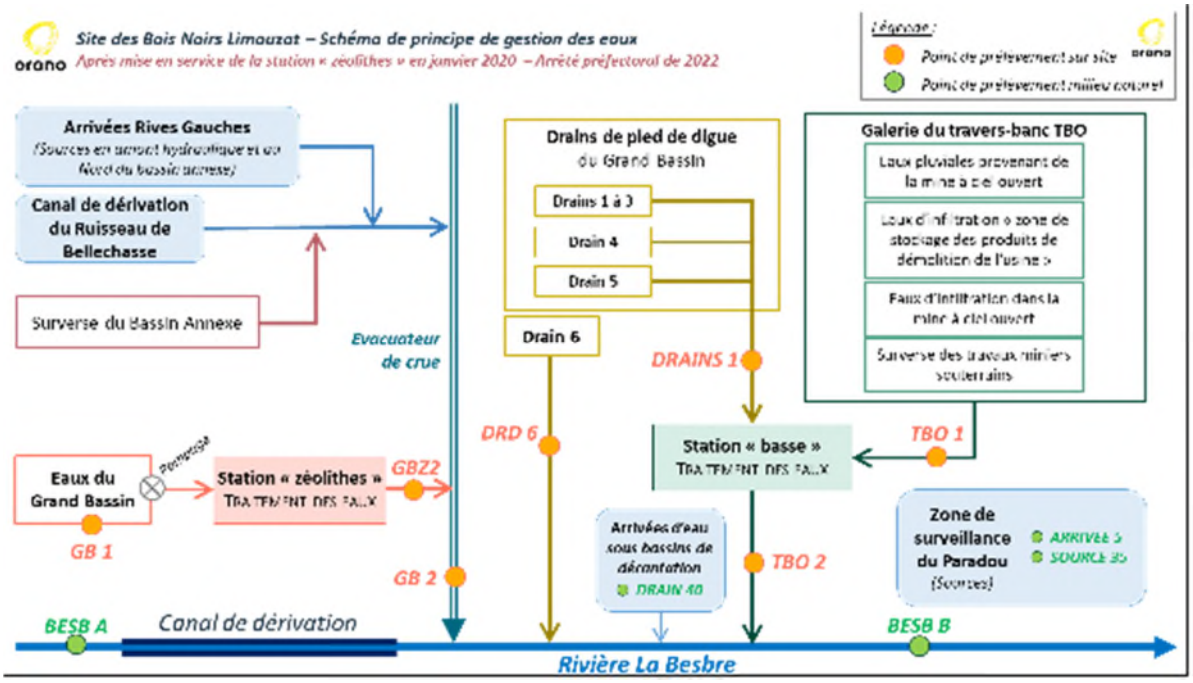


Figure 336 : Schéma de principe de gestion actuelle des eaux du site des BNL (source ORANO – « Proposition de surveillance du site pendant les différentes phases des travaux de réaménagement et post-réaménagement »)

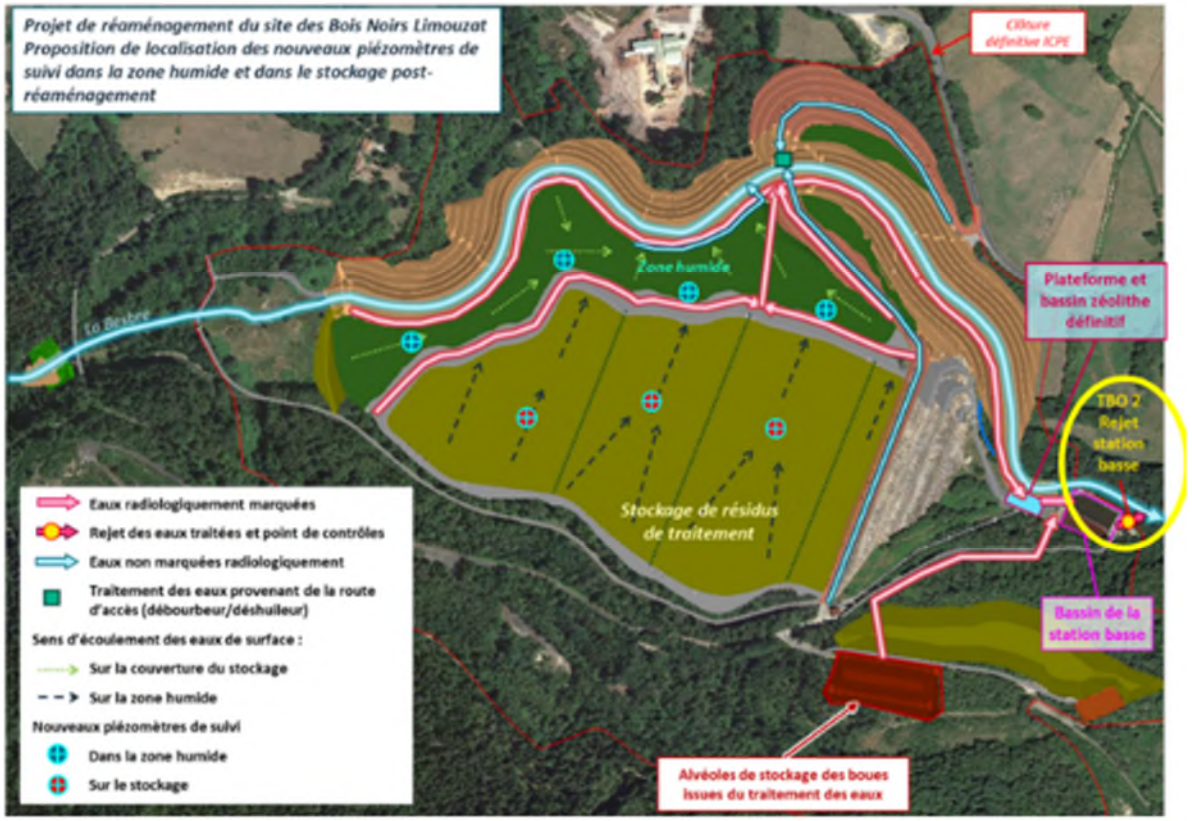


Figure 337 :Localisation des sources de rejets post-réaménagement (source ORANO)

3.7.2.3 Caractérisation des rejets

Conformément au guide INERIS (2021) relatif à la méthodologie des ERS (cf. Paragraphe 2), l'inventaire des sources et substances émises doit décrire l'ensemble des sources d'émission vers les milieux naturels à l'extérieur du site :

- Les émissions aqueuses directes.

Le guide rappelle également que « *les émissions vers une installation collective de traitement des effluents ne sont pas considérées* » et que « *les impacts liés au traitement des déchets et des effluents aqueux sont évalués et gérés par l'exploitant des installations de traitement* ».

Les paragraphes suivants décrivent les effluents considérés dans le cadre de cette étude.

- **Dangers de nature chimique**

Trafic

Les émissions correspondent aux gaz d'échappement des moteurs diesel. Parmi les principaux polluants émis se trouvent le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO_x), des particules sur lesquelles peuvent s'adsorber des composés organiques (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques notamment), des métaux lourds, des Composés Organiques Volatils (COV).

Lors des différentes phases de travaux, les engins de chantier stationneront sur site. Ces derniers n'emprunteront les différentes infrastructures que lors de l'amené-repli sur site.

L'impact du trafic lié aux déplacements des employés entre le lieu de leur logement et leur lieu de travail semble limité, l'effectif étant d'environ 25 personnes en phase travaux et de 1 à 2 personnes après réaménagement.

Bien que le projet entraîne temporairement une augmentation du trafic durant la période de chantier, les gaz d'échappement liés au trafic du site sont considérés comme négligeables et ne sont donc pas retenus comme source de danger.

Rejets atmosphériques

Aucun rejet atmosphérique n'a été identifié, tant en phase travaux qu'en phase exploitation après réaménagement.

L'envol de poussières est traité au chapitre *3.1.2 - Impact des travaux de réaménagement sur la qualité de l'air*.

Rejets aqueux

Les rejets aqueux du site correspondent aux rejets suivants :

- Pendant la phase travaux lors de la vidange du Grand Bassin :
    - Ancienne mine souterraine : eaux issues de l'ancienne mine souterraine (TBO1). Elles continueront à être collectées et dirigées vers la station actuelle de traitement des eaux du site, avant rejet dans le milieu naturel ;
    - Drains : eaux des drains de la digue. Ces eaux continueront à être collectées et rejoindront les eaux traitées en mélange du TBO1 dans les bassins de la station de traitement d'eau actuelle, avant rejet dans la Besbre (au point TBO2);
    - Vidange du Grand bassin : eaux du Grand Bassin lors de l'assèchement du plan d'eau. Ces eaux seront pompées et dirigées vers les bassins zéolithes mis en place dans le cadre des travaux (GBZ2), avant rejet au milieu naturel ;
    - Zones de lavage des engins : eaux de lavage pouvant contenir des particules fines, issues du nettoyage des roues d'engins de chantier, ainsi que les eaux de ruissellement issues de l'arrosage des pistes et des zones de chantier. Ces eaux seront collectées et traitées dans un débourbeur/déshuileur avant rejet. Ces eaux ne sont pas retenues comme une source de danger ;
    - Zones de travaux, de circulation et de stockage : eaux de ruissellement des zones de travaux, des pistes et de la zone de stockage pouvant contenir des particules et des hydrocarbures. Ces eaux seront systématiquement décantées avant rejet à la Besbre, via un passage dans des ouvrages de filtration. Un débourbeur/déshuileur sera installé au niveau de la zone de stationnement des engins. Ces eaux ne sont pas retenues comme une source de danger.

- Après abaissement du niveau d'eau du Grand Bassin, mise en place du dôme solide et <u>après réaménagement</u> :
    - Ancienne mine souterraine : eaux issues de l'ancienne mine souterraine (TBO1). Elles continueront à être collectées et dirigées vers l'actuelle station de traitement des eaux du site (STE) ;
    - Drains : eaux des drains de la digue. Ces eaux seront collectées et rejoindront le bassin nord de décantation de la STE puis se mélangeront aux eaux traitées du TBO1 avant rejet au point TBO2 dans la Besbre ;
    - Lixiviats et eaux de drainage sous casier de l'alvéole de stockage des boues : Ces eaux seront collectées et rejoindront les eaux d'exhaure minière dans le circuit de la STE (station de traitement d'eau), puis seront mélangées aux eaux des drains de digue pour rejet au point TBO2 ;
    - Rejets de la zone humide (eaux non marquées radiologiquement). Ces eaux ne sont pas retenues comme une source de danger ;
    - Eaux des tranchées drainantes : Ces eaux seront collectées dans les tranchées et dirigées vers le nouveau bassin zéolithe en aval de la digue, avant rejet dans le milieu naturel au point TBO2 ;
    - Zones de travaux, de circulation et de stockage/entreposage : eaux de ruissellement non marquées radiologiquement des pistes et de la zone de stockage pouvant contenir des particules et des hydrocarbures. Ces eaux ne sont pas retenues comme une source de danger.

Ainsi, <u>pendant la phase travaux</u>, les rejets aqueux issus de l'ancienne mine souterraine et de la vidange du Grand Bassin sont retenus comme sources de danger potentielles pour les populations environnantes.

<u>Après réaménagement</u>, les rejets aqueux des eaux traitées issues de l'ancienne mine souterraine, en mélange avec les eaux des drains, les eaux des tranchées drainantes, et les lixiviats et eaux de drainage sous casier de l'alvéole, sont retenus comme source de danger potentielles pour les populations environnantes.

Pour rappel, l'évaluation prospective sera basée à partir des flux de polluants quantifiés pendant la phase de travaux, qui sont substantiellement supérieurs aux flux de polluants de la phase de post-réaménagement.

- ### Danger de nature biologique

Aucune source de danger de nature biologique n'a été identifiée, comme l'ont démontré les études menées par D&S Ingénierie.

En effet, les poissons du Grand Bassin (poissons et écrevisses) seront pêchés avant vidange de la lame d'eau, puis traités spécifiquement, étant donné leur marquage radiologique.

Afin d'éviter toute nuisance olfactive, ils seront pêchés, euthanasiés puis stockés dans un conteneur de congélation.

Ils seront ensuite réduits en volume par déshydratation puis broyés, et conditionnés dans des fûts en PEHD étanches pour envoi en filière dédiée pour traitement. Ces opérations seront réalisées dans des conteneur ISO afin de limiter les risques liés aux conditions extérieures.

Le lieu retenu pour réaliser ces opérations est éloigné de plus de 500m de toute habitation afin de limiter les risques de nuisances.



Figure 338 : Localisation des conteneurs pour la gestion des poissons

- **Danger de nature physique**

Poussières

Les travaux peuvent générer des émissions de poussières lors des opérations de terrassement, lors de la circulation des engins sur les pistes et les zones de travail, lors du broyage / concassage des matériaux, ainsi que lors des opérations de chargement / déchargement de ceux-ci.

Une caractérisation radiologique des matériaux à excaver a été réalisée et n'a montré aucun marquage radiologique particulier. L'activité volumique alpha de ces poussières n'est donc pas pris en compte dans l'estimation de l'impact radiologique réalisé par la société ALGADE.

Des prélèvements pour vérifier la présence d'amiante ont été réalisés dans les zones de terrassements prévues : aucune trace d'amiante n'a été détectée dans ces analyses (Rapport d'analyse campagne Fondasol 2024, (BL202409301_FONDASOL(63)_PR.63GT.24.0025-CommandePO.63GT.24.0077).

Les pistes et les zones de travail (notamment au niveau de la digue lors de son arasement) seront arrosées afin d'éviter les envols de poussières, pendant la phase des travaux. Durant

toute cette période, des mesures de suivi des émissions de poussières seront mises en place.

Pendant toute la durée du chantier et après réaménagement, les résidus de traitement seront confinés soit sous une lame d'eau, soit sous une couverture minérale (a minima 1 m d'épaisseur). Aucun envol de poussières issues des résidus de traitement n'est possible.

Après réaménagement, aucune source de poussières n'a été identifiée. Seront amenées à circuler sur le site uniquement les personnes en charge de l'entretien du site et celles en charge du suivi, de la surveillance et de la maintenance des stations de traitement d'eau et de la digue.

Les émissions de poussières en phase travaux ou après réaménagement ne sont pas retenues comme une source de danger. Nous précisons que ces poussières ne sont pas marquées radiologiquement au vu des investigations menées.

Bruit

Les niveaux sonores en période de jour dans ce secteur sont caractéristiques d'un milieu rural notamment affecté par le trafic sur la voirie locale et par une scierie. Au regard des différentes études acoustique menées (2010 ; ; 2024-2025), les mesures de bruit à l'état actuel sont faibles, et provenaient principalement de l'activité de la scierie présente à côté du site. L'activité de la scierie a cessé et est remplacée par une plate-forme logistique.

Les mesures en limite de propriété ont montré qu'il n'y a aucun dépassement du seuil réglementaire (< 70 dB(A)). Comme aucune activité bruyante n'est présente sur le site, aucune tonalité marquée n'est à signaler. Il n'existe pas d'émergence due à l'activité du site.

Les campagnes de mesures réalisées en automne 2024 et en juin 2025 ont donné les résultats ci-dessous :

Période diurne (07h-22h)

Points de mesures	L_{eq}	L_{90}	L_{50}
Point 01	33.0	28.5	31.0
Point 02	44.5	25.0	27.5
Point 03	36.5	31.0	33.5
Point 04	46.5	45.5	46.0
Point 05	59.5	59.5	59.5

Période nocturne (22h-07h)

Points de mesures	L_{eq}	L_{90}	L_{50}
Point 01	33.0	28.0	29.5
Point 02	36.5	28.0	30.0
Point 03	35.0	32.0	33.5
Point 04	46.5	46.0	46.0
Point 05	60.0	59.5	59.5

Tableau 156 : Mesures de bruit – Rapport état initial - novembre 2024 - GAMBA



Figure 339 : Localisation des points de mesure de bruit - Rapports nov 2024 et juin 2025 GAMBA

La phase travaux peut constituer une phase de perturbations acoustiques pour les riverains, durant les phases de terrassement notamment et lors des périodes de concassage. Ces bruits seront liés aux différents matériels utilisés et aux tâches mises en œuvre. Les futurs travaux se dérouleront uniquement en période diurne (dans les prévisions actuelles), ainsi seuls les niveaux sonores résiduels mesurés au cours de cette période seront considérés.

3.5.1.1. Période diurne (07h-22h)

Points de mesures	L_{eq}	L_{90}	L_{50}
Point 01	43.5	34.0	40.0
Point 02	51.0	32.0	39.5
Point 03	50.0	38.0	46.5
Point 04	45.0	40.0	41.5

3.5.1.2. Période nocturne (22h-07h)

Points de mesures	L_{eq}	L_{90}	L_{50}
Point 01	38.5	29.0	37.0
Point 02	36.5	21.5	26.0
Point 03	39.5	26.5	29.5
Point 04	41.0	39.5	40.0

Tableau 157 : Mesures de bruit – Rapport prévisionnel travaux – Juin 2025 - GAMBA

Des tirs de mines seront réalisés pour la création du lit de la Besbre, avec utilisation de produits pyrotechniques. Ces tirs auront lieu en journée, de manière ponctuelle, et à heure fixe.

Par ailleurs, des contrôles périodiques du niveau sonore lors de la phase travaux seront réalisés.

Après réaménagement, aucune source de bruit susceptible d'engendrer des nuisances pour le voisinage et l'environnement n'a été identifiée.

Le bruit issu des travaux n'est pas retenu comme une source de danger.

La phase chantier peut constituer une phase de perturbations acoustiques pour les riverains, durant les phases de terrassement notamment et lors des périodes de concassage. Ces bruits seront liés aux différents matériels utilisés et aux tâches mises en œuvre. L'éloignement des zones d'habitation par rapport aux zones de travaux et la topographie de la zone (pour certaines sources) permet déjà d'atténuer la perception du bruit. Afin de limiter ces nuisances, les véhicules respecteront les normes européennes.

Des tirs de mines seront réalisés pour la création du lit de la Besbre. Dans ces étapes liées aux travaux de réaménagements, des produits pyrotechniques seront donc utilisés. Ces tirs auront lieu en journée, sur des tranches horaires de 8-19h.

Aussi, des modélisations ont été réalisées par un bureau d'études spécialisés en acoustique (bureau GAMBA) afin d'assurer l'acceptabilité de l'impact acoustique des travaux ; elles ont permis de caractériser des niveaux sonores de l'ordre de 56,5 dB(A) ce qui ne constitue effectivement par une source de danger. Des contrôles périodiques du niveau sonore lors de la phase travaux seront réalisés afin de vérifier l'efficacité des mesures mises en place.

Après réaménagement, aucune source de bruit susceptible d'engendrer des nuisances pour le voisinage et l'environnement n'a été identifiée.

Le bruit issu des travaux et des installations après réaménagement n'est pas retenu comme une source de danger.

Nuisances (émissions lumineuses, vibrations, odeurs)

Pendant la phase travaux, compte-tenu de l'éloignement des zones d'habitation par rapport aux zones de travaux et de la topographie, aucun impact relatif aux odeurs n'a été retenu.

Du fait des horaires de travail lors des phases de travaux, les émissions lumineuses n'ont pas été retenues comme une source de nuisance.

Les tirs de mines mis en œuvre pour la création du lit de la Besbre génèrent des vibrations.

Un contrôle sismique des tirs sera effectué et les ouvrages sensibles seront équipés de géophones selon les conditions de suivi fixés par l'arrêté préfectoral travaux.

Après réaménagement, aucune source de vibrations, odeurs ou émissions lumineuses susceptible d'engendrer des nuisances pour le voisinage et l'environnement n'a été identifiée sur site.

Ces nuisances ne sont donc pas retenues comme source de danger.

- **Dangers de nature radiologique**

Partie environnement

La société ALGADE a réalisé une estimation de l'impact radiologique et dosimétrique des différentes phases de travaux du projet qui consiste à retirer la lame d'eau recouvrant les résidus miniers uranifères stockés sur le site et à la remplacer par une couverture de matériaux solides.

L'impact radiologique est à estimer au regard de deux problématiques :

- l'évolution du débit de dose gamma sur le site par modification de la couche de couverture;

- l'évolution de la diffusion du Radon, issu des résidus, sur le site au cours des différentes phases de travaux du projet.

Par ailleurs, ALGADE a également procédé à l'estimation dosimétrique des travaux sur les populations environnantes.

Les enjeux radiologiques des étapes du projet

La mise en place de matériaux de couverture sur des résidus miniers uranifères a pour objet de recouvrir les matériaux marqués radiologiquement afin d'en diminuer l'impact dosimétrique en surface. En effet, les résidus miniers uranifères émettent du Radon, un gaz radioactif qui diffuse dans l'atmosphère où il est inhalé par les personnes (exposition interne), et émettent des rayonnements gamma qui exposent les personnes par voie externe.

L'atténuation de ces expositions est fonction de la nature des matériaux de couverture et de leur épaisseur.

Toute modification de la configuration du stockage actuel est de nature à modifier l'impact radiologique de ce dernier par altération de l'efficacité des écrans mis en place. Les enjeux radiologiques pour les différentes étapes peuvent être synthétisés de la façon suivante :

Tableau 158 : Description des enjeux radiologiques en fonction des différentes phases du projet

Phase	Description des phases de travaux prévus	Enjeux radiologiques
Situation actuelle	Stockage de résidus miniers uranifères recouvert d'une lame d'eau de 3 m d'épaisseur en moyenne	La lame d'eau, d'épaisseur conséquente, permet d'atténuer très fortement les rayonnements ionisants de type gamma mais également de s'affranchir de la diffusion du Radon issu des résidus.
Étape 1	Récupérer les résidus miniers (fraction fine) situés en partie Nord du Bassin et constituer un dôme de résidus miniers (issus des excavations en partie Nord).	Impact radiologique de la création du dôme de résidus miniers issus des excavations en partie Nord par remise en suspension de résidus dans l'eau lors des opérations

Phase	Description des phases de travaux prévus	Enjeux radiologiques
	Ce dôme sera réalisé sous eau à la dragueuse aspiratrice	
Étape 2	Consiste à diminuer le niveau de la lame d'eau au-dessus du dôme de résidus miniers, à une épaisseur, de 1m	Impact radiologique de la diminution de la lame d'eau vis-à-vis du débit de dose gamma et de la diffusion du Radon
Étape 3	Consiste à réaliser un dôme émergé horizontal mis en place par substitution de la lame d'eau résiduelle par poussage d'un matériau brut de minage (0/600-800) puis d'un dôme émergé horizontal mis en place par des méthodes de terrassement classiques	Efficacité de la couverture solide vis-à-vis du débit de dose gamma et de l'atténuation de la diffusion du Radon et impact du taux de saturation en eau des différentes couches.

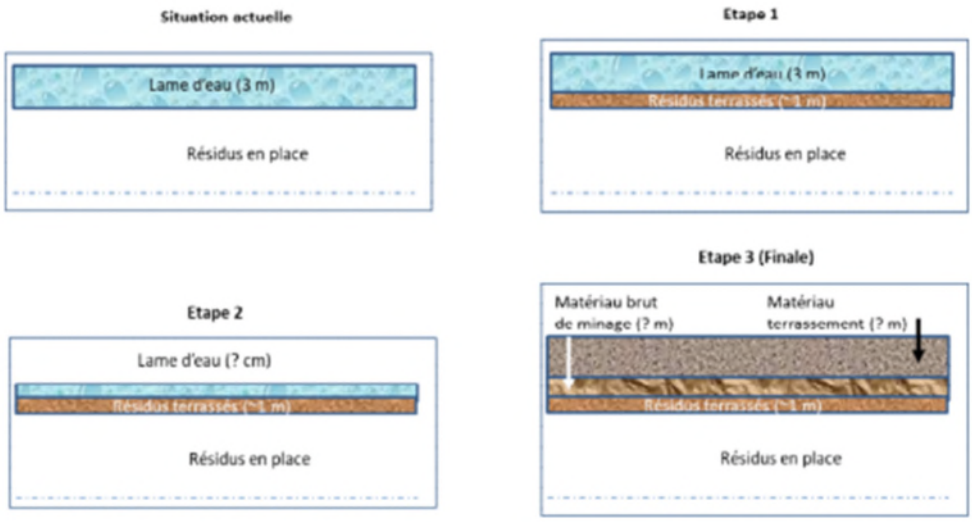


Figure 340 : Représentation schématique des étapes prévisionnelle du projet de réaménagement d'ORANO pour le Grand Bassin du site des Bois Noirs Limouzat – Rapport ALGADE

Il est important de préciser, que même si la typologie du Grand Bassin actuel permet d'atténuer très efficacement les impacts radiologiques des résidus miniers, il n'en reste pas moins qu'un bruit de fond radiologique local (niveau de Radon dans l'atmosphère et exposition externe) persiste en lien avec la radioactivité naturelle présente dans l'environnement naturel de Saint-Priest-la-Prugne. Ainsi, la notion « d'impact radiologique » telle qu'elle est établie doit être considérée en surplus du bruit de fond radiologique naturel local.

Données d'entrée utilisées pour les simulations

Caractérisation des résidus miniers :

Pour la réalisation des simulations, une activité massique en ^{226}Ra de 57,7 Bq.g^{-1} pour une teneur en ^{238}U de 7,2 Bq.g^{-1}. Suite aux dernières investigations d'ALGADE, une activité massique de 3,5 Bq.g^{-1} est retenue pour le ^{227}Th,^{223}Ra et ^{211} Pb.

Caractérisation radiologique de la lame d'eau :

Les mesures ont été réalisées par ALGADE en février 2025. Les résultats, en termes d'activité volumique du Radon 222, présentent une homogénéité (compte tenu des incertitudes de mesure) quelles que soient la localisation et la profondeur du prélèvement (entre 5,5 m et la surface) avec des valeurs moyennes comprises entre 28,9 Bq.l^{-1}et 33,1 Bq.l^{-1}.

Caractérisation des matériaux de couverture :

Dans une démarche majorante, il a été retenu une couverture avec des matériaux présentant une activité massique de 267 Bq.kg^{-1} pour la chaine de l'Uranium 238 à l'équilibre. Les perméabilités ont été précisées comme étant égales à 10^{-6} m.s^{-1}.

Impact des étapes du projet sur le débit de dose gamma (exposition externe)

ALGADE a évalué l'évolution du débit d'équivalent de dose gamma à 1 m de la surface du stockage de résidus miniers des Bois Noirs Limouzat en fonction de l'épaisseur d'un matériau de couverture, en différenciant une couverture type lame d'eau (situation actuelle) et une couverture par les matériaux qui seraient utilisés dans le cadre du projet proposé par ORANO. Les données d'entrée, en termes d'activité massique et de densité, pour les résidus miniers uranifères et les matériaux de couverture sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 159 : caractéristiques des résidus et des matériaux de couverture (données d'entrée des simulations)

	Activité massique (Bq.kg^{-1} de Matière Sèche)			**Densité (T.m^{-3})**
	^{226}Ra	**^{238}U**	**^{223}Ra**	
Résidus miniers	57	7,2	3,5	1,4 (cf. ORANO 2020).
Matériaux de couverture	0,267	0,267	<0,021	1,4 1,7

Les résultats chiffrés sont présentés en termes de facteur d'atténuation de la couche de couverture par rapport au stockage de résidus non recouverts, ils sont consignés dans les rapports ALGADE - AFOR 67-0 2-20 03 25 V1-RA et et AFOR 67-0 2-13 06 25 V2-RA.

L'évolution du facteur d'atténuation en fonction de l'épaisseur est présentée sur la figure suivante :

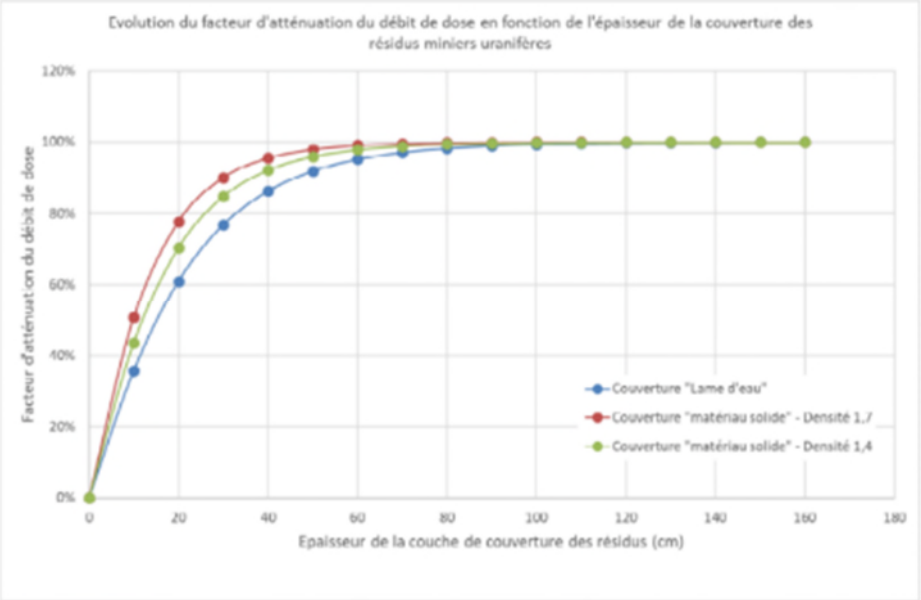


Figure 341 : Évolution du débit d'équivalent de dose gamma en fonction de l'épaisseur du matériau de couverture

Ces résultats montrent que la mise en place de matériaux de couverture solides, tels que ceux issus de la déviation de la Besbre, avec une densité de l'ordre de 1,7, permet de diminuer très rapidement le débit d'équivalent de dose à la surface du stockage.

À partir de 1 mètre d'épaisseur, le facteur d'atténuation atteint 100 % permettant ainsi de s'affranchir complètement des rayonnements gamma issus du stockage. Une diminution de la densité à 1,4 n'impacte que très faiblement cette efficacité à cette épaisseur (impact plus sensible à faible épaisseur < 30 cm).

En phase finale, une épaisseur cible des différentes couches de matériaux de couverture du projet, de l'ordre de 3 à 4 m, jusqu'au dôme final d'une épaisseur minimale de 5 m répond donc complètement à cette contrainte.

Compte tenu de la gamme de densité (entre 1,4 et 1,7) du matériau solide prévu, son efficacité vis-à-vis de l'atténuation des rayonnements gamma est supérieure à celle de l'eau.

Pour ce qui concerne la lame d'eau résiduelle de l'étape 2, au regard des estimations précédentes et pour ce qui concerne le débit de dose gamma, une épaisseur minimale de 1 m est retenue afin de limiter au maximum l'impact des résidus en exposition externe.

Impact dosimétrique sur la population

Compte tenu de l'éloignement des populations environnantes et des conclusions de l'étude relative à l'estimation de l'impact radiologique des travaux de réaménagement du stockage mentionnée précédemment, les travaux ne sont pas de nature à générer un impact radiologique sur les populations environnantes.

Néanmoins, et afin de démontrer l'absence d'effet sur les personnes extérieures au site, l'impact dosimétrique des opérations a été évalué pour la phase de travaux « remblaiement de substitution de la lame d'eau résiduelle », lorsque les épaisseurs des écrans destinés à atténuer l'exposition aux rayonnements gamma et au Radon sont les plus faibles. C'est l'objet de la note AFOR 67-0 2a-21 10 25 V1-RA d'ALGADE présentée en annexe.

L'évaluation a été réalisée pour une exposition interne par inhalation du Radon à l'extérieur, pour différentes catégories d'âge (adultes, enfants) et de sexe afin de considérer les coefficients de dose associés à chaque tranche d'âge et pour différentes configurations :

- Scénario « promeneur » en limite de site au niveau du portail avec un temps d'exposition d'une heure par jour tous les jours ;
- Scénario « jardinier » dans une propriété proche du site sous le vent avec un temps d'exposition de deux heures par jour tous les jours pour un adulte (sur la base des recommandations du guide de l'IRSN relatif à la gestion des sites et sols pollués par des matières radioactives (version 2011)) ;
- Scénario « enfants jouant en extérieur » dans une propriété proche du site sous le vent avec un temps d'exposition de trois heures par jour tous les jours pour un enfant (tranche d'âge 3 à 17 ans) (source § 10.1 du guide de l'IRSN relatif à la gestion des sites et sols pollués par des matières radioactives (version 2011)).

Ainsi, pour l'ensemble de ces scénarios, et sur la base d'hypothèses majorantes (absence de prise en compte de la dilution atmosphérique du radon, coefficient de dose pour l'atmosphère intérieure des bâtiments), les résultats apparaissent très largement inférieurs à la limite annuelle de 1 mSv définie par le Code de la Santé Publique, la dose efficace annuelle ajoutée étant au maximum de 0,048 mSv.

L'impact Radon des travaux sera donc négligeable pour les populations environnantes. Le projet en phase travaux puis en phase post-réaménagement ne générera pas d'impact lié au rayonnement externe.

Impact des étapes du projet sur la diffusion du Radon

Les choix techniques d'ORANO Mining répondent aux recommandations d' ALGADE en termes de diffusion du radon et de protection radiologique adéquate.

ALGADE a vérifié l'efficacité du dimensionnement des mesures techniques prévues pour le projet de réaménagement.

<u>Pour ce qui concerne le flux de Radon au droit de la couverture en matériau solide</u> :

La couverture aura une épaisseur minimale de 3 m de matériau solide qui apportera une efficacité d'atténuation du flux de Radon de l'ordre de 91 % dans le cas d'une désaturation complète des matériaux de couverture.

L'impact des précipitations sur des couvertures de conductivité hydraulique similaire à celle prévue (K_{sat} inférieure à 10^{-6} $m.s^{-1}$) est beaucoup plus faible que sur des couvertures à conductivité plus forte. Ainsi, l'évolution des teneurs en eau, des concentrations et des flux de Radon après une pluie est beaucoup plus lente. La succession de pluies peut ainsi entraîner une accumulation du radon dans la phase gazeuse du sol, qui se traduit par une

augmentation progressive des concentrations. L'effet de la pression atmosphérique sur les concentrations de radon calculées est également négligeable. Il est donc recommandé de ne pas augmenter la conductivité hydraulique des matériaux de couverture.

Conclusion sur les impacts radiologiques :

Sur la base des conclusions de l'étude d'impact radiologique des travaux de réaménagement ALGADE (cf. notes référencées AFOR 67-0 2-20 03 25 V2-RA et AFOR 67-0 2-13 06 25 V2-RA), le dimensionnement des protections retenu par ORANO Mining pour chaque phase du projet respecte les préconisations minimales d'ALGADE (hauteur minimale de la lame d'eau résiduelle) et va même au-delà pour ce qui concerne l'épaisseur de la couverture finale étant donné les matériaux générés par la création de la nouvelle Besbre.

Les travaux de réaménagement du site de stockage des résidus miniers uranifères des BOIS NOIRS LIMOUZAT ne sont donc pas de nature à générer un impact radiologique sur l'environnement ou les populations environnantes.

En outre, en configuration post-réaménagement, l'épaisseur de la couche de matériaux de couverture, telle que retenue à ce stade du projet, permet d'atténuer complètement les rayonnements gamma et la diffusion du Radon, provenant des résidus miniers uranifères.

Ainsi, **dans sa configuration finale**, seuls les rayonnements gamma et le Radon, provenant des matériaux de couverture, seront susceptibles d'être détectés au niveau du stockage. Il est à préciser que les matériaux de couverture ont fait l'objet d'analyses radiologiques qui n'ont pas mis en évidence de marquage radiologique spécifique. Les niveaux mesurés sur le stockage seront donc du même ordre de grandeur que le bruit de fond naturel de Saint-Priest-la-Prugne.

3.7.2.4 Bilan quantitatif des flux

Le chapitre suivant présente le bilan quantitatif des flux pour les sources susceptibles d'avoir un impact non négligeable sur l'environnement et la santé.

- **Bilan majorant**

Pour le bilan majorant, les valeurs de concentration du rejet considérées correspondent aux valeurs maximales autorisées suivantes :

- Pour l'uranium (soluble et insoluble), le fer et les sulfates : les valeurs limites les valeurs limite d'émission issues des **arrêtés préfectoraux d'autorisation d'exploiter** du site (article 4.4.2.1 de l'arrêté préfectoral du 28 juin 2022 et article 2 de l'arrêté préfectoral n°34-DDPP-25 du 10 mars 2025) ;
- Pour les métaux (aluminium, cuivre, zinc, et arsenic) : des articles 32 et 33 de l'**arrêté ministériel du 02 février 1998** relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation ;

- Pour le manganèse : la concentration maximale observée dans le cadre du suivi opéré par ORANO Mining ;
- Pour le baryum : les valeurs sont issues des valeurs guides du Code de la Santé Publique.

Rejets aqueux en phase Exploitation – site réaménagé :

Le débit considéré en phase travaux est la somme des débits de TBO2 et de GBZ2 (débit actuel pour le TBO2 et issu des simulations hydrogéologiques réalisées par Intera pour GBZ2), débit majorant compte-tenu de la suppression de la lame d'eau, du drain 6 et de la création de la zone humide.

Les débits suivants ont été retenus pour calculer les flux rejetés au point TBO2, données fournies par Orano :

- Débit TBO2 « actuel » = 2 390,8 m^3/j ;
- Débit GBZ2 « pendant les travaux de vidange » = débit de 83 l/s, soit ≈ 7 000 m^3/j.

Il est précisé que la durée prévue de la vidange du Grand Bassin par pompage continu pour abaisser la lame d'eau à 1 m est de 60 jours, et sera considérée en approche majorante sur l'ensemble de la période d'exploitation du site.

Tableau 160 : Bilan majorant sur les rejets aqueux « travaux de vidange »

Substances émises	Valeur max de concentration dans les rejets	Flux en kg/j	
		Rejet 1 – station de traitement des eaux d'exhaure de la mine (station basse) TBO 2	Rejet 2 – station zéolithes GBZ 2
Radium 226 *(soluble)*	0,37 Bq/l *(pas de valeur en mg/l)*	Indéterminé *(mesure uniquement en Bq/l)*	
Uranium *(soluble)*	0,3 mg/l	0,7	2,1
Sulfates	200 mg/l	2,4	7,0
Baryum	1 mg/l	12,0	35,0
Aluminium	5 mg/l (*)	478,2	1400,0
Cuivre	0,150 mg/l	0,4	1,1
Zinc	0,8 mg/l	1,9	5,6
Arsenic	0,2 mg/l	0,5	1,4
Manganèse	0,4 mg/l	1,0	2,8

(*) pour l'Aluminium, la VLE de l'AM du 02 février 1998 est une VLE Fe+Al. Dans le cadre de cette étude, afin de pouvoir quantifier les flux, il a été pris une VLE de 5 mg/l pour l'Al, ce qui est majorant

- **Bilan réaliste**

Ce bilan est basé sur les concentrations moyennes (moyenne des valeurs en moyenne annuelle) mesurées par le site dans le cadre de son autosurveillance et dans le cadre des campagnes d'analyses ponctuelles.

Rejets aqueux en Phase Exploitation – site réaménagé :

Le débit des effluents en sortie du site au point TBO2 « futur » est inchangé par rapport au bilan majorant (estimé à 2 774,8 m^3/j) et les concentrations des substances rejetées sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 161 : Bilan moyen sur les rejets aqueux rejets aqueux TBO2 « futur »

Substances émises	Concentration moyenne dans les rejets en mg/l *(Moyenne des valeurs en moyenne annuelle)*	Flux en kg/j
Radium 226 *(soluble)*	0,10 Bq/l (pas de valeur en mg/l)	indéterminé (mesure uniquement en Bq/l)
Uranium 238 *(soluble)*	0,095	0,26
Sulfates	35,6	98,78
Baryum	0,22	0,61
Aluminium	0,023	0,06
Cuivre	< 0,002	0,01
Zinc	0,018	0,05
Arsenic	< 0,005	0,01
Manganèse	0,3345	0,01

- **Fiabilité du bilan des émissions**

Les mesures historiques de la qualité et des quantités d'effluents rejetés permettent d'établir une estimation robuste de l'état actuel des rejets.

Les données utilisées pour estimer les débits d'effluents sont issues d'études diverses réalisées par des bureaux d'études à partir de données historiques. La prédiction du débit futur des effluents rejetés est établie selon des hypothèses afin d'estimer la répartition des eaux de ruissellement selon des facteurs qui comportent une incertitude notable.

Le débit des effluents prédit devra être confirmé par des résultats de mesure après les travaux de réaménagement.

3.7.2.5 Vérification de la conformité des émissions

Le tableau en page suivante, permet de comparer les valeurs mesurées lors des campagnes d'analyses effectuées sur une période allant de 2010 à 2024 aux valeurs limites réglementaires applicables, pour les rejets aqueux du site au point TBO2.

Les émissions sont conformes aux réglementations prescrites dans les arrêtés préfectoraux du site, dans l'arrêté ministériel du 02 février 1998 modifié, et dans le code de la santé publique.

Tableau 162 : Bilan sur les rejets aqueux TBO2

Substances émises	**Valeurs mesurées** *(sur les campagnes réalisées de 2010 à 2024)*		**Valeur limite de concentration dans les rejets (AP 2022 et 2025)**	**Valeur limite AM du 02/02/1998 – art 32 et 33** *(pour As)*	**Code de la Santé Publique**	**Conforme O/N**
	Valeurs moyennes	Valeurs max				
MES	6,73 mg/l *(Campagnes 2014-2024)*	13 mg/l	30 mg/l	100 mg/l si le flux journalier maximal autorisé par l'arrêté n'excède pas 15 kg/j, 35 mg/l au-delà	/	O
Radium 226 soluble	0,09 Bq/l *(Campagnes 2022-2024)*	0,10 Bq/l	0,37 Bq/l	/	/	O

Substances émises	**Valeurs mesurées** *(sur les campagnes réalisées de 2010 à 2024)*		**Valeur limite de concentration dans les rejets (AP 2022 et 2025)**	**Valeur limite AM du 02/02/1998 – art 32 et 33** *(pour As)*	**Code de la Santé Publique**	**Conforme O/N**
	Valeurs moyennes	Valeurs max				
Radium 226 insoluble	0,07 Bq/l *(Campagnes 2022-2024)*	0,1 Bq/l	0,5 Bq/l *(pas de valeur en mg/l)*	/	/	O
Uranium soluble	0,08 mg/l *(Campagnes 2014-2024)*	0,095 mg/l	0,3 mg/l *(pas de valeur en mg/l)*	/	/	O
Uranium insoluble	0,002 mg/l *(Campagnes 2022-2024)*	0,002 mg/l	0,01 mg/l	/	/	O
Fer	1,85 mg/l *(Campagnes 2022-2024)*	1,94 mg/l	5 mg/l	5 mg/l si le rejet dépasse 20 g/j	/	O
Sulfates	27,15 mg/l *(Campagnes 2014-2024)*	35,6 mg/l	200 mg/l	/	/	O
Baryum	0,052 mg/l *(Campagnes 2010-2013)*	0,22 mg/l	/	/	1 mg/l	O
Aluminium	23 µg/l *(Campagnes 2010-2013)*	23 µg/l	/	5 mg/l si le rejet dépasse 20 g/j	/	O
Cuivre	< 2 µg/l *(Campagnes 2010-2013)*	< 2 µg/l	/	0,150 mg/l si le rejet dépasse 5 g/j		O
Zinc	10 µg/l *(Campagnes 2010-2013)*	18 µg/l	/	0,8 mg/l si le rejet dépasse 20 g/j	/	O
Arsenic	< 5 µg/l *(Campagnes 2010-2013)*	< 5 µg/l	/	0,2 mg/l (1) si le rejet dépasse 0,5 g/j	/	O

Substances émises	Valeurs mesurées *(sur les campagnes réalisées de 2010 à 2024)*		Valeur limite de concentration dans les rejets (AP 2022 et 2025)	Valeur limite AM du 02/02/1998 – art 32 et 33 *(pour As)*	Code de la Santé Publique	Conforme O/N
	Valeurs moyennes	Valeurs max				
Manganèse	0,3345 mg/l *(Campagnes 2024-2025)*	< 0,4 mg/l	/	1 mg/l si le rejet dépasse 10 g/j	/	O

(1) Cas des installations de traitement de déchets dangereux (rubrique 2790) et installations de tri/transit/regroupement de déchets dangereux (rubriques 2717 et 2718)

3.7.3 Évaluation des enjeux et des voies d'exposition

3.7.3.1 Localisation du site

Le site des Bois-Noirs Limouzat est localisé dans la partie nord de la commune de Saint-Priest-la-Prugne, il couvre une superficie de l'ordre de 83 ha. Le site est la propriété d'ORANO Mining. Les mines (mine à ciel ouvert et mine souterraine) ne sont plus exploitées depuis 1980.

3.7.3.2 Données de l'état initial

- **Milieu physique**

Le site est localisé sur un gisement d'uranium encaissé dans la terminaison nord du massif des Bois Noirs, de type filonien, les minéralisations étant associées à de puissants filons de quartz.

Le secteur étant essentiellement granitique, il favorise le ruissellement des précipitations, et il n'y a pas d'aquifères important et continu.

La masse d'eau au droit du site « Madeleine Bassin Versant Loire » est affleurante. Son sens d'écoulement est guidé par la topographie. Compte-tenu de sa faible profondeur cette nappe est considérée comme très vulnérable à une pollution potentielle en provenance de la surface. L'état quantitatif de la masse d'eau souterraine est bon tout comme l'état chimique, l'objectif est le maintien en bon état.

La préservation des eaux souterraines représente un enjeu assez fort pour le site compte-tenu de son bon état qualitatif et de ses vulnérabilités

La région est marquée par la présence de plusieurs cours d'eau, dont la Besbre qui traverse le site et a été déviée vers le sud du Grand Bassin. La Besbre reçoit les eaux issues de l'ancien site minier, mais aucun usage de la Besbre pour l'eau potable n'est relevé. D'autres usages comme l'abreuvement du bétail, la pêche et des usages récréatifs sont cependant recensés.

La Besbre est identifiée comme masse d'eau FRGR0208a, ses objectifs d'après le SDAGE sont les suivants :

- Bon état écologique en 2015 (objectif déjà atteint donc à maintenir) ;
- Bon état chimique en 2015 (objectif déjà atteint donc à maintenir).

La Besbre en aval de la digue est considérée comme en « très bon état écologique ».

Son débit moyen interannuel mesuré à la station Chatel-Montagne est de 2,31 m^3/s, qui se situe en aval du site à environ 10km. Au droit du site des BNL, le débit de la Besbre est estimé à 0,259 m^3/s.

La Besbre fait l'objet de divers usages (récréatifs (pêche, baignade, récréation), abreuvement de bétail et arrosage de potager…) selon une étude menée en 2017. Les résultats indiquent des risques sanitaires négligeables pour ces usages bien que le nombre d'usages recensés jusqu'au Lac de Saint-Clément, fasse de la qualité des eaux de la Besbre un enjeu important pour les populations. Aucun usage d'eau potable n'a été recensé.

La préservation de la Besbre représente un enjeu fort compte-tenu de sa vulnérabilité, de sa sensibilité et de son état qualitatif actuel.

En ce qui concerne les risques naturels, le site n'est pas concerné par un risque d'inondation et se trouve dans une zone de sismicité faible. En revanche, le radon est très présent dans les régions granitiques telles que le Massif Central, ainsi Saint-Priest-la-Prugne et donc le site sont en catégorie 3 pour le potentiel radon.

- ## Milieu humain

Le site d'étude se situe en milieu rural. Saint-Priest-la-Prugne appartient au SCoT Roannais. Le Plan Local d'urbanisme de Saint-Priest-la-Prugne caractérise le site en zone N (zone naturelle qu'il convient de protéger en raison de la qualité des sites).

Le site appartient à la société Orano Mining et est classé au titre des ICPE. L'arrêt des activités minières a conduit à une diminution des activités de la région, et les activités principales sont désormais l'agriculture et la filière du bois.

La zone d'étude se situe à l'écart des grands axes de communication, la D495 permet un accès au site par le nord.

- ## Cadre de vie

L'aire d'étude ne fait pas partie du secteur affecté par le bruit lié aux infrastructures. Une scierie était présente au nord du site, site désormais exploitée en tant que plate-forme logistique. Les niveaux de bruit à l'état actuel sont faibles provenant principalement de la circulation routière et des travaux au niveau des habitations. Les mesures en limite de propriété ont montré qu'il n'y a aucun dépassement du seuil réglementaire.

La zone d'étude ne semble pas sujette aux vibrations en raison de l'absence de voie ferrée ou de voie fortement fréquentée à proximité immédiate du site. Il n'existe pas de sources de vibration sur le site.

Les sources d'émissions de polluants dans l'air au niveau local sont rares. L'environnement sonore, la pollution lumineuse et la qualité de l'air (autre que radiologique) constituent un enjeu faible du site.

- **Données et préoccupations sanitaires**

Recensement des populations sensibles

Les communes concernées comprennent des populations dites sensibles, à savoir :

- Les personnes malades,
- Les femmes enceintes et les nouveaux nés,
- Les personnes handicapées (enfants et adultes),
- Les personnes âgées,
- Les enfants préscolaires,
- Les enfants et adolescents.

Les principaux établissements sensibles situés dans la zone d'étude sont présentés dans les chapitres ci-après.

Établissements scolaires

Plusieurs établissements scolaires (écoles maternelles et élémentaires, collèges, lycées) sont répertoriés dans un rayon de 15 km autour du site :

Tableau 163 : Établissements scolaires à proximité du site

Commune	Nom de la structure	Distance et orientation par rapport au site
Laprugne (03)	École Primaire Victor Schoelcher	2,5 km au nord-est du site
Saint-Priest-la-Prugne (42)	École Élémentaire	2,5 km au sud-est du site
La Tuilière (42)	École Élémentaire « Bourg »	6 km au sud-est du site
La Chabanne (03)	École élémentaire	6,5 km au nord-Est du site
Ferrières-Sur-Sichon (03)	École des 3 Châteaux	8 km au nord-ouest du site
Saint Clément (03)	École primaire de l'Abron	10 km au nord du site
Chabreloche (03)	École primaire Jules Ferry	10 km au sud du site
Saint-Just-en-Chevalet (42)	École primaire Bourg et École primaire privée le Sacré Cœur	11 km au sud-est du site
Saint-Just-en-Chevalet (42)	Collège Le Breuil et Collège privé Saint Camille	11 km au sud-est du site
Le Mayet-de-Montagne (03)	École primaire Yves Duteil	12 km au nord/nord-ouest du site
Le Mayet-de-Montagne (03)	Collège Jules Verne	12 km au nord/nord-ouest du site

Commune	Nom de la structure	Distance et orientation par rapport au site
Le Mayet-de-Montagne (03)	Lycée d'enseignement agricole et forestier Privé Claude Mercier	12 km au nord/nord-ouest du site
Saint-Rémy-sur-Durolle (63)	École primaire publique	12.9 km au sud-ouest du site
Saint-Rémy-sur-Durolle (63)	École Maternelle	13.2 km au sud-ouest du site

Établissements sanitaires

Deux maisons de retraite/EHPAD et une crèche se situent dans un rayon d'environ 15 km autour du site :

Tableau 164 : Établissements sanitaires à proximité du site

Commune	Nom de la structure	Distance et orientation par rapport au site
Chabreloche (63)	Maison partagée Âges et Vie de Chabreloche	9.9 km au sud du site
Saint-Just-en-Chevalet (42)	EHPAD du Pays d'Urfé	11 km au sud-est du site
Le Mayet-de-Montagne (03)	EHPAD La Résidence du parc	12 km au nord/nord-ouest du site
Le Mayet-de-Montagne (03)	Crèche « Féeboutchou »	12 km au nord/nord-ouest du site

Équipements sportifs et de loisirs

Plusieurs établissements sont identifiés dans un rayon d'environ 15 km autour du site :

Tableau 165 : Établissements/équipements sportifs et de loisirs à proximité du site

Commune	Nom de la structure	Distance et orientation par rapport au site
Saint-Priest-la-Prugne (42)	Gîte « Au paradis du Loir », lieu-dit « Les Peux »	65 m à l'ouest du site
Saint-Priest-la-Prugne (42)	Gîtes des Tureaux	760 m à l'est du site
Saint-Priest-la-Prugne (42)	Camping « Le Paradou »	1 200 m au sud-est du site
Laprugne (03)	Stade municipal	2,7 km au nord-est du site
Saint-Priest-la-Prugne (42)	Stade municipal et terrains associés	2,9 km au sud-est du site

Commune	Nom de la structure	Distance et orientation par rapport au site
Ferrières-Sur-Sichon (03)	Stade municipal	7,4 km au nord-ouest du site
Arconsat (63)	Stade municipal	8,2 km au sud du site
Chabreloche (63)	Stade municipal	9 km au sud du site
Saint-Clément (03)	Stade municipal	10 km au nord du site
Saint-Clément (03)	Camping « Les Plans » et zone de loisirs	10 km au nord du site
Saint-Clément (03)	Zone de loisirs	10 km au nord du site
Le Mayet-de-Montagne (03)	Complexe sportif Fernand Fayet	12 km au nord/nord-ouest du site

Projets immobiliers/industriels - Zones à construire

Sur la commune de Saint-Priest-la-Prugne, un projet d'implantation d'un parc photovoltaïque a été déposé pour avis de l'Autorité Environnementale à la Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) Auvergne-Rhône-Alpes. L'avis de la Mission Régionale d'Autorité Environnementale a été rendu le 23 mars 2018 a reçu un avis favorable en juillet 2018 et est en cours de réalisation (voir localisation sur la figure ci-après).

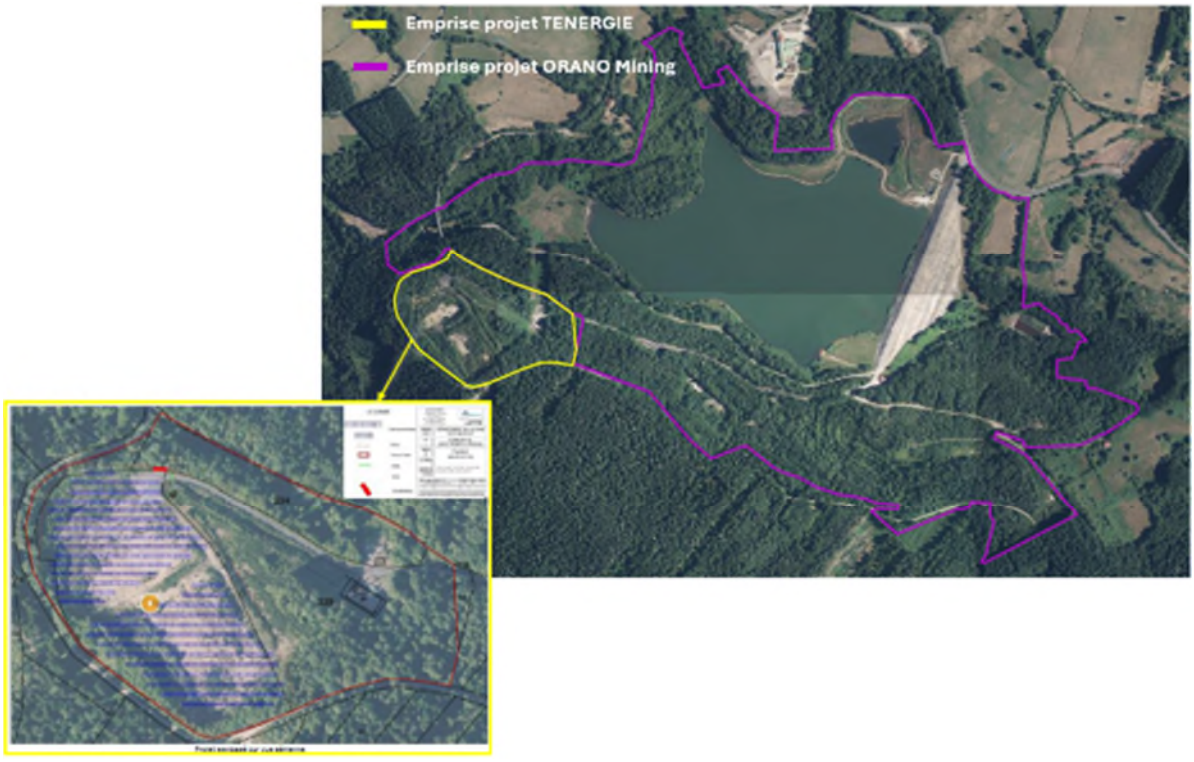


Figure 342 : Localisation du projet de parc photovoltaïque à proximité du site des BNL (source Ectare)

3.7.3.3 État radiologique du site

- **Contexte local**

Le contexte radiologique est marqué au niveau régional par la nature granitique des roches et au niveau local par la présence éventuelle d'indices uranifères et par les traces laissées par l'ancienne activité minière. Ces différents niveaux d'activité ont été parfaitement mis en évidence par le Commissariat à l'Energie Atomique lors d'une campagne de cartographie gamma aéroportée, réalisée en septembre 2001.

Le secteur couvert par cette étude représente une surface de 10 km² centrée sur l'ancien site minier. Il est apparu ainsi que les concentrations en radioéléments naturels (uranium U238, thorium Th 232) relevées sur le site et dans son environnement sont des valeurs fortes par rapport aux valeurs habituellement rencontrées en France, mais restent caractéristiques des granites uranifères ; le fond naturel moyen ambiant est d'environ 0.2 µSv/h..

Les moyens de surveillance mis en place après réaménagement du site sont les suivants :

- Suivi de la qualité des eaux de rejet des stations de traitement des eaux ;
- Suivi de la qualité des eaux de la Besbre en amont et en aval du point de rejet des eaux du site ;
- Suivi de la qualité des eaux souterraines ;
- Suivi des bioindicateurs ;
- Suivi de la digue (fréquence adaptée selon le type de contrôles).

- **État radiologique de l'eau**

Les relevés radiologiques des eaux réalisés depuis 2014 indiquent une absence d'impact significatif sur la qualité radiologique des eaux superficielles et souterraines.

Les résultats d'analyses des eaux superficielles de la Besbre amont / aval, des eaux issues des travaux miniers, des eaux de la zone du Paradou et des eaux souterraines sont dans la même gamme de valeurs en 2023 que les années précédentes.

Concernant les eaux du Grand Bassin, l'activité en radium 226 soluble a augmenté sur les analyses du GBZ2 sur la fin d'année 2023 et en 2024. Des actions correctives ont été mises en œuvre, notamment détassage/brassage à la mini-pelle du bassin zéolithes, permettant d'homogénéiser le lit filtrant, et changement de la zéolithe. Ces mesures se sont avérées partiellement efficaces et des études d'optimisation du traitement sont en cours. Les activités des différents radioéléments restent en-dessous des limites des arrêtés préfectoraux de 2022 et 2025 en valeurs mensuelles et en moyennes annuelles.

Le projet visant à rétablir le cours de la Besbre et à remplacer la lame d'eau du Grand Bassin par d'une couverture solide, induit donc une amélioration de la qualité radiologique des eaux en annihilant tout rejet potentiel depuis le grand bassin.

- **État radiologique de la biosphère**

Les résultats de suivi de la qualité de la biosphère 2023 s'inscrivent dans la continuité des résultats observés les années précédentes, c'est-à-dire qu'aucune évolution significative n'est à signaler.

Le projet va induire des modifications de la configuration du stockage actuel. Ces modifications ne sont pas de nature à modifier l'impact radiologique du stockage par altération de l'efficacité des écrans mis en place, le phasage des travaux ayant pris cette contrainte en donnée d'entrée, et la couverture par un dôme émergé étant plus efficace que la lame d'eau d'après les études menées par ALGADE.

Le projet n'a pas vocation à modifier les effets radiologiques de la biosphère actuellement observés.

- **État radiologique de l'air**

Aucune évolution significative n'est à signaler depuis 2013 au vu du bruit de fond particulièrement élevé des régions uranifères.

Le projet va induire des modifications de la configuration du stockage actuel. Ces modifications ne sont pas de nature à modifier l'impact radiologique du stockage par altération de l'efficacité des écrans mis en place, le phasage des travaux ayant pris en compte cette contrainte de maintien de la protection radiologique. De plus, la couverture par un dôme émergé est plus efficace que la lame d'eau d'après les études menées par ALGADE.

Le projet n'a pas vocation à modifier les effets radiologiques de l'air actuellement observés.

3.7.3.4 Sélection des substances d'intérêt

On distingue parmi les substances émises celles qui sont pertinentes en tant que :

- Traceurs d'émission,
- Traceurs de risque.

Les traceurs d'émission sont les substances susceptibles de révéler une contribution de l'installation aux concentrations mesurées dans l'environnement, et éventuellement une dégradation des milieux attribuable à ses émissions. Ils sont considérés en particulier pour l'interprétation de l'état des milieux et la surveillance environnementale.

Les traceurs de risque sont les substances émises susceptibles de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées. Ils sont considérés pour l'évaluation quantitative des risques sanitaires.

Les critères suivants sont pris en compte pour la sélection des substances d'intérêt :

- Les flux émis de la substance vers les milieux environnementaux,
- La toxicité de la substance,
- L'incidence avérée ou prévisible des émissions sur les milieux,

- Le devenir dans l'environnement (mobilité, accumulation, dégradation) et le potentiel de transfert vers les matrices d'exposition,
- La sensibilité des populations et les ressources à protéger.

La toxicité de chaque substance est décrite ci-après au § 3.7.3.5 du présent document.

Étant donné la présence de population dans la zone d'étude, le critère sensibilité des populations et ressources est considéré par défaut.

- **Flux**

Le flux annuel peut également être considéré dans la méthodologie de sélection des substances en cas de hiérarchisation du risque et de la présence d'une multitude de substances.

- **Incidence avérée ou prévisible des émissions sur les milieux**

La concentration d'une substance mesurée dans un compartiment environnemental qui fait l'objet d'une pollution significative, entraîne la sélection de la substance, quelle que soit la contribution de l'installation à cette concentration.

Les données utilisées sont issues de l'état initial du site présentée dans le paragraphe 3.7.3.2 du présent document.

- **Devenir dans l'environnement**

Dans l'eau

Les traceurs de risque retenus pour les rejets aqueux sont les composés présentant des teneurs supérieures aux limites de quantification des laboratoires, lors des campagnes réalisées sur la période 2010 - 2024, et dans le cadre du suivi réalisé par ORANO Mining, dans les échantillons prélevés dans le Grand Bassin et en aval de la station de traitement. Ces composés sont :

- Le Radium 226 : Le radium 226 appartient à la famille radioactive de l'uranium 238. Il n'est actuellement plus utilisé, mais l'a été par le passé dans des applications industrielles et artisanales (fabrication de montres ou réveils), en médecine et en recherche.
- L'Uranium 238 : L'uranium appartient à la famille des actinides. Il est l'élément le plus lourd présent naturellement sur terre. L'uranium-238 est l'isotope naturel le plus présent.
- Le Baryum : Le baryum est un métal alcalino-terreux qui se trouve sous plusieurs formes dans la nature (barytine, benstonite, withérite…). Il est utilisé dans de nombreuses utilisations industrielles (fabrication papier photo, lubrifiant, verres). On le trouve notamment sous forme de sels solubles dans l'eau.
- L'Aluminium : La forme la plus courante de l'aluminium est Al^{3+}(aq) dans des conditions acides, et $Al(OH)_4^-$ (aq) sous des conditions neutres alcalines. D'autres formes incluent également $AlOH_2^+$ (aq) en $Al(OH)_3$ (aq).

- Les Sulfates : Les sulfates sont naturellement présents dans divers minéraux. Le sulfate de calcium est la forme la plus souvent retrouvée dans les ressources en eau. Les concentrations les plus élevées dans les eaux souterraines sont généralement d'origine naturelle. Les sulfates peuvent également avoir une origine anthropique, et être présents dans l'eau via les effluents industriels et les dépôts d'origine atmosphérique
- Le Cuivre : les formes $CuSO_4$, $Cu(OH)_2$ et $CuCl_2$ sont solubles dans l'eau (Dameron et Howe, 1998). L'ion Cu^{2+} est instable dans l'eau sauf en présence d'un ligand stabilisateur comme les sulfures, les cyanures ou les fluorures. Dans les milieux aqueux, le comportement du cuivre est influencé par de nombreux processus : complexation avec des ligands organiques (groupes $-NH_2$, -SH et -OH) ou minéraux, adsorption sur des oxydes métalliques, des argiles ou des matières organiques particulaires, bioaccumulation... La majorité du cuivre rejeté dans l'eau est sous forme particulaire et tend à se déposer, à précipiter ou à s'adsorber aux particules dissoutes. Dans l'eau, le cuivre particulaire représenterait de 40 à 90 % du cuivre.
- Le Zinc : le zinc existe dans l'eau sous diverses formes : ion hydraté ($Zn(H_2O)^{2+}$), zinc complexé par les ligands organiques (acides fulviques et humiques), zinc adsorbé sur de la matière solide, oxydes de zinc, etc. La spéciation du zinc dans le compartiment aquatique dépend de nombreux facteurs abiotiques tels que le pH, la quantité de matière organique dissoute, le potentiel redox etc. Dans différentes rivières européennes, une distribution de 30% de zinc libre et 70% de zinc complexé a été rapportée par Jansen et al. (1998). Un pH faible est nécessaire pour maintenir le zinc en solution.
- L'Arsenic : La solubilité de l'arsenic dépend fortement de sa spéciation, de très soluble jusqu'à quasiment insoluble. La solubilité des dérivés pentavalents de l'arsenic serait supérieure à celle des dérivés trivalents. Dans le milieu aquatique, les facteurs abiotiques tels que le pH ou la température ainsi que les facteurs biotiques tels que l'activité microbienne accélèrent la remise en suspension de l'arsenic des sédiments vers le compartiment eau. L'arsenic est classé comme « substance très toxique pour l'environnement aquatique ».
- Le Manganèse : Dans le milieu aquatique, la forme chimique du manganèse est déterminée par le pH, le potentiel d'oxydo-réduction (Eh) et les caractéristiques des anions libres. Le comportement du manganèse dans l'eau est influencé par la solubilité de la forme chimique présente. Le manganèse sous sa forme métallique peut être rencontré dans l'eau sous quatre états d'oxydation, notamment le manganèse (+II) principalement dans les eaux de pH compris entre 4 et 7. Il peut toutefois se trouver sous forme oxydée à un pH supérieur à 8 ou égal à 9 (EPA, 1984a).Dans l'eau, le manganèse sous sa forme Mn^{2+} s'associe habituellement avec le carbonate (CO_3^{2-}) pour former du carbonate de manganèse ($MnCO_3$) dont la solubilité relativement faible (65 mg/l) limite la concentration en manganèse dissous (Schaanning et al., 1988).En milieu aqueux aérobie, la solubilité du manganèse (+II) peut être influencée par des équilibres d'oxydes de manganèse (Ponnamperuma et al., 1969), avec du manganèse passant à des états d'oxydation +II ou +IV (Rai et al., 1986).En milieu aqueux anaérobie, le devenir du manganèse tend à être influencé par la formation de sulfure peu soluble. Le transport du manganèse dans les rivières est souvent lié à celui des sédiments en suspension. Il est reporté que la majeure

partie du manganèse dans un fleuve d'Amérique du Sud provenait de sources industrielles et était liée à des particules en suspension (Malm et al., 1988).

Potentiel de transfert

Le potentiel de transfert est caractérisé par son facteur de bioconcentration (BCF) dans les organismes vivants aquatiques ou terrestres. Il permet de connaître le comportement de la substance dans le compartiment environnemental (plante, animal terrestre ou aquatique) susceptible d'être impacté par les rejets du site.

Toutes les substances pour lesquelles il existe une telle valeur seront considérées comme susceptibles de s'accumuler. Selon le règlement REACh (annexe XIII), une substance n'est pas considérée comme bioaccumulable si le BCF est inférieur à 2 000 ou si le log décimal de son coefficient de partage octanol/eau est inférieur à 3.

Le comportement de la substance dans l'environnement peut permettre d'orienter le choix de la sélection.

Présentation des traceurs retenus

Les critères définis ci-avant ainsi que le choix résultant de leur prise en compte sont reportés dans le tableau ci-dessous.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Substance émise	**Concentrations estimées dans la Besbre après rejet (*) (mg/l)**	**Existence d'une VTR sans seuil O/N**	**Existence d'une VTR cancérigène à seuil O/N**	**Existence d'une VTR systémique à seuil O/N**	**Sélection Traceur de risque O/N (Choix 0 auto si colonne 3 ou 4 ou 5 = O)**	**Existence d'une valeur guide pour le milieu Eau O/N**	**Concentration élevée dans l'envt (dépassement valeur guide O/N)**	**Sélection Traceur d'émission O/N (Choix O auto si colonne 7 ou 8 = O et 6 = N)**
Radium 226	N.D.	N	N	N	N	N	ND	N
Uranium 238	8,90E-02	N	N	O	O	N	N	N
Baryum	2,96E-01	N	N	O	O	N	N	N
Aluminium	1,48E+00	N	N	O	O	N	N	N
Sulfates	5,91E+01	N	N	N	N	N	N	N
Cuivre	4,43E-02	N	N	O	O	N	N	N
Zinc	2,36E-01	N	N	O	O	N	N	N
Arsenic	5,91E-02	O	N	O	O	N	N	N
Manganèse	1,18E-01	O	N	O	O	N	N	N

O/N : Oui/Non - ND : Non Déterminé

(*) prise en compte de la dilution des polluants dans la Besbre

Tableau 166 : Sélection des traceurs dans les rejets aqueux

La mise en œuvre de cette méthodologie permet de retenir les six substances présentant le risque le plus élevé pour la santé humaine parmi l'ensemble des substances rejetées. Ces substances sont les suivantes :

Substance	N° CAS	Voie d'exposition		
		Inhalation	Ingestion de sols, végétaux terrestres	Ingestion d'eau et de poissons
Uranium 238	7440-61-1	/	X	X
Baryum	7440-39-3	/	X	X
Aluminium	7429-90-5	/	X	X
Cuivre	7440-50-8	/	X	X
Zinc	7440-66-6	/	X	X
Arsenic	7440-38-2	/	X	X
Manganèse	7439-96-5	X	X	X

Tableau 167 : Traceurs de risques retenus

3.7.3.5 Identification des dangers et relation dose-réponse

- **Toxicité relative à la substance**

Description des propriétés toxicologiques des substances

Uranium 238 : Bien que l'ensemble de l'organisme semble pouvoir être touché par la toxicité de l'uranium, les reins sont le siège d'effets délétères prédominants. La radiotoxicité de l'uranium semble se cantonner aux poumons et aux os, probablement en raison d'une rétention plus longue dans ces organes et de la décroissance atomique de l'uranium en radon et autres radio-isotopes avec émission de rayonnements ionisants (irradiation locale interne) En effet, comme tout émetteur de rayonnements ionisants, l'uranium est capable de provoquer des lésions de 2/3 l'ADN qui dans certains cas (absence de réparation et de processus de mort cellulaire) peuvent aboutir à la formation de mutations à l'origine de cancers.

Pour 1 gramme d'uranium naturel ingéré, la concentration dans le rein est de 3,7 µg/g et la dose équivalente engagée dans cet organe est de 6,8 mSv. Le risque radiologique correspondant reste faible comparé au risque de voir apparaitre une toxicité rénale aiguë (3 µg/g de tissu rénal). Dans le cas d'une exposition par inhalation de composés insolubles, la dose de rayonnement la plus importante est celle délivrée aux poumons. Ceci est dû essentiellement à la concentration des particules au niveau des ganglions lymphatiques et à leur longue période biologique.

Baryum : Les intoxications au baryum et à ses composés induisent des effets digestifs, musculaires, cardiaques (arythmie) et neurologiques. Selon le composé, l'exposition chronique peut provoquer une atteinte respiratoire (pneumoconiose de surcharge) et une augmentation de la pression artérielle.

Aluminium : L'exposition chronique à l'aluminium en milieu professionnel peut être responsable d'effets respiratoires (fibrose pulmonaire lors d'expositions massives actuellement rares, asthme et altérations chroniques de la fonction ventilatoire), pour lesquels le rôle étiologique de l'aluminium reste discuté, et neurologiques (altérations des fonctions psychomotrices, souvent infracliniques). Il n'y a pas d'arguments en faveur d'effets génotoxiques ou cancérogènes attribuables à l'aluminium ; aucune donnée sur d'éventuels effets reprotoxiques en milieu professionnel n'est disponible.

Cuivre : par inhalation, une irritation des voies aériennes supérieures et des troubles gastro-intestinaux sont reportés, tandis que par voie orale, notamment par intoxication via l'eau de boisson, des troubles gastro-intestinaux, rénaux ou hépatiques sont recensés.

Zinc : les composés du zinc, en exposition prolongée, induisent par voie orale une irritation gastro-intestinale et une anémie, et par inhalation, une irritation pulmonaire.

Arsenic : l'intensité des troubles sera variable en fonction du composé incriminé et de sa nature. L'arsenic agit sur de multiples organes. En milieu industriel, on constate :

- une atteinte cutanée avant tout de mécanisme irritatif (dermites, plaies),
- une atteinte des muqueuses (gingivite, laryngite, etc.),
- une chute des cheveux,
- une apparition de bandes blanches et grises transversales des ongles,
- une polynévrite sensitivomotrice débutant aux membres inférieurs,
- une atteinte sanguine : anémie…
- moins fréquemment, des atteintes digestives, hépatique, rénale et des troubles cardiovasculaires.

Classement des substances

L'évaluation du risque cancérogène est déterminée sur la base des classifications de l'US-EPA, du CIRC et de l'Union Européenne, présentées dans le tableau ci-après.

Organisme	Classe	Intitulé
US-EPA	A	Substance cancérogène pour l'homme
	B1 / B2	Substance probablement cancérogène pour l'homme
	C	Substance cancérogène possible pour l'homme
	D	Substance non classifiable quant à sa cancérogénicité pour l'homme
	E	Substance non cancérogène pour l'homme

Organisme	Classe	Intitulé
CIRC / OMS	1	Agent ou mélange cancérogène pour l'homme
	2A	Agent ou mélange probablement cancérogène pour l'homme
	2B	Agent ou mélange pouvant être cancérogène pour l'homme
	3	Agent ou mélange ne pouvant être classé pour sa cancérogénicité pour l'homme
	4	Agent ou mélange probablement pas cancérogène pour l'homme
Union Européenne	Catégorie 1A	Substance dont le potentiel cancérogène pour l'homme est avéré, la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur des données humaines
	Catégorie 1B	Substance dont le potentiel cancérogène pour l'homme est supposé, la classification dans cette catégorie s'appuyant largement sur des données animales
	Catégorie 2	Substance suspectée d'être cancérogène pour l'homme

Tableau 168 : Classification du risque cancérogène

Les substances classées cancérogènes sont retenues prioritairement comme traceurs de risque, du fait de la gravité de leurs effets. Toutefois les substances sans VTR ne pouvant pas faire l'objet d'une quantification des risques sanitaires seront retenues comme substances d'intérêt en tant que traceurs d'émission.

Lorsque le potentiel cancérogène d'une substance est avéré, une Valeur Toxicologique de Référence sans seuil est établie pour les effets cancérogènes mutagènes ou génotoxiques. Pour les effets cancérigènes non génotoxiques, une VTR à seuil doit être privilégiée, lorsqu'elle existe, à une éventuelle VTR sans seuil.

Valeurs toxicologiques de références

Définition des valeurs toxicologiques de référence

L'appellation VTR regroupe toutes les relations quantitatives entre une dose d'exposition et la possibilité d'apparition d'un effet (effet à seuil) ou d'une probabilité d'effet (effet sans seuil).

Pour les effets à seuil, une VTR désigne la dose ou la concentration en deçà de laquelle la survenue d'un effet n'est pas attendue. Elle s'exprime dans la même unité que l'exposition. Par exemple mg/m^3 pour l'inhalation, mg/(kg.j) pour l'ingestion.

Pour les effets sans seuil, une VTR désigne la probabilité supplémentaire de survenue d'un effet (le plus souvent cancérogène génotoxique) pour une unité d'exposition. Elle est aussi appelée excès de risque unitaire (ERU) et s'exprime dans l'unité inverse de l'exposition. Par exemple (mg/m^3)$^{-1}$ pour l'inhalation, (mg/(kg.j))$^{-1}$ pour l'ingestion.

Pour chaque substance, il peut exister plusieurs VTR selon :

- L'existence, ou non, d'un seuil pour l'effet considéré ;
- La voie d'exposition : inhalation, ingestion ou contact cutané (à ce jour, il existe très peu de VTR pour la voie cutanée) ;
- La durée d'exposition : aiguë (quelques heures à quelques jours), subchronique (quelques jours à quelques mois) ou chronique (supérieure ou égale à 1 an).

Les VTR sont construites pour couvrir l'ensemble de la population, y compris les personnes sensibles (les enfants par exemple).

Recherche des valeurs toxicologiques de référence

La toxicité relative à une substance est validée par une Valeur Toxicologique de Référence issue de la littérature (ANSES, US-EPA, ATSDR, OMS/IPCS, Health Canada, RIVM, OEHHA et EFSA), déterminée pour un effet à seuil ou sans seuil, et pour une voie d'exposition.

À noter que les VTR à seuil peuvent être représentatives d'effets systémiques ou de précurseurs d'effets cancérigènes.

Toute substance ne présentant pas de VTR ne sera pas retenue en tant que traceur de risque.

Conformément à la note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués, le choix de la Valeur Toxicologique de Référence s'effectuera suivant le logigramme ci-après.

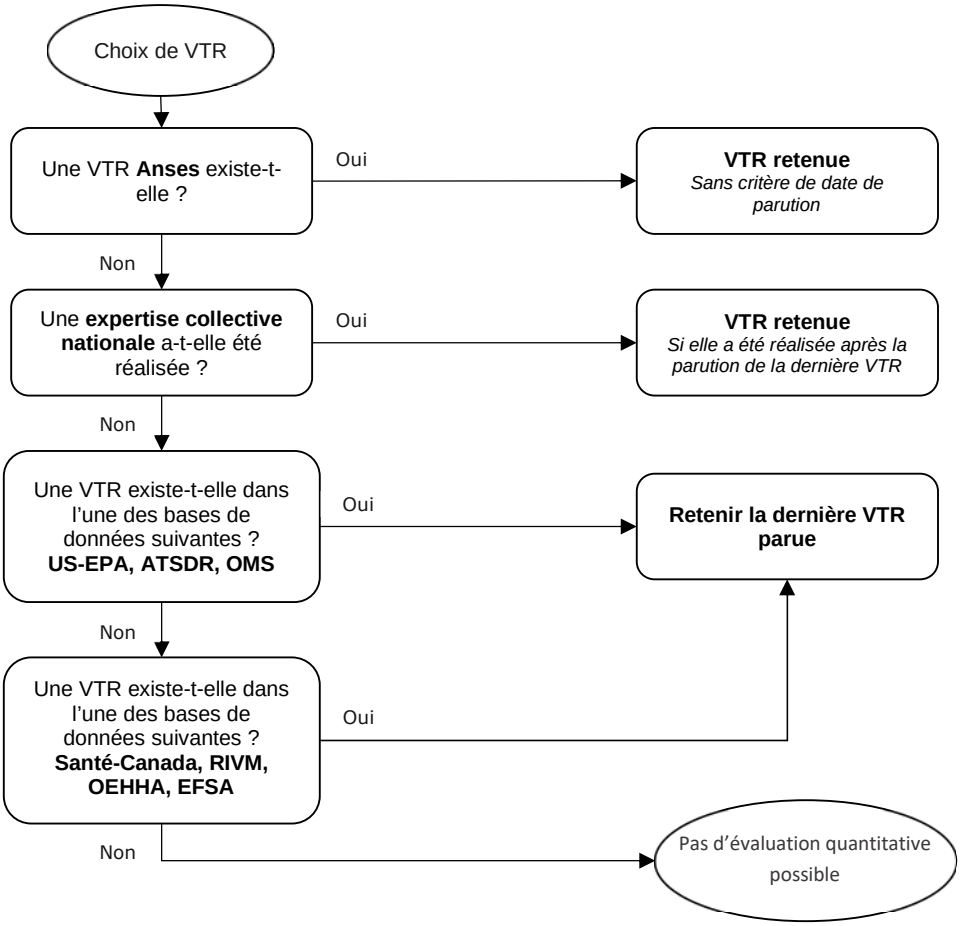


Figure 343 : Logigramme de choix des VTR

Les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP) ou les valeurs guides de qualité des milieux ne constituent pas à proprement parler des valeurs toxicologiques de référence ; elles peuvent toutefois servir d'élément de comparaison.

L'ensemble des Valeurs Toxicologiques de Référence publiées par les organismes de notoriété internationale pour des effets à seuil et sans seuil et par voie d'exposition sont présentées en Annexe. Les VTR retenues dans le cadre de cette étude y sont indiquées en gras et sont synthétisées dans le tableau suivant.

Substance	Voie d'exposition	Organes cibles		VTR retenue (ou valeur de l'Article R221-1 du Code de l'environnement à défaut)
Uranium 238	Ingestion	Effets systémiques à seuil	Rein	0,0002 mg.kg^{-1}.j^{-1} US-EPA - 2013
		Effets cancérigènes sans seuil :	/	/
Baryum	Ingestion	Effets systémiques à seuil	Système neuronal	0,2 mg.kg^{-1}.j^{-1} US-EPA - 2005 / ATSDR - 2007
		Effets cancérigènes sans seuil :	/	/
Aluminium	Ingestion	Effets systémiques à seuil :	Système neuronal	0,14 mg.kg^{1}.j^{-1} ANSES – 2016 (OMS JEFCA 2006)
		Effets cancérigènes sans seuil :	/	/
Cuivre	Ingestion	Effets systémiques à seuil :	Le foie et le pré-estomac	0.15 mg.kg^{1}.j^{-1} EFSA - 2018
		Effets cancérigènes sans seuil :	/	/
Zinc	Ingestion	Effets systémiques à seuil :	Système respiratoire	0,3 mg.kg^{1}.j^{-1}
		Effets cancérigènes sans seuil :	/	/
Arsenic	Ingestion	Effets systémiques à seuil :	Effets sur la peau (lésions cutanées)	4,50E-04 mg.kg^{-1}.j^{-1} FoBiG- 2009
		Effets cancérigènes sans seuil :	Peau	1,5 (mg/kg/j)$^{-1}$ US EPA - 1998
Manganèse	Inhalation	Effets systémiques à seuil :	Système nerveux	3.10^{-4} (mg/m^{3}) ATSDR - 2012
		Effets cancérigènes sans seuil :	/	/

Substance	Voie d'exposition	Organes cibles		VTR retenue (ou valeur de l'Article R221-1 du Code de l'environnement à défaut)
	Ingestion	Effets systémiques à seuil :		$5{,}5.10^{-2}$ $(mg/kg/j)^{-1}$ INSPQ - 2017
		Effets cancérigènes sans seuil :	/	/

Tableau 169 : Valeurs Toxicologiques de Référence retenues

Remarques :

- Les VTR sous forme d'avant-projet (draft) ou de document provisoire ne sont pas retenues pour la quantification des risques.
- La sélection des VTR a été réalisée conformément à la note d'information DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/2014, à savoir que dans tous les cas, en première intention, la VTR retenue est celle sélectionnée ou élaborée par l'ANSES (quel que soit son année). Si l'ANSES n'a pas sélectionné ou élaboré de valeurs, alors en deuxième intention la VTR à retenir est celle proposée par une autre expertise nationale collective (en l'occurrence l'INERIS), à condition qu'elle soit postérieure à la publication des VTR proposées par les autres organismes cités dans la note (US-EPA, OMS, OEHHA…)

  Dans les autres situations il a été retenu par ordre de priorité, la VTR la plus récente proposées par :

  - L'US-EPA, l'ATSDR, l'OMS ;
  - Santé Canada, RIVM, OEHHA, EFSA.

3.7.3.6 Identification des voies d'exposition

Les voies d'exposition des populations aux polluants émis par l'installation dépendent :

- Du milieu environnemental récepteur (émissions aqueuses) ;
- Des propriétés des polluants émis (particulaires, solubles, organiques/minéraux, persistants, bioaccumulables…) ;
- Des usages des milieux dans lesquels les polluants sont susceptibles de se disperser et de se transférer.

Il existe 3 voies d'exposition possible : l'inhalation, l'ingestion et la voie cutanée.

Le tableau suivant récapitule les voies d'exposition envisageables en fonction des propriétés des substances et des usages locaux.

Ingestion possible de :	Transferts possibles suite aux émissions atmosphériques ou aqueuses	Conditions relatives aux	
		Types de substances	Usages dans la zone d'influence des émissions de l'installation
Eau	Exposition par ingestion d'eaux lors de baignades	U238, Ba, Cu, Al, Zn, As, Mn	Baignades et activités nautiques
Produits de la pêche ou de l'aquaculture	Transferts par l'eau dans la zone de pêche (rivière de catégorie 1)	U238, Ba, Cu, Al, Zn, As, Mn	Pêche
Fruits et légumes	Exposition par ingestion via la consommation de légumes suite à l'irrigation	U238, Ba, Cu, Al, Zn, As, Mn	Potagers, jardins familiaux, cultures
Viandes (bétail)	Exposition par ingestion via la consommation de viandes	U238, Ba, Cu, Al, Zn, As, Mn	Élevage de bétails

Tableau 170 : Voies d'exposition envisageables en fonction des propriétés des substances et des usages locaux

3.7.3.7 Schéma conceptuel

Définition : un site présente un risque en termes d'effets sanitaires, seulement si les trois éléments suivants sont présents de manière concomitante :

- Une source de polluants mobilisables présentant des caractéristiques dangereuses,
- Des voies de vecteur de transfert : il s'agit des différents milieux (sols, cultures destinées à la consommation humaine ou animale, etc.) qui, au contact de la source de pollution, sont devenus à leur tour des éléments pollués et donc des sources de pollution secondaires.

  Notons que dans certains cas, ces milieux ont pu propager la pollution sans pour autant rester pollués,
- La présence de cibles susceptibles d'être atteintes par les pollutions. Ces cibles potentielles concernant la population riveraine par contact direct (inhalation) ou indirect (ingestion) tels que les consommateurs de produits potagers dont les jardins sont situés dans la zone d'étude, les consommateurs d'œufs ou animaux élevés sur la zone d'étude.

L'identification des sources de pollution potentiellement dangereuses, des vecteurs et des cibles, réalisée sur la base des émissions et traitements présentés précédemment, fournit le résultat suivant :

Domaine	Émissions	Source de danger	Vecteur	Cible
				Habitants/Riverains
Eau	Eaux issues du bassin zéolithe (GBZ2)	Oui	Oui	Oui
	Eaux traitées issues de la station de traitement (TBO2)	Oui	Oui	Oui

Tableau 171 : Identification des combinaisons source, vecteur et cible

Il s'avère que la combinaison source / vecteur / cible est identifiée pour les émissions aqueuses.

La voie d'exposition par contact cutané n'est pas prise en compte.

Seuls les rejets aqueux des eaux de vidange du grand bassin et des eaux de l'ancienne mine, en mélange avec les eaux des drains, sont retenus comme source de danger. La voie d'exposition directe par inhalation a donc été écartée.

La voie d'ingestion est prise en compte dans le cadre des rejets aqueux. La voie de transfert est l'eau et la chaîne alimentaire. Dans ce cadre, l'exposition a lieu par ingestion potentielle d'eau lors des activités nautiques, de consommation de poisson, de bétail et d'ingestion de sols / denrées alimentaires soumise à l'arrosage. Le scénario conceptuel d'exposition des populations adapté au site est présenté à la page suivante.

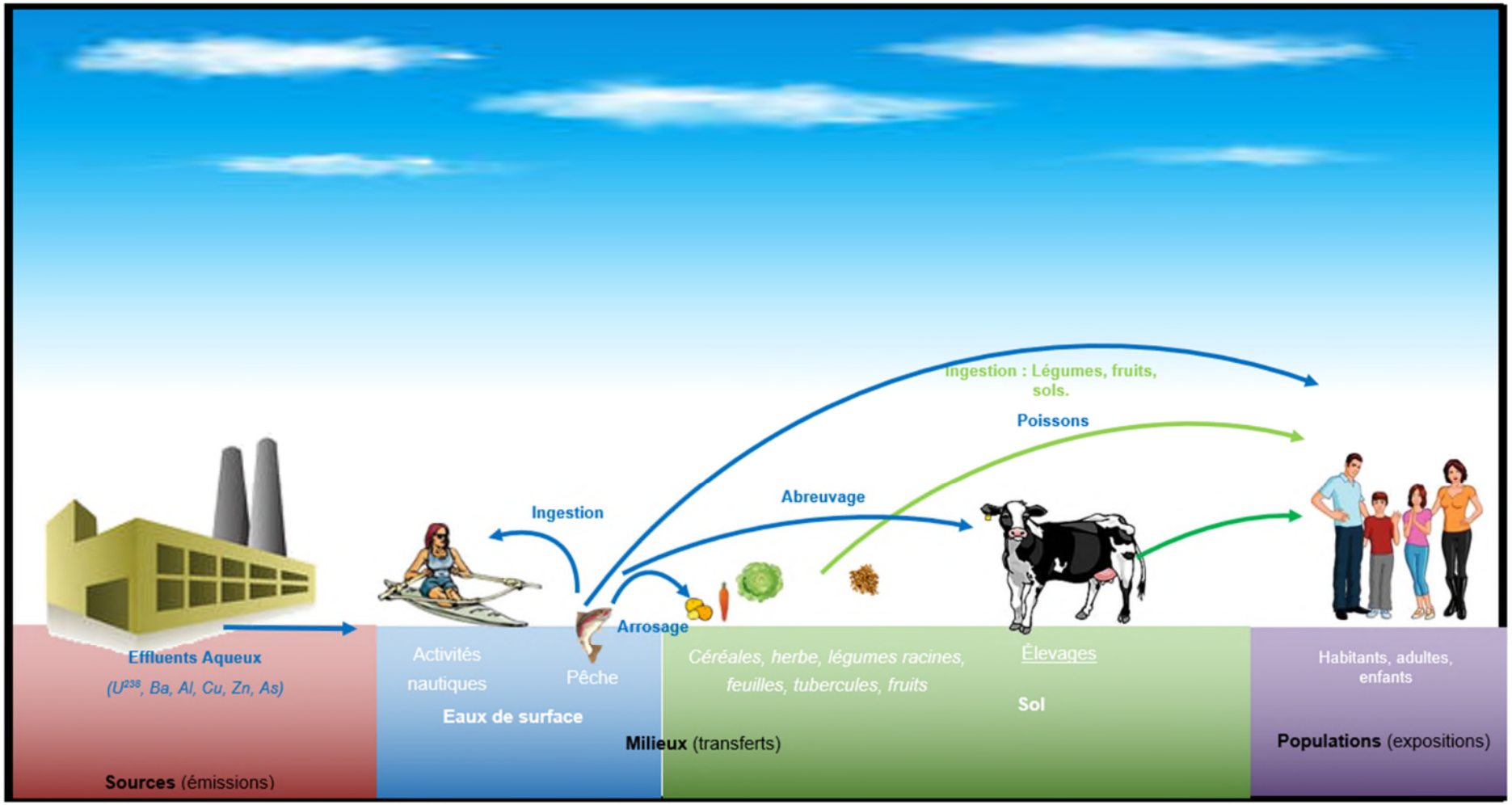


Figure 344 : Schéma conceptuel

3.7.4 Évaluation prospective des risques sanitaires

Pour rappel, les substances et voies d'exposition à prendre en compte ont été listées précédemment dans le schéma conceptuel. Elles sont synthétisées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 172 : Substances et voies d'exposition retenues

Substance	Voie d'exposition		
	Eau		
	Arrosage des plantes	Ingestion d'eau lors d'activités nautiques	Ingestion de poissons
U 238	X	X	X
Ba	X	X	X
Al	X	X	X
Zn	X	X	X
Cu	X	X	X
Ar	X	X	X
Mn	X	X	X

** A titre majorant, et sans connaître les possibilités d'évolution des terrains sous la dispersion (nouveaux jardins de riverains, nouveaux types de cultures, etc.), l'estimation du risque par l'ingestion des denrées alimentaires portera sur l'ensemble des matrices potentiellement présentes dans le domaine d'étude que ce soit en jardin privatif ou en culture intensive (légumes feuilles, légumes fruits, légumes racines, fruits, herbe, céréales, bœuf, volaille, lait de vache, œuf). Le lait maternel sera également retenu pour les dioxines/furanes uniquement.*

3.7.4.1 Identification des dangers et relations dose-réponse

Cf. Identification des dangers et relations dose-réponse ci-dessus.

3.7.4.2 Caractérisation des expositions

- **Description des scénarios d'exposition**

De façon générale pour cette étude, la durée d'exposition correspond au percentile 90 de la durée de résidence (30 ans).

Du fait des différences de poids corporels et de consommation alimentaire de la population, 2 classes d'âge sont distinguées par la suite :

- Les enfants (de 6 mois à 15 ans),
- Les adultes (plus de 15 ans).

La fréquence d'exposition des différents scénarios d'ingestion est de 365 jours par an.

Cas de l'ingestion de denrées alimentaires et de sols

L'exposition de la population par ingestion de denrées alimentaires est fonction de ses habitudes alimentaires. Les valeurs centrales des quantités consommées prises en compte sont ceux décrites par l'INERIS dans le rapport DRC-14-141968-11173C du 23 juin 2017, et en cas d'absence de données (cas du lait maternel), la valeur issue de l'étude INCA (Étude individuelle Nationale sur les Consommations Alimentaires).

Tableau 173 : Scénario d'exposition par ingestion de denrées alimentaires et de sols

	Enfant (< 15 ans)	Adulte (> 15 ans)
Poids corporel (kg)	28,4	67,2
Quantité de sols ingérée (kg/j)	$8{,}79.10^{-5}$	5.10^{-5}
Quantité de légumes-feuilles ingérée (kg/j)	$3{,}00.10^{-2}$	$5{,}20.10^{-2}$
Quantité de légumes-fruits ingérée (kg/j)	$2{,}30.10^{-2}$	$4{,}00.10^{-2}$
Quantité de légumes-racines ingérée (kg/j)	$7{,}70.10^{-2}$	$9{,}30.10^{-2}$
Quantité de fruits ingérée (kg/j)	$9{,}10.10^{-2}$	$1{,}45.10^{-1}$

Nota : pour les classes d'âge enfant et adulte, les quantités d'aliments consommées ont été calculées en moyennant les différentes données de classes d'âge correspondantes définies par l'INERIS dans le rapport DRC-14-141968-11173C du 23 juin 2017.

N'est pas retenue l'ingestion des produits des cultures (céréales, oléoprotéagineux), observées autour du site, car elles ne sont pas destinées à la consommation humaine locale. Bien qu'elles puissent être impactées par les rejets du site, ces cultures ne donnent pas lieu à une exposition des populations locales.

Parmi ces produits, seule la part de consommation exposée à la contamination, c'est-à-dire la part des aliments produits localement, est considérée dans la suite de l'étude. Il peut s'agir d'aliments produits par les consommateurs eux-mêmes (agriculteurs, personnes possédant un jardin), d'aliments achetés chez des agriculteurs locaux ou d'aliments produits localement par des particuliers et reçus en dons.

Les parts exposées à la contamination prises en compte sont celles décrites dans l'enquête de l'INSEE *(INSEE, Bertrand M. Consommation et lieux d'achat des produits alimentaires en 1991. INSEE Résultats, série consommations mode de vie, septembre 1993. n°54-55)* :

Tableau 174 : Part autoconsommée de denrées alimentaires végétales

Catégories (matrices)	ZEAT* Centre Est
Légumes-feuilles	43,10%
Légumes-fruits	24,80%
Légumes-racines	35,30%
Fruits	8,90%

** ZEAT = Zone d'Etude et d'Aménagement du Territoire*

Afin d'envisager toutes les possibilités à venir de développement personnel de jardin privatif à l'échelle des habitats du secteur d'étude, les calculs des quotients de dangers et des excès de risque individuel tiendront compte de l'ensemble de l'absorption potentielle des matrices (catégories ci-dessus).

Ainsi, les calculs pour la voie d'ingestion couvriront l'ensemble des configurations possibles du secteur d'étude.

Cas de l'ingestion d'eau lors d'activités nautiques

Dans le scénario d'ingestion d'eau lors d'activités nautiques, le scénario d'exposition considéré est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau 175 : Scénario d'exposition par ingestion d'eau lors d'activités nautiques

	Enfant (< 15 ans)	Adulte (> 15 ans)
Poids corporel (kg)	28,4	67,2
Quantité d'eau de baignade ingérée accidentellement (l/h)(1)	0,037	0,016
Fréquence d'exposition (baignades) en h/an(2)	12	12

(1) Avis ANSES - Dufour et al., 2006
(2) US-EPA – 1997

Cas de l'ingestion de poisson

Dans le scénario d'ingestion de poisson, le scénario d'exposition considéré est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau 176 : Scénario d'exposition par ingestion de poissons

	Enfant (< 15 ans)	Adulte (> 15 ans)
Quantité de poisson ingérée (kg/j)	0,02	0,03
Autoconsommation de poissons (%)	8,3	8,3

Source : Etude INCA – Etude individuelle Nationale sur les Consommations Alimentaires

Cas de l'ingestion d'eau souterraine (ou superficielle)

Ce type d'ingestion (d'eau de consommation courante) n'est pas considéré dans l'étude.

En effet, plusieurs forages hydrauliques souterrains fournissant de l'eau potable sont identifiés dans les communes voisines du site des BNL, mais il n'existe aucune influence hydraulique entre ces forages et le site d'étude.

Une douzaine de captages souterrains sont recensés dans un rayon de 3 km autour du site d'étude selon Atlasanté mais ces captages sont situés en amont ou en aval latéral hydraulique du site des Bois Noirs Limouzat, évitant toute interactions avec le réseau hydraulique du site.

Une surveillance particulière au niveau du site du Paradou, en aval direct du site, a été mise en place au niveau de résurgence de sources. En effet, l'exploitation de la mine a asséché temporairement les sources situées dans la zone du Paradou pendant le temps de l'exploitation. Aujourd'hui ces sources font l'objet d'une surveillance avec des prélèvements et analyses semestriels. D'après les données de surveillance de ces sources, le site n'a aucune influence chimique sur celles-ci.

D'après l'Agence Régionale de la Santé Auvergne-Rhône-Alpes, le site n'est pas inscrit dans un périmètre de protection de captage d'AEP.

- ## Estimation des concentrations dans les milieux d'exposition

L'évaluation des risques sanitaires liés au projet de réaménagement du site des Bois Noirs nécessite de modéliser les niveaux d'exposition de la population à partir des différentes sources/milieux de l'environnement, via plusieurs modes de transfert et voies d'administration des polluants.

Les outils de modélisation utilisés sont les suivants :

- **KALRISK** pour le calcul des concentrations dans les milieux, les niveaux d'exposition et les niveaux de risque en fonction du temps. Cet outil a été développé sur la base des équations décrites dans le manuel « Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle »[41]

Dans l'eau

L'estimation de la concentration des polluants retenus dans le milieu récepteur, à savoir la Besbre, peut être réalisée à partir des valeurs maximales autorisées dans les rejets du site et du débit de cette dernière. Les concentrations ainsi obtenues dans le milieu sont les suivantes :

[41] Rapport d'étude N°DRC-08—94882-16675B - 01/08/2010 - Jeux d'équations pour la modélisation des expositions liées à la contamination d'un sol ou aux émissions d'une installation industrielle

Tableau 177 : Estimation de la concentration des polluants retenus dans le cours d'eau

Substance	Rejet au milieu naturel			Rejet au milieu naturel			Milieu naturel	
	Rejet 1 – station de traitement des eaux d'exhaure de la mine (station basse) Point de Rejet : TBO 2 "futur"			Rejet 2 – nouvelle station zéolithes (station basse) Point de Rejet : GBZ2 "futur"				
Nom	**Flux rejeté (kg/j)**	**Concentration (mg/L)**	**Débit rejeté (m^3/j)**	**Flux rejeté (kg/j)**	**Concentration (mg/L)**	**Débit rejeté (m^3/j)**	**Débit du cours d'eau (m^3/j)**	**[ ] dans le cours d'eau (mg/L)**
Uranium 238	0,7	3,01E-01	2390,8	2,1	3,01E-01	7000	22 378	8,90E-02
Baryum	2,4	1,00E+00	2390,8	7,0	1,00E+00	7000	22 378	2,96E-01
Aluminium	12,0	5,00E+00	2390,8	35,0	5,00E+00	7000	22 378	1,48E+00
Cuivre	0,4	1,50E-01	2390,8	1,1	1,50E-01	7000	22 378	4,43E-02
Zinc	1,9	8,00E-01	2390,8	5,6	8,00E-01	7000	22 378	2,36E-01
Arsenic	0,5	0,2	2390,8	1,4	0,2	7000	22 378	5,91E-02
Manganèse	1,0	4,00E-01	2390,8	2,8	4,00E-01	7000	22 378	1,18E-01

Dans les sols soumis à l'arrosage par les eaux de surface

Pour déterminer le degré de contamination des sols par l'arrosage, l'équation considérée est la suivante :

$$C_{sol} = [(C_{eau} \times Conso_{potager} \times N) / 365 \times D_{acc}] / (\rho_{sol} \times E_{sol})$$

Avec :

- C_{sol} : concentration accumulée dans les sols (µg/kg de sol)
- C_{eau} : concentration dans le milieu aquatique utilisé pour l'arrosage (µg/L)
- $Conso_{potager}$: consommation d'eau par le potager pour l'arrosage (L/m²)
- N : Nombre d'arrosages par an
- D_{acc} : durée d'accumulation considérée (j)
- ρ_{sol} : masse volumique du sol (kg/m³)
- E_{sol} : épaisseur du sol considérée (m)

Les hypothèses suivantes ont été prises en compte :

Tableau 178 : Hypothèses retenues pour l'arrosage

Consommation d'eau par m² de potager (L/m²/s)	$1{,}6.10^{-5}$
Nombre d'arrosage par jour	1
Période d'arrosage (j/an)	365 jours / an (approche majorante)

Comme précédemment, deux approches ont ensuite été utilisées :

- Dans le cas d'une exposition par ingestion directe de sol, le dépôt du polluant est supposé homogène sur une épaisseur de 5 cm,
- Dans le cas d'une exposition par ingestion indirecte via la chaîne alimentaire, le dépôt de polluant est considéré comme homogène sur une profondeur de 20 cm (en prenant pour hypothèse que le labour régulier des terres contribue au mélange de la fraction déposée avec une épaisseur plus importante de sol).

À noter que dans les deux cas, la masse volumique moyenne des sols est prise égale à 1 800 kg/m³.

Les résultats de concentrations dans les sols pour chacun des polluants accumulables retenus sont présentés dans le tableau ci-après. Pour évaluer l'exposition aux substances s'étant accumulées au sol, à défaut d'estimer les concentrations pour chaque année, une pratique simplificatrice généralement admise est de retenir la **concentration estimée après 30 ans de dépôt**, pour l'ensemble de la période d'exposition. Cette hypothèse est raisonnable pour estimer le risque d'effets à seuil (le risque est évalué pour une personne exposée dans 30 ans).

Par contre, elle majore l'exposition moyenne sur la période, donc l'estimation du risque d'effets sans seuil. Ainsi, pour les effets sans seuil (exposition pendant 30 ans), cette hypothèse pour être affinée en retenant la **concentration moyenne sur la période d'étude**.

Les résultats de concentrations dans les sols pour les polluants sont présentés dans les tableaux suivants :

Tableau 179 : Résultats du dépôt au sol suite à l'arrosage

Polluant	Concentration dans les eaux de la nappe alluviale (µg/L)	Dépôt sol annuel (µg/m²/an)	Dépôt sol journalier (µg/m²/j)
U238	8,90E-02	4,490E+01	1,23E-01
Baryum	2,96E-01	1,492E+02	4,09E-01
Aluminium	1,48E+00	7,458E+02	2,04E+00
Cuivre	4,43E-02	2,237E+01	6,13E-02
Zinc	2,36E-01	1,193E+02	3,27E-01
Arsenic	5,91E-02	2,983E+01	8,17E-02
Manganèse	1,18E-01	5,966E+01	1,63E-01

Tableau 180 : Calcul du dépôt au sol pour les végétaux

Polluant	Dépôt (µg/m²/j)	Dépôt au sol racinaire (µg/kg de sol/j)
U238	1,23E-01	3,42E-04
Baryum	4,09E-01	1,14E-03
Aluminium	2,04E+00	5,68E-03
Cuivre	6,13E-02	1,70E-04
Zinc	3,27E-01	9,08E-04
Arsenic	8,17E-02	2,27E-04
Manganèse	1,63E-01	4,54E-04

Tableau 181 : Calcul de la concentration dans le sol pour les végétaux

Polluant	Dépôt au sol racinaire (µg/kg de sol/j)	Concentration dans le sol racinaire pour les végétaux (µg/kg de sol)	Concentration sol racinaire (mg/kg)
U238	3,42E-04	1,57E+00	1,57E-03
Baryum	1,14E-03	3,74E+00	3,7413E+00
Aluminium	5,68E-03	1,24E+01	1,2429E+01
Cuivre	1,70E-04	6,21E+01	6,2147E+01
Zinc	9,08E-04	1,86E+00	1,8644E+00
Arsenic	2,27E-04	9,94E+00	9,9436E+00
Manganèse	4,54E-04	2,49E+00	2,4859E+00

Dans les denrées alimentaires

Dans les denrées alimentaires soumises aux arrosages par les eaux de surface :

Par la même méthodologie que ci-dessus, les concentrations des agents polluants obtenues dans les différents compartiments de l'environnement suite aux opérations d'arrosage sont présentées dans le tableau ci-après. Seuls les produits cultivables en potagers sont retenus :

- Légumes-feuilles (choux-fleurs, laitues, endives, etc.),
- Légumes-fruits (tomates, concombres, haricots, etc.),
- Légumes racines (pommes de terre, etc.),
- Fruits (noix, poires, pommes, pêches, etc.).

Tableau 182 : Concentrations dans les denrées alimentaires soumises aux opérations d'arrosage

Polluant	Coefficient de biotransfert sol-plante (kg de sol/kg de plante)				Concentration de polluant dans le sol racinaire (µg/kg de sol)	Concentration de polluant dans la plante liée au transfert racinaire (µg/kg de plante)			
	Légumes-feuilles	Légumes-fruits	Légumes-racines	Fruits		Légumes-feuilles	Légumes-fruits	Légumes-racines	Fruits
U238	1,52E-03	2,78E-04	1,86E-03	2,67E-03	3,74E+00	5,69E-03	1,04E-03	6,98E-03	9,99E-03
Baryum	3,22E-02	3,22E-02	1,50E-02	3,22E-02	1,24E+01	4,00E-01	4,00E-01	1,86E-01	4,00E-01
Aluminium	0	0	0	0	6,21E+01	0	0	0	0
Cuivre	4,64E-02	4,11E-02	6,22E-02	6,59E-02	1,86E+00	8,64E-02	7,66E-02	1,16E-01	1,23E-01
Zinc	9,70E-02	9,70E-02	9,00E-01	9,70E-02	9,94E+00	9,65E-01	9,65E-01	8,95E+00	9,65E-01
Arsenic	6,33E-03	6,33E-03	8,00E-03	6,33E-03	2,49E+00	1,57E-02	1,57E-02	1,99E-02	1,57E-02
Manganèse	0	0	0	0	4,97E+00	0	0	0	0

kg de veg sec : kg de végétaux secs

Dans les poissons

À partir de la concentration mesurée de la substance dans le milieu récepteur (à savoir la Besbre), et de son facteur de bioaccumulation, il est possible de quantifier la concentration de cette substance dans les poissons présents dans cette rivière à partir de la formule suivante :

$$Ci_{[poissons]} = Ci_{[eau]} \times BCFi$$

avec :

$Ci_{[poissons]}$: concentration de la substance i dans les poissons (mg/kg)

$Ci_{[eau]}$: concentration de la substance i dans l'eau (La Besbre (mg/L))

BCFi : facteur de bioaccumulation de la substance i dans les poissons (L/kg)

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus :

Tableau 183 : Résultats de concentration dans les poissons

Substance	$Ci_{[eau]}$ (µg/L)	BCF* (mg/kg)	$Ci_{[poissons]}$ (µg/kg MF)
U238	8,90E-02	2	1,78E-01
Baryum	2,96E-01	4	1,18E+00
Aluminium	1,48E+00	36	5,32E+01
Cuivre	4,43E-02	184	8,16E+00
Zinc	2,36E-01	3,162	7,48E-01
Arsenic	5,91E-02	4	2,36E-01
Manganèse	1,18E-01	1 000	1,18E+02

** Source : Portail des substances chimique – INERIS et Arcardis*

• Calcul des niveaux d'exposition

Niveaux d'exposition par ingestion

Dans les scénarios d'exposition par ingestion, la dose journalière d'exposition (DJE) est donnée par la formule suivante :

$$DJE = \frac{\sum_i Q_i \, x \, C_i \, x \, f_i}{P}$$

Avec :

DJE : Dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance (mg/kg/jour)

Q_i : Quantité de matrice i (sol, aliments, etc.) ingérée par jour, exprimée en kg/j ou L/j (moyenne annuelle)

C_i : Concentration de la substance ingérée dans la matrice i, exprimée en mg/kg ou mg/L

f_i : fraction de la quantité de matrice i consommée et exposée à la contamination étudiée (assimilable à la part de consommation de produits locaux)

P : Masse corporelle de la personne (kg)

Cas de l'ingestion de sols et de denrées alimentaires (arrosés par de l'eau issue de la Besbre)

Pour les classes d'âge, les voies d'exposition modélisées sont :

- L'ingestion de sol,
- L'ingestion de légumes-feuilles (choux-fleurs, laitues, endives, etc.),
- L'ingestion de légumes-fruits (tomates, concombres, haricots, etc.),
- L'ingestion de légumes racines (pommes de terre, etc.),
- L'ingestion de fruits (noix, poires, pommes, pêches, etc.),

Pour rappel, dans le cadre de l'exposition par ingestion, il est considéré que les sols ingérés ainsi que la part autoproduite des denrées alimentaires consommées sont uniquement issus de la zone de retombées maximales.

Sur la base des concentrations des composés particulaires dans les sols et denrées alimentaires déterminées précédemment (pour les concentrations maximales déterminées au niveau des eaux de la Besbre) et des scénarios d'exposition de la population identifiée, les doses d'exposition journalières sont celles présentées dans le tableau page suivante :

Tableau 184 : Niveaux d'exposition par ingestion de sols, denrées alimentaires arrosées par de l'eau issue de la Besbre

Doses d'exposition en mg/kg de PC/j (zone d'étude)						
Adulte						
Polluant	**Dose d'exposition liée à l'ingestion de sol (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion d'aliment (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion d'eau (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion de poissons (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion de bétails (µg/kg de PC/j)**	**Dose totale d'exposition (µg/kg de PC/j)**
U238	1,11E-05	7,38E-06	6,96E-07	6,59E-06	0,00E+00	2,58E-05
Baryum	3,70E-05	3,61E-04	2,31E-06	4,38E-05	7,76E-08	4,44E-04
Aluminium	1,85E-04	0,00E+00	1,16E-05	1,97E-03	0,00E+00	2,17E-03
Cuivre	5,55E-06	1,20E-04	3,47E-07	3,02E-04	7,76E-07	4,29E-04
Zinc	2,96E-05	5,02E-03	1,85E-06	2,77E-05	3,72E-08	5,08E-03
Arsenic	7,40E-06	2,03E-05	4,63E-07	8,76E-06	2,07E-07	3,71E-05
Manganèse	1,48E-05	0,00E+00	9,26E-07	4,38E-03	1,03E-07	4,40E-03

Enfant						
Polluant	**Dose d'exposition liée à l'ingestion de sol (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion d'aliment (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion d'eau (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion de poissons (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion de bétails (µg/kg de PC/j)**	**Dose totale d'exposition (µg/kg de PC/j)**
U238	4,63E-05	1,23E-05	3,81E-06	1,04E-05	0,00E+00	7,29E-05
Baryum	1,54E-04	5,55E-04	1,27E-05	6,91E-05	1,29E-07	7,91E-04
Aluminium	7,69E-04	0,00E+00	6,33E-05	3,11E-03	0,00E+00	3,94E-03
Cuivre	2,31E-05	2,01E-04	1,90E-06	4,77E-04	1,29E-06	7,04E-04

Enfant						
Polluant	**Dose d'exposition liée à l'ingestion de sol (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion d'aliment (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion d'eau (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion de poissons (µg/kg de PC/j)**	**Dose d'exposition liée à l'ingestion de bétails (µg/kg de PC/j)**	**Dose totale d'exposition (µg/kg de PC/j)**
Zinc	1,23E-04	9,47E-03	1,01E-05	4,37E-05	6,21E-08	9,65E-03
Arsenic	3,08E-05	3,38E-05	2,53E-06	1,38E-05	3,45E-07	8,13E-05
Manganèse	6,16E-05	0,00E+00	5,06E-06	6,91E-03	1,72E-07	6,98E-03

Cas de l'ingestion d'eau lors des activités nautiques :

Dans le scénario d'ingestion d'eau lors d'activités nautiques, la Dose Quotidienne Ingérée (DQI) est donnée plus spécifiquement par la formule suivante :

$$DQI = \frac{Cb\ x\ Qb\ x\ 24\ x\ Fe}{P}$$

Avec :

DQI : Dose Quotidienne Ingérée (en µg/kg/j)

Cb : Concentration de la substance considérée dans l'eau de baignade (exprimée en µg/l)

Qb : Quantité d'eau de baignade ingérée accidentellement par la cible (en l/h)

Fe : Fréquence d'exposition, c'est-à-dire nombre annuel d'heures de baignade (12 h/an) ramené au nombre total annuel d'heure (8 760 h/an)

P : Masse corporelle de la personne (kg)

Les quantités des différentes substances ingérées par un enfant et un adulte lors d'activités nautiques sont ainsi les suivantes :

Tableau 185 : Niveaux d'exposition par ingestion d'eau lors d'activités nautiques (via piscine / baignade)

Polluant	Dose quotidienne ingérée (µg/kg/j)	
	Enfant	Adulte
U238	3,81E-06	6,96E-07
Baryum	1,27E-05	2,31E-06
Aluminium	6,33E-05	1,16E-05
Cuivre	1,90E-06	3,47E-07
Zinc	1,01E-05	1,85E-06
Arsenic	2,53E-06	4,63E-07
Manganèse	5,06E-06	9,26E-07

Cas de l'ingestion de produits de la pêche :

Dans le scénario d'ingestion de produits de la pêche, la Dose Quotidienne Ingérée (DQI) est donnée par la formule suivante :

$$DQI = \frac{Cpoissons\ x\ Qi\ x\ Fe}{P}$$

Avec :

Cpoissons : Concentration de la substance considérée dans les poissons (exprimée en µg/kg)

Qi : Quantité de produit local ingérée quotidiennement par la cible (en kg/j)

Fe : Fréquence d'exposition, c'est-à-dire nombre annuel de jours d'exposition ramené au nombre total annuel de jour

P : Masse corporelle de la personne (kg)

Les Doses Quotidiennes Ingérées par un enfant ou un adulte pour chacune des substances retenues sont les suivantes :

Tableau 186 : Niveaux d'exposition par ingestion de poissons

Polluant	Dose quotidienne ingérée (µg/kg/j)	
	Enfant	Adulte
U238	1,04E-05	6,59E-06
Baryum	6,91E-05	4,38E-05
Aluminium	3,11E-03	1,97E-03
Cuivre	4,77E-04	3,02E-04
Zinc	4,37E-05	2,77E-05
Arsenic	1,38E-05	8,76E-06
Manganèse	6,91E-03	4,38E-03

Synthèse des niveaux d'exposition par ingestion :

Les doses totales de chaque substance liée à l'activité du site sont synthétisées dans le tableau de la page suivante, pour :

L'enfant

L'adulte.

Nota Bene : *A noter que les concentrations observées dans les poissons du grand bassin sont importantes ; si la pratique de la pêche « sauvage » sur site n'est pas considérée car elle est interdite, la suppression de cette population intégrée dans le projet participera à la limitation du risque.*

Tableau 187 : Dose journalière d'exposition (µg/kg/j) – ADULTE – Effets à seuils

Polluant	Dose d'exposition liée à l'ingestion de sol (µg/kg de PC/j)	Dose d'exposition liée à l'ingestion d'aliment (µg/kg de PC/j)	Dose d'exposition liée à l'ingestion d'eau de piscine (µg/kg de PC/j)	Dose d'exposition liée à l'ingestion de poissons (µg/kg de PC/j)	Dose d'exposition liée à l'ingestion de bétails (µg/kg de PC/j)	Dose totale d'exposition (µg/kg de PC/j)
U238	1,11E-05	7,38E-06	6,96E-07	6,59E-06	0,00E+00	2,58E-05
Baryum	3,70E-05	3,61E-04	2,31E-06	4,38E-05	7,76E-08	4,44E-04
Aluminium	1,85E-04	0,00E+00	1,16E-05	1,97E-03	0,00E+00	2,17E-03
Cuivre	5,55E-06	1,20E-04	3,47E-07	3,02E-04	7,76E-07	4,29E-04
Zinc	2,96E-05	5,02E-03	1,85E-06	2,77E-05	3,72E-08	5,08E-03
Arsenic	7,40E-06	2,03E-05	4,63E-07	8,76E-06	2,07E-07	3,71E-05
Manganèse	1,48E-05	0,00E+00	9,26E-07	4,38E-03	1,03E-07	4,40E-03

Tableau 188 : Dose journalière d'exposition (µg/kg/j) – ENFANT – Effets à seuils

Polluant	Dose d'exposition liée à l'ingestion de sol (µg/kg de PC/j)	Dose d'exposition liée à l'ingestion d'aliment (µg/kg de PC/j)	Dose d'exposition liée à l'ingestion d'eau de piscine (µg/kg de PC/j)	Dose d'exposition liée à l'ingestion de poissons (µg/kg de PC/j)	Dose d'exposition liée à l'ingestion de bétails (µg/kg de PC/j)	Dose totale d'exposition (µg/kg de PC/j)
U238	4,63E-05	1,23E-05	3,81E-06	1,04E-05	0,00E+00	7,29E-05
Baryum	1,54E-04	5,55E-04	1,27E-05	6,91E-05	1,29E-07	7,91E-04
Aluminium	7,69E-04	0,00E+00	6,33E-05	3,11E-03	0,00E+00	3,94E-03
Cuivre	2,31E-05	2,01E-04	1,90E-06	4,77E-04	1,29E-06	7,04E-04
Zinc	1,23E-04	9,47E-03	1,01E-05	4,37E-05	6,21E-08	9,65E-03
Arsenic	3,08E-05	3,38E-05	2,53E-06	1,38E-05	3,45E-07	8,13E-05

Manganèse	6,16E-05	0,00E+00	5,06E-06	6,91E-03	1,72E-07	6,98E-03

3.7.4.3 Caractérisation des risques

- **Quantification des risques sanitaires pour la voie ingestion**

Évaluation des effets à seuil

Pour les substances retenues, le risque sanitaire est évalué en considérant un scénario d'exposition lié à l'ingestion d'eau lors d'activités nautiques, à l'ingestion de produits de la pêche ainsi qu'à l'ingestion de sol et produits alimentaires soumis à l'arrosage.

Pour les polluants à seuil, il s'agit de comparer l'exposition attribuable à l'installation à la Valeur Toxicologique de Référence (VTR) publiée dans la littérature. Il est ainsi calculé un Quotient de Danger (QD) qui est le rapport entre l'estimation d'apport journalier en polluant et la VTR.

L'exposition attribuable à l'installation correspond à la Dose Journalière d'Exposition (DJE) de la substance étudiée. Le Quotient de Danger systémique par voie orale (QDs_O) se calcule ainsi :

$$QDs_O = \frac{DJE}{VTR_O}$$

Avec :
DJE : dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance (en mg/kg/jour),
VTRo : valeur toxicologique de référence, à seuil, pour la voie (ingestion) et la durée d'exposition correspondant au scénario considéré.

Le tableau suivant présente pour toutes les substances retenues, les valeurs des QDs par ingestion :

Tableau 189 : Quotients de danger – Voie ingestion

	Enfant	Adulte
U238	3,64E-04	1,29E-04
Baryum	3,95E-06	2,22E-06
Aluminium	1,10E-04	6,02E-05
Cuivre	4,69E-06	2,86E-06
Zinc	3,22E-05	1,69E-05
Arsenic	1,81E-04	8,25E-05
Manganèse	1,27E-07	7,99E-08

Pour chaque substance, la valeur du Quotient de Danger étant inférieure à 1, **l'impact sanitaire du projet peut être considéré comme non significatif en termes d'effets systémiques à seuil à l'encontre des populations environnantes pour la voie ingestion de sols et de denrées alimentaires arrosés par de l'eau issue de la Besbre.**

La classe d'âge « Enfant » est la plus exposée pour la voie ingestion.

Évaluation des effets cancérigènes à seuil

Aucune des substances retenues dans le domaine de l'eau ne présente d'effets cancérigènes à seuil par ingestion.

Évaluation des effets cancérigènes sans seuil

Dans le cas d'effets sans seuil, il s'agit de calculer un Excès de Risque Individuel (ERI) en multipliant la valeur toxicologique sans seuil (VTRs) ou l'Excès de Risque Unitaire (ERU), correspondant à la VTR, par l'exposition attribuable au site.

Dans le cas d'un scénario par ingestion, l'exposition attribuable au site correspond à la Dose Journalière d'Exposition (DJE) de la substance étudiée (présentée dans le paragraphe 3.5.2.3). L'Excès de Risque Individuel par ingestion (ERIo) se calcule ainsi :

$$ERIo = \sum_i \frac{DJE_i \, x \, T_i}{T_m} \, x \, VTR_{ss,ing}$$

Avec

DJE_i : dose journalière d'exposition liée à l'ingestion de la substance (en mg/kg/jour),

Ti : durée de la période d'exposition i (en années) sur laquelle l'exposition (DJE_i) est calculée,

Tm : durée de temps sur laquelle l'exposition est rapportée (en années),

VTRss,ing : VTR sans seuil ou excès de risque unitaire (ERU), pour la voie d'exposition d'ingestion correspondant au scénario considéré.

Selon le guide de l'InVS, pour les effets sans seuil, la valeur attribuée à Tm est toujours égale à 70 ans.

D'après le guide sur l'Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires de l'INERIS (2021), une durée maximale d'exposition de 30 ans est généralement admise pour les individus résidant à un endroit donné. Des études montrent que le temps de résidence d'un ménage dans un même logement est de 30 ans (percentile 90 – étude réalisée en France (Nedellec et al, 1998)). La valeur attribuée à Ti sera donc 30 ans.

Le risque est considéré comme non préoccupant si chaque ERI est inférieur à la valeur repère conventionnelle de « 10^{-5} », conformément à la circulaire DGS/DGPR du 9 août 2013.

Tableau 190 : Excès de risque individuel – effets sans seuil – voie ingestion

Substances	ERI par ingestion - ENFANT	ERI par ingestion - ADULTE
U238	/	/
Baryum	/	/
Aluminium	/	/
Cuivre	/	/
Zinc	/	/
Arsenic	**3,76E-08**	**2,39E-08**
Manganèse	***/***	***/***

Pour chaque substance, la valeur de l'Excès de Risque Individuel par ingestion (ERI_O) est inférieure à 10^{-5} (risque de cancer pour 100 000 individus selon l'OMS). Il en est de même pour la somme de l'Excès de Risque Individuel, toutes substances confondues. Ainsi, **l'impact sanitaire de l'installation peut être considéré comme non significatif en termes d'effets cancérigènes sans seuil à l'encontre des populations environnantes dans le domaine de l'eau.**

- ## Quantification du risque cumulé (Substances et voies d'expositions)

Afin de prendre en compte simultanément les risques par la voie inhalation et par la voie ingestion, les indicateurs de risques à seuil (QD) et sans seuil (ERI) associés à ces deux voies, sont sommés respectivement pour chaque traceur de risques.

En approche majorante, les QD toutes voies sont calculées pour le scénario « majorant » pour l'inhalation et la classe d'âge « Enfant » / « 1-3 ans » pour l'ingestion, sauf pour les dioxines, où la classe d'âge la plus exposée est la classe « 0 à 1 an » / « Nourrisson ». Les ERI sont calculés pour une durée d'exposition de 30 ans, entre les âges 0 et 30 ans, sur une vie de 70 ans.

La circulaire du 9 août 2013 ne demande pas de calculer les sommes des indicateurs de risque pour l'ensemble des traceurs de risque. Toutefois, la sommation des QD et des ERI est recommandée dans le guide INERIS (2021). Selon un premier niveau d'approche conservateur, les QD et les ERI obtenus sont sommés respectivement pour caractériser le risque total au niveau du récepteur considéré.

Les QD précédemment présentés sont la somme de l'ensemble des QD par ingestion (ingestion de sol et de denrées alimentaires arrosés par de l'eau issue de la Besbre, ingestion d'eau lors d'activité nautiques, ingestion de poisson). Il n'y a pas de QD lié à l'inhalation car cette voie d'exposition n'a pas été étudiée.

Tableau 191 : Récapitulatif et somme des Quotients de danger - effets à seuil- calculés pour les traceurs et pour la voie ingestion

Espèces	Q_D ingestion Enfant	Q_D ingestion Adulte
U238	3,64E-04	1,29E-04
Baryum	3,95E-06	2,22E-06
Aluminium	1,10E-04	6,02E-05
Cuivre	4,69E-06	2,86E-06
Zinc	3,22E-05	1,69E-05
Arsenic	1,81E-04	8,25E-05
Manganèse	1,27E-07	7,99E-08
Somme de tous les traceurs	**6,95E-04**	**2,94E-04**

La somme des Q_D toutes voies et tous traceurs est de $6{,}95.10^{-4}$. Elle est inférieure à la valeur repère de 1. L'impact sanitaire du projet peut être considéré comme non significatif en termes d'effets systémiques à seuil à l'encontre des populations environnantes.

Tableau 192 : Récapitulatif et somme des Excès de risque individuel – effets sans seuil - calculés pour les traceurs et pour les voies inhalation et ingestion

Substance	ERI Ingestion de sols et de denrées alimentaires arrosés par de l'eau issue de la Besbre	ERI Ingestion d'eau lors d'activités nautiques	ERI Ingestion de poissons	ERI toutes voies
U238	/	/	/	/
Baryum	/	/	/	/
Aluminium	/	/	/	/
Cuivre	/	/	/	/
Zinc	/	/	/	/
Arsenic	/	/	/	**2,39E-08**
Manganèse	/	/	/	**/**
			Somme de tous les traceurs	**2,39E-08**

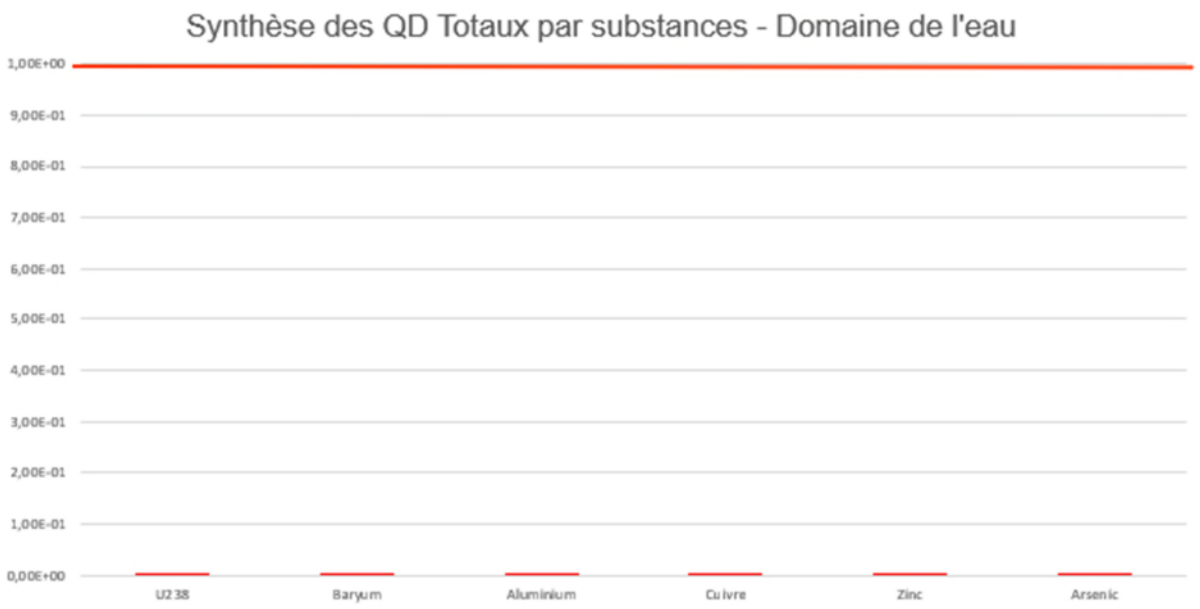
La somme des ERI toutes voies et tous traceurs est de $2{,}39.10^{-8}$. Elle est inférieure à la valeur repère de 10^{-5}. L'impact sanitaire du projet peut être considéré comme non significatif en termes d'effets cancérigènes sans seuil à l'encontre des populations environnantes.

- **Hiérarchisation des indicateurs de risque**

Pour chaque substance retenue, les effets sur la santé ont été étudiés selon les scénarii d'exposition retenus.

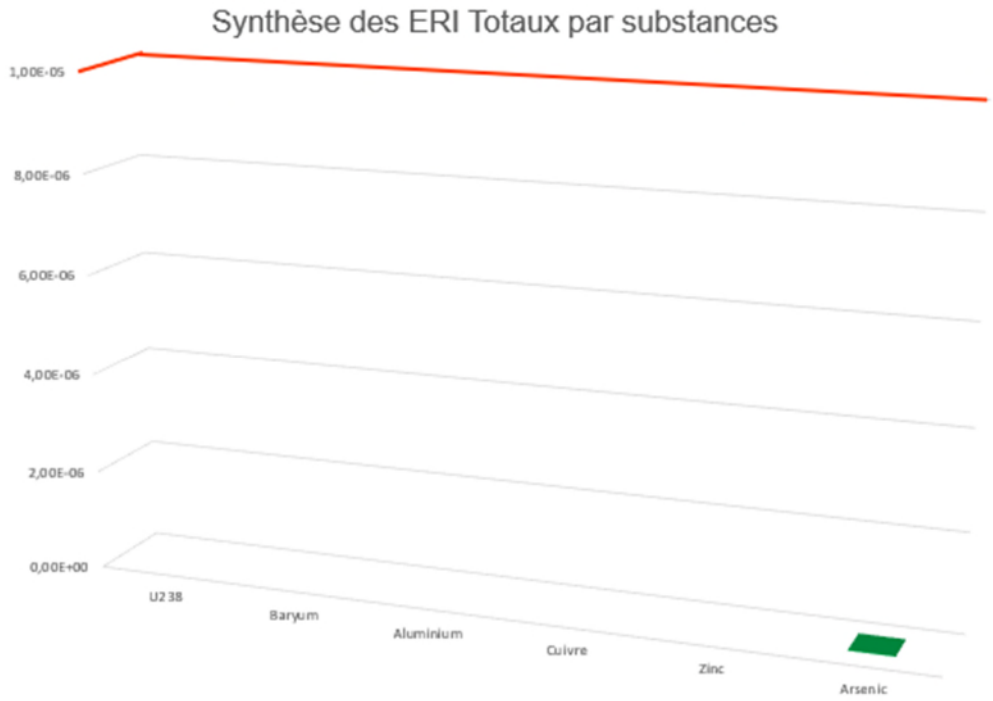
Pour ces substances, les résultats des calculs de risque pour les **effets à seuil** sont récapitulés dans le graphique page suivante.

Figure 345 : Représentation graphique des quotients de dangers par substance



La valeur du Quotient de Danger est inférieure à 1 pour chaque substance. **L'impact sanitaire du site peut être considéré comme non significatif en termes d'effets systémiques à seuil à l'encontre des populations environnantes.**

Figure 346 : Représentation graphique des ERI totaux par substances



La valeur de l'Excès de Risque Individuel est inférieure à 10^{-5} pour chaque substance.

L'impact sanitaire du site peut être considéré comme non significatif en termes d'effets cancérigène sans seuil à l'encontre des populations environnantes.

3.7.4.4 Incertitudes

- **Incertitudes liées aux émissions**

En ce qui concerne le terme source, plusieurs hypothèses ont été prises en compte. Le tableau ci-dessous les recense, tout en précisant leur caractère majorant, minorant, représentatif ou indéterminé.

Tableau 193 : Incertitudes liées aux émissions

Source	Données utilisées	Caractère Majorant/Minorant/ Représentatif/Indéterminé
Rejets aqueux		
Rejet global du site	Concentrations en polluants	Majorant (valeurs limites réglementaires et valeur guide code de la santé publique pour le baryum)

Source	Données utilisées	Caractère Majorant/Minorant/ Représentatif/Indéterminé
	Débits pris en compte	Majorant (utilisation du QMNA5 pour le milieu récepteur et débit majorant des rejets fourni par ORANO Mining)
		Majorant (utilisation du débit de pointe pendant la phase de vidange du Grand Bassin pour l'ensemble de la période d'exploitation)
	Milieu considéré	Représentatif (pertinent au vu de l'étude)

Il apparait que les choix des paramètres pris en compte sont pour la plupart représentatifs, voire majorants d'un mode de fonctionnement et d'une exposition réellement observée.

- **Incertitudes liées aux VTR**

Choix des VTR

Selon les organismes, les méthodes de calcul des Valeurs Toxicologiques de Référence considèrent des facteurs d'incertitudes très variables. Les VTR sont élaborées en tenant compte de facteurs d'extrapolation et en fonction de l'état des connaissances actuelles.

Le choix des VTR prises en compte dans la présente étude a été réalisé conformément à la méthodologie issue de la Note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31/10/14 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.

SUBSTANCE	TYPE DE RISQUE	VOIE D'EXPOSITION	CHOIX NOTE DU 31/10/2014	VTR LA PLUS PENALISANTE
Uranium 238	Non cancérigène à seuil	Ingestion	0,0002 mg.kg-1.j-1 US-EPA - 2013	/
Baryum	Non cancérigène à seuil	Ingestion	0,2 mg.kg-1.j-1 US-EPA - 2005 / ATSDR - 2007	/
Aluminium	Non cancérigène à seuil	Ingestion	0,14 mg.kg-1.j-1 ANSES – 2016 (OMS JEFCA 2006)	/
Cuivre	Non cancérigène à seuil	Ingestion	0,15 mg.kg-1.j-1 EFSA - 2018	/

SUBSTANCE	TYPE DE RISQUE	VOIE D'EXPOSITION	CHOIX NOTE DU 31/10/2014	VTR LA PLUS PENALISANTE
Zinc	Non cancérigène à seuil	Ingestion	0,3 mg.kg-1.j-1 US-EPA - 2005	/
Arsenic	Non cancérigène à seuil	Ingestion	4,50E-04 mg.kg-1.j-1 FoBiG- 2009	3,5E-6 mg.kg-1.j-1 OEHHA - 2008
	Cancérigène sans seuil	Ingestion	1,5 (mg/kg/j)-1 US EPA - 1998	1,8 (mg/kg/j)-1 HEALTH CANADA - 2010
Manganèse	Non cancérigène à seuil	Inhalation	3.10^{-4} (mg/m^3) ATSDR - 2012	/
	Non cancérigène à seuil	Ingestion	$5{,}5.10^{-2}$ (mg/kg/j)$^{-1}$ INSPQ - 2017	/

Spéciation des traceurs de risque

En l'absence de mesures et/ou de données bibliographiques, les hypothèses suivantes ont été fixées :

- La totalité de l'arsenic a été considérée sous la forme inorganique. La toxicité aigüe et chronique de l'arsenic dépend de sa spéciation, c'est-à-dire de sa forme chimique sous laquelle il se trouve. L'arsenic inorganique correspond à la forme chimique la plus toxique par rapport à la forme organique.

• Incertitudes liées aux scénarios d'exposition

Quantité d'eau ingérée pendant une baignade

L'estimation de la quantité d'eau ingérée lors des activités nautiques est basée sur une donnée bibliographique reprise par l'ANSES : 0,016 l/h de baignade pour l'enfant et 0,037 l/h de baignade pour l'adulte. Cette donnée correspond à une activité type baignade, qui présente une absorption d'eau plus importante que lors des activités type canoë-kayak.

En ce qui concerne la fréquence des baignades, nous avons retenu une donnée de l'US-EPA : 12 h/an.

Utilisation des facteurs de bioconcentration / biotransfert

Les concentrations en métaux via la chaîne alimentaire ont été évaluées en prenant en compte des facteurs de bioconcentration (BCF) et facteurs de biotransfert (BT) issus de la littérature.

Issus de la littérature, ils présentent une variabilité importante en fonction de plusieurs paramètres (type d'organisme considéré, pH, etc.) et il existe des variations parfois de plusieurs ordres de grandeur entre les valeurs présentées.

Cependant, en l'état actuel des connaissances scientifiques et techniques, celle-ci ne peut être réduite. L'approche retenue qui suit le principe de prudence et de proportionnalité (écartant les facteurs de bioconcentrations extrêmes) permet cependant de conclure sur l'acceptabilité du risque.

Exposition par ingestion

Dans le cadre de l'estimation de l'exposition de la population par ingestion, aucun phénomène d'atténuation naturelle des polluants dans l'environnement (lessivage, lixiviation, biodégradation, etc.) n'a été considéré dans cette étude.

Exposition par voie cutanée

La voie d'exposition cutanée n'a pas été retenue parmi les scénarios d'exposition. Cette voie d'exposition est négligeable par rapport aux autres voies d'exposition. La peau constitue une barrière de protection, alors que des organes tels que les poumons ont un rôle d'échange entre le corps et l'extérieur.

- **Incertitudes liées à la modélisation**

Dans l'eau :

La modélisation de la diffusion des rejets aqueux dans la Besbre a consisté en un simple calcul de dilution. Il existe donc une incertitude entourant les résultats de modélisation.

- **Conclusion sur les incertitudes**

Les incertitudes identifiées ne remettent pas en cause les conclusions de l'étude. Les hypothèses prises dans le cadre de l'étude sont majorantes (aucun paramètre n'a été considéré de façon minorante).

3.7.5 Conclusion de la démarche intégrée

Afin de pouvoir vérifier la compatibilité du projet de réaménagement du site des Bois Noirs dans l'environnement, les résultats de l'Évaluation des Risques Sanitaires (ERS) sont étudiés.

Sur la base des éléments déterminés dans l'évaluation des risques sanitaires**, il apparait que les quotients de dangers déterminés pour chaque substance, comme pour leur somme par organe cible, sont inférieurs à 1.**

Il apparait également que les excès de risque individuels déterminés pour chaque substance, comme pour leur somme, sont inférieurs à 10^{-5}.

Par ailleurs, les incertitudes identifiées ne remettent pas en cause les conclusions de l'étude.

En conclusion, le projet de réaménagement du site des « Bois Noirs Limouzat » peut être qualifié d'acceptable en termes d'impact sanitaire dans la limite du respect des conditions suivantes :

- maîtrise des émissions selon les conditions définies dans la présente étude,
- non dépassement des flux annuels mentionnés dans la présente étude,
- surveillance des sources d'émissions selon les modalités définies par ORANO dans le document « BNL - Prop surv - phases chantier et post réam – Vfinale- avec annexe ».

Le projet peut également être qualifié d'acceptable en termes d'impact radiologique selon les conclusions des études réalisées par ALGADE sur l'impact dosimétrique des travaux et du réaménagement final.

3.8 RISQUES TECHNOLOGIQUES

Les risques technologiques sur le site sont liés à la présence, en l'état actuel, de deux types d'ouvrages ou aménagements liés à l'exploitation historique du site et au stockage des résidus :

- Le risque d'effondrement, tassement ou mouvement de pente lié aux aléas miniers et à la présence de galeries des travaux miniers souterrains (TMS) qui, bien que non exploitées depuis plus de 40 ans, peuvent être associées au risque technologique.
- La présence d'un barrage poids de classe A de 42 m de haut retenant 740 000 m^3 d'eau recouvrant 1,4 million de tonnes de résidus issus du traitement des minerais.

À l'égard du risque d'effondrement ou de mouvement de terrain, le projet n'induit aucune excavation ni aucune activité à l'aplomb des TMS susceptible de déstabiliser les galeries souterraines. Bien que le risque de mouvement de terrain existe d'une manière générale, l'incidence du projet sur le risque d'effondrement est négligeable (grâce à l'évitement de toutes les zones sensibles et à la mise en place des plateformes en dehors des zones à, risque) et le réaménagement (travaux et exploitation) ne présente aucune vulnérabilité vis-à-vis de ces aléas.

Vis-à-vis du barrage, le projet de réaménagement va permettre la suppression de la retenue et l'arasement du barrage sur une hauteur de 8m, qui sera alors déclassé. Les opérations, mises en œuvre progressivement, nécessiteront la surveillance du barrage.

3.8.1 Proposition de surveillance du barrage

De manière plus détaillée, la surveillance du barrage aval s'organisera selon deux grandes phases :

- Phase 1 : la digue est toujours classée « barrage de catégorie A » au titre de l'article R.214-112 du code de l'environnement. Cette phase concernera les phases de vidange du Grand Bassin et de remblaiement sous eau, puis, possiblement les premières phases de terrassement de la future Besbre (jusqu'aux travaux de terrassement de la nouvelle route d'accès nécessitant l'arasement de la crête de la digue) et aux travaux conduisant à la démolition des ouvrages évacuateurs de crue.

  Ainsi, durant cette phase 1, la surveillance de l'ouvrage sera la même qu'à l'état initial complétée par un suivi spécifique de vibration mis en place notamment pendant les phase de minage à l'explosif sur les déblais situés à proximité de l'ouvrage et des ses ouvrages connexes de sécurité. Ces mesures de vibrations permettront de vérifier que les limites de vibrations fixées par le bureau d'expertise barrage Tractebel afin de garantir la sureté de l'ouvrage sont respectées.

- Phase 2 : la digue est déclassée et sera considérée comme « ouvrage ceinturant un stockage de résidus miniers».

  La surveillance de la stabilité de l'ouvrage, pendant la phase chantier, sera assurée par le réseau de piézomètres actuels implantés sur le parement aval de la digue, dans la mesure où ces ouvrages pourront être conservés en fonction de l'avancement des travaux. Les piézomètres localisés en crête de l'ouvrage (P0, P1b, P5, P5b, P8, P8b, P12, P18, P20, P22 et P23) seront progressivement supprimés au fur et à mesure de l'arasement de la digue.

L'arasement de la digue sera réalisé quasiment jusqu'à la risberme supérieure, qui constituera, au terme des travaux, « la crête » de la digue du stockage. Ainsi, les piézomètres P2, P6, P9, P15, P19, P24 et P26 prendront le relai du rôle de « piézomètres en crête d'ouvrage ». De même, que les piézomètres implantés au niveau du tracé de la future Besbre (P13, P14, P21 et potentiellement P11), disparaitront au fur et à mesure de l'avancée des travaux de terrassement dans le secteur en déblai N°8.

Les autres piézomètres seront conservés et un suivi bimensuel des niveaux d'eau sera réalisé. Le suivi des débits (mesures bimensuelles) au niveau des zones humides du parement aval et des débits des drains en pied de digue (drains n°1 à 5) sera également conservé.

3.8.2 Incidences résiduelles sur les risques technologiques

Le déclassement du barrage (A) en ouvrage ceinturant au titre PNGMDR va induire une incidence positive au long terme vis-à-vis des risques technologiques.

3.9 GESTION DES DECHETS

3.9.1 Incidences liées à la gestion des déchets

3.9.1.1 Phase de travaux

Au cours des travaux de réaménagement du site, quatre types de déchets seront générés :

- **Les déchets de chantier**. De faibles quantités de déchets industriels banals (papier, plastique, emballages) seront produites, comme sur tout chantier. Ils correspondront à des déchets ménagers et assimilés liés à la base vie ainsi qu'aux déchets d'entretien du matériel (pièces mécaniques, batteries, …). Leur volume restera particulièrement limité.
- **Les potentiels déchets TFA** (très faible activité radiologique) seront constitués de matériels ayant été en contact avec l'eau du Grand Bassin ou avec les résidus miniers uranifères. Ils nécessitent un entreposage particulier et un contrôle radiologique de caractérisation avant leur évacuation en filière dédiée. Une plateforme des déchets potentiellement marqués sera donc créée à proximité de l'alvéole de stockage des boues, au droit du délaissé de la piste d'accès à la plateforme de l'alvéole. Les volumes et/ou tonnage sont impossibles à préciser en l'état des études, en effet ce ne sera qu'après un contrôle radiologique in situ que l'on connaitra ces valeurs.
- **Les déchets de déconstruction**. Il s'agit de déchets inertes de la déconstruction des ouvrages (digue des Peux, canal de la Besbre, arasement du barrage du Grand Bassin, canal évacuateur de crue, corolle, …). Les quantités estimées sont les suivantes : 10 000 m^3 de béton et 1 000 t de ferraille.
- **Les sous-produits animaux** du Grand Bassin. Une pêche de grande masse aura lieu en deux phases afin de récupérer les poissons et écrevisses de la retenue du Grand Bassin. Cette biomasse étant marquée radiologiquement, une élimination est nécessaire[42]. Elle sera réalisée par euthanasie par la méthode de l'électronarcose, déshydratation et broyage, conditionnement et évacuation vers la filière de traitement Cyclife (incinération). La masse de broyats attendue après traitement préalable étant d'environ 2 tonnes (pêche réalisée en 2 temps en fonction des opérations d'abaissement du niveau de la retenue) et l'envoi vers la filière Cyclife se faisant par lots de 500 kg, il sera nécessaire d'échelonner les envois. Une évacuation sera opérée tous les deux mois, le traitement sera donc échelonné sur 6 mois. Un entreposage des fûts de déchets broyés sera donc réalisé dans une unité de congélation en attente d'évacuation.

[42] Cf Etude D&S Ingénierie en Annexe

3.9.1.2 Phase exploitation

À l'issue du réaménagement, et dans le cadre du suivi et de la surveillance du site, le traitement des eaux des TMS va engendrer la production de boues dont le volume annuel s'élève au maximum à 900 m^3. Dans la situation actuelle, ces boues sont mêlées aux résidus miniers au niveau du Grand Bassin sous lame d'eau. La station zéolithe en pied de digue nouvellement créée nécessitera également le renouvellement des zéolithes saturées (estimé à un volume 30 m^3).
Le projet intègre la création d'une alvéole de stockage de ces boues de traitement et zéolithes, qui sera implantée en bordure nord de l'ancienne mine à ciel ouvert (MCO). D'une surface au sol de l'ordre de 2 500 m^2, elle sera composée de 17 rangées de 3 cellules de dimensions intérieures 6 m de large x 5 m de haut x 5 m de long, soit 150 m^3 par cellule. La capacité totale de l'alvéole atteindra 7 650 m^3. Chaque cellule permettra le stockage de l'équivalent d'une année de production de boues de décantation, celles-ci étant au préalable pressées pour augmenter leur siccité jusqu'à 30 %. En conséquence, l'alvéole pourra stocker l'équivalent minimal de 50 années de production de boues.

3.9.2 Mesures d'évitement et de réduction

L'entretien courant des engins (mise à niveau des liquides, changement de certaines pièces d'usure) sera réalisé sur le site, au droit d'une plateforme étanche et raccordée à un dispositif de rétention. L'entretien périodique des véhicules et engins aura lieu à l'extérieur du site, dans un atelier agréé. Les déchets potentiellement présents sur le site sont donc les lubrifiants et huiles usagés, ainsi que les pièces usagées, en relation avec l'entretien courant des engins, qui ne seront stockés que temporairement sur site, en fûts ou en caisses placés sur rétention dans un des bungalows de la base vie, avant évacuation vers les filières spécialisées.

De manière générale, la gestion des déchets est assurée de façon à mettre en place et à disposer de toutes les structures et mesures permettant de garantir la collecte et l'évacuation des déchets vers des filières agréées, conformément à la réglementation. Le tri sélectif ainsi que des dispositifs de collecte de déchets (conteneurs, poubelles) répartis tout au long du chantier seront mis en œuvre.

Chaque type de déchet sera évacué régulièrement en fonction de leur nature : déchets ménagers et assimilés 1 fois par semaine, huiles et graisses 1 fois par mois.

Chaque évacuation (hors déchets ménagers) sera enregistrée sur un fichier informatique spécifique et sera accompagnée d'un bordereau de suivi.

Concernant les déchets issus de la déconstruction, il feront l'objet d'un réemploi lorsque leurs caractéristiques le permet, ou seront dirigés vers les filières de traitement adaptées :

- S'agissant des matériaux inertes n'ayant pas été en contact avec les eaux du Grand Bassin, vers la verse du Jot où ils seront stockés, concassés afin d'être réemployés sur le site. Une partie sera intégrée au dôme émergé ;

- S'agissant des matériaux inertes ayant été en contact avec les eaux de la retenue, vers la plateforme d'entreposage des déchets potentiellement TFA dès lors qu'ils présentent une signature radiologique ;
- S'agissant des matériaux ferreux extraits des ouvrages de gestion des eaux (corolle, canal d'évacuation), vers la plateforme d'entreposage des déchets potentiellement TFA.

Il sera demandé aux entrepreneurs titulaires des marchés de travaux de rédiger un schéma d'élimination des déchets.

Le schéma d'élimination des déchets doit :

- identifier l'ensemble des déchets susceptibles d'être produits par les divers travaux, installations et activités,
- indiquer précisément le dispositif de collecte des déchets mis en place sur le chantier, ainsi que le type de conditionnement,
- préciser les filières d'élimination projetées.

3.9.3 Incidences résiduelles liées à la gestion des déchets

Aucune incidence résiduelle liée à la gestion des déchets n'est à attendre dans le cadre du réaménagement du site des BNL.

3.10 ACTIVITES VOISINES ET ECONOMIQUES

3.10.1 Incidences sur les activités voisines et économiques

Les activités économiques les plus proches du site des BNL, en dehors des parcelles agricoles voisines, sont celles d'un gîte situé à 65 m à l'ouest au lieu-dit « Les Peux » et d'une ancienne scierie, depuis peu reconvertie en plateforme logistique, localisée à une centaine de mètres au nord.

Les habitations les plus proches sont implantées à moins de 100 m pour les gites et l'habitation des Peux à l'ouest, environ 100 m au nord, au lieu-dit « Bellechasse- Cherblanc » et 150 m à l'est au lieu-dit « Moulin Thiennon ».

L'exploitation de la mine par COGEMA et le traitement du minerai à l'usine SIMO avaient amené une activité importante sur la commune (350 emplois environ), des activités annexes s'étant installées. L'arrêt de l'exploitation minière en 1980 a conduit différentes entreprises à diminuer (voire arrêter) leur activité.

Le projet de réaménagement du site des BNL n'aura aucune incidence négative sur les activités voisines, en dehors des gites des Peux qui seront directement impactés notamment par les niveaux sonores du chantier. Elle aura une incidence positive temporaire sur les activités économiques puisqu'elle sera à l'origine :

- de la création ou de la sollicitation d'emplois locaux ou à une échelle plus large durant les travaux. Le chantier va engendrer des prestations de foresterie lors de la première phase et de travaux publics pendant 5 années.
- Du soutien à l'économie locale dans la mesure où les personnes employées sur le chantier ou pour le suivi des travaux vont générer la consommation de biens et de services du territoire (restauration, hébergement notamment). À ce titre, la location des gîtes des Peux est envisagée pour l'hébergement des employés du chantier pendant 5 ans. Les autres structures d'hébergement locales (camping du Paradou par exemple) pourront également bénéficier des besoins d'hébergement des équipes de chantier.

À plus long terme, les emplois liés au suivi du site et l'utilisation d'entreprises locales pour les travaux courant seront maintenus.

3.10.2 Mesures d'évitement et de réduction

La location des gites des Peux constituera la principale mesure de réduction des incidences sur cette thématique, en l'absence d'incidence négative sur d'autres activités, aucune mesure d'évitement ou de réduction complémentaire n'est nécessaire.

Au contraire, le projet va induire une incidence positive temporaire sur l'emploi dans le secteur durant toute la préparation du chantier puis durant les opérations d'aménagement.

3.11 CONCERTATION PREALABLE

Cf Annexe : Bilan de la concertation – Projet Bois Noirs Limouzat – ORANO – Juin 2025

3.11.1 Le contexte

Depuis la fermeture de la mine en 1980, le site des Bois Noirs Limouzat — exploité par Orano (anciennement CEA puis COGEMA et AREVA) — a été au cœur de plusieurs débats locaux. Le plus notable concerne un projet porté par l'ANDRA2 lors de la fermeture de la mine, visant à y implanter un centre de stockage de déchets ultimes issus de la filière nucléaire, qui a suscité une forte contestation locale puis un climat de méfiance. Bien que ce projet n'ait pas été concrétisé, il a contribué à installer une forme de défiance locale, à l'origine de contestations ayant conduit à l'abandon de plusieurs projets de réaménagement successifs, dont le dernier en 2015.

Consciente du contexte local, Orano a engagé une réouverture du dialogue dans une démarche de co-construction du projet et d'acceptabilité par la population.

En parallèle, le projet a été présenté au Comité Social et économique d'ORANO comme le prévoit la réglementation.

3.11.2 La démarche de pré-concertation

Une phase de pré-concertation s'est ainsi déroulée de décembre 2023 à mars 2024, permettant aux parties prenantes — en particulier les élus et les membres de la Commission de Suivi du Site (CSS) — d'exprimer leurs attentes et de contribuer à l'adaptation du dispositif de concertation aux spécificités du territoire.

Dans l'objectif de favoriser un dialogue ouvert et serein, Orano a sollicité l'accompagnement du cabinet Demopolis, reconnu pour son expertise en concertation et en médiation appliquées aux projets industriels.

Ainsi, entre le 10 janvier et le 20 février 2024, 10 entretiens ont été réalisés avec 17 personnes. Suite à ces entretiens, un Comité de Pilotage de la Concertation s'est tenu le jeudi 29 février 2024, à la salle communale de Saint-Priest-la-Prugne, avec pour objectifs de :

- Restituer l'étude des perceptions, issue de la pré-concertation ;
- Partager et valider le plan de la concertation et communication locale du projet.

La synthèse anonymisée a permis de mettre en évidence les points suivants :

- Des liens complexes entre le site des Bois Noirs Limouzat et son territoire qui soulignent la nécessité d'une concertation renouvelée pour restaurer le dialogue après plusieurs années sous tension,
- Une méconnaissance du projet localement alimentant une défiance vis-à-vis d'Orano bien plus qu'une véritable opposition au projet de couverture solide en tant que tel,
- Une incompréhension des enjeux liés au changement de la couverture des résidus miniers complexifiant les échanges.

La pré-concertation a permis d'adapter le dispositif de concertation aux spécificités du projet et du contexte environnant, en particulier la nécessité d'une information claire, pédagogique et régulière sur la durée, couvrant l'ensemble du territoire concerné. Certains acteurs ont également exprimé le besoin d'une information plus technique et détaillée sur le projet.

Enfin, certaines parties prenantes ont porté un intérêt particulier à la démarche de concertation en elle-même, désirant la suivre et participer à son pilotage. Cette demande a conduit à la **création d'un Comité de Pilotage de Concertation**.

3.11.3 La démarche de concertation

La pré-concertation précédemment décrite a permis d'établir les 3 objectifs du plan de concertation :

- Informer le grand public sur le projet, par différents biais adaptés au territoire : site internet, lettres d'information, permanences publiques de 2 jours, articles de presse, liste de diffusion, réunions publiques.

- Concerter : échanger avec des personnes volontaires issus du grand public ou du comité de pilotage de la concertation sur le projet, sur l'après-projet-devenir du site et sur le chantier, au sein d'instances de dialogue dédiées
- Piloter la concertation en collaboration avec les parties prenantes du territoire pour veiller à l'adaptation du dispositif tout au long des 16 mois de concertation.

Afin de maintenir un dialogue constructif et apaisé, Orano a à nouveau sollicité l'intervention d'une société spécialisée en concertation et médiation, la société Parimage. Cette phase a débuté en avril 2024, jusqu'au dépôt du dossier en juin 2025.

Sur la base des attentes identifiées lors de la phase de pré-concertation, un dispositif de concertation a été mis en place et encadré par un Comité de Pilotage de la Concertation (CPC), constitué en février 2024. Ce comité s'est réuni 4 fois sur la durée de la concertation (voir tableau ci-dessous).

Sous l'égide du sous-préfet de Roanne, le CPC rassemble :

- Les représentants des communes de Saint-Priest-la-Prugne dans la Loire et de Lavoine, Laprugne, Saint-Clément, La Chabanne, Châtel-Montagne et Le Mayet-de-Montagne dans l'Allier ;
- Les représentants de la communauté de communes du Pays d'Urfé, de Vichy Communauté et du Département de la Loire ;
- Le député de la 5ème circonscription de la Loire ;
- Les représentants de France Nature Environnement de l'Allier, du Collectif des Bois Noirs, de la Fédération de pêche de l'Allier et de la Fédération de pêche de la Loire ;
- Les représentants du maître d'ouvrage Orano.

Les dates et les ordres du jour de ces réunions sont présentés dans le tableau suivant.

CPC	Date et lieu	Ordre du jour
CPC n°1	29 février 2024 Salles des Fêtes de Saint-Priest-la-Prugne	• Restitution anonymisée des échanges menés dans le cadre de la pré-concertation • Partage du plan de concertation et de communication publique • Échanges : remarques et propositions
CPC n°2	10 juillet 2024 Salles des Fêtes de Saint-Priest-la-Prugne	• Retour sur les premiers rendez-vous de la concertation • Partage du plan de concertation pour les prochaines étapes de concertation • Établissement d'une liste de sujets à aborder dans le cadre des commissions techniques • Échanges : remarques et propositions
CPC n°3	6 février 2025 Salles des Fêtes de Saint-Priest-la-Prugne	• Actualités du projet et présentation du phasage prévisionnel des travaux ; • Retour sur les temps de concertation de l'automne 2024 ; • Partage du plan de concertation pour les prochaines étapes ; • Échanges : remarques et propositions.
CPC n°4	19 juin 2025 Salles des Fêtes de Saint-Priest-la-Prugne	• Bilan « à chaud » de la concertation dans son ensemble • Prochaines étapes • Échanges : remarques et propositions.

Tableau 194 : Dates et ordres du jour des réunions du CPC

Dans le cadre du déploiement de la concertation ont été mis en place les éléments complémentaires suivants :

- **Un site internet** dédié au projet afin de rendre les informations le plus accessible possible au public,
- Quatre **lettres d'information** ont été distribuées tout au long de la concertation. Une cinquième lettre sera diffusée pour informer de la publication du bilan de la concertation et des prochaines étapes, notamment de consultation réglementaire du public, dès que les dates de cette dernière seront connues. Chacune des lettres d'information contenait une rubrique incitant à la participation et à la concertation, en précisant les modalités, le calendrier ainsi que l'adresse du site internet du projet. Les lettres ont été distribuées en boîtes aux lettres via La Poste (sauf Stop Pub) dans les 7 communes comprises dans le périmètre de la concertation (Saint-Priest-la-Prugne, Laprugne, Lavoine, Saint-Clément, Châtel-Montagne, Le-Mayet-de-Montagne et La Chabanne). Elles sont également disponibles au format PDF sur le site internet. Enfin, des exemplaires papier ont été déposés dans les 7 mairies concernées.
- Afin d'annoncer les différentes rencontres, des **kits de communication** ont été envoyés aux communes. Ces kits comprenaient :
    - Des affiches A3 pour chacune des rencontres :
    - Des visuels web dédiés aux sites web et/ou réseaux sociaux des communes.

De nombreuses rencontres ont été organisées dans le cadre de la concertation. Le tableau suivant détaille l'ensemble de ces rencontres.

Date	Type de rencontres	Commune / lieu d'accueil	Public
29 février 2024	*CPC n°1*	*Saint-Priest-la-Prugne*	*Membres du CPC*
19 février 2024	Visite de site	Site de BNL	Député de circonscription
06 mai 2024	Présentation aux élus	Lavoine et Saint-Priest-la-Prugne	Conseillers municipaux
14 mai 2024	Présentation aux élus	Laprugne et Saint Clément	Conseillers municipaux
23 mai 2024	Présentation aux élus	Vichy	Élus Vichy Communauté
24 juin 2024	Permanence	Lavoine	Grand public
24 juin 2024	Permanence	Laprugne	Grand public
25 juin 2024	Permanence	Saint-Clément	Grand public
25 juin 2024	Permanence	Saint-Priest-la-Prugne	Grand public
25 juin 2024	Réunion publique d'ouverture	Saint-Priest-la-Prugne	Grand public
01 juillet 2024	Présentation aux élus	La Chabanne, du Mayet-de-Montagne et de Châtel-Montagne	Conseillers municipaux
10 juillet 2024	*CPC n°2*	*Saint-Priest-la-Prugne*	*Membres du CPC*
25 septembre 2024	Visite de sites	Site de BNL	Conseillers municipaux de Lavoine, Laprugne et Saint-Priest-la-Prugne
26 septembre 2024	Présentation aux élus	Saint-Just-en-Chevalet	Élus Pays d'Urfé
15 octobre 2024	Commission technique n°1	Saint-Priest-la-Prugne	Grand public sur inscription
05 décembre2024	Permanence	Laprugne	Grand public
06 décembre2024	Permanence	Lavoine	Grand public
12 décembre 2024	*CSS*	*Sous-Préfecture de Roanne*	*Membres de la CSS*
6 février 2025	*CPC n°3*	*Saint-Priest-la-Prugne*	*Membres du CPC*
18 mars 2025	Présentation	Paris	Sénateur local
25 mars 2025	Commission technique n°2	Lavoine	Grand public sur inscription
10 avril 2025	*CSS intermédiaire + visite de site*	*Saint-Priest-la-Prugne*	*Membres de la CSS*
11 avril 2025	Visite de site	Site de BNL	Sénateurs locaux
20 mai 2025	Commission technique n°3	Laprugne	Grand public sur inscription
21 mai 2025	Visite de site	Site de BNL	Riverains proches du site
22 mai 2025	Présentation aux élus	Vichy	Élus Vichy Communauté
02 juin 2025	Permanence	Mayet de Montagne	Grand public
02 juin 2025	Réunion publique de synthèse	Saint-Priest-la-Prugne	Grand public
03 juin 2025	Permanence	Saint Clément	Grand public
19 juin 2025	*CPC n°4*	*Saint-Priest-la-Prugne*	*Membres du CPC*
19 juin 2025	Présentation aux élus	Saint-Just-en-Chevalet	Élus Pays d'Urfé

Tableau 195 : Dates, lieu et types de rencontres organisées

Précédée de deux journées de permanences ouvertes au public, la première réunion publique d'information sur le projet a eu lieu le 25 juin 2024 à Saint-Priest-la-Prugne. Elle a rassemblé 42 participants et a permis de présenter le fonctionnement actuel du site, le projet de réaménagement ainsi que la procédure de concertation. Elle s'est achevée par un temps d'échanges d'environ 1 heure, abordant quatre thématiques principales : le projet de couverture solide, le coût du projet et l'organisation du chantier, la surveillance environnementale, et la concertation.

Cette première réunion publique a permis :

- D'expliquer les grandes lignes du projet et l'état d'avancement des études ;
- D'informer les habitants les modalités de la concertation ;

- De recueillir les premiers questionnements et attentes des participants pour la suite de la concertation ;
- De mobiliser les premiers participants pour les commissions techniques.

Un article de presse relayant la réunion publique d'ouverture a permis d'augmenter la visibilité de la concertation.

Trois sessions de permanences ouvertes au public ont été organisées dans les communes environnantes du site. Comme mentionné précédemment, les deux premières journées de permanence se sont tenues en amont de la réunion d'ouverture de la concertation. Elles ont notamment permis d'encourager la participation du public à la réunion du 25 juin 2024 au soir, ainsi qu'aux différentes commissions techniques qui suivirent.

Ces permanences, organisées dans une salle mise à disposition par les mairies concernées, ont été des moments privilégiés de discussion. Elles ont permis d'élargir la participation, notamment en offrant un cadre plus confidentiel à celles et ceux qui ne souhaitaient pas s'exprimer en public, ou qui souhaitaient aborder des aspects très spécifiques et/ou techniques du projet. Lors de ces demi-journées, le maître d'ouvrage Orano était présent sur place afin de répondre aux questions des visiteurs et leur présenter le projet, que ce soit individuellement ou en très petits groupes. Ce format a permis un dialogue direct, dans un cadre propice à des échanges personnalisés et pédagogiques.

Dans le cadre de la séquence d'approfondissement, **3 commissions techniques** sur inscription ont eu lieu à l'automne 2024 et au printemps 2025.

Ces commissions avaient pour objectifs :

- Informer : Présenter dans le détail les différents éléments du projet et répondre aux questions des participants ;
- Concerter : Recueillir les avis, remarques, propositions des habitants sur les dimensions du projet, tout en clarifiant les aspects techniques qui sont encore susceptibles d'évoluer, afin d'identifier des invariants et des marges de manoeuvre en amont ;
- Rendre compte : Présenter les résultats des commissions et mettre en exergue les éventuelles évolutions du projet lors des permanences.

Les commissions techniques étaient structurées en sous-groupes de travail sous forme de tables rondes. Pour accompagner les échanges, divers supports pédagogiques et visuels ont été mobilisés : diaporamas pour présenter les éléments clés du projet, cartes et coupes imprimées en grand format pour situer et illustrer les enjeux, ainsi que des plans techniques, facilitant la compréhension des données plus complexes et soutenant les discussions.

Il est à noter qu'à l'occasion du deuxième Comité de Pilotage de la Concertation (CPC), une liste de thématiques à traiter au sein des commissions a été validée en séance.

Une **réunion publique de synthèse** s'est déroulée le 2 juin 2025 à Saint-Priest-la-Prugne, de 18h30 à 20h30. Orano y a présenté une version finalisée du projet, enrichie par un an d'études et de concertation, ainsi que les premières conclusions tirées de la concertation. La

réunion a également permis de détailler le déroulement de la phase de consultation publique réglementaire prévue après le dépôt du Dossier de Demande d'Autorisation Environnementale, qui commencera à partir de la nomination du Commissaire ou de la Commission d'enquête.

Les 20 participants ont ensuite pu échanger avec le maître d'ouvrage ainsi que les bureaux d'études techniques pendant une heure environ.

Un nouvel **article de presse** relayant l'avancement du projet et les prochaines échéances a permis de clôturer la phase de concertation en informant un maximum de personnes.

En parallèle du dispositif de concertation Grand Public, l'équipe projet de l'Après-Mines d'Orano a souhaité étendre et renforcer l'information et le dialogue autour du projet. Dans ce cadre, plusieurs **rencontres ont eu lieu avec différents acteurs du territoire** :

- Présentation du projet aux conseils municipaux des 7 communes de la concertation,
- Visite du site pour les conseils municipaux,
- Présentation du projet aux communautés de communes,
- Courrier d'information et visite des riverains,
- Visite du député,
- Visite et rencontres des sénateurs.

3.11.4 Conclusion et engagements d'ORANO

Les principales conclusions que l'on peut tirer de cette phase de concertation amont sont les suivantes :

- Une **pré-concertation utile à la définition du dispositif** : Orano constate que la pré-concertation menée avec les parties prenantes a permis de constituer un dispositif adapté aux attentes du territoire, en particulier par la mise en place des commissions techniques et de permanences. De plus, le Comité de pilotage de la concertation, réuni à 4 reprises au cours de la concertation, a été le lieu d'échanges riches sur le dispositif et la définition des thématiques à aborder en concertation, permettant d'adapter en continu le dispositif aux évolutions du projet et des attentes.

- Une **concertation utile et nécessaire à la définition du projet** : Orano constate que la concertation a permis de faire connaître le projet de réaménagement du site des Bois Noirs Limouzat, d'en expliquer les grandes orientations, et d'en approfondir les enjeux techniques aux côtés d'un public local informé et concerné. L'ensemble des formats proposés – réunions publiques, commissions techniques, permanences – a permis de toucher un public varié et de créer les conditions d'un dialogue structuré autour d'un projet complexe.

- Une **réponse à une forte attente d'informations** : Orano se réjouit que la concertation ait permis de mettre en place un dialogue constructif avec le territoire. Les réticences au projet, exprimées durant la phase de pré-concertation, se sont réduites au cours des échanges. Orano note la demande de maintien de ce dialogue

de qualité, pour la mise en œuvre du projet, sur le temps long et sur l'ensemble du territoire.

- Des **participants en attente d'un équilibre entre technicité et pédagogie** : De nombreuses contributions ont mis en évidence la nécessité de poursuivre l'effort de communication pendant la phase chantier et après. Les riverains attendent une information régulière, compréhensible, et facilement accessible. Le maintien du site internet, l'actualisation des supports d'information, l'organisation de réunions régulières ou de visites sur site ont été proposés à plusieurs reprises, et le public a semblé apprécier cette formule pour la suite. En complément, la forte participation lors des commissions techniques et les demandes d'accès aux études détaillées et aux précisions techniques témoignent d'un intérêt du territoire pour une information détaillée, transparente et technique.

- Des **points de vigilance restant à lever et des propositions pour la suite du projet** : La séquence de synthèse a permis d'identifier quelques points sur lesquels le Maître d'Ouvrage devra renforcer ses actions d'informations : la surveillance environnementale du site en phase travaux, leurs attentes sur la vie du site à long et très long terme et leur attente d'informations actualisées sur l'impact des travaux sur les riverains, au fur-et-à-mesure de la disponibilité des données.

À l'issue de la concertation, et au regard des attentes exprimées par les participants, Orano s'engage à mettre en œuvre une série de mesures, aussi bien à l'échelle du projet qu'à celle de sa relation au territoire :

- **Le maintien du dialogue avec les habitants au cours de la vie du projet :**
  - Maintenir une information régulière et accessible pour les habitants, avec la publication de lettres d'information, l'organisation de réunions publiques, l'installation de supports pédagogiques en proximité du site (par exemple : panneaux, maquettes, visuels) et l'actualisation régulière du site internet du projet.
  - Organiser des visites de chantier, d'abord à destination des riverains les plus proches, puis progressivement ouvertes à l'ensemble du public intéressé, pour rendre compte de l'état d'avancement des travaux et entretenir une pédagogie sur les étapes d'avancement du projet.
  - Assurer la transparence sur les résultats du suivi environnemental, en mettant à disposition des données sur l'air, l'eau, le radon et les poussières, via les documents transmis à l'administration (DREAL, ARS, ASNR) dès qu'ils sont disponibles.

- **La prise en compte des propositions issues de la concertation pour la suite du projet** : plusieurs propositions issues de la concertation ont été intégrées à la définition du projet. D'autres n'ont pas pu être retenues, notamment en raison de contraintes de faisabilité technique. Le tableau ci-après présente une synthèse des principales contributions, en précisant, pour chacune, les modalités de leur prise en

compte ou les motifs de leur non-intégration. Orano s'engage à mettre en œuvre ces actions conformément aux éléments renseignés dans le tableau.

Proposition / Demande	Modalités de mise en œuvre
Intégration paysagère de la digue : arasement et végétalisation	Arasement de la digue sur les 8 premiers mètres et végétalisation complète de l'ouvrage
Végétalisation du dôme	Le dôme sera enherbé. La réglementation proscrit la plantation d'arbres sur un stockage de résidus. Des haies bocagères seront mises en place là où cela sera possible
Hydrogéologie et stabilité des ouvrages : point de vigilance au niveau de l'intersection de la Besbre et de la digue	Renforcement des études au niveau de ce point précis réalisé durant la phase d'investigation. Résultats techniques présentés en commission technique
Emplacement de l'alvéole de stockage : demande d'étude d'autres localisations possibles	Maintien de localisation de l'alvéole dans le bassin versant de l'ancienne mine à ciel ouvert. Cette implantation permettrait, en cas de potentielle défaillance à long terme de l'étanchéité des alvéoles de stockage, d'intercepter les éventuelles eaux issues des boues et de les transférer, via le réseau gravitaire existant de la MCO, vers la station de traitement des eaux minières.
Déplacement de la Besbre plus au Nord, pour éviter de franchir la digue actuelle	Non retenue Cette proposition n'est pas compatible avec le périmètre foncier actuel d'Orano, au sein duquel le projet doit impérativement être réalisé
Mémoire : remettre en perspective l'historique minier du site et des anciens mineurs	Création d'une signalétique à l'entrée du site sur l'historique minier du site et de la mémoire des anciens mineurs en fin de projet
Surveillance environnementale Air : demande d'une surveillance accrue au niveau à Saint-Priest-la-Prugne	Ajout d'un point de surveillance du vecteur Air au niveau du bourg de Saint-Priest-la-Prugne
Surveillance environnementale Eau : demande d'une surveillance accrue au niveau du Lac de St Clément	Ajout d'un point de surveillance Eau juste avant le début du Lac de St Clément

Tableau 196 : Modalités de mise en œuvre des propositions et demandes recueillies durant la concertation

3.12 INCIDENCES SUR LE PAYSAGE, LE PATRIMOINE ET LE TOURISME

3.12.1 Incidences sur le paysage, le patrimoine et le tourisme

Le projet de réaménagement du site des BNL aura une incidence notable d'un point de vue paysager puisqu'il implique le remplacement du Grand Bassin par un dôme minéral, la modification de l'écoulement de la Besbre avec la réalisation d'un nouveau chenal renaturé et l'arasement de la digue.

L'analyse des perceptions dans le cadre de l'état actuel du site a montré que le site des BNL est peu visible dans ce paysage vallonné et boisé. Les perceptions du site actuel restent limitées à des secteurs proches :

- au nord depuis les voiries (RD495) et depuis le hameau d'habitation du Vernois même si la trame boisée sert de filtre naturel,
- à l'est depuis Saint-Priest-la-Prugne, les vues se portent uniquement sur la partie haute de la digue,
- à l'ouest depuis la Viaduc des Peux les vues y sont plongeantes.

Dans le cadre du projet, les perceptions seront inchangées et resteront ponctuelles et rapprochées. La digue ne sera toutefois plus que très peu visible car elle sera arasée de 8 m. D'un point de vue paysager, le haut du dôme minéral aura substitué la digue et sera donc visible. Il en est de même actuellement pour le Grand Bassin. L'ancien plan d'eau disparaitra de fait des perceptions. L'impact visuel du nouveau lit de la Besbre impactera également les vues proches en raison du terrassement et du déboisement des rives.

Dans le lointain, le site d'étude est confiné visuellement en raison des reliefs boisés.

Concernant le patrimoine et le tourisme, le projet va impacter visuellement des itinéraires cyclables et pédestres bien que ces derniers ne passent pas à l'intérieur du périmètre clôturé du site qui est classé ICPE. Leur itinéraire ne sera pas modifié. Le viaduc des Peux, élément de patrimoine vernaculaire localisé à l'ouest du Grand Bassin et tronçon de passage de certains itinéraires ne sera pas impacté par le projet. Depuis celui-ci, de nombreuses perceptions sur l'emprise du projet seront existantes et des modifications visuelles par rapport à l'état actuel seront apportées :

- Démolition de la digue des Peux et du bâtiment associé ;
- Passage de la nouvelle Besbre

En revanche, aucun élément du patrimoine protégé (monument historique, site inscrit ou classé, SPR …) ne présente de vue sur le projet. De même, les covisibilités entre les éléments du patrimoine protégé et le projet sont nulles à négligeables.

3.12.2 Mesures d'évitement et de réduction

Dans la zone d'étude, le relief et les boisements constituent des masques visuels efficaces pour limiter les perceptions sur le site. La préservation d'un rideau boisé (extérieur au site) au nord du site contribuera notamment à maintenir un masque visuel.

Les pentes du dôme minéral seront de l'ordre de 3 à 5%. Cette inclinaison est similaire aux reliefs observés dans ce secteur vallonné. De cette façon, le dôme s'implantera correctement dans le paysage local sans imposer sa présence. De plus, il sera végétalisé par de la flore locale.

Dans le cadre des vues plongeantes depuis le Viaduc des Peux, des zones humides seront créées en pied du dôme, participant à créer un couvert végétal naturel tout en favorisant une certaine richesse de la biodiversité.

Bien qu'entièrement végétalisé, le nouveau site réaménagé des BNL disposera de pistes en crête et en pied du dôme, lesquelles seront empierrées. La couche de roulement sera créée à partir de matériaux issus et concassés sur le site. Ces pistes seront potentiellement visibles depuis le Viaduc des Peux et le nord du site. De plus, la nouvelle route d'accès permettant de rejoindre la station de traitement des eaux sera peu visible car descendant depuis le portail d'entrée jusqu'au niveau du niveau du lit de la nouvelle Besbre avant d'emprunter la digue arasée ne modifiant donc que très peu la situation actuelle (abaissement du niveau de la route lié à l'arasement des 8m).

Le nouveau tracé de la Besbre sera progressivement accompagné d'une ripisylve laissant peu visible le cours d'eau en lui-même.

3.12.3 Incidences résiduelles sur le paysage, le patrimoine et le tourisme

Au regard du contexte paysager et des mesures mises en œuvre, les incidences résiduelles sur le paysage seront modérées. À l'échelle locale, le paysage sera changé mais les nouveaux aménagements s'insèreront correctement dans le secteur. L'arasement de la digue amène une incidence positive sur le paysage.

Les incidences résiduelles sur le patrimoine et le tourisme seront négligeables.

3.12.4 Analyse des perceptions visuelles et photomontages

Comme vu précédemment, les perceptions sur le projet se feront depuis trois grands secteurs, qui offriront chacun des perceptions différentes sur le projet :

- La RD495 et les hameaux à ses abords, au nord ;
- La vallée de la Besbre, en aval du site et au niveau de Saint-Priest-la-Prugne ;
- Les versants boisés surplombant le site d'étude à l'ouest et au sud.

Ces perceptions sont illustrées sur les pages suivantes :


Lit final de la Besore
Stockage final par couverture solide
(pente incliné en direction du nord)
Création d'une zone humide
Arasement de la digue sur 8m

Figure 347 : Intégration schématique du projet (depuis l'ouest)

3.12.4.1 Depuis la RD945 et les lieux de vie à ses abords

Depuis la RD945 au niveau de Beaulouis



Figure 348 : insertion 3D du projet depuis le Beaulouis



Depuis la RD945 à la sortie est de Beaulouis

La topographie et la trame arborée présente sur les premiers plans fermeront les vues sur le nouveau lit de la Besbre ainsi que sur la nouvelle zone de stockage par couverture solide. La partie haute de la digue initialement visible sera arasée et ne sera plus visible





Depuis la RD945 entre Beaulouis et Cherblanc





La trame arborée présente sur les premiers plans filtrera les vues sur le projet. L'impact visuel du projet résidera en l'arasement de la partie haute de la digue initialement visible et en le remplacement du plan d'eau par la nouvelle couverture solide sous la forme d'un dôme enherbé. Au niveau du nouveau lit de la Besbre, la trame arborée sera déboisée.



Depuis la RD945 aux abords de Cherblanc et de Belle-Chasse

La trame arborée initialement visible sur les bords du plan d'eau sera déboisée pour créer le nouveau lit de la Besbre. Cela ouvrira également les vues sur la nouvelle couverture solide. Celle-ci sera enherbée et présentera des pentes douces.



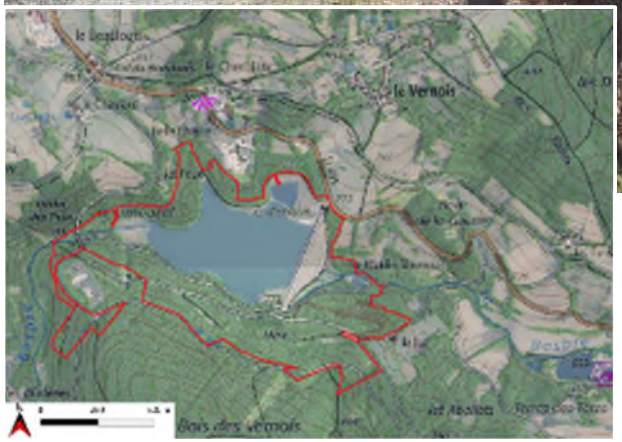


Figure 349 : insertion 3D du projet : vue plongeante aérienne depuis le secteur de Cherblanc



Depuis la RD945 au niveau de l'ancienne scierie



La trame boisée initialement visible en arrière de l'ancienne scierie sera déboisée afin de créer le nouveau lit de la Besbre. Cette ouverture visuelle, permettra de créer quelques perceptions sur la nouvelle couverture solide sous la forme d'un dôme enherbé.





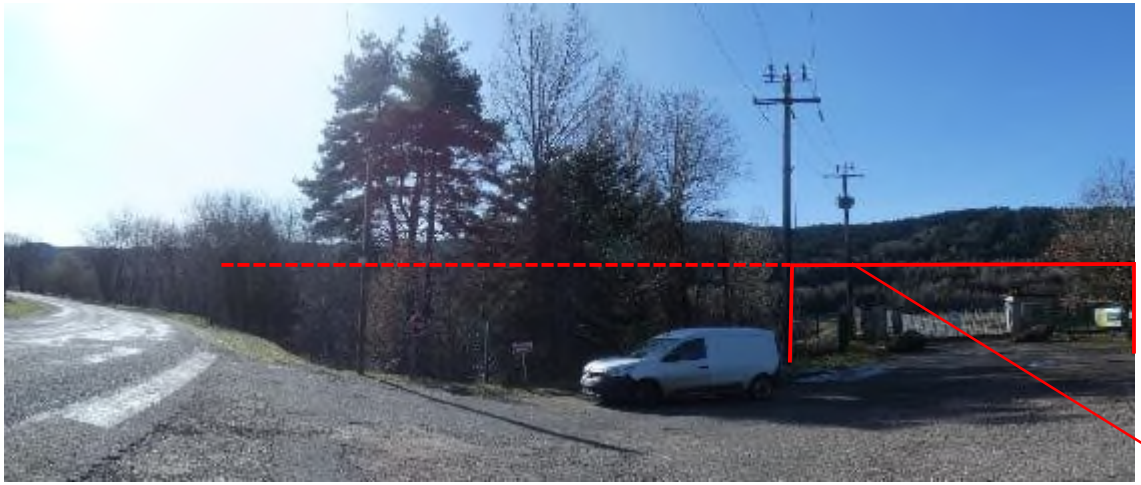
Depuis la RD945 entre Cherblanc et l'accès au site

La trame boisée et la topographie constituent d'importantes contraintes visuelles. Les vues sur le projet seront négligeables.





Depuis la RD945 au niveau de l'accès au site d'étude





L'accès au site constitue une large ouverture visuelle. Les travaux de constitution de nouveau lit de la Besbre auront entrainé le défrichement des rives au nord du plan d'eau. Cela ouvrira les vues en direction de l'ouest. Le plan d'eau sera remplacé par une couverture solide. Cette dernière prendra la forme d'un dôme enherbé aux pentes douces. De nombreuses perceptions sur celui-ci, qui apparaitra en avant des reliefs boisés, seront possibles.

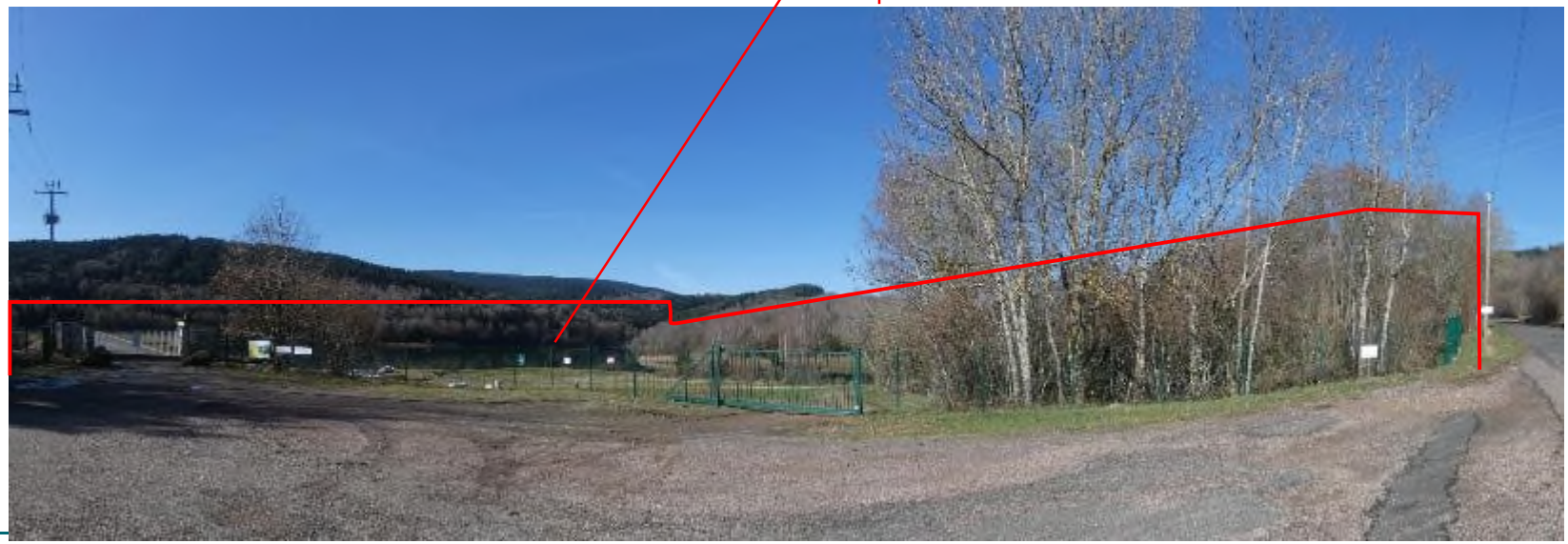


Figure 350 : insertion 3D du projet : vue plongeante aérienne depuis l'accès au site



Depuis la route locale entre Cherblanc et le Vernois



Ce point de vue, localisé dans un secteur en cours de déboisement, offrira des vues sur la nouvelle couverture solide qui remplacera le plan d'eau. Sur la rive nord du plan d'eau, quelques cimes arborées disparaitront des perceptions en raison de leur déboisement pour créer le nouveau lit de la Besbre. La digue, arasée de 8 m, ne sera plus visible.





Depuis la RD945 le Vernois

Ce point offre des vues sur la partie est du projet. Sur ce secteur, l'impact visuel résidera en la disparition de la digue, en raison de son arasement de 8 m, et du remplacement du plan d'eau par un dôme solide enherbé. Le nouveau lit de la Besbre sera perceptible, identifiable par le déboisement de la trame arborée.

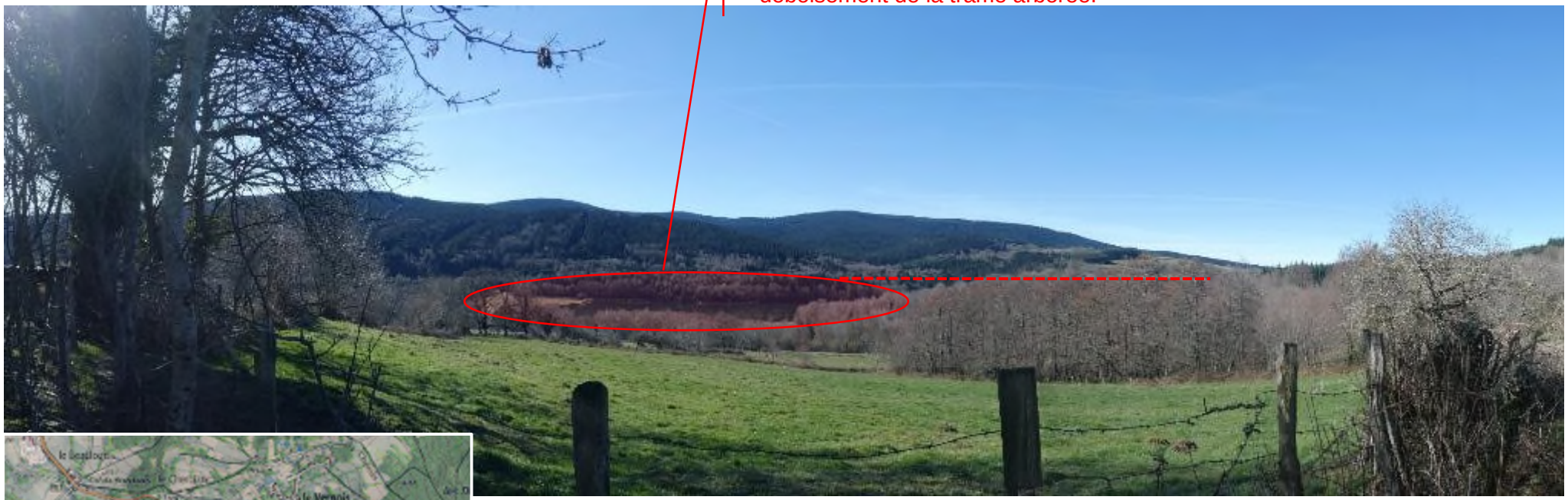


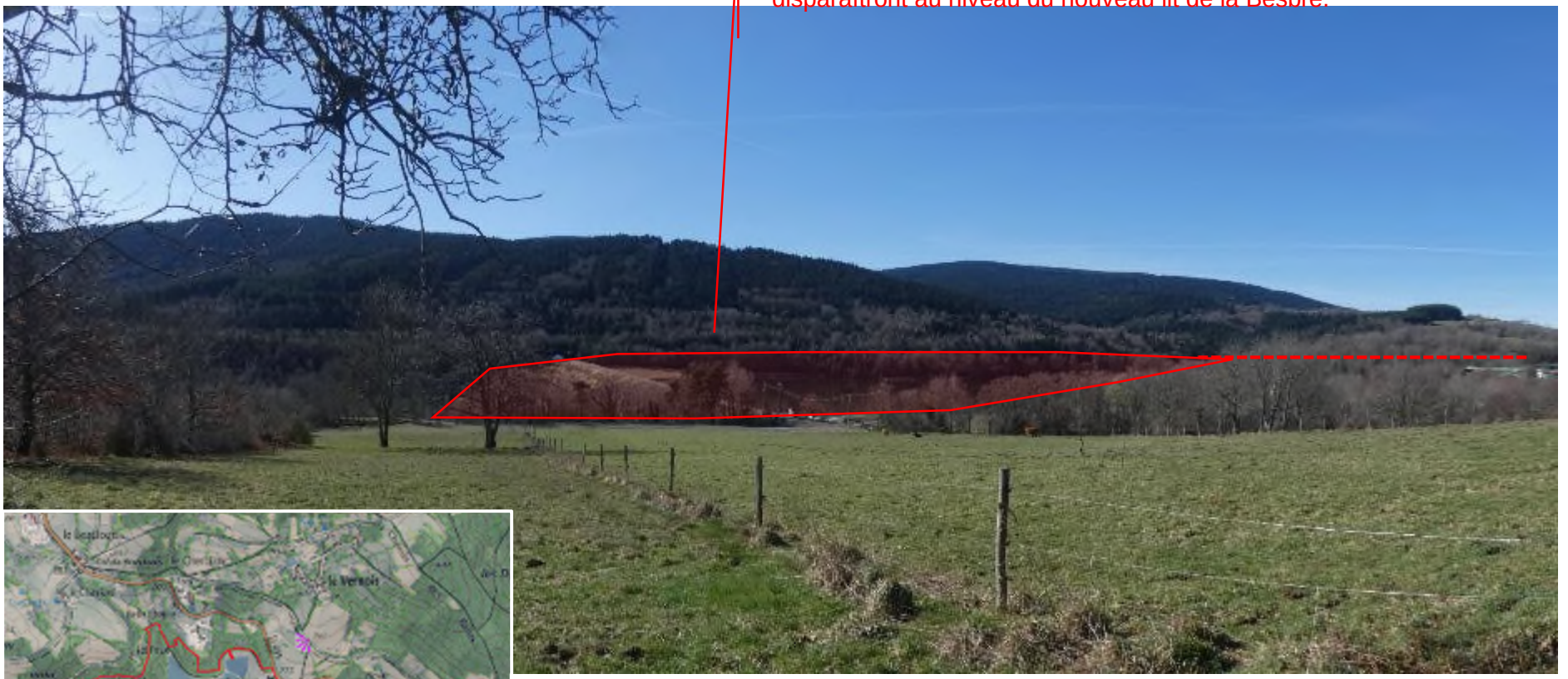


Figure 351 : insertion 3D du projet : vue plongeante aérienne depuis le Vernois



Depuis l'itinéraire touristique au sud du Vernois

Des perceptions plongeantes sur la partie est du projet seront possibles. Sur ce secteur, la digue sera arasée de 8 m et deviendra ainsi très peu visible. Le plan d'eau sera remplacé par un dôme solide et enherbé. Ces pentes douces participeront à parfaire son intégration visuelle. Quelques cimes arborées disparaîtront au niveau du nouveau lit de la Besbre.





3.12.5 Depuis la partie aval de la Besbre

Saint-Priest-la-Prugne, qui constitue le principal lieu de vie aux abords du site d'étude, ainsi que quelques hameaux sont présents dans ce secteur. Il est également traversé par la RD495.

Les vues sur le paysage sont variées. Les vues se portent essentiellement sur des prairies au premier plan, sur une trame bâtie diffuse et sur des reliefs boisés en arrière-plan.

Depuis la RD945 au niveau du Bois de la Goutte





La partie haute de la digue sera arasée. En arrière de celle-ci, de rares perceptions sur la partie sommitale du dôme constituant la nouvelle couverture solide seront possibles. La couleur de ce nouveau dôme enherbé restera proche de celle des teintes environnantes.

- Depuis la sortie de Saint-Priest-la-Prugne sur la RD945







La partie haute de la digue sera arasée. Ainsi, seule sa partie basse sera visible. En arrière de celle-ci, le dôme ne sera pas visible. En revanche, quelques arbres seront déboisés et disparaitront des perceptions lors de la création du nouveau lit de la Besbre.

Figure 352 : insertion 3D du projet : vue plongeante aérienne depuis Saint-Priest-la-Prugne



Depuis les quartiers périphériques au nord de Saint-Priest-la-Prugne





La partie haute de la digue initialement visible sera arasée. Elle ne restera ainsi que très peu visible dans le paysage. En arrière de celle-ci, aucun élément du projet ne sera visible.



Depuis le GR3a au sud de Saint-Priest-la-Prugne





Seule la partie haute de la digue était visible. Celle-ci sera arasée. Les perceptions sur la digue deviendront ainsi négligeables. En arrière de la digue, le nouveau dôme de couverture des résidus ne sera pas visible.



Depuis le hameau de Calinon





Seule la partie sommitale de la digue était visible. Suite au projet, celle-ci sera arasée. La digue, mais également le nouveau dôme ne seront pas visibles depuis ce point de vue.



Depuis l'entrée du Camping du Paradou

En raison des courbes topographiques et de la végétation boisée, aucune vue sur le projet ne sera possible.





Depuis le chemin de randonnée aux abords du gite des Tureaux





Seule la partie sommitale de la digue était initialement visible. Celle-ci sera arasée et deviendra ainsi imperceptible depuis ce secteur. Les autres éléments du projet ne seront pas visibles depuis ce point de vue.

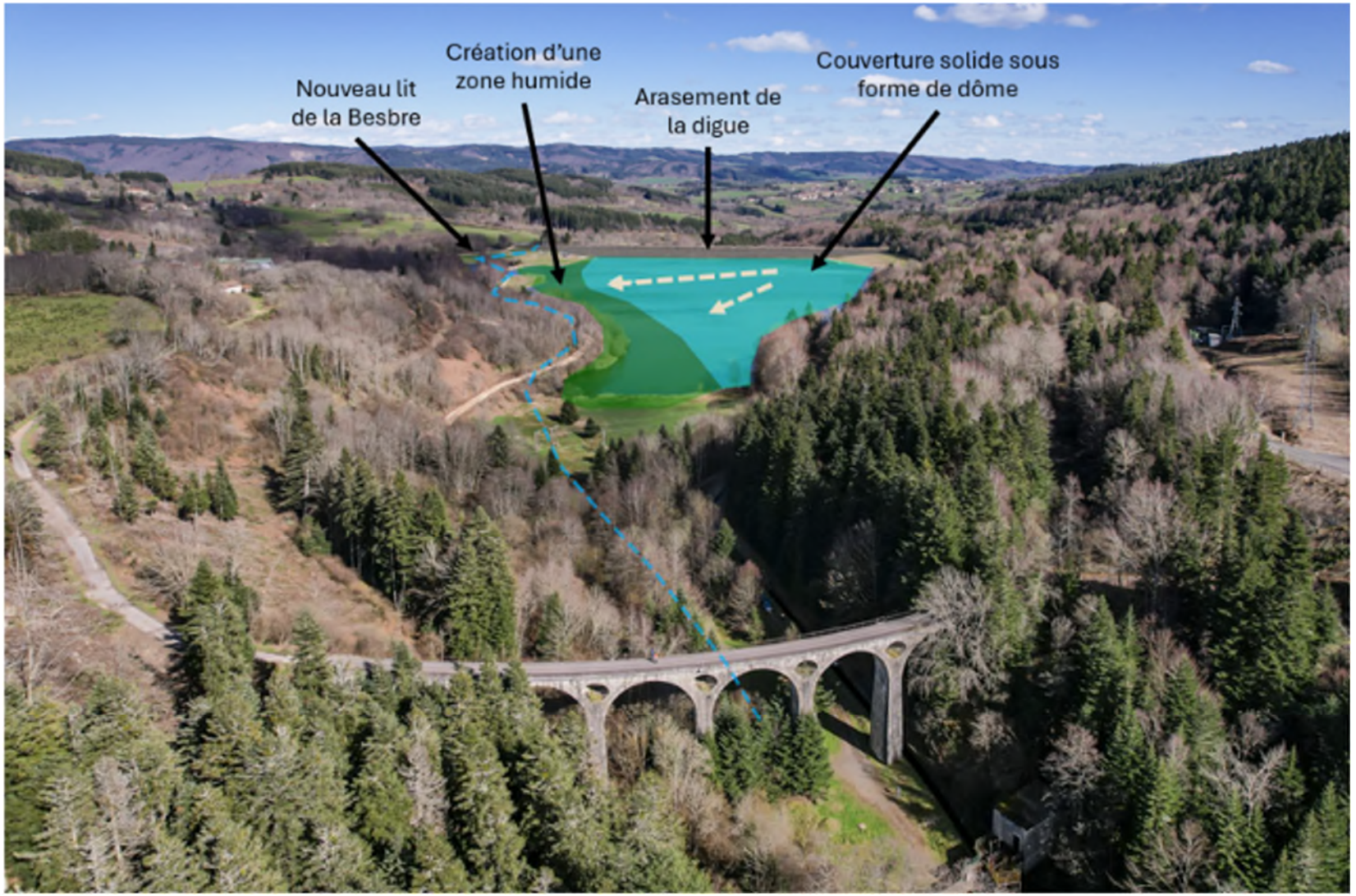


3.12.5.1 Les versants boisés surplombant le site d'étude à l'ouest et au sud

Au sein de ce secteur, la trame bâtie se retrouve uniquement sous la forme de petits hameaux. La trame viaire se compose de routes locales. Le GR3 traverse également ce secteur.

Le contexte paysager est essentiellement naturel à boisé.

Intégration schématique du projet



Depuis le lieu-dit des Peux

En hiver, quelques perceptions sur la nouvelle couverture solide seront possibles. Celles-ci resteront filtrées par la trame arborée. La partie haute de la digue sera arasée.





Depuis le Viaduc des Peux, vues en direction de l'est





Depuis ce viaduc, des vues plongeantes sur la nouvelle couverture solide et sur le nouveau lit de la Besbre seront possibles. Les abords de la Besbre seront déboisés. Une ripisylve s'implantera ensuite progressivement. La nouvelle couverture solide sera enherbée et présentera des pentes douces. La partie visible de la digue sera arasée.

Figure 353 : insertion 3D du projet : vue frontale depuis le viaduc des Peux



Depuis le Viaduc des Peux, vues en direction de l'ouest



En direction de l'ouest, la digue des Peux ainsi que les anciens bâtiments annexes seront démolis et seront remplacés par le lit renaturé de la Besbre.



Depuis le circuit de trail sur le versant sud-ouest





Le point de vue se situe sur le versant boisé au sud du site d'étude. La trame boisée fermera totalement les vues sur la nouvelle couverture solide. L'impact visuel du projet sera nul.

Depuis le GR3 entre le Fau et le Puy





Quelques perceptions, filtrées par la végétation, sur la nouvelle couverture solide seront possibles. Celle-ci se composera d'un dôme enherbé aux pentes douces.

VI. COMPATIBILITE AVEC PLANS SCHEMAS ET PROGRAMMES

1 PLANS, SCHEMAS ET PROGRAMMES CONCERNES

Le projet de réaménagement du site des Bois Noirs Limouzat à St-Priest-la-Prugne (42) est concerné par plusieurs plans, schémas et programmes applicables sur le territoire d'implantation du projet.

Plan, schéma, programme, document de planification	Concerné ou non
Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-1 et L. 212-2 du code de l'environnement	Concerné
Schéma d'aménagement et de gestion des eaux prévu par les articles L. 212-3 à L. 212-6 du code de l'environnement	Non concerné
Schéma régional des carrières mentionné à l'article L. 515-3 du code de l'environnement	Non concerné
Plan national de prévention des déchets prévu par l'article L. 541-11 du code de l'environnement	Concerné
Plan national de prévention et de gestion de certaines catégories de déchets prévu par l'article L. 541-11-1 du code de l'environnement	Non concerné
Plan régional de prévention et de gestion des déchets prévu par l'article L. 541-13 du code de l'environnement	Concerné
Plan national de gestion des matières et des déchets radioactifs (PNGMDR) défini à l'article L. 542-1-2 du code de l'environnement	Concerné
Programme d'actions national pour la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole prévu par le IV de l'article R. 211-80 du code de l'environnement	Non concerné
Programme d'actions régional pour la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole prévu par le IV de l'article R. 211-80 du code de l'environnement	Non concerné
Plan de protection de l'atmosphère prévu à l'article L. 222-4 du code de l'environnement	Non concerné

Tableau 197 : Plans, schémas et programmes concernés par le projet

2 ANALYSE DE LA COMPATIBILITE AVEC LES PLANS, SCHEMAS ET PROGRAMMES CONCERNES

2.1 SDAGE LOIRE-BRETAGNE 2022-2027

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) fixe des orientations qui permettent d'atteindre les objectifs attendus en matière de « bon état des eaux » pour des bassins définis. C'est un outil de planification concertée de la gestion politique de l'eau, intégrant les obligations définies par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) européenne. Il constitue un programme de reconquête de la qualité de l'eau à l'échelle du bassin hydrographique.

Le site des Bois Noirs Limouzat (BNL) est concerné par le SDAGE du bassin Loire-Bretagne. Le SDAGE 2022-2027 et son Programme De Mesures (PDM) associé, approuvés par le comité de bassin Loire-Bretagne le 10 mars 2022, sont en vigueur depuis le 4 avril 2022. Le SDAGE 2022-2027 s'inscrit dans la continuité du SDAGE 2016-2021 pour permettre aux acteurs du bassin Loire-Bretagne de poursuivre les efforts et les actions entreprises.

Le SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 s'articule autour de quatorze grandes orientations :

1. Repenser les aménagements de cours d'eau dans leur bassin versant ;
2. Réduire la pollution par les nitrates ;
3. Réduire la pollution organique, phosphorée et microbiologique ;
4. Maîtriser et réduire la pollution par les pesticides ;
5. Maîtriser et réduire les pollutions dues aux micropolluants ;
6. Protéger la santé en protégeant la ressource en eau ;
7. Gérer les prélèvements d'eau de manière équilibrée et durable ;
8. Préserver et restaurer les zones humides ;
9. Préserver la biodiversité aquatique ;
10. Préserver le littoral ;
11. Préserver les têtes de bassin versant ;
12. Faciliter la gouvernance locale et renforcer la cohérence des territoires et des politiques publiques ;
13. Mettre en place des outils réglementaires et financiers ;
14. Informer, sensibiliser, favoriser les échanges.

Le projet de réaménagement du site des BNL dans la commune de Saint-Priest-la-Prugne, **doit être compatible avec les orientations du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Loire-Bretagne 2022-2027**.

Les orientations n°5, 6, 8 et 9 concernent plus particulièrement le projet.

Elles répondent aux objectifs des directives européennes et particulièrement de la DCE. Elles prennent aussi en compte les dispositions du SDAGE 2016-2021 qu'il était nécessaire de maintenir, de décliner ou de renforcer.

L'état des lieux du SDAGE 2022-2027 fait état de la présence des masses d'eau suivantes au droit du projet :

- masse d'eau souterraine FRGG133 : « Madeleine-BV Loire » ;
- masse d'eau superficielle FRGR0208a « La Besbre et ses affluents depuis sa source jusqu'à la retenue de Saint-Clément » ;

L'état et les objectifs de qualités des masses d'eaux sont présentés dans les tableaux suivants :

CODE	NOM	ÉTAT ECOLOGIQUE / QUANTITATIF	OBJECTIF ÉTAT ECOLOGIQUE	ÉTAT CHIMIQUE	OBJECTIF ÉTAT CHIMIQUE
Masse d'eau souterraine					
FRGG133	Madeleine-BV Loire	**Bon état**	**Bon état 2015**	**Bon état**	**Bon état 2015**
Masses d'eau superficielle					
FRGR0208a	La Besbre et ses affluents depuis sa source jusqu'à la retenue de Saint-Clément	**Bon état**	**Bon état 2015**	**Bon état**	**Bon état 2021**

Tableau 198 : État quantitatif et qualitatif des masses d'eaux et leurs objectifs

Le projet sera compatible avec le SDAGE 2022-2027, dont les principales caractéristiques qui pourraient concerner les activités du site sont :

Orientations fondamentales	
Disposition	**Compatibilité du site**
Orientation 5 – Maîtriser et réduire les pollutions dues aux micropolluants	
58B – Réduire les émissions en privilégiant les actions préventives	
Disposition 5B-1 « […] *Les établissements et installations contribuent, à leur juste part, à ces objectifs de réduction définis à l'échelle du bassin. Pour l'atteinte de ces objectifs, l'autorité administrative définit, à l'échelle du bassin, les critères de hiérarchisation des actions à entreprendre (surveillance et réduction des émissions) à la fois en direction des plus gros émetteurs mais aussi des milieux les plus sensibles. Les dispositifs d'autosurveillance et les contrôles de ces établissements sont adaptés pour s'assurer de l'efficacité des dispositions prises, de la bancarisation*	Bien que le projet soit indirectement concerné par cette mesure, des programmes de suivi et de surveillance sont mis en œuvre depuis de nombreuses années sur le site des BNL. Durant la période de travaux et à l'issue du réaménagement, les suivis seront maintenus et adaptés selon l'avancement du chantier. Les eaux du Grand Bassin seront traitées par une nouvelle station spécifique complétant le bassin de zéolithe actuel durant toute la phase d'abaissement de la lame d'eau. Les eaux pluviales, qu'elles proviennent des voiries lors des travaux ou du dôme minéral recouvrant les

Orientations fondamentales	
Disposition	**Compatibilité du site**
des données et de leur mise à disposition aux différents services »	résidus miniers à l'issue du réaménagement, seront traitées de manière appropriée avant rejet au milieu naturel (Besbre) afin de retenir les éventuels flux polluants et respecter les seuils réglementaires des rejets (vis-à-vis des radioéléments notamment). Par ailleurs, les eaux en provenance des drains sous la digue et des anciennes galeries continueront à être traitées dans la station spécifique implantée à cet effet en pied de digue. Ces mesures constituent une réponse à la disposition 5B-1 du SDAGE.
Orientation 6 – Protéger la santé en protégeant la ressource en eau	
6F – Maintenir et/ou améliorer la qualité des eaux de baignade et autres usages sensibles en eaux continentales et littorales	Dans le cadre de la mise en œuvre du projet, Orano Mining veillera à maintenir des rejets d'eau respectant les seuils réglementaires de manière à maintenir sans risque les diverses activités (récréatives (pêche, baignade, récréation), industriel, abreuvement de bétail et arrosage de potager) recensées à l'aval du site des BNL. Des suivis sont mis en œuvre et seront poursuivis pendant et à l'issue des travaux de réaménagement. En particulier, un suivi sera opéré à l'entrée du plan d'eau de St-Clément à fréquence mensuelle pendant la période de vidange du Grand Bassin des BNL, puis à une fréquence plus espacée ensuite.
6G – Mieux connaitre les rejets, le comportement dans l'environnement et l'impact sanitaire des micropolluants	
Orientation 8 – Préserver et restaurer les zones humides	
8B – Préserver les zones humides dans les projets d'installations, ouvrages, travaux et activités	
Disposition 8B-1 *« Les maîtres d'ouvrage de projets impactant une zone humide cherchent une autre implantation à leur projet, afin d'éviter de dégrader la zone humide.* *À défaut d'alternative avérée et après réduction des impacts du projet, dès lors que sa mise en œuvre conduit à la dégradation ou à la disparition de zones humides, la compensation vise prioritairement le rétablissement des fonctionnalités. À cette fin, les mesures compensatoires proposées par le maître d'ouvrage doivent prévoir la recréation ou la restauration de zones humides, cumulativement :*	Du fait de la nature du projet (assèchement du Grand Bassin), des zones humides seront impactées, notamment en périphérie de la retenue, sans qu'une alternative à cet assèchement ne puisse être envisagée. L'assèchement est en effet l'objet même du projet. Le site permet toutefois une reconstitution complète de l'ensemble des surfaces et des fonctionnalités des zones humides par l'aménagement d'un fond alimenté par les ruissellements de surface et les apports

Orientations fondamentales	
Disposition	**Compatibilité du site**
- *équivalente sur le plan fonctionnel,* - *équivalente sur le plan de la qualité de la biodiversité,* - *dans le bassin versant de la masse d'eau.* *En dernier recours, et à défaut de la capacité à réunir les trois critères listés précédemment, la compensation porte sur une surface égale à au moins 200 % de la surface, sur le même bassin versant ou sur le bassin versant d'une masse d'eau à proximité.* *Conformément à la réglementation en vigueur et à la doctrine nationale « éviter, réduire, compenser », les mesures compensatoires sont définies par le maître d'ouvrage lors de la conception du projet et sont fixées, ainsi que les modalités de leur suivi, dans les actes administratifs liés au projet (autorisation, récépissé de déclaration…).* *La gestion et l'entretien de ces zones humides compensées sont de la responsabilité du maître d'ouvrage et doivent être garantis à long terme ».*	latéraux, ainsi que par la remise en eau du cours historique de la Besbre en amont de la retenue. Les zones humides seront recréées en pied de dôme : 3,57 ha de zone humide vont être détruits dans un premier temps mais le projet permet la recréation d'un milieu basé sur le même fonctionnement de captation et de ralentissement des eaux de versant à la faveur des cassures topographiques, cette mesure de compensation vise à établir une terrasse de 4,74 ha en contrebas du futur dôme, soit une compensation de l'ordre de près de 140% de la superficie supprimée. Cette mesure de compensation assurera une équivalence (et même une amélioration) sur le plan fonctionnel et sur le plan de la qualité de la biodiversité, dans le bassin versant de la masse d'eau.
Orientation 9 – Préserver la biodiversité aquatique	
9A – Restaurer le fonctionnement des circuits de migration	
Disposition 9A-2 *« Les réservoirs biologiques visés au 1° du I de l'article L. 214-17 du code de l'environnement, figurent dans la carte ci-après. Leur liste figure en annexe du tome 2. Afin de pouvoir jouer leur rôle, les réservoirs biologiques doivent être connectés en permanence au réseau hydrographique principal, selon les principes de gestion exposés dans la disposition 1D-2, relative à la restauration de la continuité écologique »*	La masse d'eau « La Besbre et ses affluents depuis sa source jusqu'à la retenue de Saint-Clément » (FRGR0208a) constitue un réservoir biologique selon le SDAGE Loire-Bretagne. Le projet vise au rétablissement de la continuité écologique en supprimant les obstacles à l'écoulement et en recréant un tracé « naturel » de la Besbre, en substitution au tronçon canalisé. Le réaménagement hydromorphologique de la Besbre permettra d'assurer totalement la continuité piscicole (pente de l'ordre de 3% sans obstacle sur le nouveau cours d'eau) et le développement de la faune et de la flore, ainsi que le transport solide, répondant ainsi à cette disposition du SDAGE.
9D – Contrôler les espèces envahissantes	
« La prolifération d'espèces exotiques envahissantes (végétales ou animales) est une menace pour l'état écologique des rivières, zones humides, étangs et lacs ainsi que des estuaires, zones côtières et annexes hydrauliques, menace de nature à	Les dispositions ne concernent que les gestionnaires de milieux aquatiques. Elles ne concernent pas directement le projet. Toutefois, les relevés piscicoles menés dans le cadre du projet ont montré la présence massive de l'Écrevisse signal, espèce exotique

Orientations fondamentales	
Disposition	**Compatibilité du site**
empêcher l'atteinte des objectifs environnementaux fixés par la directive cadre sur l'eau ainsi que le bon état de conservation des habitats visés par la directive habitats faune flore […]. Le bassin Loire-Bretagne est particulièrement concerné par : les plantes exotiques envahissantes [et] les animaux envahissants, comme le ragondin, le rat musqué, la bernache du Canada, la tortue de Floride, la grenouille taureau, le xénope lisse, de nombreuses espèces de poissons, plusieurs espèces d'écrevisses américaines, la corbicule, la moule zébrée ».	envahissante, à l'aval et à l'amont du barrage, mais surtout dans le plan d'eau. La suppression de ce dernier et l'élimination de l'ensemble de la population d'écrevisses s'y développant répond parfaitement à cette attente. De plus, les relevés en état initial ont permis de mettre en évidence plusieurs noyaux d'espèces exotiques végétales qui seront supprimés dès le début du chantier. Le suivi environnemental qui sera assuré durant toute la phase de chantier puis une fois les terrains réaménagés permettra d'assurer une lutte continue dans le temps contre ces espèces.

Tableau 199 : Compatibilité du projet avec le SDAGE Loire-Bretagne

Le programme de mesures (PDM) constitue le recueil des actions à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs du SDAGE. Le PDM a été retravaillé pour répondre aux objectifs de bon état des eaux à l'échéance de 2027 en ciblant les mesures priorisées les plus pertinentes pour atteindre les objectifs environnementaux fixés dans le SDAGE. Depuis 2022, le PDM a été mis en œuvre de façon opérationnelle au travers des plans d'action opérationnels territorialisés (PAOT) pour le cycle 2022-2027.

Le suivi opérationnel de la mise en œuvre du SDAGE et du PDM se fait par les commissions territoriales du bassin Loire-Bretagne.

L'Aire d'Étude Immédiate (AEI) est concernée par le PDM de la Commission territoriale « Allier-Loire amont ». À l'échelle de la commission, 1 986 mesures sont prévues sur le cycle 2022-2027. Le graphique suivant représente leur répartition par domaine (référentiel national Osmose).

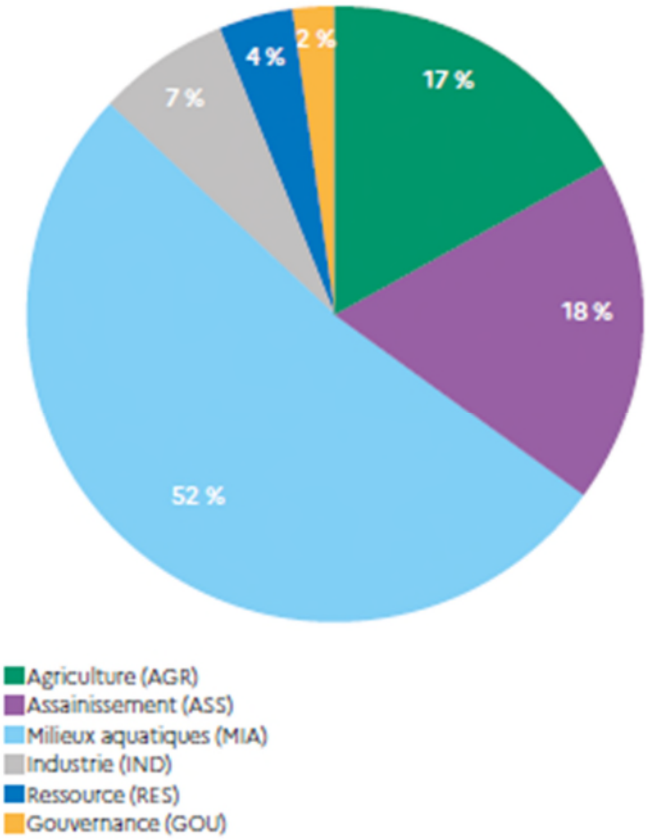


Figure 354 : Répartition des mesures par domaine pour la commission Allier-Loire amont (source : PDM Loire-Bretagne)

D'après le Programme De Mesure du SDAGE, chaque masse d'eau est attachée à une ou plusieurs mesures :

Code masse d'eau	Mesures associées
FRGG133 : Madeleine-BV Loire	Aucune mesure associée
FRGR0208a : La Besbre et ses affluents depuis sa source jusqu'à la retenue de Saint-Clément	Aménager, supprimer ou gérer un ouvrage qui contraint la continuité (à définir) Réaliser une opération d'entretien ou de gestion régulière d'une zone humide

Les mesures réalisées dans le cadre du projet sont particulièrement en phase avec les mesures associées à la masse d'eau superficielle FRGR0208a. Ainsi, le projet concourra à un meilleur respect des enjeux et objectifs fixés par le SDAGE et à. l'atteinte des mesures du PDM.

Grâce aux moyens de prévention et d'intervention et aux différentes mesures aujourd'hui mis en place et à ceux prochainement instaurés, le projet de réaménagement du site des BNL n'est pas de nature à remettre en cause les objectifs définis dans le SDAGE 2022-2027. Au contraire, il contribue, par la renaturation du cours de la Besbre, et le renforcement des mesures de lutte contre les espèces envahissantes, contre les pollutions et de protection de la qualité de la ressource en eau, à améliorer les conditions liées à la continuité écologique de la masse d'eau superficielle.

Le projet est donc compatible avec les dispositions de ce document cadre et les mesures de son programme de mesures.

2.2 SAGE Loire en Rhone-Alpes

Le SAGE Loire en Rhône Alpes, initialement approuvé par arrêté interpréfectoral le 30 août 2014 est en cours de révision depuis le 9 mars 2022.

Une partie du territoire communal de Saint-Priest-la-Prugne appartient au périmètre du SAGE Loire en Rhône-Alpes, mais le site des Bois-Noirs Limouzat en est exclu. Le SAGE concerne le bassin versant de la Loire et ses affluents de Bas-en-Basset jusqu'à Roanne. Le périmètre d'intervention du SAGE, approuvé par arrêté préfectoral le 19 janvier 2007, est de 3 970 km² et réparti sur les départements suivants : la Loire (240 communes), le Rhône (35 communes), la Haute-Loire (13 communes) et le Puy de Dôme (2 communes).

En conséquence, la Besbre n'a pas été prise en compte dans le SAGE Loire en Rhône-Alpes car elle ne forme pas un affluent direct lors de sa traversée dans la région Rhône-Alpes. Le site des Bois-Noirs Limouzat ne fait pas l'objet de mentions spécifiques, ni les eaux souterraines du site.

Le SAGE Loire en Rhône Alpes n'est donc pas applicable au projet.

La vallée de la Besbre n'est ni évoquée dans le règlement du SAGE « Allier Aval » ni dans celui du SAGE « Dore », SAGE les plus susceptibles de concerner la Besbre du fait de la proximité de leur zonage avec le site et la Besbre.

Le site des BNL est exclu du périmètre du SAGE Loire en Rhône Alpes.

2.3 Programme national de prevention des dechets 2021-2027

Le plan national de prévention des déchets (PNPD) fixe les orientations stratégiques de la politique publique de prévention des déchets et décline les actions de prévention à mettre

en œuvre. L'élaboration d'un plan de prévention des déchets s'inscrit dans le cadre défini par le droit européen et le code de l'environnement.

Constituant la 3ème édition, le PNPD pour la période 2021-2027 actualise les mesures de planification de la prévention des déchets au regard des réformes engagées en matière d'économie circulaire depuis 2017 (Feuille de route économie circulaire d'avril 2018, Loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire publiée le 10 février 2020).

Il s'articule autour de 5 axes :

- **Axe 1 – Intégrer la prévention des déchets dès la conception des produits et des services :**

Inciter les producteurs à mettre en place des actions d'éco-conception. Pour certains types de produits, les mesures s'adressent aux filières à responsabilité élargie du producteur (REP), dispositifs particuliers d'organisation de la prévention et de la gestion de déchets, reposant sur une extension du principe « pollueur – payeur ».

- **Axe 2 – Allonger la durée d'usage des produits en favorisant leur entretien et leur réparation :**

Lever les freins au développement de la réparation : rendre la réparation plus accessible pour les consommateurs et faciliter les actions de réparation des produits et des équipements.

- **Axe 3 – Développer le réemploi et la réutilisation :**

Créer les conditions favorisant l'essor du réemploi et de la réutilisation en France, en soutenant les filières de réemploi, dont les structures de l'économie sociale et solidaire, et en améliorant l'accès aux gisements. Il se décline en différentes mesures portant sur les produits ménagers ainsi que sur les matériaux et produits du secteur du bâtiment.

- **Axe 4 – Lutter contre le gaspillage et réduire les déchets :**

Réduire la production de déchets et l'empreinte environnementale liée à notre consommation : réduire la consommation de produits à usage unique, dont ceux en plastique à usage unique, lutter contre le gaspillage y compris contre le gaspillage alimentaire.

- **Axe 5 – Engager les acteurs publics dans des démarches de prévention des déchets :**

Mobiliser les leviers d'action des collectivités locales et de l'État en matière de prévention des déchets, s'agissant des politiques territoriales d'économie circulaire et en s'appuyant sur la commande publique éco-responsable.

L'essentiel du projet consistant à valoriser des matériaux inertes et des matériaux minéraux pour les réutiliser *in situ,* s'inscrit dans l'axe 3 du plan.

2.4 PLAN REGIONAL DE PREVENTION ET DE GESTION DES DECHETS

Par délibération en assemblée plénière en date du 19 décembre 2019, la Région Auvergne-Rhône-Alpes a adopté le plan régional de prévention et de gestion des déchets.

S'inscrivant dans une démarche de transition écologique et énergétique, la Région relève le défi de respecter, en valeur et en calendrier, les objectifs de la LTECV (Loi de transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015). Allant au-delà d'une simple planification, elle se positionne pour que le territoire s'engage résolument dans une dynamique de l'économie circulaire en visant une réduction des quantités produites et une meilleure valorisation.

Ainsi, dans le cadre de sa compétence, la Région souhaite accompagner la prévention et la gestion des déchets dans une logique d'économie circulaire et sobre en ressources, en soutenant les projets exemplaires et en mobilisant l'ensemble des politiques sectorielles. Ainsi, les objectifs affichés sont les suivants :

- réduire la production globale de déchets ménagers de 12 % d'ici 2031 (soit -50 kg par an et par habitant) ;
- atteindre une valorisation matière (déchets non dangereux), en visant 65 % en 2025 et 70 % d'ici à 2031 ;
- réduire d'ici 2025 les capacités d'enfouissement de déchets non dangereux de 50 % par rapport aux quantités enfouies en 2010 ;
- augmenter la part de déchets inertes recyclés et réutilisés de 26 % en 2025 et de 50 % en 2031 par rapport à 2016.

Le plan régional de prévention et de gestion des déchets (PRPGD) de la région Auvergne-Rhône-Alpes est devenu opposable depuis le 14 janvier 2020. **Ce plan a été intégré au Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) Auvergne-Rhône-Alpes.**

Il fixe des **objectifs en matière de prévention, de recyclage et de valorisation des déchets,** déclinant les objectifs nationaux de manière adaptée aux particularités territoriales, ainsi que les priorités à retenir pour atteindre ces objectifs.

Il englobe tout type de déchets qu'ils soient dangereux, non dangereux non inertes ou non dangereux inertes, produits dans la région par les ménages, les activités économiques, les collectivités et les administrations.

Concernant la production des déchets issus des chantiers, 27 millions de tonnes de matériaux et déchets ont été produits par les entreprises du bâtiment et des travaux publics en 2016. 6,5 millions de tonnes, des chantiers TP sont réemployés sur le même site. Au total, la production de déchets inertes est évaluée à 24,5 Mt. Les travaux publics produisent 21,8 Mt de matériaux inertes, dont 6,5 Mt sont réemployées (soit 30 %).

En retenant un taux d'évolution des déchets inertes du BTP de + 0,62 %/an sur les différents secteurs (bâtiment/travaux publics/chantiers des ménages), la prospective tendancielle retient ainsi un tonnage de 26 millions de tonnes de matériaux et déchets inertes de BTP en

2025 et de 26,9 millions de tonnes en 2031 au regard des 24,5 millions de tonnes produits en 2016.

Les objectifs de recyclage et de valorisation des déchets de chantier des déchets inertes concernent les terres et matériaux meubles, les graves et matériaux rocheux et les déchets inertes en mélange (y compris ceux collectés en mélange en déchèteries). D'ici 2031, l'objectif de réutilisation et de recyclage est une augmentation de +1,8 Mt par rapport à 2016 soit 50%.

Le projet répond aux orientations du PRPGD Auvergne-Rhône-Alpes en s'inscrivant dans l' objectif de réutilisation des déchets valorisables (terre végétale et broyat de bois pour le réaménagement final des zones terrassées, matériaux extraits pour la constitution du nouveau cours de la Besbre réutilisés pour constituer le dôme recouvrant les résidus, bétons concassés pour constituer les couches de roulement des pistes, ferrailles extraites du béton armé collectées et renvoyées vers les filières de valorisation matière, …). Il répond donc à son échelle aux enjeux établis par le PRPGD.

2.5 PLAN NATIONAL DE GESTION DES MATIERES ET DES DECHETS RADIOACTIFS 2022-2026

Le Plan National de Gestion des Matières et des Déchets Radioactifs (PNGMDR) 2022-2026 est la cinquième édition de ce plan. Elle s'inscrit dans un cadre renouvelé, à la fois transformé et en parfaite continuité sur le fond avec les PNGMDR précédents.

En continuité d'abord, car cette cinquième édition prolonge, approfondit et renforce les grands axes d'action des quatre éditions précédentes, au bénéfice des objectifs inscrits dans le code de l'environnement pour la gestion des matières et déchets radioactifs, à savoir essentiellement la mise en place de filières de gestion sûres, efficaces et compétitives pour l'ensemble des déchets radioactifs.

Des transformations ensuite, au nombre de quatre puisque cette cinquième édition consacre un volet aux enjeux transverses (sanitaires, environnementaux, économiques, éthiques et relatifs aux transports et aux territoires) et prévoit une systématisation des approches d'évaluation multicritères de scénarios de gestion et des méthodologies adaptées en conséquence.

Le plan se structure autour de 9 axes stratégiques qui sont les suivants :

- Gouvernance,
- Politique énergétique,
- Matières radioactives,
- Entreposages des combustibles usés,

- Gestion des déchets TFA,
- Gestion des déchets FA-VL,
- Gestion des déchets HA et MA-VL,
- Gestion des catégories particulières de déchets,
- Enjeux transverses (environnementaux, sanitaires, économiques, éthiques et territoriaux).

Parmi ces axes, le projet de réaménagement du site des BNL est plus particulièrement concerné par l'axe 9 - Gestion de catégories particulières de déchets : poursuivre la mise en œuvre de filières de gestion adaptées.

Concernant la gestion des résidus de traitement minier, le PNGMDR 2022-2026 rappelle que depuis 2010, les différentes versions du PNGMDR sont engagées sur l'évaluation à long terme des risques d'exposition des populations, les études sont poursuivies conformément aux recommandations des plans.

Plusieurs actions et sous-actions sont identifiées comme s'imposant au site des BNL :

9.1 Les stockages historiques et les déchets miniers : de fortes attentes pour des situations héritées du passé	
« *De fortes attentes locales ont été exprimées dans le cadre du débat public sur la gestion de catégories particulières de déchets tels que les déchets hérités de l'histoire et les déchets miniers. Les solutions de gestion de ces déchets spécifiques doivent articuler les principes résultant d'une stratégie définie au niveau national et les enjeux territoriaux et locaux liés aux modes de gestion retenus. La responsabilité de la mise en œuvre de ces principes doit être portée par les autorités administratives compétentes, dans le cadre réglementaire existant en matière d'installations classées pour la protection de l'environnement ou d'INB** »	Conforme Le site des BNL comprend environ 1,4 Mt de résidus de traitement de l'uranium. Historiquement stockés sous une lame d'eau, cette méthode de couverture a fait ses preuves mais compte tenu du changement climatique, le remplacement de la lame d'eau par une couverture solide, dont l'épaisseur de recouvrement sera plus conséquente que la couverture sous eau, a été prescrite par arrêté préfectoral.
9.2 Poursuivre l'évaluation des impacts de la gestion des anciens sites miniers d'uranium	
Action DECPAR.1 – Poursuivre les études relatives à l'impact environnemental et sanitaire à long terme de la gestion des anciennes mines d'uranium *« Les études lancées dans le cadre du précédent PNGMDR* seront poursuivies autour des enjeux susmentionnés, notamment ceux liés à la stabilité à long terme des ouvrages ceinturant les*	Conforme Le site des BNL, propriété d'ORANO Mining continuera à faire l'objet d'un suivi global (stabilité, qualité des eaux superficielles et souterraines, mesures des niveaux sonores, suivi poussières, suivi radon, …) qui sera renforcé

stockages de résidus de traitement minier, à la stratégie de gestion des eaux issues des anciennes mines d'uranium et à l'évaluation des impacts dosimétriques et environnementaux à long terme des stockages de résidus. *Pour ce faire, un programme de travail détaillé sera établi par le ministère chargé de la sûreté nucléaire et l'ASN* en lien avec Orano Mining et sera présenté à la commission de gouvernance fin 2022. Les études menées dans le cadre de ce programme de travail seront régulièrement présentées à la gouvernance du plan selon des échéances définies par le programme de travail.* *Un bilan global de ces études sera présenté en amont de la concertation relative à la sixième édition du PNGMDR*. »*	durant la phase de chantier, puis poursuivi une fois le chantier achevé L'ensemble.de ce programme de suivi est présenté en annexe du DAE, les résultats étant transmis systématiquement à l'Inspecteur des ICPE et présenté en CSS.
9.3 Poursuivre la définition d'une stratégie de gestion des stockages historiques	
Action DECPAR.2 – Préciser les programmes de surveillance adaptés à chaque stockage historique et communiquer leurs résultats « *Les exploitants devront présenter, avant fin 2022, un programme de surveillance adapté mis en place sur chaque stockage historique dans lequel des déchets seraient laissés en place devant :* • *tenir compte des conditions hydrogéologiques du site ;* • *identifier les paramètres à surveiller ;* • *considérer l'ensemble des déchets, y compris les substances indésirables susceptibles d'être présentes.* *Les résultats de ce programme de surveillance devront être communiqués régulièrement au public, en tenant compte des cadres réglementaires des installations concernées.* »	Conforme ORANO Mining a déterminé un programme de surveillance qui est joint en annexe du DAE. L'ensemble.de ce programme de suivi est présenté en annexe du DAE, les résultats étant transmis systématiquement à l'Inspecteur des ICPE et présenté en CSS.
Action DECPAR.3 – Définir une stratégie de long terme pour la gestion des stockages historiques *« En lien avec l'action POL.5, les producteurs dresseront un état des lieux des catégories de déchets faisant encore l'objet de difficultés de prise en charge (déchets mentionnés par l'avis*	Non concerné Le site des BNL comprend 1,4 Mt de résidus de traitement : il ne produit aujourd'hui plus de nouveau résidus et n'a pas vocation à en accueillir de

n° 2021-AV-0379 du 11 mai 2021 de l'ASN y compris les sources scellées) et établiront avec l'Andra un programme de travail pour développer les solutions de gestion associées. Ces éléments seront transmis pour fin-2023 au ministère chargé de l'énergie et aux autorités de sûreté. Ce programme de travail sera établi en cohérence avec l'échéance de 2030 fixée par le code de l'environnement et tiendra compte des recommandations émises par l'ASN* dans son avis susmentionné. Il sera présenté devant la commission de gouvernance du PNGMDR*. »*	nouveau. Il n'est pas concerné par cette action.

Le projet n'est pas de nature à remettre en cause les objectifs définis dans le PNGMDR 2022-2026. Au contraire, il répond entièrement à ses orientations en s'inscrivant dans un objectif d'optimisation de la conception des zones de stockage par couverture liquide puis solide. La définition du projet a pris en considération les problématiques d'érodabilité des matériaux de couverture et de déconnexion vis-à-vis de la ressource en eau.

Le projet est compatible avec les orientations de ce document cadre.

VII. EFFETS CUMULES AVEC D'AUTRES PROJETS

Il existe un seul projet dans le secteur d'étude pour lequel un avis de l'Autorité Environnementale a été rendu public ou qui a fait l'objet d'une enquête publique.

L'étude d'impact de 2019 relevait ce projet comme pouvant avoir des incidences cumulées potentielles avec le site des BNL. Il s'agit de l'implantation d'une centrale photovoltaïque sur deux parcelles situées au sud-ouest du site, propriété de la commune de Saint-Priest-la-Prugne. En 2019, les effets cumulés étaient évalués comme faibles pour les effets sur le milieu physique, culturel, paysager et humain, nul pour les effets radiologiques et faible à moyen pour les effets sur le milieu naturel. Les effets cumulés sont réactualisés dans le chapitre ci-après.
Ce projet est porté par la société TENERGIE. Il concerne les anciennes parcelles n°65 et 66 (aujourd'hui renumérotées en 244) localisées au sud-ouest du site des BNL, à l'emplacement de l'ancienne usine SIMO aujourd'hui démantelée. Le parc photovoltaïque clôturé s'étend sur 3,3 ha induisant un défrichement de 3,026 ha situé en partie à l'extérieur de la zone d'emprise du projet afin de ne pas générer d'ombre portée sur les panneaux solaires. La production électrique est estimée à environ 3 MWc, soit une production annuelle d'environ 2240 MWh grâce à près de 7 000 panneaux solaires. Au 1er juin 2025, les travaux d'implantation ont débuté avec le défrichement et les terrassements préliminaires. La mise en service est prévue en début d'année 2026.
Pour la MRAe en 2019, les principaux enjeux environnementaux portaient sur la protection des populations en lien avec l'implantation du projet sur un ancien site industriel minier d'exploitation d'uranium et sur la préservation des fonctionnalités des milieux naturels du site.

Un autre projet notable non soumis à évaluation environnementale est également présent dans le secteur d'étude. Il s'agit d'un avis rendu par la MRAe le 26 août 2024 après examen au cas par cas relatif à la mise à jour du zonage d'assainissement des eaux usées des communes de Chasse-terre, La Tuilière et Saint-Priest-la-Prugne (42). Il n'a pas d'effet cumulé avec le projet du site des BNL.

Intitulé du projet	Pétitionnaire	Communes concernées et distance	Avis de l'autorité environnementale
Mise à jour du zonage d'assainissement des eaux usées des communes de Chasse-terre, La Tuilière et Saint-Priest-la-Prugne (42)	Communes	Saint-Priest-la-Prugne (2 km au sud-est)	26/09/2024
Réalisation d'un parc photovoltaïque exploité par la société TENERGIE	TENERGIE	Saint-Priest-la-Prugne (80 m au nord-ouest)	23/03/2018

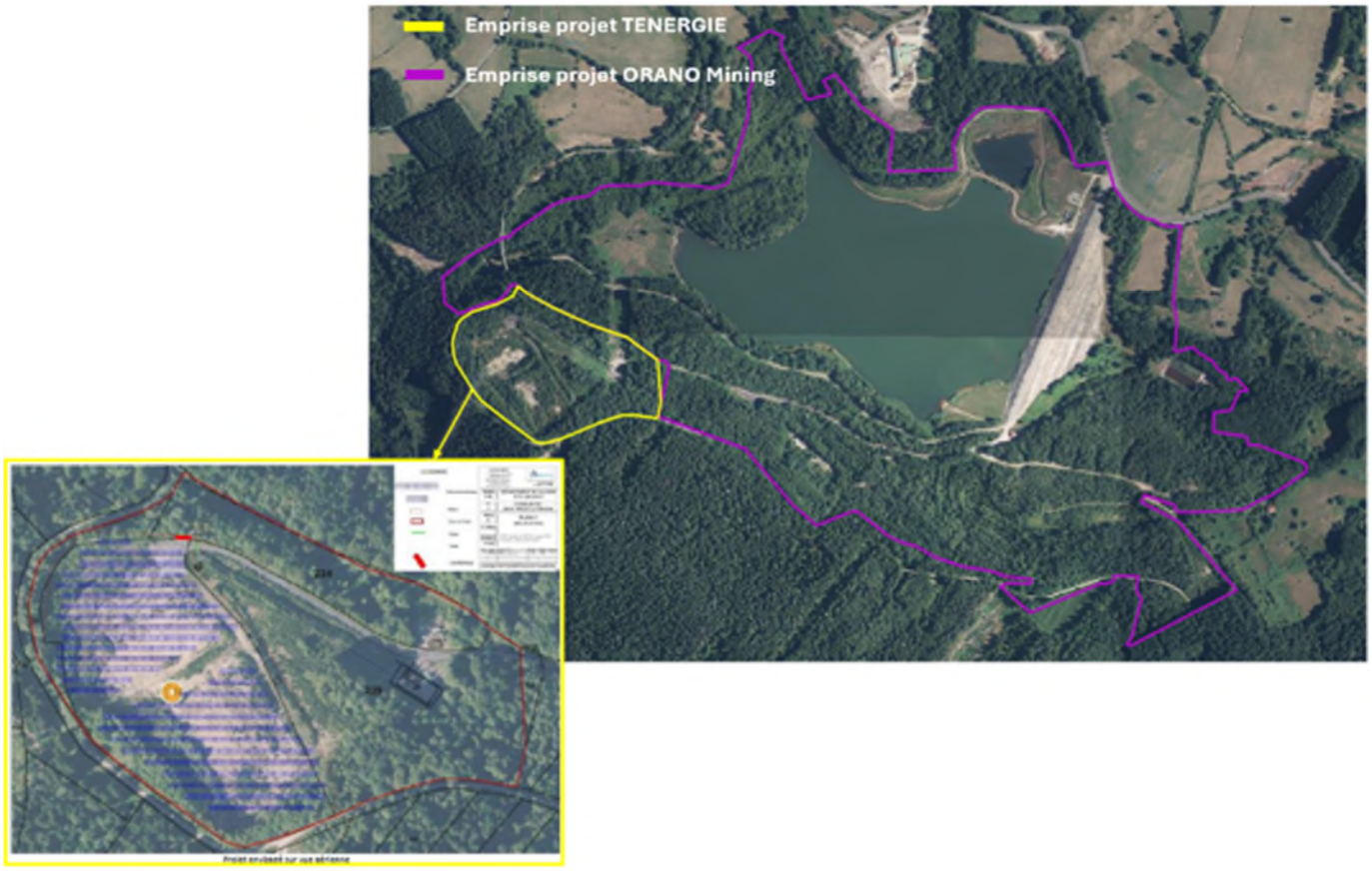


Figure 355 : Localisation du site des BNL par rapport au projet d'implantation du parc photovoltaïque porté par TENERGIE

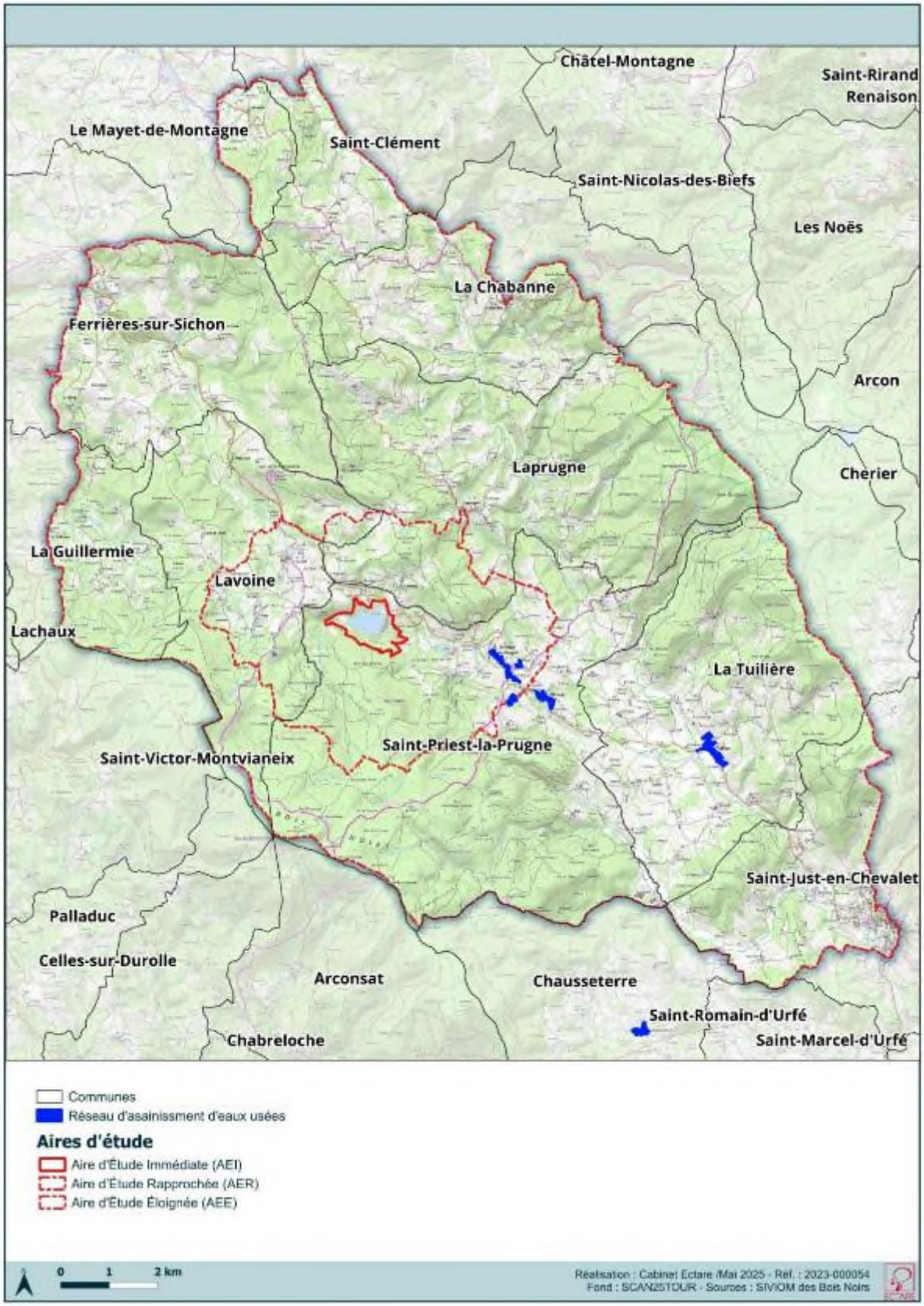


Figure 356 : Localisation du site des BNL par rapport aux réseaux d'assainissement des communes de Chausseterre, La Tuilière et Saint-Priest-la-Prugne (effets cumulés)

1 ANALYSES DES EFFETS CUMULES POTENTIELS

L'évaluation des effets cumulatifs porte sur un certain nombre de composantes environnementales correspondant aux préoccupations majeures identifiées dans le cadre de la présente étude d'impact, et fonction de la nature du projet (affouillement de sol par déblaiement et exhaussement de sol par remblaiement).

Les composantes qui seront retenues et analysées porteront uniquement sur les impacts que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement au regard des projets connus, à savoir :

- Les eaux : superficielles et souterraines ;
- Les réseaux : secs et humides ;
- Le trafic routier ;
- Les risques naturels, technologiques et sanitaires (radiologique) ;
- Le milieu naturel et le paysage.

1.1 IMPACTS CUMULES SUR LES EAUX

1.1.1 Eaux superficielles

Considérant que les mesures prises pour la gestion et le traitement des eaux superficielles sur le site des BNL sont suffisantes, et que les deux projets sont situés en amont des BNL, les impacts cumulés sur les eaux superficielles avec les autres projets connus sont faibles. Précisons aussi que le site des BNL n'est pas raccordé au système d'assainissement collectif.

Le projet PV situé à quelques mètres au sud-ouest du site des BNL disposera de sa propre gestion des eaux pluviales, n'impactant pas le site des BNL.

➔ Incidences avec les deux projets connus : faibles.

1.1.2 Eaux souterraines

Du fait de l'assèchement du Grand Bassin et du creusement du nouveau lit de la Besbre, l'écoulement des eaux souterraines va être modifié. Ces modifications sont étudiées et anticipées dans le cadre du projet de réaménagement. Des mesures sont mises en œuvre : tranchées drainantes et traitement adapté des eaux potentiellement marquées et réalimentation de la future zone humide compensatoire. Considérant ces mesures, l'écoulement des eaux souterraines à l'aval du site des BNL sera potentiellement modifié. Toutefois, cette thématique n'entre ni en relation avec le projet de mise à jour des réseaux d'assainissement des communes de Chausseterre, La Tuilière et Saint-Priest-la-Prugne, ni avec le projet PV au sud-ouest (amont). Les impacts cumulés avec les autres projets connus sur les eaux souterraines sont donc négligeables.

➔ Incidences avec les deux projets connus : négligeables.

1.2 IMPACTS CUMULES SUR LES RESEAUX

1.2.1 Réseaux secs

Concernant les servitudes, le projet PV de TENERGIE et le projet de réaménagement d'ORANO Mining sont tous les deux soumis à la servitude liée à la ligne électrique Puy Guillaume Thiers Saint-Yorre. L'accès à cette ligne pour la maintenance est garanti. Il n'y a aucun effet cumulé avec le projet de mise à jour des réseaux d'assainissement sur cette thématique.

➔ Incidences avec les deux projets connus : faibles.

1.2.2 Réseaux humides

Le site des BNL n'est pas raccordé au système d'assainissement collectif. Le site n'est pas desservi en eau potable par les réseaux communaux. Il dispose d'une source dont l'eau est uniquement destinée aux sanitaires et non à la consommation. Considérant ces caractéristiques, les impacts cumulés avec les autres projets connus sur les réseaux humides sont donc négligeables.

➔ Incidences avec les deux projets connus : négligeables.

1.3 IMPACTS CUMULES SUR LE TRAFIC ROUTIER

Étant donné la très faible augmentation du trafic routier attendue pendant la phase de travaux du projet de réaménagement (le trafic se fera quasi exclusivement en interne sur le site), et le caractère temporaire de cette augmentation, les impacts cumulés du projet avec les autres projets connus sur le trafic routier sont considérés comme négligeables, d'autant que la phase travaux du projet photovoltaïque sera certainement achevée avant que ne commence celle des Bois Noirs Limouzat.

➔ Incidences avec les deux projets connus : négligeables.

1.4 IMPACTS CUMULES SUR LES RISQUES NATURELS, TECHNOLOGIQUES ET SANITAIRES

1.4.1 Risques naturels et technologiques

Les mesures mises en œuvre dans le cadre du projet du réaménagement du site des BNL, ainsi que celles qui sont prévues dans le cadre des autres projets connus, permettent de limiter les impacts cumulés de ces projets sur les risques naturels et technologiques. Notons que le projet relatif aux réseaux d'assainissement collectif n'est pas particulièrement sujet aux risques naturels mais de fait de sa localisation en aval du grand barrage du site des

BNL, le projet est plutôt concerné par le risque technologique de rupture de barrage. Toutefois, le projet de réaménagement du site d'ORANO Mining vise à déclasser le barrage afin d'en faire un ouvrage ceinturant. Les impacts cumulés sont donc positifs.

➔ Incidences avec les deux projets connus : positives.

1.4.2 Risques sanitaires et radiologie

Les mesures mises en œuvre dans le cadre du projet du réaménagement du site des BNL, ainsi que celles qui sont prévues dans le cadre des autres projets connus, permettent de limiter les impacts cumulés de ces projets sur les risques sanitaires notamment vis-à-vis de des émissions sonores et des envols de poussières lors des travaux. L'aspect radiologique (présence éventuelle de radioéléments du fait de l'ancienne activité minière dans les poussières) a également été pris en compte dans les deux projets, des mesures sont mises en œuvre.
Les opérations de défrichement et d'implantation des fondations des panneaux solaires pour le projet de TENERGIE ont d'ores et déjà été effectuées, évitant le cumul sur la même période des opérations de défrichement avec le projet d'ORANO Mining.

Précisons que le projet de mise à jour des réseaux d'assainissement collectif n'est pas concerné par cette thématique.

➔ Incidences avec les deux projets connus : faibles.

1.5 IMPACTS CUMULES SUR LE MILIEU NATUREL ET LE PAYSAGE

Les mesures mises en œuvre dans le cadre du projet du réaménagement du site des BNL, ainsi que celles qui sont prévues dans le cadre des autres projets connus, permettent de limiter les impacts cumulés de ces projets sur le milieu naturel et le paysage.

On notera que la réalisation différenciée des deux projets voisins (TENERGIE et ORANO Mining) permet de limiter les incidences cumulées « dérangement » pour la faune sur les deux secteurs. Les seules incidences cumulatives seront :

- La perte de superficie boisée (3 ha déjà défrichés sur le projet TENERGIE puis 16 ha sur le projet ORANO Mining) qui seront en partie compensés par les opérations de reboisement qui seront menées sur le site ORANO Mining une fois les travaux finalisés et surtout par la gestion en ilots de sénescence sur le même site qui permettra à terme d'obtenir un réel gain en termes de biodiversité,
- La mise en place de clôtures qui vont limiter localement les déplacements de la grande faune dans ce secteur, la petite faune étant préservée de cette incidence par la mise en place de clôture lui assurant une transparence pour ces animaux.

Le contexte boisé et le relief du secteur ont été pris en compte, représentant à la fois des avantages (masques visuels naturels) et des inconvénients (possibilités de vue lointaines).

➔ Incidences avec les deux projets connus : faibles.

VIII. SOLUTIONS DE SUBSTITUTIONS ET RAISONS DES CHOIX DU PROJET

1 MOTIVATION DU PROJET

Par arrêté préfectoral n°271-DDPP-22 du 28 juin 2022, le Préfet de la Loire a prescrit la mise en place d'une couverture solide en lieu et place de la lame d'eau recouvrant le stockage de résidus d'exploitation de la mine uranifère des Bois Noirs Limouzat.

L'objectif de cette démarche est de garantir à long terme la pérennité de la couverture des résidus dans un contexte de changement climatique exacerbant les épisodes météorologiques exceptionnels et contribuant à limiter le renouvellement et l'approvisionnement de la retenue existante. À l'inverse, l'intensification de phénomènes exceptionnels contribue à générer une augmentation des débits de pointe et il a été observé, depuis la rénovation de la station en 2019, un débordement par un dépassement de la cote de surverse de la digue submersible induisant des rejets d'eau non traitée.

Ce faisant, le projet permet également de supprimer les risques liés à la présence d'un ouvrage hydraulique de type grand barrage de classe A.

Avec la création du nouveau lit de la rivière Besbre, actuellement canalisée dans un canal de dérivation, il vise aussi à rétablir la continuité écologique de la Besbre entre l'amont et l'aval du site.

Le projet répond donc à un triple enjeu :

- D'optimisation des conditions de gestion durable du site ;
- De sécurisation des modalités de stockage et de couverture pour garantir la maitrise des impacts du site pour les populations riveraines ;
- D'intégration du site dans son environnement et de rétablissement des conditions naturelles, favorisant une moindre relation entre le stockage des résidus et le réseau hydrographique.

Rappelons enfin que le stockage de résidus miniers uranifères peut être assimilée à un « ouvrage technique d'intérêt collectif » puisqu'il a pour objet d'améliorer la maitrise des risques environnementaux liés au stockage de résidus miniers.

2 DESCRIPTION ET COMPARAISON DES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION

Outre le fait que le projet de remplacement de la lame d'eau par une couverture solide est imposé par décision préfectorale, plusieurs solutions de substitution ont été envisagées et analysées d'un point de vue environnemental, sanitaire et technico-économique :

- Vis-à-vis du projet global et des choix techniques de couverture des résidus ;
- Vis-à-vis des conditions d'exécution du projet ;
- Vis-à-vis des modalités de remise en état.

2.1 CHOIX TECHNIQUES

D'un point de vue technique, les alternatives au projet retenu consistent en un maintien des modalités de stockage et de couverture actuelles, ou en la modification des conditions de stockage des résidus. Néanmoins, chacune de ces alternatives présente des effets notables du point de vue de la santé, de la sécurité ou de l'environnement, ainsi que des inconvénients en termes technico-économiques.

Solution du maintien de la lame d'eau en lieu et place du projet de couverture solide

Cette alternative, correspondant en réalité à la continuité de la situation actuelle en termes techniques, se heurte essentiellement à la problématique du dérèglement climatique avec pour corollaires en cas de sécheresse l'augmentation de l'évaporation et en parallèle la diminution du débit de la Besbre remettant en cause l'alimentation du plan d'eau par une déviation au niveau de l'ouvrage des Peux. Ainsi, la conservation d'une lame d'eau suffisante pour maintenir un écran radiologique satisfaisant impliquerait à moyen terme d'augmenter le débit d'alimentation de la retenue dans un contexte où les étiages sévères tendent à se répéter et s'intensifier. Cette solution pourrait dès lors devenir incompatible avec la conservation d'un débit minimum biologique dans la Besbre et la satisfaction des autres usages en aval du site.

En outre, cette alternative ne répond pas aux autres enjeux identifiés, de suppression des risques accidentels liés à la présence du barrage de grande hauteur, de rétablissement de la continuité écologique de la Besbre et de moindre connexion du stockage vis-à-vis du réseau hydrographique permettant de réduire la production d'eau marquée radiologiquement.

Ce sont les raisons qui ont mené à la décision préfectorale traduite dans l'arrêté du 28 juin 2022.

Solution de l'évacuation des résidus vers une filière externe

Trois écueils principaux sont rencontrés pour la mise en œuvre d'une telle solution :

- Le coût économique disproportionné d'une telle opération ;
- L'incidence notable, en particulier due à la logistique (transport sur de longues distances), en termes d'émissions de gaz à effet de serre et de nuisances (l'évacuation de 1 400 000 tonnes de résidus induirait un flux total d'environ 56 000 semi-remorques) ;
- La disponibilité d'un autre stockage ICPE 1735 permettant d'accueillir les résidus miniers uranifères

À ces points s'ajoute le caractère délicat de l'opération de transfert compte tenu du marquage radiologique des résidus, avec une question sensible de sécurité sanitaire liée à la mise à nu d'une partie du stock.

En conséquence, cette alternative n'apparaît pas économiquement ni techniquement réalisable, ni souhaitable d'un point de vue des effets potentiels sur les populations.

2.2 CONDITIONS D'EXECUTION

Vis-à-vis de la renaturation de la Besbre

Le projet intègre la renaturation de la Besbre par la création d'un nouveau lit en rive gauche de l'actuelle retenue.

Le tracé ainsi retenu présente les avantages suivants, en comparaison avec un cheminement en rive droite :

- Opportunité de fourniture de matériaux pour la couverture solide du stockage compte tenu de la topographie ; l'apport de matériaux exogènes (en provenance de carrières) supposerait un coût prohibitif, des nuisances notables associées au transport des matériaux par la route, et l'insuffisance des gisements locaux, y-compris en ressource secondaire.
- Opportunité de fourniture de matériaux prélevés hors aménagements ou influence minière, ce qui serait impossible pour un tracé en rive droite.
- Accessibilité et maintien des pistes en rive droite pour la desserte et l'aménagement des plateformes et installations de chantier.
- Stabilité des terrains ; la renaturation en rive droite, interceptant le tracé des anciennes galeries des TMS, pourrait engendrer un risque élevé d'effondrement et d'infiltration.
- Déconnexion de la Besbre vis-à-vis du stock de résidus et des éventuels lixiviats ; un tracé en rive droite plus proche des limites de l'actuelle retenue ne permettrait pas d'isoler totalement la Besbre vis-à-vis des apports latéraux en provenance du stock de résidus.

Vis-à-vis de la mobilisation des matériaux minéraux

Les travaux de renaturation de la Besbre, tels qu'ils ont été définis, permettent un équilibre en matériaux pour les besoins de la couverture solide, la stabilité des talus, l'ensoleillement

de la nouvelle Besbre et les contraintes liées à la création d'une continuité écologique (pente notamment). Les arènes granitiques et les matériaux concassés les plus fins seront temporairement stockés sur site avant leur réemploi en couches superficielles. La mobilisation d'autres matériaux disponibles sur site – ceux de la verse du Jot notamment – impliquerait des nuisances supplémentaires du fait de leur granulométrie (risque accru de dégagement de poussières) et nécessiterait le défrichement d'une superficie plus importante. Elle n'apparaît donc pas opportune au regard de la disponibilité des matériaux décaissés en rive gauche.

Vis-à-vis des modalités de traitement des eaux en provenance du site

Les eaux de surface et de subsurface en provenance du stockage de résidus seront interceptées par une tranchée drainante et un fossé permettant de les collecter avant restitution au milieu naturel. Ces dispositifs permettront d'éviter un mélange direct aux eaux de la Besbre d'eaux potentiellement marquées radiologiquement.

Concernant le traitement des eaux potentiellement marquées de la tranchée drainante et les eaux du Grand Bassin, le choix d'un traitement par filtration dans les massifs de zéolithe présente l'avantage :

- de permettre la mise en place d'un traitement passif, rustique à l'efficacité éprouvée,
- De réduire les risques liés à la gestion et manipulation de réactifs chimiques,
- De garantir des teneurs en radium inférieures aux limites de rejet imposés la réglementation.

Vis-à-vis de l'emplacement de l'alvéole des boues de traitement des eaux

Les boues de traitement des eaux du site ainsi que la zéolithe arrivant à saturation seront stockées sur site dans des alvéoles à créer. Les boues seront partiellement déshydratées permettant de limiter le volume de boues stockées dans les alvéoles.

L'alvéole nouvellement créée se trouve dans le bassin versant de la MCO, hors emprise des aléas miniers, tout en limitant l'impact paysager de l'installation. Une présence de l'alvéole au sein de la couverture n'a pas été retenue compte tenu :

- De l'implantation d'un ouvrage de stockage au sein d'une couverture impactant donc le rôle de protection de cette dernière,
- De la gestion des eaux de l'alvéole impliquant des terrassements importants au sein de la couverture et la traversée de l'ouvrage ceinturant,
- L'impact paysager de l'alvéole et de son abri beaucoup plus visible que l'emplacement sélectionné.

Vis-à-vis de la gestion des sous-produits animaux (poissons contenus dans la retenue)

Les modalités de gestion retenues pour les sous-produits animaux, après euthanasie des populations de poissons et d'écrevisses, est l'évacuation vers une filière d'incinération, après un premier traitement sur site (séchage et broyage) permettant de limiter le volume de sous-produits à évacuer et de permettre un stockage sécurisé sur site avant transfert.

La solution retenue répond ainsi :

- à la recherche d'une sécurité sanitaire maximale (pas de stockage définitif des sous-produits sur site) ;
- à un souhait de limitation des nuisances sur site, liées au process de traitement

Vis-à-vis des moyens mis en œuvre pour le chantier

Le choix des moyens matériels et humains mis en œuvre pour la phase de chantier couvre deux aspects principaux :

- Le calendrier d'intervention et la durée des travaux : la cadence des travaux est contrainte par le phasage d'ouverture de la Besbre. 828 jours de terrassement sont prévus soit 4 à 5 années et cette phase de travaux est contrainte également par les opérations de traitement des eaux du Grand Bassin. Limiter les périodes de réalisation des travaux, par exemple pendant la période estivale reviendrait ainsi à augmenter la durée du chantier avec une incidence sur le phasage d'ouverture de la nouvelle Besbre. À l'inverse, renforcer l'échelon matériel contribuerait à augmenter le niveau cumulé des sources sonores. Le calendrier d'intervention et les moyens matériels sont ainsi définis de façon à répondre à ces différents enjeux.
- Le choix de matériel roulant en lieu et place de bandes transporteuses pour le transfert des matériaux entre la zone d'extraction et la couverture ou les installations de concassage et de stockage temporaire : en premier lieu, la nature des matériaux (granulométrie, densité, …) ne se prête pas à ce mode de transport en raison de la fraction très importante de blocs. Les bandes transporteuses sont plutôt utilisées pour des fractions fines. De plus, l'évolution régulière de la zone de chargement (puisqu'il s'agit de mobiliser des matériaux sur un linéaire) et d'utilisation (mise en œuvre de la couverture, installation de concassage, zone de stockage temporaire) n'est pas propice à l'utilisation de bandes transporteuses qui correspondent à des installations peu mobiles.

2.3 MODALITES DE REMISE EN ETAT

Vis-à-vis du barrage de grande hauteur

Le projet prévoit l'arasement du barrage sur une hauteur de 8 m. Une alternative à cette solution aurait pu être la conservation du barrage de grande hauteur dans sa configuration actuelle. Néanmoins, cette solution ne présente aucun intérêt compte tenu de l'effacement de la retenue d'eau. Or, l'arasement de la digue va permettre son déclassement de grand barrage de classe A ; elle sera réduite à un ouvrage ceinturant dans le respect du PNGMDR. Cela participe à limiter les risques naturels liés aux inondations et les risques technologiques inhérents au grand barrage. L'arasement de la digue va également permettre une meilleure intégration paysagère du site dans son ensemble. Par ailleurs, la digue restera le support de la route d'accès pour atteindre la rive gauche et les installations de suivi du site.

Vis-à-vis de la compensation des zones humides in situ

Une vaste zone humide sera aménagée en pied de dôme dans une optique de compensation écologique puisque l'assèchement du Grand Bassin et la mise en œuvre de la couverture solide, ainsi que l'implantation des installations connexes va induire la destruction de 3,57ha de zones humides. Le choix de la zone de compensation a été guidé par plusieurs critères :

- Le principe de bonne gestion écologique qui prévoit que la compensation soit réalisée au plus près des zones humides détruites.
- La maîtrise foncière par ORANO Mining des terrains retenus, permettant d'assurer la pérennité des aménagements compensatoires sur le long terme.
- La maîtrise de l'alimentation hydrique par un drainage naturel des ruissellements provenant des terrains du dôme en direction de la zone humide reconstituée.
- La facilitation du suivi écologique par la proximité des installations et le caractère ouvert des milieux.

La topographie et son dimensionnement technique seront favorables au développement de ce type de milieu. L'ensemble des fonctionnalités écologiques d'une zone humide pourra être recréée à cet emplacement.

Vis- à-vis du traitement paysager de la couverture

La plantation de strates diversifiées (arbustive, et surtout arborescente) a été évoquée mais n'a pas été retenue, en dehors de la mise en place de 2 rangées de haies bocagères implantées sur des merlons permettant de surélever légèrement le réseau racinaire, du fait :

- de l'incompatibilité entre l'enracinement profond des essences arborescentes et la nécessaire intégrité de la couverture ;
- de la nature des matériaux mis en remblais, qui ne se prêtent pas à la plantation d'arbres ;
- de la compensation écologique qui induit plutôt le rétablissement de milieux ouverts.

Par ailleurs, la mise en œuvre d'une végétation basse facilitera la surveillance du dôme par le biais de relevés topographiques réguliers permettant d'appréhender le tassement et l'évolution de la couverture.

De même, l'installation d'un parc photovoltaïque sur la couverture, si elle peut représenter une alternative à long terme, ne peut être envisagée dans l'immédiat. En effet, les retours d'expérience sur d'autres stockages montrent que la stabilisation de l'ouvrage s'opère pendant les 10 à 20 premières années après les travaux (tassement potentiel). Par ailleurs, une attention particulière doit être portée à l'écoulement des eaux en direction de la zone humide compensatoire qui sera aménagée en pied de dôme. Enfin, d'un point de vue paysager, l'implantation d'un parc photovoltaïque contribuerait à rendre le site notablement visible en perception lointaine, notamment depuis le centre-bourg de Saint-Priest-la-Prugne.

Vis-à-vis de l'implantation d'une microcentrale hydraulique

Cette solution n'a pas été retenue dans la mesure où les débits de la Besbre apparaissent trop irréguliers et insuffisants pour assurer une alimentation continue. En outre, un tel ouvrage contribuerait à rompre ou à entraver la continuité écologique (transport solide, franchissabilité) que le projet de renaturation vise précisément à rétablir.

En conséquence, la solution retenue apparaît comme le meilleur compromis parmi les solutions techniquement et économiquement envisageables. Au-delà de la seule réponse à l'obligation faite par l'arrêté préfectoral de remplacer la lame d'eau par une couverture solide, dans l'optique de la pérennisation des conditions sécuritaires du stockage, le projet a été façonné de manière à optimiser les modalités de réalisation du chantier, permettre la renaturation du cours de la Besbre, et intégrer au mieux le site dans son environnement.

IX. METHODOLOGIE ET AUTEURS

1 ÉLEMENTS UTILISES POUR IDENTIFIER LES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES DE MANIERE NOTABLE PAR LE PROJET

Les méthodes d'analyses et d'études utilisées pour caractériser l'état actuel de l'environnement du site et le projet lui-même ont été déterminées dans un premier temps par une démarche exploratoire visant à identifier les sensibilités les plus évidentes, en fonction :

- D'une première appréciation fondée à la fois sur les anciennes études (études d'impact de 2013 et de 2019 notamment et toutes les études spécifiques menées en parallèles présentées en suivant) et sur des visites de terrains ;
- Des différents arrêtés préfectoraux ayant autorisé ou autorisant l'activité du site ;
- De documents disponibles sur les sites Internet des diverses structures concernées, afin d'établir un inventaire des contraintes environnementales ;
- D'enquêtes effectuées auprès des services d'administrations et acteurs locaux consultés par courrier ou rencontrés par le maître d'ouvrage : Communes de Saint-Priest-la-Prugne, de Lavoine, de La Prugne, de La Chabane, de Saint Clément, de le Mayet de Montagne et de Chatel-Montagne, Conseil Départemental, Direction Régionale des Affaires Culturelles, Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement, Direction Départementale des Territoires, Service Régional de l'Archéologie, Comité Départemental du Tourisme, Service Départemental d'Incendie et de Secours, etc…

À partir de ces premières données, un canevas de collecte et d'analyse d'informations concernant les différents thèmes à traiter en fonction de leur « priorité » en termes de sensibilité a été fixé.

Le choix, le poids et la finesse de la méthode retenue pour traiter chaque thème de l'état actuel sont donc variables et ont été ajustés aux réalités locales ; ces méthodes et les moyens d'investigation mis en œuvre ont pu évoluer en cours d'étude lorsque des sensibilités nouvelles ou des sensibilités particulières plus importantes que leur estimation de départ sont apparues.

Les visites de terrain pour la caractérisation de l'environnement au sens large ont été effectuées entre mars 2023 et juin 2025. Les cartes et données afférentes présentées dans ce rapport sont établies à ces dates et actualisées en fonction des données disponibles.

Le tableau ci-après dresse un bilan de la méthode et des études utilisées pour établir l'état initial de l'environnement pour chaque thème. Précisons qu'une étude a pu être utilisée pour plusieurs thématiques. En l'occurrence, elle ne sera citée qu'une fois dans le tableau.

Thème	Méthode	Difficultés rencontrées
Milieu physique		
Climatologie	L'analyse climatique du secteur a été faite à partir de sources bibliographiques, du site Météo-France, des données météorologiques de la station météorologique de Saint-Nicolas-des-Biefs à 11 km au nord-est du site, ainsi que par consultation des données internes au site des BNL. INTERA est en charge du développement de modélisations hydrogéologiques dans le cadre du présent projet. À l'occasion de cette étude, il a été analysé la recharge météorique des eaux à partir des données piézométriques et climatiques permettant d'affiner la compréhension du comportement hydrodynamique du site à l'état initial. L'étude utilisée est la suivante : INTERA – projet de réaménagement en couverture solide, modélisation hydrogéologique, rapport d'étude (R24FR4010/B), 16 mai 2025.De plus, la rose des vents réalisée dans le plan de surveillance 2014-2024 par ORANO a été utilisée pour apporter des précisions sur les vents à l'échelle de la vallée.	Absence de données locales sur de longues périodes
Géologie et géomorphologie	Même si les formations naturelles ont disparu lors de l'exploitation des filons d'uranium puis la phase de réaménagement, l'étude géologique et pédologique a été menée sur la base de la carte géologique au 1/50000ème et de la notice géologique associée, et de la carte IGN au 1/25 000ème, en réalisant une compilation des connaissances bibliographiques disponibles sur le secteur (Banque de Données du sous-sol, BRGM, Système d'Information pour la Gestions des Eaux Souterraines , Atlas des paysages de la Loire, …). Ces recherches ont été complémentées d'études spécifiques menées *in situ* dans le cadre du projet par des organismes experts à savoir : - GINGER CEBTP – étude géotechnique de projet (G2 Partielle) (RLY7.A.026), mars 2011 ; - FONDASOL – Projet de réhabilitation Bois Noirs, prospection géophysique par méthode sismique réfraction (EGM.13.049 – Pièce n°001), 6 décembre 2013 ; - FONDASOL – Compte-rendu d'investigations géotechniques (PR.63GT.24.0025 – 001), 12 décembre 2024 ;	Néant
Hydrogéologie / hydrobiologie / hydromorphologie	L'étude hydrologique du secteur a été menée à partir du site de l'agence de l'eau Loire-Bretagne, et d'une compilation bibliographique de différentes bases de données disponibles sur le secteur (site de la DREAL, Sandre, gest'eau, hydro, SIGES…). Ces recherches ont été complémentées d'études spécifiques menées *in situ* dans le cadre du projet par des organismes experts : - École des mines de Paris – étude hydrogéologique et géochimique du site minier des Bois Noirs (Pierre COMBES et Jean-Michel SCHMITT, rapport technique No. R060710JSCH), 2006 ;	Néant

Thème	Méthode	Difficultés rencontrées
	- MICA Environnement – étude hydrobiologique, état initial de la rivière Besbre (amont et aval) (n°13.202), novembre 2013 ; - ASCONIT – Mission étude hydromorphologique ruisseau de Besbre, septembre 2013 ; - Hydrosphère – État hydrobiologique de la Besbre 08 novembre 2023 ; - CABINET REILÉ – synthèse hydrogéologique de l'ancien site minier des BNL (D2023-06391), avril 2023 ; - CABINET REILÉ – compte-rendu d'opérations, campagne de prélèvements d'eau en période de basses eaux et pose d'équipements de mesure pour étude hydrogéologique (D2023-06391), juillet 2024 ; - CABINET REILÉ – compte-rendu d'opérations, campagne de prélèvements d'eau en période de hautes eaux (D2023-06391), février 2025 ; - PHILIA Ingénierie – Note concernant la conception hydromorphologique de la Besbre (chapitre sur la caractérisation de l'état actuel de la Besbre & annexe A – investigations hydromorphologiques de 2024), mai 2025	
Hydrologie	Les données utilisées sont basées sur la carte IGN 1/25000ème complétées des données extraites de sites en ligne pour certains organismes : Agence de l'Eau Loire-Bretagne, DREAL, DDT, eaufrance, etc. Cette thématique est également complémentée par des observations de terrain et des études spécifiques menées *in situ* et aux alentours du site dans le cadre du projet par des organismes experts. - ARCADIS – réaménagement du site des Bois Noirs, investigations sur les sols et les eaux superficielles (815-09-0099), 2011 ; - ARCADIS – prélèvements d'eaux superficielles, campagnes de septembre 2013 – note, septembre 2013 ; - AREVA – composition des eaux du Grand Bassin et du travers banc – note technique (SET-JS/EG – 2014/1780), 22 juillet 2014 ; - Descostes, M. (ORANO Mining) – Relation entre les flux rejetés par le site de Bois Noirs-Limouzat et l'accumulation de sédiments marqués dans le lac de Saint-Clément. Rapport final. Rapport technique (IDFDT-009551), 2022 ; - PHILIA Ingénierie – Note concernant la gestion des eaux pluviales, 9 décembre 2024 ;	Néant
Hydraulique et inondation	Les informations sont basées sur la carte IGN 25000ème complétées des données issues de l'Agence de l'eau et de la DDT, du SAGE et du SDAGE 2022-2027. Les données ont été vérifiées sur le terrain. Ces informations sont complémentées par des connaissances	Néant

Thème	Méthode	Difficultés rencontrées
	empiriques ainsi que par des études menées dans le secteur sur d'autres cours d'eau similaires : - TRACTEBEL Engineering – COYNE ET BELLIER – étude hydrologique, étude des crues rares au droit du barrage des Bois Noirs (P.001171 RP 35), 20 novembre 2013 ; - TRACTEBEL Engineering – COYNE ET BELLIER – étude de laminage des crues (P.001171 RP 36), 9 décembre 2013 - PHILIA Ingénierie – Laminage de crue T = 1000 ans ;	
Risques naturels et technologiques majeurs	Les données sont issues du site de la préfecture (dossier départemental des risques majeurs, PPR inondation, etc.) et des sites Internet : infoterre.brgm.fr, georisques.gouv.fr, cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr, etc. Ces informations sont complémentées par des connaissances empiriques et des études spécifiques ont été menées *in situ* dans le cadre du projet par des organismes experts (stabilité du barrage, risques d'effondrement / mouvements de terrain) : - Althéa Géo – évaluation de la stabilité à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères, diagnostic technique mission de type G5 (rapport n°YL14 0008), 6 novembre 2014 ; - GEOTER SAS – évaluation de l'aléa sismique spécifique au site de la digue de retenue des Bois Noirs à Saint-Priest-la-Prugne (rapport GTR/AREV/0216-1438_rev1), 5 avril 2016 ; - TRACTEBEL Engineering – COYNE ET BELLIER – évaluation de la sûreté à long terme des digues de rétention de stockage de résidus de traitement de minerais uranifères, analyse de la stabilité (P.005961.NT06), 4 novembre 2016 ; - AREVA – étude de recensement des usages de l'eau, avril 2017 ; - TRACTEBEL Engineering – COYNE ET BELLIER – établissement du dossier géotechnique des ouvrages des Bois Noirs (P.005961.0002), 8 mars 2018 ; - TRACTEBEL Engineering – COYNE ET BELLIER, mise à jour de l'étude de dangers (P009170_RP55_Bois Noirs_EDD-2019), décembre 2019 ; - TRACTEBEL Engineering – COYNE ET BELLIER – suivi 2023 du Barrage des Bois Noirs – rapport d'analyse des mesures d'auscultation (P.020308 RP 05), 22 mars 2024 ; - TRACTEBEL ENGIE – Analyse de stabilité ouvrage de Bois Noirs (W.002445_BNK8STB), 22 mai 2025 ; - SCE – évaluation des aléas miniers sur le site des BNL, 21 octobre 2024 ;	Néant

Thème	Méthode	Difficultés rencontrées
Milieu naturel		
Milieu naturel terrestre et aquatique (faune, flore et habitat)	Une expertise écologique menée par le bureau d'études ECO-STRATEGIE, a été réalisée afin d'identifier les sensibilités du site, puis les impacts du projet et les compensations sur les habitats, faune et flore d'intérêt patrimonial. Les inventaires ont été menés entre mars 2023 et mai 2025. Le détail de la méthodologie utilisée est présenté dans le chapitre suivant : *IX.1.3 – Détails méthodologiques relatifs au milieu naturel*. Des études ont également été menées en parallèle dont notamment : - Mica Environnement – État hydrobiologique ; état initial de la rivière Besbre (amont et aval) (n°13.202), novembre 2013 ; - Hydrosphère – État hydrobiologique de la Besbre (E23_057), 8 novembre 2023 ; - Fédération de Pêche 42 – Recherche par la méthode de l'ADN environnemental de l'Écrevisse à pattes blanches et du pathogène responsable de la peste de l'écrevisse sur le site des Bois Noirs – Note technique, janvier 2025. La méthodologie utilisée est également présentée dans le chapitre suivant, au paragraphe : *1.3.3.9 – ADN environnemental (ADNe)*	Conditions climatiques ayant pu perturber le cycle biologique annuel des espèces et leurs habitats Cartographie des espèces constituant une simplification de la réalité, les limites étant souvent diffuses Analyse chiroptérologique confrontée aux limites de l'acoustique et aux conditions d'enregistrement
Inventaire et protection du milieu naturel	L'étude du milieu naturel menée par le bureau d'études ECO-STRATEGIE, (faune, flore, zones humides, TVB à différentes échelles) a été effectuée à partir de relevés de terrain, ainsi que des sites Internet de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes, des documents d'urbanisme (zonages) et de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel. Le détail de la méthodologie utilisée est présenté dans le chapitre suivant.	
Radiologie		
État radiologique des eaux	Les données sont issues des études spécifiques menées *in situ* et aux alentours du site dans le cadre du projet par des organismes experts. Les relevés réalisés depuis de nombreuses années sur le site et les analyses réglementaires régulièrement effectuées ont également permis de complémenter l'état initial. - AREVA, compréhension par télédétection du mode de dépôt des résidus miniers dans le bassin de Bois Noirs Limouzat depuis les années 40 à nos jours (AMS-DGS-TEC-GOP-RT-0033), 27 octobre 2014 ; - ORANO – Note technique, évaluation de l'efficacité radiologique de la lame d'eau recouvrant les résidus sur le site des Bois Noirs Limouzat (IDF-DT-009102), 2020 ; - ALGADE, note relative à la caractéristique radiologique des eaux du Grand Bassin du site de stockage de résidus miniers uranifères des Bois Noirs Limouzat (Forez) (AFOR 67-0 2a 18 03 25 V1-RA), 18 mars 2025 ;	Néant

Thème	Méthode	Difficultés rencontrées
	- ALGADE – Note relative à l'estimation de l'impact radiologique des travaux de réaménagement du stockage de résidus miniers uranifères du site des Bois Noirs Limouzat (Forez), 20 mars 2025 ; - ALGADE, note relative aux résultats des tests de décantation des résidus prélevés au fond du Grand Bassin du site de stockage de résidus miniers uranifères des BNL (AFOR 67-0 2a-28 05 25 V1-RA), 28 mai 2025 ; - D&S Ingénierie – Étude de gestion des poissons (INGB 24 ORAB 1144 25/L1078 ; 25/L1209. ; 25/L553.25/L ;25/L1210 et INGB 24ORAM 1144 Ind B – Note données d'entrée), mai 2025. De plus, l'historique de l'état initial a été en large partie réalisé à partir du plan de surveillance environnementale décennale (2014/2024) d'ORANO (BES-DT-0034876AMF-GSF).	
État radiologique des bioindicateurs	Les données sont issues des relevés réalisés depuis de nombreuses années sur le site et les analyses réglementaires régulièrement effectuées ont permis d'établir l'état initial. Pour les sédiments et les poissons, une étude spécifiquement menée dans le cadre du projet a été intégrée à l'état initial.	Néant
État radiologique de l'air	De la même manière que pour l'état radiologique des bioindicateurs, les relevés réalisés depuis de nombreuses années sur le site et les analyses réglementaires régulièrement effectuées ont permis de réaliser l'état initial. - CEA C. CHAUTARD & M. GÉRARD, Rapport de synthèse sur l'étude des résidus miniers du site de Bois Noirs Limouzat (CEA/AREVA NC F20736), 8 juillet 2016 ; - ORANO – Plan de surveillance environnementale décennal (2014/2024) extrait du « Réaménagement du stockage de résidus de traitement du minerai – proposition de surveillance du site pendant les différentes phases des travaux de réaménagement et post-réaménagement (BES-DT-0034876AMF-GSF), juin 2025.	Néant
Milieu humain		
Contexte socio-économique	Consultation des sites internet suivants : sites internet de l'INSEE, de géoportail, de Google Map, de Géorisques, du ministère de l'agriculture, de l'INAO.	Néant
Documents d'Urbanisme, de planification et d'orientation	Consultation des sites internet suivants : sites internet de l'INSEE ; site de la mairie de Saint-Priest-la-Prugne et leur PLU ; site de la Communauté de Communes du Pays d'Urfé (CCPU), du SRADDET, du SCoT Roannais, du géoportail de l'urbanisme.	Néant
Infrastructures de transports	Observations de terrain, google-map et street-view, Consultation des sites internet suivants : geoportail.gouv.fr. ; conseil départemental 42.	Néant

Thème	Méthode	Difficultés rencontrées
Réseaux, Servitudes techniques et réglementaires	Observations de terrain, gestionnaires de réseaux, google-maps et street-view. Les administrations concernées ont été consultées, ainsi que le site de Sogelink. Consultation des sites internet suivants : enedis.fr, carte-fh.lafibre.info, cartoradio.fr, cartelie.application.developpement-durable.gouv.fr.	Néant
Hygiène, santé, salubrité et sécurité publique	Les résultats d'étude et d'analyse des sites suivants ont été extraits concernant le site d'étude : site Atmo Loire, ORCAE Auvergne-Rhône-Alpes, site Internet de Géorisques (données BASIAS, ICPE), BASOL et l'Agence Régionale de Santé. Le DDRM42 a également été consulté. - ARCADIS – rapport de mesures acoustiques, étude initial (815-19-0099), novembre 2010 ; - GAMBA – étude d'impact acoustique, 2025	Néant
Sites, paysage et patrimoine		
Patrimoine	Direction Régionale des Affaires Culturelles, Service Régional de l'Archéologie, base de données Mérimée. Le site internet atlas des patrimoines a été consulté et la DRAC a été directement consultée pour vérifier s'il serait nécessaire de faire un diagnostic archéologique préventif.	Néant
Paysage	Atlas des paysages de la Haute-Garonne et atlas des paysages des CAUE d'Auvergne-Rhône-Alpes, carte du relief, occupation du sol : ces éléments ont été croisés et ont fait l'objet d'une vérification et de complément sur le terrain.	Néant

Les enjeux et sensibilités environnementales sont évalués en fin de chaque chapitre afin de déterminer les facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet. Ils sont hiérarchisés de la façon suivante :

Négligeable ou Nulle
Très faible
Faible
Modéré
Assez fort
Fort
Très fort (majeur)

1.1 DETAILS METHODOLOGIQUES RELATIFS AU MILIEU PHYSIQUE - ÉTAT HYDROBIOLOGIQUE DE LA BESBRE

Est détaillée ci-après la méthodologie utilisée par Hydrosphère pour établir l'état hydrobiologique de la Besbre en novembre 2023.

1.1.1 Mesures in situ

Certains paramètres ont été relevés directement sur le terrain lors de la campagne de relevés biologiques conduite le 28 juin 2023.

Les paramètres mesurés pour chaque campagne sont :

- La température : la mesure de la température a été réalisée in situ de façon à ne pas être influencée par les variations survenant après le prélèvement. Elle a été effectuée conformément aux indications et recommandations portées dans la norme française NF T 90-100 d'août 1972 ;
- L'oxygène dissous et le taux de saturation : la mesure a été réalisée conformément aux indications et recommandations portées dans la norme européenne NF EN 25814 de mars 1993 (NF T 90-106 - ISO 5814 : 1990) ;
- le pH : la mesure du pH a été réalisée conformément aux indications et recommandations portées dans la norme française NF T 90-008 d'avril 1953. La précision est de +/- 0.02 unités de pH ;
- La conductivité : la mesure de la conductivité électrique a été effectuée in situ pour éviter, en particulier, l'influence des échanges gazeux tels que le dioxyde de carbone ou l'ammoniac avec l'atmosphère, ou une activité biologique.

Toutes ces mesures ont été prises simultanément aux relevés biologiques, directement dans le cours d'eau. Elles ont été effectuées à l'aide d'une sonde multiparamétrique de type HANNA.

1.1.2 Les relevés biologiques

Les relevés biologiques concernant les algues diatomiques et les macroinvertébrés ont été effectués le 28 juin 2023. Les inventaires pisciaires ont été réalisés entre le 5 et le 6 juillet 2023. Enfin les macrophytes (IBMR) ont été observés le 11 juillet 2023.

Les protocoles utilisés sont présentés en synthèse dans les paragraphes ci-après.

1.1.2.1 Diatomées – IBD

L'indice diatomique utilisé en routine en France et normalisé (NF T 90-354) depuis 2000, revu en 2007, est l'IBD. L'analyse, la détermination et le calcul des IBD ont été réalisés par le bureau d'études ARTEMIS.

L'échantillonnage a été effectué par Hydrosphère, lors de conditions hydrologiques stables (selon NF T 90- 354 et NF EN 13946) le 28 juin 2023 sur les trois stations de suivi.

Selon les consignes d'application de l'IBD, la récolte de diatomées benthiques doit se faire sur des supports stables, de préférence en faciès lotique, en zone bien éclairée et sur des supports immergés depuis suffisamment longtemps (de l'ordre de quelques semaines) :

- en présence de seuils, radiers ou micro-barrages, les récoltes sont faites en tête de radier. Les prélèvements sont faits sur support dur naturel de préférence le plus stable possible ;
- la surface échantillonnée est de l'ordre de 100 cm2, idéalement, 5 supports (voire plus) choisis aléatoirement, en grattant la face supérieure des supports.

Le matériel diatomique est ensuite :

- délogé de son substrat à l'aide d'une brosse (type brosse à dents) ou d'un racloir ;
- recueilli puis transféré dans un petit pilulier, dûment étiqueté : date, nom du cours d'eau, nom de la station, n° national de la station, acronyme du préleveur, le numéro unique d'identification (code interne permettant la traçabilité de l'échantillon) ;
- Fixé sur place à l'aide d'alcool à 96°, après concentration de l'échantillon.

Dans le laboratoire, les piluliers font l'objet de la préparation suivant les recommandations de la norme IBD (NF T 90-354) et du Guide méthodologique pour la mise en œuvre de l'IBD.

Les principales phases de traitement des diatomées sont :

- oxydation de la matière organique par attaque à l'H2O2 (130 vol.) à chaud,
- ajout de HCl pour éliminer le calcaire (quand la dureté de l'eau l'exige),
- rinçages successifs entrecoupés de décantations (ou centrifugations si nécessaire),
- séchage et montage sur résine (Naphrax®),
- étiquetage complet des lames définitives.



Les lames ainsi préparées sont stables (conservation assurée pour au moins une dizaine d'années) et leur lisibilité est celle préconisée dans les consignes élaborées pour la mise en application de l'IBD (répartition homogène, densité optimale, disposition dans la résine sur un seul plan…).

Le processus analytique (identification et comptage) utilise les prescriptions des normes AFNOR NF T 90-354 et EN 14407. Toutes les lames sont examinées au microscope droit NIKON Eclipse Ni-U à l'immersion et en contraste interférentiel ou OLYMPUS BX 50 à l'immersion et en contraste de phase. Une bibliographie spécialisée est alors utilisée.

Les lames font l'objet d'une détermination spécifique ou infra spécifique à partir de l'observation d'un minimum de 400 valves, afin d'obtenir un inventaire représentatif. Les

identifications sont poussées aussi loin que possible (taxons compris et non compris dans le calcul de l'IBD).

Le dénombrement par taxon est saisi sur ordinateur sous forme de code à 4 lettres. Le logiciel OMNIDIA version 6 (à partir de Lecointe & al., 1993) permet le calcul de différents indices diatomiques existants, notamment de l'IPS (Indice Polluo Sensibilité) ; l'IBD (Indice Biologique Diatomées) a été calculé à l'aide de l'algorithme de référence du Système d'Evaluation de l'Etat des Eaux (SEEE). La définition de l'état écologique est basée sur l'arrêté du 27/07/18 qui modifie celui du 25/01/10 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212- 10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement. Il utilise les notes IBD selon une grille de cinq classes d'état écologique, les limites de chaque classe évoluent en fonction des hydroécorégions de niveau 1 et de la taille des cours d'eau. La note EQR se calcule selon la formule suivante :

Note en EQR = (note observée - note minimale du type) / (note de référence du type - note minimale du type)

Les valeurs de référence et les valeurs minimales par type de cours d'eau sont données en fonction des hydroécorégions (HER) et de la taille des cours d'eau. Elles sont stipulées dans l'arrêté du 27/07/18. Le tableau ci-dessous reprend l'HER ainsi que les valeurs de référence et la valeur minimale pour l'HER considérée.

Nom du site	Nom cours d'eau	Commune	HER et taille cours d'eau	Valeur de référence du type	Valeur minimale du type
Bois Noirs Limouzat (BNL_AM, BNL_AV_1, BNL_AV_2)	Besbre	Saint-Priest-la-Prugne	3 / TP3	19	5

Tableau 200 : Hydroécorégions et valeurs de référence pour les IBD – Site de la Commanderie

Pour l'IBD, les valeurs des limites inférieures des classes d'état écologique sont données par le tableau ci-dessous.

IBD	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Limite inférieure des classes d'état	0,94	0,78	0,55	0,3	0

Tableau 201 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBD

Les indices TID et SID présentés ci-dessous sont calculés pour l'ensemble des stations suivies.

Le TID ou « Trophic Index Diatom » est basé sur l'étude du peuplement diatomique. Le niveau trophique d'une eau représente sa valeur nutritive (composés de l'azote et du phosphore principalement) disponible pour les végétaux (algues, macrophytes). Ce niveau est directement lié aux apports d'engrais ou autres composés azotés et phosphorés dans le milieu récepteur. Il est également lié au résultat de la dégradation de la matière organique (minéralisation) et révèle la capacité d'autoépuration du cours d'eau.

L'interprétation des valeurs de l'indice est réalisée selon la grille ci-après :

Interprétation	Valeur TID (/4)	Interprétation	Valeur TID (/4)
Ultra-oligotrophe	<= 0,5	Mésotrophe à eutrophe	2,1-2,5
Oligotrophe	0,6-1,0	Eutrophe	2,6-3,0
Oligo à mésotrophe	1,1-1,5	Eutrophe à polytrophe	3,1-3,5
Mésotrophe	1,6-2,0	Polytrophe	> 3,5

Le SID ou « Saprobic Index Diatom » reflète le taux de matières oxydables présentes dans l'eau. Les diatomées sont très sensibles à ces matières ou au contraire résistantes ce qui les rend très utiles pour l'interprétation de ces phénomènes de dégradation de la matière organique. L'interprétation des valeurs obtenues est réalisée selon la grille ci-après :

Interprétation	Valeur SID (/4)	Interprétation	Valeur SID (/4)
Pas ou très faiblement pollué	<1,3	Fortement pollué	2,6-3,0
Faiblement pollué	1,4-1,7	Fortement à très fortement pollué	3,1-3,4
Modérément pollué	1,8-2,1	Très fortement pollué	>3,5
Modérément à fortement pollué	2,2-2,5		

1.1.2.2 Macrophytes aquatiques (IBMR)

L'analyse de la végétation aquatique a été réalisée selon le protocole de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière suivant la norme AFNOR NF T90-395 (octobre 2003). Les relevés ont été effectués le 11 juillet 2023 sur les trois stations par notre partenaire ALISMA.

Il a été d'abord procédé à un repérage du secteur. L'objectif est d'obtenir une information qualitative sur la signification de la station envisagée et d'assurer la cohérence avec les objectifs de l'étude.

Chaque station comporte au minimum un faciès lotique et un faciès lentique, la longueur de la station a été considérée comme égale à 100 mètres de linéaire.

Les relevés ont été effectués par deux personnes : un sur la berge, un dans le lit. Cela permet d'une part, d'éviter les erreurs dans l'estimation des recouvrements (la vision de la berge n'est pas la même que lorsque l'on se trouve dans le lit) et, d'autres part, de gagner du temps dans la saisie des informations. Le relevé de la végétation s'effectue en distinguant chaque faciès de la façon suivante :

- un parcours exhaustif des berges et des zones particulières dans le lit (atterrissement)
- un parcours représentatif du lit (en zigzag).

Les taxons sont déterminés in situ ou « identifiés » pour confirmation ultérieure. Des taxons ayant un aspect, une odeur et une couleur identique peuvent s'avérer, après détermination en laboratoire, être des espèces différentes. Certains groupes difficiles ont fait l'objet d'un échantillonnage systématique (trois échantillons dans des secteurs différents). Chaque

taxon inventorié est affecté d'un recouvrement estimé en % de recouvrement de la surface (estimation plus efficace d'un point haut ou d'une berge).

Chaque échantillon prélevé a fait ensuite l'objet d'une détermination au laboratoire. Les macrophytes sont déterminés à l'aide de différents ouvrages ou clés de détermination adaptées.

Enfin, la saisie des données et le calcul de l'indice ont été effectués à partir des tableaux Excel standardisés et mis au point par l'équipe du GIS Macrophytes.

Le calcul de l'Indice Biologique Macrophytique en Rivière se fait selon la formule suivante :

$$IBMR = \frac{\sum_{i}^{n} Ei \times Ki \times CSi}{\sum_{i}^{n} Ei \times Ki}$$

Avec :

i = espèce contributive

n = nombre total d'espèces contributives

Ki = coefficient d'abondance (de 1 à 5 selon la gamme de recouvrement)

Csi = cote spécifique d'oligotrophie allant de 0 à 20

Ei = coefficient de sténoécie (de 1 à 3 selon le degré de sténoécie).

Les valeurs de référence par type de cours d'eau sont données en fonction des hydroécorégions (HER) et de la taille des cours d'eau. Elles sont stipulées dans l'arrêté du 27/07/18. Le tableau ci-après reprend l'HER ainsi que la valeur de référence pour l'HER considérée.

Nom du site	Nom cours d'eau	Commune	HER et taille cours d'eau	Valeur de référence du type
Bois Noirs Limouzat	Besbre	Saint-Priest-la-Prugne	3 / TP3	14

Tableau 202 : Hydroécorégions et valeurs de référence pour les IBMR – Site des Bois Noirs Limouzat

La note exprimée en EQR est calculée à l'aide du système d'évaluation de l'état des eaux. Le principe de calcul est le suivant :

Note en EQR = (note observée) / (note de référence du type)

Les valeurs des limites inférieures des classes d'état écologique sont données pour l'IBMR par le tableau ci-dessous.

IBMR	Très bon / Bon	Bon / Moyen	Moyen / Médiocre	Médiocre / mauvais
Limite inférieure des classes d'état	0,92	0,77	0,64	0,51

Tableau 203 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBMR

Pour mémoire, les notes indicielles de l'IBMR et le niveau trophique correspondant étaient donnés par le tableau ci-dessous avant la prise en compte de l'arrêté du 27 juillet 2018.

Indice IBMR	Niveau trophique
14 ≤ IBMR	Très faible
12 < IBMR ≤ 14	Faible
10 < IBMR ≤ 12	Moyen
8 < IBMR ≤ 10	Fort
IBMR ≤ 8	Très élevé

1.1.2.3 Macroinvertébrés – I2M2 et Équivalent IBGN

Conformément aux attentes du maitre d'ouvrage, l'échantillonnage et les analyses de la macrofaune benthique ont été réalisées selon les normes :

- NF T90-333 de septembre 2016 : Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes.
- NF T90-388 de juin 2010 : traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau.

Le principe de l'échantillonnage consiste à prélever la macrofaune benthique dont les dimensions sont supérieures à 500 µm dans les différents types d'habitats du cours d'eau, définis de manière générale par la nature du support, la vitesse d'écoulement et la hauteur d'eau. Ce protocole prend en considération les habitats dominants et les habitats marginaux.

12 couples « substrats-vitesse » ont été échantillonnés sur un tronçon dont la longueur est déterminée suite à la phase préliminaire de repérage. Le prélèvement est effectué à l'aide d'un filet de type « Surber » ou au « haveneau » (lorsque la hauteur d'eau le nécessite). Au niveau de chacun des 12 points, 1/20 m² est ainsi échantillonné.

L'échantillonnage a été réalisé conformément à la norme NF T90-333 et au guide d'application GA T90-733, dans des conditions hydrologiques stables.

Une analyse de chaque site a été réalisée afin de définir les extrémités amont et aval de chaque station tout en respectant le positionnement antérieur lorsqu'il existe. Chaque station est calée de préférence sur des séquences radier/mouille. Puis la longueur totale (Lt) de la station est définie à partir de la largeur plein bord du lit (Lpb : mesures à l'aide du télémètre laser).

Les coordonnées géographiques (déterminées à l'aide d'un GPS de terrain) sont consignées en Lambert 93.

Puis l'opérateur procède à :

- Une estimation de la superficie mouillée. La longueur totale de la station (Lt) est multipliée par la largeur moyenne mouillée (Lm) afin de calculer la surface mouillée notée Sm (en m²),
- Une identification des substrats marginaux représentatifs. La superficie maximale d'un substrat marginal représentatif (noté "M") est inférieure à Sm * 0.05 (soit inférieure à 5% de la superficie mouillée). Ils sont repérés dans les différentes classes de vitesse sur lesquelles ils sont observés et ces informations sont reportées sur la feuille d'échantillonnage.
- Une identification des substrats dominants. La superficie totale minimale d'un substrat dominant (noté "D") est égale à 5% de la superficie mouillée Sm. Comme pour les substrats marginaux, ils sont repérés dans les différentes classes de vitesses sur lesquelles ils sont observés. Ces informations sont reportées sur la feuille d'échantillonnage.

Il s'agit ensuite de définir les 12 prélèvements unitaires à réaliser suivant les 3 phases d'échantillonnages :

- **Phase A** : 4 supports marginaux représentatifs par ordre d'habitabilité décroissante (Bocal 1),
- **Phase B :** 4 supports dominants par ordre d'habitabilité décroissante (Bocal 2)
- **Phase C** : 4 supports dominants par ordre de représentativité surfacique si plus de quatre substrats dominants ont été identifiés. Lorsque tous les substrats dominants ont été identifiés une fois, les prélèvements restant s'effectuent au prorata de leur superficie relative totale. Il est retiré 10% au pourcentage total de recouvrement du substrat pour chaque prélèvement effectué (au cours de la phase 2 et 3), le plus fort reste des surfaces étant alors considéré pour effectuer le ou les prélèvements restant (Bocal 3).

Toutes les règles d'échantillonnage décrites dans la norme NF T90-333 de septembre 2016 et dans le guide GA T90-733 ont été strictement respectées.

Les prélèvements élémentaires sont ensuite effectués de l'aval vers l'amont de la station afin d'éviter plusieurs passages et de ne pas perturber les points non encore prélevés.

L'appareillage est un Surber de 1/20m^2 de base et de maille 500µm ou un filet haveneau de largeur de base de 25cm et de même maille.

Le contenu du filet est transféré dans un récipient type seau contenant de l'eau. Tous les organismes de petite taille ou agrippés aux mailles du filet sont ajoutés au prélèvement à la main ou à l'aide d'une pince fine. L'opérateur s'assure d'un nettoyage parfait pour éviter des mélanges de faune entre les prélèvements.

Un pré-traitement des échantillons est réalisé sur le terrain à l'aide d'une colonne de tamis à mailles décroissantes avec un tamis de bas de colonne à 500µm : élimination des éléments

minéraux et organiques grossiers, isolement de certains taxons fragiles dans des piluliers identifiés. Une fois prétriés, les prélèvements sont conditionnés par échantillons de phase dans un flacon plastique de 1L, avec cape et bouchon à vis. L'eau excédentaire est ensuite éliminée. Un fixateur (alcool à 96°) est immédiatement ajouté pour éviter tout problème de décomposition et/ou prédation. Le flacon est agité plusieurs fois par retournement (délicatement) afin d'homogénéiser la répartition du fixateur dans l'ensemble du prélèvement.

En résumé les opérations suivantes ont été conduites :

- Description du site à l'aide d'une fiche opération propre à Hydrosphère est compléter. Les champs à remplir sont conformes aux exigences de la norme NF 90-333,
- Réalisation d'un schéma de la station avec positionnement des points de prélèvements,

Prise d'au minimum 3 photographies différentes et représentatives de la zone échantillonnée,

- Prélèvement de la macrofaune selon le protocole en vigueur,
- Conditionnement et fixation des prélèvements.

Le traitement au laboratoire des échantillons récoltés sur le terrain a été conforme à la norme XP T 90-388 de juin 2010 et respectait les options demandées au CCTP :

- Option 2 : établissement d'une liste faunistique avec une abondance estimée par taxon,
- Option B : détermination au niveau B,
- Option b : établissement d'une liste faunistique par échantillon de phase.

Le comptage et la détermination concernent les formes larvaires, nymphales (dans la mesure du possible) et l'adulte. Les fourreaux et coquilles vides, les statoblastes de bryozoaires et les gemmules de Spongiaires ne sont pas pris en compte.

À l'issue de la détermination, la liste faunistique est saisie à partir d'une macro Excel créé par Hydrosphère. Cette macro préalablement vérifiée et testée avant sa mise en service permet aujourd'hui d'éviter les erreurs de l'opérateur. Une fois les abondances des différents taxons renseignés, la macro fournit :

- Une liste « équivalent IBGN » (bocaux des phases A et B),
- Une liste faunistique globale (tous les bocaux),
- Une liste habitats dominants (bocaux des phases B et C),
- Une liste habitats marginaux (bocaux de la phase A).

Au-delà des indices classiques calculés (Equivalent-IBGN, indice de diversité de Shannon, Robustesse de l'IBGN, I2M2), les résultats ont été complétés par l'élaboration de graphiques présentant les principaux traits écologiques des taxons présents sur une station donnée.

L'indice I2M2 exprimé en EQR a été calculé en référence au SEEE (http://seee.eaufrance.fr/) ; le tableau ci-dessous, présente les valeurs inférieures des limites

des classes d'état écologique, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'I2M2. L'hydroécorégion considérée est toujours l'HER 3 « Massif Central Sud » dans le cas général prise en compte pour des très petits cours d'eau soit : TP3.

La qualité hydrobiologique de chaque station a été ainsi définie en fonction de l'HydroEcorégion (HER) considérée, en utilisant les seuils présentés dans l'arrêté du 27 juillet 2018 modifiant les arrêtés du 25 Juillet 2015 et du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement.

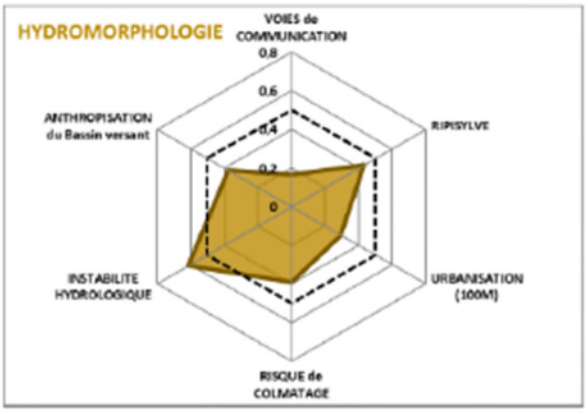
I2M2	Très bon	Bon	Moyen	Médiocre	Mauvais
Limite inférieure des classes d'état	0,665	0,443	0,295	0,148	0

Tableau 204 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, exprimées en EQR pour l'I2M2

Au-delà du calcul de l'indice l'I2M2, l'Outil Diagnostic a été mis en œuvre afin de déterminer les probabilités de pressions maximales sur chacune des stations suivies.

En effet, l'Outil Diagnostic (fondé sur l'ensemble des traits écologiques des taxons du peuplement) permet de déterminer les probabilités de pression de 10 pressions physico-chimiques s'exerçant potentiellement sur la station d'analyse, ainsi que 7 pressions hydromorphologiques. Les résultats s'expriment en probabilité (de 0 à 1), et peuvent aisément être organisés en représentation graphique dite « Radar » :





Attention cependant, les concepteurs de l'Outil Diagnostic rappellent que : *« Les diagrammes en radar générés par l'outil diagnostique ont essentiellement un caractère informatif. Si l'intérêt des informations apportées par l'outil diagnostique est indéniable, il faut cependant rester prudent dans les conclusions à tirer de ces informations. Les probabilités d'impact par les différents types de pression calculées et représentées sur les diagrammes ne constituent pas des preuves irréfutables de l'effet significatif de tel ou tel type de pression sur le site d'étude. Les informations apportées sont plutôt des indications sur la probabilité qu'un ou plusieurs types de pression soient susceptibles d'avoir un effet significatif sur les communautés d'invertébrés aquatiques autochtones*. »

Pour mémoire et par souci de comparaison avec des données antérieures, les résultats concernant les macroinvertébrés sont aussi donnés sous la forme de l'indice « MPCE » ou

Equivalent-IBGN suivant les classes des qualités de l'arrêté du 27 juillet 2015 et du 25 janvier 2010.

Nom cours d'eau	Commune	HER et taille cours d'eau	Valeur de référence du type
Besbre	Saint-Priest-la-Prugne	3 / TP3	19

Tableau 205 : Hydroécorégions et valeurs de référence pour les IBGN

La note exprimée en EQR est :

Note en EQR = (note observée - 1) / (note de référence du type - 1)

Les valeurs des limites inférieures des classes d'état écologique sont données pour l'IBGN par les tableaux ci-après (exprimé en EQR) et 11 (note /20) ci-dessous.

IBGN	Très bon / Bon	Bon / Moyen	Moyen / Médiocre	Médiocre / mauvais
Limite inférieure des classes d'état	0,94444	0,77777	0,55555	0,27777

Tableau 206 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, exprimées en EQR, par type de cours d'eau pour l'IBGN

IBGN note indicielle /20	Très bon / Bon	Bon / Moyen	Moyen / Médiocre	Médiocre / mauvais
Limite inférieure des classes d'état	18	15	11	6

Tableau 207 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, par type de cours d'eau pour l'IBGN

1.1.2.4 Poissons (IPR)

L'inventaire par pêche électrique a été conduit conformément à la norme européenne EN 14011 traduite en norme française AFNOR (XP T90-383, mai 2012) « Echantillonnage des poissons à l'électricité dans le cadre de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d'eau ». L'opération a respecté les préconisations du guide technique de l'ONEMA. Les protocoles de ces normes permettent le calcul de l'Indice Poissons en Rivière (IPR) définit par la norme NF T90—344 « Détermination de l'indice poisson rivière ».

Sur les stations dont la profondeur maximale ne dépasse pas 0,7 m et dont la largeur est inférieure à 5 m, les pêches seront réalisées à pied sur l'intégralité de la station. Cette prospection complète est réalisée avec une anode compte tenu des largeurs des lits mineurs observées.

Dans la mesure du possible, l'amont et l'aval du site de pêche sont délimités par un obstacle physique (seuil/ radier) afin de limiter la fuite des poissons. En l'absence de cet obstacle, un filet droit peut être tendu en travers du lit.

Dans ce type de petits milieux, la pêche a été réalisée au moyen d'un matériel portatif dorsal de type «EFKO 1500». Ce matériel léger, très maniable permet de parcourir les cours d'eau difficiles d'accès. Le site est prospecté dans son intégralité sur une longueur minimale de 60 m si la largeur en eau est inférieure ou égale à 3m et s'étend jusqu'à 20 fois cette largeur mouillée pour les cours d'eau compris entre 3 et 9 mètres de large.



Les pêches sont réalisées d'aval en amont et les poissons capturés sont mis en stabulation dans des viviers déposés régulièrement dans le lit de la rivière afin de maintenir les poissons dans les meilleures conditions de température et d'oxygène.



Après les captures la biométrie est réalisée conformément aux recommandations du guide technique de l'ONEMA.

L'ouvrage de référence pour la détermination est le guide « Les poissons d'eau douce de France » (Keith, Persat, Feunteun, Allardi, 2011).



La manipulation des individus est limitée au strict nécessaire. Le matériel utilisé est adapté pour la biométrie (balances, pesons et ichtyomètres pour toutes les tailles de poisson). Un anesthésiant non toxique (eugénol) est utilisé pour les espèces les plus sensibles (espèces patrimoniales, salmonidés) ou difficiles à manipuler (anguille).

Enfin, toutes les données de terrain nécessaires au calcul de l'IPR ont également été relevées : la hauteur d'eau moyenne, la largeur moyenne du lit, la longueur exacte du site. Une dizaine de transects répartis sur le site en fonction notamment des faciès d'écoulement est ainsi relevée. Les données de la station sont consignées dans des fiches reprenant l'ensemble des données et sont conformes aux recommandations de l'OFB.



La mise en œuvre de l'IPR (indice poisson en rivière, norme NF T90- 344) consiste à mesurer l'écart entre la composition du peuplement sur une station donnée, observée à partir d'un échantillonnage par pêche électrique et la composition du peuplement attendue en situation de référence, c'est-à-dire dans des conditions pas ou très peu modifiées par l'homme. L'IPR a été calculé à partir du site SEEE (http://seee.eaufrance.fr/).

Le tableau ci-dessous mentionne les valeurs seuils à utiliser pour l'évaluation de la classe de qualité en regard de l'IPR (arrêté du 27 juillet 2018).

IPR	Très bon / Bon	Bon / Moyen	Moyen / Médiocre	Médiocre / Mauvais
Limite inférieure des classes d'état	5	16	25	36

Tableau 208 : Valeurs inférieures des limites des classes d'état écologique, par type de cours d'eau pour l'IPR

L'état hydroécologique de la Besbre sur les différentes stations a été établi à partir des indicateurs précédemment présentés soit l'IBD, l'IBMR, l'I2M2 et l'IPR.

1.2 DETAILS METHODOLOGIQUES RELATIFS A LA RADIOLOGIE

1.2.1 Campagne de prélèvement d'échantillons d'eau et de résidus d'ALGADE

Une campagne de prélèvement d'échantillons d'eau et de résidus a été effectuée le 11 février 2025 en 5 points du Grand Bassin par ALGADE afin d'établir la note relative à la caractéristique radiologique des eaux du Grand Bassin.

Les prélèvements d'eau ont été réalisés à différentes profondeurs au moyen d'un Kit préleveur vertical Kemmerer en acrylique d'un volume de 1,2 L. Afin de ne pas prélever de matière en suspension, les prélèvements les plus profonds ont été réalisés au plus près du toit des résidus sans l'atteindre. La profondeur du Grand Bassin a été mesurée, à chaque point, à l'aide d'un sondeur placé sur le bateau. Les profondeurs des prélèvements d'eau ont été mesurées au moyen d'un câble gradué relié au préleveur vertical.

Pour la réalisation des analyses de Radon dans l'eau, les prélèvements ont été conditionnés en bouteilles en aluminium de 1 litre remplies à ras bord pour limiter les risques de dégazage. Pour la réalisation des analyses de Radium 226 dans l'eau, les prélèvements ont été conditionnés en flacons polyéthylène de 250 mL. Les échantillons ont été transmis au laboratoire LED-UE d'ALGADE le jour même du prélèvement pour limiter la décroissance du Radon.



- *Figure 357 : Kit préleveur vertical Kemmerer en acrylique d'un volume de 1,2 L utilisé pour les prélèvements d'eau à différentes profondeurs sur le Grand Bassin*

Les résidus, présents en fond de bassin, ont été prélèves au moyen d'une benne à sédiments type EKMAN en acier inoxydable d'une capacité de 3,5 litres.



- *Figure 358 : Benne à sédiments type EKMAN en acier inoxydable d'une capacité de 3,5 litres utilisée pour les prélèvements de résidus dans le Grand Bassin*

Le détail des caractéristiques des prélèvements d'eau (en 3 points) et de résidus (en 5 points) est explicité dans les tableaux suivants.

La température de l'eau donnée par la sonde du bateau était de 4°C en profondeur et de 2°C en surface. La température des prélèvements d'eau n'a pas été mesurée de façon spécifique et systématique. Il est à note que l'eau présente son maximum de densité en conditions normales de pression à 4°C. il n'est donc pas anormal d'avoir une température de cet ordre en profondeur.

Point de prélèvement	Points GPS		Profondeur (m)
	Latitude	Longitude	
P1-1	45° 58' 5.854"	3° 11' 57.814"	5,5
P1-2			4,5
P1-3			3,5
P1-4			2,5
P1-5			1,5
P2-1	45° 58' 7.647"	3° 42' 59.788"	4,2
P2-2			3,2
P2-3			2,2
P2-4			1,1
P5-1	45° 57' 58.875"	3° 43' 10.387"	3
P5-2			2
P5-3			1
P5-4			surface

- *Tableau 209 : caractéristiques des prélèvements d'eau du Grand Bassin*

Point de prélèvement	Points GPS		Profondeur	Débit de photons au contact ($cp.s^{-1}$)
	Latitude	Longitude		
P1	45° 58' 5.854"	3° 11' 57.814"	6	1 000
P2	45° 58' 7.647"	3° 42' 59.788"	4,6	1 500
P3	45° 58' 3.677"	3° 42' 52.311"	3,2	2 000
P4	45° 57' 58.977"	3° 42' 58.481"	2.8	900
P5	45° 57' 58.875"	3° 43' 10.387"	3	600

- *Tableau 210 : caractéristiques des prélèvements des résidus du Grand Bassin*

1.2.2 Campagne de prélèvement d'eau superficielle et souterraine du Cabinet REILÉ

Pour rappel, le Cabinet REILÉ a effectué deux campagnes de prélèvement d'eau superficielle et souterraine :

- l'une en période de basses eaux dont la campagne s'est déroulée du 15/07/2024 au 01/08/2024 (rapport de juillet 2024) ;
- l'autre en période de hautes eaux dont la campagne s'est déroulée du 03/02/2025 au 21/02/2025 (rapport de février 2025).

La station de la Besbre au Mayet-de-Montagne n'étant plus fonctionnelle depuis 2020, la station hydrologique la plus proche se situe sur Le Sichon à Ferrières-sur-Sichon (K3053100). Celle-ci constitue la station de référence pour établir l'état hydrologique avec le site de Bois-Noirs-Limouzat durant la campagne de prélèvement (voir graphique ci-après).

Nota :*: la station de Ferrières sur Sichon se situe sur le bassin versant hydrographique adjacent à celui de la Besbre, et représente une surface de 27 km² en comparaison du bassin versant de la Besbre à l'amont du Viaduc des Peu qui représente environ 9.5 km². Avec une occupation des sols et une morphologie de bassin quasiment identique, le débit sur la Besbre au niveau du site est approximativement 3 fois inférieur à celui enregistré à cette station (selon la méthode rationnelle d'établissement des débits au prorata de leur surface). Les éléments suivants de description hydrologiques se basent sur les débits du Sichon.*

1.2.2.1 Période de hautes eaux

Deux épisodes pluvieux sont survenus durant la campagne :

- Le premier (3 mm), survenu durant la nuit du 07/02/2025 au 08/02/2025, a induit une augmentation du débit jusqu'à 800 l/s. Cette phase de crue a été suivie d'un tarissement, le débit moyen étant retrouvé le 09/02 au matin.
- Le second épisode pluvieux (9,2 mm), plus important, a eu lieu le 13/02/2025, avec un pic de crue enregistré à 900 L/s. S'en est suivie une période de décrue jusqu'au 15/02 pour atteindre 500 L/s.

La période de prélèvement s'est donc déroulée en période de hautes eaux durant la première semaine. S'ensuit une phase de tarissement, avec des débits inférieurs au module correspondant à un état hydrologique de moyennes eaux.

1.2.2.2 Période de basses eaux

La campagne de prélèvement a débuté en période de basses eaux (environ 0,3 m³/s) du 15/07/2024 au 20/07/2024.

L'épisode pluvieux du dimanche 21/07/2024 avec un total de 32 mm de pluie en 4h (station de Sichon à Ferrières-sur-Sichon (K3053100) a induit une augmentation du débit du cours d'eau jusqu'à un pic de crue établit à 9,5 m³/s (module à 0,563 m³/s). Cette phase de crue s'est suivie d'une phase de tarissement jusqu'au 29/07/2024 pour retrouver lé débit moyen de la période aux alentours du 26/07/2024.

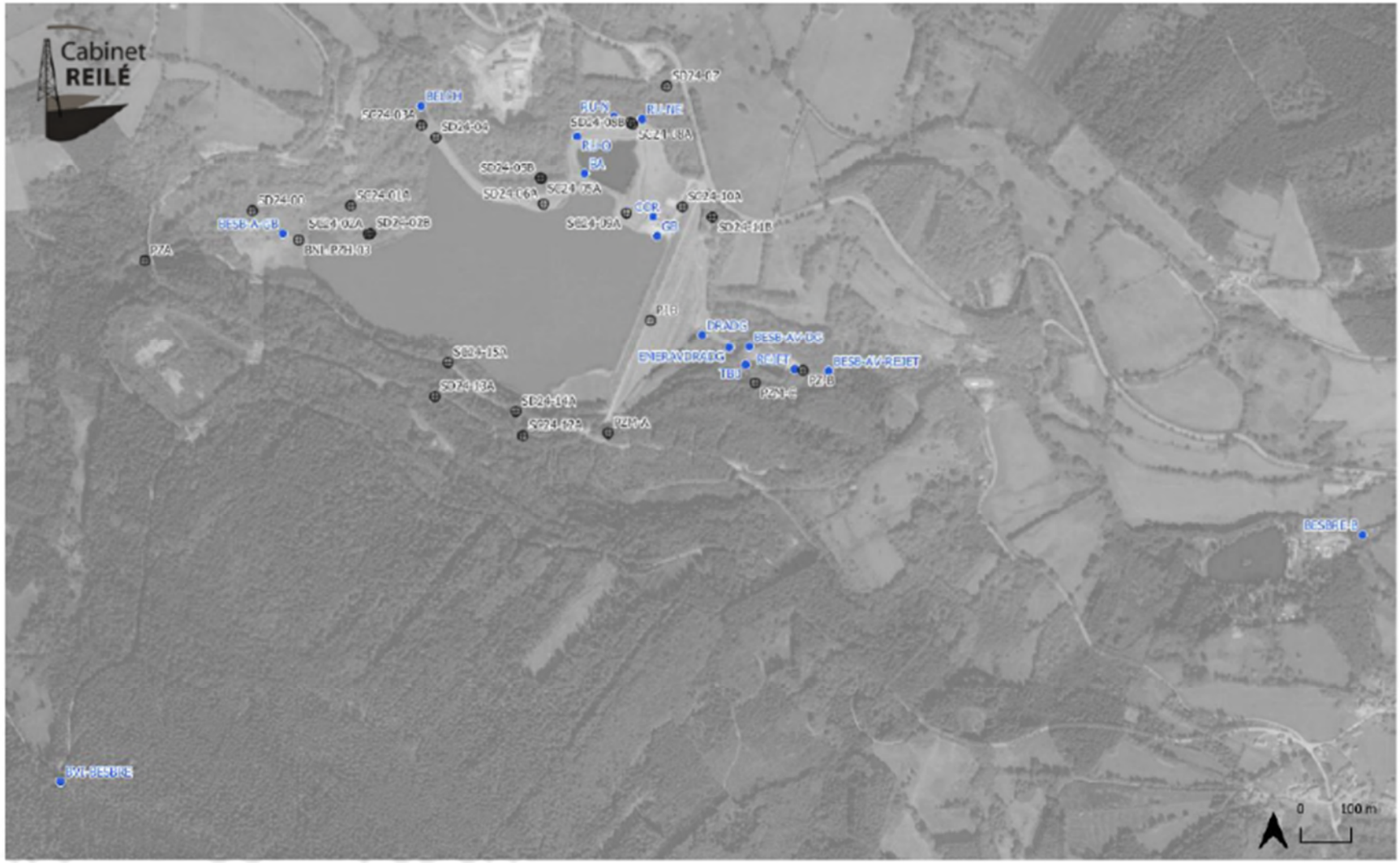
La période de prélèvement s'est donc déroulée en période de basses eaux avec un épisode orageux ponctuel influençant la deuxième semaine de prélèvement.

1.2.2.3 Points de prélèvement

La localisation des différents points de prélèvement effectués lors des missions est présentée sur la carte suivante (mêmes points de prélèvement pour les deux campagnes).

Les différents prélèvements ont été effectués, dans la mesure du possible, en suivant une séquence allant de l'amont (sans influence) vers l'aval du site (sous influence), afin d'éviter toute contamination croisée des échantillons.

Les caractéristiques des points et les modalités de prélèvements selon les secteurs sont disponibles dans le rapport de campagne du Cabinet REILÉ en annexe.


Cabinet
REILÉ
SD24-07
SD24-04
SD24-05B
SD24-06A
SD24-10A
SD24-11B
SD24-09A
SD24-15A
SD24-14A
SD24-13A
SD24-12
PZA
PZB
PZH-A
PZH-C
PZH-03
BNT-PZH-03
BESB-AV-DC
BESB-AV-REJET
BESB-E-B
BNT-BESB-B
0
100 m

Carte 70 : Carte générale des points de prélèvement. En bleu, points de prélèvements d'eau de surface ; en noir, points de prélèvement d'eau souterraine

1.2.2.4 Suivi piézométrique pendant les pompages

Pour la campagne de prélèvement en période de hautes eaux, des mesures manuelles ont été réalisées durant le pompage à l'aide d'une sonde piézométrique, accompagné d'un suivi piézométrique en temps réel (lecture directe, aucun enregistrement) à l'aide de sondes DIVER pour faciliter les prises de mesures en condition hivernales.

Pour la campagne de prélèvement en période de basses eaux et dans la mesure du possible, en complément du suivi piézométrique en cours de pompage/prélèvement, un suivi piézométrique a été réalisé après arrêt des pompages afin de suivre la remontée du niveau piézométrique. Le suivi a été réalisé à l'aide de sondes de pression DIVER.

Par ailleurs, les doublets de piézomètres (piézomètres profond / piézomètres superficiel), ont fait l'objet d'un suivi de leur niveau piézométrique à l'aide de sonde de pression DIVER, afin d'identifier d'éventuelles relations entre l'aquifère superficiel des arènes granitiques et l'aquifère plus profond des granites fracturés. Les suivis n'ont pas montré d'influence nettes entre les puits. L'ensemble des mesures piézométriques réalisées ont été annexées au dossier du Cabinet REILÉ.

1.2.2.5 Éléments analysés et laboratoires

- **Liste des éléments à analyser**

La liste des éléments analysés répond à la problématique d'étude du site dans le cadre du projet de dérivation de la Besbre. Elle a été définie et validée par le département AMF d'ORANO Mining. La liste des paramètres et éléments analysés pour chacun des points de prélèvement est détaillée dans le tableau suivant

Paramètre & éléments analysés		Méthode analytique	Laboratoire
Anions	SO_4^{2-}	Chromatographie ionique	CARSO
Métaux	As, Cr, Fe, Mn, Ba, Cd, Cu, Zn, Ni, Pb, Hg,	ICP MS	CARSO
Radioactivité	Uranium Pondéral (U)	ICP MS	ALGADE
	Radium 226 (Ra)	Émanométrie	ALGADE

Tableau 211 : Paramètres et éléments analysés en laboratoire, et méthodes analytiques associées

- **Laboratoires**

Les mesures de radiologie ont été effectuées au sein du laboratoire ALGADE (Bessines) tandis que les autres paramètres ont été analysés par le laboratoire CARSO (Lyon), tous deux accrédités COFRAC.

- **Contrainte de conditionnement et de préservation**

Chaque prélèvement (Tableau 5) a été divisé en cinq échantillons pour les eaux souterraines et six échantillons pour les eaux de surface, en respectant les consignes d'échantillonnage et de conditionnement imposées par le laboratoire d'analyse.

#	Intitulés laboratoire	Type de flaconnage	Volume	Agent de conservation	Type d'eau
1	Radioactivité	Flacon EPDM	1L	-	Souterraine + Surface
2	Chimie	Flacon EPDM	1L	-	
3	Mercure	Verre ambré	120 mL	-	
4	Éléments Trace Métal.	Flacon EPDM	60 mL	Acide Nitrique	
5	Éléments Trace Métal.	Flacon EPDM	60 mL	Acide Nitrique	
6	Chimie	Flacon EPDM	250 mL	-	Surface

Tableau 212 : Contraintes de conditionnement et de préservation des échantillons identiques deux campagnes de prélèvement

1.2.2.6 Protocole général d'échantillonnage

- **Calibration des sondes physico-chimiques**

Chacune des sondes ont été étalonnées/calibrées manuellement en respectant les protocoles du fournisseur.

Les caractéristiques d'étalonnage des sondes ont été reportées sur chaque bordereau du point de prélèvement, et leur évolution retranscrite dans les fiches de suivi de calibration.

- **Prélèvement des eaux accessible en surface**

Mesure physico-chimique

Une mesure des paramètres physico-chimiques a été réalisée sur chacun des points de prélèvement des eaux accessibles en surface sur une durée permettant la stabilisation des paramètres avec un minimum de 3 mesures stabilisées sur un intervalle de 10 min (standard QUALIREF).

Les sondes physico-chimiques ont été positionnées en fonction du contexte du cours d'eau ou du plan d'eau échantillonné pour obtenir des mesures représentatives (centre de l'écoulement, circulation homogène, peu turbulente, éloigné des obstacles, à l'amont de l'opérateur, etc.).

Prélèvement des échantillons

Rinçage des flacons : les flacons de prélèvement d'eau brute de 1 litre EPDM ont été rincés 3 fois intégralement avec l'eau de prélèvement, bouchon inclus. Les flacons de prélèvement d'eau brut ont été utilisées de manière unique (1 flacon/point) pour éviter les contaminations croisées.

Prélèvement eau brute : le prélèvement d'eau brute a été réalisé par le remplissage d'un flacon d'eau brute de 1 litre en EPDM préalablement rincé. L'heure du prélèvement a été retranscrite sur chaque bordereau du point de prélèvement.

- **Prélèvement des eaux souterraines**

Matériel de pompage

Le matériel de pompage a été adapté en fonction du diamètre intérieur des tubages de piézomètres prélevés :

- diamètre intérieur > 2'' : utilisation d'une pompe TORNADO 12V (cas général) ;
- diamètre intérieur < 2'' : utilisation d'une pompe à inertie WATERA (puits PZM-C, PZM-A et P1B)

Matériel de suivi

La sonde de suivi des paramètres physico-chimiques TRIPOD-ODEON (NEOTEK-PONSEL) était installée dans une cellule fermée connectée en sortie de la ligne de pompage. La sonde permettait la mesure instantanée de la température, de la conductivité, du pH, du potentiel redox, et de la concentration en oxygène dissout.

En sortie, un débitmètre ainsi qu'un seau gradué ont été installés pour suivre le volume/débit de pompage. Le suivi piézométrique a été réalisé à la sonde manuelle.

L'ensemble des piézomètres ont fait l'objet d'une purge de 3 fois leur volume, et d'une stabilisation de leurs paramètres physico-chimiques avant prélèvement.



Exemple d'installation de pompage pour le PZ SD24-05B en période de basses eaux



Exemple d'installation de pompage pour le PZ SD24-05B en période de hautes eaux

Prélèvement des échantillons

Chaque prélèvement a été effectué directement en sortie de la ligne de pompage, afin d'éviter toute contamination croisée et oxygénation de l'eau.

Les opérations de rinçage de flaconnage et de prélèvement d'eau brute ont été réalisées de la même manière que pour les eaux de surface

- **Filtrations des échantillons**

Tous les prélèvements ont fait l'objet de leur filtration sur le terrain directement après leur prélèvement. La filtration a été effectuée à l'aide de bols de filtration jetables NALGENE avec membrane PES à maille 0,45 microns, connectés à une pompe à vide MAKITA sur batterie 12V.

Le premier volume de filtration (environ 10 cl) a été utilisé pour rincer le filtre et le bol dans leur intégralité (réceptacle supérieur et chambre sous vide de réception), avant d'être jeté.

Les eaux filtrées ont ensuite été transvasées directement dans les différents flacons d'échantillonnage.

Les filtres ont été photographiés à la suite de l'opération de filtration pour caractériser qualitativement la nature et l'importance de la fraction particulaire et/ou la présence d'un développement algal dans les eaux prélevées.

Remarques :

Certains piézomètres ont posé des problèmes à la filtration (colmatage rapide des membranes, et débit de filtration extrêmement réduit). Il s'agit notamment des piézomètres SC24-02A, SD24-02B, SC24-08A, SD24-08B. Pour ceux-ci, les opérations ont nécessité des filtrations plus longues, ou l'utilisation de plusieurs unités de filtration, bien que la problématique se soit nettement améliorée depuis la campagne de juillet 2024 ou les mêmes problèmes, ont été rencontrés sur les piézomètre SC24-02A ; SD24-02B ; SC24-01 ; SD24-07A ; SC24-08A ; SD24-08B (hypothèse de colmatage par résidus de polymères de forage), lors de cette campagne de basses eaux, les résidus de filtrations étaient généralement transparents et visqueux et ne correspondaient pas à des éléments particulaires et/ou argileux. Il est possible que la réalisation des piézomètres avec l'adjonction de polymères et/ou d'adjuvants pour le bon fonctionnement du matériel soit à l'origine du colmatage prématuré de ces filtres.

- **Agent de préservation**

Pour éviter des phénomènes de précipitation ou sorption sur surface de flaconnage, les échantillons le nécessitant ont été pré-acidifiés à l'acide nitrique par le laboratoire en charge des analyses. Aucune adjonction supplémentaire d'acide n'a été réalisée sur le terrain.

- **Traçabilité**

À l'issue de la mission, des étiquettes imprimées ont été apposées sur chacun des échantillons avant leur envoi en laboratoire. Un bordereau d'envoi a été réalisé et a été annexé aux dossiers du Cabinet REILÉ.

- **Stockage et conservation des échantillons**

L'ensemble des échantillons ont été placés à l'obscurité dans une glacière isotherme (Figure ci-après). Les conditions logistiques n'ont pas permis la conservation des échantillons dans des enceintes réfrigérées jusqu'à leur réception en laboratoire, mais leur conditionnement avec filtration préalable et agent de préservation dès leur prélèvement ont assuré leur conservation dans les règles de l'art.



Figure 359 : Exemple de conditionnement des échantillons avant envoi au laboratoire

1.2.2.7 Opérations annexes : piézomètres zone humide & jaugeages lors de la campagne de basses eaux (juillet 2024)

- **Installations de piézomètres dans la zone humide**

Afin d'étudier la piézométrie de la zone humide située en amont du Grand Bassin, 10 piézomètres ont été réalisés selon une maille régulière :

Nom ouvrage	Cordonnées X (m R93L93)	Coordonnées Y (m R93L93)	Altitude (m NGF IGN69)	Profondeur de l'ouvrage (cm)
BNL-PZH-01	755169	6541115	763,084	159
BNL-PZH-02	755170	6541143	761,705	95
BNL-PZH-03	755170	6541169	761,368	130
BNL-PZH-04	755170	6541196	761,576	150
BNL-PZH-05	755143	6541197	762,366	137
BNL-PZH-06	755142	6541169	763,210	141
BNL-PZH-07	755142	6541143	763,616	139
BNL-PZH-08	755114	6541143	765,251	137
BNL-PZH-09	755115	6541174	763,413	132
BNL-PZH-010	755059	6541176	765,711	97

Tableau 213 : Localisation et nivellement piézomètres de la ZH

L'ensemble des piézomètres ont fait l'objet d'une implantation préalable à l'aide d'un GPS TRIMBLE TDC600 avec antenne GNSS CATALYST 2 de précision centimétrique.

Les piézomètres ont été réalisés avec une tarière thermique jusqu'à environ 1,0 m de profondeur, ou jusqu'au refus (notamment PZ BNL-PZH-02 et BNL-PZH-10 avec une profondeur respective de 55 et 57 cm à partir du terrain naturel.

En parallèle, des prélèvements sur solide et des mesures SPP Gamma ont été réalisés par Antoine DE AMORIN (dpt. AMF, ORANO). Les points de prélèvement sont localisés sur la carte ci après.

À l'issue de leur réalisation, les piézomètres ont fait l'objet de leur nivellement à l'aide d'une station laser LEICA FLEXLINE de précision millimétrique. Le nivellement relatif a été reporté à la référence altimétrique du piézomètres SD24-00. Les caractéristiques des ouvrages piézomètres sont synthétisées dans le tableau ci-avant.

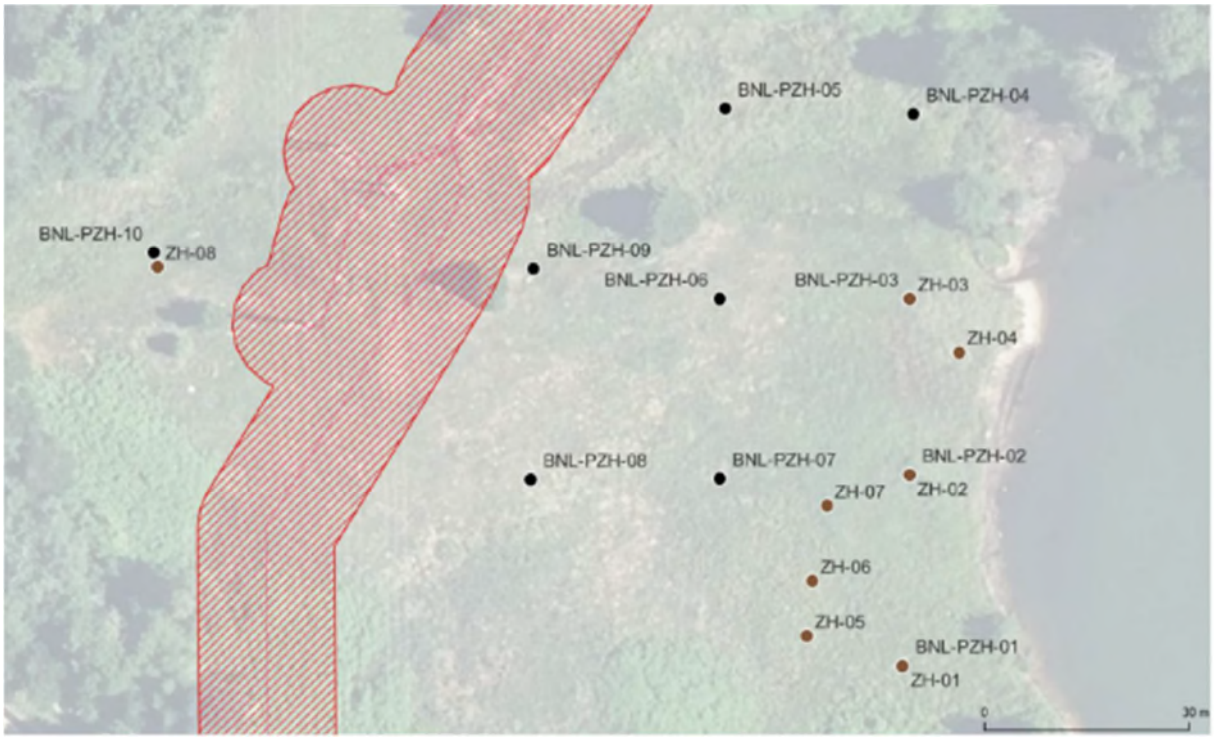


Figure 360 : En marron, localisation des différents prélèvements effectués dans la zone humide

- **Campagne de jaugeages**

Une campagne de jaugeage a été réalisée sur l'ensemble des cours d'eau au voisinage direct du site le 29 et 30 juillet 2024.

Les jaugeages ont été réalisés selon deux méthodes :

- Méthode par exploration du champ de vitesse à l'aide d'un courantomètre électro-magnétique FLO-MATE 2000 ;
- méthode de jaugeage volumétrique par dilution de chlorure de sodium, avec mesure de la conductivité par une sonde multi-paramètres TRIPOD-ODEON (NEOTEK PONSEL).

1.3 DETAILS METHODOLOGIQUES RELATIFS AU MILIEU NATUREL

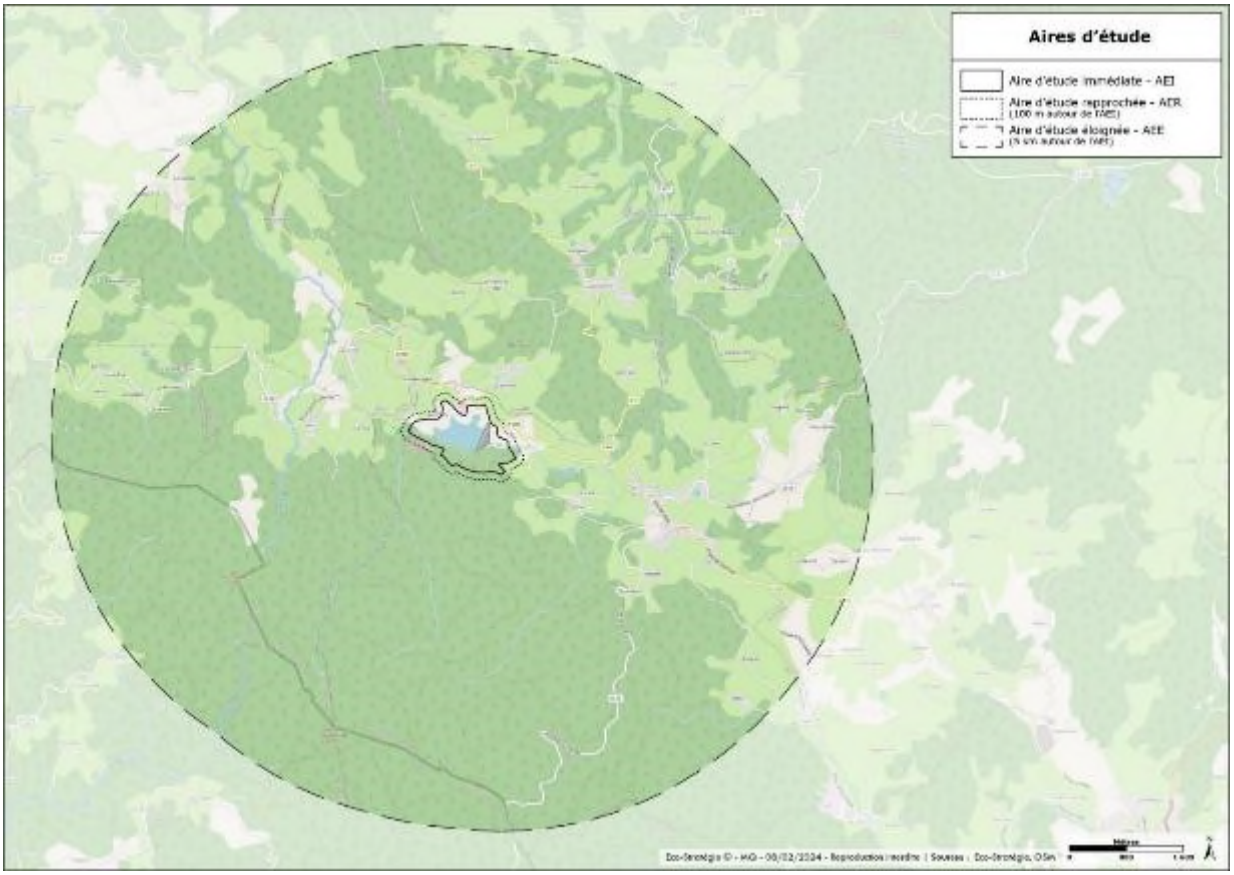
1.3.1 Aires d'étude

Afin de prendre en compte l'ensemble des enjeux environnementaux à plusieurs échelles, trois aires d'étude sont considérées :

L'aire d'étude immédiate (AEI), ou site d'étude : il s'agit de la zone envisagée pour l'implantation du projet. Sa superficie est de 84,8 ha ;

L'aire d'étude rapprochée (AER) : il s'agit de l'emprise précédente élargie d'un tampon de 100 m, afin d'englober les connexions de l'AEI avec les biotopes aux alentours. Sa superficie est d'environ 132,7 ha ;

L'aire d'étude éloignée (AEE) : il s'agit d'une zone géographique plus étendue d'un rayon de 5 km minimum, ajustée autour de l'AEI, permettant d'appréhender le contexte environnemental dans lequel l'AEI s'inscrit.



Carte 71 : Localisation des aires d'étude utilisées pour le milieu naturel

1.3.2 Calendrier des prospections

Le tableau ci-dessous reprend le calendrier des prospections naturalistes effectuées, dans le cadre des inventaires faune-flore-habitats.

Passage	Date	Observa-teur	Météo			Période	Horaires	Habitats	Flore	Avifaune	Chiro.	Mammalo.	Amphi-biens	Reptile	Entomo.	Milieu aquatique
MARS 2023	15/03/23	François BOURGEOT Marie-E. PETIT	Dégagé	8°C	vent faible	Après-midi	11h00-15h00									Suivi écologique plan d'eau C1
	27/03/23	Marion BASSE Hermann HUBERT-DUDOIT	Couvert	2°C	vent nul à faible	Après-midi	18h30-20h00						Relevés aléatoires			
	27/03/23	Marion BASSE Hermann HUBERT-DUDOIT	Couvert	-1°C	vent nul à faible	Nocturne	21h00-23h30			Avifaune nocturne			Relevés ciblés			
AVRIL 2023	06/04/23	Théo DUBOIS	Couvert	5°C	vent faible	Matin	09h00-12h30	Sondages pédologiques	Relevés aléatoires							
	12/04/23	Thibault SOLTYS Baptiste GARDE	Couvert	8°C	vent faible	Après-midi	13h00-15h30			Avifaune migratrice		Relevés aléatoires	Relevés aléatoires			
	12/04/23	Thibault SOLTYS Baptiste GARDE	Dégagé	5°C	vent faible	Nocturne	20h45-22h15						Relevés ciblés			
	13/04/23	Thibault SOLTYS Baptiste GARDE	Dégagé	4°C	vent faible à	Matin	08h15-10h15			Avifaune nicheuse				Relevés aléatoires		

Passage	Date	Observa-teur	Météo			Pério-de	Horai-res	Habitats	Flore	Avifaune	Chiro.	Mammalo.	Amphi-biens	Reptile	Entomo.	Milieu aquatique
					modéré											
MAI 2023	09/05/23	Marion BASSE Baptiste GARDE	Couvert	13°C	vent modéré	Nocturne	21h30-22h30					Relevés aléatoires	Relevés ciblés	Relevés aléatoires	Relevés aléatoires	
	09/05/23	Marion BASSE Baptiste GARDE	Couvert	5 à 13°C	vent modéré	Nocturne	20h10-06h50				Suivi passif (activité)					
	10/05/23	Marion BASSE Baptiste GARDE	Couvert	7°C	vent faible à modéré	Matin	08h00-10h00			Avifaune nicheuse		Piège photo				
	16/05/23	Théo DUBOIS	Couvert	8°C	vent faible à modéré	Matin	09h00-12h00	Relevés aléatoires	Relevés aléatoires							
	17/05/23	François BOURGEOT Martin QUILLOT	Couvert	12°C	vent faible	Matin / Après-midi	10h00-15h00									Suivi écologique plan d'eau C2 + Bathymétrie
JUIN 2023	13/06/23	Thibault SOLTYS Théo DUBOIS	Dégagé	18 à 20°C	vent faible	Matin / Après-midi	11h00-15h30	Relevés ciblés	Relevés aléatoires					Relevés aléatoires	Relevés aléatoires	
	13/06/23	Thibault SOLTYS Théo DUBOIS	Dégagé	16 à 14°C	vent nul à faible	Nocturne	22h45-02h00			Avifaune nocturne			Relevés ciblés		Protocole spécifique	

Passage	Date	Observa-teur	Météo			Période	Horaires	Habitats	Flore	Avifaune	Chiro.	Mammalo.	Amphi-biens	Reptile	Entomo.	Milieu aquatique
	14/06/23	Thibault SOLTYS Théo DUBOIS	Dégagé	16° C	vent faible	Matin	08h45-10h30			Avifaune nicheuse						
JUILLET 2023	07/07/23	Baptiste GARDE Chloé LOUCHE	Nuageux	25 à 30° C	vent faible à modéré	Matin / Après-midi	11h00-17h30			Relevés aléatoires	Recherche de gîtes			Relevés aléatoires	Relevés aléatoires	Échantillonnage invertébrés Besbre
	11/07/23	François BOURGEOT Théo DUBOIS Chloé LOUCHE	Dégagé	19 à 28° C	Vent faible	Après-midi	12h00-20h00		Relevés aléatoires							Suivi écologique plan d'eau C3 + ADN environnemental plan d'eau
AOUT 2023	23/08/23	Thibault SOLTYS Théo DUBOIS	Dégagé	28 à 23° C	vent nul à faible	Nocturne	20h00-07h30 21h45-00h45				Suivi passif (activité)				Protocole spécifique	
	24/08/23	Thibault SOLTYS Théo DUBOIS	Dégagé	25 à 35° C	vent faible	Matin	10h00-12h30	Relevés aléatoires	Relevés aléatoires						Relevés aléatoires	
SEPTEMBRE 2023	20/09/23	François BOURGEOT Thomas BETTON	Dégagé	17° C	vent faible	Matin / Après-midi	10h00-14h00									Suivi écologique plan d'eau C4

Passage	Date	Observa-teur	Météo			Période	Horaires	Habitats	Flore	Avifaune	Chiro.	Mammalo.	Amphi-biens	Reptile	Entomo.	Milieu aquatique
	26-27/09/23	François BOURGEOT Marie-E. PETIT Thomas BETTON	Dégagé	15° C	vent faible	Matin / Après-midi	9h00 - 16h00									Pêches électriques Besbre
OCTOBRE 2023	11/10/23	Benoît DELHOME Hermann HUBERT-DUDOIT	Dégagé	26° C	vent faible	Après-midi	15h00-16h30			Avifaune migratrice						
	11/10/23	Benoît DELHOME Hermann HUBERT-DUDOIT	Dégagé	25 à 10° C	vent faible	Nocturne	18h30-8h30				Suivi passif (activité)					
	12/10/23	Benoît DELHOME Hermann HUBERT-DUDOIT	Dégagé	10 à 23° C	vent faible	Matin	9h00 - 11h30			Avifaune migratrice						

Passage	Date	Observa-teur	Météo			Période	Horaires	Habitats	Flore	Avifaune	Chiro.	Mammalo.	Amphi-biens	Reptile	Entomo.	Milieu aquatique
	30-31/10/23	François BOURGEOT Thomas BETTON Martin QUILLOT Marie-E. PETIT Anna Ivanez Marion BASSE	Couvert	10° C	vent faible	Journée	08h00-18h30									Pêche aux filets plan d'eau
FÉVRIER 2024	02/02/24	Benoît DELHOME Camille BOURHIS	Dégagé	10° C	vent faible	Matin / Après-midi	10h00-15h00	Sondages pédologiques		Avifaune hivernante	Recherche de gîtes					
JUIN 2024	24/06/24	François BOURGEOT Baptiste GARDE	Nuageux	22° C	vent nul à faible	Matin / Après-midi	14h00-18h00				Suivi passif (activité)	Pièges photos				
JUILLET 2024	02/07/24	Florian SILVESTRE Aurélie ROCA	Nuageux	18 à 23° C	vent faible	Après-midi	12h00-16h00	Relevés aléatoires	Relevés aléatoires							
	09/07/24	François BOURGEOT Camille BOURHIS	Dégagé	22 à 27° C	vent faible	Matin / Après-midi	10h00-17h00								Relevés aléatoires	

Passage	Date	Observa-teur	Météo			Pério-de	Horai-res	Habitats	Flore	Avifaune	Chiro.	Mammalo.	Amphi-biens	Reptile	Entomo.	Milieu aquatique
		Estelle LANGRAND														
	17/07/24	Baptiste GARDE Estelle LANGRAND	Nuageux	17° C	vent nul	Nocturne	21h00-23h00				Suivi actif					
AOÛT 2024	01/08/24	François BOURGEOT Estelle LANGRAND	Dégagé	24 à 29° C	vent faible	Matin / Après-midi	10h30-16h00									
SEPTEMBRE 2024	06/09/24	François BOURGEOT Estelle LANGRAND	Dégagé	15 à 20° C	vent faible	Matin / Après-midi	9h00 - 17h00					Pièges photos + Relevés ciblés	Relevés ciblés			
NOVEMBRE 2024	06/11/24	Estelle LANGRAND	Couvert	14 à 7°C	vent nul à faible	Nocturne	17h30-9h30				Suivi passif (activité)					
NOVEMBRE	15/11/24	François BOURGEOT Estelle LANGRAND	Dégagé	-	vent faible	Matin / Après-midi	10h00-16h00	Relevés ciblés				Pièges photos				
DÉCEMBRE	16/12/24	Florian SILVESTRE	-	-	-	-	-					Pièges photos				

1.3.3 Méthode des inventaires terrains

1.3.3.1 Habitats et flore

L'inventaire de la flore a été réalisé sous forme de relevés aléatoires au sein des différents types de végétation composant le site d'étude. Les inventaires floristiques ont concerné les Spermaphytes (plantes à fleurs), les Ptéridophytes (fougères) et les bryophytes (espèces patrimoniales telles que les sphaignes et *Buxbaumia viridis* par exemple. Les stations d'espèces protégées, patrimoniales et exotiques ont été géolocalisées et les individus ont été, dans la mesure du possible, comptabilisés afin d'obtenir des données sur l'importance de la population du site. Les espèces patrimoniales recensées dans la bibliographie et potentielles ont été particulièrement recherchées dans les habitats les plus favorables.

L'inventaire des habitats naturels a été réalisé sous forme de relevés de végétation sur des surfaces homogènes. Chaque habitat identifié a été rapporté à la typologie française de la classification EUNIS et de celle du CORINE Biotopes. Chaque habitat d'intérêt communautaire identifié a été rapporté à la typologie de classification EUR28.

L'inventaire s'est déroulé lors de la principale période de développement de la végétation, sous forme de quatre sessions, d'avril à août 2023.

Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) :

L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP), développé par le Centre National de la Propriété Forestière (CNPF) et l'Institut pour le Développement Forestier (IDF), a été calculé sur la zone de compensation « Boisements » lors d'une visite de terrain effectuée en novembre 2024.

Objectifs :

Les objectifs de cette approche sont multiples :

- Préciser les **enjeux et fonctionnalités écologiques actuels** des boisements des **zones de compensation « Boisements »** (en complément des inventaires des habitats, de la faune et de la flore) ;
- **Adopter un outil standardisé** pour l'état initial et le suivi des boisements des zones de compensation dites boisées sur 50 ans et la mesure des gains réels de biodiversité (en complément des inventaires des habitats, de la faune et de la flore qui seront menés sur 50 ans sur les zones de compensation).

L'IBP est un outil pratique d'estimation de la biodiversité des peuplements forestiers. Il repose sur la notation d'un ensemble de dix facteurs, effectuée lors d'un diagnostic rapide. La somme des dix notes est replacée dans une échelle de biodiversité potentielle croissante. Une représentation synthétique facilite à la fois le diagnostic des facteurs, la comparaison de peuplements et leur suivi dans le temps.

Méthodologie :

La méthodologie standardisée de l'IBP a été appliquée (cf. annexe). Elle consiste à relever, sur des peuplements forestiers ou des parcelles boisées, relativement homogènes, d'une

superficie de plus de 0,25 ha, 7 facteurs (A à G) associés au **type de peuplement** et à la **gestion** de ce dernier et 3 facteurs (H à J) associés au contexte au sein duquel se trouve le peuplement. Il s'agit ensuite d'attribuer une note de 0, 1, 2 ou 5 pour chacun des facteurs, afin d'obtenir une note globale pour chaque critère (peuplement et gestion / contexte).

Au total, **20 relevés IBP** ont été réalisés sur l'AEI : 15 au sud et à l'est du plan d'eau (IBP 01 à IBP 15) et 5 au nord de celui-ci (IBP 16 à IBP 20).

1.3.3.2 Zones humides

Selon l'article L.211-1 du code de l'Environnement, les zones humides sont définies ainsi : *« les terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».*

L'inventaire a été réalisé en se basant sur l'analyse des critères floristique et pédologique :

- **Critère floristique**

L'analyse détermine une zone comme humide lorsqu'au moins 50% de la surface présente au sein d'un habitat homogène est composée d'une flore caractéristique de zone humide. Cette flore caractéristique se base sur la liste des espèces indicatrices de zones humides, répertoriée dans l'arrêté du 24 juin 2008.

La délimitation de zone humide par le critère floristique s'est effectuée en détourant, le plus précisément possible, les secteurs comprenant une ou plusieurs espèces indicatrices.

- **Critère pédologique**

L'analyse a été effectuée à l'aide d'une tarière à main, permettant de sonder jusqu'à 120 cm de profondeur, selon la pénétrabilité des sols. La détermination s'est basée sur la présence de signes d'engorgement temporaire ou permanent, à savoir des traces rédoxiques (traces orangées dans le sol) et des traces réductiques (traces gris-bleu à verdâtres dans le sol).

La quantité et la profondeur des traces rédoxiques, réductiques ou histiques, identifiées lors des sondages pédologiques, ont ensuite permis de rattacher chaque sondage à une classe d'hydromorphie (GEPPA, 1981).

La délimitation de zone humide par le critère pédologique s'est effectuée en prenant en compte la topographie du site (pentes, talweg, zones d'écoulement), et en effectuant autant de sondages que nécessaires.

L'inventaire s'est déroulé durant une période favorable à la pénétrabilité des sols, soit en avril 2023. Un inventaire complémentaire a été réalisé en février 2024.

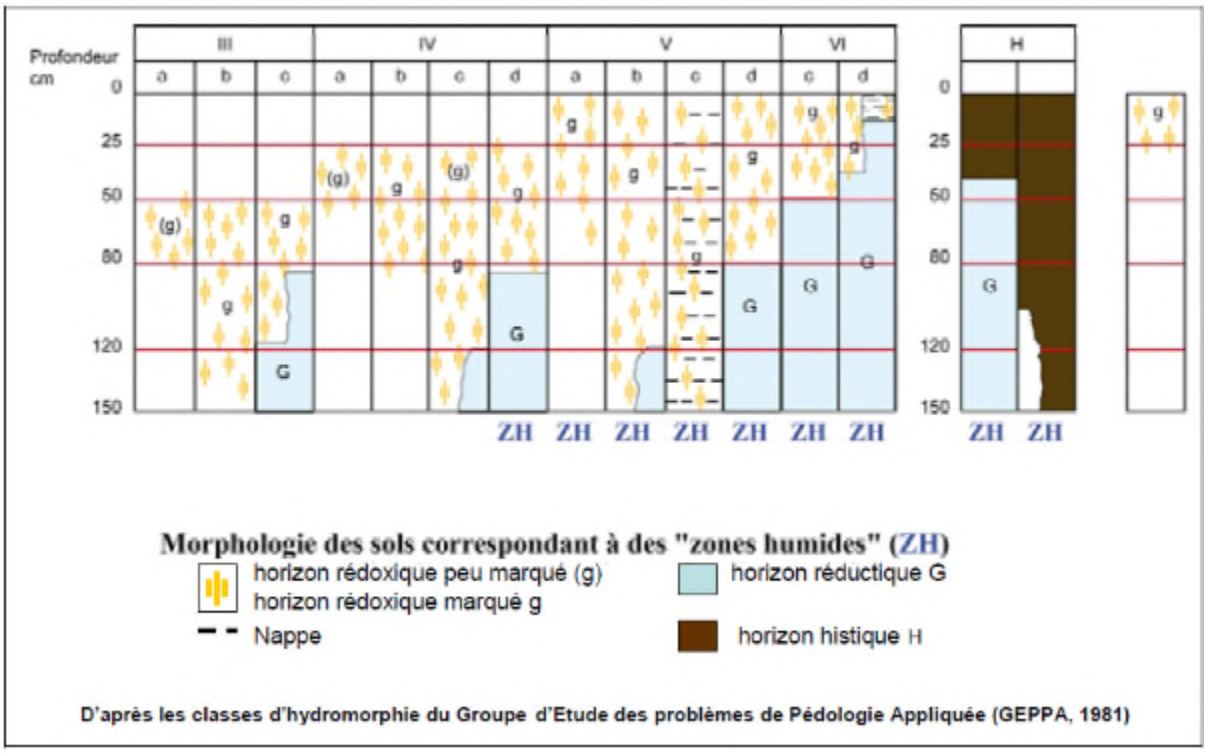


Figure 361 : Classes d'hydromorphie des sols (GEPPA 1981, modifié)

- ## Évaluation des fonctionnalités de la zone humide

L'environnement du site impacté constitue l'objet central de l'évaluation des fonctions.

Étant donné que ses écosystèmes fonctionnent en interdépendance avec son environnement au sens large, il est nécessaire de prendre en compte l'environnement dans lequel le site s'inscrit.

Pour l'évaluation des fonctions des zones humides, **quatre zones sont distinguées :** sa zone contributive, sa zone tampon, son paysage et éventuellement le cours d'eau auquel il est associé.

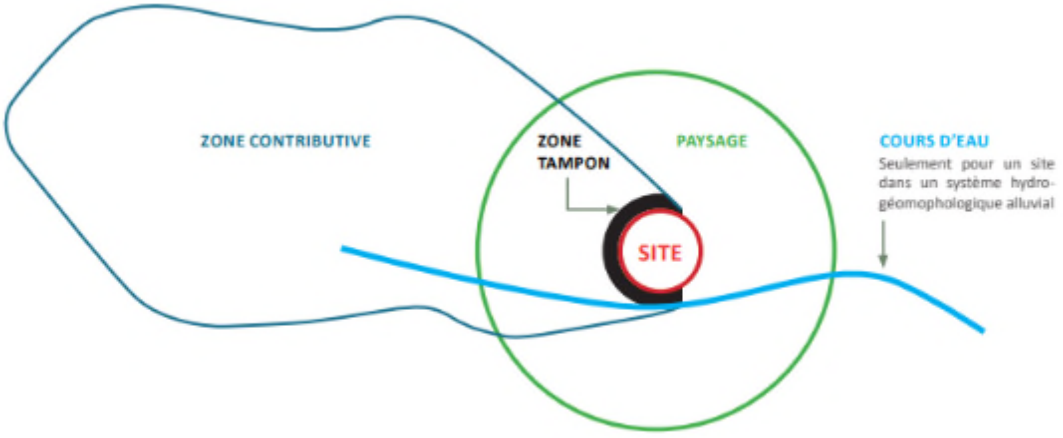


Figure 362 : Zones prises en compte pour évaluer les fonctions des zones humides

Pour chaque zone, différents indicateurs seront renseignés (écoulements, alimentation de la zone humide, bassin versant, délimitation de la zone contributive et de la zone tampon, occupation du sol des différentes zones, relation avec une masse souterraine ou un cours d'eau, …). Ils permettront d'amorcer l'analyse des fonctions de la zone humide.

Ce travail sera possible grâce à une **visite de site,** l'analyse de **données bibliographiques** et des données déjà collectées lors des **inventaires terrain** « flore – zone humide ».

Fonction de la zone humide

Les différents indicateurs permettront de décrire précisément les différentes fonctions et sous-fonctions ci-après, de confirmer leur existence au sein des zones humides étudiées et leurs niveaux d'expression.

- **Fonctions hydrologiques**
- **Atténuation du débit de crue** : capacité de réception/stockage des eaux de submersion contribuant à des crues à l'aval. Elle n'est évaluée qu'en système alluvial, riverain des étendues d'eau, estuarien, péri-lagunaire, de panne dunaire et/ou côtier.
- **Ralentissement des ruissellements** : capacité de ralentissement des écoulements en surface.
- **Recharge des nappes** : capacité d'infiltration des eaux de surface en profondeur dans le sol.
- **Rétention des sédiments** : captage des sédiments qui transitent avec les ruissellements et rétention des particules solides.
- **Soutien au débit d'étiage** : capacité de stockage de l'eau et de contribution retardée aux écoulements. Étant donné la difficulté d'évaluer cette fonction avec robustesse dans les zones humides alluviales avec une méthode rapide, elle n'est évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.
- **Fonctions épuratrices**
- **Dénitrification** : capacité à transformer des nitrates (NO_{3}^{-}) en azote gazeux dans l'atmosphère (N_2O, NO, N_2).
- **Assimilation végétale de l'azote** : capacité de la végétation à assimiler l'azote et à le retenir temporairement.
- **Adsorption, précipitation du phosphore** : capacité à retenir du phosphore par adsorption et par précipitation dans le sol.
- **Assimilation végétale des orthophosphates** : capacité de la végétation à assimiler les orthophosphates et à les retenir temporairement.
- **Séquestration du carbone** : capacité à séquestrer le carbone dans les végétaux et le sol sous forme de matière organique.
- **Fonctions écologiques** d'accomplissement du cycle biologique des espèces
- **Support des habitats** : composition et structure des habitats pour décrire la capacité d'accueil des espèces autochtones afin qu'elles y accomplissent leur cycle biologique.

- **Connexion des habitats** : connectivité (inverse de l'isolement) des habitats et possibilités de déplacement des espèces autochtones.

1.3.3.3 Avifaune

• Avifaune nicheuse diurne

L'inventaire de l'avifaune nicheuse diurne, à petit territoire, a été réalisé à partir de six points d'écoute de 20 minutes chacun, selon la méthode des IPA ou Indices Ponctuels d'Abondance (identification du nombre de mâles chanteurs et de l'espèce).

L'inventaire s'est déroulé sous forme de deux sessions d'écoute, en avril et en juin 2023, au matin ; et sous forme de prospections aléatoires au sein de l'AEI et ses abords, en mai 2023.

En fonction des observations, le statut de reproduction de chaque espèce d'oiseau a été qualifié (de nicheur possible à certain) selon les critères retenus pour le protocole STOC-EPS. Pour chaque dénombrement, les observations effectuées sont traduites en nombre de couples nicheurs selon l'équivalence suivante : un oiseau vu ou entendu criant = 0,5 couple, un mâle chantant = un couple, un oiseau bâtissant = un couple, un groupe familial = un couple.

Nidification possible
01 – espèce observée durant la saison de reproduction dans un habitat favorable à la nidification
02 – mâle chanteur (ou cris de nidification) en période de reproduction
Nidification probable
03 – couple observé dans un habitat favorable durant la saison de reproduction
04 – territoire permanent présumé en fonction de l'observation de comportements territoriaux
05 – parades nuptiales
06 – fréquentation d'un site de nid potentiel
07 – signes ou cri d'inquiétude d'un individu adulte
08 – présence de plaques incubatrices
09 – construction d'un nid, creusement d'une cavité
Nidification certaine
10 – adulte feignant une blessure ou cherchant à détourner l'attention
11 – nid utilisé récemment ou coquille vide (œuf pondu pendant l'enquête)
12 – jeunes fraîchement envolés (espèces nidicoles) ou poussins (espèces nidifuges)
13 – adulte entrant ou quittant un site de nid laissant supposer un nid occupé (incluant les nids situés trop haut ou les cavités et nichoirs, le contenu du nid n'ayant pu être examiné) ou adulte en train de couver.
14 – adulte transportant des sacs fécaux ou de la nourriture pour les jeunes
15 – nid avec œuf(s)
16 – nid avec jeune(s) (vu ou entendu)

Figure 363 : Critères à l'évaluation du statut de reproduction (Hagemeijer W.J.M., & Blair M.J., 2009)

- **Avifaune nicheuse nocturne**

L'inventaire de l'avifaune nicheuse nocturne a été réalisé à partir de trois points d'écoute de quinze minutes chacun, permettant de couvrir l'ensemble de l'AEI.

L'inventaire s'est déroulé à la période favorable au recensement des nicheurs précoces (rapaces nocturnes), en mars 2023, puis des nicheurs tardifs (Engoulevent d'Europe, etc.), en juin 2023.

- **Avifaune migratrice**

L'inventaire de l'avifaune migratrice a été réalisé à partir de prospections aléatoires, permettant de couvrir l'ensemble de l'AEI, en ciblant principalement la recherche des individus en halte migratoire au sein du site.

L'inventaire s'est déroulé à la période favorable au recensement des migrateurs prénuptiaux, en avril 2023, et des migrateurs postnuptiaux, en octobre 2023.

- **Avifaune hivernante**

L'inventaire de l'avifaune hivernante a été réalisé à partir de prospections aléatoires, permettant de couvrir l'ensemble de l'AEI, en ciblant principalement la recherche des rassemblements hivernaux et des dortoirs éventuels au sein du site.

L'inventaire s'est déroulé à la période favorable au recensement des individus hivernants, en février 2024.

1.3.3.4 Chiroptères

- **Recherche de gîtes potentiels**

L'inventaire des gîtes potentiels à chiroptères a été réalisé sous forme de recensement et d'évaluation du potentiel d'accueil des gîtes arboricoles, bâtis, souterrains ou rupicoles, au sein de l'AEI et ses abords immédiats.

Le potentiel d'accueil de chaque gîte a été évalué (faible, modéré ou fort) en considérant plusieurs caractéristiques (diamètre de l'ouverture, taille et capacité du gîte, accessibilité vis-à-vis des prédateurs, protection face aux intempéries, etc.).

Un inventaire a été réalisé en juillet 2023. L'inventaire complémentaire s'est déroulé durant la période favorable à l'observation des gîtes arboricoles (absence de feuillage), soit en février 2024. Des vérifications visuelles ont été effectuées durant les périodes sensibles pour les chauves-souris, soit en juin (période de reproduction) et en décembre 2024 (période d'hibernation).

- **Matériel d'enregistrement et analyse des données**

Le SM4BAT (Wildlife Acoustics□) est un appareil complet qui intègre un détecteur à ultrasons permettant d'enregistrer, en temps réel, les signaux captés. Chaque SM4BAT a été calibré de sorte que les enregistrements démarrent 30 minutes avant le coucher du soleil et qu'ils s'arrêtent 30 minutes après le lever du soleil. Les enregistrements ont été effectués en continu lors de cette plage horaire.

Les microphones utilisés (SMM-U1 et SMM-U2) étant omnidirectionnels, ils procurent une couverture maximale du poste d'enregistrement ou du point d'écoute.

Une première analyse des fichiers a été réalisée avec Sonochiro (Biotope®). Chaque fichier comportant des signaux de chauves-souris a été légendé et le logiciel a fourni un tableur référençant les enregistrements pour lesquels une identification existe. Une seconde analyse de vérification a été effectuée afin de confirmer ou non la première analyse faite par Sonochiro. Durant cette analyse de vérification faite via le logiciel BatSound (Pettersson®), le comportement des chauves-souris peut être identifié (chasse, transit, etc.).

- **Évaluation de la fréquentation du site au sol**

L'inventaire de la fréquentation du site par les chiroptères au sol a été réalisé :

- En 2023, sous forme de trois sessions d'enregistrements nocturnes, via cinq postes fixes d'enregistrement (suivi passif) ;
- En 2024, sous forme de deux sessions d'enregistrements nocturnes, via deux postes fixes d'enregistrement (suivi passif).

L'inventaire s'est déroulé sur différentes saisons (printemps, été, automne), permettant de couvrir la majorité de la période favorable à l'activité des chauves-souris, soit en mai, août et octobre 2023, ainsi qu'en juillet et novembre 2024.

Les postes fixes ont été choisis sur la base d'un pré-repérage de terrain et d'une analyse cartographique, en tenant compte des éléments paysagers et topographiques, avec plusieurs objectifs :

- Assurer une couverture maximale de l'AEI ;
- Couvrir les principaux corridors potentiels afin d'identifier les voies de déplacements utilisées tout particulièrement en période de transit ;
- Échantillonner les différents types d'habitats présents au sein de la zone.

- **Évaluation du niveau d'activité du sol**

L'évaluation du niveau d'activité repose sur le suivi passif permettant de couvrir un point donné sur l'ensemble de la nuit. C'est une analyse quantitative qui repose sur un nombre de données obtenues pendant une durée déterminée. Il s'agit d'une mesure du niveau d'activité et pas strictement de l'abondance des chauves-souris. Par exemple, 100 données peuvent correspondre à 100 passages d'individus différents ou bien à une activité de chasse d'un même individu passant 100 fois à portée du microphone. L'horodatage des fichiers associé à l'analyse des séquences (types de signaux traduisant le comportement, présence de plusieurs individus) permet, dans une certaine mesure, d'interpréter les résultats.

Selon le référentiel utilisé ci-dessous (tableau ci-après) :

- Si le nombre de contacts est inférieur à Q25, le niveau d'activité est faible ;
- Si le nombre de contacts est supérieur à Q25, le niveau d'activité est modéré ;
- Si le nombre de contacts est supérieur à Q75, le niveau d'activité est fort ;
- Si le nombre de contacts est supérieur à Q98, le niveau d'activité est très fort.

Nom vernaculaire	Q25	Q75	Q98
Barbastelle d'Europe	2	26	487
Grand Rhinolophe	2	20	231
Grande Noctule	2	13	31
Minioptère de Schreibers	2	11	71
Molosse de Cestoni	4	18	393
Murin à moustaches	6	53	557
Murin à oreilles échancrées	2	13	61
Murin d'Alcathoe	2	18	96
Murin de Bechstein	1	2	4
Murin de Capaccini	6	24	273
Murin de Daubenton	4	28	839
Murin de grande taille	1	4	12
Murin groupe Natterer	2	15	129
Noctule commune	3	17	149
Noctule de Leisler	4	24	177
Oreillard gris	2	9	45
Oreillard montagnard	1	3	13
Oreillard roux	2	8	33
Petit Rhinolophe	1	10	389
Pipistrelle commune	44	597	3820
Pipistrelle de Kuhl	29	291	2707
Pipistrelle de Nathusius	7	46	269
Pipistrelle pygmée	11	108	1118
Rhinolophe euryale	2	10	20
Sérotine bicolore	1	2	6
Sérotine commune	5	26	408
Vespère de Savi	4	21	198

Tableau 214 : Détermination du niveau d'activité en fonction du nombre de contacts par nuit (selon le référentiel Vigie-Chiro à l'échelle de la région Auvergne-Rhône-Alpes)

- **Complément utilisation des gîtes bâtis**

Afin de vérifier l'utilisation des gîtes bâtis présents dans l'AEI, une étude complémentaire a été réalisée en 2024. Celle-ci consiste en deux **prospections diurnes des gîtes** afin d'identifier

d'éventuels occupants, en été (juillet - période de mise-bas et d'élevage des jeunes) et en hiver (hibernation), ainsi que deux **enregistrements automatiques utilisant des SM4** en juin (mise-bas) et en novembre (fin du transit automnal), par des températures nocturnes supérieures à 10°C ou proches. Un SM4 a été placé à l'intérieur du bâtiment abandonné, à l'ouest de l'AEI, et le second en haut du viaduc, le microphone pendu à hauteur des arches où les cavités ont été recensées.

Ces enregistrements n'ont pas fait l'objet d'analyses complètes comme ceux présentés précédemment, et la recherche a été focalisée sur les signaux de plus grande amplitude, témoignant d'un passage à proximité du microphone. Une sortie de gîte peut alors être identifiée comme une apparition soudaine du signal et une diminution progressive de l'amplitude à mesure que l'individu s'éloigne, et une sortie de gîte par une augmentation progressive de l'amplitude du signal et une disparition soudaine. L'intervalle entre les cris permet également d'évaluer si l'individu est à la recherche d'obstacle ou de perchoir, ce qui fournit une indication supplémentaire.

La prospection diurne des gîtes réalisée en été a été accompagnée d'un **suivi d'activité actif**, avec deux observateurs suivant les allers et venues des chiroptères en début de nuit, commençant 30 minutes avant le coucher du soleil et finissant 1h30 après le coucher du soleil. Chaque observateur était posté face à l'entrée des gîtes potentiels afin d'identifier tout individu en émergeant, muni d'un enregistreur SM4, et d'un appareil de suivi actif (Echo Meter Touch 2 – Wildlife acoustics ; Pettersson Ultrasound detector D 240x).

1.3.3.5 Mammifères terrestres

L'inventaire des mammifères a été réalisé sous forme de prospections aléatoires (observations directes), mais aussi de recherche d'indices de présence (empreintes, fèces, restes de repas, etc.).

L'inventaire s'est déroulé durant la principale période d'activité des mammifères terrestres :

- En 2023, sous forme de trois sessions, d'avril à juin. L'inventaire a été complété par la pose d'un piège photographique durant 1 mois, entre mai et juin 2023 ;
- En 2024, avec la pose de quinze pièges photographiques en juin, toujours en place à date. Les relevés de données sont effectués chaque mois et analysés. De plus, une recherche bibliographique a permis d'identifier et cartographier les observations de présence de l'espèce sur des points précis ou des tronçons de la Besbre et dans un rayon de 30km. À l'aide de ces données, une prospection ciblée sur les points les plus proches du site et le long du cours d'eau a été effectuée au cours du mois de septembre 2024, l'objectif étant d'observer les caractéristiques des milieux utilisés et de les comparer au site d'étude mais également d'estimer l'intérêt et les capacités de ces espèces à coloniser le site d'étude.



Figure 364 : Piège photographique, sur site (ES, 2023)

1.3.3.6 Amphibiens

L'inventaire des amphibiens a été réalisé sous forme de prospections aléatoires, en phase diurne, en prospectant les secteurs propices à la reproduction des individus (points d'eau, cours d'eau, zones humides) ; et sous forme de prospections plus ciblées, en phase diurne ainsi qu'en phase nocturne, via des écoutes et des recherches d'individus sur les secteurs les plus favorables. Pour cela, un pré-repérage des milieux potentiellement favorables a été effectué en amont des premières phases d'inventaire de ce groupe.

L'inventaire s'est déroulé durant la période favorable à la reproduction des espèces, sous forme de quatre sessions en 2023, de mars à juin, et d'une session en septembre 2024.

1.3.3.7 Reptiles

L'inventaire des reptiles a été réalisé sous forme de prospections aléatoires, en prospectant en priorité les secteurs favorables (lisières, fourrés, etc.). L'inventaire a été complété par une méthode de piégeage artificiel, consistant en la mise en place de deux plaques-refuge, formant un abri attractif pour certaines espèces de reptiles.

L'inventaire s'est déroulé durant la période favorable à l'observation des espèces, sous forme de quatre sessions d'avril à juillet 2023.



Figure 365 : Plaque-refuge à reptiles, sur site (ES, 2023)

1.3.3.8 Entomofaune

- **Entomofaune diurne**

L'inventaire de l'entomofaune diurne a été réalisé sous forme de prospections aléatoires, en observant à vue les individus, en capturant et relâchant in situ les individus au filet entomologique, en inspectant les micro-habitats du site et en écoutant les stridulations des orthoptères. Une recherche ciblée des arbres favorables aux insectes saproxyliques a été menée en début de phase d'inventaire pour ce groupe.

L'inventaire a principalement ciblé les lépidoptères (papillons de jour, zygènes), les odonates (libellules, demoiselles), les orthoptères (criquets, sauterelles, grillons) et les coléoptères patrimoniaux (Lucane cerf-volant, Grand capricorne, etc.). De façon plus succincte, les autres groupes entomologiques ont été inventoriés. L'inventaire s'est déroulé durant la période favorable à l'observation des espèces, sous forme de quatre sessions en 2023, de mai à août, et d'une session en juillet 2024.

- **Entomofaune nocturne**

Pour le suivi des peuplements des lépidoptères nocturnes, un piège lumineux a été utilisé. La méthode utilisée est celle d'une collecte manuelle des individus sur un drap blanc étendu face à une lampe productrice d'UV fonctionnant grâce à une source d'énergie autonome. En fin de la nuit, des pièges filets passifs ont également été mis en place afin de compléter les inventaires et l'échantillonnage tout au long de la nuit. Les individus capturés de cette manière ont été identifiés et relâchés le lendemain matin.

L'inventaire s'est déroulé durant la période favorable à l'observation des espèces, sous forme de deux sessions, en juin et août 2023.

1.3.3.9 ADN environnemental (ADNe)

Le terme d'ADN environnemental (ADNe) se définit comme étant l'ADN pouvant être extrait d'échantillons environnementaux tels que le sol, l'eau ou l'air, sans avoir besoin d'isoler au préalable des individus cibles. Cette méthode d'échantillonnage passive vient compléter les données recueillies lors des inventaires naturalistes classiques.

- **Étude menée par ECO-STRATEGIE**

Dans le cadre de l'étude menée par ECO-STRATEGIE, la technique de détection d'espèces par ADNe a été utilisée pour les milieux aquatiques, visant les traces d'ADN libérées dans le milieu par les organismes. Trois groupes faunistiques ont ainsi été ciblés dans le cadre de cette étude : les mammifères aquatiques, les mollusques bivalves et la faune piscicole (ichtyofaune). La détection de l'ADN d'un organisme dans l'environnement témoigne de sa présence actuelle ou très récente dans le milieu échantillonné. En effet, l'ADNe ne persiste qu'entre un et 25 jours en milieu aquatique, la durée exacte étant dépendante entre autres de l'environnement, de l'exposition aux rayons UV, de l'acidité, de la température de l'eau et de la présence d'endo ou d'exonucléases (enzymes de l'ADN).

Les prélèvements doivent également être adaptés à la biologie des espèces ou du groupe cible. La présence d'un écologue est donc indispensable pour savoir où la probabilité de trouver l'espèce ou le groupe cible, est la plus grande dans le milieu échantillonné. Un prélèvement pour 1 à 1,5 km de berges a été réalisé sur une embarcation à l'aide d'une pompe et d'un filtre concentrateur. Seul le pourtour du bassin principal (zone tampon de 20 m depuis la berge) a été analysé.

L'analyse de l'ADN a été effectuée par le laboratoire Spygen. Cette analyse consiste en l'extraction, l'isolement et l'amplification des séquences d'ADN par des techniques de biologie moléculaires. Ces séquences d'ADN sont ensuite comparées à une base de données. Les risques de cette méthodologie sont la contamination des échantillons et les biais liés à la distance de détection et à l'hostilité du milieu (dégradation rapide de l'ADN), etc.

Une notion d'abondance des différents taxons ne peut être établie de façon précise, néanmoins, l'échantillon homogénéisé étant subdivisé en douze réplicats, le nombre de réplicats positifs pour un taxon donné permet dans une moindre mesure d'estimer l'abondance de ce dernier sur le site (un réplicat positif => faible représentation, douze réplicats => espèce bien représentée).

Certains taxons demeurent probables sur un site donné, en raison de quantités insuffisantes d'ADNe spécifique pouvant leur être attribué au sein des échantillons (faible abondance des espèces, faible persistance de l'ADN dans le milieu, ou activité aquatique partielle). Concernant la Loutre d'Europe et le Castor d'Eurasie par exemple, dans la mesure où ces espèces tendent à laisser moins de traces de ce type dans le milieu aquatique (les épreintes ou crottes sont généralement déposées en bordure de milieu terrestre), il n'est pas forcément étonnant de ne pas relever de traces ADN de ces espèces au cours d'une seule campagne d'échantillonnage.

L'échantillonnage d'ADNe a été réalisé le 11 juillet 2023 afin de disposer d'une température de l'eau adéquate permettant de bénéficier d'une période d'activité optimale pour les organismes aquatiques.

Une recherche spécifique basée sur l'ADNe a également été réalisée par la fédération de pêche 42 concernant l'agent infectieux de la « peste de l'écrevisse » qu'est le champignon Aphanomyces astaci, Cette recherche a été réalisée au niveau du bassin versant de la Besbre en amont du plan d'eau. La méthodologie employée dans le cadre de cette étude est donnée ci-après.

- **Étude menée par la fédération de Pêche 42**

Choix des sites de prélèvement de l'étude de la fédération de pêche 42

La distance de détection des écrevisses à pattes blanches (APP) est maximale en période d'étiage (juin à septembre) et lors de la phase de reproduction (Octobre). La distance de détection a déjà atteint 2km et dans des conditions où la population était localisée sur un affluent du cours d'eau prélevé (dilution du cours principal). La technique est donc fiable, sous réserve de bonnes conditions de prélèvement et de période d'activité des APP. Ici, le réseau hydrographique et court et nous avons en amont de chaque prélèvement et entre chaque point une distance inférieure ou proche de 2 km.

Les parties apicales (zones de sources) de la Besbre et du Petit Besbre semblent, sous réserve, peu favorables à une population d'APP, en raison du fort enrésinement, d'une très faible minéralisation des eaux et de l'altitude. En effet, les résineux sont peu favorables aux APP qui sont très exigeantes sur leur biotope. L'enrésinement provoque une modification des habitats (souvent plus sableux et mobiles) et en modifiant le pH (acidification). La très faible conductivité souligne la très faible disponibilité en Calcium, important pour l'édification du céphalothorax des écrevisses. Pour l'altitude, dans le département de la Loire et de manière générale en Auvergne, aucune population n'est présente au-delà de 1000/1100 m en raison des températures plus froides qui empêche une bonne incubation et par conséquent éclosion et la reproduction. Il n'est donc pas nécessaire de prospecter par ADNe au-delà de 1000 m sur ces secteurs.

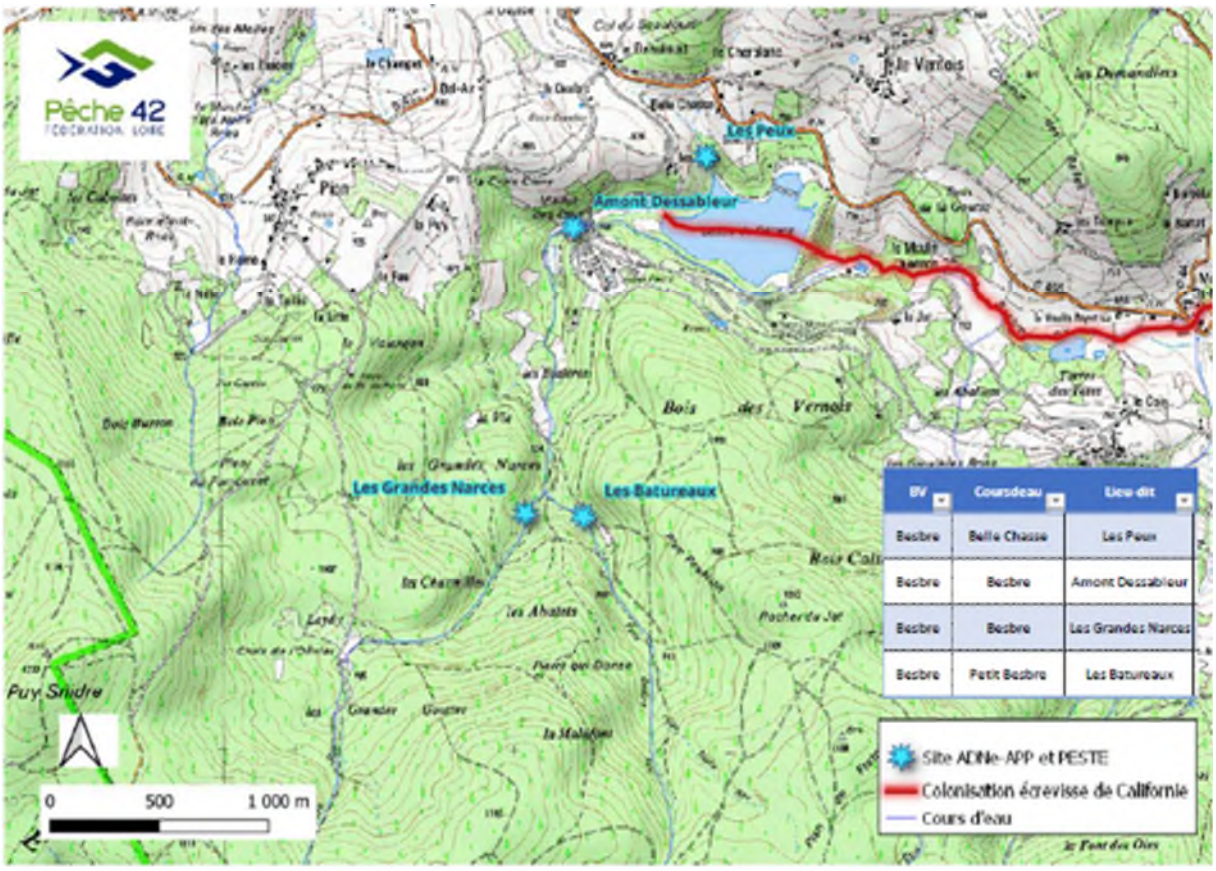


Figure 366 : Localisation des points de prélèvement ADNe par la Fédération de Pêche 42

Au total ce sont 4 sites qui ont été identifiés :

- un sur l'affluent de Bellechasse,
- deux sur le cours même de la Besbre (les Peux, les Grandes Narces)
- un dernier sur le cours du Petit Besbre (les Batureaux).

Les 4 sites ont été prélevés sur la journée du 30/08 dans les meilleures conditions de débit (étiage) et de température permettant une activité des APP et une concentration maximale de l'ADN.

Type de recherche

Le Laboratoire (SPYGEN) propose différentes méthodes d'analyses d'ADNe et de procédure d'échantillonnage suivant les espèces recherchées et les milieux prospectés. Ici nous avons utilisé la méthode s'associant à l'utilisation du kit RW2 en milieu aquatique courant et nécessite 2 réplicas par stations. Le protocole complet est présenté ci-après.

La recherche est dite mixte, associe la recherche d'*Austropotamobius pallipes* et du pathogène Aphanomyces astaci, par Amplification séquençage bio-informatique.

Les recherches permettent de savoir s'il y a des écrevisses à pattes blanches sur ses sites et/ou s'il y a présence du pathogène de la peste de l'écrevisses (*Aphanomyces astaci*), ce dernier peut concrètement donner des indices de présence d'écrevisses exogènes et qui sont ici les écrevisses américaines (en particulier l'Écrevisse de Californie) dont les populations en sont généralement contaminées.

Protocole complet d'échantillonnage pour milieu aquatique courant

SPYGEN®

Vigi DNA® TECHNOLOGIES



Protocole d'échantillonnage pour milieu aquatique courant

INFORMATIONS IMPORTANTES

- Chaque kit est composé de :
- Deux capsules de filtration VigiDNA® ayant chacune deux bouchons et une étiquette
- Un sachet « Vampir tubing kit » contenant deux paires de gants, un tuyau avec une crépine et une protection plastique ;
- Deux sachets « CL1 Buffer kit » avec une paire de gants, un entonnoir et une bouteille de tampon de conservation CL1.

- Ce kit doit être utilisé avec un Vampir sampler (fourni avec son chargeur, ses batteries et son portoir).

- Afin d'éviter l'introduction de pathogènes ou d'espèces exotiques envahissante il est préférable d'utiliser des cuissardes ou bottes préalablement désinfectées au Virkon® S (nettoyage à l'aide d'une brosse pour retirer les boues et débris puis pulvérisation d'une solution de Virkon® S à 1 %).

- Les deux filtrations de 30 minutes doivent être réalisées au même endroit en aval de la zone d'étude, de préférence dans une masse d'eau homogène (veine d'eau principale et en aval d'un radier). Le préleveur doit obligatoirement rester en aval de la filtration en cours. Si les prélèvements nécessitent une embarcation, la filtration doit être réalisée à l'avant du bateau sur le côté pour éviter les contaminations venant du bateau.

- La stratégie d'échantillonnage (période, nombre de kits utilisés et localisation des prélèvements) doit être adaptée en fonction de l'écologie de l'espèce ou du groupe cible et de la typologie du site étudié.

- La détectabilité de l'espèce ou du groupe cible est fortement dépendante de la qualité de l'échantillonnage et donc du bon respect de ce protocole.

- Il est indispensable de remplir correctement le fichier Excel fourni, de manière à bien noter la correspondance entre le numéro du filtre et le site étudié ainsi que toute information susceptible d'être utile pour l'analyse (ex : colmatage de la capsule). Le numéro du filtre sera l'unique identifiant de l'échantillon lors du rendu des résultats. Ce fichier Excel devra être envoyé à votre contact SPYGEN par mail en .xlsx (*cf.* 16. Préparer le renvoi du colis). **L'analyse des échantillons ne sera lancée qu'à réception de ce document.**

SPYGEN
17 rue du Lac Saint-André
73370 Le Bourget-du-Lac
FRANCE

Tél. : +33(0)4 79 26 15 83
Email : contact@spygen.com
www.spygen.com

Certified B Corporation

PROTOCOLE DÉTAILLÉ

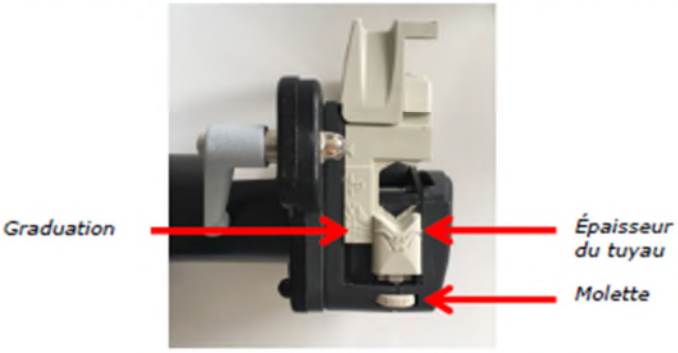
1. Placez le portoir sur le côté du Vampir Sampler.

2. Mettez la première paire de gants neuve se trouvant à l'intérieur du sachet « Vampir tubing kit ».

3. Sortez la capsule de filtration de son emballage, collez l'étiquette présente dans la boîte sur la capsule de filtration et vérifiez que le numéro SPYXXXXX corresponde avec celui sur l'étiquette collée sur le dessus de la boîte.
   NB: veillez à laisser les bouchons dans l'emballages plastiques pour le moment.

4. Sortez l'extrémité du tuyau sans crépine du sachet et insérez la capsule de filtration en respectant le sens d'écoulement (flèche « Flow » sur le côté de la capsule). Puis fixer la capsule sur le côté du portoir avec un adhésif. Laissez le reste du tuyau avec la crépine dans le sac pour éviter toute contamination.

5. Placez le tuyau dans la tête de pompe du Vampir sampler en vérifiant qu'il n'y ait pas de coude.



L'ouverture de la tête de pompe doit être la plus grand possible



Attache de la capsule à l'extérieur du portoir

6. Attachez la protection plastique fournie dans le « Vampir tubing kit » sur la perche qui servira à l'échantillonnage.

7. Fixez l'extrémité du tuyau avec crépine sur la perche et sa protection. Le niveau de fixation du tuyau sur la perche dépend de la hauteur d'eau. Il faut que la crépine reste tout le temps dans l'eau (sur les 20 premiers cm) sans toucher le fond.



Attache du tuyau avec crépine au bout de la perche

8. Si vous êtes à pied dans le cours d'eau, placez vous le plus confortablement possible avec la perche comme point d'appui. Si vous êtes sur une embarcation, placez vous sur un côté à l'avant du bateau avec le bout de la perche submergé (dont la crépine) assez loin du bateau. Vous pouvez éventuellement vous aider d'un morceau d'adhésif pour maintenir la gâchette de la pompe enfoncée et obtenir un débit de pompage régulier.
   NB: Pensez à bien vous placer en aval de votre filtration.

9. Filtrez l'eau à l'aide du Vampir Sampler (Vitesse en position 1) pendant 30 minutes.
NB : en cas de colmatage, vous pouvez continuer la filtration avec un débit réduit en jouant sur la pression exercée sur la gâchette. Notez bien votre temps de filtration sur le fichier terrain.

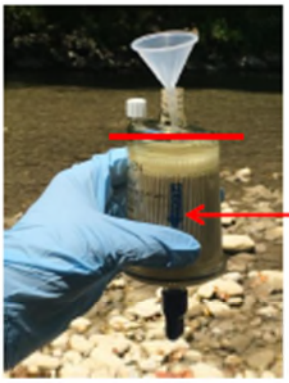
10. Une fois la filtration terminée, expulsez l'eau restante dans la capsule en mettant la crépine en dehors de l'eau pour filtrer de l'air.

11. Changez votre paire de gants et décrochez la capsule du portoir.

12. Faites attention à ce que les extrémités du tuyau ne touchent rien quand vous déposez la pompe.

13. Fermez le bas de la capsule à l'aide du premier bouchon. Placez l'entonnoir sur le haut de la capsule et versez doucement le tampon de conservation jusqu'à atteindre le haut de la capsule (cf. photo ci-dessous). Posez ensuite l'entonnoir sur la bouteille de tampon ouverte.
NB : En cas de basse température, il est possible que la solution tampon CL1 cristallise, empêchant ainsi son écoulement dans la capsule de filtration. Il est alors recommandé de réchauffer le flacon, dans ses mains par exemple, jusqu'à disparition des cristaux et de bien le secouer avant de verser son contenu dans la capsule.

Limite de remplissage du tampon de conservation



Flèche FLOW qui indique le sens d'écoulement

14. Fermez le haut de la capsule à l'aide du second bouchon, puis retournez le filtre, enlever le premier bouchon du bas de la capsule et versez le reste du tampon de conservation à l'aide de l'entonnoir.

15. Refermez le bas de la capsule puis agitez la vigoureusement pendant environ 1 min. La capsule doit être mise en position horizontale et tournée régulièrement pendant l'agitation.

16. Rangez la capsule dans sa boîte **en respectant le sens « Flow » (flèche vers le bas).** Vérifiez que le petit bouchon blanc soit bien fermé. Jetez le reste du matériel.

17. Stockez la capsule à température ambiante à l'abri de la lumière en évitant les fortes variations de température et renvoyez-la à SPYGEN dans un délai d'un mois.

18. Pour réaliser le réplicat terrain, recommencez ce protocole à l'étape 3 en ne tenant pas compte des étapes 4 à 7 car vous utiliserez le même tuyau.

19. Préparer le **renvoi du colis :**

- **Confection du colis :**
  - Placez les boîtes verticalement avec le filtre à l'endroit (flèche « flow » vers le bas).
  - Calez les boîtes à l'intérieur du carton, à l'aide de rembourrage.
  - Vérifiez que les batteries de la pompe soient bien dans leur sachet individuel.
  - Attention le transport de batteries en lithium est réglementé et nécessite une documentation spécifique (à valider auprès des transporteurs). Si vous utilisez UPS, mettez la fiche spéciale pour le transport de batterie en lithium et collez l'étiquette « attention batterie lithium » sur le carton.
- **Mode d'envoi :** Par transporteur ou par la Poste (attention, **évitez Colissimo**).
- **Quand envoyer le colis? :** Dès que possible pour respecter le délai de location de la pompe.
- **Adresse de renvoi :**

SPYGEN
17 rue du Lac Saint-André
73370 Le Bourget du Lac
France

Pensez à envoyer le document reprenant les informations de votre terrain en format .xlsx par mail à votre contact SPYGEN.
L'analyse de vos échantillons ne sera lancée qu'à partir du moment où ce document sera reçu.

1.3.4 Limites des inventaires de terrain

La présente étude repose sur une analyse bibliographique des données disponibles et sur une expertise de terrain basée sur des inventaires faunistiques. Il est rappelé qu'une telle étude correspond à un échantillonnage mensuel réalisé à différentes périodes de deux années n et n+1, visant à inventorier des êtres vivants, dont les conditions de présence et de détectabilité se confrontent aux limites décrites ci-après :

- **Conditions climatiques** : l'année 2023 a été marquée par des événements climatiques particuliers (printemps doux et pluvieux, fortes chaleurs en juin, etc.) ayant pu perturber le cycle biologique annuel des espèces et leurs habitats (asséchement des points d'eau, desséchement de la végétation, etc.). Toutefois, la majorité des inventaires a été réalisé dans des conditions météorologiques favorables ;
- **Détectabilité** : certaines espèces de faune et de flore sont particulièrement difficiles à détecter du fait de leur caractère discret (avifaune non chanteuse, micromammifères, reptiles, insectes de petite taille), leur caractère cryptique (mimétisme au sein de l'habitat) ou la période d'activité (espèces nocturnes) ;
- **Représentation cartographique** : la délimitation des communautés végétales et des habitats liés aux espèces constitue une simplification de la réalité, les limites étant souvent diffuses. De plus, le positionnement des données d'espèces se limite à la précision des GPS utilisés (3 à 4 m) ;

- **Analyse des données acoustiques** : toute analyse chiroptérologique se confronte aux limites de l'acoustique et aux conditions d'enregistrement qui la régissent (qualité du signal, parasitage par d'autres espèces, recouvrement interspécifique, distance à l'enregistreur, etc.).

1.3.5 Notion de patrimonialité et niveau d'enjeu

Chaque habitat, espèce et groupe faunistique s'est vu attribuer un niveau d'enjeu, en lien avec :

- **La patrimonialité** : statut de protection, statut sur listes rouges et autres listes d'évaluation des espèces, statut de rareté, etc. ;
- **La fonctionnalité** : statut biologique au sein du site, répartition à l'échelle nationale, régionale et locale, état des populations au sein du site, etc.

Dans la présente étude, une espèce est dite :

- **Protégée** si elle bénéficie d'un statut de protection à l'échelle nationale ou régionale
- **Patrimoniale** si elle présente un statut en déclin (NT) ou menacé (VU, EN, CR) sur liste rouge ou si elle présente un statut de déterminance de ZNIEFF.
- **Patrimoniale et d'intérêt communautaire** si elle s'inscrit en annexe I de la Directive Oiseaux (DOI) ou en annexe II de la Directive Habitats (DH2).
- **Remarquable** si elle ne présente aucun statut de patrimonialité mais qu'elle est représentée cartographiquement.

Le niveau de l'enjeu local de conservation dépend des listes d'espèces protégées et patrimoniales, et ceci à différentes échelles du territoire.

Directives européennes

Groupe concerné	Type et dates	Annexe
Avifaune	Directive Oiseaux (30 novembre 2009 2009/147/CE)	Annexe I
Flore, Chiroptères, Mammifères, Herpétofaune, Insectes & Autres invertébrés	Directive Habitats-Faune-Flore (21 mai 1992 92/43 CEE)	Annexes II et IV

Arrêtés de protection nationale

Groupe concerné	Dates des arrêtés ministériels
Flore	20 janvier 1982
Avifaune	29 octobre 2009
Mammifères terrestres / Chiroptères	23 avril 2007 / 15 septembre 2012
Amphibiens / Reptiles	19 novembre 2007 / 8 janvier 2021
Insectes	23 avril 2007

Arrêtés de protection régionale

Groupe concerné	Dates des arrêtés ministériels
Flore	04 décembre 1990

Listes rouges nationales et régionales

Groupe concerné	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale
Habitats	-	CBNA & CBNMC (2023)
Flore	UICN France, FCBN, AFB & MNHN (2018)	CBNA & CBNMC (2015)
Avifaune	UICN France, MNHN, LPO, SEOF & ONCFS (2016)	De Thiersant M.P. & Deliry C. (2008)
Mammifères terrestres	UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS (2017)	LPO Rhône-Alpes (2015)
Chiroptères		Deliry C. (2008)
Amphibiens	UICN France, MNHN & SHF (2015)	LPO Rhône-Alpes (2015)
Reptiles	UICN France, MNHN & SHF (2015)	LPO Rhône-Alpes (2015)
Lépidoptères	UICN France, MNHN, OPIE & SEF (2014)	Baillet. Y., & Guicherd. G. (2018b)
Odonates	UICN France, MNHN, OPIE & SFO (2016)	Deliry C. & Groupe Sympetrum (2013)
Orthoptères	SARDET E. & DEFAUT B. (2004)	SARDET, E. (2018)
Coléoptères	-	DODELIN B. & CALMONT B. (2021)

Liste des espèces et habitats déterminants de l'inventaire ZNIEFF 2ème génération

Groupe concerné	Région Auvergne-Rhône-Alpes
Flore / Faune	DREAL Auvergne-Rhône-Alpes (2021)

Le niveau de l'enjeu de chaque habitat et espèce a été établi selon le tableau ci-dessous. Le niveau de l'enjeu a toutefois pu être ajusté au cas par cas, selon certaines caractéristiques propres aux habitats ou aux espèces (état des populations à différentes échelles, menaces sur l'habitat ou l'espèce, etc.).

<table>
<tr><th></th><th>Négligeable</th><th>Très faible</th><th>Faible</th><th>Modéré</th><th>Fort</th><th>Très fort</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Habitats</td><td rowspan="2">Habitat très artificialisé ou anthropique</td><td rowspan="2">Habitat semi-naturel ou d'origine anthropique, non humide ou non patrimonial</td><td rowspan="2">Habitat naturel non humide ou non patrimonial</td><td>Habitat de zone humide (ZH)

Habitat patrimonial

Habitat d'intérêt communautaire</td><td>Habitat de zone humide (ZH)

Habitat patrimonial

Habitat d'intérêt communautaire</td><td>Habitat de zone humide (ZH)

Habitat patrimonial

Habitat d'intérêt prioritaire</td></tr>
<tr><td colspan="3">Distinction selon le degré de rareté locale, la représentativité et l'état de conservation sur site</td></tr>
</table>

	Négligeable	Très faible	Faible	Modéré	Fort	Très fort
Flore	Espèce exotique envahissante (EEE)	Espèce allochtone non invasive	Espèce non protégée autochtone Espèce patrimoniale (NT ou D)	Espèce protégée (PN, PR, PD) Espèce patrimoniale (VU ou NT ou D)	Espèce protégée (PN, PR, PD) Espèce patrimoniale (EN ou VU) Espèce d'intérêt communautaire (DH2)	Espèce protégée (PN, PR, PD) Espèce patrimoniale (CR ou EN) Espèce d'intérêt communautaire (DH2)
			Distinction selon le cumul de statuts, le degré de rareté locale et l'état populationnel sur site			
Avifaune	Espèce exotique envahissante (EEE) ou introduite	Espèce chassable non patrimoniale	Espèce protégée (PN) ou chassable patrimoniale Espèce patrimoniale (NT ou D) Espèce d'intérêt communautaire (DOI)	Espèce protégée (PN) ou chassable patrimoniale Espèce patrimoniale (VU ou NT ou D) Espèce d'intérêt communautaire (DOI)	Espèce protégée (PN) ou chassable patrimoniale Espèce patrimoniale (EN ou VU) Espèce d'intérêt communautaire (DOI)	Espèce protégée (PN) ou chassable patrimoniale Espèce patrimoniale (CR ou EN) Espèce d'intérêt communautaire (DOI)
			Distinction selon le cumul de statuts, le degré de rareté locale et l'utilisation du site : nidification, migration, hivernage, alimentation ou passage			
Chiroptères	-	-	Espèce protégée (PN) Espèce patrimoniale (NT ou D) Espèce d'intérêt communautaire (DH2)	Espèce protégée (PN) Espèce patrimoniale (VU ou NT ou D) Espèce d'intérêt communautaire (DH2)	Espèce protégée (PN) Espèce patrimoniale (EN ou VU) Espèce d'intérêt communautaire (DH2)	Espèce protégée (PN) Espèce patrimoniale (CR ou EN) Espèce d'intérêt communautaire (DH2)
			Distinction selon le cumul de statuts, le degré de rareté locale et l'utilisation du site : gîte, alimentation ou passage			
Mammifères	Espèce exotique envahissante (EEE) ou introduite	Espèce chassable non patrimoniale	Espèce protégée (PN) ou chassable patrimoniale Espèce patrimoniale (NT ou D) Espèce d'intérêt communautaire (DH2)	Espèce protégée (PN) ou chassable patrimoniale Espèce patrimoniale (VU ou NT ou D) Espèce d'intérêt communautaire (DH2)	Espèce protégée (PN) ou chassable patrimoniale Espèce patrimoniale (EN ou VU) Espèce d'intérêt communautaire (DH2)	Espèce protégée (PN) ou chassable patrimoniale Espèce patrimoniale (CR ou EN) Espèce d'intérêt communautaire (DH2)

<table>
<tr><th></th><th>Négligeable</th><th>Très faible</th><th>Faible</th><th>Modéré</th><th>Fort</th><th>Très fort</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td colspan="4">Distinction selon le cumul de statuts, le degré de rareté locale et l'utilisation du site : reproduction, alimentation ou passage</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Herpétofaune</td><td rowspan="2">Espèce exotique envahissante (EEE) ou introduite</td><td rowspan="2">-</td><td>Espèce protégée (PN)

Espèce patrimoniale (NT ou D)</td><td>Espèce protégée (PN)

Espèce patrimoniale (VU ou NT ou D)

Espèce d'intérêt communautaire (DH2)</td><td>Espèce protégée (PN)

Espèce patrimoniale (EN ou VU)

Espèce d'intérêt communautaire (DH2)</td><td>Espèce protégée (PN)

Espèce patrimoniale (CR ou EN)

Espèce d'intérêt communautaire (DH2)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Distinction selon le cumul de statuts, le degré de rareté locale et l'utilisation du site : reproduction, hivernage, alimentation ou passage</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Entomofaune</td><td rowspan="2">Espèce exotique envahissante (EEE) ou introduite</td><td rowspan="2">Espèce allochtone non invasive</td><td>Espèce non protégée et non patrimoniale autochtone

Espèce patrimoniale (NT ou D)</td><td>Espèce protégée (PN) ou non

Espèce patrimoniale (VU ou NT ou D)

Espèce d'intérêt communautaire (DH2)</td><td>Espèce protégée (PN)

Espèce patrimoniale (EN ou VU)

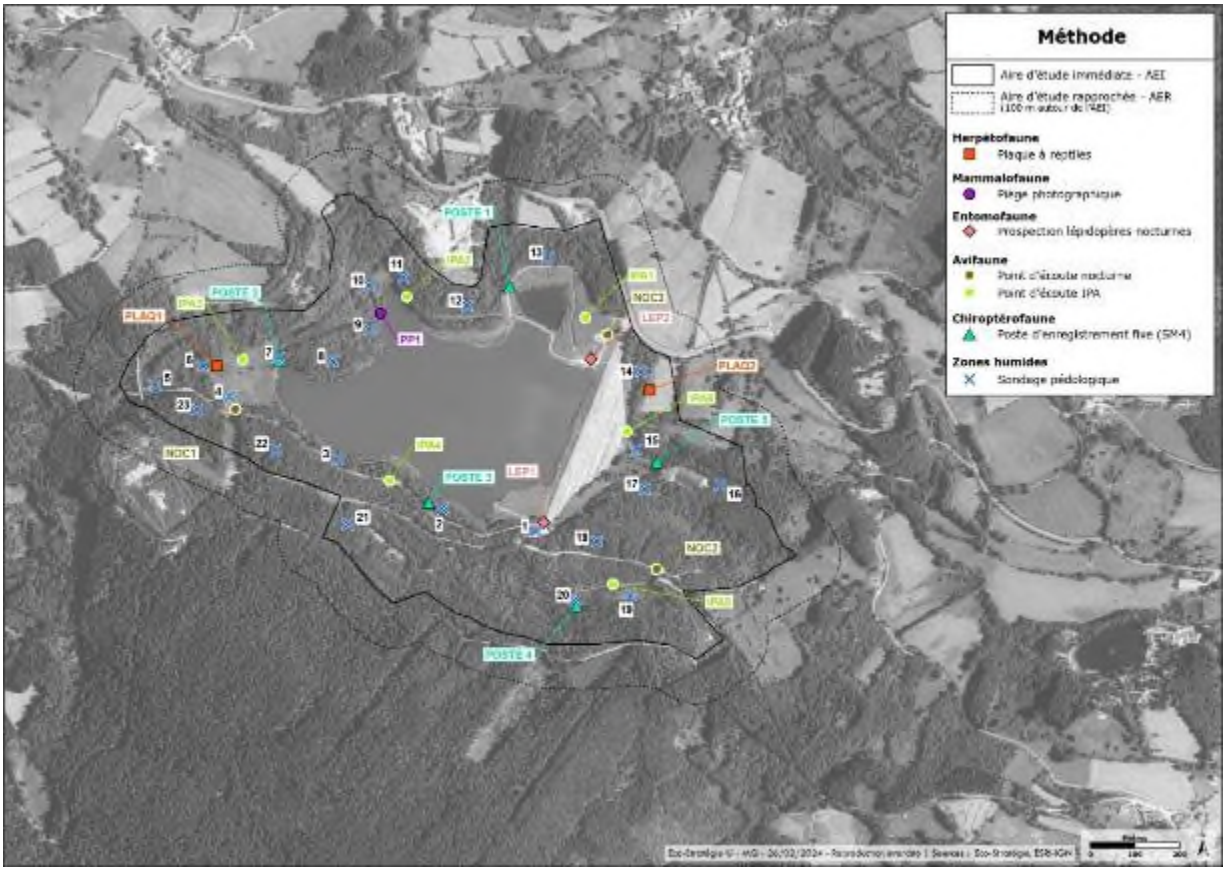
Espèce d'intérêt communautaire (DH2)</td><td>Espèce protégée (PN)

Espèce patrimoniale (CR ou EN)

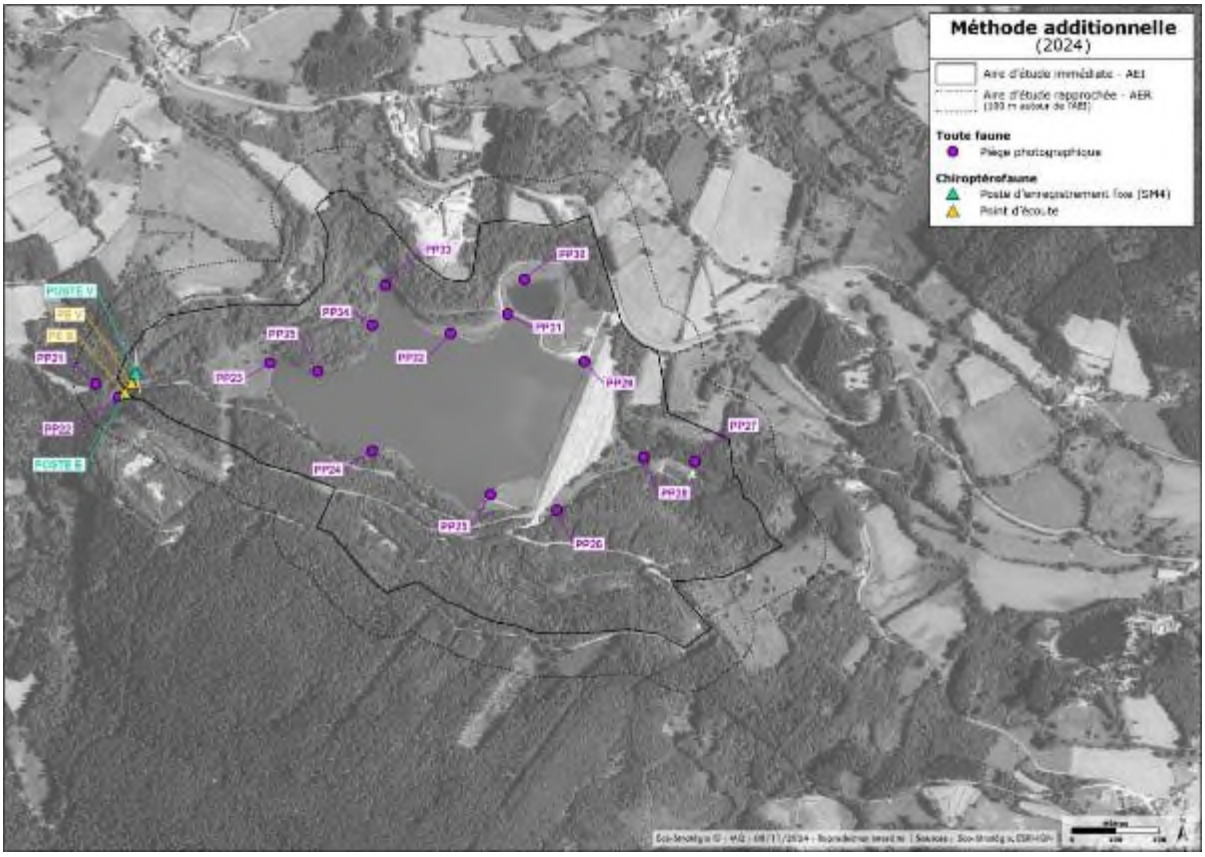
Espèce d'intérêt communautaire (DH2)</td></tr>
<tr><td colspan="4">Distinction selon le cumul de statuts, le degré de rareté locale et l'utilisation du site : reproduction, alimentation ou passage</td></tr>
</table>

Légende :
Protection : PN Protection nationale / PR Protection régionale / PD Protection départementale / C Chassable
Liste rouge : LC Préoccupation mineure / NT Quasi-menacée / VU Vulnérable / EN En danger / CR En danger critique
ZNIEFF : D Déterminante stricte
Directive Oiseaux (DOI) / Habitats (DH2) : Espèce d'intérêt communautaire

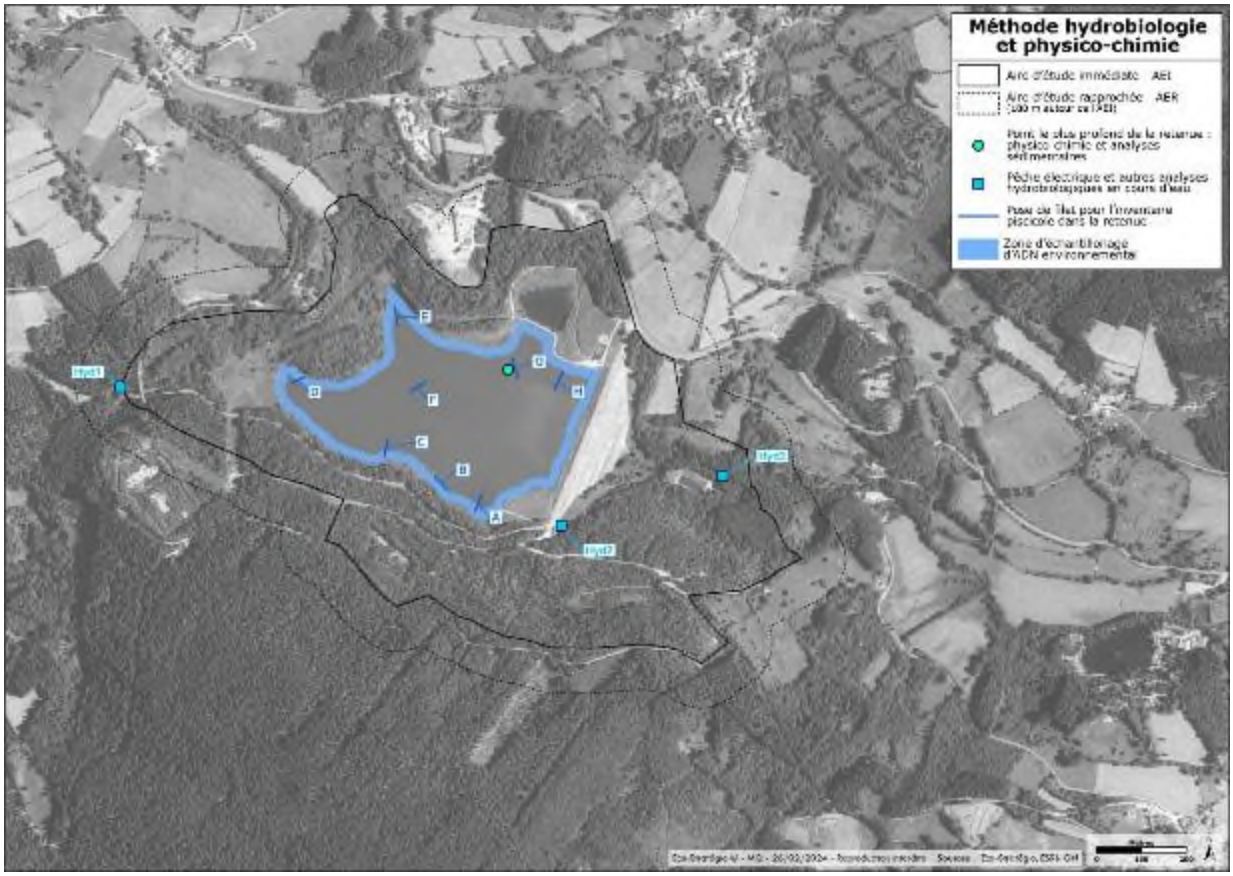
Tableau 215 : Niveaux d'enjeu



Carte 72 : Méthodes appliquées aux inventaires écologiques terrestres



Carte 73 : Inventaires écologiques complémentaires 2024



Carte 74 : Méthodes appliquées aux inventaires écologiques aquatiques

2 LES METHODE D'IDENTIFICATION ET D'EVALUATION DES INCIDENCES

L'évaluation des incidences du projet s'est basée sur plusieurs documents, dont notamment :

- Le guide de cadrage des études d'impact, Pascal Germain, École supérieure d'agriculture d'Angers, Guy Désiré, Centre d'études techniques de l'équipement de l'Ouest pour le compte du MEDD) – 2004,
- La réforme des études d'impact, Florent POITEVIN - Commissariat général au développement durable - Journée CICF-TEN – décembre 2011,
- La circulaire relative à la mise en œuvre de la réforme des études d'impact issue des articles L.122-1 et suivants du code de l'environnement pour la consultation du Comité National du Développement Durable et du Grenelle Environnement,
- La doctrine relative à la séquence « Éviter, réduire et compenser », les impacts sur le milieu naturel, MEDDE, 2012,

L'évaluation des incidences notables du projet sur l'environnement a porté sur les effets négatifs et positifs du projet, les effets directs et indirects, temporaires (y compris pendant la phase des travaux) et permanents, à court, moyen et long terme.

Un impact direct est la conséquence d'une action qui modifie l'environnement actuel. Un impact indirect est une conséquence de cette action qui se produit parce que l'état actuel a été modifié par l'impact direct.

Les impacts temporaires sont essentiellement liés à la phase travaux, mais aussi aux impacts qui ont une durée limitée dans le temps du fait de la nature et de l'évolution du projet et des activités induites.

L'évaluation des impacts a été faite selon deux étapes :

- Une quantification des impacts plus ou moins précise selon le niveau de définition du projet, les données scientifiques, les appareillages et les méthodes de calcul disponibles ;
- Une détermination du seuil ou de l'intensité de la gêne occasionnée qui peut-être subjective (paysage) ou fixée (bruit, rejets...).

Dans un premier temps, les **incidences « brutes »** ont été évaluées. Il s'agit des incidences engendrées par le projet en l'absence des mesures d'évitement et de réduction.

Les effets générés par les différentes phases de chantier font référence aux ouvrages techniques en la matière et aux diverses études réalisées par le Cabinet ECTARE et les bureaux d'études collaborateurs. Les études notamment utilisées pour déterminer les incidences sont les suivantes :

- INTERA – projet de réaménagement en couverture solide, modélisation hydrogéologique, rapport d'étude (R24FR4010/B), 16 mai 2025 ;
- PHILIA Ingénierie – Note concernant la conception hydromorphologique de la Besbre (chapitre sur la caractérisation de l'état actuel de la Besbre & annexe A – investigations hydromorphologiques de 2024), mai 2025 ;
- ALGADE – Note relative à l'estimation de l'impact radiologique des travaux de réaménagement du stockage de résidus miniers uranifères du site des Bois Noirs Limouzat (Forez), 20 mars 2025 ;
- D&S Ingénierie – Étude de gestion des poissons (INGB 24 ORAB 1144 25/L1078 ; 25/L1209. ; 25/L553.25/L ; 25/L1210), mai 2025 ;
- GAMBA – étude d'impact acoustique, 2025.

Les impacts cumulés ont été évalués sur la base des éléments disponibles sur les sites de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes et de la DDT Loire pour les autres projets potentiellement concernés. Ainsi l'avis de l'autorité environnementale sur les autres projets retenus a été utilisé pour décrire ces projets et leurs impacts potentiels.

Pour l'évaluation des risques sanitaires, menée par KALIES, il a été pris en compte le fait que le site n'est pas soumis à la directive n°2010/75/UE relative aux émissions Industrielles

dite « IED » ; par conséquent, cette étude ne comprend pas d'Interprétation de l'État des Milieux (IEM). À noter que l'Évaluation du Risque Sanitaire (ERS) est réalisée selon une méthode qualitative, c'est-à-dire l'évaluation des émissions de l'installation, des enjeux et des voies d'exposition.

Cette méthodologie est basée sur les étapes suivantes :

- Évaluation des émissions de l'installation : cette étape vise à :
  - décrire les sources d'émission et des substances émises,
  - établir un bilan quantitatif des flux,
  - vérifier la conformité des émissions.
- Évaluer les enjeux et les voies d'exposition au sein de la zone d'étude :
  - description de la zone d'étude, des populations et des usages,
  - déterminer les substances à étudier et leurs caractéristiques,
  - identifier les voies d'exposition afin de bâtir le schéma conceptuel, c'est-à-dire de déterminer, sur la base des éléments identifiés précédemment, les sources d'émissions pour lesquelles le schéma Source de dangers / Vecteur de transfert / Cibles susceptibles d'être atteintes par les pollutions est identifié.
- Évaluation prospective des risques sanitaires : cette étape a pour objectif d'estimer les risques sanitaires potentiellement encourus par les populations voisines attribuables aux émissions futures de l'installation, via :
  - L'identification des dangers (effets sur la santé et devenir dans l'environnement des substances retenues),
  - L'évaluation de la relation dose-réponse, c'est-à-dire les VTR de chaque substance,
  - La caractérisation des expositions via une modélisation des transferts des émissions futures retenues sur la base des caractéristiques des sources d'émissions décrites précédemment, dans les différents milieux,
  - La caractérisation du risque : cette étape permet de calculer les niveaux de risques pour l'ensemble des substances susceptibles de présenter des risques sanitaires sur la base des résultats de la modélisation et des VTR des substances. Pour les substances ne disposant pas de VTR mais uniquement de valeurs guide, une comparaison des résultats de la modélisation à cette valeur guide est réalisée.
- Conclusion de l'Évaluation des Risques Sanitaires : afin de pouvoir vérifier la compatibilité du projet dans l'environnement dans lequel il s'implante, les résultats de l'évaluation prospective des risques sanitaires doivent être étudiés afin d'établir les prescriptions de l'arrêté d'autorisation.

Enfin, pour rappel, pour réaliser l'étude des risques sanitaires, le guide recommandé intitulé « Évaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires Démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées ; référencé : Deuxième

édition de l'INERIS de Septembre 2021 » a été utilisé. Et, dans ce guide, il est précisément noté en page 76 que « l'évaluation des risques attribuables à une seule installation ne permet pas de caractériser le risque global encouru par les populations du fait de l'ensemble des sources de pollution. Cette question, aussi légitime soit-elle, ne fait pas partie des objectifs de l'étude d'impact d'une ICPE. En effet, l'objectif de l'étude d'impact est d'évaluer les risques attribuables à un projet, et non pas le risque total encouru par les populations autour de l'installation ». Compte tenu de ces éléments, le bruit de fond de la zone d'étude ne sera pas pris en compte dans la présente étude.

Concernant la modélisation de la dispersion atmosphérique des poussières (PM10 et PM2,5), réalisée par ISPIRA, le modèle de dispersion atmosphérique mis en œuvre est ADMS 6, logiciel de type gaussien de seconde génération. Développé depuis près de 30 ans par Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), cet outil numérique est largement utilisé et reconnu sur le territoire français, en Europe et dans le monde (1000 licences dans le monde). Considéré par l'INERIS comme la nouvelle génération des modèles de dispersion atmosphérique gaussiens, il est reconnu par l'US EPA (Environmental Protection Agency of United-States) comme un modèle « avancé » (« advanced model »). Validé par l'outil européen d'évaluation des modèles de dispersion, le « Model Validation Kit », il se base sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine.

3 LES PROPOSITIONS DE MESURES ET L'IMPACT RESIDUEL

Pour chaque impact potentiel identifié, des mesures ont été proposées. Ces mesures sont de trois natures :

- mesure d'évitement : ces mesures permettent de supprimer tout effet négatif notable du projet sur l'environnement ou la santé humaine,
- mesure de réduction : ces mesures permettent de minimiser les effets du projet n'ayant pu être évités,
- mesure de compensation : ces mesures sont prévues dès lors qu'un effet négatif notable du projet sur l'environnement ou la santé humaine n'a pas pu être évité ou suffisamment réduit.

• Mesures d'évitement

Les mesures d'évitement peuvent être obtenues par une modification, suppression ou déplacement d'un aménagement pour en supprimer totalement les incidences. C'est l'étude de différentes alternatives au projet initial, en comparant les incidences potentielles, qui conduit à éviter les incidences d'une solution plus impactante en matière d'environnement.

- **Mesures de réduction**

Les mesures de réduction concernent les adaptations du projet qui permettent d'en réduire ses impacts.

- **Mesures de compensation**

Les mesures de compensation sont des contreparties aux effets du projet pour compenser les incidences résiduelles qui n'auront pas pu être évitées ou suffisamment réduites. Elles doivent rétablir un niveau de qualité équivalent à la situation antérieure. Les mesures compensatoires doivent être considérées comme le recours ultime quand il est impossible d'éviter ou réduire au minimum les incidences.

Ces mesures apparaissent ainsi, s'il y a lieu, après l'énoncé des impacts résiduels au sein des différents paragraphes qui suivent.

Les **incidences « résiduelles »** sont ainsi évaluées en prenant en compte les mesures d'évitement et de réduction.

Les incidences environnementales sont hiérarchisées de la façon suivante :

Positif
Négligeable ou Nulle
Très faible
Faible
Modéré
Assez fort
Fort
Très fort (majeur)

Au regard de l'impact initialement envisagé et de la mesure proposée, l'impact résiduel a été évalué.

Le coût des mesures a été ici évalué sur la base de la connaissance des coûts des mesures du même type, réalisées sur d'autres projets et sur la base de ratios.

Les principales modalités de suivi des mesures et du suivi de leurs effets sur les éléments de l'environnement sont présentées de façon synthétique. Elles sont issues, concernant la plupart des mesures (milieu physique, milieu naturel) d'une assimilation simple de situation existante comparable. Enfin, concernant les effets et mesures sur le milieu humain, elles sont issues de calculs théoriques.

4 AUTEURS DE L'ETUDE D'IMPACT ET PERSONNES AYANT PARTICIPE A SA CONCEPTION DIRECTE

4.1 POUR LE CABINET ECTARE

Anaïs MEYER – Chargée de mission environnement – Master 2 Géographie Aménagement Environnement et Développement parcours Transition environnementale - Analyse bibliographique et terrain – Rédaction généraliste

Lisa MORANTON - Chargée de mission paysage – Paysagiste concepteur - Analyse bibliographique et terrain – Rédaction de l'analyse paysagère

Arnaud MAITREPIERRE – Chef de Projet ICPE – DESS en Environnement, Gestion et équipement des pays de montagne - Rédaction et vérification de qualité

Ingrid ROUVIERE – Responsable du Pôle cartographie – Technicienne Supérieure en SIG - Cartographie et Infographie

Jérôme SEGONDS – Responsable du Pôle écologie et Territoire – Ingénieur des Techniques de l'Horticulture et du Paysage - Contrôle qualité des études faune/flore/milieux

Fabien SENGES – Responsable du Pôle ICPE/Eau/Aménagement – DEA de géographie-hydrologie – Contrôle qualité

4.2 POUR PHILIA INGENIERIE

Richard TUPHE - Directeur de Projets Infrastructures – DEA Géologie de l'Ingénieur – Projet technique et dimensionnements

Cécile LLOVEL – Directrice de Projets Hydrauliques – DEA Sciences de la Terre et Environnement – Analyse hydraulique et hydrologique

4.3 POUR ECOSTRATEGIE

Marion BASSE – Chargée d'études Écologie & Biodiversité - Master Gestion conservatoire et restauration des écosystèmes à l'Université de Lorraine (54). Inventaires naturalistes faune / rédaction du rapport.

François BOURGEOT – Responsable du pôle Écologie & Biodiversité : Master Recherche en Écologie, Évolution, Biométrie, Parcours « Hydrobiologie et milieu naturel » à l'Université Claude Bernard Lyon I (69). Inventaires naturalistes faune, gestion du projet / Rédaction du rapport / contrôle qualité.

Camille BOURHIS - Assistante chargée d'études Écologie & Biodiversité - Master Éthologie-Écologie à l'Université Jean Monnet de Saint Etienne (42). Rédaction du rapport.

Benoît DELHOME – Technicien naturaliste - BTS Gestion Protection de la Nature. Inventaires naturalistes faune.

Théo DUBOIS - Chargé d'études Écologie & Biodiversité - Master Agrosciences, Environnement, Territoires, Paysage, Forêt, Gestion et Valorisation Agri-Enviro à l'Université

de Caen Normandie. Inventaires naturalistes flore-habitats-zones humides / rédaction du rapport.

Baptiste GARDE – Chargé d'études Écologie & Biodiversité - Doctorat en Biologie, Université de Swansea (RU). Inventaires naturalistes faune / rédaction du rapport.

Hermann HUBERT-DUDOIT – Chargé d'études Écologie & Biodiversité - Master Gestion et Conservation de la Biodiversité à l'Université de Bretagne Occidentale (29). Domaines d'intervention : inventaires naturalistes faune.

Chloé LOUCHE – Stagiaire Écologie & Biodiversité. Inventaires naturalistes faune

Julie PERONIAT – Géomaticienne cartographe référente - Master Professionnel SIG et gestion de l'espace à l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne (42). Cartographie et SIG

Martin QUILLOT – Géomaticien cartographe - Master Sciences de l'Eau, parcours Ingénierie de la Restauration des Milieux et de la Ressource en eau IREMIR à l'Université Lyon 2 (69). Cartographie et SIG.

Aurélie ROCA - Assistante chargée d'études Écologie & Biodiversité - Master 2 BEE parcours Gestion de l'environnement à l'Université Grenoble Alpes (38). Rédaction du rapport.

Florian SILVESTRE - Assistant chargé d'études Écologie & Biodiversité - Master bio évaluation des écosystèmes et expertise de la biodiversité à l'Université Claude Bernard de Lyon 1 (69). Rédaction du rapport.

Thibault SOLTYS-PARADIS – Chef de projet Écologie & Biodiversité - Master Écologie Éthologie à l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne (42). Inventaires naturalistes faune-flore-habitats / rédaction du rapport.

Estelle LANGRAND - Chargée d'études Écologie & Biodiversité - Master Écologie Éthologie à l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne (42). Inventaires naturalistes faune-habitats / rédaction du rapport.

Anna-Karine JEAN - Chargée d'études Écologie & Biodiversité - Master Écologie Éthologie à l'Université Jean-Monnet de Saint-Etienne (42). Rédaction du rapport.

Le prestataire d'analyse ADNe

Le laboratoire SPYGEN est spécialisé dans l'inventaire de la biodiversité aquatique et terrestre par l'utilisation de l'ADN environnemental. C'est un laboratoire de référence pour l'ADNe qui a déjà conduit des analyses pour la recherche d'écrevisses à pattes blanches et de l'Aphanomycose pour le compte de la Fédération pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique de la Loire.

SPYGEN
SAS 17 rue du Lac Saint André Savoie Technolac - BP 20274
73375 LE BOURGET DU LAC Cedex Tél : +33(0)4.79.26.15.83
Site Web: www.spygen.com
E-Mail: contact@spygen.com

Le préleveur

L'ensemble des prélèvements ont été réalisés par le Technicien de la Fédération de Pêche de la Loire, M. SCARAMUZZI, qui est le salarié certifié par le prestataire d'analyse ADNe (SPYGEN).



4.4 POUR KALIES

Marie-Charlotte AUGER – Ingénieure chargée d'affaire ICPE – Mastère Management du Changement et de l'Innovation Durable – Rédaction de l'évaluation des risques sanitaires

Rachel DELATTE - Responsable projet ICPE – Ingénieure en Maitrise des Risques Industriels – Rédaction de l'évaluation des risques sanitaires

Eric VEDEL – Responsable d'agence – Ingénieur Génie des Procédés – contrôle qualité de l'EQRS

4.5 POUR ISPIRA

L'analyse et la modélisation de la dispersion atmosphérique des poussières a été réalisée par :

Olivia LLONGARIO - Directrice des opérations

Alix HONORE – Ingénieure de projet

Orianne ALBANO – Ingénieure d''étude