



Projet d'ombrières agrivoltaïque des Deux-Chaises (03)

Deux-Chaises (03)
15 septembre 2025

**Analyse des fonctions des
zones humides impactées et
stratégie de compensation**



Information sur le document

Citation recommandée	Biotope, 2025 – Analyse des fonctions des zones humides impactées et stratégie de compensation - Projet d'ombrières agrivoltaïques des Deux-Chaises (03) - Deux-Chaises (03) - IRISOLARIS - 75 p.		
Nom de fichier	20250915_IRISOLARIS_Projet_Ombrieres_photovoltaiques_Deux-Chaises_etude_fonctionnalites_zh_vf.docx		
N° de contrat	20231049-1		
Date de démarrage de la mission	01/01/2025		
Maître d'ouvrage	IRISOLARIS 65 Avenue D'Aubière 63800 Cournon D'Auvergne		
Interlocuteur	Lina ADJAILIA Cheffe de projet <i>Développement Projet PV</i>	Contact : lina.adjailia@irisolaris.com 06 15 21 01 85	
Biotope, Responsable du projet	Mélina CLOT (MCL) <i>Cheffe de projets environnementaliste</i>	Contact : mcclot@biotope.fr 04 37 24 03 02	
Biotope, Rédaction de l'étude	Pauline PROVIN (PPR) <i>Cheffe de projet écologue</i>	Contact : pprovin@biotope.fr 04 37 24 03 02	
Biotope, Contrôleur qualité	Olivier PELEGRIN (OPE) <i>Directeur d'études Service Restauration des écosystèmes</i>	Contact : opeleguin@biotope.fr 01 40 09 04	
Version 1	Rédacteur : PPR - 05/2025	Contrôle qualité : OPE - 23/05/2025	Description des modifications apportées au document : • Création du document. • Reprise du document suite à la relecture
Version 2	Rédacteur : PPR, complément MCL - 06/2025		Description des modifications apportées au document : • Reprise du document avec le nouveau calepinage du projet
Version 3	Rédacteur : PPR, complément MCL - 09/2025		Description des modifications apportées au document : • Reprise du document avec la stratégie de compensation retenue suite aux échanges client

Biotope est signataire de la « [Charte d'Engagement des Bureaux d'Études dans le domaine de l'évaluation environnementale](#) ».

Sauf mention contraire explicite, toutes les photos du rapport ont été prises sur site par le personnel de Biotope dans le cadre des prospections de terrain.

Sommaire

1	Contexte de l'étude et aspects méthodologiques	5
1.1	Contexte de l'étude	5
1.1.1	Présentation du projet, contexte et objectifs de l'étude	5
1.1.2	Aires d'étude	5
1.1.3	Aspects méthodologiques	8
1.1.4	Bibliographie et consultations	8
1.1.5	Prospection de terrain	8
1.1.6	Difficultés rencontrées	9
2	Contexte règlementaire	10
2.1	Schéma directeur d'aménagement et de gestion de l'eau Loire-Bretagne (SDAGE)	10
2.2	Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE)	11
2.3	Article L.211-1 du Code de l'Environnement (Loi sur l'Eau)	12
2.3.1	Rubriques IOTA en lien avec les zones humides	12
2.3.1	Directive ERC (Éviter – Réduire – Compenser) associée aux zones humides	12
2.4	Synthèse du contexte règlementaire	12
3	Rappel de l'analyse des impacts résiduels sur les zones humides	14
4	Analyse des fonctions des zones humides	16
4.1	Objectifs et présentation de la méthode	16
4.1.1	Méthodologie appliquée pour l'analyse des fonctions des zones humides	17
4.2	Diagnostic fonctionnel du site impacté	18
4.2.1	Contexte et opportunité d'expression des fonctions pour les zones humides	18
4.2.2	Synthèse	21
4.2.3	Capacités vraisemblables d'expression des fonctions des zones humides	21
4.3	Synthèse du diagnostic fonctionnel des zones humides avant impact	23
4.1	Evaluation des pertes fonctionnelles après application de la séquence E et R	23
4.1.1	Analyse des impacts et des pertes fonctionnelles	23
4.1	Synthèse sur l'analyse des impacts	27
5	Stratégie de compensation	28
5.1	Objectifs globaux de la démarche	28
5.2	Les objectifs de compensation au regard des caractéristiques des zones humides impactées	28
5.3	Etude des sites potentiels de compensation proposés par le maître d'ouvrage	28
5.3.1	Eléments de contexte	28
5.3.2	Eligibilité des sites de compensation potentiels	29
5.3.3	Analyse détaillée des sites potentiels de compensation – site Nord	31
5.3.4	Analyse détaillée des sites potentiels de compensation – site Sud	35
5.4	Diagnostic des fonctions des zones humides de compensation avant action écologique	39
5.4.1	Contexte et opportunité d'expression des fonctions pour les zones humides	39
5.4.2	Caractérisation du paysage et qualification des enjeux biologiques (486 ha)	41
5.4.3	Synthèse	42
5.5	Capacités vraisemblables d'expression des fonctions des zones humides	43
5.5.1	Fonction hydrologique	43
5.5.2	Fonction biogéochimique	43
5.5.3	Fonction biologique	43

5.6	Synthèse du diagnostic fonctionnel des zones humides avant action écologique	43
5.7	Actions écologiques envisagées sur le site de compensation	44
5.7.1	Objectif global des mesures écologiques	44
5.7.2	Détails des mesures à réaliser par type d'actions sur les zones humides à améliorer (gestion) (10,22 ha)	45
6	Vérification du respect des principes de proximité géographique, d'équivalence fonctionnelle et d'additionnalité	46
6.1	Respect du principe de proximité géographique	46
6.2	Analyse de l'équivalence habitat	47
6.3	Respect du principe d'équivalence fonctionnelle et d'additionnalité	48
6.3.1	Définition du ratio fonctionnel	48
6.3.2	Présentation des résultats	48
7	Conclusion	54
	Annexe I : Méthodologie appliquée au projet	56
	Rappel réglementaire	56
	Critère « végétations »	56
	Critère « sols »	57
	Analyse piézométrique	57
	Limites méthodologiques	58
	Délimitation de la végétation humide	58
	Délimitation des sols humides	59
	Annexe II : Tableau des sondages pédologiques	62
	Annexe III : Clichés des sondages pédologiques	68
	Annexe IV : Tableaux évaluation des fonctions des zones humides	71
8	Bibliographie	72
9	Index des tableaux, cartes et figures	73

1 Contexte de l'étude et aspects méthodologiques

1.1 Contexte de l'étude

1.1.1 Présentation du projet, contexte et objectifs de l'étude

La présente mission s'inscrit dans le cadre du projet d'ombrières agrivoltaïques sur la commune des Deux-Chaises, au sein du département de l'Allier (03). Le projet prendrait place au sein de l'exploitation de Monsieur Moncelon, et s'articulerait avec une activité de pâturage ovin, préexistante au projet. D'une puissance installée envisagée de 884 kWc, le projet serait composé de 27 tables réparties au sein d'une emprise clôturée de 1,95 ha. Les ombrières photovoltaïques, de type tracker présenteraient une hauteur maximale de 4,57 mètres au point le plus haut et 2,5 mètres au point le plus bas (inclinaison maximale des tables à 60°). La hauteur minimale de 2,5 mètres permettrait ainsi d'assurer le passage des animaux et le maintien d'une activité agricole significative. Chaque module serait supporté par 4 pieux battus, adaptés au sol et sous-sol du projet. Les rangées seraient espacées d'environ 5 mètres. La surface projetée au sol des panneaux solaires lorsque ces derniers sont à l'horizontal couvre ainsi 3 653 m², soit 18,7 % de l'emprise clôturée.

Le présent projet a été développé en concertation avec l'agriculteur propriétaire et exploitant du terrain. Le maintien de l'activité de pâturage, préexistante au projet, est ainsi prévue. Les ombrières photovoltaïques apporteront ainsi plus de confort thermique pour le bétail.

En 2024, plusieurs pré-diagnostic ont été réalisés sur le site du projet, afin de déterminer les grands enjeux environnementaux, écologiques et paysagers, et accompagner le dossier d'examen au cas par cas auxquels était soumis le projet.

Le projet a fait l'objet d'un dépôt en septembre 2024. L'Autorité en charge de l'examen au cas par cas a décidé de soumettre à évaluation environnementale le projet, notamment car celui-ci est concerné par la présence d'une zone humide, et que le dossier n'analyse pas les pertes de fonctionnalité et ne propose pas de mesure pour compenser les impacts résiduels sur cette dernière.

Le présent document vise à étudier la fonctionnalité de la zone humide impactée, et à proposer une stratégie compensatoire pour compenser les impacts résiduels sur cette zone humide. Il contient donc :

- 1) Une analyse des impacts du projet sur la zone humide ;
- 2) Une analyse des fonctions de la zone humide impactée ;
- 3) Une stratégie de compensation (analyse des sites compensatoires proposés, diagnostic des fonctions des zones humides de compensation avant action écologique, et actions écologiques envisagées sur le site de compensation) ;

1.1.2 Aires d'étude

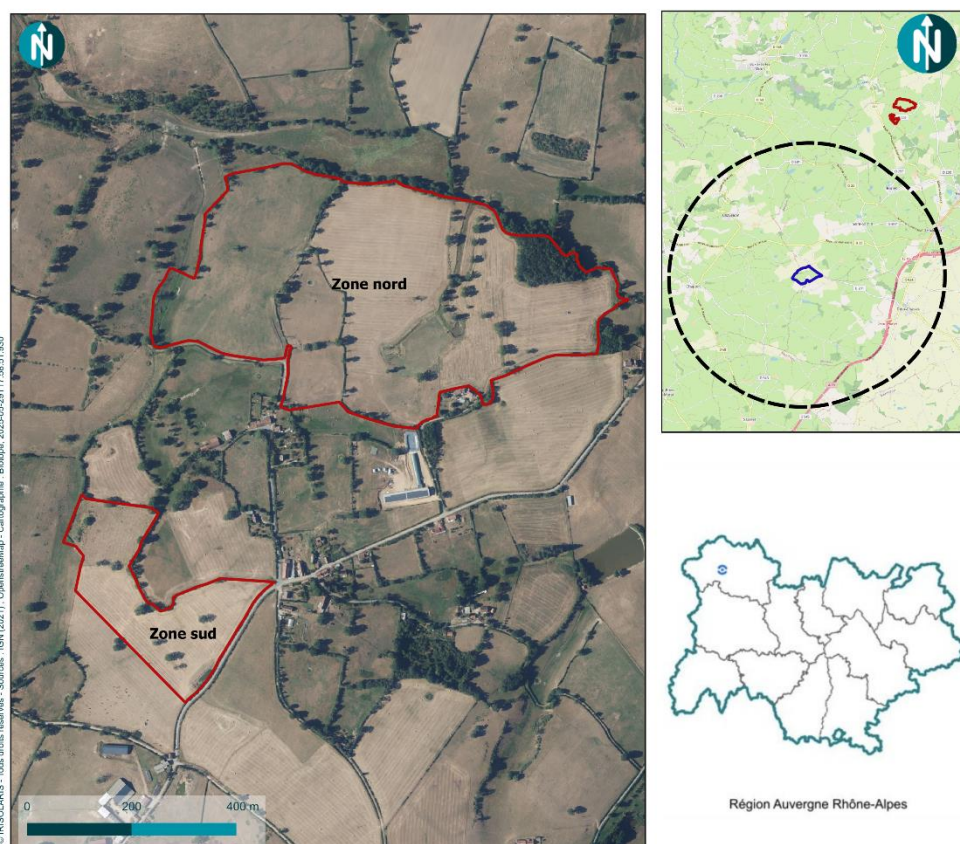
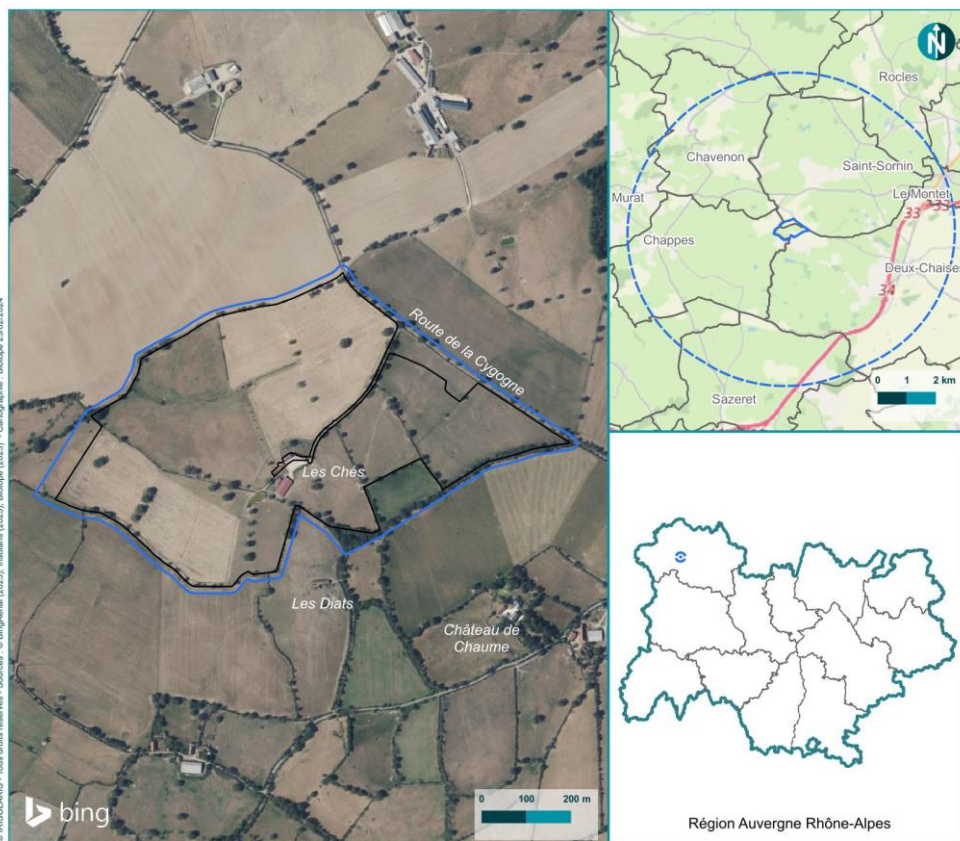
- Cf. Carte de localisation des aires d'étude
- Cf. Carte de localisation des zones visées pour la compensation

Dans le cadre de la présente étude, les aires d'études récapitulées au sein du tableau suivant ont été définies. Les aires d'études étudiées précédemment, en 2024, sont également rappelées au sein du tableau.

Tableau 1 : Aires d'étude

Aires d'étude	Description des aires d'étude
Périmètre du projet	Le périmètre du projet correspond à la surface clôturée envisagée pour le projet. C'est au sein de cette zone et de ses alentours que des expertises complémentaires ont été mises en œuvre en 2025 pour étudier la fonctionnalité de la zone humide impactée par le projet.
Aire d'étude immédiate	L'aire d'étude immédiate correspond à la zone d'implantation potentielle du projet tel qu'envisagé en 2024. Elle couvre une surface de 40 ha.

Aires d'étude	Description des aires d'étude
Aire d'étude rapprochée	L'aire d'étude rapprochée a été définie par une bande tampon d'au moins 15 m autour de l'aire d'étude immédiate. D'une surface d'environ 47 ha, elle prend également les boisements à proximité immédiate afin d'analyser les fonctionnalités écologiques du site et de ses abords. Elle s'étend sur les communes des Deux-Chaises, de Saint-Sornin et Chappes. C'est au sein de cette aire d'étude qu'ont été réalisées la majorité des analyses des pré-diagnostic environnementaux, paysagers et écologiques réalisés en 2024.
Aire d'étude éloignée (zone tampon de 5 km autour de l'aire d'étude rapprochée)	Analyse du positionnement du projet dans le fonctionnement écologique de la région naturelle d'implantation. Elle s'appuie essentiellement sur des informations issues de la bibliographie.
Sites visés pour la compensation	Les sites visés pour la compensation sont deux parcelles appartenant à l'agriculteur également propriétaire du terrain envisagé pour le projet. Deux sites distincts ont été étudiés dans le cadre de la stratégie de compensation.



1.1.3 Aspects méthodologiques

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude.

Tableau 2 : Présentation de l'équipe projet

Structure	Domaine d'intervention	Expertise réalisée	Agents	Qualité et qualification
Analyse des fonctions				
BIOTOPE	Expertise zones humides	Analyse des fonctionnalités du site impacté	PROVIN Pauline	Cheffe de projet écologue et experte zones humides
BIOTOPE	Expertise zones humides	Analyse des fonctionnalités des sites potentiels de compensation	William BERNARD	Expert entomologique – Pédologue zones humides
Coordination et rédaction de l'étude				
BIOTOPE	Coordination et cohérence des dossiers	-	CLOT Mélina	Cheffe de projet environnementaliste
BIOTOPE	Rédaction de l'étude	-	PROVIN Pauline	Cheffe de projet écologue et experte zones humides
BIOTOPE	Contrôle Qualité	-	PELEGRIN Olivier	Directeur d'études Service Restauration des écosystèmes

1.1.4 Bibliographie et consultations

1.1.4.1 Bibliographie

Les références bibliographiques utilisées dans le cadre de cette étude ont été intégrées au présent rapport et sourcées lorsque utilisées.

1.1.4.2 Consultations

Différentes personnes ou organismes ressources ont été consultés dans le cadre du pré diagnostic environnemental en 2024. Les consultations sont récapitulées au sein du tableau suivant.

Tableau 3 : Récapitulatif des consultations menées en 2024 dans le cadre du pré diagnostic environnemental

Organisme	Service	Retour
Agence Régionale de Santé	Délégation départementale de l'Allier	Oui
Chambre d'agriculture de l'Allier	-	Oui
DDT Allier	Service Environnement	Oui
Communauté de communes du Bocage Bourbonnais	-	Oui
SDIS Allier	-	Oui
DRAC AURA	Unité départementale de l'architecture et du patrimoine de l'Allier	Oui

1.1.5 Prospection de terrain

Le tableau suivant indique les dates de réalisation des inventaires sur le terrain dans le cadre de la mission.

Tableau 4 : Calendrier des prospections de terrain

Thématique	Date	Météorologie	Site concerné	Expert
Analyse des fonctionnalités	26/02/2025	Soleil, températures comprises entre 5 et 11°C	Site impacté	Pauline PROVIN
Pré-diagnostic, délimitation des zones humides	19/02/2025 ; 9-10/04/2025	Variable, températures comprises entre 5 et 15°C	Sites de compensation	William BERNARD
Analyse des fonctionnalités	17-18/04/2025	Soleil, températures comprises entre 7 et 16°C	Sites de compensation	William BERNARD

1.1.6 Difficultés rencontrées

Aucunes difficultés techniques rencontrées lors de la réalisation du terrain.

2 Contexte réglementaire

Définies par la convention de Ramsar en 1971, intégrées au droit français par la loi sur l'eau en 1992, les zones humides (ZH) sont définies comme « 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 ».

Après un constat alarmant - la disparition de 50% de la surface des zones humides en France entre 1960 et 1990 -, un ralentissement de la tendance de régression des zones humides a été observé entre 1990 et 2000 mais également entre 2000 et 2010, à partir d'un échantillon représentatif à l'échelle nationale de zones humides, comme la Dombes ou la Camargue.

D'après l'enquête nationale à dire d'experts pilotée par le MEDDE portant sur l'évolution de 152 sites de métropole et d'outre-mer entre 2000 et 2010, si la situation des sites s'est améliorée pour 11 % d'entre eux, elle s'est dégradée pour 48 %. Les superficies des milieux humides sont restées stables dans 70 % des cas.

Une dynamique en faveur des zones humides est observée désormais depuis plusieurs années, avec notamment le renforcement des mesures de protection et de gestion. Cependant, seul **7% des habitats humides naturels d'intérêt communautaire évalués sur la période 2007-2012 sont dans un état de conservation favorable**.

2.1 Schéma directeur d'aménagement et de gestion de l'eau Loire-Bretagne (SDAGE)

Depuis 1992, les SDAGE sont élaborés sur chacun des six grands bassins hydrographiques métropolitains. Réalisés par le comité de bassin, ils fixent les orientations fondamentales pour une gestion équilibrée de la ressource en eau. D'une portée juridique importante, ce document d'orientation s'impose aux décisions de l'État en matière de police des eaux, notamment des déclarations d'autorisation administrative (rejets, urbanismes...) ; de même qu'il s'impose aux décisions des collectivités et établissements publics. La Directive Cadre Européenne (DCE) sur l'eau a renforcé cet outil, en confirmant la nécessité d'une gestion et d'une planification par bassin.

Plusieurs dispositions du SDAGE 2022-2027 du Bassin Loire Bretagne visent la préservation des zones humides (voir tableau ci-dessous). Sont détaillées en particulier les dispositions ayant une incidence pour le projet agrivoltaïque des Deux-Chaises.

Tableau 5 : Disposition mise en place par le SDAGE en faveur des zones humides

Extraits des dispositions du SDAGE Loire Bretagne en faveur des zones humides (liste non exhaustive)			
Orientation	Disposition	Titre de la disposition	Détail des dispositions
8	8a	Préserver et restaurer les zones humides pour pérenniser leurs fonctionnalités	-
	8B	Préserver les zones humides dans les projets d'installations, ouvrages, travaux et activités	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 création ou la restauration de zones humides, cumulativement : • 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.
	8C	Préserver, gérer et restaurer les grands marais littoraux	-
	8D	Favoriser la prise de conscience	-
	8E	Améliorer la connaissance	-

2.2 Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau (SAGE)

Le schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) décline à l'échelle d'un bassin versant et de son cours d'eau, appelés unité hydrographique ou d'un système aquifère les grandes orientations définies par le SDAGE. Il a été instauré par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992 et codifié par les articles L212-3 à L212.11 du Code de l'environnement (France).

Le périmètre du projet et les sites potentiels de compensation sont concernés par le SAGE du Cher amont. Plusieurs orientations du PAGD du SAGE visent la préservation des zones humides. Le règlement du SAGE détaille ces dispositions.

Tableau 6 : Dispositions du PAGD du SAGE Cher amont en faveur des zones humides

Extraits des dispositions du SAGE Cher amont en faveur des zones humides (liste non exhaustive)			
Orientation	Disposition		Détails du règlement associé
4	D1	Identifier et préserver les zones humides au travers des documents d'urbanisme	-
	D2	Prendre en compte les zones humides dans les projets d'aménagement	Tout projet d'installation, ouvrage, travaux ou activité, instruit au titre de la police de l'eau et des milieux aquatiques, en vertu des articles L.214-1 à 6 du code de l'environnement, ou toute installation classée pour la protection de l'environnement, instruite en vertu de l'article L. 511-1 du même code, entraînant l'assèchement, la mise en eau, l'imperméabilisation, le remblaiement de zones humides identifiées sur le terrain, ou entraînant l'altération de leurs fonctionnalités, est interdit sauf lorsque le projet répond à l'une des exigences suivantes : • être déclaré d'utilité publique, d'intérêt général au sens de l'article L. 211-7 du code de l'environnement ou de l'article L. 121-9 du code de l'urbanisme, ou d'urgence, • présenter des enjeux liés à la sécurité ou à la salubrité publique, tels que décrits à l'article L. 2212-2 du Code Général des Collectivités Territoriales, • viser la restauration hydro-morphologique des cours d'eau (cas de travaux entraînant la perte ou l'impact de zones humides artificiellement créées par le passé par des modifications apportées à l'hydromorphologie naturelle du cours d'eau), • justifier un intérêt économique avéré et motiver le choix de la solution retenue au regard de l'impact environnemental et du coût des solutions de substitutions examinées. Dans un de ces cas particuliers, le pétitionnaire délimite précisément la zone humide dégradée et engage la mise en œuvre de mesures compensatoires conformément aux modalités fixées par le SDAGE Loire-Bretagne en vigueur.
	D3	Mettre en place un plan d'actions de préservation et de gestion des zones humides	-
	D4	Sensibiliser pour faciliter la mise en œuvre des mesures	-
	D5	Améliorer la connaissance relative aux zones humides	-

La présence de zone humide au sein du périmètre du projet est confirmée. Le projet doit donc justifier un intérêt économique avéré et motiver le choix de la solution retenue au regard de l'impact environnemental et du coût des solutions de substitution examinées. Des mesures compensatoires conformes au SDAGE Loire-Bretagne doivent être mises en œuvre.

2.3 Article L.211-1 du Code de l'Environnement (Loi sur l'Eau)

L'article L. 211-1 du code de l'Environnement définit les zones humides. L'article L. 211-1-1 quant à lui précise que « La préservation et la gestion durable des zones humides...sont d'intérêt général ».

Cette loi introduit la notion de mode de gestion dite « équilibrée » de la ressource en eau. Cette gestion implique de veiller à la bonne répartition de la ressource entre les différents usages, mais aussi de s'assurer de sa préservation à long terme, qu'il s'agisse de l'eau à proprement parler ou des milieux aquatiques associés.

2.3.1 Rubriques IOTA en lien avec les zones humides

La loi indique que tous projets d'installations, d'ouvrages, de travaux et d'activités (IOTA) ayant une influence sur l'eau ou le fonctionnement des milieux aquatiques sont soumis à deux régimes délivrés par la police de l'eau.

Sont soumis à un régime de déclaration ou d'autorisation administrative, les installations, les ouvrages, travaux et activités (IOTA) entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non, une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux, la destruction de frayères, de zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants (article L. 214-1 du code de l'environnement).

Une nomenclature prévue à l'article R. 214-1 du code de l'environnement soumet à déclaration ou autorisation ces différentes activités, au regard des dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques.

Ainsi, tout assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant supérieure ou égale à 1 ha est soumis à autorisation. Lorsque le seuil est supérieur à 0,1 ha mais inférieur à 1 ha, l'opération est soumise à déclaration rubrique 3310 de la nomenclature IOTA).

Ces projets doivent être en cohérence avec les intérêts visés à l'article L 211-1 dont « la préservation des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ».

2.3.1 Directive ERC (Éviter – Réduire – Compenser) associée aux zones humides

En 2012, le ministère en charge de l'environnement met en place la directive ERC (Eviter-Réduire-Compenser). Celle-ci a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement, de réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

Cette directive s'applique à tous les projets et programmes soumis à évaluation environnementale ainsi qu'aux projets soumis à diverses procédures au titre du code de l'environnement (autorisation environnementale, dérogation à la protection des espèces, évaluation des incidences Natura 2000, etc.).

2.4 Synthèse du contexte réglementaire

En synthèse, plusieurs implications réglementaires sont à prendre en compte concernant les zones humides et leur protection. Elles sont synthétisées au sein du tableau suivant.

Tableau 7 : Synthèse des critères à respecter dans le cadre de la compensation des impact sur une zone humide

Implications réglementaires	Disposition concernée	Détails
SDAGE Loire Bretagne	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 création ou la restauration de zones humides, cumulativement : ● 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

Implications réglementaires	Disposition concernée	Détails
		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.
SAGE Cher amont	Orientation 4-D2	Tout projet d'installation, ouvrage, travaux ou activité, instruit au titre de la police de l'eau et des milieux aquatiques, en vertu des articles L.214-1 à 6 du code de l'environnement, ou toute installation classée pour la protection de l'environnement, instruite en vertu de l'article L. 511-1 du même code, entraînant l'assèchement, la mise en eau, l'imperméabilisation, le remblaiement de zones humides identifiées sur le terrain, ou entraînant l'altération de leurs fonctionnalités, est interdit sauf lorsque le projet répond à l'une des exigences suivantes : • être déclaré d'utilité publique, d'intérêt général au sens de l'article L. 211-7 du code de l'environnement ou de l'article L. 121-9 du code de l'urbanisme, ou d'urgence, • présenter des enjeux liés à la sécurité ou à la salubrité publique, tels que décrits à l'article L. 2212-2 du Code Général des Collectivités Territoriales, • viser la restauration hydro-morphologique des cours d'eau (cas de travaux entraînant la perte ou l'impact de zones humides artificiellement créées par le passé par des modifications apportées à l'hydromorphologie naturelle du cours d'eau), • justifier un intérêt économique avéré et motiver le choix de la solution retenue au regard de l'impact environnemental et du coût des solutions de substitutions examinées. Dans un de ces cas particuliers, le pétitionnaire délimite précisément la zone humide dégradée et engage la mise en œuvre de mesures compensatoires conformément aux modalités fixées par le SDAGE Loire-Bretagne en vigueur.
Loi sur l'eau	Rubrique 3.3.1.0.	Tout assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant supérieure ou égale à 1 ha est soumis à autorisation. Lorsque le seuil est supérieur à 0,1 ha mais inférieur à 1 ha, l'opération est soumise à déclaration rubrique 3310 de la nomenclature IOTA).
Directive ERC	-	Les atteintes à l'environnement doivent être en priorité évitées, puis réduites si non suffisamment évitées, puis compensées si non suffisamment réduites et évitées.

3 Rappel de l'analyse des impacts résiduels sur les zones humides

Le projet agrivoltaïque initial s'étendait sur une surface de 11 hectares. L'ensemble de la surface du projet s'étant avérée humide, et au vu des enjeux écologiques en présence, une forte réduction de l'emprise du projet, permettant d'éviter une grande partie de la zone humide, a été mise en œuvre.

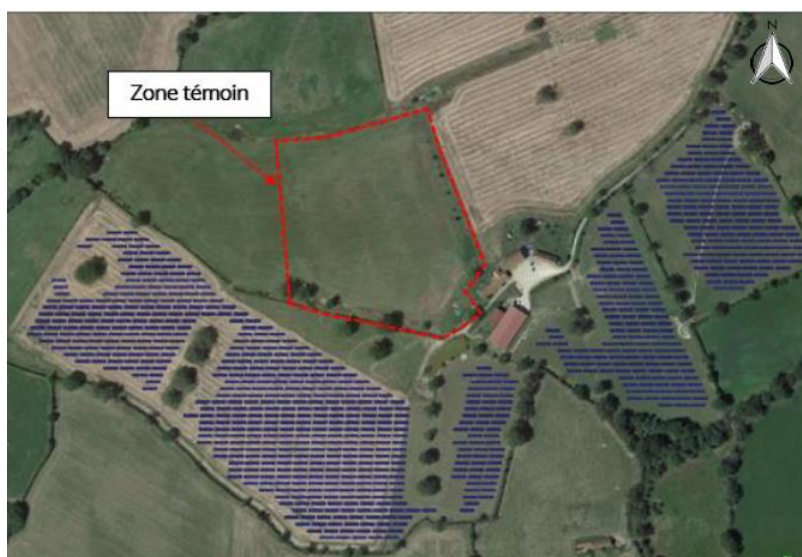


Figure 1 : Premier calepinage du projet, évitant les haies, boisements, mares, fossés et cours d'eau
(Source : IRISOLARIS)

D'autres mesures ont également été intégrées au projet. Elles sont présentées en détails au sein du pré-diagnostic environnemental, et listées au sein du tableau ci-dessous.

Tableau 8 : Synthèse des mesures intégrées au projet

Enjeux/sensibilités pris en compte	Mesures
Préservation des sols, sous-sols et des eaux et des zones humides	Evitement des zones sensibles (maintien des lisières, corridors écologiques et trame végétale existants) – Réduction de l'emprise du projet sur les zones humides – Délimitation rigoureuse de l'emprise chantier.
	Prévention des pollutions chroniques et accidentelles, gestion des déchets
	Traitement des pollutions chroniques accidentelles
	Limitation des circulations d'engins au sein du chantier et mise en place éventuelle de plaque de roulage
	Nettoyage des panneaux photovoltaïques : engagement à ne pas utiliser de détergents ou de produits phytosanitaires
Prise en compte des risques	Dispositions réglementaires de prévention et de lutte contre les incendies
	Maintien et entretien du site pendant toute la durée d'exploitation
	Réalisation d'une étude géotechnique

Enjeux/sensibilités pris en compte	Mesures
Prise en compte des enjeux écologiques identifiés	Evitement des zones sensibles (maintien des lisières, corridors écologiques et trame végétale existants) – Réduction de l'emprise du projet sur les zones humides – Délimitation rigoureuse de l'emprise chantier.
	Balisage des zones sensibles
	Assistance environnementale en phase chantier par un écologue
	Mise en œuvre d'un chantier respectueux de l'environnement
	Adaptation du calendrier d'intervention au sein et à proximité des emprises du projet
	Mise en place de clôtures perméables à la petite faune
	Renforcement du linéaire bocager et limitation de l'impact visuel du projet
	Suivi de la production agricole en phase d'exploitation
Prise en compte des enjeux paysagers identifiés	Etablir une distance tampon de protection d'a minima 5 m autour des haies ceinturant le projet de centrale agrivoltaïque au sol
	Réduire l'emprise clôturée pour aller vers un projet discret dans le paysage perçu
	Intégrer les éléments connexes par des RAL adaptés
	Renforcement de la structure bocagère autour du projet
Prise en compte des enjeux liés au milieu humain	Prévention des pollutions chroniques et accidentelles, gestion des déchets
	Sécurisation de l'accès au chantier par une signalisation adaptée
	Mise en place d'un coordinateur SPS
	Information du public et isolement du chantier

Concernant l'impact résiduel sur la zone humide, il est possible de considérer que l'ensemble de la surface clôturée du projet, soit 1,95 ha, sera altérée en phase de chantier.

En phase d'exploitation, seuls les éléments relatifs aux pieux battus (17,28 m²), et au poste de livraison (12-15 m²) constitueront une imperméabilisation de la zone humide, soit entre 29,28 m² et 32,28 m² d'impact résiduel. La plateforme associée au poste de livraison, en gravier compactée, constitue une altération de la zone humide de 150 m², bien que la perméabilité soit conservée. Ce sont ainsi entre 179 m² et 182 m² de zones humides qui seront altérés en phase d'exploitation, une surface inférieure aux seuils de déclaration de dossier « Loi sur l'eau ».

4 Analyse des fonctions des zones humides

4.1 Objectifs et présentation de la méthode

La méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides mise à jour en septembre 2023 (V1 publiée en mai 2016) a été appliquée afin d'évaluer les fonctions de la zone humide impactée. Ceci répond aux attentes énoncées dans les notes internes de la Direction de l'Eau et de la Biodiversité et de la Direction de Infrastructures de Transport (MEEM) publiées respectivement les 11 juillet 2016 et 29 juillet 2016.

Cette méthode permet d'évaluer les fonctions suivantes :

- **Fonctions hydrologiques** : atténuation du débit de crue, ralentissement des ruissellements, recharge des nappes, rétention des sédiments, soutien au débit d'étiage ;
- **Fonctions biogéochimiques** : dénitrification, assimilation végétale de l'azote, adsorption, précipitation du phosphore, assimilation végétale des orthophosphates, séquestration du carbone ;
- **Fonctions d'accomplissement du cycle de vie des espèces** : supports des habitats, connexion des habitats.

Deux types d'indicateurs sont produits. Des indicateurs dits relatifs dont la valeur est comprise entre 0 et 1, 1 étant le plus favorable aux fonctions ; des indicateurs absolus qui sont calculés en multipliant les indicateurs relatifs par la superficie du site impacté ou du site de compensation. La perte fonctionnelle ou le gain fonctionnel se base sur l'évolution des indicateurs absolus après impact ou après mesures compensatoires.

Le niveau d'expression des fonctions est déterminé par l'analyse d'indicateurs faisant chacun l'objet d'une interprétation indépendante. Ainsi, aucun score synthétique par fonction n'est produit à l'issue de la méthode. En revanche, une analyse narrative permet de caractériser le niveau fonctionnel général de la zone humide impactée et ainsi d'évaluer la perte liée au projet d'aménagement.

La méthode nationale s'applique sur les zones ayant été préalablement délimitées comme étant en zone humide au sens de la réglementation (arrêté interministériel du 24 juin 2008 modifié en octobre 2009 et en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement).

La mise en œuvre de la méthode nationale d'évaluation des fonctions implique par ailleurs une analyse à des échelles plus larges incluant (Figure 3) :

- Une zone paysagère pour l'analyse de la fonction biologique dans un rayon de 1 km autour de chacun des deux sites ;
- Une zone dite « contributive » (équivalent d'un « bassin versant » théorique) qui s'appuie sur les données de la BD CARTHAGE, de la BD TOPO et sur une analyse de la topographie (SCAN 25) ;
- Une zone tampon de 50 m autour des deux sites ;
- Et le cours d'eau, lorsque la zone humide est de type alluvial.

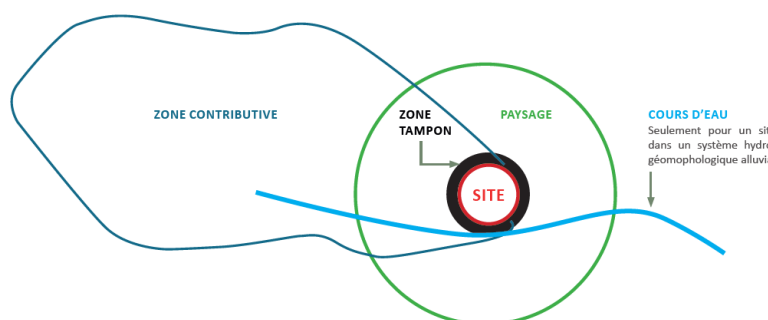


Figure 2. Les zones prises en compte pour évaluer les fonctions des zones humides.

L'analyse réalisée sur ces différents périmètres permet d'évaluer l'opportunité de la zone humide à exprimer un certain nombre de fonctions, au regard du contexte dans lequel elle s'insère. Par exemple, une zone humide en secteur alluvial a

une opportunité plus forte à jouer un rôle de ralentissement des ruissellements (alimentation en eau provenant d'une grande zone contributive) qu'une zone humide de plateau pour laquelle la zone contributive est en général restreinte.

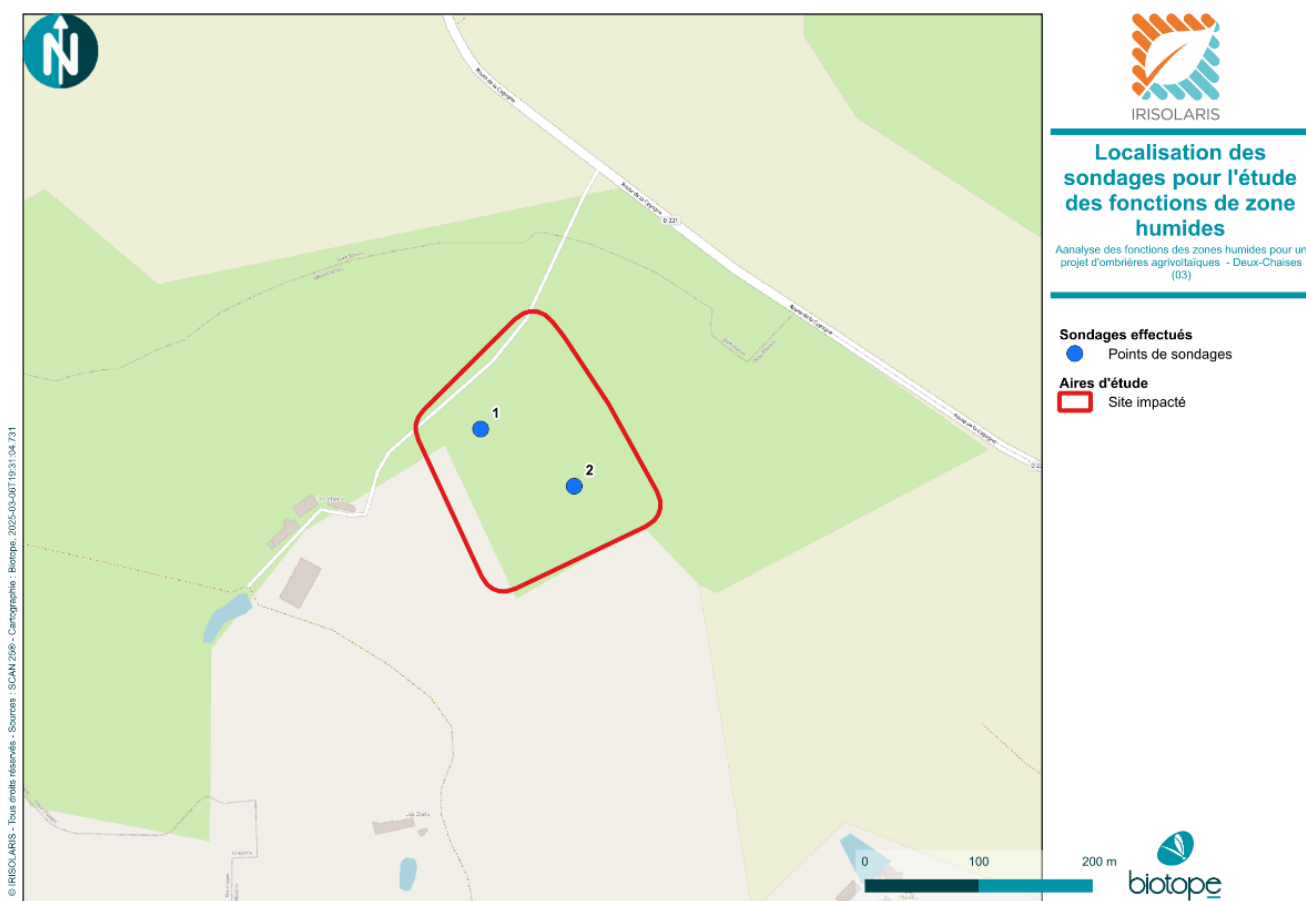
L'analyse d'un certain nombre de paramètres sur la zone humide elle-même évalue **la capacité potentielle d'expression de ces fonctions, au regard des caractéristiques propres du site**. Par exemple, une zone humide de boisement présente une rugosité plus élevée qu'une prairie humide, sa capacité potentielle de remplir une fonction de résistance à l'écoulement est donc plus importante.

4.1.1 Méthodologie appliquée pour l'analyse des fonctions des zones humides

4.1.1.1 Site impacté

La méthode nationale a été mise en œuvre par Pauline PROVIN, cheffe de projet écologue. Le travail a consisté en une étude préparatoire de caractérisation du site (remplissage du tableau d'évaluation à partir d'une analyse par SIG) et une étude de terrain réalisée le 26/03/2025 (analyse pédologique sur le site du projet et vérification des éléments obtenus par analyse cartographique).

Deux sondages pédologiques, nécessaires à la mise en œuvre de la méthode OFB, ont été réalisés sur les zones humides impactées (présence d'un ensemble homogène (Eunis 3) sur substrat géologique identique).

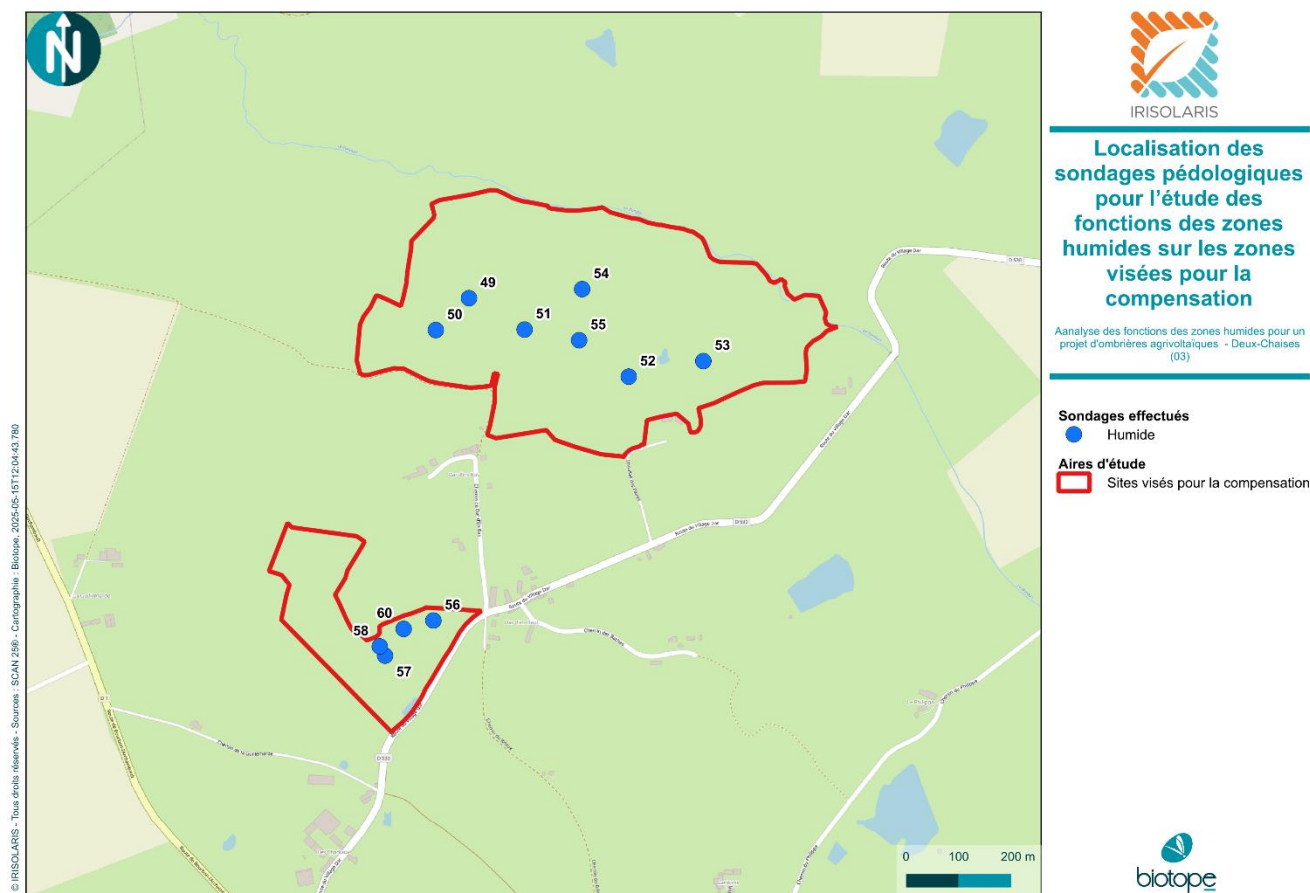


Carte 1 : Localisation des sondages pédologiques pour l'étude des fonctions des zones humides.

4.1.1.2 Site de compensation

La méthode nationale a été mise en œuvre par William BERNARD, entomologiste et pédologue zones humides. Le travail a consisté en une étude préparatoire de caractérisation du site (remplissage du tableau d'évaluation à partir d'une analyse par SIG) et une étude de terrain réalisée en deux périodes, du 9 au 10 avril puis du 17 au 18 avril 2025 (analyse pédologique sur les sites potentiels de compensation du projet et vérification des éléments obtenus par analyse cartographique).

Onze sondages pédologiques, nécessaires à la mise en œuvre de la méthode OFB, ont été réalisés sur des zones humides de compensation. Deux zones potentielles de compensation étaient identifiées.



Carte 15 : Localisation des sondages pédologiques pour l'étude des fonctions des zones humides sur les zones visées pour la compensation.

4.2 Diagnostic fonctionnel du site impacté

4.2.1 Contexte et opportunité d'expression des fonctions pour les zones humides

4.2.1.1 Caractérisation de la zone contributive et qualification des enjeux hydrologiques et biogéochimiques

La zone contributive est l'étendue spatiale d'où provient l'essentiel des écoulements superficiels et souterrains alimentant le site. Les écoulements convergeant vers le site sont à l'origine de flux hydro-sédimentaires et biogéochimiques, qui sont influencés par l'occupation du sol et les pressions anthropiques. C'est donc à cette échelle que les enjeux biogéochimiques et hydrologiques sont évalués.

La classification retenue par la méthode OFB propose cinq principaux systèmes hydro-géomorphologiques : (1) alluvial, (2) riverain des étendues d'eau, (3) de dépression, (4) de versant et bas-versant et (5) de plateau. Cette classification permet de caractériser le mode d'alimentation en eau principal de la zone humide étudiée.

Tableau 9 : Caractéristiques de la zone contributive du site

Zones humides	Surface (ha)	Explication
Site	18,37	La zone contributive a été délimitée sur la base des observations de la topographie et des connaissances du site. Les eaux pluviales sont récupérées sur les parcelles et récupérées ensuite par des ouvrages agricoles (mares) et fossés d'écoulement.

4.2.1.2 Caractéristique physique

Tableau 10 : Caractéristique physique de la zone contributive du site

Zones humides	Explication
Site	La ZC est en pente. C'est une prairie pâturée, sur une couverture limoneuse indifférenciée (arènes limoneuses des plateaux, dépôts limono-sableux des zones déprimées, terres brunes sur calcaires). La zone humide impactée est intégralement alimentée par les eaux de pluies et de ruissellements du haut du plateau au regard du contexte topographique. On observe une érosion des sols vers le bas de la topographie.

4.2.1.3 Occupation du sol

Tableau 11 : Occupation du sol de la zone contributive du site

Zones humides	Explication
Site	La zone contributive d'une superficie de 18,37 ha est de la prairie enherbée pâturée ou cultivée (97 % de la surface concernée) avec quelques linéaires arborés et/ou arbustifs de bordure de parcelle. Elle présente une petite zone construite (ferme attenante) et quelques mares agricoles. Elle possède 300 m de linéaire de petites infrastructures de transport (chemins, routes locales).

4.2.1.4 Zone tampon de 50 m autour du site

Tableau 12 : Caractéristiques de la zone tampon du site

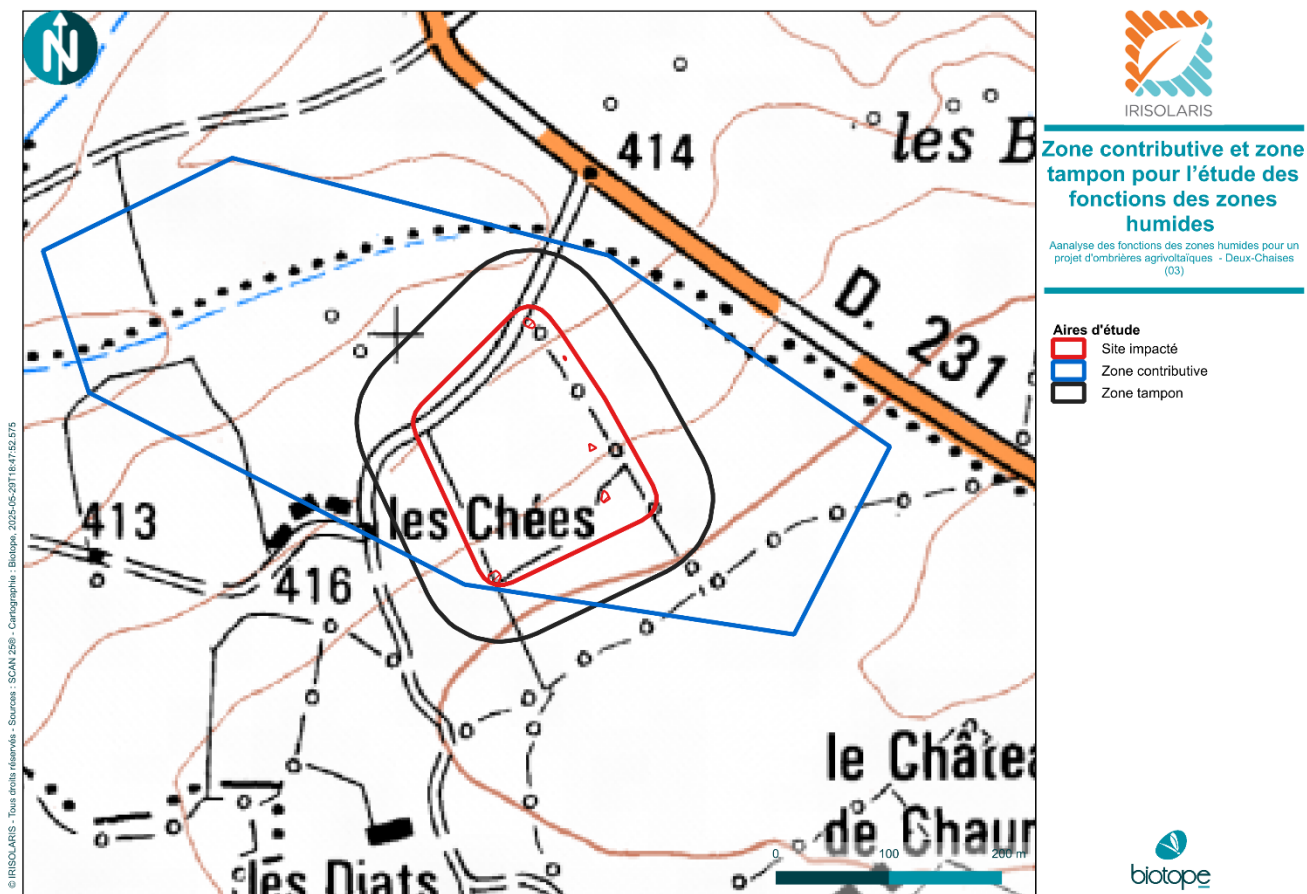
Zones humides	Explication
Site	La zone tampon possède un couvert végétal permanent très important (90%) constitué presque uniquement de prairies pâturées mésohygrophiles à mésoxérophiles, mésotrophiles à eutrophiles, planitiaires à montagnardes.

4.2.1.5 Système HGM

D'après les différents éléments de contexte présentés dans la partie 4, le système hydro-géomorphologique des zones humides impactées est un système de plateau (en suivant la nomenclature de Brinson tel que proposé par la méthode OFB).

Tableau 13 : Système HGM du site

Zones humides	Explication
Site	Système HGM de plateau alimenté par le ruissellement de haut de plateau et la pluie.



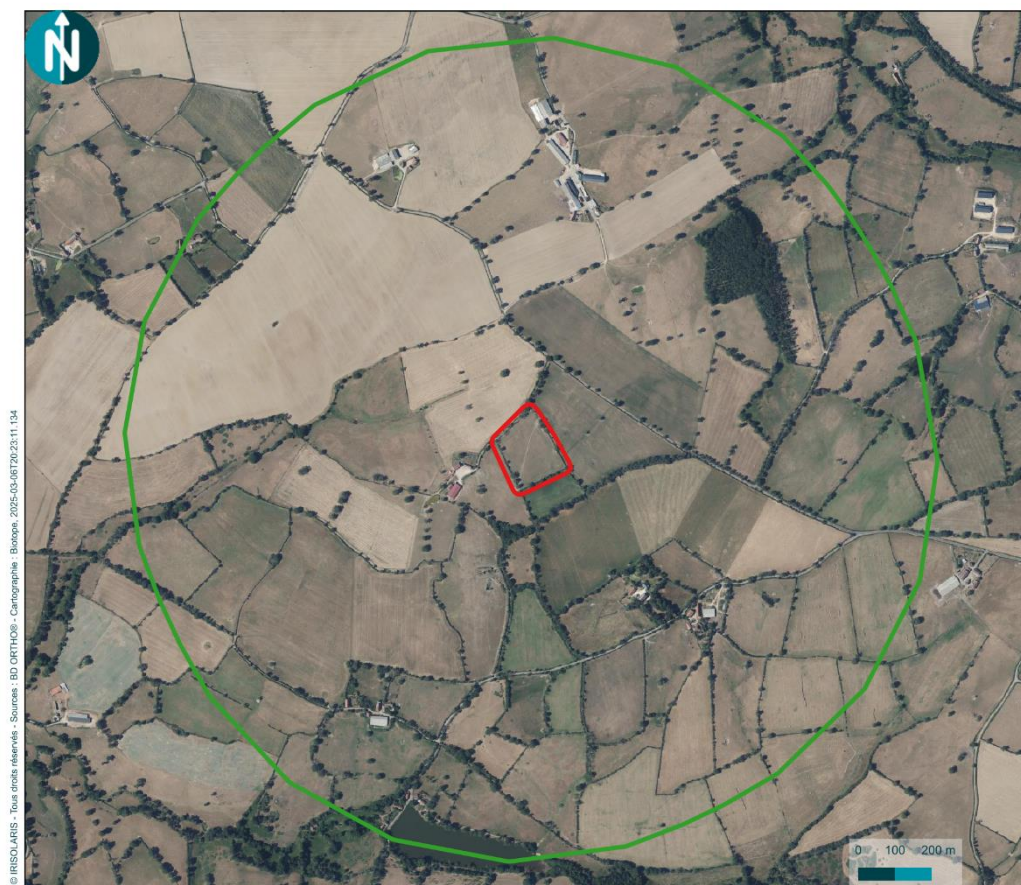
Carte 2 : Zone contributive et zone tampon pour l'étude des fonctions des zones humides

4.2.1.1 Caractérisation du paysage et qualification des enjeux biologiques (385 ha)

Dans le cadre de la méthode OFB, la zone paysagère, au sein de laquelle les interactions biologiques et les flux d'espèces (faune et flore) sont considérés, correspond à une zone tampon d'un kilomètre autour du site. C'est donc à cette échelle que les enjeux biologiques sont qualifiés pour les zones humides impactées.

Tableau 14 : Caractéristiques du paysage du site

Zones humides	Surface (ha)	Explication
Site	385,709	La zone humide et son paysage sont localisés dans un contexte essentiellement agricole. On note une proportion majoritaire de prairies agricoles (80 %), suivi de fourrés (15%) puis de zones bâties (3%) et d'eau de surface continentales (2%). Les fourrés sont observés dans le paysage autour du site impacté.



Zone paysage pour l'étude des fonctions des zones humides

Analyse des fonctions des zones humides pour un projet d'ombrières agrivoltaïques - Deux-Chaises (53)

Aires d'étude
 Site impacté
 Zone paysage



Carte 3 : Zone paysage pour l'étude des fonctions des zones humides

4.2.2 Synthèse

Tableau 15 : Synthèse des enjeux – Opportunité d'expression des fonctions hydrologique, biogéochimique et biologique

Opportunité d'expression des fonctions	Enjeu
Fonctions hydrologiques	L'opportunité d'expression des fonctions hydrologiques est faible à moyenne . L'intérêt du site pour retenir les sédiments est réduit de par la faible présence de surface construite (0,2%) et notamment d'infrastructure de transport (1,8 km/100 ha) dans la zone contributive (favorisant les apports de sédiments), malgré la part enherbée assez importante (58,3%).
Fonctions biogéochimiques	L'opportunité d'expression des fonctions biogéochimiques est globalement faible à moyenne . La part enherbée de la zone contributive reste importante mais la part cultivée et construite sont réduites, (respectivement 38,8 % et 0,2%), ce qui ne favorise pas l'intérêt du site pour dénitrifier, assimiler l'azote, le phosphore, etc.
Fonctions biologiques	L'opportunité d'expression des fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces est modérée (support) à forte (connectivité) . Les fourrés et les alignements d'arbres constituent des corridors écologiques locaux.

4.2.3 Capacités vraisemblables d'expression des fonctions des zones humides

4.2.3.1 Fonction hydrologique

Les capacités vraisemblables d'expression de la fonction hydrologique par la zone humide identifiée au sein de l'aire d'étude rapprochée sont globalement **moyennes à fortes**.

Les indicateurs encourageant cette fonction résident dans un couvert végétal permanent avec une surface terrière très faible. De plus, il faut noter une densité de rigoles très réduite et une densité de fossés assez réduite. Ainsi, le site et sa zone tampon sont très peu drainés. La conductivité hydraulique en profondeur est plus importante favorisant l'infiltration plus efficace des écoulements en profondeur et donc la recharge des nappes. Aucun ravinement n'est observé.

A l'inverse, l'épisolum humifère reste très mince avec une faible conductivité hydraulique en surface, et une granulométrie intermédiaire défavorable à la rétention des sédiments.

4.2.3.2 Fonction biogéochimique

Les potentialités d'expression de la fonction biogéochimique par la zone humide identifiée au sein de l'aire d'étude rapprochée sont globalement **moyennes**.

Les indicateurs encourageant cette fonction résident dans un couvert végétal herbacé permanent important avec export de biomasse favorisant le maintien du cycle de l'azote (assimilation de l'azote et du phosphore).

En revanche, le couvert intermédiaire avec très peu d'arbres ne favorise pas la séquestration du carbone dans le sol.

Également, la texture du sol en surface (notamment l'absence d'épisolum humifère) et la présence d'engorgement temporaire fréquent et un pH neutre à alcalin n'aide pas à tous les processus d'assimilation du phosphore, de l'azote par les plantes et à la séquestration du carbone.

4.2.3.3 Fonction biologique

Les possibilités d'expression de la fonction biologique par la zone humide identifiée au sein de l'aire d'étude rapprochée sont **modérées (support des habitats) à fortes (connectivité)**.

La prédominance d'habitat de type prairie pâturée avec la couverture d'une végétation non hygrophile de niveau EUNIS 3 est un support suffisant à l'échelle du site impacté.

La présence d'habitats non hygrophiles de manière très importante, l'absence d'activités anthropiques intensives, la faible fragmentation des habitats (51,9 m/ha) sont des indicateurs favorisant l'accueil de la faune et de la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de courtes périodes. Le déséquilibre de la répartition des habitats et la présence d'espèces exotiques envahissantes restent en revanche défavorables.

Les similarités avec le paysage favorisent la connectivité de l'aire d'étude rapprochée avec les habitats alentours.

4.3 Synthèse du diagnostic fonctionnel des zones humides avant impact

Le tableau suivant résume les enjeux concernant les fonctions des zones humides impactées.

Le tableau ci-après met en regard l'opportunité de la zone humide du site à remplir les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et d'accomplissement du cycle biologique des espèces et sa capacité potentielle à les exprimer. Cette synthèse est construite par interprétation, à dire d'expert, des résultats par indicateur issus de la méthode.

Tableau 16 : Synthèse du diagnostic des fonctions des zones humides avant impact

Fonctions (Méthode nationale ONEMA/MNHN, 2023)		Contexte = Opportunité d'expression de la fonction	Zones humides = Capacité vraisemblable d'expression de la fonction
		Interprétation BIOTOPE	
Fonctions hydrologiques (dont rôle de la zone humide quant au risque inondation)	Atténuation du débit de crue	NA	Modéré
	Ralentissement des ruissellements	Faible	Modéré
	Recharge des nappes	NA	Modéré
	Rétention des sédiments	Modéré	Modéré à fort
	Soutien au débit d'étiage	Faible	Modéré
Fonctions biogéochimiques (= fonctions épuratoires et de stockage du carbone)	Dénitrification	Faible à Modéré	Faible à Modéré
	Assimilation végétale de l'azote		Fort
	Adsorption, précipitation du phosphore		Fort
	Assimilation végétale des orthophosphates		Modéré
	Séquestration du carbone	NA	Faible
Fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces	Support des habitats	Modéré à fort	Modéré
	Connectivité		Fort

Légende : Niveau faible / moyen / fort qualifiant l'opportunité d'expression de la fonction au regard de son environnement et la capacité potentielle d'expression de la fonction au regard des caractéristiques propres de la zone humide. NA : il n'est pas possible d'évaluer l'opportunité d'exprimer ces fonctions dans le cadre de l'application de cette méthode.

4.1 Evaluation des pertes fonctionnelles après application de la séquence E et R

4.1.1 Analyse des impacts et des pertes fonctionnelles

Le site est aujourd'hui impacté directement par le projet. Il existe des pertes de fonctionnalité à évaluer via la méthode nationale.

4.1.1.1 Capacités d'expressions

Ainsi 1,95 ha de zone humide sont impactés par le projet dont 182 m² qui seront imperméabilisés (structures des panneaux photovoltaïques, poste de transformation-livraison, plateforme associée au poste). Une perte de fonctionnalité de la zone humide est attendue. La figure suivante indique par au sein des cases noires « avant impact » et « après impact » les pertes identifiées sur les indicateurs et les fonctions associées aux zones humides.

TABLEAU DE BORD DE LA VALEUR DES INDICATEURS DANS LE SITE									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Indiquez par un "X", si vous souhaitez afficher les indicateurs :

☒

9

Propriété de l'indicateur			Sous-fonctions associées												Dans le site impacté		
Nom de l'indicateur	N° de question	Valeur de l'indicateur		Atténuation du débit de crue ¹	Réaménagement des ruissellements	Recharge des nappes	Rétention des sédiments	Soutien au débit d'étiage ²	Densification des strates	Assimilation végétale de l'eau	Assimilation végétale de l'azote	Assimilation végétale des orthophosphates	Séquestration du carbone	Support des habitats	Connexion des habitats	Valeur de l'indicateur [0-1]	Commentaire
		fonction réduite	fonction importante														
Le couvert végétal																	
Végétalisation du site	34	Un couvert végétal permanent capte, stabilise les sédiments et réduit le lessivage des nutriments.															Avant impact Couvert vég. permanent très important (95 %) Avec impact envisagé Couvert vég. permanent très important (95 %) Après impact
Assimilation N et P	46	Les couverts herbacés avec des pratiques agricoles, arborés ou arborés assimilent plus de nutriments que les couverts clairs, nus, ou herbacés sans pratique agricole.															Avant impact Couvert surtout herbacé avec export de biomasse et/ou Avec impact envisagé Couvert surtout herbacé avec export de biomasse et/ou Après impact
Séquestration C	46	Un couvert ligneux et une biomasse végétale importante stockent plus de carbone. Les pratiques agricoles stimulent cette fonction dans un couvert herbacé.															Avant impact Couverts intermédiaires. Avec impact envisagé Couverts intermédiaires. Après impact
Surface terrière carbone	49	Une surface de section des arbres (m ² /ha) importante indique une meilleure séquestration du carbone.															Avant impact Surface de section des arbres très faible Avec impact envisagé Surface de section des arbres très faible. Après impact
Surface terrière étiage	49	Une surface de section des arbres (m ² /ha) faible en période, source et soutient et dépression limite le rechargement, ce qui favorise le soutien du débit d'étiage en aval.															Avant impact Surface de section des arbres très faible Avec impact envisagé Surface de section des arbres très faible. Après impact
Rugosité du couvert végétal	46	Un couvert arboré assure plus les accumulations, retient plus de sédiments et de nutriments que les couverts arborés, herbacés, clairs ou nus. spécifique aux sites alluviaux ou estuariens															Avant impact Non renseigné. Site ri alluvial, ni estuarien. Avec impact envisagé Non renseigné. Site ri alluvial, ni estuarien. Après impact
Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.																	
Les systèmes de drainage																	
Rareté des rigoles	52	L'absence de rigoles, de fossés et de fossés profonds accroît le temps de séjour des eaux, réduit les flux hydrosédimentaires et de nutriments vers l'aval et le décharge des nappes.															Avant impact Densité de rigoles très réduite (9 m ² /ha). Avec impact envisagé Densité de rigoles très réduite (15 m ² /ha). Après impact
Rareté des fossés	52	L'absence de fossés accroît le temps de séjour des eaux, réduit les flux hydrosédimentaires et de nutriments vers l'aval et le décharge des nappes.															Avant impact Densité de fossés assez réduite (108 m ² /ha). Avec impact envisagé Densité de fossés importante (177 m ² /ha). Après impact
Rareté des fossés profonds	52	L'absence de fossés profonds accroît le temps de séjour des eaux, réduit les flux hydrosédimentaires et de nutriments vers l'aval et le décharge des nappes.															Avant impact Densité de fossés profonds assez réduite (36 m ² /ha). Avec impact envisagé Densité de fossés profonds assez importante (58 m ² /ha). Après impact
Rareté des drains souterrains	53	L'absence de drains souterrains accroît le temps de séjour des eaux, réduit le lessivage de nutriments et le décharge des nappes.															Avant impact Site et zone tampon très peu ou pas drainés (0 %). Avec impact envisagé Site et zone tampon très peu ou pas drainés (0 %). Après impact
L'érosion																	
Rareté du ravinement	54	L'absence de ravines réduit l'évacuation des sédiments et le lessivage de nutriments vers l'aval.															Avant impact Absence de ravinement. Avec impact envisagé Absence de ravinement. Après impact
Végétalisation des berges	58	La stabilisation des berges par un couvert végétal limite l'évacuation des sédiments et le lessivage de nutriments vers l'aval. spécifique aux sites alluviaux ou estuariens															Avant impact Non renseigné. Site ri alluvial, ni estuarien. Avec impact envisagé Non renseigné. Site ri alluvial, ni estuarien. Après impact
Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.																	
Le sol																	
pH neutre	44	Un pH [6-7] favorise l'assimilation végétale du phosphore, car cet élément est alors plus disponible pour la végétation dans le sol.															Avant impact Sol généralement assez acide ou assez basique Avec impact envisagé Sol généralement assez acide ou assez basique. Après impact
pH acide-alcalin	44	Un pH acide ou basique favorise la fixation du phosphore dans le sol.															Avant impact Sol généralement assez acide ou assez basique. Avec impact envisagé Sol généralement assez acide ou assez basique. Après impact
Matière organique incorporée en surface	44	Un épissol humifère épais (matière organique) fixe les sédiments, favorise la rétention de l'eau, fournit du carbone pour dénitrifier et indique la séquestration de carbone.															Avant impact Epissol humifère très mince (moy.=18 cm). Avec impact envisagé Epissol humifère très mince (moy.=18 cm). Après impact
Matière organique enfouie	44	Un épissol humifère épais (matière organique) favorise la rétention de l'eau, fournit du carbone pour dénitrifier et indique la séquestration de carbone.															Avant impact Absence d'horizon humifère enfoui. Avec impact envisagé Absence d'horizon humifère enfoui. Après impact
Tourbe en surface	44	Une tourbe (horizon histique) épaisse et peu décomposée indique une décomposition faible de la matière organique, favorable à la séquestration du carbone.															Avant impact Absence d'horizon histique (tourbe). Avec impact envisagé Absence d'horizon histique (tourbe). Après impact
Tourbe enfouie	44	Une tourbe enfouie (horizon histique) dense et peu décomposée indique une décomposition faible de la matière organique, favorable à la séquestration du carbone.															Avant impact Absence d'horizon histique (tourbe). Avec impact envisagé Absence d'horizon histique (tourbe). Après impact
Texture en surface	44	En surface (0-30 cm), les brèches fines (argileuses) ou grossières (sableuses) sont plus cohésives ou plus lourdes que les limons ; et donc moins sensibles à l'érosion.															Avant impact Granulométrie intermédiaire. Avec impact envisagé Granulométrie intermédiaire. Après impact

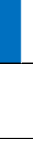
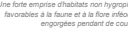
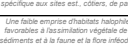
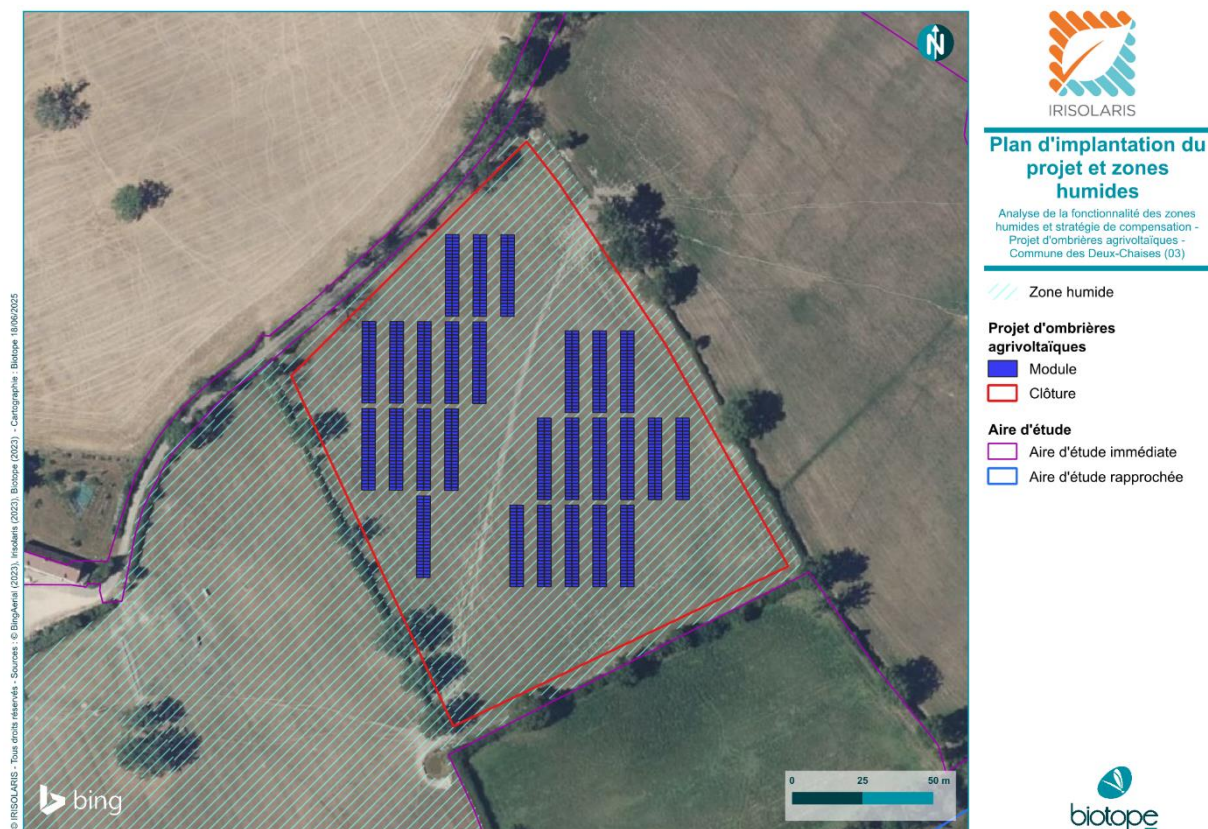
Texture en surface 2	44	En surface (0-30 cm), une texture fine (argileuse) offre plus de surfaces de contact entre particules pour les organismes qui détritient, ce qui favorise cette fonction. 		Avant impact		Granulométrie intermédiaire.
				Avec impact envisagé		Granulométrie intermédiaire.
				Après impact		
Texture en profondeur	44	En profondeur (30-120 cm), une texture fine (argileuse) offre plus de surfaces de contact entre particules pour les organismes qui détritient, ce qui favorise cette fonction. 		Avant impact		Granulométrie intermédiaire.
				Avec impact envisagé		Granulométrie intermédiaire.
				Après impact		
Conductivité hydraulique en surface	44	En surface (0-30 cm), une texture grossière (sablueuse) favorise une infiltration plus efficace des écoulements. 		Avant impact		Faible conductivité hydraulique en surface.
				Avec impact envisagé		Faible conductivité hydraulique en surface.
				Après impact		
Conductivité hydraulique en profondeur	44	En profondeur (30-120 cm), une texture grossière (sablueuse) favorise une infiltration plus efficace des écoulements. 		Avant impact		Forte conductivité hydraulique en profondeur.
				Avec impact envisagé		Forte conductivité hydraulique en profondeur.
				Après impact		
Engorgement permanent	44	Un engorgement permanent en surface défavorise la dénitrification mais favorise la séquestration du carbone. 		Avant impact		Engorgement permanent rare ou absent.
				Avec impact envisagé		Engorgement permanent rare ou absent.
				Après impact		
Engorgement temporaire	44	Un engorgement temporaire en surface favorise la dénitrification. 		Avant impact		Engorgement temporaire très fréquent.
				Avec impact envisagé		Engorgement temporaire très fréquent.
				Après impact		
Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.						
Les habitats						
Richesse en habitats	25, 27, 29, 47, 48	Un grand nombre d'habitats indique des conditions favorables à l'accueil d'une faune et d'une flore variée. 		Avant impact		Faible nomb. d'habitats nat.
				Avec impact envisagé		Faible nomb. d'habitats nat.
				Après impact		
Équipartition des habitats	25, 27, 29, 47, 48	Une répartition équilibrée des habitats indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à chacun. 		Avant impact		Répartition des habitats nat. très déséquilibrée.
				Avec impact envisagé		Répartition des habitats nat. équilibrée.
				Après impact		
Habitats hygrophiles	25, 27, 29, 48	Une forte emprise d'habitats hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de longues périodes. 		Avant impact		Absence d'habitats hygrophiles.
				Avec impact envisagé		Emprise d'habitats hygrophiles importante (75 %).
				Après impact		
Habitats non hygrophiles	25, 27, 29, 48	Une forte emprise d'habitats non hygrophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides engorgées pendant de courtes périodes. 		Avant impact		Emprise d'habitats non hygrophiles très importante (99 %).
				Avec impact envisagé		Emprise d'habitats non hygrophiles assez réduite (22 %).
				Après impact		
Habitats halophiles	25, 27, 29	Une forte emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides salées ou saumâtres. 		Avant impact		Hors littoral marin, non renseigné.
				Avec impact envisagé		Hors littoral marin, non renseigné.
				Après impact		
Habitats non halophiles	25, 27, 29	Une faible emprise d'habitats halophiles indique des conditions favorables à la faune et à la flore inféodées aux zones humides salées ou saumâtres. 		Avant impact		Hors littoral marin, non renseigné.
				Avec impact envisagé		Hors littoral marin, non renseigné.
				Après impact		
Rareté de l'anthropisation de l'habitat	25, 27, 29, 47, 48	L'absence d'activités anthropiques intensives favorise l'accueil de la faune et de la flore. 		Avant impact		Emprise d'hab. nat. très forte.
				Avec impact envisagé		Emprise d'hab. nat. très forte.
				Après impact		
Rareté des invasions biologiques végétales	25, 27, 29	Une faible emprise d'espèces végétales associées à des invasions biologiques favorise l'accueil de la faune et de la flore autochtones. 		Avant impact		Emprise d'esp. inv. vég. très réduite.
				Avec impact envisagé		Absence d'esp. vég. inv.
				Après impact		
Rareté de la fragmentation	59	La faible fragmentation d'un habitat indique des conditions favorables à l'accueil de la faune et de la flore inféodées à celui-ci. 		Avant impact		Fragmentation très faible (51 m/ha).
				Avec impact envisagé		Faible fragmentation (256,4 m/ha).
				Après impact		
Similarité avec le paysage	17, 25, 27, 29	Une forte ressemblance entre les milieux dans le site et dans le paysage favorise les connexions entre habitats. 		Avant impact		Habitats similaires au paysage.
				Avec impact envisagé		Habitats similaires au paysage.
				Après impact		
Les rectangles bleus, rouges ou verts indiquent les sous-fonctions renseignées par l'indicateur.						
* : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier. ** : évaluée qu'en système de plateau, source et ruissellement et dépression.						

Figure 3 : Tableau extrait de la feuille d'évaluation du site fonctionnel

En conclusion, le niveau de fonctionnalité de la zone humide étudiée sera réduit pour toutes les fonctions.



Carte 4 : Localisation du projet sur les zones humides

4.1 Synthèse sur l'analyse des impacts

En conclusion, le niveau de fonctionnalité (avant impact et avec impact envisagé) est moyen à fort. Elle est forte sur la fonction biologique (connectivité) et ponctuellement sur les fonctions de rétention des sédiments/ assimilation de l'azote et adsorption, précipitation du phosphore. Les principaux enjeux sont d'ordres biologiques et hydrologiques.

Comme présenté précédemment, différentes mesures d'évitement et de réduction des impacts directs et indirects ont été étudiées et proposées dans le cadre du projet : réduction des emprises, balisages des emprises, renforcement du linéaire bocager.

Actuellement, environ 182 m² seront imperméabilisés par le projet et au total 1,95 hectares de zones humides seront impactés durant la phase chantier.

Zones humides	Surface de zones humides (ha)	Impact direct (ha)	Impact indirect (ha)	Impact global sur les zones humides (ha)
Aire d'étude	1,95	-	-	-
Zone de projet	1,95	0,01	1,95	1,95

Figure 4 : Bilan des surfaces des zones humides impactées (07/03/2025)

Dans le cadre de la mise en œuvre des mesures compensatoires, il s'agira de cibler en priorité les fonctions biologiques, hydrologiques, qui représentent le niveau d'enjeu le plus élevé (opportunité/enjeux), puis les fonctions biochimiques.

5 Stratégie de compensation

5.1 Objectifs globaux de la démarche

Pour rappel, en 2012, le ministère en charge de l'environnement met en place la directive ERC (Eviter-Réduire-Compenser). Celle-ci a pour objectif d'éviter les atteintes à l'environnement, de réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et de compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

Cette directive s'applique à tous les projets et programmes soumis à évaluation environnementale ainsi qu'aux projets soumis à diverses procédures au titre du code de l'environnement (autorisation environnementale, dérogation à la protection des espèces, évaluation des incidences Natura 2000, etc.).

5.2 Les objectifs de compensation au regard des caractéristiques des zones humides impactées

Les fonctionnalités des zones humides impactées ont été décrites dans le chapitre 4.

Les objectifs de compensations sont donc de privilégier la compensation fonctionnelle à la compensation surfacique pour établir le respect du principe d'équivalence écologique. A ces fins, les compensations devront porter préférentiellement sur les zones humides :

- dans le même bassin versant de la masse d'eau ;
- au sein d'un contexte proche de celui de la zone humide impactée ;
- système HGM de plateau.

Tableau 17 : Rappel des objectifs de compensation au regard des caractéristiques des zones humides impactées

Zones humides	Système HGM	Masse d'eau surfacique	Surface de zones humides (ha)	Impact direct (ha)	Impact indirect (ha)	Cumul des surfaces impactées directement et indirectement (ha)
Site de projet	Plateau	FRGR0322 : l'Aumance et ses affluents depuis Tortezaïs jusqu'à Cosne-d'Allier	1,95	0,01	1,95	1,95

5.3 Etude des sites potentiels de compensation proposés par le maître d'ouvrage

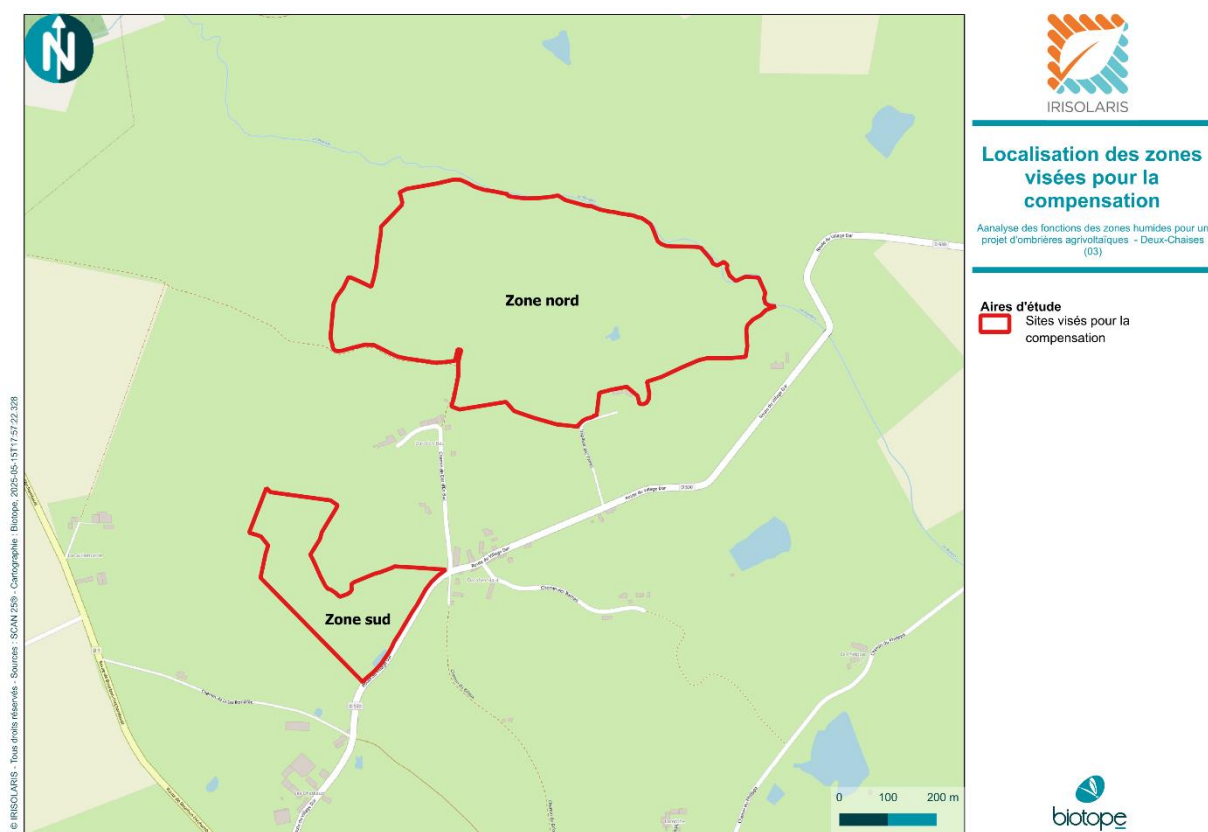
5.3.1 Eléments de contexte

Le site du projet et son contexte immédiat ne sont pas apparus favorables à l'accueil de la compensation. En effet, il présente aujourd'hui des fonctions biologiques s'exprimant fortement (sauf support des habitats), des fonctions hydrologiques s'exprimant modérément à fortement et des fonctions biogéochimiques s'exprimant modérément à fortement (sauf séquestration carbone, expression faible). Aussi, le milieu apparaît fortement fonctionnel, et la plus-value de la compensation faible.

En effet, il est à noter que le ou les sites de compensation devront présenter un état initial permettant la mise en place de mesures de restauration permettant l'obtention d'un gain fonctionnel suffisant pour atteindre une équivalence fonctionnelle sur les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et de support de la biodiversité.

La recherche de site de compensation s'est ainsi orientée sur les parcelles appartenant au même propriétaire que le site envisagé pour le projet, et étant à proximité. La maîtrise du foncier est ainsi facilitée, et la compensation s'inscrit à proximité du projet, dans un contexte paysager très proche (contexte de bocages vallonnés). Deux parcelles sur la commune voisine de Rocles ont ainsi été étudiées.

Une visite de terrain a été initiée le 19 février 2025 et poursuivie les 9 et 10 avril 2025 puis le 17 et 18 avril 2025 par William BERNARD (expert entomologiste, pédologue zone humide).

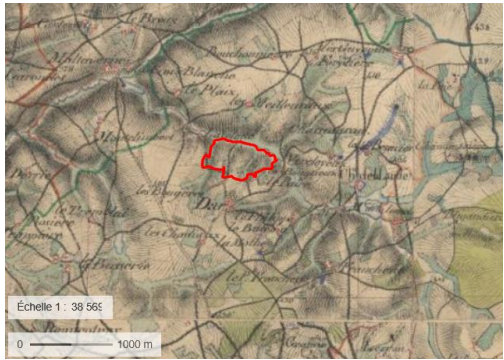


5.3.2 Eligibilité des sites de compensation potentiels

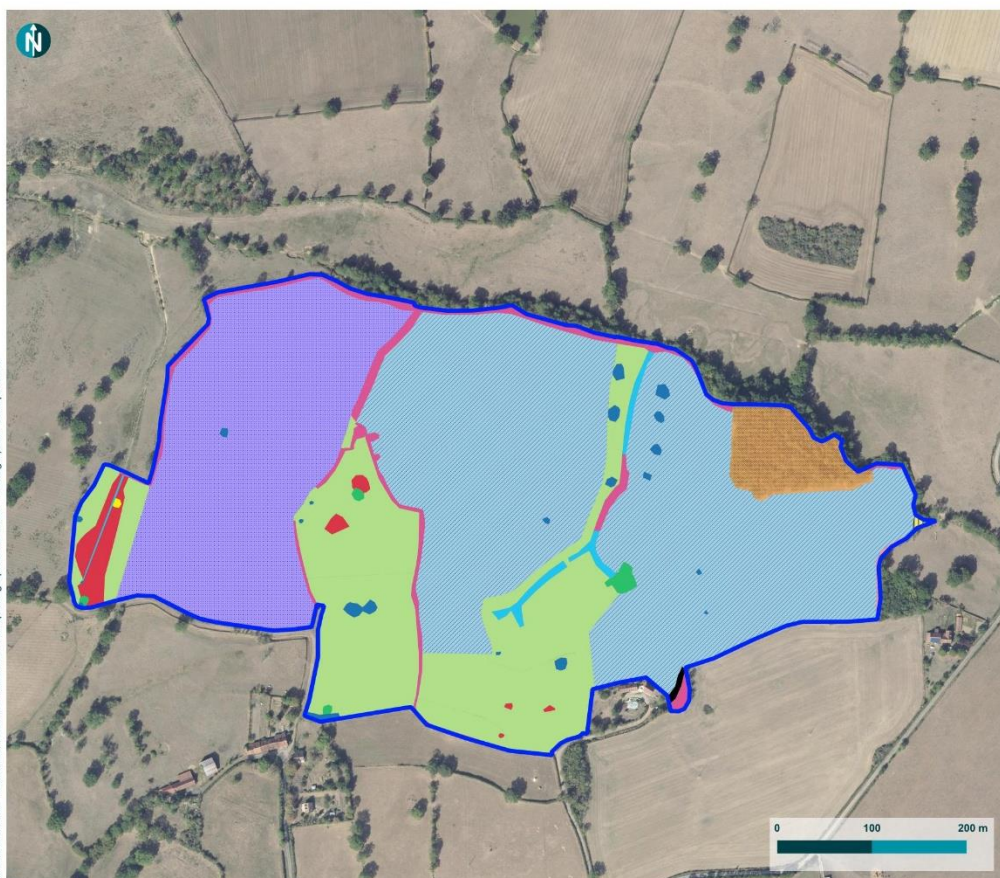
Site	Critères			
	Additionnalité	Proximité géographique	Faisabilité	Pérennité
Site Nord	Les sites ne sont pas concernés par des zonages réglementaires du patrimoine naturel ou autres actions publiques existantes. Le projet de compensation ne se substituerait à aucune action publique en faveur de la biodiversité. Le critère d'additionnalité vis-à-vis des zonages réglementaires est donc respecté. Le critère d'additionnalité vis-à-vis des financements de la PAC sera vérifié.	~ 7,6 km <i>Le site est situé au sein du bassin versant du Cher, mais n'est pas situé au sein bassin versant de L'Aumance. Il se situe néanmoins au sein du bassin voisin, le bassin du Bandais.</i> Le critère de proximité géographique n'est donc pas respecté, il s'agit néanmoins de la masse d'eau voisine	Aucun zonage du patrimoine naturel ou d'urbanisme (carte communale) n'apparaît comme étant techniquement contraignant pour les actions projetées par le programme compensatoire. La faisabilité liées à ces zonages semble donc assurée. La faisabilité technique complète sera néanmoins vérifiée à travers la	Le terrain appartient à l'agriculteur associé au projet. La pérennité de la compensation semble donc assurée.

Site Sud		~ 7 km <i>Le site est situé au sein du bassin versant du Cher, mais n'est pas situé au sein bassin versant de L'Aumance. Il se situe néanmoins au sein du bassin voisin, le bassin du Bandais.</i> Le critère de proximité géographique n'est donc pas respecté, il s'agit néanmoins de la masse d'eau voisine	conception du projet par un maître d'œuvre qui permettra également de préciser les coûts ainsi que les démarches administratives complémentaires nécessaires pour engager les travaux.	
----------	--	--	---	--

5.3.3 Analyse détaillée des sites potentiels de compensation – site Nord

Site Nord	
Commune	Rocles
Surface	28,36 ha
Type d'exploitation	RPG 2022 : Triticale d'hiver, prairies permanentes, prairies en rotation longue (6 ans). Observation sur site : Culture céréalière à l'ouest, prairie pâturée par des bovins au sud, friche en recolonisation après culture céréalière au nord et à l'ouest.
Analyse diachronique	 La Carte de Cassini indique sommairement un secteur de vallon, à proximité d'un cours d'eau sans nom qui s'apparente au Bandais actuel
	 La Carte de l'Etat Major (1820-1866) détaille un chevelu de ruisseaux de tête de bassin versant, bordé par des arbres, probablement des ripisylves
Analyse diachronique	 Les photographies aériennes anciennes (1950-1965), indiquent un morcellement plus important des parcelles (au moins une vingtaine) par rapport à l'actuel, ainsi qu'un réseau dense de haies arbustives et de jeunes arbres
	 Les photographies aériennes (2000-2005), indiquent un remembrement partiel (dizaine de parcelles) par rapport aux années 1950, avec des haies bocagères mûres et arbustives plus denses qu'aujourd'hui
Habitat	Description synthétique du site : Parcelles agricoles contiguës, au sein d'une matrice paysagère bocagère, bordées au nord par le Ruisseau Le Bandais et sa ripisylve mûre. Au moins deux suintements/ruisselets traversent le site du sud vers le nord pour se jeter dans Le Bandais. Ces parcelles sont utilisées pour de la culture céréalière, du pâturage bovin, ainsi qu'un mixte entre les deux (prairies temporaires à rotation longue). Quelques haies bocagères avec arbres âgés parsèment le site, des haies arbustives bordent et délimitent certaines parcelles. On recense quatre mares.

Site Nord



Site Nord - Habitats naturels

Prédiagnostic écologique zones de compensation, projet d'ombrières agrovoltaïque - Deux-Chaises (03)

Site nord visé pour la compensation

Habitats naturels

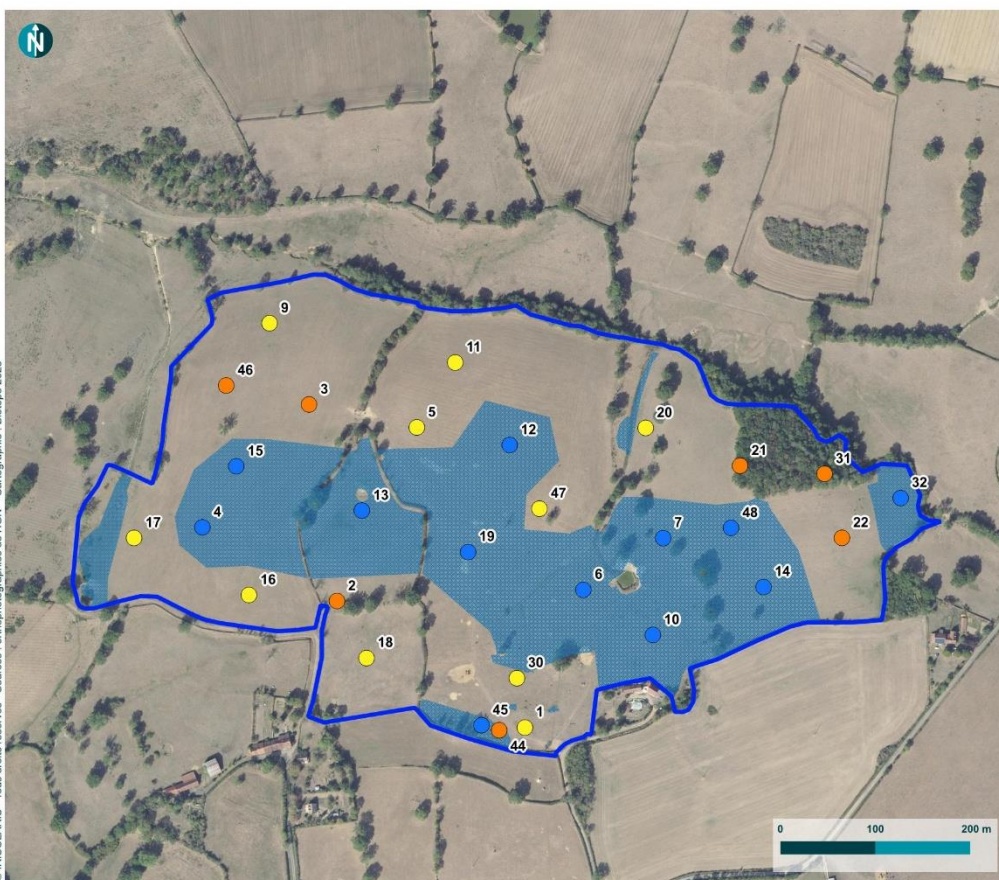
- Boissements acidophiles dominés par uercus/Hêtraies
- Canaux d'eau non salée complètement artificiels
- Eaux dormantes de surface
- Forêts riveraines mixtes des plaines nondables et forêts galeries mixtes
- Formations à petits héliophytes des bords des eaux à débit rapide
- Fourrés à Prunellier et Troëne
- Monocultures intensives
- Pâturages ininterrompus/Pâturages permanents mésotrophes
- Petits bois anthropiques
- Prairies eutrophes et mésotrophes humides ou mouilleuses
- Réseaux routiers
- Roselières et formations de bordure à grands héliophytes autres que les roseaux
- Végétations herbacées anthropiques/Jachères non inondées avec communauté rudérales annuelles ou vivaces



Flore patrimoniale observée	La période précoce des expertises n'a pas permis de mettre en évidence des espèces patrimoniales.		
Faune observée	Reptiles : Lézard des murailles (<i>Podarcis muralis</i>), espèce protégée ; Amphibiens : Grenouille verte indéterminée (<i>Pelophylax sp.</i>) ; Insectes : Aurore (<i>Anthocaris cardamines</i>), Citron (<i>Gonepteryx rhamni</i>) ;		
Zones humides	Description synthétique des zones humides : On se situe en tête de bassin versant dans la zone hydrographique intitulée « le Bandais de sa source au ruisseau de Villesavoie ». La source du Bandais, jouxtant le site par le nord se situe à environ 3 kilomètres à l'est. Plusieurs zones humides qui semblent appartenir à trois systèmes hydrogéomorphologiques différents ont été observées au sein du site.		
	Zone humide 1 : Bordures du ruisseau à l'ouest et secteurs prairiaux contigus. Présence de plantes hygrophiles.	Système HGM	Alluvial
	Zone humide 2 : Bordures du ruisseau central et jonchaie aval. Présence de plantes hygrophiles.	Système HGM	Alluvial
	Zone humide 3 : A l'est, ripisylve du Bandais et secteur prairial adjacent. Présence de plantes hygrophiles. Un sondage a permis de confirmer le caractère hydromorphe du sol.	Système HGM	Alluvial
	Zone humide 4 : Au sud, petits secteurs prairiaux détrempés ponctuellement. Un sondage a permis de confirmer le caractère hydromorphe du sol.	Système HGM	Source et suintement
	Zone humide 5 : Secteur médian, culture, prairies pâturées. Dans certains secteurs, présence de	Système HGM	Plateau

Site Nord

plantes hygrophiles. Des sondages ont permis de confirmer le caractère hydromorphe du sol.



Site Nord - Zones humides

Prédiagnostic écologique zones de compensation, projet d'ombrières agrivoltaïques - Deux-Chaises (03)

Site nord visé pour la compensation

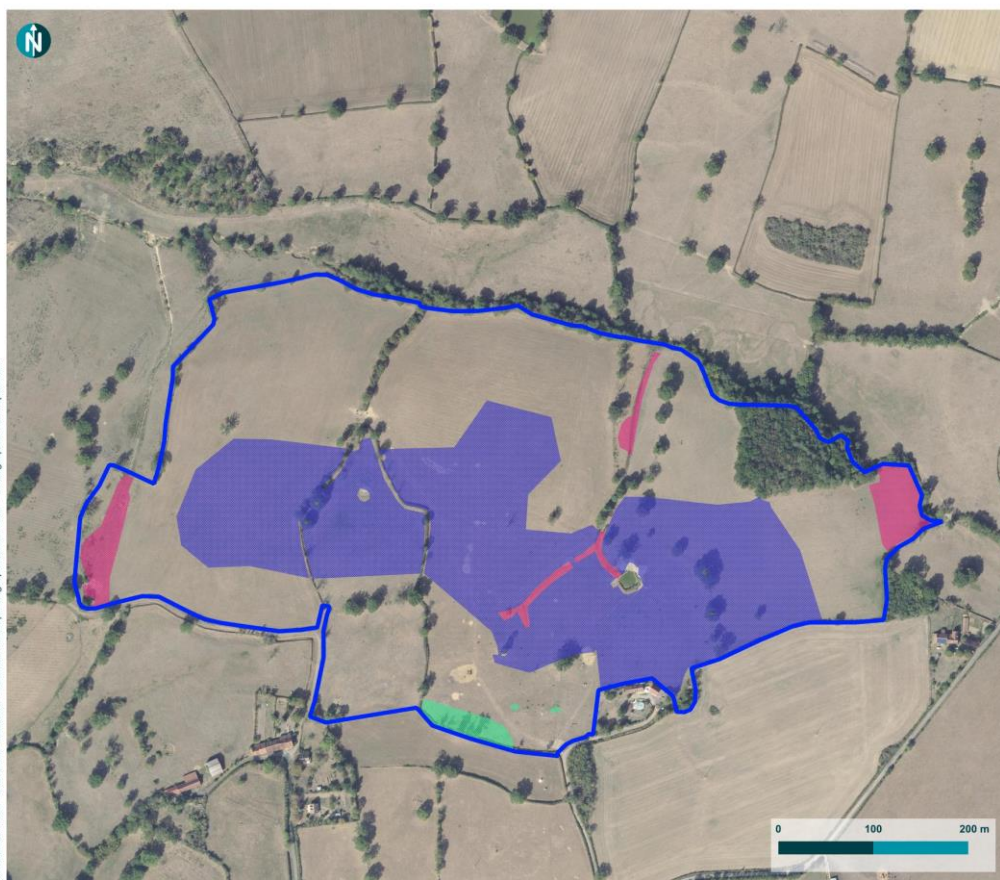
Sondages pédologiques de délimitation

- Humide
- Non humide
- Indéterminé

Zones humides (critères végétation et sol)



Site Nord



Site Nord - Zones humides - Systèmes HGM

Prédiagnostic écologique zones de compensation, projet d'ombrrières agrivoltaïque - Deux-chaises (03)

 Site nord visé pour la compensation

Type de système hydrogéomorphologique

Alluvial

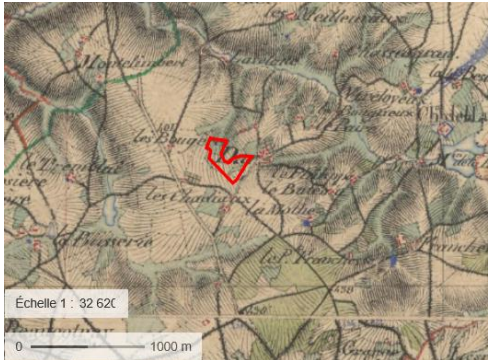
Plateau

Source et suintements



Compensation visée	Prairies humides pâturée
Action pour atteindre un gain de biodiversité	Ensemencement d'une prairie humide dans les secteurs de monoculture et friche post culturale actuels, plantation de haies, mis en défend et fauche avec export de végétation. Comblement des fossé et redirection de flux vers les parcelles. Mise en défens des mares.

5.3.4 Analyse détaillée des sites potentiels de compensation – site Sud

Site Sud	
Commune	Rocles
Surface	6,17 ha
Type d'exploitation	RPG 2022 : Prairies permanentes, prairies en rotation longue (6 ans). Observation sur site : Prairie pâturée par des bovins.
Analyse diachronique	 La Carte de Cassini indique sommairement un secteur de vallon en tête de bassin versant, à proximité d'un cours d'eau sans nom qui s'apparente au Bandaïs actuel
	 La Carte de l'Etat Major (1820-1866) détaille un chevelu de ruisseaux de tête de bassin versant, bordé par des arbres, probablement des ripisylves
	 Les photographies aériennes anciennes (1950-1965), indiquent un morcellement plus important des parcelles (au moins une dizaine) par rapport à l'actuel, ainsi qu'un réseau dense de haies arbustives et de jeunes arbres
	 Les photographies aériennes (2000-2005), indiquent une haie et une parcelle supplémentaire mais la physionomie du site est proche de l'actuelle
Habitat	Description synthétique du site : Parcelles agricoles contiguës, au sein d'une matrice paysagère bocagère bordées de haies. Quelques haies arbustives et quelques arbres mûres parsèment le site. Ces parcelles prairiales sont principalement utilisées pour du pâturage bovin. On recense une mare.

Site Sud



Site Sud - Habitats naturels

Prédiagnostic écologique zones de compensation, projet d'ombrières agrivoltaïques - Deux-Chaises (03)

- Site sud visé pour la compensation
- Habitats naturels**
- Déchets agricoles et horticoles solides
 - Eaux dormantes de surface
 - Formations à *Pteridium aquilinum*
 - Fourrés à *Prunella* et *Troëne*
 - Pâturages ininterrompus/Pâturages permanents mésotrophes
 - Petits bois anthropiques
 - Prairies eutrophes et mésotrophes humides ou mouilleuses



Flore patrimoniale et EEE	La période précoce des expertises n'a pas permis de mettre en évidence des espèces patrimoniales.		
Faune	Reptiles : Lézard des murailles (<i>Podarcis muralis</i>), espèce protégée ; Amphibiens : Grenouille verte indéterminée (<i>Pelophylax sp.</i>) ; Insectes : Aurore (<i>Anthocaris cardamines</i>), Citron (<i>Gonepteryx rhamni</i>) ;		
Zones humides	Description synthétique des zones humides : On se situe en tête de bassin versant dans la zone hydrographique intitulée « le Bandais de sa source au ruisseau de Villesavoie ». La source du Bandais, se situe à environ 3 kilomètres à l'est. A quelques mètres à l'ouest du site, coule un ruisseau temporaire affluent du Bandais, dont la source est très proche. Plusieurs zones humides qui semblent appartenir à deux systèmes hydrogéomorphologiques différents ont été observées au sein du site :		
	Zone humide 1 : Au nord et dans la moitié ouest, on observe de petits secteurs prairiaux détrempés ponctuellement avec présence de plantes hygrophiles. Des sondages ont permis de confirmer le caractère humide de ces secteurs.	Système HGM	Source et suintement
	Zone humide 2 : Dans la moitié est, une partie de la prairie pâturée possède quelques plantes hygrophiles. Des sondages ont permis de confirmer et de majorer l'emprise de la zone humide	Système HGM	Plateau

Site Sud



Site Sud - Zones Humides

Prédiagnostic écologique zones de compensation, projet d'ombrrières agrivoltaïques - Deux-chaises (03)

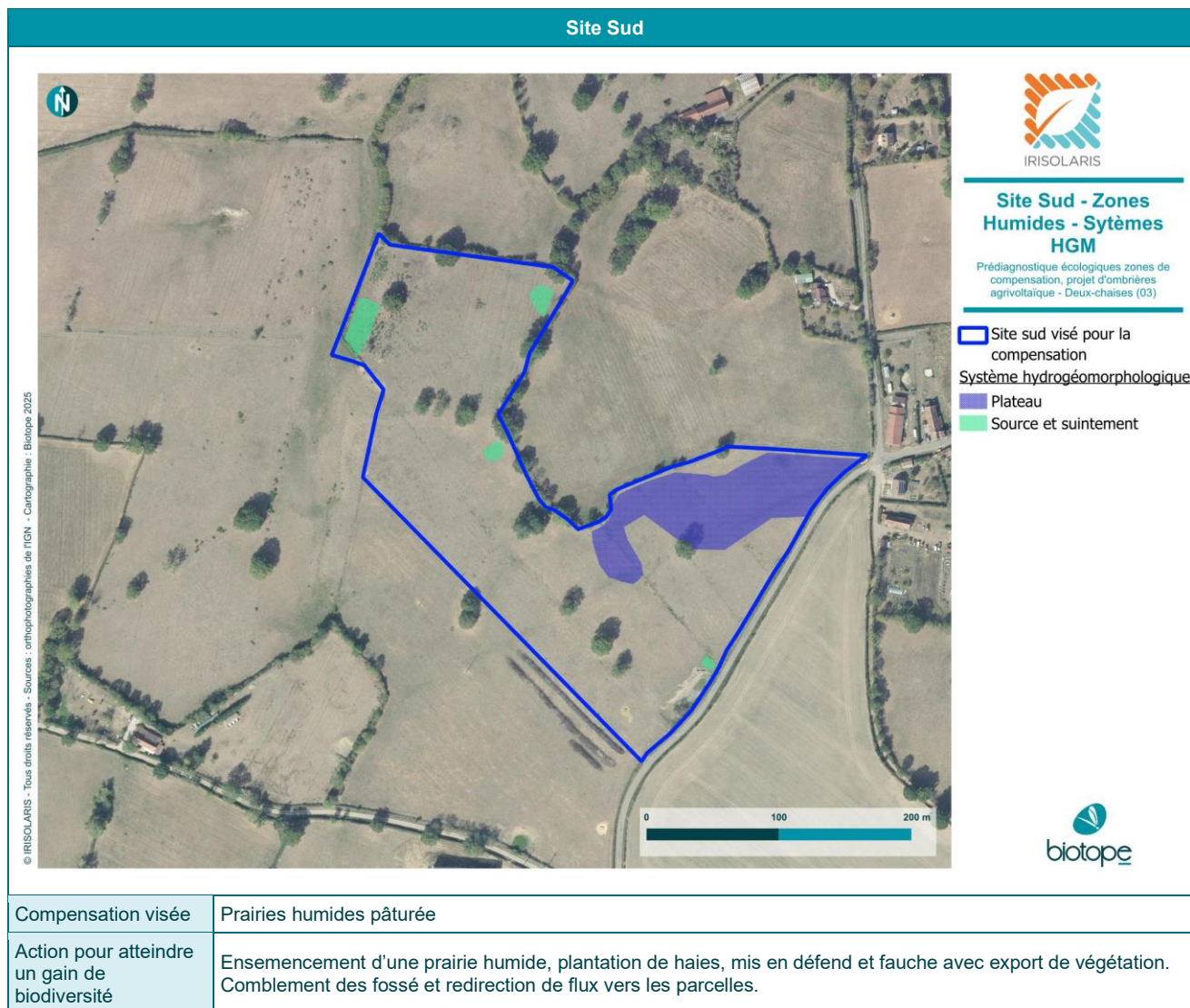
Site sud visé pour la compensation

Sondages pédologiques

- Humide
- Non humide
- Indéterminé

Zones humides (critères végétation et sol)





Parmi les deux sites potentiels de compensation et au vu des attendus du SDAGE Loire Bretagne (cf 2.4), notamment en termes de système HGM et de ratio, le site sud a été écarté. L'analyse des fonctionnalités a été réalisée uniquement sur le site Nord, sur les zones humides de plateau (les zones de sources suintement et alluviales ont été écartées).

5.4 Diagnostic des fonctions des zones humides de compensation avant action écologique

5.4.1 Contexte et opportunité d'expression des fonctions pour les zones humides

5.4.1.1 Caractérisation de la zone contributive et qualification des enjeux hydrologiques et biogéochimiques

La zone contributive est l'étendue spatiale d'où provient l'essentiel des écoulements superficiels et souterrains alimentant le site. Les écoulements convergeant vers le site sont à l'origine de flux hydro-sédimentaires et biogéochimiques, qui sont influencés par l'occupation du sol et les pressions anthropiques. C'est donc à cette échelle que les enjeux biogéochimiques et hydrologiques sont évalués.

La classification retenue par la méthode OFB propose cinq principaux systèmes hydro-géomorphologiques : (1) alluvial, (2) riverain des étendues d'eau, (3) de dépression, (4) de versant et bas-versant et (5) de plateau. Cette classification permet de caractériser le mode d'alimentation en eau principal de la zone humide étudiée.

Tableau 18 : Caractéristiques de la zone contributive du site Nord

Zones humides	Surface (ha)	Explication
Site compensation Nord	28,94	La zone contributive a été délimitée sur la base des observations de la topographie et des connaissances du site. Plusieurs sources d'alimentation en eau sont présentes. Les eaux pluviales sont récupérées sur les parcelles puis s'écoulent vers l'aval via des fossés. Ponctuellement sont observés des secteurs détrempés.

5.4.1.2 Caractéristique physique

Tableau 19 : Caractéristique physique de la zone contributive du site Nord

Zones humides	Explication
Site compensation Nord	La ZC est pour majeure partie une zone agricole morcelée avec des modalités de gestion différentes. Elle comprend quelques habitations et installations agricoles. La ZC est sur une roche granitique porphyroïdes mésocrates, à mégacristaux roses (Massif de Montmarault). La zone humide de la zone nord analysée est alimentée par les eaux de pluie et de ruissellement, mais aussi par des zones ennoyées localisées en haut de topographie au sud du site. Les ruisselets en bas de topographie participant à l'évacuation de l'eau des sites. Ainsi, la zone humide étudiée est une zone de plateau.

5.4.1.3 Occupation du sol

Tableau 20 : Occupation du sol de la zone contributive du site

Zones humides	Explication
Site compensation Nord	La zone contributive est de la surface agricole, principalement avec un enherbement permanent. Quelques surfaces sont cultivées en monoculture céréalière, mais les prairies pâturées ou cultivées dominent avec quelques linéaires arborés et/ou arbustifs de bordure de parcelles et mares. Des habitations et infrastructures agricoles sont présentes ponctuellement. Elle possède 746 m de linéaire de petites infrastructures de transport (chemins, routes locales).

5.4.1.4 Zone tampon de 50 m autour du site

Tableau 21 : Caractéristiques de la zone tampon du site

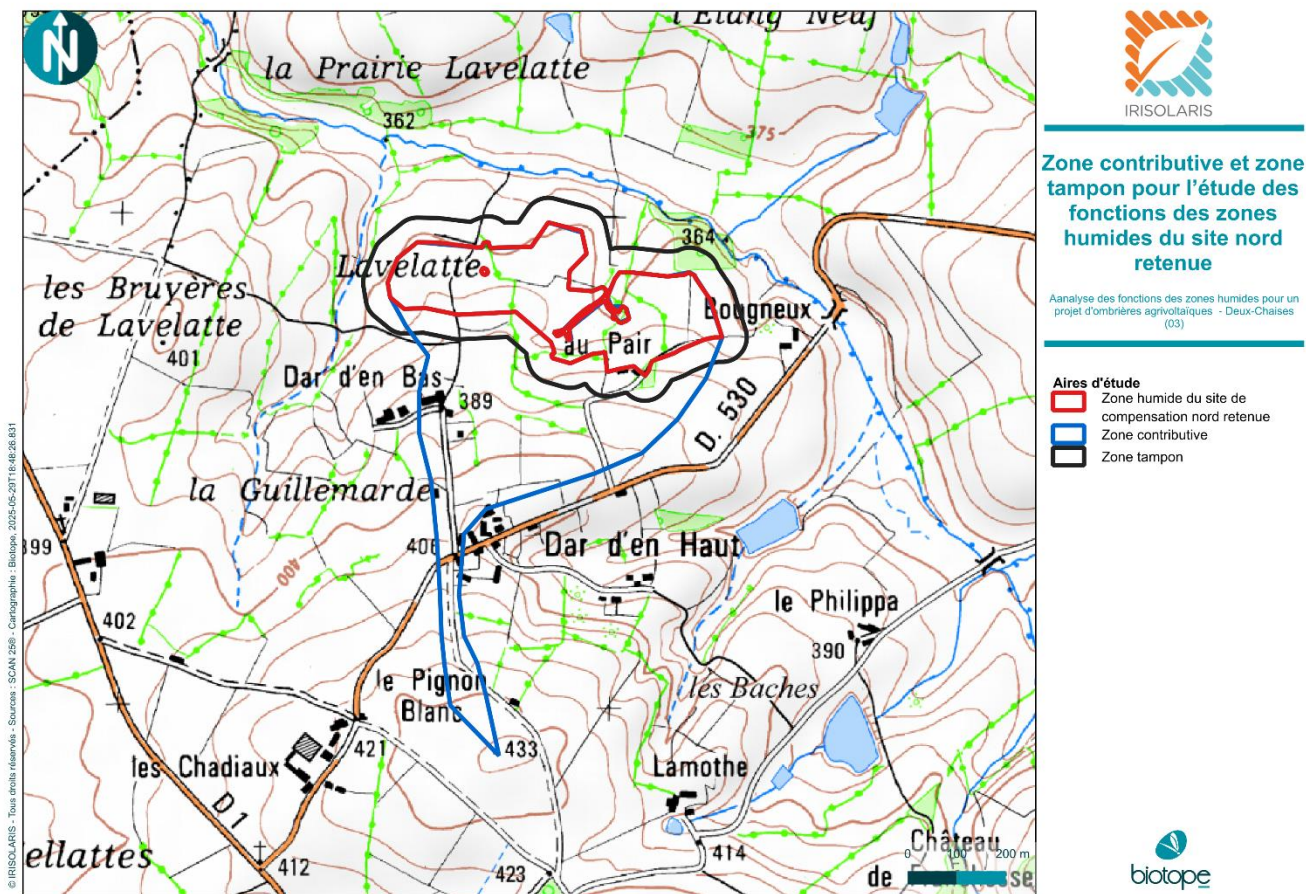
Zones humides	Explication
Site compensation Nord	La zone tampon est dominée par des prairies permanentes cultivées ou pâturées (70%) et de la monoculture intensive. .

5.4.1.5 Système HGM

D'après les différents éléments de contexte présentés dans la partie 5, la zone humide de compensation ciblée dans la zone nord est un système hydrogéomorphologiques de plateau (en suivant la nomenclature de Brinson tel que proposé par la méthode OFB).

Tableau 22 : Système HGM du site

Zones humides	Explication
Site compensation Nord	Système HGM de plateau alimenté par le ruissellement de haut de plateau et la pluie. Certaines zones ponctuelles sont détrempées.



Carte 5 : Zone contributive et zone tampon pour l'étude des fonctions des zones humides du site nord retenue

5.4.2 Caractérisation du paysage et qualification des enjeux biologiques (486 ha)

Dans le cadre de la méthode OFB, la zone paysagère correspond à une zone tampon d'un kilomètre autour du site impacté ou de compensation. C'est à cette échelle que les enjeux biologiques sont qualifiés.

Tableau 23 : Caractéristiques du paysage du site

Zones humides	Surface (ha)	Explication
Site compensation Nord	486,2	La zone humide et son paysage sont localisés dans un contexte essentiellement agricole. On note une proportion majoritaire de prairies agricoles (50 %), de zone d'habitats agricoles (30 %) suivi de fourrés (14%) puis de zones bâties (2%), de zone boisée (2%) et d'eau de surface continentales (2%).



Carte 6 : Zone paysage pour l'étude des fonctions des zones humides du site nord retenue

5.4.3 Synthèse

Tableau 24 : Synthèse des enjeux – Opportunité d'expression des fonctions hydrologique, biogéochimique et biologique

Opportunité d'expression des fonctions	Enjeu
Fonctions hydrologiques	L'opportunité d'expression des fonctions hydrologiques est modérée . Le site est susceptible de participer à la rétention des sédiments et des écoulements issus de sa zone contributive. L'apport des sédiments est favorisé par la grande surface enherbée (63,8%) ou encore la part de construction assez importante.
Fonctions biogéochimiques	L'opportunité d'expression des fonctions biogéochimiques est globalement modérée . La part enherbée de la zone contributive reste importante (Ecoulement retardé).
Fonctions biologiques	L'opportunité d'expression des fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces est modérée . La zone d'étude agricole présente des cultures intensives et des habitats assez similaires à ceux du paysage, néanmoins, leur faible fragmentation et la présence majoritaire de prairies pâturées et cultivées restent des éléments favorables à la fonction de support de biodiversité.

5.5 Capacités vraisemblables d'expression des fonctions des zones humides

5.5.1 Fonction hydrologique

Les capacités vraisemblables d'expression de la fonction hydrologique par la zone humide identifiée au sein de la parcelle compensatoire sont globalement **moyennes à fortes**.

Les indicateurs encourageant cette fonction résident dans un couvert végétal permanent (83%) avec une surface terrière très faible. De plus, il faut noter une densité de rigoles très réduite et une densité de fossés assez réduite. Ainsi, le site et sa zone tampon sont très peu drainés. La conductivité hydraulique en surface est plus importante, favorisant l'infiltration plus efficace des écoulements et donc la recharge des nappes. Aucun ravinement n'est observé.

A l'inverse, l'épisolum humifère reste très mince (environ 18 cm), ce qui est défavorable à la rétention des eaux et donc notamment à la sous-fonction d'atténuation du débit de crue, malgré une bonne conductivité hydraulique en surface.

5.5.2 Fonction biogéochimique

Les potentialités d'expression de la fonction biogéochimique par la zone humide identifiée au sein de la parcelle compensatoire sont globalement **moyennes**.

Les indicateurs encourageant cette fonction résident dans un couvert végétal herbacé permanent important avec export de biomasse (pâturage et fauchage) favorisant le maintien du cycle de l'azote (assimilation de l'azote et du phosphore).

En revanche, le couvert intermédiaire avec très peu d'arbres ne favorise pas la séquestration du carbone C dans le sol.

Également, la texture du sol en surface (notamment avec un episolum humifère très mince) et la présence d'engorgement temporaire fréquent et un pH neutre à alcalin n'aide pas à tous les processus d'assimilation du phosphore P, de l'azote par les plantes et à la séquestration du carbone.

5.5.3 Fonction biologique

Les possibilités d'expression de la fonction biologique par la zone humide identifiée au sein de l'aire d'étude rapprochée sont **faibles à modérées**.

La répartition des habitats est assez déséquilibrée et les habitats hygrophiles et non hygrophiles en faible superficie, ainsi qu'une anthropisation de l'habitat avec la présence de culture intensive et structure agricole sont des indicateurs défavorables à l'accueil de la faune malgré une faible fragmentation (137,4 m/ha).

A l'échelle du paysage, la fonction biologique se voit restreindre par une homogénéisation des habitats agricoles et la perte de connexion des habitats boisés avec le site de compensation.

5.6 Synthèse du diagnostic fonctionnel des zones humides avant action écologique

Le tableau page suivante résume les enjeux concernant les fonctions des zones humides de compensation.

Le tableau ci-après met en regard l'opportunité de la zone humide du site à remplir les fonctions hydrologiques, biogéochimiques et d'accomplissement du cycle biologique des espèces et sa capacité potentielle à les exprimer. Cette synthèse est construite par interprétation, à dire d'expert, des résultats par indicateur issus de la méthode.

Tableau 25. Synthèse du diagnostic des fonctions des zones humides avant action écologique

Fonctions (Méthode nationale ONEMA/MNHN, 2016)		Contexte = Opportunité d'expression de la fonction	Zones humides = Capacité vraisemblable d'expression de la fonction
		Interprétation BIOTOPE	
Fonctions hydrologiques (dont rôle de la zone humide quant au risque inondation)	Atténuation du débit de crue	NA	Modéré
	Ralentissement des ruissellements	Modéré	Modéré
	Recharge des nappes	NA	Modéré
	Rétention des sédiments	Modéré	Modéré à fort
	Soutien au débit d'étiage	Modéré	Modéré
Fonctions biogéochimiques (= fonctions épuratoires et de stockage du carbone)	Dénitrification	Modéré	Faible à Modéré
	Assimilation végétale de l'azote		Modéré à fort
	Adsorption, précipitation du phosphore		Fort
	Assimilation végétale des orthophosphates		Modéré
	Séquestration du carbone	NA	Faible
Fonctions d'accomplissement du cycle biologique des espèces	Support des habitats	Modéré	Modéré
	Connectivité		Modéré

Légende : Niveau faible / moyen / fort qualifiant l'opportunité d'expression de la fonction au regard de son environnement et la capacité potentielle d'expression de la fonction au regard des caractéristiques propres de la zone humide. NA : il n'est pas possible d'évaluer l'opportunité d'exprimer ces fonctions dans le cadre de l'application de cette méthode

5.7 Actions écologiques envisagées sur le site de compensation

5.7.1 Objectif global des mesures écologiques

L'objectif global des actions proposées vise à compenser les pertes observées, en ciblant les fonctions perdues sur les sites impactés par le projet :

Ainsi, il est recherché une restauration/amélioration des fonctions :

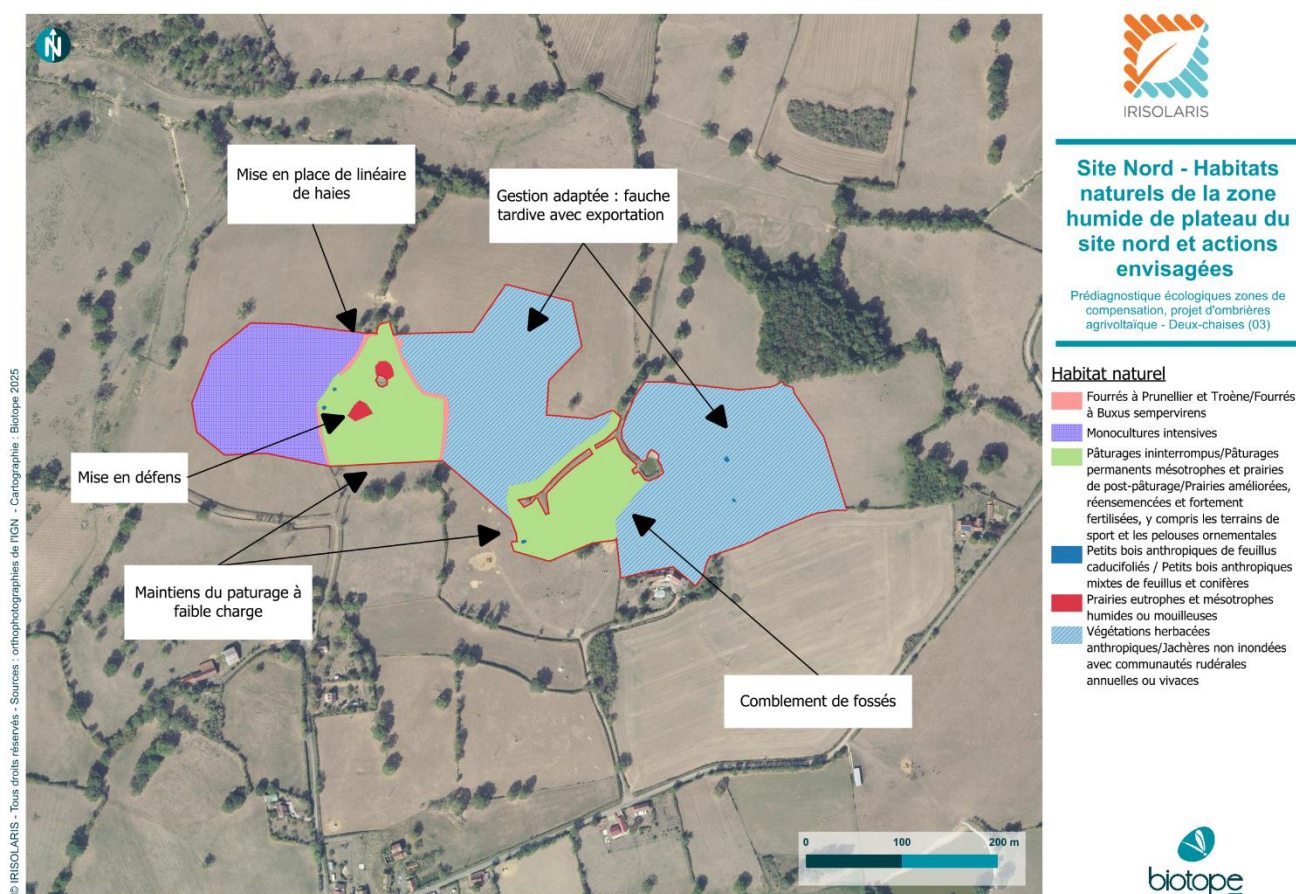
- **Biologiques** : connectivité et dans une moindre mesure support des habitats ;
- **Hydrologiques** : ralentissement des ruissellements, rétention des sédiments, recharge de nappe ;
- **Biogéochimiques** : Dénitrification et assimilation de l'azote, adsorption, précipitation du phosphore et assimilation végétale des orthophosphates.

5.7.2 Détails des mesures à réaliser par type d'actions sur les zones humides à améliorer (gestion) (10,22 ha)

Sur le site, les modalités de gestion peuvent être modifiées afin d'améliorer les fonctions des zones humides existantes :

- Mise en place de modalités de gestion adaptées : fauche tardive avec exportation ;
- Maintien de zones pâturées avec réduction de la charge de pâture et la fréquence ;
- Mise en défens des prairies humides existantes et des mares existantes ;
- Création des nouveaux linéaires de haies au sein des prairies humides existantes ;
- Création d'une mare au sein des prairies humides existantes ;
- Réduction du drainage avec comblement des fossés et redirection des écoulements vers la parcelle.

Des suivis annuels seront réalisés (n+1, n+3, n+5, n+9, n+12, n+15, n+20, n+30, n étant l'année de réalisation des aménagements) afin d'évaluer la fonctionnalité des mesures mises en place et proposer des évolutions des modalités de gestion afin d'atteindre les objectifs



Carte 7 : Principales actions de compensations envisagées

A ce stade d'avancement du projet, des discussions avec les parties concernées sont encore à mener afin d'établir un plan de gestion complet (localisation, planning de réalisation, modalités de mise en œuvre, coût). La superficie concernée par les mesures correspond aux zones humides de plateau de la zone nord, soit 10,22 ha.

Des suivis annuels seront réalisés (n+1, n+3, n+5, n+9, n+12, n+15, n+20, n+30, n étant l'année de réalisation des aménagements) afin d'évaluer la fonctionnalité des mesures mises en place et proposer des évolutions des modalités de gestion afin d'atteindre les objectifs

6 Vérification du respect des principes de proximité géographique, d'équivalence fonctionnelle et d'additionnalité

À l'issu de la mise en œuvre de la méthode et de l'élaboration des états projetés - avec impact envisagé - et - avec mesures de compensation envisagées -, il s'agit de vérifier que les mesures compensatoires répondent aux principes de :

- **Proximité géographique** : le contexte du site impacté et celui du site de compensation doivent être similaires. En outre le SDAGE Loire Bretagne, les mesures compensatoire doivent viser le rétablissement des fonctionnalités, par la recréation ou la restauration de zones humides dans le même sous-bassin versant ;
- **Equivalence fonctionnelle** : les mesures doivent cibler les mêmes composantes de milieux que celles détruites (habitats et fonctions).
- **Additionnalité** : les mesures doivent engendrer un gain au moins équivalent aux pertes fonctionnelles identifiées ;

L'orientation 8B SDAGE Loire Bretagne précise que la compensation doit prévoir la recréation ou la restauration de zones humides cumulativement équivalente sur le plan fonctionnel, équivalente sur le plan biodiversité et 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 doit viser une valeur guide 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.

Tableau 26 : Surface impactée directement et indirectement par le projet photovoltaïque et cumul des surfaces impactées

Zones humides	Système HGM	Masse d'eau	Surface de zones humides (ha)	Impact direct (ha)	Impact indirect (ha)
Site de projet	Plateau	FRGR0322 : l'Aumance et ses affluents depuis Tortezaïs jusqu'à Cosne-d'Allier	1,95	0,01	1,95

La méthode nationale permet d'aboutir à un premier diagnostic :

- **le diagnostic de contexte de site** : celui-ci permet de vérifier le principe de proximité géographique (compensation sur le même bassin-versant de masse d'eau) ;
- **le diagnostic fonctionnel** : il permet quant à lui de s'assurer de l'obtention d'une équivalence fonctionnelle sur certains indicateurs ciblés selon les modalités précisées par la méthode OFB.

6.1 Respect du principe de proximité géographique

Le tableau suivant présente le diagnostic de contexte obtenu par le biais de la méthode OFB.

Tableau 27 : Contexte géographique des zones humides impactées et du site de compensation. Evaluation du respect du principe de proximité géographique.

Critères	Zones humides (dont impactées)	Site de compensation	Conforme ?
Superficie du site	1,95 (ha)	10,22 (ha)	✓
Appartenance à la même masse d'eau	FRGR0322 - L'Aumance et ses affluents depuis Tortezaïs jusqu'à Cosne-d'Allier	FRGR0324 - Le Bandais et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec l'Aumance	≈

Pressions anthropiques similaires dans la zone contributive	ZC :	ZC :	✓
	Surfaces cultivées 7,1 ha 38,7 %	Surfaces cultivées 6,5 ha 22,6 %	
	Surfaces enherbées 10,7 ha 58,2 %	Surfaces enherbées 18,5 ha 63,9 %	
	Surfaces construites 0,0 ha 0,2 %	Surfaces construites 0,3 ha 1 %	
Paysages similaires	Infrastructures de transport 0,3 km 1,8 km/100 ha	Infrastructures de transport 0,7 km 2,6 km/100 ha	✓
	Similarité	Similarité	
	Eaux de surface continentales 2 %	Eaux de surface continentales 2 %	
	Prairies [...] 80 %	Prairies [...] 50 %	
Même système hydromorphologique	Landes, fourrés [...] 15 %	Landes, fourrés [...] 14 %	✓
	Boisements, forêts [...] 0 %	Boisements, forêts [...] 2 %	
	Habitats agricoles [...] 0 %	Habitats agricoles [...] 30 %	
	Zones bâties, sites industriels [...] 3 %	Zones bâties, sites industriels [...] 2 %	
Habitats	C1.1 : Lacs, étangs et mares oligotrophes permanents (2 %) E2.1 : Pâturages permanents mésotrophes et prairies de post-pâturage (85 %) F3.1 : Fourrés tempérés (10 %) J4.2 : Réseaux routiers (3 %)	E2.1 : Pâturages permanents mésotrophes et prairies de post-pâturage (21,6 %) E3.4 : Prairies eutrophes et mésotrophes humides ou mouilleuses (0,6 %) I1.1 : Monocultures intensives (17,2%) I1.5 Friches, jachères ou terres arables récemment abandonnées (58,6 %)	≈

D'après ces différents éléments, le diagnostic de contexte permet de vérifier l'appartenance de la parcelle compensatoire à des ZC et paysages similaires, sur des zones humides de plateau. Elle appartient néanmoins à un autre sous-bassin versant que celui de la masse d'eau du site impacté. A noter toutefois que les sous-bassin-versant sont adjacents.

En termes surfaciques, la parcelle compensatoire étudiée est bien au moins 200% plus grande que la zone impactée (10,22 ha). Les trois critères du SDAGE ne sont pas réunis, car le bassin versant de la masse d'eau est différent entre les deux sites. Néanmoins, si la compensation porte sur au moins 200% de la surface, sur le même bassin versant ou sur le bassin versant d'une masse d'eau à proximité les conditions du SDAGE sont respectées.

La méthode nationale peut être mise en œuvre afin de vérifier si les principes d'additionnalité et d'équivalence fonctionnelle, nécessaires à la recevabilité des mesures.

La méthode nationale peut être mise en œuvre afin de vérifier si les principes d'additionnalité et d'équivalence fonctionnelle, nécessaires à la recevabilité des mesures

6.2 Analyse de l'équivalence habitat

Dans le cadre de la réglementation et de la séquence E, R et C, les compensations doivent permettre de restaurer et recréer les surfaces d'habitats détruits pour atteindre le zéro perte nette de biodiversité.

A ce stade d'élaboration du projet, le respect de principe de l'équivalence habitat est respecté.

Tableau 28 : Synthèse des habitats naturels restant à compenser

Code Eunis	Habitat
E2.1	Pâturages permanents mésotrophes et prairies de post-pâturage

6.3 Respect du principe d'équivalence fonctionnelle et d'additionnalité

6.3.1 Définition du ratio fonctionnel

En l'absence d'informations de la part de la DDT sur les bornes basses et hautes du ratio, nous posons ici les bornes 1 et 2. Après analyse, la valeur attribuée au ratio fonctionnel en fonction de la faisabilité des mesures et du temps pour obtenir les résultats escomptés est fixé à 1,4 dans le cadre de ce projet.

6.3.2 Présentation des résultats

Pour rappel, la fonction ciblée dans le cadre de la compensation est la fonction support de biodiversité. Les fonctions hydrologique et biogéochimique sont secondairement recherchées.

Au regard de ces enjeux et des actions écologiques proposées sur le site, les indicateurs ciblés incluent donc :

- **Pour les fonctions biologiques** : la connectivité et dans une moindre mesure le support des habitats ;
- **Pour les fonctions hydrologiques** : le ralentissement des ruissellements, la rétention des sédiments et la recharge des nappes ;
- **Pour les fonctions biogéochimiques** : la dénitrification et l'assimilation de l'azote, l'adsorption et la précipitation du phosphore et l'assimilation végétale des orthophosphates.

Les résultats chiffrés issus de la méthode OFB sont présentés en annexe IV.

6.3.2.1 Fonction hydrologique

Concernant les fonctions hydrologiques, des gains sont observés pour trois indicateurs et l'équivalence est atteinte pour deux indicateurs : la végétalisation du site et la rareté des fossés.

On trouve dans le détail :

- **Un gain avec équivalence fonctionnelle pour la rareté des fossés ;**
- **Un gain avec équivalence fonctionnelle pour la végétalisation du site ;**
- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour la matière organique incorporée en surface ;

L'équivalence est partiellement atteinte pour la sous-fonction de rétention des sédiments et la recharge des nappes (équivalence fonctionnelle d'un indicateur pour les sous-fonctions de ralentissement des ruissellements et de soutien au débit d'étiage également). En effet, les actions de gestion des milieux n'auront pas d'effet sur ces fonctions. Toutefois, les fonctions existantes seront maintenues par la préservation de la zone humide.

Celles-ci seront favorisées par le maintien d'un couvert végétal permanent, la plantation d'arbustes et d'arbres (augmentation de la rugosité).

6.3.2.2 Fonction biogéochimique

Concernant les fonctions biochimiques, des gains sont observés pour cinq indicateurs et l'équivalence est atteinte pour deux indicateurs : la végétalisation du site et la rareté des fossés.

On trouve dans le détail :

- **Un gain avec équivalence fonctionnelle pour la rareté des fossés ;**

- **Un gain avec équivalence fonctionnelle pour la végétalisation du site ;**
- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour la séquestration du carbone ;
- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour la surface terrière carbone ;
- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour la matière organique incorporée en surface ;

Les fonctions biogéochimiques existantes seront conservées par le maintien d'un couvert végétal permanent et la plantation d'arbres et d'arbustes.

L'équivalence est partiellement atteinte pour la dénitrification, l'assimilation végétale de l'azote, l'adsorption et la précipitation du phosphore et l'assimilation végétale des orthophosphates (équivalence fonctionnelle d'un indicateur pour la sous-fonction d'adsorption, précipitation du phosphore).

Les fonctions biogéochimiques sont favorisées par différentes actions : maintien d'un couvert végétal permanent, avec export en partie, et plantation d'arbres et d'arbustes.

6.3.2.3 Fonction biologique

Concernant les fonctions biologiques, des gains sont observés pour trois indicateurs, sans atteinte de l'équivalence fonctionnelle.

On trouve dans le détail :

- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour la richesse en habitats ;
- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour l'équipartition des habitats ;
- Un gain sans équivalence fonctionnelle pour la rareté de la fragmentation ;

Des gain fonctionnels sont observés pour les indicateurs de richesse en habitats, d'équipartition des habitats et de rareté de la fragmentation sans équivalence fonctionnelle atteinte pour ces indicateurs de la sous-fonction de support des habitats ni pour la sous-fonction de connectivité.

Les fonctions biologiques seront également favorisées par le traitement des espèces exotiques envahissantes, la diversification des milieux, la gestion écologique favorable à la biodiversité, etc.

En conclusion, la mise en œuvre d'actions écologiques sur le site de compensation permettra de favoriser en premier lieu les fonctions hydrologiques et biogéochimiques, sans atteinte de l'équivalence fonctionnelle pour ces deux fonctions. Quelques indicateurs présentent néanmoins des gains avec équivalence fonctionnelle, notamment pour les sous-fonctions à enjeux : rétention des sédiments, assimilation de l'azote et adsorption, précipitation du phosphore.

Concernant les fonctions biologiques, prioritairement recherchées, des gain fonctionnels faibles sont observés pour quelques indicateurs (richesse en habitats, d'équipartition des habitats et de rareté de la fragmentation) mais sans équivalence fonctionnelle.

Au regard de ces différents éléments, les principes d'équivalence fonctionnelle et d'additionnalité sont donc très partiellement respectés.

Tableau 29 : Transposition des pertes, gains et équivalences par sous-fonction

Fonctions	Sous-fonctions	Indicateurs	Perte	Gain	Ratio d'équivalence fonctionnelle	Equivalence
Fonctions hydrologiques	Atténuation du débit de crue*	Rugosité du couvert végétal	NR	NR	NR	
		Rareté des rigoles	OUI	non	non	
		Rareté des fossés	OUI	OUI (2,9 fois la perte)	OUI	
		Rareté des fossés profonds	OUI	non	non	
		Rareté des drains souterrains	OUI	NR	NR	
		Matière organique incorporée en surface	OUI	OUI (0,6 fois la perte)	non	
		Matière organique enfouie	non	NR	NR	
		Conductivité hydraulique en surface	OUI	non	non	
		Conductivité hydraulique en profondeur	OUI	NR	NR	
	Ralentissement des ruissellements	Rugosité du couvert végétal	NR	NR	NR	
		Rareté des rigoles	OUI	non	non	
		Rareté des fossés	OUI	OUI (2,9 fois la perte)	OUI	
		Rareté des fossés profonds	OUI	non	non	
	Recharge des nappes	Rareté des rigoles	OUI	non	non	
		Rareté des fossés	OUI	OUI (2,9 fois la perte)	OUI	
		Rareté des fossés profonds	OUI	non	non	
		Rareté des drains souterrains	OUI	NR	NR	
		Conductivité hydraulique en surface	OUI	non	non	
		Conductivité hydraulique en profondeur	OUI	NR	NR	
	Rétention des sédiments	Végétalisation du site	OUI	OUI (1,5 fois la perte)	OUI	
		Rugosité du couvert végétal	NR	NR	NR	
		Rareté des rigoles	OUI	non	non	
		Rareté des fossés	OUI	OUI (2,9 fois la perte)	OUI	
		Rareté des fossés profonds	OUI	non	non	
		Rareté du ravinement	OUI	non	non	

Fonctions	Sous-fonctions	Indicateurs	Perte	Gain	Ratio d'équivalence fonctionnelle	Equivalence
		Végétalisation des berges	NR	NR	NR	
		Matière organique incorporée en surface	OUI	OUI (0 fois la perte)	non	
		Texture en surface 1	OUI	non	non	
		Habitats non halophiles	NR	NR	NR	
	Soutien au débit d'étiage**	Surface terrière étiage	OUI	non	non	
		Rareté des rigoles	OUI	non	non	
		Rareté des fossés	OUI	OUI (2,9 fois la perte)	OUI	
		Rareté des fossés profonds	OUI	non	non	
		Rareté des drains souterrains	OUI	NR	NR	
		Matière organique incorporée en surface	OUI	OUI (0 fois la perte)	non	
		Matière organique enfouie	non	NR	NR	
		Conductivité hydraulique en surface	OUI	non	non	
		Conductivité hydraulique en profondeur	OUI	NR	NR	
	Fonctions biogéochimiques	Végétalisation du site	OUI	OUI (1,5 fois la perte)	OUI	
		Rugosité du couvert végétal	NR	NR	NR	
		Rareté des rigoles	OUI	non	non	
		Rareté des fossés	OUI	OUI (2,9 fois la perte)	OUI	
		Rareté des fossés profonds	OUI	non	non	
		Rareté des drains souterrains	OUI	NR	NR	
		Rareté du ravinement	OUI	non	non	
		Végétalisation des berges	NR	NR	NR	
		Matière organique incorporée en surface	OUI	OUI (0 fois la perte)	non	
		Matière organique enfouie	non	NR	NR	
		Texture en surface 2	OUI	non	non	
		Texture en profondeur	OUI	NR	NR	
		Engorgement temporaire	OUI	non	non	
		Végétalisation du site	OUI	OUI (1,5 fois la perte)	OUI	
		Assimilation N et P	OUI	non	non	

Fonctions	Sous-fonctions	Indicateurs	Perte	Gain	Ratio d'équivalence fonctionnelle	Equivalence
		Rugosité du couvert végétal	NR	NR	NR	
		Rareté des rigoles	OUI	non	non	
		Rareté des fossés	OUI	OUI (2,9 fois la perte)	OUI	
		Rareté des fossés profonds	OUI	non	non	
		Rareté des drains souterrains	OUI	NR	NR	
		Rareté du ravinement	OUI	non	non	
		Végétalisation des berges	NR	NR	NR	
		Matière organique incorporée en surface	OUI	OUI (0 fois la perte)	non	
		Habitats non halophiles	NR	NR	NR	
	Adsorption, précipitation du phosphore	Végétalisation du site	OUI	OUI (1,5 fois la perte)	OUI	
		Rugosité du couvert végétal	NR	NR	NR	
		Rareté des rigoles	OUI	non	non	
		Rareté des fossés	OUI	OUI (2,9 fois la perte)	OUI	
		Rareté des fossés profonds	OUI	non	non	
		Rareté des drains souterrains	OUI	NR	NR	
		Rareté du ravinement	OUI	non	non	
		Végétalisation des berges	NR	NR	NR	
		pH acide-alcalin	OUI	non	non	
	Assimilation végétale des orthophosphates	Végétalisation du site	OUI	OUI (1,5 fois la perte)	OUI	
		Assimilation N et P	OUI	non	non	
		Rugosité du couvert végétal	NR	NR	NR	
		Rareté des rigoles	OUI	non	non	
		Rareté des fossés	OUI	OUI (2,9 fois la perte)	OUI	
		Rareté des fossés profonds	OUI	non	non	
		Rareté des drains souterrains	OUI	NR	NR	
		Rareté du ravinement	OUI	non	non	
		Végétalisation des berges	NR	NR	NR	
		pH neutre	OUI	non	non	

Fonctions	Sous-fonctions	Indicateurs	Perte	Gain	Ratio d'équivalence fonctionnelle	Equivalence
	Séquestration du carbone	Séquestration C	OUI	OUI (0,2 fois la perte)	non	
		Surface terrière carbone	non	OUI	non	
		Matière organique incorporée en surface	OUI	OUI (0 fois la perte)	non	
		Matière organique enfouie	non	NR	NR	
		Tourbe en surface	non	non	non	
		Tourbe enfouie	non	non	non	
		Engorgement permanent	OUI	non	non	
Fonctions biologiques	Support des habitats	Richesse en habitats	non	OUI	non	
		Équipartition des habitats	non	OUI	non	
		Habitats hygrophiles	non	non	non	
		Habitats non hygrophiles	OUI	non	non	
		Habitats halophiles	NR	NR	NR	
		Habitats non halophiles	NR	NR	NR	
		Rareté de l'anthropisation de l'habitat	OUI	non	non	
		Rareté des invasions biologiques végétales	OUI	NR	NR	
		Rareté de la fragmentation	OUI	OUI (0,7 fois la perte)	non	
	Connectivité	Similarité avec le paysage	OUI	non	non	

Légende :

- Case orange : gains sans équivalence ;
- Case verte : gains avec équivalence ;
- NR : non renseigné ;
- * : évaluée qu'en système alluvial, riverain d'étendue d'eau, estuarien, péri-lagunaire, panne dunaire et/ou côtier ;
- ** : évaluée qu'en système de plateau, source et suintement et dépression.

7 Conclusion

Dans le cadre du projet d'ombrières agrivoltaïques sur la commune des Deux-Chaises, au sein du département de l'Allier (03) et suite à différentes analyses (habitats, flore, sol), une zone humide de type HGM plateau a été identifiée au sein de l'aire d'étude rapprochée, sur une surface minimale de 14 ha (zones considérées comme caractéristiques de zone humide au titre de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement).

Après mesures d'évitement et de réduction, le projet prévoit l'imperméabilisation de 182 m² de zones humides. En phase travaux, l'ensemble de la surface clôturée, soit 1,95 ha de zones humides, sera impacté. Afin de proposer une stratégie de compensation des impacts résiduels, les fonctionnalités de la zone humide impactée ont été étudiées.

L'analyse révèle que les opportunités d'expression des fonctions hydrologiques et biogéochimiques du site impacté sont faibles à moyennes, tandis que les opportunités d'expression des fonctions biologiques sont modérées à fortes (notamment pour la connectivité). Les capacités d'expression des fonctions sont moyennes à fortes pour les fonctions hydrologiques et biologiques, et modérées pour les fonctions biochimiques.

Ainsi, les enjeux majeurs liés aux fonctions de la zone humide sont d'ordre biologiques (connectivité) et hydrologiques (rétention des sédiments). Dans une moindre mesure, des enjeux sont également existants pour les fonctions biogéochimiques (assimilation de l'azote et adsorption, précipitation du phosphore).

Les opportunités de compensation ont dans un second temps été étudiées. Le site du projet et son contexte immédiat ne sont pas apparus favorables à l'accueil de la compensation. En effet, le site présente aujourd'hui des fonctions biologiques s'exprimant fortement (sauf support des habitats), des fonctions hydrologiques s'exprimant modérément à fortement et des fonctions biogéochimiques s'exprimant modérément à fortement (sauf séquestration carbone, expression faible). Aussi, le milieu apparaît fortement fonctionnel à fonctionnalités déjà proche de celles du site impacté, et la plus-value de la compensation potentielle faible.

La recherche de site de compensation s'est ainsi orientée sur les parcelles appartenant au même propriétaire que le site envisagé pour le projet, et étant à proximité. La maîtrise du foncier est ainsi facilitée, et la compensation s'inscrit à proximité du projet, dans un contexte paysager très proche (contexte de bocages vallonnés) et dans un bassin versant voisin de celui de la parcelle impactée. Deux parcelles sur la commune voisine de Rocles ont ainsi été étudiées. Des pré-diagnostic et délimitations de zones humides ont permis de mettre en évidence la présence de zones humides de type HGM plateau sur les deux sites étudiés. La surface de zone humide (surface plus importante) et le contexte du site Nord (présence de culture, de fossés) étant apparu plus favorables à l'accueil de la compensation, le site Nord a été retenu pour accueillir les mesures compensatoires.

Localisé dans un sous-bassin-versant voisin de celui du site impacté, les capacités d'expression des fonctions de la zone humide du site Nord sont assez similaires à celles du site impacté, mis à part pour les fonctions biologiques (faibles à modérées).

Les mesures proposées pour compenser les impacts sur la zone humide impactée et rechercher l'équivalence fonctionnelle sont les suivantes :

- Mise en place de modalités de gestion adaptées : fauche tardive avec exportation ;
- Maintien de zones pâturées avec réduction de la charge de pâture et la fréquence ;
- Mise en défens des prairies humides existantes et des mares existantes ;
- Création des nouveaux linéaires de haies au sein des prairies humides existantes ;
- Création d'une mare au sein des prairies humides existantes ;
- Réduction du drainage avec comblement des fossés et redirection des écoulements vers la parcelle.

Un plan de gestion sera rédigé afin de préciser la mise en œuvre de ces mesures. À ce stade d'avancement du projet, il n'est pas encore élaboré.

En outre, pour que les mesures soient recevables, le site doit répondre aux principes de proximité géographique, d'additionnalité écologique et d'équivalence fonctionnelle.

- Proximité géographique : La parcelle compensatoire appartient bien à des zones contributives et paysages similaires, sur des zones humides de plateau. En revanche, elle appartient à un autre sous-bassin versant, voisin au site impacté, alors que le SDAGE Loire Bretagne demande prioritairement la réalisation des mesures de compensation au sein du bassin versant de la masse d'eau concernée par l'impact. La proximité géographique n'est donc pas respectée.
- Equivalence fonctionnelle et additionnalité écologique : La mise en œuvre des actions écologiques sur le site de compensation Nord permettra de favoriser principalement les fonctions hydrologiques et biogéochimiques (cibles secondaires de la compensation). Les mesures proposées ne permettent toutefois pas d'atteindre l'équivalence fonctionnelle (ratio de 1,4/1) pour ces fonctions et sous-fonctions. Quelques gains avec équivalence sont obtenus pour les indicateurs rareté des fossés et végétalisation du site, permettant d'améliorer les sous-fonctions ralentissement des ruissèlements, rétention des sédiments et recharge des nappes prioritairement recherchés pour les fonctions hydrologiques. Concernant les fonctions biogéochimiques, quelques gains sont obtenus pour les indicateurs richesse en habitats, équipartition et rareté de la fragmentation, mais ils ne permettent pas d'atteindre une équivalence fonctionnelle. Ainsi, si quelques indicateurs présentent des gains avec équivalence fonctionnelle, pour les sous-fonctions à enjeux, des pertes de faibles ampleur demeurent. Concernant les fonctions biologiques, seuls des gains sans équivalence fonctionnelle sont obtenus pour les indicateurs richesse en habitat, équipartition et la rareté de la fragmentation. Cela s'explique par la conservation par les mesures de compensation de milieux d'ores et déjà présents. Ainsi les principes d'additionnalité écologique et d'équivalence fonctionnelle ne sont donc que très partiellement respectés.

Néanmoins, dans le cas où ces trois principes (proximité géographique, équivalence fonctionnelle et additionnalité écologique) ne sont pas respectés, la disposition 8B du SDAGE Loire Bretagne précise que la compensation doit viser une valeur guide 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, par la création ou la restauration de zone humide. Avec une surface de zones humides impactées égale à 1,95 ha et donc une valeur guide de 3,9 ha (200%) de compensation, la compensation minimale doit porter sur 3,9 ha. Au regard des superficies concernées par les actions de compensation envisagées, l'orientation du SDAGE est donc respectée (respect des ratios surfaciques).

Annexe I : Méthodologie appliquée au projet

Rappel réglementaire

La loi n°2019-773 du 24 juillet 2019 portant création de l'Office français de la biodiversité est venue mettre fin à des débats doctrinaux et jurisprudentiels relatifs au caractère cumulatif ou non des critères de détermination des zones humides : le Conseil d'Etat avait notamment jugé le 22 février 2017 que les critères applicables à la caractérisation des zones humides étaient cumulatifs (req. n°386325), et c'est également ce que prévoyait l'arrêté interministériel du 24 juin 2008).

Désormais, l'article L. 211-1 du code de l'environnement modifié par la loi précitée prévoit explicitement des critères alternatifs : « on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

Une zone humide est donc :

- un terrain habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ;
- ou un terrain dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année.

Les critères sont présentés ci-dessous. Le détail de la méthodologie appliquée au projet est présenté en annexe.

Critère « végétations »

Sa végétation, si elle existe, est caractérisée :

- soit par des « habitats », caractéristiques de zones humides, identifiées selon la méthode et la liste correspondante figurant à l'annexe 2.2. ;
- soit par des espèces indicatrices de zones humides : liste d'espèces figurant à l'annexe 2.1 + liste additive d'espèces arrêtée par le préfet si elle existe.

Il est important de rappeler que suivant la circulaire du 18 janvier 2010 et en application des Articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009. :

"Dans tous les cas, lorsque le critère relatif à la végétation n'est pas vérifié, il convient d'examiner le critère pédologique ; de même, lorsque le critère pédologique n'est pas vérifié, le critère relatif à la végétation doit être examiné (cf. arbre de décision simplifié présenté en annexe 2 de la circulaire)."

De ce fait les parcelles notées comme « Non zone humide » d'après les habitats observés ne peuvent être directement caractérisées comme non-humides sans prospections pédologiques (et/ou piézométriques) complémentaires. Ces parcelles devront donc, au regard de la réglementation, demeurer dans une « couche d'alerte » afin de souligner les risques de présence de zone humide dans le cas où des aménagements seraient prévus sur la zone.

A contrario une fois l'habitat, ou le sol, classée comme caractéristique d'une zone humide d'après les catégories présentées dans la circulaire, la zone peut être directement classée comme zone humide avérée :

"En chaque point, la vérification de l'un des critères relatifs aux sols ou à la végétation suffit pour statuer sur la nature humide de la zone."

Limites méthodologiques et interprétation

Habitats issus de travaux d'aménagements, agricoles ou plantations

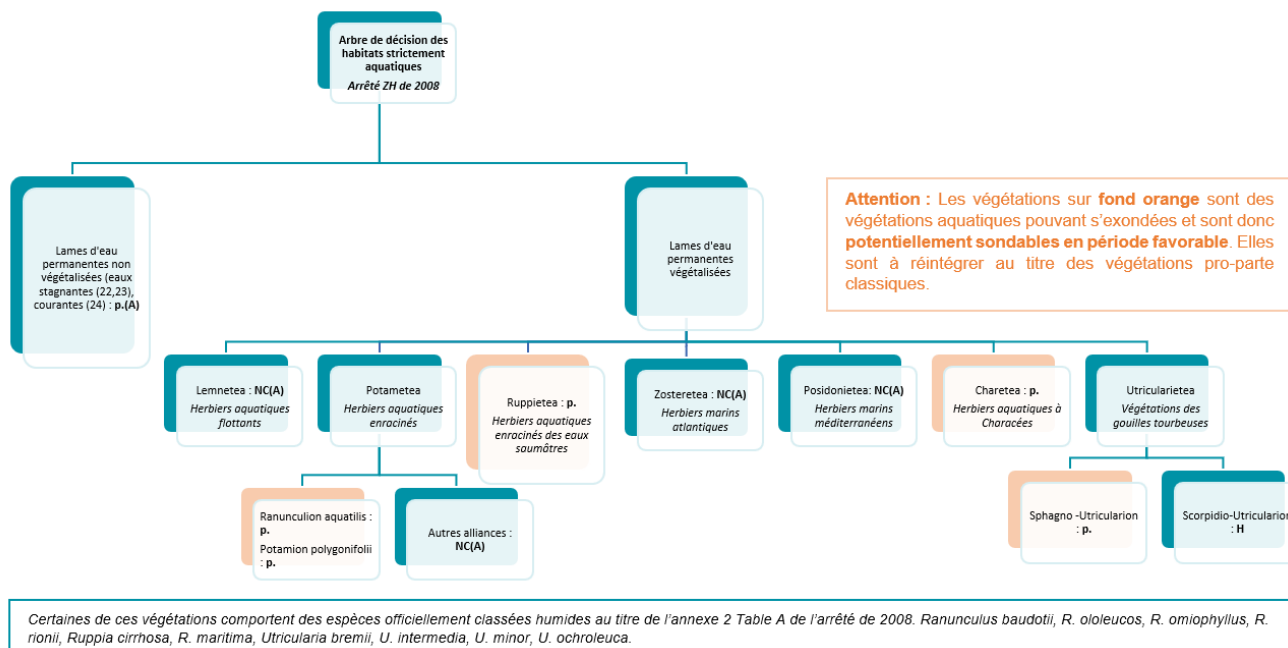
Pour les habitats issus des travaux d'aménagement, des travaux agricoles ou de plantations ne permettant pas dans leur intégralité de justifier du caractère humide ou non humide de la zone considérée, différentes méthodes seront mises en place :

- Cas 1 : relevé des espèces végétales spontanées présentes sur le site concerné en se référant à la liste des espèces de l'annexe 2 de l'arrêté de 2008 (pour les friches, les zones hyperpiétinées et les plantations ligneuses),
- Cas 2 : recherche des adventives et des messicoles indicatrices pour les parcelles cultivées,
- Cas 3 : étude pédologique pour les zones présentant aucune espèce spontanée (Terrain de sport, de loisirs, jardins, parcs, espaces verts, cultures sans adventives, bâti...) dans la limite des points prévus par le bon de commande.

Cas des végétations aquatiques

Les milieux aquatiques dépourvus de végétation sont considérés Pro parte dans la réglementation. Ils demeurent insondables et conformément à l'article R.211-108 du Code de l'environnement, la définition des zones humides n'est pas applicable aux cours d'eau, plans d'eau et canaux. Ils seront classés sous la typologie Pro parte / p. (A) : Zone en eau permanente sans végétation.

Concernant les végétations aquatiques implantées en zone en eau permanente, certaines communautés ont un statut particulier dans l'arrêté. Un arbre de décision spécifique a donc été établi afin de pouvoir statuer.



Cas des sols imperméabilisés

Les sols imperméabilisés ou bâtis (enrobés, béton, chemin avec fond de forme et matériaux rapportés compactés), dépourvus de végétations ne sont pas caractéristiques de zone humide selon l'arrêté. Ils seront nommés « zone imperméabilisée » (Non caractéristique (I)). Ils seront donc considérés comme non humides in fine.

Critère « sols »

L'annexe 1 de l'arrêté du 24 juin 2008, précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009, présente les méthodes de terrain pour la délimitation des zones humides selon des critères pédologiques ainsi que la liste des sols caractéristiques des zones humides. Les sondages pédologiques ont été réalisés à l'aide d'une tarière manuelle.

Les relevés ont été effectués à minima jusqu'à 60 cm lorsque aucune trace de trait rédoxiques n'était visible et jusqu'à 1.20m au maximum pour les autres cas. En effet, pour définir le type de sol humide, il est nécessaire si on observe des traits rédoxiques à moins de 50 cm, de regarder également plus en profondeur.

Selon l'arrêté, les sols des zones humides se répartissent en 3 grandes catégories (cf. annexe 1 de la circulaire du 1er octobre 2009) :

- 1) Les histosols. Ils sont gorgés d'eau en permanence ce qui provoque l'accumulation de matières organiques peu ou pas décomposées. Ces sols correspondent aux classes d'hydromorphie H du GEPPA modifié ;
- 2) Les réductisols. Ils sont gorgés d'eau de façon permanente mais à faible profondeur (traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol. Ces sols correspondent aux classes VI (c et d) du GEPPA ;
- 3) Les autres sols. Ils sont caractérisés par :
 - o Des traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres du sol et se prolongeant en profondeur. Ces sols correspondent aux classes V (a, b, c et d) du GEPPA.
 - o Des traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres s'intensifiant plus en profondeur et des traits réductiques entre 80 et 120 centimètres. Ces sols correspondent à la classe IVd du GEPPA.

Ces sols correspondent à un ou plusieurs types pédologiques parmi ceux mentionnés dans la liste figurant à l'annexe 1.1 et identifiés selon la méthode figurant à l'annexe 1.2.

Analyse piézométrique

Enfin, il est important de souligner que la circulaire stipule que :

"Dans certains contextes particuliers (fluviosols développés dans des matériaux très pauvres en fer, le plus souvent calcaires ou sableux et en présence d'une nappe circulante ou oscillante très oxygénée ; podzosols humiques et humoduriques), l'excès d'eau prolongée ne se traduit pas par les traits d'hydromorphie habituels facilement reconnaissables. Une expertise

des conditions hydrogéomorphologiques (en particulier profondeur maximale du toit de la nappe et durée d'engorgement en eau) doit être réalisée pour apprécier la saturation prolongée par l'eau dans les 50 premiers centimètres de sol."

De ce fait, même dans les cas où des relevés phytosociologiques et pédologiques classent la zone comme non-humide, la présence de substrat sableux et la proximité avec le réseau hydrographique ou une nappe oscillante légitime la mise en place de suivis piézométriques pour justifier du caractère non-humide de la zone.

Au cas par cas, cette analyse est également applicable aux sols anthropiques remaniés ne permettant pas une observation des traits d'hydromorphie en profondeur, ou lors d'un refus de tanière sur remblais.

Une étude complémentaire doit dans cette situation être mise en œuvre pour préciser la « profondeur maximale » du toit de la nappe et la « durée d'engorgement » en eau afin de justifier la présence d'un engorgement à moins de 50 cm (analyse piézométrique).

Limites méthodologiques

La méthode retenue par BIOTOPE est donc de réaliser une cartographie de végétation permettant, tout en faisant une différenciation des habitats dits « humides » (H), des habitats « potentiellement ou partiellement humides » (*pro parte*) (p) et des autres habitats non caractéristiques de zones humides. Ces derniers types faisant ensuite l'objet d'un examen pédologique au cas par cas.

La méthodologie détaillée est présentée ci-dessous. À noter que l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par celui du 1er octobre 2009 détaille les deux critères de délimitation des zones humides : sol et végétation (protocoles « habitats » et « flore ») (Cf. partie précédente).

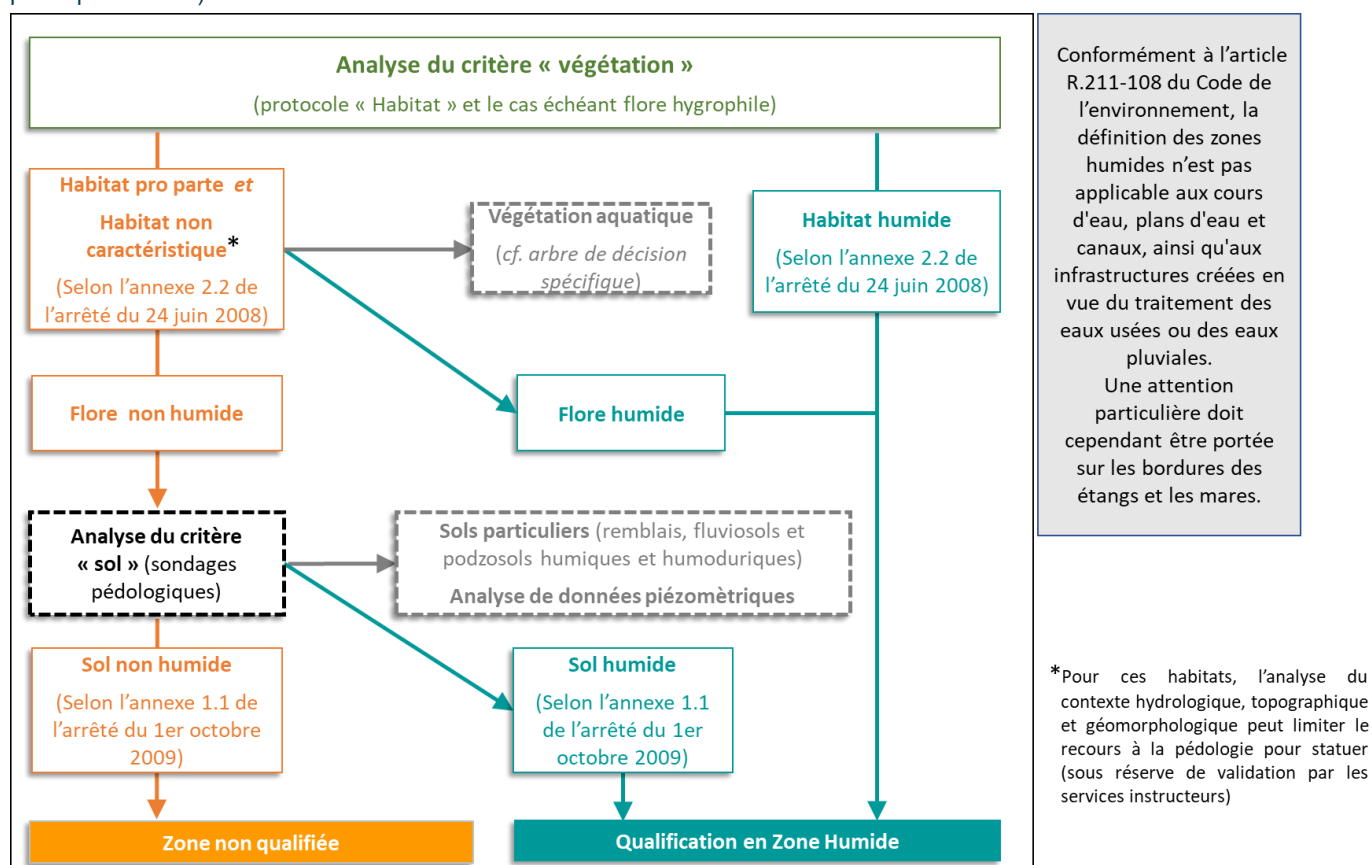


Figure 5 : Schématisation de la méthodologie de délimitation des zones humides selon la Circulaire du 18 janvier 2010, en application de l'arrêté du 24 juin 2008 (modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009) (©Biotope 2019).

Délimitation de la végétation humide

Pour le protocole « habitats », l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides fournit deux typologies : Corine Biotopes et le Prodrome des végétations de France (approche phytosociologique). Sur les secteurs d'habitats classés comme humides (H.) selon au moins une des deux

typologies, la végétation peut être directement considérée comme humide. L'identification des habitats humides sera alors réalisée via une cartographie.

En revanche, un classement en habitat non caractéristique ou *pro parte* peut nécessiter une expertise botanique via la prise en compte de la flore hygrophile : celle-ci est réalisée à dire d'expert en s'inspirant du protocole « flore » proposé dans l'arrêté 2008 (Annexe 2.1).

Sur le terrain, nous privilégierons une approche phytosociologique. En effet, celle-ci constitue l'outil le plus opérationnel pour délimiter les zones humides.

Par exemple, la sous-alliance du Colchico-Arrhenatherenion est considérée comme Humide dans l'arrêté du 24 juin 2008, alors que si l'on décrit le même habitat par son code Corine Biotopes (38.22), il est considéré comme *pro parte* par le même arrêté.

Il est à noter que dans le cadre d'une expertise « Zones humides », la phytosociologie ne constitue pas un objectif en soi, mais seulement un outil. Ainsi, les habitats ne sont décrits qu'au niveau syntaxonomique suffisant pour statuer sur le caractère humide ou non humide de l'habitat.

A cet égard, l'arrêté précise que « la mention d'un habitat coté « H » signifie que cet habitat, ainsi que, le cas échéant, tous les habitats de niveaux hiérarchiques inférieurs sont caractéristiques de zones humides. » Si on prend pour exemple la classe des Agrostietea stoloniferae (prairies humides mésotrophes à eutrophes), classée Humide (tableau du Prodrome des Végétations de France de l'arrêté), les ordres et alliances de la classe sont donc également classés humides. Il n'y a de ce fait aucune utilité à déterminer le syntaxon inférieur auquel se rattache la prairie cartographiée.

Afin de standardiser les cartographies d'habitats réalisées par ses experts, BIOTOPE a mis en place une base de données phytosociologiques basée sur le Prodrome des végétations de France et actualisée par diverses publications de référence plus récentes. Cet outil permet notamment de connaître pour chaque syntaxon, quel niveau hiérarchique doit être atteint pour statuer sur le caractère humide de l'habitat.

Cette approche permet d'assurer à la fois efficacité et fiabilité de l'expertise.

Préalablement à la phase de terrain, une correspondance de chaque syntaxon avec, la typologie Corine Biotopes, EUNIS et les éventuelles correspondances au Manuel Eur 28 (Natura 2000) a été établie en s'appuyant sur la base de données phytosociologiques de BIOTOPE.

Pour les habitats issus des travaux d'aménagement, des travaux agricoles ou de plantations ne permettant pas dans leur intégralité de justifier du caractère humide ou non humide de la zone considérée, différentes méthodes sont mises en place :

- Cas 1 : relevé des espèces végétales spontanées présentes sur le site concerné en se référant à la liste des espèces de l'annexe 2 de l'arrêté de 2008 (pour les friches, les zones hyperpiétinées et les plantations ligneuses) ;
- Cas 2 : recherche systématique des adventives et des messicoles indicatrices pour les parcelles cultivées ;
- Cas 3 : étude pédologique pour les zones présentant aucune espèce spontanée (Terrain de sport, de loisirs, jardins, parcs, espaces verts, cultures sans adventives, bâti...) dans la limite des points prévus par le bon de commande.

Enfin, pour certaines zones humides présentant des limites floues, la prise en compte des critères hydrologiques, topographiques et géomorphologiques permet d'affiner les contours sans recourir à la pédologie de façon systématique (le recourt à ces critères est inscrit en remarque au sein de la table attributaire de la couche SIG produite suite à discussion/validation avec les services instructeurs).

Délimitation des sols humides

L'analyse des sols est réalisée sur les végétations *pro parte* ou non caractéristiques sans flore caractéristique dans la limite du nombre de sondages prévus au marché. L'observation des traits d'hydromorphie au sein d'un profil de sol peut être réalisée toute l'année, même si l'hiver est déconseillé (sol gelé). Le printemps est la saison idéale pour constater sur le terrain la réalité des excès d'eau, souvent période de l'engorgement maximal. Il faut tout de même noter que les traits d'hydromorphie sont permanents, et peuvent donc être observés à toute saison.

Ces traits d'hydromorphie sont de plusieurs types :

- Présence de tourbe (horizon histique), accumulation de matière organique morte dans un milieu saturé en eau, de couleur brune à noirâtre,
- Présence d'un horizon réductique, à engorgement prolongé par une nappe phréatique d'eau privée d'oxygène, qui provoque des phénomènes d'anaérobiose et de réduction du fer, de couleur bleu-vert gris,

- Présence d'un horizon rédoxique, dans des horizons à engorgement temporaire et à nappe circulante, avec apparition de traces d'oxydo-réduction du fer (taches rouille et zones décolorées) et de nodules ou concrétions de fer/manganèse, de couleur noire.

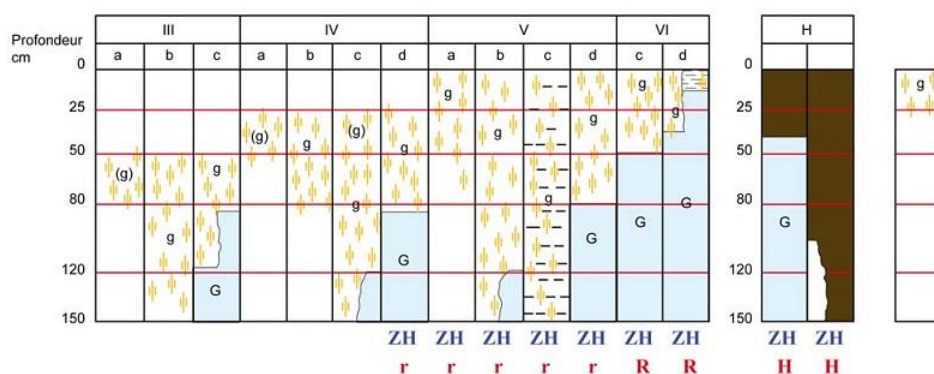
Afin de délimiter une zone humide grâce au critère pédologique, l'examen des sols doit porter prioritairement sur des points à situer de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. La localisation précise et le nombre de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site. Chaque sondage pédologique sur ces points doit être si possible d'une profondeur de 1,2 mètre. L'examen du sondage pédologique vise à vérifier la présence :

- D'horizons histiques (ou tourbeux) débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et d'une épaisseur d'au moins 50 centimètres,
- Ou de traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol,
- Ou de traits rédoxiques débutant à moins de 25 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur,
- Ou de traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur et de traits réductiques apparaissant entre 80 et 120 cm.
- Si ces caractéristiques sont présentes, le sol peut être considéré comme sol de zone humide.

Il peut également être précisé que si aucune trace d'horizons histiques, rédoxiques ou réductiques n'apparaît dans les premiers 50 cm, il ne devient pas nécessaire de continuer plus profondément le sondage, puisque dans tous les cas le sol ne rentre pas dans le cadre des sols caractéristiques de zone humide selon les classes du GEPPA.

Suite au passage de terrain, la compilation des observations a été faite via la réalisation d'une base de données avec reportage photo et localisation de chaque point. Les profondeurs d'apparition des traces d'oxydo-réduction ont également été notées ainsi que le type de sol selon les classes du GEPPA.

Le tableau des classes d'hydromorphie du Groupe d'Etudes et Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA) présente plusieurs profils typiques de sols, et attribue à chacun une valeur. L'arrêté du 1er octobre 2009 prend en compte 9 de ces profils, où l'hydromorphie s'accroît du code IVd au code HII.



Morphologie des sols correspondant à des "zones humides" (ZH)

- (g) caractère rédoxique peu marqué (pseudogley peu marqué)
- g caractère rédoxique marqué (pseudogley marqué)
- G horizon réductique (gley)
- H Histosols R Réductisols
- r Rédoxisols (rattachements simples et rattachements doubles)

d'après Classes d'hydromorphie du Groupe d'Étude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA, 1981)

Figure 6 : Illustration des caractéristiques des sols de zones humides – GEPPA

Enfin, il est important de souligner que la circulaire stipule que :

"Dans certains contextes particuliers (fluviosols développés dans des matériaux très pauvres en fer, le plus souvent calcaires ou sableux et en présence d'une nappe circulante ou oscillante très oxygénée ; podzosols humiques et humoduriques), l'excès d'eau prolongée ne se traduit pas par les traits d'hydromorphie habituels facilement reconnaissables. Une expertise des conditions hydrogéomorphologiques (en particulier profondeur maximale du toit de la nappe et durée d'engorgement en eau) doit être réalisée pour apprécier la saturation prolongée par l'eau dans les 50 premiers centimètres de sol."

De ce fait, même dans les cas où des relevés phytosociologiques, ou relevés d'espèces ou pédologiques classent la zone comme non-humide, la présence de substrat sableux et la proximité avec le réseau hydrographique ou une nappe oscillante légitime la mise en place de suivis piézométriques pour justifier du caractère non-humide de la zone.

Une étude complémentaire doit dans cette situation être mise en œuvre pour préciser la « profondeur maximale » du toit de la nappe et la « durée d'engorgement » en eau afin de justifier la présence d'un engorgement à moins de 50 cm (analyse piézométrique).

L'existence de profils de ce type peut nécessiter la mise en place de piézomètres.

Limites méthodologiques

- La réglementation indique que l'expertise pédologique peut être réalisée toute l'année avec une période optimale en fin d'hiver. En pratique, il peut être difficile de réaliser les sondages au cours d'une période sèche.
- Le caractère exploitable des sondages dépend de la possibilité d'atteindre une profondeur suffisante (en théorie de l'ordre de 1,20 m). Cette exigence ne peut être satisfaite lorsqu'un arrêt à faible profondeur est imposé par la présence de cailloux ou de racines, ou par un endurcissement du sol : cas fréquent en présence d'aménagements anthropiques.
- Les sols agricoles peuvent poser des difficultés d'interprétation. En effet, leur partie superficielle est souvent homogénéisée par le labour et obscurcie par un enrichissement en matière organique, ce qui rend problématique l'observation des traces d'hydromorphie. Une alternative peut consister à se reporter sur des sondages dans des milieux adjacents moins perturbés.
- Les sols remaniés (anthroposols), parmi lesquels les remblais, se reconstituent lentement et reflètent rarement le fonctionnement du site. Les traits pédologiques caractéristiques de zone humide peuvent ne pas se développer et lorsque des traces d'hydromorphie sont présentes de façon hétérogène ou localisée (pouvant être liées à la nature du matériau apporté ou à un phénomène de tassement superficiel), il est parfois impossible de conclure sur le caractère humide ou non des sondages.
- Les traces d'hydromorphie sont liées à l'oxydo-réduction du fer : certains types de sols très pauvres en fer, notamment sableux, ne permettent pas d'obtenir des résultats concluants. Les cailloux, graviers et racines peuvent induire des traces d'hydromorphie : ces traces peuvent aussi être confondues avec la coloration de certains substrats.

Annexe II : Tableau des sondages pédologiques

Tableau 30 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre de l'analyse des fonctions de la zone humide impactée

NUM	Date	PROF MAX	REDOX MIN	REDOX MAX	REDUC MIN	REDUC MAX	TOURBE MIN	TOURBE MAX	REMANIE	DRAINANT	REFUS	SOL	COMMENTAIRE
1	25/02/2025	120	15		/	/	/	/	Non	Non	Non	Ind	Présence s'une nappe à partir de 60 cm
2	25/02/2025	120	10		/	/	/	/	Non	Non	Non	Ind	Superficie boueuse avec de l'eau présence d'une nappe d'eau entre 40-50 cm. Présence de morceau de roche mère dégradé à partir de 70cm.

- PROF : Profondeur du sondage ; REDOX : sol rédoxique ; REDUC : sol réductique ; TOURBE : sol tourbeux ; REMANIE : présence d'un sol remanié ; DRAINANT : présence d'un sol drainant limitant l'observation des traces d'hydromorphie ; REFUS : Refus de tarière ; SOL : type de sol
- H : sol caractéristique de zone humide ; NH : sol non caractéristique de zone humide ; Indéterminé : sondage non caractéristique de zones humides due à un refus de tarière, Inaccessible : accès non autorisé
- Les profondeurs minimales (Min) et maximales (Max) sont données en centimètres.
- REFUS : Refus tarière

Tableau 31 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre du prédiagnostic de compensation du site nord

NUM	Date	PROF MAX	REDOX MIN	REDOX MAX	REDUC MIN	REDUC MAX	TOURBE MIN	TOURBE MAX	REMANIE	DRAINANT	REFUS	SOL	COMMENTAIRE
1	10/04/2025	80	15	40					non	non	oui	Non humide	Traits redoxiques sur matrice grise, s'estompant sur matrice ocre brune
2	10/04/2025	40	15	40					non	non	oui	Indéterminé	Traits redoxiques présents mais assez discrets, secteur engorge en surface en février
3	10/04/2025	40							oui	non	oui	Indéterminé	Sol brun homogène
4	10/04/2025	90	25	90					non	non	oui	Humide	Traits redoxiques légers a 25cm, s'intensifiant progressivement
5	18/02/2025	50							non	non	non	Non humide	Sol brun homogène
6	10/04/2025	85	0	85					non	non	oui	Humide	

NUM	Date	PROF MAX	REDOX MIN	REDOX MAX	REDUC MIN	REDUC MAX	TOURBE MIN	TOURBE MAX	REMANIE	DRAINANT	REFUS	SOL	COMMENTAIRE
7	19/02/2025	100	0	100					non	non	non	Humide	Traits redoxiques assez nets entre 0 et 30cm sur matrice grise, entre 30 et 70cm, très sableux plus ou moins grossier sur ton ocre jaune sans TR discernables, considéré comme redoxique, ensuite réorganisation TR cohérents et intenses engorgé à 90cm
9	19/02/2025	65	30	65					non	non	oui	Non humide	Enclaves redoxiques entre 30 et 40cm, traits redoxiques peu marqués et s'intensifiant peu
10	19/02/2025	100	15	100					non	non	non	Humide	Traits redoxiques peu contrastés. Très sableux et ocre jaune entre 50 et 90cm
11	19/02/2025	50							non	non	non	Non humide	Sol brun homogène, bcp tumuli rongeurs
12	19/02/2025	90	10	90					non	non	non	Humide	Venue d'eau à 50cm, traits redoxiques nets et s'intensifiant bien
13	19/02/2025	90	10	90					non	non	oui	Humide	Engorgé à 50cm traits redoxiques nets sur matrice grise
14	19/02/2025	80	25	80					non	non	oui	Humide	Traits redoxiques nets et s'intensifiant bien
15	19/02/2025	120	20	120					non	non	non	Humide	Traits redoxiques s'intensifiant bien
16	19/02/2025	75	45	75					non	non	oui	Non humide	Enclaves redoxiques entre 40 et 60cm, ayant motivé le sondage plus profond, traits redoxiques s'intensifient puis refus
17	19/02/2025	65	40	65					non	non	oui	Non humide	Traits redoxiques très légers entre 40 et 50cm, intensification assez lente, refus 2 essais
18	19/02/2025	50							non	non	non	Non humide	Sol brun homogène avec arènes granitiques
19	19/02/2025	90	10	90					non	non	non	Humide	Traits redoxiques s'intensifiant bien
20	19/02/2025	100	30	100					non	non	non	Non humide	Traits redoxiques peu contrastés et s'intensifiant lentement

NUM	Date	PROF MAX	REDOX MIN	REDOX MAX	REDUC MIN	REDUC MAX	TOURBE MIN	TOURBE MAX	REMANIE	DRAINANT	REFUS	SOL	COMMENTAIRE
21	19/02/2025	40							non	non	oui	Indéterminé	2 essais refus sur cailloux, pas traits redoxiques discernables
22	19/02/2025	45	27	45					non	non	oui	Indéterminé	Traits redoxiques apparaissant peu après 25cm
30	19/02/2025	60							non	non	oui	Non humide	Sol ton plutôt brun que gris, pas de traits redoxiques rouille visibles
31	19/02/2025	35							non	non	oui	Indéterminé	Refus 2 essais pas de traits redoxiques discernables
32	19/02/2025	80	0	80					non	non	oui	Humide	Intensification traits redoxiques rapide entre 0 et 60cm sur texture limoneuse puis argileux compact et plutôt sec
44	10/04/2025	40	0	40					non	non	oui	Indéterminé	Trait redoxiques sur matrice grise nette, jonc en amont et détrempé type source
45	10/04/2025	90	5	90					non	non	oui	Humide	Traits redoxiques nets et s'intensifiant bien, de plus en plus ocre du a la proportion croissante de sables granitiques
46	10/04/2025	45	20	30					oui	non	oui	Indéterminé	Traits redoxiques très légers et en mélange avec sable granitique, difficulté interprétation
47	10/04/2025	50							non	non	oui	Non humide	Sol brun jusqu'a 30cm puis sables granitiques difficile a discerner si traits redoxiques, considérés absents
48	10/04/2025	70	20	70					non	non	oui	Humide	Traits redoxiques légers avant 30cm, s'intensifiant bien

- PROF : Profondeur du sondage ; REDOX : sol rédoxique ; REDUC : sol réductique ; TOURBE : sol tourbeux ; REMANIE : présence d'un sol remanié ; DRAINANT : présence d'un sol drainant limitant l'observation des traces d'hydromorphie ; REFUS : Refus de tarière ; SOL : type de sol
- H : sol caractéristique de zone humide ; NH : sol non caractéristique de zone humide ; Indéterminé : sondage non caractéristique de zones humides due à un refus de tarière, Inaccessible : accès non autorisé
- Les profondeurs minimales (Min) et maximales (Max) sont données en centimètres.
- REFUS : Refus tarière

Tableau 32 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre du prédiagnostic de compensation du site sud

NUM	Date	PROF MAX	REDOX MIN	REDOX MAX	REDUC MIN	REDUC MAX	TOURBE MIN	TOURBE MAX	REMANIE	DRAINANT	REFUS	SOL	COMMENTAIRE
8	09/04/2025	0							non	non	non	Non humide	Sol brun homogène
23	09/04/2025	50							non	non	non	Non humide	Sol brun a inclusions de sables grossiers de granite
24	09/04/2025	50							non	non	non	Non humide	Sol brun jusqu'a 25cm, s'éclaircissant sur sables granitiques, texture seche
25	09/04/2025	50							non	non	non	Non humide	Sol brun homogène
26	09/04/2025	50							non	non	oui	Non humide	Brun homogène, refus sur sables de granit grossiers
27	09/04/2025	50							non	non	oui	Non humide	Sol brun jusqu'à 40cm puis sables granitiques ocres bariolés
28	09/04/2025	50							non	non	non	Non humide	Sol brun homogène
29	09/04/2025	80	10	80					non	non	non	Humide	Traits redoxiques nets et s'intensifiant bien, sud tache jonc détrempée, sans joncs au point sondage
33	09/04/2025	40	0	40					non	non	non	Humide	Test 40cm, traits redoxiques très nets
34	09/04/2025	40	0	40					non	non	non	Humide	Test 40cm, matrice grise sans traits rouille
35	09/04/2025	50							non	non	non	Non humide	Sol brun jusqu'a 40cm puis tons ocres bariolés sans nuances grises comme test 40cm proches
36	09/04/2025	40	0	40					non	non	oui	Humide	Test 40cm, traits redoxiques nets
37	09/04/2025	0							non	non	non	Humide	Hum
38	09/04/2025	65	20	65					oui	non	oui	Humide	Petits morceaux brique a 20cm, traits redoxiques très légers à partir de 20cm et s'intensifiant lentement
39	18/04/2025	60	0	45					non	non	oui	Non humide	Traits redoxiques sur matrice brune dès surface, s'estompant a partir de

NUM	Date	PROF MAX	REDOX MIN	REDOX MAX	REDUC MIN	REDUC MAX	TOURBE MIN	TOURBE MAX	REMANIE	DRAINANT	REFUS	SOL	COMMENTAIRE
													15cm. très sableux entre 50 et 60cm et sec
40	09/04/2025	35							non	non	oui	Indéterminé	Refus sur sables grossiers granite, sol brun probablement non humide
41	09/04/2025	70	0	70					non	non	oui	Humide	Traits redoxiques nets et s'intensifiant bien, engorgé à 60cm
42	09/04/2025	80	0	70					non	non	oui	Humide	Matrice grise dès la surface intensification lente traits redoxiques, sables granite pur à partir 70cm, difficile à interpréter
43	09/04/2025	80	0	80					non	non	oui	Humide	Matrice grise dès la surface, mais très peu traits rouilles marqués même en profondeur
61	18/04/2025	40	0	40					non	non	non	Humide	Test 40cm, traits redoxiques nets
62	18/04/2025	80	5	80					non	non	non	Humide	Traits redoxiques peu contrastés, s'intensifiant bien

- PROF : Profondeur du sondage ; REDOX : sol rédoxique ; REDUC : sol réductique ; TOURBE : sol tourbeux ; REMANIE : présence d'un sol remanié ; DRAINANT : présence d'un sol drainant limitant l'observation des traces d'hydromorphie ; REFUS : Refus de tarière ; SOL : type de sol
- H : sol caractéristique de zone humide ; NH : sol non caractéristique de zone humide ; Indéterminé : sondage non caractéristique de zones humides due à un refus de tarière, Inaccessible : accès non autorisé
- Les profondeurs minimales (Min) et maximales (Max) sont données en centimètres.
- REFUS : Refus tarière

Tableau 33 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre de l'analyse des fonctions du site de compensation nord

NUM	Date	PROF MAX	REDOX MIN	REDOX MAX	REDUC MIN	REDUC MAX	TOURBE MIN	TOURBE MAX	REMANIE	DRAINANT	REFUS	SOL	COMMENTAIRE
49	17/04/2025	120	10	120					non	non	non	Humide	Traits redoxiques assez nets mais peu contrastés
50	17/04/2025	100	20	100					non	non	oui	Humide	Traits redoxiques peu contrastés,
51	17/04/2025	120	20	120					oui	non	non	Humide	Engorgé à 90cm, matrice grise apparaissant nettement à partir de 40cm
52	17/04/2025	120	10	120					non	non	non	Humide	Traits redoxiques nets s'intensifiant bien
53	17/04/2025	120	20	120					non	non	non	Humide	Traits redoxiques s'intensifiant bien

NUM	Date	PROF MAX	REDOX MIN	REDOX MAX	REDUC MIN	REDUC MAX	TOURBE MIN	TOURBE MAX	REMANIE	DRAINANT	REFUS	SOL	COMMENTAIRE
54	17/04/2025	120	20	120					non	non	non	Humide	Intensification assez nette jusqu'à 70cm, plus lente ensuite
55	17/04/2025	120	10	120					non	non	non	Humide	Intensification des traits redoxiques progressive

- PROF : Profondeur du sondage ; REDOX : sol rédoxique ; REDUC : sol réductique ; TOURBE : sol tourbeux ; REMANIE : présence d'un sol remanié ; DRAINANT : présence d'un sol drainant limitant l'observation des traces d'hydromorphie ; REFUS : Refus de tarière ; SOL : type de sol
- H : sol caractéristique de zone humide ; NH : sol non caractéristique de zone humide ; Indéterminé : sondage non caractéristique de zones humides due à un refus de tarière, Inaccessible : accès non autorisé
- Les profondeurs minimales (Min) et maximales (Max) sont données en centimètres.
- REFUS : Refus tarière

Tableau 34 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre de l'analyse des fonctions du site de compensation sud

NUM	Date	PROF MAX	REDOX MIN	REDOX MAX	REDUC MIN	REDUC MAX	TOURBE MIN	TOURBE MAX	REMANIE	DRAINANT	REFUS	SOL	COMMENTAIRE
56	17/04/2025	120	0	120					non	non	non	Humide	Trais redoxiques nets sur matrice grise jusqu'à 50cm puis de plus en plus ocre et gris clair
57	17/04/2025	110	0	110					non	non	oui	Humide	Traits redoxiques très nets et s'intensifiant bien
58	17/04/2025	80	0	80					non	non	oui	Humide	
60	18/04/2025	60	0	60					non	non	oui	Humide	Matrice grise et traits rouille tres nets, secteur a refus réguliers

- PROF : Profondeur du sondage ; REDOX : sol rédoxique ; REDUC : sol réductique ; TOURBE : sol tourbeux ; REMANIE : présence d'un sol remanié ; DRAINANT : présence d'un sol drainant limitant l'observation des traces d'hydromorphie ; REFUS : Refus de tarière ; SOL : type de sol
- H : sol caractéristique de zone humide ; NH : sol non caractéristique de zone humide ; Indéterminé : sondage non caractéristique de zones humides due à un refus de tarière, Inaccessible : accès non autorisé
- Les profondeurs minimales (Min) et maximales (Max) sont données en centimètres.
- REFUS : Refus tarière

Annexe III : Clichés des sondages pédologiques

Tableau 35 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre de l'analyse des fonctions du site impacté

Sondage 1	Sondage 2
 Les 20 Premiers cm	 Les 20 Premiers cm



Sondage humide : Sol rédoxique de type Vb présent le sondage 56 – Site sud



Sondage humide : Sol rédoxique de type Vb présent le sondage 49 – Site nord



Sondage indéterminé : Refus à 35 centimètres sur le sondage 40 – Site sud



Sondage indéterminé : Refus à 40 centimètres sur le sondage 2 – Site nord



Sondage non humide : Traits redoxiques absents des 50 premiers cm sur le sondage 25 – Site sud



Sondage non humide : Traits redoxiques absents avant 25 cm sur le sondage 16 – Site nord

Exemples de sondages « types » observés sur l'aire d'étude rapprochée

Annexe IV : Tableurs évaluation des fonctions des zones humides

Voir dossier Joint)

8 Bibliographie

- AGENCE DE L'EAU LOIRE-BRETAGNE, 2016 – Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux 2016-2021, Bassin Loire-Bretagne. Agence de l'eau Loire-Bretagne. 485 p.
- SAGE DU CHER AMONT, 2015 – Plan d'aménagement et de Gestion Durable. 150p.
- BAIZE D. & GIRARD M.-C. (coord.), 2009 - Référentiel Pédologique 2008. Quae Éditions, Paris. 432 p.
- BAIZE D. & DUCOMMUN C., 2014 - Reconnaître les sols de Zones Humides. Difficultés d'application des textes réglementaires. Etude et gestion des sols, 21 : 85 à 101

9 Index des tableaux, cartes et figures

Index des tableaux

Tableau 1 : Aires d'étude	5
Tableau 2 : Présentation de l'équipe projet	8
Tableau 3 : Récapitulatif des consultations menées en 2024 dans le cadre du pré diagnostic environnemental	8
Tableau 4 : Calendrier des prospections de terrain	9
Tableau 5 : Disposition mise en place par le SDAGE en faveur des zones humides	10
Tableau 6 : Dispositions du PAGD du SAGE Cher amont en faveur des zones humides	11
Tableau 7 : Synthèse des critères à respecter dans le cadre de la compensation des impact sur une zone humide	12
Tableau 8 : Synthèse des mesures intégrées au projet	14
Tableau 9 : Caractéristiques de la zone contributive du site	19
Tableau 10 : Caractéristique physique de la zone contributive du site	19
Tableau 11 : Occupation du sol de la zone contributive du site	19
Tableau 12 : Caractéristiques de la zone tampon du site	19
Tableau 13 : Système HGM du site	19
Tableau 14 : Caractéristiques du paysage du site	20
Tableau 15 : Synthèse des enjeux – Opportunité d'expression des fonctions hydrologique, biogéochimique et biologique	21
Tableau 16 : Synthèse du diagnostic des fonctions des zones humides avant impact	23
Tableau 17 : Rappel des objectifs de compensation au regard des caractéristiques des zones humides impactées	28
Tableau 18 : Caractéristiques de la zone contributive du site Nord	39
Tableau 19 : Caractéristique physique de la zone contributive du site Nord	39
Tableau 20 : Occupation du sol de la zone contributive du site	39
Tableau 21 : Caractéristiques de la zone tampon du site	40
Tableau 22 : Système HGM du site	40
Tableau 23 : Caractéristiques du paysage du site	41
Tableau 24 : Synthèse des enjeux – Opportunité d'expression des fonctions hydrologique, biogéochimique et biologique	42
Tableau 25. Synthèse du diagnostic des fonctions des zones humides avant action écologique	44
Tableau 26 : Surface impactée directement et indirectement par le projet photovoltaïque et cumul des surfaces impactées	46
Tableau 27 : Contexte géographique des zones humides impactées et du site de compensation. Evaluation du respect du principe de proximité géographique.	46
Tableau 28 : Synthèse des habitats naturels restant à compenser	48
Tableau 29 : Transposition des pertes, gains et équivalences par sous-fonction	50

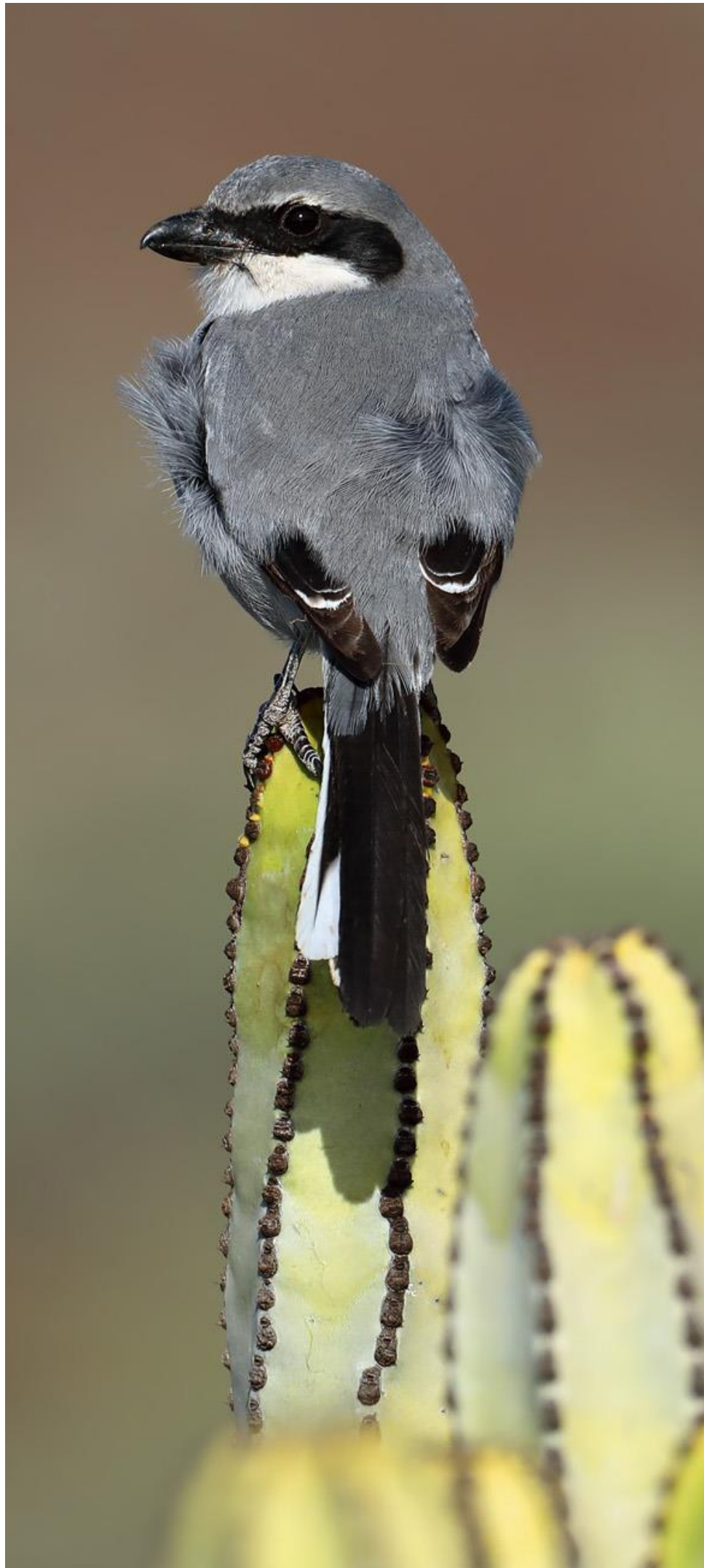
Tableau 30 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre de l'analyse des fonctions de la zone humide impactée	62
Tableau 31 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre du prédiagnostic de compensation du site nord	62
Tableau 32 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre du prédiagnostic de compensation du site sud	65
Tableau 33 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre de l'analyse des fonctions du site de compensation nord	66
Tableau 34 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre de l'analyse des fonctions du site de compensation sud	67
Tableau 35 : Sondages pédologiques réalisés sur le site du projet dans le cadre de l'analyse des fonctions du site impacté	68

Index des figures

Figure 1 : Premier calepinage du projet, évitant les haies, boisements, mares, fossés et cours d'eau (Source : IRISOLARIS)	14
Figure 2. Les zones prises en compte pour évaluer les fonctions des zones humides.	16
Figure 3 : Tableur extrait de la feuille d'évaluation du site fonctionnel	26
Figure 4 : Bilan des surfaces des zones humides impactées (07/03/2025)	27
Figure 5 : Schématisation de la méthodologie de délimitation des zones humides selon la Circulaire du 18 janvier 2010, en application de l'arrêté du 24 juin 2008 (modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009) (©Biotope 2019).	58
Figure 6 : Illustration des caractéristiques des sols de zones humides – GEPPA	60

Index des cartes

Carte 1 : Localisation des sondages pédologiques pour l'étude des fonctions des zones humides.	17
Carte 2 : Zone contributive et zone tampon pour l'étude des fonctions des zones humides	20
Carte 3 : Zone paysage pour l'étude des fonctions des zones humides	21
Carte 4 : Localisation du projet sur les zones humides	27
Carte 5 : Zone contributive et zone tampon pour l'étude des fonctions des zones humides du site nord retenue	41
Carte 6 : Zone paysage pour l'étude des fonctions des zones humides du site nord retenue	42
Carte 7 : Actions de compensations envisagées	45



Biotope Siège Social
22, boulevard Maréchal Foch
B.P. 58
34140 MÈZE
Tél. : +33 (0)4 67 18 46 20
www.biotope.fr

