

Pétitionnaire
SNC HYDROINVEST
Contact : P. PISTERMAN 2 Allée de Longchamps 54500 VANDOEUVRE LES NANCY <i>pierre.pisterman@hydropowerplant.com</i>

PROJET DE CENTRALE HYDROELECTRIQUE SUR LA MOSELOTTE A SAINT-AME

MONTAISON – DEVALAISON – TRANSIT SEDIMENTAIRE

DEPARTEMENT DES VOSGES (88)
COMMUNE DE SAINT-AME
LIEU-DIT : LES PRES BROQUIN
COURS D'EAU : LA MOSELOTTE

Réalisation du dossier :



BEJC
Bureau d'études
Jacquel & Chatillon

www.be-jc.com

Mai 2024

Réalisation de l'étude



BEJC
Bureau d'études
Jacquel & Chatillon
www.be-jc.com

Co-réalisation de l'étude		
Laurent JACQUEL (1) Gérant	laurent.jacquel@wanadoo.fr	03.29.36.27.46 06.07.30.96.42
Ugoline JACQUOT (2) Chargée d'études	u.jacquot@be-jc.com	03.29.68.07.43
Elodie RENVOISE (2) Chargée d'études	e.renvoise@be-jc.com	07.86.91.30.46
Romain VINCENT (2) Chargé d'études	r.vincent@be-jc.com	03.29.68.07.43

AGENCES

- (1) Bureau d'études Jacquel & Chatillon, Siège social, 7 rue d'Epinal, 88240 BAINS LES BAINS
- (2) Antenne Hydraulique et Environnement, rue des Vergers, 88240 BAINS LES BAINS
- (3) Antenne Hydroélectricité, 53 rue du Château des Princes, 54840 GONDREVILLE
- (4) Antenne Photovoltaïque et Eolien, 3 quai des Arts, 51000 CHALONS EN CHAMPAGNE
- (5) Antenne Photovoltaïque et Eolien, 1 rue des Alpes, 26000 VALENCE

Date d'édition : 7 août 2024

TABLE DES MATIERES

TABLE DES MATIERES	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	6
CHAPITRE I. PRESENTATION	7
I.1. PRESENTATION DU PROJET	7
I.2. CONVENTIONS DE REDACTION	7
I.3. LOCALISATION	8
I.4. CONTRAINTES FONCIERES ET ACCES AU SITE	9
I.5. DESCRIPTION DES OUVRAGES	9
I.6. CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE	10
I.6.1. Classement des cours d'eau au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement	11
I.6.2. Débit réservé	13
I.6.3. Droit d'eau du site	13
CHAPITRE II. PEUPLEMENT PISCICOLE	14
II.1. ESPECES PRESENTES	14
II.2. MIGRATIONS DES ESPECES	16
II.3. CAPACITES DE NAGE	16
II.4. AUTRES ESPECES D'INTERET PATRIMONIAL	17
II.4.1. Castor d'Europe	17
II.4.2. Autres espèces	18
CHAPITRE III. CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES	19
III.1. STATIONS HYDROLOGIQUES	19
III.2. DEBITS MENSUELS	20
III.3. DEBITS CLASSES	21
III.4. DEBITS D'ETIAGE	21
III.5. DEBITS DE CRUE	21
CHAPITRE IV. HYDROELECTRICITE ET DEBITS CARACTERISTIQUES	22
IV.1. POTENTIEL HYDROELECTRIQUE	22
IV.2. DEBITS CARACTERISTIQUES	22
IV.3. REPARTITION DES DEBITS	23
CHAPITRE V. EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU	24
V.1. GENERALITES	24

V.2.	ETAT ACTUEL	24
V.3.	ETAT PROJET	25
V.4.	GESTION DES OUVRAGES MOBILES	26
CHAPITRE VI. ANALYSE DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE ACTUELLE		27
VI.1.	MONTAISON	27
VI.2.	DEVALAISON	27
VI.3.	TRANSPORT SEDIMENTAIRE	27
VI.4.	ENJEUX DU SITE	28
CHAPITRE VII. MONTAISON		29
VII.1.	GENERALITÉS	29
VII.2.	IMPLANTATION DE LA PASSE EN PROJET	29
VII.3.	CHOIX DU TYPE D'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT	30
VII.4.	DIMENSIONNEMENT	31
	VII.4.1. Dimensionnement des cloisons standard	31
	VII.4.2. Dimensionnement de la cloison amont	31
	VII.4.3. Dimensionnement de la cloison aval	31
VII.5.	PLAGE DE FONCTIONNEMENT	33
CHAPITRE VIII. DEVALAISON		34
VIII.1.	ESPECES CONCERNEES	34
VIII.2.	DEVALAISON PAR LES VIS HYDRAULIQUES	34
CHAPITRE IX. HYDROMORPHOLOGIE		35
IX.1.	GENERALITES	35
IX.2.	TPOLOGIE DU COURS D'EAU	36
IX.3.	PROFIL EN LONG DE LA MOSELOTTE	37
IX.4.	CARACTERISATION DU TRANSPORT SOLIDE	38
IX.5.	INFLUENCE DE L'OUVRAGE ACTUEL	38
IX.6.	IMPACT DES AMENAGEMENTS ET GESTION DES OUVRAGES	40
CHAPITRE X. PASSE A CANOË-KAYAK		41
X.1.	OBJECTIFS ET USAGES DE L'OUVRAGE	41
X.2.	IMPLANTATION	42
X.3.	CHOIX DU DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT	42
X.4.	DIMENSIONNEMENT	43
X.5.	PLAGE DE FONCTIONNEMENT	44
X.6.	SIGNALETIQUE	44

CHAPITRE XI. ENTRETIEN DES OUVRAGES	45
XI.1. ENTRETIEN DE LA PASSE A POISSONS	45
XI.2. ENTRETIEN DES VIS HYDRAULIQUES	46
XI.3. ENTRETIEN DE LA PASSE A CANOË	46
XI.4. ENTRETIEN DE L'OUVRAGE DE DESSABLAGE	46
CHAPITRE XII. MAITRISE D'ŒUVRE	47
XII.1. RELEVÉ TOPOGRAPHIQUE	47
XII.2. ÉLÉMENTS DE MAITRISE D'ŒUVRE	47
XII.2.1. Généralités	47
XII.2.2. Validité des plans	47
XII.3. PASSE A BASSINS	48
XII.4. VANNE DE RÉGULATION	48
XII.5. RUGOSITÉ DE FOND	49
XII.6. DEBARCADERE	50
XII.7. TOLÉRANCES	52
XII.7.1. Informations générales	52
XII.7.2. Passe à bassins	52
XII.8. RECOLEMENT	53
CHAPITRE XIII. SYNTHÈSE DU PROJET	54
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	55
DOCUMENTS ANNEXES	57

TABLE DES ILLUSTRATIONS

<i>Figure 1 : Extrait de carte IGN avec emplacement du site (source : geoportail.gouv.fr)</i>	<i>8</i>
<i>Figure 2 : Extrait de carte IGN à l'échelle d'origine 1/25000^{ème} avec emplacement du site (source : geoportail.gouv.fr) ..</i>	<i>8</i>
<i>Figure 3 : Liste des parcelles cadastrales.....</i>	<i>9</i>
<i>Figure 4 : Localisation des stations de pêche utilisées (D'après : geoportail.gouv.fr)</i>	<i>14</i>
<i>Figure 5 : Synthèse des résultats de pêche sur la Moselotte.....</i>	<i>15</i>
<i>Figure 6 : Périodes de migration des principales espèces présentes</i>	<i>16</i>
<i>Figure 7 : Synthèse des capacités de nage des espèces.....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 8 : Stations hydrologiques et site d'étude</i>	<i>19</i>
<i>Figure 9 : Débits mensuels et débits caractéristiques.....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 10 : Débits classés.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 11 : Débits d'étiage.....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 12 : Débits de crue</i>	<i>21</i>
<i>Figure 13 : Débits caractéristiques de la centrale en projet.....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 14 : Répartition des débits au droit du site</i>	<i>23</i>
<i>Figure 15 : Mesures des niveaux amont et aval en fonction du débit naturel de la Moselotte – Etat initial.....</i>	<i>25</i>
<i>Figure 16 : Evolution des niveaux amont et aval en fonction du débit naturel de la Moselotte – Etat projet.....</i>	<i>26</i>
<i>Figure 17 : Critères de choix d'un ouvrage de montaison.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 18 : Synthèse des caractéristiques de la passe à poissons en projet.....</i>	<i>32</i>
<i>Figure 19 : Synthèse de la fonctionnalité de la passe en projet.....</i>	<i>33</i>
<i>Figure 20 : Profil en long de la Moselotte (source : IGN)</i>	<i>37</i>
<i>Figure 21 : Bathymétrie constatée dans la retenue.....</i>	<i>39</i>
<i>Figure 22 : Analyse du dispositif de franchissement (Source : cahiers techniques de la FFCK).....</i>	<i>43</i>
<i>Figure 23 : Disposition de la rugosité de fond (source : Jileo).....</i>	<i>49</i>
<i>Figure 24 : Exemples de débarcadères.....</i>	<i>51</i>

Chapitre I. PRESENTATION

I.1. PRESENTATION DU PROJET

La société SNC Hydroinvest envisage la création d'une centrale hydroélectrique au barrage dit des Prés Broquin, sur la Moselotte à Saint-Amé (88). L'ouvrage est constitué d'un barrage à crête fixe, existant et autorisé pour un usage d'irrigation.

Le pétitionnaire souhaite réaliser les aménagements suivants :

- Création d'une centrale hydroélectrique en rive droite du barrage, sous la forme de deux vis hydrauliques ;
- Aménagement d'un ouvrage de franchissement piscicole ;
- Création d'un vannage de dégravement au barrage ;
- Aménagement d'un débarcadère-embarcadère pour les canoës et kayaks en rive gauche.

L'objectif de cette étude est d'analyser la problématique de la continuité écologique et de déterminer les caractéristiques des aménagements à réaliser sur la Moselotte à Saint-Amé.

I.2. CONVENTIONS DE REDACTION

Dans l'intégralité de l'étude et sauf mention expresse du contraire, les conventions suivantes sont utilisées :

- Les altitudes sont indiquées dans le système d'altitude NGF IGN69 ;
- La rive gauche d'un cours d'eau correspond à la rive située à gauche en regardant de l'amont vers l'aval. La rive droite est la rive située à droite en regardant de l'amont vers l'aval ;
- L'entrée hydraulique d'un ouvrage désigne l'amont de l'ouvrage, tandis que la sortie hydraulique désigne l'aval ;
- Pour les ouvrages de franchissement piscicole, l'entrée piscicole (ou simplement entrée) d'un ouvrage de montaison désigne l'aval du dispositif ; l'entrée piscicole d'un ouvrage de dévalaison désigne l'amont du dispositif.

Le nombre de chiffres significatifs indiqué est fonction de la précision des données mesurées ou des calculs réalisés.

I.3. LOCALISATION

L'ouvrage est situé sur la Moselotte, à 4 km en amont de sa confluence avec la Moselle, sur les territoires des communes de Dommartin-lès-Remiremont en rive gauche et Saint-Amé en rive droite. Les extraits de cartes suivants précisent l'emplacement du site.



Figure 1 : Extrait de carte IGN avec emplacement du site (source : geoportail.gouv.fr)

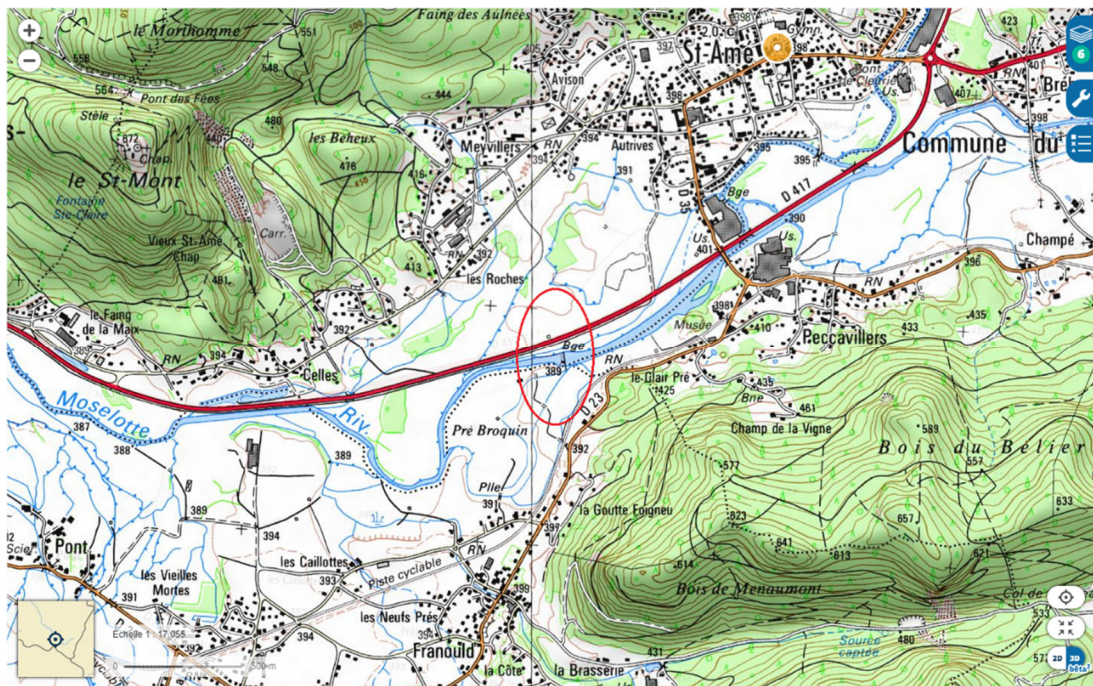


Figure 2 : Extrait de carte IGN à l'échelle d'origine 1/25000^{ème} avec emplacement du site (source : geoportail.gouv.fr)

I.4. CONTRAINTES FONCIERES ET ACCES AU SITE

L'accès au site n'est pas particulièrement problématique, tant en rive gauche qu'en rive droite, ni pour les travaux, ni pour l'entretien courant.

En rive droite, au droit du projet, l'accès est aisé par la route départementale RD417, via le lit majeur de la Moselotte.

Le tableau suivant indique les parcelles cadastrales concernées par le projet.

Commune	Section	Parcelle	Propriétaire	Usage
Saint Amé	AH	71	ASA des Prairies	Création passe à poissons
Dommartin-les-Remiremont	B	1877	ASA des Prairies	Passage canoës kayaks
Dommartin-les-Remiremont	B	1875	ASA des Prairies	Passage canoës kayaks

Figure 3 : Liste des parcelles cadastrales

A noter qu'une nouvelle subdivision cadastrale a été réalisée en prévision du projet.

Le projet bénéficie d'un compromis de vente emphytéotique avec le propriétaire de la parcelle concernée par l'implantation de la passe à poissons et du débarcadère pour canoës pour la réalisation du projet.

I.5. DESCRIPTION DES OUVRAGES

L'ouvrage est référencé sous le code ROE n°3859.

L'ouvrage de prise d'eau permet la dérivation des eaux de la Moselotte à des fins d'irrigation. L'ouvrage de prise d'eau est constitué d'un seuil déversoir à crête fixe.



Déversoir	
Longueur déversante	62 m
Altitude de crête	390.88 - 390.92 NGF
Parement amont	Enrochements bétonnés
Parement aval	Enrochements bétonnés
Etat général	Correct

En rive gauche du barrage, un vannage de prise d'eau permet l'alimentation en eau des prairies en aval du seuil (usage d'irrigation).



Vannage de prise d'eau	
Largeur d'écoulement	3 x 1.70 m
Altitude du radier	390.37 NGF
Altitude du haut du panneau	391.29 NGF
Hauteur du panneau	92 cm
Hauteur maximale de levée	75 cm
Construction du châssis	Béton / Métallique
Construction du panneau	Bois
Fonctionnement	Manuel
Etat général	Satisfaisant. Une vanne non fonctionnelle

I.6. CADRE LEGISLATIF ET REGLEMENTAIRE

On rappelle ici quelques éléments législatifs et réglementaires concernant les cours d'eau et le site d'étude. Ces éléments ne sont en aucun cas exhaustifs et les textes de lois ne sont pas repris dans leur intégralité pour des raisons de concision.

Le lecteur intéressé pourra trouver l'intégralité des articles de loi correspondants sur le site internet Légifrance.

I.6.1. Classement des cours d'eau au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement

Ce classement remplace un classement antérieur créé par l'article L.432-6 du Code de l'Environnement. L'article L.214-17 du Code de l'Environnement stipule que :

« I.- Après avis des conseils départementaux intéressés, des établissements publics territoriaux de bassin concernés, des comités de bassins et, en Corse, de l'Assemblée de Corse, l'autorité administrative établit, pour chaque bassin ou sous-bassin :

1° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

Le renouvellement de la concession ou de l'autorisation des ouvrages existants, régulièrement installés sur ces cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux, est subordonné à des prescriptions permettant de maintenir le très bon état écologique des eaux, de maintenir ou d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau d'un bassin versant ou d'assurer la protection des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée ;

2° Une liste de cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant, sans que puisse être remis en cause son usage actuel ou potentiel, en particulier aux fins de production d'énergie. S'agissant plus particulièrement des moulins à eau, l'entretien, la gestion et l'équipement des ouvrages de retenue sont les seules modalités prévues pour l'accomplissement des obligations relatives au franchissement par les poissons migrateurs et au transport suffisant des sédiments, à l'exclusion de toute autre, notamment de celles portant sur la destruction de ces ouvrages.

II.- Les listes visées aux 1° et 2° du I sont établies par arrêté de l'autorité administrative compétente, après étude de l'impact des classements sur les différents usages de l'eau visés à l'article L. 211-1. Elles sont mises à jour lors de la révision des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux pour tenir compte de l'évolution des connaissances et des enjeux propres aux différents usages.

III.- Les obligations résultant du I s'appliquent à la date de publication des listes. Celles découlant du 2° du I s'appliquent, à l'issue d'un délai de cinq ans après la publication des listes, aux ouvrages existants régulièrement installés. Lorsque les travaux permettant l'accomplissement des obligations résultant du 2° du I n'ont pu être réalisés dans ce délai, mais que le dossier relatif aux propositions d'aménagement ou de changement de modalités de gestion de l'ouvrage a été déposé auprès des services chargés de la police de l'eau, le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant de l'ouvrage dispose d'un délai supplémentaire de cinq ans pour les réaliser.

Le cinquième alinéa de l'article 2 de la loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique et l'article L. 432-6 du présent code demeurent applicables jusqu'à ce que ces obligations y soient substituées, dans le délai prévu à l'alinéa précédent. A l'expiration du délai précité, et au plus tard le 1er janvier 2014, le cinquième alinéa de l'article 2 de la loi du 16 octobre 1919 précitée est supprimé et l'article L. 432-6 précité est abrogé.

Les obligations résultant du I du présent article n'ouvrent droit à indemnité que si elles font peser sur le propriétaire ou l'exploitant de l'ouvrage une charge spéciale et exorbitante.

IV.- Les mesures résultant de l'application du présent article sont mises en œuvre dans le respect des objectifs de protection, de conservation et de mise en valeur du patrimoine protégé soit au titre des monuments historiques, des abords ou des sites patrimoniaux remarquables en application du livre VI du code du patrimoine, soit en application de l'article L. 151-19 du code de l'urbanisme.

V.- A compter du 1er janvier 2022, les mesures résultant de l'application du présent article font l'objet d'un bilan triennal transmis au Comité national de l'eau, au Conseil supérieur de l'énergie ainsi qu'au Parlement. Ce bilan permet d'évaluer l'incidence des dispositions législatives et réglementaires sur la production d'énergie hydraulique ainsi que sur son stockage.

La circulaire du 18 janvier 2013 relative à l'application des classements de cours d'eau précise les principes généraux et les modalités d'application des classements de cours d'eau prévus à l'article L214-17 CE. Elle apporte des éléments d'interprétation et de méthodologie afin que les services de police de l'eau appréhendent de manière homogène le traitement de projets d'ouvrages nouveaux et de travaux dans le lit mineur des cours d'eau de la liste 1 et les prescriptions à imposer aux ouvrages sur les cours d'eau de la liste 2.

La circulaire du 18 janvier 2013 n'exclut pas d'office l'équipement pour la production hydroélectrique d'ouvrages existants sur un tronçon de cours d'eau classé liste 1.

La circulaire du 18 janvier 2013 précise que « *l'objectif de la liste 2 est l'amélioration du fonctionnement écologique des cours d'eau. Il ne s'agit pas de rendre au cours d'eau son état naturel d'origine mais de rétablir des fonctions écologiques et hydrologiques à un niveau permettant notamment l'atteinte des objectifs de la DCE, en rétablissant une circulation optimale des poissons migrateurs et un transfert suffisant des sédiments. Dans certains cas, la suppression d'obstacles avec renaturation de tronçons de cours d'eau pourra être justifiée pour atteindre cet objectif, sans qu'elle ne soit exigée par principe* ». Elle ajoute que « *Le classement en liste 2 induit une obligation de résultat en matière de circulation des poissons migrateurs et de transport suffisant des sédiments* ».

Elle explique par ailleurs qu'« *il appartient au responsable de l'ouvrage d'analyser l'impact de celui-ci sur la continuité écologique et de proposer les aménagements et modalités de gestion adéquats, et à l'autorité administrative, de fournir les éléments de connaissance qu'elle possède le cas échéant sur ce point et de fixer les prescriptions permettant de respecter les exigences du classement, à partir de la proposition d'aménagement ou de gestion faite par le responsable de l'ouvrage* ».

Les arrêtés de classement du bassin Rhin-Meuse sont parus le 28/12/2012, complétés le 22/11/2013 pour certains cours d'eau des Ardennes.

La Moselotte au droit du site était classée au titre de l'article L.432-6 du Code de l'Environnement, stipulant la nécessité d'assurer la circulation des poissons migrateurs. Aucun arrêté ne fixe d'espèce migratrice cible pour la Moselotte au droit du site.

La Moselotte est classée en liste 1 et liste 2 au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement. Le document technique d'accompagnement des classements indique pour espèces cibles la Truite de rivière, l'Ombre commun, le Barbeau fluviatile et la Vandoise.

L'article 120 de la Loi du 08 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages permet à l'exploitant ou au propriétaire d'un ouvrage, existant et régulièrement installé, de disposer d'un délai supplémentaire pouvant aller jusqu'à 5 ans, dès lors que les travaux n'ont pu être réalisés mais que le dossier de propositions d'aménagements ou de changement des modalités de gestion a été déposé auprès des services chargés de la police de l'Eau.

La circulaire du 06/06/2017 relative à la mise en œuvre du délai supplémentaire de 5 ans préconise d'obtenir l'accord des propriétaires et la proposition d'un échéancier de réalisation afin de pouvoir bénéficier de ce délai supplémentaire.

I.6.2. Débit réservé

L'article L.214-18 du Code de l'Environnement stipule que :

« I. - Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite.

Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau en aval immédiat ou au droit de l'ouvrage correspondant au débit moyen interannuel, évalué à partir des informations disponibles portant sur une période minimale de cinq années, ou au débit à l'amont immédiat de l'ouvrage, si celui-ci est inférieur. [...]

II. - Les actes d'autorisation ou de concession peuvent fixer des valeurs de débit minimal différentes selon les périodes de l'année, sous réserve que la moyenne annuelle de ces valeurs ne soit pas inférieure aux débits minimaux fixés en application du I. En outre, le débit le plus bas doit rester supérieur à la moitié des débits minimaux précités. [...]

III. - L'exploitant de l'ouvrage est tenu d'assurer le fonctionnement et l'entretien des dispositifs garantissant dans le lit du cours d'eau les débits minimaux définis aux alinéas précédents.

IV. - Pour les ouvrages existant à la date de promulgation de la loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques, les obligations qu'elle institue sont substituées, dès le renouvellement de leur concession ou autorisation et au plus tard le 1er janvier 2014, aux obligations qui leur étaient précédemment faites. Cette substitution ne donne lieu à indemnité que dans les conditions prévues au III de l'article L. 214-17. [...]

La circulaire du 5 juillet 2011 relative à l'application de l'article L. 214-18 précise notamment dans son annexe 1 les modalités de mise en œuvre des débits réservés. En particulier, il est indiqué qu'une obligation de résultat s'applique au gestionnaire pour le maintien du débit réservé dans le cours d'eau en aval de l'ouvrage.

I.6.3. Droit d'eau du site

Le site est fondé en titre pour un usage d'irrigation. Le débit réservé de l'installation est de 1/10^{ème} du module. Le niveau légal de retenue correspond à la crête du barrage, soit 390.92 NGF.

Le projet de centrale hydroélectrique nécessite une demande d'autorisation environnementale. Le dossier de continuité écologique constitue une annexe de la demande d'autorisation environnementale. Le niveau légal de retenue demandé est identique à celui de la prise d'eau d'irrigation. La puissance maximale brute envisagée pour l'installation est de 260 kW, pour un débit maximum turbiné fixé à 14.0 m³/s.

Chapitre II. PEUPLEMENT PISCICOLE

II.1. ESPECES PRESENTES

La Moselotte au droit du site est classée en 1^{ère} catégorie piscicole (dominance théorique de peuplement salmonicole).

Des pêches électriques ont été réalisées par l'OFB sur la Moselotte aux environs immédiats du site, à Saint Amé, au lieu-dit Autrive et à Dommartin les Remiremont.

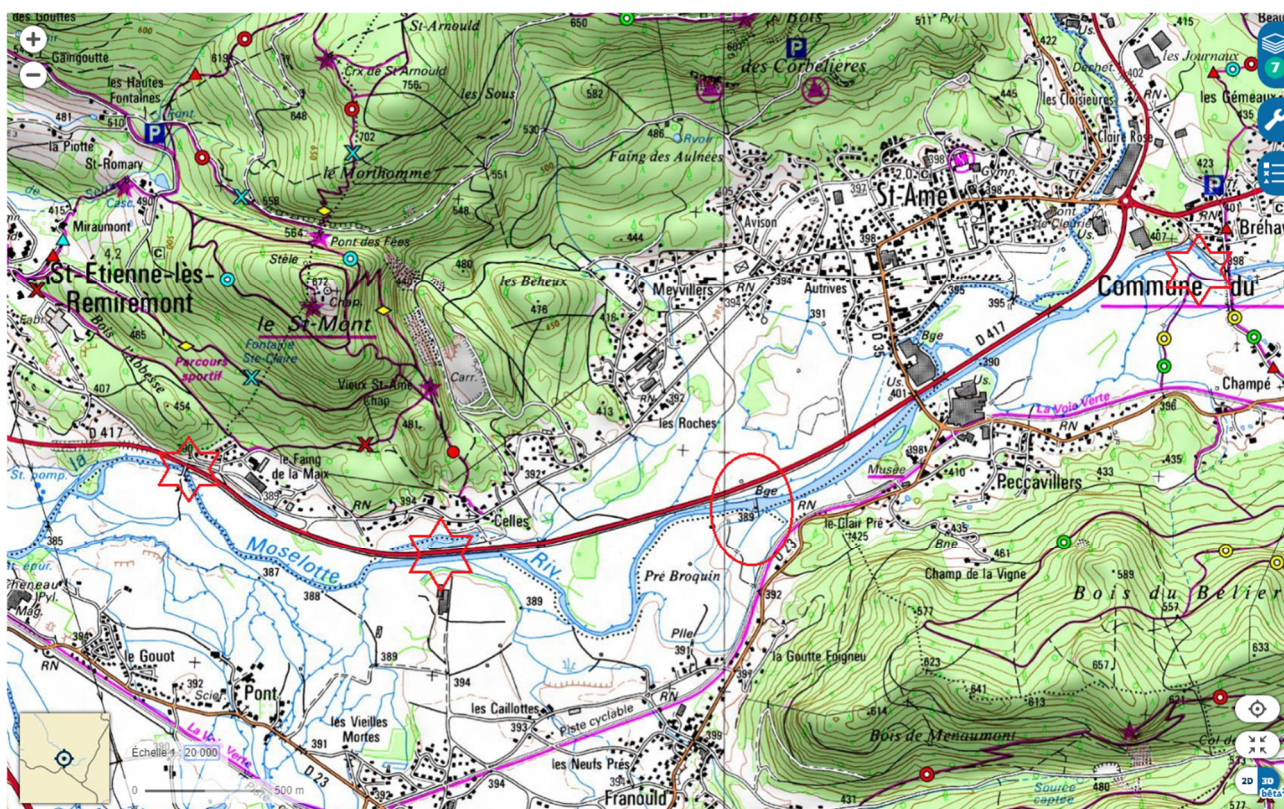


Figure 4 : Localisation des stations de pêche utilisées (D'après : geoportail.gouv.fr)

Ces pêches fournissent des indications sur le peuplement piscicole de la Moselotte aux alentours du site. Le graphique suivant synthétise les résultats de pêche. Des résultats plus détaillés sont insérés en annexe.

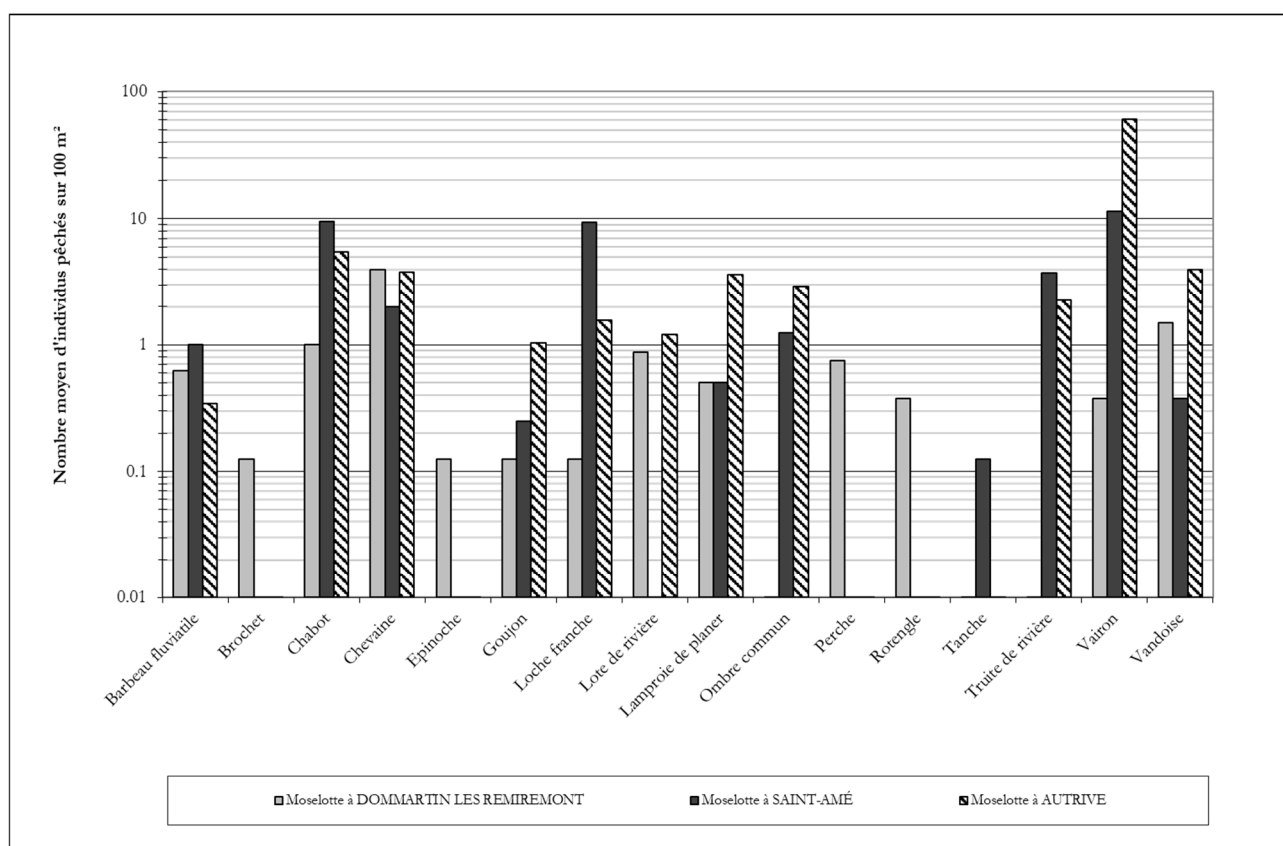


Figure 5 : Synthèse des résultats de pêche sur la Moselotte

Il convient de noter que les trois pêches ont été réalisées le même jour (11/07/2006).

Le nombre d'espèces échantillonnées varie de 11 à 13 suivant les sites. Les espèces pêchées en nombre important sont le Barbeau, le Chabot, le Chevaine, la Loche franche, la Truite de rivière et le Vairon. Ces espèces sont caractéristiques de zones typologiques étendues : zone à Truites, à Ombres et à Barbeaux.

On peut notamment remarquer au niveau de ces stations de pêche la présence d'espèces rhéophiles ou lithophiles (Barbeau, Chabot, Lamproie de planer, Lote, Ombre commun, Truite de rivière, Vandoise, Vairon). Quelques espèces appréciant les eaux lentes sont également présentes en densité plus faible (Brochet, Perche, Rotengle, Tanche), dont la présence est considérée comme moins représentative du peuplement naturel (probable dévalaison depuis des plans d'eau environnants).

Compte tenu des espèces pêchées et des objectifs de continuité écologique attendus sur le cours d'eau, les espèces prises en compte dans le cadre de cette étude sont :

- Les salmonidés (Truite de rivière, Ombre) ;
- Les espèces holobiotiques d'eaux vives.

II.2. MIGRATIONS DES ESPECES

Toutes les espèces présentes ne sont pas des espèces migratrices à proprement parler. Toutefois, toutes les espèces peuvent avoir besoin de franchir l'ouvrage afin de chercher des conditions propices à leur reproduction ou à leur développement.

La reproduction de la plupart des espèces holobiotiques rhéophiles se fait en hiver et au printemps, de février à juin. La Truite Fario migre fréquemment en période hivernale afin de rechercher des conditions favorables à sa reproduction (écoulement vif, substrat).

Montaison	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
Espèces rhéophiles												
Truite Fario												

Dévalaison	janv.	févr.	mars	avril	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
Truite Fario												

Figure 6 : Périodes de migration des principales espèces présentes

II.3. CAPACITES DE NAGE

Les capacités de nage des différentes espèces sont variables et dépendent de nombreux facteurs (taille des individus et température de l'eau en particulier). Les informations données dans ce chapitre sont donc indicatives, et correspondent à des capacités de nage moyennes.

On distingue habituellement le comportement natatoire des espèces en trois catégories : activité de croisière (vitesse de nage pouvant être soutenue sur de longues périodes), activité de pointe (correspondant à un effort intense ne pouvant être soutenu que très peu de temps, donc éprouvant physiologiquement), et activité de nage soutenue, fatigante pour le poisson mais susceptible d'être maintenue plusieurs minutes. Le dimensionnement des passes correspond généralement à un franchissement en nage soutenue.

Les salmonidés disposent de bonnes capacités de nage et de saut, tant en termes de vitesse que d'endurance, et sont capables de franchir des écoulements à vitesses importantes. Le caractère turbulent des ouvrages est globalement peu problématique.

La plupart des espèces piscicoles ne sont pas capables de franchir un obstacle en sautant. Toute chute doit donc être noyée pour être franchissable. Leurs capacités de nage sont globalement inférieures à celles des salmonidés. Les espèces rhéophiles, appréciant les vitesses d'écoulement élevées, disposent logiquement de capacités supérieures à celles des cyprinidés limnophiles, qui préfèrent les cours d'eaux lents. La présence d'un substrat rugueux favorise la montaison des espèces benthiques.

Le tableau suivant donne des ordres de grandeur des capacités de nage des différentes espèces¹. Il convient néanmoins de souligner que les poissons peuvent tirer profit de l'hétérogénéité des vitesses pour franchir un obstacle.

Espèce	Longueur des adultes	Chute maximale	Vitesse maximale de nage	Vitesse en nage soutenue	Vitesse en nage de croisière	Tirant d'eau minimal	Groupe ICE
Truite de rivière	25 - 55 cm	35 cm	4.0 m/s	1.9 m/s	1.3 m/s	10 cm	4a
Truite de rivière	15 - 30 cm	30 cm	3.0 m/s	1.9 m/s	1.0 m/s	5 cm	4b
Ombre commun	25 - 50 cm	30 cm	3.7 m/s	1.8 m/s	1.2 m/s	10 cm	6
Grands Cyprinidés rhéophiles	25 - 80 cm	30 cm	3.2 m/s	1.7 m/s	1.1 m/s	10 cm	7a
Vandoise	15 - 35 cm	25 cm	2.7 m/s	1.3 m/s	0.8 m/s	10 cm	8d
Espèces de taille moyenne	10 - 30 cm	25 cm	2.2 m/s	1.1 m/s	0.6 m/s	5 cm	9a
Espèces de petite taille	5 - 15 cm	20 cm	2.2 m/s	1.1 m/s	0.6 m/s	5 cm	9b
Espèces de très petite taille	5 - 10 cm	20 cm	1.5 m/s	1.1 m/s	0.6 m/s	5 cm	10

Figure 7 : Synthèse des capacités de nage des espèces

II.4. AUTRES ESPECES D'INTERET PATRIMONIAL

II.4.1. Castor d'Europe

Le Castor est reconnu comme présent et bien implanté à proximité du site.

Le Castor d'Europe² est le plus gros rongeur d'Europe, avec un corps d'une longueur totale de 80 à 110 cm (dont une queue de 30 cm) et un poids moyen de 21 kg. La longévité moyenne est de 15 ans.

L'espèce, autrefois présente partout en France a fortement régressé en raison de la chasse pour sa fourrure ou le castoréum (usage médical et en parfumerie). Le Castor d'Europe a fait l'objet de protection réglementaire dès 1909 localement, et est désormais protégé au niveau national et européen. Des opérations de réintroduction ont eu lieu dès les années 1960.

Le Castor d'Europe est un mammifère discret, dont l'activité est essentiellement nocturne et crépusculaire. Il s'installe dans des cours d'eau (ou plans d'eau) de toutes tailles, en eau en permanence et

¹ Ces valeurs sont indicatives, et dépendent notamment de la position de l'ouvrage à l'échelle du bassin versant, de la taille des individus, et du caractère turbulent ou non des écoulements dans l'ouvrage de franchissement. La température influe principalement sur la vitesse de nage maximale et l'endurance des espèces, mais peu sur les vitesses de nage soutenue ou de croisière. La taille des poissons joue en revanche sur les vitesses de nage maximale, de nage soutenue et de croisière des espèces.

² Les informations suivantes sont issues de publications diverses, notamment de l'association suisse Beaverwatch et de l'ONCFS.

présentant un tirant d'eau minimal de 60 cm. Il apprécie les vitesses d'écoulement assez faibles la majorité du temps, ainsi que des berges à sols meubles et à pente importante pour pouvoir y creuser un terrier. La présence d'une ripisylve fournie est également recherchée, le Castor ne se déplaçant que rarement à plus de 30 m de l'eau.

Le Castor vit dans des terriers ou des huttes de branchages, dont l'entrée est immergée en permanence. La construction (non systématique) de barrages de branchages permet le maintien d'un tirant d'eau suffisant dans la retenue.

Le Castor vit en groupes familiaux de 5 individus en moyenne, sur un territoire de 1 à 3 km. La reproduction a lieu en janvier-février ; la gestation dure 15 semaines environ. Les portées varient généralement de 1 à 3 petits. Les jeunes quittent leur territoire natal après 2 ans.

Le Castor est exclusivement végétarien. Il est peu exigeant en termes d'espèces végétales consommées mais présente une préférence marquée pour les jeunes pousses de salicacées (Saules et Peupliers).

L'espèce dispose de bonnes capacités de nage (une vitesse de nage de 7 km/h est atteinte sans problème) et peut rester sous l'eau sans respirer jusqu'à 15 mn. Les seuils en rivières (sauf de grande hauteur) sont presque tous franchissables même si ces seuils peuvent freiner la reconquête d'un cours d'eau ou induire des mortalités si le contournement nécessite le franchissement d'une route. L'espèce semble enfin peu sensible à la présence humaine ou la pollution organique des eaux.

II.4.2. Autres espèces

Parmi les espèces observées et ayant un intérêt patrimonial, on peut noter l'Ecureuil roux (*Sciurus vulgaris*), l'Azuré des paluds (*Phengaris nausithous*), le Sympétrum du Piémont (*Sympetrum pedemontanum*) et la Grande Pimprenelle (*Sanguisorba officinalis*).

Chapitre III. CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES

III.1. STATIONS HYDROLOGIQUES

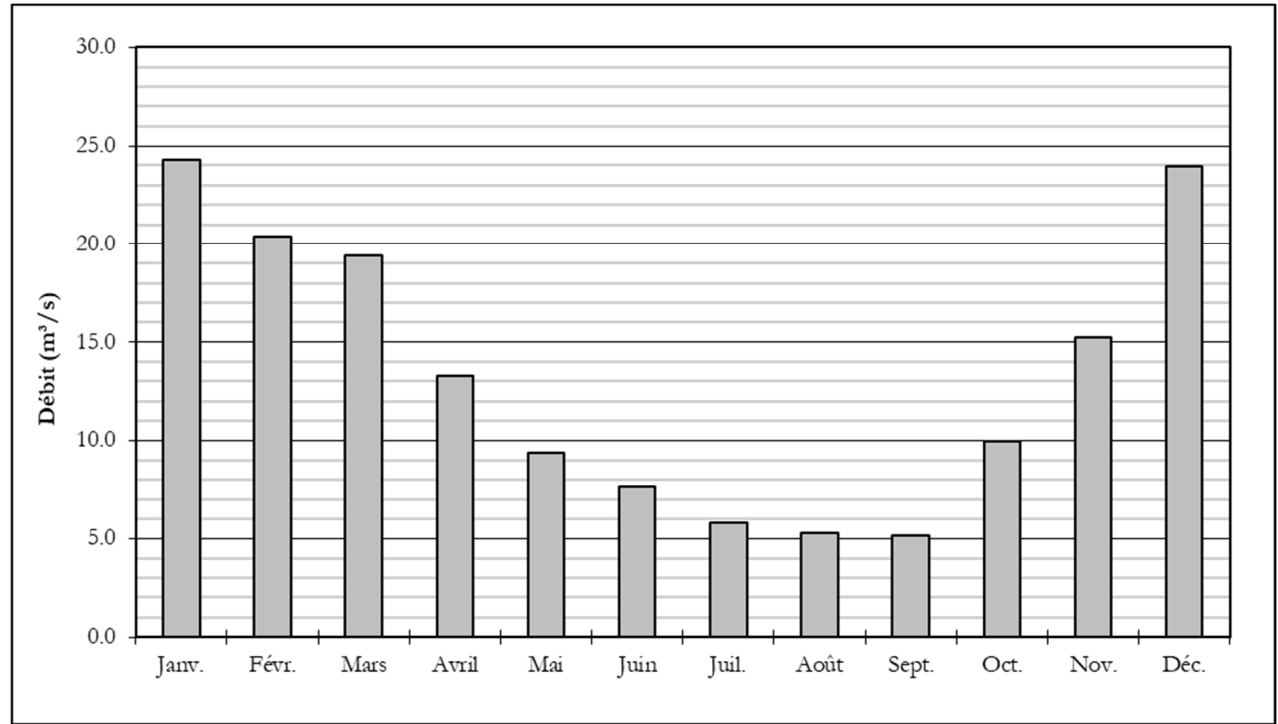
Une station hydrométrique fonctionne sur la Moselotte à Vagney depuis 2005. Une station hydrométrique fonctionne également sur la Cleurie, affluent important de la Moselotte entre la station de Vagney et le site d'étude, depuis 1970. Les caractéristiques hydrologiques de la Moselotte sur le site sont interpolées à partir de celles de ces stations après correction au prorata des bassins versants.

Localisation	VAGNEY	CLEURIE	SAINT AMÉ
Cours d'eau	La Moselotte	La Cleurie	La Moselotte
BV (km ²)	184	63	340
Module (m ³ /s)	7.35	2.28	13.29
Débit moyen Eté (m ³ /s)	4.33 (59 %)	1.54 (68 %)	8.07 (61 %)
Débit moyen Hiver (m ³ /s)	11.63 (158 %)	3.32 (146 %)	20.69 (156 %)
Débit spécifique (l/s/km ²)	39.95	36.19	39.10
Date de fonctionnement	2005 - 2023	1970 - 2023	-
Validité des données	Bonne en basses, moyennes et hautes eaux	Bonne en basses, moyennes et hautes eaux	-

Figure 8 : Stations hydrologiques et site d'étude

III.2. DEBITS MENSUELS

Les graphique et tableau suivants indiquent les débits moyens mensuels de la Moselotte à Saint-Amé.



	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Module
Débit (m³/s)	24.28	20.37	19.39	13.28	9.41	7.65	5.82	5.26	5.14	9.99	15.25	23.95	13.29
Ratio / Module	183%	153%	146%	100%	71%	58%	44%	40%	39%	75%	115%	180%	-

Figure 9 : Débits mensuels et débits caractéristiques

L’hydrologie de la Moselotte présente des variations saisonnières de débits importantes. Les hautes eaux ont lieu en hiver. Le fonctionnement hydrologique correspond à un régime pluvial, principalement influencé par les précipitations sous forme de pluie voire de neige.

III.3. DEBITS CLASSES

Le tableau suivant indique les débits classés de la Moselotte, c'est-à-dire les débits en fonction du nombre moyen de jours par an pour lesquels ces débits ne sont pas dépassés. Par exemple, le débit de la Moselotte à Saint-Amé est inférieur à 4.53 m³/s 30 % du temps, soit 110 jours par an en moyenne.

Fréquence de non dépassement	0.99	0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
Nombre de jours par an	362	358	347	329	292	256	219	183	146	110	73	37	18	7	4
Débit (m ³ /s)	91.56	64.07	42.26	29.64	18.81	13.69	10.42	8.12	6.21	4.53	2.96	1.71	1.24	0.91	0.74

Figure 10 : Débits classés

III.4. DEBITS D'ETIAGE

On distingue deux débits caractéristiques pour apprécier les débits d'étiage :

- Le QMNA, correspondant au débit mensuel minimal annuel,
- Le VCN10, correspondant au débit minimal moyen calculé sur une période de 10 jours consécutifs.

Pour chacun de ces débits d'étiage, on associe un temps de retour (généralement biennal ou quinquennal). Le tableau suivant indique les débits d'étiage estimés au niveau de la zone d'étude.

Débit (L/s)	QMNA(2)	QMNA(5)	VCN10(2)	VCN10(5)
	1 840	1 220	1 360	930

Figure 11 : Débits d'étiage

III.5. DEBITS DE CRUE

Les débits de crue journaliers et instantanés de la Moselotte sont synthétisés dans le tableau suivant. Le débit de crue centennale a été estimé à l'aide de la formule du Gradex.

Débit (m ³ /s)	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₀	Q ₅₀	Q ₁₀₀
Débit journalier (m ³ /s)	134	190	226	261	307	341
Débit instantané (m ³ /s)	221	281	320	358	407	444

Figure 12 : Débits de crue

Chapitre IV. HYDROELECTRICITE ET DEBITS CARACTERISTIQUES

IV.1. POTENTIEL HYDROELECTRIQUE

Le site n'est pas équipé actuellement pour la production hydroélectrique.

Le productible du site est estimé à 688 000 kWh en année moyenne.

Comme ordre de grandeur, on peut retenir que 100 kWh représentent :

- L'énergie produite par une centrale hydroélectrique de puissance nette 100 kW en 1 h ;
- L'énergie consommée par 20 ampoules à LED pendant 1000 heures de fonctionnement ;
- L'énergie consommée par une voiture électrique pour un trajet de 650 km ;
- La consommation moyenne d'un foyer pendant 12 jours.

Compte tenu du mix énergétique français, une production hydroélectrique de 100 kWh permet d'éviter la production de 3.7 kg de CO₂, soit l'équivalent des rejets d'une voiture diesel sur un trajet de 2 800 km (3 200 km pour un véhicule essence)³.

IV.2. DEBITS CARACTERISTIQUES

Le débit d'armement Q_A est le débit minimal à partir duquel une turbine peut fonctionner. Le débit d'équipement Q_E est le débit maximal que peut absorber une turbine. Le débit réservé Q_R , fixé réglementairement, est le débit minimum qui doit s'écouler dans le tronçon court-circuité d'un cours d'eau.

Le site n'est pas équipé actuellement pour la production hydroélectrique. Le projet prévoit l'équipement du site à l'aide de deux vis hydrauliques.

Turbine	Débit d'armement	Débit d'équipement
Vis hydraulique	2.00 m ³ /s	7.00 m ³ /s
Vis hydraulique	2.00 m ³ /s	7.00 m ³ /s

Figure 13 : Débits caractéristiques de la centrale en projet

³Estimations indicatives basées sur les consommations ou émissions moyennes du réseau français en 2013 ; consommation des véhicules thermiques 5 L/100 km et électriques 15 kWh/100 km, consommation électrique moyenne annuelle d'un foyer de 3000 kWh (hors chauffage). Les chiffres fournis sont des valeurs moyennes. Sources diverses, notamment Ademe.

Le débit réservé envisagé est de $1/10^{\text{ème}}$ du module, soit $1.33 \text{ m}^3/\text{s}$. Il est cependant à noter que les vis hydrauliques en projet seront établies directement au barrage, sans aménagement d'un tronçon court-circuité. Par conséquent, le débit réservé pourra être en partie turbiné.

Il est par ailleurs à noter l'existence en rive gauche d'une prise d'eau d'irrigation. Cette prise d'eau, dont le prélèvement maximal est de 300 l/s sur la période d'avril à octobre, sera prioritaire sur le turbinage. Cette dérivation pour l'irrigation court-circuite un linéaire important de la Moselotte et est donc soumise au respect du débit réservé.

Après échanges avec l'OFB, il a été convenu que la dérivation liée à l'irrigation ne nécessitait pas une étude de débit minimum biologique, compte tenu notamment de la faiblesse des débits prélevés au regard de l'hydrologie de la Moselotte.

A noter également que, lors de la réunion du 10 octobre 2018, dans le cadre de la présentation du projet à la DDT, l'OFB et le Conseil Régional, la DDT avait demandé de s'associer à l'OFB pour effectuer une étude de définition du débit minimum biologique en aval du barrage.

Cette demande de la DDT a été discutée avec l'OFB (Messieurs Burgun et Ferro) lors d'une rencontre le 15 octobre 2018. L'OFB a jugé qu'une telle étude est difficilement réalisable et n'apportera rien de plus par rapport au fonctionnement futur proposé. Il faut par ailleurs rappeler que la prise d'eau de l'irrigation ne fonctionne que par intermittence, sur une période d'avril à octobre.

IV.3. REPARTITION DES DEBITS

La répartition des débits dans l'état projet est explicitée dans le tableau suivant :

Débit naturel (m^3/s)	Usages	Nb de j/an	Fréquence (%)	Niveau amont (NGF)
0 - 0.50	Débit dans la passe à poissons (PAP)	4	1%	390.92
0.50 - 1.33	QPAP (500 L/s) + surverse au barrage (0 - 830 L/s)	18	5%	390.92 à 390.95
1.33 - 1.63	QPAP (500 L/s) + surverse au barrage (830 L/s) + prélèvements irrigation (0 - 300 L/s)	11	3%	390.95
1.63 - 2.80	QPAP (500 L/s) + irrigation (300 L/s) + surverse au barrage (830 - 2000 L/s)	37	10%	390.95 à 390.99
2.80 - 14.80	QPAP (500 L/s) + irrigation (300 L/s) + Vis hydrauliques (2.0 - 14.0 m^3/s)	193	53%	390.92
14.80 - 27	QPAP (500 L/s) + irrigation (300 L/s) + Vis hydrauliques (14 m^3/s) + surverse (0 - 12.2 m^3/s)	58	16%	390.92 à 391.16
> 27	QPAP (500 L/s) + irrigation (300 L/s) + vis hydraulique (14 m^3/s) + surverse (12.2 m^3/s) et ouvrage de dégrèvement (>0 m^3/s)	44	12%	391.16

Figure 14 : Répartition des débits au droit du site

Dans la suite de cette étude et sauf mention contraire, les éventuels prélèvements réalisés en rive gauche pour les besoins d'irrigation ne sont pas pris en compte, compte tenu du faible débit dérivé au regard de l'hydrologie de la Moselotte.

Chapitre V. EVOLUTION DES NIVEAUX D'EAU

V.1. GENERALITES

Dans un cours d'eau non régulé, les lignes d'eau sont directement dépendantes du débit. Lorsque le cours d'eau est aménagé, les ouvrages modifient les écoulements naturels, de telle sorte que les lignes d'eau évoluent différemment en fonction du débit.

Les niveaux d'eau en amont et en aval d'un seuil peuvent être estimés à l'aide de formules empiriques faisant intervenir la géométrie des ouvrages et du cours d'eau. Les lignes d'eau dépendent principalement de la section, la pente, la géométrie et la nature du substrat du lit mineur, ainsi que du type, des dimensions et de la gestion des ouvrages (mobiles ou non). Les variables de ces formules sont étalonnées de façon à s'adapter au mieux vis à vis des mesures réalisées in situ.

V.2. ETAT ACTUEL

Sur le site, le niveau d'eau aval du barrage varie en fonction du débit (« remontée aval »), tandis que le niveau d'eau amont est déterminé par une loi de type déversoir.

Etant donné l'absence de canaux d'amenée et de fuite, les lignes d'eau en amont et en aval de l'ouvrage dépendent du débit total du cours d'eau.

Plusieurs mesures des niveaux d'eau ont été réalisées, qui permettent d'observer l'évolution des niveaux d'eau en fonction du débit. Les mesures varient des débits de basses eaux aux hautes eaux courantes.

Le graphique suivant synthétise les mesures de niveaux d'eau en amont et en aval du barrage dans l'état actuel.

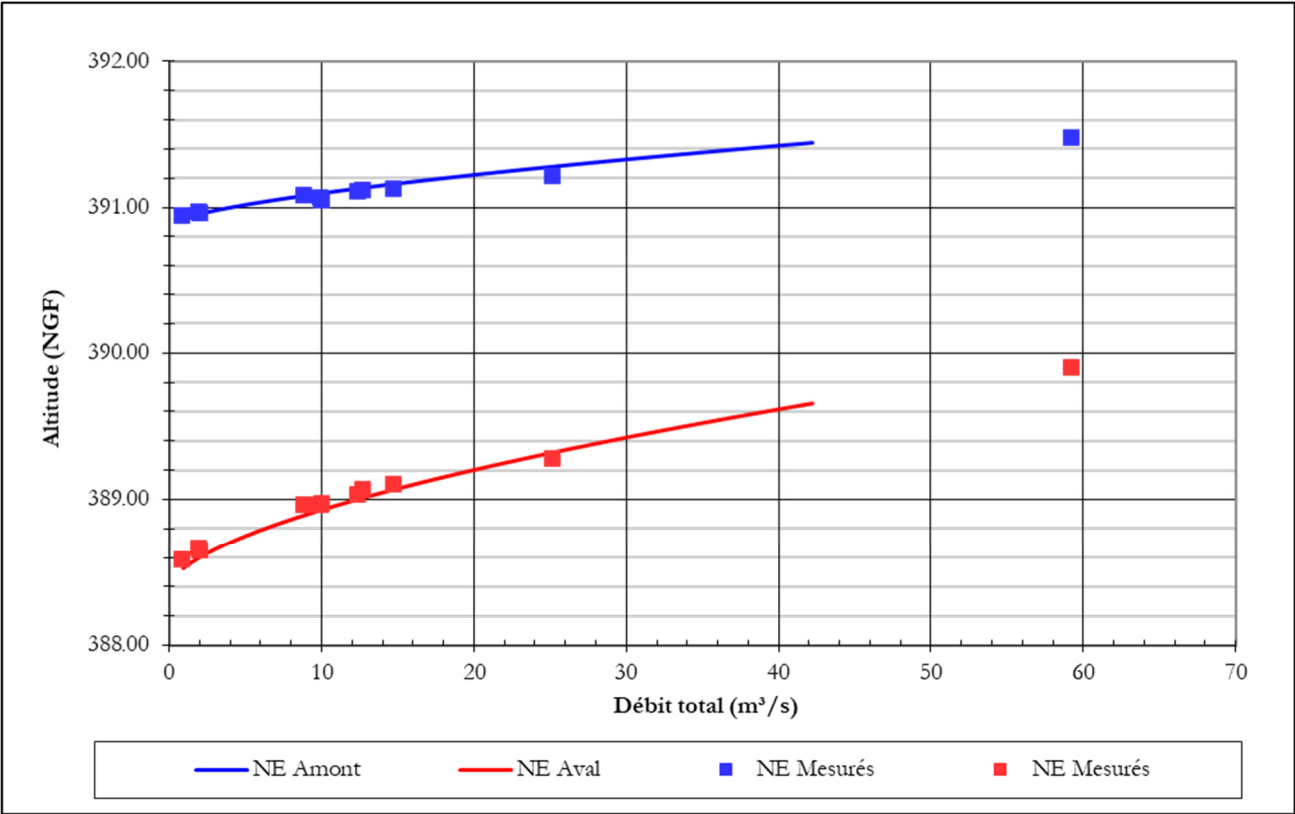


Figure 15 : Mesures des niveaux amont et aval en fonction du débit naturel de la Moselotte – Etat initial

V.3. ETAT PROJET

L'évolution des niveaux d'eau dans l'état projet sera affectée par :

- Le fonctionnement des vis hydrauliques en projet ;
- La présence de la passe à poissons en projet ;
- La réalisation d'un ouvrage de dégrèvement.

Les estimations des niveaux amont et aval du barrage dans l'état projet sont synthétisées dans le graphique ci-dessous.

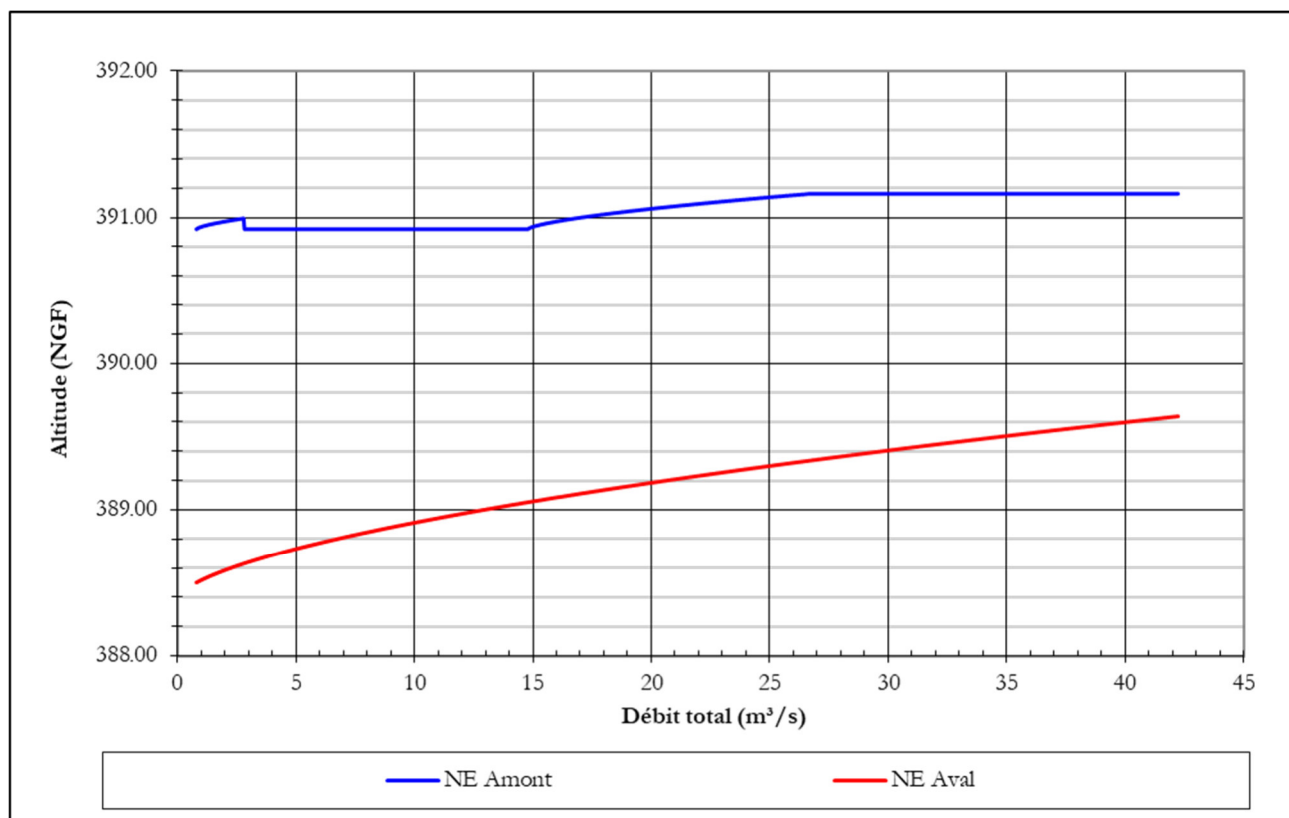


Figure 16 : Evolution des niveaux amont et aval en fonction du débit naturel de la Moselotte – Etat projet

V.4. GESTION DES OUVRAGES MOBILES

Le vannage existant en rive gauche sera manœuvré par son gestionnaire pour les besoins en irrigation. En particulier, le vannage doit être fermé lorsque le débit total de la Moselotte est inférieur au débit réservé.

Le vannage de dégrèvement en rive droite sera manœuvré en période de hautes eaux courantes afin de permettre le passage des sédiments. Il est prévu une manœuvre de l'ouvrage dès que le débit total de la Moselotte atteint 27 m³/s environ. Compte tenu des débits classés, cela représente une ouverture de la vanne de dégrèvement environ 13 % du temps.

Chapitre VI. ANALYSE DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE ACTUELLE

VI.1. MONTAISON

Il n'existe aucun ouvrage de franchissement actuellement.

Compte tenu de la hauteur de chute de l'ouvrage, celui-ci peut être considéré comme infranchissable pour la majorité des individus et la majorité du temps. Il est cependant possible que les poissons aux meilleures capacités de nage soient en mesure de franchir l'ouvrage, sous réserve d'une lame d'eau surversée suffisante.

En conséquence, l'aménagement d'une passe à poissons apparaît indispensable au rétablissement de la continuité piscicole.

VI.2. DEVALAISON

En l'absence actuelle de turbine hydroélectrique et compte tenu de la faible hauteur de chute, les risques de mortalité à la dévalaison peuvent être considérés comme négligeables.

VI.3. TRANSPORT SÉDIMENTAIRE

L'ouvrage de prise d'eau ne dispose d'aucun vannage régulièrement manœuvré pour le transit sédimentaire. Le vannage d'irrigation n'est ni suffisamment large, ni suffisamment profond pour permettre au transport solide de s'effectuer, et la restitution à la Moselotte n'est pas faite en pied de barrage.

L'ouvrage semble présenter un comblement non négligeable par les sédiments.

L'ouvrage peut être considéré comme ayant eu un impact significatif sur le transport solide, en particulier le transport par charriage, qui constitue la majorité du transport solide à l'échelle du cours d'eau. La morphologie du lit s'est adaptée et les sédiments peuvent désormais transiter par-dessus le barrage lors des crues morphogènes.

VI.4. ENJEUX DU SITE

L'aménagement de l'ouvrage permettrait de reconnecter un linéaire de cours d'eau de 5 km environ. Il est par ailleurs à noter que l'ouvrage est situé à proximité entre les confluences de la Moselotte avec la Moselle en aval et la Cleurie en amont.

L'enjeu de rétablissement de la continuité écologique est considéré comme :

- Important à la montaison (espèces holobiotiques dont espèces migratrices, absence de migrateurs amphihalins, linéaire reconnecté non négligeable et accès partiel à la Moselle et la Cleurie) ;
- Faible à modéré à la dévalaison (absence de grands migrateurs, absence de risques de mortalité actuelle qu'il importe de maintenir) ;
- Modéré à important pour la continuité sédimentaire (Transport solide dominant par charriage, retenue déjà en grande partie comblée par les sédiments).

Chapitre VII.MONTAISON

VII.1. GENERALITES

L'emplacement d'une passe à poissons doit prendre en compte plusieurs critères : les facilités d'attrait à l'aval, le positionnement de la sortie amont, la non-altération de l'écoulement hydraulique, les caractéristiques du génie civil existant, les possibilités d'accès pour l'entretien. Il est difficile de rassembler toutes ces conditions et souvent un compromis doit être trouvé.

De nombreux types d'ouvrages de franchissement ont été développés au cours des dernières décennies. Les ouvrages les plus fréquemment rencontrés sont les passes à bassins successifs, les passes à ralentisseurs, les rivières artificielles ou passes naturelles et les prébarrages. Le choix d'un type d'ouvrage est conditionné notamment par les espèces cibles, la période de fonctionnement souhaitée et les contraintes foncières.

Le dimensionnement de la passe à poissons en projet se base principalement sur les ouvrages de référence suivants :

- *Passes à poissons – expertise, conception des ouvrages de franchissement*, collection Mise au Point, édition CSP, 1995
- *Information sur la continuité écologique – Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons – Principes et méthodes*, ONEMA, 2014

Le logiciel Cassiopée, développé par le CSP, a également été utilisé afin d'estimer la plage de fonctionnement de l'ouvrage. Une liste non exhaustive des références bibliographiques est disponible en fin de rapport.

VII.2. IMPLANTATION DE LA PASSE EN PROJET

L'efficacité d'une passe à poissons dépend dans une large mesure de son implantation. Dans le cas présent, il convient de noter au niveau de l'obstacle :

- Le projet d'aménagement de deux vis hydrauliques en rive droite,
- Les facilités d'accès pour l'entretien en rive droite,
- L'accès plus compliqué en rive gauche.

Au vu des éléments précédents, **la passe à poissons sera aménagée en rive droite.**

L'entrée piscicole de la passe (sortie hydraulique) se fera en pied de barrage et à proximité des vis hydrauliques, pour optimiser son attractivité future.

La sortie piscicole (amont de la passe) ne sera pas exposée prioritairement d'un point de vue hydraulique. En effet le débit d'alimentation de l'ouvrage sera rapidement concurrencé par les débits

transitant par les vis hydrauliques en projet et la surverse sur le seuil. De ce fait, les flottants se dirigeront préférentiellement vers ces ouvrages, facilitant d'autant l'entretien futur de la passe à poissons.

VII.3. CHOIX DU TYPE D'OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT

Le choix d'un type d'ouvrage est conditionné par un ensemble de conditions spécifiques au site d'implantation. Les principaux éléments de choix sont les espèces cibles, l'emprise foncière disponible, le débit disponible pour la montaison et les variations des lignes d'eau en fonction de l'hydrologie. Le tableau suivant synthétise les différents critères de choix d'un type d'ouvrage⁴.

Type de passe à poissons	Sélectivité vis-à-vis des espèces	Emprise foncière nécessaire	Pente de l'ouvrage	Adaptation aux variations de lignes d'eau	Débit nécessaire	Coût de mise en œuvre	Entretien ultérieur
Passe techniques							
Passe à jets plongeants	Salmonidés	Moyenne, très adaptable	10 - 15 %	Moyenne	Faible	Moyen à important	Moyen
Passe à échancrures alternées	Toutes espèces	Moyenne, très adaptable	7 - 11 %	Assez bonne	Assez faible à moyen	Moyen à important	Moyen à assez important
Passe à fentes verticales	Toutes espèces	Moyenne, très adaptable	7 - 9 %	Bonne	Moyen à assez important	Moyen à important	Moyen à assez important
Prébarrages	Principalement espèces rhéophiles	Assez faible, dans le lit du cours d'eau	~ 10 %	Importante	Assez important	Faible	Faible
Passe à Anguilles ou civelles	Anguille	Très faible	70 % (brosses) - 100 % (plots)	Mauvaise	Très faible	Faible	Faible
Passe rustiques							
Rampe en enrochements	Principalement espèces rhéophiles	Importante	2 - 6 %	Très importante	Moyen	Faible	Faible
Passe à enrochements périodiques	Toutes espèces	Importante	4 - 8 %	Moyenne	Assez faible à moyen	Moyen	Assez faible
Passe à macro-rugosité répartie	Toutes espèces	Importante	3 - 7 %	Assez bonne	Moyen à assez important	Moyen	Moyen
Rivière naturelle	Toutes espèces	Importante	2 - 3 %	Moyenne	Important	Assez faible à moyen	Assez faible
Passe à ralentisseurs							
Passe à ralentisseurs latéraux	Salmonidés ou grands cyprinidés rhéophiles	Faible	12 - 20 %	Assez bonne	Faible à moyen	Assez faible	Important
Passe à ralentisseurs de fond surcatifs	Salmonidés ou grands cyprinidés rhéophiles	Faible	10 - 15 %	Mauvaise	Faible à moyen	Assez faible	Assez faible
Passe à ralentisseurs plans	Salmonidés ou grands cyprinidés rhéophiles	Faible	12 - 20 %	Moyenne	Faible à moyen	Assez faible	Moyen
Passe mixte (poissons + canoës)	Grandes espèces rhéophiles (+ canoës)	Assez faible	10 - 15 %	Moyenne (canoës) à médiocre (poissons)	Assez faible à assez important	Assez faible	Assez faible

Figure 17 : Critères de choix d'un ouvrage de montaison

Dans le cas présent, il convient de remarquer :

- Les importantes variations du niveau d'eau aval,
- L'emprise foncière disponible limitée en amont du barrage,
- La diversité des espèces à faire passer.

Ainsi, une passe à bassins semble la solution la plus adaptée ici.

L'écoulement par une fente nécessite un débit réservé important et présente l'avantage d'être peu sensible aux variations de niveaux d'eau. La présence d'orifices de fond n'est pas nécessaire, les fentes se prolongeant presque jusqu'au fond de la passe. De la rugosité sera créée en fond de radier afin de fournir des zones de faibles vitesses favorables aux espèces aux plus faibles capacités de nage.

⁴ Informations données à titre indicatif, un grand nombre de paramètres étant interdépendants ou fonction des spécificités du site.

En conséquence, le type d'ouvrage envisagé est une passe à bassins successifs, les écoulements s'effectuant par des fentes verticales profondes.

VII.4. DIMENSIONNEMENT

VII.4.1. Dimensionnement des cloisons standard

La chute variera de 2.4 m en basses eaux courantes à 1.5 m en période de hautes eaux courantes. Les chutes entre bassins doivent rester inférieures à 25 cm, afin de permettre la montaison des espèces cibles (chute nominale retenue à 20 cm). Le nombre de bassins est fixé à 11 augmenté d'un prébassin avec une chute inférieure.

Le débit dans la passe à poissons est fixé à 500 l/s environ. La largeur des fentes est fixée à 30 cm. Les puissances volumiques doivent demeurer inférieures à 150 W/m³, soit un volume de bassins de 6.6 m³ minimum. On retient pour les bassins une longueur de 3.2 m, une largeur de 2.4 m et un tirant d'eau de 1.0 m.

VII.4.2. Dimensionnement de la cloison amont

Il est envisagé, pour la cloison amont de la passe et afin d'en faciliter l'entretien courant, de mettre en place une cloison amont siphonide ne présentant qu'une hauteur de chute limitée.

On retient un orifice noyé haut de 50 cm et large de 1.8 m. Le radier de l'orifice de fond sera établi à l'altitude 390.00 NGF.

VII.4.3. Dimensionnement de la cloison aval

La cloison aval sera constituée, non d'une fente verticale profonde mais d'une échancrure afin d'améliorer l'attractivité de la passe. Compte tenu du marnage aval, il sera mis en place une vanne de régulation au niveau de la cloison aval. Cette échancrure présentera une largeur de 60 cm ; les écoulements se feront par surverse avec une cote de déversement pouvant varier de 388.15 à 389.15 NGF. Un orifice de fond sera également réalisé pour le passage des espèces de fond (40 cm sur 30 cm).

Il est prévu pour l'attractivité de la passe à poissons le maintien d'une hauteur de chute de 20 cm au niveau de la vanne de régulation (tolérance de ± 5 cm).

Les principaux éléments de dimensionnement de la passe en projet sont synthétisés dans le tableau suivant.

Caractéristiques de la passe à bassins	
Hauteur de chute totale *	2.4 m
Hauteur de chute entre bassins *	20 cm
Nombre de chutes	12
Nombre de bassins	11
dont Présence d'un prébassin	Oui
Débit de montaison *	500 L/s
Pente du radier	5.9 %
Caractéristiques des bassins	
Longueur	3.20 m
Largeur	2.40 m
Profondeur moyenne *	1.00 m
Volume interne *	7.68 m ³
Puissance volumique dissipée *	133 W/m ³
Caractéristiques des cloisons	
<i>Fente verticale</i>	
Largeur	30 cm
Charge *	110 cm
Pelle	0 cm
Caractéristiques du prébassin	
Longueur	3.20 m
Largeur	2.40 m
Profondeur *	1.00 m
Caractéristiques de la paroi siphonée	
Largeur	180 cm
Hauteur	50 cm
Ratios de dimensionnement	
Ratio L/B	1.33
Ratio L/b	10.7
Ratio B/b	8.0

* Les caractéristiques indiquées correspondent à un fonctionnement en étiage.

Figure 18 : Synthèse des caractéristiques de la passe à poissons en projet

Les plans et profils insérés en annexe extérieure permettent de visualiser les aménagements projetés.

VII.5. PLAGE DE FONCTIONNEMENT

Le fonctionnement de la passe a été simulé à l'aide du logiciel Cassiopée, pour une plage de débits variant des débits classés de 5 à 95 %. Les résultats de ces simulations sont donnés en annexe.

La fonctionnalité de l'ouvrage est analysée :

- En termes de **franchissabilité**, correspondant à un dimensionnement compatible avec la montaison de l'intégralité des espèces cibles,
- En termes d'**attractivité**, permettant d'apprécier la facilité pour les poissons à trouver l'entrée de la passe. Pour les espèces migratrices, l'attractivité donne également une indication du retard à la migration induit par l'ouvrage.

La puissance volumique dans la passe est systématiquement inférieure à 150 W/m³, et les chutes interbassins sont toujours inférieures à 25 cm. Par conséquent, la passe est considérée comme franchissable par les espèces cibles au moins 90 % du temps.

Compte tenu de la présence des vis hydrauliques et de la régulation de la chute au niveau de la cloison aval, l'attractivité de la passe est considérée comme bonne en permanence.

Le tableau suivant synthétise la fonctionnalité estimée de la passe en fonction des conditions hydrologiques de la Moselotte.

Condition hydrologique	Q _{PAP} (l/s)	δh _{MAX} (cm)	Pv _{MAX} (W/m ³)	Attractivité	Franchissabilité de la passe à bassins			
					Cyprinidés rhéophiles	Cyprinidés limnophiles	Petites espèces	Truite
Q5%	519	20	133		Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Q10%	524	20	133		Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Q30%	502	20	130		Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Q50%	499	20	127		Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Q70%	494	20	122		Bonne	Bonne	Bonne	Bonne
Q90%	585	20	111		Bonne	Bonne	Bonne	Bonne

	Attractivité bonne à optimale. Franchissabilité non problématique pour la majorité des individus.
	Attractivité moyenne, induisant potentiellement des retards à la migration. Franchissabilité problématique pour une partie des individus.
	Attractivité médiocre à mauvaise, risquant d'induire des retards à la migrations conséquents. Franchissabilité problématique ou impossible pour la majorité des individus.

Figure 19 : Synthèse de la fonctionnalité de la passe en projet

La passe à poissons est considérée comme franchissable par l'intégralité des espèces cibles pour l'ensemble des débits modélisés. L'attractivité de l'ouvrage est considérée comme bonne.

Chapitre VIII. DEVALAISON

VIII.1. ESPECES CONCERNEES

Toutes les espèces présentes sont en principe concernées par la dévalaison, en ce sens que la libre circulation des poissons est bénéfique à la vie, la reproduction, la recherche d'abris et de nourriture de la faune aquatique.

Ceci étant, les espèces considérées comme prioritaires en termes de dévalaison sont avant tout les espèces migratrices, en particulier les espèces diadromes, pour lesquelles la migration est indispensable à la reproduction. Le *Guide pour la conception de prises d'eau ichtyocompatibles pour les petites centrales hydroélectriques* (ADEME, 2008) indique que « la dévalaison ne semble également pas problématique pour les espèces potamodromes [espèces accomplissant tout leur cycle de vie en eau douce] ».

VIII.2. DEVALAISON PAR LES VIS HYDRAULIQUES

Les vis hydrauliques sont des turbines fonctionnant à faibles vitesses de rotation (de l'ordre de 30 tours par minute), et le risque de blessures des poissons lors du passage par une vis est très faible. La dévalaison des poissons par une vis hydraulique est donc possible sans problème particulier, et le caractère ichtyocompatible des vis hydrauliques est reconnu par l'OFB.

Des études réalisées en Angleterre sur la dévalaison des smolts et anguilles (entre autres) par des vis hydrauliques concluent à des risques de blessures très faibles ou nuls (Fishtek Consulting Ltd 2008, 2011). Les rares blessures constatées sont imputées à l'arrêt amont de la vis.

Il conviendra d'adopter les dispositions suivantes :

- L'arrêt amont de la vis ne sera ni saillante, ni tranchante (recouverte d'un caoutchouc) ;
- L'interstice entre la vis et son radier sera faible (quelques millimètres), pour éviter le pincement des poissons ;
- La surface du radier sera lisse ;
- Les grilles en amont de la vis seront grossières (espacement de 100 à 120 mm), afin de ne pas provoquer de réticences des poissons à dévaler par les vis.

Ainsi, la dévalaison pourra s'effectuer par les vis hydrauliques.

L'OFB a été consulté à propos des risques de blessures du Castor à la dévalaison ; il a été convenu que la mise en place de deux vis hydrauliques n'était pas problématique pour le Castor. L'entrefer envisagé n'est également pas jugé problématique.

Chapitre IX. HYDROMORPHOLOGIE

IX.1. GENERALITES

L'hydromorphologie d'un cours d'eau est déterminée par un nombre important de facteurs très dépendants les uns des autres, parmi lesquels notamment :

- La topographie (largeur du lit, pente, présence d'une zone d'expansion des crues, incision du lit, méandres, etc.),
- La géologie (nature du fond, abondance de sédiments),
- L'hydrologie (débits d'étiage, débits de crue),
- La végétation.

Le transit sédimentaire d'un cours d'eau participe au maintien ou à la réalisation de son bon état écologique. Le substrat des cours d'eau peut notamment constituer un abri pour la faune aquatique, un support de ponte pour certaines espèces piscicoles, assure une certaine diversité des habitats disponibles et participe à la qualité physico-chimique des eaux (fonction d'autoépuration, régime thermique).

On distingue principalement deux mécanismes de transport :

- Le transport par charriage, dans lequel les sédiments sont transportés au fond du lit du cours d'eau, et se déplacent en roulant sur d'autres sédiments ou par sauts de faible amplitude,
- Le transport par suspension, au cours duquel la turbulence des écoulements suffit à contrebalancer le poids des sédiments, qui parcourent alors des distances importantes sans contact avec le fond.

D'autres mécanismes de transport existent mais ne sont pas pris en compte par la suite : cas du transport en solution (calcaire par exemple), phénomènes de saltation. De plus, la limite entre charriage et suspension est mal définie, et les deux modes de transport coexistent fréquemment sur un même cours d'eau.

Les variables influant sur le transport sédimentaire sont principalement :

- La nature des sédiments transportés (dimensions des grains, étendue granulométrique, cohésion éventuelle des sédiments, masse volumique des grains),
- Les conditions d'écoulement (vitesses d'écoulement, pente de l'énergie, géométrie du lit).

Chacune de ces grandeurs varie dans l'espace et dans le temps, souvent de manière importante (substrat hétérogène, conditions hydrologiques allant de l'étiage aux crues exceptionnelles). Les crues de fréquence annuelle ou biennale sont souvent qualifiées de morphogènes, dans la mesure où le transport est alors quantitativement important tout en restant relativement fréquent. Tous les écoulements sont cependant morphogènes dans l'absolu.

De nombreuses formules, aussi bien empiriques que théoriques, ont été développées tout au long du XX^{ème} siècle afin d'apprécier quantitativement le transport solide au sein d'un cours d'eau. Ces formules restent à l'heure actuelle imprécises et présentent fréquemment une importante sensibilité vis à vis des variables utilisées. Ceci est lié d'une part à la complexité des mécanismes initiant la mise en mouvement des sédiments, d'autre part au caractère intrinsèquement chaotique des écoulements à l'œuvre.

Il est fréquent que les écarts entre les modélisations et la réalité diffèrent d'un rapport de 1 à 10. Les formules permettent cependant d'apprécier de manière satisfaisante l'impact d'un aménagement par rapport à une situation de référence.

Ce chapitre se base entre autres sur les ouvrages suivants :

- *Eléments d'hydromorphologie fluviale*, Bravard, Malavoi, ONEMA
- *Eléments de connaissance pour la gestion du transport solide en rivière*, Malavoi et al., ONEMA
- *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*, Adam, Debiais, Malavoi, Agence de l'Eau Seine Normandie, 2007
- *La gestion des rivières : transport solide et atterrissements*, Etudes des agences de l'Eau n°65, 1999
- *Technische Hydraulik, Kompendium für den Wasserbau*, Schröder, Verlag Springer-Lehrbuch, 1994
- *A classification of natural rivers*, Rosgen, Elsevier, 1994

Une liste non exhaustive des références bibliographiques est disponible en fin de rapport.

IX.2. TYPOLOGIE DU COURS D'EAU

Un grand nombre de classifications des cours d'eau a été développé, en fonction de la précision recherchée. La classification utilisée dans le cadre de cette étude est la typologie développée par ROSGEN, permettant de définir la typologie d'un cours d'eau parmi 9 types principaux et 41 sous-types à partir de grandeurs relativement accessibles.

Le cours d'eau correspond à une typologie C4-C5, qui traduit les caractéristiques suivantes :

- Pente moyenne à faible,
- Sinuosité assez importante,
- Zone d'expansion des crues développée,
- Incision du lit mineur faible à moyenne,
- Fond de sables et graviers.

Ce type de cours d'eau est caractéristique selon ROSGEN d'une importante sensibilité aux variations de débits liquide et solide, une assez bonne capacité d'ajustement, un transit sédimentaire quantitativement important, un assez fort potentiel d'érosion du lit, et une grande influence de la végétation sur la morphologie du lit.

IX.3. PROFIL EN LONG DE LA MOSELOTTE

La figure suivante montre le profil en long des lignes d'eau de la Moselotte dressé par l'IGN aux environs du site⁵.

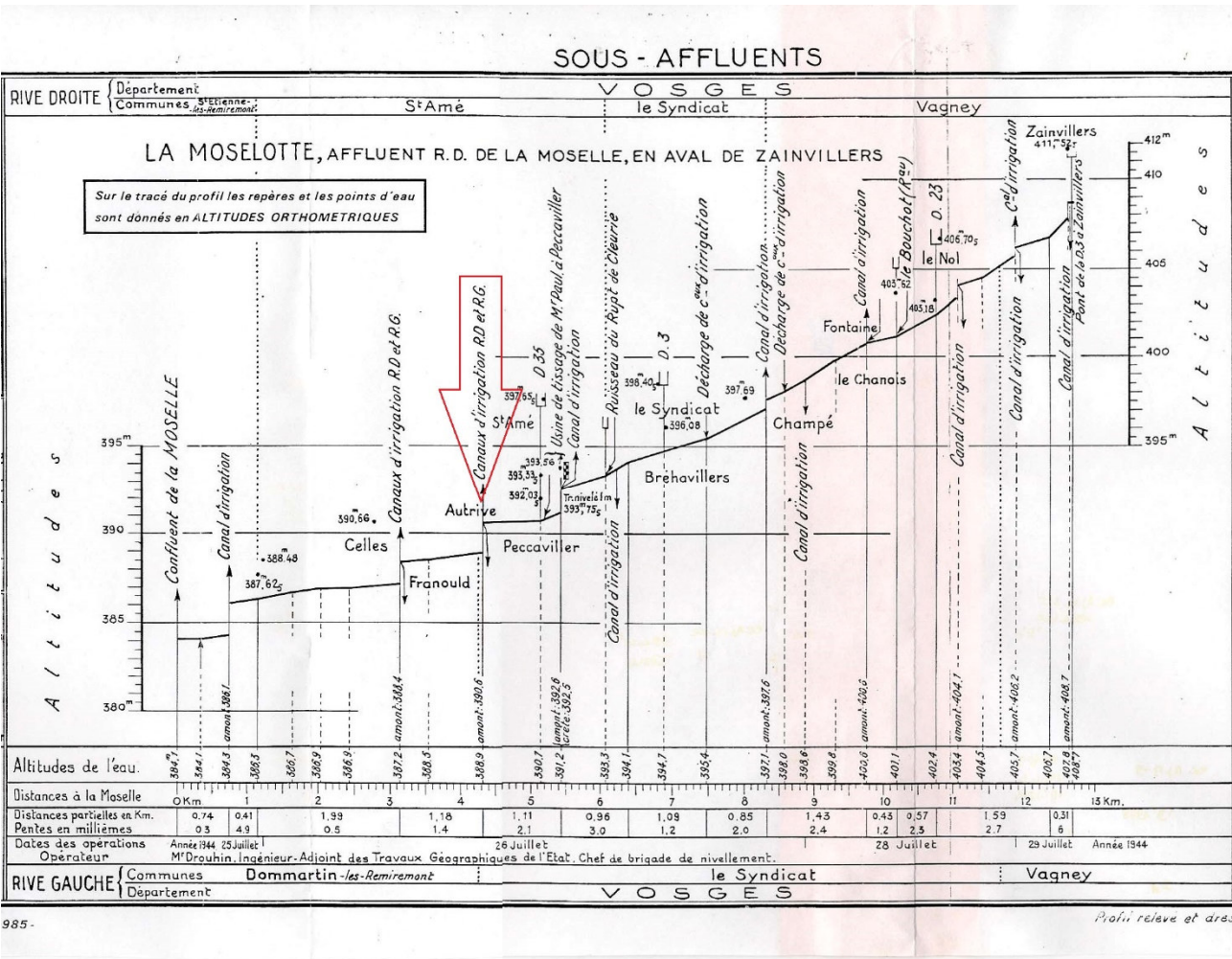


Figure 20 : Profil en long de la Moselotte (source : IGN)

Le cours d'eau montre sur le tronçon étudié une pente assez homogène, de l'ordre de 1.5 ‰ en aval du site et 2.4 ‰ sur la zone amont.

⁵ Il convient de souligner que le profil en long est ancien et a été dressé en altitude Ortho et non IGN69.

Le taux d'étagement est localement important à proximité de la confluence avec la Moselle ; la rupture de pente observée est vraisemblablement liée à l'influence de la Moselle d'une part, à la confluence de la Cleurie d'autre part, et correspond à l'arrivée de la Moselotte dans la vallée.

L'ouvrage dans son état actuel présente une influence en étiage (remous hydraulique) sur un linéaire de 1 060 m environ.

IX.4. CARACTERISATION DU TRANSPORT SOLIDE

La granulométrie constatée lors de la visite de terrain correspond à des sédiments allant de sables à des galets, le diamètre dominant correspondant à des sables grossiers.

Le cours d'eau présente un lit et des berges constitués de matériaux moyennement cohésifs (alluvions de sables et limons). Les berges sont fortement végétalisées. Le lit majeur est quant à lui peu végétalisé.

La puissance spécifique du cours d'eau est estimée à 65 W/m^2 , témoignant d'une assez bonne capacité du cours d'eau à mobiliser naturellement ses sédiments. Le transport se fait en majeure partie par charriage.

IX.5. INFLUENCE DE L'OUVRAGE ACTUEL

L'ouvrage est constitué d'un seuil fixe susceptible de limiter le transport solide par charriage. En l'absence de vannes profondes, le transit sédimentaire ne peut s'effectuer que par passage au-dessus de l'ouvrage. L'ouvrage présente un comblement sédimentaire important ; les sédiments peuvent désormais transiter par surverse sur le seuil.

Un relevé bathymétrique a été réalisé dans la retenue de l'ouvrage. La cartographie du fond du lit est indiquée sur la figure suivante (le lit majeur correspond au RGE Alti).

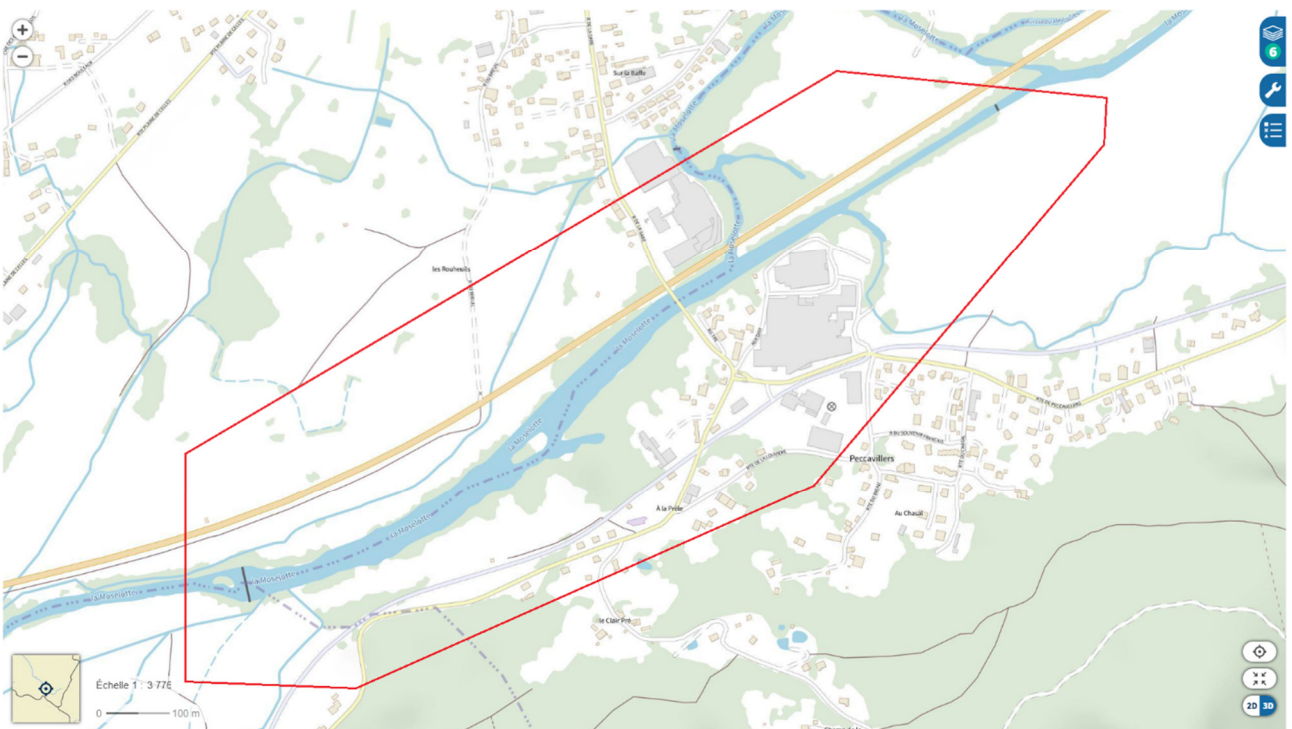
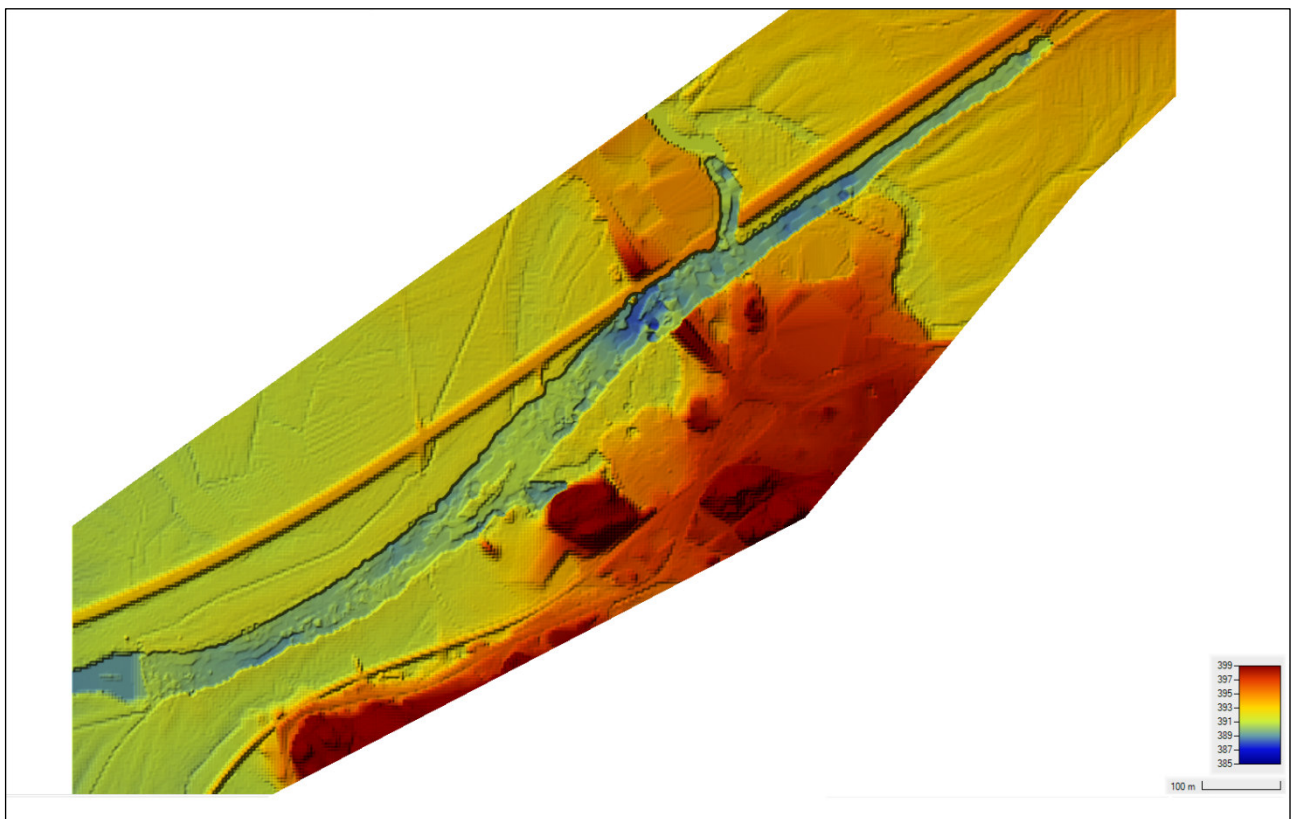


Figure 21 : Bathymétrie constatée dans la retenue

Le relevé bathymétrique fait notamment apparaître un fond varié et diversifié. La profondeur d'eau est modérée en amont proche du barrage, puis tend à augmenter en moyenne (tendance habituelle à des dépôts sédimentaires en intérieur de courbe ou dans les zones de recirculation). On peut également observer un lit élargi et peu profond en amont de l'île tandis que la zone d'eau morte en rive gauche

présente une profondeur supérieure. Enfin, on constate un approfondissement du fond en aval du pont de la rue de la Gare (zone enrochée en berge et présence des piles du pont).

IX.6. IMPACT DES AMENAGEMENTS ET GESTION DES OUVRAGES

Le projet n'aura pas d'incidence significative sur le remous hydraulique de l'ouvrage.

Le projet prévoit l'aménagement de deux vis hydrauliques et d'un ouvrage de dégravement, qui permettront le rétablissement du transport solide. Les sédiments pourront transiter par les vis hydrauliques en permanence, du fait de la forte section de ce type de turbine et des grilles à fort entrefer.

La manœuvre de l'ouvrage de dégravement dès l'apparition de hautes eaux courantes permettra également le transit des sédiments, en particulier en période de crues fréquentes, qui sont parmi les débits les plus morphogènes.

Le transport sédimentaire est quantitativement maximal en période de crues courantes, il est donc préconisé de manœuvrer l'ouvrage de dégravement dès l'apparition de hautes eaux, correspondant approximativement au débit classé Q90%.

Chapitre X. PASSE A CANOË-KAYAK

X.1. OBJECTIFS ET USAGES DE L'OUVRAGE

L'objectif de ce chapitre est de dimensionner un ouvrage permettant le franchissement des embarcations non motorisées, en particulier canoës et kayaks.

Le dimensionnement de la passe doit tenir compte du public pratiquant (compétences techniques et type d'embarcations) sur ce tronçon de rivière, de la période d'utilisation, de la fréquentation de la rivière ainsi que des difficultés de la rivière en amont et en aval immédiat du barrage.

L'utilisateur peut être caractérisé par son niveau et son type de pratique. Son niveau allant de débutant à expérimenté va impliquer une passe plus ou moins facile à franchir (position de la passe, visibilité avant la passe, vitesse de l'eau, réception de la passe). Le type de pratique va quant à lui donner des précisions sur l'embarcation utilisée (rafting, canoë plastique, canoë de compétition en matériaux composites, ...), ce qui permet de définir principalement la géométrie de la passe et la précision sur les lignes d'eau (largeur, hauteur de lame d'eau, frottements possibles, ...).

La Moselotte est principalement utilisée par le club local pour la pratique sportive, expérimentée ou débutante, et encadrée en bateaux de slalom/descente (caractéristiques des embarcations : longueur 4 à 5 m, largeur 0.70 à 0.90 m, matériaux composites), tout au long de l'année. La pratique peut se poursuivre sur la Moselle en aval du site.

En France, les tronçons de cours d'eau sont classés en catégories de difficulté de I (parcours en eau calme) à VI (parcours infranchissable). Il conviendra donc d'adapter la passe à la classification des tronçons amont et aval. Dans le cas où l'amont et l'aval sont classés différemment, le classement le plus bas est retenu.

En amont et en aval du site, le tronçon pratiqué est de classe I et II. Il conviendra donc de réaliser une passe respectant ce classement.

La période d'utilisation prioritaire correspond principalement au printemps et à l'automne, hors période estivale, pour laquelle les débits de la Moselotte sont trop faibles. Ceci correspond à des débits de moyennes à hautes eaux.

X.2. IMPLANTATION

L'implantation dépend du niveau de pratique et des contraintes environnementales du site. D'une manière générale, il est préconisé de positionner la passe :

- En berge, pour faciliter l'entretien et permettre la mise en place d'une sécurité lors du franchissement des embarcations ;
- A l'opposé des ouvrages hydroélectriques et ouvrages de décharge ;
- Perpendiculairement à la crête du barrage pour éviter la problématique de cisaillement lorsqu'il y a surverse au barrage ;
- De manière à disposer d'une zone d'engagement et de réception appropriée aux pratiquants (sans obstacles ni courants latéraux pour un public débutant par exemple).

Compte tenu des remarques précédentes et de l'implantation des vis hydrauliques en rive droite, la passe à canoës sera réalisée en rive gauche.

X.3. CHOIX DU DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT

Plusieurs types de dispositifs de franchissement ont été développés. Le cahier technique ***Les dispositifs de franchissement d'ouvrages***, rédigé par la Fédération Française de Canoë Kayak indique les ouvrages de franchissement suivants :

- Glissière à fond lisse,
- Passe à ralentisseurs,
- Rampe en enrochements,
- Bras de franchissement (passe à bassins, prébarrage ou rivière de contournement),
- Passe mixte pour les embarcations et les poissons.

On peut ajouter à ces types de passes le système débarcadère embarcadère, qui nécessite la mise hors d'eau des embarcations.

Le choix du dispositif de franchissement dépend notamment de l'emprise foncière disponible, du débit dans le dispositif ainsi que de l'usage fait par les utilisateurs. Le tableau suivant permet d'estimer les avantages et inconvénients des différents dispositifs.

	La glissière	La passe à ralentisseurs	La rampe	La passe à bassins successifs La rivière de contournement Le pré-barrage
Débit interne	500 litres/seconde minimum par mètre linéaire de largeur. - Plus la glissière est longue, plus l'eau est accélérée, plus la lame d'eau est faible en sortie, plus il faut prévoir de débit interne	250 litres minimum par seconde par mètre linéaire de largeur.	Intégré dans le débit du cours d'eau	Selon la section hydraulique (en général se compte en m³/seconde).
Avantages	- Aménagement pérenne. - Très peu d'entretien. - En cas de dessalage, passage à la nage sans difficulté. Cas glissière mobile : - Installation de chantier réduite. - Mise en place plus facile.	- Augmentation de la période d'utilisation avec un bon calage des niveaux amont et aval - Fonctionnement possible avec un débit très faible. - Remontée de certaines espèces de poissons possible. - Protection des bateaux, donc une durée de vie du matériel plus longue. - Stabilité de la lame d'eau	- Passe naturelle - Utilisable sur une large gamme de débits.	- Fonctionnement possible avec un débit important. - Remontée de certaines espèces de poissons possible. - Favorise la pratique du Canoë-Kayak sans aller obligatoirement jusqu'au stade d'eau vive (veines d'eau, vagues à surf...).
Inconvénients	- Conception technique. - Largeur limitée. - Niveau aval de la glissière ne pouvant absorber que des variations limitées du niveau aval de la rivière (sauf glissière mobile). - Cas glissière mobile : - Tenue aux crues, à démonter. - Surveillance.	- Surveillance nécessaire des ralentisseurs. - Entretien renforcés des chevrons (usure, ...)	- Difficulté à repérer la passe sur la largeur complète du cours d'eau. - Risque de contusion en cas de passage en dehors du chenal. - Possibilité de présence de rappel au pied de la rampe lors de l'augmentation du débit.	- Risque de phénomène de rappel/danger. - Technicité de la conception pour la rendre adaptée à la pratique du canoë kayak - Emprise foncière nécessaire pour les rivières de contournement, plus large et plus longue. - Nettoyage à prévoir après chaque crue
PRECAUTIONS - Suivant ce que la rivière charrie et l'implantation de la passe à canoë, il faudra prévoir un épi en berge pour détourner les corps flottants hors de la passe. - Cet épi, en créant une zone de d'eau calme, facilitera le débarquement pour la reconnaissance ou le franchissement pour le chemin de portage.				

Figure 22 : Analyse du dispositif de franchissement (Source : cahiers techniques de la FFCK)

Compte tenu du dénivelé à franchir, du public et des embarcations cibles, de l'entretien ultérieur à prévoir, de l'implantation sur la rive opposée de la passe à poissons et de la nécessité d'assurer la sécurité des pratiquants, le type d'ouvrage retenu consiste en un système de débarcadère-embarcadère.

X.4. DIMENSIONNEMENT

Le dimensionnement de l'ouvrage se base principalement sur les données prescrites par le Cahier Technique de la FFCK.

Les principales caractéristiques du dimensionnement du débarcadère sont les suivantes :

- Longueur du débarcadère de 6 m,
- Altitude du débarcadère établie à 30 cm au-dessus du niveau légal de retenue.

Un chemin sera réalisé de façon à permettre le portage des embarcations vers l'aval. Il n'est prévu aucun aménagement particulier pour l'embarquement à l'aval (existence d'une pente douce favorable). Par ailleurs, il est pressenti l'aménagement d'un débarcadère en bois, afin d'éviter l'utilisation de béton en rive gauche du cours d'eau.

Le plan d'implantation de l'ouvrage en projet est présenté en annexe extérieure.

X.5. PLAGE DE FONCTIONNEMENT

Le franchissement de l'ouvrage sera possible tant que le niveau d'eau amont reste inférieur à l'altitude du débarcadère, ce qui représente la majorité des débits courants de la Moselotte.

X.6. SIGNALÉTIQUE

Une signalétique adaptée permet à l'utilisateur de prendre connaissance de la localisation de la passe depuis son embarcation. Elle doit être positionnée largement en amont du dispositif de franchissement puis au droit de la passe pour guider le pratiquant.

Il est recommandé de se rapprocher du comité départemental de canoë-kayak pour mettre en place cette signalétique.

Chapitre XI. ENTRETIEN DES OUVRAGES

XI.1. ENTRETIEN DE LA PASSE A POISSONS

Un entretien régulier et approprié garantit un fonctionnement pérenne de l'ouvrage. Les ouvrages suivants donnent des conseils d'entretien et de maintenance :

- *Guide passes à poissons*, VNF-CETMEF
- *L'entretien des passes à poissons, Guide de bon usage des ouvrages de franchissement sur la Loire*, Boucault et al., LOGRAMI, 2008

La surveillance des aménagements sera régulière et un entretien fréquent sera assuré, en particulier après le passage des crues qui amènent des déchets flottants et des sédiments. La fréquence des contrôles préconisée est de :

- Une fois par semaine ;
- Un contrôle après chaque épisode de crue ;
- Une vidange annuelle de l'ouvrage.

En raison de sa position, l'entretien de l'ouvrage ne posera pas de problème particulier.

La proximité des vis hydrauliques permettra d'éviter l'accumulation de flottants à l'entrée hydraulique de la passe. **La présence d'un bassin tampon muni d'une entrée siphonide permettra d'éviter l'accumulation de flottants à l'entrée hydraulique de la passe.**

Le radier à l'amont de l'ouvrage est situé au-dessus du fond du cours d'eau. En conséquence, le risque de dépôts de sédiments grossiers dans la passe paraît faible. Par ailleurs, le type de passe retenu permet dans une certaine mesure le transit des sédiments fins.

L'entretien consistera principalement à :

- Enlever les embâcles qui peuvent obturer les sections d'écoulement de la passe ou son entrée hydraulique ;
- Enlever les sédiments déposés dans la passe qui sont susceptibles de diminuer le volume d'eau et augmentent la puissance dissipée.

Remarque : l'obturation partielle des fentes verticales ou l'accumulation de sédiments en fond de bassins n'est pas toujours visible. L'apparition de hauteurs de chute entre bassins supérieures à la normale peut indiquer de tels dysfonctionnements. Le cas échéant, on procédera à la vidange de la passe.

Les déchets récupérés seront traités suivant une filière réglementaire. Les sédiments et les flottants végétaux seront déversés en aval de l'ouvrage.

Une attention particulière devra être apportée à l'aval de l'ouvrage, qui doit rester franchissable. Ainsi, il conviendra de s'assurer que trop de sédiments ne se déposent pas à l'aval

de la passe. Le risque d'engravement de l'entrée de la passe est cependant limité par les débits importants transitant par les vis hydrauliques.

La chute au niveau de la vanne de régulation sera contrôlée régulièrement pour s'assurer de l'attractivité de la passe.

XI.2. ENTRETIEN DES VIS HYDRAULIQUES

Les vis hydrauliques seront accessibles en permanence afin d'en assurer l'entretien et de permettre leur arrêt le cas échéant. Une passerelle permettra d'accéder au local technique. La mise en place de caillebotis sur certains bassins de la passe est préconisée. Il est cependant préférable d'éviter de couvrir tous les bassins, ce qui compliquerait l'entretien de ces bassins.

XI.3. ENTRETIEN DE LA PASSE A CANOË

Le débarcadère-embarcadère ne nécessite pas d'entretien particulier. Il conviendra de s'assurer de l'absence de dangers pour l'utilisateur, à l'amont comme à l'aval (présence de débris flottants, enrochements ou tout autre élément de nature à pouvoir dégrader les embarcations ou mettre en danger les personnes).

L'entretien consistera en une vérification visuelle de l'ouvrage, au moins une fois par mois. Une visite après chaque crue sera réalisée. Tout élément pouvant mettre en danger les personnes sera corrigé dans les plus brefs délais.

XI.4. ENTRETIEN DE L'OUVRAGE DE DESSABLAGE

L'ouvrage de dessablage sera accessible en permanence afin d'en assurer l'entretien et de pouvoir le manœuvrer si nécessaire. Le bon état de fonctionnement de l'ouvrage sera vérifié régulièrement. Une passerelle permettra l'accès au vannage en tout temps.

Chapitre XII. MAITRISE D'ŒUVRE

XII.1. RELEVÉ TOPOGRAPHIQUE

Des relevés topographiques ont été réalisés par le bureau d'études. Les relevés ont été effectués alors que l'ouvrage était en eau, ce qui peut induire des imprécisions sur les altitudes indiquées. Il est préconisé de réaliser un nouveau nivellement de l'ouvrage lorsque la mise hors d'eau sera terminée. Tout écart sensible avec les altitudes mesurées lors des relevés antérieurs devra être indiqué. Le cas échéant, il conviendra de s'assurer que cet écart n'est pas de nature à affecter la fonctionnalité des aménagements projetés.

XII.2. ELEMENTS DE MAITRISE D'ŒUVRE

XII.2.1. Généralités

Les travaux en cours d'eau comportent des spécificités en raison notamment :

- Des risques hydrologiques associés aux travaux en zones inondables ;
- Des risques de pollution des eaux de surface ou de la nappe phréatique lors des travaux.

Ces spécificités doivent impérativement être prises en compte par le responsable du chantier.

Il est de ce fait recommandé de confier les travaux à une entreprise qualifiée ayant déjà conduit des travaux en cours d'eau et connaissant la problématique des travaux en zone inondable ainsi que les risques hydrologiques associés.

Toute modification du projet tel qu'il est représenté en annexe, en particulier des dimensions des sections d'écoulements, des volumes des bassins, de la géométrie des parois, est de nature à modifier la fonctionnalité de l'ouvrage. Il est préconisé que toute modification du projet initial soit validée avant réalisation, par le bureau d'études et par les services de l'OFB.

XII.2.2. Validité des plans

Les plans fournis sont non valides pour exécution. Les plans sont réalisés en vue de la fonctionnalité hydraulique des aménagements proposés.

Les dimensions non cotées des ouvrages de génie civil (en particulier épaisseur des murs, des dalles ou des radiers) sont fournies à titre indicatif, sans préjuger de la validité de ce dimensionnement sur le plan structurel.

En général, les murs sont dessinés avec une épaisseur de 20 cm. Il convient de noter que l'épaisseur des murs peut apparaître indirectement sur certains plans (profil en long d'une passe à poissons

notamment). Dans le cas où une épaisseur différente est retenue pour la réalisation, les plans et profils doivent être ajustés en conséquence.

Le pétitionnaire devra faire appel à un maître d'œuvre compétent notamment en matière de structure génie civil (résistance des matériaux, béton armé, ferrailage, ...) pour s'assurer de la pérennité des aménagements.

XII.3. PASSE A BASSINS

Chaque cloison de la passe sera munie de réservations latérales de manière à pouvoir y insérer des planchettes. Cette disposition permettra un calage fin de la passe en phase de récolement et le batardage en phase d'entretien.

L'orifice siphonoïde en sortie de passe doit pouvoir être batardé afin de permettre la mise à sec de la passe. La mise en place d'une vanne de garde manuelle ou à défaut de profils UPN en amont de la paroi est préconisée.

Une fois réalisé le génie civil de la passe, la mise en service pourra nécessiter d'adapter le lit du cours d'eau en amont et en aval de l'ouvrage, de telle façon que le fond naturel rattrape progressivement le radier de la passe.

Les parois de la passe devront atteindre une hauteur suffisante pour permettre la fonctionnalité de la passe jusqu'en hautes eaux courantes. Il est préconisé de monter la paroi amont 40 cm au-dessus du niveau légal de retenue, de façon à éviter une submersion fréquente de l'ouvrage et limiter les contraintes d'entretien. La hauteur préconisée des autres cloisons varie de 1.6 m (au-dessus du radier) pour la cloison amont à 2.2 m pour la cloison aval.

XII.4. VANNE DE REGULATION

La vanne de régulation en aval de la passe permettra d'optimiser l'attractivité de l'ouvrage notamment en période de hautes eaux.

La vanne devra offrir une largeur d'écoulement de 60 cm et permettre les écoulements par surverse. Compte tenu des lignes d'eau attendues, le sommet de la vanne devra ainsi pouvoir varier de 388.15 NGF en basses eaux à 389.15 NGF en hautes eaux.

Il convient de noter que la différence entre la cote basse de cette vanne et la cote du radier de la passe n'est que de 53 cm. Cette valeur peut être légèrement augmentée en positionnant la vanne en aval de la cloison. Il semble cependant nécessaire de mettre en place une vanne télescopique (deux panneaux de 50 cm de hauteur environ) pour atteindre la course de 1.00 m nécessaire au dimensionnement.

XII.5. RUGOSITE DE FOND

La rugosité en fond de passe permet un ralentissement des écoulements à proximité du radier, favorable à la montaison des espèces à faible capacité de nage.

De la rugosité sera créée en fond de bassins en scellant dans le radier des blocs de diamètre 20 à 30 cm sur la moitié de leur hauteur. Les blocs émergeront de 10 à 15 cm au-dessus du radier de la passe et seront disposés en quinconce, avec des espacements entre les rugosités (d'axe à axe) de l'ordre de 2 fois leur diamètre. La concentration des blocs représente alors environ 25 % par rapport à la surface totale du radier.



Figure 23 : Disposition de la rugosité de fond (source : Jileo)

Les rugosités peuvent être constituées de blocs qui sont fichés dans le radier, il est alors nécessaire de prévoir une phase de tri pour obtenir les blocs nécessaires. Alternativement, on peut envisager de préfabriquer ces blocs.

Au niveau des fentes verticales profondes, il convient de ne pas disposer de rugosité en amont et en aval immédiat des fentes (absence de blocs sur une longueur du même ordre que la largeur de la fente).

La mise en place des blocs ne doit pas conduire à rehausser le radier de la passe. La cote du radier indiquée dans le dimensionnement correspond au sommet du béton de jointoiement et non au sommet des blocs.

XII.6. DEBARCADERE

Le débarcadère pourra être constitué d'aménagements rustiques (par exemple rondins). L'usage de gabions est à éviter (risques de blessures avec les armatures métalliques, protection du matériel notamment canoës gonflables). On peut également envisager l'utilisation d'un débarcadère flottant. Il est pressenti une réalisation sans utilisation de béton, afin de limiter autant que possible les incidences de chantier en rive gauche.

L'ouvrage ne présentera aucune aspérité ou extrémité pouvant conduire à des blessures des pratiquants.

Deux rampes seront réalisées ainsi qu'une piste d'accès permettant le portage des embarcations à l'aval de l'installation hydroélectrique. A souligner que la hauteur de berge en rive gauche est faible et ne nécessitera qu'un aménagement minime. L'embarquement ne nécessitera aucun aménagement particulier, la mise à l'eau pouvant se faire au niveau de la berge.

Les photographies suivantes (source : *Deutscher Kanu-Verband*, 2011, et *Bundesministerium für Bau, Verkehr und Stadtentwicklung*, 2011) présentent des installations proposées à titre d'exemple et sans obligation pour le pétitionnaire de s'en inspirer.





Figure 24 : Exemples de débarcadères

XII.7. TOLERANCES

XII.7.1. Informations générales

Les cotes indiquées dans le dossier de dimensionnement sont à respecter autant que possible.

Compte tenu des incertitudes inhérentes liées à la réalisation du chantier, on indique ci-après les tolérances admissibles sur les cotations données dans le projet. Tout écart supérieur à la tolérance préconisée induit un risque de non validation des aménagements lors de la phase de récolement.

Il convient sur ce point de noter que le classement d'un cours d'eau en liste 2 induit pour le propriétaire ou l'exploitant d'un ouvrage une obligation de résultat vis-à-vis de la continuité écologique. Si les aménagements réalisés diffèrent de manière sensible des plans d'exécution, il conviendra de montrer la compatibilité des aménagements réalisés avec les enjeux écologiques attendus.

Des préconisations sont fournies par l'OFB dans le cadre du RefMADI (Référentiel Milieux Aquatiques Documents d'Incidences, Eléments techniques pour le récolement d'une passe à bassins successifs).

L'objectif du récolement est de « valider la conformité de l'ouvrage aux plans d'exécution et valider, le cas échéant, les modifications intervenues en phase chantier sous réserve qu'elles n'altèrent pas l'efficacité du dispositif de franchissement ».

Les plans d'exécution de référence sont les plans validés et approuvés par l'autorité administrative.

XII.7.2. Passe à bassins

Concernant les dimensions des passes à bassins, on retient les tolérances suivantes :

- Pour la longueur et la largeur intérieure des bassins, le maximum entre 2 cm et 2 % de la valeur indiquée dans le projet.
- Pour la largeur des fentes, échancrures et orifices de fond, le maximum entre 1 cm et 3 % de la valeur indiquée dans le projet.
- Pour l'altitude des radiers à mi bassins, le maximum entre 3 cm et 3 % de la profondeur d'eau correspondant au débit réservé indiquée dans le projet.
- Pour l'altitude des cotes de déversement, le maximum entre 1 cm et 3 % de la charge hydraulique amont indiquée dans le projet.
- Pour la chute entre deux bassins (hors prébassin), un maximum de 5 cm compte tenu des incertitudes de mesures et des données fournies par le protocole ICE.

XII.8. RECOLEMENT

Après la phase travaux, un récolement sera réalisé par un géomètre ou par un bureau d'études spécialisé. Ceci permettra de valider la conformité des aménagements par rapport aux objectifs de libre continuité écologique attendus et la fonctionnalité des aménagements.

Il convient de prévoir la réalisation d'ajustements en phase de récolement afin d'optimiser le fonctionnement des aménagements réalisés (ajustement des cotes de déversements, réglage des automatismes, vérification des débits, etc.).

Il sera mis en place une échelle limnimétrique de façon à permettre la vérification du niveau légal de retenue. Celle-ci sera installée en un point fixe et invariable fixé par le service chargé de la police des eaux. Cette échelle, dont le zéro indiquera le niveau normal d'exploitation de la retenue, devra rester accessible aux agents de l'administration, ou commissionnés par elle, qui ont qualité pour vérifier la hauteur des eaux, et demeurera visible aux tiers. Le permissionnaire sera responsable de sa conservation.

Chapitre XIII. SYNTHÈSE DU PROJET

Présentation générale	
Cours d'eau	la Moselotte
Bassin collecteur	la Moselle
Commune(s)	Saint Amé / Dommartin les Remiremont
Lieu-dit	Prés Broquin
Propriétaire	ASA des Prairies
	Mairie de Le Syndicat
	88120 Le Syndicat
Porteur de projet	SNC Hydroinvest
	2 Allée de Longchamp
	54500 VANDOEUVRE LES NANCY
Situation réglementaire	
Usages de l'eau	Irrigation. Usage hydroélectrique en projet
Droit d'eau	Irrigation fondé en titre. Hydroélectricité non autorisée actuellement
Q _{max}	Irrigation 300 l/s. Projet hydroélectrique 14.0 m ³ /s
PMB	260 kW
Classement L.214-17 CEnv	
Liste 1	Oui
Liste 2	Oui
Débit réservé	1330 L/s (dont 500 L/s prioritaires sur le turbinage)
Peuplement piscicole	
Espèces cibles	Truite + espèces d'eaux vives
Grands migrateurs	-
Autres enjeux	Présence du Castor d'Europe
Hydrologie	
Module	13.3 m ³ /s
Q _{10%} / Q _{50%} / Q _{90%}	1.71 / 8.12 / 29.64 m ³ /s
Régime hydrologique	Pluvial
Hauteur de chute au barrage de prise d'eau (projet)	
Q _{10%}	2.4 m
Q _{50%}	2.1 m
Q _{90%}	1.8 m
Continuité écologique actuelle	
Montaison	Infranchissable. Enjeu important
Dévalaison	Absence de risques de mortalité. Enjeu modéré
Transit sédimentaire	Bloquant pour le charriage. Enjeu important
Transport solide	
Sédiments dominants	Sables à galets
Transport solide	Puissance du cours d'eau importante
Projet de continuité écologique	
Montaison	Passe à bassins à fentes verticales
Dévalaison	Vis hydrauliques ichtyocompatibles
Transit sédimentaire	Création d'un ouvrage de dégravement

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BIBLIOGRAPHIE

- *Passes à poissons – expertise - conception des ouvrages de franchissement*, Larinier, Porcher, Travade, Gosset, collection mise au point, éditions CSP, 1995
- *Guide technique pour la conception des passes « naturelles »*, Rapport GHAAPE ; Larinier, Courret, Gomes, 2006
- *Guide pour la conception de prises d'eau ichtyocompatibles pour les petites centrales hydroélectriques*, Courret, Larinier, ADEME, 2008
- *Définition de prises d'eau ichtyocompatibles - Pertes de charge au passage des plans de grille inclinés ou orientés dans des configurations ichtyocompatibles et champs de vitesse à leur approche*, Raynal et al., ADEME, 2012
- *Définition de prises d'eau ichtyocompatibles - Etude de l'alimentation en débit et du positionnement des exutoires de dévalaison au niveau de plans de grille inclinés ou orientés dans des configurations ichtyocompatibles*, Raynal et al., ADEME, 01/2013 (version provisoire)
- *Document technique d'accompagnement du classement des cours d'eau (L.214-17 C.E.) pour le bassin Rhin-Meuse*, Direction Interrégionale Nord-Est ONEMA, 2013
- *Information sur la continuité écologique – Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons – Principes et méthodes*, ONEMA, 2014
- *Archimedes Screw Turbine Fisheries Assessment, Phase II : Eels and Kelts*, Kibel, Fishtek-Consulting Ltd, 2008
- *Archimedean Screw risk assessment, strike and delay probabilities*, Kibel, Coe, Fishtek-Consulting Ltd, 2011
- *Expertise biologique piscicole – Convivialité vis-à-vis des poissons de la vis hydrodynamique protégée par brevet de la société Ritz-Atro Pumpwerksbau GmbH*, Dr. Späh, 2001
- *Guide passes à poissons*, VNF-CETMEF
- *L'entretien des passes à poissons, Guide de bon usage des ouvrages de franchissement sur la Loire*, Boucault, Baisez, Laffaille, LOGRAMI, 2008
- *L'entretien des passes à poissons*, Larinier, Agence de l'Eau Adour Garonne, GHAAPE, CSP, 2005
- *La dévalaison des migrateurs amphihalins au niveau des petites centrales hydroélectriques – Note de positionnement technique de la délégation interrégionale Sud-Ouest de l'Onema*, Chanseau, Larinier, Courret, Bordes, ONEMA, 2012
- *Eléments d'hydromorphologie fluviale*, Bravard, Malavoi, ONEMA
- *Eléments de connaissance pour la gestion du transport solide en rivière*, Malavoi et al., ONEMA
- *Technische Hydraulik, Kompendium für den Wasserbau*, Schröder, Verlag Springer-Lehrbuch, 1994
- *Manuel d'hydraulique générale*, Lencastre, éditions Eyrolles, 1996
- *Contrôle des débits réglementaires*, ONEMA, 2011
- *Les dispositifs de franchissement d'ouvrages*, les Cahiers Techniques des Equipements de Canoë-Kayak, FFCK, 2011
- *Glissières et passes à canoës*, FFCK, 1997

- *Signalétique et Canoë, comment baliser un parcours nautique*, FFCK, 1998
- *Anlagen für Kanusportler an Querbauwerken – Empfehlungen zu festen Anlegern, schwimmenden Anlegern, Kanugassen, Fisch-Kanu-Pässen, Sohlgleiten, Umgehungsgerinnen*, Deutscher Kanu-Verband e.V., 2003
- *Richtlinie für die Gestaltung von Wassertechnikanlagen an Binnenwasserstrassen (RiGeW) – Anlagen zur Überwindung von Fallstufen, Einsetz- und Anlegestellen*, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, 2011

SITES INTERNET

- **BANQUE HYDRO** : <http://www.hydro.eaufrance.fr>
- **GEOPORTAIL** : <http://www.geoportail.gouv.fr>
- **IGN** : <http://www.geodesie.ign.fr>
- **NAIADES** : <http://www.naiades.eaufrance.fr>
- **LEGIFRANCE** : <http://www.legifrance.gouv.fr>
- **SDAGE** : <http://www.eau-rhin-meuse.fr>
- **VIGICRUES** : <http://www.vigicrues.gouv.fr>

DOCUMENTS ANNEXES

ANNEXE 1 DONNEES PISCICOLES

(D'APRES : NAIADES.EAUFRANCE.FR)

ANNEXE 2 NOTES DE CALCUL

DIMENSIONNEMENT DE LA PASSE A POISSONS (CASSIOPEE)

ANNEXE EXTERIEURE

PLANS ET PROFILS DE L'ETAT INITIAL ET DU PROJET

ANNEXE 1

Synthèse des résultats des pêches électriques

Station de pêche	Station 1	Station 2	Station 3
Commune	DOMMARTIN LES REMIREMONT	SAINT-AMÉ	AUTRIVE
Cours d'eau	Moselotte	Moselotte	Moselotte
Nombre de pêches réalisées	1	1	1
Nombre d'espèces pêchées	13	11	11

Nombre d'espèces pêchées sur les trois sites : 16

Nombre d'espèces pêchées à la station 1 : 13

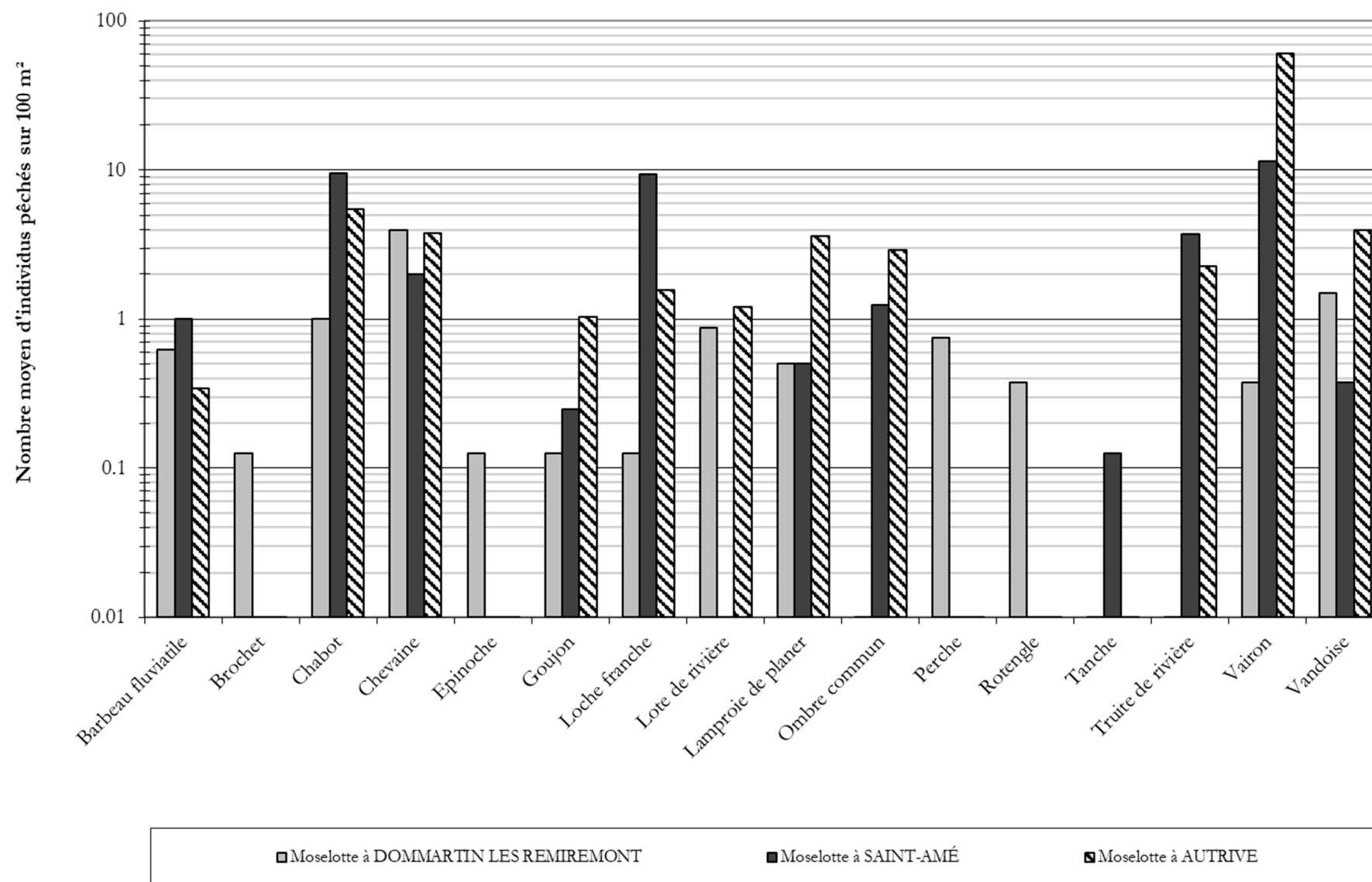
Nombre d'espèces pêchées à la station 2 : 11

Nombre d'espèces pêchées à la station 3 : 11

Groupe d'espèces (Protocole ICE, 07/2014)	Station 1	Station 2	Station 3
	% Espèces	% Espèces	% Espèces
1 : Saumon, Truite de mer	0%	0%	0%
2 : Mulet	0%	0%	0%
3 : Alose, Lamproie marine	0%	0%	0%
4 : Truite commune	0%	9%	9%
5 : Brochet, Aspe	8%	0%	0%
6 : Ombre commun	0%	9%	9%
7 : Grands cyprinidés rhéophiles	15%	18%	18%
8 : Cyprinidés limnophiles	23%	18%	18%
9 : Espèces de taille moyenne	38%	36%	36%
10 : Petites espèces	15%	9%	9%
11 : Anguille européenne	0%	0%	0%
NC : Inconnu ou non applicable	0%	0%	0%
Somme	100%	100%	100%

Espèces migratrices amphihalines : densité moyenne d'individus	Station 1	Station 2	Station 3
Anguille européenne	0.00	0.00	0.00
Saumon atlantique	0.00	0.00	0.00
Truite de Mer	0.00	0.00	0.00
Grande Alose	0.00	0.00	0.00
Alose feinte	0.00	0.00	0.00
Mulet	0.00	0.00	0.00
Lamproie marine	0.00	0.00	0.00
Lamproie fluviatile	0.00	0.00	0.00
Flet	0.00	0.00	0.00

Espèce	Code OFB	Groupe ICE (07/2014)	STATION N°1					STATION N°2					STATION N°3				
			Moyenne (ind/100 m²)	Minimum (ind/100 m²)	Maximum (ind/100 m²)	Nombre de pêches	Fréquence de pêche	Moyenne (ind/100 m²)	Minimum (ind/100 m²)	Maximum (ind/100 m²)	Nombre de pêches	Fréquence de pêche	Moyenne (ind/100 m²)	Minimum (ind/100 m²)	Maximum (ind/100 m²)	Nombre de pêches	Fréquence de pêche
Barbeau fluviatile	BAF	7	0.63	0.625	0.625	1	100.0%	1.00	1.000	1.000	1	100.0%	0.35	0.345	0.345	1	100.0%
Brochet	BRO	5	0.13	0.125	0.125	1	100.0%	0.00	0.000	0.000	0	0.0%	0.00	0.000	0.000	0	0.0%
Chabot	CHA	9	1.00	1.000	1.000	1	100.0%	9.50	9.500	9.500	1	100.0%	5.52	5.517	5.517	1	100.0%
Chevaine	CHE	7	4.00	4.000	4.000	1	100.0%	2.00	2.000	2.000	1	100.0%	3.79	3.793	3.793	1	100.0%
Epinoche	EPI	10	0.13	0.125	0.125	1	100.0%	0.00	0.000	0.000	0	0.0%	0.00	0.000	0.000	0	0.0%
Goujon	GOU	9	0.13	0.125	0.125	1	100.0%	0.25	0.250	0.250	1	100.0%	1.03	1.034	1.034	1	100.0%
Loche franche	LOF	9	0.13	0.125	0.125	1	100.0%	9.38	9.375	9.375	1	100.0%	1.55	1.552	1.552	1	100.0%
Lote de rivière	LOT	8	0.88	0.875	0.875	1	100.0%	0.00	0.000	0.000	0	0.0%	1.21	1.207	1.207	1	100.0%
Lamproie de planer	LPP	9	0.50	0.500	0.500	1	100.0%	0.50	0.500	0.500	1	100.0%	3.62	3.621	3.621	1	100.0%
Ombre commun	OBR	6	0.00	0.000	0.000	0	0.0%	1.25	1.250	1.250	1	100.0%	2.93	2.931	2.931	1	100.0%
Perche	PER	8	0.75	0.750	0.750	1	100.0%	0.00	0.000	0.000	0	0.0%	0.00	0.000	0.000	0	0.0%
Rotengle	ROT	9	0.38	0.375	0.375	1	100.0%	0.00	0.000	0.000	0	0.0%	0.00	0.000	0.000	0	0.0%
Tanche	TAN	8	0.00	0.000	0.000	0	0.0%	0.13	0.125	0.125	1	100.0%	0.00	0.000	0.000	0	0.0%
Truite de rivière	TRF	4	0.00	0.000	0.000	0	0.0%	3.75	3.750	3.750	1	100.0%	2.24	2.241	2.241	1	100.0%
Vairon	VAI	10	0.38	0.375	0.375	1	100.0%	11.38	11.375	11.375	1	100.0%	60.52	60.517	60.517	1	100.0%
Vandoise	VAN	8	1.50	1.500	1.500	1	100.0%	0.38	0.375	0.375	1	100.0%	3.97	3.966	3.966	1	100.0%



ANNEXE 2

Saint ame v5

Caractéristiques géométriques de Saint ame v5

	Surf Orif	Mu Orif	Larg. Fent	Mu Fent	Cote dév Fente	Cote Rad amt pa.	Cote Rad mi-bas.	Long Bas.	Larg Bas.	Larg Ech 1	Alpha Ech 1	Cote seuil Ech 1	Larg Ech 2	Alpha Ech 2	Cote seuil Ech 2
1	0.900	0.650	0.000	0.000	9999.000	389.820	389.820	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
2	0.000	0.000	0.300	0.810	389.830	389.820	389.720	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
3	0.000	0.000	0.300	0.810	389.630	389.620	389.520	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
4	0.000	0.000	0.300	0.810	389.430	389.420	389.320	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
5	0.000	0.000	0.300	0.810	389.230	389.220	389.120	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
6	0.000	0.000	0.300	0.810	389.030	389.020	388.920	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
7	0.000	0.000	0.300	0.810	388.830	388.820	388.720	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
8	0.000	0.000	0.300	0.810	388.630	388.620	388.520	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
9	0.000	0.000	0.300	0.810	388.430	388.420	388.320	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
10	0.000	0.000	0.300	0.810	388.230	388.220	388.120	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
11	0.000	0.000	0.300	0.810	388.030	388.020	387.920	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
12	0.000	0.000	0.300	0.810	387.830	387.820	387.720	3.200	2.400	0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000
13	0.120	0.690	0.000	0.000	9999.000	387.620				0.000	0.000	9999.000	0.000	0.400	9999.000

Vanne :
 Largeur : 0.600
 Cote min : 388.150
 Course : 1.000
 Chute im : 0.200
 Alpha : 0.400
 Béta : 0.000

Echancru

Saint ame v5

Paramètres de fonctionnement : Q5%

	Niveau d'eau	P/v (W/m3)	Tmoy (m)	Cloison N°	Chute (m)	Débit (m3/s)
Amt	390.950					
1	390.910	24	1.090	1	0.040	0.519
2	390.710	133	0.990	2	0.200	0.519
3	390.511	133	0.991	3	0.200	0.519
4	390.311	133	0.991	4	0.199	0.519
5	390.112	133	0.992	5	0.199	0.519
6	389.913	133	0.993	6	0.199	0.519
7	389.714	132	0.994	7	0.199	0.519
8	389.516	132	0.996	8	0.198	0.519
9	389.318	131	0.998	9	0.197	0.519
10	389.122	130	1.002	10	0.197	0.519
11	388.926	128	1.006	11	0.195	0.519
12	388.733	126	1.013	12	0.194	0.519
13	388.530			13	0.203	0.519
Avl	388.530					
	Cote Van		388.150			

Saint ame v5

Paramètres de fonctionnement : Q10%

	Niveau d'eau	P/v (W/m3)	Tmoy (m)	Cloison N°	Chute (m)	Débit (m3/s)
Amt	390.960					
1	390.919	24	1.099	1	0.041	0.524
2	390.720	133	1.000	2	0.199	0.524
3	390.520	133	1.000	3	0.199	0.524
4	390.321	132	1.001	4	0.199	0.524
5	390.123	132	1.003	5	0.199	0.524
6	389.924	131	1.004	6	0.198	0.524
7	389.727	131	1.007	7	0.198	0.524
8	389.530	130	1.010	8	0.197	0.524
9	389.335	128	1.015	9	0.196	0.524
10	389.141	127	1.021	10	0.194	0.524
11	388.949	124	1.029	11	0.192	0.524
12	388.760	121	1.040	12	0.189	0.524
Avl	388.560			13	0.200	0.524
	Cote Van		388.168			

Saint ame v5

Paramètres de fonctionnement : Q30%

	Niveau d'eau	P/v (W/m3)	Tmoy (m)	Cloison N°	Chute (m)	Débit (m3/s)
Amt	390.920					
1	390.882	22	1.062	1	0.038	0.502
2	390.686	130	0.966	2	0.197	0.502
3	390.490	129	0.970	3	0.196	0.502
4	390.296	127	0.976	4	0.194	0.502
5	390.104	125	0.984	5	0.192	0.502
6	389.916	121	0.996	6	0.189	0.502
7	389.731	117	1.011	7	0.185	0.502
8	389.551	112	1.031	8	0.180	0.502
9	389.377	105	1.057	9	0.174	0.502
10	389.211	97	1.091	10	0.166	0.502
11	389.055	88	1.135	11	0.156	0.502
12	388.910	78	1.190	12	0.145	0.502
Avl	388.710			13	0.200	0.502
	Cote Van		388.348			

Saint ame v5

Paramètres de fonctionnement : Q50%

	Niveau d'eau	P/v (W/m3)	Tmov (m)	Cloison N°	Chute (m)	Débit (m3/s)
Amt	390.920					
1	390.883	22	1.063	1	0.037	0.499
2	390.689	127	0.969	2	0.194	0.499
3	390.497	125	0.977	3	0.192	0.499
4	390.308	121	0.988	4	0.189	0.499
5	390.123	117	1.003	5	0.185	0.499
6	389.943	112	1.023	6	0.180	0.499
7	389.770	105	1.049	7	0.174	0.499
8	389.604	97	1.084	8	0.166	0.499
9	389.448	88	1.128	9	0.156	0.499
10	389.303	78	1.183	10	0.145	0.499
11	389.170	67	1.250	11	0.133	0.499
12	389.050	57	1.330	12	0.120	0.499
Avl	388.850			13	0.200	0.499
	Cote Van		388.493			

Saint ame v5

Paramètres de fonctionnement : Q70%

	Niveau d'eau	P/v (W/m3)	Tmoy (m)	Cloison N°	Chute (m)	Débit (m3/s)
Amt	390.920					
1	390.884	21	1.064	1	0.036	0.494
2	390.694	122	0.974	2	0.190	0.494
3	390.508	118	0.988	3	0.186	0.494
4	390.327	113	1.007	4	0.181	0.494
5	390.152	106	1.032	5	0.175	0.494
6	389.985	99	1.065	6	0.167	0.494
7	389.827	89	1.107	7	0.158	0.494
8	389.680	79	1.160	8	0.147	0.494
9	389.546	69	1.225	9	0.135	0.494
10	389.424	58	1.304	10	0.122	0.494
11	389.315	48	1.395	11	0.108	0.494
12	389.220	40	1.500	12	0.095	0.494
Avl	389.020			13	0.200	0.494
	Cote Van		388.670			

Saint ame v5

Paramètres de fonctionnement : Q90%

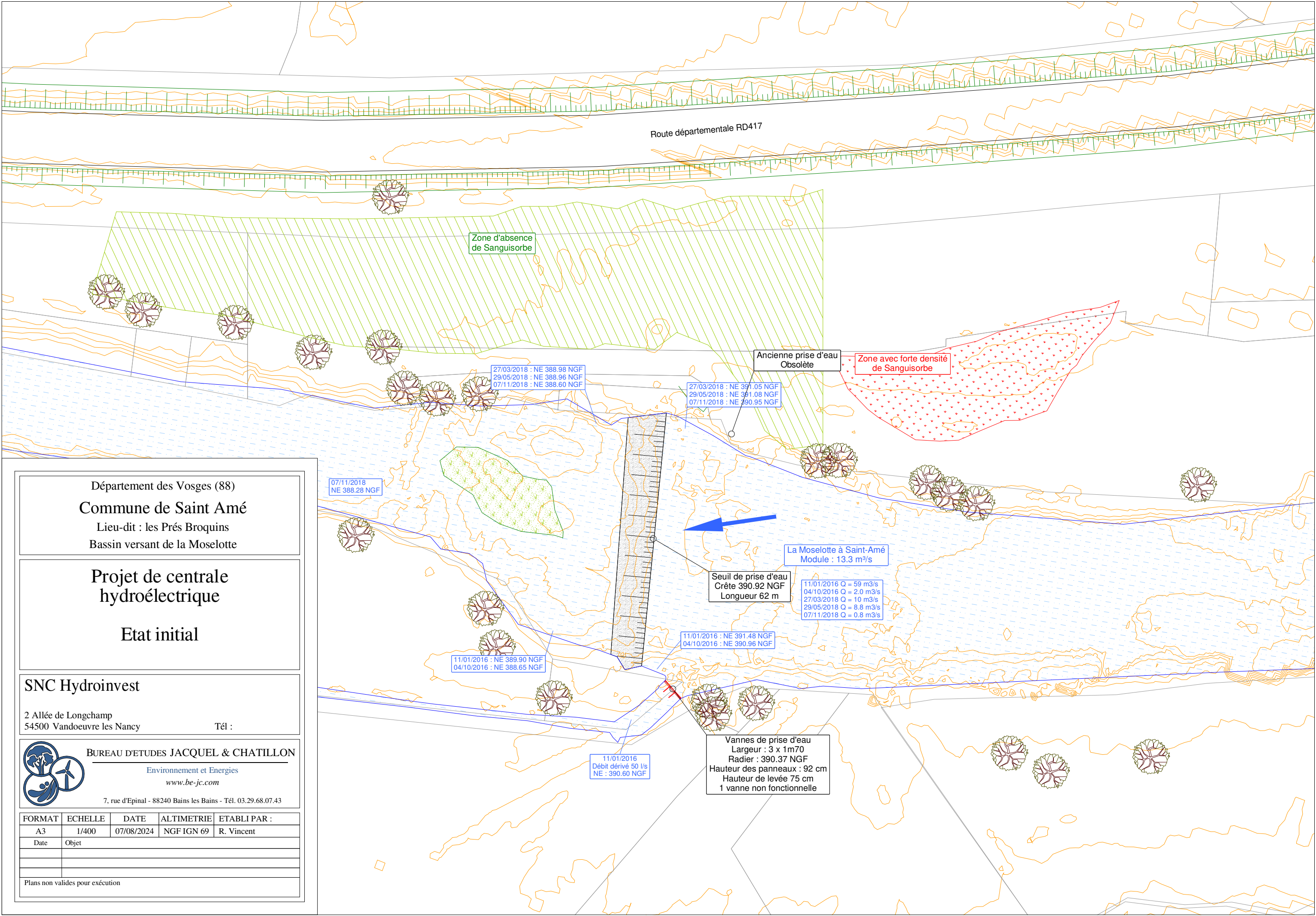
	Niveau d'eau	P/v (W/m3)	Tmov (m)	Cloison N°	Chute (m)	Débit (m3/s)
Amt	391.160					
1	391.109	29	1.289	1	0.051	0.585
2	390.929	111	1.209	2	0.180	0.585
3	390.754	105	1.234	3	0.175	0.585
4	390.586	99	1.266	4	0.168	0.585
5	390.425	91	1.305	5	0.161	0.585
6	390.273	83	1.353	6	0.152	0.585
7	390.132	74	1.412	7	0.142	0.585
8	390.001	65	1.481	8	0.131	0.585
9	389.882	57	1.562	9	0.119	0.585
10	389.774	48	1.654	10	0.108	0.585
11	389.677	41	1.757	11	0.097	0.585
12	389.590	34	1.870	12	0.087	0.585
Avl	389.390			13	0.200	0.585
	Cote Van		388.912			

Saint ame v5

Paramètres de fonctionnement : Q95%

	Niveau d'eau	P/v (W/m3)	Tmoy (m)	Cloison N°	Chute (m)	Débit (m3/s)
Amt	391.160					
1	391.112	26	1.292	1	0.048	0.566
2	390.944	99	1.224	2	0.168	0.566
3	390.785	91	1.265	3	0.160	0.566
4	390.634	82	1.314	4	0.151	0.566
5	390.494	73	1.374	5	0.140	0.566
6	390.365	64	1.445	6	0.129	0.566
7	390.248	55	1.528	7	0.117	0.566
8	390.142	47	1.622	8	0.106	0.566
9	390.048	39	1.728	9	0.094	0.566
10	389.964	32	1.844	10	0.084	0.566
11	389.891	27	1.971	11	0.074	0.566
12	389.826	22	2.106	12	0.065	0.566
Avl	389.640			13	0.186	0.566
	Cote Van		389.150			

ANNEXE 3



Département des Vosges (88)
Commune de Saint Amé
Lieu-dit : les Prés Broquins
Bassin versant de la Moselotte

Projet de centrale
hydroélectrique

Etat initial

SNC Hydroinvest

2 Allée de Longchamp
54500 Vandoeuvre les Nancy
Tél :



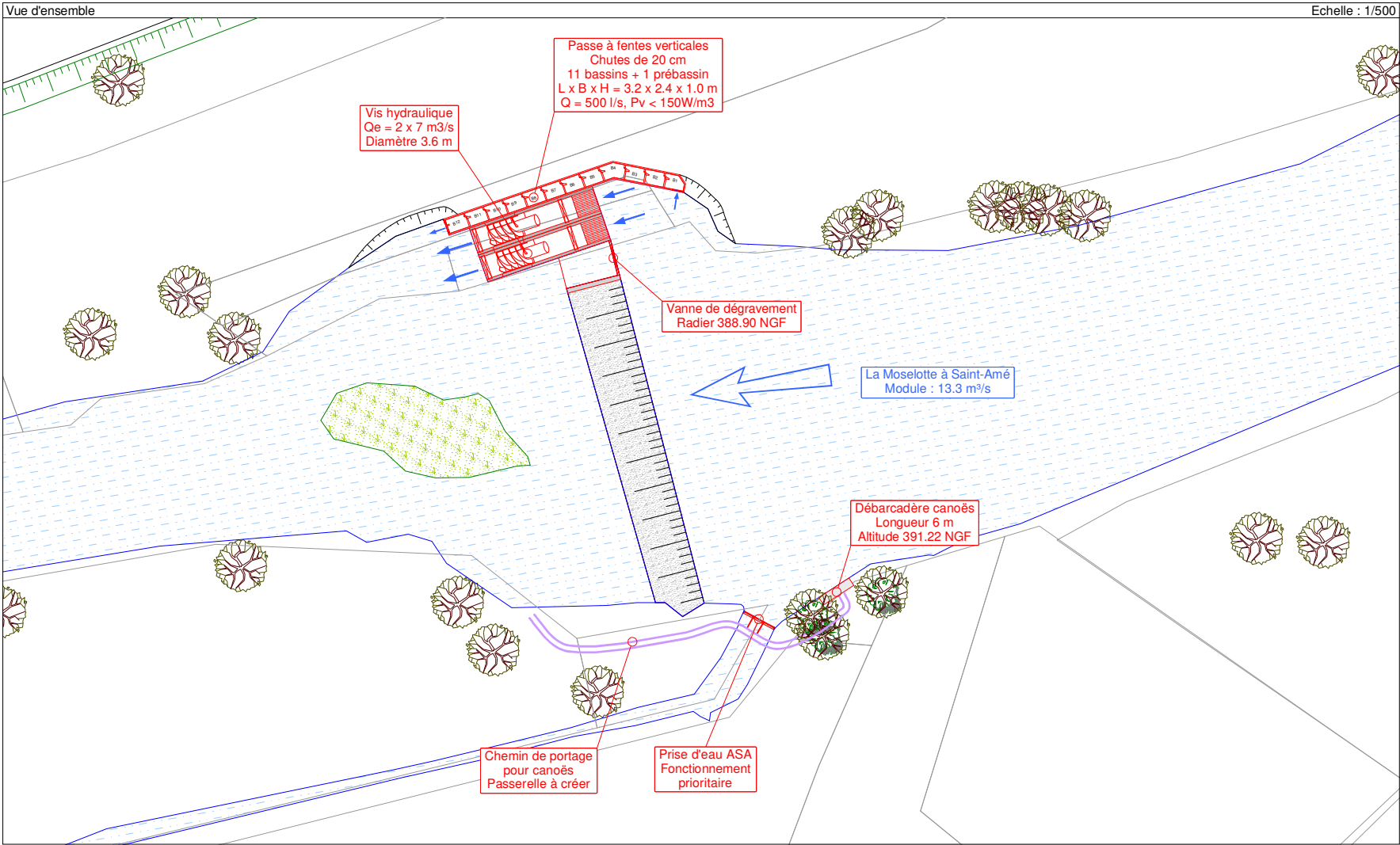
BUREAU D'ETUDES JACQUEL & CHATILLON

Environnement et Energies
www.be-jc.com

7, rue d'Epinal - 88240 Bains les Bains - Tél. 03.29.68.07.43

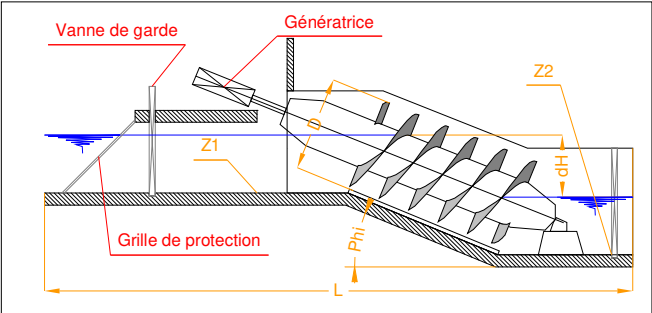
FORMAT	ECHELLE	DATE	ALTIMETRIE	ETABLI PAR :
A3	1/400	07/08/2024	NGF IGN 69	R. Vincent
Date	Objet			

Plans non valides pour exécution

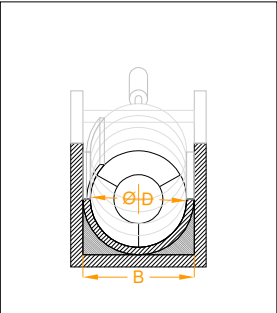


Profil type d'une vis hydrodynamique

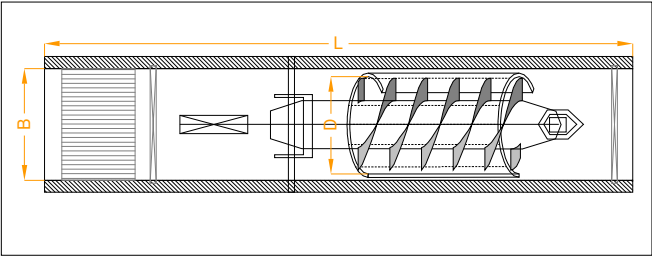
VUE DE PROFIL



VUE DE FACE



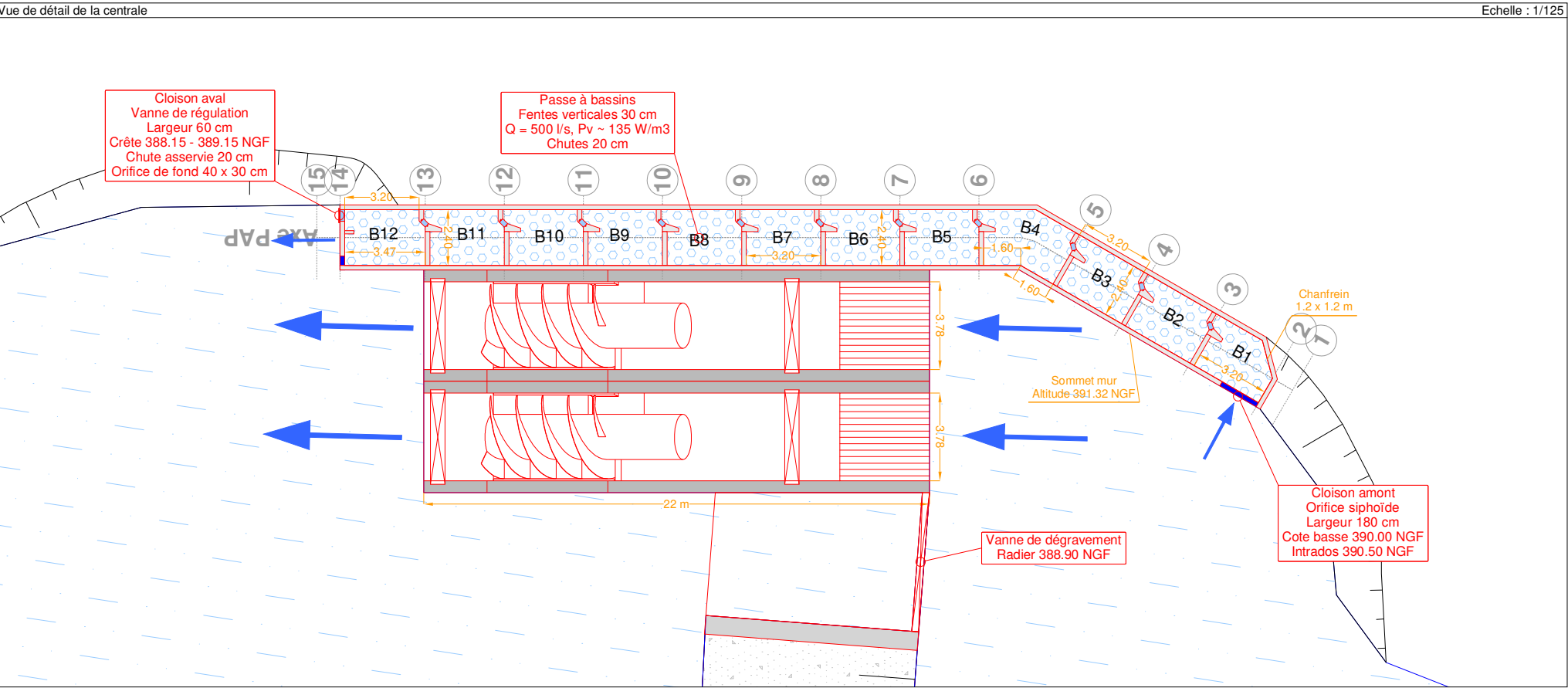
VUE EN PLAN



Caractéristiques de la vis hydraulique

Variable	Valeur	Unité	Signification
L	22	m	Longueur totale
B	2 x 3.8	m	Largeur totale
D	3.6	m	Diamètre de la vis
dh	1.9	m	Hauteur de chute nominale
Phi	20	°	Inclinaison horizontale
N	4	-	Nombre de filets
Z1	388.90	NGF	Radier Amont
Z2	386.90	NGF	Radier Aval

PLANS DE PRINCIPE SANS ECHELLE



Département des Vosges (88)
Commune de Saint Amé
Lieu-dit : les Prés Broquins
Bassin versant de la Moselotte

Projet de centrale hydroélectrique

Etat projet

SNC Hydroinvest

2 Allée de Longchamp
54500 Vandoeuvre les Nancy

Tél :



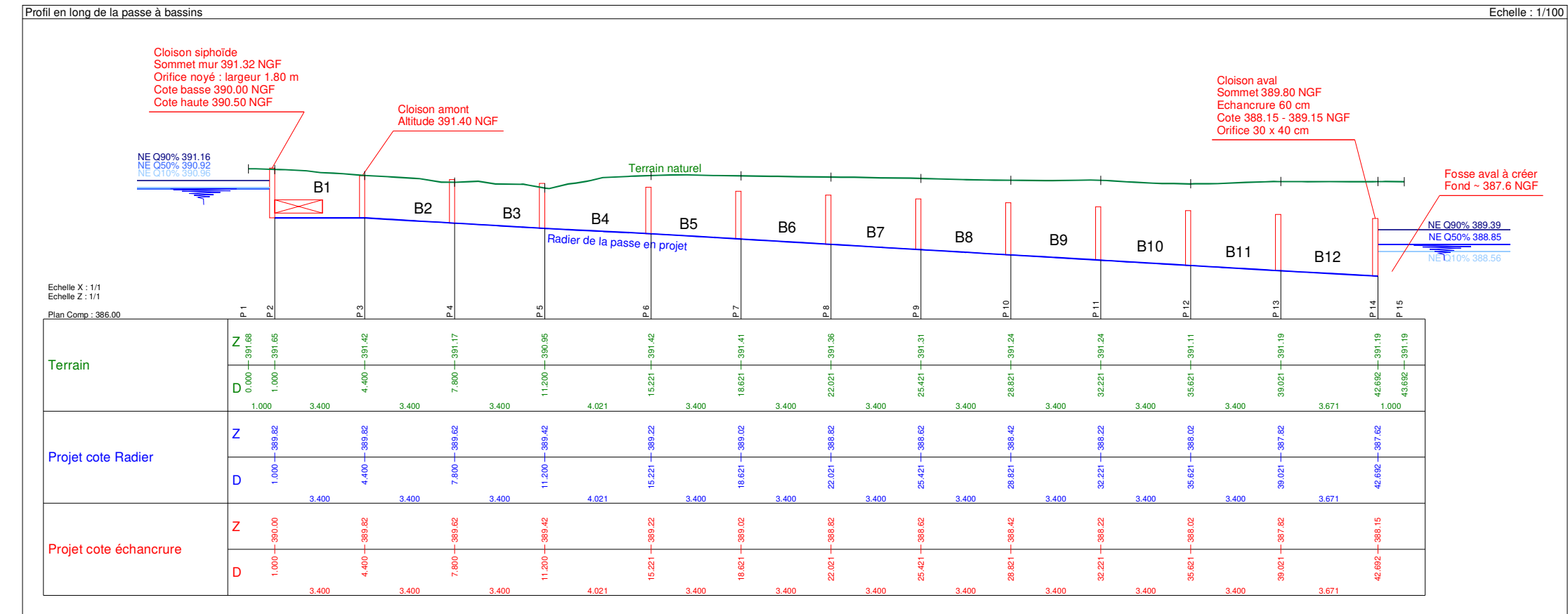
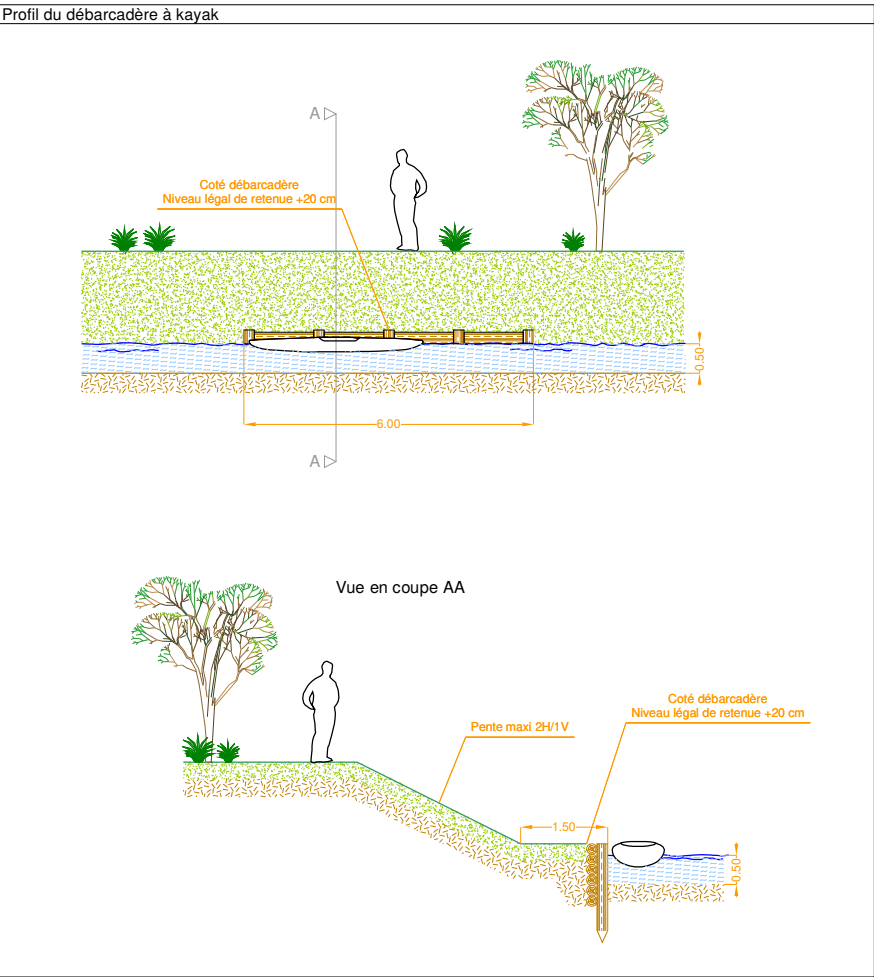
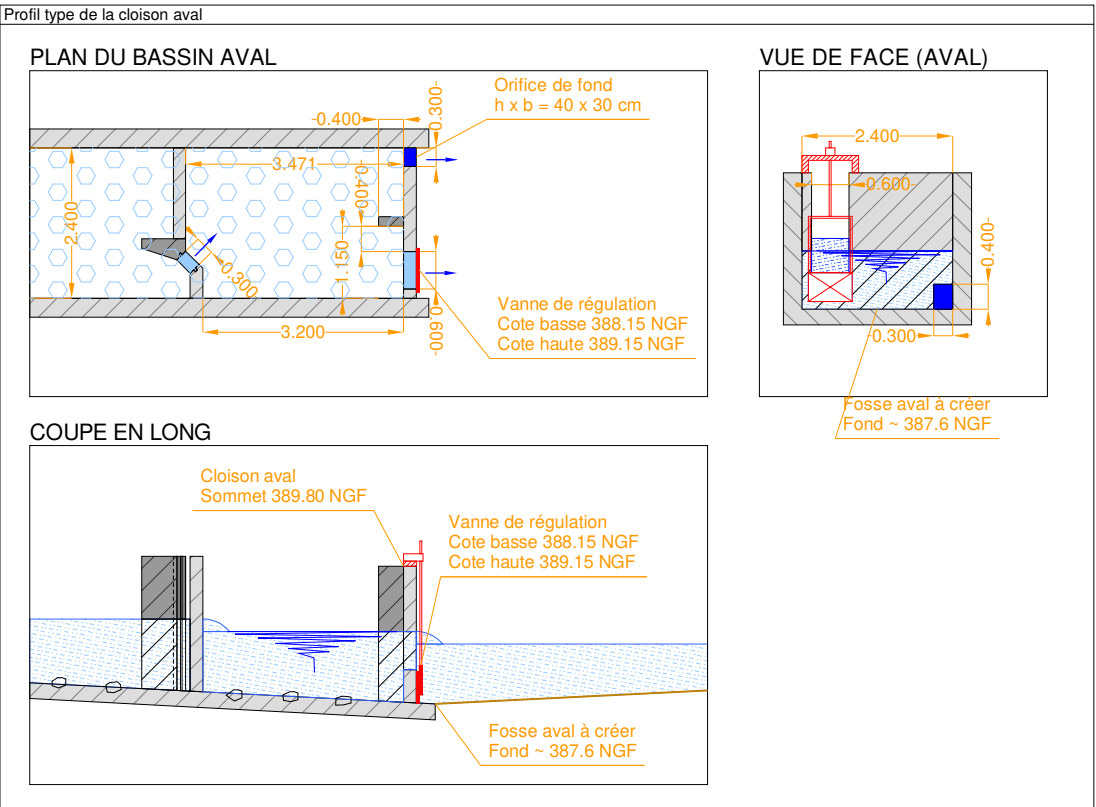
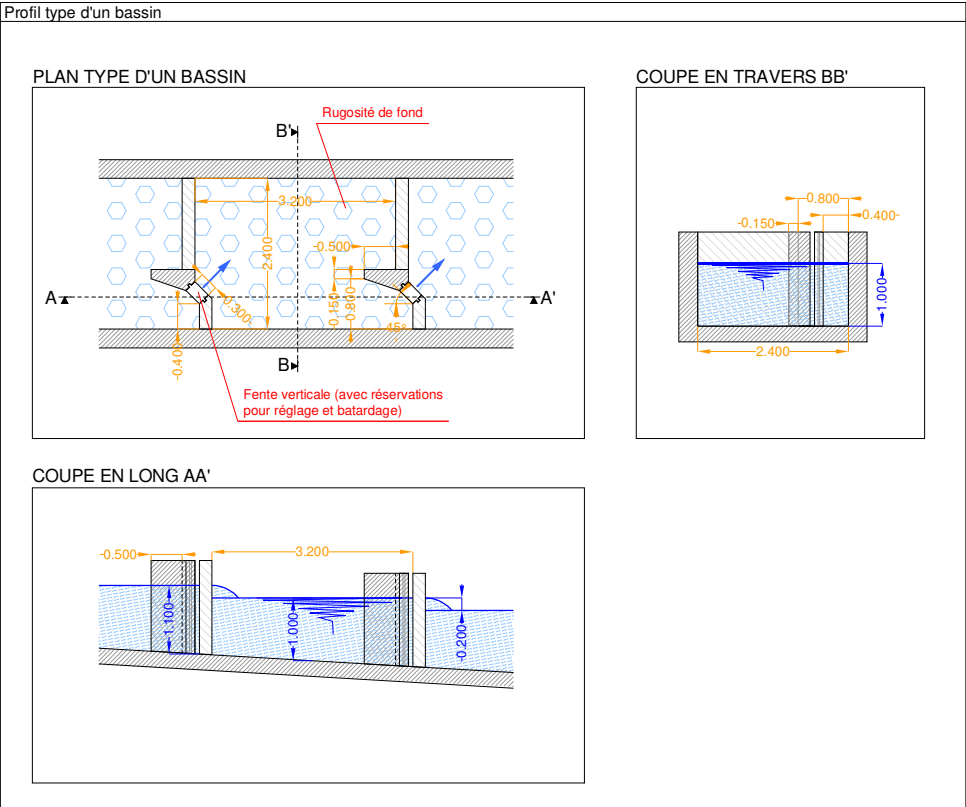
BUREAU D'ETUDES JACQUEL & CHATILLON

Environnement et Energies
www.be-jc.com

7, rue d'Epinal - 88240 Bains les Bains - Tél. 03.29.68.07.43

FORMAT	ECHELLE	DATE	ALTIMETRIE	ETABLI PAR :
A3		07/08/2024	NGF IGN 69	R. Vincent
Date	Objet			

Plans non valides pour exécution



Département des Vosges (88)
Commune de Saint Amé
Lieu-dit : les Prés Broquins
Bassin versant de la Moselotte

Projet de centrale
hydroélectrique

Etat projet - Plans et profils

SNC Hydroinvest

2 Allée de Longchamp
54500 Vandoeuvre les Nancy

Tél :

BUREAU D'ETUDES JACQUEL & CHATILLON
Environnement et Energies
www.be-jc.com
7, rue d'Epinal - 88240 Bains les Bains - Tél. 03.29.68.07.43

FORMAT	ECHELLE	DATE	ALTIMETRIE	ETABLI PAR :
A3		07/08/2024	NGF IGN 69	R. Vincent
Date	Objet			

Plans non valides pour exécution