

EMETTEUR : MeryTherm Bureau d'Etude (MTBE sa)	DATE : 23 décembre 2020
OBJET : Moulin Gatineau (La Roche Posay)	
CONTENU DU DOCUMENT : Autorisation environnementale unique pour l'exploitation et la mise en œuvre du projet hydroélectrique du moulin Gatineau (La Roche-Posay)	



DEMANDEUR Electr'eau (Sébastien Bensch)	REALISATION Stéphane Verraes Laurent Dewandre
MTBE sa – Merytherm Bureau d'Etude Rue Guillaume d'Orange, 111 B-4100 Seraing (Belgique) Tel : +32 (0)43 25 08 00 Mail contact : hydro@mtbe.be Web : www.mtbe.be	REFERENCE 20_EXP_019_v04

Table des matières

1	<i>Nom et adresse du demandeur</i>	9
2	<i>Propriété et libre disposition des terrains</i>	10
3	<i>Caractéristiques principales des ouvrages, justification techniques et rubriques de la nomenclature concernées</i>	11
3.1	Présentation sommaire du site	11
3.1.1	Localisation	11
3.1.2	Ouvrages.....	12
3.1.3	Allocation des débits	13
3.2	Raison du projet, tableau de synthèse des caractéristiques techniques et environnementales du projet	14
3.2.1	Paramètres d'exploitation existant sur le site	14
3.2.2	Paramètres d'exploitation projetés	15
3.3	Justification du choix d'aménagement	15
3.4	Description des installations existantes	16
3.4.1	Turbines.....	16
3.4.1	Grille de protection de prise d'eau	17
3.4.2	Goulotte de dévalaison	18
3.4.3	Vannes de décharge.....	19
3.4.4	Drôme de défeuillage	21
3.4.5	Seuil.....	21
3.4.6	Passé à poissons.....	22
3.4.7	Échancrure de dévalaison	22
3.5	Études hydrologiques	23
3.5.1	Station de mesures.....	23
3.5.2	Rapport de bassins versants.....	23
3.5.3	Données caractéristiques	24
3.5.4	Évolution des débits	25
3.5.5	Module.....	25
3.5.6	Percentiles et débits classés.....	26
3.5.7	Étiage.....	27
3.6	Régime hydraulique	28
3.6.1	Méthodologie.....	28
3.6.2	Résultats	33
3.7	Description des installations projetées	37
3.7.1	Bâtiment de production	38
3.7.2	Vanne de décharge et de transit sédimentaire	38
3.7.3	Seuil et échancrure	38
3.7.4	Drôme de défeuillage	39
3.7.5	Grilles	39
3.7.6	Goulotte de dévalaison – débit d'attrait de la passe à poissons en rive gauche	39
3.7.7	Vannes d'admission aux turbines.....	39

3.7.8	Turbines.....	40
3.8	Machines de production	40
3.8.1	Turbines VLH.....	40
3.8.2	Vis d'Archimède	42
3.9	Volet piscicole	45
3.9.1	État de la situation actuelle.....	46
3.9.2	Situation projetée.....	65
3.10	Volet sédimentaire.....	87
3.11	Mode d'exploitation	88
3.12	Production hydroélectrique	89
3.13	Mode opératoire des travaux	92
3.13.1	Installation de chantier.....	93
3.13.2	Création d'une piste d'accès à l'aval du moulin.....	93
3.13.3	Mise à sec de la zone de chantier	93
3.13.4	Dépose du bâtiment existant.....	93
3.13.5	Déblais	94
3.13.6	Construction des nouveaux ouvrages	94
3.13.7	Enrochement à l'aval de la centrale.....	94
3.13.8	Construction du nouveau bâtiment technique	95
3.13.9	Installation des équipements électromécaniques.....	95
3.13.10	Dépose et évacuation des batardeaux	95
3.14	Rubrique de la nomenclature.....	95
3.15	Coûts du projet.....	99
3.16	Moyen de surveillance et d'intervention en cas d'accident.....	100
4	Étude d'incidence.....	100
4.1	Contexte environnemental	103
4.1.1	Masse d'eau superficielle	103
4.1.2	Masse d'eau souterraine	103
4.1.3	Classement.....	103
4.1.4	SDAGE.....	104
4.1.5	Zone Natura 2000	104
4.1.6	Zone naturelle d'intérêts faunistiques et floristiques	105
4.1.7	Zone d'action prioritaire.....	105
4.1.8	Qualité des eaux superficielle.....	105
4.2	Incidences sur la qualité de l'eau	109
4.2.1	Incidences en phase de chantier (directe temporaires).....	109
4.2.2	Incidences en phase exploitation (directe permanente).....	111
4.3	Incidence sur le transit sédimentaire	112
4.3.1	Incidences en phase de chantier	112
4.3.2	Incidences en phase d'exploitation.....	112
4.4	Incidences sur les risques de crues	113
4.5	Incidences sur la qualité de l'air (directe, indirecte, permanente et temporaire).....	114
4.5.1	Incidences en phase chantier	114
4.5.2	Incidences en phase d'exploitation.....	114

4.6	Incidences sur la faune halieutique (directes temporaires et permanentes).....	115
4.6.1	Incidences en phase chantier (directe temporaire)	115
4.6.2	Incidence en phase d'exploitation	116
4.7	Incidences sur la faune terrestre.....	117
4.8	Incidence sur les chiroptères.....	118
4.8.1	Association Vienne Nature.....	118
4.8.2	TER-consult.....	120
4.8.3	Incidences	123
4.8.4	Statut de protection des chiroptères.....	124
4.8.5	Demande de destruction d'habitat	125
4.8.6	Synthèse.....	128
4.9	Incidences sur la flore.....	128
4.9.1	Incidences sur la flore en phase travaux.....	128
4.9.2	Incidence sur la flore en phase d'exploitation.....	128
4.10	Incidences sur l'homme.....	128
4.10.1	Incidence sur l'homme en phase travaux	128
4.10.2	Incidences sur l'homme en phase d'exploitation	132
4.11	Incidences sur les usages.....	133
4.11.1	Incidences sur les usages en phase de chantier.....	133
4.11.2	Incidences sur les usages en phase d'exploitation.....	136
4.12	Incidences sur la société.....	137
4.12.1	Incidences sur la société en phase d'exploitation.....	137
4.13	Mesures de suivi.....	138
4.13.1	Mesures de suivi en phase de chantier.....	138
4.13.2	Mesures de suivi en phase d'exploitation.....	138
4.14	Condition de remise en état du site.....	139
4.15	Résumé de l'étude des incidences.....	139
4.16	Compatibilité du projet avec une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau, Compatibilité du projet avec les différents plans.....	141
5	<i>Eléments graphiques, ouvrages en amont et en aval ayant une influence hydraulique, profil en long et plans des terrains immergés</i>	143
6	<i>Note de présentation non technique.....</i>	143
7	<i>Influence hydraulique de la retenue.....</i>	145
8	<i>Ouvrages présents en aval et en amont du site.....</i>	146
9	<i>Capacité technique et financières du pétitionnaire et durée de l'autorisation demandée 148</i>	
10	<i>Durée d'autorisation demandée.....</i>	148
11	<i>Bibliographie.....</i>	149

Liste des figures

Figure 1 : localisation du site à l'échelle 1/25 000	9
Figure 2 : coordonnées géographiques moulin Gatineau	12
Figure 3 : ouvrages au moulin Gatineau	13
Figure 4 : couplage des turbines aux génératrices électriques	17
Figure 5 : ouvrages à la prise d'eau	18
Figure 6 : restitution de la goulotte de dévalaison	19
Figure 7 : Vanne de décharge gauche	20
Figure 8 : vannes de décharge droite.....	20
Figure 9 : échancrure de dévalaison en rive droite.....	23
Figure 10 : différence de superficies de bassins versant entre le moulin et la station	24
Figure 11 : données caractéristiques de débits mesurées	24
Figure 12 : évolutions des débits, années caractéristiques	25
Figure 13 : courbes des débits classés pour les trois années caractéristiques	27
Figure 14 - Réseau hydraulique et situation des profils de cours d'eau relevés (source : Google maps)	29
Figure 15 : Évolution des niveaux d'eau amont et aval au seuil du Gatineau	33
Figure 16 - Profil des ouvrages	34
Figure 17 : évolution des niveaux d'eau en fonction du débit en situation projetée avec la centrale en fonctionnement.	36
Figure 18 : évolution des niveaux d'eau en fonction du débit en situation projetée avec la centrale à l'arrêt.	36
Figure 19 : Esquisse 3D du projet du Moulin du Gatineau	37
Figure 20 : coupe d'une turbine VLH.....	41
Figure 21 : vue de face et de dos d'une turbine VLH.....	41
Figure 22 - Plan et coupe pour une centrale à vis d'Archimède type	43
Figure 23 – Plan 3D pour une centrale à vis d'Archimède type.....	44
Figure 24 : plan de la passe à poissons existante	49
Figure 25 : simulation hydraulique de la passe existante (rive droite) en situation d'étiage....	51
Figure 26 : simulation hydraulique de la passe existante (rive droite) à trois fois le module..	51
Figure 27 : abaque des vitesses d'écoulement sur un seuil en fonction de ses caractéristiques	54
Figure 28 : abaque d'évolution de l'épaisseur de la lame d'eau en fonction des caractéristiques du seuil et de la longueur de l'écoulement.....	55
Figure 29 : méthode de classification ICE des seuils pour les civelles et anguilles jaune(Baudoin et al., 2014)	57
Figure 30 : simulation hydraulique de la passe dans les conditions d'étiage.	58
Figure 31 : recommandations pour les passe à bassins à jets de surface(Baudoin et al., 2014)	59
Figure 32 : protection du bords amont des pales.....	66
Figure 33 : assemblage de la vis et de l'auge.....	67
Figure 34 : passe à poissons rive gauche.....	70
Figure 35 : modèle de calcul du productible	90

Figure 36 : état écologique des eaux de surface du bassin de la Creuse	105
Figure 37 : état de l'hydrologie.....	106
Figure 38 : cartographie des obstacles à la libre circulation des poissons	107
Figure 39 : qualité des eaux de la Creuse.....	108
Figure 40 : Carte PPRI	113
Figure 41 : recensement des gîtes à Chiroptères sur le département de la Vienne.	119
Figure 42 : zone inspectée pour le diagnostic du site.....	121
Figure 43 : individus observés lors de la visite de diagnostic effectuée le 2/11/2020	122
Figure 44 : légende des catégories de la liste rouge UICN (https://uicn.fr/liste-rouge-mondiale/#:~:text=Avec%20le%20syst%C3%A8me%20de%20la,Donn%C3%A9es%20insuffisantes%20(DD)%2C%20Non)	125
Figure 45 : situation du chantier par rapport aux habitations les plus proches.	130
Figure 46 : protection de l'habitation par rapport au chantier	131
Figure 47 : aspect du moulin Gatineau.....	132
Figure 48 : ouvrages projetés.	133
Figure 49 : Prélèvements pour la production d'eau potable sur le bassin de la Creuse.....	134
Figure 50 : répartition des usages d'irrigation sur le bassin de la Creuse.....	135
Figure 51 : prélèvement d'eau pour l'industrie sur le bassin de la Creuse.....	136
Figure 52 : Objectif de gestion du SAGE du bassin de la Creuse.....	142
Figure 53 : Détermination cartographique de la zone d'influence de la retenue du seuil du Moulin de Gatineau	145
Figure 54 : Distance au moulin de Chambon	146
Figure 55 : Distance au seuil de la Roche-Posay	147

Liste des tableaux

Tableau 1 : Coordonnées demandeur	9
Tableau 2 : localisation administrative.....	12
Tableau 3 : allocation des débits au moulin Gatineau.....	13
Tableau 4 : Paramètres situation existante	14
Tableau 5 : Paramètres situation projetée	15
Tableau 6 : caractéristiques du seuil	21
Tableau 7 : caractéristiques de la passe à poissons en rive droite.....	22
Tableau 8 : tableau des percentiles de l'année moyenne	26
Tableau 9 : Tableau des QMNA (banque hydro DREAL).....	28
Tableau 10 : campagne de mesure des niveaux d'eau (NE = niveau d'eau).....	32
Tableau 11 : régime hydraulique en situation projetée	35
Tableau 12 : caractérisation des pertes de charges par rapport en fonction du débit.....	35
Tableau 13 : régime hydraulique en situation projetée avec les turbines à l'arrêt.....	36
Tableau 14 : caractéristiques de la turbine	42
Tableau 15 - Caractéristiques techniques turbine	42

Tableau 16 : extrait du document technique d'accompagnement de l'arrêté préfectoral du 10 juillet 2012 (classement des cours d'eau bassin Loire-Bretagne L214-17).....	45
Tableau 17 : périodes de migration des espèces cibles	46
Tableau 18 : vitesses de nage des espèces cibles	46
Tableau 19 : caractéristiques de la passe à poissons en rive droite.....	48
Tableau 20 : caractéristiques dimensionnelles de la passe.....	50
Tableau 21 : simulation hydraulique en conditions d'étiage	50
Tableau 22 : simulation hydraulique de la passe existante (rive droite) à 3 fois le module. ...	51
Tableau 23 : allocation des débits dans la situation actuelle.....	53
Tableau 24 : allocation des débits à l'étiage en situation existante	55
Tableau 25 : allocations des débits à l'étiage en situation existante.....	57
Tableau 26 : allocation des débits au débit équipement + réservé.....	59
Tableau 27 : allocation des débits au module en situation existante.....	61
Tableau 28 : simulation hydraulique de la passe au module.....	61
Tableau 29 : Allocation des débits à 2 fois le module	62
Tableau 30 : allocation des débits à 3 fois le module dans la situation actuelle	64
Tableau 31 : caractéristiques des vis hydrodynamiques	66
Tableau 32 : caractéristiques de la turbine	68
Tableau 33 : ichtyocompatibilité des turbines VLH (http://www.vlh-turbine.com/fr/products/vlh-turbine/fish-friendliness/).....	68
Tableau 34 : caractéristiques dimensionnantes de la passe en rive gauche.....	71
Tableau 35 : paramètres de dimensionnement de la passe à poissons.	71
Tableau 36 : caractéristiques altimétriques et géométriques de la passe	72
Tableau 37 : simulation hydraulique de la passe dans les conditions d'étiage centrale à l'arrêt (8.8 m ³ /s).....	74
Tableau 38 : simulation hydraulique de la passe dans les conditions d'étiage centrale en fonctionnement (8.8 m ³ /s)	75
Tableau 39 : simulation hydraulique de la passe à poissons au débit réservé + équipement (38,2 m ³ /s) centrale en fonctionnement	75
Tableau 40 : simulation hydraulique de la passe à poissons au débit réservé + équipement (38,2 m ³ /s) centrale à l'arrêt	76
Tableau 41 : simulation hydraulique de la passe dans les conditions de 3 fois le module (187 m ³ /s) centrale en fonctionnement.	76
Tableau 42 : simulation hydraulique de la passe dans les conditions de 3 fois le module (187 m ³ /s) centrale à l'arrêt.....	77
Tableau 43 : capacité de sprint des espèces cibles	78
Tableau 44 : caractéristiques de la goulotte de débit d'attrait.	79
Tableau 45 : caractéristiques du bassin de dissipation de l'énergie.....	79
Tableau 46 : Allocation de débits en situation projetée	81
Tableau 47 : Allocation débits à l'étiage.....	81
Tableau 48 : Allocation débits au débit d'équipement.....	82
Tableau 49 : Allocation débits au module.....	84
Tableau 50 : Allocation débits à 2 fois le module.....	85
Tableau 51 : Allocation débits à 3 fois le module.....	86

Tableau 52 : Allocation de débits en situation projetée	88
Tableau 53 : productibles annuels simulés.....	91
Tableau 54 : productible remarquable.....	92
Tableau 55 : Liste des travaux à réaliser	92
Tableau 56 : Rubrique de nomenclature	95
Tableau 57 : analyse financière succincte du projet.....	100
Tableau 58 : répertoire des intérêts visés par le projet.....	101
Tableau 59 : résultats des observations sur le site de la Roche-Posay.....	121
Tableau 60 : caractérisation de l'état des espèces au sens de la liste rouge émise par l'UICN	124
Tableau 61 : liste des pièces à fournir dans le cadre d'une demande de destruction d'habitat	125
Tableau 62 : résumé de l'étude d'incidence	139

1 Nom et adresse du demandeur

Tableau 1 : Coordonnées demandeur

Société	S.A.R.L. ELECTR'EAU
SIRET	833 710 619 00028, RCS Poitiers
Représentant	Sébastien Bensch, gérant
Siège	Lieu dit Gatineau 86270 La Roche-Posay
Contact	lafoye@outlook.fr

La S.A.R.L ELECTR'EAU est une société à responsabilité limitée au capital de CENT EUROS (100.00 euros), dont le siège social est situé à LA ROCHE POSAY (86270), lieudit GATINEAU.

L'adresse de correspondance est Lieudit LA FOYE 86210 BONNEUIL-MATOURS.

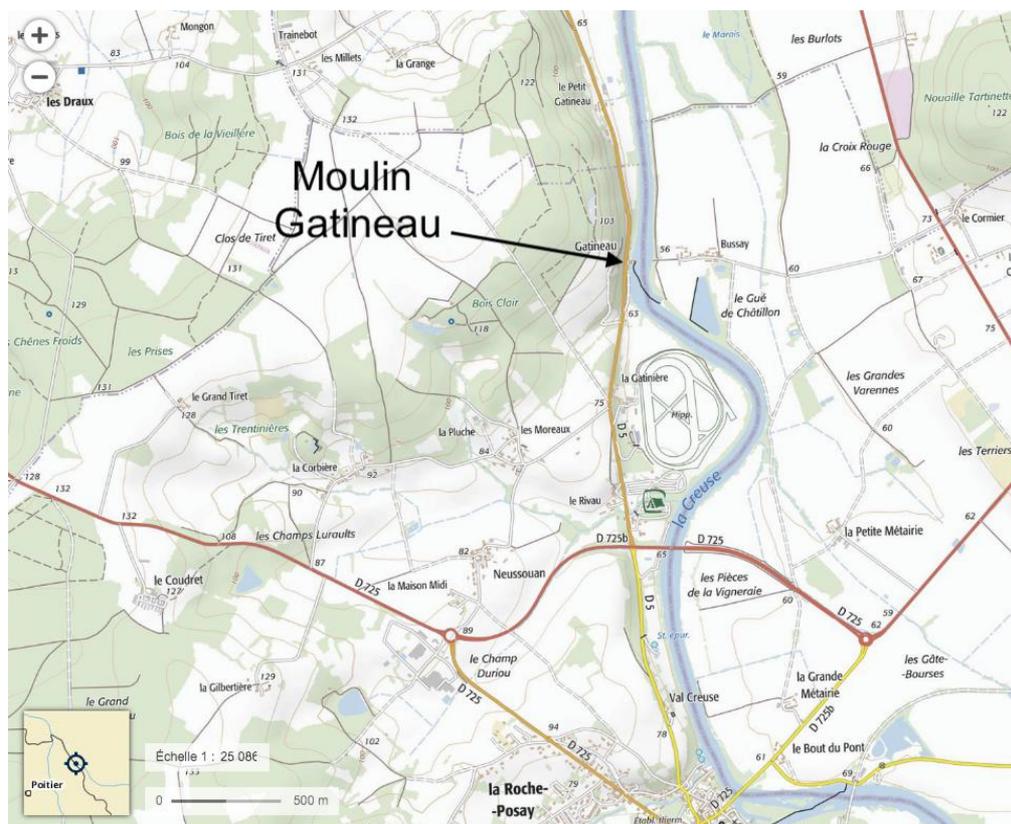


Figure 1 : localisation du site à l'échelle 1/25 000

2 Propriété et libre disposition des terrains

Extrait de l'acte de vente :

« Sur la commune de LA ROCHE POSAY (Vienne)

Un moulin sur la creuse à usage d'usine électrique situé à LA ROCHE POSAY (86270), lieudit Gatineau, comprenant le barrage, le bâtiment qui abrite six turbines (axe et poulies), une autre petite turbine sous l'ancien moulin et le magasin, la passe à poissons et les différentes vannes. Sur le côté levant de la route de LA ROCHE POSAY à LESIGNY et y touchant : au bord de la route, au-delà de l'ancien emplacement de la cabine à haute tension, un hangar sur poteaux, avec plancher en bois entouré de planches en bois et bardage en tôles ondulée.

Le tout dans un ensemble confrontant au nord un pré, du levant la rivière la Creuse, et au couchant la route de la Roche Posay à Lesigny.

Et sur le côté couchant de la route de la Roche Posay, un ensemble de servitudes, partie sous le rocher, à ancien usage en suivant d'écurie, cave, ateliers de réparation et ancienne facturation de pâte à papier (inutilisable)

Du même côté et un peu plus loin, une maison d'habitation de cinq pièces avec cave sous roc derrière cette maison le tout encastré de trois côtés.

Le dit immeuble cadastré :

Préfixe	Section	N°	Adresse ou lieudit	Contenance
AE	99	Gatineau	12 a 60 ca	AE
AE	103	Gatineau	02 a 65 ca	AE
AE	130	Gatineau	09 a 70 ca	AE
AE	131	Gatineau	22 ca	AE
AE	132	Gatineau	33 a 70 ca	AE
AE	133	Gatineau	11 a 60 ca	AE
Contenance totale	70 a 47 ca			Contenance totale

Sur la commune de YZEURES SUR CREUSE (Indre-et-Loire)

Une parcelle de terre située à YZEURES SUR CREUSE (37290), Pièces du Gué de Chatillon.

Ledit immeuble cadastré :

Préfixe	Section	N°	Adresse ou lieudit	Contenance
	ZE	56	Pièces du Gué de Chatillon	07 a 40 ca
Contenance totale				07 a 40 ca

(fin de l'extrait) ».

L'acte de vente complet est disponible sur demande.

3 Caractéristiques principales des ouvrages, justification techniques et rubriques de la nomenclature concernées

Le présent projet s'articule autour de deux axes :

1. Optimiser la production électrique à partir d'énergie renouvelable ;
2. Améliorer l'intégration environnementale de l'unité de production, principalement en améliorant la continuité écologique du cours d'eau concerné par le projet.

3.1 Présentation sommaire du site

Le projet est prévu sur la Rivière la Creuse à la Roche-Posay. Au droit du projet, la Creuse constitue la frontière entre les départements de la Vienne et de l'Indre-et-Loire. Le projet concerne le moulin Gatineau. Celui-ci est déjà doté d'un équipement de production d'hydroélectricité. L'exploitation de cet équipement est autorisée par l'arrêté interdépartemental définissant la consistance légale et le règlement d'eau du moulin et du barrage de Gatineau sur la Creuse - Communes de Yzeures-sur-Creuse (37) et de la Roche Posay (86).

3.1.1 Localisation

Les ouvrages du site se répartissent sur les deux berges de la Creuse :

3. Rive Gauche : moulin, vanne de décharge, goulotte de défeuillage et de dévalaison ;
4. Rive Droite : Passe à poissons, vannes de décharge, échancrure de dévalaison ;

Ces deux endroits possèdent des localisations administratives différentes.

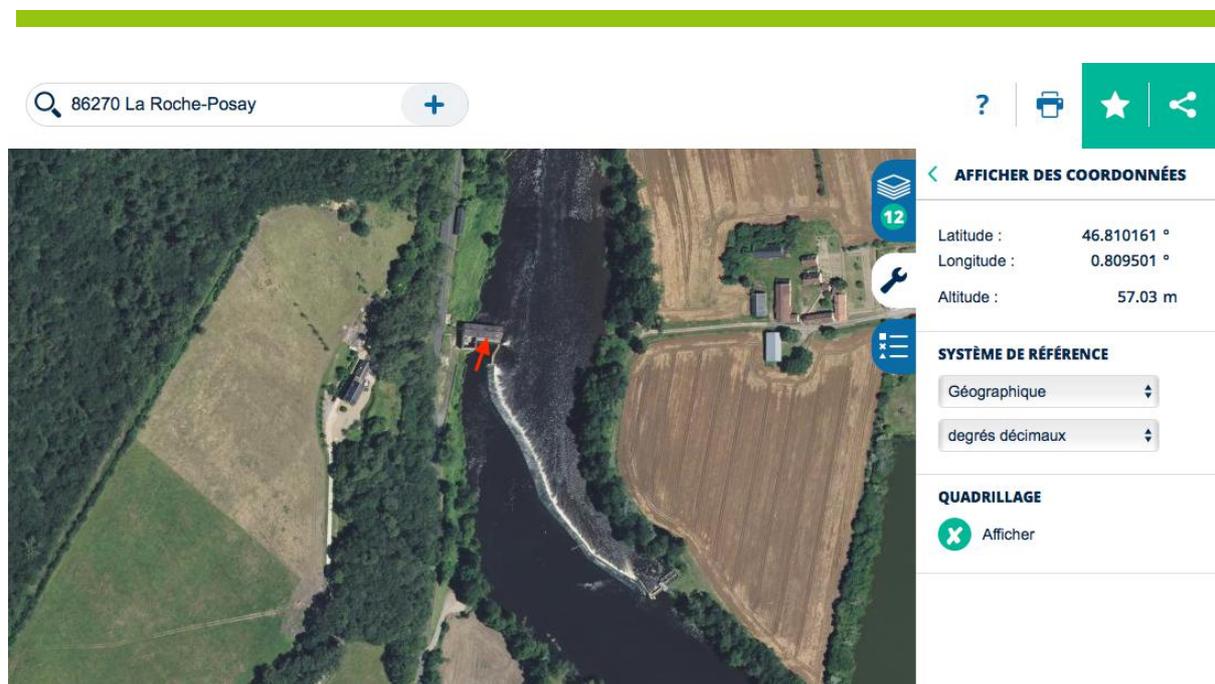


Figure 2 : coordonnées géographiques moulin Gatineau

Tableau 2 : localisation administrative

	Rive Gauche	Rive droite
Pays	France	France
Région	Nouvelle Aquitaine	Centre Val de Loire
Départements	Vienne	Indre et Loire
Communes	La Roche-Posay	Yzeure sur Creuse
Adresse	Lieu-dit Gatineau	Pièces du gué de Chatillon

3.1.2 Ouvrages

Les ouvrages présents sur le site sont situés comme suit. Ils sont décrits complètement au **chapitre 3.4**.



Figure 3 : ouvrages au moulin Gatineau

Ensemble, ils permettent la continuité écologique de part et d'autre du seuil et la production d'énergie hydroélectrique.

Au vu de la disposition des ouvrages, la longueur du bras court-circuité a été définie à 0 m.

3.1.3 Allocation des débits

La répartition du débit en fonction de l'hydrologie est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : allocation des débits au moulin Gatineau

Débit	Débit (m ³ /s)	Débit passe à poissons (m ³ /s)	Débit échancrure rive droite (m ³ /s)	Débit Goulotte de dévalaison (m ³ /s)	Débit de surverse sur seuil (m ³ /s)	Débit trubiné (m ³ /s)	Débit vannes de décharge (m ³ /s)
Réservé	7.48	1	2.76	1	2.72	0	0
Etiage	8.79	1	2.76	1	2.72	1.31	0
Equipement+Réservé	27.48	1	2.76	1	2.72	20	0
Module	74.8	1	2.76	1	50.04	20	0
2 Modules	149.6	1	2.76	1	50.04	20	74.8
3 Modules	224.4	1	2.76	1	50.04	0	169.6

Pour simplifier la lecture, les débits des échancrures et de la passe à poissons ont été considérés comme constants.

3.2 Raison du projet, tableau de synthèse des caractéristiques techniques et environnementales du projet

Le présent projet s'articule autour de deux axes :

5. Optimiser la production électrique à partir d'énergie renouvelable ;
6. Améliorer la continuité écologique du cours d'eau concerné par le projet.

Dans ce cadre, la SARL Electr'eau souhaite, au travers de la présente demande d'autorisation :

7. Solliciter un renouvellement de l'autorisation pour une période de 40 ans ;
8. Augmenter le débit prélevé, pour le porter de 20 à 32 m³/s (de 32 à 51 % du débit moyen interannuel calculé sur la période 2007-2019) ;
9. Proposer une mise en conformité environnementale exemplaire
 - au travers de la construction d'une seconde passe à poissons, en rive gauche, fonctionnelle également pour l'anguille et conforme à la directive spécifique pour l'Alose sur l'axe Creuse ;
 - par l'installation de turbines ichtyocompatibles.

3.2.1 Paramètres d'exploitation existant sur le site

Tableau 4 : Paramètres situation existante

Débit prélevé	20 m ³ /s
Puissance Maximale Brute	255 kW
Puissance Normale Disponible	170 kW
MIA	74,8 m ³ /s
Débit réservé	7,48 m ³ /s
Tronçon court-circuité	0 m
Débit PAP	1 m ³ /s
Débit d'attrait PAP/dévalaison Rive Droite	2,76 m ³ /s
Débit dévalaison Rive Gauche	1 m ³ /s
Type de turbines	Francis
Prise d'eau	Ichtyocompatible (e=20mm – a=26°), dégrilleur et trois exutoires de dévalaison
Productible moyen annuel	600 MWh

3.2.2 Paramètres d'exploitation projetés

Tableau 5 : Paramètres situation projetée

Débit prélevé	32 m ³ /s
Puissance Maximale Brute	408 kW
Puissance Normale Disponible	338 kW
MIA	62 m ³ /s
Débit réservé	6,2 m ³ /s
Tronçon court-circuité	0 m
Débit PAP Rive Droite	1 m ³ /s
Débit d'attrait PAP/dévalaison Rive Droite	2,76 m ³ /s
Débit PAP Rive Gauche	1 m ³ /s
Débit d'attrait PAP/dévalaison Rive Gauche	1 m ³ /s
Type de turbines	VLH – Vis d'Archimède
Prise d'eau	/ (turbines ichtyocompatibles → e=150mm – a=65°)
Productible moyen annuel escompté	1.500 MWh

3.3 Justification du choix d'aménagement

L'axe Creuse a fait l'objet d'une note stratégique de l'état en 2017 relative à la franchissabilité de l'Alose entre les sites de Descarte et de Roche-Bât-l'Aigue. L'objectif étant le franchissement, en année normale de 1% de la population d'Alose entre ces 2 sites.

Au niveau du Gatineau, le taux de franchissabilité est actuellement estimé par les Autorités à 40%, grâce principalement à la passe à poissons construite en rive droite du seuil. L'objectif de franchissabilité sur le site, rappelé au propriétaire par la Direction Départementale des Territoires d'Indre et Loire dans son courrier du 11/07/2019, est de 70% pour l'Alose.

A la lumière de ces éléments et convaincu de longue date de la compatibilité entre une parfaite intégration environnementale et la production d'énergie renouvelable, Monsieur Bensch a acquis le site du Moulin de Gatineau afin de le rénover totalement. Il est rapidement apparu, à l'analyse de l'implantation du site que la passe à poissons en rive droite s'avérait souvent insuffisante pour assurer l'objectif de franchissabilité.

Il a été décidé l'implantation d'une seconde passe à poissons, en rive gauche, directement au niveau des équipements de production. La passe projetée est dimensionnée afin de garantir une franchissabilité à toutes les espèces identifiées, dont l'Alose et l'Anguille.

Le choix de l'utilisation de turbines ichtycompatibles, peu (turbines VLH) ou pas du tout (Vis d'Archimède) dommageables pour les espèces en dévalaison a naturellement été posé.

Enfin, une analyse fine des scénarii de production a montré qu'une faible augmentation du débit dérivé (+12 m³/s, passant de 32 à 51 % du module interannuel) permet une augmentation de 150% (de 600 à 1.500 MWh) du productible moyen annuel.

3.4 Description des installations existantes

3.4.1 Turbines

Le moulin est équipé de 6 turbines Francis couplées, 2 par deux, sur 3 génératrices. Actuellement, 5 turbines restent fonctionnelles.

Le débit d'équipement total est de 20 m³/s. Elles sont réparties dans trois chambres d'eau sous le moulin. Les eaux sont restituées directement à l'aval de celui-ci.

L'arrivée d'eau aux turbines est régulée par des vannes usinières (de type guillotine), installées directement après les grilles.



Figure 4 : couplage des turbines aux génératrices électriques

3.4.1 Grille de protection de prise d'eau

Directement à l'amont des vannes, une grille est présente. L'utilité de cette grille est double :

10. Entraver l'accès aux turbines pour la protection des poissons et des personnes.
11. Protéger les turbines des matériaux flottants qui pourraient être de nature à les endommager.

Pour atteindre ces objectifs, la grille possède les deux caractéristiques suivantes :

12. Entrefer entre tous les barreaux de 20 mm.
13. Une inclinaison par rapport au radier de 26°.

Pour conserver les capacités de transit hydraulique de la grille, un dégrilleur mécanique automatisé est présent. Une goulotte est présente au sommet de la grille. Les matériaux dégrillés y sont versés pour être restitués à l'aval.

Le plan de grille est muni de trois exutoires de dévalaison. Ces exutoires sont prévus pour des débits de 200, 400 et 400 litres par seconde. Ces exutoires mènent à une goulotte.



Figure 5 : ouvrages à la prise d'eau

3.4.2 Goulotte de dévalaison

La goulotte est l'ouvrage qui permet de restituer les poissons et les matériaux dégrillés au plan d'eau aval. Il y transit constamment un débit de $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Ce débit fait partie du débit réservé.



Figure 6 : restitution de la goulotte de dévalaison

3.4.3 Vannes de décharge

La décharge en cas de crue est prise en charge par deux ouvrages :

14. Vanne (1) à l'extrémité gauche du seuil, latéralement et en amont du site de production, section = $4,3 \text{ m}^2$, radier = $52,25 \text{ m NGF}$;
15. Vannes à l'extrémité droite du seuil, nombre = 3, section totale = $7,4 \text{ m}^2$, radier = $52,62 \text{ m NGF}$;

En outre de la prévention du risque de crue, les vannes présentes permettent le transit des sédiments lors de leur ouverture.



Figure 7 : Vanne de décharge gauche



Figure 8 : vannes de décharge droite

3.4.4 Drôme de défeuillage

Afin de limiter l'encrassement de la grille par les matériaux flottants (bois, feuilles, etc), une drôme a été installée. Celle-ci est placée transversalement par rapport au flux d'eau, pour diriger les flottants vers l'extrémité gauche du seuil, où une encoche a été pratiquée dans le seuil, et les reverser vers l'aval.



3.4.5 Seuil

La dérivation et la chute sont le fait de la présence d'un seuil. Les caractéristiques de celui-ci sont présentées ci-dessous.

Tableau 6 : caractéristiques du seuil

Type	Seuils épais
Type	Barrage poids
Arase de crête	54,33 m NGF

Position	Transversale
Direction	Extrémité gauche → aval Extrémité droite → amont
Longueur	285 m
Longueur déversante	225 m
Largeur à la base	7,85 m

Au sens de l'article R214-13 du code de l'environnement, le seuil est classé en catégorie D.

3.4.6 Passé à poissons

La libre circulation piscicole dans le sens de la montaison est prise en charge par la passe à poissons.

Les caractéristiques de cette passe sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Tableau 7 : caractéristiques de la passe à poissons en rive droite

Type de passe	Bassins à fentes profonde
Nombre de bassins	7
Nombre de chutes	8
Longueur bassins (m)	3.8
Largeur bassins (m)	3
Chute entre les bassins	20 cm
Espèces visées	multi espèces
Largeur de fente (m)	0.5
Puissance dissipée	< 150 W/m ³
Rapport L/d	7.6
Rapport l/d	6
Débit de fonctionnement	1 m ³ /s

3.4.7 Échancrure de dévalaison

L'échancrure est inclinée, le niveau du seuil contre le voile des vannes est de 53,75 m NGF.



Figure 9 : échancrure de dévalaison en rive droite

3.5 Études hydrologiques

3.5.1 Station de mesures

L'étude hydrologique de la Creuse au droit du moulin Gatineau est basée sur les données de débits mesurés à la **station de la Roche-Posay (code : L6000710)**. Les données prises en compte couvrent la période de 2007 à 2019 soit une période de 13 ans.

La superficie du bassin versant de la Creuse au droit de la station est de 7771 km² (DREAL).

3.5.2 Rapport de bassins versants

La station de mesure est située à une distance à vol d'oiseau de 2,3 km du moulin Gatineau.

La figure suivante présente une valeur estimée de la différence de superficie des bassins versants entre le moulin et la station.



Figure 10 : différence de superficies de bassins versant entre le moulin et la station

La différence estimée est de 35 km². Cette différence représente 0,4 % de la superficie à la station de mesure. Elle a dès lors été jugée comme négligeable.

Un rapport de 1 sera appliqué pour l'utilisation des mesures.

3.5.3 Données caractéristiques

Pour chaque année, les extrêmes et les moyennes sont reprises dans le tableau ci-dessous.

	Année sèche - 2011	Année pluvieuse - 2013	Année moyenne non classés	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Minimum	6.87	26.70	13.12	14.70	10.40	9.51	9.98	6.87	9.28	26.70	11.70	7.49	10.90	9.30	7.21	9.24
Maximum	680.00	603.00	175.35	925.00	681.00	367.00	375.00	680.00	521.00	603.00	355.00	435.00	800.00	313.00	526.00	357.00
Moyenne	29.39	101.13	62.95	73.85	75.19	45.41	71.44	29.39	65.77	101.13	73.30	54.48	72.39	35.56	76.20	44.23

Figure 11 : données caractéristiques de débits mesurés

Les années sèches et humides ont été déterminées sur base de la valeur de leur module. Conformément à l'article L214-18, la période prise en compte pour la détermination du module couvre une durée au moins égale à 5 ans.

La variabilité des débits est ici forts marquée, le rapport entre le plus petit et le plus grand débit mesuré est de 128.

3.5.4 Évolution des débits

Pour les trois années caractéristiques, les évolutions des débits sont représentées dans la figure ci-dessous.

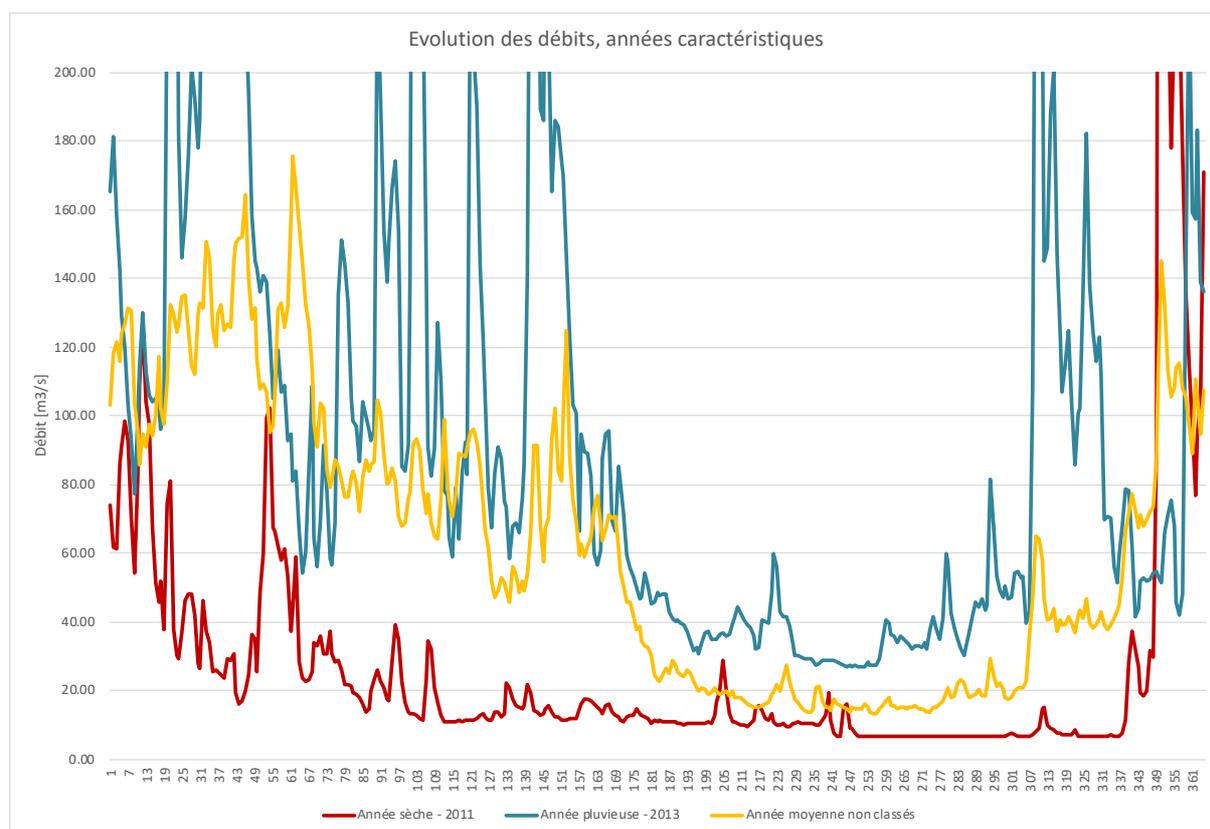


Figure 12 : évolutions des débits, années caractéristiques

Les courbes présentent les évolutions caractéristiques d'un cours d'eau de plaine tel que la Creuse. Les étiages sont soutenus avec un débit descendant rarement en dessous de $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Des pics de crues sont régulièrement observables durant les périodes hivernales.

3.5.5 Module

La moyenne des débits pris en compte (2007-2019) a été calculée à une valeur de **62,95 m^3/s** . Cette valeur est inférieure à celle communiquée dans l'arrêté préfectoral d'autorisation en

vigueur (74,8 m³/s). Toutefois, elle est en concordance avec le SAGE de la Creuse qui renseigne un module de 61,9 m³/s (EPTB Vienne, 2020).

3.5.6 Percentiles et débits classés

Le tableau des percentiles renseigne le débit moyen minimum attendu pour une certaine fréquence. Par exemple, le tableau nous renseigne que pour l'année moyenne, le débit minimum pendant 40% du temps est de 48,42 m³/s.

Tableau 8 : tableau des percentiles de l'année moyenne

Percentile	Débit [m ³ /s]
0.01	401.92
0.05	203.20
0.10	147.42
0.20	97.03
0.30	71.65
0.40	48.42
0.50	36.42
0.60	26.78
0.70	20.09
0.80	15.74
0.90	12.91
0.95	12.00
0.99	11.20

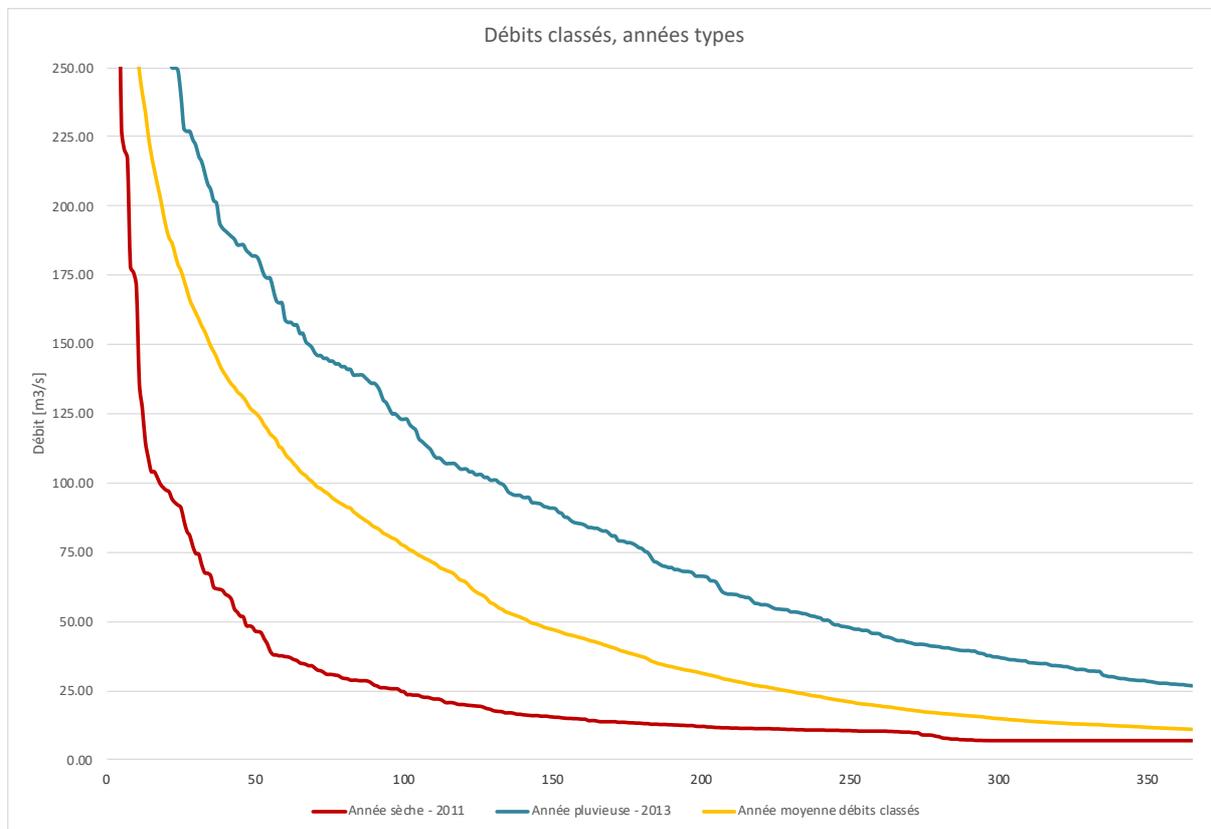


Figure 13 : courbes des débits classés pour les trois années caractéristiques

3.5.7 Étiage

L'étiage est généralement considéré comme le QMNA5. Le QMNA est une approche statistique (loi de Galton avec un intervalle de confiance de 95%) qui permet de d'estimer le débit mensuel minimal qui n'est pas dépassé une fois sur une période donnée. Le QMNA5 est le débit calculé comme le débit mensuel qui n'est pas dépassé une fois sur une période de 5 ans.

Le tableau ci-dessous reprend les différents QMNA communiqués par la banque hydro pour la Creuse à la station de mesure des débits de la Roche-Posay.

Tableau 9 : Tableau des QMNA (banque hydro DREAL)

Fréquences théoriques		
Débits (m ³ /s) - Intervalle de confiance 95%		
Biennale	12.100	[9.500 ; 15.500]
Quinquennale	8.790	[6.260 ; 11.000]
Décennale	7.420	[4.900 ; 9.470]
Vicennale	6.480	[4.000 ; 8.440]

Le débit d'étiage retenu sera donc de 8,79 m³/s.

3.6 Régime hydraulique

L'étude du régime hydraulique permet de caractériser l'évolution des niveaux d'eau en fonction du débit. La connaissance de cette évolution est à la base de plusieurs points clés sur un projet hydroélectrique installé au fil de l'eau :

1. Choix et dimensionnement des équipements destinés à la production électrique ;
2. Choix et dimensionnement des ouvrages destinés à assurer la libre circulation piscicole ;
3. Simulation du fonctionnement des passes à poissons ;
4. Simulation du potentiel de production électriques ;
5. Etc.

L'étude du régime hydraulique est donc un élément essentiel de développement pour un projet hydroélectrique. La méthodologie et les résultats sont présentés ci-dessous.

3.6.1 Méthodologie

3.6.1.1 Localisation et caractérisation du système hydraulique étudié

La **Figure 14** reprend le réseau hydraulique complet étudié et ses éléments caractéristiques. Les coordonnées exactes des profils, ainsi que les cotes relevées, sont reprises sur le plan du géomètre.

Les **6 profils** principaux et le barrage y sont représentés. A ces relevés, s'ajoutent des mesures ponctuelles qui identifient les niveaux du fond du cours d'eau et des berges critiques et qui caractérisent les ouvrages.

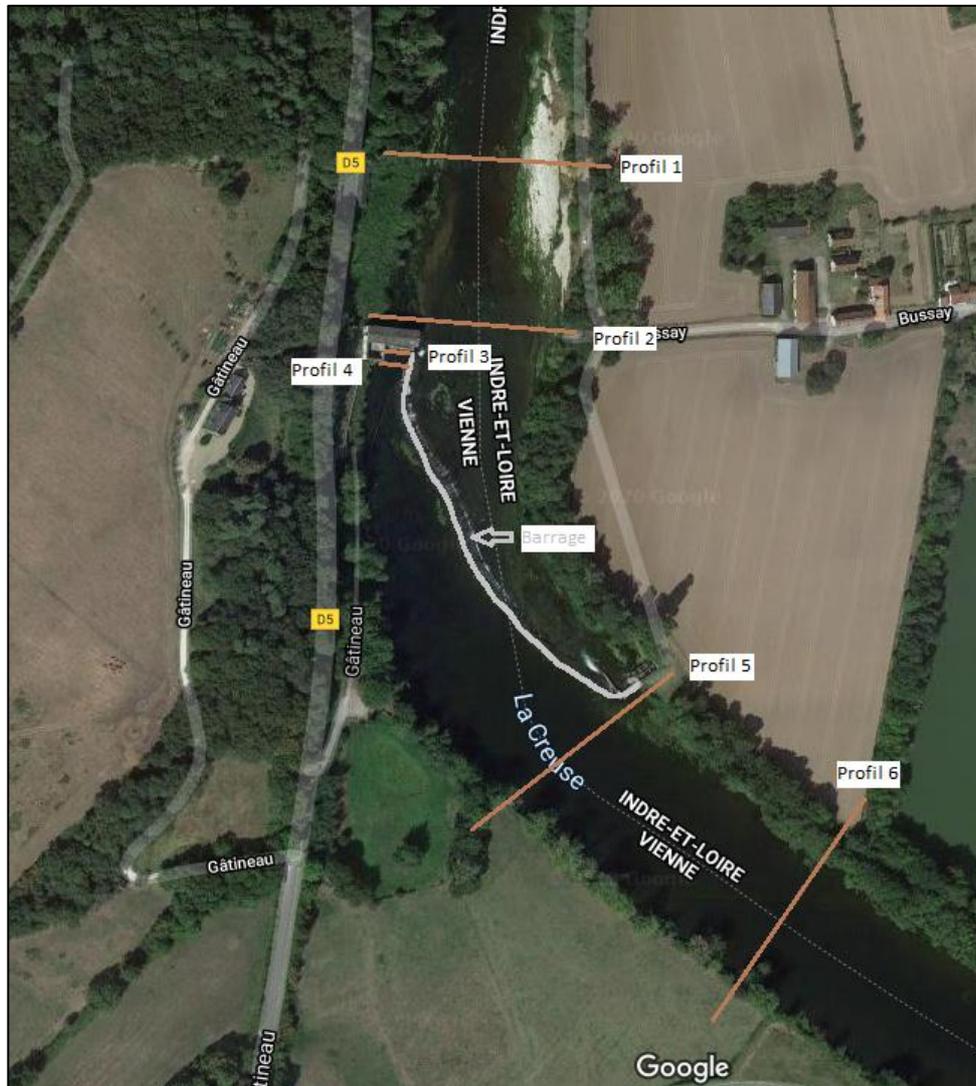


Figure 14 - Réseau hydraulique et situation des profils de cours d'eau relevés (source : Google maps)

Les éléments hydrauliques se caractérisent comme suit :

- La Creuse à une longueur de 480 m sur le tronçon étudié ;
- Le barrage à une longueur de 285m et est situé entre les profils 4 et 5.

Le choix de réaliser le modèle sur un tronçon relativement court est basé sur la possibilité que nous avons eue de collecter des données in situ pour plusieurs débits caractéristiques et la disponibilité d'extrapoler les niveaux d'eau en débit crue à partir des cartes d'inondation. A partir de ces données, les conditions limites aval sont définies et le modèle est calibré au moyen des niveaux d'eau observés grâce aux coefficients de frottement et de déversement.

Bien que l'étude d'un plus long tronçon apporterait une sécurité dans la définition des limites aval, les données fournies et les simulations restent robustes en regard des relevés in situ utilisés.

Nous rappelons que l'objectif principal de cette étude est de montrer que la centrale n'a pas d'effet notable sur les crues en proposant une compensation le cas échéant. C'est donc la comparaison relative entre la situation existante et les situations projetées qui restent la plus importante plutôt que les valeurs réelles des niveaux d'eau.

Notons enfin que la démarche effectuée se veut sécuritaire car nous avons opté systématiquement pour les hypothèses les plus fortes en cas de doute.

3.6.1.2 Relevés topographiques

Les relevés comprennent le lit mineur du cours d'eau jusqu'aux crêtes de berge ainsi que plusieurs points complémentaires au-delà de la crête de berge. En outre, chaque ouvrage a été décrit précisément et des profils en amont et en aval directs sont mesurés en complément pour définir au mieux les conditions hydrauliques dans les ouvrages. La position des profils sur le cours d'eau est précisée ci-avant (**Figure 14**) et elle est choisie pour représenter chaque modification notable de la configuration du lit mineur (radier) ou du lit majeur du cours d'eau (crête de berge). Le relevé topographique et les profils sont présentés dans le plan des géomètres transmis.

3.6.1.3 Etude hydraulique

Les relevés réalisés *in situ* permettent la construction du modèle géométrique et hydraulique dans le logiciel HECRAS 4.1.0. La modélisation hydraulique est un outil incontournable dans la gestion de l'eau et le développement efficient des usages qui y sont liés. Elle permet, dans l'usage qui nous concerne, de déterminer les niveaux d'eau atteints pour différentes gammes de débit. En situation projetée, elle permet de définir l'impact de nouveaux ouvrages fixes ou mobiles ou de la modification du profil du cours d'eau.

Plus spécifiquement, elle nous permet :

- D'étudier les risques d'inondation ;
- De déterminer des hauteurs d'eau suivant différentes configurations du système étudié et à différents régimes de débit ;
- D'estimer la réponse du système à un événement exceptionnel (rupture d'un barrage, mauvais fonctionnement d'un ouvrage, etc.) ;
- De dimensionner des ouvrages spécifiques, notamment les vannes de décharges nécessaires en cas de crue.

Le système intégré de calculs utilisé dans ce cadre par la cellule hydraulique de MTBE se est le logiciel HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Centers River Analysis System*), développé par l'*US Army Corps of Engineers*. Les aptitudes de ce logiciel, toujours couplées à l'expertise de l'ingénieur, sont reconnues au niveau international. Il est en outre employé par de nombreux bureaux d'études et Administrations chargés d'études hydrauliques.

Il a été développé et testé pour réaliser des modèles de calculs hydrauliques en 1D (quasi-2D) pour un réseau hydrologique naturel ou artificiel complet. Dans le cas d'un cours d'eau, celui-ci est modélisé par la succession de profils 2D en travers du cours d'eau et des ouvrages qui le traversent et non par une modélisation 3D complète. Les profils sont judicieusement choisis afin de représenter au mieux la complexité du site sur la portion étudiée.

A travers une interface graphique conviviale, le logiciel HEC-RAS développe une analyse détaillée des composantes du système et offre une gestion, un stockage et un traitement efficace des données ainsi qu'une présentation des résultats à travers des graphiques et des tableaux synthétiques.

Le modèle mathématique est basé sur la résolution des équations de continuité et de conservation de la quantité de mouvement en une dimension. Il repose sur la technique éprouvée des différences finies en utilisant des schémas numériques capables de résoudre les équations en eaux peu profondes de Saint Venant.

Les pertes de charge sont modélisées par les lois de frottement (de fond et latéral) de Manning-Strickler d'une part et de compression/expansion d'autre part. Des coefficients de débit sont également utilisés sur base de notre expertise et des valeurs régulièrement admises dans la littérature.

Une fois le modèle géométrique et les différents paramètres intégrés, nous effectuons un calibrage qui nous permet d'affiner ces paramètres au moyen de mesures prises in situ pour les débits caractéristiques sur certains profils caractéristiques (aval de l'ouvrage et amont de l'ouvrage).

Les choix de dimensionnement et la valeur des paramètres particuliers (coefficients de rugosité, coefficient de déversement, etc.) utilisés pour la modélisation du système sont proposés en **annexe 1**.

Une fois le modèle géométrique construit, les simulations d'écoulement en régime stationnaire sont réalisées.

3.6.1.1 Campagne de mesure des niveaux d'eau

Une étude de régime hydraulique se base sur une campagne de mesures des niveaux d'eau. La campagne vise une bonne représentativité des mesures par rapport à la plage de débit déterminante pour le projet.

Un projet hydroélectrique tel que celui du moulin Gatineau considère la plage de débit déterminante pour le projet comme celle allant de l'étiage jusque trois fois le module (au sens de l'étude hydrologique). En termes chiffrés, cela représente des débits allant de 8.79 m³/s à 187 m³/s.

En termes de percentiles sur une année moyenne, cela représente une durée comprise entre 90% et 95% de la durée de cette année.

La campagne de mesure des niveaux d'eau fut réalisée du 19/11/2019 au 10/7/2020. Les résultats de cette campagne sont repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 10 : campagne de mesure des niveaux d'eau (NE = niveau d'eau)

Date	Débit	NE amont barrage	NE aval centrale (rive gauche)	NE aval rive droite
	m ³ /s	m NGF	m NGF	m NGF
19/11/19	118	54.78	53.4	/
21/11/19	74	54.63	/	/
27/11/19	57	54.63	/	53.31
20/12/19	223	55	53.98	/
30/12/19	170	54.865	53.5975	/
2/01/20	108	54.72	53.32	/
5/01/20	105	54.735	53.265	/
28/04/20	40.2	54.57	/	53.13
3/05/20	210.7	54.99	/	54.3
4/05/20	276.1	55.13	/	54.68
29/05/20	20	54.43	52.53	/
10/07/20	11	54.35	52.27	/

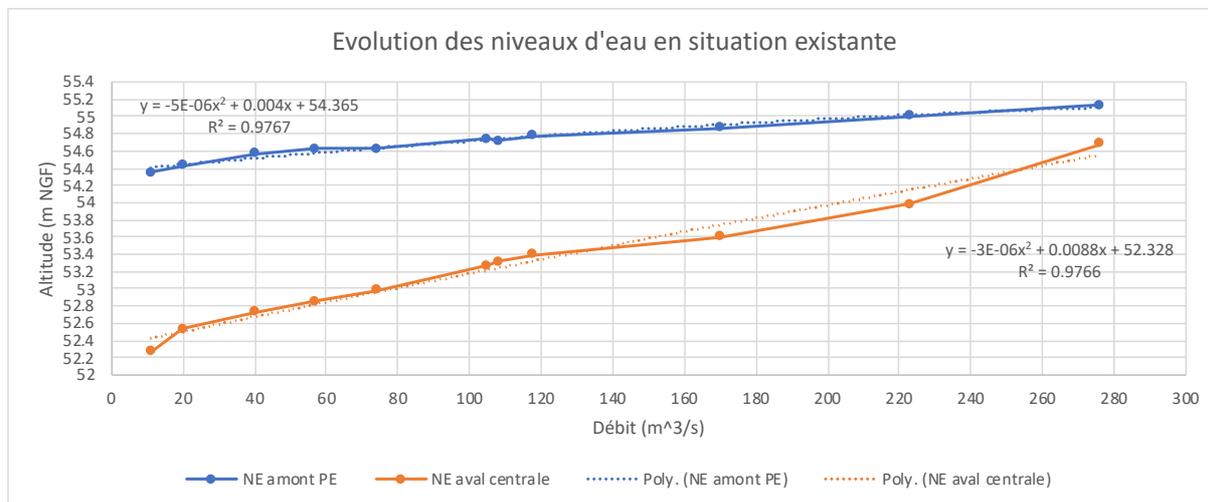


Figure 15 : Évolution des niveaux d'eau amont et aval au seuil du Gatineau

3.6.1.2 Hypothèses de modélisation

En outre des éléments présentés ci-dessus, la modélisation hydraulique prend en considération des éléments directement liés au projets. Ces éléments sont présentés dans la suite du projet. Toutefois, pour des raisons de facilité de lecture, ceux-ci sont résumés ci-dessous :

1. Débit turbinable maximum : 32 m³/s ;
2. Débit des ouvrages de libre circulation piscicole : 3 m³/s (PAP rive gauche : 1 m³/s ; PAP rive droite : 1 m³/s ; débit d'attrait rive gauche : 1 m³/s) ;
3. Débit réservé : 6.23 m³/s ;
4. Débit minimum turbinable : 0.2 m³/s ;
5. Cote de régulation minimale des turbines : 54.33 m NGF ;
6. Cote de régulation maximale : 54.63 m NGF.

3.6.2 Résultats

3.6.2.1 Situation actuelle et calibrage

Les premiers résultats recherchés sont les coefficients de frottement qui sont caractéristiques du lit de la rivière. Ils s'agit de la caractérisation du site du point des écoulements hydrauliques. Ces coefficients sont utilisés dans les formules mathématiques qui permettent de lier le débit à la hauteur d'eau.

La situation actuelle considère :

- Le barrage dans le cours d'eau et le vannage sont dans leurs états actuels ;

- Le cours d'eau reste dans son état actuel.

Le calibrage a été effectué via les résultats de la campagne de mesure des niveaux d'eau. Ils concernent l'ensemble de la plage de débit déterminante et même au-delà.

Le **coefficient de frottement** est le paramètre le plus utilisé pour ajuster le calibrage. Il s'agit de la rugosité du fond du lit et de ses berges et donc de la **capacité du cours d'eau à retenir l'eau par frottement**. Ce paramètre est ajusté en fonction de la granulométrie des éléments de la rivière et des mesures *in situ*. Les coefficients du barrage et du vannage peuvent également être corrigés.

Nous utilisons par la suite les coefficients ajustés et les conditions limites correspondantes pour l'ensemble des simulations. Ils sont détaillés en **annexe 1**.

Le profil des ouvrages est donné à la **Figure 16**. Seuls les points les plus bas de chaque profil sont représentés. Les berges en rive gauche et en rive droite sont représentées respectivement par les lignes pointillées mauves et verts.

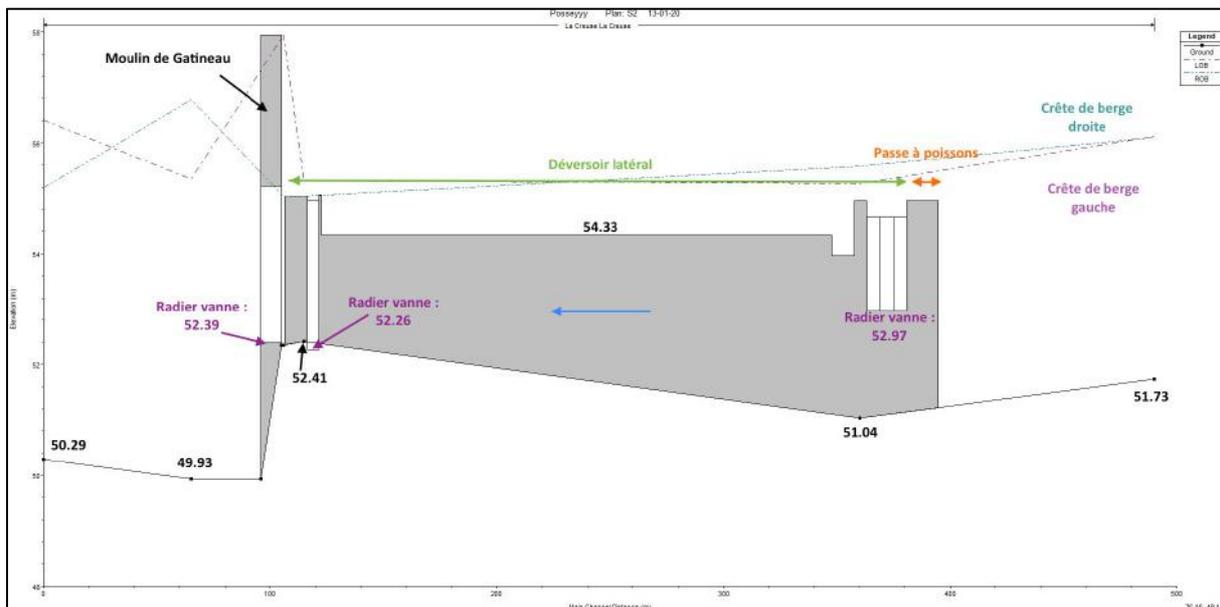


Figure 16 - Profil des ouvrages

3.6.2.2 Régime hydraulique en situation projetée

Les simulations en situation projetée se base sur l'implémentation des ouvrages dans le modèle géométrique. Le reste de la situation restant inchangée, le régime hydraulique peut être simulé.

Les simulations prennent aussi en compte le régime de gestion projeté.

1. La priorité absolue est donnée aux ouvrages de libre circulation piscicole à 6.23 m³/s ;
2. La production hydroélectrique est entamée à partir de 6.43 m³/s ;
3. Les turbines sont pleinement alimentées : 38.23 m³/s ;
4. Le niveau d'eau monte jusqu'à la cote 54.63 m NGF : 100.5 m³/s ;
5. Les vannes de décharge s'ouvrent pour conserver le niveau d'eau amont à la cote 54.63 m NGF.
6. Les vannes de décharges sont pleinement ouvertes : 162.83 m³/s.

Les résultats des simulations sont repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 11 : régime hydraulique en situation projetée

Débit Creuse	Débit	Rive Droite			Rive Gauche				Q seuil yc échancrures	Q turbiné	NE amont centrale + PC	NE aval centrale + PC	Chute nette
		Q PAP RD	Q échancrur e RD	Q vanne décharge RD	Q PAP RG	Q attrait PAP RG	Q échancrur e défeuillage RG	Q vanne décharge RG					
	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m NGF]	[m NGF]	[m]
Réservé	6.23	1	3.08	0	1	1	0.105	0	3.78	0.00	arrêt	arrêt	arrêt
Etiage QMNAS	8.79	1	3.08	0	1	1	0.105	0	3.78	2.56	54.28	52.33	1.95
Intermédiaire	20.00	1	3.08	0	1	1	0.105	0	4.01	13.74	54.28	52.46	1.82
Equipement	38.70	1	3.08	0	1	1	0.105	0	4.32	32.00	54.23	52.74	1.49
Module	62.30	1	>3.08	0	1	1	>0.105	0	27.30	32.00	54.41	52.98	1.43
2 x Module	124.60	1	>3.08	0	1	1	>0.105	34.19	58.41	29.00	54.48	53.50	0.98
3 x Module	186.90	1	>3.08	36.99	1	1	>0.105	35.06	84.85	27.00	54.55	53.90	0.65

Les niveaux d'eau communiqués prennent en compte les pertes de charges liées au fonctionnement des turbines. Celles-ci ont été calculée et son communiquées par des valeurs approchées comme suit :

Tableau 12 : caractérisation des pertes de charges par rapport en fonction du débit

	Estimation des pertes de charges	
Perte de charges amont	0 < Q.Creuse < Q équipement	0.05 [m]
	Q équipement < Q.Creuse < Module	0.10 [m]
	Q.Creuse > Module	0.15 [m]
Pertes de charges aval	Q.Creuse < Q équipement	0.00 [m]
	Q.Creuse > Q équipement.	0.05 [m]

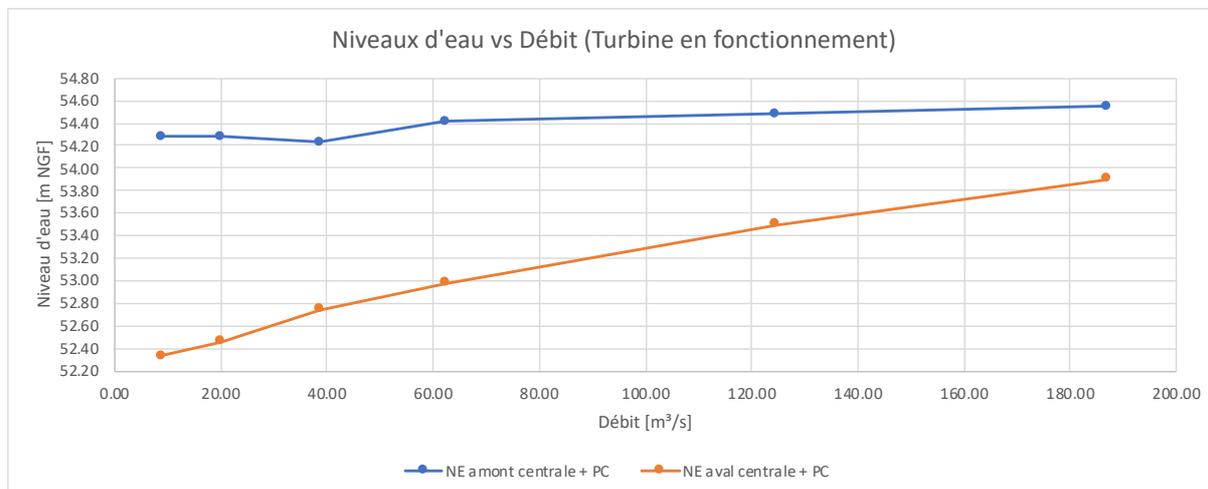


Figure 17 : évolution des niveaux d'eau en fonction du débit en situation projetée avec la centrale en fonctionnement.

Ce régime considère le fonctionnement de la centrale. La situation du régime hydraulique lorsque la turbine est à l'arrêt est présentée ci-dessous.

Tableau 13 : régime hydraulique en situation projetée avec les turbines à l'arrêt.

Débit Creuse	Débit	Rive Droite			Rive Gauche						NE amont centrale	NE aval centrale	Chute
		0	Q échanture RD	Q vanne décharge RD	Etiage QMNAS	Intermédiaire	Q échanture défeuillage RG	Q vanne décharge RG	Q seuil yc échantures	Q turbiné			
	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m NGF]	[m NGF]	[m]
Réservé	6.23	1	3.08	0	1	1	0.105	0	3.23	0.00	54.33	52.30	2.03
Etiage QMNAS	8.79	1	3.08	0	1	1	0.105	0	5.79	0.00	54.40	52.33	2.07
Intermédiaire	20.00	1	3.08	0	1	1	0.105	0	17.00	0.00	54.48	52.45	2.03
Equipement	38.70	1	3.08	0	1	1	0.105	0	35.70	0.00	54.57	52.66	1.91
Module	62.30	1	>3.08	0	1	1	>0.105	8.17	59.30	0.00	54.63	52.91	1.72
2 x Module	124.60	1	>3.08	30.7	1	1	>0.105	34.32	87.28	0.00	54.65	53.44	1.21
3 x Module	186.90	1	>3.08	38.18	1	1	>0.105	37.80	107.92	0.00	54.81	53.84	0.97

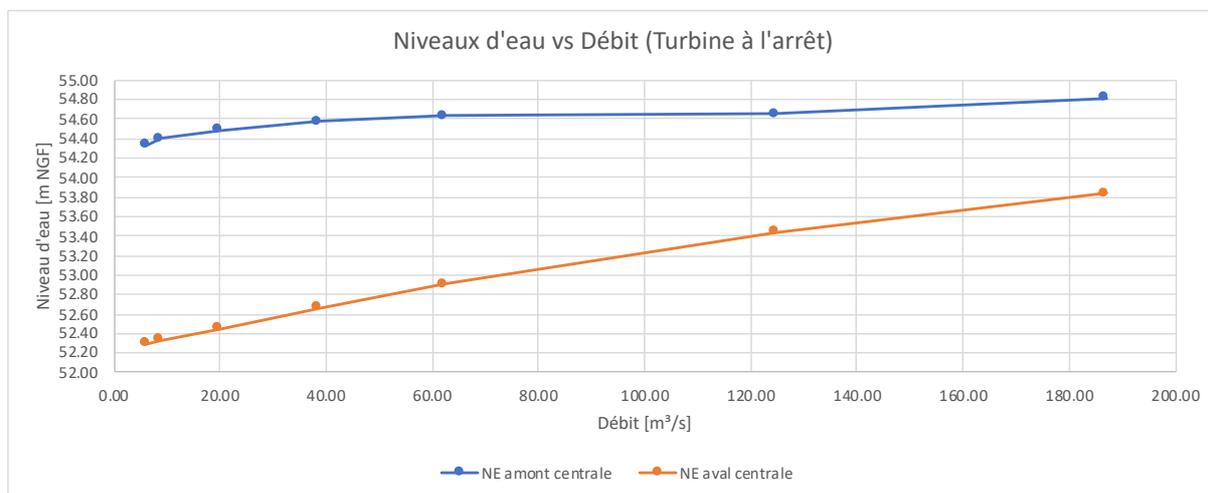


Figure 18 : évolution des niveaux d'eau en fonction du débit en situation projetée avec la centrale à l'arrêt.

3.7 Description des installations projetées

Le projet comporte une rénovation complète des équipements de production et du bâtiment technique.

Les paragraphes suivants détaillent les différents éléments prévus.

D'un point de vue environnemental, le projet prévoit la construction d'une passe à poissons, adaptée aux enjeux du site, en rive gauche.

Elle sera située directement à côté des installations de production.

Il est également prévu la transformation de la vanne de décharge (rénovation et abaissement du plafond) située à l'extrémité gauche du seuil pour permettre le transit sédimentaire.

La figure ci-après présente une esquisse 3D du projet. Les croquis et plans complets peuvent être consultés en annexe 1.

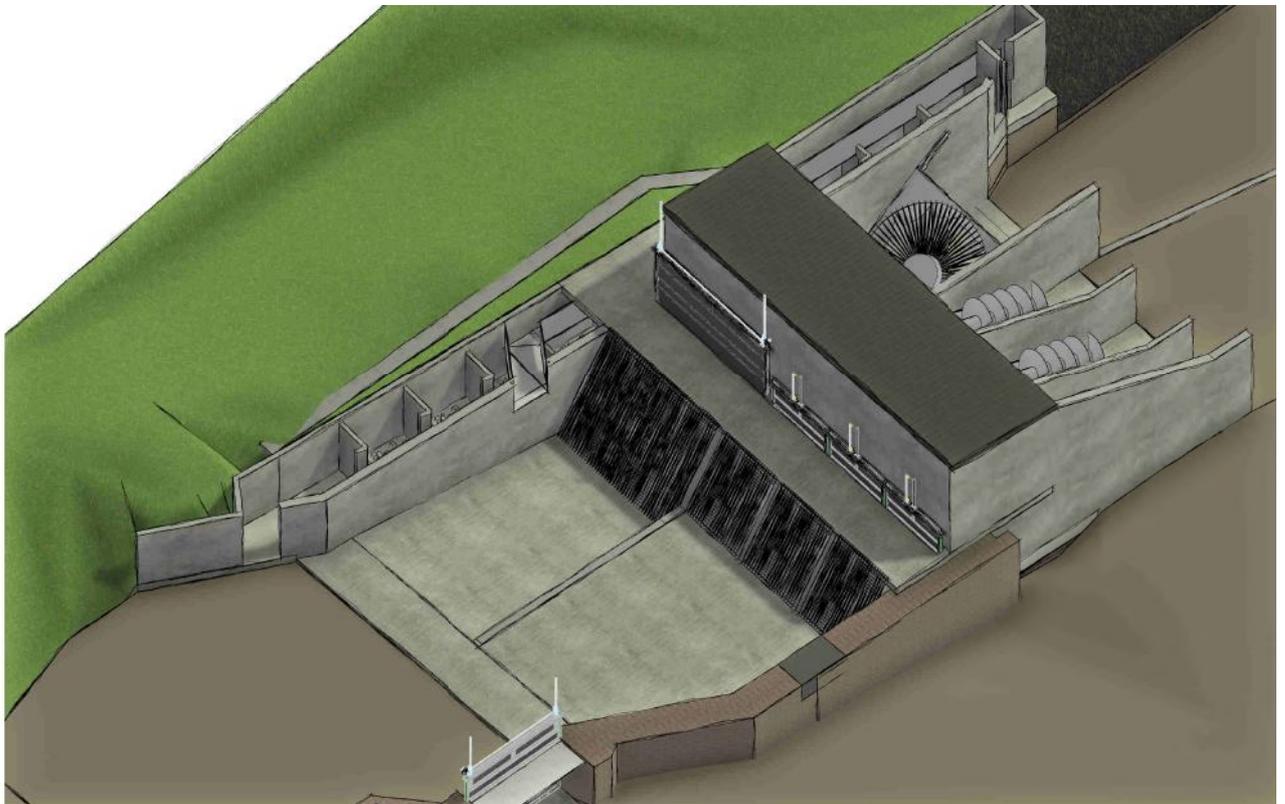


Figure 19 : Esquisse 3D du projet du Moulin du Gatineau

3.7.1 Bâtiment de production

Le bâtiment actuel sera entièrement détruit et évacué, jusqu'aux fondations des chambres d'eau actuelles.

Sur cette fondation, les nouveaux chenaux d'entrée vers les turbines sont installés et servent de socle au nouveau bâtiment technique.

Celui-ci est construit à un emplacement très proche de l'ancien bâtiment, sur toute la largeur du chenal d'amenée. Ses dimensions intérieures sont de (L x l x h) 1790 x 500 x 559 cm. Depuis la berge, une dalle en béton permet de passer par-dessus la passe à poissons et d'accéder au bâtiment.

La dalle est située à l'altitude minimale de 55,52m NGF, correspondant à la côte du bâtiment actuel.

La crue historique (enregistrée en 1896) est utilisée comme référence maximale. La cote de crue est de 59,46m NGF. L'ensemble du matériel électrique (BT et HT) est installé au-dessus de cette côte.

3.7.2 Vanne de décharge et de transit sédimentaire

En amont des installations, à l'extrémité gauche du seuil, le plafond de la vanne de décharge actuelle est abaissé à la cote 51,80 m NGF, permettant de garantir le transit sédimentaire sur la partie aval du seuil (voir Annexe 1 – planche 10).

Les nouvelles vannes sont réalisées en acier peint. Elles sont entièrement automatisées pour une régulation du plan d'eau amont lorsque la centrale est à l'arrêt ou lorsque le débit nominal de la centrale est atteint.

Les dimensions des vannes sont (L x H) : 250 x 263 cm. L'ensemble sera constitué de 2 vannes.

Pour rappel, des vannes de type guillotine, situées à côté de la passe à poissons en rive droite permettent, lors d'épisode de crue, le transit sédimentaire de la partie amont du seuil. Le plafond de ces vannes est situé à l'altitude 52,97m NGF. Ces vannes ne seront pas modifiées et restent manuelles.

3.7.3 Seuil et échancrure

Aucune modification du seuil, ni de sa crête, n'est prévue. L'échancrure située en amont des vannes de décharge est également conservée.

3.7.4 Drôme de défeuillage

Une nouvelle drôme de défeuillage est prévue en remplacement de la drôme actuelle. Elle sera située au même endroit, permettant l'évacuation des embâcles dans l'échancrure.

3.7.5 Grilles

Des grilles en acier galvanisés sont prévues en amont des turbines.
L'entrefer est de 150mm.
L'inclinaison est de 65° par rapport au plan horizontal.

Les grilles sont totalement ichtyocompatibles.

3.7.6 Goulotte de dévalaison – débit d'attrait de la passe à poissons en rive gauche

En amont des grilles, une goulotte permettant le transit d'un débit de 1 m³/s à l'étiage, est installée.

La goulotte est réalisée par une ouverture dans le voile extérieur de la passe à poissons, au-dessus du niveau d'eau dans la passe à poissons.

La largeur de l'ouverture est de 80cm, son seuil d'entrée est placé à la côte 53,88m NGF, assurant une hauteur d'eau de 50 cm à la côte d'étiage.

Longitudinalement, la pente de la goulotte sera de 2%, aboutissant, dans un bassin de réception, à l'aval de la passe à poissons, à la cote de 53,26m NGF.

Le plafond du bassin de réception est fixé à la cote 51,16 m NGF, permettant d'assurer, en tout temps, une hauteur d'eau minimale de 1,70m, compatible avec la réception des poissons dévalant.

3.7.7 Vannes d'admission aux turbines

Devant chaque turbine, une vanne usinière est prévue.

Ces vannes sont fabriquées en acier et traitées par métallisation. Elles sont entièrement automatisées, permettant de garantir :

7. le respect de la consigne de niveau amont,
8. la fermeture sécurisée de chaque chenal d'accès aux turbines lors d'épisodes de crue ou pour la maintenance des turbines.

En position fermée, la garde des vannes est prévue à la côte 55,60m NGF.

En position ouverte, les vannes sont totalement effacées, contre la façade du bâtiment technique, relevées jusqu'à la cote 54,80.

Les dimensions de la vanne d'accès à la turbine VLH sont de (L x H) : 720 x 480 cm.
Le seuil est situé à la cote 50,01m NGF.

Les dimensions des vannes (3) d'accès aux vis d'Archimède sont de (L x H) : 345 x 280 cm. Le seuil est situé à la cote 52,00m NGF.

3.7.8 Turbines

Les turbines sont au nombre de 4 :

9. Une turbine VLH, d'un diamètre de 5.000 mm, d'un débit de 20 m³/s et d'une puissance nominale nette de 230 kW,
10. Trois turbines de type Vis d'Archimède, d'un diamètre de 3.200 mm, de débit unitaire de 4 m³/s et d'une puissance unitaire nette de 37 kW.

En fonctionnement simultané, l'ensemble des turbines permet donc de turbiner un débit de 32 m³/s pour une puissance nette totale de 338 kW.

Le **chapitre 3.7**, ci-dessous, décrit les machines de production de manière complète.

3.8 Machines de production

3.8.1 Turbines VLH

La turbine est l'élément principal de production électrique. Elle permet de transformer l'énergie hydraulique en électricité. Plusieurs technologies existent pour effectuer cette transformation. Dès lors le choix de la technologie a été guidé par les deux objectifs visés par le projet (environnement et énergie).

Il s'agit en principal de la technologie VLH (Very Low Head).

Cette technologie fut mise au point pour optimiser l'intégration environnementale d'une turbine hydroélectrique. Cette intégration est le résultat des points suivants :

- Turbine immergée : intégration paysagère et limite des incidences sonores ;
- Profil en travers du cours d'eau minimisé : limitation de l'influence sur les écoulements ;
- Conception prévue antirejet : préservation de la qualité des eaux superficielles ;
- Mode de fonctionnement prévu pour être ichtyocompatible : libre circulation piscicole à la dévalaison.

La technologie VLH fut mise au point par la société MJ2. Selon les résultats des études menées pour la réalisation de l'avant-projet, le modèle sélectionné est le VLH 5000. Les plans de la turbine sont disponibles à l'annexe 1.

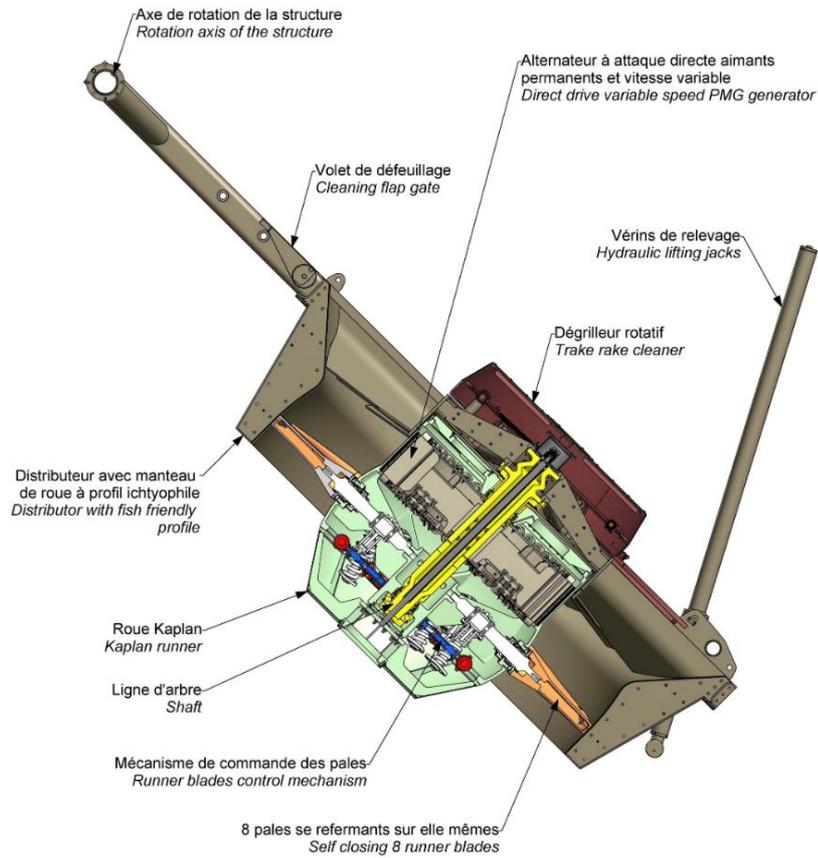


Figure 20 : coupe d'une turbine VLH



Figure 21 : vue de face et de dos d'une turbine VLH.

Pour les opérations de maintenance, un système de levage est prévu.

Les caractéristiques principales de la turbine sont données dans le tableau ci-dessous.

Tableau 14 : caractéristiques de la turbine

Paramètres	
Puissance brute installée [kW]	255
Puissance nette installée [kW]	231
Débit turbiné au module [m ³ /s]	20
Chute brute au régime nominal [m]	1,3
Diamètre [m]	5
Type de génératrice	PMG
Variateur de fréquence	Présence

Enfin, une analyse de l'ichtyocompatibilité de la turbine est proposée au **chapitre 3.8.2.1**.

3.8.2 Vis d'Archimède

Le site est caractérisé par une très basse chute (**1,30 m** bruts au module). Tenant compte par ailleurs :

11. Du débit d'amorçage « important » de la turbine VLH (20% du débit nominal, soit 4m³/s) ;
12. Du nombre de jours important, annuellement, durant lequel le débit de la Creuse est inférieur à 20m³/s, avec comme conséquence, une ouverture faible à très faible des pales de la VLH, entraînant la suppression ou la diminution d'efficacité d'une voie de dévalaison ;
13. De la disponibilité du débit (module : 63 m³/s).

Il est prévu l'installation d'un complément d'unités de production par l'installation de 3 vis d'Archimède, dont les caractéristiques sont reprises dans le tableau ci-après.

A faible débit, les trois unités fonctionneront en priorité sur la VLH de manière à assurer que lors de la mise en route de la VLH, par arrêt des vis d'Archimède, la turbine VLH fonctionne directement à 60% d'ouverture, rendant pleinement opérationnelle la voie de dévalaison au sein de la turbine.

Tableau 15 - Caractéristiques techniques turbine

Paramètres

Puissance brute installée par unité [kW]	45
Puissance nette installée par unité [kW]	37
Débit nominal unitaire [m ³ /s]	4
Chute brute à l'étiage [m]	1,60
Chute brute au module [m]	1,30
Nombre de pales	3
Vitesse de rotation [T/min]	<25
Diamètre [m]	3,20
Longueur utile [m]	4,3
Poids total (T)	+/- 9
Type de génératrice	Asynchrone
Variateur de fréquence	Présence (1 vis)

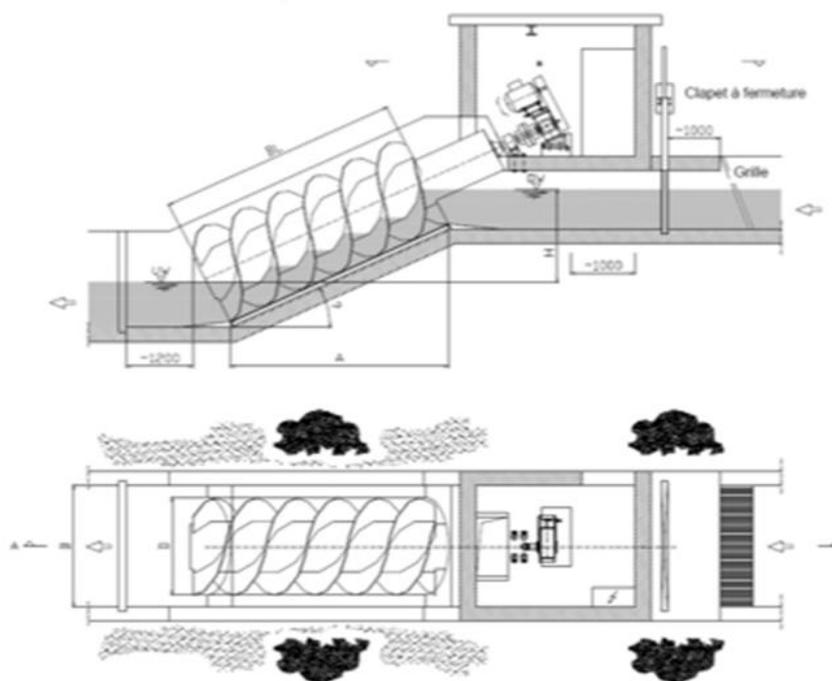


Figure 22 - Plan et coupe pour une centrale à vis d'Archimède type

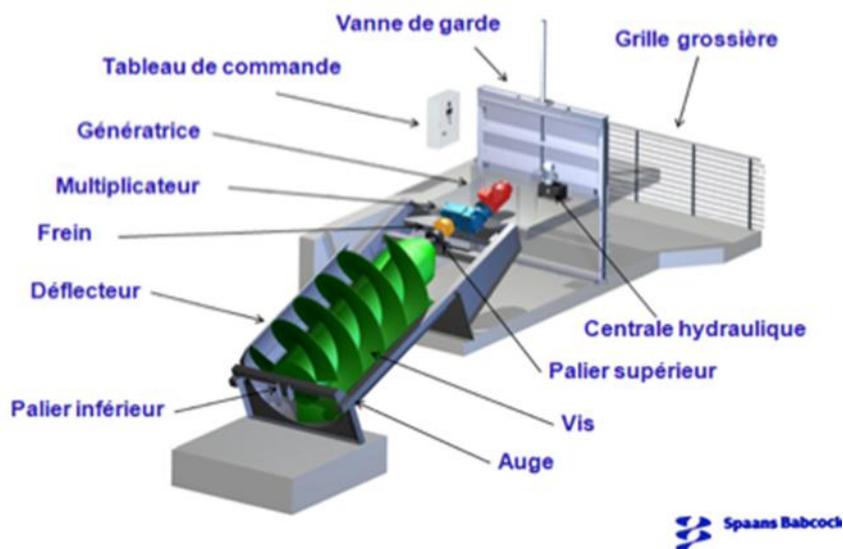


Figure 23 – Plan 3D pour une centrale à vis d'Archimède type

Les plans complets du site, en situation projetée, repris en **Annexe 1**, permettent d'appréhender la configuration proposée in situ.

La vis d'Archimède apporte les avantages suivants :

- ✓ La robustesse du dispositif qui ne craint pas le passage d'objet flottant d'un diamètre pouvant aller jusque 0,15 m,
- ✓ Une capacité de turbinage sur une très large plage de débits et une grande souplesse de fonctionnement : le niveau amont ou le débit turbiné sont réglés de manière continue et la vitesse de rotation peut être adaptée au besoin au moyen d'un variateur de fréquence.
- ✓ Une ichtyocompatibilité avérée pour toute espèces de poissons, moyennant quelques adaptations et principes d'utilisation, tel que démontré dans la note pour le rétablissement de la continuité écologique (voir **chapitre 3.8.2.1**),
- ✓ La possibilité de ne pas installer de dégrilleur avec la grille de large entrefer (0,12-0,15 m),
- ✓ Un entretien simple de la machine,
- ✓ Des travaux de génie civil généralement réduits.

L'auge de la vis peut être scellée sur une structure de support métallique ou en béton.

Le multiplicateur et la génératrice sont placés en bout d'axe dans un local, éventuellement étanche, ou au-dessus du niveau de crue.

L'inclinaison de la vis par rapport à l'horizontale est généralement de 22°, sa longueur dépend de la chute et de la longueur de son tube amont. Son diamètre est variable en fonction du débit turbiné.

3.9 Volet piscicole

La Creuse fait partie d'un axe migratoire pour certaines espèces piscicoles amphihalines. Ces espèces sont :

14. Anguille
15. La Grande Alose
16. Lamproie Marine
17. Saumon Atlantique
18. Truite de Mer

Au vu de l'importance du cours d'eau pour les migrations piscicoles, celui-ci a été classés en liste 1 et 2 selon l'article L214-17 du code de l'environnement. L'arrêté de classement date du 10 juillet 2012. En effet, le moulin Gatineau se trouve sur le tronçon de la Creuse compris entre le complexe d'Eguzon et la confluence avec la Vienne.

Le classement en liste 2 a également permis de fixer les espèces d'importance ciblée par ces classements. Il s'agit de :

19. Anguille
20. La Grande Alose
21. Lamproie Marine
22. Saumon Atlantique
23. Truite de Mer
24. Espèces holobiotiques

Le document technique d'accompagnement de classement en liste 2 ne précise pas les espèces holobiotiques reconnues.

Tableau 16 : extrait du document technique d'accompagnement de l'arrêté préfectoral du 10 juillet 2012 (classement des cours d'eau bassin Loire-Bretagne L214-17)

Sous bassin	Liste des cours d'eau définis dans l'arrêté liste 2	Espèces citées dans l'arrêté	Enjeu sédimentaire identifié au cours de la concertation et de la consultation	Espèces amphihalines	A titre d'information Espèces holobiotiques identifiées au cours de la concertation et de la consultation
Vienne-Creuse	La Creuse du complexe d'Eguzon jusqu'à la confluence avec la Vienne	Anguille, Saumon atlantique, Truite de mer, grande Alose, Lamproie marine et espèces holobiotiques	enjeu normal	Anguille, Saumon atlantique, Truite de mer, grande Alose, Lamproie marine	-

Le tableau ci-dessous reprend les périodes de montaisons pour les différentes espèces cibles.

Tableau 17 : périodes de migration des espèces cibles

Saison	Mois	Hiver			Printemps			Ete			Automne		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Anguilles civelle	Montaison												
	Dévalaison												
Anguille Jaune	Montaison												
	Dévalaison												
Grande Alose	Montaison												
	Dévalaison												
Lamproie Marine	Montaison												
	Dévalaison												
Saumon Atlantique	Montaison												
	Dévalaison												
Truite de mer	Montaison												
	Dévalaison												

Selon l'Atlas des espèces exotiques envahissantes, le bassin de la Loire est concerné par la menace d'espèces piscicoles envahissantes telles que le silure (poisson chat), la perche soleil et *Pseudorasbora parva*. (Albert, Berthier, & Ducarre, 2014)

Les espèces amphihalines ciblées lors du classement de la Creuse depuis le complexe d'Eguzon jusqu'à la confluence avec la Vienne aux 1 et 2 de l'article L214-17 du code de l'environnement sont reprises ci-dessous avec leurs caractéristiques biologiques.

Tableau 18 : vitesses de nage des espèces cibles

Classe ICE	Espèces	Sauteuse	Vitesse Umax associé (m/s)			Hauteur de saut associé (m)		
			Min	Moy	Max	Min	Moy	Max
1	Saumon atlantique (<i>Salmo Salar</i>) Truite de mer ou de rivière [50-100] (<i>Salmo trutta</i>)	Oui	4.5	5.5	6.5	1	1.5	2.5
3a	Grande alose (<i>Alosa alosa</i>)	Non	3.5	4.25	5			
3c	Lamproie marine (<i>Petromyzon marinus</i>)	NON	3	3.75	4.5	-	-	-
11a	Anguille européenne [jaune] (<i>Anguilla anguilla</i>)	NON		<1.5		-	-	-
11b	Anguille européenne [civelle] (<i>Anguilla anguilla</i>)	NON		<1.5		-	-	-

3.9.1 État de la situation actuelle

La libre circulation piscicole est en jeu qui a déjà fait l'objet d'ouvrages permettant les passages dans le sens de la montaison et de la dévalaison. Ces ouvrages sont :

25. Une passe à poissons en rive droite ;
26. Trois échancrures de dévalaison dans le plan de grille à la prise d'eau existante ;
27. Une goulotte permettant le transfert depuis les échancrures jusqu'au plan d'eau aval.

L'ensemble de ces ouvrages sont repris dans l'arrêté préfectoral d'autorisation actuellement en vigueur.

Le moulin Gatineau est concerné par une note inter-préfectoral (Indre et Indre-et-Loire) qui porte l'objectif de franchissabilité pour la grande Alose entre la confluence avec la Vienne et le complexe d'Eguzon à 1 pourcent.

Parallèlement à cette note, et afin de permettre d'atteindre l'objectif fixé, le moulin Gatineau est concerné par une seconde note qui vise un taux de franchissabilité du seuil de 70% pour la grande Alose.

3.9.1.1 Ouvrages existants

La libre circulation piscicole est actuellement prise en charge par les ouvrages cités ci-dessus. Le présent paragraphe est consacré à la description de ceux-ci.

Seuil

Le seuil présente un obstacle à la libre circulation piscicole et de ce fait à la continuité écologique.

Les caractéristiques géométriques et altimétriques sont consultables dans les plans annexés au présent dossier.

En résumé et telles que reprise dans l'arrêté préfectoral d'autorisation en vigueur, le seuil possède les caractéristiques suivantes :

- 28. Type : seuil épais
- 29. Longueur déversante : 225 m
- 30. Hauteur au-dessus du terrain naturel : 2,2 m
- 31. Largeur à la base : 7,85 m
- 32. Cote moyenne de la crête : 54,33 m NGF
- 33. Cote moyenne à la base du seuil : 52,20 m NGF
- 34. Pente moyenne : 27%

En eau, la base aval du seuil est continuellement immergée.

Passe à poissons

Les caractéristiques de la passe à poissons sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Tableau 19 : caractéristiques de la passe à poissons en rive droite

Paramètres	Hypothèses théoriques
Types	Bassins à fentes profondes
Espèces cibles	Passe mixte entre les différentes espèces cibles prenant en compte les capacité de nage de la grande alose jusqu'au salmonidés
Implantation	rive droite, angle amont du seuil
Chute inter bassin (m)	> 0,2
Puissance dissipée (W/m ³)	<150
Largeur fente (d) (m)	0.5
Débit de fonctionnement à l'étiage (m ³ /s)	environ 1 m ³ /s
longueur bassin L (m)	3,8 m (7d>L)
Longueur bassin L/largeur fente b (m)	<8
Hauteur d'eau moyenne (m)	1,2m
Largeur bassin / largeur fente d	2,8 m (<6)
Nombre de chutes	7
Nombre de bassins	6+1 bassin de repos

Bien que respectant la plupart des préconisations bibliographiques, la passe à poissons n'est pas entièrement destinée au franchissement des Aloses. En effet, les pratiques actuelles en termes de passe à poissons tendent vers des chutes plus réduites, environ 0,15 m entre chaque bassin.



Figure 24 : plan de la passe à poissons existante

Des plans plus détaillés sont disponibles en **annexe 1**.

Les tableaux ci-dessous présentent les caractéristiques dimensionnelles et altimétriques de la passe et le fonctionnement hydraulique de celle-ci, pour des conditions hydrologiques d'étiage.

L'ensemble des modélisations a été réalisé grâce au logiciel Cassiopée.

Tableau 20 : caractéristiques dimensionnelles de la passe

Bassin					Cloison : ouvrage n° 1			
N° de bassin	Longueur du bassin (m)	Largeur du bassin (m)	Débit d'attrait (m³/s)	Cote de radier mi-bassin (m)	Cote du radier amont (m)	Type	Paramètres	Valeurs
1	3.8	3	0	52.79	52.91	Fente noyée (Larinier)	ZDV	53.07
							L	0.5
							CdWSL	0.75
2	3.8	3	0	52.56	52.68	Fente noyée (Larinier)	ZDV	52.81
							L	0.5
							CdWSL	0.75
3	3.8	3	0	52.33	52.45	Fente noyée (Larinier)	ZDV	52.59
							L	0.5
							CdWSL	0.75
4	3.8	3	0	52.1	52.22	Fente noyée (Larinier)	ZDV	52.36
							L	0.5
							CdWSL	0.75
5	3.8	3	0	51.87	51.99	Fente noyée (Larinier)	ZDV	52.14
							L	0.5
							CdWSL	0.75
6	3.8	3	0	51.64	51.76	Fente noyée (Larinier)	ZDV	51.91
							L	0.5
							CdWSL	0.75
Aval					51.51	Fente noyée (Larinier)	ZDV	52.6
							L	1.4
							CdWSL	0.75

Tableau 21 : simulation hydraulique en conditions d'étiage

Cloison n°	Cote de l'eau (m)	Cote du radier amont (m)	Chute (m)	Débit (m³/s)	Puissance volumique dissipée (W/m³)	Tirant d'eau moyen (m)	Cote de radier mi-bassin (m)	Type de jet
Amont	54.4							
1	54.172	52.91	0.228	1.054	149.5	1.382	52.79	de surface
2	53.955	52.68	0.217	1.054	141.192	1.395	52.56	de surface
3	53.739	52.45	0.216	1.054	139.218	1.409	52.33	de surface
4	53.527	52.22	0.212	1.054	134.712	1.427	52.1	de surface
5	53.318	51.99	0.209	1.054	131.248	1.448	51.87	de surface
6	53.114	51.76	0.203	1.054	125.132	1.474	51.64	de surface
Aval	52.92	51.51	0.194	1.054				de surface

DONNÉES RÉSULTATS **GRAPHIQUES**

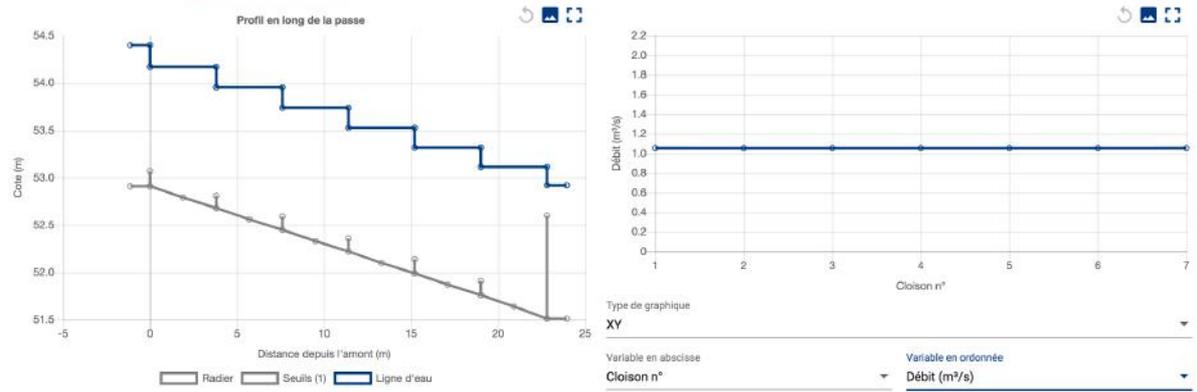


Figure 25 : simulation hydraulique de la passe existante (rive droite) en situation d'étéage.

Tableau 22 : simulation hydraulique de la passe existante (rive droite) à 3 fois le module.

Cloison n°	Cote de l'eau (m)	Cote du radier amont (m)	Chute (m)	Débit (m³/s)	Puissance volumique dissipée (W/m³)	Tirant d'eau moyen (m)	Cote de radier mi-bassin (m)	Type de jet
Amont	54.81							
1	54.703	52.91	0.107	0.945	51.789	1.913	52.79	de surface
2	54.613	52.68	0.09	0.945	40.773	2.053	52.56	de surface
3	54.534	52.45	0.079	0.945	33.266	2.204	52.33	de surface
4	54.465	52.22	0.068	0.945	26.84	2.365	52.1	de surface
5	54.405	51.99	0.06	0.945	21.882	2.535	51.87	de surface
6	54.353	51.76	0.052	0.945	17.753	2.713	51.64	de surface
Aval	54.34	51.51	0.013	0.945				de surface

DONNÉES RÉSULTATS **GRAPHIQUES**

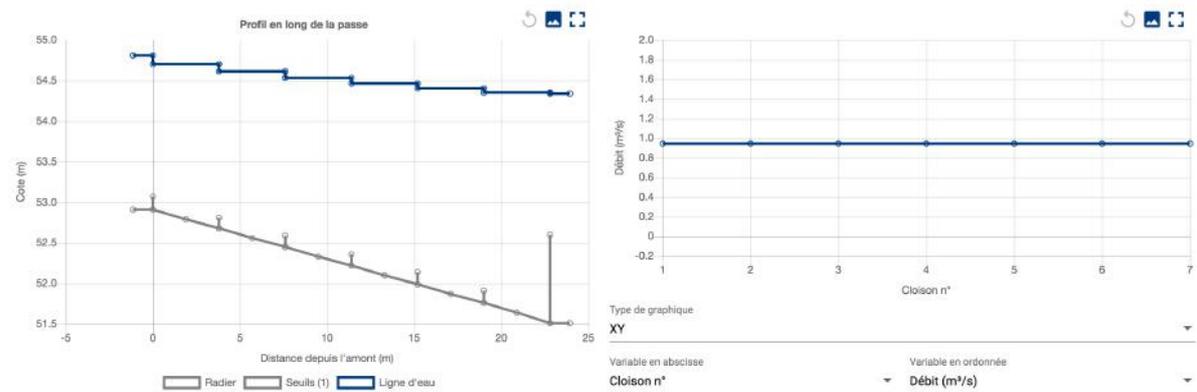


Figure 26 : simulation hydraulique de la passe existante (rive droite) à trois fois le module.

A la lecture du tableau ci-dessus, on peut se rendre compte d'une baisse de l'attractivité en conditions de hautes eaux, inhérente à ce type d'ouvrage dans des conditions de faible chute et de débit important.

Si le fonctionnement hydraulique de la passe n'est pas optimal dans ces conditions, elle bénéficie toutefois de son emplacement dans le coin amont du seuil. En outre, dans ces conditions et sur le côté droit du seuil, l'écoulement est transformé en écoulement de surface, le seuil est noyé et la hauteur de chute est de 47 cm. Il est donc franchissable pour les espèces sauteuses et meilleures nageuses.

Prise d'eau

Dans la situation existante, l'accès aux turbines est protégé par une grille qui permet d'entraver l'accès aux poissons.

Le plan de grilles possède les caractéristiques suivantes :

- 35. Entrefer : 20 mm
- 36. Inclinaison : 26°
- 37. Exutoire menant à la goulotte : 3
- 38. Débit présent dans les exutoires : 0,2 ; 0,4 et 0,4 m³/s

Par la présence de celle-ci, ils s'en voient protégés des turbines Francis qui ne sont pas ichtyocompatibles et ont la possibilité de transiter vers l'aval.

Le débit de la goulotte (qui fait partie du débit réservé) est restitué au plan d'eau aval par un jet plongeant qui est à l'origine d'un important remous. Ce remous peut présenter un risque de confusion pour les poissons en phase de montaison.

Échancrure de dévalaison en rive droite

Directement à gauche de la vanne de décharge en rive droite, se trouve une échancrure dans le seuil. Celle-ci permet la dévalaison malgré une cote de niveau d'eau amont à la crête du seuil. La pente de cette échancrure suit la crête du seuil.

3.9.1.2 Allocation des débits

Le tableau ci-dessous présente l'allocation des débits dans la situation actuelle.

Tableau 23 : allocation des débits dans la situation actuelle

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échanture rive droite (m ³ /s)	échantures dévalaison (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Turbines Francis (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)
Réservé	7.4	0.9	2.76	1	2.7	0	0.0
Etiage	8.8	0.9	2.76	1	2.7	1.4	0.0
Equipement + réservé	27.4	0.9	2.76	1	2.7	20	0.0
Module	74.0	0.9	2.76	1	49.3	20	0.0
2 Modules	148.0	0.9	2.76	1	53.2	20	70.1
3 Modules	222.0	0.9	2.76	1	53.2	20	144.1

Le débit de l'échanture en rive droit, directement à côté de la vanne de décharge, a été calculé au moyen de la simulation hydraulique du site (HecRAS).

3.9.1.3 Analyse de la situation

Montaison

La présente analyse sera menée en fonction des plages de débits définies au travers du tableau de l'allocation des débits.

Classement du seuil

La méthode ICE (information sur la continuité écologique) a été mise au point pour évaluer le degré de franchissabilité d'un seuil. Elle met en relation les caractéristiques biologiques (inhérentes aux poissons) et physiques (liées au milieu).

Elle compare les capacités de nage des espèces piscicoles concernées au droit du seuil avec les caractéristiques de celui-ci.

Le classement ICE et donc l'évaluation de la franchissabilité du seuil se font selon les critères ci-dessous (Baudoin et al., 2014) :

- Barrière totale (Classe ICE = 0) : La barrière est infranchissable pour les espèces-cibles/stades du groupe considéré et constitue un obstacle total à leur migration.
- Barrière partielle à impact majeur (Classe ICE = 0,33) : L'obstacle est infranchissable une grande partie du temps et/ou pour une partie très significative de la population. Le franchissement de l'obstacle à la montaison n'est possible que durant une partie limitée de la période de migration et pour une fraction limitée de la population du groupe considéré.

- Barrière partielle à impact significatif (Classe ICE = 0,66) : Le franchissement de l'obstacle à la montaison est possible une grande partie du temps et pour la majeure partie de la population. L'obstacle est néanmoins susceptible de provoquer des retards de migration non négligeables.
- Barrière franchissable à impact limité (Classe ICE = 1) : La plus grande partie de la population est capable de la franchir dans un laps de temps court et sans dommage. Cela ne signifie pas que la barrière n'occasionne absolument aucun retard de migration ou que tous les individus du groupe considéré la franchissent sans dommage.
- Barrière à impact indéterminé (Classe ICE = NC) : La franchissabilité de l'obstacle n'est pas appréciable avec les seules données ICE. L'évaluation de l'impact nécessite des investigations complémentaires ou une analyse plus poussée.

La situation du seuil par rapport à sa franchissabilité sera analysée en regard des différents débits caractéristiques du cours d'eau repris dans les tableaux d'allocation de débits.

Les caractéristique d'écoulement liées au seuil ont été déterminées à partir des abaques présentés le rapport de la méthode ICE (Baudoin et al., 2014).

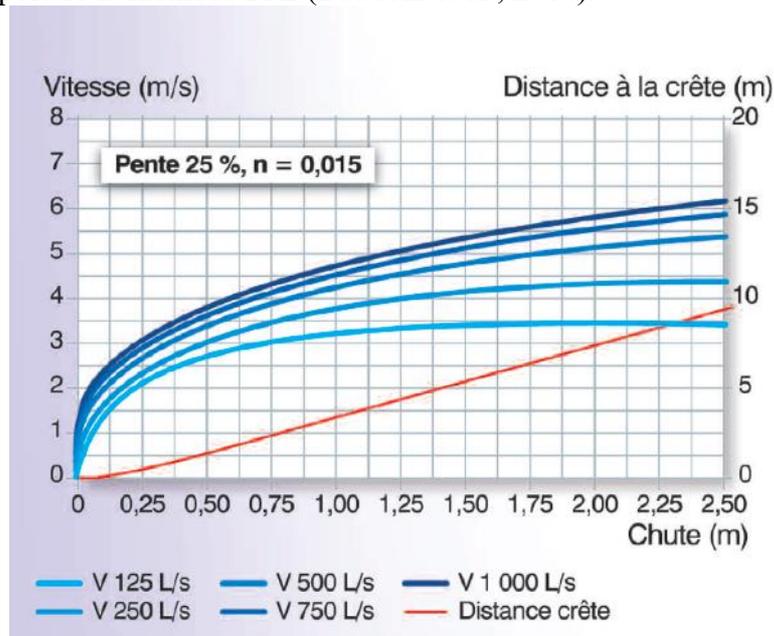


Figure 27 : abaque des vitesses d'écoulement sur un seuil en fonction de ses caractéristiques

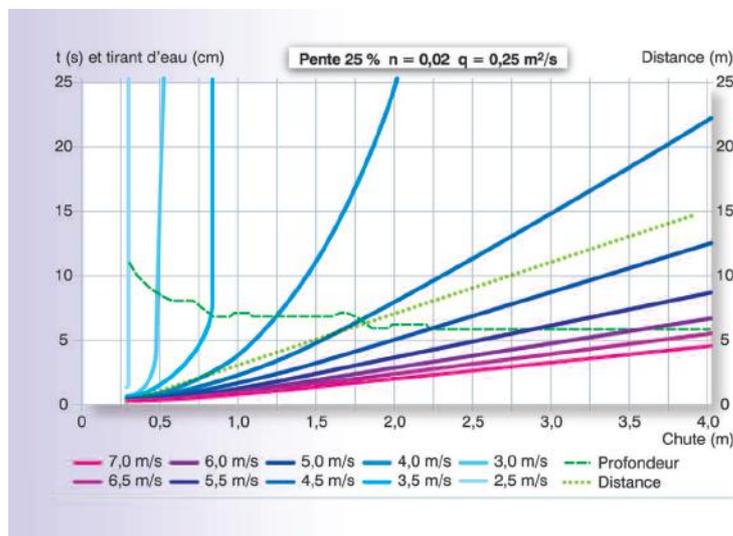


Figure 28 : abaque d'évolution de l'épaisseur de la lame d'eau en fonction des caractéristiques du seuil et de la longueur de l'écoulement

Débit réservé

Tableau 24 : allocation des débits à l'étiage en situation existante

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancrure rive droite (m ³ /s)	échancrures dévalaison (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Turbines Francis (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)
Réservé	7.4	0.9	2.76	1	2.7	0	0.0

Dans ces conditions, les niveaux d'eau sont les suivants¹ :

De 0 à 7,4 m³/s, le débit est légèrement plus important en rive droite qu'en rive gauche. La différence est toutefois largement plus faible que le débit transité par le seuil. On confère un avantage faible pour attirer les poissons vers la rive droite.

¹ Les niveaux ici renseignés sont des niveaux d'eau moyens déterminés sur base de mesures in situ. En conséquence de la configuration du site, le plan d'eau aval n'est pas parfaitement horizontal. Des différences entre la rive gauche et la rive droite sont régulièrement constatées.

L'organisation des ouvrages et l'orientation du seuil permet d'améliorer significativement la situation en termes de franchissement à la montaison. En effet, durant la montaison, les poissons se dirigent selon le flux d'eau. Ils ont tendance à se déplacer à l'encontre du sens du courant. Le seuil étant orienté en oblique par rapport au flux d'eau et constituant un obstacle infranchissable à l'étiage, les poissons bloqués par celui-ci auront tendance à continuer à se déplacer vers l'amont (extrémité du seuil située la plus à l'amont) tant qu'ils le peuvent, soit dans ce cas-ci, vers la rive droite. Arrivé à cette extrémité, ils seront à proximité de l'entrée piscicole de la passe à poissons et pourront franchir l'obstacle.

Si les conditions de franchissement (hauteur de chute entre bassins) présentées par l'ouvrage ne sont pas optimales, on peut les considérer comme acceptables par l'espèce limitante en termes de capacité de nage, la grande alose.

Franchissabilité du seuil

Au débit réservé, le seuil est très faiblement mouillé. Son débit unitaire est de $12 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{m})$. La lame d'eau ne peut donc aucunement permettre la nage des espèces cibles. Dès lors les espèces non sauteuses ne sont pas capable de la franchir. En ce qui concerne les espèces sauteuses, la fosse d'appel d'un peu moins de 1 m peut s'avérer trop faible pour une partie des individus et la largeur du seuil à franchir.

Dans ces conditions, l'attractivité du seuil est très limitée au vu du faible débit qui y passe.

La passe à poissons est pleinement fonctionnelle même si pour certaines espèces, les chutes proposées entre les bassins peuvent paraître un peu trop importante.

L'eau rejetée au travers de la goulotte de dévalaison représente un élément de confusion pour la localisation de la passe à poissons.

La répartition de l'attractivité entre les rives joue en faveur de la rive droite qui a un débit plus important du fait de la passe à poissons et de l'échancrure directement à côté des vannes ($1+2,7=3,7 \text{ m}^3/\text{s}$) contre $1 \text{ m}^3/\text{s}$ (goulotte de dévalaison).

Le débit de la passe à poissons représente 13% des débits en compétitions.

Ces conditions apparaissent durant la fin de la période estivale. Durant cette période, les espèces concernées par la montaison sont les anguilles et les salmonidés. Les hauteurs de chutes entre les bassins ne sont pas préjudiciables. Par leur mode de déplacement par reptation les anguilles peuvent ramper sur le seuil dont la pente est proche de celle préconisée pour les ouvrages spécifiques à cette espèce. Toutefois, les caractéristiques du seuil ne sont pas optimales pour celle-ci. Le tableau inséré ci-dessous renseigne un ICE de 0,66 pour ce type de seuil.

Matrice permettant de calculer la classe de franchissabilité ICE d'ouvrages présentant une zone de reptation pour la civelle (60mm-120 mm) en fonction de la pente et de la longueur de la voie de passage, et à l'aide de l'arbre de décision de la figure 107.

Pente du coursier en %	Distance à franchir L (m)						
	L ≤ 0,5	0,5 < L ≤ 1	1 < L ≤ 2	2 < L ≤ 5	5 < L ≤ 10	10 < L ≤ 20	L > 20
P ≤ 5	1	1	1	1	1	1	1
5 < P ≤ 12.5	1	1	1	1	0,66	0,66	0,66
12.5 < P ≤ 25	1	1	1	1	0,66	0,66	0,66
25 < P ≤ 50	1	1	1	0,66	0,66	0,66	0,33
50 < P ≤ 75	1	1	1	0,66	0,66	0,33	0,33
75 < P ≤ 100	1	1	0,66	0,66	0,33	0,33	0,33
100 < P ≤ 150	1	1	0,66	0,66	0,33	0,33	0
150 < P ≤ 300	1	0,66	0,66	0,33	0,33	0	0
P > 300	0,66	0,66	0,66	0,33	0	0	0

Matrice permettant de calculer la classe de franchissabilité ICE d'ouvrages présentant une zone de reptation pour l'anguillette (120 mm- 400 mm) en fonction de la pente et de la longueur de la voie de passage, et à l'aide de l'arbre de décision de la figure 107.

Pente du coursier en %	Distance à franchir L (m)						
	L ≤ 0,5	0,5 < L ≤ 1	1 < L ≤ 2	2 < L ≤ 5	5 < L ≤ 10	10 < L ≤ 20	L > 20
P ≤ 5	1	1	1	1	1	1	1
5 < P ≤ 12.5	1	1	1	1	1	0,66	0,66
12.5 < P ≤ 25	1	1	1	1	0,66	0,66	0,33
25 < P ≤ 50	1	1	1	0,66	0,66	0,33	0,33
50 < P ≤ 75	1	1	0,66	0,66	0,33	0,33	0
75 < P ≤ 100	1	0,66	0,66	0,33	0,33	0	0
100 < P ≤ 150	1	0,66	0,33	0,33	0	0	0
150 < P ≤ 300	0,66	0,33	0,33	0	0	0	0
P > 300	0,66	0,33	0	0	0	0	0

Figure 29 : méthode de classification ICE des seuils pour les civelles et anguilles jaune (Baudoin et al., 2014)

La figure ci-dessus caractérise la franchissabilité des seuils uniquement, qui dans le cas qui nous intéresse serait caractérisé par un indice de 0,66. Du point de vue global, à l'échelle du site, il faut également prendre en compte la passe à poissons qui est munie d'une rugosité de fond et qui possède des fentes profondes (caractéristiques rendant la passe à poissons adaptée à l'anguille et à son mode de déplacement, la reptation).

A l'échelle globale du site, on peut fixer la classe ICE du barrage à 1. Cette analyse sur la franchissabilité du seuil par l'anguille est valable jusqu'au débit d'équipement plus le débit réservé (soit 27,4 m³/s) (conditions pour lesquelles la lame d'eau sur le déversoir est de l'ordre du centimètre).

Débits d'étiage

Tableau 25 : allocations des débits à l'étiage en situation existante

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancre rive droite (m ³ /s)	échancreures dévalaison (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Turbines Francis (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)
Etiage	8.8	0.9	2.76	1	2.7	1.4	0.0

Les conditions à l'étiage sont similaires à celle du débit réservé. On peut toutefois remarquer que le débit est légèrement plus important en rive gauche du fait du fonctionnement partiel de l'usine de production.

La variation du niveau d'eau aval est négligeable mais tant toutefois à favoriser les conditions de franchissement pour l'aloise. Pour les autres espèces elles sont tout à fait satisfaisantes.

L'orientation du seuil intervient toujours de manière favorable pour la localisation et l'utilisation de la passe à poissons.

La simulation hydraulique de la passe à poissons dans les conditions d'étiage est rappelé ci-dessous, il renseigne les conditions de franchissement de l'ouvrage.

Cloison n°	Cote de l'eau (m)	Cote du radier amont (m)	Chute (m)	Débit (m³/s)	Puissance volumique dissipée (W/m³)	Tirant d'eau moyen (m)	Cote de radier mi-bassin (m)	Type de jet
Amont	54.4							
1	54.172	52.91	0.228	1.054	149.5	1.382	52.79	de surface
2	53.955	52.68	0.217	1.054	141.192	1.395	52.56	de surface
3	53.739	52.45	0.216	1.054	139.218	1.409	52.33	de surface
4	53.527	52.22	0.212	1.054	134.712	1.427	52.1	de surface
5	53.318	51.99	0.209	1.054	131.248	1.448	51.87	de surface
6	53.114	51.76	0.203	1.054	125.132	1.474	51.64	de surface
Aval	52.92	51.51	0.194	1.054				de surface

Figure 30 : simulation hydraulique de la passe dans les conditions d'étiage.

On peut s'apercevoir que les conditions de franchissement sont en adéquation avec les préconisations fixées dans la méthode de classification de la franchissabilité des ouvrages.

Valeurs guide pour le pré-diagnostic des passes à bassins dites « à jets de surface ».

Groupe ICE	Espèces	Chute maximale (m) *	Chute préconisée (m)	Largeur minimale de fente ou échancrure latérale (m) *	Profondeur minimale de bassin (m) *	Longueur minimale de bassins (m) *
1	Saumon atlantique (<i>Salmo salar</i>)	0,35	0,30	0,30	1,00	2,50
	Truite de mer ou de rivière [50-100] (<i>Salmo trutta</i>)					
2	Mulets (<i>Chelon labrosus</i> , <i>Liza ramada</i>)	0,35	0,30	0,20	1,00	1,75
3a	Grande alose (<i>Alosa alosa</i>)	0,30	0,25	0,40	1,00	3,50
3b	Alose feinte (<i>Alosa fallax fallax</i>)					
3c	Lamproie marine (<i>Petromyzon marinus</i>)			0,15		
4a	Truite de rivière ou truite de mer [25-55] (<i>Salmo trutta</i>)	0,35	0,30	0,20	1,00	1,75

11a	Anguille européenne [jaune] (<i>Anguilla anguilla</i>)	0,25	0,20	0,15	0,50	1,25
11b	Anguille européenne [civelle] (<i>Anguilla anguilla</i>)	-	-	-	-	-

Figure 31 : recommandations pour les passe à bassins à jets de surface (Baudoin et al., 2014)

Les conditions d'étiage étant les plus strictes du point de vue du franchissement piscicole, on peut attester que les conditions hydrauliques de la passe sont adaptées aux espèces cibles.

Franchissabilité du seuil

Au débit d'étiage, le seuil est très faiblement mouillé. Son débit unitaire est de 12 l/(s*m). La lame d'eau ne peut donc aucunement permettre la nage des espèces cibles. Dès lors les espèces non sauteuses ne sont pas capable de la franchir. En ce qui concerne les espèces sauteuses, la fosse d'appel d'un peu moins de 1 m peut s'avérer trop faible pour une partie des individus et la largeur du seuil à franchir.

La centrale hydroélectrique est en fonctionnement. Le débit turbiné est de 1,4 m³/s.

Dans ces conditions, l'attractivité du seuil est très limitée au vu du faible débit qui y passe.

La passe à poissons est pleinement fonctionnelle même si pour certaines espèces, les chutes proposées entre les bassins peuvent paraître un peu trop importante.

La répartition de l'attractivité entre les rives joue en faveur de la rive droite qui a un débit plus important du fait de la passe à poissons et de l'échancrure directement à côté des vannes (1+2,7=3,7 m³/s) contre 2,4 m³/s (turbine + goulotte) en rive gauche.

Le débit de la passe à poissons représente 11% des débits en compétitions.

Ces conditions apparaissent durant la fin de la période estivale. Durant cette période, les espèces concernées par la montaison sont les anguilles et les salmonidés. Les hauteurs de chutes entre les bassins ne sont pas préjudiciables. Par leur mode de déplacement par reptation les anguilles peuvent ramper sur le seuil dont la pente est proche de celle préconisée pour les ouvrages spécifiques à cette espèce.

Dans ces conditions, on peut fixer la classe ICE du barrage à 1.

Débit d'équipement + débit réservé

Tableau 26 : allocation des débits au débit équipement + réservé

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancrure rive droite (m ³ /s)	échancrures dévalaison (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Turbines Francis (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)
Equipement + réservé	27.4	0.9	2.76	1	2.7	20	0.0

Lorsque le débit atteint 27,4 m³/s, les turbines sont pleinement fournies en eau et une majorité du débit est transité à proximité de la rive gauche. L'attractivité de cette rive est plus importante que celle de la rive droite.

L'orientation du seuil est encore un avantage pour la localisation de la passe à poissons.

Le débit turbiné est à l'origine d'un risque de retard à la migration. La tendance qu'on les individus à chercher le courant pour remonter, sera de nature à retarder le franchissement de l'ouvrage. La majorité du débit est transitée à proximité de la rive gauche de la Creuse. Les poissons y sont donc attirés majoritairement. L'ouvrage de franchissement se trouvant en rive droite, la localisation de celui-ci sera retardée.

Selon la courbe des débits moyens, ces conditions hydrologiques se présentent préférentiellement de la fin du mois de juin à la mi-août et de la mi-octobre à la fin du mois de novembre.

La première période représente la fin de période de montaison pour toutes les espèces cibles. La seconde fait partie de la période de montaison pour les civelles, saumon atlantique et truite de mer.

Franchissabilité du seuil

Au débit d'équipement plus le débit réservé, le seuil est très faiblement mouillé. Son débit unitaire est de 12 l/(s*m). La lame d'eau ne peut donc aucunement permettre la nage des espèces cibles. Dès lors les espèces non sauteuses ne sont pas capable de la franchir. Les espèces sauteuses (saumon et truite de mer) pourraient être susceptibles de le franchir pour les individus les plus athlétiques. Le tirant d'eau de la fosse d'appel s'élève, dans ces conditions à plus d'un mètre. Le risque de dommage corporel durant le saut n'est toutefois pas à exclure.

La centrale hydroélectrique est en fonctionnement. Le débit turbiné est de 20 m³/s.

Dans ces conditions, l'attractivité du seuil est très limitée au vu du faible débit qui y passe.

La passe à poissons est pleinement fonctionnelle même si pour certaines espèces, les chutes proposées entre les bassins peuvent paraître un peu trop importante.

La répartition de l'attractivité entre les rives joue en faveur de la rive gauche qui a un débit plus important du fait du fonctionnement des turbines.

Le débit de la passe à poissons représente 4% des débits en compétitions.

Ces conditions apparaissent durant la période hivernale et sur une partie des périodes printanière et automnale. Durant la période hivernale, seules les anguilles et la lamproie marine sont en cours de montaison. Pour les autres périodes, toutes les espèces cibles sont concernées par la montaison au printemps. Durant la période automnale, seule la grande alose a terminé sa période de montaison. Les hauteurs de chutes entre les bassins sont plus faibles qu'à l'étiage. Elles conviennent donc à toutes les espèces cibles. Par leur mode de déplacement par reptation les anguilles peuvent ramper sur le seuil dont la pente est proche de celle préconisée pour les ouvrages spécifiques à cette espèce.

Dans ces conditions, on peut fixer la classe ICE du barrage à 0,66.

Module

Tableau 27 : allocation des débits au module en situation existante

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancrure rive droite (m ³ /s)	échancrures dévalaison (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Turbines Francis (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)
Module	74.0	0.9	2.76	1	49.3	20	0.0

La majorité du débit passe par surverse sur le seuil. La répartition de celui-ci sur la largeur du cours d'eau est donc plus homogène. Toutefois, l'avantage reste sur la rive gauche du fait du débit turbiné.

Les conditions de franchissement proposées par la passe à poissons sont très satisfaisantes pour l'ensemble des espèces. Toutefois, un retard à la migration peut être craint du fait des difficultés de localisation de l'ouvrage de franchissement. Les conditions de franchissement au sein de l'ouvrage s'améliorent sensiblement au sein de l'ouvrage.

Tableau 28 : simulation hydraulique de la passe au module

Cloison n°	Cote de l'eau (m)	Cote du radier amont (m)	Chute (m)	Débit (m ³ /s)	Puissance volumique dissipée (W/m ³)	Tirant d'eau moyen (m)	Cote de radier mi-bassin (m)	Type de jet
Amont	54.33							
1	54.138	52.91	0.192	0.917	112.322	1.348	52.79	de surface
2	53.965	52.68	0.173	0.917	96.982	1.405	52.56	de surface
3	53.804	52.45	0.161	0.917	86.204	1.474	52.33	de surface
4	53.658	52.22	0.146	0.917	73.962	1.558	52.1	de surface
5	53.526	51.99	0.132	0.917	62.981	1.656	51.87	de surface
6	53.409	51.76	0.117	0.917	52.027	1.769	51.64	de surface
Aval	53.35	51.51	0.059	0.917				de surface

Les conditions de module apparaissent généralement plus souvent du début du mois de mars jusqu'au mois de juin. Durant cette période, toutes les espèces cibles sont en période de montaison.

Franchissabilité du seuil

Au module, le seuil est mouillé. Son débit unitaire est de 220 l/(s*m). La lame d'eau sur le seuil, une fois stabilisée est d'environ 5 cm. Dès lors, les espèces non sauteuses ne sont pas capable de la franchir. Les espèces sauteuses (saumon et truite de mer) pourraient être susceptibles de le franchir pour les individus les plus athlétiques. Le tirant d'eau de la fosse d'appel s'élève, dans ces conditions à plus d'un mètre. Le risque de dommage corporel durant le saut n'est toutefois pas à exclure.

La centrale hydroélectrique est en fonctionnement. Le débit turbiné est de 20 m³/s.

La passe à poissons est pleinement fonctionnelle même si pour certaines espèces, les chutes proposées entre les bassins peuvent paraître un peu trop importante.

La répartition de l'attractivité entre les rives joue en faveur de la rive gauche qui a un débit plus important du fait du fonctionnement des turbines.

Le débit de la passe à poissons représente 1,5% des débits en compétitions.

Ces conditions apparaissent durant la période hivernale et sur une partie des périodes printanière et automnale. Durant la période hivernale, seules les anguilles et la lamproie marine sont en cours de montaison. Pour les autres périodes, toutes les espèces cibles sont concernées par la montaison au printemps. Durant la période automnale, seule la grande alose a terminé sa période de montaison. Les hauteurs de chutes entre les bassins sont plus faibles qu'à l'étiage. Elles conviennent donc à toutes les espèces cibles. Par leur mode de déplacement par reptation les anguilles peuvent ramper sur le seuil dont la pente est proche de celle préconisée pour les ouvrages spécifiques à cette espèce.

Dans ces conditions, on peut fixer la classe ICE du barrage à 0,66.

2 modules

Tableau 29 : Allocation des débits à 2 fois le module

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancre rive droite (m ³ /s)	échantures dévalaison (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Turbines Francis (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)
2 Modules	148.0	0.9	2.76	1	53.2	20	70.1

Conformément à l'arrêté préfectoral d'autorisation en vigueur, au-delà du module, les vannes de décharges sont ouvertes. Les dimensions respectives de celles-ci permettent de faire transiter plus de débit dans la vanne située en rive droite que dans la vanne située en rive gauche.

Dans ces conditions, la répartition des débits entre la rive gauche et la rive droite est grossièrement à l'équilibre. C'est donc l'orientation du seuil qui est déterminante pour la localisation de la passe à poissons.

Le débit de surverse sur le seuil par rapport aux autres débits en concurrence tend à rendre plus homogène la répartition sur la largeur.

Ces conditions hydrologiques apparaissent la plus souvent du mois de décembre au mois de mars. Il s'agit d'une période de montaison pour les civelles, la lamproie marine et les salmonidés ciblés.

Franchissabilité du seuil

Au module, le seuil est mouillé. Son débit unitaire est de $220 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{m})$. La lame d'eau sur le seuil, une fois stabilisée est d'environ 5 cm. Dès lors les espèces non sauteuses ne sont pas capable de la franchir. Les espèces sauteuses (saumon et truite de mer) pourraient être susceptibles de le franchir pour les individus les plus athlétiques. Le tirant d'eau de la fosse d'appel s'élève, dans ces conditions à plus d'un mètre. Le risque de dommage corporel durant le saut n'est toutefois pas à exclure.

La centrale hydroélectrique est en fonctionnement. Le débit turbiné est de $20 \text{ m}^3/\text{s}$.

La passe à poissons est pleinement fonctionnelle même si pour certaines espèces, les chutes proposées entre les bassins peuvent paraître un peu trop importante.

La répartition de l'attractivité entre les rives joue en faveur de la rive gauche qui a un débit plus important du fait du fonctionnement des turbines.

Le débit de la passe à poissons représente 0,7 % des débits en compétitions.

Ces conditions apparaissent durant la période hivernale et sur une partie des périodes printanière et automnale. Durant la période hivernale, seules les anguilles et la lamproie marine sont en cours de montaison. Pour les autres périodes, toutes les espèces cibles sont concernées par la montaison au printemps. Durant la période automnale, seule la grande alose a terminé sa période de montaison. Les hauteurs de chutes entre les bassins sont plus faibles qu'à l'étiage. Elles conviennent donc à toutes les espèces cibles. Par leur mode de déplacement par reptation les anguilles peuvent ramper sur le seuil dont la pente est proche de celle préconisée pour les ouvrages spécifiques à cette espèce.

Dans ces conditions, on peut fixer la classe ICE du barrage à 0,66.

3 modules

Tableau 30 : allocation des débits à 3 fois le module dans la situation actuelle

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancrure rive droite (m ³ /s)	échancrures dévalaison (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Turbines Francis (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)
3 Modules	222.0	0.9	2.76	1	53.2	20	144.1

Dans ces conditions, le transit des débits est plus important sur la rive droite, en effet, les turbines ne fonctionnent plus. Le débit de surverse est important et les évacuateurs de crues sont ouverts. La différence entre les deux rives n'est plus significative.

Ces conditions, pouvant être apparentées à une crue, sont peu propices pour la montaison du fait de la dérive des individus. En outre, elles apparaissent généralement durant la période hivernale. Les espèces en montaison sont, pour cette période, l'anguille, la lamproie marine et le saumon.

Dévalaison

Les voies de dévalaison sont multiples :

39. 3 exutoires de dévalaison dans le plan de grille en rive gauche ;
40. 1 échancrure de dévalaison en rive droite juste à côté de la vanne de décharge ;
41. 1 échancrure de dévalaison à l'intersection du seuil et de la drôme de défeuillage.
42. Le seuil et la surverse dessus ;
43. Les vannes de décharges lorsqu'elles sont ouvertes ;
44. Et même si elle n'est pas destinée à cet effet, la passe à poissons qui représente une voie possible.

Mise à part les vannes de décharges, les voies de dévalaison sont constamment disponibles. On peut donc attester que la libre dévalaison est atteinte au site.

L'orientation du seuil est, à l'instar de la montaison un atout, elle entraîne les poissons qui ne souhaite pas passer par-dessus le seuil vers la prise d'eau et donc vers les trois exutoires de dévalaison.

3.9.1.4 Conclusion de l'analyse piscicole de la situation existante

Le seuil du moulin Gatineau est équipé de l'ensemble des ouvrages nécessaire à la libre circulation piscicoles de part et d'autre de celui-ci. Le cours d'eau n'est pas morcelé à proximité de celui-ci. De ce fait, chaque ouvrage est atteignable par les individus piscicoles en dépit de leur phase de migration.

L'orientation du seuil est un atout pour la libre circulation piscicole. A la montaison, les poissons sont orientés, par cette orientation, vers la passe à poissons. A la dévalaison, ils sont orientés vers les exutoires de dévalaison.

La disposition des ouvrages est toutefois un facteur de risque de retard à la migration. En effet, les turbines étant situées de l'autre côté de la rivière par rapport à la passe à poissons, le temps de transit depuis la rive gauche (poissons attirés par le débit turbiné) jusqu'à la passe à poissons en rive droite (poissons orientés par la position du seuil) peut créer un retard à la migration et donc une rupture dans le cycle de vie. Cette configuration est d'ailleurs responsable de l'ICE de 0,66 dans les conditions allant du débit d'équipement à 2 fois le module. Le jet de la goulotte de dévalaison en rive gauche intervient également en ce sens.

3.9.2 Situation projetée

Du point de vue de la libre circulation piscicole, les modifications liées au projet sont les suivantes :

45. Remplacement des turbines par des turbines ichtyocompatibles (vis hydrodynamiques et VLH) ;
46. La modification de la goulotte de dévalaison ;
47. L'installation d'une passe à poissons en rive gauche.

Le projet est mené pour atteindre deux objectifs majeurs qui répondent pour partie aux besoins de la société.

48. Améliorer la continuité écologique au droit du moulin de Gatineau ;
49. Optimiser la production d'énergie renouvelable.

Les éléments projetés cités ci-dessus font l'objet d'une description générale au **chapitre 3.6**. Ici, leur description sera orientée en fonction de l'ichtyocompatibilité.

3.9.2.1 Turbines

Tableau 31 : caractéristiques des vis hydrodynamiques

Type de turbines	Vis hydrodynamique (d'Archimède)
Nombre de turbines	3
Débit nominal unitaire	4 m ³ /s
Vitesse de rotation des turbines	<25
Protection du bord amont des pales	Bumpers compressibles
Espacement entre les pales et l'auge	Environ 5 mm
Pressions de fonctionnement	Atmosphérique
Mode de régulation	Vitesse variable et vannes de gardes
Protection	Grilles inclinées et entrefer 120 mm
Mode de mise à sec	Batardage au moyen des rainures prévues à cet effet



Ref.: Q20104-B/FR 14-024

Datun

Compressible Bumpers

- Creates an extra protection for fish.
- When a fish is hit by the leading edge of one of the blades it will not get damaged.

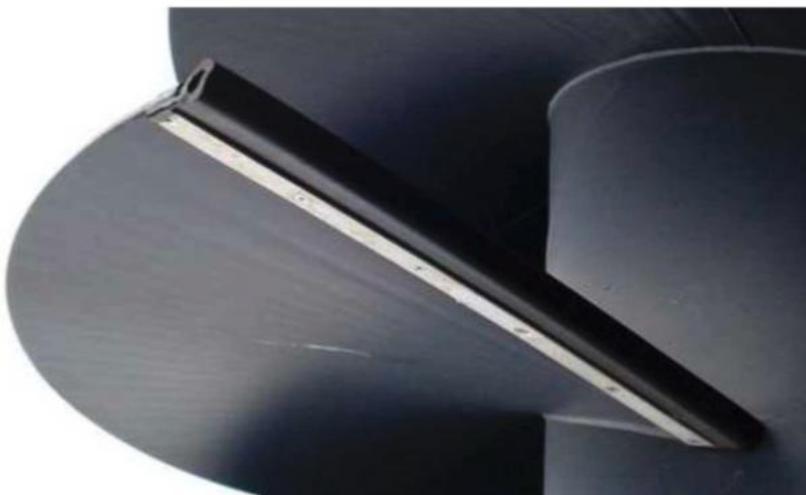


Figure 32 : protection du bords amont des pales

Turbine VLH

Les caractéristiques principales de la turbine sont rappelées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 32 : caractéristiques de la turbine

Paramètres	
Puissance brute installée [kW]	255
Puissance nette installée [kW]	231
Débit turbiné au module [m ³ /s]	20
Chute brute au régime nominal [m]	1,3
Diamètre [m]	5
Type de génératrice	PMG
Variateur de fréquence	Présence

Pour les opérations de maintenance, un système de levage est prévu. Toutes les opérations peuvent dès lors être réalisées hors d'eau.

Les caractéristiques de fonctionnement des turbines VLH sont ci-dessous comparées aux critères d'ichtyocompatibilité.

Tableau 33 : ichtyocompatibilité des turbines VLH (<http://www.vlh-turbine.com/fr/products/vlh-turbine/fish-friendliness/>)

CRITÈRE	ACCEPTABILITÉ	VALEURS VLH
Vitesse en périphérie de pale	de 6 à 12 m/s	4.5 à 8 m/s
Pression minimum mesurée	69 kPa	94 kPa
Variation maximum de pression	550 kPa/s	80 kPa/s
Variation maximum de vitesse	180 m/s/m	10 m/s/m
Espacement maximum entre les pales et le manteau de roue	2.0 mm	4.5 mm

« Le turbogénérateur **VLH** ne satisfait pas ce dernier critère. Cependant, la recherche d'un espace minimum entre les pales et le manteau de roue ne se justifie que dans la mesure où les vitesses de rotation de la roue est élevée et que les poissons ne peuvent plus utiliser leur pouvoir directionnel. Celui-ci dépend principalement de la vitesse de nage par rapport à la vitesse d'écoulement dans la machine. En outre, la nouvelle conception hydraulique mise en œuvre à partir de la fin d'année 2009

incorpore un manteau de roue et un moyeu de forme sphérique, qui permettent de diminuer l'espacement en extrémité de pale et de le maintenir constant quel que soit l'angle d'ouverture des pales. »²

Ces caractéristiques ont été évaluée au moyen d'étude de franchissement menées en conditions réelles sur des sites déjà installés.

Ces études sont consultables à l'adresse : http://www.vlh-turbine.com/wp-content/uploads/2019/01/vlh_fish_test_fr.pdf

3.9.2.2 *Passer à poissons*

Le projet prévoit d'installer une passer à poissons en rive gauche. Celle-ci permettra de combler les lacunes du site en termes de libre circulation piscicole. Pour rappel, ces lacunes sont :

- 54. L'éloignement entre la passer à poissons et la centrale ;
- 55. Le manque d'attractivité pour la rive droite où se trouve la passer à poissons ;
- 56. Les risques de retards à la migration résultants des deux points ci-dessus.

L'installation d'une passer à poissons en rive gauche (adjacente à la centrale hydroélectrique projetée) profitera du débit turbiné pour son attractivité. Le débit turbiné aura une double utilité :

- 57. Produire de l'hydroélectricité ;
- 58. Augmenter l'attrait de la passer à poissons en rive gauche.

La plage de fonctionnement de la centrale hydroélectrique est de 0,4 m³/s (débit d'amorçage de la première turbine) à 190 m³/s (3 MIA). Dans le contexte hydrologique, ça représente sur une année moyenne en fonctionnement compris entre les percentiles 5 et 99, soit 94 % du temps. Ce calcul tient compte du débit réservé qui ne sera en aucun cas turbiné.

Pour optimiser l'efficacité de la passer, celle-ci a été dimensionnée et positionnée pour que l'entrée piscicole soit située à proximité directe de l'écoulement du débit turbiné. Une attention a également été portée sur les eaux rendues blanches par les remous liés aux turbines. Une distance a été respectée afin que les écoulements puissent se stabiliser dans une certaine mesure et que l'entrée piscicole de la passer soit localisable pour les individus en montaison.

² <http://www.vlh-turbine.com/fr/products/vlh-turbine/fish-friendliness/>

Les caractéristiques de dimensionnements ont été sélectionnés pour obtenir, au terme du design, une passe qui puisse être qualifiée de multi-espèces. Cette direction liée au projet est due au fait que la Creuse représente un habitat transitoire et permanent pour un grand nombre d'espèces.

La sortie piscicole respecte elle aussi une distance avec les turbines. Cette distance permet aux poissons de rejoindre le cours d'eau dans une zone qui ne soit pas directement influencée par les turbines et qui lui permette de continuer sa montaison sans être aspiré par les turbines. La liaison entre la passe à poissons et le plan d'eau amont se fait au travers d'un bassin de repos.

La figure ci-dessous présente la passe à poissons projetée.



Figure 34 : passe à poissons rive gauche

Le dimensionnement de la passe a été réalisé selon les caractéristiques suivantes.

Tableau 34 : caractéristiques dimensionnantes de la passe en rive gauche

Type de passe	Bassins à fentes profondes
Chute à prendre en compte	2.07
Espèces visées	multi espèces
Débit de fonctionnement	2 à 10 % du débit turbiné

Pour répondre à ces caractéristiques, les paramètres de dimensionnements suivants ont été sélectionnés.

Tableau 35 : paramètres de dimensionnement de la passe à poissons.

Débit de fonctionnement	1 m ³ /s
Nombre de bassins	9+1
Nombre de chutes	10
Longueur bassins	entre 7 et 12 fois la largeur de la fente = 3.2 m
Largeur bassins	entre 6 et 8 fois la largeur de la fente = 2.8 m
Chute entre les bassins	20 cm
Espèces visées	multi espèces
Largeur de fentes	45 cm
Puissance dissipée	< 150 W/m ³
Rapport L/d	7.11
Rapport l/d	6

Ces paramètres sont valables pour la situation en conditions hydrologiques d'étiage. Les conditions d'étiage sont dans ce cas-ci les conditions les plus strictes. En effet, la chute y est maximale. Elle est de 2.07 m.

Au terme du dimensionnement, la passe obtenue présente les caractéristiques altimétriques et géométriques présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 36 : caractéristiques altimétriques et géométriques de la passe

N° de bassin	Bassin				Cloison : ouvrage n° 1			
	Longueur du bassin (m)	Largeur du bassin (m)	Débit d'attrait (m³/s)	Cote de radier mi-bassin (m)	Cote du radier amont (m)	Type	Paramètres	Valeurs
1	3.6	2.8	0	52.63	52.63	Fente noyée (Larinier)	ZDV	52.63
							L	2
							CdWSL	0.75
2	3.6	2.8	0	52.63	52.63	Fente noyée (Larinier)	ZDV	52.63
							L	0.45
							CdWSL	0.75
3	3.6	2.8	0	52.43	52.53	Fente noyée (Larinier)	ZDV	52.53
							L	0.45
							CdWSL	0.75
4	3.6	2.8	0	52.23	52.33	Fente noyée (Larinier)	ZDV	52.33
							L	0.45
							CdWSL	0.75
5	3.6	2.8	0	52.03	52.13	Fente noyée (Larinier)	ZDV	52.13
							L	0.45
							CdWSL	0.75
6	3.6	2.8	0	51.83	51.93	Fente noyée (Larinier)	ZDV	51.93
							L	0.45
							CdWSL	0.75
7	3.6	2.8	0	51.63	51.73	Fente noyée (Larinier)	ZDV	51.73
							L	0.45
							CdWSL	0.75
8	3.6	2.8	0	51.43	51.53	Fente noyée (Larinier)	ZDV	51.53
							L	0.45
							CdWSL	0.75
9	3.6	2.8	0	51.23	51.33	Fente noyée (Larinier)	ZDV	51.33
							L	0.45
							CdWSL	0.75
10	3.6	2.8	0	51.03	51.13	Fente noyée (Larinier)	ZDV	51.13
							L	0.45
							CdWSL	0.75
Aval					50.93	Fente noyée (Larinier)	ZDV	51.33
							L	0.6
							CdWSL	0.75

On peut remarquer que la dernière fente ne possède pas un seuil au niveau du radier. Cet aménagement a été volontairement réalisé pour maîtriser les remontées du niveau d'eau aval. Dans le cas où une fente profonde aurait été aménagée, la répartition des chutes en hautes eaux aurait été moins homogène. La réduction de la chute aurait été observée principalement sur les chutes situées le plus à l'aval et principalement sur la dernière. Une telle répartition est nuisible pour l'attractivité de l'ouvrages.

Le bassin B1 est un bassin de repos. Afin d'annuler les pertes de charges liées à l'entrée de l'eau dans ce bassin, les dimensions de l'entrée hydraulique ont été fixée de manière à avoir une vitesse d'entrée inférieure à 0,3 m/s. Ces dimensions sont présentées dans le tableau ci-dessous.

L'intérêt de cette faible vitesse d'entrée est double :

59. Limiter au maximum l'énergie dans le bassin et donc lui conférer au mieux son rôle de bassin de repos ;
60. Limiter l'attraction des matériaux dérivants dans la passe et donc diminuer son encombrement par ceux-ci.

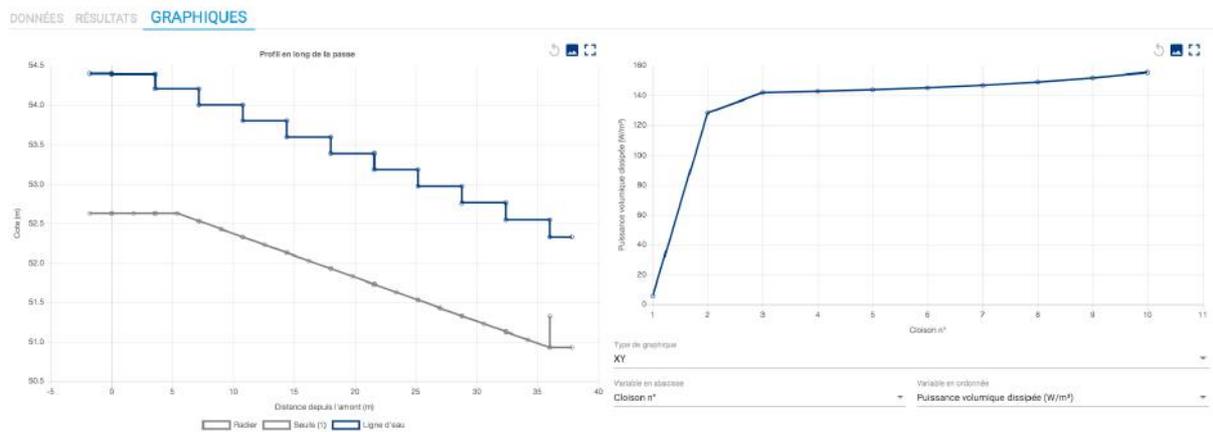
Afin de vérifier le bon fonctionnement de l'ouvrage, des simulations hydrauliques de la passe ont été opérées au moyen du logiciel Cassiopée. Celles-ci sont présentées ci-dessous.

Cette simulation nous montre que la dernière chute est de 20 cm. Le dimensionnement a été réalisé pour limiter la perte d'attractivité malgré les remontées du niveau d'eau aval, ce qui impose de conserver une certaine chute même en période de crue. Pour ce faire, il a fallu augmenter cette chute et la porter à une valeur de 20 cm. Il est à noter que :

61. Une telle chute est tout à fait compatible avec l'ensemble des espèces cible,
62. Qu'elle est noyée de 59 cm ;
63. Qu'il s'agit de la première qui soit franchie, moment où l'épuisement des individus est le plus faible.

Tableau 37 : simulation hydraulique de la passe dans les conditions d'étiage centrale à l'arrêt (8.8 m³/s)

Cloison n°	Cote de l'eau (m)	Cote du radier amont (m)	Chute (m)	Débit (m ³ /s)	Puissance volumique dissipée (W/m ³)	Tirant d'eau moyen (m)	Cote de radier mi-bassin (m)	Type de jet
Amont	54.40							
1	54.39	52.63	0.01	1.13	5.76	1.76	52.63	de surface
2	54.21	52.63	0.18	1.13	128.35	1.58	52.63	de surface
3	54.00	52.53	0.20	1.13	141.82	1.57	52.43	de surface
4	53.80	52.33	0.20	1.13	142.68	1.57	52.23	de surface
5	53.60	52.13	0.21	1.13	143.76	1.57	52.03	de surface
6	53.39	51.93	0.21	1.13	145.12	1.56	51.83	de surface
7	53.18	51.73	0.21	1.13	146.83	1.55	51.63	de surface
8	52.97	51.53	0.21	1.13	149.01	1.54	51.43	de surface
9	52.76	51.33	0.21	1.13	151.81	1.53	51.23	de surface
10	52.55	51.13	0.21	1.13	155.43	1.52	51.03	de surface
Aval	52.33	50.93	0.22	1.13				de surface



Cloison n°	Cote de l'eau (m)	Cote du radier amont (m)	Chute (m)	Débit (m³/s)	Puissance volumique dissipée (W/m³)	Tirant d'eau moyen (m)	Cote de radier mi-bassin (m)	Type de jet
Amont	54.33							
1	54.32	52.63	0.01	1.08	5.64	1.69	52.63	de surface
2	54.14	52.63	0.18	1.08	126.05	1.51	52.63	de surface
3	53.94	52.53	0.20	1.08	139.17	1.51	52.43	de surface
4	53.74	52.33	0.20	1.08	139.28	1.51	52.23	de surface
5	53.54	52.13	0.20	1.08	139.41	1.51	52.03	de surface
6	53.34	51.93	0.20	1.08	139.58	1.51	51.83	de surface
7	53.14	51.73	0.20	1.08	139.79	1.51	51.63	de surface
8	52.94	51.53	0.20	1.08	140.05	1.51	51.43	de surface
9	52.73	51.33	0.20	1.08	140.38	1.50	51.23	de surface
10	52.53	51.13	0.20	1.08	140.79	1.50	51.03	de surface
Aval	52.33	50.93	0.20	1.08				de surface

Tableau 38 : simulation hydraulique de la passe dans les conditions d'étiage centrale en fonctionnement (8.8 m³/s)

Tableau 39 : simulation hydraulique de la passe à poissons au débit réservé + équipement (38,2 m³/s) centrale en fonctionnement

Cloison n°	Cote de l'eau (m)	Cote du radier amont (m)	Chute (m)	Débit (m³/s)	Puissance volumique dissipée (W/m³)	Tirant d'eau moyen (m)	Cote de radier mi-bassin (m)	Type de jet
Amont	54.33							
1	54.32	52.63	0.01	1.04	5.09	1.69	52.63	de surface
2	54.15	52.63	0.17	1.04	112.89	1.52	52.63	de surface
3	53.97	52.53	0.18	1.04	121.53	1.54	52.43	de surface
4	53.79	52.33	0.18	1.04	117.77	1.56	52.23	de surface
5	53.61	52.13	0.18	1.04	113.38	1.58	52.03	de surface
6	53.44	51.93	0.17	1.04	108.33	1.61	51.83	de surface
7	53.27	51.73	0.17	1.04	102.65	1.64	51.63	de surface
8	53.11	51.53	0.16	1.04	96.36	1.68	51.43	de surface
9	52.96	51.33	0.15	1.04	89.56	1.73	51.23	de surface
10	52.81	51.13	0.15	1.04	82.38	1.78	51.03	de surface
Aval	52.69	50.93	0.12	1.04				de surface

Dans cette simulation, on peut observer que les chutes sont mieux réparties et que l'aménagement de la dernière fait son effet.

Tableau 40 : simulation hydraulique de la passe à poissons au débit réservé + équipement (38,2 m³/s) centrale à l'arrêt

Cloison n°	Cote de l'eau (m)	Cote du radier amont (m)	Chute (m)	Débit (m ³ /s)	Puissance volumique dissipée (W/m ³)	Tirant d'eau moyen (m)	Cote de radier mi-bassin (m)	Type de jet
Amont	54.67							
1	54.66	52.63	0.01	1.31	5.81	2.03	52.63	de surface
2	54.48	52.63	0.19	1.31	127.52	1.85	52.63	de surface
3	54.27	52.53	0.20	1.31	139.05	1.84	52.43	de surface
4	54.07	52.33	0.20	1.31	139.45	1.84	52.23	de surface
5	53.87	52.13	0.20	1.31	139.93	1.84	52.03	de surface
6	53.67	51.93	0.20	1.31	140.51	1.84	51.83	de surface
7	53.46	51.73	0.20	1.31	141.22	1.83	51.63	de surface
8	53.26	51.53	0.20	1.31	142.09	1.83	51.43	de surface
9	53.05	51.33	0.21	1.31	143.15	1.82	51.23	de surface
10	52.85	51.13	0.21	1.31	144.45	1.82	51.03	de surface
Aval	52.66	50.93	0.19	1.31				de surface

Tableau 41 : simulation hydraulique de la passe dans les conditions de 3 fois le module (187 m³/s) centrale en fonctionnement.

Cloison n°	Cote de l'eau (m)	Cote du radier amont (m)	Chute (m)	Débit (m ³ /s)	Puissance volumique dissipée (W/m ³)	Tirant d'eau moyen (m)	Cote de radier mi-bassin (m)	Type de jet
Amont	54.70							
1	54.70	52.63	0.01	1.02	2.62	2.07	52.63	de surface
2	54.59	52.63	0.11	1.02	54.89	1.96	52.63	de surface
3	54.48	52.53	0.11	1.02	52.89	2.05	52.43	de surface
4	54.38	52.33	0.10	1.02	46.27	2.15	52.23	de surface
5	54.29	52.13	0.09	1.02	40.22	2.26	52.03	de surface
6	54.20	51.93	0.08	1.02	34.81	2.37	51.83	de surface
7	54.13	51.73	0.08	1.02	30.03	2.50	51.63	de surface
8	54.06	51.53	0.07	1.02	25.86	2.63	51.43	de surface
9	54.00	51.33	0.06	1.02	22.26	2.77	51.23	de surface
10	53.94	51.13	0.06	1.02	19.17	2.91	51.03	de surface
Aval	53.90	50.93	0.04	1.02				de surface

Tableau 42 : simulation hydraulique de la passe dans les conditions de 3 fois le module (187 m³/s) centrale à l'arrêt.

Cloison n°	Cote de l'eau (m)	Cote du radier amont (m)	Chute (m)	Débit (m ³ /s)	Puissance volumique dissipée (W/m ³)	Tirant d'eau moyen (m)	Cote de radier mi-bassin (m)	Type de jet
Amont	54.81							
1	54.80	52.63	0.01	1.14	3.19	2.17	52.63	de surface
2	54.68	52.63	0.12	1.14	67.17	2.05	52.63	de surface
3	54.55	52.53	0.13	1.14	66.29	2.12	52.43	de surface
4	54.44	52.33	0.12	1.14	59.68	2.21	52.23	de surface
5	54.33	52.13	0.11	1.14	53.35	2.30	52.03	de surface
6	54.22	51.93	0.10	1.14	47.40	2.39	51.83	de surface
7	54.13	51.73	0.09	1.14	41.89	2.50	51.63	de surface
8	54.04	51.53	0.09	1.14	36.87	2.61	51.43	de surface
9	53.96	51.33	0.08	1.14	32.36	2.73	51.23	de surface
10	53.89	51.13	0.07	1.14	28.35	2.86	51.03	de surface
Aval	53.84	50.93	0.05	1.14				de surface

Dans les conditions de débit atteignant 3 fois le module, la chute aux abords de la centrale est de 0.97 m. En se référant à la formule de conservation de l'énergie :

$$(E = m \cdot g \cdot H = 0.5 \cdot m \cdot v^2)$$

La vitesse d'écoulement maximale peut être calculée par la formule :

$$V = (2 \cdot g \cdot H)^{1/2}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$H = 0,97 \text{ m/s}$$

La vitesse d'écoulement maximale est donc de 4,36 m/s. Pour rappel, la vitesse de sprint de nage des espèces cibles sont les suivantes :

Tableau 43 : capacité de sprint des espèces cibles

Classe ICE	Espèces	Sauteuse	Vitesse Umax associé (m/s)			Hauteur de saut associé (m)		
			Min	Moy	Max	Min	Moy	Max
1	Saumon atlantique (<i>Salmo Salar</i>) Truite de mer ou de rivière [50-100] (<i>Salmo trutta</i>)	Oui	4.5	5.5	6.5	1	1.5	2.5
3a	Grande alose (<i>Alosa alosa</i>)	Non	3.5	4.25	5			
3c	Lamproie marine (<i>Petromyzon marinus</i>)	NON	3	3.75	4.5	-	-	-
11a	Anguille européenne [jaune] (<i>Anguilla anguilla</i>)	NON		<1.5		-	-	-
11b	Anguille européenne [civelle] (<i>Anguilla anguilla</i>)	NON		<1.5		-	-	-

En outre, pour un débit donné, la chute n'est pas la même selon l'endroit du seuil. Elle est plus importante sur son côté gauche que sur le côté droit. La différence est liée à l'orientation du seuil qui place son extrémité droite plus à l'amont que la gauche. Pour un débit de 210 m³/s, le niveau d'eau aval en rive droite est de 54,3 m NGF. L'écoulement y est à la limite du jet de surface.

3.9.2.3 Goulotte de débit d'attrait et de dévalaison

Avec le débit d'équipement projeté (32 m³/s), le débit de la passe à poissons peut paraître faible (rapport = 3%). Pour pallier cette potentielle faiblesse, un débit d'attrait supplémentaire a été prévu. Le transit de ce débit sera assuré par une goulotte. Celle-ci permettra de faire transiter un débit de 1 m³/s directement du canal d'amenée à l'entrée piscicole de la passe. Le contrôle du débit se fait au moyen d'un seuil de 20 cm de haut qui engendre un jet de surface pour l'entrée de l'eau dans la goulotte. Le débit prévu dans la goulotte est dès lors considéré pour un niveau d'eau amont de 54.33 m NGF.

Le dimensionnement de cette goulotte est repris ci-dessous.

Tableau 44 : caractéristiques de la goulotte de débit d'attrait.

Niveau d'eau prise d'eau	54.33	m NGF
Cote radier	53.46	m NGF
Largeur de fente	1.00	m
cote du seuil	53.66	m NGF
Coefficient de fente	0.75	
chute à la fente	0.20	m
NE après section de contrôle	54.13	m NGF
Débit	1.00	m ³ /s
Largeur goulotte	1.00	m
Pente goulotte	0.5%	
Cote goulotte extrémité aval	53.33	m NGF

L'implantation de celle-ci est présentée dans les plans en **Annexe 1**.

La restitution de ce débit au plan d'eau aval se fera par le biais d'un bassin de dissipation de l'énergie du flux d'eau.

Les caractéristiques de ce bassin sont reprises dans le tableau ci-dessous :

Tableau 45 : caractéristiques du bassin de dissipation de l'énergie

Largeur Bassin	1.8	m
Longueur bassin	2.3	m
Cote seuil de contrôle (échancrure)	51.51	m NGF
Largeur échancrure de restitution	0.4	m
Hauteur de chute à la restitution	0.40	m
Hauteur de chute depuis la goulotte	1.04	m
Cote plan d'eau aval (étiage)	52.30	m NGF
NE bassin de dissipation (étiage)	52.70	m NGF
Cote radier bassin	50.93	m NGF
Hauteur d'eau dans le bassin	1.77	m
Puissance dissipée dans le bassin	1390	W/m ³

La puissance dissipée a été volontairement fixée sur une valeur haute pour créer des conditions d'accueil inconfortables pour les individus. De cette manière on évite d'attirer les individus dans ce bassin qui n'accède pas à la passe à poissons.

Bien qu'initialement prévue pour augmenter l'attractivité de la passe en rive gauche, la goulotte représente également une voie de dévalaison. Les dimensions du bassin de dissipation ont été prévues pour présenter de bonnes conditions de réceptions. La hauteur d'eau minimum dans le bassin de réception est de 1.7 m pour une chute de 1 m. Les paramètres de dimensionnement sont repris ci-dessous.

3.9.2.4 *Analyse de la situation projetée*

Le seuil du moulin Gatineau a une importance majeure pour les migrations des espèces amphihalines ciblées au travers des classements en liste 1 et 2 au sens de l'article L214-17 du code de l'environnement.

L'analyse de la situation existante révèle que :

1. Les équipements présents sur le seuil le rendent franchissable à la montaison et à la dévalaison.
2. La prise d'eau est équipée d'une grille qui préserve les poissons des turbines et qui leur permet de rejoindre les exutoires de dévalaison.
3. L'orientation du seuil est un atout pour la localisation de la passe à poissons.
4. La principale faiblesse du site consiste en l'éloignement de la centrale hydroélectrique et de la passe à poissons. Le débit turbiné étant de nature à attirer les poissons en rive gauche durant la montaison, la localisation de la passe située en rive droite peut être retardée.
5. La passe existante ne présente pas les caractéristiques d'une passe qualifiée de toutes espèces. Mais elle est compatible avec les capacités de nages des espèces cibles.

Selon cette analyse et la méthode de classement ICE, en eaux moyenne, le site a un coefficient de 0,66. Pour pallier ce défaut, le projet prévoit l'installation d'une passe à poissons directement à côté des turbines.

Du point de vue de la dévalaison, le projet prévoit :

1. De déplacer la goulotte de dévalaison existante ;
2. De remplacer les turbines par des turbines ichtyocompatibles ;
3. De conserver l'échancrure à l'extrémité droite du seuil ;
4. De conserver l'échancrure à l'extrémité gauche du seuil ;
5. De conserver le régime de régulation qui fait augmenter la lame d'eau dès que l'hydrologie le permet et ce jusqu'à une épaisseur de 30 cm.

Cette analyse sera réalisée en fonction des classes de débits caractéristiques du site. Pour cette analyse, l'hydrologie actualisée sera utilisée.

1. Etiage : 8,8 m³/s
2. Débit réservé : 6,2 m³/s
3. Débit d'équipement + réservé : 38,2 m³/s
4. Module : 62 m³/s
5. 2 modules : 125 m³/s
6. 3 modules : 189 m³/s

Selon la situation projetée, l'allocation des débits sera opérée comme suit :

Tableau 46 : Allocation de débits en situation projetée

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancrure rive droite (m ³ /s)	PAP rive gauche (m ³ /s)	débit d'attrait rive gauche (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Vis hydrodynamique 1 (m ³ /s)	VLH (m ³ /s)	Vis 2 et 3 (m ³ /s)
Réservé	6.2	0.9	2.76	1	1	0.0	0.57	0	0	0
Etiage	8.8	0.9	2.76	1	1	0.0	0.57	2.6	0	0
Equipement + réservé	38.2	0.9	2.76	1	1	0.0	0.57	4	20	8
Module	62.3	0.9	2.76	1	1	0.0	24.64	4	20	8
2 Modules	124.6	0.9	2.76	1	1	33.7	53.2	4	20	8
3 Modules	186.9	0.9	2.76	1	1	96.0	53.2	4	20	8

En outre, ce tableau donne à la seconde ligne, la répartition du débit réservé qui équivaut à 10% du module.

Étiage

Tableau 47 : Allocation débits à l'étiage

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancrure rive droite (m ³ /s)	PAP rive gauche (m ³ /s)	débit d'attrait rive gauche (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Vis hydrodynamique 1 (m ³ /s)	VLH (m ³ /s)	Vis 2 et 3 (m ³ /s)
Etiage	8.8	0.9	2.76	1	1	0.0	0.57	2.6	0	0

La répartition du débit est uniforme entre la rive gauche et la rive droite. Le choix entre les deux rives sera donc très peu influencé par le débit.

Pour les poissons n'évoluant pas en rive, ils seront naturellement dirigés vers la rive droite du fait de l'orientation du seuil.

Les conditions de franchissement sont en rive gauche, adaptées à toutes les espèces et en rive droite adaptée à toutes les espèces cibles.

Pour la dévalaison, les voies possibles sont :

1. L'échancrure en rive droite ;
2. La passe à poissons en rive droite ;
3. La vis hydrodynamique 1 ;
4. La passe à poissons en rive gauche ;
5. La goulotte de débit d'attrait.

Les conditions d'étiage interviennent durant les périodes estivales et le début de la période automnale. Durant ces périodes, la montaison concerne :

1. L'anguille
2. Le saumon Atlantique
3. La truite de mer

La dévalaison concerne :

1. L'anguille
2. la Grande Alose
3. la Lamproie Marine

Dans ces conditions, le site peut être classé de totalement franchissable à la montaison et à la dévalaison.

L'indice ICE du site peut dès lors être évalué à 1.

Débit d'équipement + débit réservé

Tableau 48 : Allocation débits au débit d'équipement

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancrure rive droite (m ³ /s)	PAP rive gauche (m ³ /s)	débit d'attrait rive gauche (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Vis hydrodynamique 1 (m ³ /s)	VLH (m ³ /s)	Vis 2 et 3 (m ³ /s)
Equipement + réservé	38.2	0.9	2.76	1	1	0.0	0.57	4	20	8

La répartition du débit est clairement favorable à la rive gauche. Les 32 m³/s prévus dans la centrale sont débités. L'attractivité vers la rive gauche est maximale.

Le débit de la passe à poissons et d'attrait supplémentaire représente 6% du débit en rive gauche. Les 20 m³/s de la VLH sont écoulé directement à côté de l'entrée piscicole de la

passer. Par rapport à la largeur d'écoulement, la VLH concentre mieux le débit que les vis. C'est cet aspect qui a arrêté le choix de positionnement des turbines.

Les poissons sont donc directement dirigés vers la passe à poissons. Les conditions de franchissement de la passe sont compatibles avec toutes les espèces cibles.

Tous les poissons n'ayant pas été suffisamment attirés par le débit turbiné ont la possibilité d'emprunter la passe en rive droite.

Pour la dévalaison, la situation est similaire à celle de l'étiage, sauf que les 4 turbines sont en fonctionnement et représentent donc autant de voies de dévalaison supplémentaires.

Les conditions y sont adaptées à toutes les espèces cibles.

Ces conditions hydrologiques apparaissent principalement durant la fin de la période printanière, la période estivale et la période automnale. Les espèces concernées par la montaison :

1. L'anguille
2. Le saumon Atlantique
3. La truite de mer
4. la Grande Alose
5. la Lamproie Marine

La dévalaison concerne :

1. L'anguille
2. la Grande Alose
3. la Lamproie Marine
4. Le saumon Atlantique
5. La truite de mer

Dans ces conditions, le site peut être classé de totalement franchissable à la montaison et à la dévalaison.

L'indice ICE du site peut dès lors être évalué à 1

Module

Tableau 49 : Allocation débits au module

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancrure rive droite (m ³ /s)	PAP rive gauche (m ³ /s)	débit d'attrait rive gauche (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Vis hydrodynamique 1 (m ³ /s)	VLH (m ³ /s)	Vis 2 et 3 (m ³ /s)
Module	62.3	0.9	2.76	1	1	0.0	24.64	4	20	8

Le débit est plus concentré sur la rive gauche que sur la rive droite. Toutefois, le débit de surverse sur le seuil est important, soit 24,64 m³/s. La cote du niveau d'eau amont est de 54,51 m NGF, soit une lame d'eau de 18 cm.

Le débit étant plus concentré sur la rive gauche, les poissons sont préférentiellement attirés vers celle-ci. La passe à poissons est donc justifiée. L'intervention du débit de surverse est double.

1. Attirer certains individus vers la rive droite (orientation du seuil) ;
2. Représenter une voie de montaison pour les individus les plus athlétiques.

Pour la dévalaison, la situation est encore améliorée. Le seuil représente dès lors une voie de dévalaison avec la lame d'eau d'une épaisseur de 18 cm.

Ces conditions hydrologiques se présente principalement durant les périodes hivernales, automnales et printanières. Elles peuvent aussi se rencontrer en périodes estivales mais c'est moins fréquent.

Durant ces périodes, la montaison concerne :

1. L'anguille
2. Le saumon Atlantique
3. La truite de mer
4. La Grande Alose
5. La Lamproie Marine

La dévalaison concerne :

1. L'anguille
2. La Grande Alose
3. La Lamproie Marine
4. Le saumon Atlantique
5. La truite de mer

Dans ces conditions, le site peut être classé de totalement franchissable à la montaison et à la dévalaison.

L'indice ICE du site peut dès lors être évalué à 1

2 Modules

Tableau 50 : Allocation débits à 2 fois le module

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancrure rive droite (m ³ /s)	PAP rive gauche (m ³ /s)	débit d'attrait rive gauche (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Vis hydrodynamique 1 (m ³ /s)	VLH (m ³ /s)	Vis 2 et 3 (m ³ /s)
2 Modules	124.6	0.9	2.76	1	1	33.7	53.2	4	20	8

Durant les conditions de 2 fois le modules, les évacuateurs de crues (vannes de dégrèvement sont utilisées). Le débit est toujours préférentiellement dirigé vers la rive gauche. Toutefois, cette différence est beaucoup moins perceptible pour les individus en montaison.

Conformément avec le règlement d'eau, la lame d'eau sur le seuil sera de 30 cm.

Les passes à poissons voient leur chute à la dernière fente se réduire. Les conditions de franchissement y sont très favorables (faibles chutes et très faibles puissances dissipées).

Le seuil est franchissable en l'état par un nombre plus important d'individus (la vitesse d'écoulement se réduit, la hauteur entre les plans d'eau se réduit, la hauteur d'eau à l'aval pour l'appel des poissons sauteurs est plus importante).

Es conditions de deux fois le modules apparaissent durant les périodes hivernales, printanières et automnales.

Durant ces périodes, la montaison concerne :

1. L'anguille
2. Le saumon Atlantique
3. La truite de mer
4. La Grande Alose
5. La Lamproie Marine

La dévalaison concerne :

1. L'anguille
2. La Grande Alose
3. La Lamproie Marine
4. Le saumon Atlantique
5. La truite de mer

Dans ces conditions, le site peut être classé de totalement franchissable à la montaison et à la dévalaison.

L'indice ICE du site peut dès lors être évalué à 1

3 modules

Tableau 51 : Allocation débits à 3 fois le module

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancrure rive droite (m ³ /s)	PAP rive gauche (m ³ /s)	débit d'attrait rive gauche (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Vis hydrodynamique 1 (m ³ /s)	VLH (m ³ /s)	Vis 2 et 3 (m ³ /s)
3 Modules	186.9	0.9	2.76	1	1	96.0	53.2	4	20	8

A trois modules, le seuil est partiellement noyé sur sa partie droite. Cet ennoisement partiel est lié à l'orientation de celui-ci qui engendre des pertes de charges entre les deux extrémités du seuil.

On peut considérer cette situation hydrologique comme une petite crue. Dès lors la montaison des poissons est limitée par les vitesses d'écoulement dans le cours d'eau qui sont plus importante.

Les ouvrages sont eux pleinement fonctionnels, toutefois, la réduction de la chute et ce sur la dernière fente limite l'attractivité des ouvrages.

Les différences de niveaux d'eau entre les plans amont et aval sont de 0,7 à 1 m. Pour ces valeurs de chute, les vitesses maximales d'écoulement sur le seuil sont de 3,7 à 4,4 m/s. La lame d'eau est de 30 cm. Au vu des vitesses de nage en sprint des espèces cibles, on peut considérer que le seuil est franchissable.

A la dévalaison, les voies sont multiples et présentes sur toute la largeur du cours d'eau.

Ces conditions hydrologiques sont observables durant les périodes hivernales et printanières.

A la montaison, les espèces cibles concernées sont :

1. L'anguille
2. Le saumon Atlantique
3. La Lamproie Marine

A la dévalaison, les espèces cibles concernées sont :

1. L'anguille

2. La Grande Alose
3. La Lamproie Marine
4. Le saumon Atlantique
5. La truite de mer

L'indice ICE du site peut dès lors être évalué à 1

3.9.2.5 Conclusion portant sur l'analyse de la situation projetée du point de vue de la libre circulation piscicole

Dans la situation projetée, la libre circulation piscicole sera améliorée en ce sens que les retards liés au seuil seront significativement atténués. La situation problématique qui s'observait lorsque la centrale hydroélectrique tournait à son débit d'équipement est éliminée par l'implantation de la passe prévue en rive gauche.

Au vu des importants débits mis en jeux sur ce site, la goulotte de débit d'attrait permet d'optimiser l'attractivité de la passe à poissons et donc son efficacité. Les conditions dans le bassin de dissipation ont été définies de manière à ne pas tromper les individus sur les possibilités d'accès au plan d'eau amont.

La suppression de la goulotte de dévalaison comme existant permet d'éliminer un élément de distraction dans la localisation des ouvrages de montaison.

La situation projetée et les progrès qu'elle amène nous permet de considérer le moulin de Gatineau comme un élément favorable à l'atteinte des objectifs définis au travers de la note du 31 octobre 2017 sur le franchissement pour l'Alose.

Le fait de ne pas intervenir sur la passe à poissons en rive droite permettra en outre de conserver les possibilités de franchissement durant toute la durée du chantier.

3.10 Volet sédimentaire

Le transit des sédiments est un enjeu qui est concerné par le seuil du moulin de Gatineau. A ce titre, des ouvrages et un mode de gestion du niveau d'eau amont ont été mis en œuvre. Ceux-ci sont repris au travers de l'arrêté préfectoral d'autorisation en vigueur.

Le présent projet ne prévoit pas de modifier le règlement de gestion du niveau d'eau amont.

Pour rappel, ce régime de gestion prévoit l'ouverture des vannes de décharge dès que le niveau d'eau amont atteint la cote 54,63 m NGF. Les vannes de décharges sont des vannes de type guillotine. Ce type de vannes favorise les déplacements de sédiment par charriage et saltation (opérés sur le fond du cours d'eau). L'ouverture intervient lorsque le débit de la Creuse atteint les 90 m³/s. Soit entre les percentiles 20 et 30%.

Le projet prévoit d'intervenir sur deux éléments du site.

6. Les turbines
7. La vanne de décharges à l'extrémité gauche du seuil

Turbines

Les turbines prévues étant ichtyocompatibles, elles seront équipées de grilles à large entrefer. Ce faisant, la résistance mécanique de celles-ci est garantie par le fabricant pour tout matériaux capables de passer au travers de la grille dont il a défini l'entrefer. Généralement, celui-ci correspond à un entrefer compris entre 120 et 150 mm.

Les matériaux capables de traverser les grilles étant de tailles assez réduites, ils ont plus tendance à être déplacés par suspension dans l'eau. L'installation de turbines ichtyocompatibles est donc de nature à favoriser le transit sédimentaire par suspension.

Vanne de décharge à l'extrémité gauche du seuil

Le projet prévoit d'aménager l'amenée d'eau en conséquence de l'augmentation du débit d'équipement. Étant limité en largeur, l'aménagement consistera à descendre le radier de la zone d'amenée de l'eau à la cote 52,00 m NGF. Pour conserver (et même améliorer) les capacités de transit des sédiments par cette vannes, il est décidé de baisser le radier de celle-ci 20 cm plus bas que le radier de l'amenée d'eau (soit 51,80 m NGF).

La différence de niveau se fera par une cassure brusque de manière à bloquer les sédiments de fond devant la vanne et de pouvoir les évacuer facilement par l'ouverture de celle-ci.

En outre du régime de régulation, l'exploitant pourra ouvrir cette vanne ponctuellement de manière à évacuer vers l'aval les sédiments accumulés.

3.11 Mode d'exploitation

L'allocation de débits a été analysées dans les paragraphes précédents. Nous la rappelons ici.

Tableau 52 : Allocation de débits en situation projetée

Débit Creuse	Débit (m ³ /s)	PAP rive droite (m ³ /s)	échancre rive droite (m ³ /s)	PAP rive gauche (m ³ /s)	débit d'attrait rive gauche (m ³ /s)	Evacuateurs de crue (m ³ /s)	Seuil (m ³ /s)	Vis hydrodynamique 1 (m ³ /s)	VLH (m ³ /s)	Vis 2 et 3 (m ³ /s)
Réservé	6.2	0.9	2.76	1	1	0.0	0.57	0	0	0
Etiage	8.8	0.9	2.76	1	1	0.0	0.57	2.6	0	0
Equipement + réservé	38.2	0.9	2.76	1	1	0.0	0.57	4	20	8
Module	62.3	0.9	2.76	1	1	0.0	24.64	4	20	8
2 Modules	124.6	0.9	2.76	1	1	33.7	53.2	4	20	8
3 Modules	186.9	0.9	2.76	1	1	96.0	53.2	4	20	8

Le niveau de retenue n'est pas modifié, il reste établi à **54,33m NGF**, altitude de la crête du seuil.

La centrale étant totalement automatisée et accessible en télégestion, l'ordre de démarrage des turbines ne pourra être donné qu'une fois l'ensemble des allocations de débits réservés étant assurés (passage passif de l'eau) et le niveau minimum atteint.

Pour des débits plus importants de la rivière, le prélèvement d'un maximum de 32 m³/s est possible par les installations de production, il n'y a donc pas de modification du niveau amont.

A partir d'un débit de la rivière atteignant 38,2 m³/s, le niveau amont augmentera progressivement jusqu'à atteindre la cote de régulation maximale de **54,63m NGF**.

A partir de ce moment, les vannes de décharge, situées en rive gauche et en rive droite, seront progressivement ouvertes pour maintenir le niveau amont à la cote définie.

La centrale est équipée d'un système de télésurveillance qui en permet la gestion à distance ainsi que le relevé des caractéristiques de fonctionnement à tout moment.

Le propriétaire, ou son représentant, passera sur site en moyenne deux fois par semaine afin d'assurer la maintenance de la centrale, des passes à poissons et dégager les éventuels embâcles bloqués en amont des ouvrages.

En cas de crue (Débit Creuse > 5*Module), la centrale sera automatiquement mise à l'arrêt afin d'être préservée.

Rappelons que la centrale et les ouvrages de franchissement piscicole sont situés en dehors du barrage, aux emplacements historiques ou en berges et qu'aucun remblai dans le lit majeur n'est envisagé à une cote supérieure à l'altitude du lit majeur existant et que dès lors les ouvrages n'induisent aucunes incidences sur les crues.

3.12 Production hydroélectrique

La production hydroélectrique selon la situation projetée a été calculée selon le modèle présenté ci-dessous.

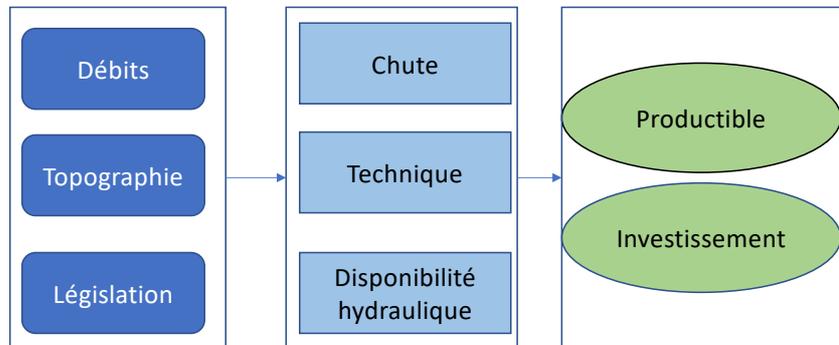


Figure 35 : modèle de calcul du productible

La modélisation prend en compte :

8. Les turbines projetées ;
9. Le respect du débit réservé ;
10. Données historiques de débit (2007-2019) ;
11. L'évolution de la chute.

Les résultats de la simulation sont repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 53 : productibles annuels simulés

Année	Production annuelle totale [kWh]	Production été [kWh]	Production hiver [kWh]	Taux d'utilisation
2007	1,816,718	1,122,740	693,978	68%
2008	1,382,952	508,402	874,550	55%
2009	1,459,070	679,750	779,319	54%
2010	1,501,884	752,485	749,399	61%
2011	820,876	182,741	638,135	30%
2012	1,656,936	785,780	871,156	61%
2013	2,134,686	1,354,760	779,926	84%
2014	1,971,253	1,204,119	767,134	74%
2015	1,355,851	744,295	611,556	52%
2016	1,492,329	802,484	689,845	59%
2017	1,486,416	716,891	769,525	53%
2018	1,230,827	770,683	460,144	51%
2019	1,141,925	326,958	814,967	43%
Moyenne	1,496,286	765,545	730,741	57%

Le projet a été développé sur la moyenne des productibles calculés pour chaque année. Il est également à noter que l'étude hydrologique ait été réalisée sur base des mêmes données historiques de débits.

En synthèse les productibles remarquables sont repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 54 : productible remarquable

Turbines équipées	1 VLH de 20 m ³ /s et 3 vis d'Archimède de 4 m ³ /s
Productible annuel moyen (kWh)	1,496,286
Productible minimum (kWh)	820,876
Productible maximum (kWh)	2,134,686

3.13 Mode opératoire des travaux

Les travaux sont concentrés en rive gauche à l'emplacement du moulin historique. Ils sont énoncés dans le tableau ci-dessous et détaillés dans les paragraphes qui suivent.

Tableau 55 : Liste des travaux à réaliser

Type de travaux	Localisation	Quantités
Installation de chantier	Berge en rive gauche, directement à l'aval du moulin existant	250 m ²
Création d'une piste d'accès à l'aval du moulin	Depuis la zone d'installation de chantier	80 m ³
Mise à sec de la zone aval	Depuis la berge en rive gauche jusqu'aux vannes de décharge	1400 m ³
Mise à sec de la zone amont	Depuis les vannes de décharge jusqu'à la berge	650 m ³
Dépose du bâtiment existant	Depuis la zone aval	1000 m ³
Déblais	Dans la zone comprise entre l'amont (+/- 20m) des vannes de décharge jusqu'à la sortie des turbines	1540 m ³
Construction des nouveaux ouvrages	Seuil des vannes de décharge, turbines et passe à poissons	1150 m ³
Enrochement à l'aval de la centrale	Berge en rive gauche	450 m ³
Construction du nouveau bâtiment technique	Au-dessus des turbines	150 m ³
Installation des équipements électromécaniques	Au-dessus des turbines, à l'emplacement historique	
Dépose et évacuation du batardeau	Amont et aval	2050 m ³

3.13.1 Installation de chantier

Installation de chantier et mise en place de la zone de stockage : Une zone d'environ 200 à 250m², située en rive gauche, directement à l'aval du bâtiment existant, sera réservée à l'entreposage des matériaux et de la grue de manutention. Certains locaux seront à minima imposés à l'entreprise : vestiaire, réfectoire, sanitaires (y compris douche) et salle de réunion. Les raccordements (eau, électricité, téléphone/câble,...) y afférents devront être réalisés en accord avec les prescriptions techniques des fournisseurs et des autorités.

3.13.2 Création d'une piste d'accès à l'aval du moulin

L'accès au chantier se fera par contournement du moulin sur la berge. Pour préserver celle-ci, un aménagement est prévu. Il s'agira d'implanter une piste avec les caractéristiques structurelles de résistance suffisantes pour le passage d'engins lourds de chantier. Cette piste permettra de relier l'extrémité de la piste existante pour l'accès au moulin jusqu'à la zone où le batardeau rejoindra la rive gauche.

3.13.3 Mise à sec de la zone de chantier

Réalisation des batardeaux en amont et en aval de la zone de chantier : à l'amont, un endiguement sera réalisé perpendiculairement entre la berge et le seuil, environ 20 mètres en amont du vannage de décharge ; à l'aval, cette digue sera prolongée pour rejoindre la berge en rive gauche environ 40 mètres en aval du bâtiment existant. La digue sera réalisée uniquement avec des matériaux validés par les autorités qui seront entièrement retirés en fin de chantier. Certains matériaux de déblai et de démolition du bâtiment seront utilisés s'ils reçoivent l'aval des autorités. Les batardeaux seront réalisés pour permettre aux engins de chantier d'y circuler. La largeur de leur crête sera donc portée à 3m.

Les matériaux de fond de rivière destinés à être retirés seront prioritairement utilisés. Une rampe d'accès depuis la berge jusqu'à la zone aval du chantier sera mise en place pour permettre l'accès des engins à la zone mise à sec.

La mise à sec sera effective jusqu'à la dépose des batardeaux.

La conservation de la zone à sec sera assurée par un pompage permanent. Le débit de pompage sera adapté en fonction des infiltrations d'eau.

A la suite de la mise en place des batardeaux les deux zones isolées feront l'objet d'une pêche électrique de sauvegarde des individus.

3.13.4 Dépose du bâtiment existant

Le bâtiment existant est destiné à être totalement démonté. Le phasage sera proposé par l'entreprise qui prendra en charge les travaux en tenant compte de l'obligation absolue de ne

retirer toute partie du bâtiment situé sous la cote 55,50 m NGF, qu'une fois la mise à sec effectuée. L'ensemble des matériaux sera trié et éliminés conformément aux normes en vigueur. L'intervention sera planifiée pour limiter au maximum l'intervention dans le cours d'eau. La dépose du bâtiment ne sera pas à l'origine d'une modification du cours du seuil. Les liaisons structurelles avec la vanne de décharge et le seuil seront conservées. La stabilité des ouvrages ne sera pas mise en péril.

3.13.5 Déblais

L'implantation des ouvrages nécessite d'aménager le fond de rivière au droit du projet. Cet aménagement sera à l'origine de déblais pour un volume estimé de 1500 m³. Les matériaux naturels seront restitués à la rivière (au le plan d'eau aval). Les matériaux anthropiques seront eux retirés et traités selon les règles établies par la législation.

3.13.6 Construction des nouveaux ouvrages

La construction des ouvrages sera rendue possible dès lors que le fond de fouille sera atteint. La construction commencera par la réalisation d'une couche de propreté, de forme et du radier. Les métaux nécessaires au ferrailage de la structure seront implantés dès le coulage du radier. Des bavettes sont prévues pour se prémunir de l'effet renard sous la centrale.

Les voiles seront implantés par la suite sur les différents radiers. La méthodologie d'implantation n'est pas encore fixée, elle le sera sur base des propositions émises par les entrepreneurs candidats une que l'un d'entre eux aura été sélectionné.

Lorsque les voiles seront en places, les différentes dalles seront implantées avec le ferrailage nécessaires pour résister aux forces mécaniques qu'il est prévu de leur appliquer. Une étude de stabilité sera réalisée sur l'ensemble des ouvrages projetés. Elle déterminera le ferrailage nécessaire à la stabilité des ouvrages. Cette étude prendra en compte les l'ensemble des enjeux du projet.

Chaque ouvrage est consultable dans les plans à l'annexe 1.

3.13.7 Enrochement à l'aval de la centrale

A l'aval de la centrale, il est prévu d'implanter sur le pied de la berge gauche un enrochement. Cet enrochement aura pour but de prévenir l'érosion de la berge par le flux d'eau des turbines et de la passe à poissons. Cet enrochement sera prévu sur une longueur d'une vingtaine de mètre et partira du bassin de dissipation du débit d'attrait.

3.13.8 Construction du nouveau bâtiment technique

Pour abriter les éléments électromécaniques, un local technique sera construit au-dessus des turbines en lieu et place du bâtiment existant. Les dimensions de celui-ci sont consultables dans le plan. Celui-ci sera dimensionné de manière à protéger l'ensemble de son contenu d'une crue équivalente à celle de 1896. Il est à noter que les dimensions et l'encombrement de celui-ci seront réduits par rapport au bâtiment existant.

3.13.9 Installation des équipements électromécaniques

Lorsque les ouvrages de génie civil seront construits, les éléments électromécaniques seront installés. La pose des éléments massifs (turbines, vannes, génératrices, boîtes de vitesses, grilles, etc) sera réalisée au moyen d'une grue depuis la berge.

Certains éléments seront scellés dans un béton dit de seconde phase. Ces éléments sont les cadres de vannes, les paliers, les génératrices et les boîtes de vitesse des vis et les ancrages pour la turbine VLH.

3.13.10 Dépose et évacuation des batardeaux

La dépose des batardeaux sera entamée une fois que l'ensemble des éléments électromécaniques sera conformément installé et réceptionné. Celle-ci sera réalisée par retrait sur la crête du batardeau. Cette méthode permet d'éviter aux engins de chantier de descendre dans le cours d'eau. Les matériaux issus du cours d'eau lui seront restitué. Les matériaux importés seront retirés et traités conformément aux règles législative en vigueur.

3.14 Rubrique de la nomenclature

Tableau 56 : Rubrique de nomenclature

	Rubrique concernée	Caractéristiques des travaux projetés	Soumis à
TITRE Ier - PRÉLÈVEMENTS			
1.1.1.0.	Non concernée		
1.1.2.0.	Non concernée		
1.2.1.0.	(...) ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau: 1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m ³ /heure ou à 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global	Le débit de référence de la Creuse, pour l'application de ce texte, est le module , 63 m ³ /s (soit 226800 m ³ /h). • 2% du débit correspond à 1260 l/s	Autorisation

	d'alimentation du canal ou du plan d'eau (A) ; 2° D'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m ³ / heure ou entre 2 et 5 % du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau (D).	<ul style="list-style-type: none"> 5% du débit correspond à 3150 l/s <p>Le barrage de prise d'eau existe de façon ancestrale, longtemps avant la loi sur l'eau du 3 janvier 1992. Il permet la dérivation des eaux vers le moulin. Le débit prélevé est historiquement (voir Consistance légale) limité à 20 m³/s (72000 m³/h). Le projet prévoit le turbinage de 32 m³/s. Le débit maximal dérivé représente plus de 5% du débit de référence du cours d'eau.</p>	
1.2.2.0.	Non concernée		
1.3.1.0.	Non concernée		
TITRE II - REJETS			
	Sans objet		
TITRE III - IMPACTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE OU SUR LA SÉCURITÉ PUBLIQUE			
3.1.1.0.	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : 1° Un obstacle à l'écoulement des crues (A) ; 2° Un obstacle à la continuité écologique : a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (A) ; b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la	Le seuil existant constitue un obstacle à la continuité écologique, la chute brute au module est de l'ordre de 1,3 m. La chute brute est de l'ordre de 1,5 m à l'étiage. Le seuil n'est pas modifié, il n'y a pas d'impact sur les crues (cf chapitre sur l'hydraulique).	Autorisation

	ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation (D).		
3.1.2.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m (A) ; 2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D).	Le seuil barrant le lit de la Creuse a modifié le profil en long du cours d'eau, par la modification de la ligne d'eau. L'emprise du seuil existant en largeur occupe la totalité du lit du cours d'eau. Par rapport à la situation existante, le projet ne prévoit pas de modifier le profil du cours d'eau.	Sans objet
3.1.3.0.	Sans objet		
3.1.4.0.	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes : 1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; 2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D).	Enrochement de stabilisation < 20 m	Sans objet
3.1.5.0.	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet : 1° Destruction de plus de 200 m ² de frayères (A) ; 2° Dans les autres cas (D).	Lors de la construction du seuil, les travaux ont modifié le lit du cours d'eau entraînant des risques de destruction de zones d'habitat et de reproduction. L'emprise de la zone de travaux se limite à la zone de mise à sec (voir plan). Cette zone n'est pas une frayère et ne présente pas d'intérêt biologique ou hydromorphologique particulier.	Sans objet

3.2.1.0.	Entretien de cours d'eau ou de canaux (...), le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année : 1° Supérieur à 2 000 m ³ (A) ; 2° Inférieur ou égal à 2 000 m ³ dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 (A) ; 3° Inférieur ou égal à 2 000 m ³ dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 (D).	Le transit sédimentaire est déjà pris en charge par les différents ouvrages. Le projet prévoit l'aménagement du cours d'eau à l'amont et à l'aval du moulin. Le volume des sédiments concernés est largement inférieur à 2000 m ³ .	Déclaration
3.2.2.0.	3.2.2.0. Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m ² (A) ; 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m ² et inférieure à 10 000 m ² (D).	La surface est inférieure à 10000 m ² . Il n'y a pas de remblais du lit majeur prévu	Déclaration
3.2.3.0.	Plans d'eau, permanents ou non : 1° Dont la superficie est supérieure ou égale à 3 ha (A) ; 2° Dont la superficie est supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 3 ha (D).		Sans objet
3.2.4.0.	1° Vidanges de plans d'eau issus de barrages de retenue, dont la hauteur est supérieure à 10 m ou dont le volume de la retenue est supérieur à 5 000 000 m ³ (A) ; 2° Autres vidanges de plans d'eau, dont la superficie est supérieure à 0,1 ha, hors opération de chômage des voies navigables, hors piscicultures mentionnées à	L'exploitation de la centrale ne prévoit pas d'écluse. Elle fonctionne au fil de l'eau.	Sans objet

	l'article L. 431-6, hors plans d'eau mentionnés à l'article L. 431-7 (D).		
3.2.5.0.	Barrage de retenue et ouvrages assimilés relevant des critères de classement prévus par l'article R. 214-112 (A). ³	La hauteur du seuil de prise d'eau est inférieure à 5 m. Il n'y a pas d'habitation à l'aval du seuil jusqu'à une distance de 400m, sauf le moulin, non habité. Le barrage n'est donc pas classé au sens de l'article R.214-112 du code de l'environnement.	Sans objet
3.2.6.0.	Sans objet		
3.2.7.0.			
3.3.1.0.			
3.3.2.0.			
3.3.3.0.			
3.3.4.0.			
TITRE IV - IMPACTS SUR LE MILIEU MARIN			
	Sans objet		
TITRE V - RÉGIMES D'AUTORISATION VALANT AUTORISATION AU TITRE DES ARTICLES L. 214-1 ET SUIVANTS DU CODE DE L'ENVIRONNEMENT			
	Sans objet		

3.15 Coûts du projet

Les coûts du projet ont été calculés durant la phase d'avant-projet. Ceux-ci sont consultables au travers de l'analyse financière du projet. Le tableau ci-dessous en reprend les principaux éléments.

³ Extrait de l'article R.214-112

Tableau 57 : analyse financière succincte du projet

Investissement		
	Travaux de génie civil	Equipements électromécaniques
Travaux préparatoire et remise en état du site	158,700.00 €	
Centrale hydroélectrique	650,307.75 €	1,534,318.00 €
Ouvrage de libre circulation piscicole	395,888.65 €	
Somme	1,204,896.40 €	1,534,318.00 €
Total investissements		2,739,214.40 €
Production		
	Energie (kWh)	Chiffre d'affaire moyen (2 composantes)
Productible annuel moyen	1,496,286	
Productible minimum	820,876	
Productible maximum	2,134,686	
		219,329.51 €
Coût d'exploitation (OPEX)	21%	43,865.90 €
Rentabilité		
Temps de retour sur investissement (années)		15.6

3.16 Moyen de surveillance et d'intervention en cas d'accident

Tel que mentionné au point 3.10., plusieurs organes électromécaniques de surveillance et de détection permettront de détecter instantanément un dysfonctionnement. Suite à une telle détection, les organes de sécurité que sont les vannes de garde et les freins seront mis en fonctionnement afin de mettre la centrale en sécurité. Des disjoncteurs sont également prévus afin de parer à tous dysfonctionnements électriques.

En outre, chaque dysfonctionnement est envoyé au personnel d'exploitation qui pourra prévoir les opérations nécessaires en vue de remettre la centrale en fonctionnement.

Pour les interventions nécessitant d'intervenir à sec, le design des ouvrages de génie civil prévoit des échancrures destinées à mettre les chambres d'eau à sec par l'implantation de batardeaux à l'aval des turbines. La mise à sec à l'amont sera opérée au moyen des vannes de garde.

4 Étude d'incidence

En outre des intérêts du pétitionnaire, le projet fut mis au point pour viser les intérêts mentionnés à l'article L181-3 du code de l'environnement. Ces intérêts doivent être respectés pour obtenir l'autorisation nécessaire à l'installation et à l'exploitation du projet. Ils sont repris dans le tableau ci-dessous.

Tableau 58 : répertoire des intérêts visés par le projet

Articles		Intérêt	Mention
L181-3 I		L'autorisation environnementale ne peut être accordée que si les mesures qu'elle comporte assurent la prévention des dangers ou inconvénients pour les intérêts mentionnés aux articles L. 211-1 et L. 511-1 , selon les cas.	
	L211-1 I 1°	La prévention des inondations et la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et des zones humides ; on entend par zone humide les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ;	4.4 Incidences sur les crues
	L211-1 I 2°	La protection des eaux et la lutte contre toute pollution par déversements, écoulements, rejets, dépôts directs ou indirects de matières de toute nature et plus généralement par tout fait susceptible de provoquer ou d'accroître la dégradation des eaux en modifiant leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques ou bactériologiques, qu'il s'agisse des eaux superficielles, souterraines ou des eaux de la mer dans la limite des eaux territoriales	4.2 Incidences sur la qualité de l'eau
	L211-1 I 3°	La restauration de la qualité de ces eaux et leur régénération	4.2 et 4.3 Incidences sur le transit sédimentaire et 4.6 Incidences sur la faune hliutique
	L211-1 I 4°	Le développement, la mobilisation, la création et la protection de la ressource en eau	4.2
	L211-1 I 5°	La valorisation de l'eau comme ressource économique et, en particulier, pour le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable ainsi que la répartition de cette ressource	4.2 ; 4.5 Incidence sur la qualité de l'air ; 4.9. Incidence sur l'homme ; 4.11. Incidence sur la société
	L211-1 I 5° bis	La valorisation de l'eau comme ressource économique et, en particulier, pour le développement de la production d'électricité d'origine renouvelable ainsi que la répartition de cette ressource	4.5 ; 4.9 ; 4.11
	L211-1 I 6°	La promotion d'une utilisation efficace, économe et durable de la ressource en eau	4.2
	L211-1 I 7°	Le rétablissement de la continuité écologique au sein des bassins hydrographiques	4.6
	L211-1 II 1°	La gestion équilibrée doit permettre en priorité de satisfaire les exigences de la santé, de la salubrité publique, de la sécurité civile et de l'alimentation en eau potable de la population. Elle doit également permettre de satisfaire ou concilier, lors des différents usages, activités ou travaux, les exigences : De la vie biologique du milieu récepteur, et spécialement de la faune piscicole et conchylicole	4.6 ; ; 4.9 ; 4.11
	L211-1 II 2°	De la conservation et du libre écoulement des eaux et de la protection contre les inondations	4.4
	L211-1 II 3°	De l'agriculture, des pêches et des cultures marines, de la pêche en eau douce, de l'industrie, de la production d'énergie, en particulier pour assurer la sécurité du système électrique, des transports, du tourisme, de la protection des sites, des loisirs et des sports nautiques ainsi que de toutes autres activités humaines légalement exercées.	4.2 ; 4.4
	L211-1 III	La gestion équilibrée de la ressource en eau ne fait pas obstacle à la préservation du patrimoine hydraulique, en particulier des moulins hydrauliques et de leurs	Nature du projet

		dépendances, ouvrages aménagés pour l'utilisation de la force hydraulique des cours d'eau, des lacs et des mers, 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.	
	L511-1		
L181-3 II		L'autorisation environnementale ne peut être accordée que si les mesures qu'elle comporte assurent également	
	1°	Le respect des conditions, fixées par les articles L. 229-7 à L. 229-10 , d'affectation des quotas d'émission de gaz à effet de serre	Non concerné par le projet
	2°	La conservation des intérêts définis aux articles L. 332-1 et L. 332-2 ainsi que, le cas échéant, la mise en œuvre de la réglementation ou de l'obligation mentionnés par l'article L. 332-2 , que traduit l'acte de classement prévu par l'article L. 332-3 , lorsque l'autorisation environnementale tient lieu d'autorisation spéciale au titre d'une réserve naturelle créée par l'Etat	Non concerné par le projet
	3°	La conservation ou la préservation du ou des intérêts qui s'attachent au classement d'un site ou d'un monument naturel mentionnés à l'article L. 341-1 ainsi que de ceux mentionnés par la décision de classement, lorsque l'autorisation environnementale tient lieu de l'autorisation spéciale prévue par les articles L. 341-7 et L. 341-10	Non concerné par le projet
	4°	Le respect des conditions, fixées au 4° de l'article L. 411-2 , de délivrance de la dérogation aux interdictions édictées pour la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, des espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, lorsque l'autorisation environnementale tient lieu de cette dérogation	Non concernée par le projet
	5°	Le respect des objectifs de conservation du site Natura 2000, lorsque l'autorisation environnementale tient lieu d'absence d'opposition mentionnée au VI de l'article L. 414-4	Non concernée par le projet
	6°	Le respect des conditions de l'utilisation confinée d'organismes génétiquement modifiés prévue par le premier alinéa du I de l'article L. 532-2 fixées par les prescriptions techniques mentionnées au II de l'article L. 532-3 lorsque l'autorisation tient lieu d'agrément, ou le respect des conditions fixées par le second alinéa du I de l'article L. 532-3 lorsque que l'utilisation n'est soumise qu'à la déclaration prévue par cet alinéa	Non concerné par le projet
	7°	Le respect des conditions d'exercice de l'activité de gestion des déchets mentionnées à l'article L. 541-22 , lorsque l'autorisation tient lieu d'agrément pour le traitement de déchets en application de cet article	4.9
	8°	La prise en compte des critères mentionnés à l'article L. 311-5 du code de l'énergie, lorsque l'autorisation environnementale tient lieu de l'autorisation d'exploiter une installation de production d'électricité en application de l'article L. 311-1 de ce code	4.4 ; 4.2 ; 4.9 ; 4.11
	9°	La préservation des intérêts énumérés par l'article L. 112-1 du code forestier et celle des fonctions définies à l'article L. 341-5 du même code, lorsque l'autorisation environnementale tient lieu d'autorisation de défrichement	Non concerné par le projet
	10°	Le respect des conditions de délivrance des autorisations mentionnées au 12° de l'article L. 181-2 , lorsque l'autorisation environnementale tient lieu de ces autorisations	Non concerné par le projet

L'ensemble des intérêts concernés par une autorisation environnementale sont repris ci-dessus. S'ils sont concernés par le projet, leur mention est localisée par rapport aux différents points de la table des matières.

La présente étude regroupe les incidences du projet hydroélectrique du moulin Gatineau. Les mesures prévues et portées sur ces incidences sont également communiquées.

L'ensemble de cette étude se base sur la situation existante et sur la situation projetée décrite dans le dossier de présentation du projet.

La présente section concerne les incidences du projet sur l'environnement et son usage. Conformément aux prescriptions de l'article R181-14 2° alinéa, les incidences directes, indirectes, temporaires et permanentes sont déterminées.

Les incidences concernent les intérêts mentionnés par l'article L181-3.

4.1 Contexte environnemental

4.1.1 Masse d'eau superficielle

Le Sdage 2016-2021 a pour objectif un bon état écologique, chimique et biologique de la Creuse depuis la confluence avec la Gartempe jusqu'à Descarte. Le moulin Gatineau est situé sur ce tronçon. La masse d'eau superficielle porte le code FRGR0366a.

Cet objectif était déjà visé en 2015. En outre, les paramètres physico-chimiques de la Creuse

Cette masse d'eau a été désignée comme réservoir biologique pour l'atteinte du bon état écologique du cours d'eau. Le code du réservoir est RESBIO293.

La Creuse au droit de la Roche-Posay fait partie de la section Creuse aval.

4.1.2 Masse d'eau souterraine

La Creuse est concernée par la masse d'eau souterraine FRGG087 Craie du Séno-Turonien du BV de la Vienne. Les objectifs de bon état qualitatifs et globaux ont été fixés à 2027. L'objectif de bon état quantitatif à lui été fixé à 2015.

4.1.3 Classement

Le cours d'eau de la Creuse au niveau de la Roche Posay a été classé en listes **1 et 2** suivant les Arrêtés Préfectoraux du :

- Arrêté du 10 juillet 2012 portant sur la liste 1 des cours d'eau, tronçons de cours d'eau ou canaux classés au titre de l'article L. 214-17 du code de l'environnement du bassin Loire-Bretagne
- Arrêté du 10 juillet 2012 portant sur la liste 2 des cours d'eau, tronçons de cours d'eau ou canaux classés au titre de l'article L. 214-17 du code de l'environnement du bassin Loire-Bretagne

La liste 1 est définie comme telle dans l'article précité : La liste 1 représentent les cours d'eau 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. »

Ce constat doit être pris en compte dans le développement du projet.

4.1.4 SDAGE

Chaque bassin hydrographique, tel le bassin Loire-Bretagne, est doté d'un schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE), en vertu de l'article L.212-1-III du code de l'environnement. Les programmes et décisions administratives dans le domaine de l'eau doivent être compatibles, ou rendus compatibles avec les dispositions du SDAGE. Les orientations fondamentales et dispositions du SDAGE sont les règles essentielles de gestion que le SDAGE propose pour atteindre ses objectifs. On entend par disposition une traduction concrète des orientations qui induisent des obligations.

- Ces dispositions sont regroupées en 4 orientations fondamentales et 154 dispositions :
- Créer les conditions de gouvernance favorables à l'atteinte des objectifs du SDAGE,
- Réduire les pollutions,
- Améliorer la gestion quantitative,
- Préserver et restaurer les fonctionnalités des milieux aquatiques.

La Creuse s'inscrit dans le secteur de la « Commission territoriale Vienne et Creuse ». Chaque commission territoriale donne lieu à la déclinaison des actions à mener pour l'atteinte des objectifs environnementaux du SDAGE, par sous-bassin. Le plan de gestion que constitue le SDAGE s'appuie, pour une partie de son territoire, sur des Schémas locaux d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) permettant un approfondissement des thèmes explorés.

4.1.5 Zone Natura 2000

Le moulin Gatineau n'est pas repris dans une définie comme zones Natura 2000 au sens des directives Habitat et Oiseau.

4.1.6 Zone naturelle d'intérêts faunistiques et floristiques

La Creuse au droit du moulin Gatineau n'est concernée ni par une ZNIEFF de type I ni par une ZNIEFF de type II.

4.1.7 Zone d'action prioritaire

La creuse est reprise dans la zone d'action prioritaire du bassin Loire-Bretagne. Cette classification est reprise dans le PLAGEPOMI 2014-2019. Cette classification est également reprise dans l' « Arrêté du 10 juillet 2012 portant sur la liste 2 des cours d'eau, tronçons de cours d'eau ou canaux classés au titre de l'article L. 214-17 du code de l'environnement du bassin Loire-Bretagne » qui définit l'anguille comme l'une des espèces cible de la Creuse au droit du moulin Gatineau.

4.1.8 Qualité des eaux superficielle

L'état écologique de la Creuse aval est mitigé. L'état des lieux dressé dans le SAGE du bassin de la Creuse nous montre que la situation n'est pas homogène. La carte reprise ci-dessous caractérise l'état de qualité écologique des eaux de surface.

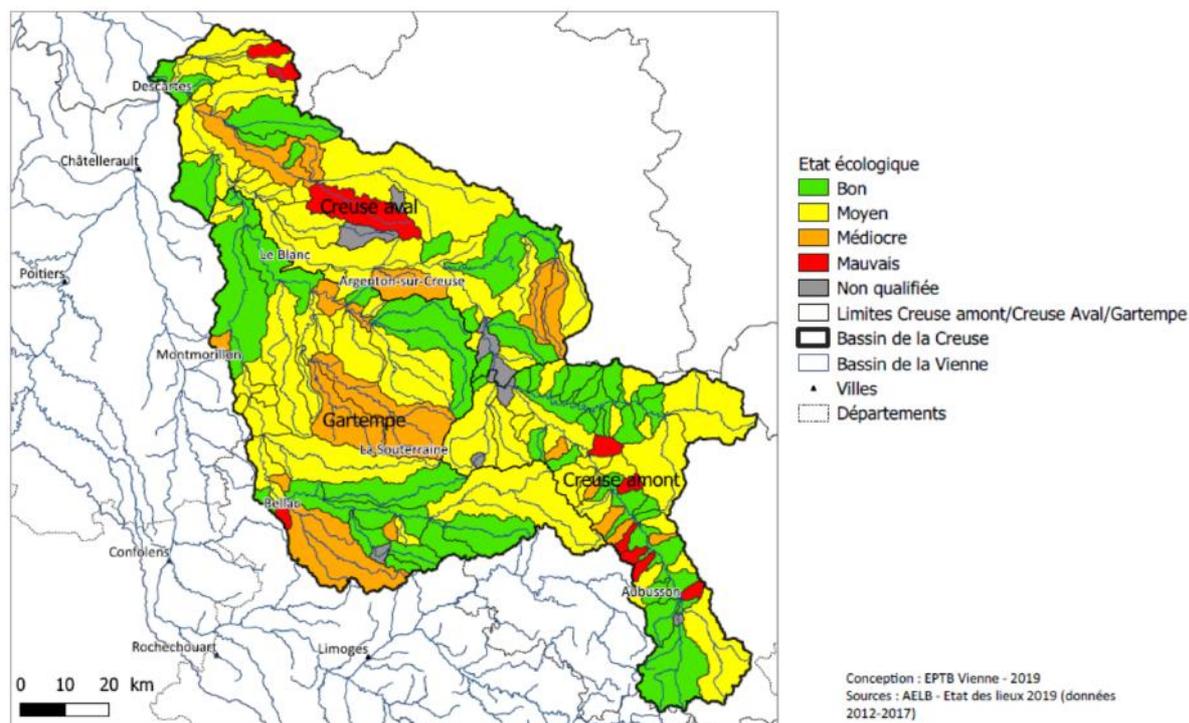


Figure 36 : état écologique des eaux de surface du bassin de la Creuse

L'état écologique des eaux de la Creuse au droit de la Roche-Posay est qualifié de moyen.

Cet état est caractérisé par une série de paramètres environnementaux. Une partie de ceux-ci est présentée ci-dessous. Les paramètres sont présentés selon le risque de non atteinte des objectifs définis au travers du SDAGE 2016-2021.

Hydrologie

Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE) - Hydrologie - Etat des lieux 2019

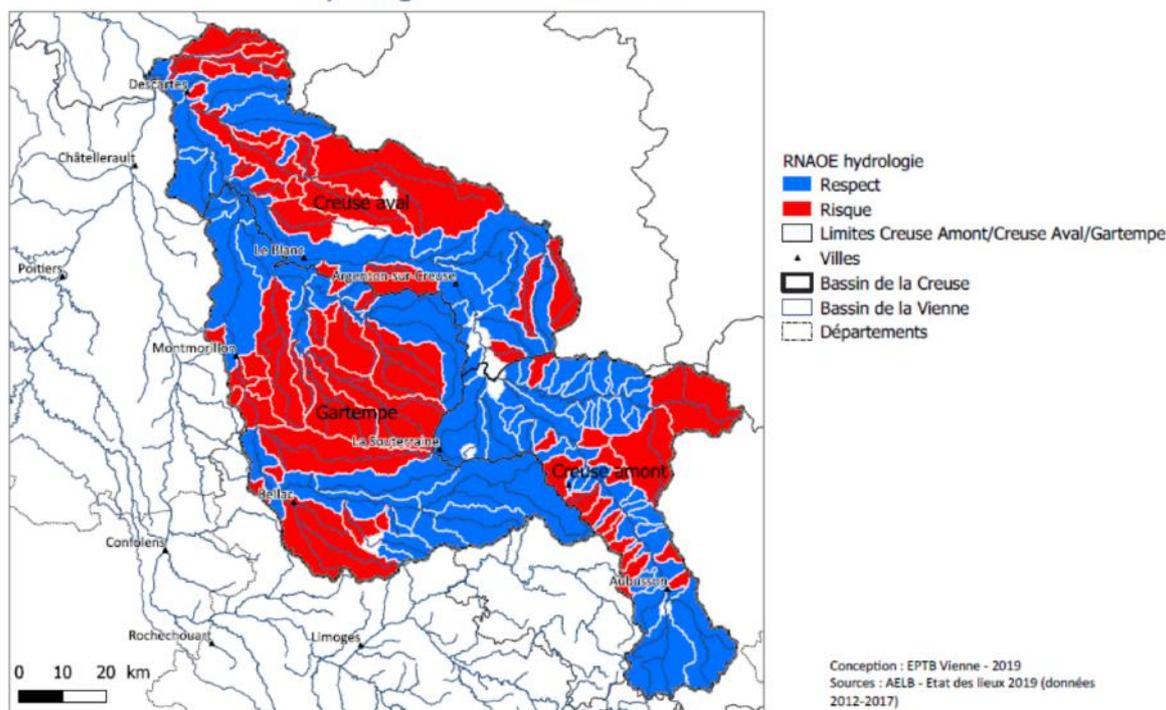


Figure 37 : état de l'hydrologie

L'importance de l'hydrologie est en relation avec le Débit Objectif d'Étiage (DOE) qui est déterminé comme le débit minimum suffisant pour assurer les qualités écologiques du cours d'eau et les usages en parallèle.

Morcellement

Le bassin de la Creuse est aménagé en de nombreux points avec la construction d'ouvrages qui représentent des obstacles au libre déplacement des espèces piscicoles. Les plus remarquables sont les sept barrages exploités par EDF pour la production d'hydroélectricité. Toutefois, le seuil de du moulin Gatineau fait partie de ces ouvrages. La carte ci-dessous présente tous les obstacles sur le bassin.

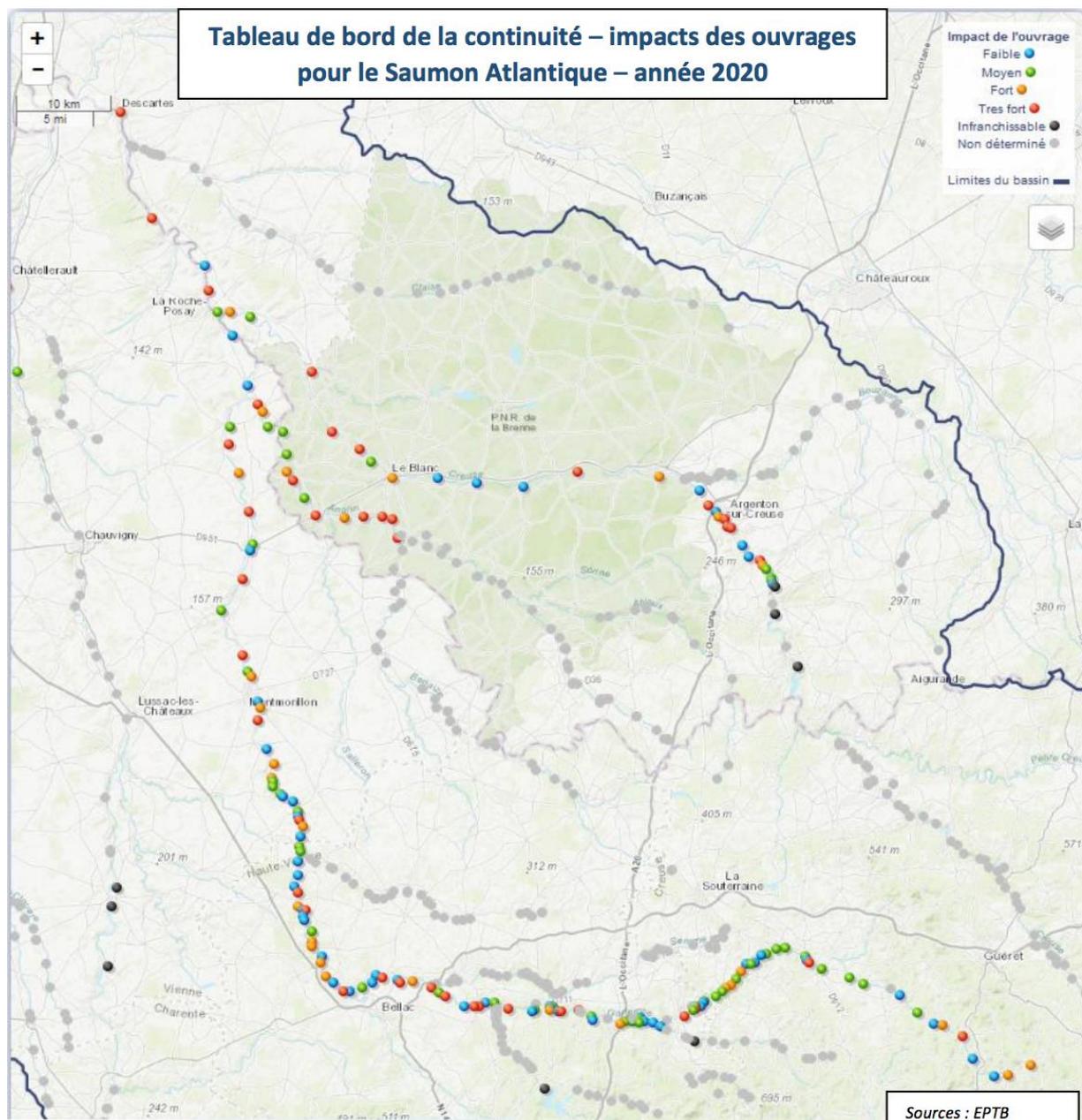


Figure 38 : cartographie des obstacles à la libre circulation des poissons

Paramètres physico-chimique

Les paramètres physico-chimique de la Creuse sont mesurés au plus près à la station de la Celle-Saint-Avant. Cette station sera prise comme référence pour renseigner la qualité des eaux de la Creuse. En effet, il s'agit de la station la plus proche située à l'aval du moulin Gatineau.

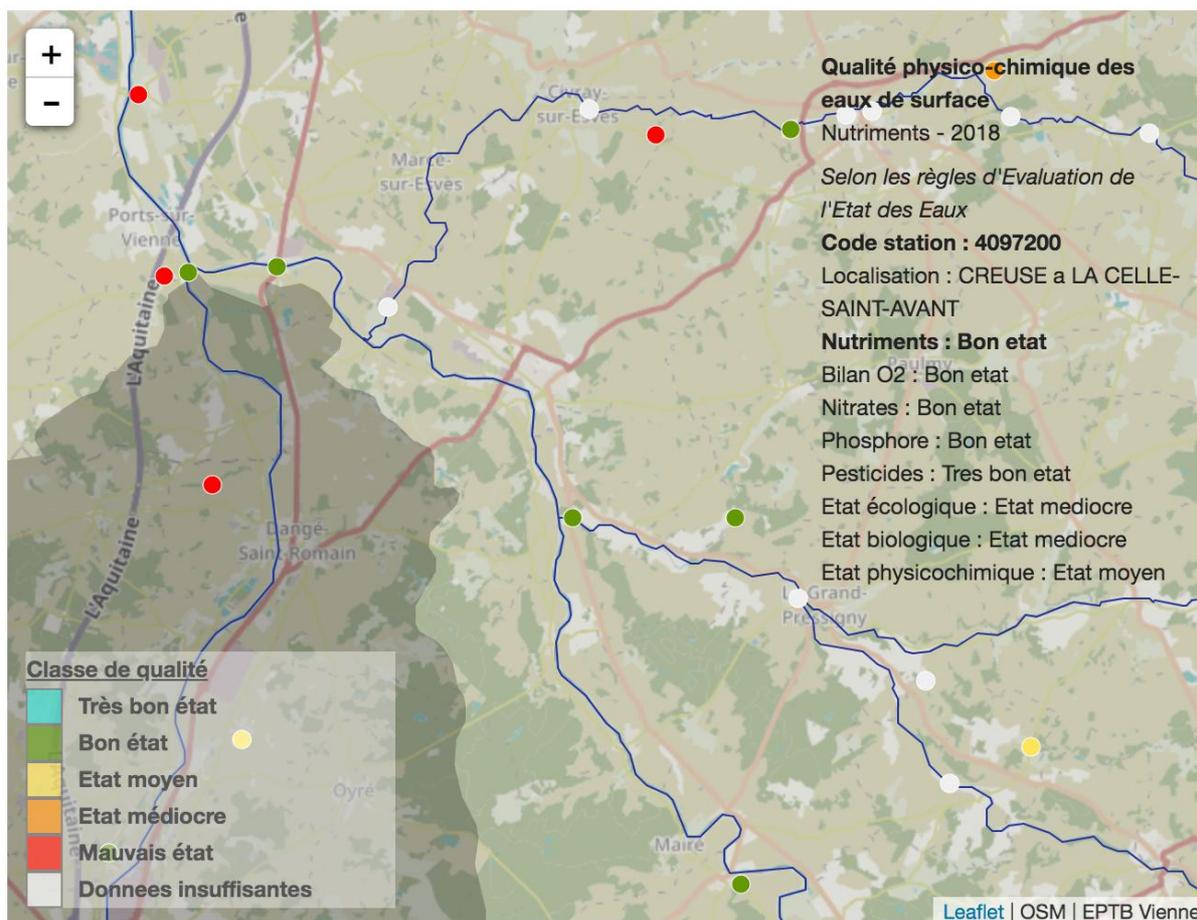


Figure 39 : qualité des eaux de la Creuse

Si les paramètres physico-chimique sont favorables, les qualités écologiques et biologiques des eaux de la Creuse aval sont qualifiées de médiocre. L'objectif de bon état est fixé par le SDAGE à 2021.

4.2 Incidences sur la qualité de l'eau

4.2.1 Incidences en phase de chantier (directe temporaires)

Le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Loire-Bretagne a défini un objectif de bon état écologique, chimique et globale pour 2021. L'incidence sur la qualité des eaux est donc un enjeu majeur dans le cadre du respect des objectifs visés par ce plan.

Plusieurs mesures seront prévues pour garantir dans la mesure du possible la conservation des qualités écologiques physiques et chimiques des eaux de la Sarthe aux abords du projet.

1. Les travaux présentent un risque d'influence sur les eaux superficielles vers l'aval. En effet, le risque d'accident mécanique lié aux engins de chantier et au déversement d'hydrocarbures ne peut être totalement écarté. Des mesures devront donc être prises afin de prévenir les risques de pollutions.
2. En outre, les travaux présentent un risque temporaire de modification des qualités physico-chimiques des eaux superficielles. Une modification de la concentration en matière en suspension (MES) pourra être remarquée. Les déplacements de terres pour la réalisation de la mise à sec de la zone de travaux sont les éléments qui présentent le plus grand risque. Toutefois, ces déplacements seront réalisés sur une durée limitée (de l'ordre d'une semaine en début de chantier et une semaine en fin de chantier).
3. Des eaux de ressuyage des bétons peuvent également être présentes durant la phase travaux.

4.2.1.1 *Mesures d'évitement*

Mesures portant sur les engins de chantier

Les engins seront habilités à travailler en rivière, aux normes et disposent des sécurités nécessaires pour limiter tout problème.

Un plan d'urgence avec une chaîne téléphonique sera mis en place et défini pour prévenir de tout risque de problèmes liés aux pollutions fortuites. La police de l'eau sera prévenue directement en cas de problème.

Un mémoire technique intégrant les mesures de protection générale, la gestion des déchets et les mesures préventives pour les risques de pollution liées au chantier sera également demandée à l'entrepreneur.

Aucune opération de maintenance des engins de chantier ou de remplissage des fluides ne sera opérée dans la zone inondable.

Mesures portant sur les déplacements de terres

Les déplacements de terres seront réalisés sur une durée limitée (de l'ordre d'une semaine en début de chantier et une semaine en fin de chantier).
Les eaux de pompages seront rejetées vers l'aval dans le cours d'eau et devraient être peu chargées en sédiments.

L'orientation du projet permet d'éviter une grosse partie des interventions dans le lit mineur. La construction de la passe à poissons en rive gauche permet d'éviter les interventions sur la passe à poissons en rive droite. Ces opérations auraient nécessité d'intervenir dans le lit mineur du cours d'eau et par conséquent de mettre une partie de celui-ci à sec au moyen de batardeaux. Les incidences précisées ci-dessus sont donc partiellement évitées.

Mesures portant sur les eaux de ressuyage des bétons

Le chantier est cependant isolé du reste du cours d'eau par une mise à sec qui sera maintenue pendant toute la durée des travaux. Les phases de coulage du béton seront impérativement réalisées à sec. Le cas échéant, si un risque se présente, l'utilisation de bétons colloïdaux particuliers qui ne sont pas lessivés par les eaux seront imposés au prestataire.

Les opérations de nettoyage des outils de chantier peuvent également présenter un risque d'influence sur le milieu (rejet des eaux). Ils devront être réalisés en dehors du cours d'eau.

4.2.1.2 Mesures de réduction

Mesures portant sur les déplacements de terres

Seules les eaux en début de pompage devraient présenter une charge plus importante en sédiment (due à la manipulation récente des terres) sur un court espace de temps.

Les digues seront retirées précautionneusement en fin de chantier afin de remettre en eau le site. En outre et ce particulièrement lors des opérations délicates de chantier (par exemple le pose et la dépose des batardeaux) un suivi de la turbidité de l'eau sera assuré. Une adaptation des opérations de chantier sera faite si une turbidité trop importante est constatée.

La méthodologie de mise en œuvre présentée a été mise au point de manière à réduire les déplacements de terres dans le lit mineur.

Si un apport de terre doit être réalisé, la provenance de celles-ci sera contrôlée de manière à n'engendrer aucun apport de matière polluante dans la rivière.

Un plan d'urgence, avec une chaîne téléphonique privilégiée, sera mis en place et définie pour prévenir de tout risque de problème lié aux pollutions fortuites. La police de l'eau sera à cette chaîne et prévenue directement en cas de problème.

4.2.2 Incidences en phase exploitation (directe permanente)

Le seuil qui est à l'origine de l'exploitation de la force hydraulique engendre une retenue. La retenue d'eau influence la qualité des eaux superficielles. Les incidences notables sont :

- Chute de la concentration en oxygène dissout ;
- Enrichissement en nutriments phosphatés et azoté, avec pour conséquence l'accroissement du risque d'eutrophisation ;
- Modification des échanges thermodynamiques avec le milieu. Réchauffement des eaux de crues de printemps, augmentation de l'inertie thermique, apparition d'une stratification thermique.

Les mesures de la qualité physico chimique de l'eau présentées dans le contexte environnemental montrent un bon état de l'eau en ce qui concerne les qualités physico-chimique de l'eau.

En outre, pour la qualité physicochimique de l'eau, le turbinage possède une incidence non nulle. Le remous engendré par les turbines aura pour influence d'augmenter les échanges gazeux. Une augmentation locale de l'oxygène dissout pourrait dès lors être engendrée pour les eaux ayant été turbinées. Le remous sera également la cause d'une homogénéisation de la masse d'eau aval. De ce fait, l'augmentation de la teneur en oxygène sera mieux répartie, les gradients de température seront partiellement éliminés. Les échanges thermodynamiques seront favorisés, l'inertie thermique de la masse d'eau turbinée sera donc diminuée. Remarquons que ce phénomène est déjà observable lors de la surverse du débit sur le barrage.

Si une usine hydroélectrique installée au fil de l'eau (à l'instar du moulin Gatineau) prélève une importante quantité d'eau, celle-ci ne la consomme pas. En effet, l'intégralité de l'eau prélevée est directement restituée au cours d'eau et aucune écluse n'est prévue. Le projet n'a donc pas d'incidence sur le volume de la ressource en eau.

4.2.2.1 *Mesures d'évitement*

Mesures portantes sur les risques de rejets de fluide dans le cours d'eau

Concernant les rejets des fluides des machines,

1. Il est à noter que la turbine VLH est dotée d'une enceinte étanche qui empêche tout rejet vers la rivière. En outre, l'intérieur de la turbine est pressurisé, de cette manière, l'eau de la rivière ne peut pénétrer dans la machine. L'ensemble des huiles utilisées pour la lubrification sont biodégradables. Les éléments graissés sont dotés de bacs de récupération des graisses. Des bacs de rétention sont également placés sous tous les équipements (transfo, HPU, etc, ...). A ce jour, Aucun incident de ce type ne s'est produit sur plus de 110 installations de VLH toutes tailles confondues.
2. Pour les vis hydrodynamiques, les seuls éléments électromécaniques immergés sont les paliers fixant l'extrémité aval des turbines. Ceux-ci sont étanche sur l'ensemble de leur durée de vie. Aucune lubrification n'est nécessaire après installation. Les éléments non immergés mettant en jeux des fluides sont équipés de dispositifs anti-fuites (joints spi des vérins hydrauliques, bacs récolteurs des groupes hydrauliques, local technique étanche, etc).

La protection de la qualité de l'eau au sens du SDAGE bassin Loire-Bretagne est dès lors considérée dans le projet.

4.3 Incidence sur le transit sédimentaire

4.3.1 Incidences en phase de chantier

Durant le chantier, il est probable que des augmentations en matières en suspension soit observables. Ces épisodes seront toutefois ponctuels.

Pour les matériaux naturels retirés directement du lit mineur, ils seront, après analyse, restitués à l'aval du seuil. De cette manière aucun déficit en sédiments ne sera induit.

Les matériaux non naturels seront retirés du cours d'eau et traité conformément aux règles en vigueur.

4.3.2 Incidences en phase d'exploitation

Le transit sédimentaire est un aspect qui est déjà pris en compte dans l'autorisation d'exploitation en vigueur. Deux vannes (une à chaque extrémité du seuil) sont présente. Leur mode de gestion (ouverture progressive à partir de l'atteinte de la cote 54,63 m NGF par le niveau d'eau amont) permet de faire transiter les sédiments et même ceux qui se déplacent par charriage et saltation. Le projet ne prévoit pas de modifier ce régime de gestion.

4.4 Incidences sur les risques de crues

Le risque de crue est pris en charge par deux vannes de décharges. Le projet ne prévoit pas de diminuer le pouvoir évacuateur de celles-ci. Son incidence n'est donc pas négative. La creuse au droit de la Roche-Posay ne fait l'objet d'aucun PPRI.

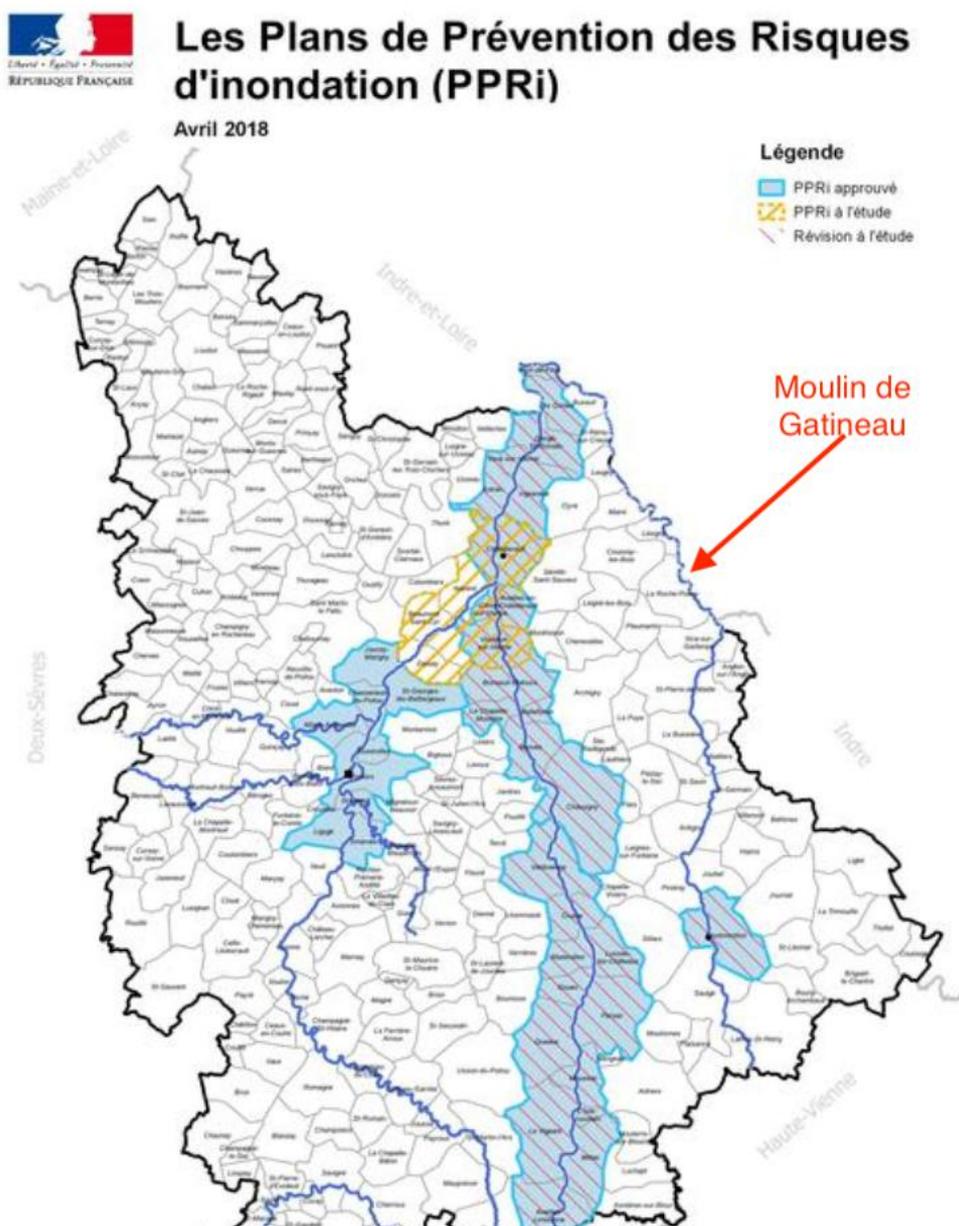


Figure 40 : Carte PPRI

En parallèle, aucune habitation n'est située à l'aval du seuil au sens de l'article R214.113 du code de l'environnement.

4.5 Incidences sur la qualité de l'air (directe, indirecte, permanente et temporaire)

4.5.1 Incidences en phase chantier

Le chantier peut être à l'origine de poussière soulevée dans l'air. Ce soulèvement sera localisé à proximité directe du chantier. L'incidences sur l'homme est traitée ci-après.

4.5.2 Incidences en phase d'exploitation

1. Le projet est porté sur la production d'électricité à partir d'énergie renouvelable. Cette production n'engendre dès lors pas de rejet gazeux directement inhérent au fonctionnement la centrale hydroélectrique. L'énergie utilisée pour les organes de régulation est celle produite par la centrale. Des batteries de condensateurs pour le stockage de cette énergie sont prévues.

La centrale n'a donc pas d'incidence directe sur la qualité de l'air.

2. Des rejets atmosphériques liés à aux processus biochimiques dans les eaux retenues sont mentionnés ci-dessus. Ils sont dépendant de deux paramètres, la quantité d'eau retenue et la composition et les échanges biochimiques dans l'eau. La quantité d'eau retenue est gardée similaire en situation existante et projetée. La composition de l'eau est en voie d'amélioration conformément au SDAGE du bassin Loire-Bretagne.

La centrale n'a donc pas d'incidence sur les rejets occasionnés par les eaux retenues. En outre, l'amélioration de la composition biochimique des eaux retenues (conformément aux objectifs des SAGE et SDAGE) permet de réduire cette incidence.

3. (Directes temporaires) La centrale possède une incidence indirecte sur la qualité de l'air. En considérant la politique énergétique qui vise une réduction de la production électrique à partir des énergies fossiles, on peut affirmer que l'énergie produite par la centrale (1 496 000 kWh/an) ne devra pas l'être par un moyen de production conventionnel (centrale thermique). L'énergie produite par le mix énergétique français varie selon la RTE engendre (réseau de transport de l'électricité) (<https://www.rte-france.com/fr/eco2mix/eco2mix-co2>) entre 50 et 60 g de CO₂/kWh. La quantité de CO₂ évitée est donc de 90 tonnes par ans, soit, les rejets équivalent à 90 000 km parcourus à bord d'une voiture neuve. S'agissant d'une incidence positive, aucune mesure d'évitement, réduction et compensation n'est prévue.

4.6 Incidences sur la faune halieutique (directes temporaires et permanentes)

4.6.1 Incidences en phase chantier (directe temporaire)

1. (Directe temporaire) La réalisation des travaux au sein même du lit mineur du cours présente un risque de dérangement pour la faune halieutique. La mise en place des batardeaux est un élément de nature à perturber les individus présents dans et à proximité de la zone de chantier.
2. (Directes temporaires) L'installation de la centrale dans le lit mineur du cours d'eau nécessite d'y installer une zone de chantier qui sera mise à sec au moyen de batardeaux. Une incidence sur les individus halieutiques présents sur place peut être induite. Ces individus peuvent subir des dommages du fait de la mise à sec et/ou de l'installation des batardeaux.
3. (Directes temporaires) La réalisation des travaux nécessite de mettre l'usine hydroélectrique en chômage sur toute la durée du chantier. Cette mise en chômage sera synonyme de l'arrêt de l'attractivité des individus piscicoles vers la rive gauche. La localisation de la passe à poissons en rive droite sera donc facilitée durant la période de chantier.
4. (Directes temporaires) La nature du projet qui évite les interventions sur la passe à poissons en rive droite permet de conserver le fonctionnement de la passe à poissons, et donc la franchissabilité du seuil durant la phase de chantier.
5. (Directes temporaires) Le débit de la Creuse durant la phase de chantier sera transité par surverse sur le seuil, par la passe à poissons et par l'échancrure de dévalaison et si la situation l'impose, par la vanne de décharge en rive droite. Ces moyens de transit de débit constituent toutes des voies de dévalaison pour les poissons. Celle-ci sera donc assurée durant toute la durée chantier.

4.6.1.1 *Mesures d'évitement*

Mesure portant sur la préservation de l'intégrité physique des individus durant la phase de chantier (L211-1 II 2°)

Directement avant le commencement du chantier, une pêche électrique de conservation sera organisée sur la zone concernée par le chantier et ses alentours. L'organisme mandaté pour cette opération sera agréé selon les normes de la législation française et l'opération sera réalisée conformément aux prescriptions définies par la législation et les règles de l'art.

Mesure portant sur la préservation de la dévalaison durant la phase de chantier (L211-1 II 2°)

La structure des batardeaux sera définie de manière à protéger le chantier et à permettre une surverse sans inonder le chantier. La libre dévalaison des poissons sera toujours assurée par le déversoir en phase de chantier.

Mesure portant sur la préservation de la montaison durant la phase de chantier (L211-1 II 2°)

La passe à poissons existante est gardée intacte durant toute la phase de chantier et après. Cette conservation est rendue possible par l'installation d'une nouvelle passe à poissons en rive gauche (en regard des impositions pour atteindre une efficacité de franchissement de 70% pour l'aloise de part et d'autre du seuil). L'installation d'une nouvelle passe à poissons est donc une mesure qui permet d'éviter de rompre le franchissement du seuil durant le chantier.

4.6.2 Incidence en phase d'exploitation

Le volet piscicole présent dans le document traite de tout l'aspect technique concernant la libre circulation piscicole durant la phase d'exploitation de la centrale.

1. (Directe permanente) Le seuil du moulin Gatineau représente un obstacle à la libre circulation piscicole. En l'état, celui-ci est équipé des ouvrages suffisants pour son franchissement. Toutefois, le franchissement n'est pas totalement libre, au regard des espèces cibles et notamment de l'aloise qui fait l'objet d'une attention particulière, le dimensionnement de la passe existante est acceptable et suffisant sans toutefois être optimal. En outre, l'éloignement des turbines et de cette passe rend sa localisation plus fastidieuse. L'augmentation du débit d'équipement projeté augmente cette difficulté. Dès lors une passe à poissons en rive gauche est prévue. Cette passe fait partie des mesures de compensations prévues dans le projet.
2. L'axe de la Creuse aval fait l'objet d'une attention particulière en termes de libre circulation piscicole. Il a été considéré par le SDAGE Loire Bretagne comme d'importance majeure entre le seuil de Descarte et le complexe hydroélectrique d'Eguzon. Celui-ci est concerné par de nombreuses espèces amphihalines d'importance majeure. En outre, les qualités écologiques de celui-ci ont été considérées comme médiocre, la situation doit dès lors être améliorée. La circulaire traite du taux d'efficacité de 1% de franchissement pour l'Aloise sur entre le seuil de Descarte et le complexe hydroélectrique d'Eguzon (Roche-Bât-l'Aigue). Pour atteindre cet objectif, il est imposé au maître de l'ouvrage d'entreprendre les travaux nécessaires pour atteindre un taux d'efficacité de 70% de part et d'autre du seuil de Gatineau. Deux solutions se présentaient dès lors à celui-ci. Optimiser la passe existante ou construire une seconde passe. La volonté du porteur de projet est

également d'optimiser l'exploitation hydroélectrique de son site et de présenter une solution intégrée dans son environnement. La solution trouvée est d'installer un équipement de production qualifié d'ichtyocompatible et installer les ouvrages nécessaires à l'amélioration de la situation piscicole en installant une passe à poissons en rive gauche. Comme expliqué ci-dessus, le fait d'intervenir d'un côté du cours d'eau permet de minimiser les interventions et donc les incidences du projet. En outre, la passe à poissons en rive gauche présentera des caractéristiques plus adaptées à l'alse.

4.6.2.1 Mesures d'évitement

Le projet est de nature à améliorer la situation et donc d'avoir une incidence globale positive. Dès lors, il n'est pas prévu de mesure d'évitement particulière.

4.6.2.2 Mesures de réduction

Le projet est de nature à améliorer la situation et donc d'avoir une incidence globale positive. Dès lors, il n'est pas prévu de réduction d'évitement particulière.

4.6.2.3 Mesure de compensation

Bien que faisant partie intégrante du projet, la passe à poissons peut être considérée comme une mesure de compensation à l'augmentation du débit d'équipement qui, il faut bien le rappeler reste largement en dessous du module. S'il est précisé que la passe à poissons présentes des caractéristiques adaptée à l'Alse, celle-ci sera également adaptée pour les autres espèces cibles (profondeur des bassins suffisante pour les saumons, rugosité de fond pour les anguilles, puissance dissipée adaptée à l'ensemble des espèces cibles, etc).

4.7 Incidences sur la faune terrestre

1. (Temporaire directe) Lors de la phase travaux, certaines incidences sur la faune terrestre sont à constater :
 - Mammifères : Les émissions sonores liées au chantier pourraient être à l'origine d'un certain dérangement pour les mammifères. Toutefois, les travaux seront exclusivement réalisés durant les périodes diurnes, le dérangement sera donc cantonné à des périodes de plus faible activité pour ceux-ci. En outre, les berges qui sont artificialisées ne présentent pas un habitat d'intérêt pour les mammifères et autres espèces amphibiennes

(rats laveur, castors, etc). Dès lors l'implantation de la passe à poissons dans la berge n'est pas à l'origine de la consommation d'une espace naturel remarquable.

- Oiseaux : Les nuisances en phases travaux sont liées principalement aux émissions sonores et à la présence humaine plus soutenue du personnel intervenant directement dans les travaux. Il est à noter également qu'un court tronçon de haie devra peut-être être retiré pour l'implantation de la passe à poissons. La haie est principalement composée par une strate arbustive et implantée sur des berges artificialisées.
- Amphibiens : Les quelques individus présents dans la prise d'eau seront retirés lors de la phase de mise à sec en même temps que les poissons. Les individus séjournant à proximité du chantier ne seront pas (ou peu) impactés. Dans tous les cas, le dérangement sera restreint à la durée des travaux et la faune terrestre retrouvera sa quiétude une fois le chantier achevé.

2. (Directes permanentes) Le seuil présente une incidence non nulle, toutefois, le seuil étant présent depuis plusieurs décennies, on peut attester d'une certaine accoutumance de leur part à cet obstacle à franchir.

4.8 Incidence sur les chiroptères

Le site aux alentours du Gatineau présente un intérêt pour les chiroptères. Plusieurs individus ont été observé aux alentours du site. L'arrêté de dispense d'évaluation environnementale émis à la suite de la demande au cas par cas met le porteur de projet en garde par rapport à la présence potentielle de Chiroptères sur le site et notamment dans le bâtiment qui est destiné à être détruit. Les observations proviennent de plusieurs sources.

4.8.1 Association Vienne Nature

L'association Vienne Nature communique au travers de son site internet une carte reprenant les différents gîtes recensé sur le département.

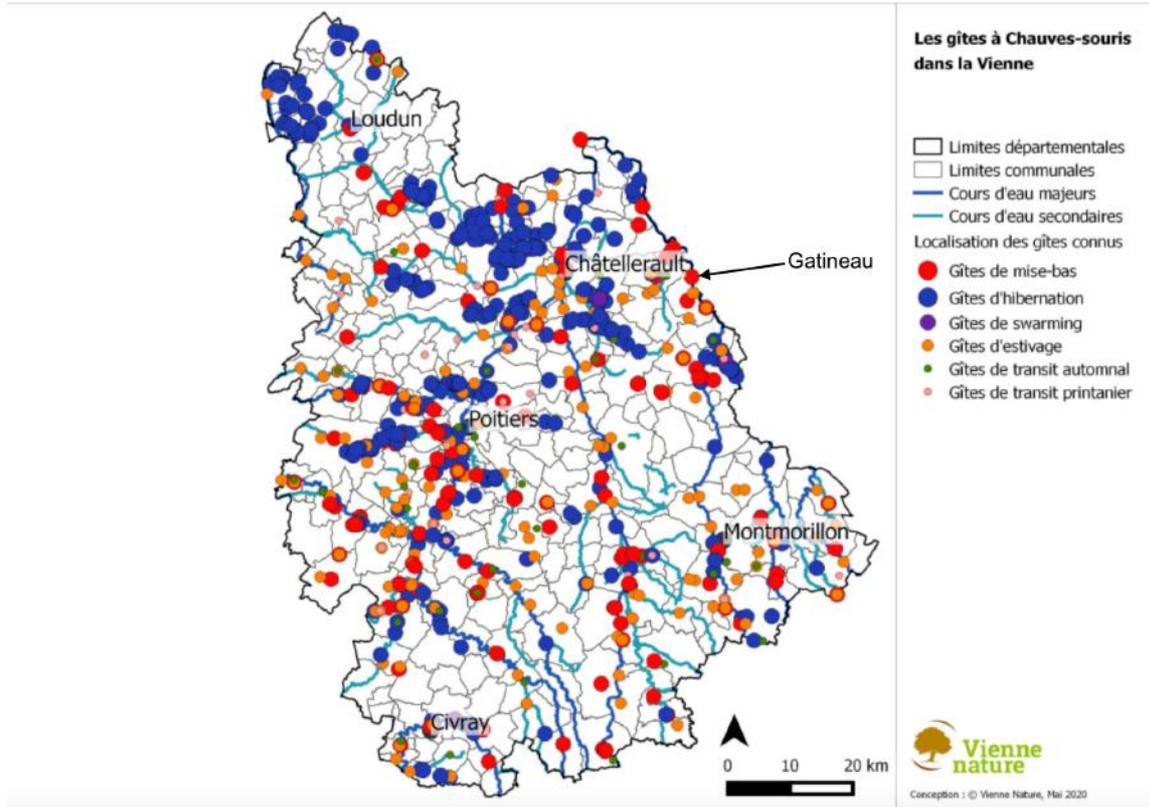


Figure 41 : recensement des gîtes à Chiroptères sur le département de la Vienne.

Afin de caractériser le site par rapport aux chauves-souris, des compléments d'information ont été demandé auprès de Vienne-Nature environnement. Les informations complémentaires Transmises sont les suivantes.

- La visite du site a été réalisée en juin 2013 ;
- Cette visite fut réalisée à la demande de l'ancien propriétaire ;
- Deux espèces relevant de l'annexe IV de la directive Habitat Faune Flore ont été identifiées, le petit rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*) et le murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*).
- Vienne Nature n'est pas en mesure de nous transmettre des document faisant état de la visite, en effet, celle-ci n'a fait l'objet d'aucun rapport.
- La destruction du bâtiment devra être accompagnée de mesures de compensations traitant de cet enjeu.

Au vu de ces éléments, il paraîtrait que la mise en garde par les services de la DREAL soit bien fondée.

La même démarche de renseignement fut opérée auprès du cédant du moulin Gatineau, la société Lumhydro (J-L Lumet). Les informations obtenues sont toutes autres. M. Lumet

atteste, au travers d'un acte notarié, que à sa connaissance, aucune visite du site n'a eu lieu pour caractériser la potentialité du moulin en tant que gîte à Chiroptères.

Sur base de ces faits, les conditions dans lesquelles la visite de Vienne Nature fut opérée paraissent dès lors obscur.

Afin de clarifier la situation, le porteur du projet, a mandaté un bureau d'étude spécialisé pour réaliser un diagnostic du site par rapport à son potentiel d'accueil pour les chiroptères.

4.8.2 TER-consult

Le bureau d'étude mandaté est TER-consult. Il s'agit d'un organisme spécialisé dans la gestion cynégétique, forestière et environnementale.

Le rapport de visite est disponible à l'annexe 7. Les principaux éléments de ce rapport sont repris ci-dessous.

La visite pour le diagnostic de la potentialité du site en tant que gîte à Chiroptères a été opérée le 2 novembre 2020.

Le bâtiment a été inspecté de manière exhaustive et méticuleuse. Une observation directe a été réalisée dans les endroits où cela était possible. Pour les endroits où cela ne l'était pas (anfractuosités, chambres d'eau, etc ...), une caméra endoscopique a été utilisée.

La visite ne s'est pas limitée au bâtiment de la centrale. Les alentours du bâtiment ont également été visités. La figure insérée ci-dessous reprend ces zones.



Figure 42 : zone inspectée pour le diagnostic du site

La période de transit pour les chiroptères (colonies de reproduction dispersées et état de léthargie partiel pour les individus) durant laquelle l'observation a été réalisée a permis de d'observer plusieurs individus de différentes espèces. Les individus observés sont repris ci-dessous.

Tableau 59 : résultats des observations sur le site de la Roche-Posay

	Observations dans le bâtiment du moulin	Observations sur les alentours du bâtiment du moulin
Grand Rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	0	4 individus observés
Petit Rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	1 individu observé	9 individus observés
Grand Murin (<i>Myotis myotis</i>)	0	14 individus observés



Figure 43 : individus observés lors de la visite de diagnostic effectuée le 2/11/2020

Les résultats montrent une meilleure potentialité du gîte dans les cavités sur le flanc de colinne présent le long de la départementale 5. Ce résultat est en concordance parfaite avec les affinités inhérentes au mode de vie des chiroptères. En effet, dans ce cavité, ils bénéficient de l'absence de lumière, d'une meilleure constance thermique, absence de dérangement anthropique, accès compliqués pour les individus terrestres.

Depuis la visite réalisée en novembre, les cavités non pas été revisitées dans un soucis de quiétude de l'habitat. L'individu présent dans le moulin n'y a plus été revu.

Aucun Murin de Daubenton n'a été observé sur le site et dans le bâtiment.

La visite du site est conclue comme suit :

« Les investigations de terrain ont permis de montrer que le moulin ne présente qu'un seul Petit Rhinolophe, alors que les cavités sont intensément utilisées comme gîte par au moins trois espèces. Il est avéré que le Petit Rhinolophe, le Grand Rhinolophe et le Grand Murin sont présents en période de transit (automne / été), il est fortement probable qu'une colonie de reproduction de Petit Rhinolophe et/ou Grand Rhinolophe occupe les lieux en été. Ces cavités permettent donc à au moins deux espèces d'effectuer probablement la totalité de leur cycle biologique en son sein, ce qui représente un enjeu fort pour le site.

Le passage effectué permet de faire état de la potentialité du site en tant que gîte à Chiroptères et ce pour plusieurs espèces présentant un enjeux écologique fort. Si l'unique visite effectuée à

l'automne pourrait être complétée par une visite printanière, l'intérêt de la zone a toutefois été identifié et reconnu. Dans le cas d'un second passage d'inventaire pour obtenir un diagnostic complet, nous conseillons qu'il soit effectué mi-juin lors de la mise-bas des trois espèces identifiées.

Les recommandations sont dressées ci-dessous afin de prendre en charge et de respecter l'enjeu inhérent au site. Ces recommandations portent sur le bâtiment du moulin qui viendraient atténuer les effets du projet et sur les gîtes alentours de manière à améliorer la situation par rapport à la situation existante en compensation des incidences du projet. En outre, des règles de bonnes pratiques générales, pour le respect des chiroptères, sont proposées au porteur de projet pour les phases de mise en œuvre et d'exploitation. » (François Lehaire, TER Consult)

Il est fait mention qu'une seconde visite pourrait être menée afin de consolider le diagnostic. Toutefois, le porteur de projet souhaite adopter une approche préventive. En ce sens, l'approche ici proposée considère un gîte avéré dans le bâtiment et propose de ce fait des mesures qui permettront de réduire et compenser les incidences négatives sur les chiroptères.

4.8.3 Incidences

Les incidences du projet sont de deux ordres, les incidences temporaires liées à la phase de mise en œuvre et les incidences permanente liées à l'exploitation.

Incidences temporaires

- Dérangements des individus liés à l'activité anthropique de chantier (bruit, circulation, vibrations, etc)
- Destruction d'un gîte de reproduction potentiel ;
- Le projet prévoit un déplacement sans action anthropique directe, le vol des individus alerté par la présence humaine est préconisé. Cette approche permet de limiter le stress induit aux individus.

Incidences permanentes

Une fois que la phase d'exploitation sera enclenchée les incidences seront quasi insignifiantes, en effet, la destination du site demeurera inchangée, les modalités de fréquentation et d'exploitation resteront similaires, etc.

Toutefois, des mesures préventives et correctives sont prévues et intégrées au projet, celle-ci sont décrites au point [Mesures de compensations](#).

4.8.4 Statut de protection des chiroptères

Les chiroptères et notamment les espèces identifiées sur le site bénéficie d'un statut de protection à plusieurs niveaux législatifs :

- Au niveau international : toutes les espèces sont protégées par la Convention de Bonn (23 juin 1979) relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage (Annexe II) qui a permis de signer l'Accord relatif à la conservation des populations de Chauves-souris d'Europe (EUROBATS, 4 décembre 1991) et par la Convention de Berne (19 septembre 1979) relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Annexe II et III).
- La liste rouge de l'UICN élaboré pour le monde (2008) mentionne deux espèces menacées et celle élaborée pour l'Europe (2006) cinq espèces menacées. Sur la liste rouge nationale (2009), une espèce est « en danger critique d'extinction », trois sont classées « vulnérables » et sept « quasi-menacées » (en savoir + sur la liste rouge nationale : www.uicn.fr/Liste-rouge-France.html).
- Au niveau européen : la Directive européenne (CEE N°92/43) « Habitats-Faune-Flore » indique que toutes les espèces doivent bénéficier d'une protection stricte (Annexe IV) et dresse une liste des espèces dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (Annexe II),
- Au niveau national : la loi de 1976 sur la Protection de la Nature, article L.411-1 du Code de l'Environnement protège toutes les espèces de chauve-souris. L'arrêté ministériel du 23 avril 2007 protège les espèces ainsi que leur habitat de reproduction et d'hibernation.

L'inscription de ces espèces en liste est caractérisée par l'UICN (Union international pour la conservation de la nature) comme suit :

Tableau 60 : caractérisation de l'état des espèces au sens de la liste rouge émise par l'UICN

	Monde	Europe	France	Centre Val de Loire
Grand Rhinolophe (<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>)	LC	NT	LC	NT
Petit Rhinolophe (<i>Rhinolophus hipposideros</i>)	LC	NT	LC	NT
Grand Murin (<i>Myotis myotis</i>)	LC	LC	LC	LC

La légende des indices de statut est donnée ci-dessous.

Avec le système de la Liste rouge de l'UICN, chaque espèce ou sous-espèce peut être classée dans l'une des neuf catégories suivantes : Eteinte (EX), Eteinte à l'état sauvage (EW), En danger critique (CR), En danger (EN), Vulnérable (VU), Quasi menacée (NT), Préoccupation mineure (LC), Données insuffisantes (DD), Non évaluée (NE).

Figure 44 : légende des catégories de la liste rouge UICN ([https://uicn.fr/liste-rouge-mondiale/#:~:text=Avec%20le%20syst%C3%A8me%20de%20la,Donn%C3%A9es%20insuffisantes%20\(DD\)%2C%20Non](https://uicn.fr/liste-rouge-mondiale/#:~:text=Avec%20le%20syst%C3%A8me%20de%20la,Donn%C3%A9es%20insuffisantes%20(DD)%2C%20Non))

Le statut de protection pour les rhinolophe au travers de cette liste possède un caractère préventif puisque l'espèce est quasi menacée. La préoccupation pour le Grand murin reste mineure.

4.8.5 Demande de destruction d'habitat

Les études préalable à la réalisation du projet du moulin Gatineau ont montré que le bâtiment est un gîte potentiel pour les colonies de reproduction de chiroptères. Les études ont également montré que le bâtiment ne représente pas l'habitat présentant le plus grand intérêt pour les chauve-souris au droit du Gatineau, les grottes présentes le long de la départementale 5 sont d'un intérêt significativement supérieur pour les espèces.

Néanmoins, le projet prévoit de remplacer le bâtiment existant. Une destruction d'un gîte potentiel pour les colonies de reproduction est donc prévue. La présente autorisation environnementale tient dès lors lieu de demande de destruction d'habitat d'une espèce protégée. Une telle demande nécessite de renseigner les pièces reprises dans le tableau inséré ci-dessous.

Tableau 61 : liste des pièces à fournir dans le cadre d'une demande de destruction d'habitat

	À REMPLIR PAR LE PÉTITIONNAIRE			CADRE RÉSERVÉ AU GUICHET * ET
	SANS OBJET	FOURNI	INTITULÉ DU DOCUMENT ** N° PAGE	REÇU
<i>Lorsque l'autorisation environnementale tient lieu de dérogation au titre du 4° de l'article L. 411 2, le dossier de demande est complété par les descriptions suivantes :</i>				
1° Des espèces concernées, avec leur nom scientifique et nom commun	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.8. Incidence sur les chiroptères	<input type="checkbox"/>
2° Des spécimens de chacune des espèces faisant l'objet de la demande avec une estimation de leur nombre et de leur sexe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.8. Incidence sur les chiroptères	<input type="checkbox"/>
3° De la période ou des dates d'intervention	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Annexe 6 méthodologie de mise en œuvre	<input type="checkbox"/>
4° Des lieux d'intervention	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Annexe 6 méthodologie de mise en œuvre	<input type="checkbox"/>

5° S'il y a lieu, des mesures de réduction ou de compensation mises en œuvre, ayant des conséquences bénéfiques pour les espèces concernées	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4.8. Incidence sur les chiroptères	<input type="checkbox"/>
6° De la qualification des personnes amenées à intervenir	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
7° Du protocole des interventions : modalités techniques, modalités d'enregistrement des données obtenues	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Annexe 6 méthodologie de mise en oeuvre	<input type="checkbox"/>
8° Des modalités de compte-rendu des interventions	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

4.8.5.1 Éligibilité de la demande de dérogation

Une demande de dérogation pour le déplacement d'une espèce protégée est éligible si elle satisfait l'une des conditions énoncées au 4° de l'article L411-2 du code de l'environnement. Parmi ces cinq conditions, il se trouve :

- « a) Dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels;
- c) Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;»⁴

La nécessité de remplacer le bâtiment est une des conditions à l'installation de la seconde passe à poissons qui permettra d'atteindre les objectifs en termes de franchissement piscicole il est donc directement en lien avec le a).

De manière indirecte, le projet prévoit une augmentation de la production électrique selon un rapport de 1.5 par rapport à la situation actuelle. Il rappelle au lecteur que la production d'électricité à partir d'une source d'énergie non carbonée est un enjeu d'intérêt public.

Bien que légitime, dans sa demande le porteur de projet souhaite, par conviction personnelle et pour solidifier les bases de son projet, mettre en place des mesures afin de réduire et de compenser les incidences de son projet sur ce taxon.

⁴ https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000022495748/2010-07-14#:~:text=1%C2%B0%20La%20liste%20limitative,I%20de%20l'article%20L.

4.8.5.2 Mesures de réduction

A la suite du diagnostic du site, il paraît pertinent mettre en place les mesures suivantes :

- Le site ne prévoira pas d'éclairage artificiel permanent durant les périodes nocturnes durant la phase de mise en œuvre et la phase d'exploitation. Un éclairage à détecteur de présence sera toutefois mis en place pour des raisons pratiques et de sécurité. Celui-ci sera muni d'un déflecteur pour diriger la lumière vers le bas et placés au plus près possible du sol (environ 2.5 m du sol) ;
- Les grilles prévues sur le nouveau bâtiment pour sa ventilation seront prévues de manière à empêcher le passage des chiroptères ;
- L'entretien de la végétation sur le site se passera de produits phytosanitaires toxiques pour le taxon ;
- Les périodes de travail durant la mise en œuvre seront limitées aux périodes diurnes, aucun éclairage permanent ne devra dès lors être mis en place durant la mise en œuvre.
- Les travaux de démontage du bâtiment seront entamés préalablement à la période de reproduction. L'activité menée devrait permettre d'orienter les individus vers d'autres gîtes présents à proximité (grottes long de la départementale 5) et de réduire les risques de perturbations sur les processus de reproduction.

4.8.5.3 Mesures de compensations

Afin de compenser les incidences du projet (liées au remplacement du bâtiment), le porteur de projet souhaite mettre en place des mesures.

- Le nouveau bâtiment prévoit des cavités spécifiquement adaptées à l'accueil des chiroptères en son sein. Les recommandations faites par au travers des adresses internet suivantes seront respectées.

<https://www.guidebatimentdurable.brussels/fr/conception-de-gites.html?IDC=10702>

<https://www.bats.org.uk/our-work/buildings-planning-and-development>

- Les cavités présentes le long de la départementale 5 seront aménagées de manière à améliorer la protection des chiroptères et leur adaptation à cette espèce. Il est prévu d'installer des protections (grille au maillage adapté aux espèces) sur tout ou partie des grottes.

Le rapport complet du diagnostic est disponible en annexe 7.

4.8.6 Synthèse

Le projet prévoit la destruction du bâtiment du moulin. Ce bâtiment est un gîte potentiel pour les chiroptères d'espèces Petit Rhinolophe, Grand Rhinolophe et Grand Murin. Le bâtiment occupe un rôle mineur dans le gîte de ces espèces par rapport au site prit dans sa globalité.

Pour ces raisons, la destruction du gîte est envisageable, d'autant plus que le porteur de projet prévoit des mesures de réduction et compensatoires afin de limiter les effets néfastes sur ce pan de la biodiversité et voir même de les améliorer.

Cette intervention intervient dans le projet d'amélioration des conditions de continuité écologique de part et d'autre du seuil.

4.9 Incidences sur la flore

4.9.1 Incidences sur la flore en phase travaux

(Directe permanente) Le projet prévoit de retirer les individus floristiques présents en lieu et place de la future passe à poissons. Ces individus font partie de la strate arbustive. La ripisylve présente n'est cependant pas composée d'espèces d'intérêt ou en voie de disparition. La stabilité que peut apporter le système racinaire de ces individus sera prise en charge par la passe à poissons qui respectera les standards de stabilité préconisé par l'eurocode. L'enlèvement des individus se fera par des moyens mécaniques et le prestataire sera soumis à toutes les règles de sauvegarde en vigueur.

4.9.2 Incidence sur la flore en phase d'exploitation

(Directe permanente) Lors de la phase d'exploitation, aucune incidence ne sera à constater sur la flore.

4.10 Incidences sur l'homme

4.10.1 Incidence sur l'homme en phase travaux

Nuisances sonores

1. (Directe temporaire) La phase de chantier peut être à l'origine de nuisances sonores. La présence d'engins de terrassement, l'usage de tronçonneuses et d'autres équipements motorisés seront nécessairement à l'origine de nuisances sonores. Celles-ci seront limitées à la phase chantier et aux heures de travail, en journée. Il faut noter que les habitations les plus proches sont situées à plus de 70 mètres du chantier et que l'une d'elle bénéficie d'une barrière naturelle (rangées d'arbres) qui est de nature à limiter la propagation du bruit. D'autre bâtiment sont situés plus proche du chantier. Ceux-ci ne sont pas habités et présentent un état de délabrement avancé. En outre, ils

sont la propriété de la SARL Electr'eau. Il n'est prévu aucune occupation durant la phase de chantier.





Figure 45 : situation du chantier par rapport aux habitations les plus proches.

2. Le chantier sera à l'origine d'un charroi non négligeable. Toutefois, pour le bâtiment habité, celui-ci n'est pas directement situé sur la chaussée. L'incidence est donc significativement réduite.

Production de poussières

La mise en œuvre du projet et plus particulièrement les phases de déplacement de terres et de démolition sont susceptibles d'être à l'origine d'émissions de poussières. Pour les bâtiments habités, le bois qui fera également office de protection naturelle.

Les poussières soulevées par le charroi seront également bloquées par cette barrière de protection.



Figure 46 : protection de l'habitation par rapport au chantier

Production de déchets

Le chantier est susceptible d'être à l'origine de production de déchets. La responsabilité du traitement de ces déchets sera confiée aux prestataires sélectionnés pour la réalisation des travaux et des installations.

Ceux-ci seront tenus de traiter les déchets conformément aux prescriptions définies au travers de la législation en vigueur.

Par exemple, les matériaux inertes issus de la dépose du bâtiment existant seront soit transporté vers un centre d'enfouissement agréé tel que le centre des déchets de Gizay soit valorisé comme matériaux de terrassement sur des chantier dument autorisés.

4.10.1.1 Mesures d'évitement

Le projet a été mis au point de manière à pouvoir réaliser l'ensemble des opérations en un seul et unique lieux. Pour ce faire, il a fallu prévoir une passe à poissons supplémentaire. Ces considérations on permit d'éviter l'ensemble des incidences qu'une deuxième zone de chantier aurait induite.

4.10.2 Incidences sur l'homme en phase d'exploitation

Incidences paysagères

Le projet prévoit de modifier, en substance les caractéristiques paysagères du site. Il prévoit en effet la dépose et l'enlèvement total du moulin existant. Il est à noter que celui-ci ne fait l'objet d'aucun régime de préservation ou de classement.

Même si cette notion est plus subjective, il est aisé d'affirmer que celui ne possède aucun cachet particulier et que son esthétique ne représente pas un enjeu qui justifierait de sa conservation.



Figure 47 : aspect du moulin Gatineau

En lieu et place de celui-ci, il est prévu d'installer un local technique. Ce local contiendrait les éléments électromécaniques de l'usine de production hydroélectrique. La taille de celui-ci sera significativement réduite par rapport au bâtiment existant. Un parement conforme aux règles urbanistiques sera prévu pour celui-ci.



Figure 48 : ouvrages projetés.

Incidences sur la sécurité des personnes

L'accès des personnes sera limité aux personnes autorisées et pleinement conscientes des dangers. Une signalisation spécifique sera prévue à cet effet. En outre, les turbines sont protégées par des grilles de 150 mm d'entrefer. Ces grilles ont également comme fonction de protéger toute personnes qui se trouverait accidentellement dans le canal d'aménée.

4.11 Incidences sur les usages

4.11.1 Incidences sur les usages en phase de chantier

Activité de loisir

Les incidences lors de la phase chantier seront certainement le résultat des augmentations ponctuelles de la matière en suspension lors de la pose et de la dépose des batardeaux. Cette augmentation peut avoir une incidence sur les activités de pêche et baignade.

La conservation des fonctions de la passe à poissons durant le chantier permet de favoriser l'activité de pêche. La libre circulation des individus intervient directement dans la conservation des espèces.

Production d'eau potable

En ce qui concerne la production d'eau potable, la Creuse située à l'aval du moulin Gatineau n'est pas concernée par des prélèvements d'eau de surface.

Prélèvements pour l'AEP en 2017 sur les communes du bassin de la Creuse

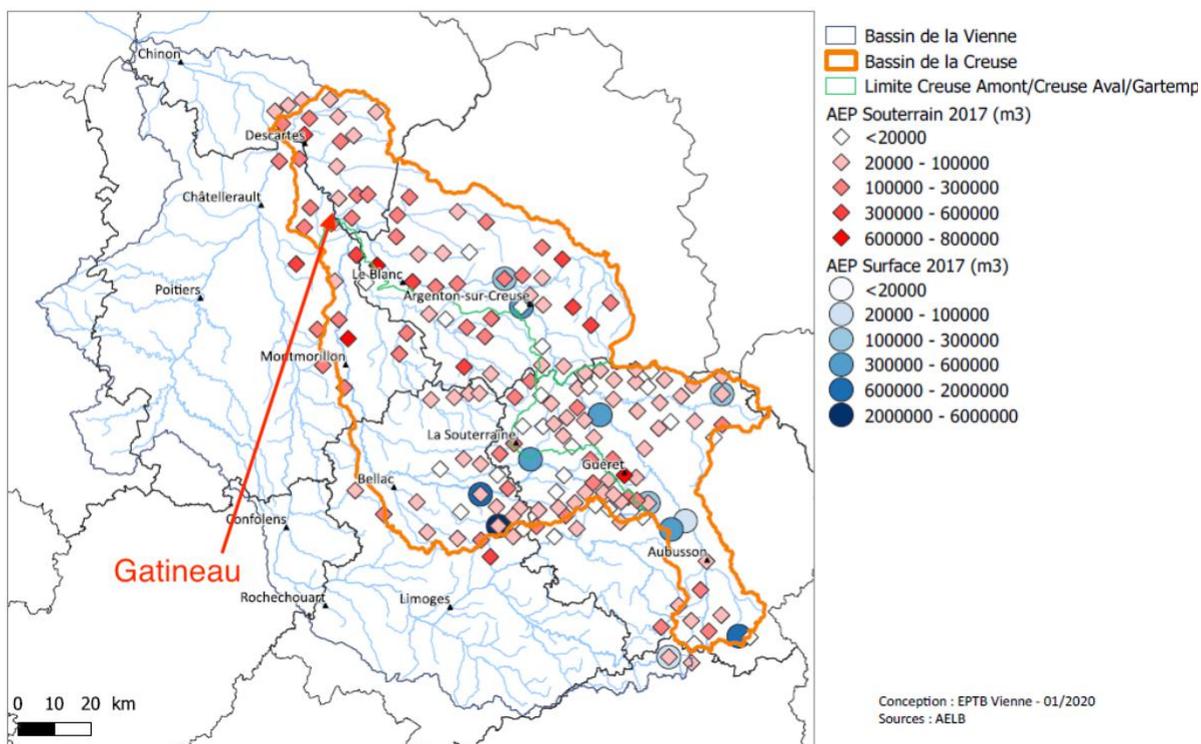


Figure 49 : Prélèvements pour la production d'eau potable sur le bassin de la Creuse

L'augmentation de la concentration en MES ponctuellement prévue a donc une incidence limitée sur cet usage.

Incidence sur l'irrigation et les activités agricoles

Les prélèvements pour l'irrigation sont quant à eux bien plus nombreux.

Prélèvements pour l'irrigation en 2017 sur les communes du bassin de la Creuse

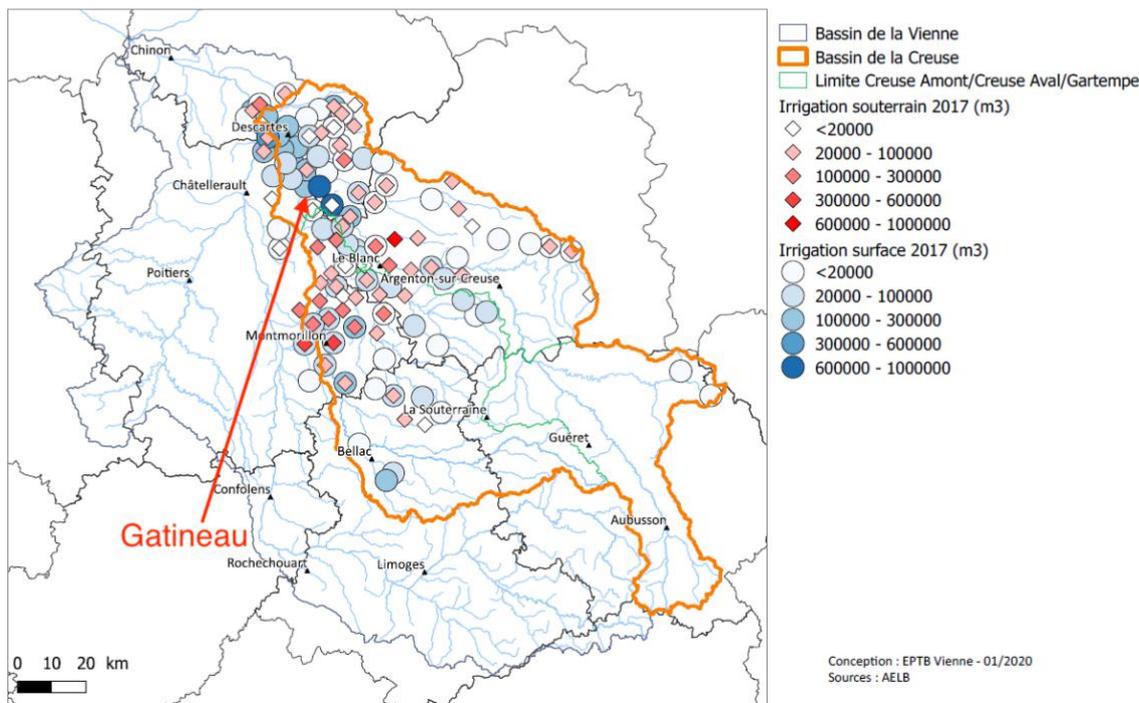


Figure 50 : répartition des usages d'irrigation sur le bassin de la Creuse

L'augmentation de la concentration en matière en MES pourrait poser être à l'origine d'un colmatage plus important des filtres utilisés pour préserver les pompes d'irrigation. Il faut toutefois noter que les périodes d'augmentation sont prévues en fin de printemps et durant l'automne. Périodes auxquelles l'étiage n'est pas le plus marqué et où le niveau des nappes bénéficie encore des pluies hivernales.

L'incidence sur les prélèvements industriels

La Creuse est concernée par des prélèvements industriels de surface.

Prélèvements pour l'industrie en 2017 sur les communes du bassin de la Creuse

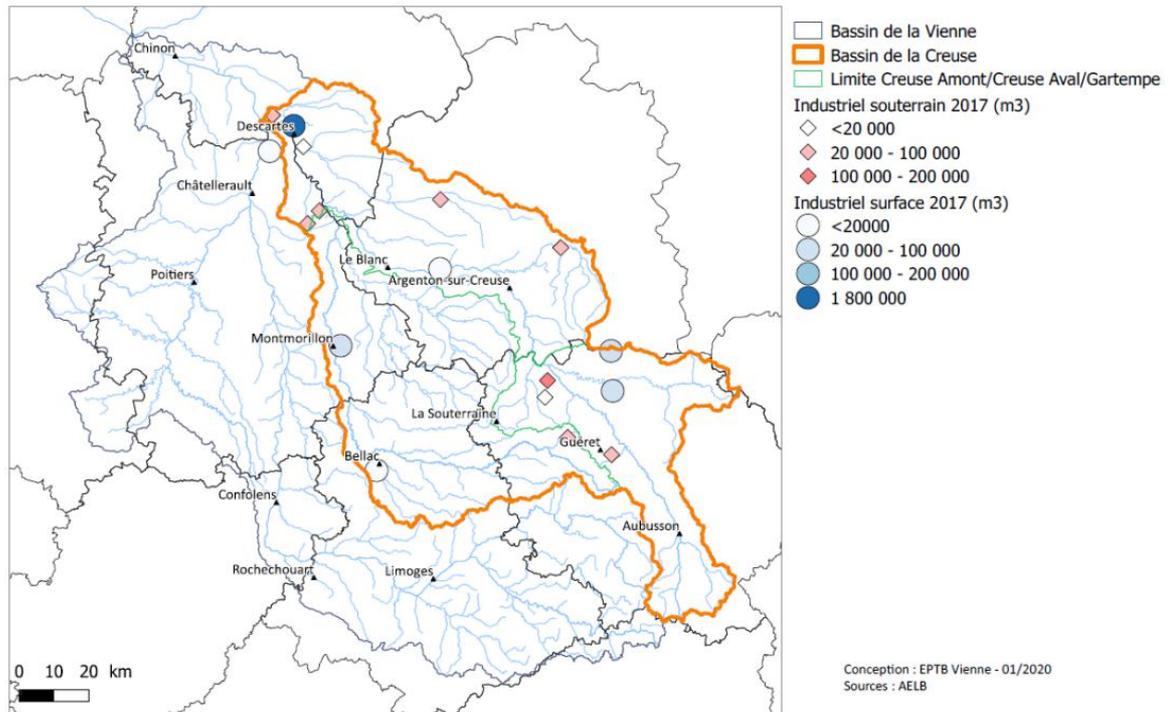


Figure 51 : prélèvement d'eau pour l'industrie sur le bassin de la Creuse

La nature des incidences est similaire à celle sur les prélèvements pour l'agriculture. Toutefois, le prélèvement situé à proximité de Descartes est suffisamment éloigné que pour affirmer que l'incidence sera atténuée.

4.11.1.1 Mesures de réduction

Durant la phase chantier, la principale incidence à traiter est l'augmentation ponctuelle de la concentration en matière en suspension. Pour réduire cette incidence, il est prévu de réaliser l'ensemble des travaux hors d'eau. Pour réaliser la mise à sec permettant cette réalisation, il est nécessaire de placer des batardeaux. L'installation de ces batardeaux sera elle-même à l'origine d'une augmentation de cette concentration. Toutefois, l'emprise temporelle sera largement réduite. En outre, la pose de ces batardeaux sera assurée par du personnel qualifié et selon une méthode de nature à limiter au maximum les déplacements de terre.

4.11.2 Incidences sur les usages en phase d'exploitation

Incidences sur les activités de loisir

L'incidence sur l'activité de pêche sera globalement positive. En effet, le projet intègre, pour une grande partie, la préservation des espèces halieutiques (passe à poissons, turbines ichtyocompatibles). De ce fait et à son échelle, le projet contribue à la conservation (et peut être même à l'augmentation) de la réserve halieutique en eau douce.

Toutefois, l'installation d'un nouvel ouvrage de franchissement exclu l'activité à proximité directe de celui-ci. Une signalisation spécifique sera prévue à cet effet.

Incidences sur la production d'eau potable

Durant la phase d'exploitation, les incidences sont négligeables. En outre, les mesures de suivi d'exploitation permettent de limiter les risques de pollutions des eaux de surfaces et sous-terraines.

Incidences sur l'irrigation et l'activité agricole

Il n'est pas prévu d'incidence sur ces activités. Le projet n'est pas de nature à modifier le volume de la ressource en eau. Les mesures prévues permettent d'éliminer l'incidence sur la qualité de l'eau.

Incidences sur les prélèvements industriels

Il n'est pas prévu d'incidence sur ces activités. Le projet n'est pas de nature à modifier le volume de la ressource en eau. Les mesures prévues permettent d'éliminer l'incidence sur la qualité de l'eau.

4.12 Incidences sur la société

4.12.1 Incidences sur la société en phase d'exploitation

1. (Directes permanentes) Le projet prévoit la production d'électricité à hauteur de 1.500.000 kWh par an à partir de l'énergie hydraulique de la Creuse au seuil de Gatineau. Cette quantité d'énergie représente la consommation électrique de 317 foyers français moyens. Si on considère la population de 1561⁵ habitants de La Roche-Posay en 2017 et donc les 390 ménages moyens, la consommation domestique moyennes de 4590 kWh/an, la consommation domestique d'électricité de la commune est prise en charge à hauteur de 83%.

⁵ <http://www.linternaute.com/ville/la-roche-posay/ville-86207/demographie>

2. (Directes permanentes) La production non conventionnelle d'électricité à partir d'énergie renouvelable, permet de limiter la dépendance à l'approvisionnement en énergies fossiles conventionnelle. Cet aspect est à l'origine de l'amélioration de la souveraineté énergétique du pays. En effet, la production ne dépend pas des importations d'énergie primaire directement consommées pour la production. De ce fait, les dépendances par rapport aux pays exportateurs d'énergie fossile est limitée.
3. (Indirectes permanentes) L'électricité produite par la centrale hydroélectrique de Fercé-sur-Sarthe peut être considérée comme celle qui ne devra pas l'être par des moyens conventionnels. La production non conventionnelle (énergie renouvelable) permet de limiter les pressions anthropiques liées à l'extractions des énergies fossiles.

4.13 Mesures de suivi

4.13.1 Mesures de suivi en phase de chantier

Les engins utilisés lors de la mise en œuvre seront régulièrement entretenus et feront l'objet des contrôles de conformité conformément aux règles législatives.

Toutes opérations liées à un déplacement de terres ou de matériaux naturels dans le cours d'eau seront clairement planifiées. Le planning sera transmis au service instructeur ainsi que les mises à jour au cas échéant.

L'ensemble des contacts des personnes concernées par le projet seront partagés. De cette manière toute communication pourra, directement et sans délais être opérée.

Les prestataires sélectionnés pour la mise en œuvre des ouvrages seront tenus, en cas d'accident, de prévenir immédiatement les services instructeurs et de cesser toute activité tant que l'autorisation de reprise n'aura pas été délivrée.

4.13.2 Mesures de suivi en phase d'exploitation

La gestion de la centrale sera automatisée et les vannes asservies au niveau d'eau amont, des sondes permettent de relever et d'enregistrer en temps réel les niveaux aval et amont. En cas de nécessité, la centrale est mise automatiquement en sécurité.

La centrale est en outre équipée d'un système de télésurveillance qui en permet la gestion à distance ainsi que le relevé des caractéristiques de fonctionnement à tout moment. Ce système est doté d'un service d'alarme qui peut alerter simultanément plusieurs personnes en cas de dysfonctionnement.

Le propriétaire, ou son représentant, passera régulièrement sur site afin d'assurer la maintenance de la centrale, de la passe à poissons et de dégager les éventuels embâcles bloqués en amont des ouvrages.

4.14 Condition de remise en état du site

Dans le cas où l'autorisation une fois échu ne serait pas renouvelée, la restauration du libre écoulement des eaux serait à réaliser. Cette opération est régie par l'arrêté du 11 septembre 2015 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux installations, ouvrages, épis et remblais soumis à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214 3 du code de l'environnement et relevant de la rubrique 3.1.2.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement.

L'arasement du seuil serait de nature à modifier le profil en long sur une distance supérieur à 100 ml. Un dossier d'autorisation devrait être soumis aux services de la direction départementale des territoires. Cette procédure est régie par les articles L.181-1 à L.181-31 et R.181-1 à R.181-56 du code de l'environnement.

4.15 Résumé de l'étude des incidences

La présente étude des incidences du projet durant la mise en œuvre et l'exploitation prévoit les effets qui sont à imputer au projet. Pour les effets néfaste, des mesures sont prévues. Ces mesures ont été, dans la mesure du possible, prévue par ordre préférentiel selon la séquence ERC (Éviter Réduire Compenser). Les incidences et mesures sont reprises dans le tableau ci-dessous.

Tableau 62 : résumé de l'étude d'incidence

Incidence		Mesure d'évitement, réduction ou compensation	Caractérisation de l'incidence	Phase	
				Travaux	Exploitation
Eau	Impact sur la qualité biochimique (pollution, sédiments en suspension)	<ul style="list-style-type: none"> Engins de chantier adaptés pour travail en cours d'eau, Suivi des eaux de rejets du pompage lors de la mise à sec de la zone de travaux afin d'éviter une mise en suspension supérieure aux conditions hydrologiques Plan d'urgence en cas de pollution fortuite 	Faible Temporaire	x	
		<ul style="list-style-type: none"> Structure étanche et bassin interne de récupération. 	Nulle Permanente		x
Air	Impact sur la qualité de l'air	Production d'énergie renouvelable, limite des rejets de gaz à effets de serre.	Indirecte Permanente		x

Flore	Dépose de quelques individus des strates arbustive et herbacées	Les individus doivent être retirés pour l'implantation de la zone de chantier. Une recolonisation de la après chantier est à prévoir.	Faible permanente	x	
Faune	Poissons	<ul style="list-style-type: none"> Maintien de la dévalaison en surverse pendant toute la durée des travaux Pêche électrique de sauvegarde Conservation de la fonction de la passe à poissons en rive droite. 	Nulle Temporaire	x	
		<ul style="list-style-type: none"> Mise en place d'une passe à bassins pour permettre la montaison des poissons Turbine ichtyocompatible qui autorise la dévalaison. Débit permanent de surverse sur le seuil permettant la dévalaison pour les espèces nageant en surface. Construction d'une passe à poissons supplémentaire. 	Positif Permanente		x
	Autre	<ul style="list-style-type: none"> Bruits dus au chantier, limités dans le temps 	Faible Temporaire	x	
Paysage		<ul style="list-style-type: none"> Dépose d'un bâtiment de très faible intérêt paysager. Pose d'un bâtiment de plus petite taille bardé en accord avec le PLU de la Roche Posay. 	Faible permanente		x
Homme	Impact du bruit	Bruits des engins de chantier limités aux horaires de travail en journée	Faible Temporaire	x	
		Le niveau de bruit des turbines est similaire au bruit de l'eau en surverse sur le barrage.	Nulle Permanente		x
	Sécurité aux alentours des ouvrages	Signalisation adaptée et mise en sécurité du site par un réseau de clôtures.	Permanente	x	x
Usages	Activité de loisir (baignade et pêche)	<ul style="list-style-type: none"> Conservation de la fonctionnalité de la passe à poissons existante 	Temporaire directe	x	
	Production d'eau potable	<ul style="list-style-type: none"> Pas de pompage d'eau de surface pour la production d'eau potable à l'aval du projet. Les mesures de maintien de la qualité de l'eau des eaux de surface sont également de nature à protéger les eaux sous- 	Directe permanente	x	x

		terrine pompée pour la production d'eau potable.			
	Irrigation	<ul style="list-style-type: none"> Planification du chantier pour que les augmentations de MES ne concordent pas avec les périodes de déficits hydrologiques. 	Directe temporaire	x	
Société	Production énergétique	<ul style="list-style-type: none"> 83% de la consommation domestique de la Roche-Posay Souveraineté énergétique Limitation des pressions antropiques 	Indirecte permanente		x

4.16 Compatibilité du projet avec une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau, Compatibilité du projet avec les différents plans.

La Creuse aval au droit du moulin Gatineau est concernée par le SDAGE Loire-Normandie et par le SAGE du bassin de la Creuse. Les objectifs en termes de gestion de l'eau sont définis au travers de ces différents plans. Ils sont repris ci-dessous :

Qualité

- Améliorer les connaissances sur la qualité de l'eau (pollution diffuses, radionucléides...).
- Diagnostiquer la thématique assainissement et les éventuelles autres causes pouvant expliquer la dégradation du paramètre « matières organiques oxydables ».
- Développer des actions en faveur de la réduction des pollutions diffuses et du traitement de la problématique « eutrophisation » : intégration dans les contrats territoriaux, mise en place de Mesures Agro-Environnementales, sensibilisation...

Quantité

- Favoriser une gestion quantitative équilibrée entre les besoins et la disponibilité de la ressource en eau sur le territoire dans un contexte de changement climatique et remédier aux tensions sur l'approvisionnement en eau observés localement.
- Mieux comprendre le fonctionnement des nappes et rivières à l'échelle d'entités hydrographiquement cohérentes et agir sur les causes d'étiages sévères.
- Améliorer la connaissance sur le volume prélevé pour l'abreuvement du bétail ainsi que sur les zones humides (leur état, leurs fonctionnalités) et si besoin les restaurer.
- Sensibiliser sur les risques d'inondation et les diminuer dans les zones à enjeu.

Milieus

- Préserver les cours d'eau et les milieux humides en bon état et restaurer les milieux dégradés afin de conserver ou de rétablir leur fonctionnalité.
- Promouvoir les cours d'eau, milieux aquatiques et espèces emblématiques comme vecteurs d'attractivité du territoire.
- Favoriser une démarche concertée pour traiter des problématiques complexes : gestion des grands barrages, des zones humides et des étangs, rétablissement de la continuité écologique, encadrement des pratiques agricoles, sylvicoles...
- Pérenniser les populations de poissons grands migrateurs ou favoriser leur retour.
- Améliorer les connaissances sur les zones humides, le maintien ou le changement des pratiques agricoles, l'impact de la sylviculture...

Organisation du territoire

- Accompagner dès à présent les acteurs pour mettre en place la réforme territoriale en privilégiant une approche à l'échelle des sous-bassins versants.
- S'appuyer sur la réforme territoriale pour optimiser l'organisation de la maîtrise d'ouvrage autour de la gestion de l'eau et pour doter tout le territoire en outils de gestion des milieux aquatiques.
- Favoriser la mise en place d'une gestion intégrée et plurithématique de l'eau sur le bassin de la Creuse.

Figure 52 : Objectif de gestion du SAGE du bassin de la Creuse

Le projet est concerné par :

12. Développer des actions en faveur de la réduction des pollutions diffuses et du traitement de la problématique « eutrophisation » : intégrations dans les contrats territoriaux, mise en place de MAE, sensibilisation...

Le projet prévoit la réduction au maximum des pollutions diffuse par l'ensemble des dispositifs et méthodologie (bacs récolteurs des fluides, parcage des engins de chantier en dehors des zones à risque, intervention de mise en œuvre hors d'eau, etc) mise en œuvre pendant la phase de chantier et d'exploitation.

13. Sensibiliser sur les risques d'inondation et les diminuer dans les zones à enjeux ;

Le projet ici présenté est de nature à diminuer l'impact des crues par l'amélioration des capacités d'évacuation du site.

14. Promouvoir les cours d'eau, milieux aquatiques et espèces emblématiques comme vecteur d'attractivité du territoire.

L'amélioration de la libre circulation piscicole de part et d'autre du seuil intervient dans la restauration de la ressource halieutique. Cette ressource est à l'origine d'une activité de loisir et donc de tourisme. Cette considération est également en accord avec la considération de l'axe de la Creuse comme un axe d'importance majeure pour les grands migrateurs.

15. Pérenniser les populations des espèces de grands migrateurs ou favoriser leur retour.

Une grande partie des moyens mis en œuvre dans le cadre de ce projet sont consacré à l'amélioration de la libre circulation piscicole. Cette libre circulation est un enjeu majeur pour les espèces de grands migrateurs comme en atteste les espèces cibles définies par l'arrêté du 10 juillet 2012.

5 Eléments graphiques, ouvrages en amont et en aval ayant une influence hydraulique, profil en long et plans des terrains immergés

L'ensemble des plans de projets sont présentés à l'Annexe 1

6 Note de présentation non technique

Le projet hydroélectrique du moulin de Gatineau est né à la suite de l'acquisition de celui-ci par la SARL Electr'eau. Sébastien Bensch gestionnaire et propriétaire de la société souhaite optimiser la production hydroélectrique de son site. Pour se faire, il se fait accompagner par le bureau d'étude spécialisé dans la petite hydroélectricité MTBE sa.

A la suite des études d'avant-projet, il s'est avéré que l'optimisation du site passe par l'augmentation du débit d'équipement et l'implantation d'ouvrages de génie civil permettant cette augmentation.

En outre de l'aspect environnemental lié à la production d'énergie renouvelable, la Creuse, sur laquelle est installé le moulin Gatineau, est dans un contexte écologique d'importance

majeure. En effet, elle fait partie d'un réseau hydrographique qui pour bon nombre d'espèces représente un habitat nécessaire à l'accomplissement de leur cycle de vie. A ce titre, la section de la Creuse comprenant le moulin est classée en liste 1 et 2 selon l'article L214-17 du code de l'environnement. 5 espèces amphihalines ont été définies comme espèces cibles pour la libre circulation piscicole. Parmi ces 5 espèces, la Grande Alose fait l'objet d'une attention particulière en termes de libre circulation. La note stratégique du 31 octobre 2017 vise, sur le tronçon entre le complexe d'Eguzon et la confluence avec la Vienne, une efficacité de 1% pour le franchissement de l'Alose. Pour atteindre cet objectif, il a été identifié que la franchissabilité au seuil de Gatineau pourrait être améliorée.

En effet, la franchissabilité souffre, sur ce site, de l'éloignement entre la passe à poissons existante et la centrale hydroélectrique. Dans ce contexte, il a été jugé pertinent de traduire l'amélioration du franchissement par l'installation d'une nouvelle passe à poissons directement à côté de la centrale hydroélectrique. Avec cette passe à poissons, l'utilité du débit turbiné devient double. D'une part, il permet de produire de l'énergie électrique à partir d'une source d'énergie non carbonée et d'autre part, il permet de d'attirer les poissons en montaison vers l'ouvrage de montaison nouvellement projeté.

La passe à poissons projetée est une passe à bassins munie de fentes profondes. En outre, celle-ci sera munie d'une rugosité sur l'entièreté de son radier. De ce fait, elle est rendue utilisable pour les anguilles (espèce ciblée au travers du classement en liste en liste 1 et 2 selon l'article L214-17 du code de l'environnement).

En parallèle des considérations pour la montaison, le projet prévoit également d'installer des turbines qualifiées d'ichtyocompatibles, à savoir, une turbine VLH et trois vis hydrodynamiques. Le débit d'équipement prévu pour la turbine VLH est de 20 m³/s et le débit unitaire pour les vis hydrodynamiques est de 4 m³/s. Le débit d'équipement sera porté à 32 m³/s. Ce choix de turbine présente un double avantage, l'intégrité physique des poissons est préservée même en cas de passage dans les turbines et le nombre de voies de dévalaison est augmenté.

En termes d'exploitation, la production annuelle prévue est de 1 500 000 kWh. Cette production représente la consommation domestique de 320 foyers français moyens.

Afin de pérenniser son activité et de pouvoir l'exercer en toute légalité, M. Bensch souhaite voir son autorisation porter sur une durée de 40 ans.

L'intégration environnementale fait donc partie intégrante

7 Influence hydraulique de la retenue

L'influence hydraulique de la retenue s'étend à 1,3 km en amont. Le projet ne prévoit aucune modification du régime de gestion du niveau d'eau influencé (à l'amont du seuil du moulin de Gatineau).

L'influence est représentée sur la figure ci-dessous. L'étendue du manteau est repérable sur les photos aériennes de la Creuse (zone de calme, zone de remous).



Figure 53 : Détermination cartographique de la zone d'influence de la retenue du seuil du Moulin de Gatineau

Comme calculée sur la figure ci-dessus, la surface de la retenue est de 92940 m². Le volume d'eau retenu est estimé lui à 97 600 m³.

Cette influence est caractéristique des périodes d'étiage. Pour les conditions d'eaux moyennes, l'influence s'étend jusqu'au seuil de la Roche-Posay.

8 Ouvrages présents en aval et en amont du site

A l'aval du site, le premier moulin présent est le moulin de Chambon.

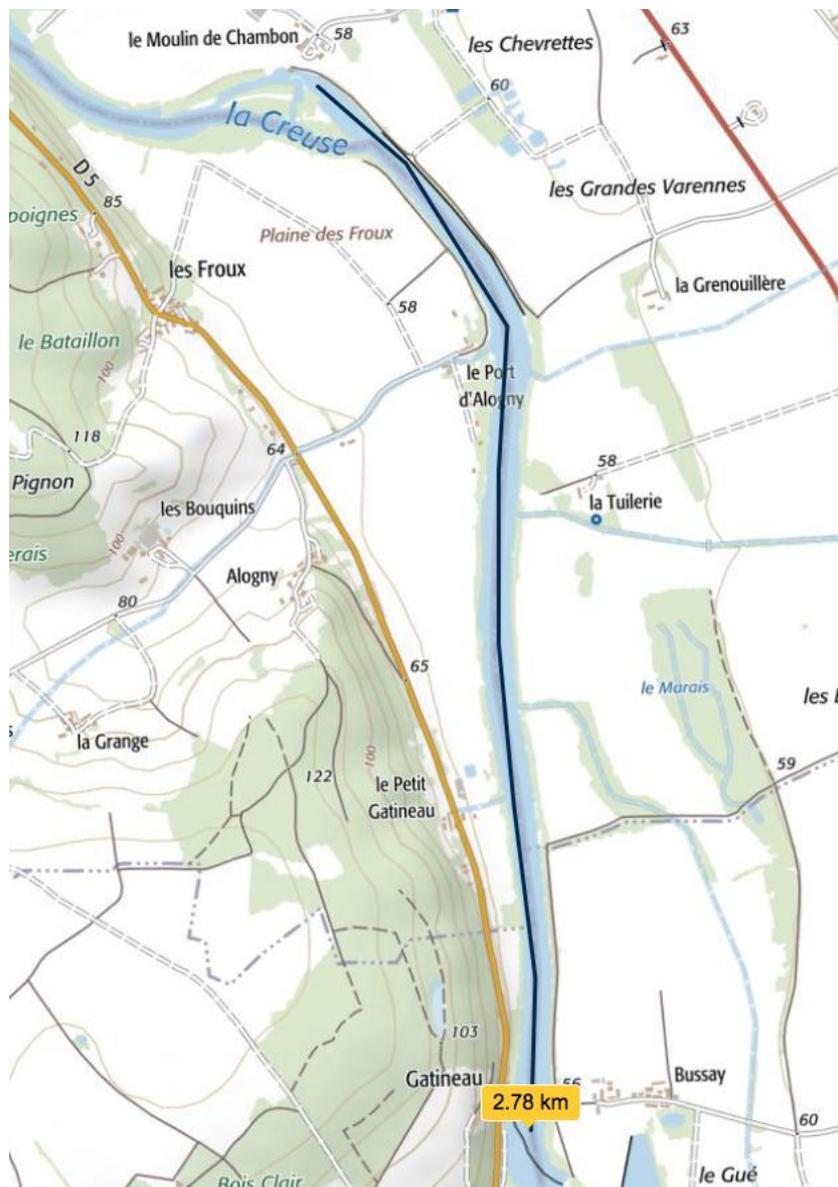


Figure 54 : Distance au moulin de Chambon

L'ouvrage situé en amont est le seuil de la Roche-Posay.

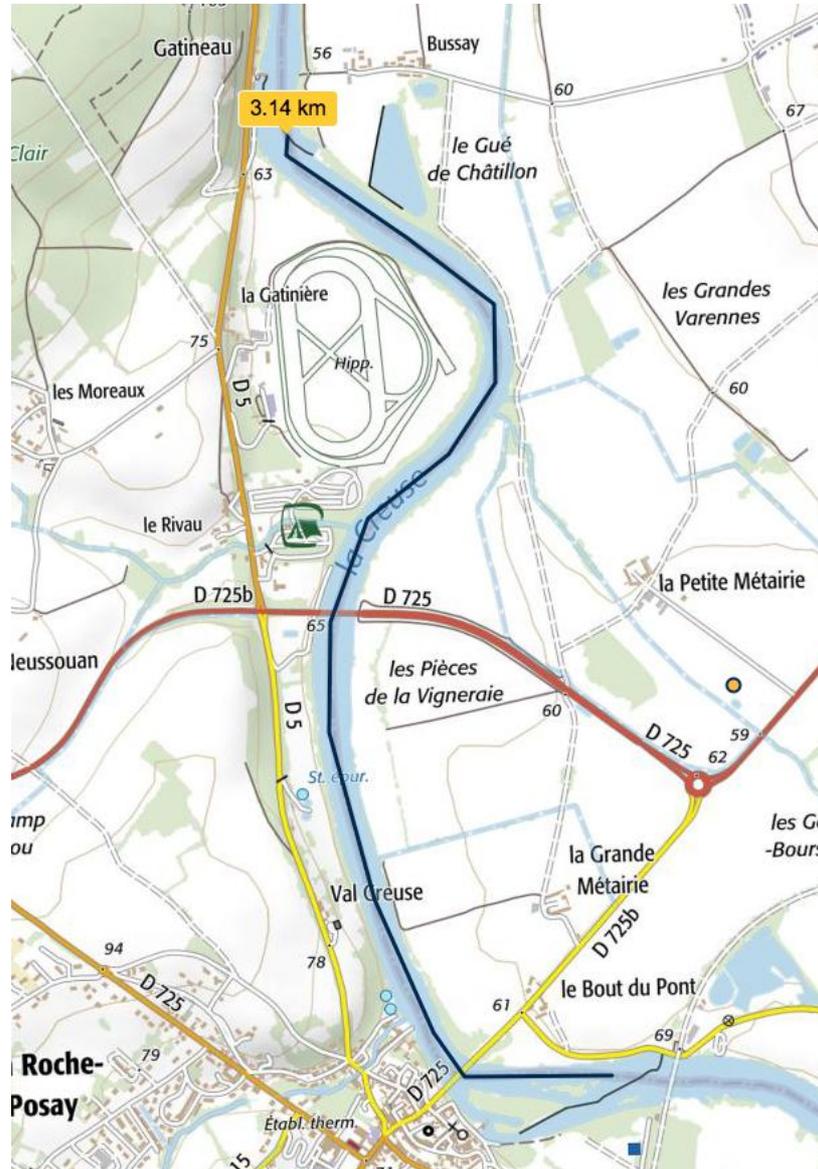


Figure 55 : Distance au seuil de la Roche-Posay

9 Capacité technique et financières du pétitionnaire et durée de l'autorisation demandée

La S.A.R.L ELECTR'EAU est née en 2019 préalablement à l'acquisition du Moulin de GATINEAU par la transformation d'une SCI immobilière dans le but de développer un parc de production hydroélectrique et d'en assurer sa maintenance.

Les parts de la société sont détenues à 100 % par Monsieur et Madame Sébastien BENSCH, la gérance est assurée par Monsieur Sébastien BENSCH en plus de la gestion de ses autres sociétés.

Sensible à la nécessité de jouer un rôle actif dans le domaine des énergies renouvelables Monsieur BENSCH a vendu son activité principale où il exerçait la direction d'un cabinet de gestion de biens.

Par sa formation universitaire en biologie et ses vingt-cinq années d'expérience dans le domaine juridique et de la construction, il souhaite pouvoir mener à bien la rénovation du Moulin GATINEAU en intégrant l'ensemble des travaux de mise en conformité environnementale du site.

Par son expérience dans le montage de projet et grâce à sa capacité d'apport financier personnel Monsieur BENSCH a le soutien de sa banque et compte lors de la finalisation du montage intégrer d'autres partenaires par un financement participatif citoyen.

10 Durée d'autorisation demandée

Le projet proposé au travers du présent dossier prévoit d'apporter sa contribution à deux enjeux de société, la production d'électricité à partir d'une source d'énergie non carbonée et la préservation de la ressource halieutique au travers de la libre circulation piscicole.

Ces deux enjeux s'inscrivent au sein de notre société sur le long terme. Les effets qui leur sont inhérents apportent une partie de la réponse nécessaire aux dérives liées au développement, observé jusque-là, de notre société. L'utilisation des énergies renouvelables et la réhabilitation des fonctions écologiques des cours d'eau s'inscrivent en effet dans les différents plans prévus pour réhabiliter les équilibres entre la société et l'environnement.

Ces plans s'inscrivent sur des longues durées, par exemple les accords de paris prévoient des objectifs pour 2030 en termes de productions.

Les ouvrages et éléments électromécaniques sont également prévus pour le long terme. Les règles de l'art selon lesquelles les ouvrages sont dimensionnés (eurocode) prévoient une durabilité allant jusqu'à plusieurs décennies.

Ceci afin de dynamiser la transition énergétique et le développement local des énergies renouvelables.

Afin de valider la portée temporelle prévue dans le projet, le pétitionnaire requiert une durée d'autorisation de **40 ans** pour l'exploitation de la centrale décrite au travers du présent dossier ($32 \text{ m}^3/\text{s} * 1.64 \text{ m} * 9.81 \text{ m/s}^2 * 0.72 = 371 \text{ kW}$).

De plus, cette durée permettra aux potentiels candidats à la participation citoyenne de se projeter dans le projet sur le long termes.

11 Bibliographie

- Albert, A., Berthier, C., & Ducarre, O. (2014). *Atlas des espèces exotiques envahissantes du bassin de la Loire. Plan Loire.*
- Baudoin, J., Burgun, V., Chanseau, M., Larinier, M., Ovidio, M., Sremiski, W., ... Voegtle, B. (2014). Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons (principes et méthodes), 203.
- EPTB Vienne. (2020). *SAGE Creuse. SAGE Creuse version du 10 avril 2020.*
<https://doi.org/10.2307/j.ctv10qqxxp.13>