

Demande d'autorisation environnementale

Descriptif du projet



Site de Bussières

Cours d'eau : Ognon

Commune : Bussières

Département : Haute-Saône (70)

CONSULT HYDRO (MOE)

Frédéric MISCHLER
Directeur

Tel : 03 84 68 15 90

Mobile : 06 75 08 77 87

contact@consulthydro.com

CONSULT HYDRO

9 Avenue du lac

70000 VESOUL

HYDROGNON (Pétitionnaire)

Florent DESSET

1 rue des Chenevières

25870 CHEVROZ

Tel : 03 81 56 82 30

Mobile : 06 87 48 95 59

Courriel : dessetflorent@hotmail.fr

Informations du document	
Titre	Demande d'autorisation environnementale
Sous-titre	Description du projet
Auteur(s)	Mary Diallo
Contributeur(s)	Frédéric Mischler
Diffusion	Publique

Historique du document				
Date	Révision	Préparé par	Vérfié par	Description et statuts
15/08/2021	V1.0	Mary Diallo	Frédéric Mischler	Rapport initial
15/11/2022	V2.0	Mary Diallo	Frédéric Mischler	Introduction des modifications liées à la demande de compléments du 07/03/2022

Sommaire

1	HISTORIQUE.....	10
1.1	DU MOULIN A FARINE A L’USINE DE PAPETERIE OUTHENIN-CHALANDRE FILS ET CIE, PUIS AUX PAPETERIES DE FRANCE	10
1.2	CARTES ANCIENNES	11
1.3	REGLEMENT D’EAU.....	12
2	HYDROLOGIE ET OUVRAGES ACTUELS	13
2.1	HYDROLOGIE	13
2.1.1	Station hydrométrique	13
2.1.2	Surface du bassin versant.....	13
2.1.3	Débites moyens mensuels (module interannuel)	13
2.1.4	Débites d’étiage	13
2.1.5	Débites de crue.....	14
2.1.6	Débites classés	14
2.2	OUVRAGES ACTUELS	15
2.2.1	Seuil.....	15
2.2.2	Clapet	15
2.2.3	Passé à poissons	16
2.2.4	Passé à canoës.....	17
3	CARACTERISTIQUES PRINCIPALES DES OUVRAGES ET JUSTIFICATIONS TECHNIQUES .	18
3.1	CHOIX DU SCENARIO	19
3.1.1	Implantation de la centrale	19
3.1.2	Type de turbine.....	19
3.1.3	Débit d’équipement.....	20
3.2	ÉQUIPEMENT ET GESTION DE LA CENTRALE ET DEBIT EXPLOITE	23
3.2.1	Turbine	23
3.2.2	Débites disponibles au turbinage	23
3.2.3	Gestion de la centrale.....	24
3.3	SEUIL	25
3.4	NOUVEAU CLAPET	26
3.5	CONTINUITÉ PISCICOLE A LA MONTAISON	27
3.5.1	Passé a bassins successifs.....	27
3.5.2	Influence du projet sur la passe à bassins existante.....	27
3.5.3	Prébarrage aval.....	27
3.5.4	Modification de l’entrée piscicole de la passe à bassins successifs	29
3.6	PASSE A CANOËS.....	30
3.7	CONTINUITÉ PISCICOLE A LA DEVALAISON	31
3.7.1	Données d’entrée	31
3.7.2	Critères de dimensionnement.....	31
3.7.3	Dimensionnement du plan de grille.....	32
3.7.4	Exutoire	35
3.7.5	Fosse de réception.....	36
3.7.6	Dégrilleur et goulotte de défeuillage.....	36
4	DEBITS ET NIVEAUX D’EAU	38
4.1	ÉCHELLE LIMNIMÉTRIQUE	38
4.2	REPARTITION DES DEBITS ET NIVEAU D’EAU AMONT DU PROJET	38

4.3	DEBIT RESERVE	38
5	PHASE DE TRAVAUX	40
5.1	ACCES ET IMPLANTATION DU CHANTIER	40
5.2	TRAVAUX POUR LA MISE A SEC : IMPLANTATION DES BATARDEAUX.....	41
5.3	TRAVAUX POUR LA CENTRALE.....	42
5.3.1	Terrassement.....	42
5.3.2	Génie civil	45
5.4	TRAVAUX POUR LE CLAPET	47
5.4.1	Terrassement.....	47
5.4.2	Génie civil	47
5.4.3	Mécanique.....	47
5.5	GESTION DES SEDIMENTS	48
5.6	DEFRICHEMENT	49
5.7	CALENDRIER DES TRAVAUX	50
6	PHASE D’EXPLOITATION	51
6.1	GESTION DU TRANSIT SEDIMENTAIRE	51
6.1.1	Situation actuelle.....	51
6.1.2	Situation après projet.....	51
6.2	GESTION DES DECHETS ET EMBACLES.....	51
7	INVESTISSEMENT	53
8	PRODUCTIBLE	54

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Plans des usines de Geneuille appartenant à Monsieur Chalandre (1850)	11
Figure 2 : Courbe de débits classés au droit du projet.....	14
Figure 3 : Photo du seuil (Source : Consult Hydro).....	15
Figure 4 : Photo du clapet (Source : Consult Hydro)	15
Figure 5 : Photos de la passe à poissons (Source : Consult Hydro)	16
Figure 6 : Photo de la passe à canoë (Source : Consult Hydro).....	17
Figure 7 : Implantation de la centrale	19
Figure 8 : Courbes de débits classés - Choix du débit d'équipement.....	21
Figure 9 : Simulation du chiffre d'affaires en fonction du débit d'équipement - Choix du débit d'équipement	22
Figure 10 : Débit disponible au turbinage	24
Figure 11 : Emplacement du nouveau clapet.....	26
Figure 12 : Montaison - Prébarrage	28
Figure 13 : Disposition du plan de grille	32
Figure 14 : Décomposition de la vitesse d'approche.....	32
Figure 15 : Valeur du coefficient KF en fonction de la forme des barreaux (dimensions en mm).....	34
Figure 16 : Exemple de dégrilleur à chaîne (Source : Consult Hydro)	37
Figure 17 : Exemple de dégrilleur à bras articulé (Source : Consult Hydro).....	37
Figure 18 : Cartographie du chantier	40
Figure 19 : Zones de terrassement.....	42
Figure 20 : Emplacements des profils topographiques réalisés.....	43
Figure 21 : Profil en long des relevés topographiques au droit de la centrale	44
Figure 22 : Vue en plan de centrale.....	45
Figure 23 : Profil en long de la centrale.....	45
Figure 24 : Chambre d'eau	46
Figure 25 : Partie aval de la centrale	47
Figure 26 : Zones d'extraction sédimentaire.....	48

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nomenclature loi sur l'eau.....	8
Tableau 2 : Débits moyens mensuels au droit du projet	13
Tableau 3 : Débits d'étiage au droit du projet.....	13
Tableau 4 : Débits de crue au droit du projet	14
Tableau 5 : Débits classés au droit du projet	14
Tableau 6 : Caractéristiques du seuil.....	15
Tableau 7 : Caractéristiques du clapet	16
Tableau 8 : Caractéristiques de la passe à poissons.....	16
Tableau 9 : Caractéristiques de la passe à canoë.....	17
Tableau 10 : Données générales du projet	18
Tableau 11 : Critères financiers - Comparaison entre les turbines	20
Tableau 12 : Caractéristiques des turbines d'équipement de la centrale.....	23
Tableau 13 : Caractéristiques du nouveau clapet	26
Tableau 14 : Montaison - Caractéristiques du prébarrage	28
Tableau 15 : Dévalaison - Données d'entrée du dimensionnement de la grille ichtyocompatible	31
Tableau 16 : Dévalaison - Critères de dimensionnement de la grille ichtyocompatible.....	31
Tableau 17 : Dévalaison - Plan de grille.....	35

Tableau 18 : Dévalaison - Exutoire latéral.....	36
Tableau 19 : Dévalaison - Fosse de réception	36
Tableau 20 : Gestion des débits et niveau d'eau amont du projet	38
Tableau 21 : Planning des travaux.....	50
Tableau 22 : Investissements du projet	53
Tableau 23 : Productible et chiffre d'affaires	54

Nomenclature loi sur l'eau

IOTA : Installations, Ouvrage, Travaux ou Activités ; **A** : Autorisation ; **D** : Déclaration ; **NC** : Non concerné.

Rubriques	Ouvrages – Activités		Régime
5.2.2.0	Concessions hydrauliques régies par le livre 5 du Code de l'Energie	PMB > 4500 kW	NC
1.2.1.0	Prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, y compris par dérivation, dans un cours d'eau,...	1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1000 m ³ /heure ou à 5 % du débit du cours d'eau (A) ; 2° D'une capacité totale comprise entre 400 et 1000 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).	Autorisation <i>Le débit maximum dérivé est de 22 m³/s.</i>
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 de crues (A) ;		NC
3.1.1.0	2° un obstacle à la continuité écologique Au sens de la présente rubrique, la continuité écologique des cours d'eau se définit par la libre circulation des espèces biologiques et par le bon déroulement du transport naturel des sédiments.	d) entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau ... (A) ; e) entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm (D).	NC <i>Le seuil existe. Le projet ne modifie pas la hauteur de chute.</i>
3.1.2.0	IOTA conduisant à modifier le profil en long ou 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).	NC <i>La pose des batardeaux sera temporaire (phase des travaux)</i>
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 sup ou égale à 20 m mais inf. 200 m (D).	NC
3.1.5.0	IOTA 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 ...	1° Destruction de plus de 200 m ² de frayères (A) 2° Dans les autres cas (D).	Déclaration <i>Il n'y pas de frayères répertoriées dans la zone de mise à sec pendant la phase des travaux ; le projet n'engendrera pas la destruction de la frayère située dans la zone humide à proximité</i>
3.2.1.0	Entretien de cours d'eau ou de canaux, à l'exclusion de l'entretien visé à l'article L. 215-14 réalisé par le propriétaire	1° Supérieur à 2 000 m ³ (A) ; 2° Inférieur ou égal à 2 000 m ³ dont la teneur des sédiments	Déclaration <i>Le volume de sédiments extraits dans le lit mineur de</i>

	riverain, des dragages visés à la rubrique 4.1.3.0 et de l'entretien des ouvrages visés à la rubrique 2.1.5.0, le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année :	extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 (A) ; 3° Inférieure ou égal à 2 000 m3 dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 (D).	<i>l'Ognon dans le cadre du projet est d'environ 1150 m³</i>
3.2.2.0	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.	1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m2 (A) ; 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m2 et inférieure à 10 000 m2 (D).	NC <i>La surface soustraite dans le lit majeur est d'environ 305 m²</i>
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)	NC
3.2.5.0	Barrage de retenue et ouvrages assimilés relevant des critères de classement prévus par l'article R.214-112	Classe retenue : A, B ou C (A)	NC

Tableau 1 : Nomenclature loi sur l'eau

Le projet est soumis à **Autorisation** au regard des rubriques **1.2.1.0** ; et à **Déclaration** au regard des rubriques **3.1.5.0, 3.2.1.0**.

En application de l'article L312-2 du Code de l'Energie, l'autorisation au titre de l'article R214-1 du Code de l'Environnement vaut autorisation d'exploiter au sens de l'article L311-5 du Code de l'Energie.

Dispense de permis de construire pour les centrales hydroélectriques, canaux, barrages, digues et passes à poissons.

L'article R 421-3b (annexe 1) du code de l'urbanisme (depuis le décret du 27 février 2014) qui dispense de permis de construire *"Tous les ouvrages d'infrastructure terrestre, maritime, fluviale, portuaire ou aéroportuaire ainsi que les outillages, les équipements ou les installations techniques directement liés à leur fonctionnement, à leur exploitation ou au maintien de la sécurité de la circulation maritime, fluviale, ferroviaire, routière ou aérienne"*.

Il ne semblait pas inclure les centrales hydroélectriques dans sa formulation, mais plutôt les ouvrages qui constituent des infrastructures fluviales : ponts, écluses, digues, perrés, appontements, passerelles, embarcadères et débarcadères, etc.

Pourtant la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN*) qui est en charge des règles de l'urbanisme a précisé dans une note d'interprétation du Ministère que les infrastructures fluviales concernées comprenaient « les canaux, les écluses, les barrages, les digues, les passes à poissons, les microcentrales ou centrales hydrauliques, [...] les locaux techniques de commande situés à proximité des ouvrages [...] qui permettent la collecte et la retransmission de données

relatives à leur exploitation (les points d'arrivée énergétiques, les locaux accueillants des automatismes, les capteurs ...) ».

À ce jour, la construction d'une centrale hydroélectrique est bien dispensée de permis de construire, ce qui n'est pas forcément connu des services instructeurs.

Attention, l'article R 421-3b du code de l'urbanisme indique que cette dispense n'est pas valable en site patrimonial remarquable (typiquement ZPPAUP ou AVAP) ou aux abords d'un monument historique, ce qui n'est pas notre cas .

C'est bien l'article R421-3 du code de l'urbanisme qui prévoit un certain nombre de dispenses, sans mentionner les ouvrages hydroélectriques : c'est seulement dans l'Annexe Flash DGALN n° 09-2014 que l'on voit que la dispense de formalités au titre du code de l'urbanisme s'étend aux ouvrages hydro et à leurs annexes.

On peut toutefois relever que c'est la DDT 43 qui nous a informé de cette dispense en nous communiquant cette note de la DGALN, d'une part, et que récemment la DDT du Doubs a confirmé à un bureau d'études le bien-fondé de cette dispense, d'autre part.

1 Historique

1.1 Du Moulin à farine à l'usine de papeterie Outhenin-Chalandre Fils et Cie, puis aux Papeteries de France

« Extrait du Dossier IA25001640 réalisé en 2017 – Patrimoine en Bourgogne-Franche-Comté »

Etabli sur le cours de l'Ognon, le moulin est attesté au début du 14^e siècle. Adjugé en 1791 à C.J Pougnet, il est cédé en 1813 à M. Grosbot, puis en 1823 à sa fille, mariée à M. Faivre. En 1824, l'établissement comprend deux parties : l'une abrite un moulin doté d'une ribe, d'une scierie et d'une huilerie, l'autre consiste en une petite papeterie équipée de deux cuves. L'usine hydraulique est acquise le 2 mars 1834 par Simon Gabriel Outhenin-Chalandre, imprimeur établi à Besançon, pour la somme de 40 000 francs. Son fils Joseph entreprend dès 1834 la construction d'une usine de papeterie mécanique. Il supprime les équipements annexes et installe une machine à papier. En 1835, l'usine comprend "deux cuves, deux presses, deux cylindres, un laminoir pour le carton, un pourrissoir, une chaudière à colle, trois étendoirs", le tout mis en mouvement par "cinq roues hydrauliques" d'une puissance totale de 50 chevaux. L'arrêté préfectoral du 7 février 1835 autorise l'exploitant à mettre en service une chaudière à vapeur de 30 CV pour le lessivage des chiffons et le séchage du papier. La papeterie se développe rapidement : 10 cylindres raffineurs (ou piles hollandaises) préparent la pâte à papier et une seconde machine à papier est installée en 1836, mise en jeu par une deuxième machine à vapeur.

En 1837 est fondée la société Outhenin-Chalandre Fils et Cie, dont les actionnaires principaux sont Joseph Outhenin-Chalandre, Joseph Robichon (directeur de la papeterie de Geneuille) et Jean-Claude Gérard. En mai 1845, la société acquiert le moulin de Chevroz, situé 3 km en amont sur l'Ognon, et le convertit en fabrique de pâte à papier (IA25001680). Celle-ci est acheminée par bateau à l'usine de Geneuille. La société Outhenin-Chalandre Fils et Cie acquiert successivement trois usines hydrauliques à Savoyeux (IA70000357) en 1854, à Deluz (IA25000591) en 1872 et à Seveux (IA70000351) en 1875, qu'elle convertit en usine de papeterie.

L'effectif de l'usine de Geneuille passe d'une soixantaine d'ouvriers vers 1836 à 135 personnes en 1842, pour une production annuelle de 300 tonnes de papier. Partiellement détruite par un incendie en août 1842, l'usine est reconstruite, agrandie et modernisée. Les roues hydrauliques sont remplacées par deux turbines permettant d'actionner les dix cylindres et les deux machines à papier. Une troisième machine est mise en place en 1851. L'effectif est alors de 215 personnes. En 1852, trois turbines actionnent les trois machines à papier et deux autres mettent en mouvement les cylindres raffineurs. La puissance hydraulique installée passe de 24 chevaux en 1834 à 160 chevaux en 1881. Une demeure patronale, aujourd'hui connue sous le nom de Château de la Dame Blanche, est édifié à l'ouest de l'usine vers 1868. Construite dans un parc, elle sera complétée de dépendances (communs, écuries, serre). A la mort de Joseph Outhenin-Chalandre en 1875, son fils Joseph reprend la direction des usines de Chevroz et Geneuille. A cette date, la papeterie emploie 250 personnes (y compris le personnel de Chevroz) et produit annuellement 1500 tonnes de papier. Une nouvelle chaufferie est construite en 1877. Au début des années 1880, une habitation ouvrière, une école et un magasin coopératif sont construits au sud de l'usine (IA25001641).

L'usine est modernisée au début des années 1880 (construction d'une "salle à papier, hangar") et agrandie vers 1899 (ateliers pour la fabrication du papier couché, magasin industriel, chaufferie, local de la machine à vapeur) puis dans la première décennie du 20^e siècle. La production atteint 4500 tonnes en 1910 (papier d'écolier et pour impression). En 1930, année de la fusion avec la société grenobloise des Papeteries de France, l'usine emploie 160 personnes. En 1960, l'effectif ouvrier est encore de 150 personnes et la papeterie fabrique du papier pour affiches et du papier machine, ainsi que du

papier nylon pour la fabrication de textile jetable . Au moment de sa fermeture en 1968, l'usine emploie encore une centaine de personnes. L'ensemble des bâtiments est acheté en 1973 par un particulier, qui a loué les locaux à diverses entreprises jusqu'au début du 21 siècle. Une petite centrale hydroélectrique a fonctionné dans le dernier quart du 20e siècle, utilisant les turbines en place (de type Fontaine). Les bâtiments les plus anciens, au sud, sont désaffectés et très dégradés. Un atelier de 1000 m² a été détruit par un incendie en 2013.

1.2 Cartes anciennes

« Extrait du Dossier IA25001640 réalisé en 2017 – Patrimoine en Bourgogne-Franche-Comté »

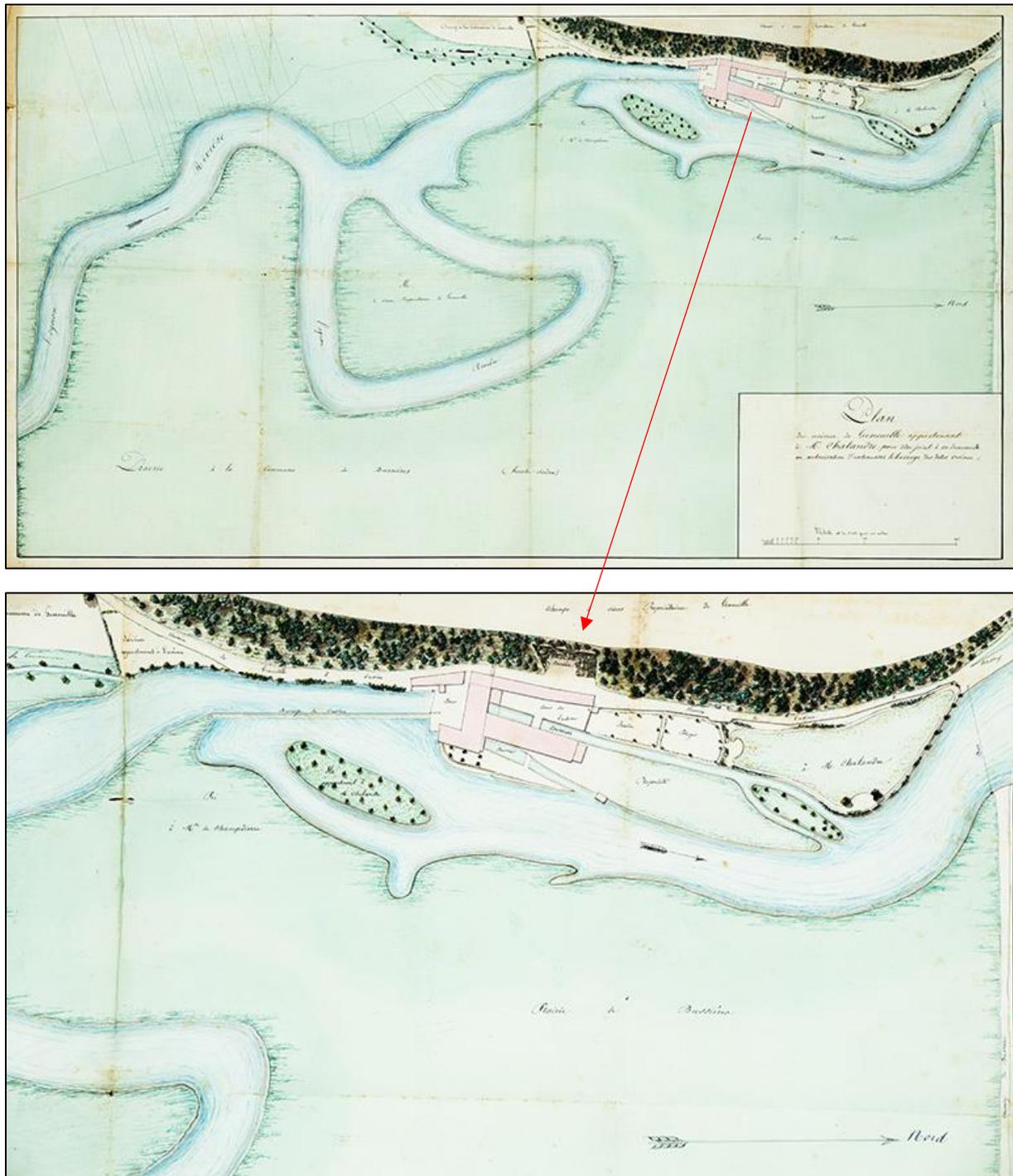


Figure 1 : Plans des usines de Geneuille appartenant à Monsieur Chalandre (1850)

1.3 Règlement d’eau

Le décret préfectoral du 18 août 1850 autorisa Monsieur Outhenin-Chalandre à conserver et tenir en activité la papeterie mécanique mue au moyen des roues hydrauliques qu’il possède sur le cours de l’Ognon dans la commune de Geneuille moyennant certaines conditions. Cette ordonnance qui décrit la situation du site à cette époque est disponible dans « *Bussières - Autre dépôt de fichier* » (étape 8 de la téléprocédure de demande d’autorisation environnementale).

Ce règlement d’eau du 18 août 1850 est le seul document de ce type encore connu (ou disponible) dans l’historique du site jusqu’à présent. Nonobstant, il est à noter que ce droit d’eau a été abrogé.

2 Hydrologie et ouvrages actuels

2.1 Hydrologie

2.1.1 Station hydrométrique

La station la plus proche au droit du site est celle de PIN (U1074020). Cette station présente un très grand nombre d’années provisoires et n’est pas considérée comme fiable.

C’est donc la station directement en amont BEAUMOTTE-UBERTANS (U1054010) qui servira de référence pour le projet.

Au regard du bassin versant au droit de la station (1250 km²) et celui au droit du projet (1420km²), le coefficient est de 1,13, toutefois ce coefficient sera pondéré de la différence du ratio de bassin versant et les valeurs connues pour la centrale d’EMAGNY située à quelques kilomètres.

Le coefficient retenu sera donc 1,11 (à appliquer sur les valeurs de la station BEAUMOTTE-AUBERTANS). Les valeurs à suivre sont donc corrigées par ce coefficient.

2.1.2 Surface du bassin versant

Le bassin versant au droit du projet est estimé à environ **1 420 km²**.

2.1.3 Débits moyens mensuels (module interannuel)

Mois	Débits moyens (m ³ /s)
Janvier	44,9
Février	44,6
Mars	38,2
Avril	28,7
Mai	22,3
Juin	15,1
Juillet	10,1
Août	7,9
Septembre	9,4
Octobre	18,7
Novembre	30,2
Décembre	43,4

Tableau 2 : Débits moyens mensuels au droit du projet

Le module interannuel de l’OGNON estimé au droit du projet est égale à **26,00 m³/s**.

2.1.4 Débits d’étiage

Biennale QMNA2 (m³/s)	4,21
Quinquennale QMNA5 (m³/s)	2,88

Tableau 3 : Débits d’étiage au droit du projet

2.1.5 Débits de crue

Cours d'eau	Station	Débits de crue (m ³ /s) à BUSSIERES						Source
		Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	
Ognon	BEAUMOTTE-AUBERTANS	187	244	288	333	377	/	Banque hydro

Tableau 4 : Débits de crue au droit du projet

2.1.6 Débits classés

Fréquence de dépassement	Nombre de jours dépassement	Débit (m ³ /s)
0,01	3	153,18
0,02	7	127,65
0,05	18	90,47
0,1	36	61,61
0,2	73	38,85
0,3	109	27,53
0,4	146	20,09
0,5	182	14,99
0,6	219	11,07
0,7	255	8,07
0,8	292	5,53
0,9	328	3,89
0,95	346	3,00
0,98	357	2,22
0,99	361	1,91
1	365	1,91

Tableau 5 : Débits classés au droit du projet

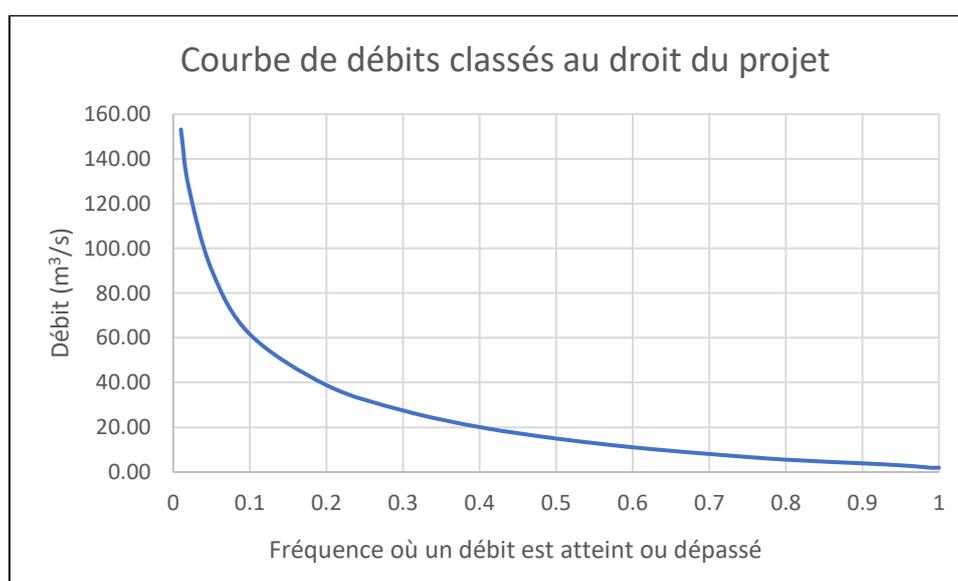


Figure 2 : Courbe de débits classés au droit du projet

2.2 Ouvrages actuels

2.2.1 Seuil

Le seuil de Geneuille est un seuil en béton de 1,80 m de hauteur et de 112,60 m de longueur déversant recoupant la totalité du lit mineur de l’Ognon.

La forme du seuil, arrasé à la cote 212,71 m NGF, est prévue pour alimenter le canal d’amenée d’une usine. Ce seuil permettait ainsi de dériver une partie des eaux de l’Ognon vers les deux turbines de la centrale située en rive gauche. Les deux turbines ne fonctionnent plus actuellement, il n’y a plus aucune production d’électricité dans cette usine et les équipements apparaissent dégradés et dangereux.

Ainsi, la première partie de l’ouvrage est perpendiculaire au sens d’écoulement, la deuxième partie du barrage constitue le chenal d’amenée des turbines de l’usine.

Caractéristiques du seuil	
Longueur déversante (m)	112,60
Hauteur (m)	1,80
Cote d’arase (m NGF)	212,71

Tableau 6 : Caractéristiques du seuil



Figure 3 : Photo du seuil (Source : Consult Hydro)

2.2.2 Clapet

Le clapet a pour fonction l’abaissement du niveau afin de faciliter les interventions sur le seuil. Il est important de noter que le clapet n’a pas de fonction de régulateur de crue, n’est pas automatisé ou asservi au niveau amont.

Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques du clapet :



Figure 4 : Photo du clapet (Source : Consult Hydro)

Caractéristiques du clapet	
Largeur (m)	9,60
Hauteur (m)	1,90
Pilotage	Manuel hydraulique

Tableau 7 : Caractéristiques du clapet

2.2.3 Passe à poissons

L’ouvrage présente un linéaire total de l’ordre de 25 m creusé dans le lit de l’Ognon en lieu et place de l’ancien vannage situé côté rive droite.

Le débit transitant à travers la passe à poissons sera compris entre 0,6 m³/s à l’étiage et 0,77 m³/s.

Son tracé se caractérise par un alignement de plusieurs bassins (8 au total) repliés sur eux-mêmes (2 virages) pour réduire l’emprise de l’ouvrage. Le tirant d’eau au débit médian est de 1,15 m soit une puissance dissipée en moyenne de 130 W/ m³.

Le tableau ci-dessous représente les caractéristiques de la passe à poissons :

Caractéristiques de la passe à poissons	
Longueur totale (m)	25
Pente (m/m)	6,5%
Nombre de bassins	7 + 1 ¹
Nombre de chutes	8
Longueur bassins (m)	3,50
Largeur bassins (m)	2,50
Chute entre bassins (m)	0,22
Largeur des fentes verticales (m)	0,35
Cote de la première fente amont (m NGF)	211,71

Tableau 8 : Caractéristiques de la passe à poissons

Le fond des bassins est recouvert de pierres et galets de diamètre compris entre 0,10 et 0,20 m noyés à mi-hauteur dans le radier de la passe à poissons, y compris au droit des fentes.



Figure 5 : Photos de la passe à poissons (Source : Consult Hydro)

¹7 bassins plus 1 bassin de tranquillisation

2.2.4 Passé à canoës

Constitué d’un ouvrage préfabriqué, la passe à canoë est implantée dans la partie centrale du seuil. C’est un glissière à fond lisse dont la pente maximale est de 15% sur une longueur de 12 m. Le débit transitant dans l’ouvrage à l’été est de 0,08 m³/s.

Caractéristiques de la passe à canoë	
Largeur (m)	1,40
Longueur (m)	12
Pente (m/m)	15%

Tableau 9 : Caractéristiques de la passe à canoë



Figure 6 : Photo de la passe à canoë (Source : Consult Hydro)

3 Caractéristiques principales des ouvrages et justifications techniques

Hydrologie		ETAT AVANT PROJET	ETAT APRES PROJET
Cours d'eau		L'OGNON	L'OGNON
Superficie bassin versant (km ²)		1420	1420
Débit moyen - module (m ³ /s)		26	26
Débit de crue 50 ans (m ³ /s)		377	377
Débit d'étiage QMNA5 (m ³ /s)		2,88	2,88
Débit du projet		ETAT AVANT PROJET	ETAT APRES PROJET
Débit maximal turbiné(m ³ /s)		/	22
Débit d'armement (m ³ /s)		/	3,3
Débit des ouvrages	Débit Passe à poissons	0,6	0,6
	Débit passe à canoé	0,08	0,08
	Débit de dévalaison (clapet)	/	0.50
Niveaux d'eau		ETAT AVANT PROJET	ETAT APRES PROJET
Niveau amont (m NGF)	Etiage (2,88 m ³ /s)	212,74	212,74
	Débit nominal du projet (23,18 m ³ /s)	212,92	212,71
Niveau aval (m NGF)	Etiage (2,88 m ³ /s)	210,87	210,87
	Débit nominal du projet (23,18 m ³ /s)	211,16	211,16
Chute		ETAT AVANT PROJET	ETAT APRES PROJET
Chute brute (m)	Débit d'étiage	1,87	1,87
	Débit nominal du projet (23,18 m ³ /s)	1,76	1,55
Seuil		ETAT AVANT PROJET	ETAT APRES PROJET
Cote crête (m NGF)		212,71	212,71
Longueur déversant (m)		112,60	112,60
Niveau d'exploitation		ETAT AVANT PROJET	ETAT APRES PROJET
Minimum (m NGF)		212,71	212,71
Clapets		ETAT AVANT PROJET	ETAT APRES PROJET
Vidange	Largeur (m)	9,8	2,5
	Hauteur (m)	1,9	2,70
	Capacité d'évacuation (m ³ /s)	57	15,6
Centrale		ETAT AVANT PROJET	ETAT APRES PROJET
Type		/	Au fil de l'eau sans tronçon court-circuité
Longueur (m)		/	31,77
Largeur (m)		/	12,80
Hauteur bâtiment (m)		/	6
Turbine		/	1 * Kaplan – 3020 mm – 22 m ³ /s
Puissance		ETAT AVANT PROJET	ETAT APRES PROJET
Puissance maximale brute PMB (kW)	H chute brute étiage*Q équipement*9,81	/	403
Puissance électrique (kW)	H chute exploitation*Qéquipement *9,81*rendement	/	270
Production d'énergie théorique annuelle (kWh)		/	1 105 625

Tableau 10 : Données générales du projet

3.1 Choix du scénario

La construction de la nouvelle centrale est envisagée pour les raisons suivantes :

- La mise en valeur du potentiel hydraulique de la chute au droit du seuil qui reste encore inexploité à ce jour ;
- La création d’un débit d’attrait supplémentaire pour la passe à poissons ;
- Sur le plan technique, le projet est relativement simple et ne nécessite pas des ouvrages de génie civil coûteux ou ayant un impact environnement et social important,
- La promotion d’une énergie propre, sans émission de CO₂.

Plusieurs scénarios ont été étudiés quant à l’implantation de la centrale, le choix de la turbine et du débit d’équipement. Ces scénarios sont décrits ci-après ainsi que les raisons qui ont conduit aux choix finaux.

3.1.1 Implantation de la centrale

La centrale sera implantée sur la rive droite de l’Ognon, à gauche de la passe à poissons (voir figure ci-dessous). Cette zone représente le meilleur emplacement possible pour la centrale car elle n’impliquera pas de destruction des ouvrages existants qui ont un rôle prépondérant pour la rivière (passe à poissons, passe à canoës, seuils).

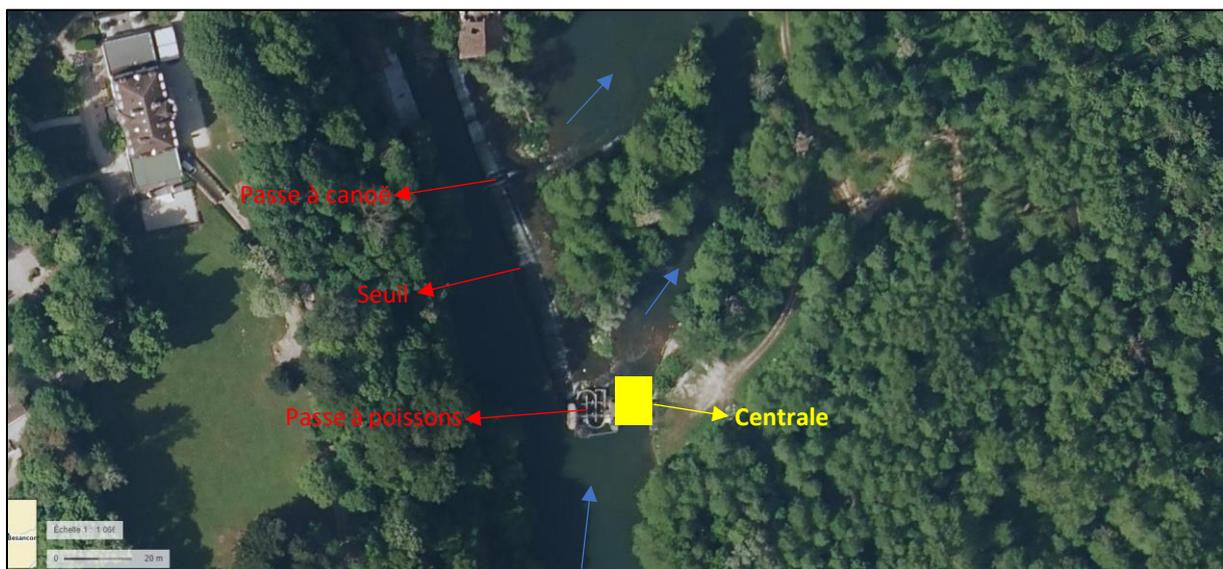


Figure 7 : Implantation de la centrale

3.1.2 Type de turbine

Compte de la chute et de l’hydrologie au droit du site, 3 types de turbine sont envisageables pour équiper la centrale hydrométrique à savoir entre autres :

- La turbine Kaplan,
- La vis d’Archimède,
- La turbine VLH.

3.1.2.1 Critères techniques

Au regard de leurs caractéristiques techniques intrinsèques, les 3 types de turbine envisagés ont la capacité de s’insérer dans l’environnement du site, sans dénaturer leur efficacité ou entraver le fonctionnement des ouvrages connexes du site. Cependant, la mise en place des turbines VLH et vis d’Archimède nécessiteront un terrassement beaucoup plus important qu’une turbine Kaplan.

Il est également à noter que la turbine VLH présente un handicap technique par rapport aux deux autres turbines. En effet, la VLH est une turbine mono-constructeur laissant le fabricant en position de monopole technique et financier. C’est une technique sensible nécessitant de mettre le cœur de la machine sous pression d’air pour empêcher l’eau de rentrer.

3.1.2.2 Critères financiers

Le tableau ci-dessous représente les éléments financiers pour les trois types de turbine considérée :

	KAPLAN	VLH	VIS D’ARCHIMÈDE
Productible	165 799 €	148 000 €	143 796 €
Investissement	1 928 000 €	1 863 000 €	2 047 000 €

Tableau 11 : Critères financiers - Comparaison entre les turbines

Le tableau ci-dessus met en exergue des résultats financiers plus intéressants pour une turbine Kaplan que pour les turbines ichtyocompatibles (VLH et vis d’Archimède).

3.1.2.3 Critères écologiques

Les turbines ichtyocompatibles (VLH et vis d’Archimède) présentent des taux de mortalité piscicole bien plus faibles que les turbines classiques comme la turbine Kaplan.

La turbine Kaplan n’est pas ichtyocompatible. Nonobstant, cette lacune de la turbine Kaplan peut être corrigée en équipant l’entrée de la prise d’eau de la centrale d’une grille ichtyocompatible. Dans le cadre du projet où a été fait le choix d’une turbine Kaplan, la grille ichtyocompatible a été dimensionnée en suivant scrupuleusement les recommandations du cahier de charge de l’ADEME.

3.1.2.4 Conclusion : choix de la turbine

Au regard de l’analyse des critères d’évaluation des turbines pour l’équipement de la centrale hydroélectrique du Bussières, la turbine Kaplan semble être la technologie qui allie un meilleur compromis entre les critères techniques, financiers et écologiques. **Par conséquent, le choix de turbine est porté sur une turbine de type Kaplan.**

En outre, au regard des débits classés et plus particulièrement des débit de basses eaux, une configuration d’une turbine Kaplan équipée d’un double réglage a été retenue pour abaisser le débit d’armement et utiliser les bas débits.

3.1.3 Débit d’équipement

Le choix du débit d’équipement est fait en fonction de l’hydrologie de l’Ognon au droit du projet, des caractéristiques physiques du site et de la rentabilité investissement/productible du projet.

3.1.3.1 Critères physiques

Il faut prendre en compte les ouvrages hydrauliques existants et particulièrement la passe à poissons. Cette dernière constitue la limite rive gauche de la future centrale. La largeur restante pour implanter la nouvelle centrale (entre la passe et la rive droite) est alors 10 m. Cependant, et malgré le surcôté lié

au terrassement, il est envisageable de terrasser dans la berge (rive droite) pour augmenter l’emprise de la centrale et permettre ainsi le passage d’un plus grand débit.

Le radier amont d’entrée d’eau de la centrale est calé en altimétrie selon le fond de rivière afin de ne pas créer une descente (problème d’engravement) ou une montée (problème de diminution de la section). Dans le cadre du projet, cela donne un radier à 210,44 m NGF pour une hauteur d’eau de 2,27 m.

3.1.3.2 Critères hydrologiques

D’un point de vue strictement hydrologique, le débit d’équipement doit avoir une occurrence de temps comprise entre 30% et 50%. Autrement dit, le débit d’équipement doit être égalé ou dépassé entre 30% et 50% du temps.

La courbe des débits classés au droit du projet renseigne sur une plage optimale du débit d’équipement compris entre **15 m³/s** et **27,5 m³/s** (voir graphe ci-après).

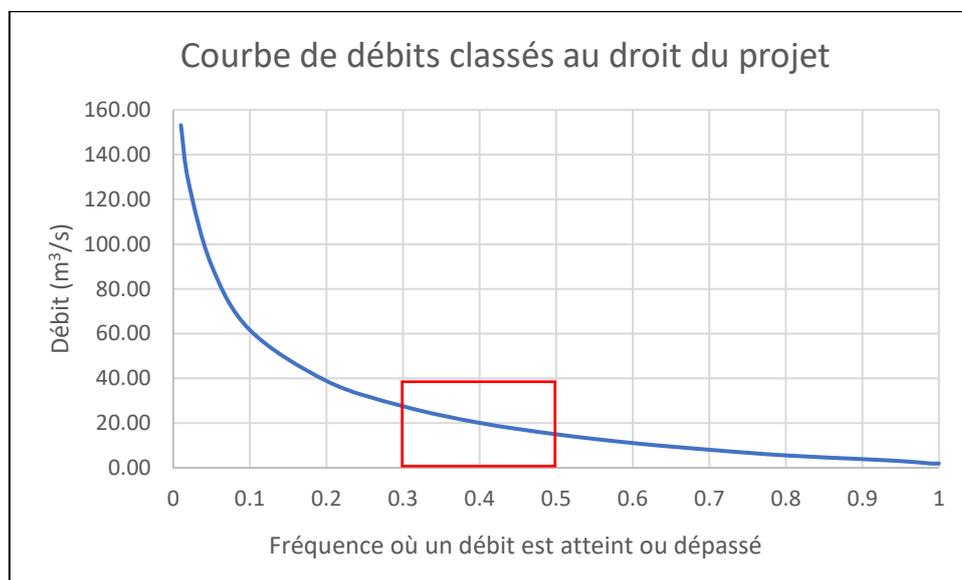


Figure 8 : Courbes de débits classés - Choix du débit d’équipement

3.1.3.3 Critères financiers

Une approche financière du débit d’équipement donnant le chiffre d’affaire prévisionnel en fonction du débit installé montre une stagnation du CA à partir de **60 m³/s** et un changement de pente à partir de **20 m³/s**. Par conséquent, le débit d’équipement du projet doit être entre **20 m³/s** et **60 m³/s**.

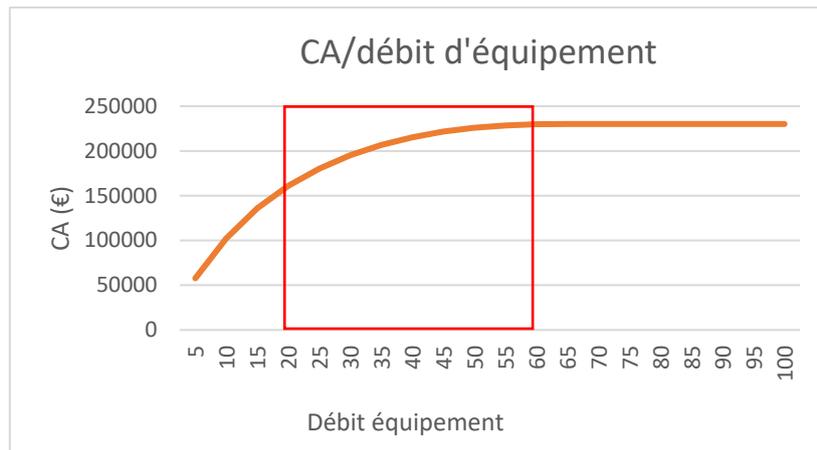


Figure 9 : Simulation du chiffre d'affaires en fonction du débit d'équipement - Choix du débit d'équipement

3.1.3.4 Conclusion : choix du débit d'équipement

Afin d'envisager une utilisation énergétique satisfaisante du potentiel hydroélectrique, et en prenant en compte les éléments précédents, il est retenu un **débit d'équipement de 22 m³/s**. Ce débit permet un fonctionnement sur une longue période.

Cette valeur de 22 m³/s représente 0,5 fois le débit moyen "hiver", 1,25 fois le débit moyen "été" et 0,85 fois le module interannuel.

3.2 Équipement et gestion de la centrale et débit exploité

3.2.1 Turbine

Il est prévu d’installer 1 turbine Kaplan verticale double réglage à la place de l’ancien clapet, à droite de la passe poissons. Plus précisément, elle sera implantée entre le nouveau clapet (voir partie 3.4) et la rive droite de l’Ognon.

Les caractéristiques de la turbine sont présentées ci-dessous

Caractéristiques de la turbine	
Type de turbine	Kaplan verticale double réglage
Diamètre (mm)	3020
Débit turbiné (m ³ /s)	22
Débit d’armement (m ³ /s)	3,3
Rendement électrique	0,9
Puissance nette électrique maximale (kW)	270
Alternateur	À excitation séparée

Tableau 12 : Caractéristiques des turbines d’équipement de la centrale

La turbine incorpore les fonctions suivantes :

- Turbine Kaplan standardisée à 4 pales réglables en fonction du niveau et du débit ;
- Structure acier permettant un assemblage complet en usine et un montage et une mise en place très rapide ;
- Multiplicateur mécanique ;
- Dispositif d’arrêt et de coupure du débit par fermeture des pales sur elles-mêmes sans énergie du réseau requise ;
- Dégrilleur mobile ;
- Ensemble grille ichtyocompatible ;
- Equipements de contrôle/commande électroniques intégrés assurant la gestion du groupe générateur et des équipements de puissance.

3.2.2 Débits disponibles au turbinage

En considérant le débit d’équipement du projet (22 m³/s), la disponibilité du débit de l’Ognon pour le turbinage a été modélisée sur la figure ci-dessous en prenant compte les débits classés et les débits du projet.

Ainsi, l’on peut voir que la turbine est en mesure de fonctionner en plein régime entre 30% et 40% du temps, soit entre 110 jours et 146 jours par an. En prenant en compte le débit reversé du projet (prioritaire), la centrale commencera à turbiner à partir de 4,48 m³/s ; ce débit est disponible environ 85 % du temps au droit du projet (310 jours).

Pour résumé, d’après les données statistiques de l’hydrologie au droit du projet, la turbine pourra être opérationnelle en moyenne **310 jours** dans l’année, dont **110 à 146 jours** à son potentiel optimum (plein régime).

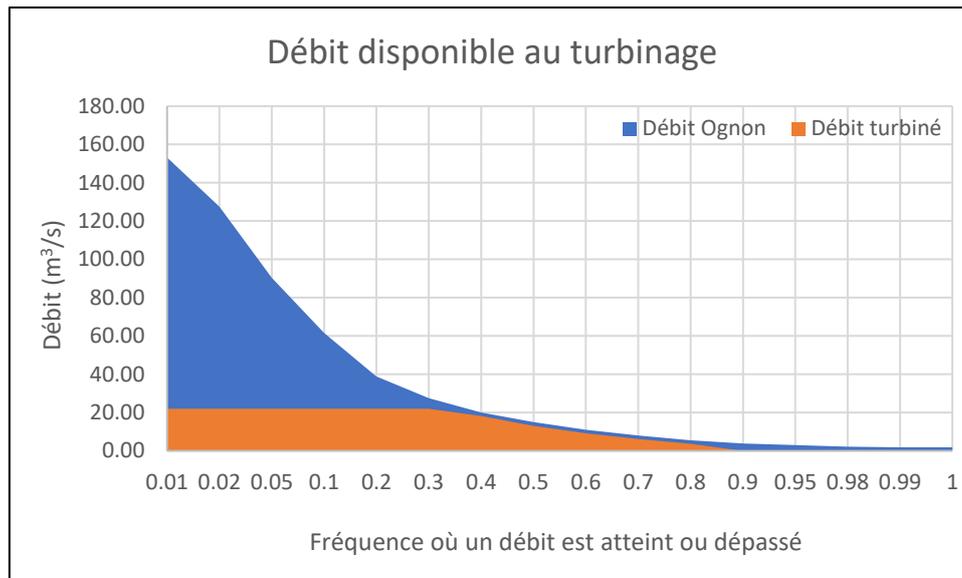


Figure 10 : Débit disponible au turbinage

3.2.3 Gestion de la centrale

La centrale comportera de nombreux capteurs permettant une gestion à distance. Ces capteurs sont :

- La sonde de niveau dans la retenue permettant la gestion du niveau ;
- Des capteurs de position sur les pales de la turbine pour connaître leur ouverture et le débit turbiné ;
- Des sondes de températures et de bruit sur les paliers de la turbine et de l’alternateur ;
- Une centrale de mesures électriques pour connaître la puissance produite, la tension, l’intensité et le cos phi ;
- Une centrale de mesure de l’isolement, pour détecter tout problème d’isolement, de l’alternateur notamment et arrêter la turbine avant l’apparition d’un incident électrique.

Un câble de communication entre le local électrique et la nouvelle centrale permettra de récupérer les informations des équipements et instruments. Des caméras installées au niveau de la prise d’eau, de la turbine et dans la centrale, permettent de contrôler à distance le bon fonctionnement des installations. Une connexion internet permet de gérer à distance la centrale et de suivre les informations mesurées par les capteurs.

Les différents systèmes de la centrale (turbine, ...) sont monitorés par l’automate qui fait remonter à l’opérateur toute information relative à une défaillance ou un seuil bas (alerte à l’opérateur pour qu’il intervienne) voire critique (arrêt automatique de la centrale). En cas de problème, l’automate contacte directement, par SMS l’opérateur pour le prévenir.

Les organes de sécurité de la centrale sont :

- Les fusibles et protections électriques ;
- Le distributeur de la turbine équipé de ressorts pour qu’il puisse se fermer même si un objet empêche la fermeture de l’une des directrices.

La gestion du débit sera faite en fonction du niveau mesuré par une sonde de niveau qui sera en amont de la prise d’eau et qui mesurera le niveau de l’eau dans la retenue. Les directrices de la turbine permettront de réguler le débit turbiné.

3.3 Seuil

La structure et les caractéristiques du seuil ne seront pas modifiées dans le cadre du projet. L’arase de la crête du seuil sera conservée à la cote 212,71 m NGF.

Il est à noter cependant que de petites injections de béton seront effectuées sur la crête du seuil dans les endroits où l’on observe l’émergence des renards hydrauliques.

3.4 Nouveau clapet

Un clapet sera implanté à droite la passe à poissons, entre la pile gauche de l’ancien clapet et la nouvelle centrale.



Figure 11 : Emplacement du nouveau clapet

Les caractéristiques du clapet sont énumérées dans le tableau ci-dessous :

Caractéristiques du nouveau clapet	
Largeur (m)	2,50
Hauteur (m)	2,70
Capacité d'évacuation (m ³ /s)	15,6
Pilotage	Manuel et Automatique

Tableau 13 : Caractéristiques du nouveau clapet

Le clapet assurera plusieurs fonctions qui sont décrites ci-dessous :

- En cas de travaux sur le barrage, il servira de vidange afin de baisser le niveau d’eau amont. Sa capacité à pouvoir répondre à cette fonction sera de 55 % du temps des débits classés interannuels.
- Il sera aménagé dans le clapet une échancrure de 0,80 m de large avec une profondeur de 0,50 m pour faire transiter les poissons vers l’aval avec un débit de 0,5 m³/s, au niveau d’exploitation du projet (212,71 m NGF). Cette échancrure, et donc le clapet, entrent dans le système de dévalaison du projet (voir partie 3.7).
- En cas d’encombrement trop volumineux dans le bassin du prébarrage du système de montaison, il sera utilisé pour faire une chasse d’eau.

NB : Il est à noter que, tout comme l’ancien clapet, le SMAMBVO restera le propriétaire et le gestionnaire du nouveau clapet. Les plans du clapet sont disponibles dans les documents joints au dossier.

3.5 Continuité piscicole à la montaison

3.5.1 Passes à bassins successifs

Il existe sur le site une passe à bassins successifs à fentes verticales profondes, construite en 2015 par le Syndicat mixte d'aménagement de la moyenne et basse vallée de l'Ognon (SMAMBVO). Le dossier technique relatif à cette passe à poissons, réalisé par Naldeo en 2013, est disponible dans les documents joints au dossier.

3.5.2 Influence du projet sur la passe à bassins existante

L'implantation de la centrale, comme il a été prévu, va impacter la passe à bassins sur deux points :

- Le premier point concerne la diminution de son débit d'alimentation. En effet, eu égard du maintien du niveau d'eau amont à 212,71 m NGF jusqu'au débit nominal du projet (23,18 m³/s), le débit transitant dans la passe sera de 0,6 m³/s entre le débit réservé (1,18 m³/s) et le débit nominal du projet (23,18 m³/s). Dans la situation actuelle du site, le débit dans la passe à bassins évolue de 0,6 m³/s à 0,7 m³/s entre l'étiage (2,88 m³/s) et le module (26 m³/s). Cependant, il est à noter que cette réduction du débit d'alimentation de la passe n'altère pas son fonctionnement en terme des critères à respecter pour les espèces piscicoles cibles (puissance maximale, profondeur minimale, vitesse maximale, etc.) que sont les brochets et les cyprinidés.
- Le second point est relatif à l'attractivité de la passe, qui se trouverait compromise par la mise en place de la centrale dont la sortie des aspirateurs est beaucoup en retrait par rapport à l'entrée piscicole de la passe. En effet, lorsque la centrale turbine, les poissons migrateurs sont généralement attirés vers l'aspirateur de la turbine. La sortie de l'aspirateur constitue donc une zone de blocage pour les poissons. Idéalement, l'entrée piscicole de la passe devrait être située à proximité immédiate de cette zone de blocage, donc de la sortie de l'aspirateur de la turbine.

En laissant la passe à bassins dans son état actuel avec son entrée piscicole en retrait par rapport à la sortie de l'aspirateur de la turbine, cela peut entraver son attractivité, et par conséquent sa fonctionnalité globale. **Pour résoudre ce problème, une solution serait de « déplacer l'entrée piscicole de la passe » au droit de la sortie de l'aspirateur de la centrale, d'où l'idée d'un prébarrage concentrant les débits de la passe à poissons et de la dévalaison, soit un total de 1,10 m³/s améliorant très significativement la situation actuelle.**

3.5.3 Prébarrage aval

L'objectif du prébarrage consiste à augmenter l'attractivité du dispositif de franchissement piscicole en :

- Déplaçant l'entrée piscicole vers la sortie de l'aspirateur de la turbine ;
- Canalisant l'ensemble des débits qui proviennent de la passe à poissons et du clapet (dévalaison). La somme de ces débits équivalent à **1,10 m³/s** (passe à bassins : **0,60 m³/s** ; clapet [dévalaison] : **0,50 m³/s**) entre le débit réservé (1,18 m³/s) et le débit nominal du projet (23,18 m³/s).

Le prébarrage sera formé d'un enrochement bétonné avec une échancrure. Pour éviter l'ennoisement du prébarrage sur la plage de fonctionnement de la passe à bassins (entre le débit réservé du projet 1,18 m³/s et le Q90 62 m³/s), le prébarrage sera arasé à la cote **211,86 m NGF**, correspondant au niveau d'eau aval lorsque le débit de l'Ognon au droit du site atteint 62 m³/s. La cote de fond du bassin amont

créé par le prébarrage sera de **209,87 m NGF**. L’échancrure de sortie du prébarrage sera arasée à la cote **210,34 m NGF** (cote permettant de créer une chute de 20 cm à l’étiage) et aura une largeur de **1,00 m**. Cette largeur permet d’avoir une vitesse proche du mètre par seconde ou supérieure dans la plage de fonctionnement prévue pour le passe à bassins. Cela confère au dispositif de franchissement piscicole une attractivité certaine.

Prébarrage	
Cote de l’échancrure (m NGF)	210,34
Largeur de l’échancrure (m)	1,00
Cote d’arase (m NGF)	211,86
Débit (m ³ /s)	1,1 minimum
Cote de fond du bassin amont (m NGF)	209,87

Tableau 14 : Montaison - Caractéristiques du prébarrage

Le prébarrage sera implanté entre la passe à bassins et l’aspirateur de la turbine, de telle sorte que la sortie de son échancrure soit située à proximité de celle de ladite aspirateur (voir figure ci-dessous et plans joints au dossier). L’échancrure du prébarrage sera orientée afin que l’écoulement qui y émane soit parallèle à celui de la sortie des aspirateurs.

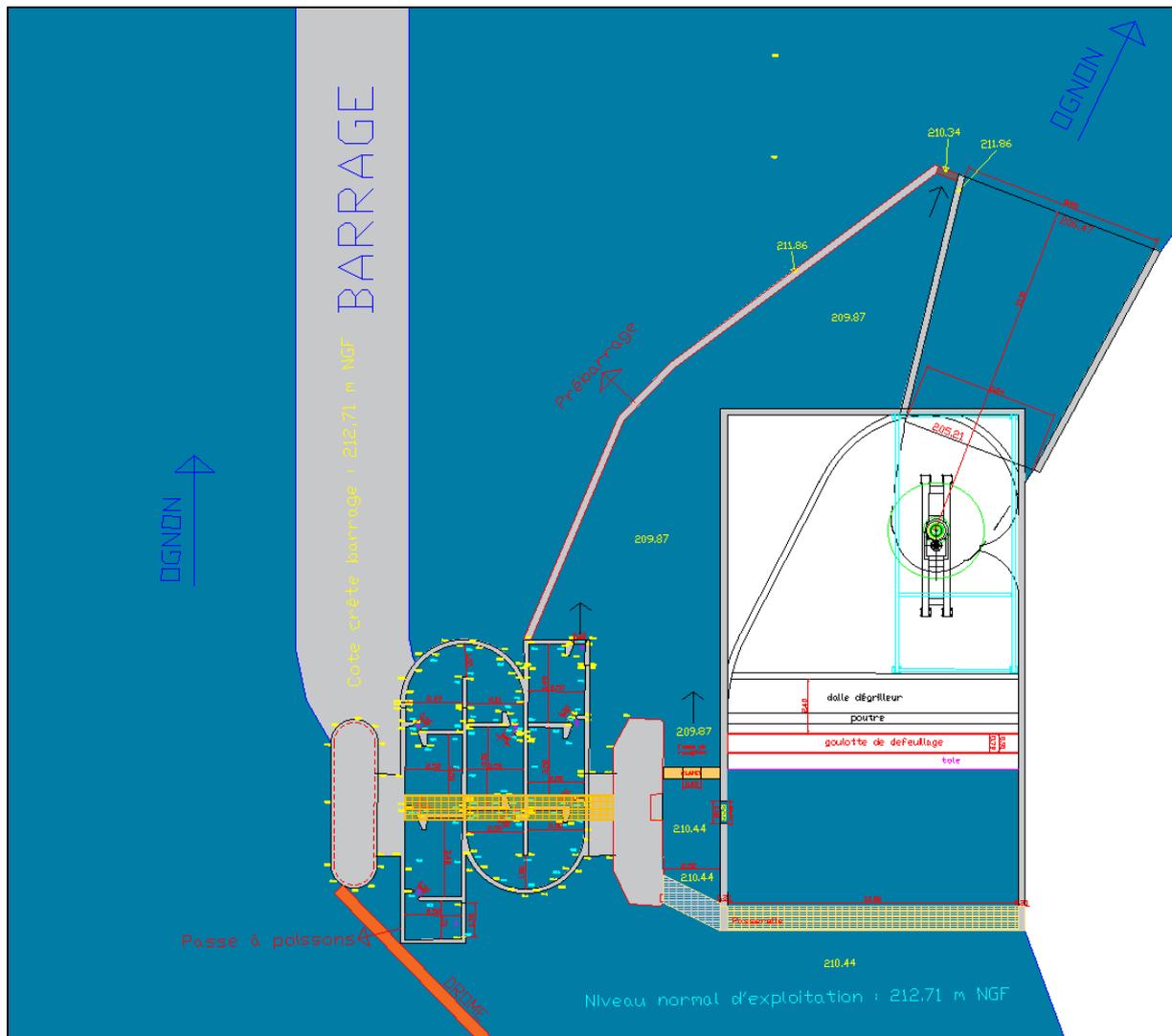


Figure 12 : Montaison - Prébarrage

3.5.4 Modification de l'entrée piscicole de la passe à bassins successifs

La mise en place du prébarrage, comme définie ci-dessus, va créer un bassin en aval de la passe à bassins. Cela va conjoncturellement augmenter le niveau d'eau au pied de la passe. Pour maintenir une meilleure attractivité de la passe à bassins par rapport aux autres écoulements concurrents (dévalaison notamment), il s'agit de modifier la géométrie de son entrée piscicole. Cette modification consiste :

- À élargir l'échancrure de l'entrée piscicole : l'on passera ainsi de 0,35 m de large à **0,50 m de large** ;
- Augmenter la cote de déversement de l'entrée piscicole : l'échancrure sera constituée d'un seuil avec une cote d'arase de **210,50 m NGF**. Cette cote garantit une chute de 20 cm à l'étiage.

3.6 Passé à canoës

Dans l’état actuel du site, une passe à canoës est implantée au centre du seuil. Ses caractéristiques, énumérées dans la partie 3.2, ne seront pas altérées dans le cadre du projet.

Le dossier technique relatif à la passe à canoës ainsi que ses plans, réalisé par Naldeo en 2013, sont disponibles dans les documents joints au dossier.

3.7 Continuité piscicole à la dévalaison

Cette partie présente le dimensionnement du dispositif de la grille ichtyocompatible au droit de la future centrale hydroélectrique du site du Bussières. Il a été établi selon les recommandations du guide pour la conception de prise d'eau « ichtyocompatible » de l'ADEME (RAPPORT GHAPPE RA.08.04).

3.7.1 Données d'entrée

Le débit maximal Q dérivé pour le fonctionnement de la centrale sera de **22 m³/s**.

La prise d'eau de la centrale aura une largeur de **12,80 m**. Au niveau de la prise d'eau, la cote de fond sera à **210,44 m NGF**. Le niveau d'eau normal d'exploitation du projet étant de **212,71 m NGF**, la profondeur de la prise d'eau sera alors de **2,27 m**. La section d'écoulement A au droit de la prise est donc évaluée à **29,1 m²**.

On déduit des valeurs précédentes, la vitesse d'approche maximale V_A , qui est le rapport entre le débit maximal Q et la section de l'écoulement A de la prise d'eau :

$$V_A = \frac{Q}{A}$$

La vitesse d'approche au droit de la prise d'eau de la centrale équivaut à **0,76 m/s**. Cette vitesse est inférieure à 0,83 m/s qui est la vitesse d'approche maximale à ne pas dépasser d'après les recommandations du guide de l'ADEME.

Données d'entrée	
Débit maximal (m ³ /s)	22
Cote de fond (m NGF)	210,44
Niveau d'eau d'exploitation (m NGF)	212,71
Largeur de la prise d'eau b (m)	12,8
Profondeur de la prise d'eau (m)	2,27
Section d'écoulement (m ²)	29,1
Vitesse d'approche (m/s)	0,76

Tableau 15 : Dévalaison - Données d'entrée du dimensionnement de la grille ichtyocompatible

3.7.2 Critères de dimensionnement

Des critères biologiques et techniques encadrent le dimensionnement d'une grille ichtyocompatible. Ces critères sont fonctions des espèces cibles concernées par l'aménagement.

Les critères biologiques qui découlent des espèces cibles concernées par le projet sont les suivantes :

Critères de dimensionnement	
Espèces cibles (projet)	Brochet, cyprinidés
Espacement maximal entre barreaux (mm)	25
Vitesse normale maximale admissible (m/s)	0,5
Inclinaison minimale de la grille (°)	26
Perte de charge maximale (cm)	5 à 10

Tableau 16 : Dévalaison - Critères de dimensionnement de la grille ichtyocompatible

3.7.3 Dimensionnement du plan de grille

3.7.3.1 Disposition de la grille

Dans la situation du projet où la prise d’eau n’est pas très profonde (2,27 m), il est adopté un plan de grille incliné par rapport à l’horizontale ($\beta=26^\circ$) et disposé perpendiculairement à la direction de l’écoulement ($\alpha=90^\circ$). Cette configuration est plus intéressante car elle induit moins de pertes de charges qu’un plan de grille conventionnelle (verticale) et est plus favorable à un certain autonettoyage de la grille.

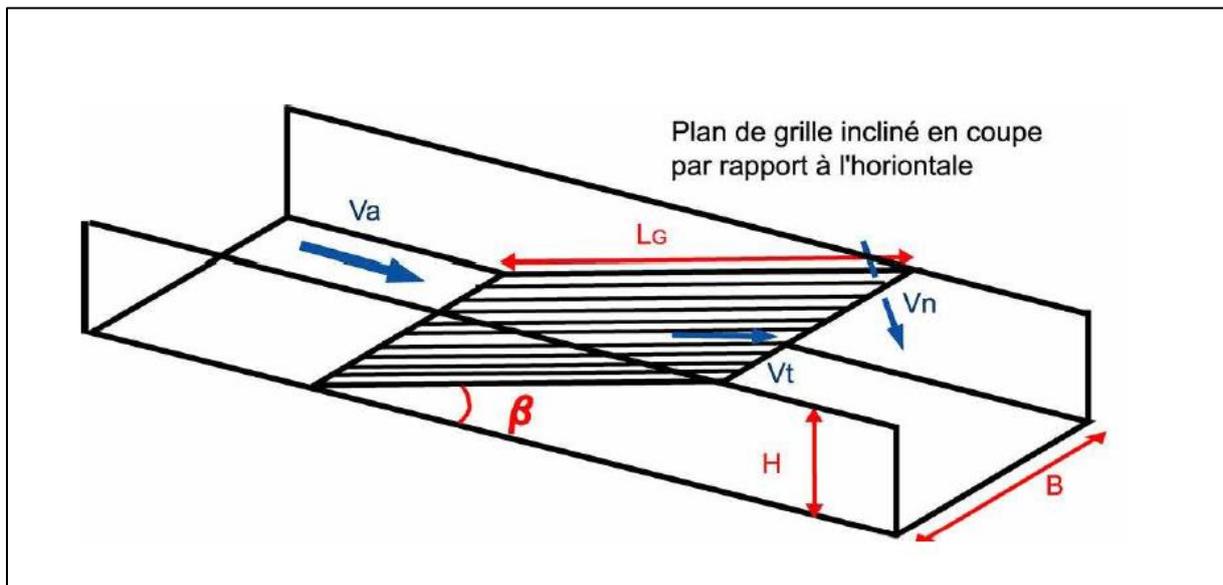


Figure 13 : Disposition du plan de grille

3.7.3.2 Vitesse normale et tangentielle au plan de grille

La vitesse d’approche V_A peut se décomposer en une composante normale V_N perpendiculaire au plan de grille et une composante tangentielle V_T parallèle au plan de grille (voir figure ci-dessous).

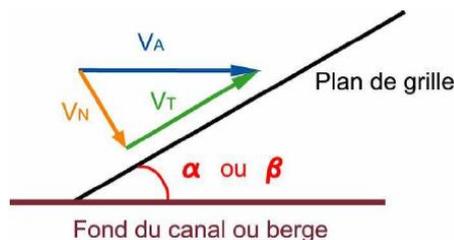


Figure 14 : Décomposition de la vitesse d’approche

Les vitesses normales et tangentielles au plan de grille ont donc pour expressions :

$$V_N = V_A * \sin \beta \quad \text{et} \quad V_T = V_A * \cos \beta$$

Dans le cadre du projet, la vitesse normale au plan de grille est **0,33 m/s** et la vitesse tangentielle **0,68 m/s** au plan de grille .

La vitesse normale obtenue est en phase avec les critères biologiques (inférieure à la vitesse normale maximale admissible 0,5 m/s).

3.7.3.3 Longueur du plan de grille

La longueur du plan de grille s'exprime en fonction de l'angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontale β et de la profondeur H de la prise d'eau.

$$L_G = \frac{H}{\sin\beta}$$

La longueur du plan de grille est égale à **5,2 m**.

3.7.3.4 Section du plan de grille

La section minimale du plan de grille est calculée en fonction de sa longueur et de sa largeur :

$$S = L_G * largeur \text{ soit } 5,2 \text{ m} \times 12,8 \text{ m}.$$

La section minimale du plan de grille est égale à **66,6 m²**.

3.7.3.5 Espace libre entre les barreaux de la grille

Un espace libre entre les barreaux de la grille de **25 mm** et une épaisseur de barreaux **8 mm** sont choisies dans le cadre de l'aménagement du plan de grille. Ces dimensions respectent les critères de dimensionnement.

Avec ces dimensions, le degré d'obstruction O du plan de grille est égale à **0,32**.

3.7.3.6 Pertes de charge au passage de la grille

Les pertes de charges induites au passage de la grille sont estimées à partir de la formule de Meusburger.

$$\Delta H = K_F * K_O * K_C * K_\alpha * K_\beta * \frac{V_A^2}{2g}$$

Les 5 coefficients prennent en compte :

- K_F , l'influence de la forme des barreaux,
- K_O , l'influence du degré d'obstruction de la grille,
- K_C , l'influence du colmatage de la grille,
- K_α , l'influence de l'orientation de la grille en plan du plan de la grille par rapport à la direction de l'écoulement (angle α),
- K_β , l'influence de l'inclinaison en coupe du plan de grille par rapport à l'horizontale (angle β).

Coefficient K_F

Les coefficients considérées pour le coefficient K_F , fonction de la forme des barreaux sont celles de Kirschmer (1926) (voir figure ci-dessous).

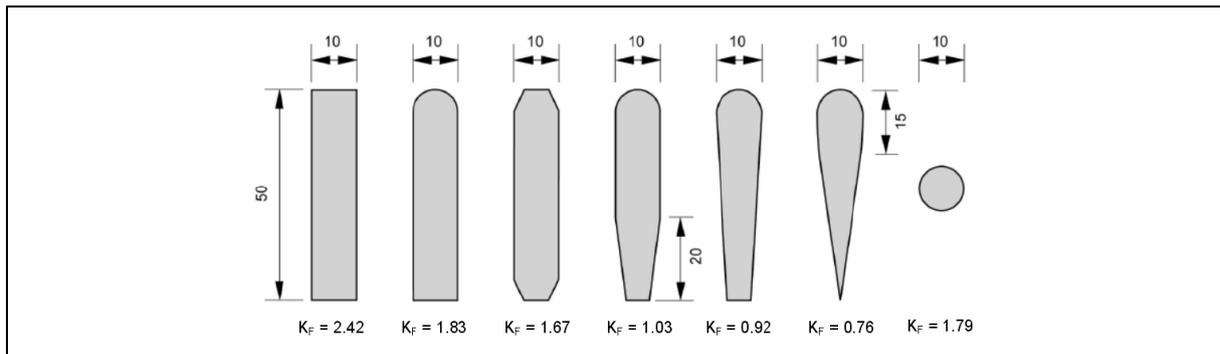


Figure 15 : Valeur du coefficient K_F en fonction de la forme des barreaux (dimensions en mm)

Dans le cadre du projet, les barreaux sont de **forme rectangulaire**.

$$K_F = 2,42.$$

Coefficient K_O

Le coefficient K_O est déterminé à partir du degré d’obstruction O de la grille :

$$K_O = 0,32$$

Coefficient K_C

Le coefficient K_C est lié au colmatage partiel de la grille et est déterminé en fonction du groupe de colmatage (Groupe 1 ou 2). Dans le cas du projet est considéré un colmatage de groupe 1. Ce groupe comprend deux types qui représentent des cas extrêmes de colmatage en pied de grille par des dépôts ou en partie supérieure de la grille par des matières flottantes.

Le degré de colmatage C pris en compte est égale à **25%**.

Le coefficient K_C est déterminé à partir du degré d’obturation O et du degré de colmatage C de la grille (Groupe 1) :

$$K_C = 1 + 5,2 * O^{-1,5} * \left(\frac{C}{1-C}\right)^2$$

$$K_C = 4,19$$

Coefficient K_α

Le coefficient K_α est déterminé en fonction du degré d’obstruction O et de l’angle α (en degré) :

$$K_\alpha = \frac{\alpha}{90} O^{\frac{-1,4}{\tan \alpha}}$$

$$K_\alpha = 1$$

Coefficient K_β

L’influence de l’inclinaison d’un angle β par rapport au plan de grille par rapport à l’horizontale est proportionnelle à $\sin\beta$.

$$K_\beta = \sin\beta$$

$$K_\beta = 0,44$$

La valeur des pertes de charges induites par au passage de la grille dans la situation du projet est la suivante :

- **Sans colmatage**

$$\Delta H = 1,0 \text{ cm}$$

- **Avec colmatage**

$$\Delta H = 4,2 \text{ cm}$$

Ces valeurs restent dans la limite des pertes de charges acceptables au regard des critères de dimensionnement.

3.7.3.7 Tableau de synthèse du plan grille

Plan de Grille	
Disposition	Inclinée par rapport à l'horizontal
Angle par rapport à l'écoulement α (°)	90
Angle d'inclinaison par rapport à l'horizontale β (°)	26
Vitesse normale moyenne V_n (m/s)	0,33
Vitesse tangentielle moyenne V_t (m/s)	0,68
Largeur du plan de grille (m)	12,80
Longueur du plan de grille (m)	5,20
Surface du plan de grille (m ²)	66,6
Espace libre entre barreaux (mm)	25
Epaisseur barreaux (mm)	8
Degré d'obstruction	0,32
Pertes de charges	
Kf	2,42
Ko	0,32
Kc	4,19
Kalpha	1
Kbeta	0,44
ΔH (sans colmatage) (m)	0,010
ΔH (avec colmatage) (m)	0,042

Tableau 17 : Dévalaison - Plan de grille

3.7.4 Exutoire

Il n'est pas prévu d'équiper la grille de la centrale d'exutoires comme l'est conventionnellement pour un système de grille ichtyocompatible. Cependant, afin d'éviter que les poissons restent bloquer au niveau de la grille, une ouverture sera créée dans le bajoyer gauche de la prise d'eau, formant ainsi un exutoire de dévalaison. Positionnée à proximité du sommet de la grille, en amont du clapet et de la goulotte d'effeuillage, l'exutoire sera de forme rectangulaire avec une largeur de **1 m** et une profondeur de **0,5 m**. Le fond de l'exutoire sera à la cote **212,21 m NGF**, 50 cm en dessous du niveau normal d'exploitation 212,71 m NGF.

À la sortie de l'exutoire, sera positionné à l'aval immédiat un clapet de 2,5 m de large et de 2,70 m de haut. Muni d'une échancrure de **0,8 m** de large et de **0,5 m** de profondeur, le clapet permettra d'assurer la dévalaison avec un débit minimum **0,50 m³/s**. Ce débit sera considéré comme réservé et alloué

à la dévalaison. Il permettra en outre de renforcer le débit au niveau de l’échancrure du pré barrage, augmentant ainsi l’attractivité de la passe à poissons.

Le tableau qui suit présente les caractéristiques de l’exutoire au droit de la grille :

Exutoire	
Nombre	1
Largeur (m)	1
Profondeur (m)	0,5
Cote de fond (m NGF)	212,21
Débit alloué à la dévalaison (m ³ /s)	0,50

Tableau 18 : Dévalaison - Exutoire latéral

3.7.5 Fosse de réception

Le clapet surversera dans une fosse de réception. Cette fosse doit être adéquatement dimensionnée, afin de recevoir les poissons en toute sécurité. Pour ce faire, la fosse doit avoir une profondeur minimum équivalente à $\frac{1}{4}$ de la hauteur de chute maximale, avec un seuil de 1 m à ne pas dépasser.

Dans le cadre du projet, la fosse de réception est dimensionnée en tenant compte de la situation la plus défavorable, où le niveau d’eau aval est le plus bas (donc où la hauteur de chute est maximale). Cette situation correspondant au niveau d’eau 210,87 m NGF. Le quart de la hauteur de chute étant inférieure à 1 m, la fosse de réception aura donc une profondeur minimum de **1 m**. Sa cote de fond sera par conséquent égale à **209,87 m NGF**.

Fosse de réception	
Hauteur de chute maximale ² (m)	1,84
Profondeur minimum de la fosse (m)	1
Cote de fond de la fosse (m NGF)	209,87

Tableau 19 : Dévalaison - Fosse de réception

3.7.6 Dégrilleur et goulotte de défeuillage

Il y a deux possibilités de dégrilleur pouvant équiper le dispositif de dévalaison, à savoir entre autres :

- **Dégrilleur à chaîne**
- **Dégrilleur à bras articulé**

² Entre le niveau normal d’eau d’exploitation et le niveau d’eau aval à l’étiage



Figure 16 : Exemple de dégrilleur à chaîne (Source : Consult Hydro)



Figure 17 : Exemple de dégrilleur à bras articulé (Source : Consult Hydro)

Dans les 2 cas, les dégrilleurs sont équipés de racleurs et brosses nettoyant la grille et les exutoires. Les déchets sont dirigés vers la goulotte de dévalaison pouvant être équipée d'un clapet permettant de faire des chasses d'eau si nécessaire.

Le dégrilleur à chaîne a l'avantage d'être plus intégré au dispositif tandis que le dégrilleur à bras articulé permet la gestion de plus gros embâcles.

Dans le cadre du projet, le choix se portera sur un dégrilleur à bras articulé pour les avantages cités ci-dessus. La grille sera nettoyée par ce dégrilleur mobile se déplaçant sur toute la largeur, les déchets emprunteront ensuite la goulotte de défeuillage. La goulotte de défeuillage, constituée en acier, sera de forme trapézoïdale avec une largeur de **0,6 m** à sa base et de **0,8 m** à son sommet. Sa longueur sera égale à celle de la prise d'eau **12,80 m**.

4 Débits et niveaux d’eau

4.1 Échelle limnimétrique

Une échelle limnimétrique sera installée sur la façade du mur le plus à droite (dans le sens de l’écoulement de l’Ognon) de la passe à poissons, afin de pouvoir vérifier à tout moment depuis la berge de la rive droite le niveau d’eau de la retenue. Le zéro de cette échelle sera calé sur le niveau d’exploitation du projet, soit **212,71 m NGF**.

Échelle limnimétrique et mesure du débit : le débit sera automatiquement mesuré et calculé à partir des mesures des niveaux en amont et en aval. Un registre des débits turbinés sera conservé et mis à la disposition de la DDT.

4.2 Répartition des débits et niveau d’eau amont du projet

La gestion du débit et du niveau d’eau amont sera entièrement automatisée. Le tableau ci-dessous met en exergue cette gestion :

Débit Ognon (m ³ /s)	Ouvrages (débit m ³ /s)	Niveau d’eau amont (m NGF)
0 – 1,18 ³	Passe à poissons (0,6) Passe à canoës (0,08) Clapet [dévalaison] (0,50)	212,71
1,18 – 4,48	Passe à poissons (0,6) Passe à canoës (0,08) Clapet [dévalaison] (0,50) Seuil (0 – 3,3)	212,71 – 212,78
4,48 – 23,18	Passe à poissons (0,6) Passe à canoës (0,08) Clapet [dévalaison] (0,50) Centrale (3,3 – 22)	212,71
23,18 – 62	Passe à poissons (0,6 – 0,75) Passe à canoës (0,08) Clapet [dévalaison] (0,50) Centrale (22) Seuil (0 – 38,67)	212,71 – 213,08
> 62	Passe à poissons (> 0,75) Passe à canoës (0,08) Clapet (15,6) Centrale (22) Seuil (> 23,57)	> 212,97

Tableau 20 : Gestion des débits et niveau d’eau amont du projet

4.3 Débit réservé

Le débit réservé du projet est **1,18 m³/s**. Comme l’on peut le constater, le débit réservé est inférieur au 1/10^{ème} du module (2,6 m³/s). Dans le cas précis du projet où il n’y a pas de tronçon de la rivière court-circuité pour l’implantation de la centrale, la valeur du débit réservé est justifiable en conséquence, car elle assure le bon fonctionnement des systèmes de montaison et de dévalaison, et de la passe à canoës. (**NB** : Cette information nous a été fournie par l’OFB).

³ Le débit réservé du projet sera égale à **1,18 m³/s**.

Le débit réservé sera repartie de la manière suivante entre les différents ouvrages, par ordre de priorité :

- Débit transitant dans la passe à poissons : 0,6 m³/s ;
- Débit alloué à la dévalaison : 0,5 m³/s
- Débit transitant dans la passe à canoës : 0,08 m³/s ;

Cette répartition de débit permet de maintenir un débit suffisant dans toutes les ouvrages liés à la continuité écologique et au loisir, permettant ainsi de ne pas entraver la continuité écologique de la rivière, notamment en période d’étéage.

5 Phase de travaux

5.1 Accès et implantation du chantier

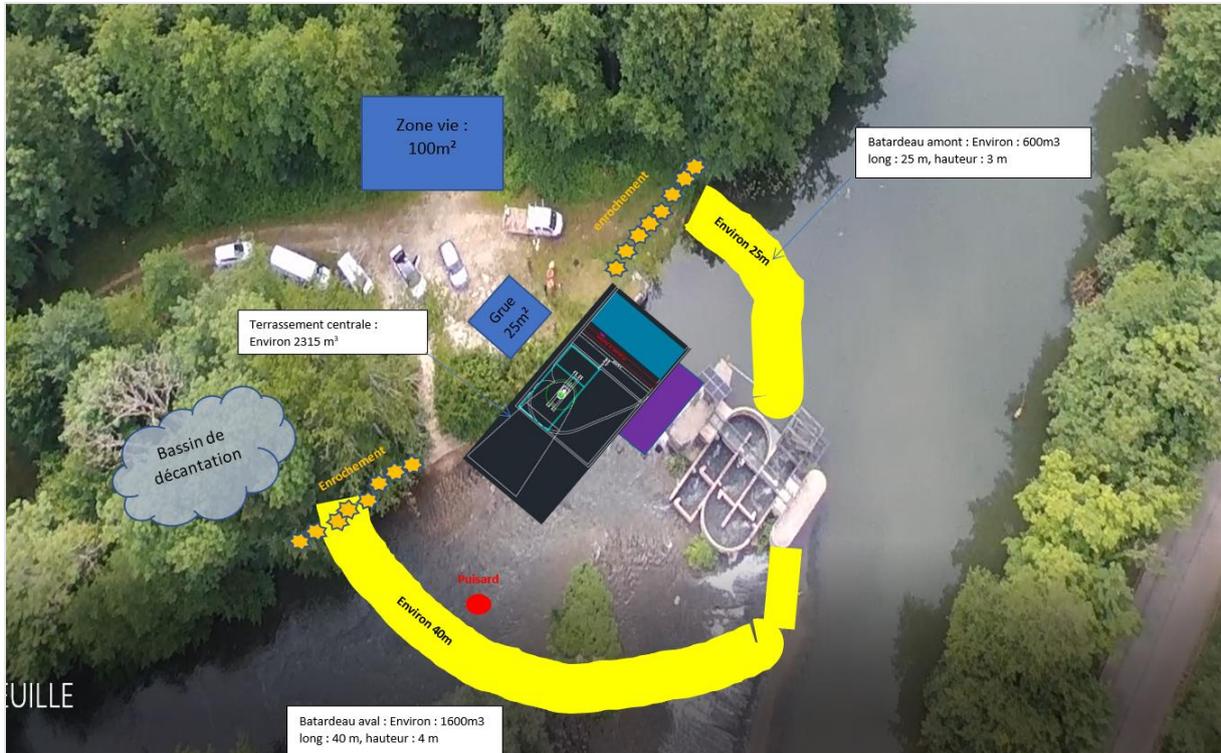


Figure 18 : Cartographie du chantier

5.2 Travaux pour la mise à sec : implantation des batardeaux

La zone de construction de la centrale sera mise à sec par des batardeaux amont et aval :

- Le batardeau amont d'une longueur d'environ 25 m sera arasé au niveau de la berge (213,55 m NGF). Sa hauteur moyenne est de 3 m soit un volume d'environ 600 m³;
- Le batardeau aval d'une longueur d'environ 40 m sera arasé au niveau de la berge (213,35 m NGF). Sa hauteur moyenne est de 4 m soit un volume d'environ 1600 m³.

Les batardeaux sont prévus pour une durée de 6 mois, de juin à novembre. À la fin des travaux, les constituants des batardeaux seront alors évacués hors du site.

Cette mise hors d'eau sera complétée par un drainage des eaux résiduelles et un pompage. Les eaux de pompage seront rejetées dans un bassin de décantation en partie aval.

L'accès des engins sur le chantier se fera par une rampe aménagée à partir des batardeaux.

Remarque : lors de l'assèchement de la zone chantier, il sera procédé à une pêche électrique de sauvegarde.

5.3 Travaux pour la centrale

5.3.1 Terrassement

La première phase de terrassement consistera en l’aménagement d’une plateforme « base vie » pour accueillir bungalow, vestiaire, toilette ainsi qu’une plateforme de grutage à proximité immédiate du chantier .

Après la mise à sec et la dépose du clapet, le terrassement s’effectuera dans deux endroits distincts : une partie dans le lit mineur de la rivière et l’autre dans le lit majeur de la rivière.



Figure 19 : Zones de terrassement

5.3.1.1 Terrassement lit mineur

L’emprise de la centrale **dans le lit mineur** de la rivière est de 9,20 m de large sur 40 m de long pour la partie amont (intégrant le curage de 30 m devant la centrale) et 9,20 m de large pour 20 m de long pour la partie aval (intégrant 10 m de curage pour remonter au fond de rivière), dimensions auxquelles il faut rajouter environ 2,5 m pour l’implantation du clapet.

En prenant en compte la topographie du terrain actuel et la topographie prévue de la centrale, le volume de terrassement sera environ de 530 m³ pour la partie amont de la centrale et 620 m³ pour la partie aval de la centrale. Le terrassement total s’élèvera donc à environ **1150 m³**.

5.3.1.2 Terrassement lit majeur

Quant au terrassement sur le lit majeur de la rivière, la surface soustraite correspondra à environ **300 m²** pour la partie amont de la centrale et **5 m²** pour la partie aval de la centrale.

En prenant en compte la topographie du terrain actuel et la topographie prévue de la centrale, le volume de terrassement sera environ de 1130 m³ pour la partie amont de la centrale et 35 m³ pour la partie aval de la centrale. Le terrassement total s’élèvera donc à environ **1165 m³**.

La figure ci-après (page suivante) illustre les coordonnées topographiques (terrain naturel, terrassement, niveau d’eau) du profil en long au niveau de l’emplacement de la centrale.

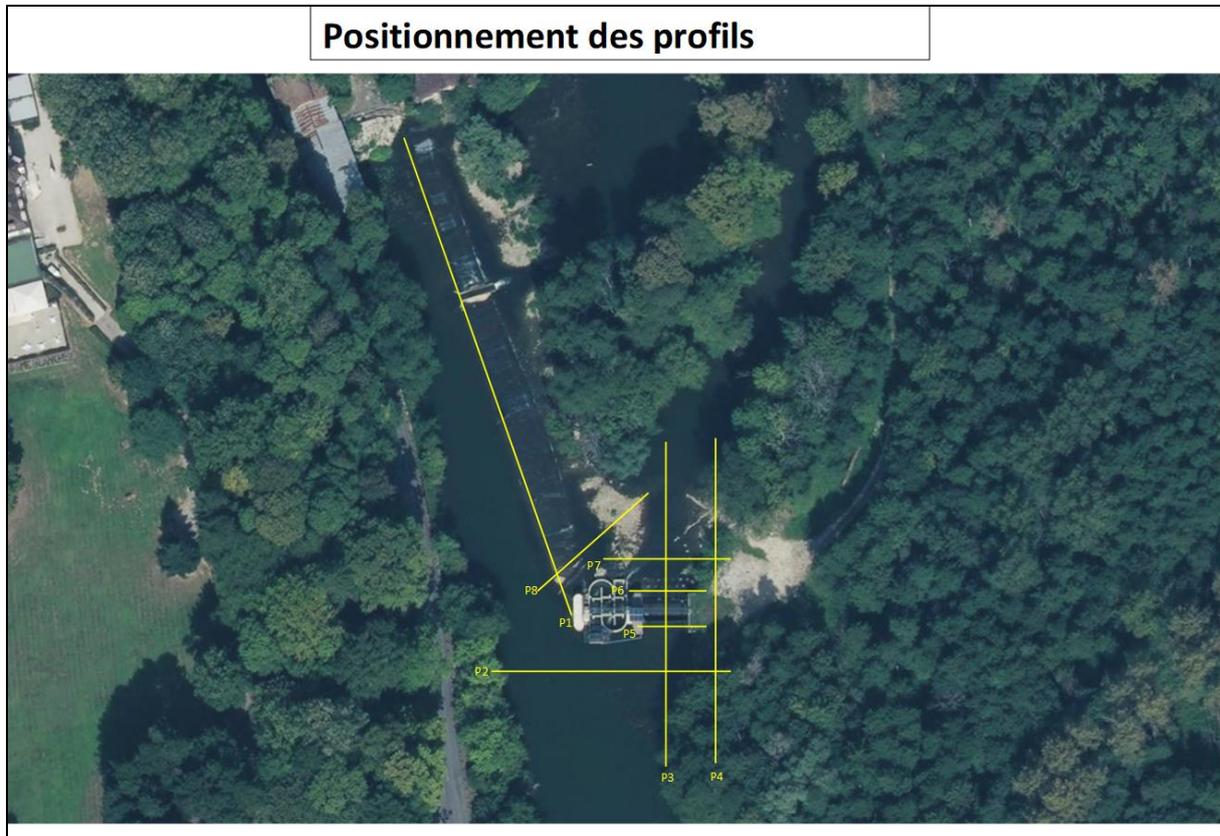


Figure 20 : Emplacements des profils topographiques réalisés

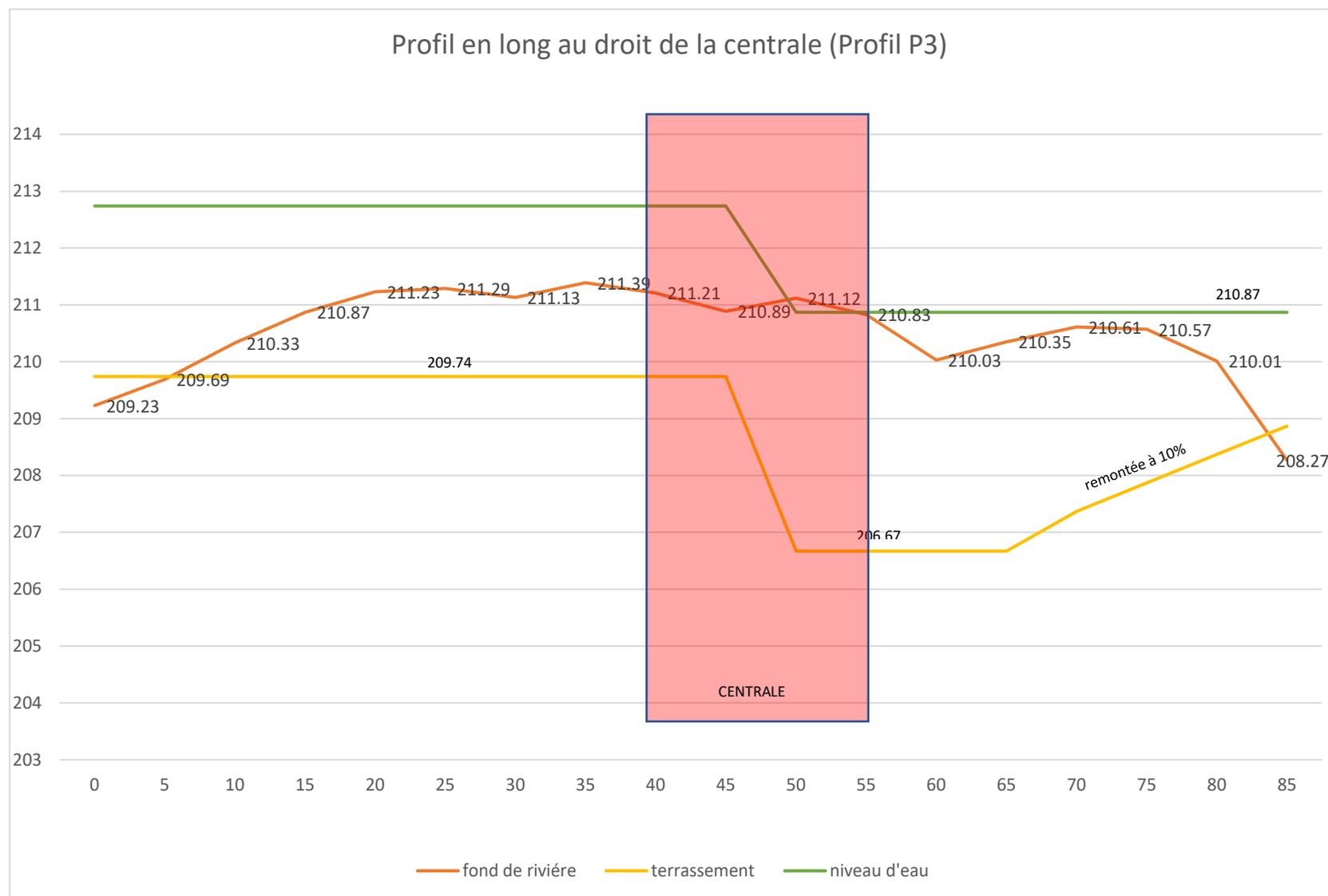


Figure 21 : Profil en long des relevés topographiques au droit de la centrale

5.3.2.2 Murs entrée chambres d'eau

La centrale sera composée d'une chambre d'eau.

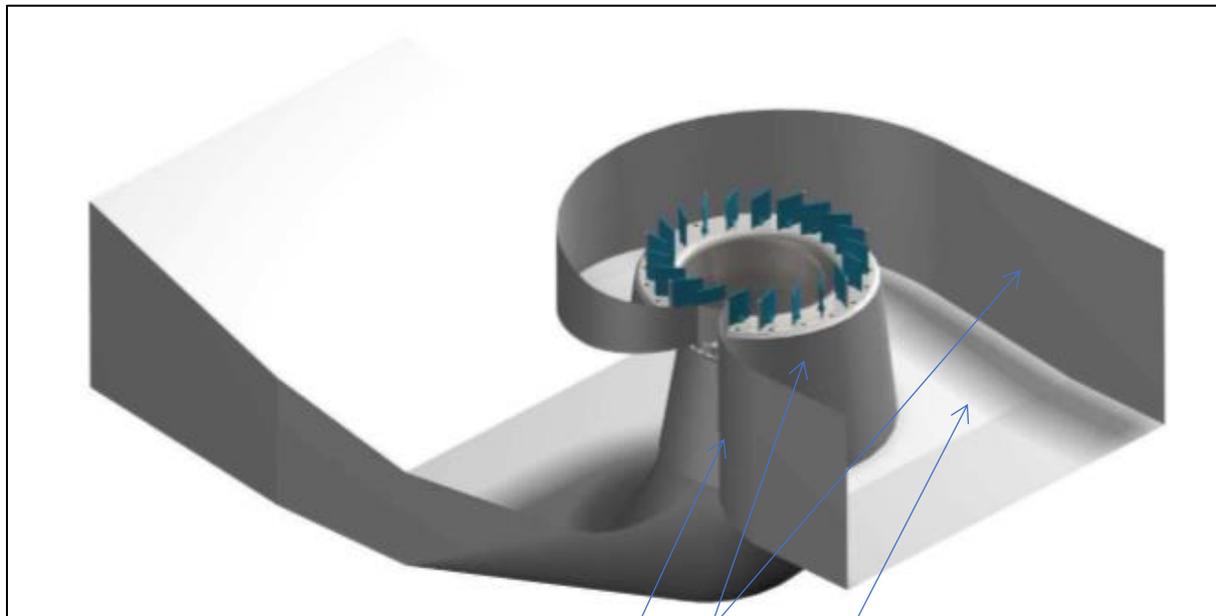


Figure 24 : Chambre d'eau

La chambre d'eau est composée :

- De 2 voiles latéraux se rejoignant en fond de chambre par un arrondi et une virgule
- D'un cône béton (support des directrices)
- D'une rampe bétonnée hélicoïdale
- D'une dalle recouvrant l'ensemble et assurant une parfaite étanchéité à l'air entre le local technique et les soubassements. Cette dalle comprend notamment :
 - 1 ouverture circulaire de diamètre 4250mm (turbine)
 - 2 ouvertures circulaires diamètre 500 mm (soupapes)

REMARQUE :

- L'espace entre l'arrondi de fond de chambre et le mur derrière peut être laissé vide,
- Le remplissage de la rampe est en tout-venant,
- Le cône enveloppe le manteau de roue et la viroles (2 pièces métalliques servant de coffrage perdu,
- Il faut prévoir un béton 2^{ème} phase pour le scellement de la roue de directrice.

5.3.2.3 Partie aval : Coude / Aspirateur

Le turbinier fournit une virole conique et un coude métallique. Ces 2 éléments servant de coffrage à un gros béton enveloppant l'ensemble. La sortie du coude métallique est prolongée par des murs en béton.

L'aspirateur se termine par une bêche d'environ 1 m.

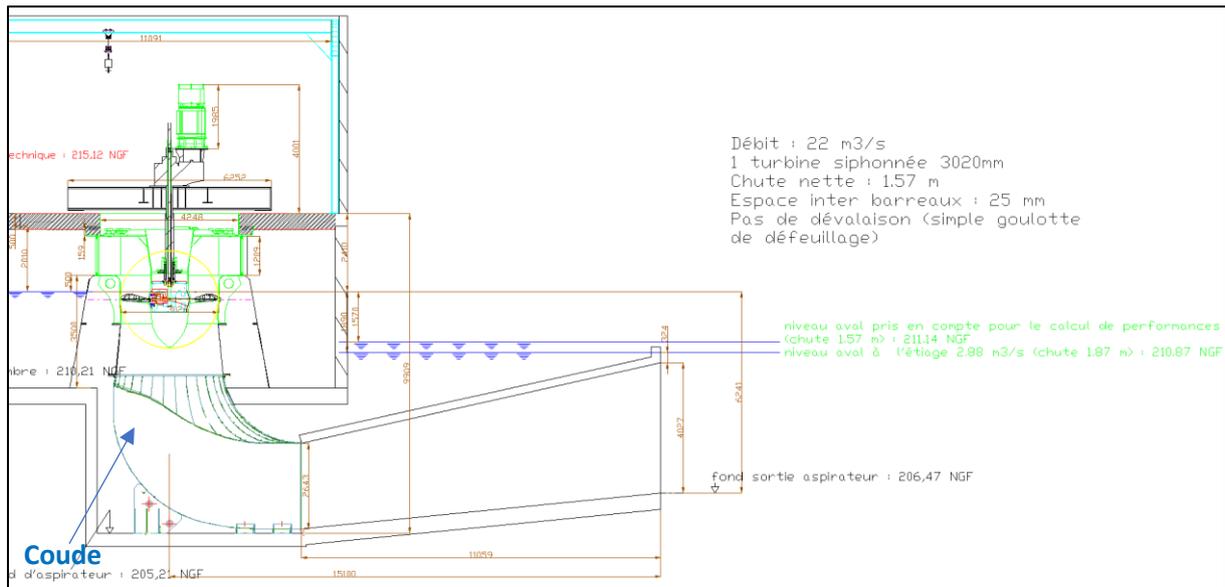


Figure 25 : Partie aval de la centrale

5.4 Travaux pour le clapet

5.4.1 Terrassement

Voir partie 6.3.1 Terrassement.

5.4.2 Génie civil

- Construction du bajoyer où se sera posé le clapet,
- Construction d'un radier en amont du clapet,
- Construction d'un radier en aval du clapet.

5.4.3 Mécanique

- Fourniture et pose d'un clapet de 2,50 m avec une échancrure de 0,8 m de large
- Pilotage par vérin + groupe hydraulique (intérieur centrale)
- Flotteur de crue et inclinomètre

5.5 Gestion des sédiments

Pour l’aménagement de la centrale et du clapet, le volume de terrassement sera d’environ **1150 m³** dans le lit mineur de l’Ognon et **1165 m³** dans le lit majeur de l’Ognon.

La figure ci-dessous représente les zones d’extraction sédimentaire prévu dans le cadre du projet.



Figure 26 : Zones d’extraction sédimentaire

Les sédiments extraits dans la partie amont de la centrale (lit mineur), seront parallèlement analysés pour définir leur taux de pollution. En fonction de leur taux de pollution et de leur granulométrie, les sédiments seront soit destinés à la décharge, soit remobilisés dans l’Ognon. L’Ognon souffrant d’un déficit de sédiments, la remobilisation est une alternative intéressante. Elle pourrait s’effectuer dans l’extrados d’un méandre afin d’optimiser la reprise lors d’une crue.

Les matériaux extraits dans la partie aval de la centrale (lit mineur) seront évacués à la décharge. Pour rappel, ces matériaux – résidus du radier de l’ancien clapet – sont constitués de blocs de bétons et de ferrailles.

Les sédiments extraits sur la berge de la rive droite de l’Ognon seront envoyés à la décharge. Cela dans l’optique d’avoir un bilan neutre entre les matériaux excavés et les matériaux apportés, afin de ne pas agrandir le champ d’expansion des crues.

5.6 Défrichement

Aucun défrichement ne sera réalisé dans le cadre des travaux. Une autorisation de défrichement n’est pas donc pas nécessaire dans ce cas.

5.7 Calendrier des travaux

Mois	Travaux
Mai	<ul style="list-style-type: none"> • Aménagement de la zone du chantier <ul style="list-style-type: none"> ✚ Sécurisation du chantier, ✚ Création d’une zone de vie.
Juin	<ul style="list-style-type: none"> • Terrassement <ul style="list-style-type: none"> ✚ Batardeaux amont et aval, ✚ Bassin de décantation, ✚ Pompage des eaux résiduelles, ✚ Dépose et démolition de l’ancien clapet
Juillet - Août - Septembre - Octobre	<ul style="list-style-type: none"> • Génie civil <ul style="list-style-type: none"> ✚ Maçonnerie des chambres d’eau ✚ Dalle et bâtiment • Montage mécanique <ul style="list-style-type: none"> ✚ Turbine, grille, dégrilleur, clapet...
Novembre	<ul style="list-style-type: none"> • Finition des travaux de génie civil et de terrassement • Retrait des batardeaux amont et aval • Électricité / Automatismes
Décembre	<ul style="list-style-type: none"> • Essais, Mise en service • Réglages

Tableau 21 : Planning des travaux

6 Phase d'exploitation

6.1 Gestion du transit sédimentaire

6.1.1 Situation actuelle

Actuellement, sur le site, il n'y a aucun ouvrage dont le rôle spécifique consiste à la gestion du transit sédimentaire proprement dit. En effet, le barrage permet certes d'évacuer les sédiments fins en suspension par surverse mais il constitue également une barrière aux sédiments grossiers devant être transportés par charriage. Le clapet qui équipe actuellement le site n'a pas pour fonction la gestion du transit sédimentaire au droit du site. Dans la situation actuelle, il est uniquement utilisé pour abaisser le niveau d'eau amont lors des interventions (travaux, entretien, surveillance) sur le seuil et la passe à poissons.

6.1.2 Situation après projet

Dans le cadre du projet, il sera mis en place une gestion du transit sédimentaire au droit du site. Cette gestion se fera de la manière suivante :

- **Entre l'étiage QMNA5 (2,88 m³/s) et le débit minimum de turbinage (4,48 m³/s) :** les sédiments fins seront évacués par suspension à travers l'échancrure du clapet et le barrage.
 - **Entre le débit minimum de turbinage (4,48 m³/s) et le débit Q90⁴ (62 m³/s) :** Outre le barrage et le clapet, la centrale elle-même jouera également une fonction d'évacuation des sédiments de taille inférieure à 25 mm. En effet, la centrale, de par sa configuration, est en mesure de faire transiter tous les sédiments qui passeront à travers le plan de grille dont l'espace inter-barreaux est de 25 mm. Le transit sédimentaire au droit du site se trouvera donc grandement amélioré par rapport à la situation actuelle.
- À partir du Q90 (62 m³/s) :** Dès que le débit de l'Ognon dépasse 62 m³/s, le clapet sera complètement ouvert, afin d'engendrer l'évacuation des sédiments par charriage (et par suspension) au droit du site. Par cette action, le transit sédimentaire au droit du site sera amélioré dans les hautes eaux, par rapport à la situation actuelle.

En conclusion, vu l'absence de gestion du transit sédimentaire au droit du site dans la situation actuelle, la mise en place d'un plan de gestion du transit sédimentaire ainsi que les ouvrages le permettant va apporter une amélioration certaine dans le cadre du projet.

6.2 Gestion des déchets et embâcles

Les cours d'eau constituent l'une des principales sources de circulation des déchets liés aux activités humaines. Les embâcles sont entre autres dus à une accumulation naturelle des matériaux apportés par l'eau (branches mortes, feuilles mortes, tronc d'arbre, etc...). Le débit des cours d'eau est un paramètre clé à prendre en compte dans la circulation des déchets et dans la formation des embâcles. Lors des phases des crues, il y a plus de déchets qui circulent ; et les embâcles sont faits ou défaits. En plus du débit, la saison est également un élément important à considérer. L'automne est la saison la plus prolifique en terme de transport des flottants dans les rivières (feuilles d'arbre morte).

⁴ Débit égalé ou dépassé 10% du temps au cours d'une année civile, selon la courbe de débits classés au droit du site.

Dans le cadre du projet, les déchets et embâcles de taille inférieure à 200 mm ne seront pas accumulés au droit de la centrale. Ils seront traités par le système grille-dégrilleur-goulotte. Le clapet permettra également d’évacuer de ces déchets et embâcles, en période de crue notamment.

Dans le cas de la formation d’embâcles ou de blocage des déchets – de taille importante (supérieure à 200 mm) – au droit de la grille, le gestionnaire de la centrale prendra les mesures nécessaires pour, dans un premier temps retirer ces déchets et embâcles, et dans un second temps les envoyer à la décharge.

Les déchets qu’ils soient naturels ou anthropiques, et qui ne nécessitent pas d’être retirés de l’eau et envoyés à la décharge par l’exploitant de la centrale, ne sortiront en aucun moment de la rivière et seront toujours évacués de manière efficace par les ouvrages hydrauliques aménagés à cet effet (système grille-dégrilleur-goulotte, clapet).

7 Investissement

ETUDE D'INVESTISSEMENT BUDGETAIRE 2 MACHINES VERTICALE SIMPLE REGLAGE 11M3/S			
Désignation	Qté	PU	PT
AVANT PROJET			
Achat terrain	1	0 €	0 €
Etude de faisabilité	1	12 000 €	12 000 €
Dossier demande d'autorisation	1	18 000 €	18 000 €
Etude de sol	1	3 200 €	3 200 €
Etudes EXE	1	21 000 €	21 000 €
			54 200 €
TERRASSEMENT			
Batardeau (mise en place et retrait)	1	55 000 €	55 000 €
Pompage	1	12 600 €	12 600 €
Amené et repli chantier	1	11 200 €	11 200 €
Terrassement centrale	1	62 500 €	62 500 €
Enrochement aval et amont	1	15 600 €	15 600 €
Démolition et dépose clapet	1	4 900 €	4 900 €
			161 800 €
GENIE CIVIL			
Installation de chantier	1	34 000 €	34 000 €
Pompage	1	12 000 €	12 000 €
Maçonnerie centrale	1	351 000 €	351 000 €
Maçonnerie pour clapet	1	24 000 €	24 000 €
Massif de drome	1	5 200 €	5 200 €
Reprise barrage	1	9 500 €	9 500 €
			435 700 €
MECANIQUE			
Turbine	1	538 780 €	538 780 €
Dégrilleur	1	48 800 €	48 800 €
Grille	1	46 700 €	46 700 €
Goulotte dévalaison + clapet régul dévalaison	1	25 460 €	25 460 €
Coude aspirateur	1	72 200 €	72 200 €
Coffrage distributeur et virgule	1	14 600 €	14 600 €
Clapet	1	33 500 €	33 500 €
Drome	1	18 300 €	18 300 €
			798 340 €

ELECTRICITE			
Raccordement EDF	1	27 000 €	27 000 €
Lignes France télécom	1	1 200 €	1 200 €
Poste 20 KV	1	24 000 €	24 000 €
Armoire de puissance	1	20 000 €	20 000 €
Armoire de commande et auxiliaire	1	20 000 €	20 000 €
Alternateur	1	110 500 €	110 500 €
PC, caméra et accès distant	1	6 500 €	6 500 €
Chantier	1	32 000 €	23 000 €
Etude, programmation, mise en service	1	23 000 €	23 000 €
Electricité bâtiment	1	4 500 €	4 500 €
			259 700 €
EQUIPEMENTS BATIMENT			
Bâtiment ossature et bardage métallique	1	41 500 €	41 500 €
Ventilation	1	1 500 €	1 500 €
Pont roulant	1	18 800 €	18 800 €
			61 800 €
PRESTATIONS ET ASSURANCES			
Maitrise d'œuvre (y compris assurances)	1	90 000 €	90 000 €
BET	1	16 500 €	16 500 €
Mission SPS (apave)	1	2 800 €	2 800 €
Assurance RC chantier	1	10 000 €	10 000 €
			119 300 €

SOUS-TOTAL INVESTISSEMENT	1 836 640 €
ALEAS 5%	91 832 €
TOTAL INVESTISSEMENT	1 928 472 €

HORS AVANT PROJET

Tableau 22 : Investissements du projet

8 Productible

ANNÉE	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août	septembre	octobre	novembre	décembre	TOTAL été	TOTAL hiver	TOTAL an	TOTAL € 1composante	TOTAL € 2composantes
1989	130959	82957	142571	118949	114211	38663	22373	2262	0	0	75068	58859	296458	490414	786872	110 477 €	125 211 €
1991	96275	80992	154828	86655	90757	66359	46406	20752	8739	109942	130895	83718	429610	546707	976317	137 075 €	149 705 €
1992	104104	112708	103216	143074	121827	113866	80631	22864	31487	61414	58927	126042	575163	504997	1080159	151 654 €	156 492 €
1993	125503	111482	80962	121051	100671	117592	69239	33437	64179	120427	108624	87911	626595	514482	1141076	160 207 €	163 580 €
1998	124319	113705	150527	117685	120537	72717	15069	25462	130570	163178	100823	158137	645217	647512	1292728	181 499 €	191 235 €
1999	134916	83047	105553	166922	153231	154142	116432	62734	46391	109855	157246	79621	809707	560382	1370089	192 361 €	191 164 €
2000	163569	61132	133102	159262	105269	86157	125964	78782	97366	124326	138267	176421	777126	672491	1449617	203 526 €	209 540 €
2001	172815	150709	38214	116786	160473	121200	99119	40986	113695	132533	131386	117243	784792	610367	1395159	195 880 €	198 296 €
2002	137829	113730	130571	104097	140691	64879	24365	14855	12394	94745	53430	144955	456026	580516	1036542	145 530 €	158 947 €
2003	130384	127040	136017	60374	83460	14124	0	0	0	79897	117312	143330	237855	654083	891938	125 228 €	150 911 €
2004	102658	141156	156045	121150	99072	55443	8644	50473	36998	100133	146160	146178	471914	692197	1164112	163 441 €	182 190 €
2010	155339	100732	157836	121566	98259	68435	18685	94567	120814	65372	137748	100235	587698	651892	1239589	174 038 €	186 210 €
2011	124625	143710	130824	94100	32601	26765	67537	77550	51186	69869	35017	87482	419607	521658	941265	132 154 €	143 834 €
2012	90220	127820	119750	92804	149663	114692	116366	32106	41083	125176	104495	61053	671889	503338	1175227	165 002 €	166 048 €
2013	162507	106726	171306	126541	144140	124392	69787	15692	77669	138983	119246	111162	697204	670946	1368151	192 088 €	201 080 €
2014	157501	117456	137542	50191	83022	12126	104564	154342	50820	123636	134129	127872	578701	674501	1253202	175 950 €	189 668 €
2015	122068	158249	135975	134434	106080	46981	0	0	22944	0	56717	108737	310439	581745	892183	125 263 €	144 319 €
2016	135465	44342	125819	134628	164016	71971	120718	41856	5224	8011	110101	53831	546424	469558	1015983	142 644 €	146 697 €
2017	69496	127270	126413	70103	119028	34949	7057	0	13351	44648	102314	135465	289136	560958	850095	119 353 €	138 120 €
2018	56166	129803	153430	131666	99135	102186	1711	0	0	0	0	118089	334699	457488	792186	111 223 €	122 741 €
MOYENNE	124836	111738	129525	113602	114307	75382	55733	38436	46246	83607	100895	111317	527313	578312	1105625	155 230 €	165 799 €

Tableau 23 : Productible et chiffre d'affaires

En réalisant la simulation sur 20 années hydrologiques fiables, le productible annuel moyen du projet est **1 105 625 kWh** pour un chiffre d'affaires annuel moyen de **165 799 €**.

En fonction des années hydrologiques, le chiffre d'affaires oscille entre 122 741 € et 209 540 €.



Filiale de SICAE EST

Consult Hydro
9 avenue du lac 70000 VESOUL – Tél : 03.84.68.15.90 – www.consulthydro.com
Société par Actions simplifiées - Siège Social Vesoul - Siret 522 343 086 00024
RCS Vesoul 522 343 086 – Code APE 7112 B - TVA intracommunautaire n° FR 90 522 343 086