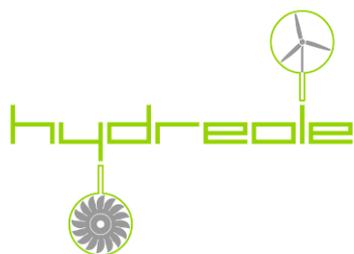


EQUIPEMENT HYDROELECTRIQUE DU MOULIN SAINT-PAUL SUR LE DOUBS A BESANÇON

AVANT-PROJET DETAILLE



Bureau d'études et maître d'œuvre
24, boulevard Carnot
74200 Thonon-les-Bains
France
www.hydreole.com
RCS Thonon 752 196 998

Maître d'ouvrage **Ville de Besançon**

Affaire **Etudes complémentaires Besançon**

No. d'affaire **16176**

Date d'émission du rapport **03/10/2017**

Nom du fichier numérique **16176_3 - APD de la réhabilitation du moulin Saint-Paul rev 1**

Révision **1**

Nombre de pages, incl. annexes **48**

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	4
1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA PRESENTE ETUDE	4
1.2. PRESENTATION DU SITE DE PROJET	5
1.3. DONNEES DISPONIBLES	6
2. OPTIMISATION DU DEBIT D'EQUIPEMENT	7
2.1. DEBIT D'EQUIPEMENT « BRIDE » : RESPECT DE LA CONSISTANCE LEGALE DU MOULIN	7
2.2. DEBIT D'EQUIPEMENT « LIBRE » : EXPLOITATION MAXIMALE DU POTENTIEL HYDROELECTRIQUE DU SITE	7
2.3. COMPARAISON QUANTITATIVE DES DEUX APPROCHES	7
3. DONNEES HYDROLOGIQUES	9
3.1. DEBITS CARACTERISTIQUES DU DOUBS	9
3.2. ANALYSE PROSPECTIVE DE LA DREAL [REF. 2]	9
3.3. DEBITS DE CRUE	10
3.4. DEBIT RESERVE	10
3.4.1. Débit réservé minimal fixé par l'Administration	10
3.4.2. Débit réservé réel	10
4. HAUTEURS DE CHUTE	11
4.1. HAUTEUR DE CHUTE BRUTE MAXIMALE	11
4.2. LOI D'EFFACEMENT DE LA CHUTE	11
5. PRE-DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS	12
5.1. CONSIDERATIONS PREALABLES	12
5.1.1. Transport solide	12
5.1.2. Déchets flottants	12
5.2. DESCRIPTION DE LA PRISE D'EAU	12
5.3. DROME FLOTTANTE	13
5.4. GRILLE	14
5.5. DEGRILLEUR	15
5.6. GESTION DES DECHETS REMONTES PAR LE DEGRILLEUR	16
5.7. VANNES DE TETE	17
5.8. PASSERELLE DE LA PRISE D'EAU	18
5.9. TURBINES	18
5.9.1. Description de la technologie	18
5.9.2. Propositions d'implantation dans le Moulin Saint-Paul	19
5.9.3. Exploitation et maintenance	19
5.9.4. Aménagement et équipements de la pièce située au-dessus des chambres d'eau	20
5.10. VANNE DE DECHARGE	20
5.11. LOCALISATION DES ARMOIRES ELECTRIQUES ET DE CONTROLE COMMANDE	21
5.12. RACCORDEMENT ELECTRIQUE	21
5.13. EMPRISES DE L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DANS LE MOULIN	22
6. IMPACT HYDRAULIQUE DE LA CENTRALE HYDROELECTRIQUE	23
6.1. ACTIVITES HUMAINES POTENTIELLEMENT IMPACTEES PAR LA REMISE EN SERVICE DU MOULIN SAINT-PAUL	23
6.2. OBSERVATIONS SUR SITE DU PASSAGE D'UN DEBIT DANS LES BIEFS DU MOULIN	23
6.3. IMPACT HYDRAULIQUE DE L'AMENAGEMENT EN CAS DE CRUE	25
7. DESCRIPTION DES TRAVAUX	26
7.1. MISE HORS D'EAU DES ZONES DE TRAVAUX	26
7.2. ACCES ET MANUTENTION	26
7.3. PHASAGE DES TRAVAUX	27
8. POTENTIEL ENERGETIQUE DE L'AMENAGEMENT	28

8.1.	HYPOTHESES GENERALES POUR L'ESTIMATION DU PRODUCTIBLE.....	28
8.2.	ESTIMATION DU PRODUCTIBLE	28
9.	ANALYSE FINANCIERE	31
9.1.	RECETTE BRUTE ANNUELLE	31
9.2.	ESTIMATION DU MONTANT DES TRAVAUX	31
9.3.	TEMPS DE RETOUR BRUT SUR INVESTISSEMENT	33
10.	CONCLUSION	34
	ANNEXE A. PLANS D'IMPLANTATION	35
	ANNEXE B. PRE-ETUDE SIMPLE DE RACCORDEMENT ELECTRIQUE	39

1. INTRODUCTION

1.1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE LA PRESENTE ETUDE

Depuis de nombreuses années, la Ville de Besançon s'est montrée exemplaire en matière de politique énergétique.

En 2009, elle s'est engagée à atteindre l'objectif européen des 3x20 à l'horizon 2020, c'est-à-dire : réduire de 20% ses consommations énergétiques et ses émissions de gaz à effet de serre par rapport à 2008 et développer les énergies renouvelables pour tendre vers une production équivalente à 23% de sa consommation. Le Schéma Régional Air et Energie de Franche Comté a fixé ce dernier objectif à 32% pour la région Franche-Comté.

Dans cette perspective, la Ville de Besançon souhaite continuer à promouvoir le développement des énergies renouvelables sur son territoire et étudier le potentiel de l'ensemble de la ressource hydroélectrique des différents seuils présents sur la Ville (hormis le barrage de la Malate qui est déjà équipé).

En coordination avec la Direction territoriale Rhône Saône des Voies Navigables de France (VNF), la Ville de Besançon a identifié un potentiel sur les seuils de Micaud (moulin Saint-Paul), Tarragnoz et Velotte. En tant que propriétaire des barrages, VNF a donné son accord pour que la Ville de Besançon conduise des études de faisabilité.

En 2016, le bureau d'études Hydreole a réalisé l'étude de faisabilité de l'équipement pour la production d'hydroélectricité des trois seuils existants sur le Doubs dans la traversée de la Ville de Besançon :

- Le seuil Micaud,
- Le seuil de Tarragnoz,
- Le seuil de Velotte.

A l'issue de cette étude de faisabilité, il est apparu que la réhabilitation du moulin Saint-Paul, au droit du seuil Micaud, est un projet viable.

Les caractéristiques techniques principales du projet, telles que définies par l'étude de faisabilité, sont les suivantes :

- Hauteur de chute brute maximale : 2 m
- Débit d'équipement : 6 m³/s
- Débit réservé : 5% du module du Doubs, soit 5,23 m³/s
- Puissance installée : 87 kW
- Productible : 677 MWh/an
- Equipement de chacun des deux biefs existants par une turbine Kaplan.

La présente étude a pour objectif de préciser le concept de réhabilitation du moulin Saint-Paul sur la base des relevés topographiques réalisés par la société ITE en janvier 2017 et de cadrer la mission de maîtrise d'œuvre pour la réhabilitation du Moulin Saint-Paul :

- Optimisation du débit d'équipement des turbines hydroélectriques, sur la base du levé topographique (optimisation de l'intégration dans l'existant) et des enjeux administratifs (droit fondé sur titre / Autorisation nouvelle) ;
- Dimensionnement des ouvrages et équipements au stade Avant-Projet :
 - Grille et dégrilleur,
 - Vannes de tête,
 - Turbines, multiplicateurs et générateurs,
 - Canal de fuite,
 - Raccordement au réseau électrique ;
- Analyse financière :

- Estimation de l'ordre du montant des travaux, sur la base d'avant-métrés et de la consultation de fournisseurs d'équipements,
- Détermination de la recette brute de l'aménagement rénové,
- Calcul du temps de retour sur investissement ;
- Potentiel énergétique de l'aménagement :
 - Détermination de la puissance installée,
 - Estimation du productible annuel sur la base des données hydrologiques DREAL, des mesures de hauteur de chute réalisées pour l'étude de faisabilité et des choix techniques en phase d'avant-projet (rendement actualisé des équipements, calcul des pertes de charge);
- Etablissement des plans d'avant-projet sur la base des plans topographiques et bathymétriques :
 - Plan de masse,
 - Profil en long du chemin d'amenée d'eau,
 - Vue en plan de la salle des machines,
 - Elévation de la salle des machines ;
- Description de l'impact hydraulique de l'aménagement ;
- Description de la phase de travaux.

1.2. PRESENTATION DU SITE DE PROJET

Le site de projet se situe dans la Ville de Besançon, dans le département du Doubs (25), en région Bourgogne Franche-Comté.

Le moulin Saint-Paul est un bâtiment classé aux Monuments historiques situé dans le cœur historique de la Ville de Besançon.

Il se trouve entre une écluse et l'île Saint-Pierre. La chute exploitée par le moulin est créée par le seuil de navigation Micaud, qui se trouve entre l'île Saint-Pierre et la rive droite du Doubs.

Les 1^{er} et 2^{ème} étages du moulin abritent des bureaux, dont ceux de VNF.



Figure 1 : Extrait du plan cadastral du site, 2006 – Vue amont du moulin Saint-Paul (Source : base de données du Ministère de la Culture et de la Communication)

Le Moulin Saint-Paul est géré par VNF pour le compte de France Domaines.

La Communauté d'Agglomération du Grand Besançon (CAGB) est liée à VNF par une convention d'occupation temporaire (COT) qui inclut la maison éclusière et les pontons de la halte fluviale.

L'île Saint-Pierre est incluse dans la convention de superposition de gestion entre VNF et la Ville de Besançon qui y entretient les espaces verts.

Un droit d'eau est attaché au Moulin Saint-Paul par décret du 21 mars 1889.

1.3. DONNEES DISPONIBLES

Les informations recueillies ou mises à disposition sont les suivantes :

réf. [1] : Document du Ministère des Travaux Publics daté de 1904 (Source : Archives départementales du Doubs 3S608)

réf. [2] : Etude du potentiel hydroélectrique des barrages sur le Doubs à Besançon, Hydréole, août 2016

réf. [3] : Evolution future des débits au regard du changement climatique du Doubs à Besançon, DREAL Bourgogne Franche-Comté, 18/11/2016

réf. [4] : Levé topographique réalisé par ITE en janvier 2017

réf. [5] : PPRI Doubs Central, approuvé par Arrêté Préfectoral le 28 mars 2008

réf. [6] : Devis ENEDIS pour le raccordement d'une centrale hydroélectrique de 96 kVA au Moulin Saint-Paul

2. OPTIMISATION DU DEBIT D'EQUIPEMENT

Sur le site étudié, le débit d'équipement optimal peut être défini par deux approches différentes :

- le débit d'équipement du moulin réhabilité peut être fixé à la valeur du débit d'équipement autorisé en 1889 ;
- le débit d'équipement du moulin réhabilité peut être fixé à la valeur maximale permise par les capacités hydrauliques des ouvrages.

2.1. DEBIT D'EQUIPEMENT « BRIDE » : RESPECT DE LA CONSISTANCE LEGALE DU MOULIN

D'après un document du Ministère des Travaux Publics daté de 1904 [Réf. 1], un droit d'eau est attaché au Moulin Saint-Paul par décret du 21 mars 1889.

Au vu de la configuration du site et des ouvrages, non modifiés depuis 1889, il est possible de faire reconnaître par l'Administration la consistance légale du moulin à hauteur de 150 kW de Puissance Maximale Brute (PMB). Un droit d'eau antérieur à 1919 et de PMB inférieure à 150 kW constitue un droit fondé sur titre. **Un droit fondé sur titre est un droit perpétuel.**

2.2. DEBIT D'EQUIPEMENT « LIBRE » : EXPLOITATION MAXIMALE DU POTENTIEL HYDROELECTRIQUE DU SITE

La capacité hydraulique du site permet de proposer un débit d'équipement supérieur au débit d'équipement historique du moulin.

La réhabilitation du moulin avec un débit d'équipement plus important permet de maximiser la puissance et le productible de la centrale.

Par contre, l'exploitation de la force motrice de l'eau par le moulin nécessite d'obtenir de l'Administration une **Autorisation Environnementale Unique, qui est accordée pour une durée limitée.**

2.3. COMPARAISON QUANTITATIVE DES DEUX APPROCHES

Le tableau ci-dessous présente les détails du calcul du débit d'équipement selon les deux approches décrites précédemment.

- Dans le cas du projet bridé, le débit d'équipement est celui permettant d'obtenir une PMB de 149 kW, sachant que la hauteur de chute brute maximale de l'aménagement s'élève à 2,11 m :
$$PMB = 9,81 \times H_b \times Q_e$$
- Dans le cas du projet libre, le débit maximal pouvant transiter dans les biefs existants du moulin dans des conditions compatibles avec la production d'hydroélectricité est celui permettant de limiter la vitesse de l'écoulement à 1 m/s au passage des pertuis d'entrée.

Il est à noter que ces valeurs de débit peuvent être légèrement modifiées à la baisse en fonction de la technologie de turbine utilisée.

	Projet bridé	Projet libre
Niveau amont (m NGF)	240.38	240.38
Qr induit (m3/s)	15.69	15.69
Niveau aval (m NGF)	238.27	238.27
Hauteur de chute brute maximale (m)	2.11	2.11
Cote radier vanne de prise droite (m NGF)		238.95
Largeur vanne droite (m)		3.61
Section d'entrée droite (m ²)		5.1623
Cote radier vanne de prise gauche (m NGF)		239.12
Largeur vanne gauche (m)		3.5
Section d'entrée gauche (m ²)		4.41
Débit d'équipement max (m3/s)	7.20	9.57
PMB (kW)	149	198

Tableau 1 : Calcul du débit d'équipement maximal selon les deux approches possibles (d'après levés topographiques ITE 2017)

La hauteur de chute brute est la différence entre la cote de retenue normale (RN) et la cote de restitution au niveau de la confluence du canal de restitution et du Doubs en conditions d'étiage.

La RN est fixée à 240,38 m NGF en collaboration avec VNF. Cette cote est largement suffisante pour respecter la valeur du débit réservé fixée par l'Administration.

La cote de restitution est issue du suivi des hauteurs d'eau réalisé par la DREAL à la sortie du moulin Saint-Paul depuis 1980.

La présente étude considère en parallèle le scénario bridé ($Q_e = 7.20 \text{ m}^3/\text{s}$) et le scénario libre ($Q_e = 9.60 \text{ m}^3/\text{s}$).

3. DONNEES HYDROLOGIQUES

3.1. DEBITS CARACTERISTIQUES DU DOUBS

L'hydrologie du Doubs est enregistrée au droit de nombreuses stations hydrométriques situées tout le long de son cours. La station U2512010 *Le Doubs à Besançon* se situe à l'aval immédiat du moulin Saint-Paul. D'après la fiche de présentation de la station, les données sont validées douteuses jusque fin 1980. Nous proposons de ne considérer dans la présente étude que les 20 dernières années de mesure, à savoir les débits enregistrés entre le 1^{er} janvier 1997 et le 31 décembre 2016.

Les caractéristiques hydrologiques du Doubs au droit la station U2512010 sont présentées ci-dessous (réf. [1]).

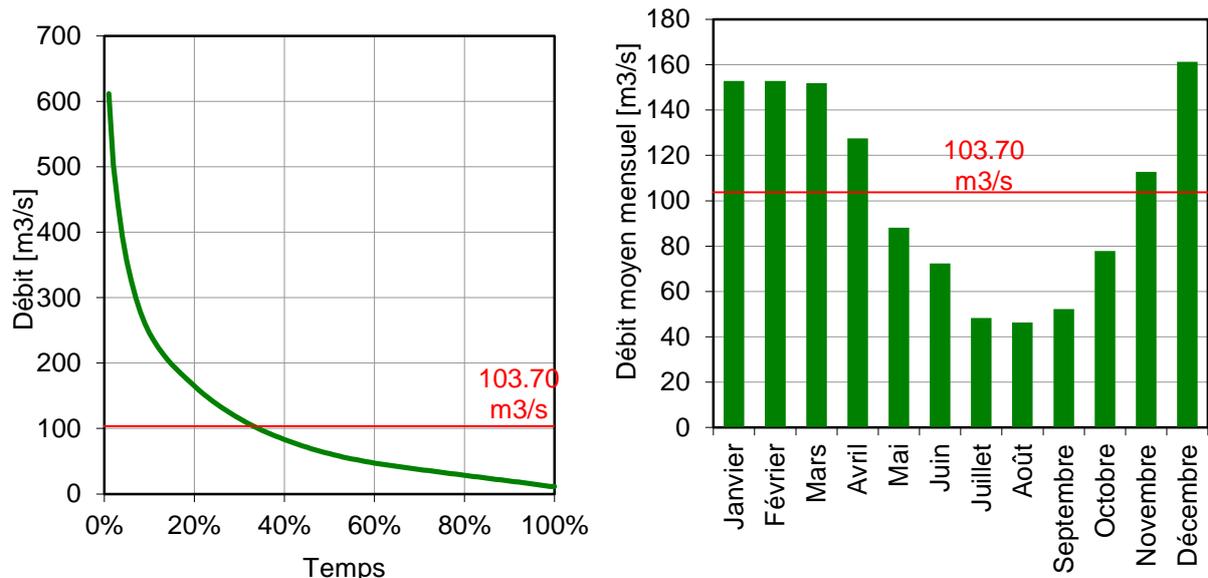


Figure 2 : Courbe des débits classés et débits moyens mensuels du Doubs au droit de la station U2512010 (Moulin Saint-Paul)

Le module, débit moyen interannuel, du Doubs au droit de la station U2512010 s'élève à **103,70 m³/s** sur la période 1997-2016.

3.2. ANALYSE PROSPECTIVE DE LA DREAL [REF. 2]

La Ville de Besançon a sollicité l'avis de la DREAL sur les futures évolutions des débits de la rivière du Doubs à Besançon au regard du changement climatique.

En réponse, la DREAL a analysé la chronique des débits enregistrés depuis 1952 : « l'analyse de la chronique des débits montre que cette tendance [à la baisse] n'est que très récente et que dans les années 1990, les débits du Doubs étaient bien plus bas que de nos jours ».

La DREAL n'a pas connaissance de modèles locaux de prévision des conditions hydrométéorologiques. Il ressort des nombreux modèles climatiques globaux à l'échelle mondiale que la Bourgogne Franche-Comté sera pour la France métropolitaine dans une zone d'impact globalement faible du changement climatique.

La DREAL conclue qu'il est impossible de fournir des éléments prospectifs fiables pour une prise en compte lors d'une décision d'investissement.

3.3. DEBITS DE CRUE

Les débits de crue estimés par la loi de Gumbel sont indiqués dans le tableau ci-dessous :

Temps de retour (ans)	2	5	10	20	50	100
Débit de pointe (m ³ /s)	710	950	1100	1200	1400	1750

Tableau 2 : Valeurs des débits de crue du Doubs au droit de la station U2512010 (Moulin Saint-Paul)

Au droit du Moulin Saint-Paul, la ligne d'eau amont atteint la cote 246,01 m NGF en cas de crue centennale [Réf. 4].

3.4. DEBIT RESERVE

3.4.1. Débit réservé minimal fixé par l'Administration

L'article L.214-18 du code de l'environnement impose à tout ouvrage transversal dans le lit mineur d'un cours d'eau de laisser dans le cours d'eau à l'aval, un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces présentes. Ce débit, d'une manière générale, ne doit pas être inférieur au 1/10ème du module. Il ne doit pas être inférieur au 1/20ème du module sur les cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m³/s ainsi qu'à l'aval d'ouvrages assurant la production d'électricité aux heures de pointe. Il est communément appelé « débit réservé » ou « débit minimal ». Le débit réservé peut être différent selon les périodes de l'année, on parle alors de « régime réservé ».

Le module du Doubs au droit des projets étant supérieur à 80 m³/s, le débit réservé doit être supérieur ou égal à 5% de ce dernier, c'est-à-dire à 5,23 m³/s.

L'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) et la Direction Départementale des Territoires (DDT)¹ confirment qu'il est acceptable de fixer le débit réservé de l'installation projetée à 5% du module du Doubs, au regard :

- du faible niveau d'équipement prévu,
- de la longueur impactée,
- du contexte piscicole,
- et de la proximité des seuils (Malate, Micaud, Tarragnoz, Velotte,...) qui engendre des remous successifs : les niveaux d'eau au pied des seuils dépendent directement de la gestion de l'ouvrage présent en aval. De ce fait, les conditions hydrauliques et donc les habitats aquatiques, en quantité et en qualité, dans les tronçons court-circuités sont liés directement aux cotes et à la gestion de l'ouvrage aval et non au débit minimal restitué au pied du seuil.

3.4.2. Débit réservé réel

En phase d'exploitation, le niveau d'eau amont ne descendra jamais sous la cote de Retenue Normale fixée à 240,38 m NGF. Par suite, la lame d'eau sur le seuil Micaud permettra d'assurer en permanence un **débit réservé de 15,69 m³/s, soit 15% du module.**

¹ Lors de la réunion de travail du 14 mars 2016 (ONEMA) et par mail du 21 mars 2016 (DDT), en réaction au compte-rendu de la réunion de travail avec l'ONEMA.

4. HAUTEURS DE CHUTE

4.1. HAUTEUR DE CHUTE BRUTE MAXIMALE

La hauteur de chute brute est la différence entre la cote de retenue normale (RN) et la cote de restitution au niveau de la confluence du canal de restitution et du Doubs en conditions d'étiage.

La RN est fixée à 240,38 m NGF en collaboration avec VNF.

La cote de restitution est issue du suivi des hauteurs d'eau réalisé par la DREAL à la sortie du moulin Saint-Paul depuis 1980 : la hauteur d'eau minimale mesurée est 238,27 m NGF.

La hauteur de chute brute maximale s'élève ainsi à 2,11 m.

4.2. LOI D'EFFACEMENT DE LA CHUTE

Dans le cadre de la réalisation de l'étude de faisabilité du projet [Réf. 2], le niveau du plan à l'amont du moulin Saint-Paul a été suivi de mi-mars à début aout 2016 à l'aide d'une sonde Rugged TROLL® 100, de la marque In-Situ. En parallèle, la hauteur de chute au droit du moulin a été mesurée manuellement dans différentes conditions de débit.

Le niveau du plan d'eau à l'aval du moulin Saint-Paul est mesuré en continu par un capteur bulle à bulle géré par la DREAL.

La loi d'effacement de la chute au droit du moulin Saint-Paul, en situation aménagée, est reconstituée à partir :

- Des données brutes citées ci-avant,
- De la valeur de la cote de Retenue Normale,
- De la simulation du mode d'exploitation de la centrale.

Elle est présentée sur la Figure 3.

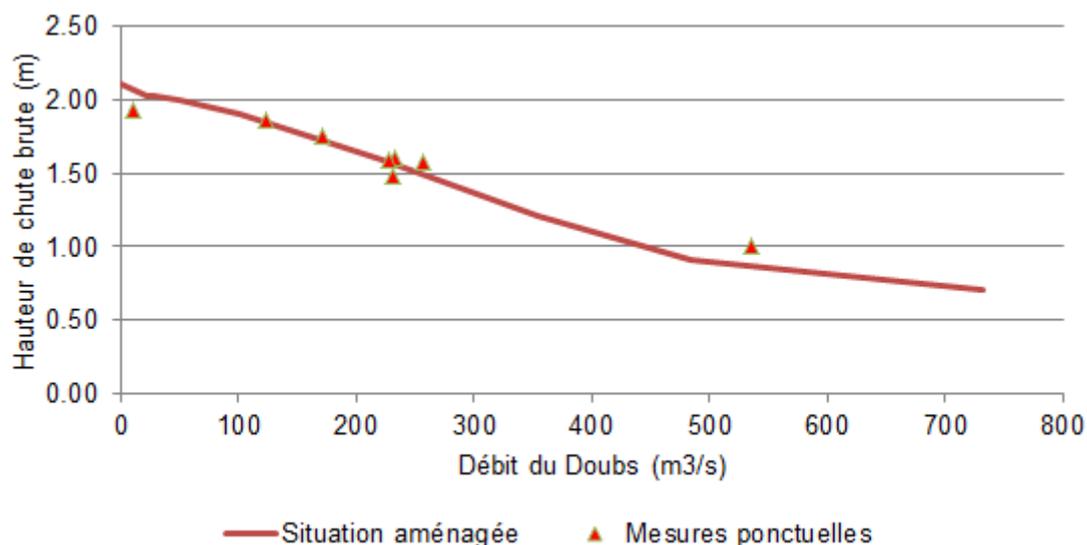


Figure 3 : Effacement de la chute brute au droit du moulin Saint-Paul en situation aménagée

La perte de charge dans le canal de fuite du moulin est estimée à environ 10 cm.

5. PRE-DIMENSIONNEMENT DES EQUIPEMENTS

5.1. CONSIDERATIONS PREALABLES

5.1.1. Transport solide

L'AFB et la DREAL ont confirmé lors de l'étude de faisabilité [Réf. 1] que le niveau d'enjeu en matière de transit des sédiments est faible sur ce tronçon du Doubs et qu'il ne semble par conséquent pas justifier de mesures techniques particulières dans le cadre du projet.

5.1.2. Déchets flottants

Dans son courrier du 25 avril 2017 adressé à la Ville de Besançon, l'exploitant de la centrale hydroélectrique de la Malate, premier aménagement hydroélectrique à l'amont du Moulin Saint-Paul, évalue la quantité de déchets anthropiques sortie de l'eau à un « container jaune² d'immeuble³ » tous les deux mois et un « container gris⁴ d'immeuble » tous les 15 jours. Les déchets verts sont rejetés dans la rivière. L'exploitant de la Malate reçoit les déchets jetés/entraînés dans le Doubs entre la centrale de Deluz et la centrale de la Malate séparés par 14 km de rivière. Par ailleurs, le débit d'équipement de la centrale de la Malate s'élève à 46 m³/s, soit environ 50% du module du Doubs : la centrale attire la majeure partie du débit, et des déchets, 70% du temps environ.

Le volume de déchets récupéré par le Moulin Saint-Paul sera bien inférieur à celui intercepté par la centrale de la Malate car :

- **On observe que le volume de déchets se plaquant aujourd'hui contre la grille du moulin est faible ;**
- Le Moulin Saint-Paul ne sera équipé qu'à hauteur de 9% maximum du module du Doubs tandis que le débit réservé atteindra 15% du module : la majeure partie du débit, et donc des déchets charriés par la rivière, déversera toujours au-dessus du seuil Micaud ;
- Les déchets flottants attirés vers la prise d'eau du Moulin Saint-Paul seront arrêtés par une drome placée à l'amont de la prise d'eau pour protéger les embarcations du courant d'attrait vers la prise d'eau (cf. paragraphe 5.3).

Le volume et le type de déchets qui seront attirés vers la grille du Moulin Saint-Paul variera au cours de l'année (ex : feuilles en automne).

5.2. DESCRIPTION DE LA PRISE D'EAU

Le rôle de la prise d'eau d'un aménagement hydroélectrique est d'entonner le volume d'eau nécessaire au bon fonctionnement de la centrale, tout en stoppant les flottants avec un minimum de pertes de charge.

La prise d'eau du moulin Saint-Paul consistera en :

- Une drome, pour arrêter la majeure partie des flottants en amont de la grille, ainsi que pour protéger les embarcations d'une éventuelle attraction vers la grille ;
- Une grille ;
- Un dégrilleur pour décolmater la grille et assurer ainsi un minimum de pertes de charge ;
- Une vanne devant chaque bief, afin de pouvoir couper le débit entrant dans le moulin.

La prise d'eau ne sera pas équipée de rainures àatardeaux permettant de mettre hors d'eau l'ensemble grille/dégrilleur pour les raisons suivantes :

² Emballages plastiques, métalliques, en carton et papiers,

³ 250 litres à 500 litres a priori, non précisé dans le courrier

⁴ Déchets non recyclables

- La réalisation de rainures à batardeaux suppose de prolonger les bajoyers existants vers l'amont et de prévoir un moyen de manutention des batardeaux et un accès sécurisé aux rainures ;
- Les travaux de réhabilitation du moulin seront réalisés à l'abri d'un système de batardage ad hoc : big bags ou tôles plaquées contre la grille de prise d'eau actuelle ;
- Les travaux de maintenance de la grille et du dégrilleur peuvent être réalisés en eau ou à l'abri d'un batardage provisoire ;
- L'aménagement d'un système de batardage pérenne induirait un impact paysager.

5.3. DROME FLOTTANTE

Une drôme de 25 m de longueur environ sera placée en travers du canal d'amenée, comme proposé sur la Figure 4, de façon à faire un angle avec le courant.

Son rôle sera double :

- protéger les embarcations du courant d'appel de la prise
- arrêter les corps flottants pour leur éviter de se plaquer contre la prise d'eau (le dégrilleur n'a pas la capacité de sortir de l'eau un tronc d'arbre par ex).

L'extrémité amont de la drôme sera ancrée à un plot béton à construire sur l'île Saint-Pierre. L'extrémité aval sera fixée au bajoyer rive droite de l'écluse. Cet ancrage aval devra permettre à la drôme de suivre le marnage du cours d'eau.



Figure 4 : Implantation de la drôme flottante

Bajoyer de l'écluse

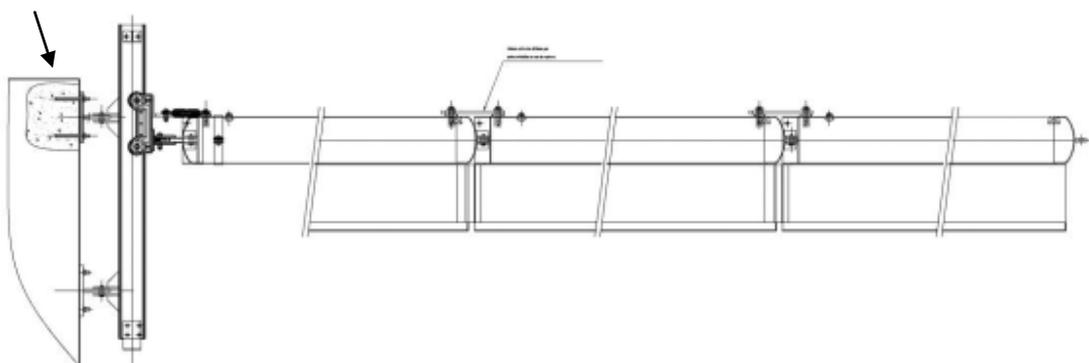


Figure 5 : Drôme et ancrage glissant le long du bajoyer de l'écluse (vue en élévation)

Il est à noter que la drôme ne pourra pas s'auto-nettoyer » à cause de l'absence d'un débit d'attrait vers l'extrémité aval de la drôme et la présence des portes de l'écluse. Une intervention manuelle régulière est à prévoir pour pousser les flottants à travers l'écluse afin de les évacuer à l'aval de l'aménagement.

5.4. GRILLE

Au regard des enjeux limités en terme de continuité biologique sur ce tronçon du Doubs et du faible niveau d'impact attendu en matière de dévalaison, **il n'apparaît pas nécessaire à l'Agence Française pour la Biodiversité d'équiper les installations de prises d'eau ichtyocompatibles.**

En effet, le débit d'équipement étant limité par rapport au module du Doubs, peu de poissons seront attirés vers la prise d'eau. En période d'étiage, le débit d'équipement peut représenter la majeure partie du débit du Doubs mais ces conditions hydrologiques ne sont pas propices à la dévalaison.

Le dimensionnement de la grille est alors dicté par les considérations suivantes :

- Simplicité de mise en place et d'entretien ;
- Minimisation de la perte de charge au passage de la grille ;
- Blocage des objets de taille suffisante pour endommager la turbine ;
- Compatibilité avec son dégrillage par un dégrilleur mécanique ;
- Capacité à supporter la charge hydraulique pour un colmatage de 100%.

Le parti pris, pour minimiser les travaux et l'impact paysager, est de remplacer à l'identique la grille actuelle.

La cote de l'arase supérieure de la grille, la cote du pied de grille, l'inclinaison et la largeur totale de la grille sont conservées.

L'inclinaison actuelle de la grille est compatible avec la pose d'un dégrilleur.

La vitesse d'écoulement à travers la grille, quel que soit le scénario d'aménagement, est inférieur à 1 m/s.

Les caractéristiques techniques principales de la grille sont récapitulées dans le tableau ci-dessous.

L'envasement actuel de la prise d'eau n'a pas permis au géomètre ITE de lever la cote du pied de grille. Le tableau ci-dessus présente donc l'hypothèse que nous avons retenue pour la cote du radier de la grille (238.00 m NGF).

	Sc. Bridé	Sc. Libre
Débit d'équipement	7.20 m ³ /s	9.57 m ³ /s
Ecartement des barreaux	40 mm	40 mm
Inclinaison	70 °	70 °
Largeur totale	8.50 m	8.50 m
Largeur effective	7.11 m	7.11 m
Cote du pied de grille	238.00 m NGF	238.00 m NGF
Cote de l'arase supérieure de la grille	241.71 m NGF	241.71 m NGF
Cote de Retenue Normale	240.38 m NGF	240.38 m NGF
Cote des plus hautes eaux (Q100)	246.01 m NGF	246.01 m NGF
Longueur	3.95 m	3.95 m
Longueur immergée	2.53 m	2.53 m
Surface totale	30 m ²	30 m ²
Surface immergée	18 m ²	18 m ²
Vitesse d'écoulement à travers la grille si surface effective 60%	0.67 m/s	0.89 m/s
Vitesse d'écoulement à l'approche de la grille	0.36 m/s	0.47 m/s
Pertes de charge	0.30 cm	0.40 cm

Tableau 3 : Caractéristiques de la grille de prise d'eau

Le châssis de la grille sera en acier mécano-soudé galvanisé, composé :

- D'un pied en profilé UPN destiné à maintenir les barreaux à l'amont et fixé dans des réservations de génie civil ;
- D'une tête en profilé IPN ;
- De pannes intermédiaires destinés à reprendre la charge hydrostatique de l'eau.

Les barreaux de la grille seront en acier galvanisé ou inox présenteront un profil hydrodynamique permettant :

- De limiter les pertes de charge ;
- De faciliter le dégrillage. En effet, lors d'un cycle de dégrillage :

- Soit le déchet est bloqué sur la grille et est évacué par le dégrilleur ;
- Soit le déchet passe à travers la grille et est évacué vers l'aval. En aucun cas, il ne reste coincé dans l'entrefer.

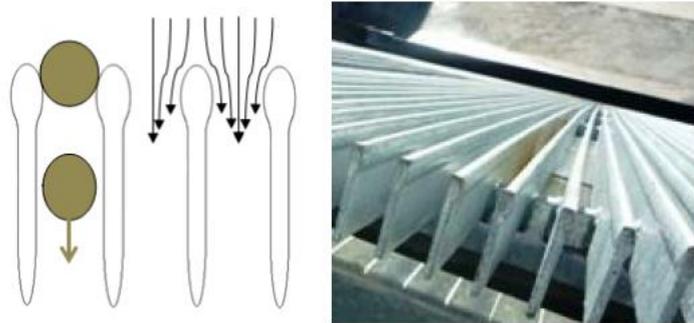


Figure 6 : Profil des barreaux de la grille

5.5. DEGRILLEUR

La grille sera équipée de deux dégrilleurs fixes à chaîne.

Chaque dégrilleur sera constitué d'un châssis en acier mécano-soudé supportant deux chaînes sans fin entraînant un râteau de 3.5 m de largeur par l'intermédiaire d'un motoréducteur, d'un arbre de commande et de roues dentées.

Les dégrilleurs permettront de nettoyer la grille. Le déclenchement d'un cycle de dégrillage pourra être manuel ou automatique dès que la perte de charge à la traversée de la grille dépassera une valeur seuil. Cette perte de charge sera contrôlée en permanence par des sondes de niveau positionnées à l'amont et à l'aval de la grille.

A l'arrêt, le râteau sera immobilisé en partie supérieure. Cette position sera contrôlée par un capteur de fin de course. Au démarrage, le râteau descendra dans l'eau, guidé par ses chaînes jusqu'au pied de grille, à une distance suffisamment importante de cette dernière pour ne pas refouler les déchets vers le fond. La remontée du râteau s'effectuera le long de la grille, acheminant les déchets vers le haut. A la fin de la remontée, le râteau basculera et déversera les déchets dans une goulotte. A la fin du cycle, le râteau s'immobilisera dans sa position d'arrêt.

L'armoire électrique de commande du dégrilleur sera fixée sur la façade amont du moulin. Des boutons placés en façade de l'armoire permettront la commande manuelle du dégrilleur.



Figure 7 : Exemple de dégrilleur à chaînes

L'intégration paysagère du dégrilleur devra être particulièrement soignée. Il est à noter que l'arase supérieure du dégrilleur se situera environ 1.3 m au-dessus de la goulotte.

Il est à noter qu'à ce stade des études, le dégrilleur à chaînes est privilégié pour sa discrétion. Toutefois, d'autres types de dégrilleurs sont envisageables. On peut citer par exemple le dégrilleur à bras immergé ou le dégrilleur à bras inversé. Les deux types pré-cités sont très peu répandus. Le choix final du type dégrilleur découlera de la comparaison de l'impact paysager et du coût du dégrilleurs proposés par les fournisseurs lors de la consultation des entreprises.

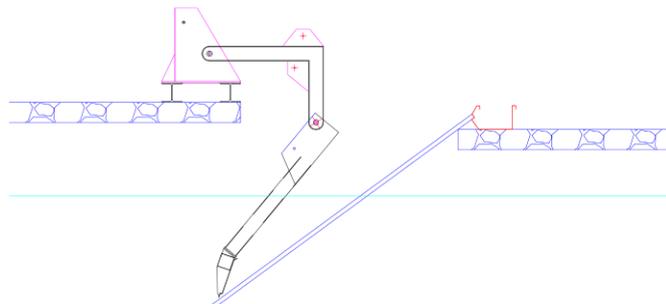


Figure 8 : à gauche : dégrilleur à bras immergé (en début de cycle sur la photo) de la centrale de Pont-de-Poite dans le Jura – à droite : schéma de principe du dégrilleur à bras inversé (Ballet Industries)

5.6. GESTION DES DECHETS REMONTES PAR LE DEGRILLEUR

Les ordures ménagères devront être sorties de la goulotte, triées et évacuées directement par l'exploitant. En effet, la loi du 13 juillet 1992 relative à l'élimination des déchets confère au producteur ou au détenteur du déchet⁵ l'obligation d'en assurer ou d'en faire assurer l'élimination dans des conditions propres à éviter les effets préjudiciables à l'environnement. Une intervention humaine

⁵ La loi du 16 juillet 1975 relative à l'élimination des déchets et à la récupération de smatériaux donnait cette définition générale à la notion de déchet : « tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon ».

régulière sera donc nécessaire pour trier les dégrillats et évacuer les déchets. Seule la biomasse (feuilles, bois flottant, etc...) peut être éventuellement rejetée dans le Doubs.

Les déchets seront dirigés, grâce à une pompe de relevage injectant un débit dans la goulotte, vers un bac de collecte à placer entre la grille et le bajoyer de l'écluse. Le bac aura le fond percé et sera équipé de flotteurs, de roulettes et d'anneaux de manutention. Une fois plein, il sera levé et posé sur le bajoyer de l'écluse à l'aide d'une potence fixée sur la façade amont du Moulin. Il traversera ensuite le moulin pour être sorti sur l'île Saint-Pierre. Le bac sera directement poussé sur ses roulettes ou posé sur un transpalette électrique. Une potence fixe permettra de lui faire passer les 7 marches d'escalier qui se trouvent sur son itinéraire. Une fois sur l'île Saint-Pierre, il sera vidé dans des bacs de collecte des déchets recyclables et non recyclables. La zone de stockage des bacs de collecte est accessible à un véhicule.

L'itinéraire d'évacuation du bac de collecte peut être également le contournement du bâtiment du moulin par l'extérieur. Un aménagement sera nécessaire pour passer de la passerelle, située contre la façade aval du moulin, à l'île Saint-Pierre.

Le bac pourrait encore être poussé dans l'eau vers le chemin de halage en rive gauche, le long de la porte amont de l'écluse.

D'autres dispositifs d'évacuation des déchets, plus automatisés, ont été envisagés dans le cadre de la présente étude : évacuation des dégrillats vers le Doubs via une goulotte traversant l'île Saint-Pierre de part en part, évacuation des dégrillats vers l'aval du moulin via une goulotte parcourant un bief, mise en place d'un tapis roulant, etc...Aucun de ces dispositifs n'est apparu pertinent : efficacité à démontrer, coût prohibitif, impact paysager prégnant, etc...

5.7. VANNES DE TETE

Chaque bief sera équipé d'une vanne de tête, en lieu et place des vannes actuelles.

Les pièces fixes des nouvelles vannes seront scellées dans les rainures existantes. L'étanchéité supérieure des vannes sera réalisée grâce à une contre-pièce en acier à sceller dans la façade amont du moulin.

La fourniture comprendra :

- Deux tabliers
- Deux cadres formant pièce fixe en acier mécanosoudé
- Des rails de guidage depuis le radier des vannes
- Des joints néoprène assurant l'étanchéité sur le seuil, les côtés et l'arase supérieure
- Par vanne, deux crics accouplés et motorisés
- Deux motoréducteurs de manœuvre des crics
- L'instrumentation nécessaire à la sécurité de l'installation
- Une armoire électrique et de contrôle commande

	Vanne rive droite	Vanne rive gauche
Largeur	3.61 m	3.50 m
Hauteur	1.96 m	1.96 m
Cote du radier de la vanne	238.95 m NGF	238.93 m NGF
Cote de l'arase supérieure en position fermée	240.91 m NGF	240.89 m NGF
Cote de l'arase inférieure en position ouverte	240.83 m NGF	240.83 m NGF
Cote de Retenue Normale	240.38 m NGF	240.38 m NGF
Cote des plus hautes eaux (Q100)	246.01 m NGF	246.01 m NGF

Tableau 4 : Caractéristiques techniques des vannes de tête

Les motoréducteurs seront abrités à l'intérieur du moulin, en lieu et place des motoréducteurs actuels.

5.8. PASSERELLE DE LA PRISE D'EAU

La passerelle actuelle sera déposée et remplacée par une passerelle équipée de garde-corps posée au-dessus de la goulotte du dégrilleur. Le platelage de la passerelle sera constitué d'un caillebotis en deux parties dans le sens de la longueur. L'une des parties pourra être soulevée pour permettre à l'exploitant, se tenant sur la partie fixe, d'accéder en tout point au contenu de la goulotte.

5.9. TURBINES

Une technologie de turbines apparaît particulièrement adaptée à la remise en service du moulin Saint-Paul : la petite turbine sans réglage avec alternateur à aimants permanents immergé.

Elle présente les avantages suivants, par rapport à une technologie plus classique, type turbine Kaplan à axe vertical ou incliné :

- Minimisation des travaux de modification du génie civil du moulin ;
- Entrée et sortie du moulin par les pertuis de sortie du moulin, à la fois pour leur première mise en place puis en phase d'exploitation ;
- Générateur étanche par conception. Les seuls équipements sensibles à l'eau sont les armoires électriques et de contrôle-commande qui peuvent être déportées à un étage placé au-dessus du niveau de la crue centennale ;
- L'immersion des groupes minimise leur impact sonore et les vibrations induites.

5.9.1. Description de la technologie

Le générateur est un générateur à aimants permanents. Le stator et le rotor sont étanches, noyés dans la résine.

Les pales de la roue Kaplan sont pré-réglées à l'arrêt. Elles restent fixes pendant le turbinage.

Le rendement global de l'installation est optimisé grâce à l'exploitation de plusieurs turbines en parallèle. Selon le débit disponible, seulement une ou plusieurs turbines sont en marche. L'arrêt d'une turbine est provoqué par la coupure du débit par la vanne de tête.

L'électricité produite est évacuée par un câble de puissance qui court jusqu'aux armoires électriques. Le passage du câble à travers les plafonds/planchers nécessite un simple carottage.

Chaque groupe nécessite une armoire de dimensions 800 mm x 1000 mm x 260 mm.

La Figure 9 présente un exemple de ce type de technologie.

Dans le cas de l'installation de plusieurs turbines dans un même bief, ces dernières doivent être séparées par un voile placé dans le sens de l'écoulement afin d'assurer une bonne alimentation hydraulique de chacun d'elles.

Un mur vertical et perpendiculaire à l'écoulement doit également être érigé sur toute la hauteur et toute la largeur du bief. C'est lui qui crée la chute au niveau de la turbine.

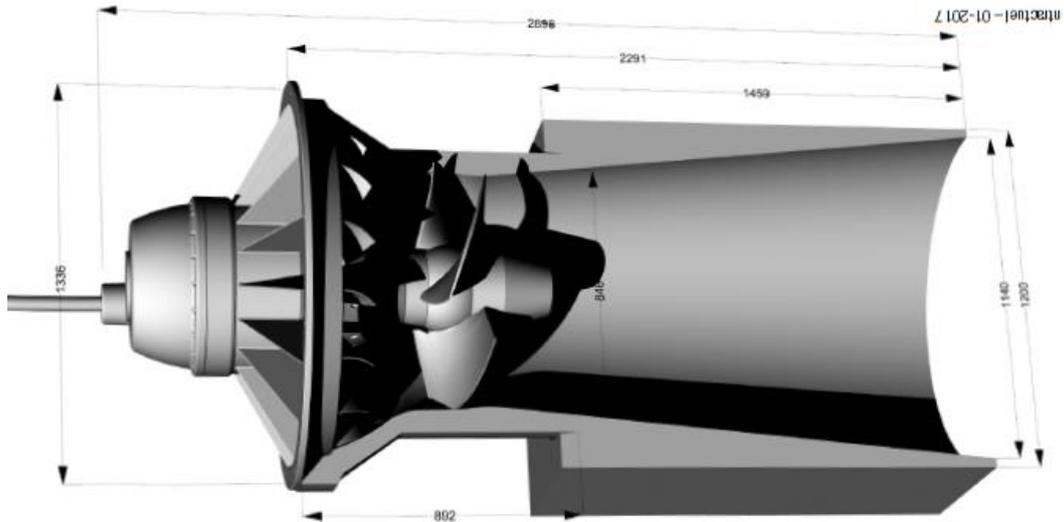


Figure 9 : Exemple de turbine sans réglage avec alternateur à aimants permanents immergé (Turbine TIGRE du fabricant français Turbiwatt)

5.9.2. Propositions d'implantation dans le Moulin Saint-Paul

L'annexe A propose deux implantations possibles des hydro-générateurs : en position inclinée ou en position horizontale. Par bief, deux groupes peuvent être implantés côte à côte.

Le diamètre d'une roue s'élève à 850 mm environ. Une turbine pèse de 600 à 950 kg.

5.9.3. Exploitation et maintenance

Dans le cas d'une configuration inclinée (voir Figure 20 en annexe) :

Pendant la phase d'exploitation, le groupe hydro-générateur ne pourra pas sortir par le canal de fuite puisque son accès sera bloqué par le voile béton perpendiculaire à l'écoulement.

Il faudra aménager une trémie dans le plafond au-dessus de chaque groupe et équiper la salle dont le plancher est à la cote 243,98 d'un portique mobile.

Les modalités de mise en œuvre de ces trémies sont à faire définir par un bureau d'études techniques spécialisé dans les bâtiments anciens en pierre, probablement sur la base de reconnaissances / carottages sur site.

Ces dispositions permettront d'extraire le groupe par la porte double-vantail qui fait communiquer cette pièce du moulin avec l'île Saint-Pierre.

Dans le cas d'une configuration horizontale (voir Figure 21 en annexe) :

Le groupe hydro-générateur pourra être sorti par le canal de fuite à l'aide de rails fixés dans le radier. Cette manœuvre pourra être réalisée en eau ou à l'abri d'un batardeau.

Une révision en atelier des groupes hydro-générateurs tous les 6/7 ans est à prévoir (environ 5000€/turbine)



Figure 10 : Porte d'accès à la salle des machines, vue de l'extérieur (à gauche) et vue de l'intérieur (à droite)

L'accès aux biefs sera permis par une échelle à stocker dans la salle amont, comme actuellement.



Figure 11 : Accès aux biefs

5.9.4. Aménagement et équipements de la pièce située au-dessus des chambres d'eau

La pièce située au-dessus des chambres d'eau, dont le plancher est à la cote 243,99 m NGF, sera équipée:

- De potences fixes avec palan pour sortir les groupes,
- Eventuellement, selon la technologie retenue pour les turbines, de groupes de pompage hydraulique pour la lubrification des paliers de la turbine et de compresseurs pour la mise sous pression des bulbes.

Cette pièce pourra être utilisée comme espace de stockage pour les pièces de rechange, consommables et outils et d'atelier pour la maintenance courante des équipements.

5.10. VANNE DE DECHARGE

Une vanne de décharge sera installée dans chacun des biefs, au niveau des turbines, pour vidanger et nettoyer les biefs. La manœuvre de la vanne sera manuelle ou motorisée. Le volant de manœuvre pourra être déporté dans la salle au-dessus des chambres d'eau.

5.11. LOCALISATION DES ARMOIRES ELECTRIQUES ET DE CONTROLE COMMANDE

La salle du moulin située au-dessus des chambres d'eau est inondable. Il est préférable d'installer les armoires électriques et de contrôle-commande à un étage supérieur, au niveau le plus bas de la partie « habitée » du moulin.

Le « local électrique » devra être assez grand pour accueillir :

- trois ou quatre armoires « turbine », selon le scénario d'aménagement ;
- une armoire TGBT pour l'alimentation électrique des auxiliaires ;
- une armoire abritant un jeu de barres ;
- le compteur ENEDIS.

Selon la technologie de turbine installée, le local électrique devra être ventilé et isolé acoustiquement (notamment si de l'électronique de puissance est nécessaire).

La surface minimale à prévoir pour le local technique est 10 m². Cette surface minimaliste suppose qu'il n'y a pas d'électronique de puissance, que les armoires sont adossées aux murs et qu'il ne reste qu'un couloir de passage de 1 m de largeur entre les deux rangées d'armoires. En l'absence du choix définitif de technologie, il est préférable de prévoir une surface plus grande. Il est recommandé, si possible, de prévoir un espace « bureau ».

En l'absence des plans des parties « habitées » du moulin, les plans d'implantation fournis en annexe représentent le local technique dans la salle au-dessus des chambres d'eau.

5.12. RACCORDEMENT ELECTRIQUE

Le raccordement d'une installation hydraulique de 96 kVA dans le moulin Saint-Paul, avec une localisation du point de livraison telle qu'indiquée par la Figure 12,a fait l'objet d'une pré-étude simple par ENEDIS en 2016 ([Réf. 6] et annexe B)

La solution technique proposée est la suivante :

- Réalisation d'un branchement basse tension 2 m en 3x240² + 95² AL sur le dipôle 2505600148 issu du poste de distribution publique ABBAYE CENTRE 25056P0084 ;
- Mise en place d'une armoire C4 de type 2 de 200A pour le raccordement de l'installation de production 96 kVA.

Le montant des travaux est estimé par ENEDIS à 5600 € HT, à la charge du producteur. Il faut ajouter à cela le coût de cheminement du câble basse tension, dans le domaine privé, jusqu'au local électrique, estimé à environ 50 m de longueur et 5000 €.

Le délai de réalisation des travaux est estimé à 10 semaines.



Figure 12 : Localisation du point de livraison [Réf. 6]

5.13. EMPRISES DE L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DANS LE MOULIN

Les zones occupées en permanence pour la production d'hydroélectricité sont les suivantes :

- La prise d'eau,
- La zone d'implantation des motoréducteurs des vannes de tête (identique à aujourd'hui),
- Les biefs d'amenée,
- La pièce au-dessus des chambres d'eau, dont le plancher est à la cote 243,99 m NGF, y compris la porte d'accès à l'île Saint-Pierre,
- La zone d'implantation du local électrique,
- Eventuellement, la zone d'implantation de la potence pour faire passer les quelques marches au bac de collecte des dégrillats.

L'exploitation de la centrale hydroélectrique nécessitera un droit d'accès :

- Au couronnement de l'écluse côté moulin, y compris à la passerelle côté aval,
- A toutes les zones occupées en permanence par des équipements citées ci-avant,
- A l'intérieur du moulin, pour l'évacuation régulière du bac de collecte des dégrillats.

6. IMPACT HYDRAULIQUE DE LA CENTRALE HYDROELECTRIQUE

6.1. ACTIVITES HUMAINES POTENTIELLEMENT IMPACTEES PAR LA REMISE EN SERVICE DU MOULIN SAINT-PAUL

Le Doubs est une rivière navigable. Son cours constitue en grande partie le canal du Rhône au Rhin. Le canal évite le centre-ville de Besançon grâce au tunnel sous la citadelle. L'entrée du tunnel se situe un peu à l'amont du seuil Micaud et sa sortie à l'amont immédiat de l'écluse de Tarragnoz. **L'écluse n°50, adossée au moulin Saint-Paul, est empruntée par deux bateaux mouches et par les plaisanciers.**

Par ailleurs, l'ancien canal de restitution du moulin Saint-Paul a été aménagé dans les années 1980 en une halte fluviale qui peut accueillir 25 bateaux toute l'année. Cette halte est très prisée car elle se situe en plein centre-ville et est protégée des forts courants présents lors des périodes de crues.

La période de forte densité de navigation, et de fréquentation de la halte fluviale, commence vers la mi-mars et se termine vers la mi-novembre, avec un pic très marqué en juillet et août. La navigation est autorisée de 7h à 19h.

La fréquentation de la halte fluviale du moulin Saint-Paul de 2010 à 2014 est représentée par la courbe de la Figure 13.

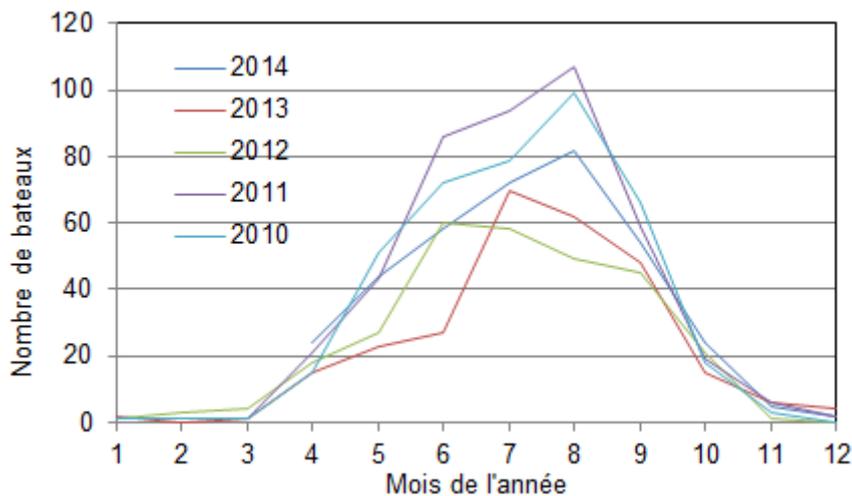


Figure 13 : Fréquentation de la halte fluviale du moulin Saint-Paul (source : Grand Besançon)

L'équipement hydroélectrique du moulin Saint-Paul suppose l'apparition d'un débit, à hauteur du débit d'équipement du moulin, dans le canal d'approche de l'écluse n°50, ainsi que dans la halte fluviale.

L'impact hydraulique de la remise en service du moulin Saint-Paul est ainsi à considérer :

- **A l'amont du moulin, vis-à-vis de la navigation ;**
- **A l'aval du moulin, vis-à-vis de la halte fluviale.**

L'impact sur la navigation des projets de réhabilitation des moulins de Saint-Paul et de Tarragnoz est limité du fait de leur débit d'équipement relativement faible mais surtout du fait que les prises d'eau sont conçues pour limiter la vitesse de l'écoulement à 1 m/s.

6.2. OBSERVATIONS SUR SITE DU PASSAGE D'UN DEBIT DANS LES BIEFS DU MOULIN

A deux reprises, des essais grandeur réelle ont été réalisés sur site. Les essais ont consisté à manœuvrer les vannes de la prise d'eau du moulin et à observer l'impact du passage d'un débit dans les biefs du moulin Saint-Paul sur l'amont et l'aval immédiats du moulin.

	3 mai 2016	18 juillet 2017
Débit du Doubs	225 m ³ /s	12,5 m ³ /s (étiage)
Débit maximal testé	10 m ³ /s environ	6 m ³ /s environ
Personnes présentes	Pierre Dziadkowiak, VNF Vincent Thévenot, VNF Chantal Dufaître, Communauté d'Agglomération du Grand Besançon (CAGB) Benoît Leclercq, Communauté d'Agglomération du Grand Besançon Pascal Grandmottet, Gestionnaire de l'ensemble portuaire Damien Genève, Ville de Besançon Stéphane Viennet, Hydréole	VNF CAGB (pôle Tourisme) Ville de Besançon (DME)
Impact sur la navigation à l'approche de l'écluse	Non testé.	A l'amont du moulin, aucun impact n'a été constaté sur un petit bateau électrique en position d'attente à l'entrée de l'écluse. Faible vitesse d'écoulement dans la zone à proximité de l'écluse, peu de courant généré. A l'aval, aucun impact n'a été constaté sur la remontée d'un bateau mouche.
Impact sur le stationnement des bateaux dans la halte fluviale	L'impact du rejet d'un débit dans la halte fluviale est quasiment imperceptible. 	Le débit maximal testé crée des remous et des vagues jusqu'à la première place de stationnement. 

Tableau 5 : Résumé des conditions et résultats des tests hydrauliques sur site

Ces essais ont fait l'objet de photos et de films.

Comme anticipé :

- Côté amont, l'impact de la remise en service du moulin sur la navigation est insignifiant. En effet, la conception même de l'aménagement limite la vitesse de l'écoulement à une valeur très inférieure à 1 m/s ;
- Côté aval, l'impact est le plus fort en conditions d'étiage. Il consiste en un remous qui atteint la première place de stationnement. Cette observation est à nuancer pour plusieurs raisons :

- le jour du test, 18 juillet 2017, le débit du Doubs est si faible que la centrale hydroélectrique du Moulin Saint-Paul aurait été à l'arrêt ;
 - pendant le test du 18 juillet 2017, la totalité du débit est concentrée sur la largeur d'un bief seulement : le bief proche de la berge. La section d'écoulement est donc particulièrement réduite, ce qui augmente la vitesse d'écoulement et crée le remous observé ;
 - en phase d'exploitation de la centrale hydroélectrique, le débit turbiné sera réparti sur les deux biefs et la sortie du moulin aura été curée. Par suite, la vitesse d'écoulement sera réduite par rapport au test du 18 juillet 2017, comme illustré par la Figure 14.
- Au-delà d'un certain débit du Doubs, l'impact de l'aménagement sur le premier emplacement de la halte fluviale disparaît.

La Figure 14 illustre le caractère défavorable des conditions du test du 18 juillet 2017. La vitesse de l'écoulement dans les conditions du test est représentée en bleu tandis que la vitesse de l'écoulement en situation aménagée est représentée en rouge.

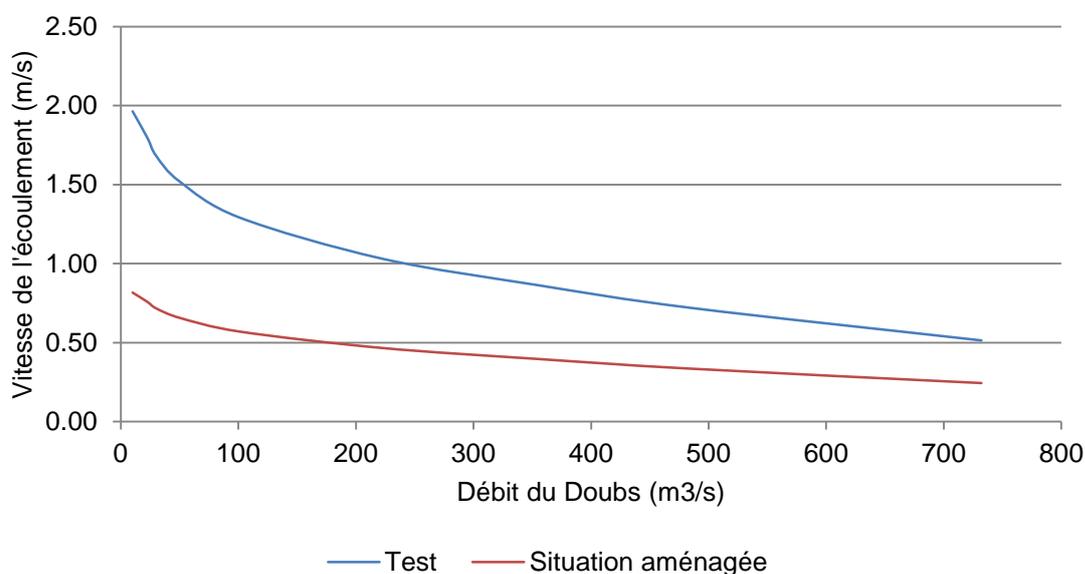


Figure 14 : Vitesse de l'écoulement en sortie du moulin Saint-Paul, dans les conditions du test du 18 juillet 2017 et en situation aménagée « scénario libre ».

Par ailleurs, même dans des conditions défavorables, le remous n'atteint que la première place de stationnement qui pourrait être accordée en priorité qu'aux bateaux sans cabine.

6.3. IMPACT HYDRAULIQUE DE L'AMENAGEMENT EN CAS DE CRUE

La remise en service du Moulin Saint-Paul ne créera pas de nouvel obstacle à l'écoulement des crues.

En cas de crue, les vannes de tête du moulin seront fermées et les turbines à l'arrêt.

L'impact hydraulique du projet en cas de crue est nul.

7. DESCRIPTION DES TRAVAUX

7.1. MISE HORS D'EAU DES ZONES DE TRAVAUX

Afin de minimiser les travaux de batardage provisoire, tout en minimisant les risques de submersion du chantier, les travaux seront réalisés en période d'étiage (juillet, août, septembre).

La prise d'eau et le canal de fuite du moulin devront être maintenus hors d'eau pendant une partie des travaux.

A l'amont, le batardage pourra consister :

- Soit en un barrage constitué de bigs bags positionné plusieurs mètres à l'amont du pied de grille. Dans ce cas, tous les travaux au niveau de la prise d'eau seront réalisés hors d'eau ;
- Soit en un plaquage de tôles pleines contre la grille actuelle, étanchéifié par une membrane en géotextile. Dans ce cas, le remplacement de la grille et la pose des dégrilleurs seront réalisés en eau par des plongeurs.

A l'aval, le batardage consistera en un barrage constitué de bigs bags positionné plusieurs mètres à l'aval de l'extrémité aval des bajoyers du canal de fuite.

Les zones de travaux seront asséchées à l'aide de pompes.

Les travaux n'entraveront pas la navigation.

7.2. ACCES ET MANUTENTION

Les travaux seront réalisés à l'aide d'une grue mobile stationnée sur le parking privé de VNF.

La grue devra pouvoir soulever 1000 kg avec une portée de 30 m.

Tous les équipements et matériaux entreront et sortiront du moulin par les pertuis existants (a priori par ceux de la restitution). Ils seront manutentionnés par la grue mobile, puis par transpalette.

La base vie sera organisée dans le moulin, en coordination avec VNF.

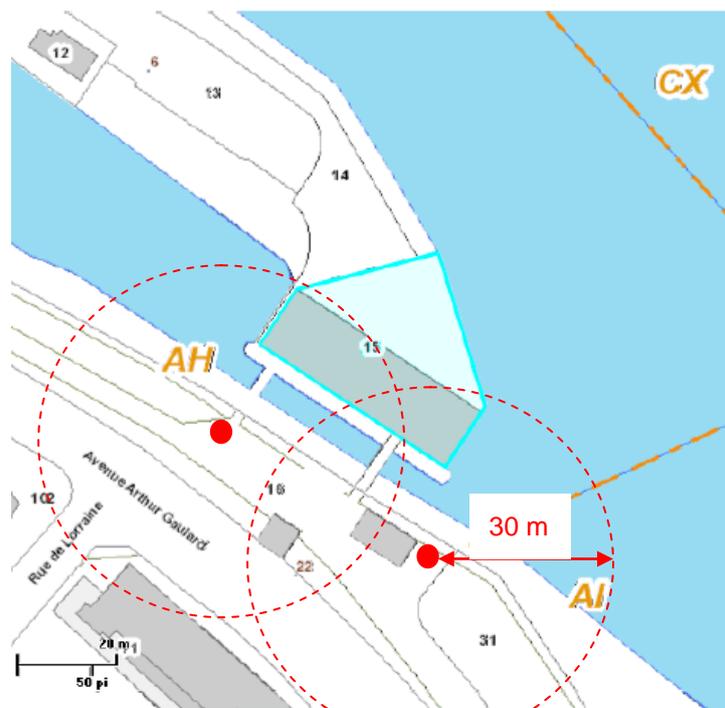


Figure 15 : Manutention pendant la phase « travaux »

7.3. PHASAGE DES TRAVAUX

Les travaux de remise en service du moulin Saint-Paul pourront consister en la séquence suivante :

- Mise en place des batardeaux de contrôle des eaux amont et aval
- Aménagement de la prise d'eau : dépose des équipements existants / remplacement de la grille / mise en place des dégrilleurs et des vannes de tête / pose de la nouvelle passerelle
- Fermeture des vannes de tête et dépose du batardeau provisoire amont
- Curage du canal de fuite et réalisation d'un radier en béton
- Dépose des équipements existants dans les chambres d'eau et travaux de démolition dans le moulin, évacuation des déblais par les pertuis de sortie
- Apport des matériaux et matériels pour réaliser les travaux de génie civil par les pertuis de sortie
- Réalisation des travaux de génie civil : blocs support et voiles verticaux longitudinaux, implantation du cône béton / mécanosoudé de chaque turbine
- Dépôt par grue des groupes hydro-générateurs sur un transpalette positionné sur le radier du canal de fuite, déplacement du transpalette jusqu'à l'intérieur du bief
- Mise en place des groupes
- Réalisation des voiles béton perpendiculaires à l'écoulement
- Aménagement du local technique, mise en place des armoires électriques et de contrôle commande
- Raccordements électriques
- Raccordement au réseau de distribution d'électricité
- Dépose du batardeau aval
- Mise en service de l'aménagement.

8. POTENTIEL ENERGETIQUE DE L'AMENAGEMENT

8.1. HYPOTHESES GENERALES POUR L'ESTIMATION DU PRODUCTIBLE

Le productible du projet est estimé à partir des courbes des débits classés reconstituées à partir des chroniques historiques de débits journaliers du Doubs au droit du seuil Micaud.

Il considère la courbe d'effacement de la chute présentée au paragraphe 4.2.

Il tient compte d'une indisponibilité de la centrale de 5%, pour la maintenance des turbines, des travaux divers, etc...

Il tient également compte d'un débit réservé, égal à 15% du module du Doubs, comme expliqué au paragraphe 3.4.

La colline de rendement considérée correspond à celle d'une turbine hélice sans réglage.

8.2. ESTIMATION DU PRODUCTIBLE

Le productible de l'aménagement est calculé :

- Sur la base de l'hydrologie historique des 20 dernières années (1997-2016)
- Sur la base de l'hydrologie historique des 6 dernières années (2011-2016)
- Sur la base de l'hydrologie historique des 2 dernières années (2015-2016)

afin de quantifier l'impact sur la production annuelle d'une année hydrologiquement défavorable à la production d'hydroélectricité, comme l'année 2016 par exemple. La Figure 16 met en évidence le caractère particulier de l'année 2016 qui a présenté des hautes eaux et un étiage plus marqués qu'une année moyenne.

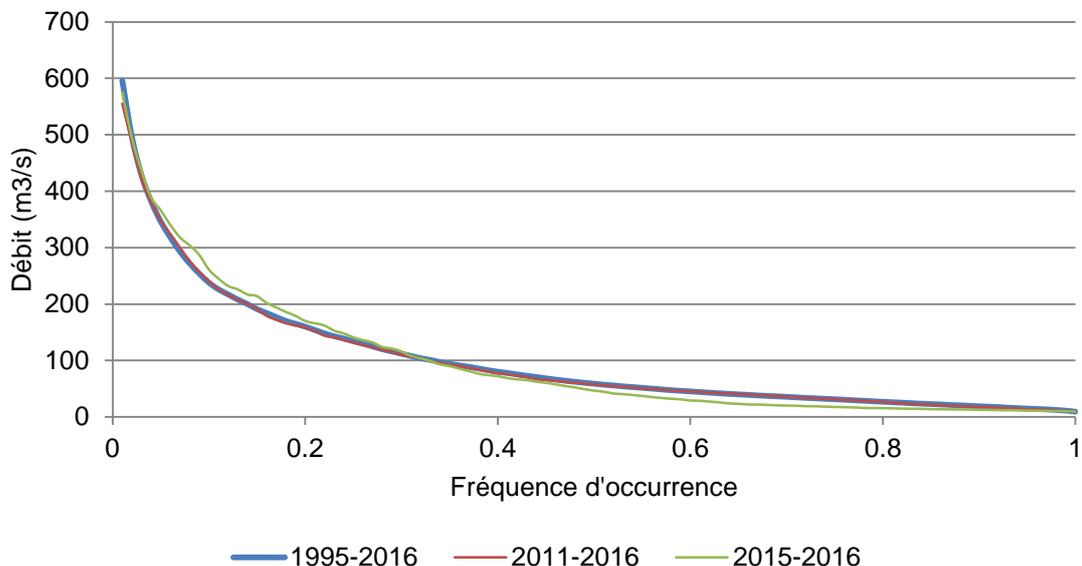


Figure 16 : Courbes des débits classés du Doubs reconstituées sur la base de périodes historiques de différentes durées

Les résultats des estimations de productible sont présentés dans le tableau ci-dessous.

	Scénario bridé	Scénario libre
Débit d'équipement	7.20 m3/s	9.60 m3/s
Puissance Maximale Brute	149 kW	198 kW
Puissance Installée	109 kW	136 kW
Productible (1997-2016)	663 MWh/an	839 MWh/an
Productible (2011-2016)	651 MWh/an	826 MWh/an
Productible (2015-2016)	519 MWh/an	651 MWh/an

Tableau 6 : Productible de l'aménagement

Le productible de l'aménagement estimé à partir de l'hydrologie des vingt dernières années s'élève à 663 MWh/an, l'équivalent de la consommation annuelle d'électricité de 220 ménages, dans le cas du scénario bridé et à 839 MWh/an, l'équivalent de la consommation annuelle d'électricité de 280 ménages, dans le cas du scénario libre.

Le scénario libre représente donc un gain de productible de 26% par rapport au scénario bridé.

La production annuelle moyenne qui aurait été obtenue en 2015-2016 est 22% inférieure au productible calculé sur la base de l'hydrologie des vingt dernières années.

Les Figure 17 et Figure 18 illustrent la forte variabilité de la production annuelle de l'aménagement d'une année sur l'autre, reflet de la forte variabilité naturelle de l'hydrologie du Doubs.

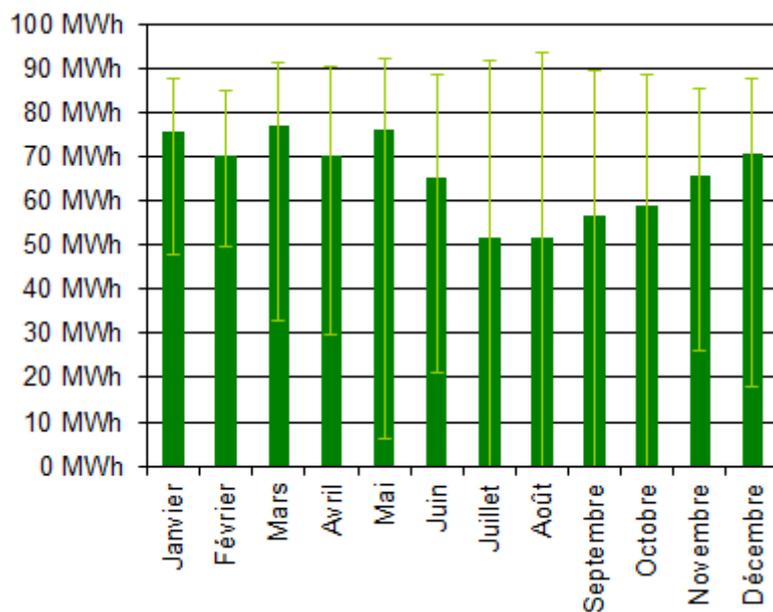


Figure 17 : Productions mensuelles moyennes, calculées à partir de l'hydrologie des 20 dernières années, et productions mensuelles minimales et maximales atteintes sur la période (sc. libre)

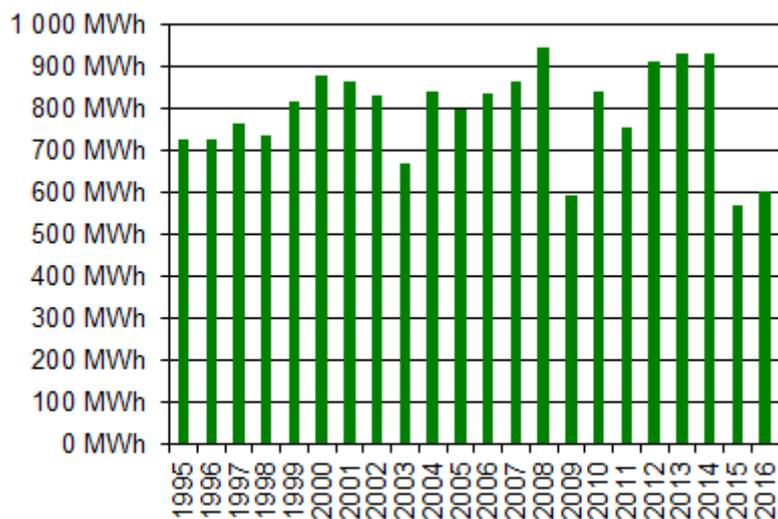


Figure 18 : Productions annuelles de 1995 à 2016

9. ANALYSE FINANCIERE

9.1. RECETTE BRUTE ANNUELLE

Les centrales hydroélectriques nouvelles⁶ d'une puissance installée strictement inférieure à 500 kW peuvent bénéficier d'un contrat d'obligation d'achat d'une durée de 20 ans dans les conditions décrites dans l'arrêté tarifaire du 13 décembre 2016.

Le tarif d'achat dépend de la hauteur de chute de l'aménagement.

Deux structures de tarif sont proposées : tarif à 1 composante et tarif à 2 composantes.

Dans le cas d'un aménagement de basse chute, les tarifs sont les suivants :

- Tarif à 1 composante : 132 €/ MWh HT
- Tarif à 2 composantes : 96 €/ MWh HT l'été et 182 €/MWh l'hiver⁷

Dans le cas du projet qui nous intéresse, la structure du tarif d'achat à 2 composantes est légèrement plus intéressante que celle à une composante.

La recette annuelle brute de l'aménagement du Moulin Saint-Paul est calculée sur la base de l'hydrologie historique du Doubs sur des périodes de durée différentes (20 ans, 6 ans, 2 ans), notamment pour quantifier l'impact sur la recette annuelle de l'année 2016, relativement défavorable à la production hydroélectrique (hautes eaux et étiage marqués). Les résultats sont récapitulés ci-dessous.

	Scénario bridé	Scénario libre
Débit d'équipement	7.20 m3/s	9.60 m3/s
Puissance Maximale Brute	149 kW	198 kW
Puissance Installée	109 kW	136 kW
Recette annuelle brute (1997-2016)	88 000 €/an	112 000 €/an
Recette annuelle brute (2011-2016)	87 000 €/an	110 000 €/an
Recette annuelle brute (2015-2016)	71 000 €/an	89 000 €/an

Tableau 7 : Recettes annuelles brutes du projet d'équipement hydroélectrique du moulin Saint-Paul

9.2. ESTIMATION DU MONTANT DES TRAVAUX

L'estimation du montant de l'investissement pour l'équipement hydroélectrique du Moulin Saint-Paul est basée sur les éléments suivants :

- Pour les travaux de génie civil, sur les avant-métrés établis sur la base des plans d'avant-projet et sur les prix unitaires observés sur des chantiers récents et similaires. Un aléa de 20% est appliqué au coût des travaux de génie civil ainsi estimés ;
- Pour les équipements hydromécaniques, sur les devis établis par des fournisseurs. Un aléa de 10% est appliqué sur le poste hydromécanique ;
- Pour les équipements électriques, sur les devis établis par des fournisseurs et ENEDIS. Un aléa de 15% est appliqué sur le poste électrique ;
- Pour les études, sur les coûts observés sur des chantiers récents et similaires. Un aléa de 10% est appliqué sur le poste « études ».

⁶ L'arrêté considère comme nouvelle une installation dont aucun des organes fondamentaux n'a jamais servi à des fins de production électrique dans le cadre d'un contrat commercial ou en autoconsommation.

⁷ L'hiver tarifaire correspond aux mois de novembre, décembre, janvier, février et mars

Poste	Prix HT scénario bridé	Prix HT scénario libre
Installation de chantier, contrôle des eaux et autres travaux préparatoires		
Installations de chantier, frais généraux	25 000 €	25 000 €
Batardage amont par big bags	17 000 €	17 000 €
Batardage aval par big bags	10 500 €	10 500 €
Pompage amont	1 500 €	1 500 €
Pompage aval	1 500 €	1 500 €
Curage canal d'amenée	3 000 €	3 000 €
Curage canal de fuite	1 500 €	1 500 €
Location grue mobile (big bags, dépose et pose des équipements, béton)	36 000 €	36 000 €
Dépose et évacuation des équipements existants (grille/passerelle/vannes/arbre)	15 000 €	15 000 €
Carottages dans le génie civil existant, évacuation des déblais	29 000 €	29 000 €
Total installations de chantier, contrôle des eaux et autres travaux préparatoires	140 000 €	140 000 €
Prise d'eau		
Drôme (barrage flottant + ancrage)	25 000 €	25 000 €
Mise en place drôme	7 000 €	7 000 €
Bloc d'ancrage béton de la drôme	1 000 €	1 000 €
Grille	43 000 €	43 000 €
Mise en place de la grille	6 000 €	6 000 €
Dégrilleurs	45 000 €	45 000 €
Montage et essais des dégrilleurs	6 000 €	6 000 €
Goulotte du dégrilleur et pompe de relevage	2 000 €	2 000 €
Bac de collecte et chèvre fixe	2 000 €	2 000 €
Passerelle	1 500 €	1 500 €
Mesure de niveau	3 000 €	3 000 €
Fourniture des vannes de tête avec pièces fixes et organes de manœuvre	56 500 €	56 500 €
Montage, transport et grutage des deux vannes	6 000 €	6 000 €
Total Prise d'eau	204 000 €	204 000 €
Chambres d'eau		
Groupes turbo-générateurs	230 000 €	300 000 €
Résistance de ballast	6 500 €	8 500 €
Transport, montage et mise en service des groupes	9 000 €	12 000 €
Bloc d'ancrage béton	18 000 €	15 500 €
Voile béton longitudinal	8 000 €	15 500 €
Voiles béton transversal	8 000 €	8 000 €
Vanne de chasse manuelle	2 000 €	2 000 €
Total chambres d'eau	281 500 €	361 500 €
Salle des machines		
Portique mobile	20 000 €	20 000 €
Armoires de régulation et de couplage	51 500 €	67 000 €
Raccordement électrique BT	7 000 €	9 500 €
Comptage	3 000 €	3 000 €
Réception par un organisme agréé	2 500 €	2 500 €
Isolation acoustique	5 000 €	5 000 €

Ventilation	15 000 €	15 000 €
Total salle des machines	104 000 €	122 000 €
Services (études, maîtrise d'œuvre, montage et mise en service)		
Relevés sur site	3 000 €	3 000 €
Dossier de demande d'autorisation	20 000 €	20 000 €
Maîtrise d'œuvre (MOE)	82 000 €	93 000 €
Sécurité-Protection-Santé (SPS)	3 000 €	3 000 €
Total études	108 000 €	119 000 €
Aléas		
Aléa Génie civil	40 000 €	40 000 €
Aléa Hydromécanique	51 500 €	61 000 €
Aléa Electricité	2 000 €	2 500 €
Aléa Etudes	11 000 €	12 000 €
Sous-totaux		
Total génie civil	238 500 €	245 500 €
Total hydromécanique	569 000 €	669 000 €
Total électrique	14 500 €	17 500 €
Total études	119 000 €	131 000 €
Investissement total	941 000 €	1 063 000 €

Tableau 8 : Chiffrage des travaux d'équipement hydroélectrique du Moulin Saint-Paul

L'investissement total pour l'équipement hydroélectrique du Moulin Saint-Paul à hauteur de 7,2 m³/s s'élève à **941 000 € environ**.

L'investissement total pour l'équipement hydroélectrique du Moulin Saint-Paul à hauteur de 9,6 m³/s s'élève à **1 063 000 € environ**.

9.3. TEMPS DE RETOUR BRUT SUR INVESTISSEMENT

La rentabilité du projet est illustrée par le temps de retour brut sur investissement qui se définit comme le rapport entre les coûts d'investissement et la recette brute annuelle moyenne (aucun frais financier n'est pris en compte).

	Scénario bridé	Scénario libre
Débit d'équipement	7.20 m ³ /s	9.60 m ³ /s
Recette annuelle brute (1997-2016)	88 000 €/an	112 000 €/an
Investissement	941 000 €HT	1 063 000 €HT
Temps de retour brut	10.7 ans	9.5 ans

Tableau 9 : Temps de retour brut sur investissement des scénarios bridé et libre

Le temps de retour brut du scénario bridé s'élève à 10,7 ans, tandis que le temps de retour brut du scénario libre s'élève à 9,5 ans.

10. CONCLUSION

Ce rapport résume l'étude d'avant-projet détaillé de l'équipement du moulin Saint-Paul sur le Doubs à Besançon avec des turbines pour la production d'électricité.

Deux scénarios ont été analysés en détail :

- L'équipement des biefs avec 3 turbines pour respecter le droit d'eau du 21 mars 1889 et permettre de faire reconnaître le droit Fondé sur Titre de l'aménagement (scénario « bridé »),
- L'équipement des biefs avec 4 turbines pour optimiser le potentiel du site (scénario « libre »).

Le tableau ci-dessous résume les principales caractéristiques techniques et financières du projet pour ces deux scénarios :

	Scénario bridé	Scénario libre
Débit d'équipement	7.20 m ³ /s	9.60 m ³ /s
Puissance Maximale Brute	149 kW	198 kW
Puissance nette maximum produite	109 kW	136 kW
Investissement	941 000 €HT	1 063 000 €HT
Temps de retour brut	10.7 ans	9.5 ans

Tableau 10 : Principales caractéristiques techniques et financières du projet

Dans les deux cas, les scénarios présentent un temps de retour sur investissement raisonnable pour ce type de projet. Dans le premier cas, on peut disposer d'un droit d'eau perpétuel alors qu'il sera limité dans le temps (mais à priori renouvelable) dans le second cas.

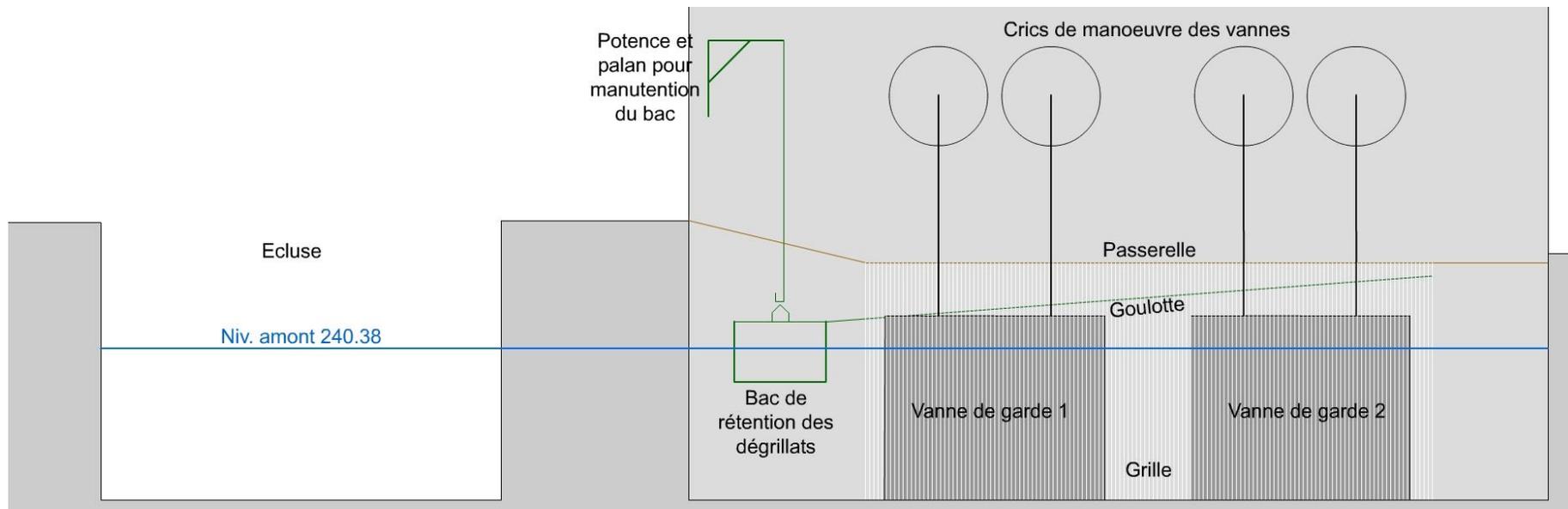


Figure 22 : Façade amont du moulin Saint-Paul aménagée

ANNEXE B. PRE-ETUDE SIMPLE DE RACCORDEMENT ELECTRIQUE

Extrait du « Rapport de pré-étude » dressé par ENEDIS (février 2017) :

- Raccordement d'une installation Hydraulique 96 kVA
- 22 Avenue Arthur Gaulard
- Parcelle AH section 16
- AC23/026257 Turbine 3

SOMMAIRE

REFERENCES	3
PREAMBULE	3
1.1 DONNEES UTILISEES POUR REALISER CETTE ETUDE	3
1.2 RESULTATS DE LA PRE-ETUDE	4
1.3 RAPPEL SUR LA REPARTITION DE LA FACTURATION DU COUT DES RACCORDEMENTS (BAREME V4).....	4
1.4 RAPPEL DES TEXTES REGLEMENTAIRES ET GUIDES DE REFERENCE	5
2 PRESENTATION DE LA DEMANDE D'ETUDE	5
2.1 SYNTHESE DU /OU DES PROJET(S).....	6
2.2 LES PLANS TRANSMIS PAR LE DEMANDEUR	6
3 CONTENU DE L'ETUDE	7
3.1 LOCALISATION DU PROJET.....	7
3.2 PLAN CADASTRAL	8
3.3 PLAN DES RESEAUX DE DISTRIBUTION PUBLIQUE D'ELECTRICITE EXISTANTS	9
4 RESULTATS DE L'ETUDE	10
4.1 LISTE DU PROJET ET RAPPEL DES STRATEGIES RETENUES.....	10
4.2 ALIMENTATION INSTALLATION HYDRAULIQUE 36 KVA.....	10
4.2.1 <i>Stratégie retenue</i>	10

REFERENCES

Numéro de dossier IEP	AC23/026257
-----------------------	-------------

	Nom	Coordonnées
Demandeur	Damien GENEVE	Ville de BESANCON Direction maîtrise de l'énergie 94 avenue Georges Clémenceau 25034 BESANCON CEDEX Tel : 03 81 41 55 29
ENEDIS	<u>Interlocuteur Raccordement :</u> Sébastien JEANNINGROS	57 rue Bersot BP 1209 25000 Besançon Tel : 03 81 83 80 47

PREAMBULE

Conformément à ce qui est prévu dans la procédure de traitement des demandes de raccordement publiée sur le site Internet d'ENEDIS, la prestation de pré-étude est payante.

Elle est facultative et ne constitue ni un préalable à la demande de raccordement ni une offre de raccordement.

Si une demande de raccordement devait par la suite être adressée par le demandeur, pour l'un des projets visés par cette demande de pré-étude, auprès du service compétent, il est demandé que soit rappelée la référence suivante : AC23/026257.

1.1 Données utilisées pour réaliser cette étude

Cette étude a été conduite sur la base :

- de la situation du réseau existant géré par ENEDIS au moment de l'étude
- des programmes de travaux projetés par ENEDIS sur la ou les zone(s) étudiée(s) ;
- de l'analyse des conséquences du projet sur le transit d'énergie.

Tableau récapitulatif des documents utilisés par ENEDIS pour réaliser l'étude.

Côté demandeur		Côté ENEDIS (à la date de la demande d'étude)	
Documents / éléments	Paragraphe	Documents / éléments	Paragraphe
Plan de situation	2.2	Textes réglementaires	1.4
Tracé voirie public existante ou projeté	2.2	Méthodes d'études publiées et utilisées par ENEDIS	1.4
Plan cadastral des parcelles impactées	2.2	Barème de facturation en vigueur	1.3
SHON ou COS ou stratégies de puissance et de nombre de lots	2.1	Les Projets décidés	

1.2 Résultats de la PRE-ETUDE

La pré-étude est conduite dans les conditions en vigueur lors de sa réalisation. En conséquence, toute demande de raccordement pour des projets similaires, sont susceptibles d'amener à des résultats différents, notamment en raison :

- Des évolutions législatives et réglementaires ;
- De l'absence de recherche de tracé approfondie à ce stade du projet ;
- De l'évolution du réseau public de distribution d'électricité et de la connaissance des contraintes, qui sont amenées à varier en fonction de la précision du projet ;
- De la prise en compte des travaux sur le réseau BT dans le terrain d'assiette de l'opération ;
- Des travaux engagés par l'AODE sous sa maîtrise d'ouvrage et sur lesquels ENEDIS n'a pas d'influence.

Le rapport de pré-étude ne constitue en aucun cas un engagement d'ENEDIS sur une solution de raccordement ultérieure pour un projet similaire, sur son chiffrage ou sa durée.

1.3 Rappel sur la répartition de la facturation du coût des raccordements (barème V4)

Conformément à l'article L.342-6 du code de l'énergie, les collectivités contribuent aux extensions et renforcements des réseaux. Elles financent ces coûts au moyen d'une fiscalité spécifique (taxe d'aménagement). L'estimation du coût des travaux d'extension du réseau public de distribution fournie par ENEDIS dans sa pré-étude permettra à la collectivité d'estimer le montant de cette contribution. Toutefois, cette estimation n'est qu'indicative et ne saurait constituer un prix ferme et définitif.

Type de raccordement	Facturation de la contribution à l'extension de réseau	Facturation de la contribution au branchement
Raccordement individuel	A la collectivité en charge de l'urbanisme pour l'extension du réseau hors terrain d'assiette. Non facturé si le remplacement ou l'adaptation d'ouvrages existants ou la création d'une canalisation en parallèle d'une canalisation existante dans la rue permet d'éviter le remplacement de la canalisation existante (renforcement). Facturé si, à l'issue de son remplacement, la nouvelle canalisation est encore en contrainte.	Au demandeur (branchement et extension du réseau sur le terrain de l'assiette)

	Au demandeur, sur décision de la collectivité en charge de l'urbanisme notifiée au moment de l'AU ¹ , dans le cas d'un équipement public exceptionnel ou d'un équipement propre inférieur à 100m (articles L332-8 et L332-15 (hors résidentiel) du code de l'urbanisme).	
Raccordement collectif en lotissement ou en immeuble	À la collectivité en charge de l'urbanisme pour l'extension du réseau hors terrain d'assiette. Non facturé si le remplacement ou l'adaptation d'ouvrages existants ou la création d'une canalisation en parallèle d'une canalisation existante dans la rue évite le remplacement de la canalisation existante (renforcement). Facturé si, à l'issue de son remplacement, la nouvelle canalisation est encore en contrainte.	Au promoteur ou au lotisseur ou au demandeur propriétaire d'une parcelle nue.
	Au promoteur, sur décision de la collectivité en charge de l'urbanisme notifiée au moment de l'AU, dans le cas d'un équipement public exceptionnel ou d'un équipement propre inférieur à 100m (articles L332-8 et L332-15 (hors résidentiel) du code de l'urbanisme pour zone industrielle et zone d'aménagement).	
Raccordement en Zone d'Aménagement Concerté Qualification par la commune	À l'aménageur pour les équipements nécessaires à la ZAC	À l'aménageur ou au demandeur.
Raccordement d'un producteur	Au producteur.	Au producteur.

Nota :

Le barème tel qu'issu de la version n°4 de raccordement approuvée par la CRE dans la délibération du 8 octobre 2015 est susceptible d'être révisé.

1.4 Rappel des textes réglementaires et guides de référence

- Code de l'énergie
- Code de l'urbanisme
- Le décret n° 2003-229 du 13 mars 2003 modifié ainsi que ses arrêtés d'application
- Le décret du 28 août 2007 fixant la consistance des ouvrages de raccordement (distinction extension et branchement)
- L'arrêté du 28 août 2007 fixant les principes d'établissement des barèmes de facturation et du taux de réfaction.
- L'arrêté du 17 juillet 2008 fixant les taux de réfaction publié au journal officiel le 20 novembre 2008.
- Le barème pour la facturation des raccordements au réseau public de distribution d'électricité concédé à ENEDIS
- Documentation technique de référence d'ENEDIS publiée sur son site, dont les notes PRO-RES 43E (BT) et PRO-RES 50E (HTA) sur les règles constructives des réseaux.

Ces documentations sont accessibles à l'adresse Internet www.enedis.fr.

2 PRESENTATION DE LA DEMANDE D'ETUDE

ENEDIS a réalisé la présente pré-étude pour le raccordement d'une installation de production Hydraulique de 96 KVA, réalisée avec les éléments transmis par Mr GENEVE Damien.

¹ Autorisation d'Urbanisme : décision soumise à une délibération en Conseil Municipal.

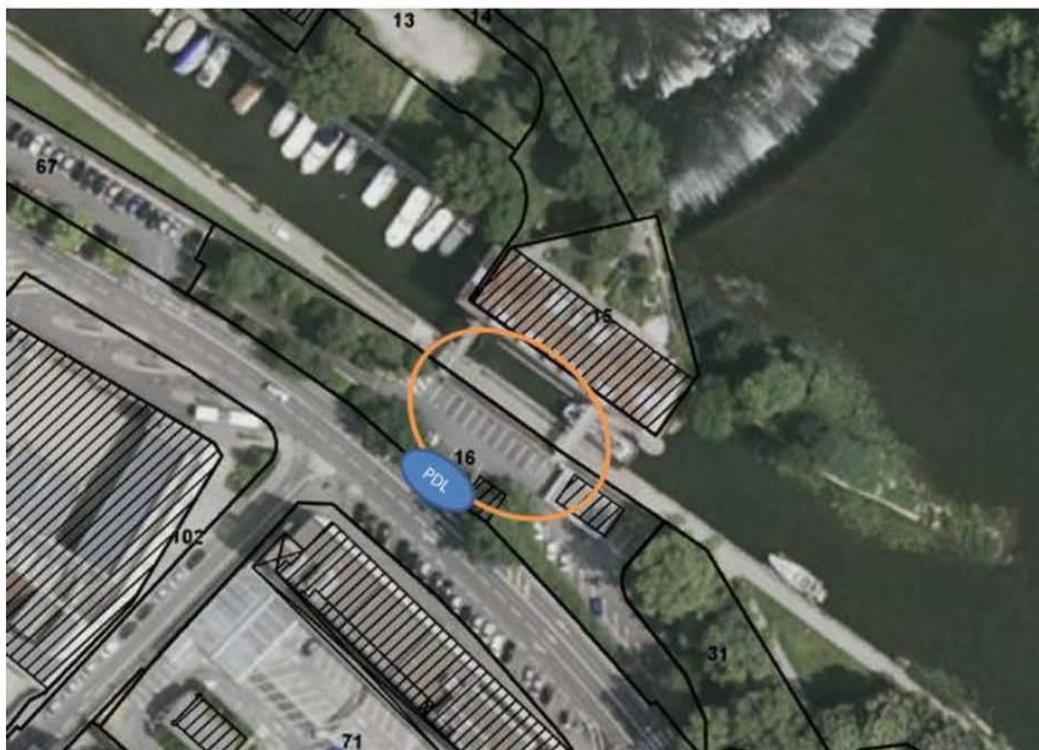
3 CONTENU DE L'ETUDE

3.1 Localisation du projet

Vision du projet



3.2 Plan cadastral



3.3 Plan des réseaux de distribution publique d'électricité existants



Réseau souterrain HTA - - - - -

Réseau souterrain Basse tension - - - - -

4 RESULTATS DE L'ETUDE

Les solutions envisagées décrites ci-après précisent les principes de raccordement au réseau public de distribution électrique existant.

4.1 Liste du projet et rappel des stratégies retenues

Référence projet	Nom projet	Adresse parcelle	Puissance Totale calculée (ex: 12 kVA)
3	Raccordement centrale hydraulique	Section AH parcelle 16	96 KVA

La puissance de raccordement du projet a été notée lors de la demande de la pré-étude.

4.2 Alimentation installation Hydraulique 96 KVA

4.2.1 Stratégie

Préambule :

Le projet se situe à 48 m du poste de distribution publique ABBAYE CENTRE 25056P0084.

Il y a du réseau Basse tension qui passe devant le point de livraison Souhaité.

4.2.1.1 Solution technique proposée

- **Description de la solution technique proposée :**

Cette solution consiste à réaliser un Branchement en 3x240²+95² AL sur le dipôle 2505600148 issu du poste de distribution publique ABBAYE CENTRE 25056P0084.

- ***Travaux sur le réseau BT***

- Réalisation d'un Branchement basse tension 2 m en 3x240² + 95² AL
- Mise en place d'une armoire C4 type 2 de 200A pour le raccordement de l'installation de production 96 KVA.

Montant estimatif des travaux

En application de la loi SRU-UH, le distributeur ENEDIS ne participe pas au coût des travaux de raccordement des installations de production.

Stratégie	Travaux du périmètre de facturation de raccordement		TOTAL
	Client	ENEDIS	
Turbine 3	5600 € HT	0	5600 € HT

- **Délai estimatif de réalisation**

Le délai de réalisation des travaux est estimé à 10 semaines

Rappels :

- Le délai de réalisation indiqué n'est qu'une estimation susceptible d'évoluer, notamment en fonction des projets non connus à date et qui pourraient intervenir sur la zone. Il n'engage pas ENEDIS.

4.2.1.2 Projection de la solution technique

