



MARCHES PUBLICS DE PRESTATIONS INTELLECTUELLES

**MAITRISE D'ŒUVRE POUR LA REALISATION D'UNE PASSE A
POISSONS, POUR LA RENOVATION DU BARRAGE ET POUR
L'OPTIMISATION DE LA PRODUCTION D'HYDROELECTRICITE
SUR LE BARRAGE DE L'EPAU A YVRE-L'EVEQUE (72)**

LE MANS METROPOLE

Cahier des Clauses Techniques Particulières

**LE MANS METROPOLE
DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
Service Nature en Ville
CS 40010
72039 LE MANS CEDEX 9**

INTRODUCTION

Le Mans Métropole est propriétaire du barrage de l'Epau, ouvrage situé sur l'Huisne sur la commune d'Yvré l'Evêque au niveau de la maison de l'eau dont elle est propriétaire, immédiatement en aval de la prise d'eau de l'usine de l'eau qu'elle exploite et qui alimente en eau potable l'ensemble de l'agglomération.

Le maintien de ce barrage en bon état est essentiel au fonctionnement de l'Unité de Production d'Eau Potable de l'Epau (U.P.E.P.E.) : en effet, il permet de maintenir un niveau de l'Huisne suffisant et stable pour assurer un pompage efficace de l'eau brute. De plus, ce barrage permet depuis 2014 la production d'hydroélectricité via une roue à aube remise en état avec un objectif pédagogique (maison de l'eau).

Par ailleurs, par courrier en date du 1^{er} avril 2015, la Direction Départementale des Territoires de la Sarthe nous rappelle que ce barrage est inscrit dans l'arrêté du 10 juillet 2012 pris par le Préfet coordonnateur de bassin de classement des cours d'eau devant faire l'objet, dans un délai maximum de 5 ans après la publication de cet arrêté, d'une restauration d'une circulation suffisante des poissons et des sédiments. En tant que propriétaire de cet ouvrage, Le Mans Métropole est soumis à cette obligation réglementaire avant le 22 juillet 2017.

C'est pourquoi Le Mans Métropole a confié à ISL Ingénierie en 2016 - 2017 la réalisation d'un diagnostic du barrage de l'Epau et d'une étude de faisabilité pour la restauration de la continuité écologique sur ce barrage. De plus, une étude pour la restauration des berges de l'Huisne a été réalisée par Hydro concept en 2017.

D'autre part, la présence de deux roues à aubes dans un bâtiment de la maison de l'eau - dont une seule fonctionne uniquement sur les périodes d'ouverture de la maison de l'eau - suggère un potentiel hydroélectrique non exploité. Une étude de faisabilité de production d'hydroélectricité sur ce barrage a donc été confiée en 2019 au bureau d'étude HYDROSTADIUM.

Les conclusions de celles-ci confirment que le débit moyen disponible de 15 m³/s de l'Huisne permet la coexistence de ces différents usages (eau potable, continuité écologique et production hydroélectrique). Parmi les solutions envisageables pour optimiser la production hydroélectrique (turbine, vis hydrodynamique, rénovation de la roue à aubes existante...), deux solutions ayant un bon rapport coût/rentabilité doivent être étudiées plus finement : 1 - le remplacement de la roue à aubes existante pour une roue moderne et 2 – la mise en place d'une turbine VLH.

Le Mans Métropole souhaite, sur la base des conclusions de ces études, engager un maître d'œuvre qui aura en charge les études complémentaires, la mise en œuvre et le suivi de la réalisation des travaux de restauration de la continuité écologique sur le barrage d'une part, et de l'optimisation de la production d'hydroélectricité d'autre part. C'est l'objet du présent cahier des charges.

A – OBJET DE LA CONSULTATION

Partie 1 :

Restauration de la continuité écologique et rénovation du barrage

Le Mans Métropole, en tant que propriétaire et utilisateur du barrage de l'Epau à Yvré l'Evêque (72) souhaite confier à un maître d'œuvre la mise en œuvre et le suivi de la réalisation des travaux de restauration de la continuité écologique du barrage. Les plans du barrage, ainsi qu'une vue aérienne sont fournis en annexe 1. Le programme de la restauration de la continuité écologique

du barrage de l'Epau (annexe 2) a été validé en conseil communautaire du 24 janvier 2019 (annexe 3).

Le choix du comité de pilotage au vu des conclusions du bureau d'étude est de maintenir le barrage en fonctionnement, et pour cela réaliser sa remise en état (extrait sur les aménagements de l'ouvrage à réaliser, tiré du rapport Propositions d'aménagement, ISL, 2017, annexe 4A), et aménager une passe à poissons. La localisation de cette passe à poissons sera établie par le maître d'œuvre. Un extrait du rapport Propositions d'aménagement, ISL, 2017, présente une proposition d'aménagement concernant cette passe à poissons en annexe 4B.

Des travaux de restauration des berges situées juste en amont de l'ouvrage et de renaturation des berges situées juste en aval du barrage sont également nécessaires pour faciliter la circulation des poissons à la montaison et à la dévalaison. Ils seront réalisés de manière concomitante aux travaux sur l'ouvrage lui-même. Un extrait du programme de la restauration de la continuité écologique du barrage de l'Epau présentant une description de la restauration des berges amont figure en annexe 5 ainsi qu'un schéma présentant l'emplacement prévu pour les batardeaux en annexe 6.

Une demande de mise en place d'une passe à canoë sur le barrage de l'Epau a été exprimée. Cependant, pour des raisons de réglementation et d'enjeu vis-à-vis de la prise d'eau de l'U.P.E.P.E. située en amont, ce projet ne pourra aboutir.

Parallèlement, des travaux de remise en état du barrage sont à réaliser suivant le diagnostic établi en 2017. Celui-ci a mis en évidence plusieurs désordres et modifications à apporter à l'ouvrage indépendamment de la restauration de la continuité écologique. Ces aménagements sont par ordre d'importance :

- l'entretien du clapet (réfection des peintures) a minima ou son remplacement,
- la reprise de l'aval du coursier pour éviter des affouillements,
- la réfection des enduits et joints des perrés en rive gauche et droite,
- la création de fentes à batardeaux pour pouvoir intervenir sur le clapet.

La possibilité d'automatiser le clapet sera à étudier et à mettre en œuvre si cela s'avère pertinent.

Par ailleurs, le retrait des maçonneries de l'ancien barrage de l'Epau, situées juste en aval de celui-ci serait souhaitable. Elles sont immergées mais encore visibles et potentiellement dangereuses pour les canoës pratiquant sur ce site.

Enfin, un curage des sédiments est nécessaire en amont et en aval du barrage.

Ainsi, les prestations demandées dans cette première partie sont les suivantes :

- Précision du projet global, notamment la passe à poissons sur la base des études existantes ainsi que la rénovation du barrage
- Réalisation d'éventuelles études complémentaires
- Rédaction des documents relatifs aux travaux (CCTP de travaux et dossiers réglementaires)
- Suivi de l'exécution des travaux

Partie 2 :

Optimisation de la production d'hydroélectricité

Le programme de l'optimisation de la production d'hydroélectricité au barrage de l'Epau (annexe 7) a été validé en conseil communautaire du 24 janvier 2019 (délibération en annexe 8).

Le Mans Métropole souhaite, sur la base des conclusions de l'étude de faisabilité et du choix du comité de pilotage de pré-retenir deux solutions, engager un maître d'œuvre qui aura en charge :

- les études préalables visant au choix, en fin de phase AVP, d'une solution ;
- la mise en œuvre de la solution retenue et le suivi de la réalisation des travaux.

Le maître d'œuvre devra réaliser les études nécessaires pour retenir une solution qui sera approuvée par délibération du conseil communautaire. Il devra ensuite finaliser le projet, rédiger le dossier de consultation des entreprises et effectuer le montage des dossiers règlementaires d'autorisation de travaux correspondants.

Enfin, il devra prendre en charge l'assistance et l'accompagnement du Maître d'Ouvrage durant l'ensemble de l'exécution des travaux. Il assurera le suivi des travaux du début à la fin.

Parallèlement, il assurera pendant toute la durée du chantier l'information du public.

Liens entre les parties 1 et 2 :

Les deux projets sont étroitement liés, notamment en termes d'implantation des équipements et de répartition des débits. Aussi, il est nécessaire de confier la maîtrise d'œuvre de ces deux projets à un unique prestataire, en veillant à ce que ces deux projets restent distincts puisque répondant à des objectifs différents. Le maître d'œuvre devra étudier ces deux projets en parallèle, organiser les travaux afin d'optimiser les techniques et les périodes de mise à sec des chantiers.

B – CONTENU ET CONSISTANCE DES PRESTATIONS

Dans la suite "le maître d'ouvrage" désignera Le Mans Métropole et "le prestataire" la société chargée de la réalisation des prestations.

L'ensemble des travaux à réaliser est regroupé sur un plan général en **annexe 10**.

Partie 1 : Restauration de la continuité écologique et rénovation du barrage

Le prestataire prendra en charge l'assistance et l'accompagnement du Maître d'Ouvrage durant l'ensemble de l'exécution des travaux, à savoir :

1.1/ Phase Conception

- les études de diagnostic (DIAG)
- les études d'avant-projet (AVP)
- les études de projet (PRO)
- l'assistance pour la passation des contrats de travaux (ACT)

- La mission DIAGNOSTIC comprend notamment (liste non exhaustive) :
 - la visite du site
 - le diagnostic hydraulique (débits) et le calcul du débit suffisant pour alimenter la passe à poissons et permettre un mouvement permanent de l'eau permettant de chasser les sédiments
 - le diagnostic de la situation (nécessité de curage, etc...)
 - le diagnostic des bâtiments (génie civil)
 - l'analyse des enjeux liés à l'Unité de Production d'Eau Potable de l'Epau et la prise en compte des travaux en cours
 - l'analyse des contraintes financières, techniques et règlementaires

- l'analyse des solutions envisageables

Le MOE devra remettre au maître d'ouvrage des plans d'ensemble, une note présentant la solution envisagée ainsi que la compatibilité avec l'enveloppe financière envisagée. Un compte-rendu de la réunion de fin de phase DIAG sera également transmis.

- La mission étude avant-projet (AVP) a pour objet, en partie, de :
 - étudier la renaturation des berges aval et du lit de l'Huisne afin d'améliorer l'attractivité piscicole
 - présenter le choix établi concernant le type de passe à poissons et sa localisation (qui doit être optimale pour sa fonctionnalité)
 - vérifier la compatibilité de la solution retenue avec les contraintes du programme, du site et des différentes réglementations notamment celles concernant l'alimentation en eau potable
 - examiner les possibilités et contraintes d'intégration aux bâtiments et réseaux existants
 - examiner les possibilités et contraintes de la valorisation pédagogique de la passe à poissons
 - préciser un calendrier de réalisation comprenant la passe à poissons, la remise en état du barrage et la restauration/renaturation du cours d'eau
 - définir les principes constructifs ainsi que les matériaux
 - définir le moyen de mise hors d'eau du site durant les travaux et en estimer le coût
 - établir l'estimation définitive du coût des travaux
 - établir un planning prévisionnel des travaux

Le MOE arrêtera le forfait définitif de rémunération dans les conditions prévues au CCAP.

Il devra également fournir un rapport comprenant : une formalisation graphique de l'AVP, une notice explicative des travaux et des matériaux choisis, une note financière ainsi qu'un planning prévisionnel des travaux. Un compte-rendu de la réunion de fin de phase AVP sera également transmis.

- La mission PROJET a pour objet, en partie, de :
 - déterminer le dimensionnement de la passe à poissons
 - préciser par des plans et coupes, les formes des différents éléments de l'ensemble des travaux, du lit, des berges amont et aval, du barrage, de la passe à poissons et préciser la nature et les caractéristiques des différents matériaux
 - déterminer les conditions de mise en œuvre des travaux (restauration des berges, batardeaux, curage...) et établir un planning de réalisation tenant compte des autres projets sur le site (projet d'hydroélectricité, travaux de l'UPEP...)
 - établir le coût de réalisation des travaux et le délai de réalisation
 - définir les coûts d'exploitation des aménagements (mission complémentaire CEM)

Le MOE devra transmettre un compte-rendu de la réunion de fin de phase PROJET ainsi qu'un rapport regroupant les informations demandées ci-dessus.

- La mission ACT comprend notamment :
 - la rédaction du DCE (CCTP)
 - l'analyse des offres
 - une mission complémentaire de rédaction des dossiers réglementaires nécessaires (le contenu de ces dossiers sera précisé dans le paragraphe « missions complémentaires »)

Les documents à transmettre au maître d'ouvrage sont les pièces du DCE, le rapport d'analyse des offres et les dossiers réglementaires.

1.2/ Phase Travaux

- le visa des documents des entreprises (VISA)
 - l'ordonnancement, le pilotage et la coordination du chantier (OPC)
 - la direction de l'exécution des travaux (DET)
 - l'assistance aux opérations de réception et de parfait achèvement (AOR)
- La mission VISA comprend notamment :
 - l'examen de la conformité des plans et documents établis par les entrepreneurs
 - l'établissement d'un état récapitulatif d'approbation ou d'observations de tous les documents d'exécution
 - l'examen et approbation des matériels et matériaux et leur conformité aux prescriptions arrêtés dans le CCTP de marché de travaux

Lors de la mission OPC, le MOE sera attentif à la coordination entre les différentes entreprises présentes sur le site (dont l'Unité de Production d'Eau Potable située en amont) et organisera la mise en place d'un dispositif de maintien du chantier hors d'eau.

- La mission DET comprend notamment :
 - la direction des travaux :
 - organisation et direction des réunions de chantier
 - établissement et diffusion des comptes-rendus
 - établissement des ordres de service
 - suivi de l'état d'avancement général des travaux par rapport au planning
 - information du maître d'ouvrage : avancement, dépenses...
 - le contrôle de la conformité de la réalisation :
 - examen des documents complémentaires à fournir par les entreprises
 - conformité des ouvrages aux prescriptions des contrats
 - établissement des comptes-rendus d'observation
 - la gestion financière :
 - vérification des décomptes mensuels et finaux
 - établissement des états d'acompte
 - examen des devis des travaux complémentaires
 - examen des mémoires en réclamation (examen technique, matériel et économique) présentés au plus tard à la présentation du décompte final
 - établissement du décompte général
- La mission AOR comprend notamment :
 - l'organisation des réunions de contrôle de conformité
 - l'établissement de la liste des réserves
 - la proposition de réception au maître d'ouvrage

- la levée des réserves
- l'établissement du dossier des ouvrages exécutés (DOE)
- le contrôle de l'ouvrage dans l'année suivant les travaux dans le cadre de la garantie de parfait achèvement (GPA)

1.3/ Missions complémentaires

- rédaction des dossiers réglementaires (dossier d'Autorisation Environnementale)
- mission de détermination des coûts d'exploitation et de maintenance (CEM)
- mission de communication comprenant :
 - Réalisation d'un panneau informatif décrivant le projet final
 - Réalisation d'un panneau expliquant les travaux en cours, de manière à tenir le public régulièrement informé du déroulement des diverses phases de cette opération et de répondre à leurs interrogations
 - Réalisation d'une maquette du projet pédagogique sur la passe à poissons

Partie 2 : Optimisation de la production d'hydroélectricité

Le prestataire prendra en charge l'assistance et l'accompagnement du Maître d'Ouvrage durant l'ensemble de l'exécution des travaux, à savoir :

2.1/ Phase Conception

- les études de diagnostic (DIAG)
- les études d'avant-projet (AVP)
- les études de projet (PRO)
- l'assistance pour la passation des contrats de travaux (ACT)
- La mission DIAGNOSTIC comprend notamment :
 - le diagnostic hydraulique pour un partage de l'eau permettant une alimentation optimale des différents enjeux du site : eau potable, passe à poissons, production électrique et transit sédimentaire
 - le diagnostic des bâtiments (génie civil) pour la nouvelle installation et également pour sécuriser la roue déjà rénovée afin d'optimiser son rendement
 - la prise de contact avec un ou des turbiniers ayant la connaissance des roues à aubes et des turbines VLH pour affiner les conclusions de l'étude de faisabilité
 - l'analyse des enjeux liés à l'Unité de Production d'Eau Potable de l'Epau et la prise en compte des réseaux servant à l'usine, notamment le rejet des eaux de nettoyage des filtres de l'usine situé juste en aval de la roue à aubes rive droite à déplacer. Le bureau d'étude du service Eau et Assainissement de Le Mans Métropole sera l'interlocuteur privilégié sur ce sujet.
 - l'analyse des contraintes financières, techniques et réglementaires
 - l'analyse des deux solutions envisagées (Présentation par le bureau d'étude HYDROSTADIUM des deux solutions lors du COPIL du 7/01/2020 en annexe 9)

Le MOE devra remettre au maître d'ouvrage des plans d'ensemble, une note présentant les solutions envisagées ainsi que la compatibilité avec l'enveloppe financière prévisionnelle. Un compte-rendu de la réunion de fin de phase DIAG sera également transmis.

- La mission étude avant-projet (AVP) a pour objet, notamment, de :
 - détailler les deux solutions envisagées et aider le maître d'ouvrage dans le choix de la solution finale
 - vérifier la compatibilité de la solution retenue avec les contraintes du programme, du site (eau potable et passe à poissons) et les différentes réglementations notamment celles concernant l'alimentation en eau potable
 - examiner les possibilités et contraintes d'intégration aux bâtiments et réseaux existants
 - examiner les possibilités et contraintes de la valorisation pédagogique de l'ouvrage de production hydroélectrique
 - préciser un calendrier de réalisation
 - définir les principes constructifs ainsi que les matériaux
 - définir le moyen de mise hors d'eau du site durant les travaux et en estimer le coût
 - définir et estimer la possibilité d'installer un batardeau permanent et un dégrillage automatique au niveau de la grille de la passerelle
 - définir techniquement et financièrement la gestion courante et la maintenance lourde des deux solutions
 - établir l'estimation définitive du coût de l'ensemble des travaux
 - déterminer la rentabilité en fonction du coût des travaux et des frais de fonctionnement ainsi que le tarif de rachat.

Le MOE arrêtera le forfait définitif de rémunération dans les conditions prévues au CCAP.

Il devra également fournir un rapport comprenant : une formalisation graphique de l'AVP, une notice explicative des travaux et des matériaux choisis, une note financière ainsi qu'un planning prévisionnel des travaux. Un compte-rendu de la réunion de fin de phase AVP sera également transmis.

La solution retenue devra être validée par une délibération.

- La mission PROJET a pour objet, notamment, de :
 - déterminer les spécificités de l'ouvrage de production d'hydroélectricité
 - préciser par des plans et coupes, les formes des différents éléments et de l'ensemble des travaux, ainsi que de l'amont et de l'aval de l'ouvrage ainsi que la nature et les caractéristiques des différents matériaux
 - déterminer les conditions de mise en œuvre des travaux (installation nouvelle, sécurisation du bâtiment, aménagements pédagogiques...)
 - établir le coût de réalisation des travaux et le délai de réalisation
 - déterminer les coûts de fonctionnement (gestion courante et maintenance lourde) – mission complémentaire Coûts Exploitation et Maintenance, prévoir la possibilité d'une télégestion et d'une prestation d'entretien

Le MOE devra transmettre un compte-rendu de la réunion de fin de phase PROJET ainsi qu'un rapport regroupant les informations demandées ci-dessus.

- La mission ACT comprend en partie :
 - la rédaction du DCE (CCTP)
 - l'analyse des offres
 - une mission complémentaire de rédaction des dossiers réglementaires nécessaires (le contenu de ces dossiers sera précisé dans le paragraphe « missions complémentaires »)

Les documents à transmettre au maître d'ouvrage sont les pièces du DCE, le rapport d'analyse des offres et les dossiers réglementaires.

2.2/ Phase Travaux

- le visa des documents des entreprises (VISA)
- l'ordonnancement, le pilotage et la coordination du chantier (OPC)
- la direction de l'exécution des travaux (DET)
- l'assistance aux opérations de réception et de parfait achèvement (AOR)

- La mission VISA comprend en partie :
 - l'examen de la conformité des plans et documents établis par les entrepreneurs
 - l'établissement d'un état récapitulatif d'approbation ou d'observations de tous les documents d'exécution
 - l'examen et approbation des matériels et matériaux et leur conformité aux prescriptions arrêtées dans le CCTP de marché de travaux

Lors de la mission OPC, le MOE sera attentif à la coordination entre les différentes entreprises présentes sur le site (dont celles intervenant dans le cadre des travaux sur l'Unité de Production d'Eau Potable située en amont) et organisera la mise en place d'un dispositif de maintien du chantier hors d'eau.

- La mission DET comprend en partie :
 - la direction des travaux :
 - organisation et direction des réunions de chantier
 - établissement et diffusion des comptes-rendus
 - établissement des ordres de service
 - suivi de l'état d'avancement général des travaux par rapport au planning
 - information du maître d'ouvrage : avancement, dépenses...

 - le contrôle de la conformité de la réalisation :
 - examen des documents complémentaires à fournir par les entreprises
 - conformité des ouvrages aux prescriptions des contrats
 - établissement des comptes-rendus d'observation

 - la gestion financière :
 - vérification des décomptes mensuels et finaux
 - établissement des états d'acompte
 - examen des devis des travaux complémentaires
 - examen des mémoires en réclamation (examen technique, matériel et économique) présentés au plus tard à la présentation du décompte final
 - établissement du décompte général

- La mission AOR comprend en partie :
 - l'organisation des réunions de contrôle de conformité
 - l'établissement de la liste des réserves
 - la proposition de réception au maître d'ouvrage
 - la levée des réserves
 - l'établissement du dossier des ouvrages exécutés (DOE)
 - le contrôle de l'ouvrage dans l'année suivant les travaux dans le cadre de la garantie de parfait achèvement (GPA)

2.3/ Missions complémentaires

- rédaction des dossiers réglementaires nécessaires (exemple : Dossier d'Autorisation Environnementale)
- mission de détermination des coûts d'exploitation et de maintenance (CEM)
- mission de communication comprenant :
 - rédaction d'un communiqué de presse comprenant illustrations et mise en page
 - réalisation d'un panneau informatif décrivant le projet final
 - réalisation d'un panneau expliquant les travaux en cours, de manière à tenir le public présent sur le site régulièrement informé du déroulement des diverses phases de cette opération et de répondre à leurs interrogations
 - réalisation d'une maquette du projet pédagogique sur la production hydroélectrique

Le maître d'œuvre devra étudier ces deux projets en parallèle, organiser les travaux afin d'optimiser les techniques et les périodes de mise à sec des chantiers.

C – CONDITIONS DE REALISATION DES PRESTATIONS

1 – Réunions

Le comité de pilotage sera composé des services suivants : service Nature en Ville, service Eau et Assainissement, Arche de la Nature (gestionnaire de la maison de l'eau), ainsi que, en phase décisionnelle, de l'élu en charge de la thématique. Pourront également y être associés les représentants des financeurs, à savoir l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne et la Région Pays de la Loire, ainsi que le Syndicat du Bassin de la Sarthe (SBS), structure porteuse du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux de l'Huisne et les services de l'Etat (DDT, OFB).

Les réunions à prévoir a minima sont :

Pour la partie 1 :

- réunion de lancement
- réunions en fin de phase DIAG, AVP et PROJET
- réunion de présentation des CCTP de travaux et des dossiers réglementaires
- réunion d'information avant le démarrage des travaux

Pour la partie 2 :

- réunion de lancement
- réunions en fin de phase DIAG, AVP et PROJET
- réunion de présentation des CCTP de travaux et des dossiers réglementaires
- réunion d'information avant le démarrage des travaux

Si les travaux de restauration de la continuité écologique et la production d'hydroélectricité sont réalisés en parallèle, les réunions de chantier des deux projets pourront être réalisées le même jour.

Il est demandé de prévoir la possibilité de tenir 3 réunions supplémentaires pour chaque projet.

Le prestataire proposera dans son offre un calendrier de la mission détaillant le nombre et la forme des réunions qu'il propose en phase chantier, à la fois en terme de suivi de chantier et en terme d'information auprès des différents publics concernés.

Sur convocation du maître d'ouvrage, ces réunions se tiendront sous un délai d'un mois, sur le site ou à proximité.

A chacune de ces réunions, un bilan de l'état d'avancement de l'étude sera fournie par le titulaire du marché sur support informatique (fichier texte au format Word ou équivalent et fichier de présentation Power Point ou équivalent). Le prestataire sera ensuite chargé de la rédaction d'un compte-rendu validé et diffusé par le maître d'ouvrage.

2 – Documents remis au prestataire

Afin de réaliser sa mission, le maître d'ouvrage mettra à disposition du prestataire l'ensemble des documents en sa possession, à savoir :

- Rapports et données issus de l'étude diagnostic et de faisabilité pour la restauration écologique du barrage de l'Epau menée en 2016-2017 par ISL Ingénierie
- Rapport d'inspection subaquatique du barrage de l'Epau de novembre 2016 par SOTRAMAR
- Rapport de l'étude de faisabilité de production d'hydroélectricité 2019 par HYDROSTADIUM
- Plan topographique du barrage réalisé en 2016
- Rapport sur la restauration des berges de l'Huisne réalisée en 2016 par HYDROCONCEPT
- L'ensemble des documents d'archives qui avaient été remis à ISL Ingénierie pour la réalisation de l'étude de faisabilité, à savoir :
 - Des documents (délibérations, plans, rapports) de 1902 relatifs à des travaux de protection de la vanne de décharge.
 - Un rapport complet, avec dessins et plans, relatif à des travaux de réparation sur l'ouvrage réalisés en 1942 suite à des dégâts de gel
 - Des plans et rapports (notes de calculs) relatifs à des travaux de reconstruction du barrage de l'Epau en 1945
 - Des documents relatifs à de grosses réparations effectuées sur le barrage en 1974 et 1975
 - Les documents (rapports, plans) et un reportage photo papier relatifs à des travaux réalisés en 1982 sur le barrage suite à sa rupture.
 - Des plans du barrage de l'Epau et du plan d'eau de 1984 et 1985

3 – Conditions de réalisation spécifiques du chantier

Il sera nécessaire d'intégrer, dans les CCTP de travaux à rédiger, la prise en compte des contraintes d'accès et de sécurité existantes, en particulier :

- les conditions d'accès au barrage du fait de sa proximité immédiate avec l'U.P.E.P.E. mais également de l'ouverture au public de la maison de l'eau (rive droite) et du site de l'Arche de la Nature (rive gauche).
- les difficultés de mise en œuvre (notamment la mise hors d'eau) du chantier, toujours du fait de la présence, immédiatement en amont, de la prise d'eau de l'U.P.E.P.E. Il s'agit notamment de la mise en œuvre d'écourues et la mise en place de batardeaux sur ce barrage. Ainsi, les dates de réalisation des travaux seront choisies de sorte que le niveau de l'Huisne permette un accès le plus complet possible à l'ouvrage et des travaux dans les meilleures conditions de sécurité. Elles nécessiteront au préalable un accord de la collectivité gestionnaire de l'ouvrage, au regard des impératifs liés à la production d'eau potable de l'U.P.E.P.E.
- les conditions de sécurité requises pour ce type d'intervention dans le lit mineur d'un cours d'eau de largeur relativement importante. La signalisation, la sécurité et la coordination du chantier seront placées sous la responsabilité d'un coordonnateur sécurité (SPS) qui travaillera, en lien étroit avec le maître d'œuvre pour que soient prises toutes les dispositions réglementaires et nécessaires pour prévenir tout dommage tant envers les tiers qu'envers les personnels intervenants.

4 – Restitution des informations

Le prestataire fournira en fin de mission un DOE complet des ouvrages réalisés, comprenant notamment des plans de recolement conformes à la réalité du terrain.

Ces documents seront donnés en format papier en trois exemplaires, dont 1 reproductible, et en format informatique.

Les versions informatiques des documents seront compatibles PC et transmises au format Excel ou Word pour les textes et données chiffrées et Microstation ou SIG Mapinfo pour les documents cartographiques.

Les documents devront être envoyés au maître d'ouvrage au moins une semaine avant les réunions prévues dans le cadre de la mission.

5 – Propriété intellectuelle et confidentialité des résultats

Le Mans Métropole est propriétaire des résultats des prestations qu'il peut utiliser, communiquer à des tiers et publier, même partiellement, en mentionnant les noms et qualités du prestataire.

Le caractère strictement confidentiel des prestations réalisées au titre de l'étude est souligné et le prestataire sera tenu à ne divulguer aucune information pouvant porter préjudice à cette confidentialité.

Toute exploitation ou publication des résultats par le prestataire à d'autres fins que celles de l'étude devra obtenir l'accord préalable écrit du maître d'ouvrage.

L'ensemble des résultats de ces études pourra être diffusé aux financeurs et aux services de l'Etat.

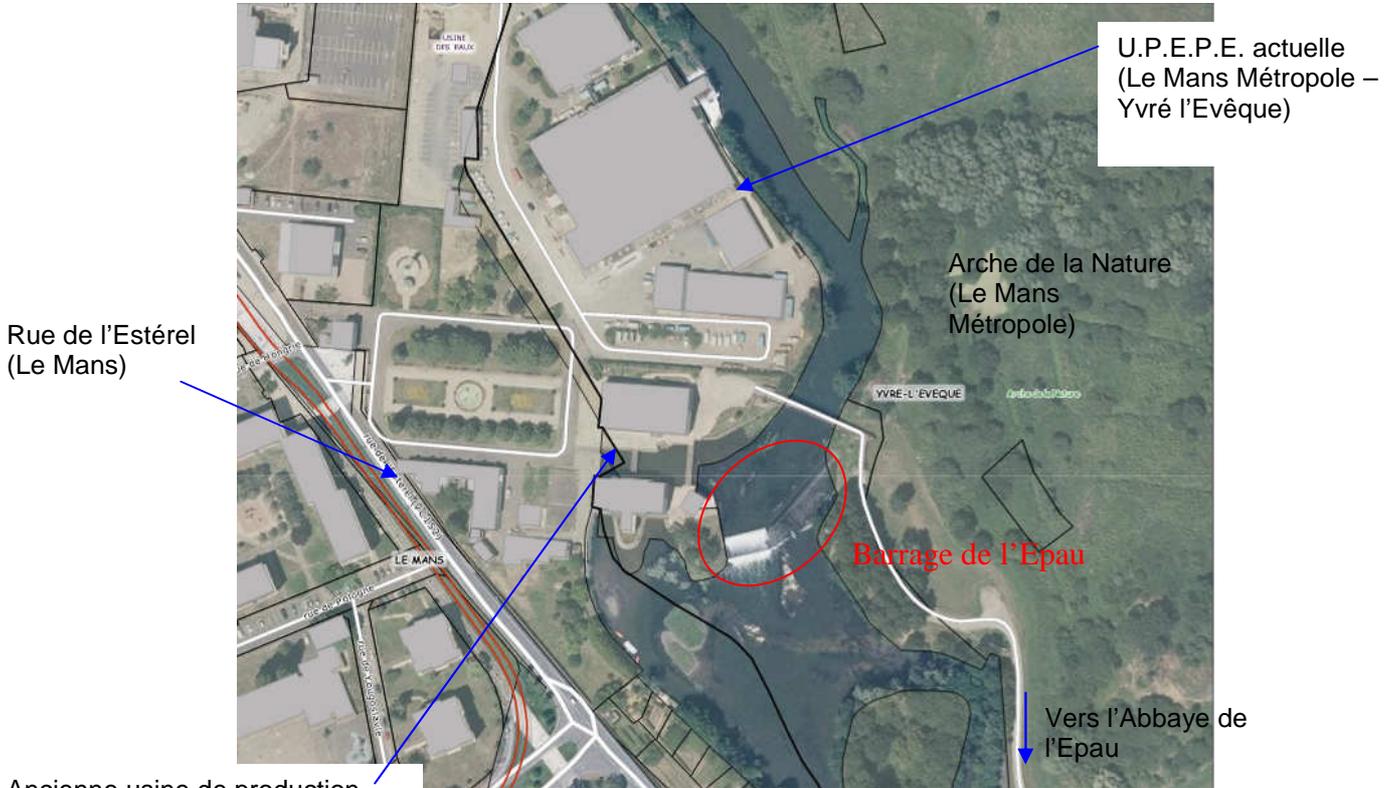
6 - Responsabilités du prestataire sur les résultats de l'étude

Le prestataire prend, vis-à-vis du maître d'ouvrage, l'entière responsabilité de tous les résultats et conclusions de l'étude, y compris ceux issus, directement ou indirectement, des prestations, travaux, calculs, modélisations ou analyses réalisés par les co-traitants (entreprises groupées) ou sous-traitants agréés au titre du marché.

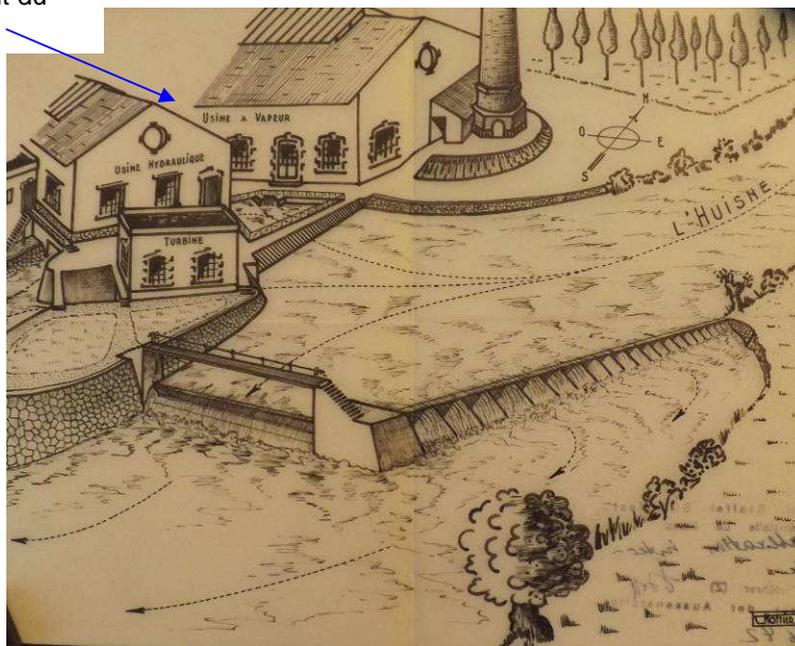
ANNEXE n°1



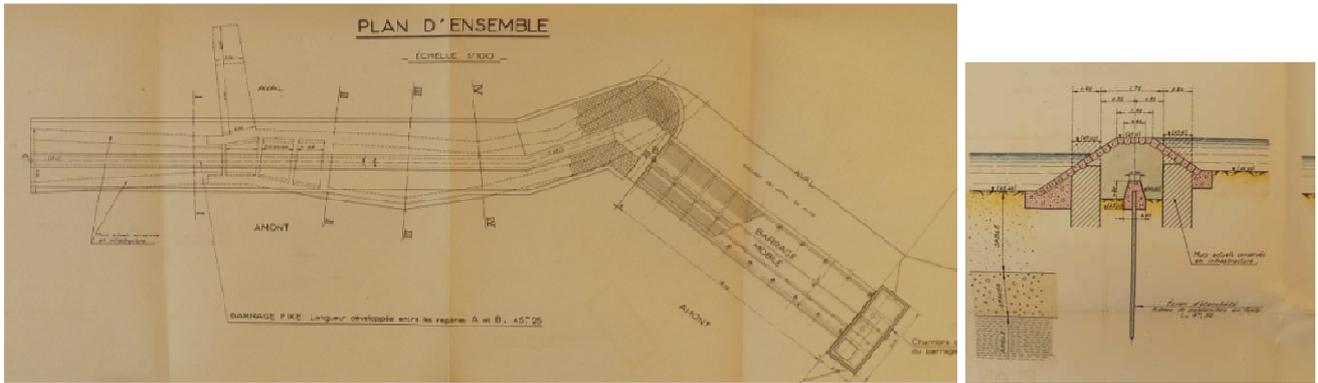
Barrage de l'Epau Schéma de localisation de l'ouvrage



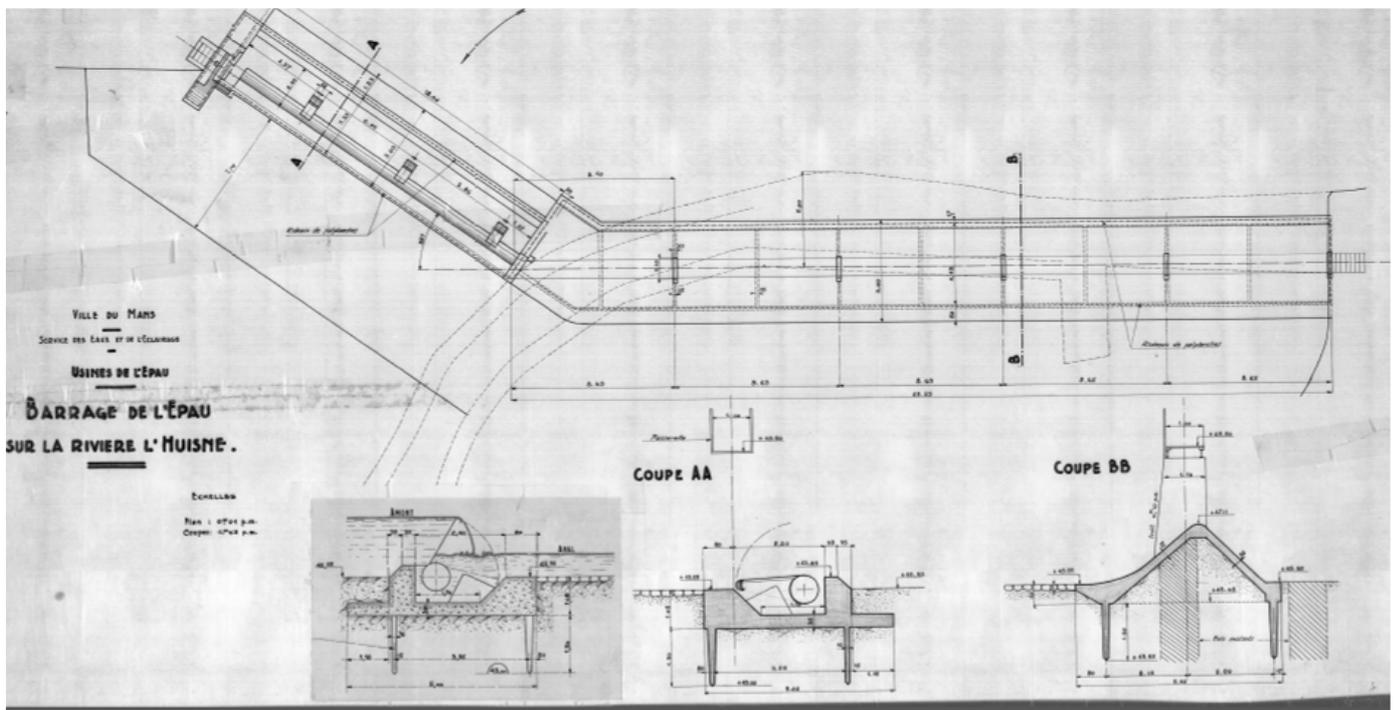
Ancienne usine de production d'eau potable, aujourd'hui maison de l'eau accueillant du public



Plans de l'ouvrage



Plan d'ensemble et coupe au droit du barrage fixe (1945)



Plan d'ensemble et coupes du barrage de l'Épau (1985)

ANNEXE n°2



Programme



DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
Service Nature en Ville
CS 40010
72039 LE MANS CEDEX 9

**RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE
DU BARRAGE DE L'ÉPAU
(LE MANS – YVRE L'ÉVÊQUE – 72)**

PROGRAMME

1. Contexte

Le Mans Métropole est propriétaire du barrage de l'Epau, ouvrage situé sur l'Huisne sur la commune d'Yvré l'Evêque au niveau de la maison de l'eau, immédiatement en aval de la prise d'eau de l'usine de l'eau qu'elle exploite et qui alimente en eau potable l'ensemble de l'agglomération.

Le maintien de ce barrage en bon état est essentiel au fonctionnement de l'Unité de Production d'Eau Potable de l'Epau (U.P.E.P.E.) : en effet, il permet de maintenir un niveau de l'Huisne suffisant et stable pour assurer un pompage efficace de l'eau brute. De plus, ce barrage permet depuis 2014 la production d'hydroélectricité via une roue à aube remise en état avec un objectif pédagogique (maison de l'eau).

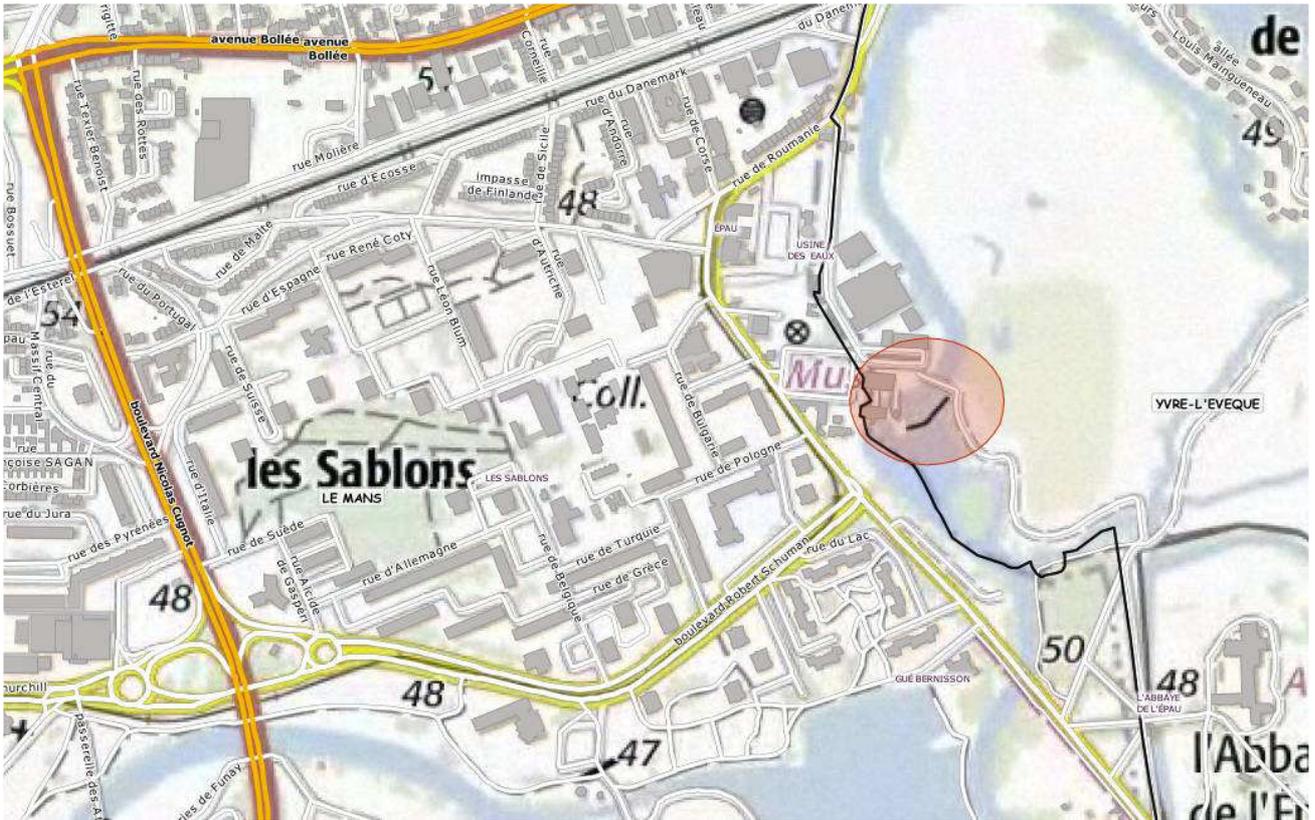
Par ailleurs, par courrier en date du 1^{er} avril 2015, la Direction Départementale des Territoires de la Sarthe nous rappelle que ce barrage est inscrit dans l'arrêté du 10 juillet 2012 de classement des cours d'eau pris par le Préfet coordonnateur de bassin devant faire l'objet, dans un délai maximum de 5 ans après la publication de cet arrêté, d'une **restauration d'une circulation suffisante des poissons et des sédiments**. En tant que propriétaire de cet ouvrage, **Le Mans Métropole est soumis à cette obligation réglementaire**.

C'est pourquoi Le Mans Métropole a confié à ISL entre mars 2016 et octobre 2017 la réalisation d'une étude diagnostic et de faisabilité pour la restauration de la continuité écologique sur ce barrage. Le choix du comité de pilotage au vu des conclusions du bureau d'étude est de maintenir le barrage en fonctionnement, et pour cela réaliser sa remise en état, et aménager une passe à poissons.

Cette passe à poisson, en empruntant le passage sous le bâtiment abritant la roue à aube non fonctionnelle, sera visible des visiteurs. Cela permettra une valorisation pédagogique de l'aménagement en communiquant sur les poissons, la continuité écologique et les milieux aquatiques en général auprès du public.

Des travaux de restauration des berges situées juste en amont de l'ouvrage et de renaturation des berges situées juste en aval du barrage sont également nécessaires pour faciliter la circulation des poissons à la montaison et à la dévalaison. Ils seront réalisés de manière concomitante aux travaux sur l'ouvrage lui-même

2. Localisation du barrage de l'Epau



3. Contenu du projet

Missions du MOE :

Le Mans Métropole souhaite, sur la base des conclusions de l'étude et du choix du comité de pilotage, engager un maître d'œuvre qui aura en charge la mise en œuvre et le suivi de la réalisation des travaux de la passe à poisson et de l'aménagement des berges en amont et en aval (renaturation) ainsi que la remise en état du barrage.

Le maître d'œuvre devra réaliser les études nécessaires pour finaliser le projet. Il devra rédiger le dossier de consultation des entreprises et effectuer le montage des dossiers réglementaires d'autorisation de travaux correspondants.

Dans un deuxième temps, il devra prendre en charge l'assistance et l'accompagnement du Maître d'Ouvrage durant l'ensemble de l'exécution des travaux. Il assurera le suivi des travaux du début à la fin.

Parallèlement, il assurera pendant toute la durée du chantier l'information du public.

Le coût estimé est de 50 000 € HT.

Descriptions des aménagements d'amont en aval :

- restauration des berges amont :

Une étude diagnostic de l'état des berges de ce secteur, financée par l'Agence de l'Eau, a été menée par Hydroconcept en 2016 – 2017. Des préconisations pour la restauration de certains tronçons de berge ont été faites. Il a donc été prévu de réaliser les travaux de restauration des berges indiquées sur la photo aérienne ci-dessous en même temps que la restauration de la continuité écologique du barrage de l'Epau.

Le coût estimé est de 193 000 € HT.



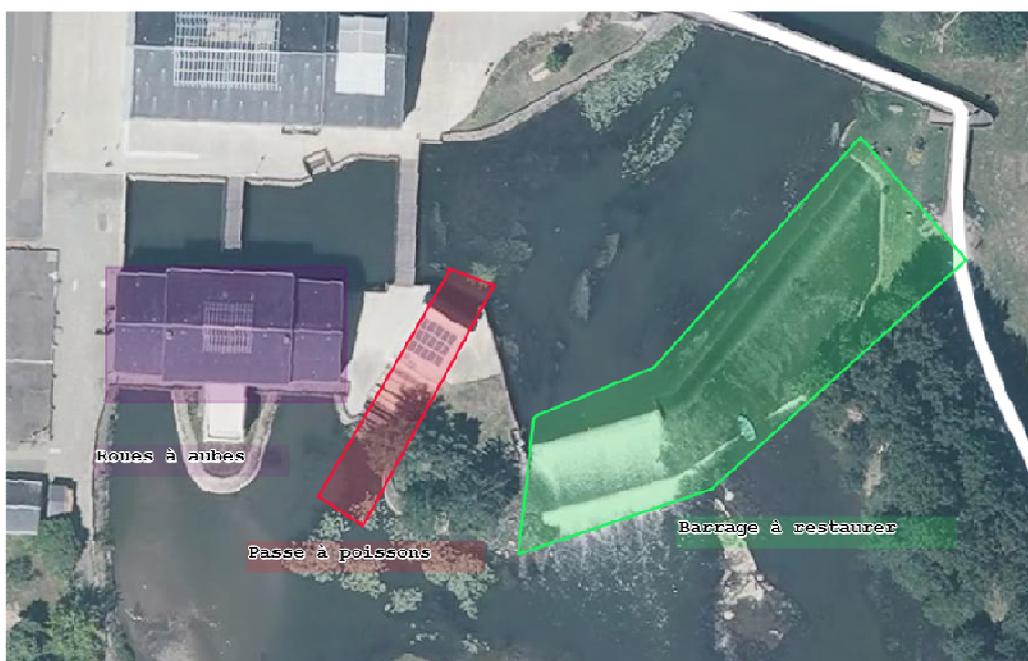
- restauration de la continuité écologique :
 - réalisation d'une passe à poisson sous l'ancienne roue à aube (en orange ci-dessous)

Les détails du projet se trouvent dans l'étude d'ISL.

Le coût de cet aménagement ainsi que la renaturation du lit de l'Huisne (remblai végétalisé) en aval de la passe à poissons est estimé à 393 600 € HT.

- confortement du barrage

La réfection du clapet et des maçonneries du barrage est également détaillée dans l'étude d'ISL. L'estimation des travaux s'élève à 364 100 € HT.



Communication auprès des usagers :

Après discussion avec l'Agence Française pour la Biodiversité et comparaison avec les autres possibilités, le projet de passe à poisson sous le bâtiment de l'ancienne roue à aube est apparu comme la solution la plus pertinente pour rétablir la continuité écologique.

D'autre part, ce projet pourra faire l'objet d'une valorisation pédagogique. Le barrage de l'Epau est situé sur le domaine de l'Arche de la Nature, à proximité immédiate de la Maison de l'Eau. Beaucoup de public fréquente ce site ainsi que des écoles.

Une information au public est prévue pendant la phase travaux pour expliquer le projet. Des panneaux explicatifs permanents seront également installés sur le site ainsi qu'une vitre au dessus de la passe à poissons dans le bâtiment.

Ces dispositifs sont évalués à 20 000 € HT.

4. Financement du projet

	Budgets estimatifs en € HT
MOE	50 000 €
Restauration des berges amont	193 000 €
Restauration de la continuité écologique	393 600 €
Confortement du barrage	364 100 € (non subventionné)
Communication / information	20 000 €
TOTAL =	1 020 700 €

Subventions sollicitées :

- à l'Agence de l'eau (60 % de 656 600 € HT)
- à la région des Pays de la Loire (20% de 656 600€ HT) dans le cadre du nouveau contrat régional de bassin versant (CRBV)

Soit une possibilité de subvention totale de : **525 280 €HT**



Extrait du Registre des Délibérations

du Conseil Communautaire

Direction Générale des Services
Service des Assemblées
et de la Réglementation
SF/LD/2019

SEANCE DU JEUDI 24 JANVIER 2019

L'an deux mille dix-neuf, le jeudi vingt-quatre janvier à 10 h 00, les Membres du Conseil Le Mans Métropole, sur convocation et ordre du jour adressés et affichés le 18 janvier 2019 sont réunis Salle Forum des Quinconces, sous la présidence de M. LE FOLL, Président.

Sont présents : M. S. LE FOLL, M. J-F. SOULARD, M. C. ROUILLON, Mme C. GOUHIER, M. G. LEPROUST, Mme C. POUPINEAU, M. G. JOSSELIN, M. S. GUY, M. T. COZIC, Mme R. KAZIEWICZ, M. M. MORTREAU, M. A. BRAUD, Mme F. DUBOIS, M. O. BIENCOURT, M. P. DELPECH, M. C. JEAN, M. Y. CALIPPE, Mme F. PAIN, Mme A. BESNARD, Mme M. KARAMANLI, Mme I. SÉVÈRE, M. C. COUNIL, Mme S. MOISY, Mme V. RIVRON, M. A. PIGEAU, M. Y. BROCHARD, Mme A. PEROT, M. L. NOGUÈS, M. M. VICTOR, M. G. FAVENNEC, Mme C. LEBATTEUX, Mme C. BABILLOT, Mme M. SIOPATHIS, Mme S. LUSSON, M. G. CHALUMEAU, Mme E. ANDRE, M. G. GUIBERT, M. J-Y. LECOQ, M. J-L. FONTAINE, M. P. PAUMIER, Mme J. LEMAITRE, M. S. CHEVALLIER, Mme C. HEULOT, M. T. TOUCHE, Mme I. LEBALLEUR, M. C. LORJOT, M. P. LEBOUCHER, M. P. PORTE, M. Y. GOULETTE, M. F. BRETEAU, M. J. LE BOLU, M. M. POLLEFOORT, M. J. MARCHAND, Mme J. PEDOYA, M. F. EDOM, Mme C. N'KALOULOU, Mme P. CHARTON, M. T. SAMAIN, Mme E. DEBOST, M. S. LOPES, M. E. COCHET, M. J. GOUFFÉ.

Absents et représentés : M. C. ROUILLON, M. R. BATIOU, M. Y. CALIPPE, Mme A. BESNARD, Mme C. BRULÉ-DELAHAYE, Mme M. KARAMANLI, Mme C. MORANÇAIS, Mme A. PICHON, Mme C. BOUCHÉ, M. D. LE BARS, M. J-Y. LECOQ, Mme D. AUBIN, M. S. CHEVALLIER, M. P. LEBOUCHER, M. J. MARCHAND, Mme J. PEDOYA, Mme C. N'KALOULOU, Mme P. CHARTON, M. S. LOPES, Mme V. CLAVEAU-LOUVET.

Absents et excusés : Mme M. SCHIAPPA, Mme I. PIVRON, M. K. EDOM, M. J. EGBERT.

Votes par procuration :

M. C. ROUILLON a donné pouvoir à M. C. COUNIL après son départ
M. R. BATIOU a donné pouvoir à Mme I. SÉVÈRE
M. Y. CALIPPE a donné pouvoir à M. J-F. SOULARD après son départ
Mme A. BESNARD a donné pouvoir à M. C. JEAN après son départ
Mme C. BRULÉ-DELAHAYE a donné pouvoir à Mme S. MOISY
Mme M. KARAMANLI a donné pouvoir à M. O. BIENCOURT après son départ
Mme C. MORANÇAIS a donné pouvoir à Mme V. RIVRON
Mme A. PICHON a donné pouvoir à M. M. VICTOR
Mme C. BOUCHÉ a donné pouvoir à M. G. LEPROUST
M. D. LE BARS a donné pouvoir à Mme C. BABILLOT
M. J-Y. LECOQ a donné pouvoir à Mme E. ANDRE après son départ
Mme D. AUBIN a donné pouvoir à M. P. PAUMIER
M. S. CHEVALLIER a donné pouvoir à M. Y. GOULETTE après son départ
M. P. LEBOUCHER a donné pouvoir à M. M. POLLEFOORT après son départ
M. J. MARCHAND a donné pouvoir à M. F. BRETEAU après son départ
Mme J. PEDOYA a donné pouvoir à Mme C. POUPINEAU après son départ
Mme C. N'KALOULOU a donné pouvoir à Mme R. KAZIEWICZ après son départ
Mme P. CHARTON a donné pouvoir à M. G. CHALUMEAU après son départ
M. S. LOPES a donné pouvoir à M. P. DELPECH après son départ
Mme V. CLAVEAU-LOUVET a donné pouvoir à M. E. COCHET

M. Thierry COZIC remplit les fonctions de Secrétaire.

M. Claude JEAN et Mme Sophie MOISY ont constitué le bureau de vote pour le dépouillement des opérations de vote.

Le Procès-Verbal de la séance du 12 décembre 2018 est approuvé.

Les Membres ci-dessus désignés ont signé au Registre après délibération en séance.

CONSEIL COMMUNAUTAIRE

Séance du 24 janvier 2019

28- YVRE L'EVEQUE - Restauration de la continuité écologique et remise en état du barrage de l'Epau **Approbation du programme, de l'enveloppe financière prévisionnelle et des demandes de subvention**

Direction Environnement - Service Nature en ville

Rapporteur(s) M. Marcel MORTREAU

Le Mans Métropole est propriétaire du barrage de l'Epau. Ce barrage est indispensable à la production d'eau potable de l'agglomération. Il permet en effet de maintenir une ligne d'eau suffisante pour le pompage de l'eau de l'Huisne.

Ce barrage est inscrit dans l'arrêté du 10 juillet 2012 de classement des cours d'eau pris par le Préfet coordonnateur de bassin devant faire l'objet, dans un délai maximum de 5 ans après la publication de cet arrêté, d'une restauration d'une circulation suffisante des poissons et des sédiments. En tant que propriétaire de cet ouvrage, Le Mans Métropole est soumis à cette obligation réglementaire.

Le bureau d'étude ISL a donc été mandaté en 2016-2017 afin de réaliser une étude de faisabilité de restauration de la continuité écologique et de diagnostic du barrage. Cette étude a permis de réaliser l'état des lieux du barrage, y compris la partie immergée qui a été contrôlée par des plongeurs spécialisés.

Au vu des conclusions de ce travail, il apparaît que le maintien de ce barrage en fonctionnement nécessite sa remise en état, et l'aménagement d'une passe à poissons. En plus de son intérêt premier de rétablir la continuité piscicole, celle-ci aura une vocation pédagogique qui s'intégrera parfaitement aux autres activités proposées à la Maison de l'Eau. Des travaux sur les berges en amont et en aval du barrage sont également nécessaires, notamment afin de protéger de l'érosion les bâtiments de l'usine de production d'eau potable ainsi que la passerelle enjambant l'Huisne. En réalisant le confortement des berges de manière concomitante, cela permet d'optimiser les coûts de mise hors d'eau des chantiers.

La maîtrise d'œuvre sera confiée à un prestataire privé (uniquement pour les travaux sur le barrage) et les travaux à des entreprises spécialisées selon le programme présenté en annexe.

Sur la base de ce programme, les travaux projetés sont estimés à 1 020 700 € HT (1 224 840 € TTC) décomposé comme suit :

- 50 000 € HT (60 000 € TTC) pour la maîtrise d'œuvre (MOE),
- 193 000 € HT (231 600 € TTC) pour la restauration des berges,
- 393 600 € HT (472 320 € TTC) pour les travaux de passe à poissons,
- 364 100 € HT (436 920 € TTC) pour la remise en état du barrage,
- 20 000 € HT (24 000 € TTC) pour la valorisation pédagogique et la communication.

Des subventions peuvent être sollicitées auprès de l'Agence de l'Eau et de la Région Pays de la Loire pour un montant total maximum de 525 280 € HT, soit 51% du coût global estimé (voir détails dans le programme).

Par ailleurs, une partie de ce projet pourrait potentiellement être éligible sur le programme opérationnel régional FEDER 2014-2020 ou sur le programme interrégional FEDER Loire 2014-2020 sous réserve de la disponibilité de crédits et en fonction des dates de notification des marchés.

En conséquence, je vous demande, mes Chers Collègues, de bien vouloir :

- autoriser, par la présente délibération, le Président de Le Mans Métropole à solliciter dès à présent les subventions auprès de l'Agence de l'Eau et de la région Pays de la Loire,
- approuver le programme de travaux de restauration de la continuité écologique et de remise en état du barrage de l'Epau et son enveloppe financière prévisionnelle de 1 020 700 € HT (1 224 840 € TTC),
- régler les dépenses correspondantes sur les crédits inscrits (opération 28, article 831.2312) et sur ceux qui le seront aux prochains documents budgétaires.

ADOpte A L'UNANIMITE



N° d'identification : lmc1DEL181529H1

Affichage le 25 janvier 2019

Délibération exécutoire le 25 janvier 2019

ANNEXE n°4A



Travaux de remise en état à effectuer sur le barrage

3.2.2 INTERVENTION SUR LE CLAPET

Le diagnostic a mis en évidence que le clapet est en voie de dégradation. Pour ralentir la dégradation du clapet, il est préconisé la réfection de celui-ci. Cette réfection comprend :

- Une dépose du clapet et du système de manœuvre,
- Le sablage du clapet,
- La peinture pour ralentir le développement de la rouille,
- La repose.

Le coût d'une telle opération est estimé à 40 000 € HT.

Il peut être aussi envisagé à terme le remplacement du clapet pour un système plus sécurisé avec deux bras de manœuvre. Le coût du remplacement du clapet est évalué à 150 000 € HT.

3.2.3 REPRISE DE L'AVAL DU COURSIER

L'aval du coursier présente en deux points des affouillements. Ces deux points correspondent à deux secteurs où l'eau se concentre (aval clapet et milieu du déversoir) et où le pied du coursier n'est pas protégé par des enrochements. Il est observé des fosses d'érosions en formation par érosion du sol sous les enrochements.

Pour stopper ce phénomène et éviter des recharges régulières en enrochements, il est préconisé une reprise de l'aval du coursier sur l'ensemble du linéaire (40m de long) avec l'objectif de réduire l'énergie de l'eau pour éviter une nouvelle érosion.

Pour cela il est prévu (cf. figure ci-après) :

- La démolition sur 1m de l'extrémité du coursier,
- La pose d'un mur béton fondé sur 1m minimum à l'extrémité aval du coursier,
- Le remplissage de la fouille par du tout venant et la réalisation d'une couverture en béton. La couverture est recouverte de blocs bétons régulièrement répartis en damier pour dissiper l'énergie de l'écoulement,
- Le remblaiement en tout venant des fosses en aval du coursier après enlèvement des blocs existants,
- La pose d'un matelas gabion penté à 1/1 avec un géotextile. Ces matelas présentent l'intérêt d'être souples et donc de s'adapter aux évolutions du sol.

Le tableau page suivante détaille le coût des travaux estimé à 74 100 € HT (hors réalisation du batardeau amont au clapet déjà chiffré préalablement). Les travaux seront réalisés en deux phases : une phase en aval du déversoir après avoir abaissé le clapet et une seconde phase en aval du clapet après réalisation du batardeau en amont.

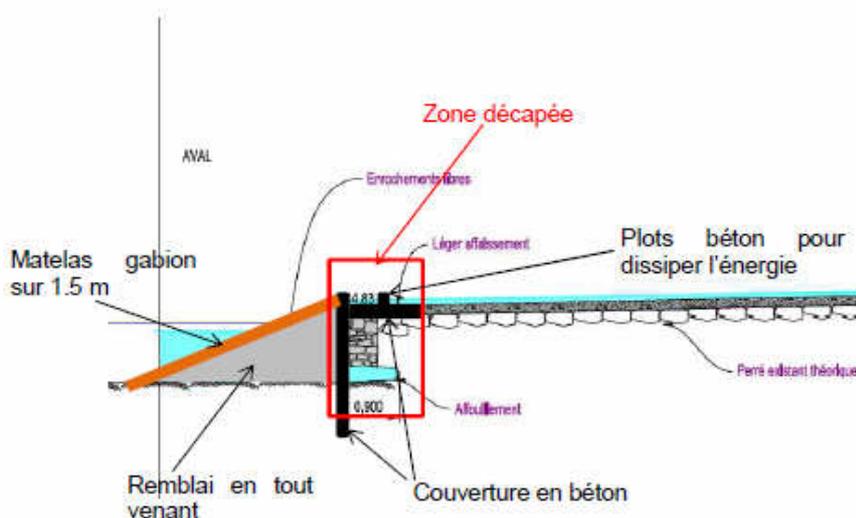


Figure 3-4 : Schéma de principe de la reprise de l'aval du coursier

3.2.4 REFECTION DES JOINTS ET ENDUITS

Les joints altérés sur les perrés en berge pourront être repris après mise à sec du site. Le phasage des travaux est identique au phasage pour la reprise de l'aval du clapet.

Le coût des travaux est estimé à 10 000 €.

3.2.5 CREATION DE FENTES A BATARDEAUX

Le clapet ne peut être aujourd'hui régulièrement entretenu du fait qu'il ne peut pas être batardé simplement. Il est donc proposé de créer des fentes à batardeau (à l'image de l'illustration ci-après). Ces fentes peuvent accueillir des batardeaux mobiles permettant d'isoler le clapet.

En rive droite, la présence d'un mur en perré facilite l'implantation d'une rainure. Par contre, côté gauche, il est nécessaire de créer en amont du barrage un support. Enfin, la largeur du clapet étant de 18 m, il semble intéressant de créer une pile intermédiaire au centre afin de raccourcir la longueur des batardeaux et ainsi faciliter leur mise en œuvre.

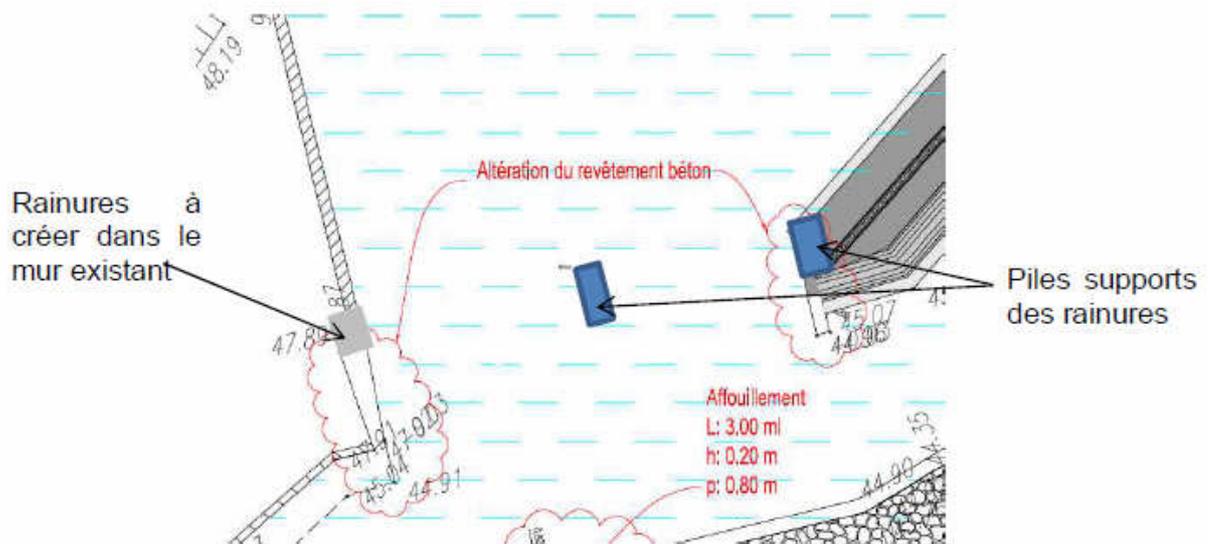


Figure 3-6 : Implantation des fentes

Les dispositions précises d'implantation seront à définir en fonction du type de batardeau retenu. Le site étant difficile d'accès, il est préférable d'envisager des batardeaux faciles à disposer et la mise en place d'une passerelle au dessus des fentes.

Le coût des travaux est estimé à 50 000 € pour le génie civil (fente+ pile centrale+ passerelle) et 50 000 € pour les batardeaux.

Il conviendra de prévoir une restriction d'accès à la passerelle et un lieu de stockage des batardeaux car le site est libre d'accès.

3.3 CONCLUSION

Le tableau ci-dessous détaille l'ensemble des coûts des aménagements envisagés pour restaurer le barrage de l'Epau.

Travaux à réaliser	coût HT
Batardeaux	30 000 €
Entretien du clapet	40 000 €
Remplacement du clapet	150 000 €
Reprise de l'aval du coursier	74 100 €
Réfection joints et enduits	10 000 €
Création de fentes à batardeaux	100 000 €
Total avec entretien du clapet	254 100 €
Total avec remplacement du clapet	364 100 €

Tableau 3-2 : Synthèse des coûts de réfection du barrage

ANNEXE n°4B



4.6.2.5 Solution D5

La solution D5 est une solution alternative à la passe compacte (D1) à fente proposée par le maître d'ouvrage. L'idée proposée est d'implanter les passes (poissons et anguilles) dans les bâtiments en rive droite.

Deux espaces sont aujourd'hui exploitables : le pavillon de l'eau (A) et l'emplacement de la roue à restaurer (B). Pour ces deux emplacements une ouverture de 4 à 5 m de large pour une longueur de 8.5 à 11 m est disponible pour être aménagée.

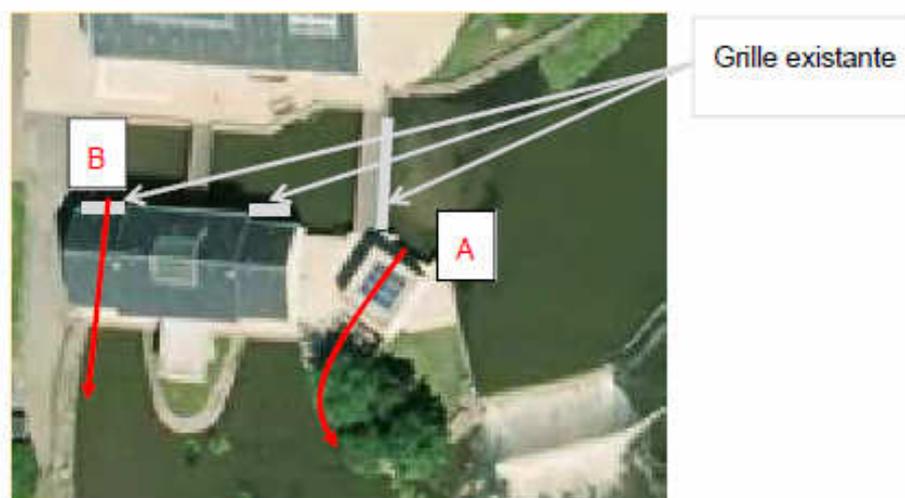


Figure 4-13 : Implantation possible des passes à poissons

Sachant que la passe à fente présente une longueur de 30 m environ, 1/3 du dispositif sera sous le bâtiment, le reste étant implanté à l'arrière des bâtiments.

On notera que le tracé A présente les avantages suivants :

- Les poissons et anguilles ne passeront pas devant la prise d'eau de la roue en fonctionnement,
- Cela évite d'enlever les grilles existantes,
- L'attrait aval sera plus important lorsque la roue de production d'électricité sera en fonctionnement (objectif de fonctionnement continu). Dans ce cas, la passe sera située entre deux zones de turbulence (le clapet et la roue),

Par contre l'intérieur du bâtiment est à priori plein de béton, ce qui pose de nombreux problèmes de réalisation. La complexité d'implantation ne permet pas de statuer sur sa faisabilité et son coût.

Le tracé B, présente l'inconvénient principal d'être éloigné du courant amont et aval. Par contre, il est beaucoup plus facile à réaliser car l'ouverture existe (une roue est actuellement en place).

En accompagnement de la passe (qui ne prendra pas toute la largeur de l'ouvrage), il est proposé de réaliser un orifice qui servira à évacuer les sédiments qui s'accumulent dans le secteur (par des chasses) et éventuellement à augmenter le débit d'attrait aval.



Figure 4-14 : Vue de la prise pour le tracé B

Quel que soit le tracé retenu, il est nécessaire en aval de réaliser un remblai au centre des bâtiments pour chenaliser les eaux ce qui augmente la vitesse d'écoulement et la hauteur d'eau. Ceci permet d'augmenter l'attractivité aval.



Figure 4-15 : Implantation possible des passes à poisson

En amont du bâtiment, il devra être prévu un curage pour augmenter la hauteur d'eau qui est actuellement assez restreinte. L'objectif est d'obtenir une lame d'eau minimale de 1m. Pour le tracé A, seule la grille principale est à remplacer. Pour le tracé B, la grille principale est enlevée et la grille devant la roue en fonctionnement est remplacée.

Pour éviter la dévalaison des anguilles dans la roue, il est conseillé d'avoir un espacement de la grille de 2 cm au maximum. De plus, pour le tracé B, il est préconisé de ne pas dépasser une vitesse normale à la grille de 0.5 m/s (pour éviter le plaquage des anguilles à la dévalaison) et de prévoir un exutoire en haut de la grille. Une étude fine des vitesses d'écoulement est nécessaire dans les phases ultérieures de l'étude.

4.6.3 IMPACT HYDRAULIQUE

L'impact hydraulique des projets est limité au très bas débit (inférieurs au QMNA5) où la création d'une échancrure dans le barrage abaissera le niveau d'eau. Ceci imposera le relèvement du clapet pour maintenir le niveau d'eau compatible avec le prélèvement AEP. En pratique en période de basse eau, le clapet risque d'être maintenu en position haute (au niveau de la crête du déversoir).

Pour les projets D5, une part plus importante du débit transitera sous les bâtiments et non sur le seuil. En état actuel, au module, quand la roue fonctionne, 2/3 du débit transite sur le barrage. Après aménagement, seul la moitié du module passera sur le clapet et le seuil.

	Etat actuel (m3/s)	Etat aménagé (m3/s)
Débit Huisne	15	
Débit roue	4.8	4.8
Débit passe	-	0.6
Débit attrait	-	Jusqu'à 2.5
Débit sur le clapet et le seuil	10.2 (68%)	7.1 (47%)

Tableau 4-4 : Répartition des débits pour le module

4.6.4 IMPACT MORPHOLOGIQUE ET CONTINUITÉ SEDIMENTAIRE

Le plan d'eau étant maintenu, les projets n'ont pas d'impact morphologique.

La continuité sédimentaire n'est pas rétablie par les aménagements.

On notera néanmoins que le projet D5 permettrait de limiter l'accumulation de vase devant le bâtiment du fait de la remise en circulation de l'eau dans ce secteur. Par contre, la vase risque de se déposer dans d'autres secteurs (en rive gauche).

4.6.5 IMPACT ECOLOGIQUE ET PISCICOLE

Montaison

Les 3 solutions d'aménagement sont des solutions de restauration multi-espèces de la continuité écologique. On notera que les solutions D1 et D5 sont les solutions les plus compactes mais aussi les plus artificielles, alors que les solutions D3 et D4 sont plus proches d'une situation naturelle.

La solution D1 nécessite aussi la création en parallèle d'une passe à anguille.

Les solutions D1 et D4 présentent une difficulté de débit d'attrait car le pied de l'aménagement n'est pas situé à proximité du clapet où transite l'essentiel du débit.

Dévalaison

En état actuel, au module, environ 1/3 transite dans la roue (grille actuelle peu ou pas sélective), 45% sur le clapet et 22% sur le déversoir.

Le passage de la roue entraîne une mortalité conséquente. Le passage sur le clapet est aussi difficile du fait de la chute (1.9 m) sur un radier béton avec un très faible lame d'eau. Le passage sur le déversoir est le moins traumatisant du fait de l'accompagnement de l'écoulement.

Pour les solutions D1 à D4 et D5 tracé A, une petite partie du débit amont transitera dans la passe ce qui limitera légèrement la mortalité à la dévalaison.

La solution D5 tracé B est plus intéressante :

- Du fait que le débit transitant par le clapet sera réduit,
- Du fait que les spécimens bloqués par la grille de la turbine seront rabattus sur la passe.

Ces deux éléments induisent une réduction de la mortalité à la dévalaison. On notera de plus que la dévalaison est essentiellement nocturne. Il pourrait être envisagé une réduction (voir un arrêt) de la prise d'eau la nuit.

4.6.6 IMPACT SUR LES USAGES

Les usages ne sont pas impactés par l'aménagement, sauf pour des très faibles débits où l'essentiel du débit transitera dans la passe et ne pourra pas être utilisé pour turbiner.

On notera que du point de vue patrimonial, la solution D4 ne modifie pas l'aspect du barrage. La solution D1 est plus visible avec un impact sur 2.4 m de large. La solution D3 modifie elle totalement l'aspect du déversoir.

Les solutions D5 de passe sous les bâtiments permettent de renforcer l'aspect pédagogique du musée de l'eau. De plus, avec le tracé B, un courant sera généré devant le bâtiment et devant la prise de secours d'eau potable ce qui limitera l'envasement du site.

4.6.7 COUT DES TRAVAUX

Le tableau ci-après indique les coûts d'aménagement de chaque variante. Le détail des chiffrages est en annexe n °2.

La solution de rampe naturelle présente un coût élevé principalement à cause de la surface concernée par l'aménagement.

Le coût de la solution D4 est estimé pour la solution B mais est aussi valable pour la solution C qui présente un linéaire plus faible, mais plus de difficultés de réalisation.

Solution d'aménagement	Cout estimatif des travaux
D1	180 600 € HT+ 40 000€ pour la passe à anguille soit 220 600 €
D2	Non étudiée
D3	580 000 € HT
D4	285 600 € HT
D5 tracé A	243 600 € HT + 50 000 € HT pour la passe à anguille soit 293 600 € HT + cout aménagement du bâtiment (non chiffré)
D5 tracé B	243 600 € HT + 50 000 € HT pour la passe à anguille soit 293 600 € HT + cout vannage (100 000 €)

Tableau 4-5 : Coûts des travaux

➤ *Aménagement du tronçon BER_D07 et BER_G04*

Sur ces 2 tronçons les berges présentent un parement plus pentu voir vertical avec une hauteur d'eau conséquente. Dans ces conditions, 2 solutions sont envisageables pour la protection du pied de berge : la mise en œuvre de gabions boîte ou de caissons végétalisés.

Le haut de berge pourra être protégé par un géotextile biodégradable associé à des plantations (hélrophytes, arbustes, arbres).

Préalablement à l'installation des protections de berge, il est nécessaire d'abattre les arbres gênants et de retirer ceux tombés en travers ou penchés sur la rivière. Les souches et les arbres les plus en retrait seront conservés.

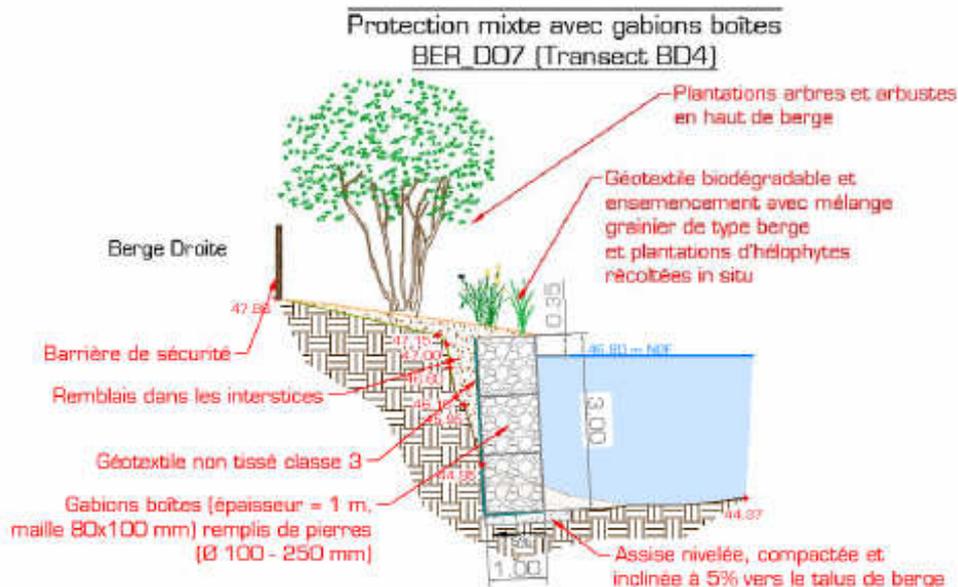
Protection par des gabions boîtes

Pour l'installation de gabions boîtes, il est nécessaire de créer une assise nivelée et compactée avec une pente inclinée de 5% vers la berge. Cette opération implique de creuser une tranchée de 1.2 m de large en pied de berge dont le fond devra être compacté.

Avant l'installation des gabions, un géotextile non tissé de classe 3 sera posé à la surface de la berge. Une première rangée de cages à gabions en mailles de 80 x 100 mm sera alors installée. Les cages seront ligaturées entre elles avant d'être remplies de matériaux pierreux de 100 à 250 mm de diamètre. Suite au remplissage les couvercles sont installés pour refermer les gabions. Puis la seconde rangée peut être installée sur le même principe en ligaturant les deux niveaux de gabions. L'assemblage se fera sur 3 niveaux de manière à protéger le parement de berge immergé en permanence et la zone de batillage.

La cote haute des gabions se situera à 47.15 m NGF soit environ 35 cm au-dessus du niveau moyen de la ligne d'eau. Un géotextile biodégradable ensemencé avec un mélange grainier de type berge sera installé sur le talus de berge supérieur à 47.15 m NGF et viendra recouvrir le dessus du gabion supérieur avec une couche de terre végétale. Des hélrophytes pourront y être plantées. En retrait des gabions, des plantations pourront être effectuées pour diversifier les espèces d'arbres et d'arbustes au sein de la ripisylve.

Des barrières de sécurité et infrarouges pourront alors être installées en retrait de la ripisylve.



Annexe 2 : Plans des aménagements

- Plan 2.2 : Profils transversaux des protections de berge préconisées sur l'Huisne

Le volume des matériaux nécessaires et le coût de l'aménagement est estimé dans le tableau suivant :

Aménagement	Quantité	
	BER_ D07 (77 ml)	BER_ G04 (33 ml)
Gabions boîtes	231 m ³	99 m ³
Géotextile non tissé de classe 3	312 m ²	135 m ²
Géotextile biodégradable en fibre de coco (740 g/m ²)	425 m ²	132 m ²
Coût estimatif de l'aménagement	66 000 € HT	28 000 € HT

Protection par des caissons végétalisés

Les caissons végétalisés sont constitués de rondins de bois (résineux de préférence) positionnés alternativement perpendiculairement à la berge (les moises) et parallèlement à la berge (les longrines). Il s'agit de rondins d'un diamètre compris entre 15 et 30 cm de diamètre et de 1.5 à 2 m de long pour les moises ou de 5 à 10 m de long pour les longrines.

Les moises sont écartées de 2 m et sont fixées avec les longrines grâce à des tiges d'acier de 14 mm de diamètre.

Les caissons ainsi formés sont remplis de matériaux terreux. Sur les couches au niveau de la ligne d'eau moyenne et au-delà, des branches de saules capables de rejeter sont insérées entre les moises de manière à permettre le développement d'un système racinaire dense.

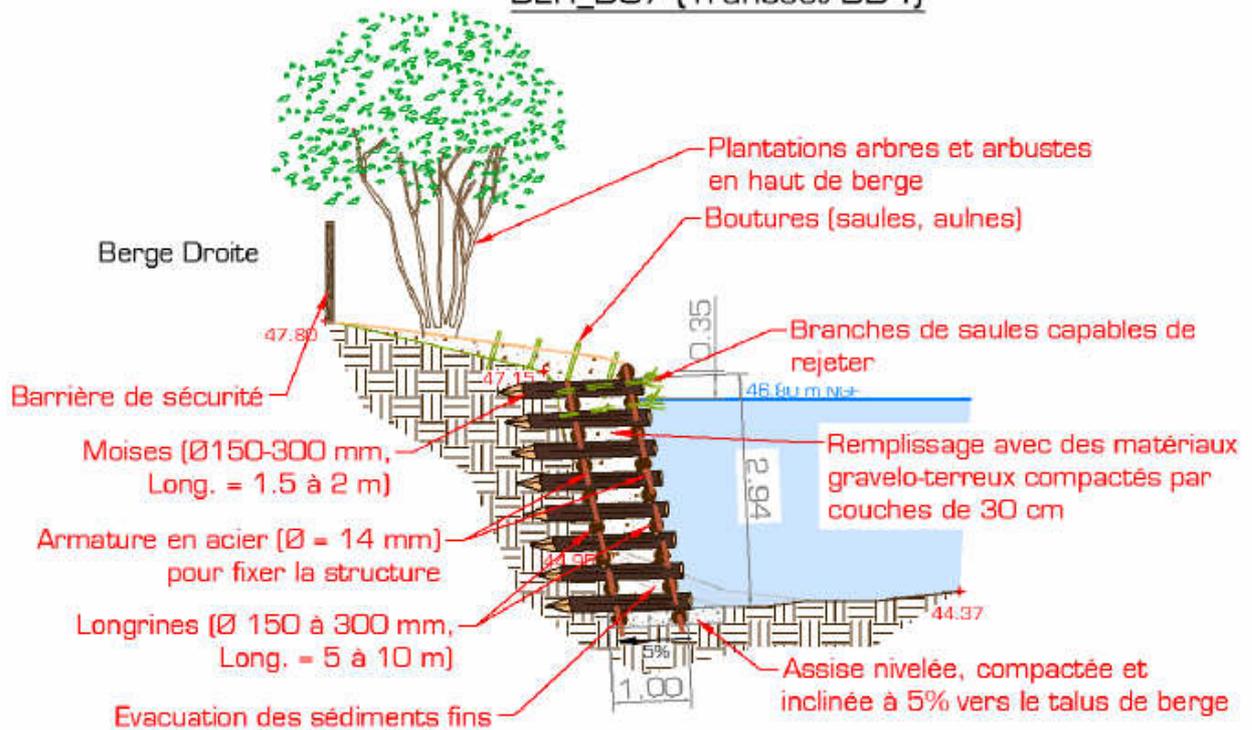
Le caisson de haut de berge est calé à la cote 47.15 m NGF de manière à faire obstacle au batillage et favoriser le développement de la végétation.

Le talus de berge sera ensuite remblayé en pente douce entre le haut du caisson et la crête de berge. Il sera recouvert d'un géotextile biodégradable en fibres de coco dans lequel des boutures de saules seront également plantées. Plus en retrait, d'autres espèces d'arbres adaptées aux berges de cours d'eau pourront être plantées de manière à diversifier la ripisylve.

Annexe 2 : Plans des aménagements

- Plan 2.2 : Profils transversaux des protections de berge préconisées sur l'Huisne

Protection mixte avec caissons végétalisés BER_DO7 (Transect BD4)



Le volume des matériaux nécessaires et le coût de l'aménagement est estimé dans le tableau suivant :

Aménagement	Quantité	
	BER_DO7 (77 ml)	BER_GO4 (33 ml)
Rondins pour la construction des caissons	1630 ml	750 ml
Matériaux de remplissage	231 m ³	99 m ³
Géotextile biodégradable en fibre de coco (740 g/m ²)	425 m ²	120 m ²
Coût estimatif de l'aménagement	46 000 € HT	19 000 € HT

Bilan avantage/inconvénient

Techniques	Gabions boîtes	Caissons végétalisés
Efficacité de la protection, durabilité	++	+ Pourrissement progressif du bois mort des caissons supérieurs
Intérêt biologique	++ Végétalisation plus aisée	++ Anfractuosités pouvant servir d'habitats
Qualité esthétique	++ Possibilité de végétaliser	+++ Végétalisation complète de la partie supérieure de l'ouvrage
Incidences hydrauliques	+ Réduction de la section d'écoulement	+ Réduction de la section d'écoulement
Intégration des rejets (assainissement, pluvial, industriel)	- Modularité plus difficile pour l'intégration des rejets en place et futur	+ Intégration plus aisée des rejets dans la protection de berge
Entretien	++ Faible, gestion de la ripisylve	+ Entretien plus régulier pour la gestion des saules implantés dans les caissons
Coût total	- 94 000 € HT	+ 65 000 € HT

La solution des caissons végétalisés est la plus intéressante pour le milieu et en fonction des coûts. Toutefois, la durabilité de l'ouvrage peut être remise en cause en fonction de la gestion des niveaux d'eau.

Pour ces 2 aménagements, l'entretien consiste à gérer la ripisylve : débroussaillage sélectif et léger élagage. Le coût d'entretien est estimé à 1.5 € HT/ml/an.

ANNEXE n°6



Plan de l'emplacement prévu pour les batardeaux sur le barrage

Le batardeau ne pourra pas être uniquement localisé au droit du clapet car les camions et pelles ne peuvent accéder à la berge. Il convient donc de localiser le batardeau à l'amont en appui sur la rive droite de l'Huisne (cf. figure ci-après). On notera que des travaux sur les berges sont prévus à l'amont. Il Pourrat donc être réalisé un batardeau commun plus à l'amont.

La longueur du batardeau est estimée à 40 m, avec une hauteur variant entre 3 m (sur la berge droite) et 2.5 m au droit du seuil. La cote de crête minimale conseillée est de 47.1 m NGF soit environ 50 cm au dessus de la cote du déversoir. Le volume de remblai est estimé en première approche à 500 m³. La surface de géosynthétique est estimée à 150 m².

Le coût total est estimé à 30 000 € HT. Ce coût comprend les travaux préparatoires, l'apport de matériaux et le compactage.



Figure 3-3 : Localisation du batardeau

ANNEXE n°7



Programme de l'optimisation de la production d'hydroélectricité au barrage de l'Epau



**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
Service Nature en Ville
CS 40010
72039 LE MANS CEDEX 9**

**OPTIMISATION DE LA PRODUCTION
D'HYDROELECTRICITE AU BARRAGE DE L'EPAU
(LE MANS –YVRE L'EVEQUE – 72)**

PROGRAMME



1. Contexte

Le Mans Métropole est propriétaire du barrage de l'Epau, ouvrage situé sur l'Huisne sur la commune d'Yvré l'Evêque au niveau de la maison de l'eau, immédiatement en aval de la prise d'eau de l'usine de l'eau qu'elle exploite et qui alimente en eau potable l'ensemble de l'agglomération.

Le maintien de ce barrage en bon état est essentiel au fonctionnement de l'Unité de Production d'Eau Potable de l'Epau (U.P.E.P.E.) : en effet, il permet de maintenir un niveau de l'Huisne suffisant et stable pour assurer un pompage efficace de l'eau brute. De plus, ce barrage permet depuis 2014 la production d'hydroélectricité via une roue à aube remise en état avec un objectif pédagogique (maison de l'eau).

La présence de deux roues à aubes dans un bâtiment de la maison de l'eau - dont une seule fonctionne uniquement sur les périodes d'ouverture de la maison de l'eau - suggère un potentiel hydroélectrique non exploité.

Le bureau d'étude Hydrostadium a donc été mandaté en 2019 afin de réaliser une étude de faisabilité de l'optimisation de la production hydroélectrique sur ce barrage en :

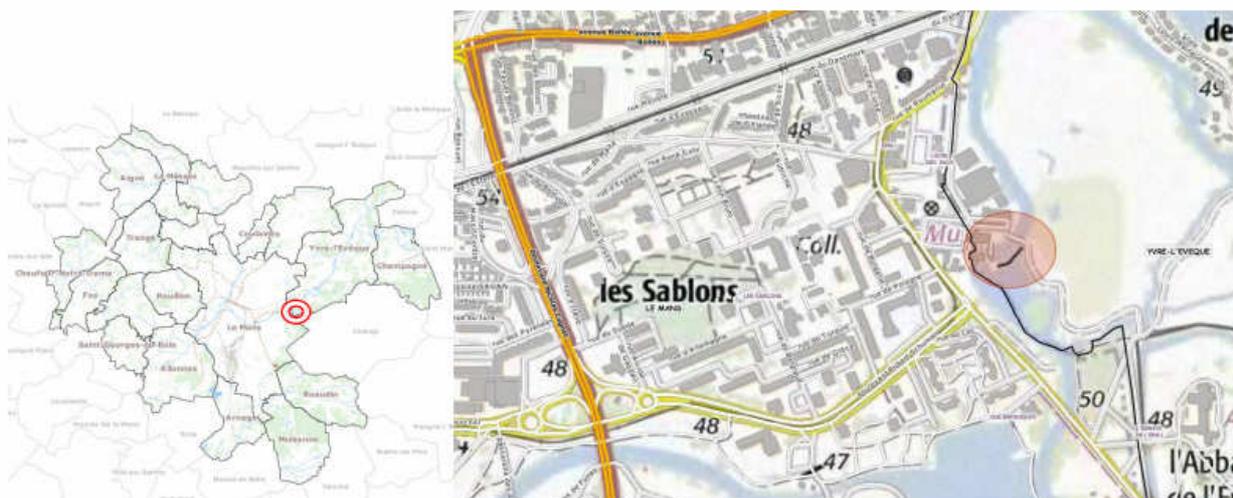
- optimisant le fonctionnement de la roue à aubes restaurée en 2014,
- implantant des dispositifs supplémentaires permettant d'augmenter la production annuelle totale du site.

Les conclusions de celles-ci confirment que le débit moyen disponible de 15 m³/s de l'Huisne permet la coexistence des différents usages suivants : eau potable, continuité écologique et production hydroélectrique, et que la hauteur de chute, comprise entre 1,90m et 1,20m, permettrait une production hydroélectrique supérieure à l'existante.

Différents dispositifs supplémentaires de production hydroélectrique ont été étudiés (turbine, vis hydrodynamique, rénovation de la roue à aubes existante...), en plus de l'optimisation du fonctionnement de la roue à aubes déjà productrice.

Le programme ci-après propose d'en pré-retenir deux, répondant aux enjeux du site et aux objectifs fixés. Ces deux scénarii seront étudiés dans le cadre d'un marché de maîtrise d'œuvre qui permettra de valider, par une nouvelle délibération, la solution la plus adaptée au site et ses enjeux et aux objectifs.

2. Localisation du barrage de l'Epau





3. Contenu du projet

Missions du MOE :

Le Mans Métropole souhaite, sur la base des conclusions de l'étude de faisabilité et du choix du comité de pilotage de pré-retenir deux solutions, engager un maître d'œuvre qui aura en charge :

- les études préalables visant au choix, en fin de phase AVP, d'une solution ;
- la mise en œuvre de la solution retenue et le suivi de la réalisation des travaux.

Le maître d'œuvre devra réaliser les études nécessaires pour retenir une solution qui sera approuvée par délibération du conseil communautaire. Il devra ensuite finaliser le projet, rédiger le dossier de consultation des entreprises et effectuer le montage des dossiers réglementaires d'autorisation de travaux correspondants.

Enfin, il devra prendre en charge l'assistance et l'accompagnement du Maître d'Ouvrage durant l'ensemble de l'exécution des travaux. Il assurera le suivi des travaux du début à la fin.

Parallèlement, il assurera pendant toute la durée du chantier l'information du public.

Le coût estimé pour les études de maîtrise d'œuvre est de 200 000 € HT (240 000€ TTC).

Ce projet est étroitement lié avec celui de restauration de la continuité écologique sur l'ouvrage dont le programme a été validé par le conseil communautaire en janvier 2019, notamment en termes d'implantation des équipements et de répartition des débits. Aussi, il sera nécessaire de confier la maîtrise d'œuvre de ces deux projets à un unique prestataire, en veillant à ce que ces deux projets restent distincts puisque répondant à des objectifs différents sur des calendriers différents.

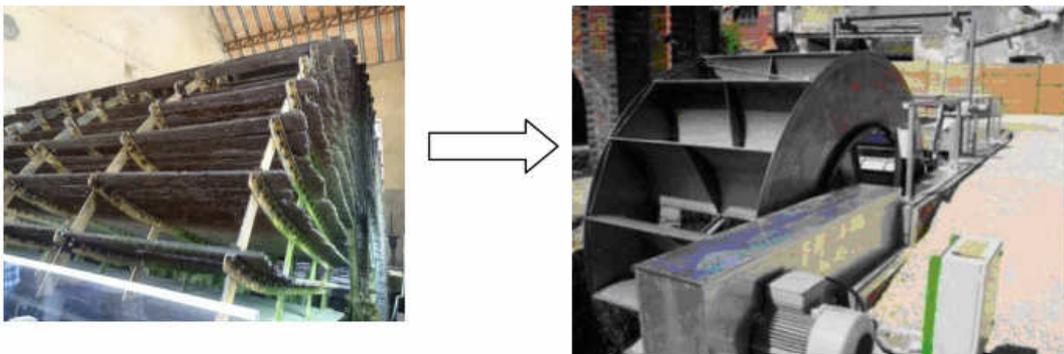
Descriptions des aménagements :

Les aménagements consistent en :

- l'optimisation du fonctionnement de la roue à aubes restaurée en 2014, notamment par des travaux de sécurisation du bâtiment qui l'abrite ;
- l'implantation d'un dispositif supplémentaire de production hydroélectrique permettant d'augmenter la production annuelle totale du site.

Parmi les 5 dispositifs étudiés, deux ont été retenus à l'issue des études de faisabilité, à étudier dans le cadre d'un marché de maîtrise d'œuvre qui permettra de valider la solution la plus adaptée au site et ses enjeux, et aux objectifs.

La première solution (S1) consiste, en plus de l'optimisation du fonctionnement de la roue existante et restaurée en 2014, à remplacer la seconde roue à aubes existante sur le site, en mauvais état, par une nouvelle roue ayant pour objectif principal la production d'hydroélectricité, étant entendu que sa disposition, dans la maison de l'eau et à proximité de la roue restaurée selon des techniques anciennes, permettra également sa valorisation.



L'investissement est estimé à 1,1 million d'euros. Il permet de produire annuellement 612 MWh, et de dégager des recettes de l'ordre de 72k€ par an, soit un temps de retour sur investissement de l'ordre de 14 ans.

La seconde solution (S2) consiste, toujours en optimisant le fonctionnement de la roue restaurée en 2014, à installer en sortie du bâtiment abritant la seconde roue à aubes, une turbine VLH 3550 ou 3150.

Ces deux solutions devraient également permettre de réduire les dépôts sédimentaires constatés entre la passerelle d'accès au pavillon de l'eau et les entrées d'eau des deux roues à aubes et qui gênent le fonctionnement de la prise d'eau de secours de l'usine des eaux.

Communication auprès des usagers :

L'objectif principal est la production d'hydroélectricité mais l'objectif de valorisation pédagogique est également affirmé, de par la proximité immédiate du projet avec la maison de l'eau et des énergies de la collectivité.

Par ailleurs, étant donnée la fréquentation importante du public sur le site, une information est à prévoir pendant la phase travaux pour expliquer le projet.

Ces dispositifs de valorisation pédagogique et de communication sont évalués à 20 000€ HT (24 000 € TTC).

4. Financement du projet

Ce projet est donc estimé à :

- Etudes préalables, y compris la maîtrise d'œuvre : 200 000€ HT (240 000€ TTC)
- Travaux : Solution S1 : 1 120 000 € HT (1 344 000 € TTC)
 Solution S2 : 1 900 000 € HT (2 280 000 € TTC)
- Valorisation pédagogique et communication : 20 000 € HT (24 000 € TTC)

Soit au total :

- **1 360 000€ HT (1 584 000€ TTC)** pour la solution S1,
- **2 120 000 € HT (2 544 000 € TTC)** pour la solution S2.

Subventions envisageables :

Des subventions en faveur des énergies renouvelables seront recherchées auprès de l'Union européenne au titre du futur programme opérationnel régional FEDER 2021-2027 ainsi qu'auprès de l'ADEME, de l'Etat et de la Région des Pays de la Loire.

Il est cependant entendu que pour bénéficier du tarif de rachat H16 neuf (132€/MWh) sur lequel sont basés les calculs de rentabilité des différentes solutions, aucune aide financière publique ne doit être perçue pour la construction elle-même.



Délibération concernant l'optimisation de la production d'hydroélectricité
au barrage de l'Epau



41

CONSEIL COMMUNAUTAIRE

Séance du 30 janvier 2020

**41- Yvré l'Evêque - Optimisation de la production hydroélectrique du Barrage de l'Epau
Approbation du programme, de l'enveloppe financière prévisionnelle et des demandes
de subvention**

Direction Environnement - Service Nature en ville

Rapporteur(s) M. Marcel MORTREAU

Le Mans Métropole est propriétaire du barrage de l'Epau. Ce barrage est indispensable à la production d'eau potable de l'agglomération. Il permet en effet de maintenir une ligne d'eau suffisante pour le pompage de l'eau brute.

Pour répondre à l'obligation réglementaire de restauration de la continuité écologique de l'Huisne, Le Mans Métropole s'est engagé, par délibération du 25 janvier 2019, à créer une passe à poissons sur le barrage et restaurer les berges amont et aval.

Le barrage de l'Epau permet également depuis 2014 la production d'hydro-électricité via une roue à aube, remise en état dans un objectif pédagogique. Il apparaît aujourd'hui opportun, en réponse aux enjeux actuels de développement durable et de production d'énergies propres, d'optimiser ce dispositif de production hydro-électrique.

Le bureau d'étude Hydrostadium a donc été mandaté pour la réalisation d'une étude de faisabilité afin de :

- optimiser le fonctionnement de la roue à aubes restaurée en 2014, notamment par des travaux de sécurisation du bâtiment qui l'abrite,
- implanter des dispositifs supplémentaires permettant d'augmenter la production électrique.

L'étude a permis de confirmer que ce projet est compatible avec celui de restauration de la continuité écologique de l'Huisne au niveau du barrage. En effet, le débit moyen disponible de 15 m³/s permet la coexistence des différents usages (eau potable, continuité écologique et production hydroélectrique).

A l'issue de l'étude de faisabilité technique et financière, deux scénarii pourraient être étudiés en phase de maîtrise d'œuvre pour permettre de valider la solution la plus adaptée au site et aux objectifs.

La première solution consisterait à :

- optimiser le fonctionnement de la roue existante,
- remplacer la seconde roue par un matériel performant.

L'investissement serait d'environ 1,1 million d'euros. Il permettrait de produire annuellement 612 MWh, et de dégager des recettes de l'ordre de 72k€ par an, soit un temps de retour sur investissement de l'ordre de 14 ans.

La seconde solution consisterait à :

- optimiser le fonctionnement de la roue existante,
- installer une turbine VLH 3550 ou 3150 à la sortie du bâtiment.

L'investissement serait d'environ 1,9 million d'euros. Il permettrait de produire annuellement 935 MWh, et de dégager des recettes de l'ordre de 114k€ par an, soit un temps de retour sur investissement de l'ordre de 16 ans.

De par la complexité du projet, la maîtrise d'œuvre serait confiée à un prestataire privé et les travaux à des entreprises spécialisées selon le programme présenté en annexe.

Pour ce qui est des travaux strictement liés à la production hydroélectrique, les coûts estimés sont les suivants :

- études préalables, y compris la maîtrise d'œuvre : 200 000 € HT (240 000 € TTC),
- travaux (selon la solution technique retenue) : entre : 1 120 000 € HT (1 344 000 € TTC),
et : 1 900 000 € HT (2 280 000 € TTC),
- valorisation pédagogique et communication : 20 000 € HT (24 000 € TTC).

Soit au total :

- 1 360 000 € HT (1 584 000 € TTC) pour la première solution,
- 2 120 000 € HT (2 544 000 € TTC) pour la seconde solution.

Des subventions en faveur des énergies renouvelables seront recherchées auprès de l'Union européenne au titre du futur programme opérationnel régional FEDER 2021-2027 ainsi qu'auprès de l'ADEME, de l'Etat et de la Région des Pays de la Loire. Il est cependant entendu que pour bénéficier du tarif de rachat H16 neuf (132€/MWh) sur lequel sont basés les calculs de rentabilité des différentes solutions, aucune aide financière publique ne doit être perçue pour la construction elle-même.

En conséquence, je vous demande mes Chers Collègues, de bien vouloir :

- approuver le programme de travaux d'optimisation de la production hydroélectrique et son enveloppe financière prévisionnelle de 1 360 000€ HT (1 584 000 € TTC) pour la première solution ou de 2 120 000 € HT (2 544 000 € TTC) pour la seconde solution,
- autoriser Monsieur le Président de Le Mans Métropole à lancer les études de maîtrise d'œuvre, en lien avec celles relatives à la restauration de la continuité écologique, étant entendu que la validation de la solution retenue après études sera soumise au vote d'un prochain conseil communautaire,
- autoriser Monsieur le Président de Le Mans Métropole à solliciter dès à présent les subventions auprès des financeurs potentiels,
- régler les dépenses correspondantes sur les crédits inscrits (opération 28, article 831.2312) et sur ceux qui le seront aux prochains documents budgétaires.

ADOPTE A L'UNANIMITE



N° d'identification : lmc1DEL192254H1

Affichage le 31 janvier 2020

Délibération exécutoire le 31 janvier 2020



Etude de faisabilité de production d'hydroélectricité

Présentation du COPIL n°3 :

Détails des solutions retenues



Etude de faisabilité pour une production hydroélectrique

Barrage de l'Epau – COPIL n°3



07/01/2020

Sommaire

1. Remise en contexte
2. Equipement d'une nouvelle roue à aubes
 1. Description technique de la solution
 2. Investissement et rentabilité de la solution
 3. Exploitation et maintenance
 4. Points importants à consolider
3. Equipement d'une VLH
 1. Description technique de la solution
 2. Investissement et rentabilité de la solution
 3. Exploitation et maintenance
 4. Points importants à consolider
4. Bilan et synthèse sur les solutions
5. Discussion et suites de la réunion

Remise en contexte

- ❑ Une étude de faisabilité étayant un cahier des charges pour un marché de MOE en trois parties dont une seule est subventionnée :
 - ❑ Partie environnementale (Continuité écologique, restauration des berges)
 - ❑ Partie remise en état du barrage
 - ❑ Partie hydroélectrique

- ❑ Cinq solutions étudiées :
 - ~~❑ Solution 1 : Rénovation de la roue existante~~
 - ❑ Solution 1bis : Equipement d'une nouvelle roue à aubes
 - ❑ Solution 2 : Equipement d'une VLH 3150
 - ~~❑ Solution 3 : Equipement de vis hydrodynamique~~
 - ~~❑ Solution 4 : Equipement d'une Waterwing~~

- ❑ Deux solutions retenues suite à la réunion des élus l
 - ❑ Remplacement de la roue à aubes non fonctionnelle |
 - ❑ Equipement d'une turbine VLH à la sortie du pertuis l roues



Equipement d'une nouvelle roue à aubes

- 1.1- Description technique
- 1.2- Investissement et rentabilité
- 1.3- Exploitation et maintenance
- 1.4- Points à consolider



HYDROWATT

REVITA

H3E



Equipement d'une nouvelle roue à aubes

1.1- Description technique
1.2- Investissement et rentabilité
1.3- Exploitation et maintenance
1.4- Points à consolider

Q_{ep} (m ³ /s)	4
Rendement total (%)	62
Puissance maximale brute (kW)	75
Productible annuel total (MWh)	612



Equipement d'une nouvelle roue à aubes

1.1- Description technique
1.2- Investissement et rentabilité
1.3- Exploitation et maintenance
1.4- Points à consolider

❑ Deux phases d'étude :

- ❑ **AVANT PROJET** comprenant les études complémentaires (Levés topographiques, sondages géotechniques, études environnementales et montage du dossier réglementaire).
- ❑ **PROJET** (Etudes de validation et d'optimisation concernant la solution choisie à la suite de l'avant projet, réalisation des plans, rédaction du CCTP, ...etc.).
- ❑ **Lancement des travaux**

❑ Travaux en plusieurs étapes :

- ❑ Mise en place des installations de chantier et aménagement des accès
- ❑ Mise hors d'eau du site et curage amont-aval
- ❑ Dépose et évacuation de l'ancienne roue à aubes et des équipements électromécaniques
- ❑ Adaptation du pertuis (Génie civil, système de vannage, grilles)
- ❑ Fourniture et installation du groupe (y compris contrôle commande, et système de vannage)
- ❑ Raccordement et mise en service
- ❑ Repli des installations de chantiers

Equipement d'une nouvelle roue à aubes

1.1- Description technique
1.2- Investissement et rentabilité
1.3- Exploitation et maintenance
1.4- Points à consolider

Investissement estimé à 1.02 M€ décomposé comme suit :

- Génie Civil et terrassement : 281 k€
- Equipements hydromécaniques et électriques : 400 k€
- Etudes complémentaires : 60 k€
- Maitrise d'œuvre : 8 %
- Aléas : 30 %

Cette enveloppe budgétaire ne tiens pas compte des risques vis à vis du bâtiment des roues et des risques vis à vis de la pollution des environnants (sols, bâtiments, sédiments, ...).

Recettes estimées à 72 k€ par an sur la base du tarif de rachat H16 (c.à.d. 132€/MWh)

Un temps de retour sur investissement estimé à 14.1 ans

Equipement d'une nouvelle roue à aubes

1.1- Description technique
1.2- Investissement et rentabilité
1.3- Exploitation et maintenance
1.4- Points à consolider

Maintenance identique à la roue en fonctionnement

Surveillance et entretien journalier

- Graissage des arbres, courroies, ... etc.
- Vérification de la production électrique et des pertes de charges
- Gestion des défauts
- Contrôle sur site/inspection visuelle
- Dégrillage

Maintenance lourde → Consultation d'un turbinier spécialisé dans les roues à aubes

Equipement d'une nouvelle roue à aubes

1.1- Description technique
1.2- Investissement et rentabilité
1.3- Exploitation et maintenance
1.4- Points à consolider

Valider la pertinence d'un nouvel équipement vis-à-vis d'une rénovation de la roue actuelle auprès d'un turbinier spécialisé.

Acceptation par l'AFB de l'ichtyo compatibilité de la roue à aubes

Multiples études complémentaires (Diagnostic amiante et plomb sur la roue existante, GC, Grilles, équipements électromécaniques)

Entretien et maintenance à définir avec un turbinier spécialisé dans les roues à aubes

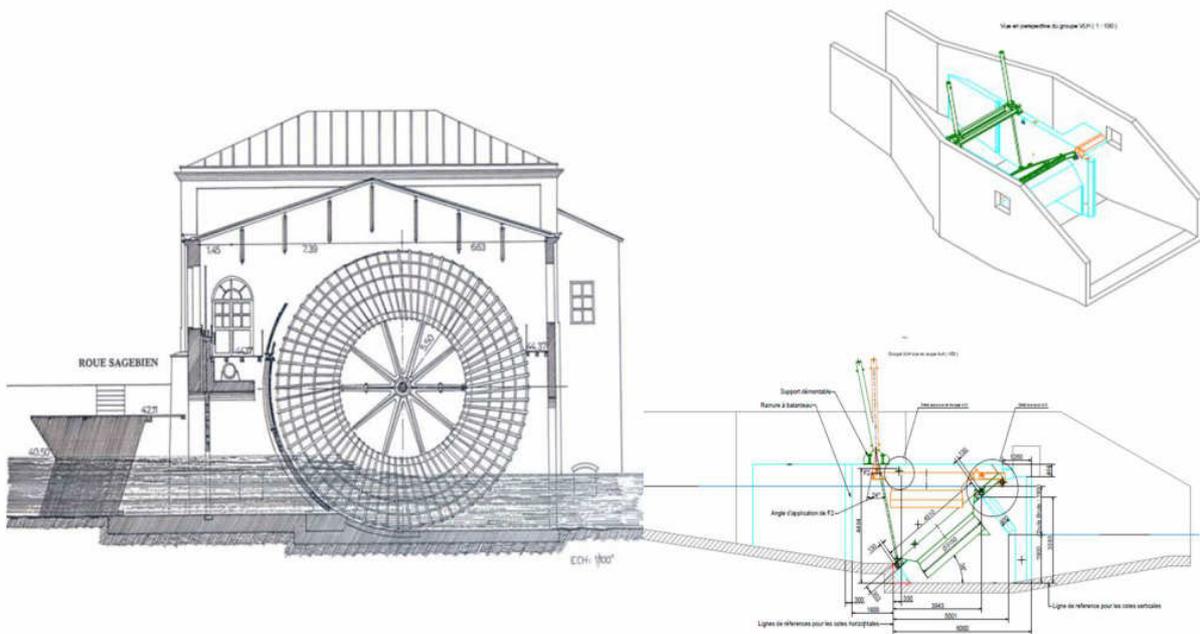
Equipement d'une VLH

- 1.1- Description technique
- 1.2- Investissement et rentabilité
- 1.3- Exploitation et maintenance
- 1.4- Points à consolider



Equipement d'une VLH

- 1.1- Description technique
- 1.2- Investissement et rentabilité
- 1.3- Exploitation et maintenance
- 1.4- Points à consolider



Equipement d'une VLH

1.1- Description technique
1.2- Investissement et rentabilité
1.3- Exploitation et maintenance
1.4- Points à consolider

Q_{ep} (m ³ /s)	9.3
Rendement total (%)	82
Puissance maximale brute (kW)	173
Productible annuel total (MWh)	935



Equipement d'une VLH

1.1- Description technique
1.2- Investissement et rentabilité
1.3- Exploitation et maintenance
1.4- Points à consolider

☐ Travaux en plusieurs étapes :

- Mise en place des installations de chantier et aménagement des accès
- Mise hors d'eau du site et curage amont-aval
- Dépose et évacuation de l'ancienne roue à aubes et des équipements électromécaniques
- Adaptation du puits (Génie civil, système de vannage, grilles)
- Terrassement nécessaire à la submersion de la VLH 3150
- Réalisation béton grossier
- Réalisation radier
- Réalisation bajoyers
- Préparation de la structure pour accueil du châssis et du groupe VLH 3150
- Fourniture et installation du groupe (y compris contrôle commande, et système de vannage)
- Raccordement et mise en service
- Repli des installations de chantiers

Equipement d'une VLH

1.1- Description technique
 1.2- Investissement et rentabilité
 1.3- Exploitation et maintenance
 1.4- Points à consolider

Investissement estimé à 1.87 M€ décomposé comme suit :

- Génie Civil et terrassement : 470 k€
- Equipements hydromécaniques et électriques : 930 k€
- Etudes complémentaires : 60 k€
- Maitrise d'œuvre : 8 %
- Aléas : 20 %

Cette enveloppe budgétaire ne tiens pas compte des risques vis à vis du bâtiment des roues et des risques vis à vis de la pollution des environnants (sols, bâtiments, sédiments, ...).

Recettes estimées à 115 k€ par an sur la base du tarif de rachat H16 Neuf (c.à.d. 132€/MWh)

Un temps de retour sur investissement estimé à 16.3 ans

Equipement d'une VLH

1.1- Description technique
 1.2- Investissement et rentabilité
 1.3- Exploitation et maintenance
 1.4- Points à consolider

Maintenance classique		
Occurrence	Taches principales à réaliser	Achats d'équipements / Heures de maintenance
Maintenance courante	Lubrification du joint d'arbre et des paliers Changement des filtres d'air (notamment des convertisseurs de fréquences) Maintenance des centrales à huile et à air.	60h 2000 €
3 ans	Machine hors d'eau en position relevée. Remplacement ventilateurs, raccord rotatif, batteries, vidange centrale à huile. Contrôle du dégrilleur, changement des pièces d'usure, le coût et l'étendue des changements dépendent du nombre de cycles d'utilisation du dégrilleur et de la taille de la VLH.	144h 15 000 €
6 ans	Remplacement flexibles hydrauliques et kit ABB variateurs	24h 6000 €
10 ans	Remplacement des accumulateurs ou test, remplacements des condensateurs, ventilateurs du local	48h 8000 €
15 ans	Dépose VLH et maintenance complète en atelier MJ2 avec remplacement des roulements	6 semaines 30 000 €
30 ans (Durée estimative)	Remplacement éventuel du contrôle commande et centrale hydraulique, dépose et remise en peinture des éléments métalliques, rénovation de l'alternateur.	6 semaines 80 000 €

Équipement d'une VLH

1.1- Description technique
 1.2- Investissement et rentabilité
 1.3- Exploitation et maintenance
 1.4- Points à consolider

- ❑ Réaliser une expertise génie civil pour valider la stabilité du bâtiment des roues suite à la mise en eau de la VLH.
- ❑ Acceptation par l'AFB de la solution concernant le débit d'attrait de la passe à poissons située sous le local de réception.
- ❑ Multiples études complémentaires (Diagnostic amiante et plomb sur la roue existante, GC, Grilles, équipements électromécaniques)
- ❑ Interface sol/structure à déterminer (Terrassement relativement conséquent = Expertise géotechnique à réaliser)

Bilan sur les solutions

Solution	Roue à aubes	VLH 3150
Caractéristiques	- Qep = 4 m³/s P = 75kW η tot = 62 % 612 MWh	+ Qep = 9.3 m³/s P = 173kW η tot = 82 % 935 MWh
Continuité écologique	Solution D5a (Sous le local) Turbine ichtyo-compatible	Solution D5a (Sous le local) Turbine ichtyo-compatible
Travaux	+ Grutage estimé non nécessaire Adaptation Génie civil pour la nouvelle roue	- Terrassement conséquent Stabilité du sol et du bâtiment Travaux GC importants
Exploitation	+ Identique à la roue existante Beaucoup plus simple	- Chronophage et demande plus de compétences <u>Compétences</u> Oléo hydraulique ; Variation de vitesse et de fréquence (électronique de puissance) ; Hydro-électrique ; Pneumatique ; Dégrilleur rotatif
Maintenance	+ Plus robuste de par sa simplicité	- Complexe
Coûts global de l'opération	≈ 1 M€	≈ 1.9 M€
TRI	14.1 ans	16.3 ans

Synthèse

Solution	Roue à aubes	VLH 3150
BILAN	Solution demandant le moins d'investissement	Solution la plus chère
	Production moyenne	Bonne production
	Adaptation Génie civil pour la nouvelle roue	Travaux conséquents
	Facilité de maintenance et d'exploitation	Difficile d'exploitation et de maintenance
	Reste à être validée par l'AFB	Reste à être validée par l'AFB

Discussion et suites de la réunion

- Plusieurs points à consolider propres à chaque solutions.
- Prise en charge de l'exploitation
- Tarif de rachat H16 Neuf et subventions
- Rendu de l'étude prévu pour le 20/01/2020



PLAN GÉNÉRAL DES AMÉNAGEMENTS BARRAGE DE L'ÉPAU

