

RECONSTRUCTION DU BARRAGE D'EPINEAU

PIECES TECHNIQUES POUR PHASE CANDIDATURE

Table des matières

1	GÉNÉRALITÉS	3
1.1	GÉNÉRALITÉS SUR LE PROJET	3
1.1.1	Contexte général du projet	3
1.1.2	Inventaire des travaux à réaliser	4
1.1.3	Partition des travaux en lots	4
1.1.4	Variantes	4
1.1.5	Prix forfaitaires	4
1.2	CONTEXTE GÉNÉRAL DU SITE ET AUTRES DONNÉES DE BASE	5
1.2.1	Présentation des ouvrages existants	5
1.2.2	Prise en compte des contraintes	9
1.2.3	Période de travaux fixée	2
2	DESCRIPTION DES TRAVAUX PRÉVUS AU MARCHÉ	3
2.1	IMPLANTATION DES OUVRAGES	3
2.2	RÉALISATION DU NOUVEAU BARRAGE MOBILE	3
2.2.1	Description géométrique du nouveau barrage	3
2.2.2	Description des éléments de structure	8
2.2.3	Description et justification du système de fondation du nouveau barrage	13
2.2.4	Description détaillée des bouchures mobiles de type clapet et de leurs organes de manœuvre	14
2.2.5	Description des passerelles mobiles	24
2.2.6	Description des plateformes	27
2.2.7	Comblement de la fosse de manœuvre des hausses	28
2.3	RÉALISATION DU FRANCHISSEMENT PISCICOLE	28
2.3.1	Caractéristiques générales du dispositif de franchissement piscicole	28
2.3.2	Caractéristiques de l'ouvrage piscicole	30
2.3.3	Aspects dédiés au phasage, au mode de réalisation et à la spécificité des travaux	40
2.3.4	Réglages	41
2.4	PROLONGEMENT DU SEUIL FIXE	41
2.4.1	Description des éléments de structure	41
2.4.2	Déconstruction de l'existant	41
2.4.3	Raccordement inter-ouvrages	42
2.4.4	Enrochements percolés à l'aval	42
2.4.5	Phasage et accès à la zone de travaux	42
2.5	CONFORTEMENT DU SEUIL FIXE EXISTANT	42
2.6	DESCRIPTION DES ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES, D'INSTRUMENTATION, DE TÉLÉGESTION ET DE SUPERVISION	45
2.6.1	Instrumentation du barrage	45
2.6.2	Alimentation électrique	45
2.6.3	Groupe électrogène	47
2.6.4	Armoire générale de puissance	47
2.6.5	Armoire générale de contrôle	47
2.6.6	Armoire sous distribution barrage	48
2.6.7	IHM	49
2.6.8	Coffret de commande déporté	49

2.6.9	Éclairage extérieur	50
2.6.10	Vidéosurveillance	51
2.6.11	Autres équipements du local de commande	51
2.6.12	Mode de fonctionnement du barrage	52
2.6.13	Architecture électrique du contrôle commande	54
2.7	AMÉNAGEMENTS CONNEXES	58
2.7.1	Aménagement du local de commande	58
2.7.2	Aménagement des accès	59
2.7.3	Aménagement des abords	59
2.7.4	Aménagement de l'aval-radier	61
2.7.5	Aménagement d'un embarcadère-débarcadère pour canoës-kayaks	61
2.7.6	Signalisation du site	62
2.7.7	Protection des chocs accidentels de bateaux	63
2.7.8	Ouvrage de régulation provisoire entre la phase 1 et 2	63
3	DESCRIPTION DES BATARDEAUX, INSTALLATIONS ET ACCÈS DE CHANTIER	65
3.1	BATARDEAUX DE CHANTIER	65
3.1.1	Généralités	65
3.1.2	Nécessité des mises à sec	65
3.1.3	Continuité des débits	66
3.1.4	Solutions de batardage amont et aval envisagées par le maître d'œuvre	66
3.1.5	Solutions envisageables pour le batardage	67
3.1.6	Alternatives pour le batardage	68
3.1.7	Gestion des crues	68
3.2	PROJET DES INSTALLATIONS DE CHANTIER ET DES ACCÈS	68
3.2.1	Installations générales	68
3.2.2	Accès à la zone de travaux	72
3.2.3	Plateforme de chantier	72

1 Généralités

1.1 Généralités sur le projet

1.1.1 Contexte général du projet

Voies navigables de France (VNF) exploite aujourd'hui près de 100 barrages de navigation conçus et construits à la fin du 19ème et au début du 20ème siècle, destinés à réguler les débits et niveaux d'eau.

Ces barrages sont de technologie ancienne, reposant sur des ouvrages manuels. Leur remplacement par des ouvrages modernisés est rendu nécessaire pour optimiser la gestion hydraulique des rivières et de leur environnement et assurer des bonnes conditions de travail au personnel d'exploitation.

Dans un cadre général, les objectifs de Voies Navigables de France (VNF), maître de l'ouvrage, sont :

1. D'assurer la sécurité des ouvrages et de l'exploitation sur l'ensemble de la ligne d'eau par la modernisation des barrages ;
2. D'assurer la sécurité des utilisateurs et améliorer les capacités d'accueil du cours d'eau (fiabilisation du réseau et de ses équipements, création des conditions de développement de l'utilisation commerciale et touristique) ;
3. De valoriser le domaine en développant notamment l'utilisation de la voie d'eau.

Le barrage d'Epineau fait partie des barrages dit manuels qui composent le parc de VNF et représente à ce jour une centaine d'ouvrages pour lesquels une réhabilitation/reconstruction est envisagée à plus ou moins court terme.

Les principales problématiques de ces barrages manuels sont :

- Une dangerosité et une pénibilité de manœuvres du fait des manipulations des hausses ou des aiguilles pour les besoins de relevage ou d'affaissement du barrage ;
- Une exposition aux embâcles engendrant des opérations de nettoyage lourdes nécessitant des moyens humains et matériels importants ;
- L'absence d'ouvrage de franchissement piscicole.

Ces ouvrages nécessitent d'être reconstruit afin de :

- Maintenir la ligne d'eau pour la navigation de manière réactive ;
- Garantir une gestion hydraulique efficace ;
- Améliorer les conditions d'exploitation et de maintenance par la mise en sécurité des agents et la standardisation des ouvrages ;
- Rétablir la continuité écologique ;
- Renforcer les berges vis-à-vis des problématiques d'érosion externe.

En outre, et au-delà de ces problématiques intrinsèques aux barrages manuels, le barrage d'Epineau, et en particulier sa passe à hausses, fait l'objet d'une dégradation sévère mettant en évidence l'état extrêmement précaire de l'ouvrage. La rupture d'une des hausses en 2021 a conduit les équipes de VNF à positionner en urgence des aiguilles afin de combler l'ouverture créée. La solution palliative mise en place présente néanmoins certaines limites puisque les efforts se répercutent actuellement sur les hausses voisines qui risquent elles aussi de céder. En parallèle, le génie-civil et les passerelles de service présentent également un état de dégradation relativement avancée.

Cette opération s'inscrit pleinement dans le cadre de la programmation de la reconstruction et la modernisation de 25 barrages manuels de l'Yonne qui est une des cibles du Contrat d'Objectif et de Performance (COP) signé entre VNF et l'Etat.

1.1.2 Inventaire des travaux à réaliser

Hors travaux préalables, les travaux nécessaires à la reconstruction du barrage d'Epineau, au confortement et prolongement de son seuil déversant et à la création d'une passe à poissons peuvent se résumer comme suit :

- Démolition partielle de l'existant ;
- Reconstruction du barrage mobile à l'amont immédiat de l'existant par un barrage à clapets ;
- Réalisation d'un ouvrage de franchissement piscicole entre l'écluse et le barrage ;
- Confortement et prolongement du seuil déversant existant en rive droite ;
- Aménagement du local de commande en rive gauche et de sa rive ;
- Mise en sécurité de l'ensemble des aménagements.

1.1.3 Partition des travaux en lots

Il ne sera pas réalisé de découpage du marché en lots.

Le marché regroupera tous les corps d'état nécessaires à la réalisation du nouveau barrage mobile, de la construction de la passe à poissons, du confortement/prolongement de seuil, des équipements électriques, d'instrumentation, de télégestion et de supervision, ainsi que les aménagements connexes.

1.1.4 Variantes

Les variantes ne sont pas autorisées.

1.1.5 Prix forfaitaires

Afin de répondre à la plus grande adaptabilité des ouvrages possibles tout en garantissant le respect de leurs contraintes fonctionnelles respectives, le Bordereau des Prix Unitaires fait appel à certains prix forfaitaires appelés DPF.

Il est rappelé que les prix forfaitaires sont rémunérés par application de l'article 9.2 du CCAG étant précisé que l'Entreprise est seule responsable de la vérification des quantités indiqués dans les DPF. Le calendrier de rémunération est intégré dans le détail de chaque DPF.

L'entrepreneur est amené à proposer une solution conformément au CCTP et les DPF, en respectant les fondamentaux suivants :

- Prendre en compte le contexte géotechnique du site ;
- Définir une solution capable de reprendre l'ensemble des efforts imposées par les ouvrages à réaliser ;
- Prendre en compte le fonctionnement attendu du barrage à clapets, de la passe à poissons et du seuil, tel que spécifié au CCTP ;
- Respecter les cotes issues du fonctionnement hydraulique des ouvrages ;
- Respecter les clauses du Dossier d'Autorisation Environnemental Unique (DAEU).

Les ensembles suivants font l'objet d'un DPF :

- **DPF 0** : Accès de chantier ;
- **DPF 1** : Système de batardage de chantier et maîtrise des eaux pour la réalisation du barrage et de la passe à poisson lors de la phase 1 ;
- **DPF 1bis** : Ouvrage de régulation provisoire entre la phase 1 et 2 ;
- **DPF 2** : Système de batardage de chantier et maîtrise des eaux pour la réalisation du barrage lors de la phase 2 ;
- **DPF 3** : Système de batardage de chantier et maîtrise des eaux pour le confortement et le prolongement du seuil existant lors de la phase 3.

1.2 Contexte général du site et autres données de base

1.2.1 Présentation des ouvrages existants

1.2.1.1 Localisation des ouvrages existants

La barrage d'Epineau situé sur l'Yonne régule un bief navigable de 3,7 km. Le barrage d'Epineau reçoit les affluents du canal de Bourgogne et de l'Armançon et joue de ce fait un rôle important dans la gestion des crues.

L'ouvrage comporte de la rive gauche à la rive droite :

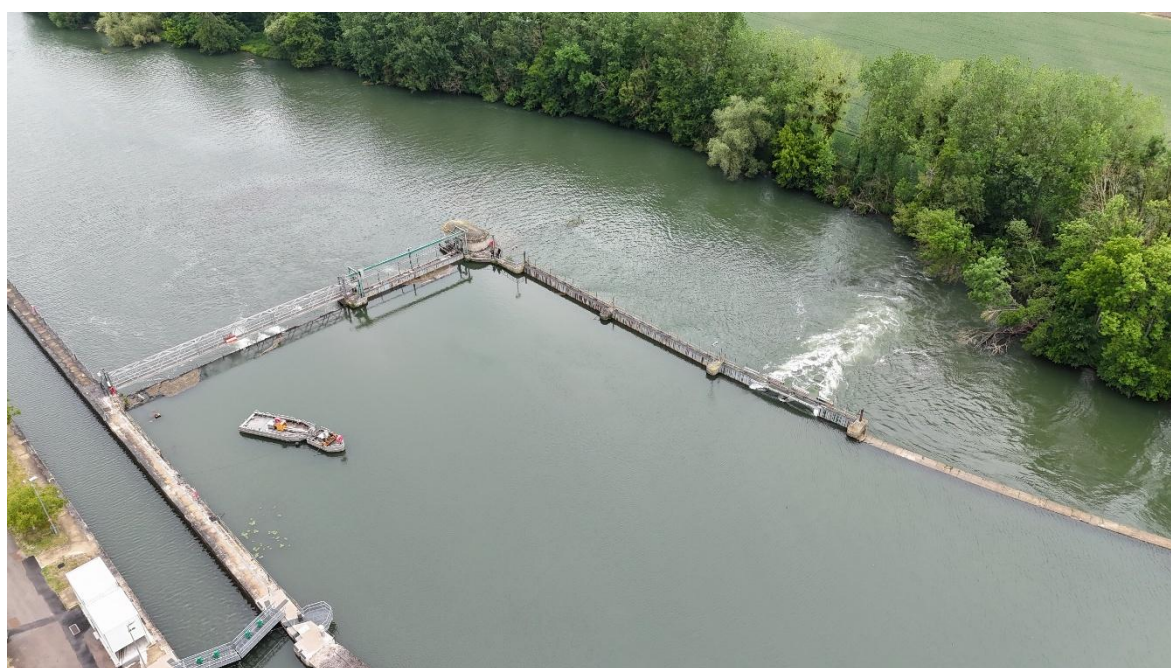
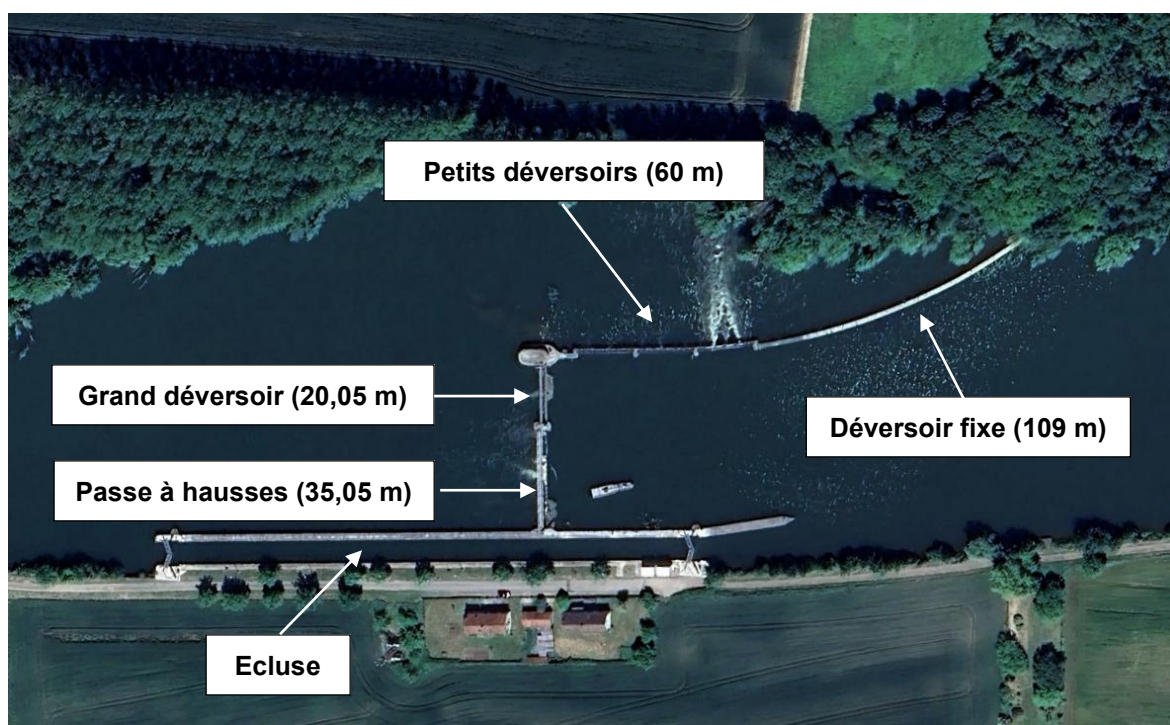
- Une berge rive gauche attenante à l'écluse en partie amont,
- Le bajoyer droit de l'écluse servant d'appui rive gauche au barrage,
- Une première passe équipée de hausses Chanoine,
- Une seconde passe équipée d'aiguilles, appelé Grand Déversoir,
- Une pile accueillant le magasin de stockage des aiguilles, séparant les deux passes d'un déversoir latéral remontant vers l'amont rive droite,
- Un déversoir latéral équipé d'aiguilles, appelé Petit Déversoir, séparé en trois parties numérotées vers l'amont de 1 à 3,
- Un déversoir fixe se raccordant à la berge rive droite,
- Une berge rive droite sans accès direct (foncier hors parcelle VNF).

D'une longueur totale de 224,1 m, le barrage se compose :

- D'une passe à hausses de 35.05m de long,
- D'une passe à aiguilles de 20.05 m de long,
- D'un déversoir latéral à aiguilles de 3 x 20 m de long,
- D'un déversoir fixe de 109 m de long,

La passe à aiguilles et le déversoir latéral à aiguille sont séparés par une pile en maçonnerie, également appelé pile « citrouille ».

Figure 1-1 : Configuration du barrage d'Epineau



1.2.1.2 Caractéristiques des ouvrages

Position du barrage :	PK 24,830 sur l'Yonne
RN amont actuelle :	79,48 m NGF
RN aval actuelle :	78,54 m NGF
Chute maximale :	0,94 m

PHEN :	79,88 m NGF
PHEC 1910 :	81,90 m NGF

Nota : les « nouvelles » RN après reconstruction des ouvrages seront les suivantes :

- RN amont : 79,50 mNGF ;
- RN aval (Z_étiage) : 78,63 mNGF.

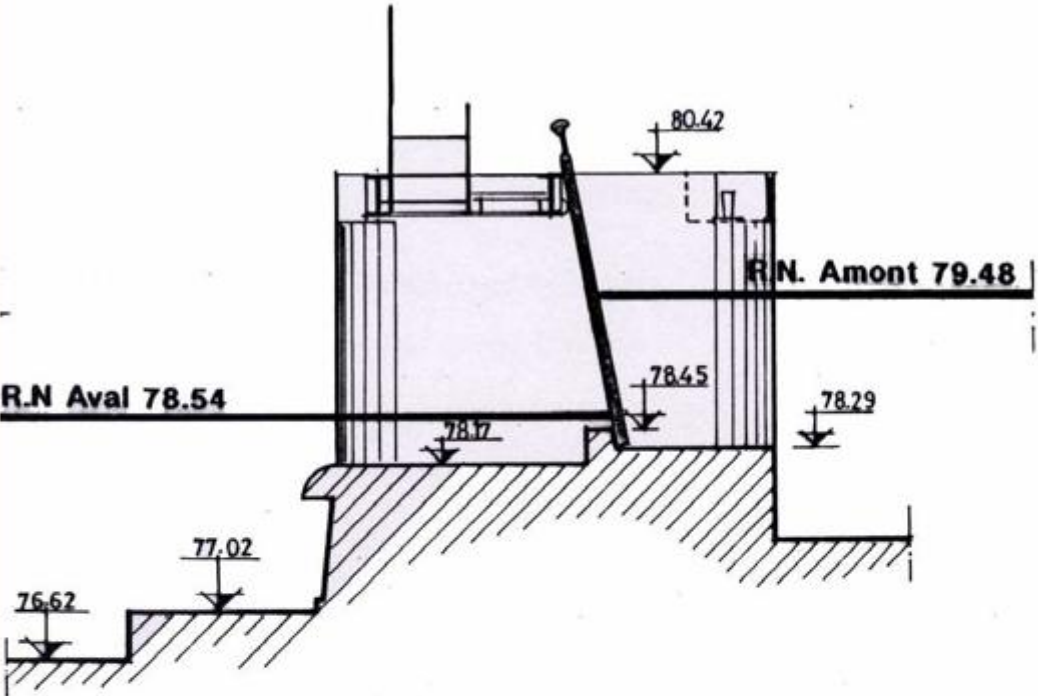
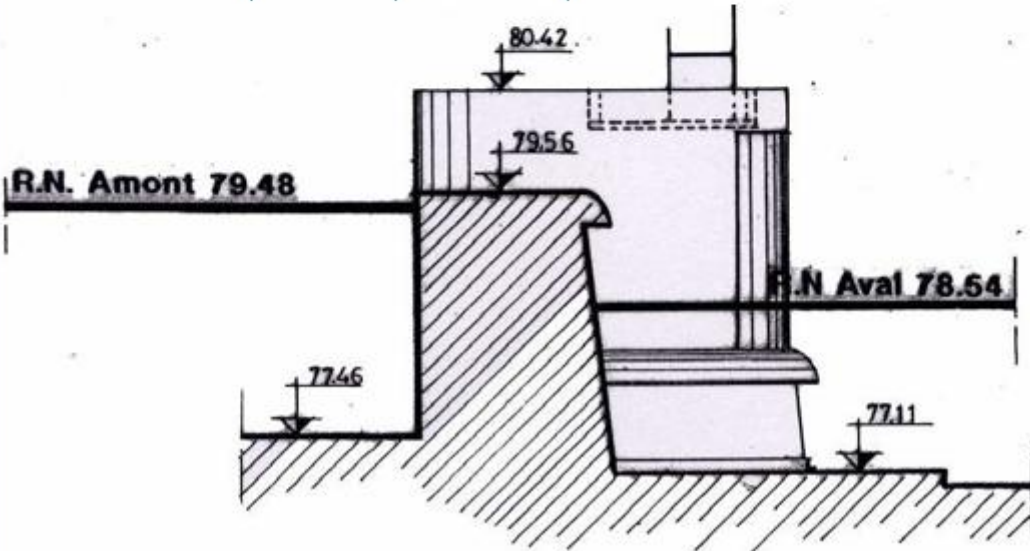
L'ensemble des cotes s'entendent dans le système NGF-IGN69.

Les caractéristiques géométriques des différentes parties d'ouvrage sont les suivantes :

Partie d'ouvrage	Longueur	Seuil	Précisions
Passe à hausses	35,05 m	76,70 m NGF	27 hausses

Nota : rajouter 30cm sur les cotes des plans historiques pour retrouver les cotes en m NGF

« Grand déversoir »	20,05 m	77,68 m NGF	280 aiguilles longues, extracteur électromécanisé
---------------------	---------	-------------	---

Partie d'ouvrage	Longueur	Seuil	Précisions
« Petit déversoir »	3 x 20 m	78.45 m NGF	870 aiguilles courtes sans extracteur électromécanisé
			
« Déversoir fixe »	109 m	79.56 m NGF	
			

1.2.2 Prise en compte des contraintes

Le présent chapitre a pour objet de préciser les principales contraintes au droit du site, ainsi que les dispositions de chantier prises pour les gérer.

1.2.2.1 Contexte topographique et bathymétrique

Les données topographiques et bathymétriques disponibles sont jointes au présent dossier. Il est rappelé, qu'en plus de ces données, l'Entreprise doit dans le cadre de ses études d'exécution réaliser l'ensemble des levés topographique et bathymétrique nécessaire à la réalisation de ses plans et de ses études et notamment pour préciser ses accès routiers et fluviaux, ses installations de chantier en lien avec la cote des PHEC ainsi que les modalités de mise à sec de la zone de travaux.

1.2.2.2 Contexte géotechnique

1.2.2.2.1 Origine des données géotechniques

Le site a fait l'objet de plusieurs campagnes d'investigations géotechniques :

- Mission géotechnique préalable G1 a été réalisée par FONDASOL en 2022 ;
- Lors de l'avant-projet, une seconde campagne de reconnaissance a été réalisée en 2024 et a fait l'objet d'un rapport d'études de mission G2-AVP afin de compléter la première.
- Puis une troisième campagne a été réalisée en 2025 et a fait l'objet d'un rapport d'études de mission G2 – PRO.

Ces campagnes ont consisté en une série de sondages en site fluvial et sur ouvrages : essais pressiométriques, sondages carottés, essais de perméabilité in-situ, imagerie de paroi, et enfin, d'essais de caractérisation en laboratoire.

La localisation et les logs de sondages réalisés lors de ces campagnes sont visibles sur le rapport G2 PRO fourni au sein du DCE.

1.2.2.2.2 Contexte géologique général

Les formations en présence sur le site sont :

- Des remblais issus de l'aménagement du site d'étude,
- Des alluvions variables et hétérogènes de l'ère Quaternaire,
- Des argiles marneuses de l'Albien moyen de l'ère Secondaire.

Le modèle géotechnique du site est détaillé au sein du rapport G2 PRO. En particulier, il est attiré l'attention de l'Entrepreneur sur la consistance de l'horizon marneux et des modalités de terrassement/battage associées.

Le modèle géotechnique du site issu de la G2PRO est présenté ci-après :

Tableau 1-1 : Modèle géotechnique retenu au droit du site

Nature géologique	Cote du toit (m NGF)	p_l^* [MPa]	E_M [MPa]	α	Cohésion c' (kPa)	Angle de frottement ϕ' (°)	Poids volumique γ_h (kN/m ³)
Remblais en 0/200 mm	79.80	-	-	0.33	0	33	18
Alluvions sablo-graveleuses	76.60	0.26 ⁽¹⁾	6.6 ⁽¹⁾	0.33	0	30	19
Marne argileuse altérée	76.10	4.4	110.0	0.50	20 ⁽²⁾	25 ⁽²⁾	20

⁽¹⁾ un seul essai pressiométrique dans cet horizon.

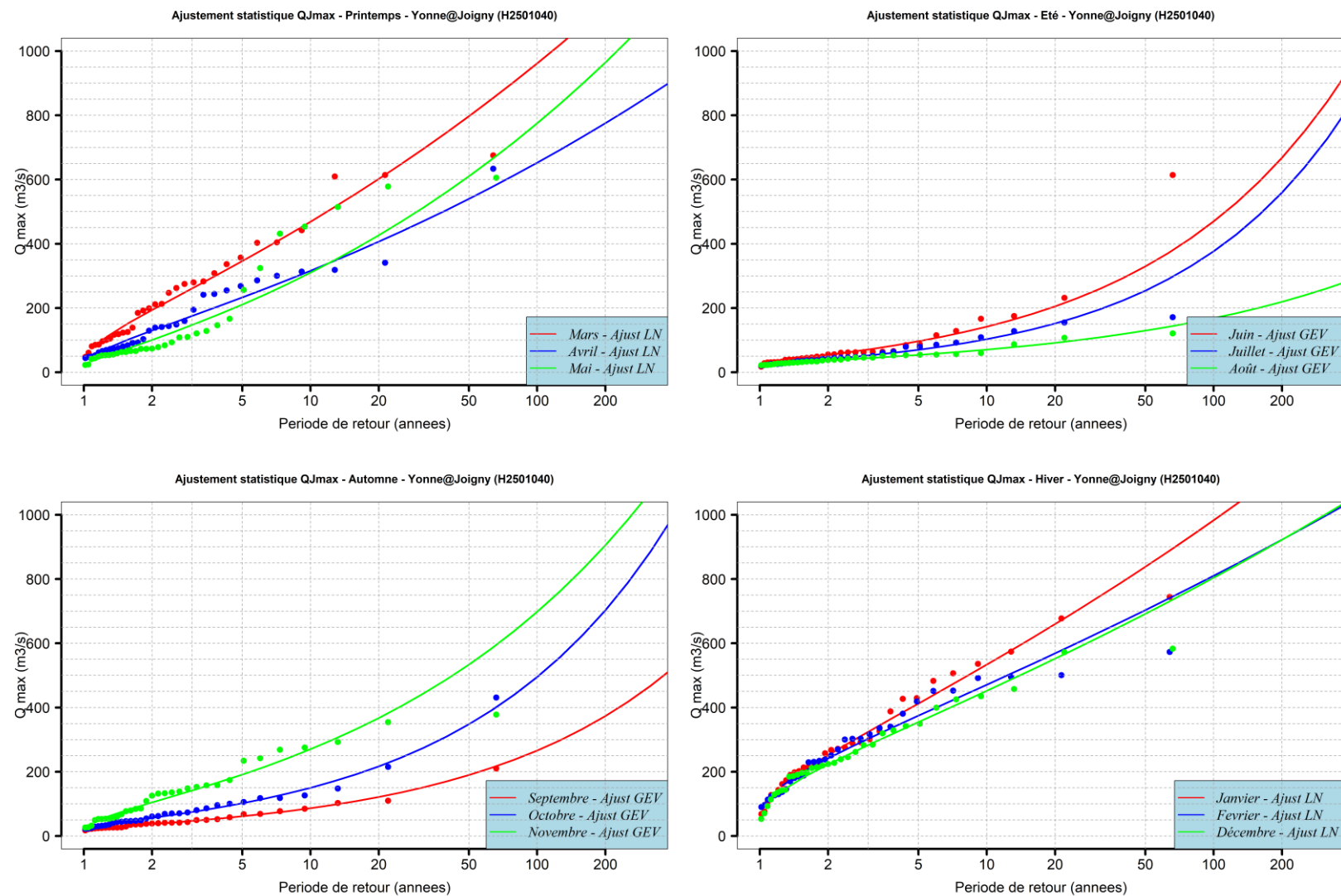
⁽²⁾ caractéristiques intrinsèques estimées en 1^{ère} approche ; à confirmer par des essais complémentaires en laboratoire et/ou in-situ.

1.2.2.3 Contexte hydrologique et hydraulique

1.2.2.3.1 Données hydrologiques

Les débits caractéristiques considérés pour l'étude de reconstruction du barrage d'Epineau sont les suivants :

Tableau 1-2. Débits caractéristiques journaliers maximaux à la station Joigny

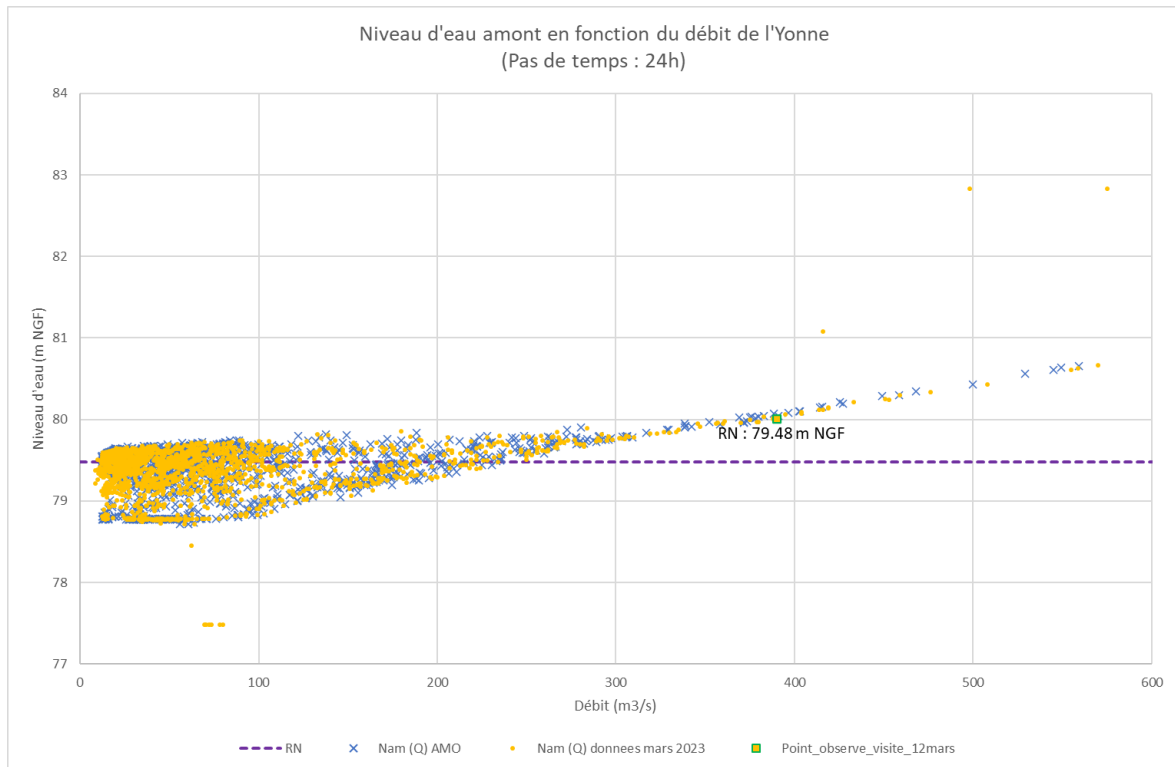


1.2.2.3.2 Gestion hydraulique du barrage actuel

Les cotes de régulation actuelle du barrage sont précisées au §1.2.1.2.

La modélisation hydraulique menée en phase Etudes a permis d'estimer la loi hauteur/débit pour plusieurs débits. Cette loi est représentée sur le graphe ci-dessous :

Figure 1-2: Niveau amont observé sur le barrage d'Epineau en fonction du débit



1.2.2.4 Données relatives aux réseaux existants

Les demandes de travaux effectuées ont permis de recenser les réseaux présents sur le site :

- **Electricité** : un réseau électrique BT longe la rue de la ferme en rive gauche de l'écluse. Ce réseau est géré par ENEDIS. Il est positionné entre le chemin d'accès à l'écluse et la maison éclusière. Côté rive droite, un réseau ORANGE chemine le long de la route de Joigny (côté nord de la route).
- **Gaz** : un réseau de gaz (MPB 125 Ac Classe A) chemine le long de la route de Joigny en rive droite au nord de la future zone d'installation de chantier. Un coude traverse la voirie et permet d'alimenter la maison individuelle située au nord de la route.

A noter que l'ensemble des réseaux de VNF ne sont pas nécessairement connus c'est pourquoi une attention particulière devra être portée aux éventuels réseaux présents dans l'emprise du chantier. En particulier, l'Entreprise prendra en charge les éventuelles investigations complémentaires préalables et assurera la réparation des réseaux en cas de dégradation.

1.2.2.5 Données architecturales, patrimoniales et paysagères

En ce qui concerne les documents d'urbanisme en vigueur, les communes d'Épineau-les-Voves et de Laroche-St-Cydroine, où se situe le barrage d'Epineau, appartiennent à la Communauté de communes de l'Agglomération Migennoise, qui n'est pas dotée de PLUi. Le barrage est donc soumis aux PLU respectifs des deux communes, consultables uniquement en version papier dans leurs mairies respectives.

Le site n'est pas localisé dans des zones de protections naturelles particulières. Un Plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRNP) s'y applique. Le Plan de Prévention du Risque Inondation par débordement de l'Yonne approuvé le 08/10/2004 s'applique.

NOTA : LE PPRI est en cours de révision.

Le secteur ne présente pas d'enjeux archéologiques.

Concernant le patrimoine bâti alentours, le secteur de projet se situe en dehors du périmètre de protection au titre des abords de monuments historiques de l'Église Saint Cydroine.

Bien que ne bénéficiant pas de mesures de protection particulière, l'ancien magasin à aiguilles ou « pile citrouille » comporte toutefois un intérêt patrimonial certain qu'il convient de préserver.

En ce qui concerne les données paysagères, le barrage d'Epineau est avoisiné par une zone boisée et végétalisée, entourée à l'arrière par des zones agricoles. Sur la rive gauche se trouvent quelques bâtiments épars. Une ligne de chemin de fer passe à près de 500m au sud du site, tandis que la véloroute des bords de l'Yonne longe le chemin de halage en rive gauche. La ripisylve est plutôt clairsemée, concentrée principalement au droit du barrage. Sur la commune de Laroche-Saint-Cydroine, les bois situés en rive droite de l'Yonne à proximité du barrage sont par ailleurs protégés par le Code de l'urbanisme au travers d'un Espace Boisé Classé (EBC).

1.2.3 Période de travaux fixée

Le planning prévisionnel des travaux est présenté dans le dossier. Les travaux se dérouleront en 4 phases, décrites au sein du plan de phasage prévisionnel fourni en annexe.

Le planning a été établi suivants les principes suivants :

- Période hydraulique favorable pour le batardage de chantier : 5 mois, de juin à octobre ;
- Période hydraulique très favorable notamment pour les travaux sur le barrage et la passe à poissons qui représentent la phase critique pour le calage des batardeaux : 3 mois, de juillet à septembre ;
- Période de chômage (novembre à février) permettant de travailler à basses eaux pour faciliter les travaux sur le seuil fixe et éviter le besoin de batardeau amont permettant de limiter les impacts sur la zone de nuphars ;
- Réalisation du barrage par passes ;
- Démarrage des travaux anticipé pour les ouvrages situés en dehors du cours d'eau ou sans impact hydraulique (estacade) ;
- Période favorable au déboisement et à l'abattage : février à mi-mars

2 Description des travaux prévus au marché

2.1 Implantation des ouvrages

Le nouveau barrage à clapets s'implantera en amont immédiat de l'ouvrage existant qui sera entièrement démantelé à l'exception de son radier. Le chapitre suivant (2.2) lui est dédié.

La passe à poissons de l'aménagement s'implantera en rive gauche entre le bajoyer de l'écluse et le barrage à clapets. Le chapitre 2.3 lui est dédié.

Côté rive droite, le seuil sera prolongé (2.4) et conforté dans sa partie existante (2.5).

Le local technique existant en rive gauche fera l'objet d'un aménagement (2.6).

L'installation d'équipement électrique, d'instrumentation, de télégestion et de supervision est décrite au sein du chapitre 1.7.

Les aménagements connexes sont décrits au chapitre 2.7.

2.2 Réalisation du nouveau barrage mobile

2.2.1 Description géométrique du nouveau barrage

Les figures suivantes présentent le nouvel ouvrage posé sur la topographie actuelle dans l'état final des aménagements, ainsi que les vues détaillées de l'ouvrage, en coupe longitudinale et suivant plusieurs coupes transversales :

Figure 2-1 : Vue en plan générale du barrage et de ses ouvrages annexes

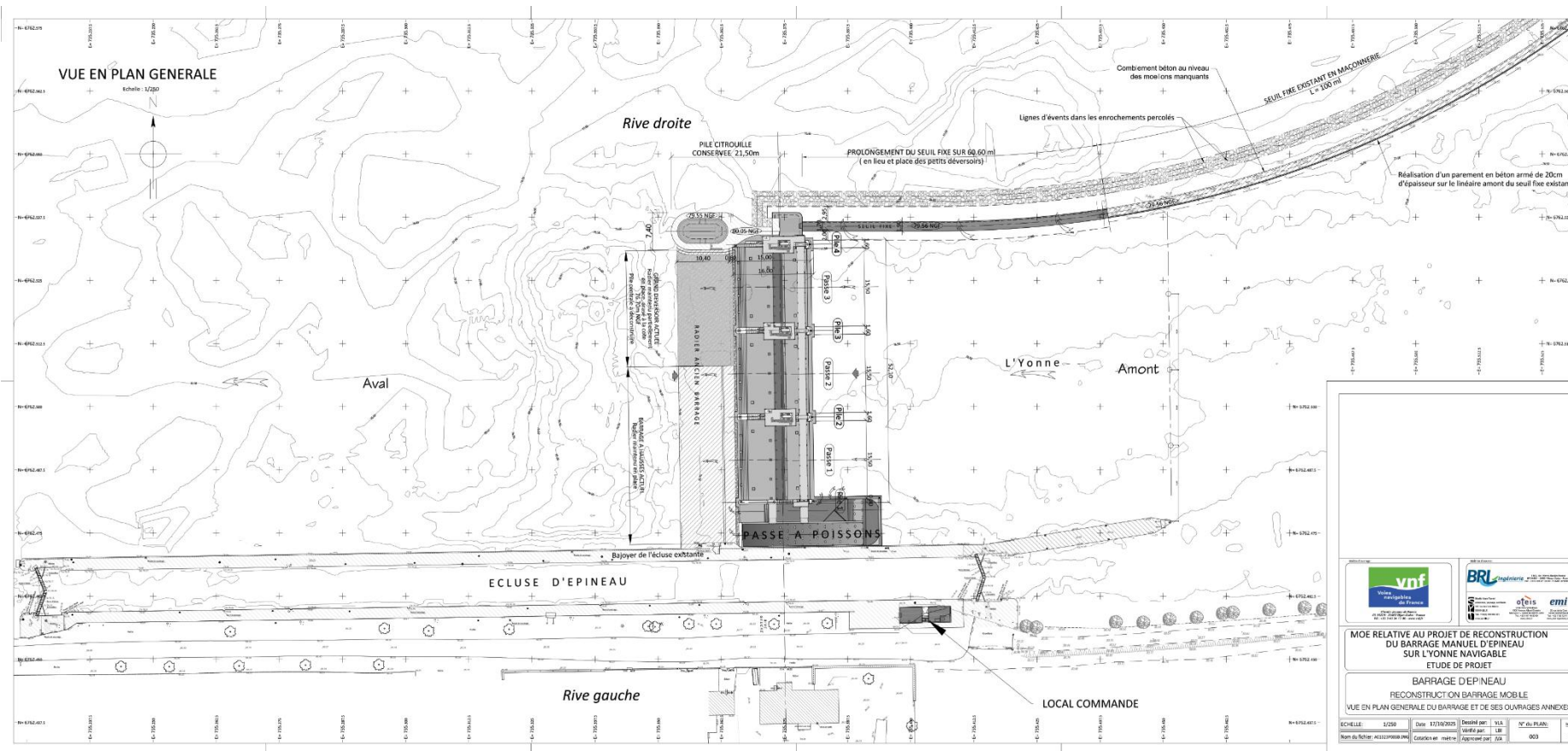


Figure 2-2 : Élévations amont et aval de l'ouvrage

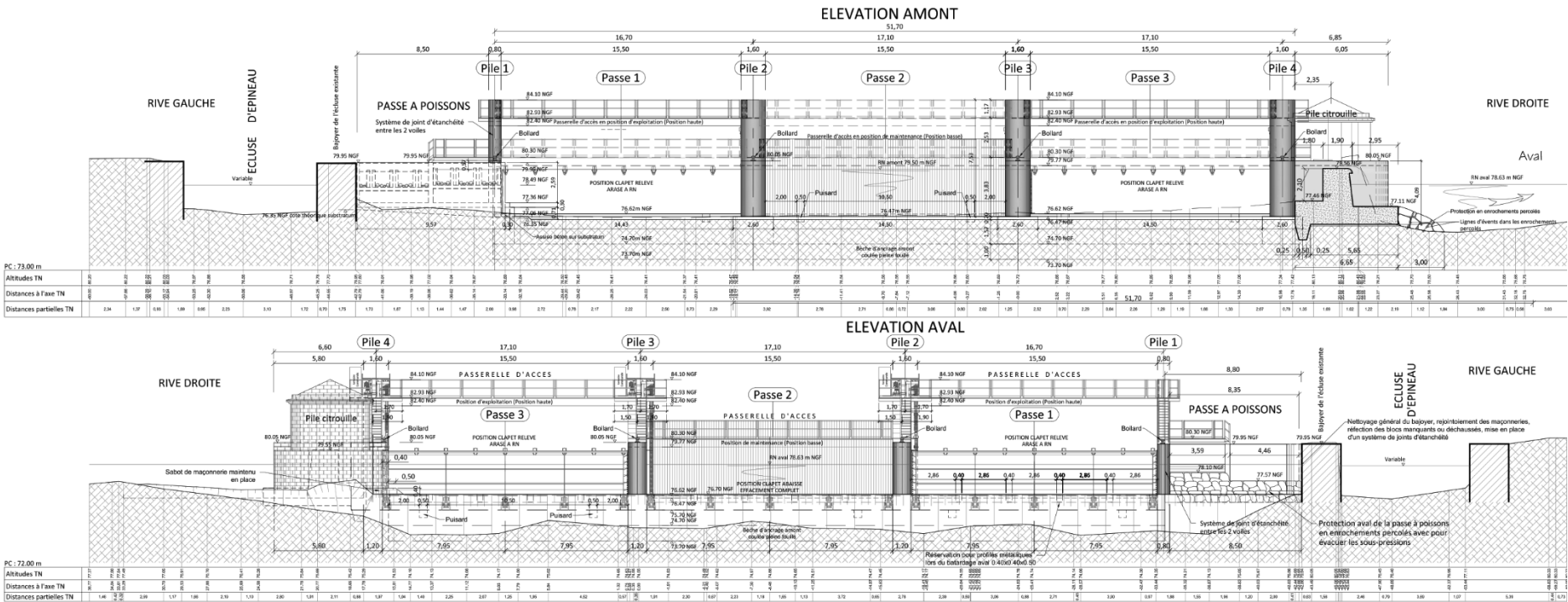
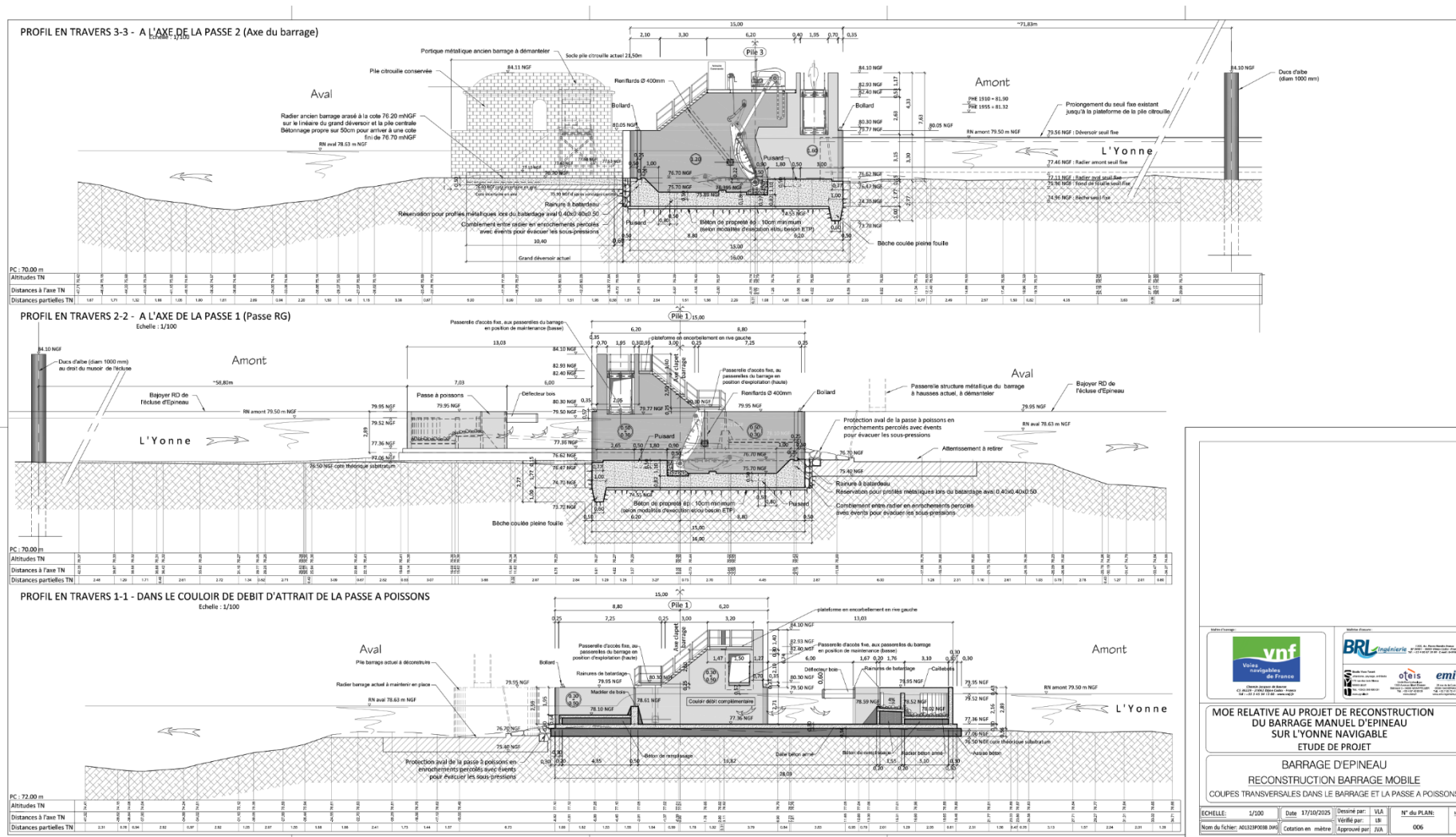


Figure 2-4 : Coupes transversales dans l'axe du barrage et de la passe à poissons

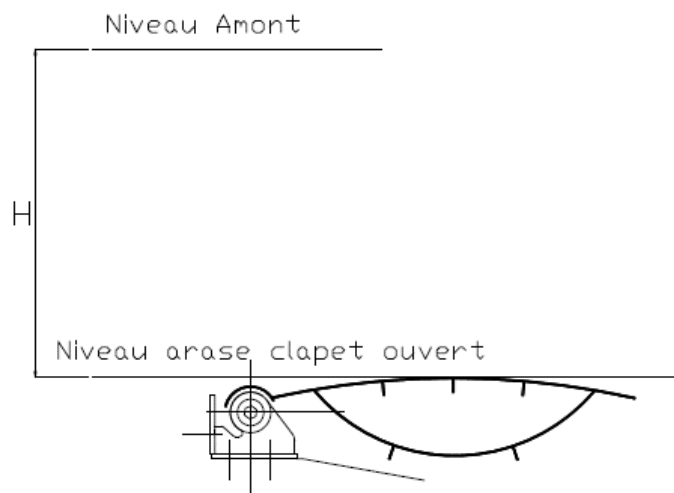


Le barrage est constitué de 3 vannes de type clapets de 15,90 m de largeur utile et de 2,80 m de hauteur utile, calée vis-à-vis du niveau des clapets en position basse et de la cote du seuil de l'actuelle passe à hausses, soit 76,70 mNGF.

La largeur du clapet mentionnée ci-dessus est déterminée à partir de la largeur hydraulique de passage entre les piles (15,50 m) à laquelle est ajoutée la largeur du dégagement réalisé dans le génie civil (0,40 m) pour éviter que la chaîne de manœuvre ne soit dans la section hydraulique.

La hauteur mentionnée ci-dessus s'entend entre la crête du clapet en position couchée (cote supérieure hydraulique) et la RN suivant le schéma ci-après :

Figure 2-5 : Représentation schématique de la hauteur de bouchure



2.2.2 Description des éléments de structure

Le nouveau barrage d'Epineau est composé de :

- Trois passes de 15,50 m de largeur utile ;
- Deux piles d'une largeur de 1,20 m qui seront élargies de 0,40 m sur leur côté RG en partie amont afin de protéger la chaîne du treuil soit en amont 1,60 m ;
- De deux culées articulant le barrage avec le bajoyer de l'écluse existante (Rive Gauche) et la pile magasin à aiguilles existantes (Rive Droite) ;
- Le déversoir fixe existant sera conservé et le déversoir mobile sera transformé en seuil fixe.

2.2.2.1 Radier

2.2.2.1.1 Arase supérieure du radier

L'arase supérieure du radier est calée à la cote 76,70 mNGF (cote prise à l'aval du clapet). Les plots d'appui implantés au sein de la fosse dans le radier sont calés à la cote 75,89 mNGF. En ce qui concerne la fosse, celle-ci est à la cote 75,70 mNGF afin de permettre une meilleure dissipation d'énergie et limiter les risques d'accumulation de sédiments pouvant gêner l'effacement du clapet.

La reprise des efforts des paliers d'articulation, situés à l'amont du radier nécessite la réalisation d'une longrine permettant la transmission de ces efforts vers la fondation. L'arase de cette longrine est calée à une cote de 76,62 mNGF afin d'assurer le contrôle du débit au droit du clapet et de favoriser son plaquage en fond de fosse.

L'aval radier est constitué par le radier du barrage et du grand déversoir existant, précédemment déconstruits, permettant l'effacement du tablier et également calé à la cote 76,70 mNGF. à noter que le radier du grand déversoir existant est calé à 77,68 mNGF et nécessitera d'être déconstruit afin d'être calé à la cote projet (76,70 mNGF).

2.2.2.1.2 Dimensions du radier

L'épaisseur du radier au droit de la fosse sera de 1,00 m pour une largeur amont-aval de 7,30 m. Cette largeur permet de contenir le ressaut hydraulique formé en aval immédiat du clapet. L'Entreprise vérifiera l'épaisseur retenue sur la base d'une étude de stabilité du barrage (cas de charge passe batardée et passe en situation normale) et des dispositions constructives nécessaires à la mise en œuvre des inserts métalliques fixes du clapet (béton de 1^{ère} et seconde phase). L'épaisseur aval et amont a été dimensionnée en phase études à respectivement 2,00 m et 1,92 m.

Une épaisseur sacrificielle sera intégrée pour tenir compte des impacts liés au transport sédimentaire et afin d'assurer un enrobage suffisant au droit des aciers de scellement

Une attention particulière est attendue sur les modalités de reprises de bétonnage en lien avec les risques de fuites dans le sens amont/aval liées à ces reprises de bétonnage. L'Entreprise prévoira les dispositions constructives adéquates. Les reprises de bétonnage seront traitées par la mise en œuvre obligatoire d'un joint type waterstop et une rugosité des surfaces.

Des surlargeurs sont nécessaires en amont et en aval de la fosse afin d'accueillir les batardeaux de maintenance ainsi que les formes arrondies de la pile, portant la largeur totale du radier à 15,00 m.

Plus précisément, la largeur du radier est définie par :

- La largeur entre le bord amont et la butée de batardage amont : 0,77 m
- La largeur entre la butée de batardage amont et le puisard : 2,48 m (à l'axe)
- La largeur entre le puisard et l'axe du clapet : 2,95 m (à l'axe)
- La largeur de la fosse dissipation : 7,3 m
- La largeur de la pente aval : 1 m
- La largeur entre la pente aval et les rainures de batardage aval : 1,375 m (à l'axe)
- La largeur entre la rainure de batardage aval et le bord aval : 0,875 m

Au droit des piles, des surlargeurs de radier sont nécessaires afin de permettre la réalisation de ces dernières, portant la largeur totale à 16,00 m.

La radier présentera une bêche à l'amont de section trapézoïdale de hauteur 1,00 m, de largeur à la base de 1,00 m et de 0,60 m à son extrémité.

2.2.2.1.3 Fondations du radier

Les sondages réalisés sur le site indiquent que le toit du substratum peut être qualifié de « peu profond ». De ce fait, un type de fondation unique (fondations superficielles) est envisagé sur l'ensemble du barrage. Il s'agit de fondations superficielles de type radier. Ce radier est agrémenté d'une bêche d'ancrage liaisonnée au radier permettant d'assurer la stabilité externe du barrage ainsi que limiter le risque d'érosion interne.

2.2.2.1.4 Raccordement au barrage existant à l'aval

Afin de faciliter la dissipation des sous-pressions tout en permettant les variations de largeur du nouveau radier dues aux surlargeurs au droit des piles, il est fait le choix de coller le nouveau radier au radier actuel au niveau des piles. Ceci permet de créer un « vide » d'environ 50 cm en partie courante de radier pour la dissipation des sous-pressions tout en se préservant de possibles variations centimétriques du bordé amont du radier du barrage existant. Ce vide sera comblé d'enrochements percolés et munis d'évents tous les mètres.

2.2.2.2 Batardeaux de maintenance

2.2.2.2.1 Batardeau amont

Le batardage amont est assuré par l'intermédiaire d'aiguilles mises en place contre la passerelle mobile une fois descendue en position basse. Le radier est muni d'une butée de pied dans sa partie amont afin de servir d'appui aux aiguilles selon un angle de 7°. Cette butée sera renforcée par l'intermédiaire d'un élément métallique continu.

Les principales caractéristiques du batardage amont sont :

- Aiguilles en aluminium, munies d'une anse à leur extrémité pour faciliter leur manipulation ;
- Dimensions des aiguilles :
 - Section : B x H = 0.10m x 0.10m ;
 - Longueur : L = 4.20 m pour permettre de dépasser de 50 cm de la passerelle ;
 - Nombre d'aiguilles par passe : 157 ;
- Cornière au droit du profilé amont de la passerelle pour le bon positionnement des aiguilles ;
- Mise en place de 15 cales métalliques de 1 cm d'épaisseur, permettant de faciliter la mise en place des aiguilles répartis tous les mètres pour 10 aiguilles, sauf pour la dernière « travée » qui ne sera composée que de 7 aiguilles.

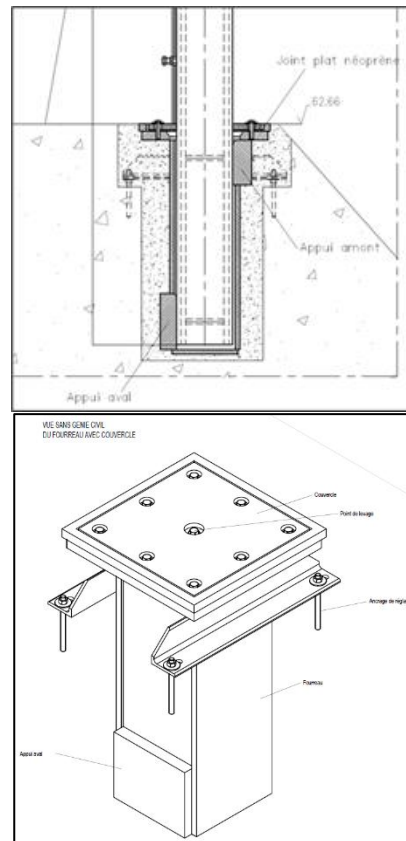
2.2.2.2.2 Batardeau aval

Le batardage aval pratiquée par l'exploitant sur d'autres barrages de l'Yonne aval consiste en la mise en place d'un jeu d'éléments porteurs constitués de poteaux en HEB galvanisés ancrés dans les réservations du radier, complétés in situ par des éléments de remplissage des fenêtres constitués eux de plaques empilées et glissés dans les rainures des HEB. Les réservations en radier seront fermées par des capots vissés et munis de poignées pour faciliter la manutention, la mise en place et le retrait.

Les principales caractéristiques du batardage aval sont :

- Hauteur de batardage : 2,20 m ;
- 4 poteaux espacés de 2,86 m ;
- 4 réservations dans le radier aval ;
- 5 jeux de poutres en aluminium de hauteur à définir pour trouver le bon compromis entre nombre/poids/manutention.

Figure 2-6 : Exemple de poteaux/rainures/capots de batardage aval



2.2.2.3 Piles intermédiaires

L'ouvrage comporte 2 piles intermédiaires en béton armé surmontée en amont et dans sa partie centrale par des éléments de métallerie-serrurerie. De plus, des éléments de génie-civil sont prévus à l'amont en lien avec la passerelle mobile verticale. La pile présentera deux arases différentes :

- En amont, le niveau fini de la pile sera à 82,93 mNGF (arase génie-civil à 82,70 mNGF + 0,23 m d'éléments de métallerie-serrurerie), afin de positionner en dehors des PHE l'ensemble de la structure de la passerelle mobile (accès au barrage et batardage amont) ainsi que les treuils motoréducteurs et leurs chevêtres ;
- En aval, la pile s'abaissera à l'altimétrie de 80,05 mNGF.

Ces deux altimétries seront mises en communication par des escaliers métalliques équipés de garde-corps.

Les faces de la pile perpendiculaires au courant ont été arrondies, tant pour des raisons hydrauliques qu'architecturales. La pile a une longueur amont-aval de 15,00 m. Les nez de pile amont et aval sont verticalisés. Le génie civil en béton aura une largeur de 1,20 m qui sera élargie de 0,40 m sur les bajoyers rive gauche pour atteindre une largeur en partie amont de 1,60 m afin de protéger les chaînes des organes de manœuvre (« déflecteur embâcles »).

En partie centrale, la pile accueillera une plateforme métallique rectangulaire de 3,40 x 6,20 m pour accéder et permettre la maintenance aux organes de manœuvre, verrou de clapet et à une armoire commande pour le fonctionnement en mode dégradé.

Un dégagement horizontal d'une largeur minimum de 80 cm donne l'accès tout autour des réducteurs ainsi qu'à la chaîne et aux capteurs.

À noter qu'une ouverture dans le génie-civil au droit de la pile est prévue afin d'y placer les passerelles mobiles et ses équipements de levages. Cette ouverture présente une largeur de 1,95 m et une hauteur de 4,33 m à partir de la cote 79,77 mNGF. L'emplacement du nu amont de cette ouverture est à 1,05 m du bord amont de la pile.

Pour faciliter l'amarrage de bateaux / barges d'intervention, deux bollards seront mis en place sur la pile : l'un à l'amont, l'un à aval. Ils seront implantés à la cote 80,05 mNGF.

Chaque pile sera dotée d'un dispositif d'auscultation au titre du classement C du barrage composé d'une cocarde de visée topographique, positionnée sur le bordé amont des piles. L'Entreprise proposera un protocole de visée dans le cadre de l'initiation du premier rapport d'auscultation du barrage permettant de définir l'état zéro.

2.2.2.4 Culées

Les culées ont une longueur identique à celles des piles intermédiaires décrites précédemment et sont arasées à la même cote que l'existant avoisinant :

- La culée RG est accolée au génie civil de la passe à poissons. Elle a une largeur de 0,50 m (GC barrage) + 0,30 m (GC passe à poissons) = 0,80 m. Les 2 structures sont mécaniquement dissociées, un système de joints assurera l'étanchéité entre les voiles.
- La culée RD est intégrée au prolongement du massif de la pile citrouille et du seuil fixe. Elle présente les mêmes caractéristiques que les piles intermédiaires et supporte les éléments de manœuvre du clapet de la passe RD.

Comme pour les piles, des rainures à batardeaux sont prévues en limite aval sur les pans parallèles au courant.

Au même titre que pour les piles intermédiaires, les culées accueilleront les passerelles mobiles et leurs équipements de levages. Les plateformes des culées seront également constituées d'éléments métalliques en caillebotis au même titre que pour les piles intermédiaires et les passerelles mobiles.

2.2.2.4.1 Culée rive gauche

La culée rive gauche sera adossée au couloir de débit d'attrait de la passe à poissons. Elle présentera une largeur de 0,50 m (0,80 m avec prise en compte des 0,30 m du voile du débit d'attrait). La plateforme métallique de la culée sera de dimension 1,35 x 3,00 m.

Au même titre que les piles intermédiaires, la culée RG présentera deux arases distinctes :

- En amont 82,93 mNGF (arase génie-civil à 82,70 m NGF + 0,23 m d'éléments de métallerie-serrurerie)
- En aval 79,95 mNGF au même niveau de que le voile de la passe à poissons.

Ces deux niveaux seront reliés par un escalier en structure métallique fixé sur le génie civil en béton.

Pour accéder à cette culée et au reste du barrage, la réalisation d'une passerelle fixe en caillebotis franchissant la passe à poissons et située sous les PHE sera nécessaire. La mise en place d'un garde-corps sera nécessaire pour la sécurité des exploitants. Ce dernier sera rabattable (vers l'intérieur) afin de limiter son exposition aux crues et notamment au passage d'embâcles.

Une seconde passerelle fixe en caillebotis est prévue dans l'axe de la passerelle du barrage afin de pouvoir accéder à l'ouvrage en cas de passage en position basse de la passerelle (cas d'un batardage d'une passe). Cette passerelle fixe sera également pourvue de garde-corps rabattables (vers l'intérieur).

Au même titre que pour les piles intermédiaires, deux bollards seront mis en place sur la culée : l'un à l'amont, l'un à aval. Ils seront implantés à la cote 80,05 mNGF.

Chaque culée sera dotée d'un dispositif d'auscultation au titre du classement C du barrage composé d'une cocarde de visée topographique, positionnée sur le bordé amont des piles. L'Entreprise proposera un protocole de visée dans le cadre de l'initiation du premier rapport d'auscultation du barrage permettant de définir l'état zéro.

2.2.2.4.2 Culée rive droite

La culée rive droite sera constituée par le massif existant accueillant l'ancien magasin à aiguilles (Citrouille). La pile RD sera identique aux piles intermédiaires précédemment décrites :

- En amont, le niveau fini de la pile sera à 82,93 mNGF (arase génie-civil à 82,70 mNGF + 0,23 m d'éléments de métallerie-serrurerie), afin de positionner en dehors des PHE l'ensemble de la structure de la passerelle mobile (accès au barrage et batardage amont) ainsi que les treuils motoréducteurs et leurs chevêtres ;
- En aval, la pile s'abaissera à l'altimétrie de 80,05 mNGF.

Ces deux altimétries seront mises en communication par des escaliers métalliques équipés de garde-corps.

Les faces de la pile perpendiculaire au courant ont été arrondies, tant pour des raisons hydrauliques qu'architecturales. La pile a une longueur de 15,00 m. Les nez de pile amont et aval sont verticalisés. Le génie civil en béton aura une largeur de 1,20 m qui sera élargie de 0,40 m sur les bajoyers rive gauche pour atteindre une largeur en partie amont de 1,60 m afin de protéger les chaînes des organes de manœuvre (« déflecteur embâcles »).

En partie centrale, la pile accueillera une plateforme métallique rectangulaire de 3,40 x 6,20 m pour accéder et permettre la maintenance aux organes de manœuvre, verrou de clapet et à une armoire commande pour le fonctionnement en mode dégradé.

Un dégagement horizontal d'une largeur minimum de 80 cm donne l'accès tout autour des réducteurs ainsi qu'à la chaîne et aux capteurs.

Un accès de la culée vers la pile citrouille et le nouveau seuil fixe sera mis en place et nécessitera la mise en place d'un garde-corps sur le pourtour de la pile citrouille et du massif de raccordement au seuil fixe, pour les opérations d'inspection.

Au même titre que pour les piles intermédiaires, deux bollards seront mis en place sur la culée : l'un à l'amont, l'un à aval. Ils seront implantés à la cote 80,05 mNGF.

Chaque culée sera dotée d'un dispositif d'auscultation au titre du classement C du barrage composé d'une cocarde de visée topographique, positionnée sur le bordé amont des piles. L'Entreprise proposera un protocole de visée dans le cadre de l'initiation du premier rapport d'auscultation du barrage permettant de définir l'état zéro.

2.2.2.4.3 Raccordement des culées

À la mise à sec de l'enceinte, et afin de garantir le collage du génie civil à l'existant, il est prévu un nettoyage général du bajoyer ainsi qu'un rejointoiement des maçonneries qui le nécessiteraient (notamment en cas de présence d'écoulements parasites). Dans le cas où des blocs venaient à être manquants ou déchaussés, une reprise au mortier de scellement sera réalisée.

L'étanchéité inter-ouvrages sera assurée au moyen d'un système de joints d'étanchéité à l'interface entre la maçonnerie et les voiles de la passe à poissons (rive gauche) et entre la maçonnerie et la pile citrouille (rive droite).

2.2.3 Description et justification du système de fondation du nouveau barrage

Les sondages de reconnaissance réalisés dans le cadre des différentes missions géotechniques ont mis en évidence, au droit du futur barrage, le contexte géologique global suivant, avec successivement :

- Sables et graviers, limons sableux et argiles sableuses, liés aux dépôts alluvionnaires de l'Yonne, de l'ère Quaternaire, rencontrés sur une épaisseur de 0,1 à 0,5 m ;
- Argiles marneuses de l'ère Secondaire au-delà.

Le substratum argilo-marneux peut donc être considéré comme quasi affleurant, permettant ainsi de retenir une solution de fondations superficielles descendues dans cet horizon. Ces argiles marneuses sont des roches très raides, peu voire pas érodables et avec une perméabilité faible inférieure à 10^{-6} m/s. Le radier béton du barrage ayant une épaisseur de 1,00 m au droit de la fosse du clapet, il sera ancré dans le substratum affleurant ce qui permet d'optimiser le frottement à l'interface sol/béton.

Au stade des études d'exécution, une vérification de la stabilité externe du barrage devra être menée en accord avec les éléments retenus dans le cadre de la mission G3. La vérification de la stabilité des ouvrages existants devra également être menée (bajoyer de l'écluse, massif de la pile citrouille, etc.).

2.2.4 Description détaillée des bouchures mobiles de type clapet et de leurs organes de manœuvre

2.2.4.1 Généralités

La présente section du CCTP concerne les études de conception, la fabrication, le transport jusqu'au site, le montage et la mise en service de l'ensemble des vannes clapets et des équipements associés à réaliser par l'Entreprise dans le cadre de la reconstruction du barrage d'Epineau.

Les travaux concernent principalement :

- La fabrication et l'installation de vannes clapets,
- La fourniture et l'installation des organes de manœuvre,
- La fabrication et l'installation de verrous de chômage pour les clapets,

Dans son offre, l'Entreprise doit présenter une étude de niveau Projet sur les équipements suivants :

- La structure du tablier du clapet et de ses paliers, avec leurs géométries, les épaisseurs des tôles, les masses, etc.
- La conception des organes de manœuvre (treuil, motoréducteur frein, frein de sécurité, chaîne et noix galle) avec détermination des efforts de manœuvre, plans d'encombrement, caractéristiques techniques, puissance électrique installée, masses, détermination des ancrages des treuils, caractéristiques de la chaîne, etc.

Les ouvrages de vantellerie à réaliser, équipements à fournir et prestations à effectuer par l'Entreprise comprennent notamment :

- Toutes les études de l'ensemble et de méthodologies de la vantellerie, des organes de manœuvre, des verrous de chômage, de l'aération des clapets, y-compris le programme d'essais,
- Les études méthodologiques de fabrication, de batardage et de chantier pour toutes les passes,
- La fourniture de la bouchure mobile des passes et des équipements associés (paliers, dispositifs d'aération du clapet, ...),
- La fourniture des organes de manœuvre, des freins, des noix et des chaînes Galle, des châssis de supportage, des systèmes d'ancrage, des dispositifs d'huilage de la noix Galle et de récupération des égouttures, et des dispositifs de protection de l'ensemble treuil,
- La fourniture des verrous de chômage, de son système de manœuvre y compris son dispositif de protection contre les intempéries et manœuvres indésirables,
- La fourniture des appuis de clapet en position basse,
- Les transports, les manutentions sur site, le montage, l'ensemble des raccordements électriques et les essais de fonctionnement de l'ensemble des équipements cités ci-dessus,
- L'ensemble des essais conformément au programme d'essais (étanchéité des clapets à sec et en eau, efforts de manœuvre, fonctionnalité des fins de course, fonctionnement de l'automate, etc.),
- La fourniture des pièces de rechange et outillages spéciaux.

2.2.4.2 Description détaillée des équipements de vantellerie

2.2.4.2.1 Constitution des bouchures mobiles

La largeur hydraulique des bouchures est de 15,5m. Néanmoins, la largeur entre bajoyer au droit des équipements mobiles est de 15,9m, afin d'apporter une protection aux organes de manœuvre des clapets.

Le clapet est représenté sur le plan guide référencé A 013 86 V 008 indice C.

La durée de vie des clapets et de leurs paliers est de 75 ans.

Chaque clapet du barrage se compose des éléments principaux suivants :

- Un corps de clapet en forme de ventre de poisson,
- Une étanchéité horizontale de seuil,
- 2 étanchéités latérales,
- Des dispositifs d'aération de la lame déversante au-dessus du clapet (becs brise-lame).

Ces éléments sont complétés par :

- 5 paliers d'articulation implantés au droit des montants et du bras de commande du clapet décrits au §0 du présent CCTP,
- Un ensemble de manœuvre (treuil, noix et chaîne Galle) décrit au §2.2.4.4 du présent CCTP,
- Un système de verrouillage du clapet en position haute (aussi dénommé verrou de chômage),
- Des butées d'appuis en position basse,
- Une plaque métallique rapportée au niveau de la pile intégrant les informations suivantes : nom du constructeur, année de fabrication, dimensions et poids.

2.2.4.2.2 Spécifications techniques de la structure des clapets

Les bouchures mobiles du barrage sont toutes identiques.

Elles s'appuient sur des corps de clapets en forme de ventre de poisson.

En positions haute et basse, le clapet respecte les conditions d'exploitation suivantes :

- Cote d'arase du bordé à 79,61 m NGF, de façon à maintenir une revanche de 110 mm par rapport à la RN située à 79,50 m NGF,
- Abaissement du clapet à 2°, de façon à ce que le ventre du clapet soit à une cote maximale de 76,70 mNGF.

Les dimensions principales des clapets sont d'environ 15,9 m de long par 3,6 m de haut.

Le corps de chaque clapet est constitué par des bordés amont et aval en tôle, de formes cylindriques.

L'ensemble des valeurs dimensionnelles sont données à titre indicatif ; l'Entreprise devra déterminer, par ses propres études et calculs, ainsi que par son expérience personnelle, le dimensionnement du tablier.

Le bordé amont et le bordé aval constituent un caisson ayant une grande rigidité à la torsion.

Les deux bordés sont convenablement raidis par des raidisseurs longitudinaux de façon à éviter le voilement du caisson et résister à la poussée de l'eau pour le bordé amont.

La section de torsion s'appuie sur des paliers au moyen de montants verticaux disposés au droit des articulations. Dans leur partie inférieure, l'épaisseur des tôles des montants d'articulation est augmentée.

Le bras de commande, situé en rive droite du clapet, reçoit l'axe de la chaîne Galle de manœuvre (ou de la brimbale de liaison) et transmet l'effort de manœuvre essentiellement au palier situé en pied et aux paliers courants.

En partie supérieure, le montant de commande est équipé d'une interface mécanosoudée permettant le crochetage du verrou de chômage.

Le caisson de torsion est percé de trous sur le bordé aval :

- Des « trous d'homme » renforcés de 600 mm de diamètre environ en partie médiane, équipés de grilles démontables pour laisser passer l'eau et permettre l'inspection du caisson,
- Des lunules en partie basse, pour laisser passer l'eau et supprimer les rétentions,
- Des lunules en partie haute, pour laisser passer l'air à évacuer.

Afin de réduire les concentrations de contrainte au bord des trous d'homme, ceux-ci sont renforcés par des viroles. L'épaisseur des tôles du caisson de torsion peut aussi être augmentée en fonction des contraintes.

Le tablier dispose d'oreilles de levage permettant sa manutention sur site. Ces oreilles de levage sont démontables, pour ne pas perturber l'écoulement du clapet abaissé.

La conception du tablier n'est pas imposée et ouvert à concurrence. L'Entreprise pourra proposer sa propre conception du tablier, soit en seul élément, soit en plusieurs tronçons. Cette dernière disposition permet un allègement des éléments du tablier à manutentionner et à transporter.

Dans le cas d'un tablier réalisé en plusieurs tronçons, les éléments sont assemblés sur site préférentiellement par boulons à serrage contrôlé, sinon par soudage sous réserve du respect des méthodes d'exécution décrites dans le présent CCTP impliquant notamment la création d'un atelier de chantier. L'alignement des plans de boulonnages des têtiers inter-tabliers sera garanti par la mise en place de points de centrage.

L'aération des lames déversantes au-dessus du clapet est réalisée au moyen d'aérateurs de type becs de fractionnement boulonnés sur le bordé, décrits dans la suite du document.

Le tablier est réalisé en acier au carbone de nuance S355 J2+N ou équivalent, permettant d'avoir des garanties de résilience pour le fonctionnement à basse température.

L'ensemble des structures constituant le corps du clapet et ses dispositifs associés, est protégé contre la corrosion par un système de peinture certifié ACQPA de type Im2H ANI (RAL défini par le maître d'ouvrage lors des études d'exécution).

Au stade PROJET, à titre indicatif, la masse totale unitaire d'un clapet (structure nue) a été estimée à environ 16,5 tonnes.

2.2.4.2.3 Spécifications techniques des étanchéités

Pour chaque clapet, les étanchéités sont réalisées de la façon suivante :

- Au seuil :
Au moyen d'un joint cornière néoprène souple de type « joint préformé à 120° » (100 mm × 100 mm, ép. 16mm, dureté 60 ± 5 Sh), s'appuyant sur une tôle cylindrique (précédemment dénommée « bavette ») roulée et soudée sur la partie basse du clapet ; le joint est protégé contre les embâcles au moyen d'une tôle pliée.
- Sur les bajoyers :
Au moyen d'un joint de type cornière en néoprène souple de type « joint préformé à 120° » (100 mm × 100 mm, ép. 16mm, dureté 60 ± 5 Sh), s'appuyant sur un revêtement de type résine époxydique appliqué sur les bajoyers du barrage. Les joints de bajoyer sont montés sur un porte-joint réglable.

Les étanchéités horizontales et latérales sont raccordées dans les angles au moyen d'un joint situé aux extrémités de la tôle cylindrique couvrant les paliers. Ce joint ferme l'espace résiduel entre le bajoyer et la tôle.

Tous les joints sont montés sur un plat de soutien réglable en acier peint, dont le rôle est de porter le joint au plus près de la surface d'appui en franchissant le jeu de construction entre les tôles du clapet et la surface d'appui du joint.

Une attention particulière sera portée à l'étanchéité des clapets. Notamment, il conviendra de vérifier le bon dimensionnement et le bon placage des joints, quelle que soit la position du clapet.

L'ensemble, constitué du joint et de son porte joint, est pressé et fixé par un plat de serrage en acier peint. L'écartement des vis est de 150 mm au maximum.

Les fixations du joint et du porte-joint sont constituées de boulons en acier galvanisé, qui seront peints après serrage.

Si des perçages doivent être faits dans les élastomères, des bagues anti-écrasement en matériau résistant à la corrosion et compatible avec les matériaux avoisinant au regard des risques de corrosion galvanique, sont prévues par l'Entreprise. Les perçages des joints seront réalisés en usine.

Les longueurs « droites » des joints d'étanchéité sont d'une seule longueur, l'aboutage par collage est interdit. Les joints d'angle sont moulés.

2.2.4.2.4 Spécifications techniques des dispositifs d'aération du clapet

L'aération des lames déversantes au-dessus du clapet est réalisée sur l'arête supérieure du bordé amont. Pour ce faire, le clapet sera équipé de 8 becs de fractionnement en forme de triangle permettant l'aération des lames déversantes de faible épaisseur (position du clapet entre 67° et 50°).

Ces becs seront mécanosoudés en acier S355 J2+N, peints avec le même système de protection que le clapet, fixés au moyen de boulons en acier galvanisé sur l'arase du bordé. Ces dispositifs sont destinés à fractionner la lame d'eau jusqu'au pied du barrage et éviter toute vibration du clapet.

Les becs seront boulonnés sur le bordé et non soudés, afin de permettre leur éventuel remplacement.

Leurs structures et leurs fixations sur le tablier seront dimensionnés pour résister aux efforts exercés par les embâcles, soit :

- Un effort horizontal dirigé vers l'aval de 2,5 tonnes,
- Un effort vertical dirigé vers le bas de 5 tonnes.

Les dimensions géométriques et d'épaisseur des dispositifs sont données à titre indicatif.

Lors de l'établissement de son offre et lors de la réalisation, l'Entreprise doit, par ses propres études et calculs, ainsi que par son expérience personnelle, concevoir les dispositifs d'aération pour assurer un fonctionnement correct et conforme du clapet.

A noter qu'une alimentation en air de l'aval du clapet est également à prévoir au moyen de reniflards de diamètre 400 mm dans les bajoyers génie civil.

2.2.4.3 Spécifications techniques des paliers d'articulation

Les montants des clapets sont axés sur des paliers d'articulation, afin d'assurer l'appui de la structure sur le génie-civil et de répartir les efforts.

Les paliers d'articulation sont de type « Lubaqua » et seront au nombre de 5.

Ils sont conçus sur les principes suivants :

- Chaque articulation est un système tenon (le montant) / chape (le palier) ;
- La chape est équipée de bagues autolubrifiantes en bronze avec inserts graphites ;
- L'axe étagé en acier inoxydable de type X4CrNiMo16-5-1 tourillonne dans la chape et est fixé au clapet par une liaison prismatique (réalisée par un étagement hexagonal) avec jeu de montage ;
- Les paliers sont ancrés dans le génie civil du radier à l'aide de 8 tirants d'ancrage passifs : 4 tirants verticaux et 4 tirants horizontaux. Ils auront été au préalable réglés et calés par rapport au béton primaire puis scellés dans un béton de deuxième phase ;
- Les articulations sont étanches aux fines au moyen de joints protégeant les bagues.

Le palier de commande de chaque clapet (celui au droit de la chaîne du treuil) est bloqué longitudinalement au moyen de deux butées en bronze avec inserts solides incorporés. Les autres paliers disposent d'un jeu axial tenon chape afin de tenir compte de la dilatation possible du clapet et des incertitudes de montage.

Les têtes des tirants d'ancrage des paliers sont protégées par des capots étanches (non représentés dans les plans projet), qui seront remplis lors du montage, d'un produit de protection (type cire pétrolière) compatible avec la durée de vie de l'ouvrage. Pour permettre ce remplissage, chaque capot devra posséder un orifice d'injection et un orifice d'évent.

Au niveau des trous de passage des tirants d'ancrage horizontaux, des lumières sont prévues, de manière à rendre les paliers démontables. Les capots de protection étanches des tirants horizontaux devront couvrir totalement les trous oblongs.

2.2.4.4 Description des organes de manœuvre

2.2.4.4.1 Préambule

L'Entreprise a la responsabilité de définir les situations de projet et combinaisons à considérer dans ses études.

Les efforts ELS de dimensionnement des treuils sont issus de combinaisons de cas de charge dans les clapets au sens de la norme DIN 19704-1 :

- Pour l'organe de manœuvre, il est exigé une marge de 20% sur la capacité des treuils par rapport à l'effort de manœuvre nominal ou transitoire maximal à l'ELS calculé sur la chaîne.
- Les treuils sont dimensionnés pour l'effort maximal de blocage. Cet effort de blocage correspond à l'effort de tarage de l'organe de manœuvre, c'est-à-dire à l'effort de manœuvre au moment du déclenchement des protections ou si elles n'existent pas, à l'effort maximal que peut fournir le treuil.

2.2.4.4.2 Spécifications techniques des treuils

Les treuils seront conformes aux normes actuelles en vigueur.

Le critère à respecter pour les treuils neufs est de pouvoir abaisser et remonter l'arase du clapet à une vitesse minimale de 100 mm/min (vitesse de déplacement vertical de l'arase) lorsque le clapet est en position relevée.

Un châssis de supportage en acier mécanosoudé fixé au génie civil (pile) via une bêche et des tiges d'ancrage, supporte l'ensemble treuil, constitué des éléments suivants :

- Un réducteur principal constitué de :
 - Un carter en acier mécano-soudé étanche à l'eau recevant un traitement de stabilisation avant usinage, fixation tourillonnant sur l'axe de l'arbre lent.
 - Un arbre Petite Vitesse dimensionné pour recevoir la noix Galle, reprendre les efforts de manœuvre et transmettre le couple.
 - Un ensemble d'engrenages (4 trains parallèles), dont l'arbre d'entrée MV (moyenne vitesse) est équipé de 2 bouts.
 - Un système de lubrification à l'huile par barbotage ou par circulation d'huile au moyen d'une pompe et d'un circuit de lubrification.
 - Des reniflards performants avec filtre assécheur correctement dimensionnés.
 - Un orifice bien placé permettant la vidange aisée du réducteur.

Ce réducteur est monté « flottant », son axe de rotation étant l'arbre de la noix Galle, c'est à dire l'arbre PV (Petite Vitesse).

- Un motoréducteur frein équipé de :
 - Un réducteur à arbre parallèle et/ou conique (lubrification à l'huile par barbotage).
 - Une cloche d'adaptation pour montage sur le réducteur primaire au niveau de l'un des bouts de l'arbre Moyenne Vitesse.
 - Un moteur d'une puissance minimale de 3kW à 4 pôles (1500 tr/min).

Il sera équipé d'un codeur incrémental, et sera dimensionné pour être piloté par un variateur de vitesse.

En outre, il sera « tropicalisé », c'est-à-dire que son indice de protection sera a minima IP65, et qu'il recevra une peinture de type C5VH ANV, pour usage extérieur en ambiance humide.

- Un frein électrique de sécurité à disque « ambiance marine » monté sur le second bout d'arbre MV du réducteur principal, avec réglage automatique des jeux, et équipé de contacts électriques de contrôle d'ouverture et de contrôle d'usure ;
Ce frein sera pourvu d'un déblocage mécanique à levier, permettant l'affalage gravitaire du clapet en cas d'absence d'alimentation électrique ou de défaut au niveau de la motorisation,
- Les accouplements nécessaires à la liaison des différents composants de la chaîne cinématique ;
- Deux paliers pivot (au niveau de l'axe de l'arbre PV) reprenant les efforts amenés par la noix motrice, supportant le réducteur principal et les organes qui y sont fixés ;
- Un dispositif de reprise de couple fixé liant le réducteur primaire au châssis de supportage. Celui-ci permet d'équilibrer le réducteur monté flottant, et est élastique : un empilage de rondelles Belleville dont la précontrainte est réglable, doit permettre d'amener la souplesse nécessaire pour pouvoir détecter une surcharge ou un mou de chaîne au moyen de capteurs de fin de course.

L'ensemble du treuil sera capoté étanche aux eaux de pluie et de ruissellement. Des trappes seront créées afin de permettre les inspections visuelles courantes. Le capotage principal sera amovible ou escamotable pour réaliser les maintenances.

Le treuil sera conçu de telle sorte que le moteur pourra être remplacé rapidement : aucune manœuvre manuelle n'étant prévue en cas d'avarie de ce dernier, le principe retenu est de le remplacer par un moteur équivalent stocké en tant que pièce de rechange.

Il sera instrumenté de la façon suivante :

- Un codeur absolu sur l'arbre lent pour mesurer la position du clapet ;
- Un commutateur de fin de course 4 positions à cames rotatives et capteur de position monté sur l'arbre lent, pour détection de :
 - Fin de course bas clapet.
 - Fin de course haut clapet.
 - Surcourse haut clapet ;
 - Fin de course crochet de verrouillage ouvert/fermé.
- Un capteur fin de course de détection de surcouple (sur dispositif de reprise de couple) ;
- Un capteur fin de course de détection de mou de chaîne (sur dispositif de reprise de couple) ;
- Un capteur frein moteur activé ;
- Un capteur frein de sécurité activé ;
- Pour le réducteur principal, selon la technologie choisie par l'Entreprise :
 - Une sonde Pt 100 ou un thermostat si nécessaire,
 - Un système de réchauffage d'huile si nécessaire,
 - Un détecteur électrique de colmatage du filtre si nécessaire,
 - Un détecteur de pression basse pompe à huile si nécessaire.
- Un niveau avec détecteur électrique de niveau bas d'huile ;
- Un bouton d'arrêt d'urgence.

Un coffret électrique de raccordement des actionneurs et de l'instrumentation doit être prévu pour faciliter la liaison avec l'armoire de commande installée sur la pile. Ce coffret électrique unique regroupera l'ensemble des composants électriques associés à un treuil. Il ne sera pas admis la multiplication de petits coffrets.

La lubrification sera réalisée par une huile biodégradable.

L'Entreprise fournira la première charge d'huile.

L'ensemble du treuil et de ses accessoires recevront un système de peinture certifié ACQPA de type C5VH ANV ou équivalent (RAL défini par le maître d'ouvrage lors des études d'exécution).

Les treuils subiront des essais de validation à vide sur banc d'essais en usine. Il n'est pas demandé de tests en charge.

L'Entreprise établira à minima les documents suivants :

- Une note d'hypothèses de dimensionnement,
- Une note de calcul de dimensionnement du carter et des soudures,
- Une note de calcul de dimensionnement des engrenages et des arbres,
- Une note de calcul de la chaîne cinématique,
- Une note de calcul de la motorisation électrique,
- Une note du calcul du couple de freinage du frein à disque,
- Une note de calcul du châssis de supportage,
- Une note de calcul des descentes de charge sur le génie civil et des efforts dans les tirants d'ancrage,
- Un dossier de plans comprenant plan d'ensemble, plans de fabrication, nomenclature,
- Un plan d'encombrement avec masse, centre de gravité, position des points de manutention, etc.,
- Une notice d'entretien et d'exploitation avec fiches techniques détaillées de maintenance et périodicité,
- Une liste des pièces de rechange préconisées pour les 3 treuils.

La construction du treuil principal sera de type industriel avec livraison d'un dossier Titulaire comprenant :

- Établissement d'une Liste des Opérations de Fabrication et de Contrôle,
- Établissement des spécifications techniques d'achats,
- Fourniture des certificats matière de type CCPU 3.1 pour le carter et la chaîne cinématique,
- Établissement du cahier de soudage avec QS et QMOS,
- Fourniture des procès-verbaux de contrôle des soudures, de détentionnement du carter, de traitements thermiques, de contrôle non-destructif des pièces forgées et barres laminées, de contrôles dimensionnels, de peinture, etc.
- Fourniture du procès-verbal d'essais de validation à vide sur banc en usine.

Les matériaux sont choisis afin d'assurer la pérennité des ouvrages pour les températures ambiantes.

L'Entreprise établit les documents réglementaires de certificat des matériels fournis d'aptitude à l'emploi (Certification CE, ...).

2.2.4.4.3 Spécifications techniques des freins

En plus du frein de service équipant le motoréducteur, l'Entreprise doit équiper la chaîne cinématique avec un frein de sécurité permettant d'arrêter le déplacement du clapet en cas de dysfonctionnement du frein de service, ce dans toutes les conditions de chargement de ce dernier.

Ce frein sera de type à disque situé sur l'arbre MV (second arbre d'entrée du réducteur principal), avec déblocage mécanique à levier et contact de contrôle d'ouverture et contact de contrôle d'usure. En tant que frein de sécurité, ce frein sera de type « à manque de courant ».

L'ensemble devra pouvoir permettre un affalage du clapet.

L'Entreprise établira une note de calcul de justification dimensionnelle des freins du système.

2.2.4.4.4 Spécifications techniques des chaînes Galle et des noix Galle

En phase PROJET, le mode d'exploitation du barrage a conduit à des efforts de manœuvre ELS en situation transitoire de l'ordre de 54 tonnes.

Les caractéristiques techniques à respecter sont les suivantes :

1/ Efforts dans les chaînes :

Au stade PROJET, les efforts dans la chaîne ont été calculés, issus de combinaisons de cas de charge au sens de la norme DIN 19704-1 :

- Effort durable dans la chaîne _____ 53 T
(cas de charge hydrostatique : régulation à RN+0,25m)
- Effort accidentel dans la chaîne _____ 58 T
(blocage)

Pour l'établissement de son offre et lors de la réalisation, l'Entreprise devra, par ses propres études et calculs, recalculer les efforts de manœuvre pour assurer le dimensionnement correct de la chaîne et de la noix et un fonctionnement conforme du clapet.

2/ Données techniques et Performances attendues :

- Effort nominal à considérer dans la chaîne _____ 53 T
- Chaîne équipée de maille d'attache, galets d'empilage si nécessaire, axe de jonction
- Course de la chaîne _____ 4 m environ
- Temps Ouverture/Fermeture _____ 20 minutes environ
- Coefficient de sécurité dans la chaîne (à la rupture) _____ 5 mini
- Classement FEM _____ M4
- Durée de vie de la chaîne cinématique _____ 30 ans
- Les manœuvres considérées au stade PROJET sont :
 - Manœuvres de régulation : 2 manœuvres par jour en moyenne (De manière enveloppe, on peut considérer que chacune de ces manœuvres de régulation correspond à 1/4 de tour de noix galle, soit environ 300 mm maxi).
 - Période de crue : 2 ouvertures (course d'environ 4m) / fermetures complètes par an.

3/ Définition de la chaîne et de la noix :

Au stage PROJET, il a été considéré les composants suivants :

- Chaîne :
 - Type Galle en acier inoxydable avec des bagues autolubrifiantes.
 - Pas : 160mm.
 - Maillon poire.
 - Résistance à la rupture : 2 650kN.
 - Plaques en acier inoxydable.
 - Articulations équipées de bagues autolubrifiantes en composite.
 - Axes en acier inoxydable, longueur totale 306mm, arrêté de chaque côté par un anneau déformable + rondelle.
 - Résilience des matériaux : 27 J à -20°C.
- Noix :
 - Type Galle.
 - 9 dents.
 - 42CrMo + QT ou équivalent.
 - Ø primitif : 467,81mm.
 - Lubrification avec huile biodégradable.

Tous les aciers auront une résilience de 27 J à -20°C afin d'assurer la pérennité des ouvrages pour les températures ambiantes.

L'alésage et le clavetage de la noix seront usinés en adéquation avec les données de l'arbre lent fournies par l'Entreprise des treuils.

L'Entreprise devra fournir pour chaque couple chaîne/noix, un dossier qualité établi par l'Entreprise du matériel comprenant à minima :

- La documentation technique de la chaîne et de la noix,
- Les plans d'ensemble et de détail,
- Les certificats matières type 3.1,
- Les PV traitements thermiques,
- Les PV de recherche de défauts sur pièces finies,
- Les PV de contrôles géométriques et dimensionnels,
- Les consignes d'entretien et de maintenance des chaînes.

Le contact entre la noix et la chaîne Galle doit être lubrifié. A cette fin, l'Entreprise prévoira l'étude et la mise en place d'un dispositif de pulvérisation d'huile qui fonctionnera de manière intermittente, selon la fréquence des manœuvres du clapet. L'huile utilisée, soumise à acceptation de la Maîtrise d'Ouvrage, sera biodégradable.

Un bac inox sera placé sous la noix afin de récupérer les égouttures. Il sera de dimensions suffisantes pour recueillir le principal des égouttures, et permettre un nettoyage à une fréquence de 3 mois ou plus. Son intégration doit permettre son nettoyage ou son évacuation de manière aisée. Une construction en inox est préférable. Le cas échéant, une attention sera portée pour éviter le contact avec les éléments de serrurerie (caillebotis notamment), susceptible de créer un couple galvanique.

Afin de limiter l'immersion de la chaîne sur les portions n'atteignant jamais la noix motrice, une brimbale en acier mécano-soudé est intercalée entre le clapet et la chaîne Galle.

La préparation et l'exécution de cette brimbale (exigences sur la conception, les matériaux, la protection anti-corrosion, etc.) sont calquées sur celles prévues pour les clapets.

2.2.4.5 Dispositifs de verrouillage en position haute

2.2.4.5.1 Présentation générale des verrous de chômage

Les clapets doivent pouvoir être maintenus en place sans l'aide des treuils pour des opérations de maintenance à l'aide de verrous de chômage.

Les clapets prendront appui au niveau de leur montant de commande sur un butoir articulé autour d'un pivot.

La mise en place du butoir doit se faire en sécurité depuis la plateforme technique de la pile ou depuis la passerelle.

La manœuvre du butoir doit être sécurisée (verrouillage à clef) afin d'éviter toute manœuvre par erreur ou acte de vandalisme.

Les verrous permettent le maintien des clapets pour une arase à la retenue nominale amont.

2.2.4.5.2 Spécifications techniques des mécanismes des verrous de chômage

Les verrous de chômage du clapet sont représentés sur le plan guide référencé A 013 86 V 008 indice C.

Le verrou de chômage dans son ensemble est constitué de :

- Un châssis fixe en acier au carbone S355 J2+N mécano-soudé composé :
 - D'une partie ancrée dans la pile rive droite,

- D'une partie aérienne, peinte, recevant l'axe de rotation du verrou.
- Un bras en acier au carbone S355 J2+N peint monté sur un axe d'articulation dans le châssis fixe, dont l'extrémité a la forme d'un crochet.
- Un axe d'articulation en acier de type 42CrMo4 traité contre la corrosion et de bagues autolubrifiantes.
- Un dispositif de commande manuelle composé d'un treuil manuel en acier inoxydable équipé d'un câble en inox relié au bras du verrou. Ce dispositif est accessible depuis la passerelle.

L'ensemble de ces accessoires est traité contre la corrosion en adéquation avec une utilisation extérieure.

Ce système de commande doit être conçu et placé de façon à ce que l'opérateur de maintenance puisse commander le verrou depuis la passerelle sans sortir des protections collectives qui constituent les garde-corps.

Un capotage escamotable recouvre l'ensemble, et empêche la manœuvre lorsqu'il est en place. Un verrou à clef empêche son ouverture. La position fermée est surveillée au moyen d'un capteur Fin de Course empêchant toute manœuvre du clapet en cas de position non fermée.

La conception sera conforme aux exigences de la norme NF EN ISO 12944-3.

Les pièces du verrou en acier recevront un système de peinture certifié ACQPA de type Im2VH ANI (RAL défini par le maître d'ouvrage lors des études d'exécution).

Tous les cordons de soudures sont réalisés continus et bouclés.

Les dimensions géométriques et d'épaisseur des verrous sont données à titre indicatif.

Lors de l'établissement de son offre et lors de la réalisation, l'Entreprise doit, par ses propres études et calculs, ainsi que par son expérience personnelle, concevoir les mécanismes de verrous de chômage pour assurer un fonctionnement correct et conforme du clapet.

2.2.4.6 Butées d'appui en position basse

Des butées basses sont aménagées dans la fosse du radier pour permettre l'appui du clapet.

Un total de cinq butées par clapets sont prévues, positionnées chacune au droit d'un palier d'articulation, de sorte que les montants verticaux du clapet prennent appui dessus.

Les butées sont en acier. Leur altitude est ajustée au moyen de tôles fines intercalées entre les butées et les plots béton sur lesquels elles sont fixées par des écrous vissés sur des tirants scellés.

Tous les éléments en acier sont peints au moyen d'un système certifié ACQPA de type Im2VH ANI (RAL défini par le maître d'ouvrage lors des études d'exécution).

2.2.4.7 Pièces de rechange et outillages spéciaux

Un ensemble de pièces de rechange de première urgence sera fourni par l'Entreprise pour l'entretien des équipements de vantellerie du barrage lors de la réception de la première passe rénovée.

Les pièces seront livrées regroupées dans des caisses et des emballages appropriés permettant de les stocker sur une période de 10 ans minimum.

Les pièces de rechange comprennent :

- Des pièces de sécurité :
Il est précisé que les pièces de rechange dites « de sécurité » sont celles qu'il paraît utile d'avoir à sa disposition dès la mise en service des vannes et de leur matériel associé pour parer, dans les délais les plus courts, à certaines déficiences du matériel et éviter ainsi, si elles se manifestent, une interruption prolongée du fonctionnement du matériel.
- Des pièces sujettes à usure :

Par opposition aux pièces de sécurité, les pièces de rechange dites « d'usure » sont celles qui sont destinées à remplacer les parties de l'installation dont la durée d'utilisation probable en fonctionnement normal, est inférieure à celle de la fourniture elle-même.

- Des pièces spécifiques ou à long délai d'approvisionnement.

La liste minimale des pièces de rechange est établie par l'Entreprise en fonction du plan de maintenance et soumise à l'approbation du Maître d'Œuvre. A minima, l'Entreprise fournira les pièces de rechange suivantes :

- 1 moteur de rechange pour les treuils de manœuvre des clapets
- 1 capteur de chaque type pour les treuils de manœuvre des clapets (codeur, détecteurs de fin de course/surcourse, détecteur de niveau d'huile, etc.)
- 1 jarretière fibre de chacun des modèles installés
- 1 jarretière cuivre de chacun des modèles installés
- 1 carte automate de chaque type
- 1 passerelle de chaque type (ex : RS242 vers modbus TCP IP vers)
- 1 sonde de niveau de type radar
- 10 clés Siemens jaunes
- 10 clés Siemens rouges
- 10 clés Siemens vertes
- 10 clés Siemens bleus
- 1 convertisseur de chaque
- 1 alimentation de chaque
- Cordon RJ 45
- 1 disjoncteur de chaque type utilisé
- 1 parafoudres
- 1 isolateurs galvaniques
- 1 alarme anti-intrusion y compris les détecteurs volumétriques
- 1 détecteurs de fumée
- 2 fusibles de chaque type utilisé
- 1 détecteur de présence
- 2 relais magnétothermiques de chaque type utilisé

Afin d'assurer une parfaite interchangeabilité des pièces de rechanges ultérieures, l'Entreprise fournit éventuellement et si nécessaire, les gabarits de perçage et de montage.

L'Entreprise fournit également tous les matériels et outillages - nécessaires à l'exploitation, aux montages, aux démontages, au graissage et aux visites d'entretien des équipements de sa fourniture - autres que ceux que l'on peut se procurer couramment dans le commerce tels que, élingues, clés courantes, clés à chocs...

Il fournira ainsi tous les équipements de sécurité (échelles d'accès, gardes corps, lignes de vie, etc....) permettant l'accès aux équipements de sa fourniture, et les accessoires permettant le maintien des équipements de vantellerie en position de maintenance.

Dans le cas où la fourniture comporte plusieurs matériels identiques destinés au même ouvrage, l'Entreprise ne fournit qu'un seul jeu d'outillage spécial.

2.2.5 Description des passerelles mobiles

2.2.5.1 Architecture générale

Afin de pouvoir accéder aux organes de manœuvres, des passerelles d'accès sont prévues au droit du barrage. Ces 3 passerelles permettront de cheminer d'une culée à l'autre et ainsi d'accéder à la pile citrouille.

Ces passerelles d'accès auront un double usage, elles desserviront les différentes piles du barrage et participeront activement aux opérations de batardage de maintenance amont.

Celles-ci sont prévues mobiles à déplacement vertical, avec 2 positions :

- Position haute : Position normale de service. Le platelage se trouve au même niveau que l'arase des piles, et donne accès aux équipements de manœuvre et de commande des clapets.
- Position basse : Position permettant le batardage de la passe. Les aiguilles de batardage amont prennent alors appui sur la passerelle qui reprend les efforts hydrauliques, et les retransmet au niveau des piles.

La passerelle devra garantir la transparence visuelle entre l'amont et l'aval et de la rive gauche à la rive droite. De ce fait, sa matérialité métallique et son garde-corps fin et sobre seront soit réalisés en acier galvanisé thermolaqué RAL 7016.

Les garde-corps amont seront amovibles afin de permettre la mise en œuvre des aiguilles lorsque la passerelle est en position basse. Le principe de mise en place et de retrait de ces garde-corps est décrit au §2.2.5.3.

En situation d'exploitation courante, la passerelle est maintenue en position haute.

À noter que cette passerelle constitue par la même occasion un moyen d'auscultation de l'ouvrage facilitant les opérations d'entretien et de maintenance.

La continuité piétonne sera assurée en position haute (passerelle verrouillée) et en position basse (appui sur les réservations dans le génie-civil des piles) pour toutes les passerelles. Une ligne de vie sera intégrée au garde-corps fixes du côté aval des passerelles. Du côté amont, les garde-corps seront amovibles. Ils seront manchonnés et vissés dans des réservations de la passerelle. Les vis de fixation seront en acier inoxydable et facilement accessibles. En cas de position différente entre deux passerelles de passes voisines, une trappe située au droit de la pile entre les deux passerelles permettra d'accéder au niveau inférieur via des échelons fixés dans la réservation du génie-civil côté amont. Une crosse intégrée dans le génie-civil permettra de faciliter le montée/descente des échelons.

La sécurisation sur les côtés de la trappe quand la passerelle sera en position basse se fera par la pose d'un garde-corps amovible dans un système de manchonnage équivalent au système de garde-corps amovibles pour le batardage.

2.2.5.2 Géométrie

Chaque passe à clapet sera équipée d'une passerelle mobile structurellement indépendante. Chaque passerelle fera 16,42 m de long et 1,5 m de largeur dont 1,4 m de cheminement et sera réalisée en structure métallique type acier galvanisé thermolaqué RAL 7016 supportant une plateforme en caillebotis calée à la cote 82,93 mNGF en position haute. En position basse, la plateforme sera calée à la cote 80,30 mNGF.

La structure de la passerelle aura une épaisseur globale de 53 cm. Sa sous-face sera ainsi calée à 82,40 mNGF en position haute et 79,77 mNGF en position basse, garantissant respectivement 50 cm de revanche sur la cote des PHEC (pour rappel 81,90 mNGF) et 25 cm de revanche sur la RN en période de maintenance (prévue en période estivale), pour le passage d'embâcles.

2.2.5.3 Assemblage et fabrication

La passerelle sera composée d'une structure métallique à base d'IPE. Deux longerons IPE 500 sont positionnés en long sur toute la portée de la passerelle d'une longueur total de 16,42 m. Des IPE 200 et IPE 100 seront respectivement mis en traverse et en diagonale pour renforcer la structure. Les traverses seront régulièrement espacées.

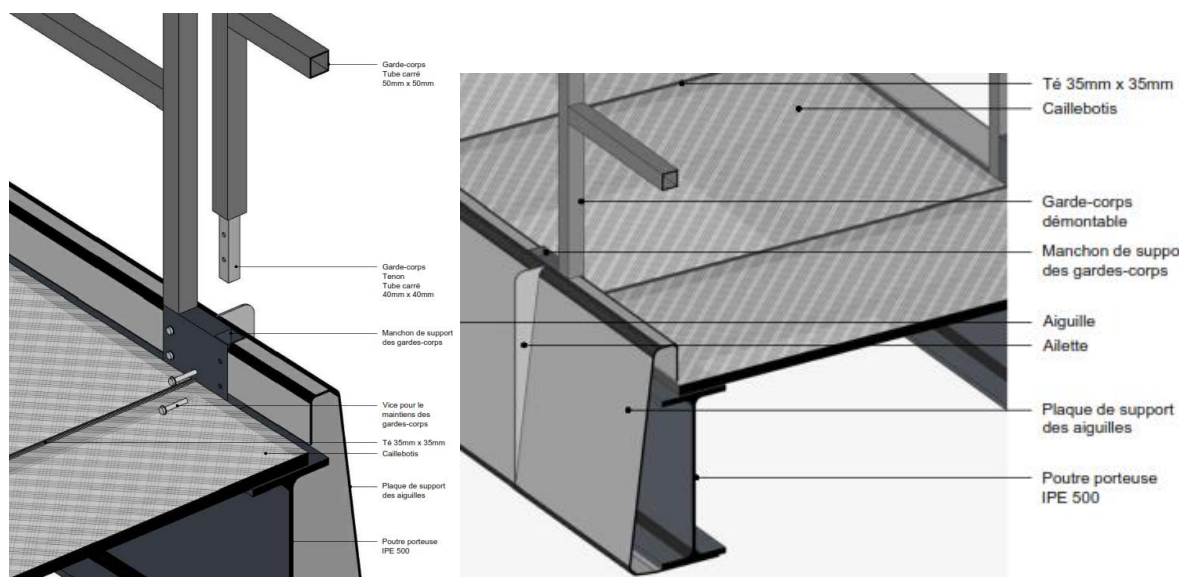
La structure de la passerelle sera en acier S 355 J2+N ou équivalent. Les IPE sont soudés entre eux afin d'avoir une structure treillis rigide pour encaisser les efforts horizontaux principalement dus aux situations de maintenance. La structure sera galvanisée et thermolaquée en RAL 7016.

Il est rappelé qu'au stade d'exécution, une étude structurelle de la passerelle est demandée afin de vérifier celle-ci au dimensionnement en contrainte et déplacement ainsi qu'aux instabilités.

En ce qui concerne la superstructure, des caillebotis pressés en galva 30x30 seront réalisés pour le cheminement ainsi que des garde-corps métallisés de 1,2 m de hauteur. Les garde-corps seront placés à espacement régulier et vissés dans des manchons de support sur le bord amont, et soudés sur l'IPE 500 sur le bord aval de la passerelle. Les caillebotis sont directement fixés au Té, disposés sur les longueurs des IPE traversant (IPE 200).

De plus, une plaque de support sera ajoutée sur le bord amont qui accueillera les aiguilles de batardage afin de pouvoir positionner celles-ci correctement. Cette plaque métallique, découpée puis pliée, forme une pièce s'encastrant entre les manchons de maintiens des garde-corps amovibles. Elle sera galvanisée et thermolaquée en RAL 7016.

Figure 2-7 : Détail du bordé amont pour appui des aiguilles et du système de manchonnage des garde-corps amont amovibles



2.2.5.4 Système de manœuvre

Afin d'assurer le mouvement vertical de la passerelle, celle-ci est équipée à chacune de ses extrémités de :

- 2 crics (l'un côté amont, l'autre côté aval),
- 1 motoréducteur à roue et vis sans fin (irréversible) de 0,75kW,
- 1 liaison mécanique reliant le moteur aux 2 crics, assurant une manœuvre simultanée.

Ces ensembles mécaniques seront intégrés dans l'épaisseur de la structure (plancher) de la passerelle.

Les crémaillères associées aux crics seront liées au génie civil. Elles sont suspendues par liaison pivot à une console fixée dans les rainures des passerelles. Cette disposition permet de s'affranchir de légers défauts d'entraxe, et d'absorber les dilatations thermiques de la passerelle sous l'effet des différentiels de température.

Du fait des dispositions de conception prévues et décrites ci-avant, le dispositif de motorisation n'est pas ou peu visible, et en tout état de cause ne dépasse pas de l'arase des piles ou de leurs garde-corps.

La manœuvre s'effectue directement depuis les armoires situées sur les piles ou dans le local de commande.

Le temps de manœuvre (pour une montée ou une descente) sera d'environ 5 minutes.

Le synchronisme entre les 2 moteurs sera contrôlé au moyen de codeurs (1 par rive) installés préférentiellement directement sur l'un des 2 crics.

Des capteurs de fin de course haut et bas permettront l'arrêt de la manœuvre.

En vue de la maintenance ou pour couvrir les cas de défaillance (moteur ou alimentation électrique), des trappes ou protecteurs amovibles sont prévus dans le platelage de la passerelle, donnant accès à aux organes de mobilité, Les motoréducteurs étant équipés de volants de manœuvre de secours.

La chaîne cinématique est basée sur des motoréducteurs à roue et vis sans fin, rendant la manœuvre irréversible : le maintien en position de la passerelle doit être assurée en cas de perte d'alimentation et sans frein.

Les 2 positions extrêmes de la passerelle sont sécurisées :

- En position basse : par l'accostage avec le génie civil des piles (fond de rainures) ;
- En position haute : par un verrouillage manuel, consistant à mettre en place des verrous en sous-face de la passerelle.

Ces verrous sont au nombre de 4, 1 à chaque coin de la passerelle.

Manœuvrés manuellement au niveau des piles par actionnement d'une poignée (fixe ou amovible) sur un angle de rotation de 90°.

Etant donné la faible fréquence d'utilisation de ces dispositifs, ils ne sont pas instrumentés. Un cadenassage doit être prévu pour éviter toute manœuvre intempestive des verrous.

2.2.6 Description des plateformes

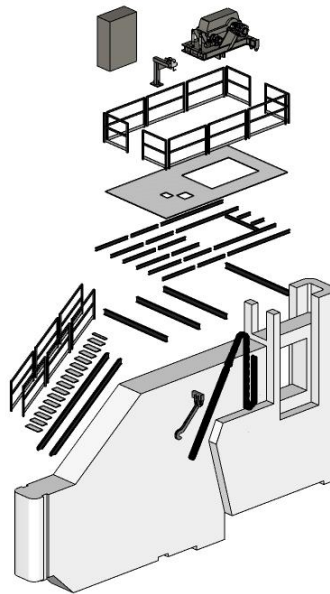
Les plateformes seront composées d'une structure métallique à base d'IPE :

- Quatre IPE 200 sont positionnés en long, dans le sens perpendiculaire de la pile, sur une longueur de 3,40 m. Elles sont en porte-à-faux de chaque côté de la pile. Les porte-à-faux sont de 1,30 m vers la rive gauche et de 0,90 m vers la rive droite.
- Des IPE 100 seront mis en traverse et serviront à la réalisation du chevêtre autour du motoréducteur
- La structure de la passerelle sera en acier S 355. Les IPE sont soudés entre eux afin d'avoir une structure rigide pour encaisser les efforts. Elle sera galvanisée et thermolaquée en RAL 7016.

En ce qui concerne la superstructure, des caillebotis pressés en galva 30x30 seront réalisés pour le cheminement ainsi que des garde-corps métallisés de 1,2 m de hauteur. Les garde-corps seront placés à espacement régulier soudés sur les IPE du pourtour de la plateforme. Les caillebotis sont directement fixés au Té, disposés sur les IPE.

De plus, un escalier sera fabriqué avec deux longueur d'IPE 200 sur lesquels seront soudés les garde-corps placés à espacements régulier. Les marches seront réalisées par des caillebotis pressés en galva 30x30, fixés sur des cornières soudées aux IPE 200. Elles auront un giron de 225 mm et une hauteur de marche de 180 mm. La profondeur des marches sera de 250 mm.

Figure 2-8 : Structure et serrureries des plateformes



2.2.7 Comblement de la fosse de manœuvre des hausses

Le bajoyer de l'écluse présente une fosse qui servait à abriter les organes de manœuvres des hausses. Cette fosse sera comblée avec du béton. Le volume estimatif de cette fosse est de l'ordre de 6-7 m³.

2.3 Réalisation du franchissement piscicole

2.3.1 Caractéristiques générales du dispositif de franchissement piscicole

2.3.1.1 Contexte général

Le contexte actuel de l'Yonne est à la restauration de la continuité écologique à long terme en lien avec le classement du cours d'eau en liste 1 (enjeux migrateurs et réservoir biologique), renforcé par le classement en liste 2 de la partie de l'Yonne concernée par la zone d'étude (de la confluence avec l'Armançon à la confluence avec la Seine).

Le barrage d'Epineau constituant actuellement un obstacle à la remontée du poisson sur l'Yonne, le projet de modernisation de l'ouvrage intègre la réalisation d'un dispositif assurant la libre circulation du poisson.

Les espèces cibles identifiées sur l'Yonne sont au nombre de onze :

- L'Alose (listes 1 et 2),
- L'Anguille (listes 1 et 2),
- Le Brochet (listes 1 et 2),
- Le Chabot (listes 1 et 2),
- Le Lamproie marine (listes 1 et 2),
- Le Lamproie de planer (liste 1),

- Le Loche de rivière (listes 1),
- Le Saumon atlantique (listes 1 et 2),
- Le Truite fario (listes 1 et 2),
- Le Truite de mer (listes 1 et 2),
- Le Vandoise (liste 2).

Les différentes contraintes liées aux caractéristiques du site, à son fonctionnement et aux espèces cibles ont orienté le choix du dispositif de franchissement vers une passe à poissons :

- Positionnée en rive gauche, entre l'écluse et le barrage ;
- De type rustique composée d'un ouvrage à macrorugosités.

L'ouvrage est complété par un couloir de débit complémentaire permettant de restituer à côté de l'entrée piscicole un débit complémentaire améliorant l'attractivité de la passe à poissons et participant également à l'auto-nettoyage de sa prise d'eau.

L'accès piéton à l'ouvrage se fera par le bajoyer de l'écluse, tandis que l'accès avec des engins se fera par voie fluviale par barge.

2.3.1.2 Principe de l'ouvrage piscicole

L'ouvrage amont est composé d'une passe rustique à « macroplots » ou « macrorugosités ». Il s'agit d'une rampe à faible pente, visant à se rapprocher des conditions d'écoulement rencontrées dans le milieu naturel.

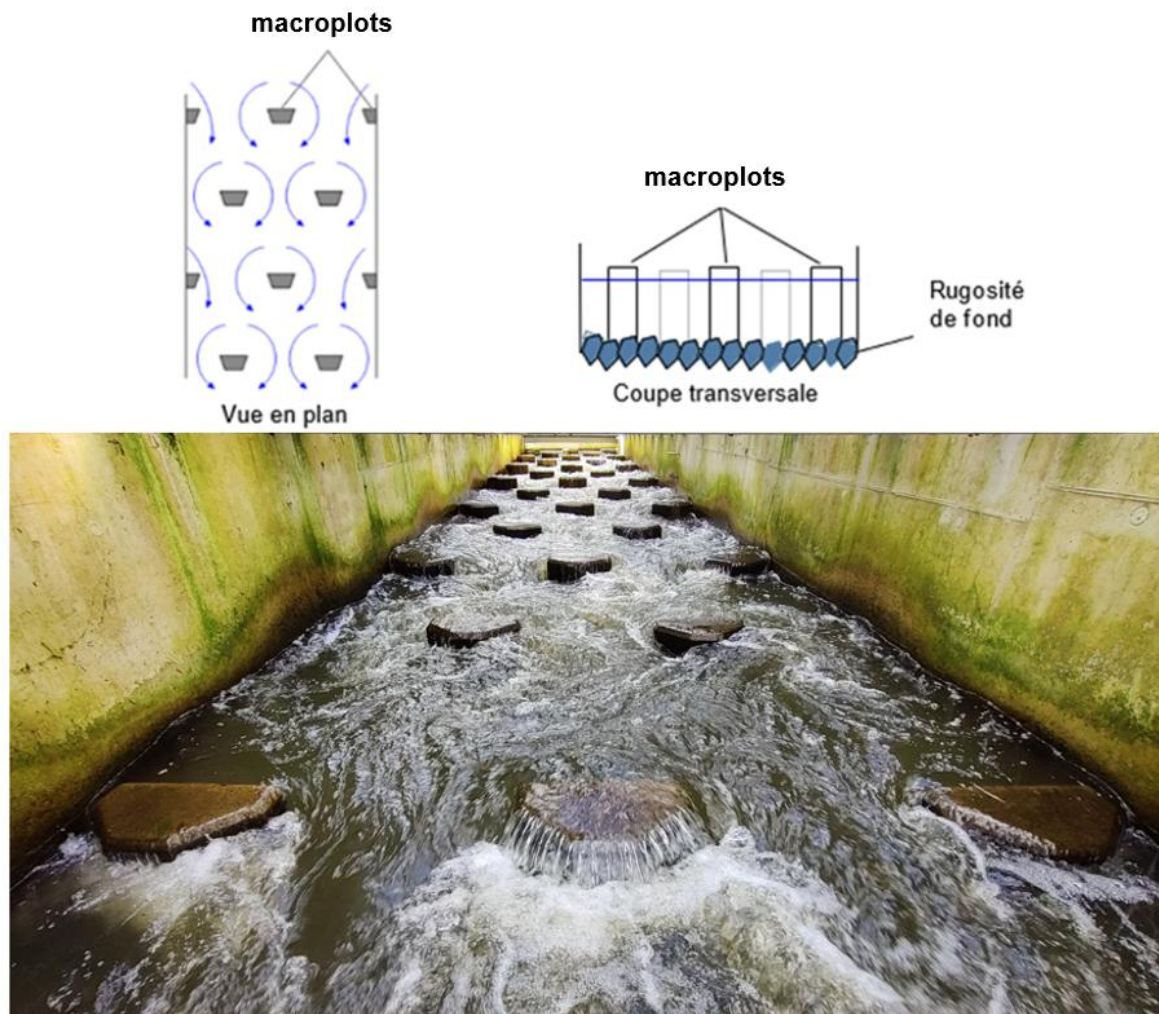
Il existe plusieurs principes d'aménagement de ce type d'ouvrage. Pour des questions de compacité, la pente y est plus forte que celle du cours d'eau naturel imposant la mise en place d'une rugosité adaptée pour freiner les écoulements et dissiper progressivement l'énergie hydraulique tout au long de l'ouvrage.

Le principe proposé se caractérise par la mise en place d'une rugosité régulièrement répartie.

Les macroplots sont régulièrement distribuées de façon à répartir de façon homogène la dénivelée totale de la chute du barrage sur l'ensemble du développé de la passe à poissons. Les macroplots jouent le rôle de frein hydraulique ainsi que de refuge pour le poisson en aval immédiat (zone à faible vitesse). La rugosité de fond vient compléter les possibilités de repos et permet au poisson de se repérer.

Les schémas ci-dessous montrent les caractéristiques des macroplots.

Figure 2-9 : Exemple de réalisation (Yonne, barrage d'Auxerre)



Une concentration en plots de 13% (rapport du nombre de plots disposés sur une surface sur le nombre maximal de plots jointifs que pourrait accueillir cette surface) apparaît être parmi les configurations les plus intéressantes. Cela correspond à un espacement relatif des plots de l'ordre de 2.5 à 3 fois le diamètre du plot. La hauteur des plots doit tenir compte de la lame d'eau moyenne souhaitée dans l'ouvrage en fonction des espèces et de leur capacité de nage.

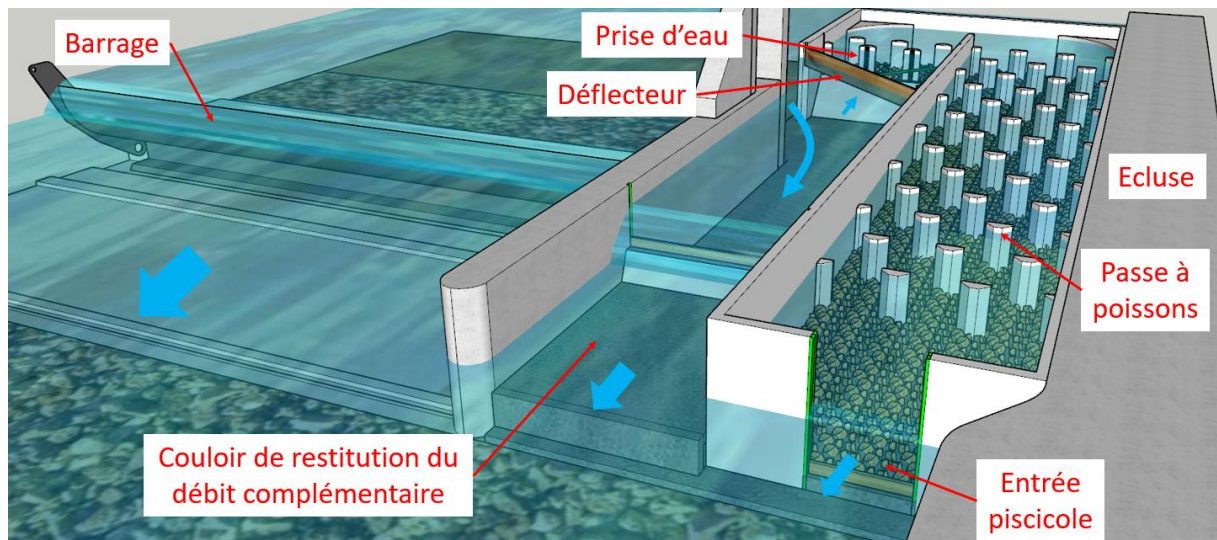
2.3.2 Caractéristiques de l'ouvrage piscicole

2.3.2.1 Forme et configuration

Afin de minimiser les actions d'entretien sur l'ouvrage et notamment de nettoyage de la prise d'eau, il est proposé une configuration de passe repliée sur elle-même avec la prise d'eau orientée vers l'aval. En complément, pour faciliter l'évacuation des flottants de la prise d'eau, un couloir sera réalisé dans l'alignement de la prise d'eau permettant par la même de restituer un débit complémentaire à côté de l'entrée piscicole de la passe à poissons.

Une telle configuration permet d'avoir un débit global plus important qu'avec une injection du débit d'attrait dans la passe à poissons et d'améliorer l'auto-nettoyage de la prise d'eau de la passe à poissons. La mise en place d'un déflecteur devant la prise d'eau permettra de guider les flottants vers l'échancrure du débit d'attrait.

Figure 2-10 : Forme et configuration de la passe à poissons

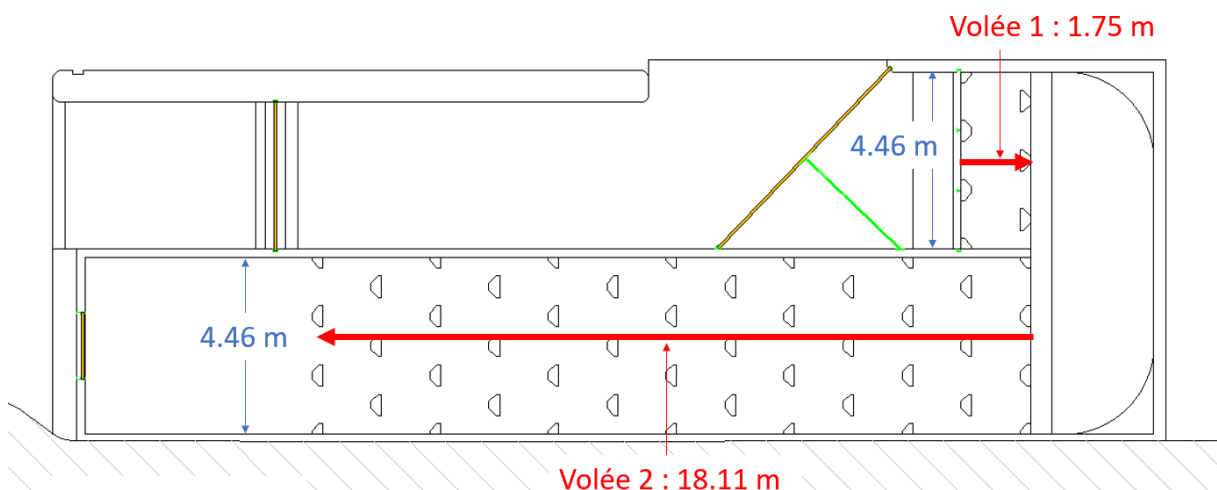


Pour garantir une bonne attractivité de l'ouvrage, le débit global (débit passe à poissons + débit attrait) sera d'un minimum de **3.2 %** du débit restitué par le barrage à **2.28 fois le module** (gamme haute de fonctionnement de la passe à poissons) soit **6 m³/s**.

Les volées :

Le profil en long de l'ouvrage comprend deux rampes ou volées respectivement de 1.75 m et 18.11 m de long équipées de macroplots. Ces volées présentent une **pente longitudinale de 4%** et sont entrecoupées d'un bassin de retournement. Le profil en travers des volées est du type rectangulaire avec un radier horizontal, pour une largeur de 4,46 m.

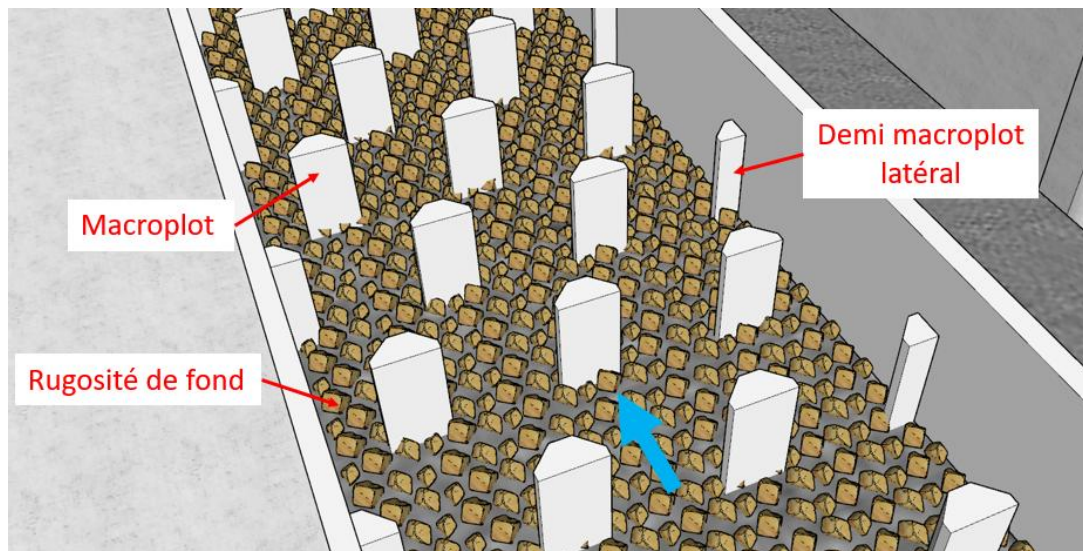
Figure 2-11 : Volées de la passe à poissons



Le radier de l'ouvrage est composé d'une dalle béton armé d'une épaisseur de 0,30 m. Il comporte une rugosité de fond composée de petits blocs rocheux d'un diamètre compris entre 150 et 250 mm noyés à mi-hauteur dans une couche de béton de 10 cm d'épaisseur formant ainsi une rugosité apparente comprise entre 50 et 150 mm.

Les macroplots sont composés d'éléments en béton fibré pour améliorer leur résistance. Ces macroplots ont une section trapézoïdale dont la face la plus large (53.6 cm) est orientée vers l'amont. Ils sont disposés en quinconce avec un écartement longitudinal et latéral de 1.486 m et soit une concentration de l'ordre de 13 %. Chaque rangée présente trois macroplots avec deux demi macroplots latéraux une rangée sur deux. Les macroplots ont une hauteur apparente (au-dessus des blocs de la rugosité de fond) de 0.86 m.

Figure 2-12 : Macroplots et rugosité de fond

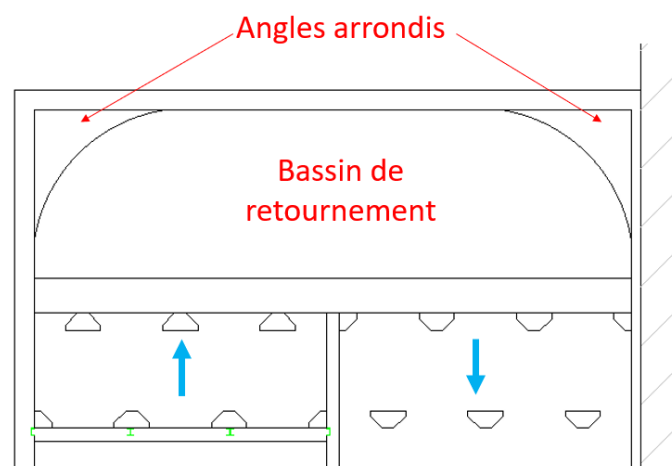


Le bassin de retournement :

Le bassin de retournement assure la transition de tracé de l'ouvrage tout en servant de zone de repos pour les espèces aux capacités de nage les plus faibles ainsi que pour les espèces circulant en bancs.

Il présente une profondeur de 0,5 m par rapport à la partie basse des rampes. Le bassin a une forme rectangulaire de l'ordre de 28 m² dont les deux angles amont sont arrondis pour limiter les zones de recirculation (rayon 2,33 m). Le fond est, à l'image des rampes, revêtu d'une rugosité composée de petits blocs rocheux d'un diamètre compris entre 150 et 250 mm noyés à mi-hauteur dans une couche de béton de 10 cm d'épaisseur.

Figure 2-13 : Bassin de retournement de la passe à poissons



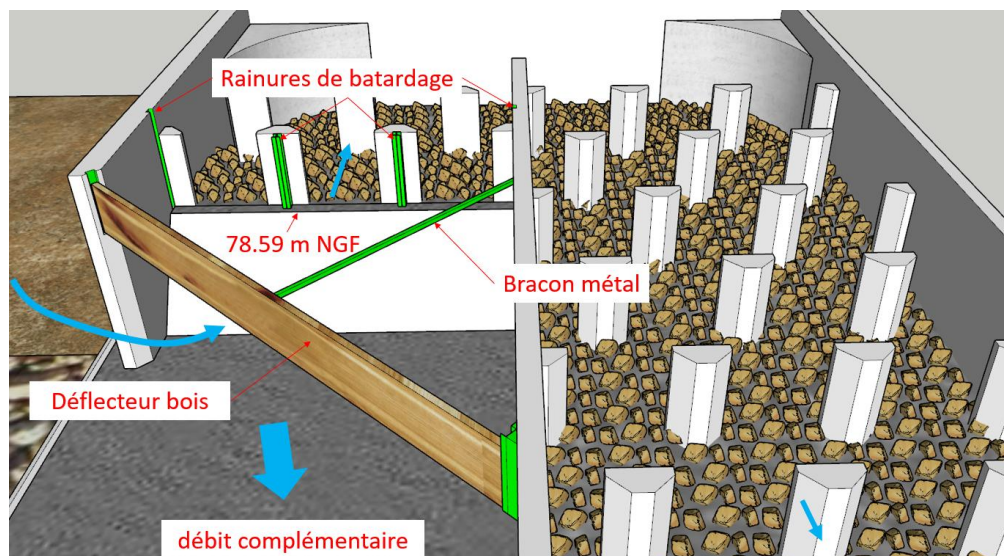
En amont et en aval des bassins, les raccordements des rampes sont calés à la même altitude afin d'éviter la formation d'une chute ou un effet de mise en vitesse dans le bassin.

La prise d'eau :

Le raccordement amont de l'ouvrage à l'Yonne est réalisé au moyen de la prise d'eau de 4.46 m d'ouverture calée à la cote 78.59 m NGF soit 0.91 m en dessous du niveau moyen de régulation ($R_p = 79.50$ m NGF). Elle équipée d'un déflecteur de type bois de 6.27 m de long positionné en biais aval pour orienter les flottants vers l'échancrure du débit complémentaire. Ce déflecteur a une hauteur de 0.6 m dont 0.3 m noyés sous le niveau moyen de régulation permettant de dévier les principaux corps flottants vers le couloir du débit complémentaire. Le déflecteur est renforcé dans sa partie centrale par un bracon métallique. Le positionnement de la prise d'eau ainsi que son orientation par rapport aux courants d'appel du couloir du débit complémentaire assureront un minimum d'auto-nettoyage de la prise d'eau.

L'entrée de la prise d'eau est équipée de rainures de batardage (profilés métalliques 50 x 100 mm) pour la mise en place d'un batardeau composé d'éléments aluminium empilables en cas de mise hors d'eau de l'ouvrage.

Figure 2-14 : Prise d'eau de la passe à poissons



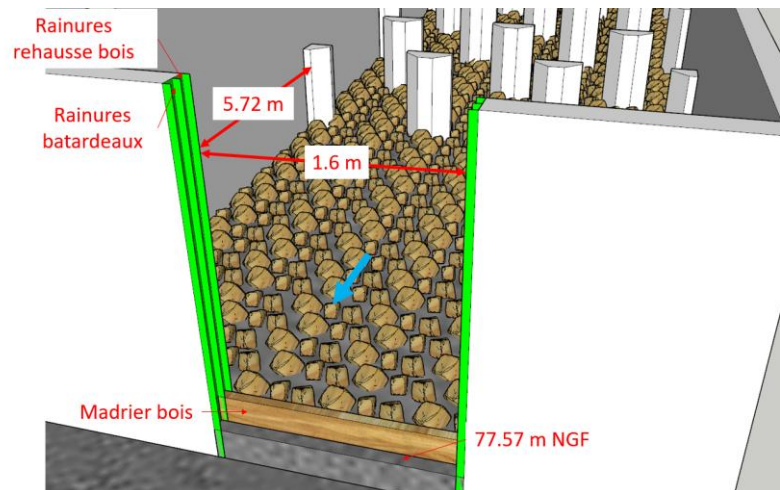
L'entrée piscicole :

L'entrée piscicole est composée d'un bassin de 5.72 m de long dont le radier présente une pente de 4% avec rugosité de fond dans la prolongation de la volée n°2.

La communication avec le bief aval de l'Yonne se fait au moyen d'un déversoir de 1,6 m de large. Ce déversoir est calé à la cote 77.57 m NGF soit 1 m sous le niveau d'eau aval en étiage (Crmin barrage de Pêchoir : 78.60 m NGF). Il est surmonté d'un madrier de bois de 0.21 m de haut. Ce déversoir sera évolutif, par ajustement de la hauteur des éléments bois, afin de s'adapter aux éventuelles variations des fonds de l'Yonne pouvant influencer le niveau d'étiage du bief aval (par exemple modification des consignes de gestion du barrage de Pêchoir). Le seuil de l'échancrure de l'entrée piscicole constitué de bastaings de bois pourra alors être ajusté en conséquence. Cette opération nécessitera le batardage amont de la prise d'eau de la passe à poissons et l'intervention de plongeurs pour ajouter un ou plusieurs bastaings de bois. De même lors des OPR et test de mise en eau de la passe à poissons, l'Entreprise en charge des travaux devra au besoin ajuster le niveau des bastaings de bois pour obtenir la chute prévue en phase d'étude.

La chute formée par ce déversoir est de 0,2 m en étiage.

Figure 2-15 : Entrée piscicole de la passe à poissons



L'entrée piscicole est équipée de deux jeux de rainures. Le premier jeu amont permet la mise en place des rehausse bois et le second aval pour batardeur l'ouvrage lors de sa mise hors eau.

2.3.2.2 Dispositif de restitution du débit complémentaire

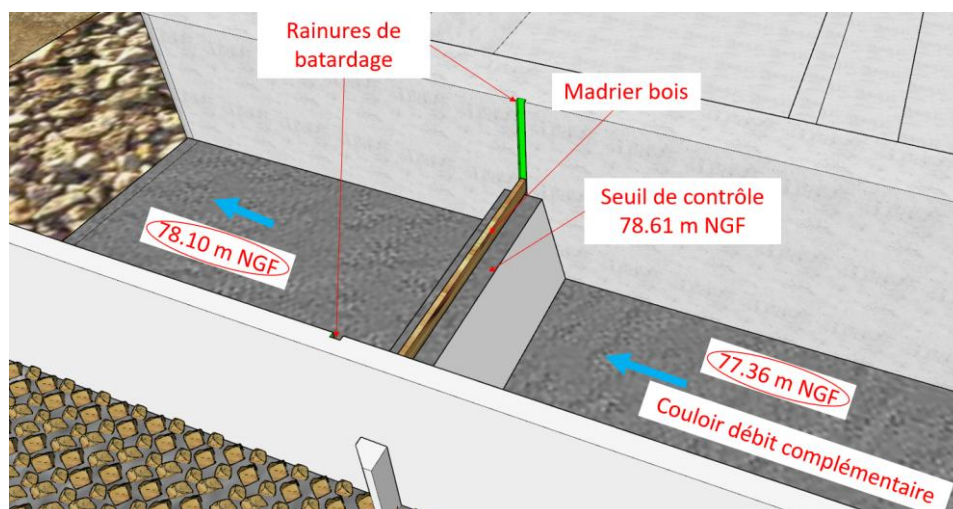
Pour améliorer l'attractivité de la passe à poissons et faciliter l'évacuation des flottants, un débit complémentaire sera restitué en parallèle de l'entrée piscicole de la passe à poissons au moyen d'un couloir entre la pile du barrage et le voile droit de la passe à poissons.

Ce couloir aura une largeur de 3,69 m et présentera un seuil de contrôle d'une largeur de crête de 0,5 m pour une cote de calage de 78,61 m NGF. Le radier en amont du seuil de contrôle sera calé à la cote 77,36 m NGF tandis qu'en aval la cote de calage sera fixée à 78,10 m NGF.

Le seuil de contrôle sera équipé de rainures de batardage pour régler le niveau du déversoir avec un madrier de bois de 0,2 m de hauteur. Le madrier sera équipé latéralement d'anneaux de levage pour en faciliter la mise en place et le retrait.

Le dispositif de restitution du débit complémentaire sera ainsi calé pour restituer un débit de l'ordre de 4 m³/s, permettant de renforcer l'attractivité de la passe à poissons ainsi que limiter, par effet d'aspiration, l'accumulation de flottants guidés par le déflecteur de la prise d'eau de la passe à poissons.

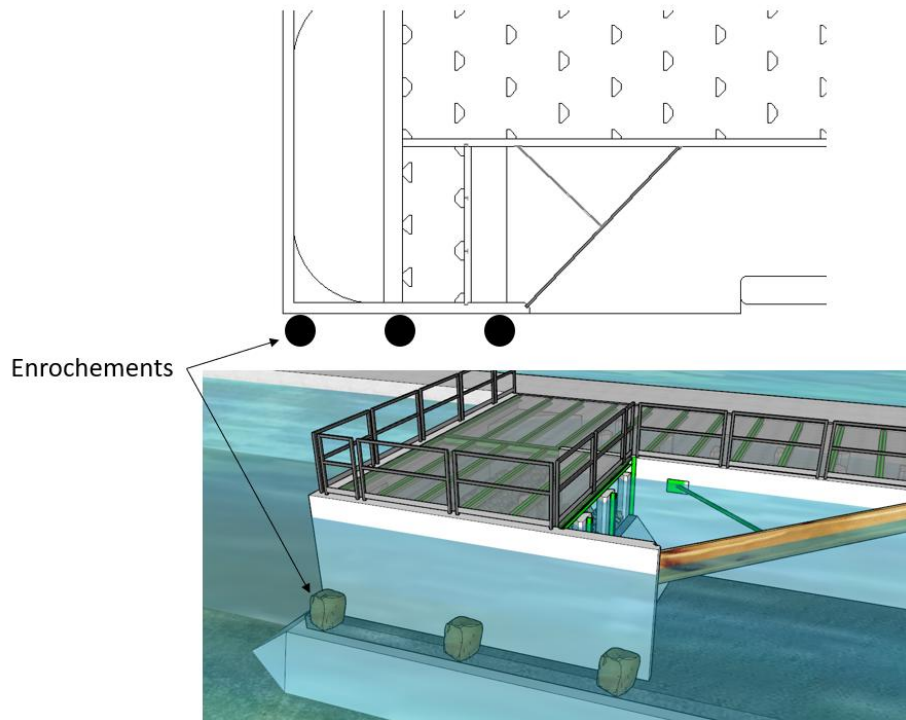
Figure 2-16 : Couloir de restitution du débit complémentaire



2.3.2.3 Enrochements sortie piscicole

En sortie amont de la passe à poissons, pour faciliter le déplacement des poissons aux faibles capacités de nage le long de l'ouvrage en gamme haute de fonctionnement (>1.5 fois le module), des enrochements seront mis en place le long du voile extérieur pour réduire les vitesses d'écoulement.

Figure 2-17 : Principe des enrochements en sortie piscicole

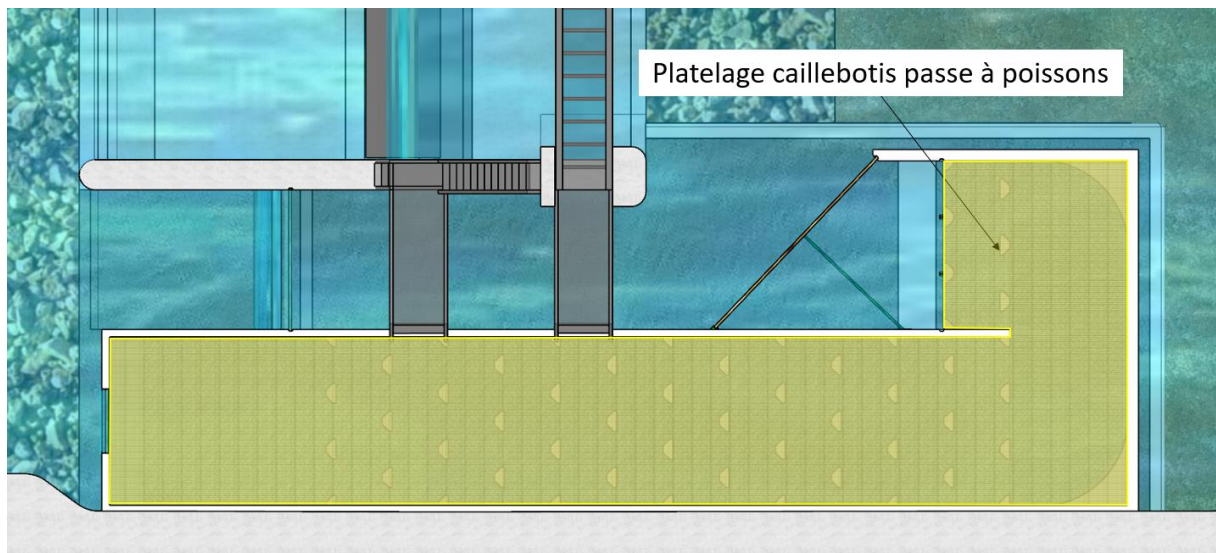


2.3.2.4 Equipements

2.3.2.4.1 Caillebotis

Pour limiter les risques de colmatage en crue par des flottants, la passe à poissons sera entièrement recouverte d'un platelage caillebotis reposant sur les bajoyers ainsi que sur des poutres métalliques de soutien. Ce platelage permettra également de sécuriser l'accès à l'ouvrage pour l'exploitant pour en assurer la gestion l'entretien et la maintenance. Le platelage sera facilement amovible pour assurer l'accès aux macroplots pour l'entretien courant.

Figure 2-18 : Platelage caillebotis de la passe à poissons

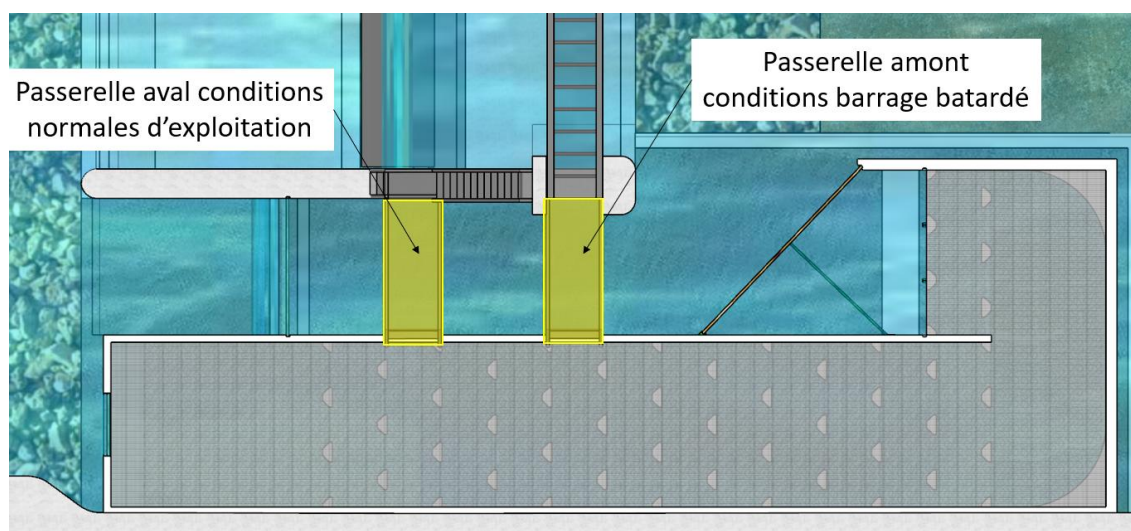


2.3.2.4.2 Passerelles

Pour assurer l'accès au barrage pour l'exploitant via la passe à poissons, deux passerelles permettront de franchir le couloir du débit complémentaire. Elles permettront d'assurer la continuité de passage avec la passerelle du barrage en conditions normales d'exploitation (passerelle aval couloir débit complémentaire) ainsi qu'en conditions de barrage batardé avec sa passerelle abaissée (passerelle amont couloir débit complémentaire).

Ces passerelles seront conçues pour garantir un tirant d'air minimum de 0.6 m en conditions normales d'exploitation pour garantir le passage des flottants.

Figure 2-19 : Passerelles d'accès au barrage

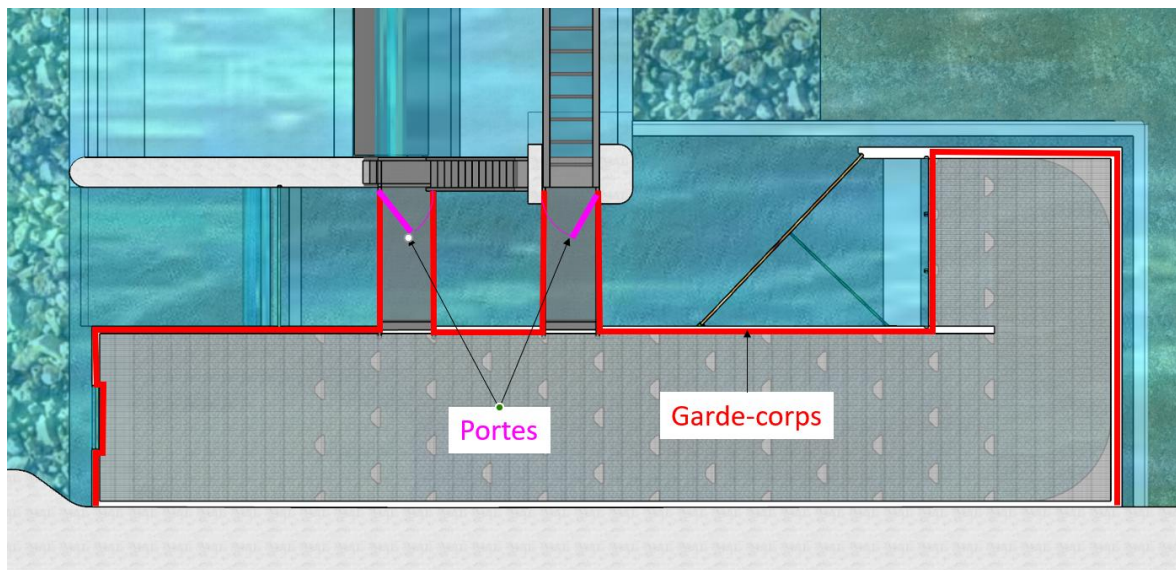


2.3.2.4.3 Garde-corps et portillon

La périphérie côté rivière des platelages caillebotis et des passerelles sera protégée du risque de chute par un garde-corps sur une soixantaine de mètres. Ce garde-corps sera rabattable (vers l'intérieur, articulation et blocage par boulonnage) pour limiter les risques d'arrachage pendant les épisodes de crue.

Les accès au barrage par les passerelles seront sécurisés au moyen de portes positionnées en retrait du génie civil de la pile pour garantir leur protection pendant les crues.

Figure 2-20 : Garde-corps et portillons

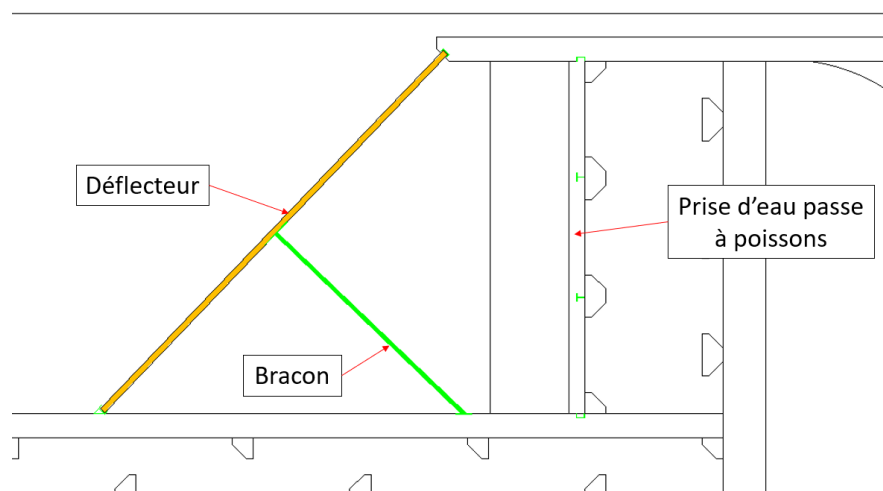


2.3.2.4.4 Déflecteur prise d'eau

Pour limiter l'entrée des corps flottants dans la passe à poissons et les orienter vers le déversoir du débit d'attrait, un déflecteur de type bois sera positionné en biais devant la prise d'eau. Ce déflecteur sera noyé à mi-hauteur pour un niveau d'eau équivalent au niveau d'exploitation.

Pour améliorer sa rigidité, le déflecteur sera équipé d'un bracon métallique.

Figure 2-21 : Vue en plan positionnement du déflecteur de la prise d'eau de la passe à poissons



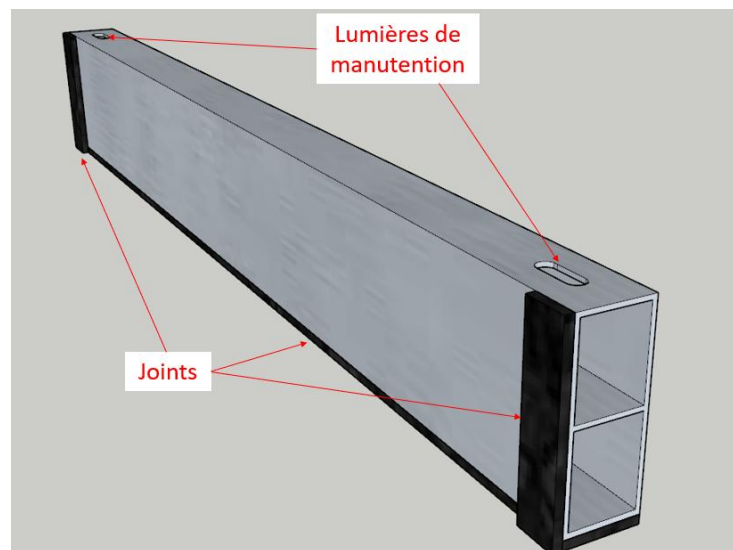
2.3.2.4.5 Batardeaux

La prise d'eau ainsi que l'entrée piscicole seront équipées de rainures métalliques de batardeage afin de mettre en place des batardeaux pour la mise hors d'eau de l'ouvrage lors des opérations de maintenance.

Ces batardeaux seront constitués d'éléments empilables de faible poids pour être facilement manipulables par deux personnes au moyen de tiges-clefs du haut de la plateforme caillebotis.

Ils comporteront un joint sur leur face inférieure ainsi que sur les côtés pour assurer l'étanchéité. Les éléments présenteront sur le dessus des lumières oblongues pour la manutention au moyen de tiges-clefs.

Figure 2-22 : Batardeaux

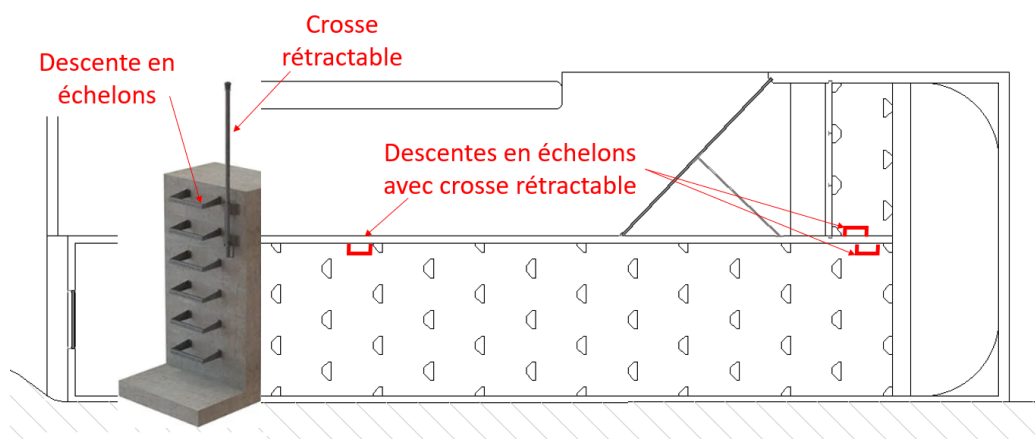


2.3.2.4.6 Descentes en échelons

La passe à poissons sera équipée de descentes en échelons pour permettre l'accès dans l'ouvrage lors des opérations d'inspection de l'ouvrage. Trois descentes seront mises en place en amont, en intermédiaire et en aval de la passe à poissons.

Ces échelons seront scellés dans le bajoyer central de la passe à poissons. Chacune des descentes en échelons sera équipée d'une crosse rétractable pour faciliter la descente des échelons.

Figure 2-23 : Descentes en échelons avec crosses rétractables



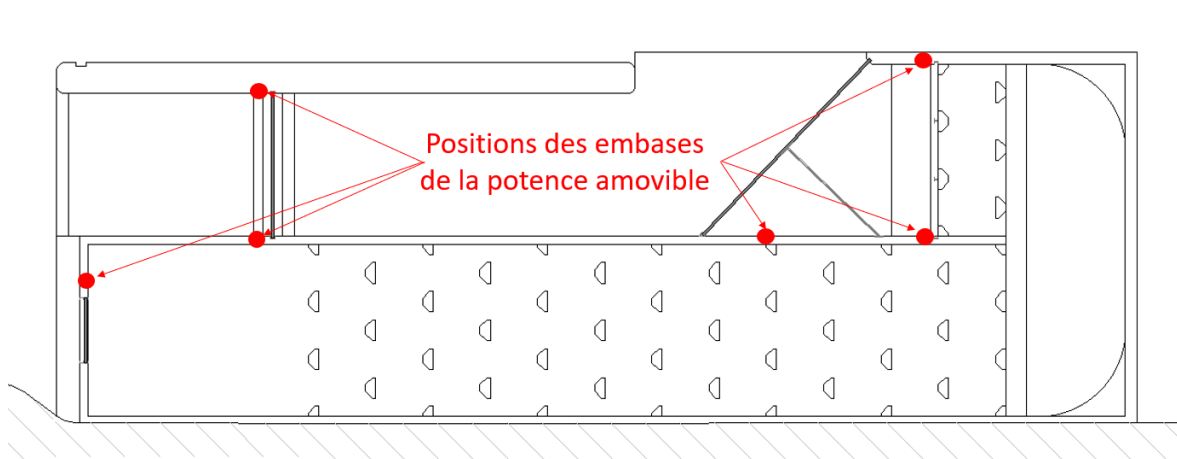
2.3.2.4.7 Potence amovible

Pour assister les opérations de mise en place des batardeaux ainsi que de retrait d'embâcles, une potence amovible portable d'une portée minimale de 2 m et d'une Charge Maximale Utile de 300 kg sera prévue avec la mise en place de 6 embases fixées sur les voiles de l'ouvrage.

Figure 2-24 : Principe de la potence amovible



Figure 2-25 : Localisation des embases



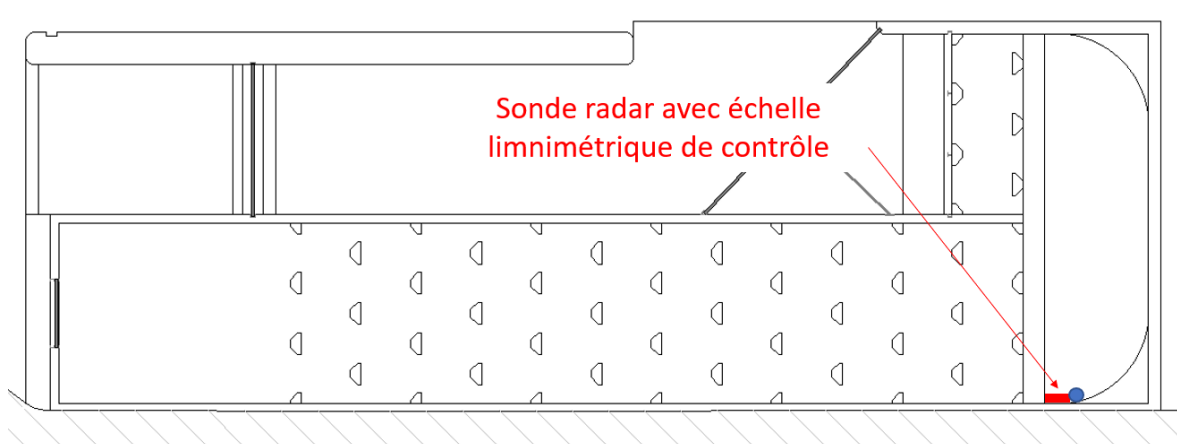
2.3.2.4.8 Suivi des niveaux d'eau

Le suivi des niveaux d'eau de la passe à poissons se fera au droit du bassin de retournement. Ce suivi se fera au moyen d'une sonde radar étanche à la submersion accompagnée d'une échelle limnimétrique pour en vérifier le bon fonctionnement et le calage.

Cette sonde de niveau permettra d'estimer le débit d'alimentation de la passe à poissons (abaque) et par comparaison avec le niveau renseigné par la sonde amont barrage de vérifier l'état de colmatage de la prise d'eau.

La valeur du débit complémentaire sera estimée par abaque au moyen du niveau d'eau mesuré par la sonde amont du barrage.

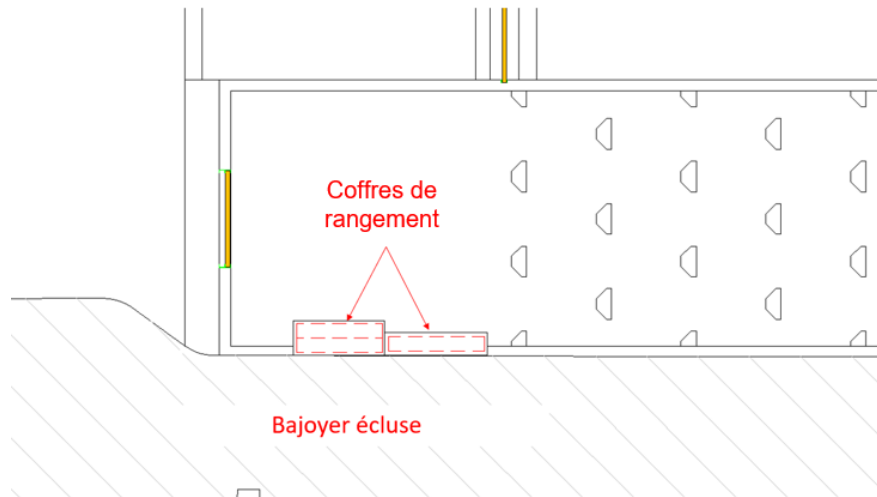
Figure 2-26 : Position sonde radar et échelle de contrôle



2.3.2.4.9 Coffres de rangement

Les éléments des batardeaux ainsi que la potence amovible seront stockés sur la passe à poissons au moyen de deux coffres de rangement positionnés sur la partie aval de la passe à poissons.

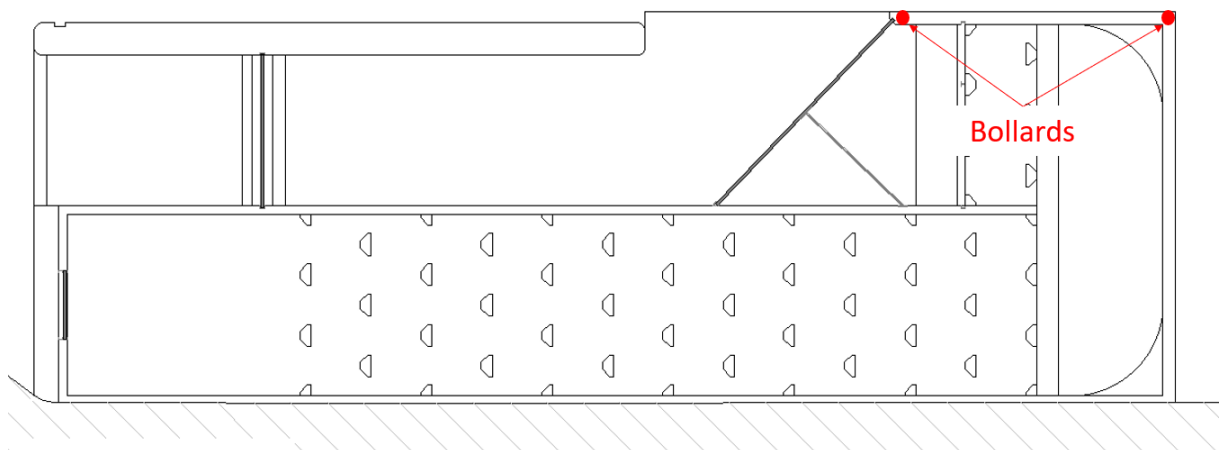
Figure 2-27 : Principe de rangement des batardeaux et de la potence amovible



2.3.2.4.10 Bollards

Pour faciliter l'amarrage de bateaux / barges d'intervention, deux bollards seront mis en place sur le voile externe de la passe à poissons. Ces bollards permettront également de faciliter l'extraction de la prise d'eau des ouvrages piscicoles de flottants de grandes dimensions ainsi que leur amarrage en attente d'évacuation.

Figure 2-28 : Position des bollards



2.3.3 Aspects dédiés au phasage, au mode de réalisation et à la spécificité des travaux

2.3.3.1 Mode de fondation

L'altimétrie variable du toit du substratum marneux au droit de l'ouvrage piscicole nécessitera la réalisation préalable d'une assise en gros béton. Cette assise servira de béton de propreté pour le génie civil de la passe à poissons.

2.3.3.2 Génie civil

Le génie civil sera composé à la base d'une dalle en béton armé commune à la passe à poissons et au couloir de restitution du débit complémentaire.

Sur cette dalle commune sera monté l'ensemble des voiles constitutifs des ouvrages (voiles périphériques et transversaux).

Le remplissage entre la dalle commune et les radiers sera composée d'un béton de remplissage.

Les radiers seront coulés sur l'assise en grave. Ils comporteront les fers en attente pour le scellement des macroplots entiers. Les voiles comporteront également des fers en attente pour assurer le scellement des demi-macroplots.

Préalablement à la pose des macroplots, les massifs arrondis des angles du bassin de retournement seront réalisés ainsi que les raccordements de marche en béton de remplissage.

Les macroplots seront réglés puis scellés.

La rugosité de fond sera réalisée sur les radiers selon les prescriptions de pose et en se référant à la planche d'essai qui sera mis en place sur le sommet des macroplots et déplacée au fur et mesure de l'avancement du chantier pour être facilement visible par les opérateurs.

2.3.4 Réglages

Les aménagements piscicoles ne nécessitent pas de réglage spécifique.

Le calage des madriers de bois de l'entrée piscicole et du couloir de restitution du débit complémentaire se fera lors des tests de mise en eau en présence du maître d'œuvre.

2.4 Prolongement du seuil fixe

2.4.1 Description des éléments de structure

La suppression des passes à aiguilles des petits déversoirs et de leurs piles est remplacée par le prolongement du seuil fixe existant en rive droite jusqu'au raccordement avec la culée rive droite du barrage. La cote de crête du seuil sera de 79,56 mNGF.

Afin d'assurer la capacité à reprendre les efforts apportés par le futur seuil, il est prévu une déconstruction/reconstruction complète de la fondation de l'ouvrage existant.

Une bêche d'ancrage à l'amont liaisonnée au radier sera nécessaire sur le même principe que pour le radier du barrage.

L'Entreprise justifiera la stabilité de l'ouvrage dans le cadre de ses études d'exécution.

Ces travaux seront réalisés en phase 3, simultanément au confortement du seuil existant, une fois l'emprise mise à sec.

2.4.2 Déconstruction de l'existant

Les opérations prévues dans ce secteur nécessitent la démolition d'une partie des ouvrages existants que sont :

- Démantèlement et évacuation des structures métalliques et équipements des petits déversoirs (aiguilles, fermettes, passerelles, etc.) ;
- Déconstruction des piles et radier des petits déversoirs.

Ces travaux de déconstruction seront réalisés une fois les batardeaux amont et aval mis en œuvre, afin de profiter de la mise à sec de l'enceinte batardée. Les déconstructions des maçonneries et du génie civil seront réalisées conformément aux prescriptions indiquées au CCTP.

Les équipements démontés sur le barrage actuel seront récupérés par l'UTI de VNF selon la destination suivante :

- Passerelles, palans, hausses entières (arc-boutant et chevalet), aiguilles : stockage à Gurgy (Chemin du Port 89250 Gurgy)
- Éléments en lien avec la maintenance (moteurs, arracheur à aiguilles, armoires électriques, etc.) : stockage au CMS de Joigny (Rue de la petite île 89300 Joigny)

2.4.3 Raccordement inter-ouvrages

Côté pile citrouille, le nouveau seuil s'inscrira contre le massif de raccordement à la culée RD au moyen d'un système de joints d'étanchéité. Cela permettra notamment d'assurer une continuité depuis la culée RD du barrage au niveau de la pile citrouille vers le seuil prolongé.

Pour le raccordement côté seuil existant, le nouveau seuil se raccordera au seuil existant au moyen d'un système de joints d'étanchéité. Un rejointoiement des maçonneries pourra s'avérer nécessaire afin de garantir la bonne qualité de l'interface. Dans le cas où des blocs venaient à être manquants ou déchaussés, un ré-empierrement/rejointoiement sera réalisé.

2.4.4 Enrochements percolés à l'aval

Afin de conforter l'aval du radier du seuil prolongé et d'éviter un affouillement en son pied, il est prévu la réalisation d'une protection en enrochements percolés munis d'évents (tous les mètres, sur deux lignes) sur tout le linéaire du pied aval du nouvel ouvrage.

Les dimensions estimées de cet ouvrage sont : 78 m (L) x 3,00 m (l) x 1,15 m (H).

2.4.5 Phasage et accès à la zone de travaux

La mise en œuvre se fera à l'abri de l'enceinte batardée durant les phases 2 et 3. L'accès à la zone de travaux s'effectuera via l'estacade et la digue aval servant de batardeau de chantier.

2.5 Confortement du seuil fixe existant

À la lumière des investigations visuelles, géophysiques et géotechniques, ayant notamment mis en évidence des déjointoiements marqués, ainsi que la présence d'anomalies d'entonnements coïncidant avec des débits de fuites observés à l'aval, le seuil fixe existant sera conforté afin de traiter les défauts d'étanchéité de la partie maçonnée sur tout le linéaire de l'ouvrage.

Figure 2-29 : Présence de cavités importantes sur le parement aval du seuil fixe





Il ressort :

- Un seuil globalement en bon état dans sa masse, malgré la présence ponctuelle de vides.
- Un contact maçonneries/sol de fondation variable présentant tantôt un joint fermé, tantôt un joint ouvert.

Les solutions de confortement retenues sont les suivantes :

- Étanchéification du parement amont ;
- Comblement moellons et/ou béton au niveau des moellons manquants à l'aval ;
- Rejointoiement en crête (reprise des maçonneries présentant des déjointoiements et autres désordres superficiels de type épaufrures / éclatements) ;
- Injection du contact radier/marnes afin de combler cet espace et limiter les circulations d'eau sous l'ouvrage.

Le confortement se fera ainsi selon le phasage suivant :

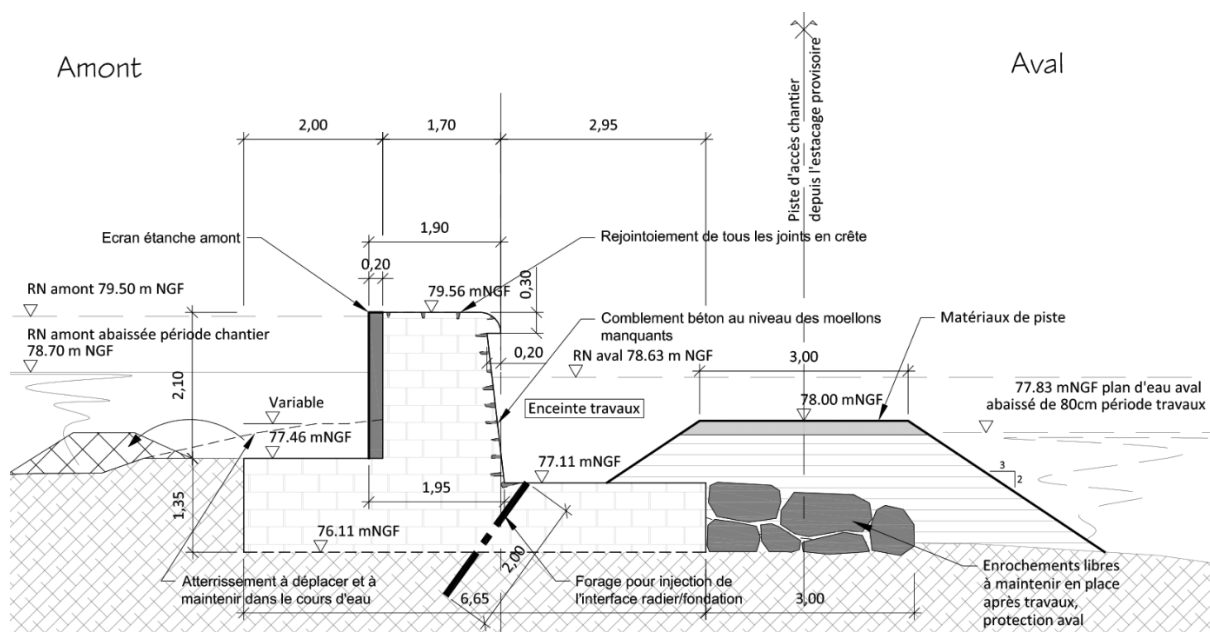
- Accès
 - Intervention en période de chômage de l'écluse, soit un abaissement préventif du bief amont de 80 cm pour garantir le non-déversement sur le seuil et une protection contre les crues afin de permettre une démobilisation du matériel en cas d'alerte météorologique. L'intervention est prévue dès le mois d'octobre après prélèvement des rhizomes de nuphars en amont immédiat du seuil et abaissement du bief amont de quelques centimètres sous le seuil fixe.
 - Création d'une piste d'accès contre le seuil existant coté aval. Cette piste sera réalisée en matériaux étanche jusqu'à la cote 78,00 mNGF, soit une vingtaine de centimètres au-dessus du niveau aval pratiqué lors du chômage sur ces dernières années (niveau chômage amont Pêchoir = 77,83 mNGF). Compte tenu du faible niveau d'eau en période de chômage ainsi que la nature des travaux à réaliser, il n'est pas prévu de batarder spécifiquement l'aval du seuil avec des palplanches. La piste d'accès sera constituée d'un matériau étanche. L'Entreprise pourra éventuellement prévoir un dispositif d'étanchéité rapportée de type géomembrane pour limiter le pompage nécessaire à la réalisation des travaux. Il est attiré l'attention de l'Entrepreneur sur les risques de crues existants en période hivernale et la nécessité de réaliser ces travaux au plus tôt en phase 3.
- Étanchéité amont
 - Déplacement (pas d'extraction) par moyens nautiques des sédiments déposés sur le seuil amont (env. 50 cm en moyenne).
 - Nota : il conviendra de prêter attention à la présence des nuphars (cf. mesure de réduction MR6)
 - Scellement d'ancrages HA12 en partie haute (80 cm) ;
 - Mise en place d'un outil coffrant mobile de 5 à 10 ml depuis l'aval, scellé au niveau du radier amont par plongeurs ;
 - Sujétion de nettoyage du parement en partie basse pour faciliter l'adhérence du parement béton sur la maçonnerie ;
 - Mise en place d'une cage de ferrailage à liasonner au scellement ;

- Mise en place de joints d'étanchéité permettant de renforcer la jonction entre les dalles supérieures du seuil et le corps en maçonnerie du seuil, et permettant d'assurer la jonction entre les différents plots de parement ;
- Pompage et réalisation d'un voile béton sur 20 cm d'épaisseur ;
- Décalage de l'élément coffrant et répétition du procédé.

Nota : les levés topographiques réalisés sur le déversoir mettent en évidence une cote de seuil irrégulière (jusqu'à 79,47 mNGF au plus bas). Étant attendu un non-débordement du seuil à RN tenant compte de la précision de la régulation, on retiendra ainsi une cote fixe à 79,56 mNGF (actuelle « cote moyenne » du seuil fixe). L'arase finie du voile servant de confortement amont du seuil sera ainsi fixée à 79,56 mNGF afin d'assurer la parfaite régularité du seuil.

- Réfection aval et en crête
 - A l'aval : ré-empierrement et rejointoiement au niveau des moellons manquants après réalisation de l'étanchéité amont ;
 - En crête : rejointoiement (reprise des maçonneries présentant des déjointoiements et autres désordres superficiels de type épaufrures / éclatements).
- Injection de l'interface radier/fondation
 - Réalisation d'un rideau d'injection de comblement et de clavage de l'interface radier/marnes depuis le pied aval.
- Protection aval
 - Réalisation d'un tapis d'enrochements libres de 3 m de large en aval immédiat (mutualisé avec la piste d'accès). Ce tapis d'enrochements libres sera mis en œuvre sur un géotextile surmonté d'une couche filtre en matériaux 20/50.
- Repli du chantier
 - Retrait des moyens matériels et de la piste d'accès (sauf tapis d'enrochements) ;
 - Remise en place des matériaux d'atterrissement contre le seuil.

Figure 2-30 : Confortement du seuil fixe



2.6 Description des équipements électriques, d'instrumentation, de télégestion et de supervision

2.6.1 Instrumentation du barrage

2.6.1.1 Sondes de niveau

Le site sera équipé de capteurs de niveau de type radar. Ces capteurs seront installés en amont rive gauche et en aval rive gauche de la passe à poissons.

En complément des nouvelles sondes amont et aval, la sonde amont existante sera maintenue afin d'assurer une redondance (nécessaire à l'amont uniquement), ce qui porte le nombre total à 2 sondes à l'amont (une nouvelle et une existante) et 1 à l'aval (nouvelle).

Les capteurs radar répondront aux spécifications suivantes :

- Plage de mesure : 0 à 6 m ;
- Précision : $\pm 2\text{mm}$;
- Protection : IP68 ;
- Nature du signal : Analogique 4-20 mA, 2 fils ;
- Câble : SYT et blindé par paire.

Les sondes seront installées sur un mat pivotable en acier inox fixé sur le GC. Le pied du mat sera équipé d'un déflecteur de protection pour éviter tout heurt de la structure.

Le fonctionnement de la redondance et de la cohérence des mesures de niveau des sondes amont sera contrôlé par l'automate du barrage selon le principe suivant :

- Contrôle de dérive avec alerte transmis par automate : la valeur retenue pour la mesure est la moyenne des deux sondes si l'écart entre les 2 mesures est inférieur à 3 cm (valeur à définir en fonction des précisions des sondes). En cas d'écart supérieur ou d'avarie sur l'une des sondes, transmission d'alerte nécessitant une intervention.
- Mode dégradé : l'exploitant doit pouvoir définir la sonde prioritaire une fois identifié la cause de l'écart (sonde en maintenance, intervention type retrait d'embâcle sur l'un des points de mesure, etc.). Une nouvelle alerte est transmise si le problème est non résolu au bout de 30 jours (on ne doit pas fonctionner indéfiniment sur une seule sonde).

2.6.1.2 Échelle limnimétrique

Des échelles limnimétriques seront installées à proximité des sondes de mesures de niveau.

Ces échelles seront placées de façon qu'elles soient lisibles par un agent d'exploitation en poste.

L'échelle limnimétrique devra avoir un 0 en commun avec celui des sondes de niveau.

2.6.2 Alimentation électrique

2.6.2.1 Définition des besoins en puissance

L'Entrepreneur devra fournir un bilan de puissance associé aux équipements choisis et celui-ci devra être soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

À titre informatif et non contractuel, le bilan de puissance du barrage se décompose de la manière suivante :

BARRAGE EPINEAU - PUISSANCES PAR EQUIPEMENT							PUISSANCES TOTALES RAMENES AU 400V			
	Libellé fonctionnel	Pu (kW)	Pa (kW)	Ia (A)	Tension (V)	Nb	Fois. (Fs)	I total (A)	P totale (kW)	S totale (kVA)
Local	Eclairage armoire	0,01	0,01	0,04	230V	2	1,00	0,03	0,02	0,02
	Ventilation armoire	0,01	0,01	0,04	230V	2	1,00	0,03	0,02	0,02
	Chauffage armoire	0,10	0,10	0,43	230V	2	1,00	0,29	0,20	0,20
P1	PC 32A tétra	10,00	10,00	14,43	400V	1	1,00	14,43	10,00	10,00
	PC 16A Mono	2,00	2,00	8,70	230V	2	1,00	5,77	4,00	4,00
	Moteur passe 1	3,00	3,19	5,48	400V	1	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	Eclairage Rive gauche	0,10	0,50	0,43	230V	5	1,00	0,72	2,50	2,50
	PC 32A tétra	10,00	10,00	14,43	400V	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	PC 16A Mono	2,00	2,00	8,70	230V	2	0,00	0,00	0,00	0,00
P3	Moteur passe 2	3,00	3,19	5,48	400V	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	Eclairage Rive centrale	0,10	0,50	0,43	230V	5	1,00	0,72	2,50	2,50
	PC 32A tétra	10,00	10,00	14,43	400V	1	0,00	0,00	0,00	0,00
P3	PC 16A Mono	2,00	2,00	8,70	230V	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	Moteur passe 3	3,00	3,19	5,48	400V	1	1,00	5,48	3,19	3,80
	Eclairage Rive droite	0,10	0,50	0,43	230V	5	1,00	0,72	2,50	2,50
	Alimentation éclairage passe à poisson	0,10	0,10	0,43	230V	5	1,00	0,72	0,50	0,50
	Onduleur	3,00	3,00	13,04	230V	1	0,50	2,17	0,25	0,25
TOTAL :								37,19	25,68	25,76
Réserve							10%	3,72	2,57	2,58
TOTAL avec réserve							10%	40,91	28,25	28,34

La puissance totale estimée par le MOE est de 28.34 kVA (prenant en compte une réserve de 10%).

2.6.2.2 Raccordement au réseau

Le site d'Epineau est actuellement raccordé au réseau 400 V EDF en tarif bleu. Cette source constituera l'alimentation par défaut du nouveau système de commande.

La ligne ERDF arrivant en RG, il sera prévu de cheminer l'alimentation jusqu'au local de commande située lui aussi en RG de l'écluse (côté amont). Les câbles de puissances et de commandes chemineront depuis les armoires dans le local de commande jusqu'aux clapets :

- En sous-fluvial au droit du sas de l'écluse et des passes à clapets ;
- Dans les caniveaux existants au droit des bajoyers rive droite et rive gauche de l'écluse ;
- Sur la passerelle traversant la passe à poissons.

Le synoptique est présenté sur le **plan 011**.

L'Entreprise vérifiera au démarrage des travaux la fonctionnalité des fourreaux sous-fluviaux existants au droit de la traversée de l'écluse afin de les utiliser pour l'alimentation du barrage.

2.6.2.3 Régime de neutre

Le régime de neutre prévu est de type neutre à la terre (TT).

1) PROTECTION CONTRE LES CONTACTS DIRECTS

Les dispositions suivantes seront adoptées :

- Mise hors de portée convenable des conducteurs actifs notamment par l'installation d'écrans de protection,
- Signalisation par plaque indicatrice "Homme foudroyé" de la présence de conducteurs actifs au-delà des écrans démontables.

2) PROTECTION CONTRE LES CONTACTS INDIRECTS

La protection des travailleurs sera assurée par l'interconnexion générale des masses et leur mise à la terre.

2.6.3 Groupe électrogène

Il n'est pas prévu de prestation spécifique. Un groupe électrogène mobile, commun à plusieurs sites permettra de secourir la manœuvre des clapets, il viendra se connecter sur la prise dédiée déjà installée au droit du local de commande.

2.6.4 Armoire générale de puissance

L'armoire de puissance regroupera les éléments d'alimentation en puissance de tous les éléments du barrage.

L'inverseur de source en place dans l'armoire d'alimentation de l'écluse sera conservé et alimentera l'armoire générale de puissance Barrage.

L'équipement aura une dimension : L = 800 mm x P = 600 mm x H = 1800 mm. Elle sera installée dans le local de commande en rive gauche de l'écluse. Plus précisément dans le module consacré aux équipements.

L'équipement à mettre en œuvre au niveau de ce TGBT comprend également :

- Un interrupteur tétrapolaire d'isolement générale ;
- Un disjoncteur de protection pour le parafoudre ;
- Un analyseur de réseau (baisse de tension, coupure de phases, etc.) avec disjoncteur de protection ;
- Un disjoncteur tétrapolaire pour l'alimentation de l'armoire « sous TGBT » ;
- Un disjoncteur tétrapolaire pour l'alimentation de l'armoire d'automatisme.

De plus, l'ensemble des disjoncteurs présentés ci-dessus devra être équipé de contact auxiliaire de défaut pour la transmission de l'API de l'ouvrage. Ces informations serviront à l'animation de la page « distribution électrique » qui sera affichée sur l'IHM de pupitre de commande.

En face avant du TGBT, on retrouvera :

- Un voyant « Présence tension » ;
- La face avant de l'analyseur réseau ;
- Un commutateur à clé pour la marche ou l'arrêt du barrage ;
- Un arrêt d'urgence.

Les travaux prennent en compte la fourniture et la pose, ainsi que la mise en marche des différents systèmes et de l'armoire.

2.6.5 Armoire générale de contrôle

L'armoire générale de commande regroupera tous les éléments de distribution BT, automatisme et télégestions.

Les dimensions de cette armoire sont : L = 1600 x P = 600 x H = 1800 mm. Celle-ci sera placée dans le local de commande, plus précisément dans le module dédié aux éléments de gestion du barrage.

Cette armoire contiendra :

- L'automate Programmable Industriel (API) de l'ouvrage, conforme au standard de la DSIN de VNF, muni au minimum de 128 E/S TOR et 24 E analogiques 4-20mA et de 3 voies de communication ;
- Un analyseur réseau ;
- Un switch permettant les raccordements en fibre optique du site d'EPINEAU vers les PCC VNF ;
- Un automate de télégestion équipé de deux modems de type GPRS,

- Les inverseurs de sources ;
- Un disjoncteur pour chaque départ propre au local de commande (ventilation, chauffages, éclairage, prises de courant, éclairages de secours, etc.) ;
- Un disjoncteur bipolaires différentiels pour l'instrumentation 24 Vcc ;
- Un disjoncteur bipolaires différentiels pour le circuit de commande 24 Vcc ;
- Un disjoncteur bipolaires différentiels pour le circuit de signalisation 24 Vcc ;
- Un disjoncteur bipolaires différentiels pour l'automate programmable 230 Vca ;
- L'ensemble des protections nécessaires (isolateur galvanique, parasurtenseur, etc.) sur les circuits capteurs ;
- L'ensemble des protections anti-foudre (parafoudre, disjoncteur de déconnexion, etc.) ;
- Un ensemble chargeur / batterie 24 V / onduleur 230 V et sujétions (autonomie minimale : 2h) ;
- Les appareils de télégestion (switch, modems, routeurs double WAN, etc.) ;
- Les disjoncteurs et/ou les fusibles de protection sur les différents circuits,
- Les relais auxiliaires d'automatisme,
- Les différents borniers de raccordement.

À noter que le 230 V secourue sera obtenu depuis le chargeur – batterie onduleur 230 V. Le 24 Vcc sera obtenu via l'utilisation de deux alimentation stabilisées 220 Vca / 24 Vcc redondantes avec module à diode et contacts de défaut remontés sur l'automate.

L'armoire principale disposera de voyants lumineux permettant d'indiquer la présence de tension, de défauts, etc.

Nota : l'automate général récupère l'ensemble des E/S du barrage (passant par l'armoire « sous TGBT ») et assure la régulation automatique. L'automate de télégestion est là pour transférer les éléments importants à la supervision/télégestion. Suivant les standards de la DSIN, il pourrait s'agir d'un seul automate, à confirmer.

Nota 2 : Le switch SISCO 3300 est fourni par VNF, l'entreprise devra venir effectuer les raccordements de cet équipement.

Les travaux prennent en compte la fourniture et la pose, ainsi que la mise en marche des différents systèmes et de l'armoire.

2.6.6 Armoire sous distribution barrage

L'ensemble des alimentations de puissance et de contrôle commande dédiés au barrage chemineront depuis les armoires décrites ci-dessus, jusqu'au barrage en passant par cette armoire sous-distribution barrage, appelée aussi « Sous TGBT ».

L'alimentation et la récupération de l'ensemble des informations provenant du barrage passeront par cette armoire « sous TGBT » par des liaisons filaires de type TOR et 4-20mA.

Cette armoire (dimensions l 1200 x p 600 x h 2200 mm) sera placée en rive gauche de la passe à poissons. Elle sera implantée dans l'axe de la passerelle pour faciliter le cheminement des câbles.

Elle contiendra :

- Un jeu de barre commun où arrivera l'alimentation du barrage ;
- 1 Inter disjoncteur tétrapolaire pour l'alimentation de chaque coffret de commande déportée du barrage ;
- 1 inter disjoncteur bipolaire pour l'alimentation de chaque mesure de niveau (y compris passe à poisson) ;
- 1 inter disjoncteur bipolaire pour l'éclairage de l'ensemble du barrage,
- L'ensemble des borniers des différents équipements (passe 1, passe 2, passe 3, passe à poisson, mesures de niveau, vidéosurveillance, etc.),

- Les voyants « Présence tension ».

Les travaux prennent en compte la fourniture et la pose, ainsi que la mise en marche des différents systèmes et de l'armoire.

2.6.7 IHM

L'IHM est prévu d'être installé dans le local commande, partie exploitation, il comprendra les équipements suivants :

- Un terminal opérateur tactile de 10 pouces (IHM de marque SIEMENS afin d'harmoniser le matériel et faciliter la maintenance VNF) permettant notamment de :
 - Faciliter l'exploitation et la maintenance, en offrant la possibilité de visualiser l'état de tous les organes de l'ouvrage en gestion automatique ;
 - Enregistrer et horodater les événements et les mesures de manière à pouvoir reconstituer à posteriori l'enchaînement des faits et ainsi faciliter le diagnostic des pannes mais aussi proposer des pistes d'amélioration de l'exploitation et de la maintenance ;
 - Effectuer des actions d'exploitation (Mode manuel).
- Un bouton d'arrêt d'urgence ;
- Un bouton poussoir pour le réarmement ;
- Un bouton poussoir pour la commande de l'éclairage de la passerelle (par passe et/ou toute longueur).

À ce titre, l'IHM comprendra :

- La possibilité de visualiser une vingtaine de tableaux et/ou synoptiques permettant d'avoir une image de l'ouvrage en temps réel. La composition et l'ergonomie de ces tableaux/synoptiques seront à créer en étroite liaison avec l'exploitant futur lors des études d'exécution. Ils comprendront néanmoins a minima : un tableau d'accueil avec les informations les plus importantes, un synoptique des alimentations électriques, un synoptique regroupant les niveaux importants, un synoptique regroupant les débits importants, un synoptique regroupant les positions clapets, un tableau regroupant les états de chaque passe ;
- La possibilité de visualiser des courbes d'évolution des grandeurs physiques (niveaux, positions clapet, températures, pressions, etc.) ;
- La possibilité de visualiser l'enregistrement chronologique des événements (états et défauts) avec une précision d'horodatage de l'ordre de la centaine de millisecondes, de manière à pouvoir discriminer l'ordre d'apparition des événements sur un problème électrique ;
- La possibilité de visualiser la liste des défauts présents sur l'ouvrage ;
- La possibilité de modifier les différents paramètres (temporisation, constante, etc. ...) de fonctionnement via des tableaux spécifiques ;
- La possibilité de générer des commandes TOR ou des télévateurs de consigne via des tableaux spécifiques (ou depuis les tableaux de visualisation en temps réel) : envoi de consignes de débit, acquittement de défauts, choix de modes d'exploitation, choix des niveaux de référence ;
- La gestion des droits d'accès (par exemple : mot de passe « visualisation », mot de passe « commande », mot de passe « configuration »).

Les travaux prennent en compte la fourniture et la pose, ainsi que la mise en marche des différents systèmes et de l'armoire.

2.6.8 Coffret de commande déporté

Trois coffrets de commande déportée seront installés au niveau des piles RD de chaque clapet permettant la manœuvre des clapets et des verrous en mode maintenance. L'ensemble des armoires extérieures seront en acier inoxydable. Chaque coffret sera équipé de :

- Les disjoncteurs de protection sur les différents circuits,

- Les contacteurs permettant les ordres de marche / arrêt du clapet ;
- Les contacteurs permettant les ordres de montée et descente de la passerelle mobile
- Une prise de courant 230 V avec disjoncteur différentiel bipolaire ;
- Une prise de courant 400 V avec disjoncteur différentiel tripolaire ;
- Les relais auxiliaires d'automatisme ;
- Les différents borniers de raccordement.

En face avant de ces coffrets on retrouvera :

- Un afficheur numérique pour la position du clapet en m NGF ;
- Un arrêt d'urgence ;
- Un commutateur à clé à deux positions pour la sélection du mode dégradé de la passe ;
- Un bouton poussoir pour la montée du clapet, clignotant pour indiquer la manœuvre en cours ;
- Un bouton poussoir pour la descente du clapet, clignotant pour indiquer la manœuvre en cours ;
- Un voyant fdc bas clapet ;
- Un voyant fdc haut clapet ;
- Un voyant surcourse haut clapet ;
- Deux boutons poussoirs pour la sortie et/ou rentré du verrou ;
- Un voyant crochet de verrouillage ouvert ;
- Un voyant crochet de verrouillage fermé ;
- Un voyant frein moteur activé ;
- Un voyant frein de sécurité activé ;
- Un bouton poussoir pour la montée de la passerelle mobile, clignotant pour indiquer la manœuvre en cours ;
- Un bouton poussoir pour la descente de la passerelle mobile, clignotant pour indiquer la manœuvre en cours ;
- Un voyant fdc bas passerelle mobile ;
- Un voyant fdc haut passerelle mobile ;
- Un bouton poussoir pour l'éclairage du clapet.

Chaque coffret sera équipé d'un avertisseur de manœuvre lumineux qui doit être visible depuis la salle de commande de l'écluse du barrage.

Les travaux prennent en compte la fourniture et la pose, ainsi que la mise en marche des différents systèmes et de l'armoire.

2.6.9 Éclairage extérieur

L'Entrepreneur devra fournir l'éclairage des accès et l'éclairage technique du barrage. Celui-ci devra assurer un éclairage de 20 lux sur l'ensemble de la zone d'accès. L'ensemble des éclairages sera de type LED avec une résistance à l'eau IP65 minimum.

Des mats seront installés sur chacune des piles à l'amont permettant ainsi d'éclairer le clapet et les passerelles sur toute leur longueur.

L'Entreprise doit proposer des solutions techniques conformes aux normes, code et réglementations en vigueur. De plus, la qualité de l'éclairage se basera sur une étude d'éclairage à la charge de l'Entreprise. Elle devra être suffisante pour permettre des interventions techniques autour des équipements.

La puissance sera déterminée pour chaque clapet du barrage de façon à parvenir à un minimum :

- Éclairage : 20 lux ;
- Coefficient d'uniformité : 0.25 ;
- Indice de rendu des couleurs supérieur ou égale à 20 ;
- Indice d'éblouissement de 55.

Chaque clapet du barrage devra être éclairé. De façon à obtenir un résultat efficace, un ou plusieurs projecteurs étanches seront installés. Ces projecteurs seront orientés vers le clapet et vers le coffret déporté de la pile. Ces projecteurs seront au maximum installés sur mâts basculant afin de faciliter la maintenance.

L'éclairage extérieur sera télécommandable depuis le pupitre de commande pour l'éclairage extérieur et depuis les coffrets déportés pour les clapets.

2.6.10 Vidéosurveillance

L'Entreprise devra installer un système de vidéosurveillance. Ce système comportera 2 caméras pour contrôler les abords et le seuil déversant des ouvrages (amont et aval). Une troisième caméra 360° sera installée au niveau de la pile citrouille.

Ces caméras pourront pivoter sur les deux plans et permettront une observation par très faible luminosité (de nuit). De plus, elles seront au maximum installées sur mâts basculant afin de faciliter la maintenance.

La qualité des équipements ainsi que leur implantation et/ou fixation seront adaptés pour lutter contre le vandalisme. Les modèles choisis devront être compatibles avec GENETEC et à minima au standard audio-vidéo de VNF. Afin de respecter le standard VNF, les caméras ne réaliseront pas d'enregistrement local et seront de marque Hawha ou Bosch.

Ces caméras seront connectées à la fibre optique du barrage.

L'installation aura les caractéristiques minimales suivantes :

- Caméras : dôme antivandale HD 2 MPixels IP 66 équipé de LED infrarouge et zoom 30X avec isolation galvanique pour les liaisons Ethernet;
- Stockeur image vidéo comprenant :
 - Un stockeur 8 voies full HD 1080P sur les 8 voies avec au moins 2 HDD de 2 To chacun ;
 - Un écran 24" avec support écran,
 - Un clavier de télémétrie et une souris.
- Alimentation électrique des caméras dédiées (hors POE).

2.6.11 Autres équipements du local de commande

Le local est équipé de :

- D'un ordinateur pour l'application de vidéo surveillance équipé de deux écrans pour permettre l'affichage simultanément des deux caméras (amont et aval) ;
- D'une baie informatique sur roulette comprenant un switch, un onduleur de 1500 VA et un enregistreur vidéo ;
- D'un pupitre opérateur comprenant l'IHM avec système d'identification type clés codées.

Il comprendra également :

- Prises et d'interrupteurs,
- Protections incendies
- Dispositif de contrôle des accès par clef et alarme anti-intrusion
- De chauffages électriques

- De système de ventilation

2.6.12 Mode de fonctionnement du barrage

La manœuvre des passes pourra s'effectuer de trois façons :

- Mode automatique depuis l'IHM installé dans le local de commande, à proximité de l'écluse ;
- Mode manuel distant ou local depuis l'IHM installé dans le local de commande et/ou depuis les armoires de commandes situées sur les piles ;
- Mode maintenance (hors automate) depuis les boutons poussoirs installés en face avant de chaque coffret de commande déporté au droit de chaque clapet.

Un mode dégradé/urgence : permet d'abaisser manuellement les clapets sous leur propre poids après desserrage des freins.

Nota : En cas d'IHM hors service, il sera prévu le raccordement d'un IHM portatif en secours.

2.6.12.1 Mode automatique

La manœuvre des clapets est asservie à une consigne de niveau amont (au sein du bief). Afin de tenir compte des constantes de temps importantes de la réaction du bief à une manœuvre, les manœuvres des clapets se font pas à pas par des manœuvres limitées à une constante de temps paramétrable et selon une amplitude de niveau paramétrable. Chaque pas est entrecoupé d'une temporisation réglable.

Le principe de l'asservissement est le suivant : si à l'issue de la temporisation la consigne n'est pas atteinte, un pas supplémentaire est déclenché.

Deux modes d'asservissement seront mis en œuvre en fonction de l'écart entre le niveau amont du bief et la consigne :

Asservissement normal (également utilisé en période d'étiage) :

- Écart entre niveau amont et consigne +/- 5 cm
- Déplacement du clapet en montée ou en descente de 3 cm (=Pas de déplacement d'un clapet en mode normal)
- Consigne de temps = 15 minutes (Temps d'attente pour faire la prochaine manœuvre)

Asservissement rapide (situation de crue) :

- Écart entre niveau amont et consigne > à 12 cm
- Déplacement du clapet en descente de 5 cm (=Pas de déplacement d'un clapet en mode rapide)
- Consigne de temps = 5 minutes (Temps d'attente pour faire la prochaine manœuvre)
- Écart entre niveau amont et consigne < à 12 cm
- Déplacement du clapet en montée de 5 cm (=Pas de déplacement d'un clapet en mode rapide)
- Consigne de temps = 10 minutes (Temps d'attente pour faire la prochaine manœuvre)

Deux modes de pilotage des clapets en automatique sont prévus : Mode dit "situation normale" (également utilisée en période d'étiage) et mode dit "situation de crue".

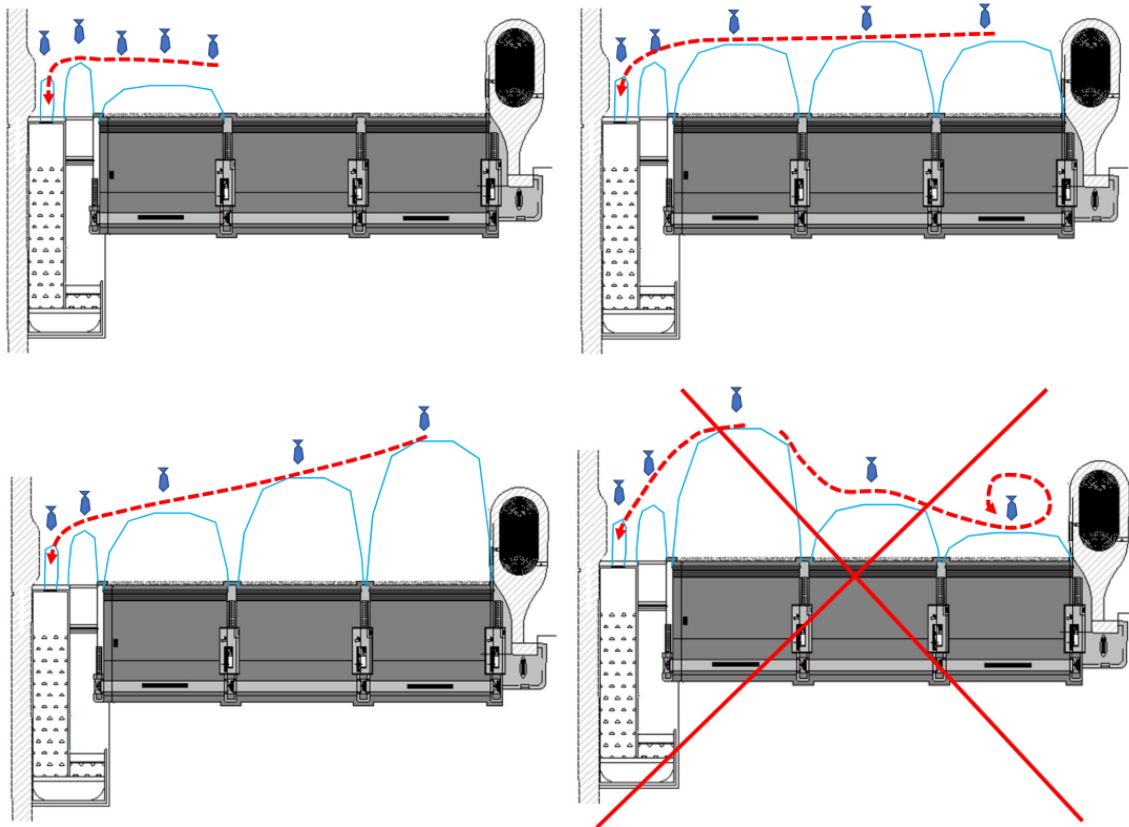
Dans le mode "normal", les clapets sont équilibrés en hauteur et la manœuvre des clapets se fait à tour de rôle dans un ordre défini par l'exploitant.

Dans le mode "situation de crue", un des clapets peut être décalé d'une certaine valeur par rapport aux autres afin de faire passer plus de débit. Le clapet de la passe rive gauche aura un abaissement moins important afin de limiter l'impact sur la navigation.

Le passage entre les modes se fera par validation opérateur.

L'ensemble des paramètres nécessaires à l'asservissement automatique des clapets sera entièrement paramétrable depuis l'IHM, l'opérateur via la saisie d'un mot de passe pourra modifier ces valeurs et si ces nouvelles valeurs sont dans la plage autorisée, elles seront prises en compte par l'automate.

L'attractivité de la passe-à-poissons sera assurée via le principe de manœuvre suivant :



2.6.12.2 Mode manuel

Dans ce mode, la manœuvre de chaque clapet peut être commandée séparément pour une manœuvre de montée ou de descente, quels que soient les niveaux d'eau. La manœuvre se fait via l'IHM installée dans le pupitre de commande installé dans le local de commande de l'écluse du barrage. Les mouvements sont stoppés par les capteurs ou par l'opérateur.

2.6.12.3 Mode maintenance

Dans ce mode, la manœuvre de chaque clapet peut être commandée séparément pour une manœuvre de montée ou de descente, quels que soient les niveaux d'eau. La manœuvre se fait par bouton poussoir depuis les coffrets de piles. Les mouvements sont stoppés par les capteurs ou l'opérateur.

Ce mode permet une gestion minimale de l'ouvrage. Celui-ci répond à un cas de figure extrême, notamment en cas de défaillance de l'automate. Il répond aux impératifs de maintenance en autorisant une manœuvre au plus près de l'ouvrage, notamment la mise en chômage d'une passe.

Lors de ces manœuvres le clapet conserve l'ensemble de ces protections (fins de courses, mou de chaîne, etc.).

2.6.13 Architecture électrique du contrôle commande

2.6.13.1 Architecture d'automatisme

Le contrôle commande est construit autour d'un noyau électromécanique câblé (sans automate) qui permet la manœuvre en mode maintenance.

Ce noyau électromécanique est encadré par un système plus élaboré doté d'un automate programmable qui assure le fonctionnement en mode automatique ainsi que la gestion des mesures et des informations.

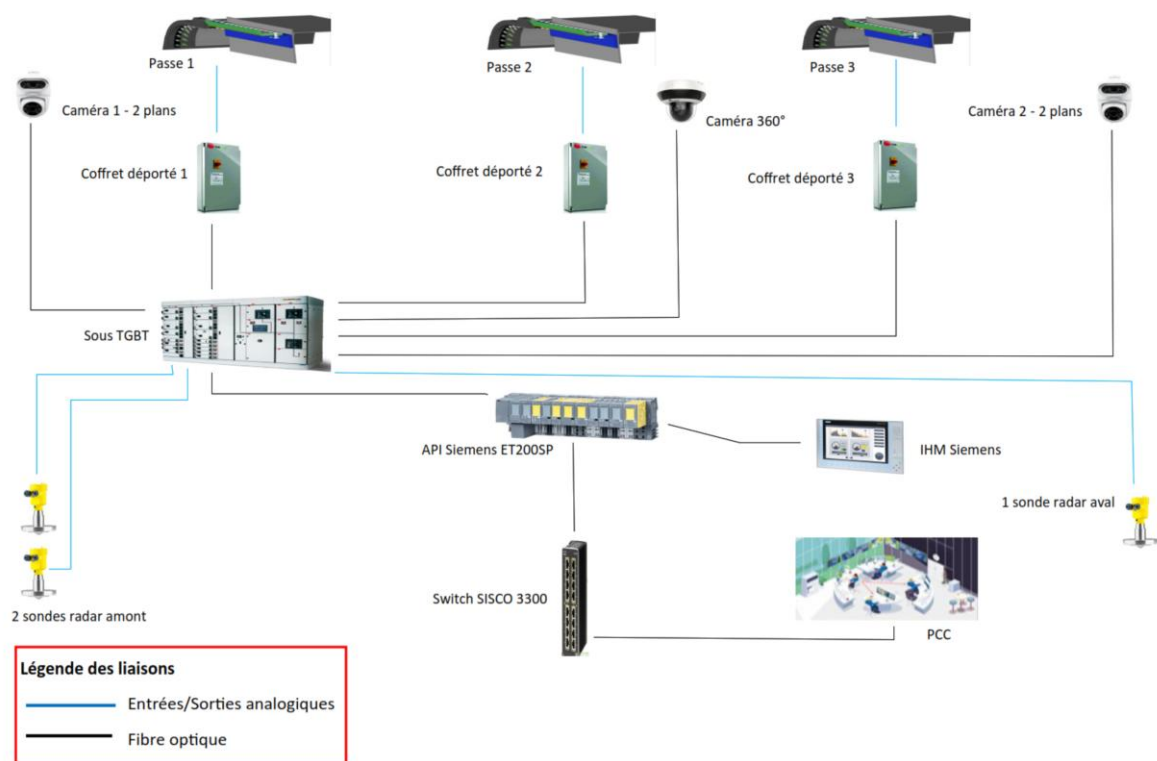
Le système doit permettre :

- La régulation et le contrôle du niveau amont du barrage, 24 heures par jour et pendant toute l'année ;
- Le stockage d'informations diverses, et notamment :
 - La gestion des astreintes téléphoniques lorsqu'une intervention s'avère nécessaire ;
 - L'enregistrement des alarmes et défauts ;
 - L'enregistrement et le comptage des manœuvres ;
 - L'enregistrement des niveaux d'eau ;
 - La position des trois clapets.

Le retour d'information sur la position des passes est obtenu via traitement dans l'automate au moyen d'un signal analogique de la mesure de position du clapet. La hauteur de la lame d'eau déversante est calculée en comparant la position du clapet et du niveau amont.

Un synoptique de l'architecture des automatismes de l'ouvrage est présenté ci-après :

Figure 2-31 : Architecture réseaux d'Epineau



2.6.13.2 Application de supervision

Les informations relatives au fonctionnement de tous les équipements (marche, arrêt, défaut) et les signaux de mesure issus des capteurs répartis sur l'ouvrage seront regroupés dans le local de commande et exploités par un équipement de supervision qui assume au moins les trois fonctions suivantes :

- Aide à l'exploitation ;
- Edition de journaux ;
- Historique.

Le progiciel préconisé pour l'application de supervision au niveau du barrage sera de type Panorama.

La formation des opérateurs sera à prévoir en fonctionnement normal et protocole d'urgence.

2.6.13.2.1 Fonction Aide à l'exploitation

Cette fonction met à disposition de l'exploitation :

- L'édition des alarmes et des manœuvres des passes horodatées ;
- Effectuer des actions d'exploitation à distance qui sont :
 - La possibilité de changer le mode de fonctionnement de l'ouvrage (automatique ou manuel distant),
 - En mode automatique, il sera possible de changer la consigne de niveau du bief amont de l'ouvrage sans affecter le mode automatique,
 - En mode manuel distant, il sera possible d'envoyer une télécommande d'ouverture ou de fermeture à chaque clapet du barrage,
 - La possibilité de télécommander à distance l'éclairage extérieur d'un barrage,

- La possibilité de générer des commandes TOR, (acquittement de défauts, choix de modes d'exploitation, ...),
- La gestion des droits d'accès (par exemple : mot de passe « visualisation », mot de passe « commande », mot de passe « configuration »).
- La possibilité de visualiser une vingtaine de tableaux et/ou synoptiques permettant d'avoir une image de l'ouvrage en temps réel. Ces tableaux/synoptiques seront à créer en étroite liaison avec l'exploitant futur. Ils comprendront néanmoins a minima : un tableau d'accueil avec les informations les plus importantes, un synoptique des alimentations électriques, un synoptique regroupant les niveaux importants, un synoptique regroupant les débits importants, un tableau regroupant les états de chaque passe (clapet ouvert/fermé, manuel/distance, etc.).

La possibilité de visualiser des courbes d'évolution des grandeurs physiques (niveaux, positions, températures, qualité, débits, etc.).

2.6.13.2.2 Fonction Edition de journaux

Les éditions des différents journaux (alarmes, évènements) s'effectueront uniquement à la demande opérateur. Ces éditions seront entièrement paramétrables par l'opérateur en fonction des équipements, des types d'informations, etc.

2.6.13.2.3 Historique

Les informations qui constituent le journal de la supervision seront mémorisées pendant au moins une année. Au terme de ce délai, elles seront archivées par une procédure automatique.

Ces données devront pouvoir être exploitées par la GMAO nationale de VNF.

2.6.13.3 Application de surveillance VNF

Les données mises à disposition de VNF ou d'autres organismes (AFB) concerneront aussi bien les données hydrauliques que les données performanciennes de l'ouvrage.

Les données hydrauliques mises à disposition par l'application de surveillance VNF sont à minima :

- Un graphe par ouvrage représentant l'évolution du niveau amont de référence (mesuré par l'API de l'ouvrage) par rapport aux contraintes d'exploitation ;
- Un graphe par ouvrage représentant l'évolution du niveau aval de référence (mesuré par l'API de l'ouvrage) ;
- Un graphe par ouvrage représentant l'évolution de la moyenne du niveau amont de référence (calculé par l'API de l'ouvrage) ;
- Un graphe par passe représentant l'évolution du débit de chaque clapet (calculé par l'API de l'ouvrage) ;
- Un graphe par ouvrage représentant l'évolution du débit de chaque équipement de franchissement piscicole (calculé par l'API de l'ouvrage) ;
- Un graphe par ouvrage représentant l'évolution du débit global de l'ouvrage. Le débit global d'un ouvrage sera calculé en permanence, par sommation des débits calculés de toutes les passes et de l'équipement de franchissement piscicole. Il sera arrondi au m³/s le plus proche ;

L'échelle de temps des graphes d'évolution est de 7 jours avec possibilité de zoom sur 24h00. Le délai de rafraîchissement est au maximum d'une heure. Un horodatage permettra à l'utilisateur de connaître la date et l'heure du dernier rafraîchissement.

Les données de performance des ouvrages mises à disposition par l'application sont à minima :

- Un graphe par ouvrage représentant la valeur de l'indicateur de respect des contraintes d'exploitation. Cet indicateur est incrémenté d'une unité :

- Chaque fois que la moyenne du niveau amont de référence dépasse les contraintes maximales d'exploitation $RP + 3 \text{ cm}$ (sauf dans le cas où tous les clapets sont abaissés),
- Chaque fois que la moyenne du niveau amont de référence dépasse les contraintes minimales d'exploitation $RP - 3 \text{ cm}$ (sauf dans le cas où tous les clapets sont fermés),
- Chaque fois qu'il existe un écart significatif ($5 \text{ m}^3/\text{s}$ par exemple à affiner) entre le débit global de l'ouvrage et le débit maximal d'effacement de l'ouvrage qui perdure pendant une temporisation (15 minutes par exemple), et que le niveau amont de référence est égal à $RP + 3 \text{ cm}$ et que les passes ne sont pas effacées,
- Chaque fois qu'il existe un écart significatif ($2 \text{ m}^3/\text{s}$ par exemple à affiner) entre le débit global de l'ouvrage et le débit minimal biologique qui perdure pendant une temporisation (15 minutes par exemple),
- A chaque invalidité du niveau amont de référence (c'est-à-dire invalidité simultanée des 2 mesures de niveaux).

La valeur de l'indicateur est réinitialisée à 0 à chaque début de mois calendaire

- Un graphe par ouvrage représentant la valeur de l'indicateur de respect de l'exploitation douce. Cet indicateur est incrémenté d'une unité :
 - Chaque fois que le gradient de la moyenne du niveau amont de référence (dont le calcul est explicité ci-dessus) dépasse $+ \text{ ou } - 5 \text{ cm}$ sur une période inférieure ou égale à 1 heure (lorsque le débit de la rivière est compris entre le débit minimal biologique et le débit d'effacement de l'ouvrage). Ce gradient est calculé chaque minute par soustraction de la moyenne du niveau amont de référence d'il y a une heure (à l'instant $t - 1 \text{ heure}$) à la moyenne du niveau amont de référence courant (à l'instant t),

La valeur de l'indicateur est réinitialisée à 0 à chaque début de mois calendaire

- Un graphe par ouvrage représentant le temps d'indisponibilité du mode automatique de chaque passe. Cet indicateur est incrémenté d'une unité :
 - Il est proposé de juger que le barrage est « disponible en mode automatique », s'il existe au moins une passe manœuvrable (c'est-à-dire « sur laquelle l'API de l'ouvrage a les moyens d'agir » ou encore « commutateur auto/manu basculé sur auto » et « non batardée » et « non en défaut l'empêchant de manœuvrer » et « non en mode manuel »).

La valeur de l'indicateur est initialisée à 0 à chaque début de mois calendaire. A noter que le temps d'indisponibilité n'est pas décompté lors de périodes d'indisponibilité dues à des interventions préventives ou de GER planifiées. De plus, les durées d'indisponibilité inférieures à 1 heure ne sont pas comptabilisées.

L'échelle de temps des graphes de performance est de 3 mois avec possibilité de zoom sur 1 semaine. Le délai de rafraîchissement est au maximum de 24h. Un horodatage permettra à l'utilisateur de connaître la date et l'heure du dernier rafraîchissement.

Cette application sera consultable via le web par VNF et tout autre organisme et permettra l'extraction des données via des filtres de sélection. À noter que l'ensemble des données sera accessible à partir de navigateurs standard, sans installation de composants spécifiques sur les postes clients.

Les données seront transmises automatiquement à l'application de surveillance VNF via des requêtes programmées au niveau de l'application de supervision installé dans le local commande. La fréquence de mise à jour de l'application de surveillance VNF sera :

- De 15 minutes pour les données hydrauliques ;
- De 24 heures pour les données de performances des ouvrages.

La consultation de l'application de surveillance VNF sera possible via un nom de login et un mot de passe. Les habilitations des personnes en consultation ou en extraction des données seront définies par VNF.

Il sera possible de définir pour chaque utilisateur la liste des données accessibles et la liste des droits d'utilisations, à savoir :

- Droits d'utilisations : consultation et/ou extraction des données ;
- Liste des données : données hydrauliques et/ou données de performances des ouvrages.

2.7 Aménagements connexes

2.7.1 Aménagement du local de commande

2.7.1.1 Généralités

Le site actuel comporte deux constructions modulaires de dimensions 4,5 m x 3,2 m. Ces constructions sont posées sur des supports en béton qui les maintiennent au-dessus des PHE. Les deux modules abritent actuellement :

- Une « base-vie » pour le module le plus en amont ;
- Les armoires commande, téléconduite et TGBT de l'écluse.

Ces deux modules de factures industrielles s'intègrent mal dans le contexte environnant et présentent un niveau de performance thermique et une esthétique minimaliste.

Les travaux consistent à :

- Positionner les équipements de contrôle commande du barrage (TGBT, deux armoires de commandes) au sein des locaux ;
- Améliorer l'isolation des locaux ;
- Travailler leur esthétique

La structure porteuse est en bon état et sera conservée.

2.7.1.2 Intégration des équipements dans le local

Les équipements présents dans le local et les éléments de contrôle commande du barrage (TGBT, deux armoires de commandes) seront positionnés avec les éléments de téléconduite et TGBT de l'écluse dans le module le plus à l'aval. L'autre module, plus à l'amont, servira de « base de vie ».

Les câbles de puissance et de commande cheminant sous le local de commande seront protégés par un capotage des fourreaux ainsi que par la mise en place d'une gaine contre le voile en béton.

Par ailleurs, l'Entreprise s'assurera au démarrage des travaux de la vérification de la fonctionnalité des fourreaux libres existants pour leur réutilisation en vue d'alimentation électrique du futur barrage.

2.7.1.3 Isolation et aspect extérieur du local

L'intervention consiste à rapporter sur les faces extérieures et supérieures :

- Des modules un doublage isolant hydrophobes en polystyrène,
- Un pare pluie
- Une vêtue constituée de lattes de bois rétifées posées à claire voie.
- Une frise schématisant l'itinéraire et la position de l'ensemble des ouvrages de l'itinéraire de l'Yonne. Cet élément est constitué de modules en acier galvanisé thermolaqué de RAL 7016, découpé au laser et fixé sur la façade du local la plus visible pour les utilisateurs ou les usagers riverains de l'ouvrage.

Cette opération permettra d'unifier les deux constructions modulaires et d'améliorer leur insertion architecturale.

Un travail de signalétique permettant d'identifier l'ouvrage et de le positionner sur l'itinéraire de l'Yonne sera réalisé. La signalétique est constituée de deux éléments standardisés, installés sur l'ensemble des ouvrages de l'Yonne :

Un « totem » tôle acier galvanisé thermolaqué RAL 7016 formant un monolithe de 400mm par 400mm de côté pour une hauteur de 6,00m. Les indications seront découpées au laser et feront apparaître le nom de l'ouvrage et le repère des crues. Le totem sera fixé sur un massif de fondation en béton.



2.7.2 Aménagement des accès

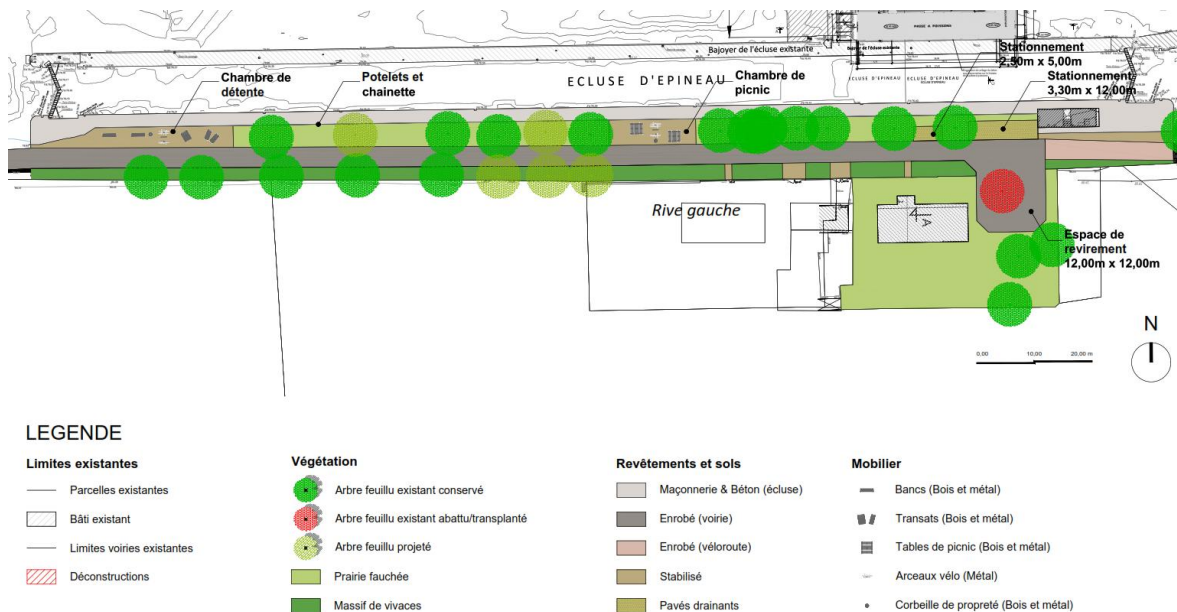
L'accès au futur barrage d'Epineau restera inchangé par rapport à l'ancien. Il sera desservi en rive gauche via la porte de l'écluse et son bajoyer droit. La traversée de la passe à poissons sera assurée par la présence de deux passerelles fixes enjambant l'ouvrage. Le local de commande sera relié à la route d'accès existante.

2.7.3 Aménagement des abords

2.7.3.1 Abords rive gauche

L'adaptation du local technique en lieu et place de l'existant sera accompagnée d'un aménagement des abords extérieurs comprenant :

- La reprise de la voirie en enrobé ;
- Une végétalisation du site et le maintien des arbres existants ;
- La pose de mobiliers (table, bancs, transat, corbeille, arceaux vélo, chaine et potelets) ;
- Des pavés enherbés pour le stationnement à proximité du local technique ;
- La création d'une aire de retournement à proximité de l'ancienne maison éclusière.



2.7.3.2 Abords rive droite

Afin de sécuriser les accès et limiter les intrusions du public via le seuil fixe depuis la rive droite, la berge sera équipée d'un portillon de clôture (actuellement inexistant).

Ce portillon de clôture sera agrémentée de dispositif anti-contournement en ses extrémités.

La zone sera équipée d'un panneautage « interdit au public ».

Le montage ci-dessous est donnée à titre indicatif :



2.7.3.3 Pile citrouille

Dans le cadre du projet de reconstruction, il est prévu une restauration des éléments en maçonnerie de l'ancien magasin à aiguilles du barrage (pile citrouille). Un hydrogommage des sols, parois verticales et couverture sera tout d'abord réalisé. Après nettoyage, on procédera aux éventuels rescellement, réparation ou remplacement des pierres abimées. Un rejointoiement soigné avec du mortier sans retrait compatible avec le type de pierre sera enfin effectué.

Ces travaux concerneront l'extérieur et l'intérieur de la pile citrouille.

2.7.4 Aménagement de l'aval-radier

2.7.4.1 Protection du radier du barrage existant

L'énergie créée par la chute du barrage est dans un premier temps dissipée dans la fosse du radier. La présence du radier du barrage existant (passe à hausse et grand déversoir) à l'aval immédiat du futur ouvrage permet d'assurer la continuité de la protection du lit de la rivière à l'aval et d'en limiter son érosion et le risque d'affouillement des ouvrages.

Toutefois la déconstruction partielle du radier du grand déversoir, dont l'arase supérieure existante (jusqu'à 77,68 mNGF) est située plus haute que celle de la cote projet (76,70 mNGF), nécessitera la protection des maçonneries mises à nu pour éviter qu'elles ne se dégradent prématurément, d'autant plus que les reconnaissances réalisées par GEOTEC en 2025 dans le cadre de la G2 PRO font état de maçonneries compactes +/- fracturées.

Il sera ainsi réalisé une dalle de protection en béton (épaisseur 50 cm) scellée à l'existant sur toute la superficie de la surface déconstruite :

1. Nettoyage/bouchardage préalable du support déconstruit ;
2. Réalisation de scellements d'aciers HA dans le corps du radier ;
3. Ferrailage, coffrage et bétonnage de la dalle.

L'entreprise proposera une sujétion particulière pour la déconstruction et reconstruction du radier au droit de l'emprise du batardeau aval (par exemple déconstruction sous eau et bétonnage sous eau à l'abri du batardeau amont ou du clapet installé, ou déplacement du batardeau aval hors de l'emprise du radier à déconstruire/reconstruire).

Une attention particulière sera portée à la formulation du béton utilisé afin qu'il résiste à l'abrasion engendrée par l'énergie de chute et le passage répété d'embâcles (par exemple une résistance à la compression/traction minimale, un dosage en ciment minimal pour minimiser sa porosité, un indice d'abrasion minimal, etc.).

Par ailleurs une épaisseur sacrificielle sera intégrée pour tenir compte des impacts liés au transport sédimentaire et afin d'assurer un enrobage suffisant au droit des aciers de scellement.

Par ailleurs, un comblement en enrochements percolés munis d'évents (tous les mètres) permettant d'évacuer les sous-pressions sera réalisé au sein de l'espace créé entre les radiers du barrage existant et de celui nouvellement construit.

2.7.4.2 Protection en enrochements percolés à l'aval de la passe à poissons

Des enrochements percolés munis d'évents (tous les mètres) seront disposés en aval de la passe à poissons afin de protéger l'ouvrage, selon le même principe que ceux décrits ci-avant. Ils seront calés sur le radier existant en se servant des butées de pied des hausses.

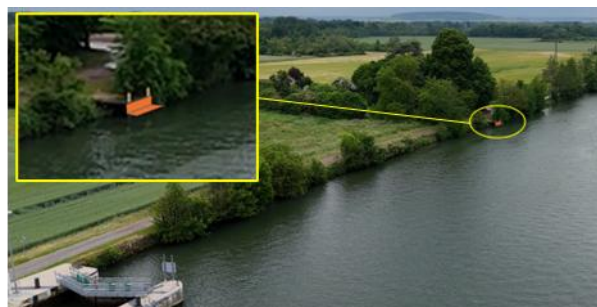
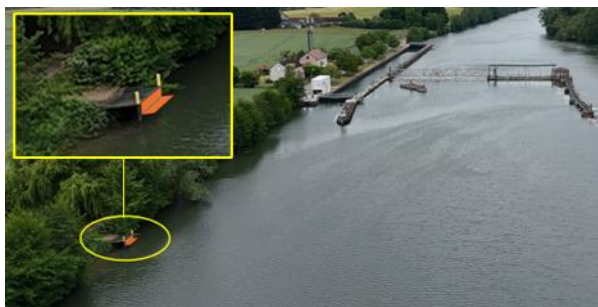
2.7.4.3 Fosse aval

La fosse existante à l'aval de l'ouvrage, visible sur le levé bathymétrique du lit de l'Yonne, se retrouve quant à elle éloignée de la zone sensible de forte énergie provoquée par la chute du barrage. Il n'est ainsi pas retenu d'aménagement spécifique au niveau de la fosse existante.

2.7.5 Aménagement d'un embarcadère-débarcadère pour canoës-kayaks

Afin de se conformer au code de l'environnement qui privilégie la libre circulation des embarcations non motorisées, un débarcadère/embarcadère est à prévoir.

Les débarcadères/embarcadères seront implantés en rive gauche, en amont et aval de l'écluse, via la réutilisation des deux plateformes existantes illustrées ci-après. La création d'une marche métallique intermédiaire devra permettre une mise à l'eau/sortie de l'eau aisée des canoës/kayaks. Les embarcadères/débarcadères seront munis d'une signalétique adaptée indiquant fléchages, zones de mise à l'eau, etc.



2.7.6 Signalisation du site

L'approche du site d'Epineau sera matérialisée par la présence du panneau réglementaire signalant la présence du barrage.

Un panneau de type flèche monodirectionnelle permet actuellement d'indiquer la présence de l'écluse au droit du musoir amont. La signalisation de présence du barrage pourra se faire au droit des 3 ducs d'Albe qui seront réalisés dans l'axe du musoir amont, à l'instar de la signalisation déjà présente sur la passerelle de la passe à hausses existante.

2.7.7 Protection des chocs accidentels de bateaux

Le choc de bateau sur le barrage est à considérer comme un cas accidentel en cas d'avarie.

La charge prise pour un choc de bateau est de 3 MN sur chaque pile conformément à la norme EN 1991-1-7 et la carte VNF sur le transport fluvial qui classe l'Yonne en catégorie 2.

Pour s'en prévenir, deux cas sont envisagés :

- Un choc de bateaux contre les piles ;
- Un choc de bateau contre les clapets voire la passerelle du barrage.

Le premier cas n'engendre pas d'impact significatif sur le génie civil des piles. L'Entreprise se devra de justifier ce point en étude d'exécution.

Le second point ne peut pas être considéré dans le dimensionnement des clapets ou passerelles. L'Entreprise devra donc prévoir 3 ducs d'Albe en amont du barrage dans l'axe du musoir amont. Ces ducs d'Albe seront étudiés en phase d'exécution par l'Entreprise afin d'être capable d'arrêter ou du moins de ralentir fortement le bateau en cas de choc. Elle donnera donc un diamètre qui a été estimé à 1000 mm en phase Etude. En ce qui concerne son mode de fondation, celui-ci suivra les mêmes principes que celui prévu pour les piles de l'estacade. De plus, les ducs d'Albe pourront accueillir la signalisation pour avertir de la présence du barrage et seront munis de bollards sur plusieurs niveaux permettant l'amarrage.



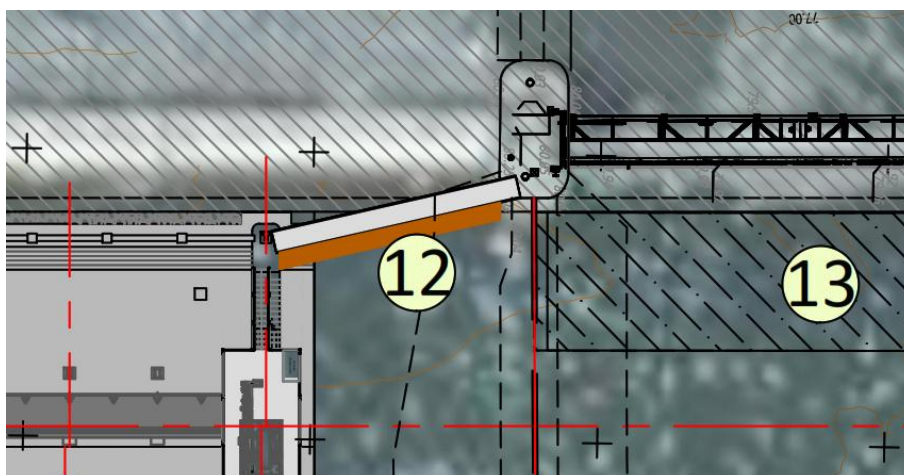
2.7.8 Ouvrage de régulation provisoire entre la phase 1 et 2

La spécificité du phasage travaux nécessite la mise en place d'un dispositif de régulation provisoire situé entre la passe à clapet 1 et le grand déversoir (entre la phase 1 et 2).

Cet ouvrage provisoire devra assurer la continuité piétonne entre la passe 1 et le grand déversoir/estacade, et permettre la régulation des débits entre les phases 1 et 2 au moyen d'aiguilles.

L'ouvrage doit reprendre l'ensemble des efforts qui lui sont appliqués, notamment la poussée de l'eau jusqu'au niveau 79,80 mNGF à l'amont. Les caractéristiques mécaniques des éléments constitutifs de cet ouvrage provisoire devront être justifiées en ce sens.

Son démantèlement soigné en phase 2 permettra la poursuite des travaux.



3 Description des batardeaux, installations et accès de chantier

3.1 Batardeaux de chantier

3.1.1 Généralités

Les travaux devront être réalisés à l'abri de batardeaux amont et aval permettant de travailler hors d'eau.

Afin de permettre la mise hors d'eau, des moyens de batardage et de pompage devront être mis en place.

Les niveaux d'arase des batardeaux devront être établis comme indiqués ci-dessous selon les différentes phases de batardage :

Phase	Partie d'ouvrage en travaux	Période	Niveaux des batardeaux (mNGF)		Niveaux des biefs (mNGF)		Exploitation
			Amont	Aval	Amont	Aval	Régulation
1	• Passe rive gauche • Passe à poissons	Navigation	79,80	79,15	• RN : 79,50 • Q10 saisonnalisé : 79,80	• RN : 78,63 • Q10 saisonnalisé : 79,14	• Grand déversoir • Petits déversoirs • Seuil fixe
2	• Passe centrale • Passe rive droite	Navigation	79,80	79,15	• RN : 79,50 • Q10 saisonnalisé : 79,78	• RN : 78,63 • Q10 saisonnalisé : 79,06	• Passe rive gauche • Passe à poissons • 2 petits déversoirs
3	• Seuil fixe	Chômage	79,56	79,15 (côté seuil prolongé) 78,00 (côté seuil conforté)	Bief amont - 80 cm	Niveau aval usuellement pratiqué (niveau chômage amont Pêchoir = 77,50 mNGF).	• Nouveau barrage (3 passes) • Passe à poissons

Pour rappel, la cote des plus hautes eaux navigables (PHEN) est fixée à 79,88 mNGF. La conception des batardeaux de chantier en phase 1 et 2 permet ainsi le passage d'une crue décennale saisonnalisée sans impact sur les niveaux de navigation.

Les dispositifs retenus par l'Entreprise comme batardeaux devront être présentés et détaillés clairement dans son offre. L'Entreprise justifiera la stabilité (hors crue et en crue) des batardeaux dans le cadre de ses études d'exécution.

À noter que pour chaque épuisement une pêche électrique de sauvegarde sera réalisée par la fédération de pêche, sous la supervision de l'Entreprise et du maître d'œuvre.

3.1.2 Nécessité des mises à sec

Les mises à sec seront nécessaires notamment pour les travaux suivants :

- Réalisation du barrage et de la passe à poissons ;
- Prolongement du seuil fixe ;
- Confortement du seuil fixe ;

Ces mises à sec sont une combinaison d'un dispositif de batardage qui devra être conçu pour être le plus étanche possible et d'un dispositif de collecte, gestion, décantation et évacuation des eaux d'infiltrations. La conception du premier étant de la responsabilité de l'Entreprise, et impactant directement le dimensionnement du second, elle sera également responsable de la typologie, nombre, durée d'utilisation, entretien du matériel constituant le dispositif de maîtrise des eaux. Elle ne pourra porter aucune réclamation en cas de sous-dimensionnement avéré et devra mettre tous les moyens en œuvre pour garantir la bonne exécution des travaux.

3.1.3 Continuité des débits

La continuité des débits sera gérée par VNF qui :

1. Maintiendra l'exploitation du barrage (grands et petits déversoirs) durant la phase 1 ;
2. Prendra possession du clapet n°1 durant la phase 2 sur la passe 1 achevée pendant et après la période de mise en service, et maintiendra l'exploitation sur les petits déversoirs ;
3. Prendra possession des clapets n°2 et 3 durant la phase 3 pendant et après la période de mise en service.

A ce titre, l'accès aux ouvrages devra être maintenu durant toute la durée des travaux pour l'exploitant :

- Phase 1 : l'accès se fera via la porte d'écluse amont, le batardeau de chantier pour accéder aux déversoirs à aiguilles (passerelle métallique du barrage à hausse démantelée) ;
- Phase intermédiaire 1 (entre phase 1 et 2) : l'accès aux déversoirs à aiguilles se fera par la passe à poissons, la passerelle de la nouvelle passe à clapet puis la passerelle de l'ouvrage de régulation provisoire dans l'attente de la seconde passe à clapets ;
- Phase 2 : l'accès aux deux petits déversoirs à aiguilles se fera par la passe à poissons, la passerelle de la nouvelle passe à clapet puis par une passerelle provisoire permettant d'accéder au batardeau de chantier pour accéder aux déversoirs à aiguilles ;
- Phase 3 : l'accès se fera par la RG.

3.1.4 Solutions de batardage amont et aval envisagées par le maître d'œuvre

Le maître d'œuvre a prévu comme batardeau amont et comme batardeau aval les moyens suivants :

- Phase 1 :
 - o Batardeau amont : digue en remblai étanché calé à 79,80 mNGF par un rideau de palplanches calé à 79,80 mNGF ;
 - o Batardeau aval : enceinte de big-bags et/ou blocs type Lego ;
- Phase 2 :
 - o Batardeau amont : idem phase 1 ;
 - o Batardeau aval :
 - Côté barrage : idem phase 1 ;
Nota : l'entreprise proposera une sujétion particulière pour la déconstruction et reconstruction du radier au droit de l'emprise du batardeau aval (par exemple déconstruction sous eau et bétonnage sous eau à l'abri du batardeau amont ou du clapet installé, ou déplacement du batardeau aval hors de l'emprise du radier à déconstruire/reconstruire).
 - Côté seuil : digue en remblai étanché calé à 79,15 mNGF par un rideau de palplanches calé à 79,15 mNGF

- Phase 3 :
 - Prolongement du seuil :
 - Batardeau amont : digue en remblai étanché calé à 79,50 mNGF par un rideau de palplanches calé à 79,50 mNGF ;
 - Batardeau aval : digue en remblais étanché calé à 79,15 mNGF par un rideau de palplanches calé à 79,15 mNGF.
 - Confortement du seuil :
 - Batardeau amont : il n'est pas prévu de réaliser de batardage amont. La réalisation du confortement amont sera réalisée directement depuis l'aval du seuil et/ou moyen fluviaux ;
 - Batardeau aval : digue en remblais étanché (géomembrane, matériaux étanches, etc.) calé à 78,00 mNGF.

3.1.5 Solutions envisageables pour le batardage

3.1.5.1 Généralités

D'une manière générale, le projet de batardage devra être soumis à l'avis du maître d'œuvre sans que cet avis n'engage en quoi que ce soit la responsabilité du maître d'œuvre, les ouvrages provisoires restant par définition de l'entière responsabilité de l'entrepreneur.

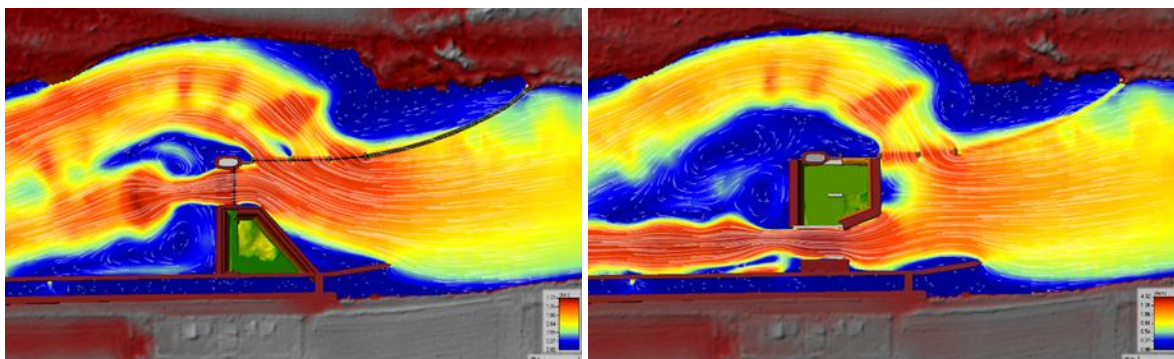
3.1.5.2 Digue en remblai

La digue en remblai devra répondre aux contraintes suivantes :

- Étanchéité : le dispositif d'étanchéité (palplanches pour la solution envisagée par le Maître d'œuvre) devra tenir compte des contraintes géotechniques (rocher peu profond voire affleurant) et du recours éventuel au préforage à définir par l'Entreprise.
- Émission de matières en suspension (MES) : constitution de la digue en remblais par des matériaux granulaires ou adjonction d'un filtre amont pour limiter les rejets à la mise en œuvre et durant les travaux (érosibilité du talus amont soumis au courant).

Dans les zones de raccordement aux piles, le remblai sera remplacé par des butées en enrochements pour des questions de limitation d'emprise (le remblai ne devant pas empiéter sur les zones de travail ou sur la section hydraulique des passes) et de résistance aux vitesses d'écoulement à proximité des passes en service.

A titre informatif, les modélisations hydrauliques réalisées en phase études sur la crue Q10 sur la période juin-octobre, montrent les vitesses et lignes de courant suivantes :



3.1.5.3 Rideau de palplanches provisoire

Du fait des résultats géotechniques, l'Entreprise devra vérifier les conditions de mise en œuvre (préforage éventuel).

Le choix du module, la longueur et plus généralement le dimensionnement de ces rideaux provisoires restent de l'entière responsabilité de l'Entrepreneur.

3.1.5.4 Big-bag

Les big-bags pourront être envisagés pour des hauteurs d'eau restreinte, notamment pour le batardage aval.

Ils seront remplis de matériaux limono-sableux dont l'étanchéité globale sera assurée par un dispositif complémentaire de type géomembrane.

3.1.6 Alternatives pour le batardage

Les niveaux aval contre lesquels il convient de se protéger sont relativement modestes en périodes de débits faibles à moyens ; en revanche, pour les forts débits, le niveau aval peut augmenter plus ou moins rapidement ; une inondation du chantier par l'aval est donc toujours possible.

Des batardeaux aval seront donc également nécessaires afin de :

- Limiter les courants de retour et l'inondation des zones de travail « par l'aval » ;
- Faciliter le travail des engins pour la phase de réalisation de travaux sur le barrage, la passe à poissons et le seuil ;
- Assurer une protection contre les pollutions accidentelles induites par les travaux (laitance de béton...), le batardeau devant jouer le rôle d'isolation ou à minima de filtre de par sa nature.

Toutes les techniques possibles peuvent être envisagées par l'entrepreneur :

- Digue en remblai associé à un dispositif étanche ;
- Empilage de big-bags ;
- Blocs type Lego ;
- Palplanches provisoires récupérables (le niveau du rocher limitant les possibilités en version autostable).

3.1.7 Gestion des crues

L'Entreprise assurera les épuisements nécessaires pour la remise à sec du ou des batardeau(x) en place, consécutive à une crue supérieure à la crête du batardeau. Elle assurera également le nettoyage éventuel de l'intérieur des batardeaux et sa remise en état initial d'avant la crue afin de permettre la poursuite des travaux.

3.2 Projet des installations de chantier et des accès

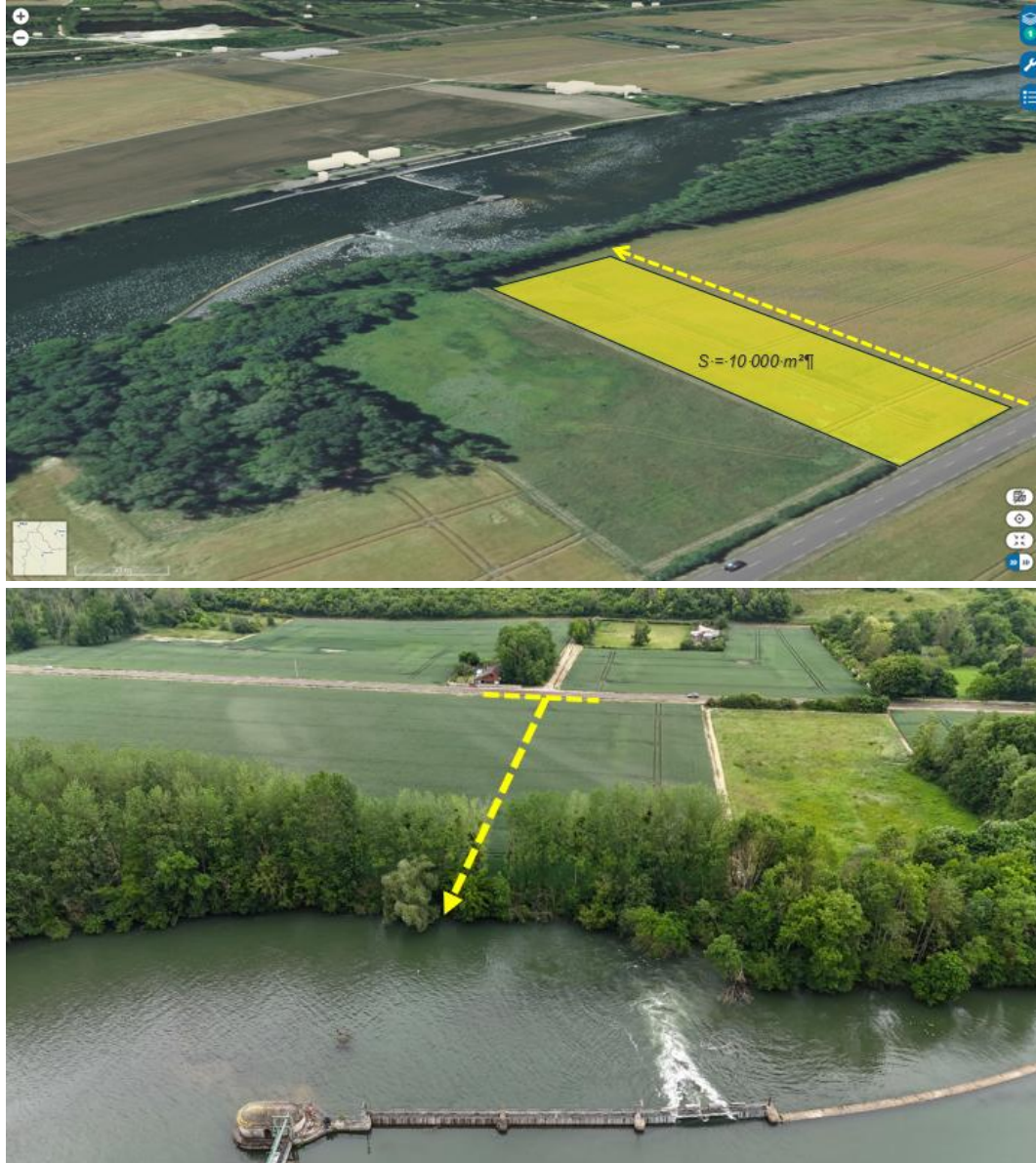
Les dispositions du fascicule 2 du CCTG s'appliquent.

3.2.1 Installations générales

L'entrepreneur doit soumettre au maître d'œuvre, dans le délai imparti pour la période de préparation, son projet d'installation et d'accès aux différents points du chantier. Le projet est établi conformément aux prescriptions de l'article 31 du CCAG et de l'article 34 du fascicule 56-B du CCTG.

Les installations de chantier seront implantées :

- En **rive droite**, au sein des parcelles cadastrales 0149, 0150 et 0151, pour la zone d'installations de chantier principale. Cette zone est située au niveau des parcelles entre la RD 943 et l'aulnaie/frênaie existante en rive droite. Cet accès nécessitera l'abattage de plusieurs sujets qui font l'objet de mesures de réduction et nécessiteront autorisation du propriétaire. Ces arbres appartiennent à un Espace Boisé Classé (EBC), tel qu'arrêté par la commune de Laroche-Saint-Cydroine au travers du son plan local d'urbanisme. La coupe de ces arbres sera subordonnée à l'instruction de la déclaration préalable déposée dans le cadre du DAEU.





- En **rive gauche**, une zone secondaire a été identifiée en cas de besoin complémentaire d'amener certains matériaux et matériels par voie fluviale. Cette zone, située au niveau des parcelles jouxtant le chemin de halage, pourra être mise à disposition pour des besoins très ponctuels et dont la durée de stockage sera inférieure à 48 heures. La zone d'embarquement/débarquement existante pourra être utilisée afin de faire transiter les matériels/matériaux sur barge par voie fluviale. Un abattage des arbres situés entre l'embarcadere et la zone de stockage est pour cela nécessaire.



L'Entreprise aura la charge d'obtenir les autorisations nécessaires des propriétaires des parcelles qu'elle souhaiterait occuper par ailleurs.

Les entrepreneurs sont tenus de visiter les lieux avec la plus grande attention afin de prendre l'exacte mesure de toutes les contraintes relatives au site et à son environnement.

Ce projet doit définir dans les limites foncières des zones mises à disposition de l'Entreprise par le maître de l'ouvrage :

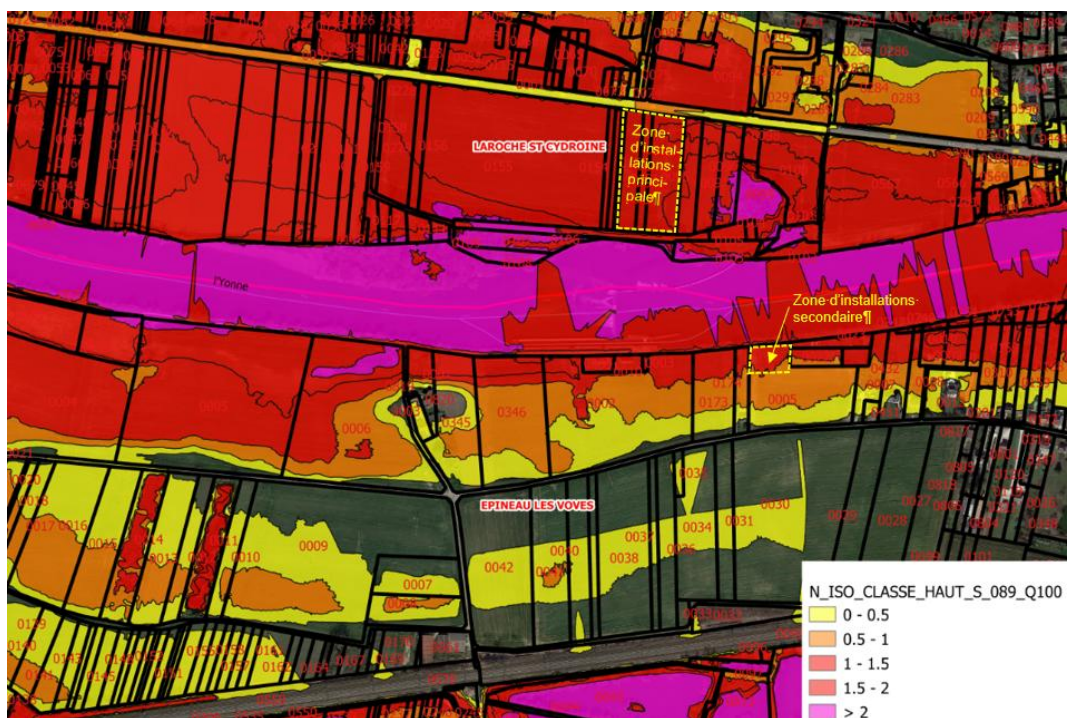
- Les installations générales : c'est-à-dire bureaux, laboratoires, ateliers, magasins, aires de circulation et de stockage, alimentation en eau et en énergie, etc.,
- Les zones de dépôt provisoires,
- Les aires de lavage et les installations anti-pollution,

- Les aires de circulation et d'évolution des engins, les parkings,
- Les parcs à matériel divers et les matériels affectés à l'exécution des travaux et les dates prévisionnelles de leur arrivée sur le chantier,
- Les plans d'approvisionnement des chantiers et aires de stockages (lieu, capacité, moyens d'accès et de transport),
- Les plans d'approvisionnement et de transport depuis le départ du matériel en usine jusqu'aux aires de stockage sur chantier.

Il est important de noter que les zones d'installations de chantier se situent en zone inondable (cf. PPRI en vigueur et sa carte d'aléa). Les installations temporaires de chantier seront aménagées de manière à être en adéquation avec les mesures du PPRI. A ce titre, le stockage devra être assuré en dehors de la zone PPRI rouge, ou compensé par un décaissement équivalent, ou à une cote altimétrique supérieure à 81,40 mNGF correspondant à la cote atteinte par une crue de 900 m³/s.

Il conviendra de prévoir des mesures de protection des installations de chantier et des stockages de matériel et matériaux ainsi qu'une implantation des différentes installations (bungalows, zone de dépôts, zone de parking, etc.) tenant compte des zones moins exposées, à savoir :

- Les bungalows de chantier seront surélevés (sur pilotis métallique) d'environ 1,5m au niveau des PHEC, soit 82,00 mNGF, pour être hors de toutes eaux ;
- Une zone de parking pour véhicule légers ;
- Une zone de stockage de matériel et engins de chantier ;
- Une aire étanche pour le stockage de certains produits, lavage des engins, approvisionnement en carburant des engins de chantiers...
- Une zone de stockage provisoire des matériaux de remblais (pour réaliser les enceintes batardées des travaux) accompagnée des mesures compensatoires associées conformément au règlement du PPRI en vigueur.



L'entreprise devra respecter ces principes et proposer un plan d'aménagement des installations de chantier préalablement au démarrage des travaux compatible avec ces prescriptions.

Concernant le dépôt de matériaux, le principal point d'attention concerne le stockage temporaire des matériaux constitutifs des batardeaux de chantier qui devra être réalisé conformément au point précédent relatif au risque de crue.

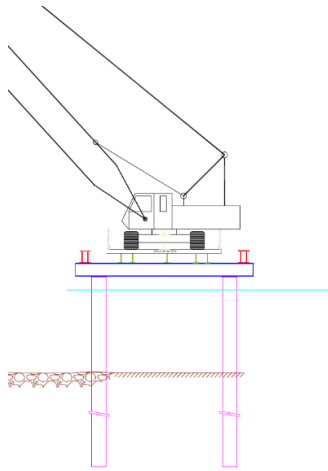
Pour le reste le matériel stocké sur site devra pouvoir être mis en sécurité en cas d'alerte crue.

Conformément à l'article 31 du CCAG, l'entrepreneur fera son affaire personnelle de l'occupation des terrains situés en dehors des emprises du projet qu'il désire occuper. En particulier, l'entrepreneur prendra soin d'obtenir « *les autorisations administratives, telles que les autorisations d'occupation temporaire du domaine public ou privé, les permissions de voirie, les autorisations de survol par grue de propriétés voisines, les ancrages, les permis de construire nécessaires à la réalisation des ouvrages faisant l'objet du marché* ».

A noter que des échanges sont actuellement en cours entre VNF et le CD89 pour la mise à disposition d'une parcelle de 4700 m² située hors zone PPRI à environ 1,5 km du site.

3.2.2 Accès à la zone de travaux

Afin d'accéder à la zone de travaux située en rive gauche de la pile citrouille, un ouvrage de franchissement de type estacade est prévu afin de relier la berge rive droite à la pile citrouille.



La mise en place de l'estacade aura pour impact de « couper » la continuité de la ligne de vie permettant l'accès actuel aux petits déversoirs à aiguilles. Dans le cadre des travaux préparatoires, un déplacement du point d'ancrage sera réalisé.

En cas de nécessité d'accès par moyens fluviaux ou de transport de matériels/matériaux, l'entrepreneur pourra utiliser l'écluse afin de passer d'un bief à l'autre. L'utilisation de l'écluse pour le franchissement du barrage est subordonnée aux principes suivants :

- Utilisation par des matériels munis d'un certificat de navigation ;
- Information préalable de VNF sur le nombre de sasements à effectuer, a minima deux jours auparavant ;
- Information de l'éclusier par VNF pour l'utilisation de l'écluse ;
- Priorité donnée aux navigants.

3.2.3 Plateforme de chantier

L'entrepreneur devra réaliser une plateforme de chantier d'une surface permettant la circulation de véhicules sur la zone d'installation de chantier, pour cela elle sera constituée d'un géotextile et d'une couche de GNT de 20 cm d'épaisseur minimum.

La terre végétale des emprises sera **décapée et évacuée hors zone PPRI rouge** pour être renappée en fin de travaux avec ensemencement. Cette opération devra être compatible avec les prescriptions du PPRI précisées ci-avant.