

30 novembre 2022



Direction Territoriale Nord-Est
Direction de l'Ingénierie et de la Maîtrise d'Ouvrage (DIMOA)
Unité Opérationnelle de Nancy
169, rue de Newcastle
CO 80062
54036 Nancy Cedex



**RIVIERE DE L'ORNAIN
CANAL DE LA MARNE AU RHIN OUEST
BARRAGE D'HOUELAINCOURT**

**AVANT PROJET (AVP1)
Rapport général**

Novembre 2022



| | | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | NOTE GENERALE SUR L'AMENAGEMENT | 6 |
| 1.1 | RAPPEL DE L'OPERATION ET DES OBJECTIFS | 6 |
| 1.1.1 | Objet de l'opération | 6 |
| 1.1.2 | Rappel sommaire du programme | 7 |
| 1.1.3 | Les principaux enjeux | 8 |
| 1.2 | CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE | 9 |
| 1.2.1 | Caractéristiques du bassin versant | 9 |
| 1.2.2 | Débits de l'ORNAIN au droit des barrages étudiés | 10 |
| 1.2.3 | Description du secteur concerné (chaque site à part) | 12 |
| 1.2.4 | Détermination des caractéristiques hydrauliques | 21 |
| 1.2.5 | Plage de fonctionnement (Retenu Normal Amont) | 24 |
| 1.3 | CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU PROJET | 25 |
| 1.3.1 | Barrage de HOUDELAINCOURT | 25 |
| 1.3.2 | CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU PROJET (St Joire) | 25 |
| 1.3.3 | CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU PROJET (Chanteraine) | 26 |
| 1.3.4 | CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU PROJET (Mussey) | 27 |
| 1.4 | CONTEXTE CONTINUITE ECOLOGIQUE | 28 |
| 1.4.1 | Peuplement ichtyologique de l'Ornain | 28 |
| 1.4.2 | Migrateurs amphibiotiques | 29 |
| 1.4.3 | Migrateurs holobiotiques | 29 |
| 1.4.4 | Périodes de migration | 29 |
| 1.4.5 | Synthèse | 30 |
| 1.4.6 | Données hydrologiques et hydrauliques | 30 |
| 1.5 | CONTEXTE SEDIMENTAIRE | 32 |
| 2 | SYNTHESE DE L'ETUDE DIAGNOSTIC | 33 |
| 2.1 | SCENARIOS D'AMENAGEMENT RETENUES | 33 |
| 2.1.1 | Types de bouchure et nombre de passes | 33 |
| 2.1.2 | Franchissement piscicole | 33 |
| 2.1.3 | Conclusion | 35 |
| 3 | CONCEPTION DU NOUVEAU BARRAGE (HOUDELAINCOURT) | 36 |
| 3.1 | RAPPEL DES CARACTERISTIQUES ET ETAT GENERAL DE L'OUVRAGE EXISTANT | 36 |
| 3.2 | IMPLANTATION | 36 |
| 3.3 | DESCRIPTION DU NOUVEAU BARRAGE | 37 |
| 3.3.1 | Hypothèses de dimensionnement | 37 |
| 3.3.2 | Présentation de la solution retenue | 37 |
| 3.3.3 | Le génie civil du barrage | 38 |



| | | |
|--------|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.3.4 | Raccordement à l'existant | 39 |
| 3.4 | CLAPET ET ORGANES DE MANŒUVRE (VANTELLERIE) | 40 |
| 3.4.1 | Description de la structure des clapets | 40 |
| 3.4.2 | Palier d'articulations | 42 |
| 3.4.3 | Etanchéités | 43 |
| 3.4.4 | Butées d'appui en position basse | 44 |
| 3.4.5 | Pièces fixes et pré-scellés | 45 |
| 3.4.6 | Système de manœuvre des vannes clapets | 45 |
| 3.4.7 | Installations d'hydraulique industrielle du barrage | 48 |
| 3.4.8 | Maintenabilité et accessibilité | 52 |
| 3.4.9 | Dispositif de mise à sec pour la maintenance courante | 53 |
| 3.4.10 | Équipement de commande du barrage | 54 |
| 3.5 | FRANCHISSEMENT PISCICOLE | 55 |
| 3.5.1 | Généralités et rappel des résultats étude EPbis | 55 |
| 3.5.2 | Conception du dispositif de franchissement | 55 |
| 3.5.3 | Dimensions des bassins | 55 |
| 3.6 | AMENAGEMENTS CONNEXES | 58 |
| 3.6.1 | L'accès au barrage | 58 |
| 3.6.2 | Passerelle de service | 60 |
| 3.6.3 | La remise en état Des Ouvrages conservés et des abords | 61 |
| 3.6.4 | Principe Structurel du local de commande | 62 |
| 3.7 | EQUIPEMENT ELECTRIQUES ET RACCORDEMENTS AUX RESEAUX | 63 |
| 3.7.1 | Objectifs Equipements Electrique | 63 |
| 3.7.2 | Raccordement aux réseaux publiques | 64 |
| 3.7.3 | Alimentation électrique | 64 |
| 3.7.4 | réseaux de terre | 64 |
| 3.7.5 | Armoire électrique | 64 |
| 3.7.6 | Cheminements électriques | 66 |
| 3.7.7 | Boîtier de commande | 66 |
| 3.7.8 | Instrumentation | 66 |
| 3.7.9 | Eclairage | 67 |
| 3.7.10 | Equipements électriques local de commande | 67 |
| 3.7.11 | Principes fonctionnels du barrage mobile et de la passe à poissons | 67 |
| 3.8 | INCIDENCE DU NOUVEAU BARRAGE SUR L'HYDRAULIQUE DE L'ORNAIN | 70 |
| 3.8.1 | Nouveau barrage | 70 |
| 3.8.2 | Période de chantier | 71 |
| 3.9 | PHASES DE CONSTRUCTION ET PLANNING DE REALISATION | 72 |



| | | |
|----------------------|-------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.9.1 | Phase 1 - construction passe 1 | 73 |
| 3.9.2 | Phase 2 – Construcion phase 2..... | 73 |
| 4 | ESTIMATION PREVISIONNELLE DES COUTS | 75 |
| 4.1 | ESTIMATION PREVISIONNELLE DU COUT DES TRAVAUX | 75 |
| 4.2 | COUTS D'EXPLOITATION DU BARRAGE A CLAPET | 75 |
| 4.3 | COUTS DE MAINTENANCE ET ENTRETIEN | 75 |
| 4.3.1 | Surveillance et d'entretien du génie civil du barrage | 75 |
| 4.3.2 | Surveillance et d'entretien passerelle | 76 |
| 4.3.3 | Entretien de la passe à poissons..... | 76 |
| 4.3.4 | Vantellerie oleo-hydraulique | 76 |
| 4.3.5 | Équipement électrique et automatisme | 79 |
| 5 | INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES A REALISER | 79 |
| 5.1 | GEOTECHNIQUE | 79 |
| A N N E X E S | | 80 |



| Indice | Date | Objet modification | Auteur | Vérificateur |
|--------|------------|---------------------------|------------------------------------|--------------|
| 0 | 23/11/2022 | Première émission | LUTZWILLER/HAUSSER/ MAYAU/COSTE | |
| A | 30/11/2022 | 2 ^{ème} émission | LUTZWILLER/HAUSSER/ MAYAU/COSTE | WYTTEBACH |
| | | | | |
| | | | | |

Ce document contient 80 pages + 5 annexes



1 NOTE GENERALE SUR L'AMENAGEMENT

1.1 RAPPEL DE L'OPERATION ET DES OBJECTIFS

1.1.1 OBJET DE L'OPERATION

Le canal de la Marne au Rhin Ouest (CMRO) traverse les départements de la Meurthe-et-Moselle, de la Meuse et de la Marne. Son tracé rejoint, à l'Est, la Moselle à grand gabarit et le canal de la Marne au Rhin Est et, à l'Ouest, le canal entre Champagne et Bourgogne et le canal latéral à la Marne. Ce canal présente un fort potentiel en développement de la navigation de plaisance et commerce notamment, en ce qui concerne le commerce, avec le projet d'enfouissement des déchets nucléaires à Bure.



Voies navigables région Nord-Est (VNF)

Pour créer les conditions favorables au développement du trafic, VNF met en œuvre des opérations d'entretien et de restauration du réseau dont les objectifs sont :

- Apporter aux usagers de la voie d'eau (mariniers et plaisanciers) toute la fiabilité et la sécurité qu'ils peuvent attendre d'une voie d'eau
- Assurer la sécurité des agents VNF en charge des interventions sur les ouvrages

Le cours du CMRO comprend 14 ouvrages répartis sur l'Ornain et la Saulx dont 7 sont la propriété de l'Etat et servent à l'alimentation du canal. Sur ces sept ouvrages, 4 ont été identifiés par VNF comme posant des problèmes de sécurité et de pénibilité pouvant induire un risque important pour les agents.



Il s'agit, d'aval en amont, des barrages de :

- Houdelaincourt
- Saint-Joire
- Chanteraine
- Mussey



Situation des barrages sur l'Orain (VNF)

1.1.2 RAPPEL SOMMAIRE DU PROGRAMME

Les objectifs du programme de restauration et modernisation des barrages sont :


- Assurer la sécurité des biens et des personnes (sécurité structurale des ouvrages)
- Maintenir les plans d'eau créés par les barrages
- Fiabiliser et faciliter l'exploitation des ouvrages (la manipulation des rehausses mobiles actuellement présentes sur les barrages ne répond pas aux exigences de sécurité actuelles)
- Réduire les coûts de maintenance et d'exploitation
- Satisfaire aux obligations réglementaires de continuité écologique et sédimentaire (la continuité n'est assurée sur aucun des barrages)

L'opération comprend, dans le périmètre du barrage existant :

- la restauration / remplacement du barrage existant,
- la construction d'un dispositif de franchissement piscicole,
- la mise en place de postes de commandes et de surveillance, y compris un local de commande,
- la démolition des parties du barrage existant qui ne sont pas réutilisables,
- la construction d'une passerelle de service sur le barrage permettant l'entretien.

Le principal objectif de la restauration du barrage est d'optimiser la gestion hydraulique du plan d'eau amont :

- par une réponse rapide aux crues.

- 
- par une régulation fine du plan d'eau amont et les différents usages de l'eau (prise d'eau pour l'alimentation du canal).

1.1.3 LES PRINCIPAUX ENJEUX

Le programme du projet détaille les besoins, les contraintes et les exigences du Maître d'ouvrage. Les enjeux importants pour la réussite de l'opération sont :

- Les enjeux techniques et notamment :
 - La réutilisation du Génie Civil existant,
 - Le type de vantellerie (fiabilité)
 - La position de la passe à poissons,
 - Le phasage des travaux, le batardage de chantier.
- Les enjeux liés à la maintenance et notamment :
 - Accessibilité générale, accessibilité à la passerelle,
 - Poste de commande,
 - Gestion des embâcles,
 - Batardeaux de service.
- Les enjeux liés à la production hydroélectrique :
 - Accessibilité
 - Gestion des débits
 - Insertion dans le terrain (yc passe à poissons)
- Les enjeux de Développement Durable et notamment :
 - Environnement,
- Les enjeux techniques
 - modes de fonctionnement (plage d'exploitation)
 - passe à poissons
 - transparence hydraulique (crue)
 - l'étude hydraulique
 - phase chantier

En ce qui concerne la phase chantier, l'enjeu consiste à tenir compte des contraintes suivantes :

- accessibilité lors des différentes phases du chantier
- bruit
- déchets

1.1.3.1 Les enjeux liés à la maintenance

Dans l'élaboration des différentes solutions, il sera tenu compte des enjeux liés à la maintenance et des contraintes naturelles tels que :

- accès facile aux organes,



- batardage des passes, périodicité des crues lors des travaux de construction ainsi que pour le batardage des passes,
- manœuvre manuelle,
- mise en chômage des organes,
- gel de la rivière,
- impact et blocage par des encombres flottants,
- risque de vandalisme,
- permettre l'accès en cas de crue.

1.2 CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

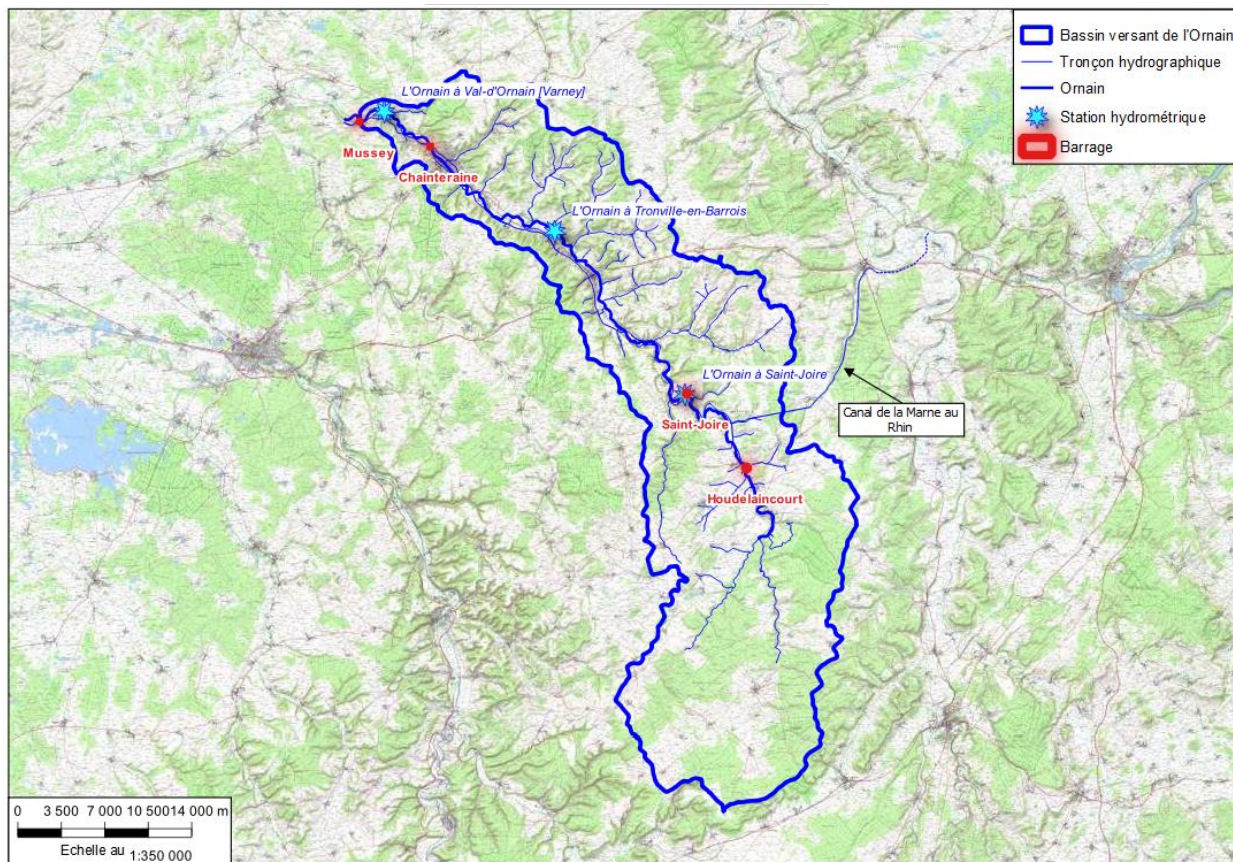
1.2.1 CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT

L'Ornain est une rivière de la région Grand-Est. Il mesure environ 116 km pour une superficie de 913 km². Il débute au niveau de la commune de Gondrecourt-le-Château (55) et conflue avec la Saulx au niveau de la commune d'Etrepy (51).

Il fait partie du bassin hydrographique de la Seine : L'Ornain → La Saulx → La Marne → La Seine.

Le bassin versant de l'Ornain au niveau des 4 barrages VNF présentement étudiés est présenté sur la figure à la page suivante. En aval de Mussey, l'Ornain mesure 74 km son bassin versant à une superficie de 848 km².

Le canal VNF de dérivation de l'Ornain (ou Embranchement d'Houdelaincourt sur la carte IGN) débute au niveau de la commune d'Houdelaincourt où se situe un premier barrage. Le canal VNF de la Marne au Rhin se branche sur le canal de dérivation de l'Ornain au niveau de Demange-aux-Eaux.



Bassin versant de l'Orain au droit du secteur d'étude

1.2.2 DEBITS DE L'ORNAIN AU DROIT DES BARRAGES ETUDIES

1.2.2.1 Stations hydrométriques

Pour déterminer les débits caractéristiques sur l'Orain au droit des barrages de Mussey, Chanteraine, Saint-Joire et Houdelaincourt, les 3 stations hydrométriques d'amont en aval suivantes sont utilisées :

- Saint-Joire
- Tronville-en-Barrois
- Val d'Orain

Elles sont illustrées sur la **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** précédente.

Les caractéristiques des stations sont présentées dans le tableau **Erreur ! Source du renvoi introuvable..**

| Libellé de la station | Code station | Surface du bassin versant (km ²) | Années d'ouverture |
|--------------------------------|--------------|----------------------------------------------|--------------------|
| L'Orain à Saint-Joire | H511231001 | 420 | 1999-2022 |
| L'Orain à Tronville-en-Barrois | H512234001 | 672 | 1988-2022 |
| L'Orain à Val d'Orain | H512235002 | 840 | 1968-2022 |

Les données sont calculées sur 24 années à Saint-Joire, 34 à Tronville-en-Barrois et 54 à Val d'Orain.

1.2.2.2 Régime de l'ORNAIN

Les débits mensuels aux 3 stations sont présentés dans le tableau **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** :



| Libellé de la station | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Module |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| L'Ornain à Saint-Joire | 9,85 | 9,77 | 7,53 | 3,27 | 2,67 | 1,63 | 0,97 | 1,08 | 1,07 | 1,92 | 4,49 | 8,25 | 4,35 |
| L'Ornain à Tronville-en-Barrois | 18,5 | 17,3 | 13,1 | 7,03 | 4,13 | 2,60 | 1,86 | 1,58 | 1,98 | 3,64 | 9,09 | 16,0 | 8,03 |
| L'Ornain à Val d'Ornain | 24,9 | 25,0 | 18,8 | 9,60 | 6,65 | 4,08 | 2,86 | 2,66 | 2,77 | 5,07 | 11,4 | 20,6 | 11,1 |

Orange : Hautes eaux - Bleu : Basses eaux

Le régime hydrologique de l'Ornain au droit des 3 stations est similaire. On constate qu'il existe une période de hautes eaux et une période de basses eaux.

La période des hautes eaux s'étend de novembre à mars (le débit moyen est alors équivalent à environ 2 fois le module interannuel). La période des basses eaux, s'étend sur les mois d'avril à octobre (le débit moyen est alors équivalent à environ ¼ du module interannuel).

La période des travaux s'étend sur plusieurs mois (plus de 6 mois). La période à privilégier pour la réalisation des travaux dans l'Ornain consistera à éviter la période avec les débits les plus forts, donc favoriser la période entre avril et novembre.

1.2.2.3 Débits caractéristiques

Les débits caractéristiques (module, quinquennal sec, quinquennal humide, QMNA 5¹, VCN3j² et DMB³) aux droits des barrages ont été calculés lors d'une étude d'Aquascop, réalisée en janvier 2020.

Les résultats sont synthétisés dans le tableau **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** :

| | | Mussey | Chanteraine | Saint-Joire | Houdelaincourt |
|---------------------------------|--------------------|--------|-------------|-------------|----------------|
| Surface de bassin versant (km²) | | 844 | 805 | 420 | 365 |
| Q (m³/s) | Quinquennal sec | 8.14 | 7.66 | 2.80 | 2.43 |
| | Quinquennal humide | 14.07 | 12.90 | 5.90 | 5.13 |
| | QMNA 5 | 0.71 | 0.68 | 0.2 | 0.17 |
| | VCN3 moyen | 0.81 | 0.75 | 0.29 | 0.26 |
| | DMB été | 0.81 | 0.52 | 0.32 | 0.36 |
| | DMB hiver | 1.92 | 1.99 | 1.16 | 0.68 |

Les débits de crue (Q2, Q5, Q10, Q20, Q50, Q100) aux droits des barrages ont été calculés à partir des relevés des stations hydrométriques. Ils sont présentés dans le tableau ci-dessous :

| | | Mussey | Chanteraine | Saint-Joire | Houdelaincourt |
|----------|-----|--------|-------------|-------------|----------------|
| Q (m³/s) | Q2= | 77.0 | 74.1 | 33.1 | 29.6 |

¹ QMNA 5 : Débit mensuel à l'étiage atteint par le cours d'eau pour une année donnée calculé pour une durée de 5 ans.

² VCN3j : Débit minimal ou débit à l'étiage du cours d'eau enregistré pendant 3 jours consécutifs. Le VCN moyen est la valeur interannuelle du VCN.

³ DMB : Débit minimum biologique est un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivantes dans les eaux.



| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|------|
| | Q5= | 104.4 | 99.7 | 41.4 | 37.0 |
| | Q10= | 121.5 | 115.7 | 46.8 | 41.8 |
| | Q20= | 139.5 | 132.5 | 78.8 | 71.4 |
| | Q50= | 161.3 | 153.0 | 92.3 | 82.5 |
| | Q100= | 178.0 | 168.6 | 101.9 | 91.0 |

Le détail de l'analyse hydrologique pour l'estimations des débits au droit des barrages est présenté dans le rapport d'étude hydraulique de MC1 annexé.

1.2.3 DESCRIPTION DU SECTEUR CONCERNE (CHAQUE SITE A PART)

Les barrages de Mussey, Chanteraine, Saint-Joire et Houdelaincourt sont implantés au fil de l'Ornain et permettent d'assurer l'alimentation du canal de la Marne au Rhin Ouest.

Les conditions hydrauliques de l'Ornain se distinguent sur les périodes suivants : Exploitation, Période de basses eaux, période crue.

En phase d'exploitation, les barrages permettent de maintenir une cote d'eau suffisante en amont des prises d'eau du canal pour l'alimenter.

En période de hautes eaux, le maintien du niveau d'eau minimum est assuré par le seuil du barrage.

En période de basses eaux (toujours sur la période d'exploitation et avec un débit supérieur au débit réservé), le niveau d'eau minimum est maintenu par des réhausses au niveau du seuil, pouvant être des réhausses mobiles en bois (comme pour Mussey, Saint-Joire et Houdelaincourt) ou des aiguilles (comme pour Chanteraine), et par la fermeture partielle des vannes.

La période la plus favorable pour les crues de l'Ornain est de décembre à mars. A cette période de l'année, les réhausses des barrages sont déjà retirées. Au passage d'une crue, les vannes des barrages sont complètement ouvertes.

Le fonctionnement pour chacun des barrages est détaillé ci-après (source : Diagnostics des barrages, INGEROP, 2016).

1) Barrage de Mussey :

Le barrage de Mussey (Cf. figure à la page suivante) est composé des éléments suivants :

- D'un barrage type seuil déversoir,
- d'une passe à poissons,
- d'un ouvrage de décharge vanné

La prise d'eau et le canal d'alimentation du canal est implanté en rive gauche du barrage. La prise d'eau est munie d'un vannage.

| | |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Déversoir | <ul style="list-style-type: none">• Longueur du barrage : 37.20 m, constitué :<ul style="list-style-type: none">○ D'un seuil de 37.20 mètres en maçonnerie, équipé de réhausses mobiles en bois,○ D'une culée rive droite de 5 m de longueur.○ D'une culée rive gauche constituée du mur de la passe à poissons.• Largeur du radier : 17 m environ, en maçonnerie avec parafouille aval en palplanches+ 5 m environ de protection aval constituée de blocs percolés au béton.• Hauteur des réhausses mobiles en bois : deux fois 0.25 m. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



| | |
|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none">• Ligne de vie traversant le déversoir |
| Pile centrale et passe à poisson | <ul style="list-style-type: none">• Type de passe : à bassin à fentes verticales, en béton armé• Nombre de bassins : 6• Dimensions : 17.15 m x 2.82 m• Attrait : canal latéral parallèle avec injection dans le bassin d'entrée• Pile : en maçonnerie, de dimensions 5 m de longueur x 1.25 m de largeur |
| Ouvrage de décharge | <ul style="list-style-type: none">• Longueur de l'ouvrage : 12 m, constitué :<ul style="list-style-type: none">○ D'un seuil vanné de 8.57 m de longueur○ D'une culée rive gauche en maçonnerie de pierres de taille de 3.45 m de longueur• Largeur du radier : 17 m de longueur, terminé par un rideau para fouille en palplanches + prolongation coté amont par<ul style="list-style-type: none">○ un radier maçonné en pierres de taille puis○ un radier en maçonneries de dalles déstabilisées• Hauteur de retenue des vannages : 1.45 m environ• Passerelle : tablier constitué de poutrelles métalliques et caillebotis + garde-corps de service.• Echelles limnimétriques en amont en aval |



Localisation du barrage de Mussey au 1/ 5 000



2) Barrage de Chanteraine :

Le barrage de Chanteraine (Cf. figure à la page suivante) est composé des éléments suivants :

- D'un barrage à aiguilles avec une passe de 16 m de longueur, constituée de 11 fermettes constituant 12 passes de 1.30 m environ,
- D'un barrage à clapets constitué de 3 clapets métalliques de 7.60 m, soit 22.8m au total,

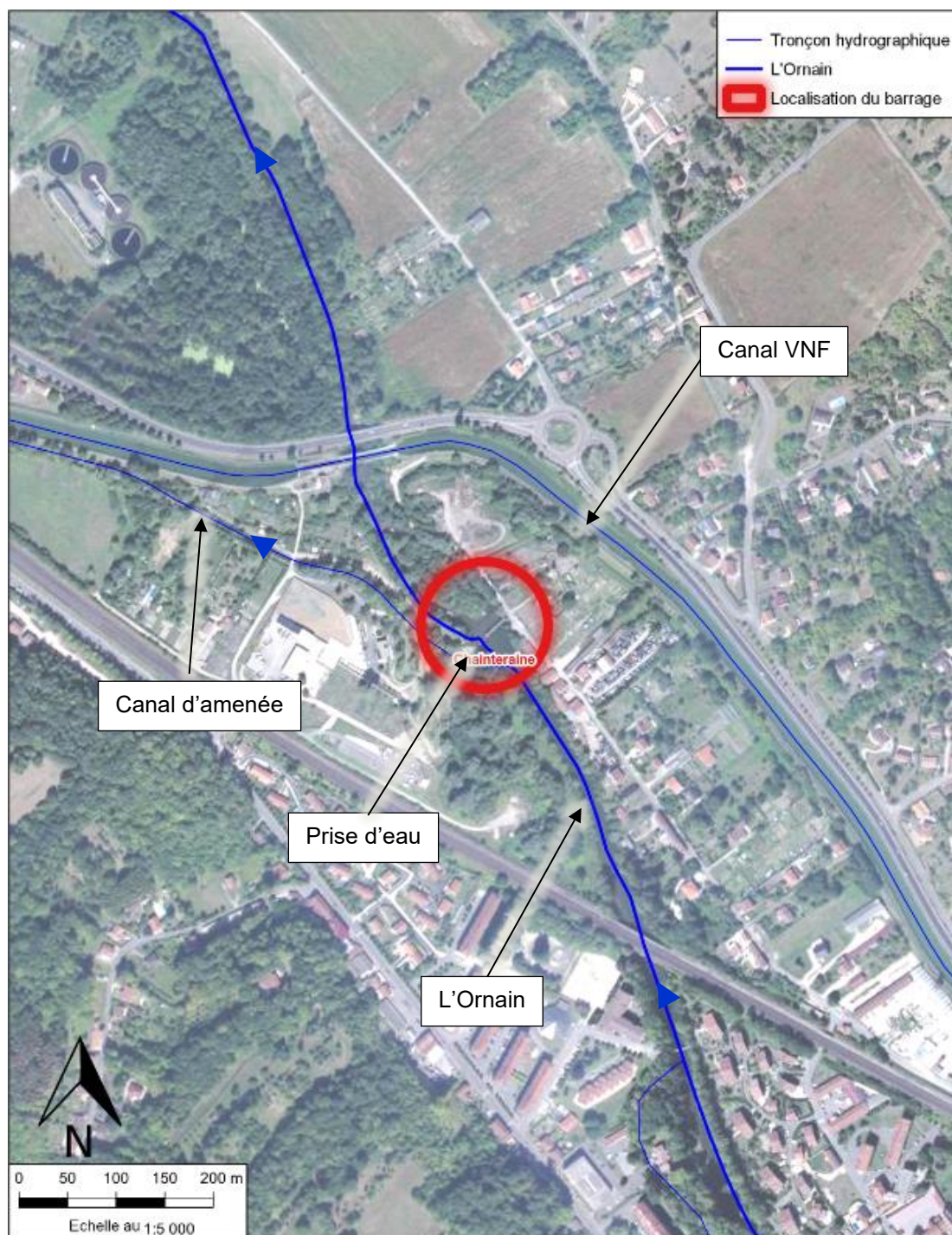
La prise d'eau du canal est munie d'un vannage et d'un canal d'alimentation implanté en rive gauche du barrage.

| | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Barrage à aiguilles | <ul style="list-style-type: none">• Longueur du barrage : 17.5 m, constitué :<ul style="list-style-type: none">○ D'un seuil de 16 mètres de largeur équipé d'aiguilles et d'une passerelle avec ligne de vie○ D'une culée rive gauche de 4.78 m de longueur,○ D'une culée rive droite de 1.48 m de largeur de 4.93 m de longueur, qui sert de pile intermédiaire entre le barrage à aiguilles et le barrage à clapets.• Largeur du radier : 5 m environ en maçonnerie + 10 m de radier aval en pavés et pierres L'amont radier en maçonnerie disparaît sous les dépôts• Hauteur des aiguilles en bois : 2.50 m environ.• Passerelle : câble tendu sert de garde-corps. Un autre câble tendu sert de ligne de vie. |
| Barrage à clapet | <ul style="list-style-type: none">• Longueur du barrage : 23.50 m environ constitué :<ul style="list-style-type: none">○ De 2 piles intermédiaires en béton de 0.40 à 0.45 m de largeur et de 5 m de longueur○ De 3 passes à clapet métallique de 7.56 m de largeur○ D'une culée rive gauche en maçonnerie de pierres, constituée de la pile intermédiaire avec le barrage à aiguilles,○ D'une culée rive droite de 5 m de longueur en maçonnerie de pierres avec couronnement en béton• Largeur du radier : 5 m environ en maçonnerie + 10 m de radier aval en pavés et pierres L'amont radier en maçonnerie disparaît sous les dépôts• Hauteur de retenue des clapets : 1.45 m• Support du système de manœuvre des clapets : les clapets sont manœuvrés par un système de treuils à câbles. |
| Prise d'eau | <ul style="list-style-type: none">• Une vanne manuelle de décharge métallique à crémaillère de 1.5 m de largeur, en tête d'une rigole de 19 m de longueur qui se rejette en aval du barrage.• 2 vannes à crémaillères de 3.45 m de largeur totale, en tête de la rigole d'alimentation du canal de la Marne au Rhin Ouest.• 2 vannes de régulation intermédiaires se situent également plus en aval sur cette rigole. |

Le plan d'eau amont est régulé à l'aide des 3 clapets qui sont manœuvrés de manière quotidienne pour suivre l'évolution des débits de l'Ornain. En cas de crue, les clapets sont d'abord ouverts et les aiguilles abattues ensuite. La fréquence de l'abattement des aiguilles est de l'ordre de 2 à 5 ans. Sur place, il nous a également été dit que le canal de décharge de la rigole est également utilisé pour améliorer la débitance de l'ouvrage et moins manipuler les aiguilles.



Il n'existe pas de dispositif dédié au débit réservé. Le débit laissé à l'Ornain est le débit déversant par-dessus les clapets et les fuites au droit des aiguilles. VNF détermine le débit qu'il est possible de dériver vers le canal en fonction du débit mesuré par les stations hydrométriques présentes dans l'Ornain et règle la prise d'eau en fonction pour déverser au barrage un débit supérieur ou égal au débit réservé. Le débit maximal prélevé est de 300 L/s.



Localisation du barrage de Chanteraine au 1/ 5 000



3) Barrage de Saint-Joire

Le barrage de Saint-Joire (Cf. figure à la page suivante) est composé des éléments suivants :

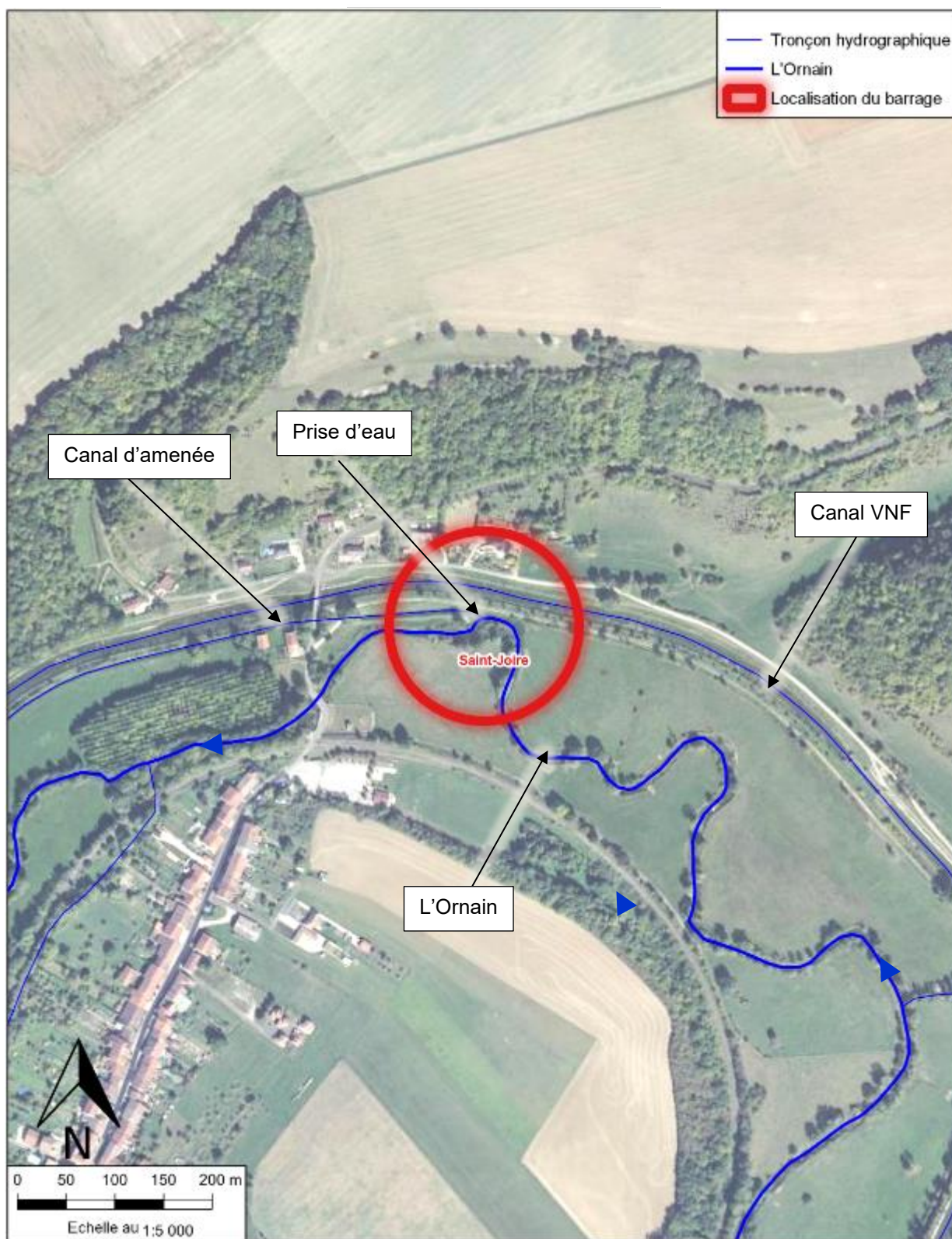
- D'un barrage de type déversoir avec une passe de 17.6m de longueur, équipé de réhausses de type volets escamotables,
- D'un ouvrage de décharge constitué de 2 vannes planes manuelles de 1.6 m, soit 3.2 m au total,

La prise d'eau du canal est munie d'une vanne de type plane à crémaillère de 0.97 m de largeur avec un canal d'alimentation implanté en rive droite du barrage.

| | |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Déversoir | <ul style="list-style-type: none">• Longueur du barrage : 20.98 m, constitué :<ul style="list-style-type: none">○ D'un seuil de 17.6 mètres de largeur équipé de réhausses bois escamotables avec ligne de vie,○ D'une culée rive gauche de 2.68m longueur,○ D'une pile côté rive droite, de 0.7 m de largeur de 5 m de longueur, qui sert de pile intermédiaire entre le déversoir et l'ouvrage de décharge.• Largeur du radier : 4.35 m en béton + 9 m de radier aval en enrochements bétonnés + 1.3 m de radier amont en béton. L'amont radier en maçonnerie disparaît sous les dépôts de sable.• Hauteur des réhausses en bois : 0.45 m environ• Echelle limnimétrique sur la pile. |
| Ouvrage de décharge | <ul style="list-style-type: none">• Longueur du barrage : 6.10 m, constitué :<ul style="list-style-type: none">○ D'un radier de 3.20m○ D'une culée rive droite de 3m○ D'une passerelle métallique avec garde-corps.• Largeur du radier : 5 m en béton + 8.40 m de radier aval en enrochements bétonnés + 1.30 m de radier amont en maçonnerie (enrochements bétonnés, pierres ?)• Hauteur des vannes métalliques: 1.10 m environ• Passerelle• Ligne de vie |

Le plan d'eau amont est régulé à l'aide du barrage déversant. En cas de crue, les vannes de décharge sont ouvertes et les volets escamotables du barrage déversant effacés.

Il n'existe pas de dispositif dédié au débit réservé mais les vannes de décharge sont maintenues à une ouverture minimale, calibrée pour laisser passer ce débit. Le débit laissé à l'Ornain est donc ce débit passant sous les vannes et celui déversant par-dessus le barrage déversant. VNF détermine le débit qu'il est possible de dériver vers le canal en fonction du débit mesuré par les stations hydrométriques présentes dans l'Ornain et règle la prise d'eau en fonction pour déverser au barrage un débit supérieur ou égal au débit réservé. Le débit maximal prélevé est de 400 L/s.



Localisation du barrage de Saint-Joire au 1/ 5 000

4) Barrage de Houdelaincourt





Le barrage de Houdelaincourt (Cf. figure à la page suivante) est composé des éléments suivants :

- D'un barrage de type déversoir avec une passe de 17.6m de longueur, équipé de réhausses de type volets escamotables,
- D'un ouvrage de décharge constitué de 2 vannes planes manuelles de 1.6 m, soit 3.2 m au total en rive droite du barrage.

La prise d'eau est munie de trois vannes à crémaillères motorisées (L=1,26 m et H=1,50 m). Il n'y a pas de canal d'amenée parce que cette prise d'eau marque la naissance du canal VNF.

| | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Déversoir | <ul style="list-style-type: none">• Longueur du barrage : 28.30 m, constitué :<ul style="list-style-type: none">○ D'un seuil de 18.20 m de largeur équipé de réhausses pivotantes. On abat la 1ère, les autres suivent○ D'une passe à vanne guillotine de 2.37 m de largeur○ D'une pile intermédiaire P1 de 0.70 m de largeur, entre le seuil et la passe○ D'une culée rive gauche de 2.75 à 3.50 m de largeur,○ D'une culée rive droite de 3.50 à 3.94 m de largeur• Largeur du radier : 5 m + 6.3 d'aval radier + 2.1 d'amont radier soit 13.40 m au total environ.• Longueur rehausses : 1,55 m• Hauteur rehausses : 0,50 m |
| Ouvrage de décharge | <ul style="list-style-type: none">• Nombre et type de vanne : 2 vannes levantes à crémaillère, motorisées en 2008 et télécommandées depuis 2009 par le PC de Trévaray.• Largeur des vannes : 1,13 m• Hauteur des vannes : 1,73 m• Echelles limnimétriques amont et aval |

Le plan d'eau amont est régulé à l'aide du barrage déversant. En cas de crue, les vannes de décharge sont ouvertes et les volets escamotables du barrage déversant effacés.

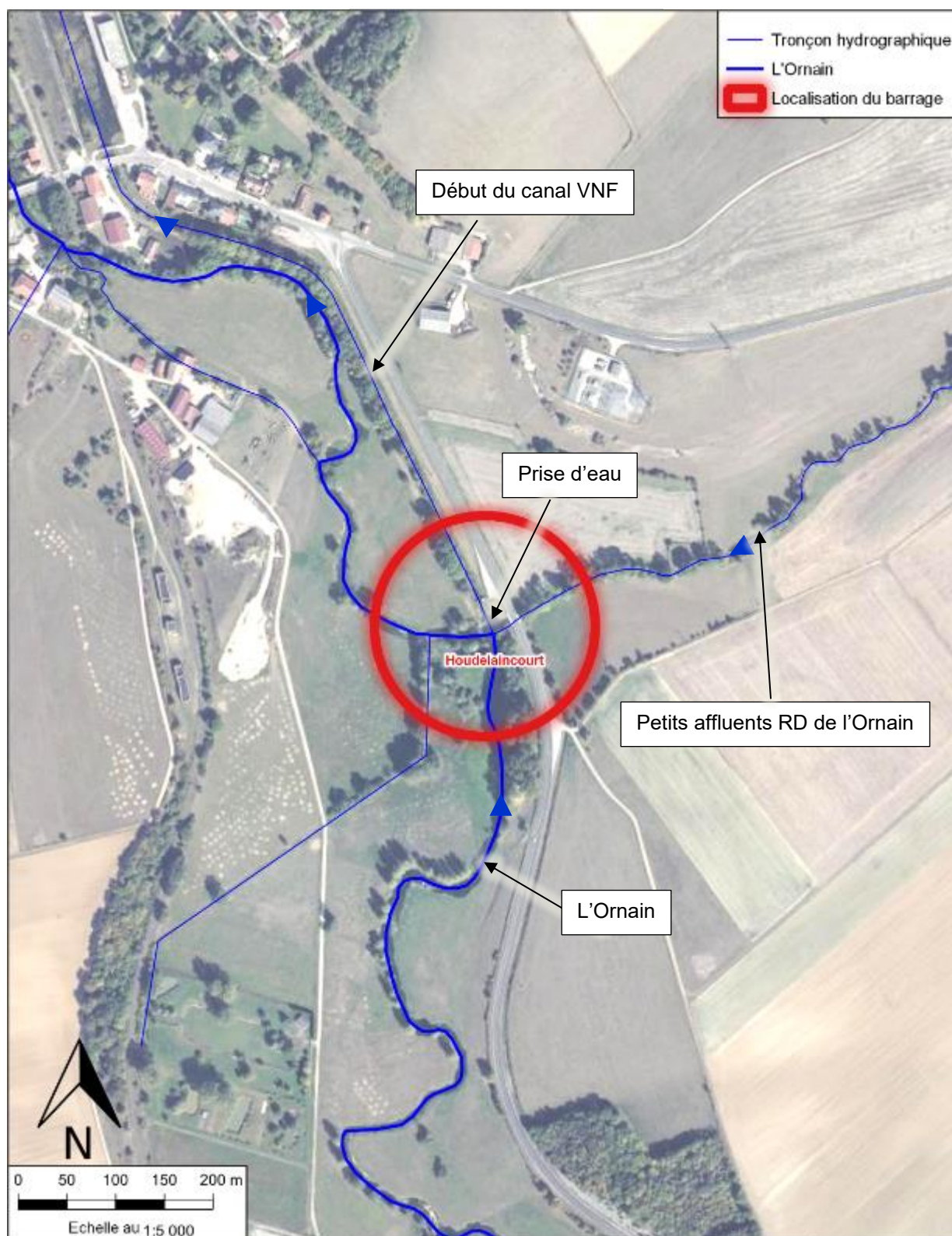
Il n'existe pas de dispositif dédié au débit réservé mais les vannes de décharge sont maintenues à une ouverture minimale, calibrée pour laisser passer ce débit. Le débit laissé à l'Ornain est donc ce débit passant sous les vannes et celui déversant par-dessus le barrage déversant.

L'alimentation de la rigole n'est pas régulée en considérant un débit mais en suivant le niveau d'eau dans la rigole qui est directement lié à celui du bief de partage. Si le niveau baisse, c'est que le débit est insuffisant par rapport à celui "consommé" par le canal et l'ouverture des vannes est augmentée. A l'inverse si le niveau dans la rigole monte, on fermera les vannes.

L'interface de télécommande donne le débit prélevé pour le canal (dépend de l'ouverture des vannes et des niveaux amont-aval) et le débit dans l'Ornain (déduit de la chute au droit du barrage). Sur la base de ces informations, l'exploitant doit vérifier qu'il laisse bien passer le débit réservé.

Il n'existe aucune alarme.

L'ouvrage est télécommandé mais il n'existe aucun automatisme à l'heure actuelle.



Localisation du barrage de Houdelaincourt au 1/ 5 000



1.2.4 DETERMINATION DES CARACTERISTIQUES HYDRAULIQUES

Les pour l'estimations des débits au droit des barrages est présenté dans le rapport d'étude hydraulique de MC1 annexé.

Les conditions de débits retenues pour les modélisations hydrauliques (1D en régime permanent) sont :

- Le débit minimum biologique (DMB) estival ;
- Le Module (ou débit moyen interannuel) ;
- Le double du module ;
- Les débits de crues Q2, Q5, Q10, Q20, Q50 et Q100.

Les scénarios de modélisation sont les suivants :

- l'état initial pour lequel toutes les conditions de débits sont simulées ;
- l'état en phase travaux (avec la phase travaux la plus pénalisante) avec la prise en compte des batardeaux ;
- l'état projeté ;
- l'état de maintenance à l'état projeté (1 vanne batardeée – batardage de maintenance).

Ces simulations servent à évaluer :

- la hauteur d'eau du bief à l'aval du barrage sur les débits DMB, module et 2xmodule pour la passe-à-poisson ;
- les incidences en phase travaux et la cote des batardeaux pour la mise à sec de la zone de travaux en situation de crues Q2 à Q10 et la centennale ;
- les incidences du projet sur les crues (6 crues) ;
- les incidences de la maintenance des barrages (état projeté) sur les petites crues Q2 et Q5.

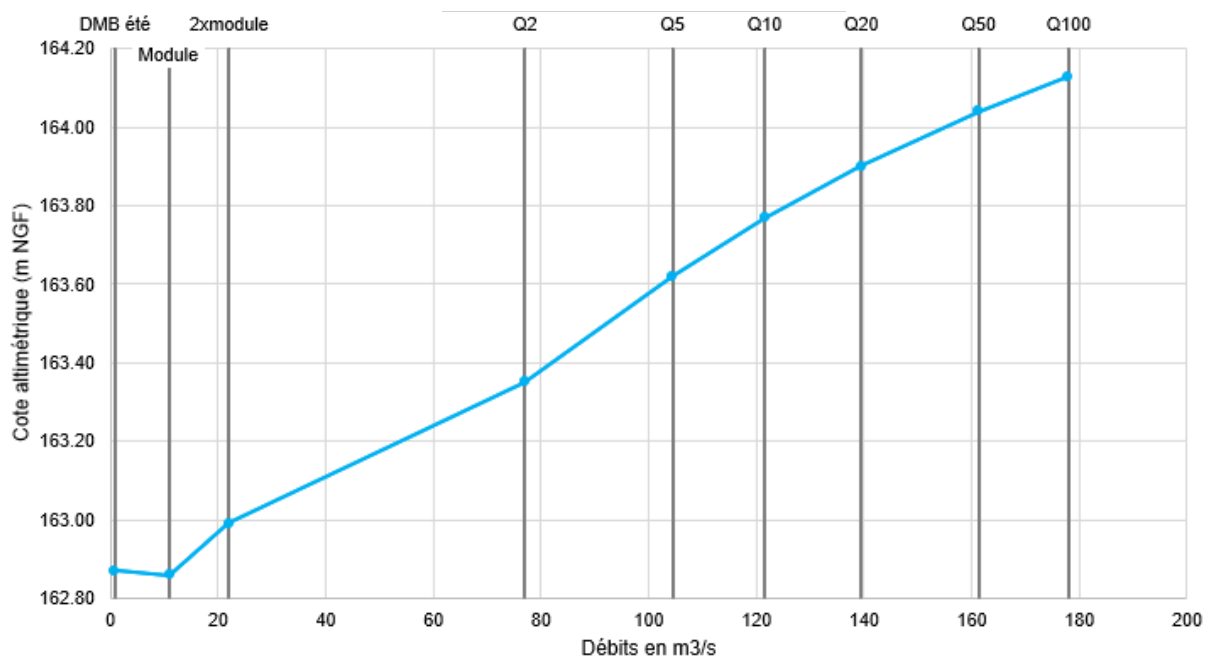
Pour les petits débits, les vannes des barrages sont considérées comme fermées ou partiellement fermées afin de maintenir la retenue normale : vannes abaissées, avec réhausses sur le seuil pour les barrages de Mussey, Saint-Joire et Houdelaincourt. Pour le barrage de Chanteraine, les aiguilles sont mises en place. Pour les débits de crue, le barrage est considéré comme étant ouvert : vannes levées, sans réhausses sur le seuil pour les barrages de Mussey, Saint-Joire et Houdelaincourt. Pour le barrage de Chanteraine, les aiguilles sont retirées.

La synthèse du fonctionnement hydraulique à l'état initial des barrages est présentée à partir du tableau récapitulatif des cotes d'eau à l'amont et à l'aval du barrage pour toutes les conditions de débit à la page suivante et des courbes de débitance à l'état initial de chacun des barrages.

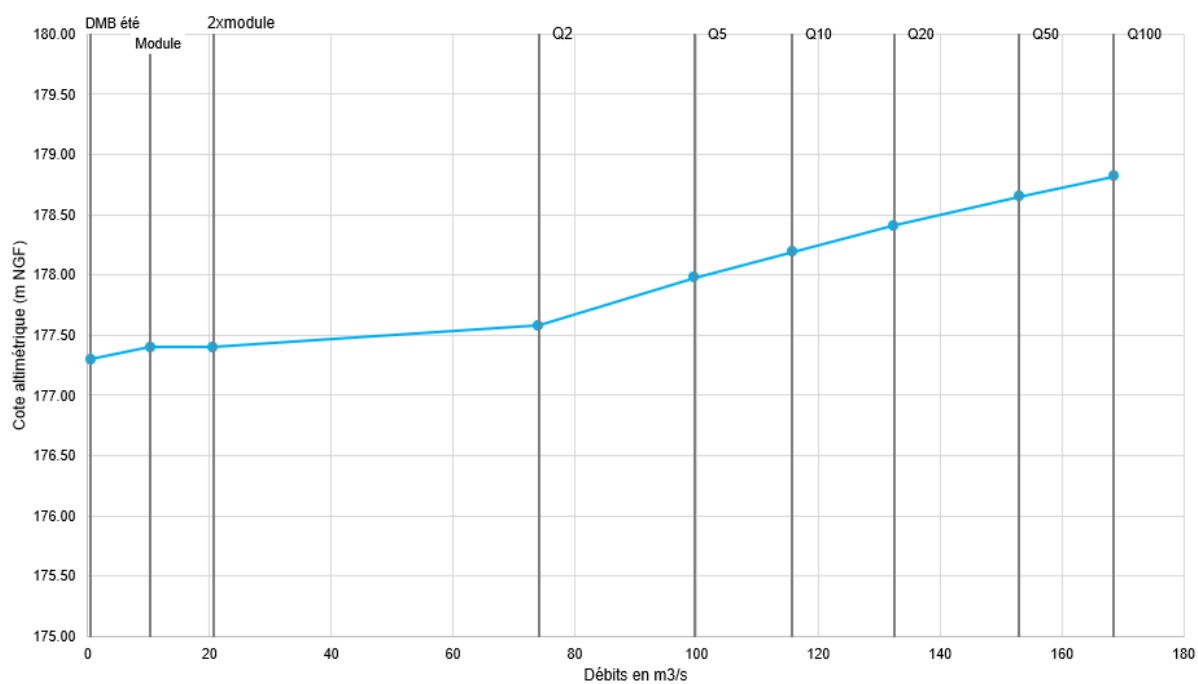
Pour plus de détails, voir le rapport d'étude hydraulique MC1 annexé.



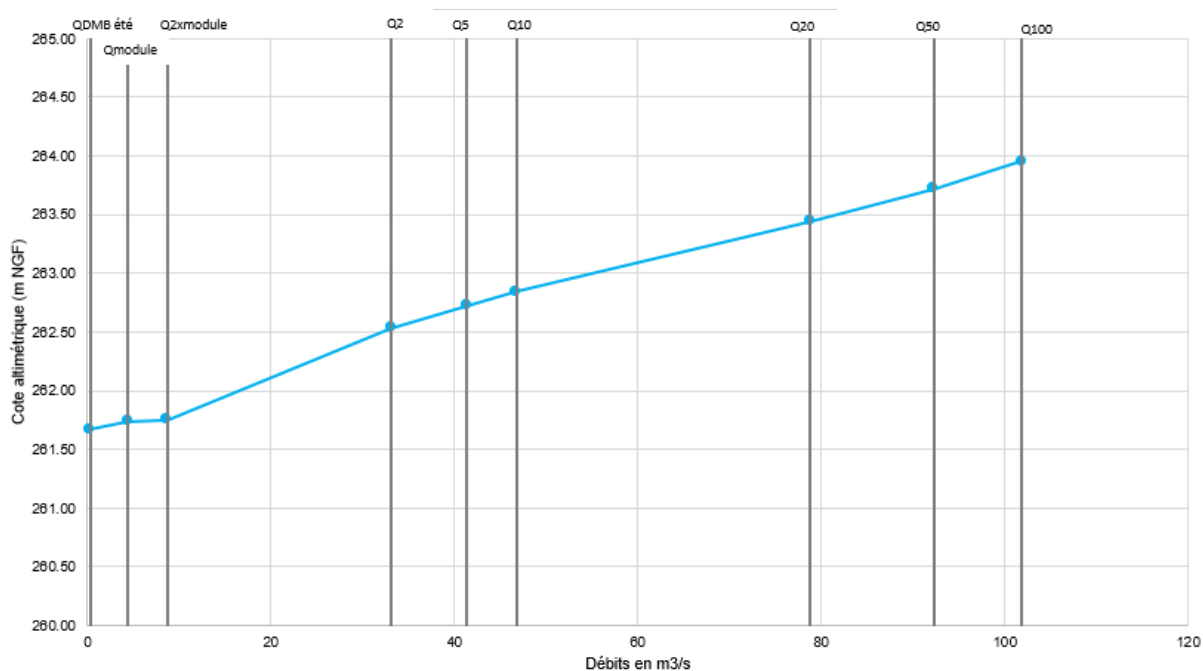
| Etat initial | | | | |
|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------|
| Situation hydrologique | Vannes | Valeurs de débits (m3/s) | Cote amont (m NGF) | Cote aval (m NGF) |
| Mussey | | | | |
| DMB été | Semi-ouverte H =0,03 m | 0.81 | 162.87 | 160.16 |
| Module | Semi-ouverte H =0,48 m | 11.0 | 162.86 | 160.55 |
| Double du module | Ouverte | 22.0 | 162.99 | 160.76 |
| Q2 | Ouverte | 77.0 | 163.35 | 161.52 |
| Q5 | Ouverte | 104.4 | 163.62 | 161.86 |
| Q10 | Ouverte | 121.5 | 163.77 | 162.07 |
| Q20 | Ouverte | 139.5 | 163.9 | 162.29 |
| Q50 | Ouverte | 161.3 | 164.04 | 162.55 |
| Q100 | Ouverte | 178.0 | 163.89 | 162.74 |
| Chanteraine | | | | |
| DMB été | Semi-ouverte H =0,04 m | 0.52 | 177.30 | 175.83 |
| Module | Semi-ouverte H =0,30 m | 10.3 | 177.40 | 176.29 |
| Double du module | Semi-ouverte H =0,47 m | 20.6 | 177.40 | 176.55 |
| Q2 | Ouverte | 74.1 | 177.58 | 177.57 |
| Q5 | Ouverte | 99.7 | 177.98 | 177.96 |
| Q10 | Ouverte | 115.7 | 178.19 | 178.18 |
| Q20 | Ouverte | 132.5 | 178.41 | 178.40 |
| Q50 | Ouverte | 153.0 | 178.65 | 178.64 |
| Q100 | Ouverte | 168.6 | 178.82 | 178.82 |
| Saint-Joire | | | | |
| DMB été | Semi-ouverte H =0,01 m | 0.32 | 261.67 | 261.09 |
| Module | Ouverte | 4.4 | 261.74 | 261.51 |
| Double du module | Ouverte | 8.7 | 261.75 | 261.75 |
| Q2 | Ouverte | 33.1 | 262.53 | 262.52 |
| Q5 | Ouverte | 41.4 | 262.72 | 262.72 |
| Q10 | Ouverte | 46.8 | 262.84 | 262.84 |
| Q20 | Ouverte | 78.8 | 263.44 | 263.44 |
| Q50 | Ouverte | 92.3 | 263.72 | 263.71 |
| Q100 | Ouverte | 101.9 | 263.95 | 263.94 |
| Houdelaincourt | | | | |
| DMB été | Semi-ouverte H =0,04 m | 0.36 | 281.58 | 280.12 |
| Module | Semi-ouverte H =0,47 m | 3.8 | 281.58 | 280.50 |
| Double du module | Semi-ouverte H =0,98 m | 7.6 | 281.61 | 280.75 |
| Q2 | Ouverte | 29.6 | 281.89 | 281.37 |
| Q5 | Ouverte | 37.0 | 282.05 | 281.49 |
| Q10 | Ouverte | 41.8 | 282.15 | 281.56 |
| Q20 | Ouverte | 71.4 | 282.16 | 281.97 |
| Q50 | Ouverte | 82.5 | 282.19 | 282.07 |
| Q100 | Ouverte | 91.0 | 282.21 | 282.15 |



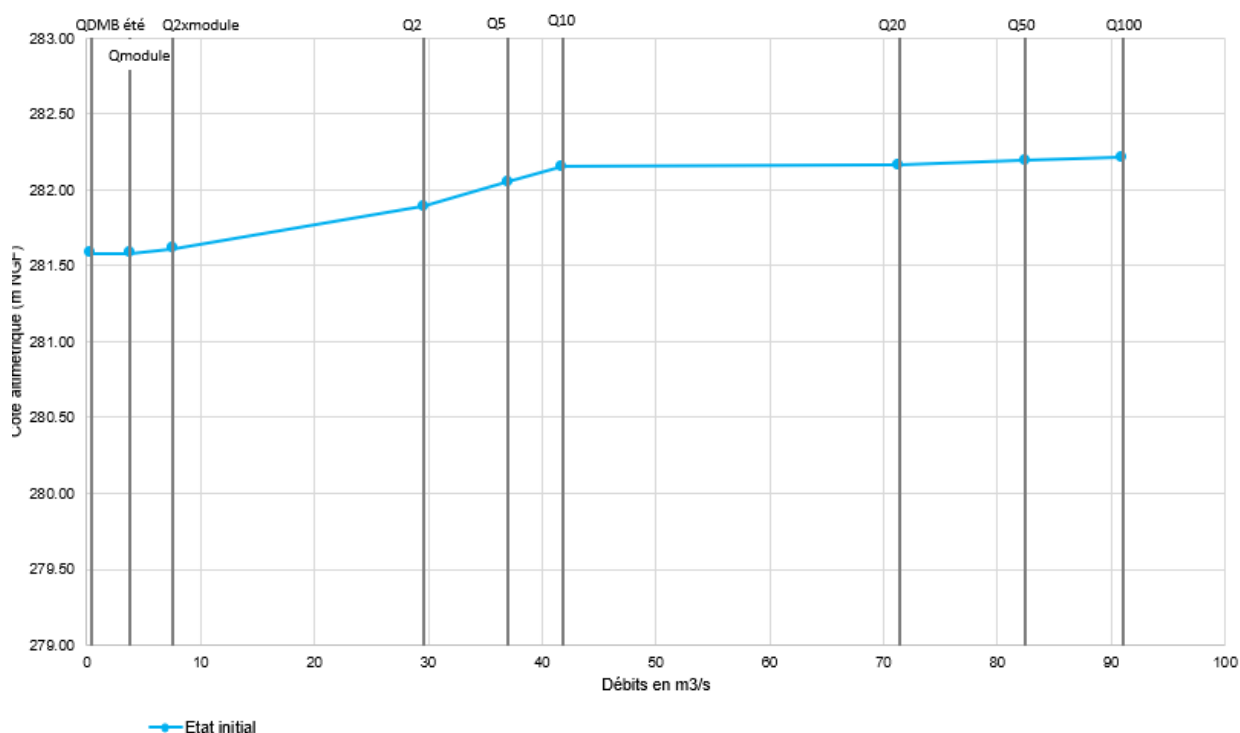
Débitance du barrage de Mussey à l'état initial



Débitance du barrage de Chanteraine à l'état initial



Débitance du barrage de Saint-Joire à l'état initial



Débitance du barrage de Houdelaincourt à l'état initial

1.2.5 PLAGE DE FONCTIONNEMENT (RETENU NORMAL AMONT)

À partir des informations de l'exploitant et l'inspection commune le 03/08/2022, les données suivantes ont été récupérées.

Les valeurs prises en compte dans l'étude ci-présente ont été rappelées au MOA le 23/09/2022 et sont récapitulées ci-après :



| Barrage concerné | Cote Retenu Normale (RN) amont = Cote supérieure rehausse mNGF |
|------------------|----------------------------------------------------------------|
| Houdelaincourt | 281.58 |
| Saint-Joire | 261.66 |
| Chanteraine | 177.39 |
| Mussey | 162.85 |

La variation de la RN est de l'ordre de 10 cm.

1.3 CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU PROJET

1.3.1 BARRAGE DE HOUDELAINCOURT

Le rapport G2-AVP du 31/08/2016 à l'indice A, établi par GEOTEC dans le cadre des investigations géotechniques a été mis à disposition par le MOA. Les principales hypothèses géotechniques sont récapitulées dans la note d'hypothèses générales (annexe du présent rapport).

Dans la suite du projet, des investigation complémentaires seront à réaliser couvrant la zone complète du projet afin de valider les hypothèses prise dans le cadre des phases d'études précédentes.

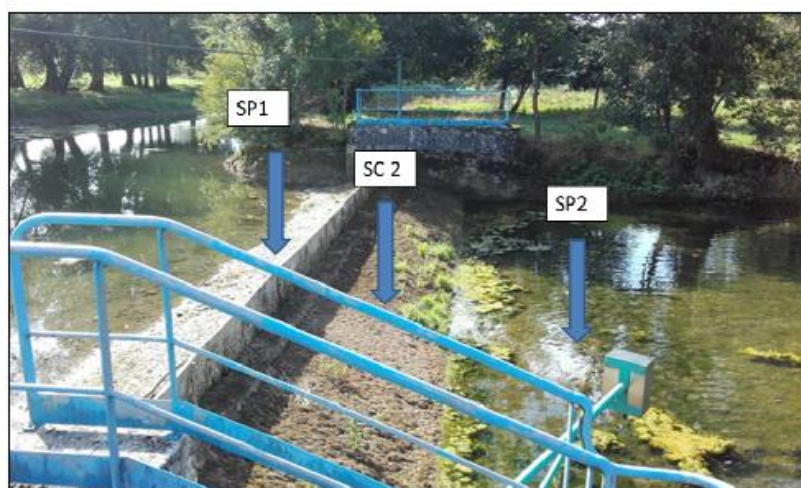


Image 5 : Implantation des sondages SP1, SP2, SC2

1.3.2 CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU PROJET (ST JOIRE)

Le rapport G2-AVP du 19/09/2016 à l'indice 0, établi par GEOTEC dans le cadre des investigations géotechniques a été mis à disposition par le MOA. Les principales hypothèses géotechniques sont récapitulées dans la note d'hypothèses générales (annexe du présent rapport).

Dans la suite du projet, des investigation complémentaires seront à réaliser couvrant la zone complète du projet afin de valider les hypothèses prise dans le cadre des phases d'études précédentes.

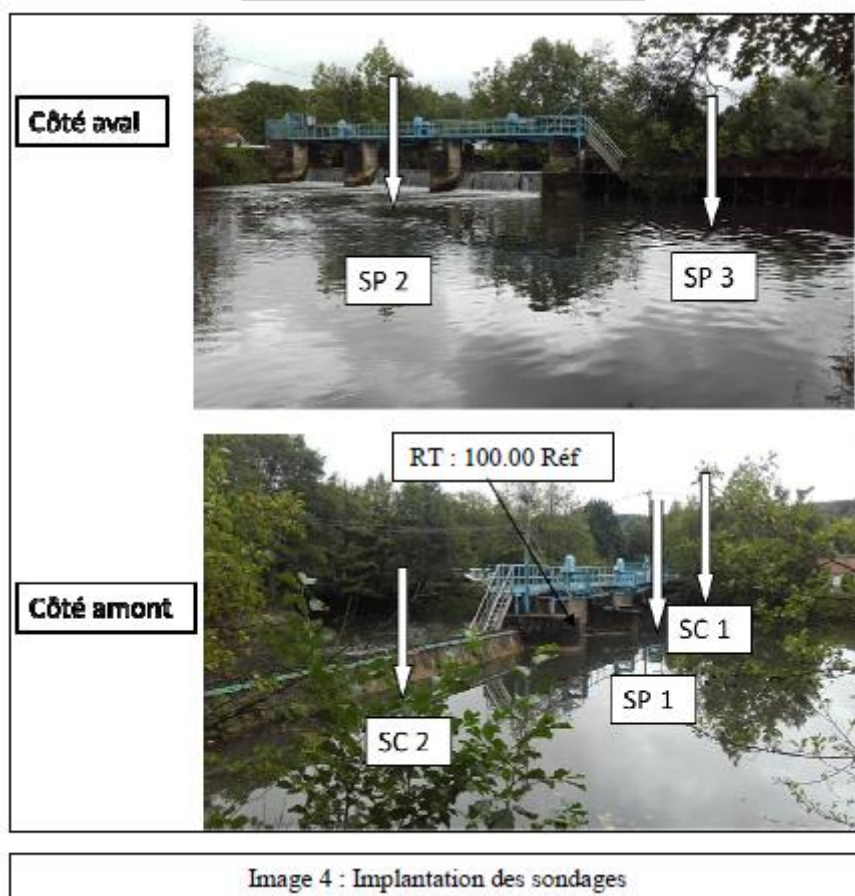


Image 4 : Implantation des sondages SP1, SP2, SC2

1.3.3 CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU PROJET (CHANTERAIN)

Le rapport G2-AVP du 30/08/2016 à l'indice A, établi par GEOTEC dans le cadre des investigations géotechniques a été mis à disposition par le MOA. Les principales hypothèses géotechniques sont récapitulées dans la note d'hypothèses générales (annexe du présent rapport).

Dans la suite du projet, des investigations complémentaires seront à réaliser couvrant la zone complète du projet afin de valider les hypothèses prises dans le cadre des phases d'études précédentes.



1.3.4 CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU PROJET (MUSSEY)

Le rapport G2-AVP du 30/08/2016 à l'indice A, établi par GEOTEC dans le cadre des investigations géotechniques a été mis à disposition par le MOA. Les principales hypothèses géotechniques sont récapitulées dans la note d'hypothèses générales (annexe du présent rapport).

Dans la suite du projet, des investigations complémentaires seront à réaliser couvrant la zone complète du projet afin de valider les hypothèses prises dans le cadre des phases d'études précédentes.



Image 6 : Implantation des sondages SP2 et SP3 (coté amont).



Image 7 : Implantation des sondages SC2, SP1 et SC1 coté aval du barrage au niveau du radier.

1.4 CONTEXTE CONTINUITE ECOLOGIQUE

1.4.1 PEUPLEMENT ICTHYOLOGIQUE DE L'ORNAIN

Les sites de suivi des peuplements ichthyologiques dans le cadre du Réseau Hydrobiologique et Piscicole (RHP) les plus proches sont, d'aval en amont :

- Saulx à Vitry-en-Perthois (station 03510039)
- Ornain à Revigny-sur-Ornain (station 03550004)
- Ornain à Silmont (station 03550041)
- Ornain à Givrauval (station 03550040).

Les poissons sont distingués en deux classes selon le déroulement de leur cycle de vie. Les migrateurs amphibiotiques doivent obligatoirement changer de milieu au cours de leur cycle qui se déroule en partie en rivière et en partie en mer. A chaque changement du milieu les migrateurs amphibiotiques subissent des changements physiologiques et morphologiques. A l'inverse, les holobiotiques réalisent l'ensemble de leur cycle dans un seul milieu (la mer ou en l'occurrence l'eau douce).



1.4.2 MIGRATEURS AMPHIBIOTIQUES

L'anguille est présente dans la Saulx aval (station de Vitry-en-Perthois) et colonise plus en amont l'Ornain (station de Revigny-sur-Ornain). Elle n'est actuellement pas échantillonnée à Silmont ni à Givrauval. Sur les deux stations où elle est observée, l'espèce est représentée par des individus de 40 à 90 cm. La densité est toujours assez faible (en moyenne 0.1 à 0.2 ind. et 100 g au plus par 100 m²).

Dans le cadre de l'aménagement prévu des ouvrages de l'axe Marne (Art. L.214-17 cité plus haut) par des dispositifs de montaison, il pourrait être attendu une recolonisation plus importante du bassin de l'Ornain par l'espèce, classée « en danger critique d'extinction » et faisant l'objet du règlement européen 1100/2007 instituant des mesures de reconstitution du stock d'anguilles européennes. Le retour éventuel d'autres migrateurs amphibiotiques pourrait également être envisagé (grands salmonidés, lamproies).

1.4.3 MIGRATEURS HOLOBIOTIQUES

En aval de la zone d'étude, la Saulx à Vitry-en-Perthois présente un spectre typologique très ouvert, allant des espèces salmonicoles (vairon encore assez abondant, chabot, loche franche) aux poissons caractéristiques des eaux calmes et chaudes (brèmes, tanche, rotengle). Entre ces deux extrêmes, la domination du peuplement se partage entre des espèces typiques d'eaux vives (chevaine, barbeau fluviatile) et des espèces inféodées aux eaux plus calmes (gardon, brochet, bouvière) voire typiques d'eaux calmes et chaudes (brèmes). Le silure est également présent.

En amont de sa confluence avec la Saulx, l'Ornain présente un peuplement caractéristique de la zone à truite inférieure, où sont représentées tout à la fois les espèces salmonicoles (vairon dominant en effectif, truite de rivière, chabot, loche franche) et les espèces d'eaux vives (chevaine et barbeau fluviatile dominants en biomasse, goujon, hotu, vandoise).

Quelques espèces d'eaux plus calmes en faibles effectifs complètent le peuplement (perche, gardon, brochet, ablette). La lamproie de Planer est également présente.

1.4.4 PERIODES DE MIGRATION

Les périodes de migration sont variables suivant les espèces. Elles sont rapportées dans le tableau de la figure ci-après pour les principales espèces amphibiotiques pour la migration de montaison (adultes excepté pour l'anguille où ce sont les juvéniles qui remontent) ainsi que pour la migration de dévalaison (juvéniles nés en rivière excepté pour l'anguille où ce sont les adultes qui effectuent cette migration). Pour la plupart des espèces holobiotiques, les déplacements sont essentiellement printaniers (mars à juin).

Le tableau ci-après donne les périodes de migration de quelques espèces.

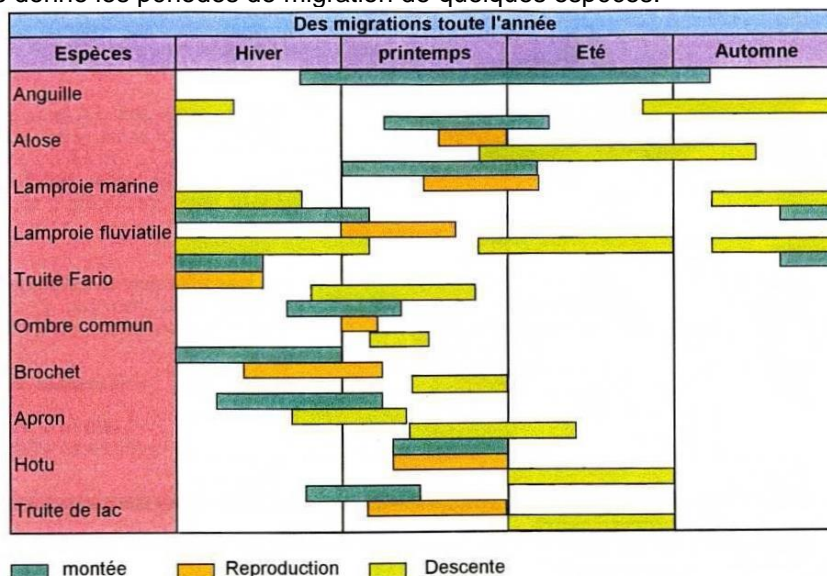


Figure 16 : Tableau récapitulatif des périodes de migrations



La migration de dévalaison des anguilles se déroule principalement en automne-hiver quand les débits sont généralement hauts. L'anguille vit 4 à 10 ans en rivière et se reproduit en mer. Les jeunes (leptocéphales) dérivent 1 à 3 ans avant de rejoindre les côtes où, au contact de l'eau douce, ils se métamorphosent en civelles et colonisent les eaux saumâtres. Les civelles remontent les rivières de juin à novembre.

A l'automne, entre septembre et octobre, les truites fario migrent vers les ruisseaux pour y frayer, à la recherche de la gravière favorable à leur reproduction, composée de petits cailloux (entre 2 mm et 2 cm). Le plus souvent, cette gravière se situe dans un endroit de la rivière appelé radier : les profondeurs sont faibles (20 à 40 cm), le courant modéré. Entre avril et mai, les truitelles migrent en dévalaison pour continuer leur croissance.

1.4.5 SYNTHÈSE

Le croisement des diverses périodes migratoires montre qu'il est nécessaire d'assurer le fonctionnement des ouvrages de franchissement pratiquement pendant toute l'année mais avec une période prioritaire comprise entre avril et septembre.

La variété d'espèces présentes fait qu'il est nécessaire de considérer des ouvrages de franchissement toutes espèces (y compris l'anguille) au droit des barrages de l'Ornain.

1.4.6 DONNÉES HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES

1.4.6.1 Récapitulatif des conditions hydrauliques des barrages (cf. rapport MC1)



| | Mussey | Chanteraine | Saint-Joire | Houdelaincourt |
|----------------------------------------------|--------|-------------|-------------|----------------|
| Surface du bassin versant (km ²) | 844 | 805 | 420 | 365 |
| QMNA5 (m ³ /s) | 0.71 | 0.68 | 0.2 | 0.17 |
| VCN3 moyen (m ³ /s) | 0.81 | 0.75 | 0.29 | 0.26 |
| DMB été (m ³ /s) * | 0.81 | 0.52 | 0.32 | 0.36 |
| DMB hiver (m ³ /s) * | 1.92 | 1.09 | 1.16 | 0.68 |
| Quinquennal sec (m ³ /s) | 8.14 | 7.66 | 2.8 | 2.43 |
| Quinquennal humide (m ³ /s) | 14.07 | 12.9 | 5.9 | 5.13 |
| Module (m ³ /s) | 11 | 10.3 | 4.35 | 3.8 |
| 2*Module (m ³ /s) | 22 | 20.6 | 8.7 | 7.6 |
| Crue biennale (m ³ /s) | 77 | 74.1 | 33.1 | 29.6 |
| Crue quinquennale (m ³ /s) | 104.4 | 99.7 | 41.4 | 37 |
| Crue décennale (m ³ /s) | 121.5 | 115.7 | 46.8 | 41.8 |
| Crue vicennale (m ³ /s) | 139.5 | 132.5 | 78.8 | 71.4 |
| Crue cinquantennale (m ³ /s) | 161.3 | 153 | 92.3 | 82.5 |
| Crue centennale (m ³ /s) | 178 | 168.6 | 101.9 | 91 |

(*) : débit reconstitué suivant l'étude DREAL ONEMA (cf. rapport Aquascop, 2021)

Le diagnostic et l'étude préliminaire établi en 2015 se basait sur ces éléments, avec un débit minimal réparti sur l'année. Suite à une modification et une modélisation sur l'année du débit minimal biologique, la gestion des eaux dans la conception des barrages sur l'Ornain est à revoir. Les grandeurs à redéfinir sont :

- Débit disponible pour le bon fonctionnement du dispositif de franchissement (naturel ou technique)
- Débit complémentaire ne pouvant pas transiter par le dispositif de franchissement

1.4.6.2 INCIDENCE ETUDE DMB

La modification du débit minimal biologique (DMB) entraîne des changements dans la continuité du débit minimal au long de l'année. Une modulation du débit minimal biologique selon les saisons et l'hydrogramme naturel du cours d'eau sont étudiés.

Lorsque le débit minimal ne pourra pas être transité entièrement par l'ouvrage de franchissement, le transit du débit réservé complémentaire est à assurer soit par une gestion du barrage adaptée ou un ouvrage spécifique (conduite ou canal). La vérification du transit par les autorités doit être assurée dans la conception des ouvrages et des dispositifs envisagés (sondes, etc.) et doit être précise.

Les débits DMB été peuvent être atteints lors de la période de migration. De plus, l'installation des barrages mobiles pour établir un niveau d'exploitation quasi constant lors des débits hors crue, fixe une ligne d'eau



amont stable et une valeur déterminante dans le dimensionnement des passes à poissons (niveau amont fixe, niveau aval variable).

1.5 CONTEXTE SEDIMENTAIRE

Le transport sédimentaire au droit des barrages a été recensés dans le cadre des diagnostics de chaque barrage.

L'aménagement des barrages et la mise en place des clapets ainsi que des dispositifs de franchissement piscicole modifie cet état initial.

Nous notons :

- Transport sédimentaire favorisé au droit des barrages, compte tenu une cote de radier abaissée générant une lame d'eau et des vitesses plus élevées que l'état initial.

Le transport sédimentaire à travers les passes à poissons est possible, toutefois il est à noter que le transport sédimentaire se concentre sur le flux principal au droit du barrage et nécessite des vitesses adaptées pour initier le transport de matière solide.

Les investigations géotechniques ne se prononcent pas sur la granulométrie de l'Ornain au droit des barrages et en amont. Une qualification du potentiel de charriage ne peut être fait. Toutefois nous considérons que l'insertion des barrages au fond des cours crée une continuité du fond du lit et ne pose pas d'obstacle, notamment en cas de crue lorsque les vitesses d'écoulement peuvent initier un transport sédimentaire.

L'entrée hydraulique des passes à poissons se situe en hauteur par rapport au fond du cours d'eau. L'entraînement des sédiments est diminué. De plus, l'entrée de Houdelaincourt se situent à l'abri du flux principal, réduisant le risque d'entraînement et dépôt dans la passe à poissons.

Le débit minimal été se transite entièrement ou en grand partie par les passes à poissons. Compte tenu la largeur amont, et la retenue créée par le barrage, un transport sédimentaire pour ces faibles débits est limité.



2 SYNTHESE DE L'ETUDE DIAGNOSTIC

2.1 SCENARIOS D'AMENAGEMENT RETENUES

Ci-dessous, un rappel des types d'ouvrages envisagées dans les études précédentes est donné.

2.1.1 TYPES DE BOUCHURE ET NOMBRE DE PASSES

- La solution vanne « clapet » : Bien adapté aux barrages mobiles tels qu'envisagés sur Houdelaincourt.
- La solution vanne « gonflable » : Les vannes gonflables sont constituées de boudruches gonflables, ancrées sur le radier. Dégonflée, la boudruche s'efface et l'écoulement est libre ; gonflée, elle permet de retenir la charge hydraulique.

Une solution à deux passes a été retenue. Ce choix est justifié en rappelant les points suivants :

- Rapport largeur/hauteur du clapet.
- Section disponible pour un bon écoulement en cas de crue
- risque moindre de blocage des embâcles;
- il y a 1 vérin redondant par clapet, ce qui correspond aux prescriptions du guide vannes-clapets.

2.1.2 FRANCHISSEMENT PISCICOLE

Dans le cadre du rétablissement de la continuité écologique au droit du barrage, différents scénarios d'aménagement peuvent être envisagés :

Dans le cadre de la mission diagnostic et la phase étude préliminaire les dispositifs suivants ont été retenus :

- Passe naturelle en rangées périodiques
- Passe à poissons en fente verticale

Le dimensionnement des dispositifs se réalise sur la base des guides de conception suivants :

- **Passe naturelle en rangées périodiques dimensionnée pour les petites espèces selon DEGOUTTE 2014**

Les critères hydrauliques conseillés en fonction des espèces ou groupes d'espèces sont les suivants :

| Groupe d'espèces | Chute maximale (m) | Hauteur d'eau minimale sur le seuil (m) | Puissances dissipées maximales (Watts/m²) |
|------------------------------------|--------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------|
| Saumons, truites de mer, lamproies | 0.30 | 0.3 | 300 |
| Aloses | 0.20 | 0.4 | 200 |
| Truites fario | 0.20 | 0.2 | 300 |
| Ombres, cyprinidés rhéophiles | 0.20 | 0.2 | 200 |
| Petites espèces | 0.10-0.15 | 0.2 | 150 |

Tableau 4 : Critères hydrauliques à respecter selon les groupes d'espèces pour les enrochements en rangées périodiques avec seuil.

➤ Les passe à bassins en fente verticales sont dimensionner selon ICE 2014

Tableau 24 Valeurs guide pour le pré-diagnostic des passes à bassins dites « à jets de surface ».

| Groupe ICE | Espèces | Chute maximale (m) * | Chute préconisée (m) | Largeur minimale de fente ou échancrure latérale (m) * | Profondeur minimale de bassin (m) * | Longueur minimale de bassins (m) * |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Saumon atlantique (<i>Salmo salar</i>) Truite de mer ou de rivière [50-100] (<i>Salmo trutta</i>) | 0,35 | 0,30 | 0,30 | 1,00 | 2,50 |
| 2 | Mulets (<i>Chelon labrosus</i> , <i>Liza ramada</i>) | 0,35 | 0,30 | 0,20 | 1,00 | 1,75 |
| 3a | Grande alose (<i>Alosa alosa</i>) | 0,30 | 0,25 | 0,40 | 1,00 | 3,50 |
| 3b | Alose feinte (<i>Alosa fallax fallax</i>) | | | 0,15 | | |
| 3c | Lamproie marine (<i>Petromyzon marinus</i>) | | | | | |
| 4a | Truite de rivière ou truite de mer [25-55] (<i>Salmo trutta</i>) | 0,35 | 0,30 | 0,20 | 1,00 | 1,75 |
| 4b | Truite de rivière [15-30] (<i>Salmo trutta</i>) | 0,30 | 0,25 | 0,15 | 0,75 | 1,25 |
| 5 | Aspe (<i>Aspius aspius</i>) Brochet (<i>Esox lucius</i>) | 0,30 | 0,25 | 0,30 | 0,75 | 2,50 |
| 6 | Ombre commun (<i>Thymallus thymallus</i>) | 0,30 | 0,25 | 0,20 | 0,75 | 1,75 |
| 7a | Barbeau fluviatile (<i>Barbus barbus</i>) Chevaine (<i>Squalius cephalus</i>) Hotu (<i>Chondrostoma nasus</i>) | 0,30 | 0,25 | 0,25 | 0,75 | 2,00 |
| 7b | Lamproie fluviatile (<i>Lampetra fluviatilis</i>) | | | 0,15 | | |
| 8a | Carpe commune (<i>Cyprinus carpio</i>) | 0,25 | 0,20 | 0,30 | 0,75 | 2,50 |
| 8b | Brème commune (<i>Abramis brama</i>) Sandre (<i>Sander lucioperca</i>) | | | | | |
| 8c | Brème bordelière (<i>Blicca bjoerkna</i>) Ide melanote (<i>Leuciscus idus</i>) Lotte de rivière (<i>Lota lota</i>) Perche (<i>Perca fluviatilis</i>) Tanche (<i>Tinca tinca</i>) | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 8d | Vandoises (<i>Leuciscus sp hors idus</i>) | | | | | |
| 9a | Ablette commune (<i>Alburnus alburnus</i>) Barbeau méridional (<i>Barbus meridionalis</i>) Blageon (<i>Telestes souffia</i>) Carassin commun (<i>Carassius carassius</i>) Carassin argenté (<i>Carassius gibelio</i>) Gardon (<i>Rutilus rutilus</i>) Rotengle (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>) Spirin (<i>Alburnoides bipunctatus</i>) Toxostome (<i>Parachondrostoma toxostoma</i>) | 0,25 | 0,20 | 0,25 | 0,75 | 2,00 |
| 9b | Apron (<i>Zingel asper</i>) Chabots (<i>Cottus sp</i>) Goujons (<i>Gobio sp</i>) Grémille (<i>Gymnocephalus cernuus</i>) Lamproie de Planer (<i>Lampetra planeri</i>) Loche franche (<i>Barbatula barbatula</i>) Loche de rivière (<i>Cobitis taenia</i>) | | | | | |
| 10 | Able de Heckel (<i>Leucaspis delineatus</i>) Bouvière (<i>Rhodeus amarus</i>) Epinoche (<i>Gasterosteus gymnotus</i>) Epinochette (<i>Pungitius laevis</i>) Vairons (<i>Phoxinus sp</i>) | 0,20 | 0,15 | 0,15 | 0,50 | 1,25 |
| 11a | Anguille européenne [jaune] (<i>Anguilla anguilla</i>) | 0,25 | 0,20 | 0,15 | 0,50 | 1,25 |
| 11b | Anguille européenne [civelle] (<i>Anguilla anguilla</i>) | - | - | - | - | - |

(*) Les valeurs fournies sont des valeurs recommandées. Des contraintes spécifiques (débit, emprise disponible...) peuvent conduire à retenir des valeurs légèrement différentes. L'importance des écarts entre valeurs guide et valeurs mesurées souligne le caractère inadapté de la passe.



En conclusion les critères suivants sont retenus pour le dimensionnement :

| | Passe naturelle | Passe à bassins |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------|
| Hauteur maximale de chute | 0.15 m | 0.2 m |
| Puissance maximale | 150 W/m ³ | 150 W/m ³ |
| Profondeur minimale d'eau des bassins | | 0.75 m |
| Hauteur minimale d'eau sur les seuils | 0.2 m | |
| Vitesse maximale dans les fentes | 1.5 m/s | 1.5 m/s |

2.1.3 CONCLUSION

Dans le cadre de l'étude et suite à des échanges avec le MOA, la solution du clapet a été retenue pour l'ensemble du projet (cf. CR du 26/08/2022, ind A).

Dans le cadre de la présente étude, les solutions de barrage et passe à poissons sont retenus comme suit :

| | Barrage | Passe à poissons |
|--------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Houdelaincourt | 2 passes clapet | Passe naturelle en rive droite |
| St. Joire | 2 passes clapet | Passe naturelle à l'abord droit du barrage |
| Chanteraine | 3 passes clapet | Passe à poissons en fentes verticales en rive gauche |
| Mussey, Solution 1 | 3 passes clapet | Passe à poissons en fentes verticales en rive gauche |
| Mussey, Solution 2 | 3 passes clapet avec station hydroélectrique | Passe à poissons en fentes verticales en rive gauche |



3 CONCEPTION DU NOUVEAU BARRAGE (HOUDELAINCOURT)

3.1 RAPPEL DES CARACTERISTIQUES ET ETAT GENERAL DE L'OUVRAGE EXISTANT

Actuellement, le barrage ne présente pas de risque de rupture.

Toutefois, s'il est conservé, des travaux de réhabilitation sont nécessaires pour assurer sa stabilité de manière pérenne :

- Reprise générale des perrés,
- Débroussaillage
- Confortement des radiers du barrage et de la prise d'eau
- Mise en place d'une protection aval radier barrage (enrochements)
- Rejointoiement et entretien des maçonneries de piles et culées.

Concernant la sécurité de l'exploitant, il convient de prévoir :

- Entretien du système anti-corrosion des garde-corps.

Sur la base du diagnostic, l'existant sera conservé sur les parties hors du nouveau barrage et les ouvrages annexes.

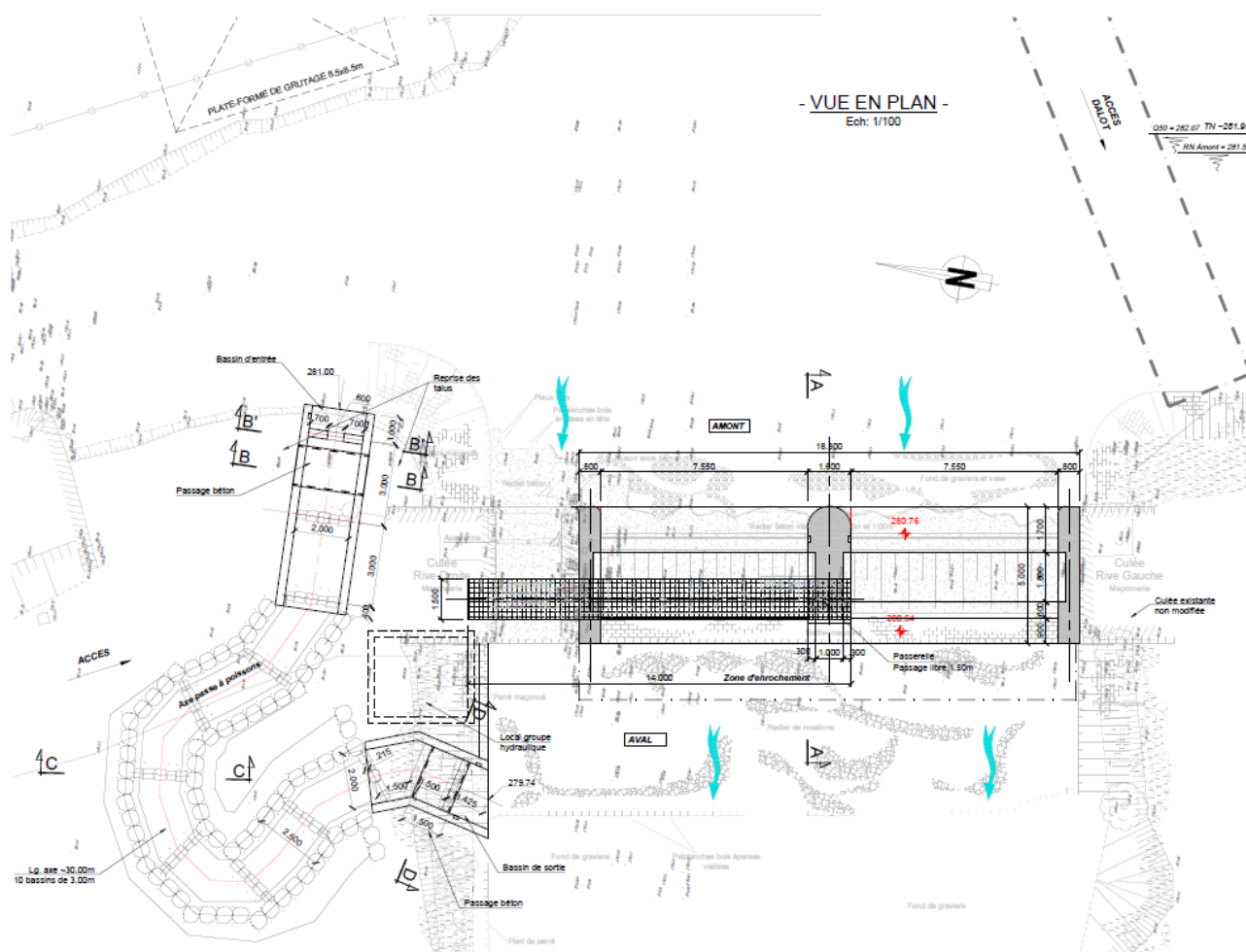
Les piles de abords du barrage existant seront intégrées dans la réalisation des nouveaux ouvrages.

Pour plus d'information le rapport de diagnostic du barrage, réalisé le 16/12/2015, peut être consulté.

3.2 IMPLANTATION

➤ *Implantation du nouveau barrage*

Le barrage sera réalisé en place de l'ancien barrage.





- Une protection en enrochements en aval du radier en au droit de l'entrée piscicole,
- d'une passerelle de service (exploitant)

Sur **le plan hydraulique**, le nouvel ouvrage a une capacité d'évacuation similaire à la situation actuelle pour laisser passer les crues. Ceci se traduit par la recherche de la largeur libre de barrage le plus grand possible tout en tenant compte de la nouvelle passe à poissons implantée entre le barrage mobile et le bajoyer central.

La largeur de la pile intermédiaire étant de 1,60 m, la largeur hydraulique utile totale est de :

$$2 \times 7,55 \text{ m} = 15,10 \text{ m.}$$

Sur la base de **l'étude hydraulique**, la capacité d'évacuation du nouveau barrage a été évaluée et fait l'objet de la courbe de tarage présenté dans le rapport MC1 joint au document.

Ainsi, pour le niveau normal de la retenue (RN = 281.58 m NGF) et avec les deux clapets complètement ouverts, la capacité transitant par le barrage mobile est équivalent à la capacité du barrage existant.

Lorsque les niveaux d'eau montent, en situation de crues, la différence entre les niveaux d'eau amont du nouveau barrage et de l'ouvrage existant s'estompe complètement, notamment lorsque le niveau haut des berges est atteint et que les crues commencent à déborder.

Sur **le plan économique**, les coûts d'investissement et d'entretien dépendent du nombre d'organes mobiles ainsi que des dimensions des clapets et de leur rapport largeur/hauteur.

Sur **le plan technique**, il s'agit de trouver le mode d'exécution adéquat pour réaliser les travaux de reconstruction du barrage tout en assurant la régulation du bief amont pour la prise d'eau et le passage des crues.

Ceci amène à prévoir la réalisation de l'ouvrage en 2 phases de construction, réparti sur 2 ans.

Le niveau de la retenue étant 281.58 m NGF (= niveau Retenue Normale), il a été choisi la cote du bordé supérieur des clapets est de 281.73 mNGF pour permettre le maintien du plan d'eau. Avec un seuil du barrage calé à 280,76 m NGF, la hauteur utile du clapet est de 0,96 m.

Le batardage de maintenance est assuré jusqu'au module de la rivière. Pour ce barrage à deux passes le niveau amont doit prendre en compte le 2x le module. Ce niveau équivalent à RN, l'arase supérieur de la pile RN amont + une marge, soit 283,50 m NGF équivalent à l'arase supérieur des culées existantes conservées.

3.3.3 LE GENIE CIVIL DU BARRAGE

Le radier du barrage est implanté au droit du seuil fixe existant, en le remplaçant. La partie aval qui consiste d'un radier en moellons sera conservé dans la partie hors du nouvel ouvrage.

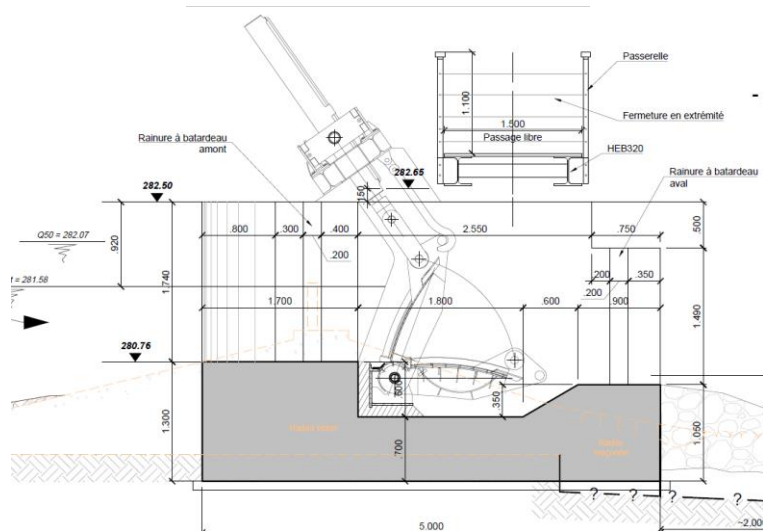
La forme finie du radier est imposée par le logement du clapet. La fosse d'effacement du clapet a une profondeur de 0.50 m par rapport au niveau du seuil amont et une longueur de 1;80 m.

Une rampe relie la fosse au niveau du radier aval (cf. plan).

La largeur du radier de 18,30 m est dictée par le nombre de passes et la largeur des piles et abords. La pile intermédiaire intègre les équipements hydromécaniques (clapet et vérins, rainure pour batardeau amont et aval et la position de la passerelle.

L'épaisseur et la forme inférieure du radier découlent de considérations relatives à la stabilité d'ensemble et à la protection contre des éventuels affouillements en aval.

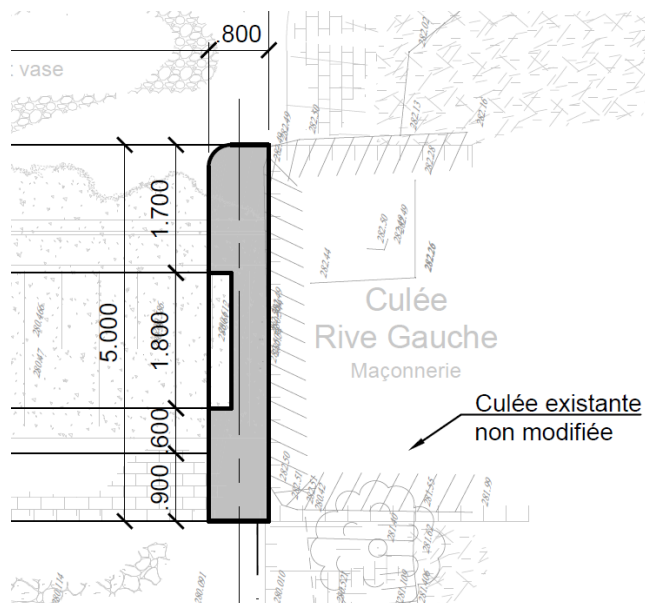
Une protection contre l'affouillement en aval du nouveau radier est assurée par la mise en place d'un tapis d'enrochements constitué de blocs de la classe 10-60 kg sur une longueur de 2m.



Coupe transversale du barrage

3.3.4 RACCORDEMENT A L'EXISTANT

Système autostable avec un joint d'étanchéité au droit de la nouvelle structure permettant un raccord étanche. L'insertion de la passe naturelle dans la berge de rive droite nécessite un aménagement de la berge dans cette zone. Le perré existant sera repris et adapté au mur du de la passe.

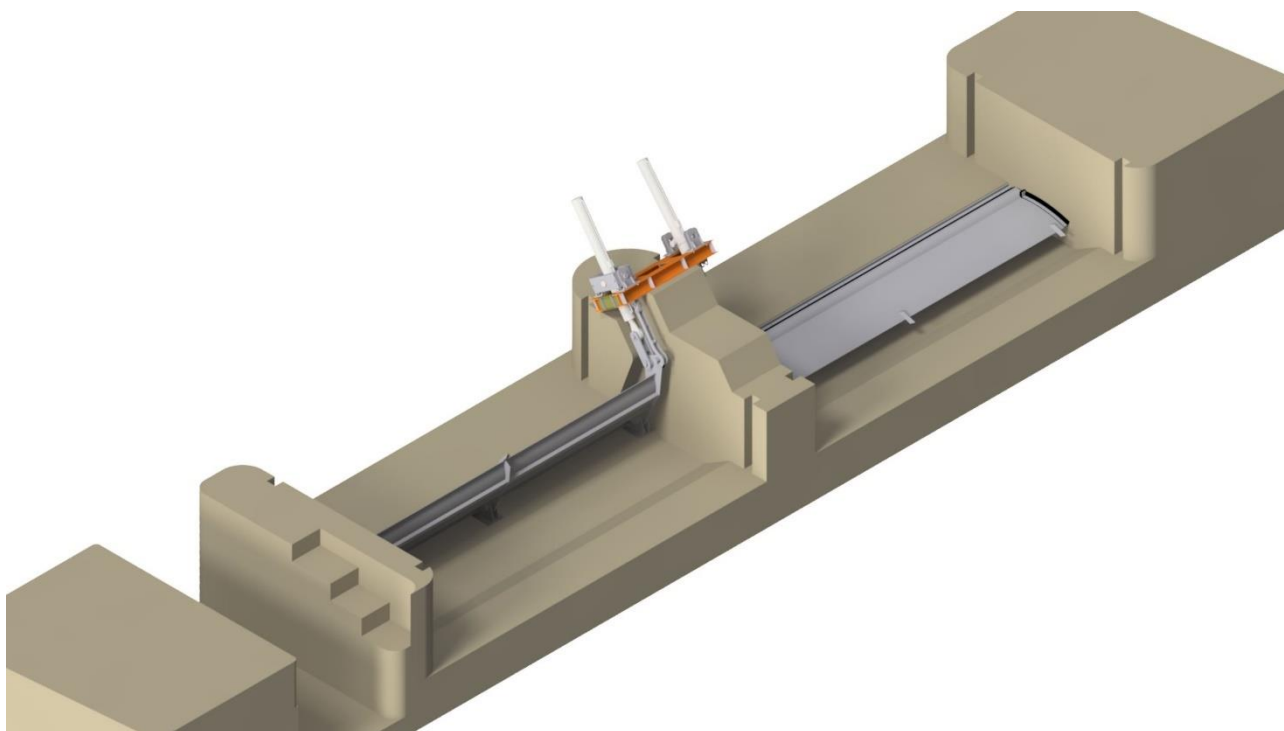




3.4 CLAPET ET ORGANES DE MANŒUVRE (VANTELLERIE)

Chacune des 2 passes du barrage est équipée d'une bouchure mobile du type « vanne clapet » comprenant :

- La structure mécanosoudée du clapet proprement dit, clapet type « ventre de poissons »
- Trois paliers d'articulation implantés au droit des montants du clapet,
- Le système de manœuvre unilatéral composé d'une brimbale actionnée par un vérin hydraulique à huile, le vérin étant articulé sur un châssis métallique fixé sur la pile,
- Un dispositif d'étanchéité de seuil et deux dispositifs d'étanchéités latérales,
- Un dispositif de verrouillage du clapet en position relevé (maintenance),
- Trois butées basses fixées sur le radier (liaison démontable) au droit des montants du clapet, pour l'appui du clapet en position abaissé.



3.4.1 DESCRIPTION DE LA STRUCTURE DES CLAPETS

La structure des clapets est du type « ventre de poisson ».

Les dimensions principales d'un clapet sont d'environ 8,15 m de long pour 1,2 m de haut et 0,3m à l'épaisseur maximal (au droit du ventre de poissons). A titre indicatif, la masse d'un clapet est estimée à 2,5t.

En position relevé (fermeture maximale de la passe), le clapet forme un angle de 70° avec l'horizontale et son arase est calé à la cote 281.73 m NGF, soit 0,15 m au-dessus de la retenue normale.

En position abaissée (ouverture maximale de la passe), l'angle du clapet par rapport à l'horizontale est de 3°.

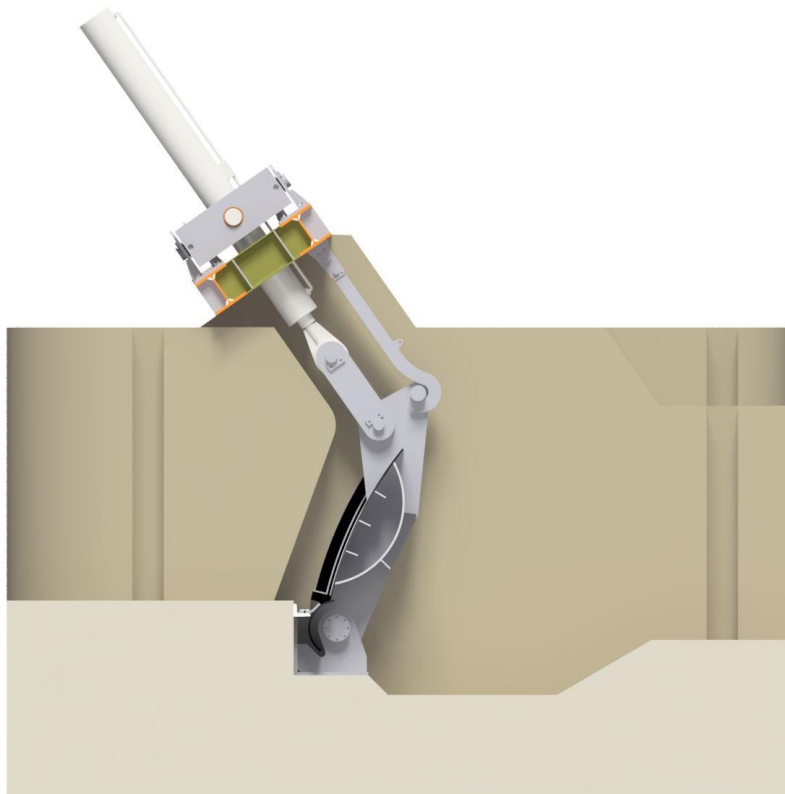
La structure du clapet est réalisée en construction mécanosoudée. Le clapet se compose d'un bordé cylindrique, d'un contre bordé cylindrique, d'une ferme verticale de commande et de fermes verticales intermédiaires. Un raidissage horizontal vient compléter la structure.

La tôle de bordé amont d'épaisseur 12 mm est formée suivant un cylindre, avec un rayon de courbure de 2425 mm.



Le clapet est articulé sur trois paliers par l'intermédiaires de 3 montants verticaux d'épaisseur courante 12 mm pour les montants intermédiaires et d'épaisseur courante 20 mm pour le montant de commande. La partie basse des montants est épaissie afin de transmettre les efforts vers les paliers d'articulation. Le montant de commande est prolongé en partie supérieure pour sa connexion avec la brimbale actionnée par le système de manœuvre. Chacun des 3 montants est équipé d'une platine d'appui permettant de poser le clapet en position abaissé sur les butées métalliques fixées sur le radier.

Le contre bordé d'épaisseur 12 mm est formée suivant un cylindre, avec un rayon de courbure de 535 mm.



L'arête supérieure du bordé est équipée d'aérateurs destinés à fractionner la lame d'eau. Deux types d'aérateurs sont prévus : les principaux, constitués de tôles formant une section triangulaire, et les secondaires constitués de tôles plates avec une engravure, destinées plus particulièrement au fractionnement des lames d'eau minces. Tous ces aérateurs sont montés boulonnés sur le bordé afin de faciliter leur remplacement.

Des oreilles provisoires seront mises en place pour les phases de levage.

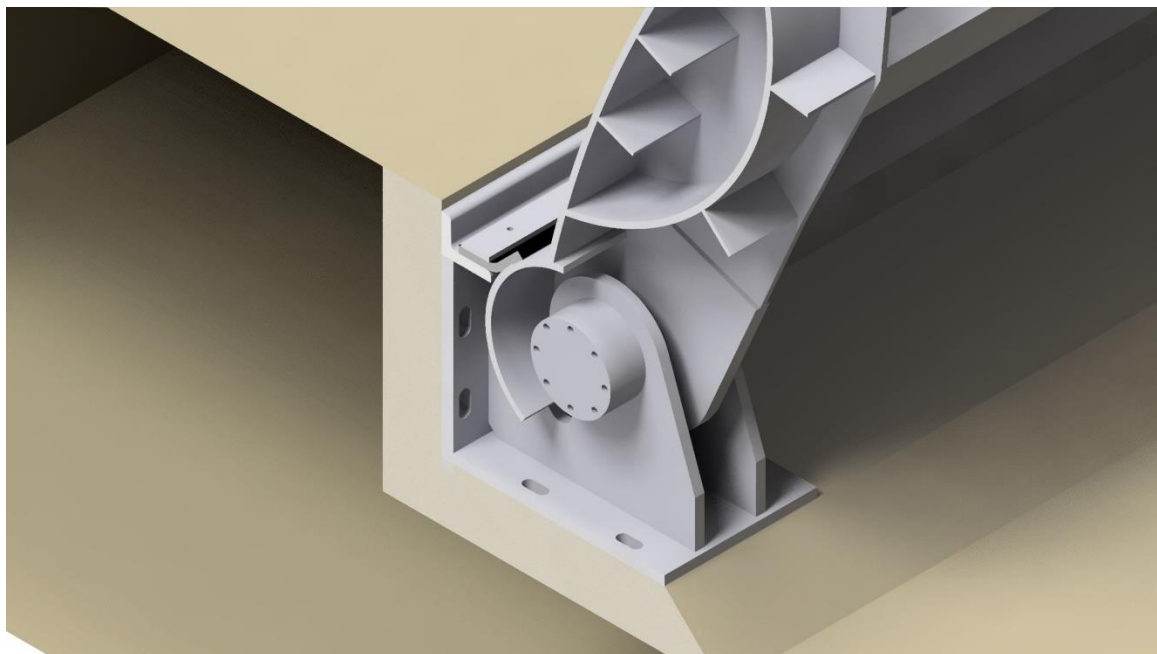
La protection anticorrosion de l'ensemble de la structure métallique du clapet est réalisée par un système de peinture certifié ACQPA de catégorie de corrosivité Im2.

Toutes les dispositions nécessaires sont prises pour assurer l'isolation électrochimique entre les matériaux conducteurs de natures différentes.



3.4.2 PALIER D'ARTICULATIONS

Le clapet est articulé autour d'un axe horizontal perpendiculaire aux bajoyers verticaux par l'intermédiaire de 3 paliers d'articulation ancrés dans le radier.



Les paliers sont conçus suivant les recommandations du Programme Lubaqua, en particulier le Fascicule STC.QG n°95.01 – « Les articulations et paliers – Xii.4.1 Montage Lubaqua de palier de clapet – Montage avec étanchéités ».

Chaque articulation est un système tenon (le montant vertical du clapet) / chape (palier ancré dans le radier).

La chape est équipée de bagues en bronze avec inserts de lubrifiant solides. Ces bagues autolubrifiantes sont choisies avec un coefficient de sécurité important par rapport aux valeurs limites données par les fournisseurs.

L'axe étagé en acier inoxydable tourillonne dans la chape, et est entraîné en rotation par le clapet grâce à une liaison prismatique avec jeu de montage.

Les articulations sont rendues étanches aux fines au moyen de joints protégeant les bagues.

Le palier du montant de commande est bloqué latéralement avec un jeu total de 4 mm (2 mm de chaque côté de la position théorique) au moyen de deux butées en bronze avec inserts de lubrifiant solide. Les autres paliers sont prévus avec un jeu latéral plus important pour tenir compte des tolérances de positionnement des paliers et de la possible dilatation du clapet.

La fixation de chaque palier sur le Génie Civil est réalisée par 4 tirants d'ancrage verticaux et 4 horizontaux. Les têtes des tirants d'ancrage des paliers sont protégées par des capots étanches remplis lors du montage d'un produit de protection en correspondance avec la durée de vie requise pour l'ouvrage.

La protection anti-corrosion des paliers est réalisée par un système de peinture certifié ACQPA de catégorie de corrosivité Im2.

Toutes les dispositions nécessaires sont prises pour assurer l'isolation électrochimique entre les matériaux conducteurs de natures différentes.

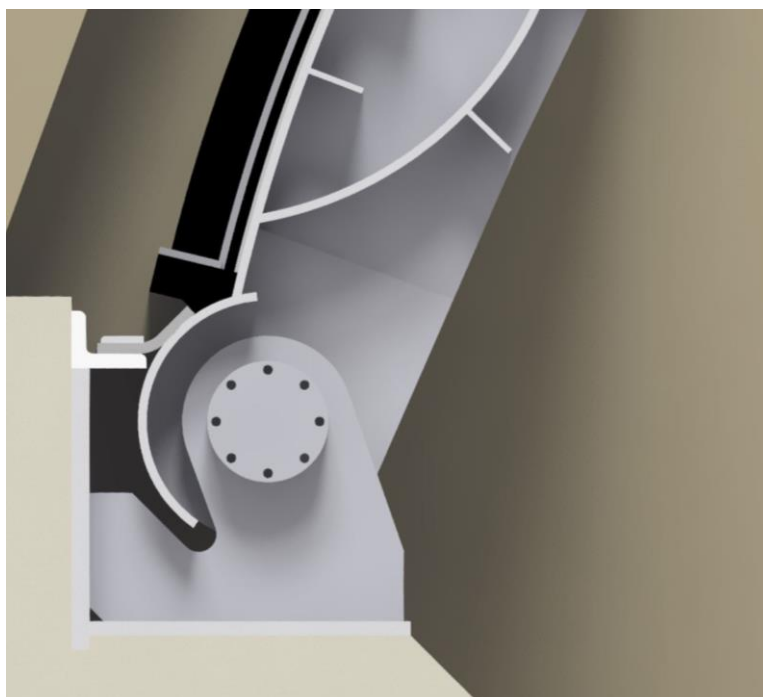


3.4.3 ETANCHEITES

L'étanchéité latérale sur les bajoyers verticaux est réalisée au moyen d'un joint souple en élastomère de type cornière préformée à 120° maintenue par des plats de serrage boulonnés et s'appuyant sur un revêtement en résine époxydique lissée appliquée sur les bajoyers du barrage.



L'étanchéité inférieure entre le clapet et le seuil est réalisée au moyen d'un joint plat souple en élastomère, porté par une pièce fixe solidaire du seuil et s'appuyant sur la base cylindrique du clapet. Le joint est protégé contre les embâcles par une tôle pliée.



Les raccords d'angle entre les étanchéités latérales et l'étanchéité de seuil sont réalisés par un joint fixé à chaque extrémité de la base cylindrique du clapet, qui ferme l'espace résiduel entre la tôle cylindrique et le bajoyer.



Pour permettre d'une part les réglages des joints d'étanchéité (montés sur le clapet déjà en place dans la passe) et d'autre part éviter leur retournement sous la pression d'eau, tous les joints doivent être montés sur des plats de soutien (ou porte joint) réglables. Une attention particulière doit être portée au réglage correct des joints d'étanchéité sur toute la course du clapet.

L'ensemble joint d'étanchéité et plats de soutien (ou porte joint) est pressé et fixé sur le clapet par un plat de serrage, avec une boulonnerie (vis / écrous) au pas maximum de 150 mm. L'utilisation de gougeons soudés ou de taraudages dans des pièces de la structure du clapet sont à proscrire, hormis dans la zone de frottement de l'étanchéité de seuil, au niveau de la base cylindrique du clapet.

Les assemblages boulonnés intègrent des rondelles polyamides pour assurer l'étanchéité de la fixation et également l'isolation électrochimique entre la boulonnerie et la structure du clapet.

Toutes les dispositions nécessaires sont prises pour assurer l'isolation électrochimique entre les matériaux conducteurs de natures différentes.

3.4.4 BUTEES D'APPUI EN POSITION BASSE

Des butées d'appui du clapet en position abaissé sont mises en place sur le radier aval, au droit de chaque montant. Le clapet est appuyé sur ces butées par l'intermédiaire des platines prévues sur les montants verticaux.

Les butées sont fixées sur le radier par une liaison démontable réalisée par tiges ancrées. Elles sont réglables en hauteur.

La protection anti-corrosion des butées est réalisée par un système de peinture certifié ACQPA de catégorie de corrosivité Im2A.

Toutes les dispositions nécessaires sont prises pour assurer l'isolation électrochimique entre les matériaux conducteurs de natures différentes.



3.4.5 PIÈCES FIXES ET PRE-SCELLES

3.4.5.1 Fixation des paliers d'articulations

Pour la fixation de chacun des paliers d'articulation des clapets, une structure métallique est scellée dans le béton de première phase (pré-scellé) pour permettre le réglage en position du palier. Les paliers et les tiges d'ancrages sont ensuite installés ensemble, réglés, calés puis scellés dans un béton de seconde phase.

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

3.4.5.2 Fixation des butées d'appui en position basse

Pour la fixation de chacune des butées d'appui en position basse, une structure métallique est scellée dans le béton de première phase (pré-scellé) pour permettre le réglage en position de la butée d'appui. Les pièces fixes des butées d'appui sont ensuite installées ensemble, réglées, calées puis scellées dans un béton de seconde phase.

3.4.5.3 Pièce fixe d'étanchéité de seuil

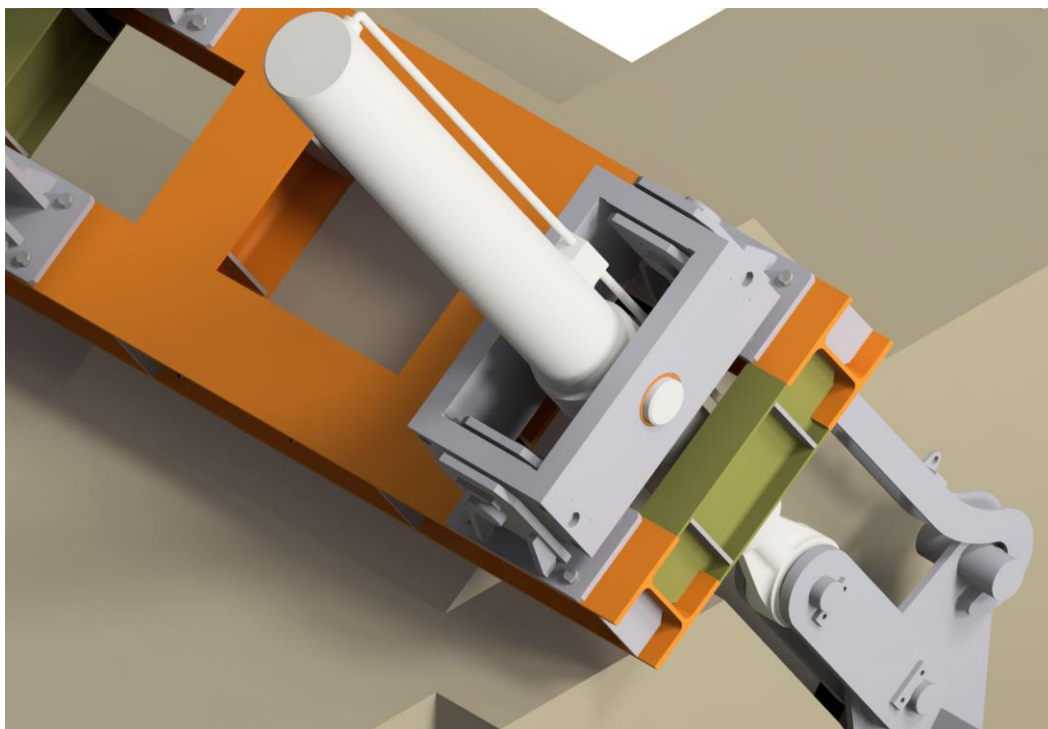
La pièce fixe d'étanchéité de seuil porte le joint d'étanchéité entre le seuil et le clapet. Elle est réglée à partir du béton de première phase à l'aide d'un ensemble de tiges filetées et d'écrous.

3.4.6 SYSTÈME DE MANŒUVRE DES VANNES CLAPETS

3.4.6.1 Description des châssis support vérins

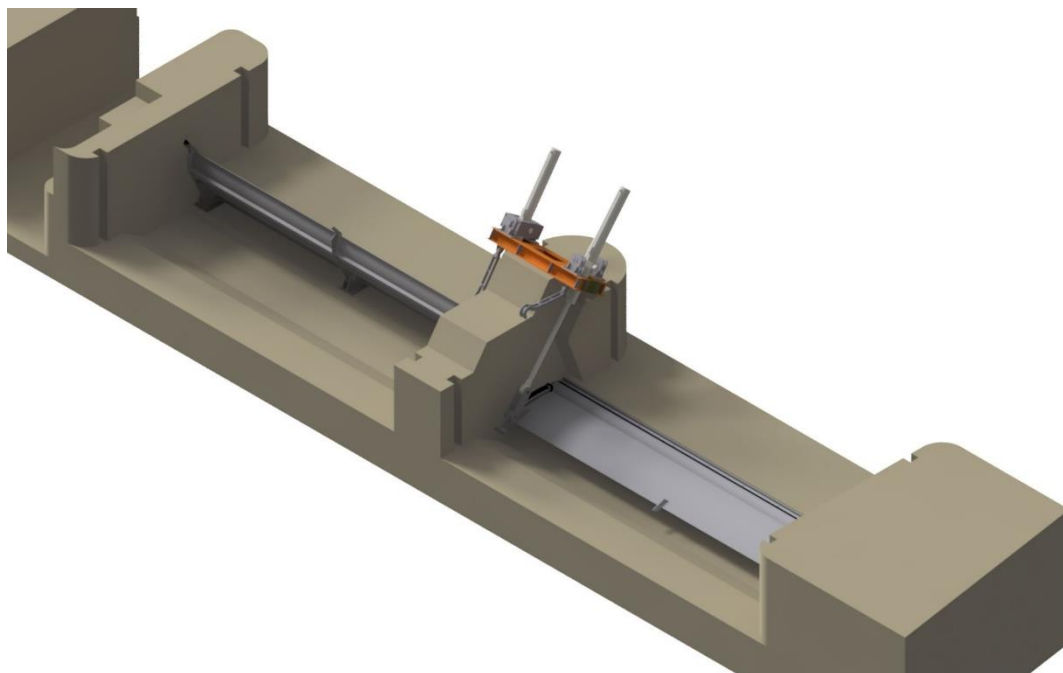
La manœuvre de chaque clapet est réalisée par l'intermédiaire d'un vérin hydraulique.

Chaque vérin est monté sur un système de cardan appuyé sur un châssis mécanosoudé.





Un châssis unique est à prévoir. Il sera installé en pile centrale.



Les cardans tourillonnent sur des bagues bronze autolubrifiantes du même type que celles des paliers du clapet et sur des axes étagés en acier inoxydable.

Des graisseurs seront prévus au niveau de chaque bague pour compléter leur lubrification.

Toutes ces articulations seront facilement accessibles pour permettre leur contrôle périodique par les agents d'entretien et d'exploitation.

Les châssis support vérins sont ancrés dans le génie civil des piles à l'aide de tirants précontraints.

Un châssis métallique, ou gabarit de scellement, est prévu pour soutenir de façon solidaire ces systèmes d'ancrage (tirants, gaines, plaques de répartition, etc...) ; il permet d'assurer un positionnement précis des tiges les unes par rapport aux autres, ainsi que le positionnement de l'ensemble par rapport au génie civil, durant la phase de scellement.

Après coulée d'une première élévation de béton, le châssis supportant les systèmes d'ancrage est positionné, réglé et calé, avant d'être noyé dans la seconde élévation de béton.

Les barres en acier allié à haute résistance sont traitées contre la corrosion et installées dans des gaines.

Les écrous et les bouts de barres exposés à l'ambiance atmosphérique sont protégés par des capotages étanches remplis d'un produit de protection (cire), compatible avec la durée de vie de l'ouvrage.

Les efforts de mise en tension des tirants prendront en compte les pertes de tension différées dues au retrait du béton et les pertes différées dues au fluage du béton dans le temps.

Ces tirants ne travaillant pas à la fatigue, leur durée de vie n'est pas limitée. Ils ne sont donc prévus ni visitables, ni démontables.



Les têtes de tirant seront cependant facilement accessibles, pour permettre le contrôle régulier des valeurs de précontrainte.

Toutes les surfaces extérieures du châssis support vérin sont protégées contre la corrosion par un système de peinture certifié ACQPA de catégorie de corrosivité Im2A.

Les dispositions constructives des châssis permettront de supprimer toutes les possibilités de rétention d'eau dans leur structure.

3.4.6.2 Description des liaisons vérin / montant de commande clapet

Le principe de montage des liaisons vérin / montant de commande clapet, sera conçu suivant les recommandations du programme Lubaqua, en particulier le fascicule « STC.QG n° 96.02 - Les organes de manœuvre. »

Pour rattraper les défauts de parallélisme entre vérins et montants de commande, ces liaisons sont réalisées au moyen de rotules autolubrifiantes :

- 1 rotule autolubrifiante entre le tenon mâle du vérin et la brimbale,
- 1 rotule autolubrifiante entre la brimbale et le montant de commande.

Les axes de liaison sont en acier inoxydable.

Pour éviter tout risque de grippage des rotules sur les axes, et garantir ainsi la démontabilité de la liaison, les rotules ont obligatoirement une bague intérieure bronze et une bague extérieure en inox.

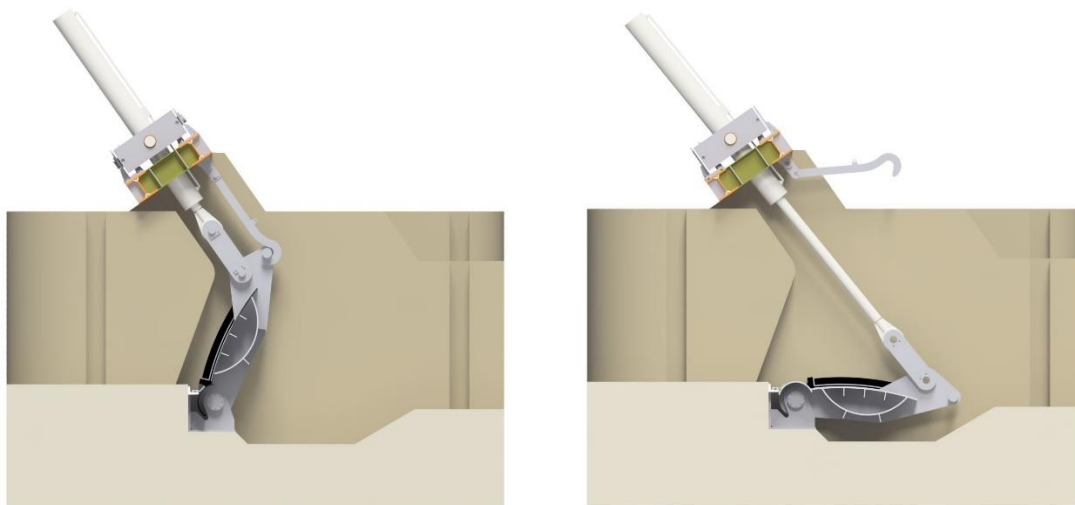
Le montage des rotules est complété par des capots assurant protection et étanchéité.

La position de la chape est réglable par rapport à la tige du vérin. Le filetage de la liaison chape / tige est étanche.

Les brimbales sont protégées contre la corrosion par un système de peinture certifié ACQPA de catégorie de corrosivité Im2A.

3.4.6.3 Disposition de verrouillage du clapet en position relevé

Chaque clapet doit pouvoir être maintenu en place sans l'aide des vérins pour des opérations de maintenance.





Ce verrouillage est réalisé au moyen d'un crochet basculant articulé sur un palier. Le palier est solidaire du châssis support vérin.

Les opérations de mise sur verrous des clapets se font manuellement à l'aide d'un cric.

L'effort de manœuvre à développer au niveau de la manivelle du cric de levage, pour la mise en place des verrous, sera inférieur à 100 N.

3.4.7 INSTALLATIONS D'HYDRAULIQUE INDUSTRIELLE DU BARRAGE

La manœuvre de chaque clapet est réalisée par un vérin oléo-hydraulique unique travaillant en tirant. Les clapets sont manœuvrés successivement un par un. Le temps de manœuvre pour effectuer un relevage ou un abaissement complet d'un clapet est de 30 minutes en fonctionnement « automatique ». Pour les autres modes de fonctionnement, la vitesse peut être doublée en faisant fonctionner simultanément les deux groupes motopompes de la centrale oléo-hydraulique.

D'une façon générale, tous les équipements hydrauliques seront munis d'anneaux ou d'oreilles de levage permettant leur manutention.

3.4.7.1 Architecture hydraulique

Deux principes d'architecture hydraulique ont été envisagés :

- Un groupe oléo-hydraulique unique avec distribution déportée au plus près de chaque vérin,
- Des groupes oléo-hydrauliques multiples (un par vérin) installés localement à proximité de chacun des 2 vérins.

Dans les deux cas, chaque centrale hydraulique doit être munie de deux groupes de pompage afin d'assurer la continuité de service en cas de défaillance d'un des deux groupes.

L'architecture mettant en œuvre des groupes oléo-hydrauliques multiples (i.e. une microcentrale hydraulique par vérin) installés localement à proximité de chacun des 2 vérins n'a pas été retenue, principalement en raison de son encombrement important vis-à-vis du peu d'espace disponible à proximité des systèmes de manœuvre, de la multiplication des composants et des coûts induits.

L'architecture hydraulique retenue se compose donc d'une centrale hydraulique unique commune aux 2 vérins de manœuvre du barrage, installée au-dessus des PHEC dans un local dédié situé en rive droite du barrage, dans le local technique.

Le réseau de distribution hydraulique est commun à l'ensemble des vérins du barrage et réalisé par deux collecteurs qui cheminent le long de la passerelle. Un by-pass est installé au niveau de chaque bloc de distribution déporté des vérins pour permettre d'effectuer une circulation d'huile avant chaque manœuvre, en particulier en saison froide.

Chaque vérin est équipé d'un capteur analogique permettant un retour d'information sur sa position.

En cas de panne lourde (perte de l'alimentation électrique, défaillance de la centrale hydraulique, ...), l'installation hydraulique doit permettre l'abaissement gravitaire des clapets, avec remplissage en huile de la chambre de fond.

Au niveau des vérins, des points de purge doivent être prévus pour permettre l'évacuation de l'air contenu dans les vérins.



3.4.7.2 Vérins hydrauliques

3.4.7.2.1 Caractéristiques générales

Chaque clapet est manœuvré par un vérin hydraulique unique situé, en rive gauche de la passe rive droite et en rive droite de la passe rive gauche. Les vérins sont positionnés au-dessus des PHEC.

Les vérins des deux passes sont identiques, et tolérancés pour être interchangeables :

- Vérins double effet (travaillant en simple effet)
- Diamètre d'alésage x diamètre de tige (à titre indicatif) : 180 x 100 mm
- Course utile du vérin entre positions extrêmes du clapet : environ 1500 mm
- Pression maxi de service : gamme 250 bars

En complément de la course utile du vérin entre les positions extrêmes basse (clapet abaissé en appui sur les butées sur le radier) et haute (clapet relevé pour la mise en place du dispositif de verrouillage de maintenance), une réserve de course d'au moins 100 mm est à prévoir (soit au moins 50 mm de chaque côté).

Au stade d'Avant-Projet, les vérins ont été dimensionnés pour le cas de manœuvre avec une charge hydrodynamique maximale pour laquelle ils doivent exercer un effort de traction de 19 tonnes environ.

D'un point de vue technologique, les principales caractéristiques des vérins sont les suivantes :

- Fixation en extrémité de tige : tenon mâle rotulé vissé sur la tige - montage étanche, avec dispositif d'immobilisation anti-dévissage ;
- Fixation du cylindre : articulation à tourillons sur corps,
- Étanchéité de la tige : joints chevrons,
- Dispositif de raclage permettant d'éliminer le gel ou la glace en rentrée de tige,
- Matière de la tige et revêtement (différentes possibilités) :
 - o Acier revêtu de 50 microns de nickel et 50 microns de chrome
 - o OU acier inoxydable avec une teneur en chrome supérieure à 15,5 % et un chromage dur multicouches (épaisseur totale des couches supérieure à 50 microns),
 - o OU acier avec revêtement par projection thermique (type Céramax, Kéradouce, ...).
- Matière des tourillons : X4 Cr Ni Mo N 16.5.1, ou acier faiblement allié avec frette en acier X30 Cr 13,
- Protection anticorrosion du corps du vérin : système de peinture certifié ACQPA de catégorie de corrosivité Im2,

La conception de l'étanchéité et du dispositif de raclage doit permettre leur remplacement sans nécessiter la dépose complète du vérin.

3.4.7.2.2 Équipements des vérins



A- Blocs forés

Les vérins sont équipés d'un bloc foré flasqué sur le corps. La liaison entre le bloc foré et les chambre sont réalisée par une tuyauterie rigide en acier inoxydable.

Le bloc foré comprend notamment :

- Un clapet « stop chute », i.e. un dispositif de verrouillage hydraulique, normalement fermé au repos, permettant le maintien en position de la bouchure en cas, par exemple, de fuite sur le circuit hydraulique, de rupture de flexible, ... Il doit cependant pouvoir être actionné manuellement pour permettre l'abaissement gravitaire du clapet,
- Des vannes à commande manuelle, à débit limité à pleine ouverture, permettant d'effectuer une descente gravitaire du clapet,
- Des limiteurs de pression pour chacune des deux chambres du vérin. Coté chambre annulaire, le limiteur de pression sera positionné entre l'orifice du vérin et le clapet « stop chute »,
- Deux transmetteurs analogiques de pression 4-20 mA (1 coté fond, 1coté tige), d'une précision minimale de 0,50 %, permettant d'une part de détecter une augmentation anormale de pression, et d'autre part de connaître l'effort de manœuvre en temps réel via un traitement de l'information par l'automate,
- Des prises de pression type « MINIMESS » permettant notamment la mise en place de manomètres. Ces prises de pression doivent être différentes des prises prévues pour le montage des transmetteurs de pression ci-dessus, et en nombre suffisant pour pouvoir effectuer toutes les mesures utiles à un contrôle ou à un diagnostic du système,
- Deux vannes manuelles d'isolement des orifices d'alimentation et de retour vers la centrale hydraulique,
- Des orifices de purge.

B- Équipements de contrôle de la course du vérin

Les vérins sont munis de détecteurs de fin de course et d'un transmetteur analogique de mesure de la totalité de sa course. Ces équipements, câblés en sécurité directe, permettront notamment de détecter :

- La position haute extrême, permettant la mise en place du dispositif de verrouillage,
- La position haute de régulation,
- La position basse de régulation (environ une dizaine de centimètres avant que le clapet n'atteigne les butées d'appui sur le radier),
- La position basse extrême, clapet posé sur les butées d'appui sur le radier.

Ces capteurs doivent être insensibles aux intempéries et aux embâcles.

La position de déclenchement des contacts des fins de course doit être réglable.



3.4.7.3 Centrale hydraulique

La centrale hydraulique est installée au-dessus des PHEC, dans le nouveau local dédié situé en rive droite. Une large ouverture latérale permet la mise en place et la dépose des équipements de la centrale hydraulique par des moyens de manutentions mobiles extérieurs, sans nécessité de dispositifs de manutention fixes.

3.4.7.3.1 Réservoir d'huile

Le volume total du réservoir d'huile doit comprendre :

- Un volume minimal d'huile, dans la configuration où les 2 vérins sont en position « tiges sorties », assurant notamment le bon fonctionnement des pompes (aspiration),
- Un volume dit « de marnage », correspondant au volume d'huile déplacé par les vérins entre les positions « tiges sorties » et « tiges rentrées » (i.e. le volume correspond au cumul des volumes de tiges des 2 vérins),
- Une garde d'air de l'ordre de 10 à 15 % du volume total.

3.4.7.3.2 Groupes motopompes

La centrale hydraulique est équipée de deux groupes de pompage identiques et redondants, chacun étant capable de fournir la puissance nécessaire à la manœuvre complète d'un clapet à vitesse nominale.

Afin que chacun des groupes de pompage fonctionne régulièrement, l'automatisme gèrera le basculement d'un groupe sur l'autre après un temps de fonctionnement paramétrable depuis le poste de supervision. Un basculement « forcé » est également prévu depuis le poste de supervision et depuis l'armoire électrique locale.

Les 2 groupes motopompes sont situés à proximité du réservoir au-dessus des PHEC. Ils sont découplés du support et du bâtiment du local hydraulique par des silentblochs.

Le circuit sera équipé de prises « MINIMESS » en nombre suffisant et correctement positionnées pour permettre les réglages et les contrôles en atelier et sur site.

3.4.7.3.3 Bac de rétention

Un bac de rétention régnant sur toute la surface de la centrale hydraulique assurera la récupération des fuites d'huile éventuelles. Sa capacité correspond au volume maximum d'huile contenu dans la centrale hydraulique.

3.4.7.4 Réseau hydraulique

3.4.7.4.1 Tuyauteries rigides

Les canalisations rigides sont réalisées en acier inoxydable à partir de tubes, coudes et raccords de dimensions normalisées pour PN 250. La section de passage du fluide sera suffisante pour ne pas générer des vitesses trop grandes engendrant des pertes de charges et des vibrations.

D'une façon générale, la conception et la fixation des tuyauteries doit permettre les dilatations différentielles.

Pour limiter les risques de fuites, le nombre de raccords sera réduit au strict nécessaire.



Dans la mesure du possible, les traversées de cloisons sont à éviter. Le cas échéant, ces traversées seront étanches et les tuyauteries resteront facilement démontables.

Au niveau des fixations des tuyauteries et des raccords hydrauliques avec les différents composants de l'installation, toutes les dispositions nécessaires seront prises pour assurer l'isolation électrochimique entre les matériaux conducteurs de natures différentes.

3.4.7.4.2 Réseau oléo-hydraulique sur la passerelle

Pour la liaison entre la centrale hydraulique et les organes de manœuvre, les collecteurs oléo-hydrauliques sont implantés dans la structure de la passerelle, en restant visibles et accessibles pour la maintenance depuis le platelage en caillebotis.

Ils sont réalisés d'un seul tenant avec raccords soudés. Les liaisons par brides sont limitées au strict minimum pour réduire les risques de fuites.

La fixation des collecteurs est prévue au moyen de colliers supports de type STAUFF ou équivalent.

3.4.7.4.3 Tuyauteries flexibles

Les tuyauteries flexibles oléo-hydrauliques sont utilisées localement pour le raccordement des organes mobiles. Ils seront munis de protections du type gaine en spirale, et montés de manière à éviter tout contact ou frottement risquant de les endommager. Des attaches adaptées seront prévues pour éviter les « coups de fouet » en cas de rupture d'un flexible.

L'utilisation de flexibles oléo-hydrauliques doit être limitée au strict minimum. La mise en œuvre de tuyauteries flexibles de grandes longueurs en lieu et place de conduites rigides est exclue ;

3.4.8 MAINTENABILITE ET ACCESSIBILITE

3.4.8.1 Maintenabilité

L'ensemble des équipements de vantellerie ont été conçus en pensant à leurs accessibilités et à leur maintenance.

En effet, les dispositions suivantes ont été prises :

- Standardisation des paliers de clapets
- Standardisation des cardans de vérins
- Accessibilité des vérins à partir de la passerelle en descendant sur les piles
- Mise en place des blocs forés à hauteur d'hommes
- Accessibilité de l'ensemble des tuyauteries et capteurs
- Local conçu pour pouvoir intervenir aisément autour de la centrale hydraulique
- Mutualisation du système de batardage
- Standardisation des mécanismes et motorisation des vannes.

3.4.8.2 Gestion des embâcles

La gestion des embâcles se fera par abaissement du clapet dans lequel l'embâcle est coincé.



En cas de non-évacuation de l'embâcle, les clapets seront relevés intégralement, positionnés sur leurs verrous et une intervention des agents par embarcation motorisée sera à prévoir.

3.4.9 DISPOSITIF DE MISE A SEC POUR LA MAINTENANCE COURANTE

Le type de batardeau retenue pour le batardeau amont et aval est un batardeau à poutrelles avec poteaux intermédiaires.

Ces batardeaux se composent :

- De pièces fixes scellées dans le génie civil servant de cavités blindées pour les poteaux
- Des poteaux intermédiaires – un poteau tous les 2m
- Des lames/panneaux en aluminium

3.4.9.1 Cavités blindées

Des cavités blindées de la section des poteaux sont aménagées dans le radier. Les poteaux sont placés à l'intérieur et viennent en appui sur le génie civil. Les poteaux sont biseautés en bout pour faciliter leur mise en place.

3.4.9.2 Poteaux

Les poteaux seront réalisés en profilé type IPE ou HEA. Des bracons pourront être mis en place pour les renforcer/




3.4.9.3 Poutrelles

Les poutrelles seront constituées de lames d'aluminium unitaires ou pré-assemblées en fonction du poids.

3.4.9.4 Modes opératoires

Exemple de mode opératoire de pose :

- 1) Chargement des poteaux et panneaux sur une barge avec grue.
- 2) Les plongeurs vont vider les cavités et nettoyer le seuil.
- 3) Mise en place des poteaux par les plongeurs.

- 
- 4) Mise en place des jambes de force sous l'eau si elles existent.
 - 5) Pose des lames/panneaux par les plongeurs

Exemple de mode opératoire de dépose :

- 1) Soulèvement d'un panneau pour remplir la passe.
- 2) Puis l'inverse des opérations de mise en place.

Une documentation est fournie en annexe du présent rapport.

3.4.10 ÉQUIPEMENT DE COMMANDE DU BARRAGE

3.4.10.1 Fonctions à assurer

Les clapets sont prévus pour fonctionner dans toutes les conditions de charges correspondantes aux niveaux amont et aval minima et maxima ainsi que leurs combinaisons les plus défavorables et pouvoir occuper toutes les positions intermédiaires et extrêmes aussi bien à l'ouverture qu'à la fermeture.

La fonction à assurer par les clapets mobiles est la régulation du niveau amont. Ils doivent pouvoir s'effacer pour être transparents vis à vis des crues.

3.4.10.1.1 Régulation du niveau d'eau amont

Les clapets pourront maintenir le plan d'eau amont à un niveau constant appelé consigne en autorisant une plage de variation +/- 5 cm autour de cette consigne et ceci tant que le niveau du bief amont est au-dessous des plus hautes eaux navigables.

La valeur de la consigne pourra être ajustable dans une plage de l'ordre de +/-10 cm.

Les clapets seront manœuvrés l'un après l'autre pour tenir cette consigne.

3.4.10.1.2 Evacuation des crues

Les clapets mobiles devront s'effacer dans le radier afin de libérer une section mouillée suffisante pour ne pas faire obstacle au passage des crues en tenant compte de la perte de section liée aux ouvrages de génie civil (piles et culées).

3.4.10.2 Mode de fonctionnement

3.4.10.2.1 Commande automatique

Dans ce mode de fonctionnement les mouvements de clapets seront gérés automatiquement par l'armoire de contrôle et de commande en fonction du niveau du bief amont et des consignes préétablies.

Les mouvements s'arrêtent sur les fins de course.

3.4.10.2.2 Commande manuelle

Dans ce mode de fonctionnement, chaque clapet sera manœuvré volontairement par un opérateur par l'intermédiaire de l'armoire de commande (distante ou locale) ou d'une télécommande. L'opérateur choisira la manœuvre voulue (montée ou descente) et l'automatisme de commande déclenchera les commandes nécessaires.

Les mouvements s'arrêtent sur les fins de course.

Ces manœuvres seront effectuées à « vue directe » des équipements depuis les piles ou le local de commande.

3.4.10.2.3 Mode maintenance



Le mode maintenance est un mode manuel permettant de placer le tablier et ses organes de manœuvre dans n'importe quelle position pour assurer les opérations de maintenance préventive et curative, de ce fait dans ce mode les fins de course ne sont pas actifs.

Ce mode de fonctionnement présente un risque de détérioration des matériels (les fins de course étant inactifs) mais est indispensable pour assurer certaines opérations de maintenance, notamment sur les organes de manœuvre. Son activation sera protégée (mot de passe dans l'automate ou commutateur à clé).

La manœuvre des équipements sera effectuée à « vue directe » depuis les piles ou le local de commande.

3.4.10.2.4 Mode Manuel ultime

Dans ce mode de fonctionnement, le clapet pourra être manœuvré, à la descente, par l'ouverture d'une vanne sur le circuit hydraulique. Cette fonction permet de garantir la descente du clapet et ainsi d'évacuer les crues. Ce mode n'est à utiliser qu'en mode ultime.

3.5 FRANCHISSEMENT PISCICOLE

3.5.1 GENERALITES ET RAPPEL DES RESULTAT ETUDE EPBIS

Le prédimensionnement des ouvrages a été revu sur les points suivants :

- Le débit étiage est dimensionnant pour la plage de fonctionnement des dispositifs de franchissement,
- Le débit est transité en priori par ces dispositifs,
- Le DMB été transite entièrement dans la passe à poissons,
- DMB hiver transite dans la passe à poissons et également à travers le barrage pour ne pas surdimensionner les dispositifs.

3.5.2 CONCEPTION DU DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT

Une passe naturelle est retenue pour ce barrage à l'issue du diagnostic. L'implantation est prévue en rive droite entre le bajoyer existant et la prise d'eau.

3.5.3 DIMENSIONS DES BASSINS

Une passe de ce type, compatible toutes espèces selon les critères citées en chap. 1.4, avec des caractéristiques suivantes :

- Type de passe : Passe naturelle à enrochements en rangées périodiques
- Débit dans la passe : DMB été = 320 l/s
- Dénivellation max : 0.57 m
- Hauteur de chute : ~ 11 cm
- Longueur totale : 12 m
- Largeur de la rampe : 1,75 m
- Largeur face écoulement des blocs. $D = 1,25$ m
- Passage libre entre les blocs : $b = 50$ cm
- Espacement entre les rangées $L = 3.0$ m
- Puissance dissipée max. : $P = 130$ W/m³
- Hauteur de la pelle : < 0.5 m



Extrait coupe en travers :

- Bassins entrée et sortie (avec intégration des dispositifs de fermeture)
- Bassins intermédiaires

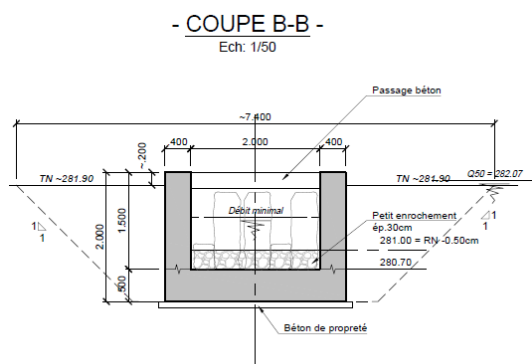


Schéma bassin d'entrée et sortie avec voiles en béton

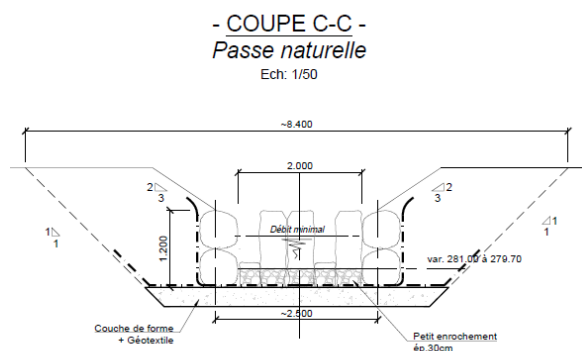
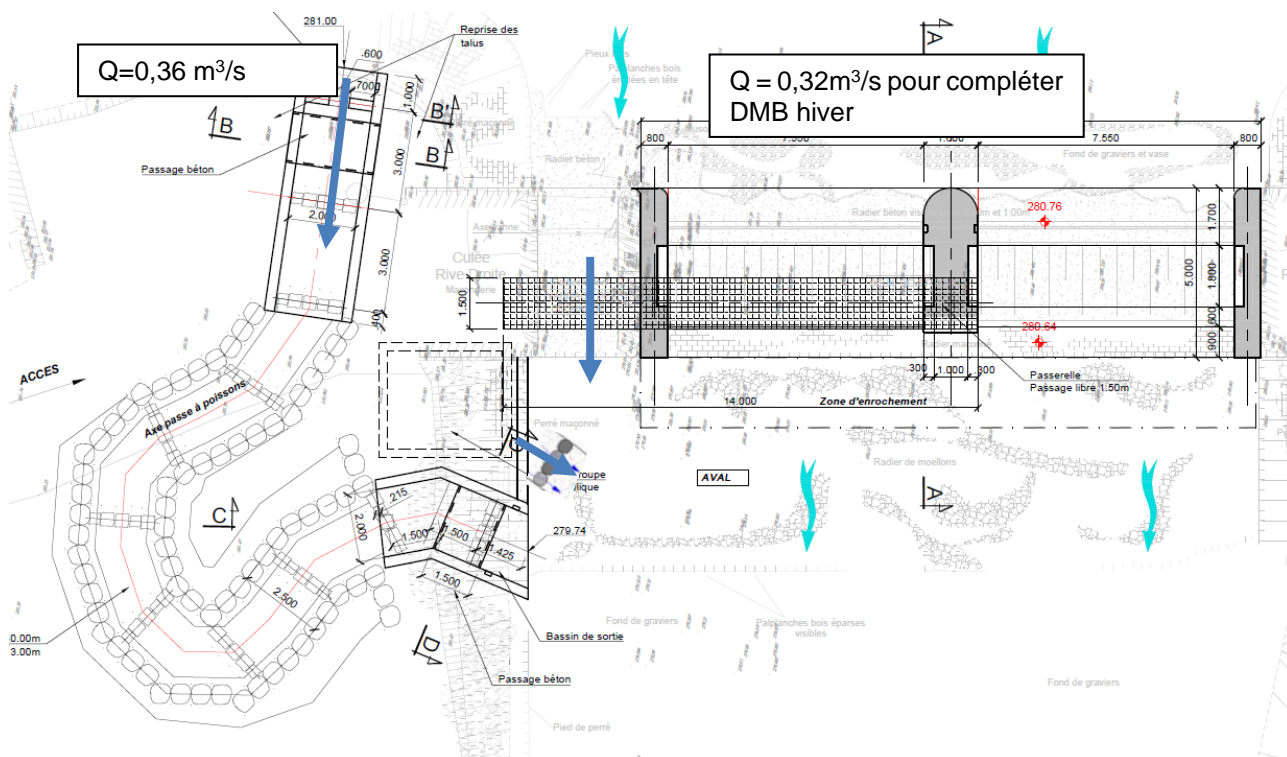


Schéma bassin en pierres naturelles sur les abords

➤ Plage de fonctionnement et répartition des flux

L'attractivité de l'entrée de la passe est définie par le pourcentage de répartition de débit entre la passe à poissons et le barrage.

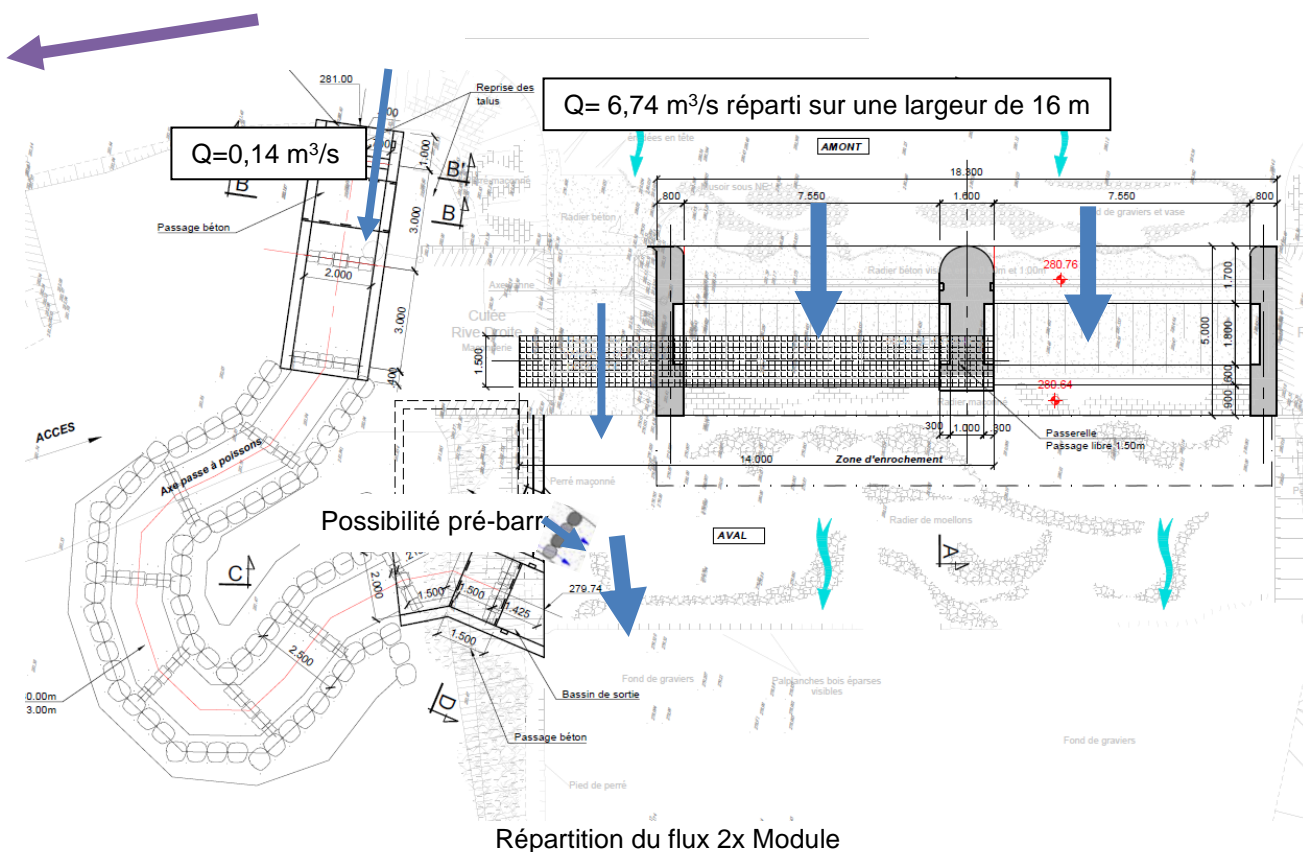
Les schémas suivants de la solution 1 visualisent la répartition des débits dans les différentes situations.



QPrélèvement
max 0,7 m³/s

Répartition flux débits minimales





Selon le guide LARINIER, les débits suivants de la PàP permettent de s'affranchir d'un débit d'attrait complémentaire :

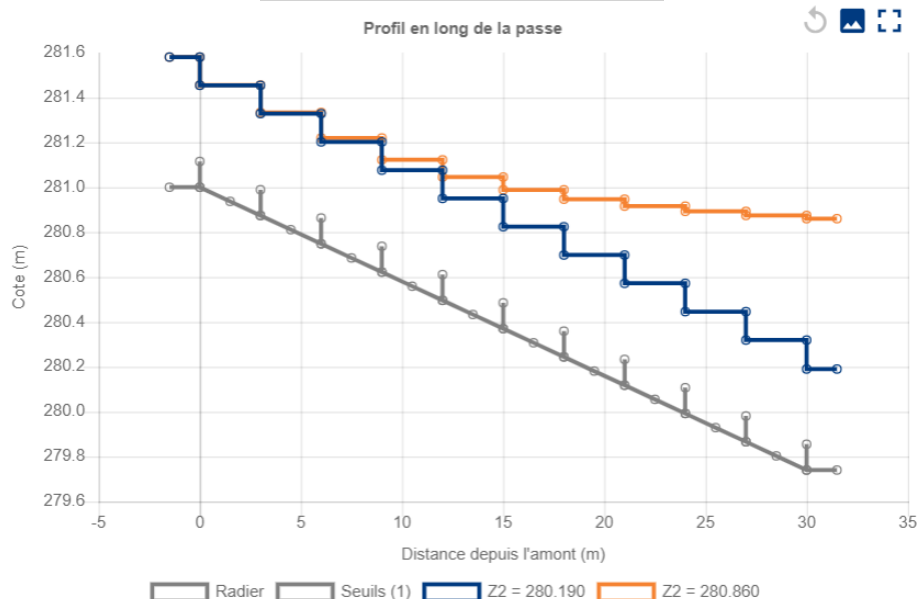
QPàp - plage inférieure: > à 10 % du débit total

QPap - plage supérieure, soit 2x module : > 1 % à 1,5 % du débit total

| Condition | Pourcentage de répartition | QPàP en m³/s | QTotal en m³/s |
|-----------|----------------------------|--------------|----------------|
| DMB été | 100 % | 0,36 | 0,36 |
| DMB hiver | 53 % | 0,36 | 0,68 |
| 2x Module | 1.8 % | 0.14 | 7.60 |

Nota : Uniquement le débit passant vers l'aval au droit du barrage est pris en compte (hors débit prélevé pour alimenter le canal). Lors d'un prélèvement de débit par la prise d'eau le débit total transitant baisse et favorise l'attractivité de la passe naturelle.

Par rapport au cas des DMB été et DMB hiver, nous constatons un abaissement du débit transitant par la passe pour les débits élevés. Cela est lié au rehaussement du niveau aval, maintenant un niveau amont stable avec la gestion du barrage. Néanmoins, le débit transitant par la passe reste suffisant pour détecter et franchir le dispositif piscicole.



Extrait Cassiopee, Passe naturelle Houdelaincourt – DMB été (bleu) et 2 x Module

Il est néanmoins possible d'intégrer une vanne en aval dans le cadre des études ultérieures en échange avec les services des contrôles.

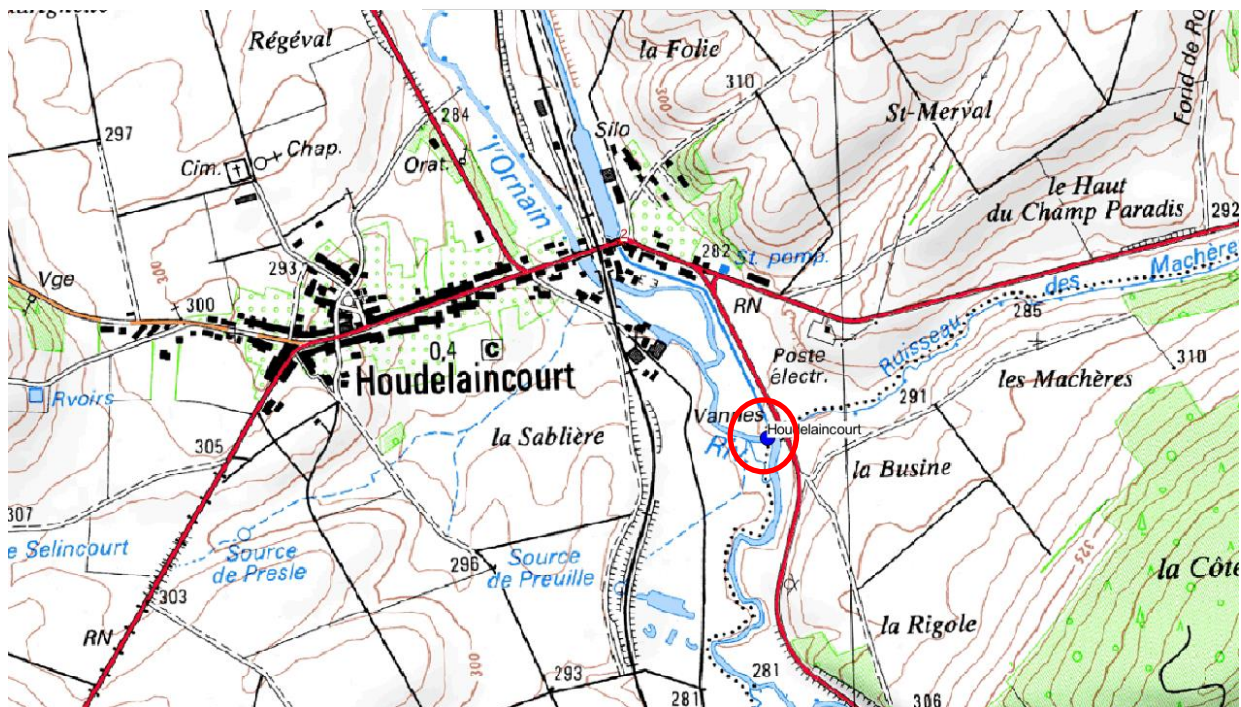
➤ **Dispositif d'attrait**

Nous concluons à ce stade que le dispositif dispose d'une attractivité suffisante lors des débits élevés. Les conditions limite sont respectées (vitesse, puissance dissipée, tirant d'eau, ...). Néanmoins l'attrait de la passe est réduit par l'augmentation du niveau aval (réduction de la hauteur amont-aval).

3.6 AMENAGEMENTS CONNEXES

3.6.1 L'ACCES AU BARRAGE

L'accès au site du barrage se fait par la rive droite, depuis la D966. Le vannage de la prise d'eau est au bord de la route. Il faut traverser la rigole via la passerelle, non carrossable, présente sur le vannage pour atteindre le barrage à proprement parler. Il n'existe pas d'accès en rive gauche du barrage. Il n'existe donc pas d'accès carrossable permanent permettant d'atteindre le barrage.



Dans le cadre des travaux il est donc envisagé de réaliser un franchissement provisoire à travers l'Orvain et d'accéder aux rives du barrages.

Deux possibilités sont à ce stade :

- Franchissement en amont du barrage à l'aide des cadres transitant le débit
- En aval de la prise d'eau pour accéder à la rive droite de l'ouvrage et la future passe naturelle

La situation foncière des barrages est caractérisée sur la base de données parcellaire des communes et du domaine public fluvial (DPF), fournies par VNF. La carte ci-dessous présente la situation foncière pour le barrage de Houdelaincourt. Les parcelles vert foncé font partie du DPF, les parcelles vert clair n'en font pas partie. La couche DPF mentionne l'état de la domanialité des parcelles et dans quel domaine elles se trouvent.



Extrait Géoportail

| Parcelle impactée | Nature d'impact |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Houdelaincourt / Parcelle AD 0051 | Non |
| Houdelaincourt / Parcelle ZH 0033 | Non |
| Abainville / Parcelle ZA 0052 | Impact définitif par la passe à poissons sur une partie |
| Abainville / Parcelle ZA 0073 | Non |
| Abainville / Parcelle ZA 0074 | Temporaires par l'accès de chantier (phasage 1) |

Dans le cadre des études ultérieures un bilan des terrains temporairement occupé par les travaux sera établi sur la base des polygones précis des parcelles, fournie par le MOA.

3.6.2 PASSERELLE DE SERVICE

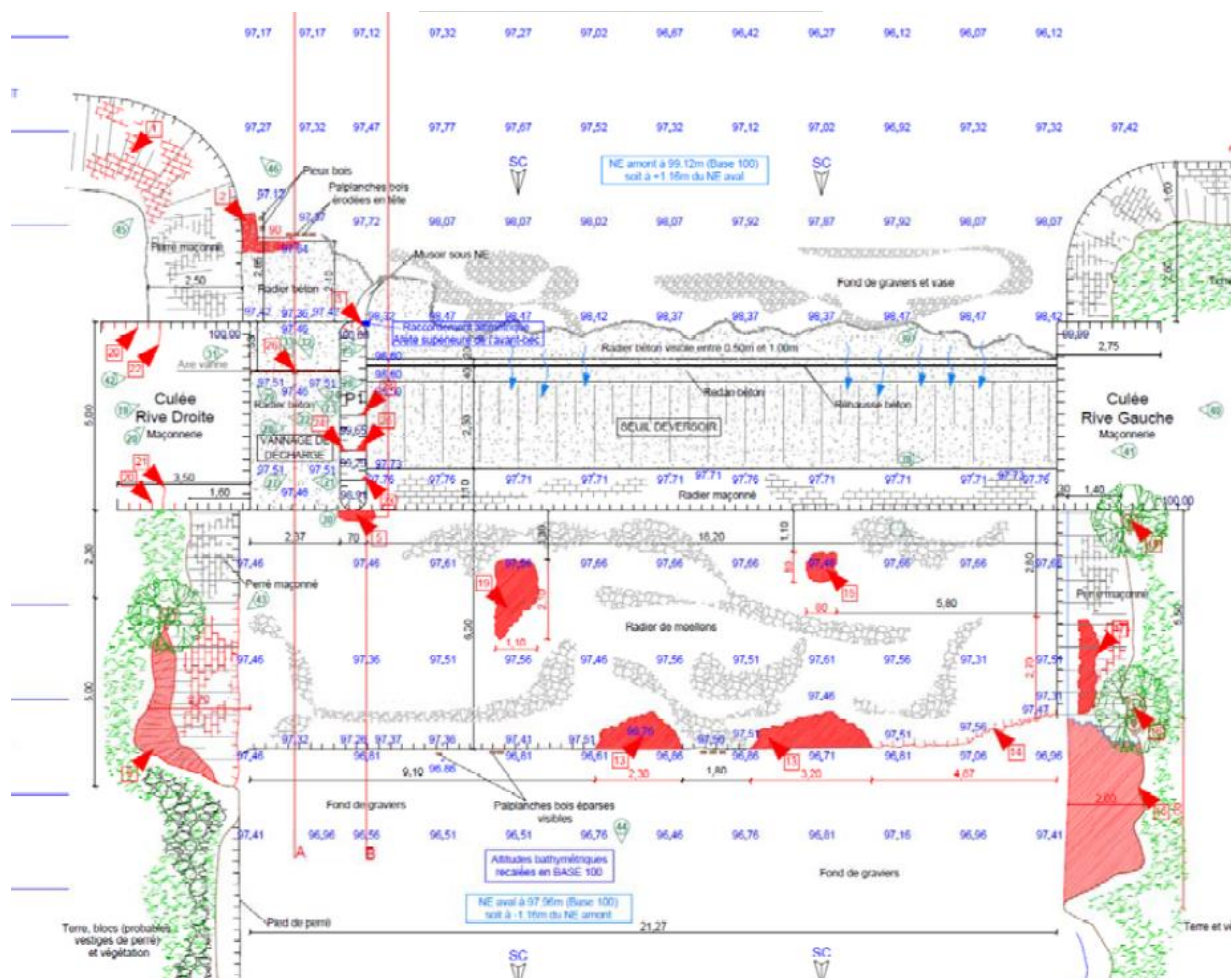
La passerelle de service a pour objet l'accès aux organes de manœuvre du nouveau barrage. Elle présente une largeur libre de 1.50 m. L'arase inférieure de la passerelle est calée au-dessus de la cote de crue centennale avec une marge de 50 cm pour passer les embâcles, soit 283,50 m NGF minimum.

Elle a une travée de 14,0 m entre la pile P1 et la culée C1 en rive droite.

La passerelle du barrage s'appuie sur :

- la pile médiane du barrage,
- le mur de retour en rive droite,
- des culées en béton armé permettant le raccordement aux voiries sur berges.





Extrait du diagnostic des avaries, Rapport DIA, 2015, ind A

3.6.4 PRINCIPE STRUCTUREL DU LOCAL DE COMMANDE

Le local technique du barrage sera intégré dans le bâtiment existant en rive gauche (entre la prise d'eau et la future passe naturelle). A l'intérieur de ce bâtiment, il y sera construit une cloison et un faux-plafond pour séparer la partie "technique" de la partie "entrepotage de menu matériel".

Il est par ailleurs prévu qu'un groupe de secours mobile soit installé sous l'appentis situé du coté aval du bâtiment.

Principe de construction :

- Implantation au droit du barrage en rive droite en amont de la sortie de la passe à poissons
- Surélévation 20 cm sur une dalle de béton
- Réalisation des fondations hors gel
- Emprise au sol : 3,50 m x 4,0 m



Une automatisation couplée à une télégestion est prévue, avec une supervision générale de l'ensemble des paramètres du barrage, vers et depuis le PCI de Bar-le Duc.

3.7.2 RACCORDEMENT AUX RESEAUX PUBLICQUES

3.7.2.1 Raccordement au réseau électrique

Un raccordement existe à proximité du coffret de commande. Une alimentation de 6KVA sous 400V triphasé + Neutre sera réutilisé. À confirmer sur la base de la facture EDF.

3.7.2.2 Raccordement au réseau téléphonique

Ouvrage raccordé en télécommunication via fibre optique par VNF, dont le nombre de fils et le gestionnaire sont à préciser par VNF.

Une liaison entre le coffret de raccordement (position à relever) sera à faire vers le local de commande.

Une demande de raccordement à un opérateur téléphonique, ou la mise en place d'un transmetteur téléphonique de type GSM sera à prévoir (sous réserve de confirmation de VNF que la zone soit couverte et que le niveau de réception soit suffisant et constant).

3.7.3 ALIMENTATION ELECTRIQUE

L'armoire électrique existante (Arrivée EDF et coffret de commande vanne) seront conservées et modifiées afin de permettre un fonctionnement optimum des équipements. À noter que pour limiter la puissance souscrite, les vannes seront mises en mouvement les unes après les autres (pas simultanément).

La nouvelle armoire électrique sera située dans le nouveau local de commande.

3.7.4 RESEAUX DE TERRE

Par ailleurs, un de réseau de terre complémentaire sera mis en place sur les nouveaux ouvrages et sera interconnecté avec le réseau de terre existant. Le radier ainsi que les structures métalliques seront mis à la terre via des câbles en cuivre nu 25mm² ou des câbles isolés de section adapté (minimum 10mm²).

PM, copie du rapport du bureau de contrôle ci-dessous indiquant une prise de terre conforme.

Prise de terre des masses BT

| Date du mesurage | Méthode de mesurage | Valeur Max. (Ohms) | Résistance mesurée en Ohms | |
|------------------|---------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|
| | | | Barrette ouverte | Barrette fermée |
| le 20/06/2022 | RB | 100 | | 4,9 |

Méthode de mesurage : TA = Méthode des deux terres auxiliaires ; RB = Méthode de la résistance de boucle N/T ; PM = Méthode par pince de mesurage de terre

3.7.5 ARMOIRE ELECTRIQUE

L'armoire électrique principale comprendra d'une part les équipements d'alimentation (inversion de source), de protection et de sectionnement, Et d'autre part les équipements de commande et de gestion.

Seront ainsi intégrés à l'armoire, les principaux équipements suivants (liste non exhaustive) :

Un automate de type Premium de Télémécanique (ou équivalent) :

- Carte de communication Modbus.





- Entrées et sorties en 24 VDC.
- Entrées analogiques.
- Les entrées TOR et analogiques de l'automate seront connectées sur des bornes de type sectionnable.
- Les sorties TOR automatiques se feront par relais et les bornes de connexions seront de type fusible.
- Réserve de 20% minimum d'entrées/sorties connectées sur borniers.

Un automate de télégestion de type M340 avec processeur agréé sécurité machine de chez SCHNEIDER ELECTRIC (ou équivalent), composé d'une carte d'alimentation, d'une carte CPU avec module de communication vers l'automate et d'un modem.

Une communication sera à réaliser avec les automates présents dans l'écluse de TREVERAY et du PCI de BAR LE DUC, une modification de la liaison existante sera à prévoir, ainsi qu'une mise à jour des programmes, tables d'échanges et boutonnerie de commande (actuellement commande des 2 vannes motorisés). Des informations détaillées seront à fournir par VNF, pour connaître le type de carte de communication et d'automate existant.

Un inverseur de source et ses disjoncteurs :

Raccordement direct à l'aval du compteur EDF.

Raccordement via un coffret externe (en façade local de commande) du groupe électrogène de secours.

Un onduleur avec une autonomie de 24h (secours uniquement de l'automate et des modules de communications) afin de conserver l'alimentation de l'automate et du circuit de commande en cas de microcoupure ou coupure longue de la source EDF.

L'ensemble des départs, protections, relais, et matériels divers, nécessaires aux équipements électriques de la centrale hydraulique, aux équipements des vérins, à l'instrumentation, à l'éclairage et au chauffage du local technique, etc.

Seront au minimum disponible sur la face avant de l'armoire les équipements suivants :

- 1 voyant lumineux blanc « Sous Tension »
- 1 voyant lumineux rouge « Défaut Général »
- 1 bouton poussoir « Réarmement »
- 1 bouton poussoir « Test Lampes »
- 1 bouton poussoir coup de poing « Arrêt d'Urgence »
- 1 indicateur numérique du niveau moyen du bief amont
- 1 indicateur numérique du niveau du bief aval

Et pour chaque clapet :

- Un commutateur de choix du mode de commande à trois positions « commande manuelle – arrêt – commande automatique ».
- Un commutateur de choix du lieu de commande à deux positions « commande à distance – commande locale ».
- Trois boutons-poussoirs lumineux « ouverture – arrêt – fermeture » pour la commande manuelle effective du clapet depuis l'armoire générale de commande.
- Deux voyants lumineux « clapet fermé » et « clapet ouvert ».
- Un indicateur numérique de la position du clapet en continu.
- Deux voyants lumineux « clapet verrouillé » et « clapet déverrouillé ».
- Un voyant défaut général clapet (regroupe tous les défauts du clapet concerné).

Et pour chacune des vannes de la passe à poissons :

- Un commutateur de choix du mode de commande à trois positions « commande manuelle – arrêt – commande automatique ».
- Un commutateur de choix du lieu de commande à deux positions « commande à distance – commande locale ».



- Trois boutons-poussoirs lumineux « ouverture – arrêt – fermeture » pour la commande manuelle effective de la vanne depuis l'armoire générale de commande.
- Deux voyants lumineux « vanne fermée » et « vanne ouverte ».
- un voyant défaut général vanne.

Pour la centrale hydraulique :

- Un commutateur de choix du mode de commande à trois positions « commande manuelle – arrêt – commande automatique ».
- Un bouton-poussoir lumineux « marche » pour chacune des pompes de la centrale.
- Un voyant défaut général centrale hydraulique (regroupe tous les défauts de la centrale hydraulique).

Un terminal de dialogue associé à l'automate principal de type Harmony GTU avec écran 5.7" tactile (ou équivalent) et ayant pour fonctions essentielles :

- L'affichage et le réglage de toutes les variables entant dans l'asservissement automatique des vannes : seuils de position des vannes, seuils de niveaux, seuils de pression, etc.
- L'affichage de toutes les mesures : positions des clapets, niveau amont sonde 1, niveau amont sonde 2, niveau aval.
- L'affichage des alarmes (totalité des défauts concernant le barrage et la passe à poissons).

La commande manuelle du clapet ou des pompes depuis l'armoire de commande, ainsi que les affichages de position, de niveau ou de défauts (hors terminal de dialogue) sont gérés en logique câblée, indépendamment du fonctionnement de l'automate ou du terminal de dialogue.

L'armoire de commande aura une réserve de place physique et d'entrées / sorties de 20%.

3.7.6 CHEMINEMENTS ELECTRIQUES

Les nouvelles liaisons électriques en berge (entre le local de commande et le barrage) se feront en caniveaux béton recouvert d'un couvercle en béton.

Pour les liaisons vers les sondes à distances plus lointaines, il sera prévu une tranchée avec fourreaux. Un fourreau de réserve sera mis en place en parallèle de celui utilisé.

Pour la traversée des passes du barrage, les câbles électriques transiteront par la passerelle. Pour cela, des supports seront prévus par le concepteur de la passerelle, et permettront un cheminement en parallèle des réseaux hydrauliques et des câbles électriques.

Les alimentations des mâts d'éclairages passeront via caniveau et/ou fourreaux en fonction de leur position finale.

3.7.7 BOITIER DE COMMANDE

Un boîtier de commande portatif (radiocommande ou télécommande selon la décision de VNF) permettra de manœuvrer « à vue » les clapets et la vanne de la passe à poissons.

Il disposera au minimum des commandes suivantes :

- 1 bouton poussoir « Ouverture »
- 1 bouton poussoir « Fermeture »
- 1 bouton poussoir « Arrêt d'Urgence »

Une fonction « Homme mort », entraînant la désactivation du boîtier de commande.

Ce boîtier de commande local viendra se connecter sur des prises déportées au niveau de la passerelle.

3.7.8 INSTRUMENTATION

3.7.8.1 Sondes de niveaux

Les sondes de niveau sont au nombre de quatre :



- 2 sondes redondantes pour la mesure de niveau du bief amont (1 sonde existante à récupérer)
- 1 sonde pour la mesure de niveau du bief aval (récupération existante)
- 1 sonde rigole d'alimentation (récupération existante)

Ces matériels seront des sondes de type radar suspendu et monté sur une potence (en acier galvanisé à chaud, et pivotante) ; ou suivant les cas une de niveau radar avec tube de tranquillisation (en acier inoxydable) pourront également être proposées.

Les sondes seront positionnées au niveau du barrage, en amont et en aval suivant les plans de principe ci-joints.

3.7.8.2 Capteurs et fins de courses

Un ensemble de capteurs supplémentaires est prévu pour automatiser et sécuriser le fonctionnement global de l'ouvrage.

Parmi ceux-ci, nous retrouverons :

- L'instrumentation de la centrale hydraulique et des vérins, décrite dans les chapitres précédents
- Les détecteurs de présence pour les verrous de chômage position haute des clapets.
- Les détecteurs de fins de course pour la vanne de la passe à poissons.
- Etc...

3.7.9 ECLAIRAGE

Un éclairage constitué d'un nouveau mât basculant, et équipé de deux projecteurs à Led avec réflecteur asymétrique à large diffusion, sera installé conformément au plan.

3.7.10 EQUIPEMENTS ELECTRIQUES LOCAL DE COMMANDE

Le local de commande sera équipé d'un éclairage constitué de 2 lampes, de type réglette étanche IP55 à Led, et d'un interrupteur de commande étanche IP55.

Une gestion thermique de type ventilation et chauffage, sera assurée par un extracteur d'air situé en partie haute, une prise d'air en partie basse, un convecteur électrique, piloté par un thermostat couplé avec un hygromètre.

Une prise de courant double, 230V 16A, étanche IP55 sera mise en place à l'entrée du local.

Un coffret étanche IP55 et fermant à clef, sera positionné à l'extérieur du local, et permettra de raccorder le groupe électrogène sur des bornes.

Un groupe électrogène de secours commun aux 4 sites sera prévu.

3.7.11 PRINCIPES FONCTIONNELS DU BARRAGE MOBILE ET DE LA PASSE A POISSONS

3.7.11.1 Le principe de régulation du barrage mobile

A) Hors période de crue

Hors période de crue, les bouchures mobiles du barrage sont chargées de maintenir le plan d'eau amont à un niveau constant appelé consigne, en autorisant une plage de variation de niveau autour de cette consigne de +/- 5 cm.

Ces consignes étant fixées, les bouchures seront manœuvrées automatiquement de façon successive et coordonnée, en fonction du niveau mesuré dans le bief amont.



Lorsque ce niveau atteint le niveau de consigne haut (NCH), les bouchures s'ouvrent l'une après l'autre d'un pas unitaire, en respectant une temporisation entre chaque mouvement. Après chaque mouvement, on évalue la nécessité d'effectuer une nouvelle manœuvre. Si après la temporisation, le niveau du bief est redescendu en dessous de NCH, on ne commande pas le mouvement d'ouverture de la bouchure suivante.

Si le débit diminue, le plan d'eau s'abaisse. Lorsque le niveau atteint le niveau de consigne bas (NCB), les bouchures se ferment l'une après l'autre d'un pas unitaire. Comme précédemment, une temporisation après chaque mouvement permet d'affiner la régulation, en évaluant le besoin d'effectuer le mouvement suivant. Finalement, le plan d'eau reste donc à un niveau compris entre le niveau de consigne haut (NCH) et le niveau de consigne bas (NCB).

Afin de pouvoir s'adapter à d'éventuelles évolutions de gestion du bief, les consignes NCH et NCB, les temporisations et les pas unitaires de déplacement seront paramétrables par l'exploitant.

B) En période de crue

En période de crue importante, le barrage ne fonctionne plus en régulation.

Les bouchures mobiles sont ouvertes au maximum pour offrir la plus grande ouverture hydraulique, et être le plus transparent possible vis à vis de la crue.

3.7.11.2 Le principe de fonctionnement de la passe à poissons

La passe à poissons retenue dans notre projet ne nécessite pas d'organe de régulation particulier.

Seule une vanne d'isolement sera installée en sortie de passe (à l'amont) pour permettre de fermer la passe en période de crue et éviter ainsi l'introduction d'embâcles dans les bassins.

Cette vanne fonctionnera en tout ou rien : ouverte en période normale, elle sera automatiquement fermée dès que le niveau dans le bief amont dépassera une valeur de consigne à définir.

3.7.11.3 Les modes d'exploitation retenus

Afin de répondre aux contraintes d'exploitation et de dysfonctionnement éventuel de l'aménagement, plusieurs modes de fonctionnement sont prévus :

A) Le mode automatique :

Comme vu précédemment, la position des bouchures est gérée de façon automatique en fonction du niveau amont et des consignes d'exploitation.

Les informations liées à l'exploitation du barrage (niveau des biefs, position des bouchures, etc.) seront disponibles au niveau de l'armoire électrique du local de commande et évolueront en temps réel.

La crue est un fonctionnement particulier du mode automatique, pour lequel les bouchures sont totalement ouvertes.

En cas de niveaux « anormaux », une alarme permet de prévenir le personnel d'exploitation.

B) Le mode manuel :

Ce mode de fonctionnement permet à l'exploitant de manœuvrer manuellement une bouchure, qui est alors écartée de la boucle de régulation.

Ces manœuvres peuvent être réalisées depuis l'armoire électrique située dans le local de commande, ou en visuel, à proximité immédiate du barrage grâce à un boîtier de commande portatif (« télécommande »).

Ce mode de fonctionnement est géré uniquement en logique câblée. Il est donc disponible en cas de défaut sur l'automate.

Pour autant, en situation normale, les différentes sécurités automate sont actives lors de ces manœuvres manuelles.

Les informations de niveau des biefs, et de position des bouchures, sont disponibles au niveau de l'armoire électrique du local de commande et évoluent en temps réel.



C) Le mode maintenance :

Ce mode permet au personnel exploitant ou au personnel de maintenance de régler les paramètres de fonctionnement du barrage (consignes de niveau, temporisation, etc...) ou d'inhiber certaines sécurités afin d'intervenir sur les bouchures.

On retrouvera également les paramètres d'étalonnage de certains capteurs (sondes de niveau, capteurs de position des bouchures, etc.).

L'accès à ce mode sera protégé par mot de passe afin de ne permettre les modifications des consignes qu'au personnel habilité.

D) Le mode secours :

Dans ce mode de fonctionnement, les bouchures pourront être manœuvrées aussi bien à la montée qu'à la descente en considérant les défaillances suivantes :

- Une rupture complète et durable de l'alimentation électrique,
- Une défaillance de l'automate programmable,
- Une défaillance d'un composant quelconque de la chaîne de manœuvre des bouchures.

Dans ce mode, les équipements de contrôle commande n'interviennent plus.

3.7.11.4 La gestion à distance du barrage mobile et de la passe à poissons

Considérant la philosophie de gestion centralisée des ouvrages souhaitée par VNF, nous avons prévu la mise en place d'un automate de télégestion, permettant d'une part de visualiser à distance les principales informations liées à l'exploitation du barrage et de la passe à poissons (niveau des biefs, position des bouchures, alarmes, etc.), et d'autre part de commander la manœuvre des bouchures.

La liaison entre l'automate de télégestion et le poste de gestion centralisé se fera via le réseau RTC.

L'automate de télégestion installé à distance devra être compatible avec les équipements de gestion centralisée actuellement utilisés par VNF, dont les caractéristiques devront nous être communiquées.

Cet automate constituera la limite de fourniture du marché de reconstruction du barrage, le paramétrage et les éventuelles modifications à apporter sur les équipements de gestion centralisée existants seront considérés comme hors fourniture.

3.7.11.5 La gestion des défaillances

Un ensemble de capteurs surveille les paramètres de fonctionnement du barrage.

Il s'agit notamment :

- De capteurs de pression, permettant de détecter une anomalie dans les circuits hydrauliques (surpression due au blocage d'une bouchure, chute de pression...),
- De détecteurs de fin de course,
- De sondes de niveau des biefs,
- D'instrumentation diverse sur la centrale hydraulique.

En cas de défaut considéré comme « majeur », la manœuvre du clapet concerné est interdite, jusqu'à l'acquittement du défaut par le personnel d'exploitation.

L'automate de télégestion, indépendant de l'automate de gestion des cycles, appelle l'opérateur d'astreinte sur une ligne téléphonique et permet la consultation de l'état du barrage à distance.

Si le numéro de l'opérateur d'astreinte ne répond pas ou si l'opérateur n'acquiesce pas la réception, l'appel pourra être émis sur d'autres postes.

L'opérateur disponible devra acquiescer l'alarme télégestion par téléphone afin d'interrompre le cycle d'appel téléphonique.

En cas de défaut « mineur » sur le barrage, le défaut est signalé à l'opérateur et le cycle automatique de régulation du barrage se poursuit.

Les informations sur l'état des différentes alarmes de l'installation sont disponibles au niveau de l'armoire électrique du local de commande et évoluent en temps réel.

Pour pallier aux coupures d'alimentation EDF, un groupe électrogène mobile pourra être raccordé via le boîtier de raccordement prévu à l'extérieur du local technique.



3.8 INCIDENCE DU NOUVEAU BARRAGE SUR L'HYDRAULIQUE DE L'ORNAIN

3.8.1 NOUVEAU BARRAGE

A l'état projeté :

Les incidences hydrauliques du nouveau barrage d'Houdelaincourt sont nulles.

La débitance du barrage à l'état projet augmente pour les débits de crue (Cf. figure à la page suivante).

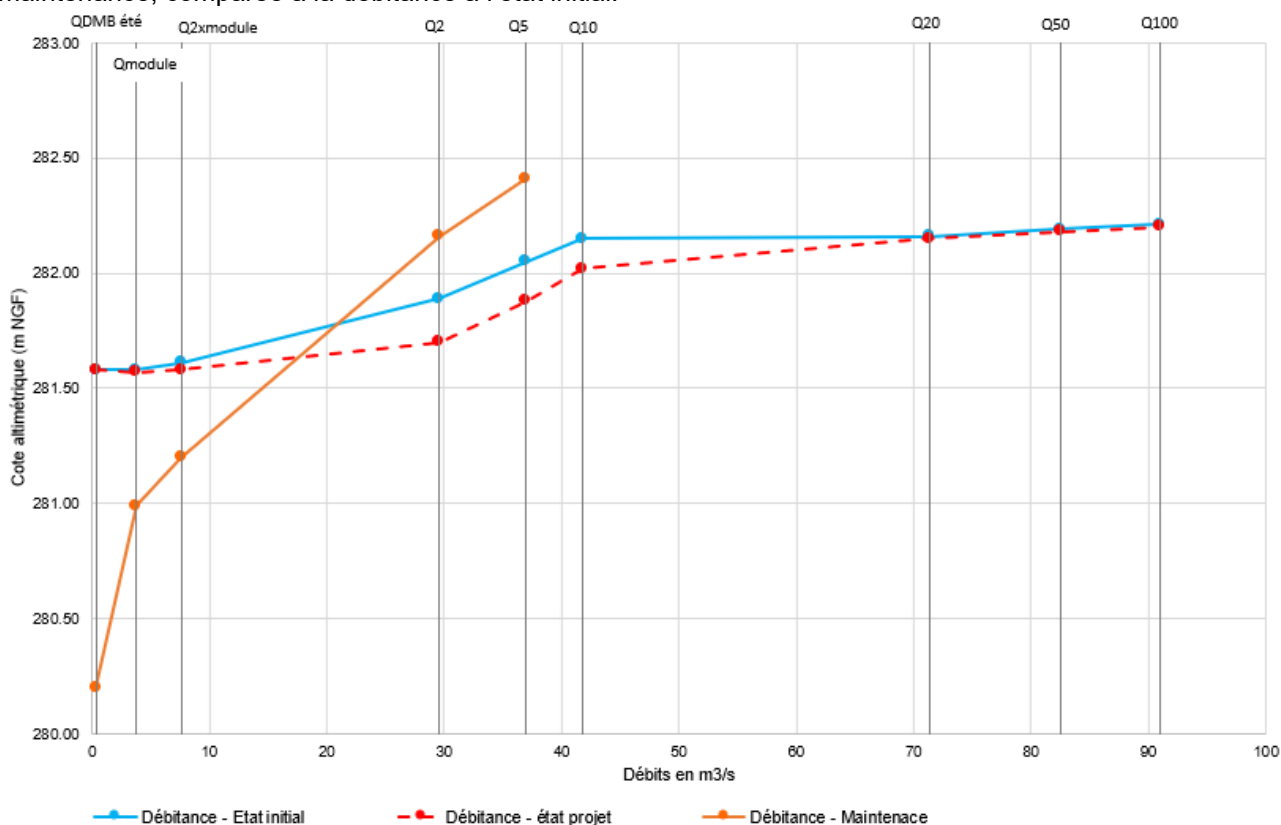
Le débit d'effacement du nouveau barrage sera de 29,6 m³/s.

Le projet n'augmentera pas les lignes d'eau en crue et par conséquent le risque d'inondation pour les enjeux sur le secteur d'étude.

Lors d'une opération de maintenance du nouveau barrage :

Les opérations de maintenance se dérouleront préférentiellement en période de basses eaux. Elles consistent au batardage d'une des passes du barrage afin de pouvoir réaliser des opérations d'entretien et de réparation. L'incidence de l'opération de maintenance sur la débitance est évaluée sur les petites crues d'occurrence inférieure à Q10, soit Q2 et Q5.

Le graphique à la page suivante présente la débitance du barrage à l'état projet et lors d'une opération de maintenance, comparée à la débitance à l'état initial.



Incidence sur la débitance du barrage de Houdelaincourt



3.8.2 PERIODE DE CHANTIER

➤ **Rappel sur les conditions saisonnières du régime de l'Ornain**

La période de hautes eaux de l'Ornain dure de novembre à mars. C'est la période la moins favorable du point de vue hydraulique pour réaliser les travaux.

➤ **Impacts du chantier sur les niveaux d'eau en amont**

Les travaux sont décomposés en 2 phases. La Phase 1 consiste en la réalisation de la passe en rive gauche. Les écoulements sont dirigés en rive droite vers la passe existante et la vanne de décharge.

La Phase 2 consiste en la réalisation de la passe en rive droite et de la passe-à-poisson en rive droite. Les écoulements passeront par la passe nouvellement réalisée. La mise hors d'eau des espaces de chantier est réalisée grâce à des batardeaux.

La phase 1 est la plus pénalisante du point de vue hydraulique sur les crues Q5 à Q100 et la phase 2 l'est pour la crue Q2.

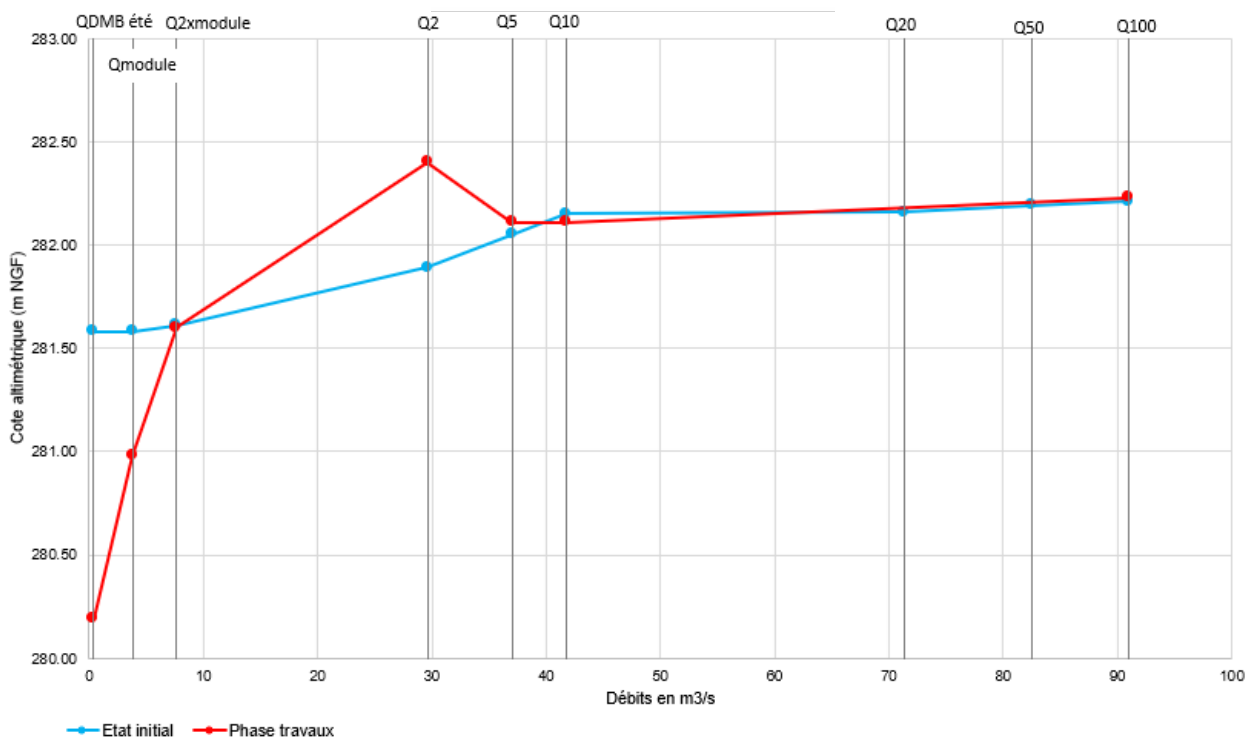
L'objectif étant de mettre hors d'eau le chantier pour une crue décennale ou quinquennale, l'estimations des incidences hydrauliques de la phase de travaux 1 sont présentées ci-après.

Les cotes d'eau en amont et en aval du barrage de Houdelaincourt pour chacun des débits simulés en phase travaux et comparés à l'état initial sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

| Situation hydrologique | Valeurs de débits (m3/s) | Cote amont (m NGF) Phase travaux | Différence par rapport à l'état initial (m) | Cote aval (m NGF) Phase travaux | Différence par rapport à l'état initial (m) |
|------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
| Q2 | 29.6 | 282.4 | 0.51 | 281.34 | -0.03 |
| Q5 | 37.0 | 282.11 | 0.06 | 281.45 | -0.04 |
| Q10 | 41.8 | 282.11 | -0.04 | 281.51 | -0.05 |
| Q100 | 91.0 | 282.23 | 0.02 | 282.15 | 0.00 |

Au droit de l'ouvrage, l'incidence maximale en crue est de :

- 0,52 m pour la Q2,
- 0,48 m pour la Q5,
- 0,61 m pour la Q10,
- 0,03 m pour la Q100.



Incidences en amont du barrage de Houdelaincourt en phase travaux 1

Dès que le niveau d'eau dépasse la cote de la berge rive gauche, la zone d'expansion de crue en rive gauche du barrage permet de limiter les incidences sur la ligne d'eau. Cela explique ainsi pourquoi les incidences sont les plus importantes pour la crue quinquennale. Toutefois, le modèle 1D ne permet pas de représenter fidèlement les écoulements dans la plaine d'inondation et donne des incohérences sur les hauteurs d'eau (notamment Q2).

Au regard des incidences, les batardeaux sont dimensionnés pour prévenir l'inondation de la zone de chantier pour une crue Q5 (une marge de sécurité supplémentaire de 30 cm est préconisée).

3.9 PHASES DE CONSTRUCTION ET PLANNING DE REALISATION

La construction du nouveau barrage et de la passe naturelle se font en deux parties. Au vu des contraintes hydrauliques, les travaux de construction doivent être exécutés impérativement en période estivale. Pour la construction du nouveau barrage proprement dit, la démolition/reconstruction se fait en deux phases de construction bien distincte, répartis sur 2 ans.

La mise en place de la première passe nécessite la réalisation complète de la pile médiane qui intègre les vérins. Lors de cette première phase le passage de crue sera assuré par la partie du seuil hors emprise batardeau et la vanne de décharge conservée.

En conséquence, les travaux commenceront en rive gauche.

En ce qui concerne les travaux de la réalisation du franchissement piscicole, ceux-ci devront se faire en parallèle des travaux de la 2^e passe dans la 2^e année.

Pendant la durée du chantier, un canal de dérivation d'eau sera prévu en rive gauche. Ce canal permet de compléter la section hydraulique restreinte au droit du barrage afin de limiter les hauteurs des batardeaux à



mettre en œuvre. Les abords du canal de dérivation sont sécurisés avec le matériau déblayé ainsi que des digues en remblai de type big bag.

3.9.1 PHASE 1 - CONSTRUCTION PASSE 1

Les travaux suivants sont réalisés lors de cette phase :

- Réalisation culée C0,
- Réalisation passe n°1 et Pile P1
- Mise en place des batardeaux et vanne passe n°1 (position effacée)

La passe sera réalisée dans une enceinte provisoire, constituée d'un rideau de palplanches auto-stable fiché dans le toit de la couche de calcaire altérée en amont et d'une digue en aval et sur les abords. Le rideau, implanté en amont permettra l'accès au radier depuis la rive gauche par une rampe. L'arase du batardeau est déterminée sur la base de la modélisation hydraulique. Il se ferme à 1m de la future pile P1 (espace de travail pour la réalisation).

La cote d'arasement choisi permet de protéger la fouille pour une crue biennale Q2 (cf. tableau). En aval, l'enceinte provisoire est constituée d'un batardeau en remblai, s'appuyant sur le radier aval existant.

A la fin de cette phase, la passe n° 1 le clapet sera installé et fermé avec les batardeaux en attente de l'installation complet des câbles et conduites hydrauliques lors de la phase 2 (réalisation de la passe n° 2, du local de technique et la passerelle) afin d'assurer la retenue normale entre les deux phases de travaux.

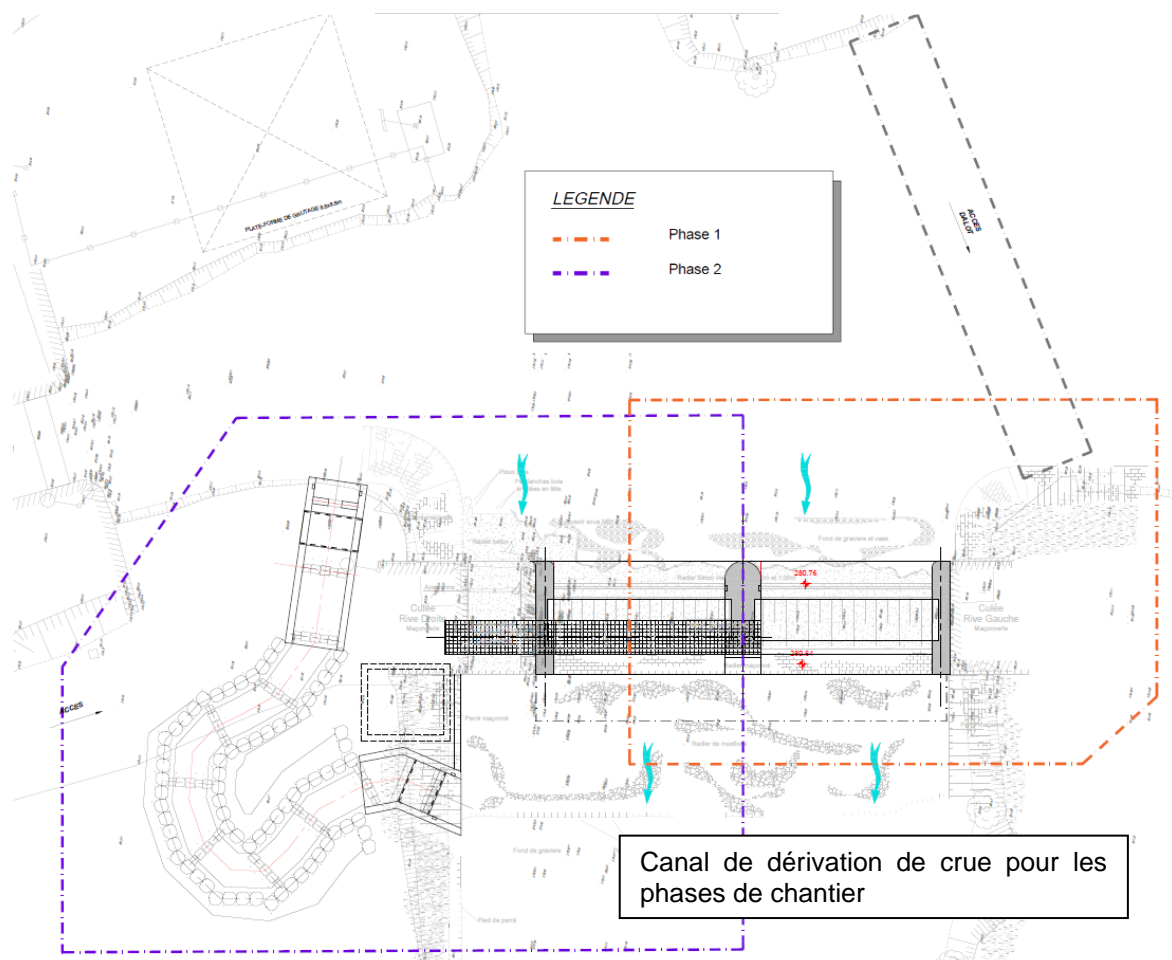
3.9.2 PHASE 2 – CONSTRUCTION PHASE 2

Les travaux suivants sont réalisés lors de cette phase :

- Réalisation passe n° 2
- Pile P2 (interface pile existant)
- Mise en place de la vanne passe n°2
- Réalisation Passes naturelle
- Installation du local de commande
- Mise en place passerelles de service
- Réparation locale de l'existant
- Remise en état terrain

En amont, l'enceinte provisoire est identique à celle de la phase 1, avec la différence qu'elle se ferme sur la nouvelle pile médiane. Sur le TN et en aval une digue en remblai est envisagée. Une rampe en aval du bajoyer aval en rive gauche est à prévoir pour accéder la zone de la future passe n° 2. Cette phase 2 nécessite cependant par la rive gauche via du canal de la prise d'eau.

Cet accès peut être réalisé tel un passage sur un cadre ou un busage du canal avec un remblaiement laisser passer les débits de la prise d'eau. Le franchissement est calé par rapport au crue de chantier (cf. MC1). Suite à la réalisation de la passe n° 2, et la mise en place de la passerelle de service au droit du barrage, la passe naturelle sera réalisée afin de garder un maximum de flexibilité sur le terrain. Il est envisagé de réaliser les ouvrages de têtes de la passes (en béton) et de finaliser la passe avec les terrassements des bassins intermédiaire et la mise en place des rangées en enrochements.



Visualisation des différentes phases de travaux

A ce stade, nous considérons une réalisation en continue. Le démarrage de la 1^{ère} phase de travaux (rouge) en droite est à prévoir en période de basses eaux, afin de limiter les impacts sur l'accès par dalot à travers l'Orvain en amont du barrage.

La 2^e phase (bleue) est plus à l'abri et influence moins les écoulements provenant de l'Orvain et se situe sur une rive plus élevée que la rive droite.

Ces hypothèses sont à valider avec le planning de travaux général et le retour du dossier réglementaire.



4 ESTIMATION PREVISIONNELLE DES COUTS

4.1 ESTIMATION PREVISIONNELLE DU COUT DES TRAVAUX

La base des prix est novembre 2022. Les coûts sont détaillés dans l'Annexe 1.

RECAPITULATIF - Barrage de Houdelaincourt

| | |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1000 PRIX GENERAUX | 146,785.00 € |
| 2000 TRAVAUX PREPARATOIRES - TERRASSEMENTS | 408,666.52 € |
| 3000 Genie Cvil (Barrage, Passe à poissons et local technique) | 204,138.93 € |
| 4000 Passerelle + accès Entretien | 60,815.88 € |
| 5000 Raccordement électrique et local technique | 162,223.00 € |
| 6000 Vantellerie | 319,500.00 € |
| 7000 Aléas et non métrables 15% | 195,319.40 € |
| TOTAL H.T TRAVAUX : | 1,497,448.73 € |
| T.V.A 20.0% : | 299,489.75 € |
| TOTAL GENERAL T.T.C : | 1,796,938.48 € |

4.2 COUTS D'EXPLOITATION DU BARRAGE A CLAPET

Les opérations d'exploitation, de surveillance et d'entretien courant sont listées en Annexe 5 du présent rapport. Les estimations des coûts correspondantes sont les suivantes :

Surveillance et entretien courant – par an – par barrage :

- Personnel : environ 300 h / an
- Frais : environ 3'400 € HT par an.

4.3 COUTS DE MAINTENANCE ET ENTRETIEN

4.3.1 SURVEILLANCE ET D'ENTRETIEN DU GENIE CIVIL DU BARRAGE

Le barrage n'est pas soumis à des exigences particulières en matière de surveillance réglementaire.

A l'horizon de 30 ans, et mis à part la surveillance de la formation et de l'évolution d'éventuels affouillements en amont et en aval du barrage, il n'y a pas d'entretien proprement dit à prévoir.





4.3.2 SURVEILLANCE ET D'ENTRETIEN PASSERELLE

Les travaux d'entretien des passerelles seront les suivants :

| Année | Item concerné | Contenu de l'opération |
|-------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| N+5 à N+15 | Equipements | Remplacement des appareils d'appui néoprènes, |
| N+5 à N+15 | Equipements | remplacement des joints de chaussée, |
| N+10 à N+20 | Ossatures métalliques | remise en peinture générale, |
| N+ ? | Superstructures | remplacement éventuel d'éléments de superstructures dégradés (chocs, vandalisme, usure...) : éléments de platelage, de corniche ou de garde-corps. |

4.3.3 ENTRETIEN DE LA PASSE A POISSONS

Un entretien régulier est à prévoir pour la passe à poissons. Celui-ci consiste en une visite régulière de l'ouvrage après des événements de crues pour s'assurer de l'état de la passe et de la vanne amont et aval le cas échéant. En cas de dépôts et/ou d'embâcles dans les bassins ou sur la grille caillebotis de la passe, il y a lieu de nettoyer les bassins et d'évacuer les embâcles.

Le coût moyen annuel de ces opérations peut être estimé à quelque 12 k€/an.

4.3.4 VANTELLERIE OLEO-HYDRAULIQUE

4.3.4.1 *Maintenabilité et accessibilité*

4.3.4.1.1 Maintenabilité

L'ensemble des équipements de vantellerie ont été conçus en pensant à leurs accessibilités et à leur maintenance.

En effet, les dispositions suivantes ont été prises :

- Standardisation des paliers de clapets
- Standardisation des cardans de vérins
- Accessibilité des vérins à partir de la passerelle en descendant sur les piles
- Mise en place des blocs forés à hauteur d'hommes
- Accessibilité de l'ensemble des tuyauteries et capteurs
- Local conçu pour pouvoir intervenir aisément autour de la centrale hydraulique
- Mutualisation du système de batardage
- Standardisation des mécanismes et motorisation des vannes.

4.3.4.1.2 Gestion des embâcles

La gestion des embâcles se fera par abaissement du clapet dans lequel l'embâcle est coincé.

En cas de non-évacuation de l'embâcle, les clapets seront relevés intégralement, positionnés sur leurs verrous et une intervention des agents par embarcation motorisée sera à prévoir.



4.3.4.2 Dispositif de mise à sec pour la maintenance courante

Le type de batardeau retenue pour le batardeau amont et aval est un batardeau à poutrelles avec poteaux intermédiaires.

Ces batardeaux se composent :

- De pièces fixes scellées dans le génie civil servant de cavités blindées pour les poteaux
- Des poteaux intermédiaires – un poteau tous les 2m
- Des lames/panneaux en aluminium

4.3.4.2.1 Cavités blindées

Des cavités blindées de la section des poteaux sont aménagées dans le radier. Les poteaux sont placés à l'intérieur et viennent en appui sur le génie civil. Les poteaux sont biseautés en bout pour faciliter leur mise en place.

4.3.4.2.2 Poteaux

Les poteaux seront réalisés en profilé type IPE ou HEA. Des bracons pourront être mis en place pour les renforcer



4.3.4.2.3 Poutrelles

Les poutrelles seront constituées de lames d'aluminium unitaires ou pré-assemblées en fonction du poids.

4.3.4.2.4 Modes opératoires

Exemple de mode opératoire de pose :

- 11) Chargement des poteaux et panneaux sur une barge avec grue.
- 12) Les plongeurs vont vider les cavités et nettoyer le seuil.
- 13) Mise en place des poteaux par les plongeurs.
- 14) Mise en place des jambes de force sous l'eau si elles existent.



15) Pose des lames/panneaux par les plongeurs

Exemple de mode opératoire de dépose :

- 5) Soulèvement d'un panneau pour remplir la passe.
- 6) Puis l'inverse des opérations de mise en place.

Une documentation est fournie en annexe du présent rapport.

4.3.4.3 Équipement de commande du barrage

4.3.4.3.1 Fonctions à assurer

Les clapets sont prévus pour fonctionner dans toutes les conditions de charges correspondantes aux niveaux amont et aval minima et maxima ainsi que leurs combinaisons les plus défavorables et pouvoir occuper toutes les positions intermédiaires et extrêmes aussi bien à l'ouverture qu'à la fermeture.

La fonction à assurer par les clapets mobiles est la régulation du niveau amont. Ils doivent pouvoir s'effacer pour être transparents vis à vis des crues.

- Régulation du niveau d'eau amont

Les clapets pourront maintenir le plan d'eau amont à un niveau constant appelé consigne en autorisant une plage de variation +/- 5 cm autour de cette consigne et ceci tant que le niveau du bief amont est au-dessous des plus hautes eaux navigables.

La valeur de la consigne pourra être ajustable dans une plage de l'ordre de +/-10 cm.

Les clapets seront manœuvrés l'un après l'autre pour tenir cette consigne.

- Evacuation des crues

Les clapets mobiles devront s'effacer dans le radier afin de libérer une section mouillée suffisante pour ne pas faire obstacle au passage des crues en tenant compte de la perte de section liée aux ouvrages de génie civil (piles et culées).

4.3.4.3.2 Mode de fonctionnement

- Commande automatique

Dans ce mode de fonctionnement les mouvements de clapets seront gérés automatiquement par l'armoire de contrôle et de commande en fonction du niveau du bief amont et des consignes préétablies.

Les mouvements s'arrêtent sur les fins de course.

- Commande manuelle

Dans ce mode de fonctionnement, chaque clapet sera manœuvré volontairement par un opérateur par l'intermédiaire de l'armoire de commande (distante ou locale) ou d'une télécommande. L'opérateur choisira la manœuvre voulue (montée ou descente) et l'automatisme de commande déclenchera les commandes nécessaires.

Les mouvements s'arrêtent sur les fins de course.

Ces manœuvres seront effectuées à « vue directe » des équipements depuis les piles ou le local de commande.

- Mode maintenance

Le mode maintenance est un mode manuel permettant de placer le tablier et ses organes de manœuvre dans n'importe quelle position pour assurer les opérations de maintenance préventive et curative, de ce fait dans ce mode les fins de course ne sont pas actifs.

Ce mode de fonctionnement présente un risque de détérioration des matériels (les fins de course étant inactifs) mais est indispensable pour assurer certaines opérations de maintenance, notamment sur les organes de manœuvre. Son activation sera protégée (mot de passe dans l'automate ou commutateur à clé).



La manœuvre des équipements sera effectuée à « vue directe » depuis les piles ou le local de commande.

- Mode Manuel ultime

Dans ce mode de fonctionnement, le clapet pourra être manœuvré, à la descente, par l'ouverture d'une vanne sur le circuit hydraulique. Cette fonction permet de garantir la descente du clapet et ainsi d'évacuer les crues. Ce mode n'est à utiliser qu'en mode ultime.

4.3.5 ÉQUIPEMENT ELECTRIQUE ET AUTOMATISME

4.3.5.1 Armoire électrique de commande

- Entretien de l'onduleur (tous les 5 ans) : 500€
- Contrôle réglementaire annuel des équipements électriques : 1'500€

4.3.5.2 Instrumentation

- Contrôle capteurs et fin de courses (tous les 5 ans) : 4'000€
- Groupe électrogène de secours : un groupe électrogène commun aux 4 sites sera prévu.

5 INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES A REALISER

5.1 GEOTECHNIQUE

Des analyses de sédiments permettront de statuer sur la nécessité d'une étude au cas par cas ou pas (respect du seuil S1).



ANNEXES

Annexe 1. : Détail de l'estimation des coûts

Annexe 2 : Note d'hypothèses générales

Annexe 3 : Rapport Mission Hydraulique (MC1)

Annexe 4 : Planification des travaux (MC2)

Annexe 5 : Détail du coût d'exploitation, de surveillance et d'entretien courant des clapets

Annexe 6 : Dossier de plans