



Mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour la réalisation d'un diagnostic structurel et d'une étude d'opportunité pour un ouvrage hydraulique et ses annexes sur le cours de l'Ouche

RAPPORT DE PHASE 2 – AVANT-PROJET SOMMAIRE

Ville de Longvic

Mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour la réalisation d'un diagnostic structurel et d'une étude d'opportunité pour un ouvrage hydraulique et ses annexes sur le cours de l'Ouche

Ville de Longvic

RAPPORT DE PHASE 2 – Avant-projet sommaire

Indice :	Etabli par :	Vérfié par :
A	 MARECHAL Mathieu 2021.01.29 11:34:48 + 02'00'	 nicolas.dubau@arteliagroup.com 2021.01.29 11:38:47 + 02'00'

ARTELIA
Agence Bourgogne / Franche-Comté
21 Avenue Albert Camus
21000 DIJON

Mentions légales

RAPPORT DE PHASE 2 – Avant-projet sommaire
MISSION D'ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE POUR LA REALISATION D'UN DIAGNOSTIC STRUCTUREL ET D'UNE ETUDE D'OPPORTUNITE POUR UN OUVRAGE HYDRAULIQUE ET SES ANNEXES SUR LE COURS DE L'OUCHE

SOMMAIRE

A.	PREAMBULE	9
B.	RAPPELS – ELEMENTS CLES DE L’ETAT DES LIEUX/DIAGNOSTIC	11
1.	PRÉSENTATION DU BARRAGE ET DU SECTEUR D’ÉTUDE	12
1.1.	Localisation générale.....	12
1.2.	Description des ouvrages hydrauliques de Longvic	13
1.2.1.	Barrage de Longvic	13
1.2.2.	Vannage de la médiathèque	15
1.2.3.	Ouvrage de décharge de la mairie	16
1.2.4.	Prise d’eau du vivier	17
1.3.	Données administratives	18
1.3.1.	Propriété du barrage	18
1.3.2.	Contexte foncier.....	18
1.4.	Diagnostic du barrage.....	19
2.	CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	20
2.1.	Classement des cours d’eau.....	20
2.2.	Débit réservé.....	20
3.	CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE	21
3.1.	Hydrologie.....	21
3.1.1.	Débits caractéristiques	21
3.1.2.	Débits classés	21
3.2.	Hydraulique.....	22
3.2.1.	PPRi	22
3.2.2.	Résultats de la modélisation hydraulique	23
4.	CONTEXTE GÉOTECHNIQUE	26
4.1.	Programme des investigations géotechniques	26
4.2.	Résultats des investigations	27
4.3.	Principe de fondations.....	29
5.	CONTEXTE HYDRO-ÉCOLOGIQUE	29
6.	AUTRES ENJEUX DU SECTEUR D’ÉTUDE.....	31
6.1.	Patrimoine naturel	31
6.2.	Contexte culturel et paysager.....	31
6.2.1.	Monuments historiques	31
6.2.2.	Zones de présomption de prescriptions archéologiques	31
6.2.3.	Plan local d’urbanisme intercommunal.....	32
6.3.	Contexte socio-économique	32
C.	PHILOSOPHIE GENERALE DE L’INTERVENTION	33
1.	SYNTHÈSE DE L’ÉTAT DES LIEUX	34

2.	ATTENTES DU MAÎTRE D'OUVRAGE	34
3.	CHOIX DE RÉHABILITATION OU RECONSTRUCTION DU BARRAGE.....	35
4.	LOGIQUE D'INTERVENTION.....	37
4.1.	Problèmes soulevés.....	37
4.2.	Objectifs visés	37
D.	RECONSTRUCTION DU BARRAGE.....	39
1.	HYPOTHÈSES ET CONTRAINTES DE DIMENSIONNEMENT	40
1.1.	Hypothèses géotechniques.....	40
1.2.	Contraintes hydrauliques	40
1.3.	Contraintes d'implantation.....	41
2.	PRINCIPES GÉNÉRAUX DE L'INTERVENTION	42
3.	SCÉNARIO N°1 : BARRAGE EN BÉTON.....	43
3.1.	Rideau d'étanchéité amont	43
3.2.	Fondations de l'ouvrage	43
3.3.	Structure du barrage	44
3.4.	Fosse de dissipation aval	44
4.	SCÉNARIO N°2 : BARRAGE EN ENROCHEMENTS	45
4.1.	Rideau d'étanchéité amont	45
4.2.	Assise de l'ouvrage.....	46
4.3.	Crête du barrage	46
4.4.	Coursier du barrage.....	46
4.5.	Fosse de dissipation aval	47
5.	EQUIPEMENTS CONNEXES	48
5.1.	Vannage	48
5.2.	Entrée du bief.....	48
5.3.	Dispositif de franchissement des embarcations non motorisées.....	49
5.4.	Dispositif de franchissement piscicole	49
E.	MODERNISATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES	50
1.	OBJECTIFS.....	51
2.	DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE	51
3.	EQUIPEMENTS PROPOSÉS.....	54
3.1.	Vannage du barrage	54
3.2.	Ouvrage de décharge de la mairie	54
3.3.	Vannage de la médiathèque	55
4.	ÉLECTRICITÉ, AUTOMATISME ET SUPERVISION	55
4.1.	Prise en compte du vandalisme	55
4.2.	Contrôle-commande et adduction électrique	55
4.2.1.	Situation actuelle	55
4.2.2.	Situation projetée	57

4.3.	Instrumentation	58
4.3.1.	Situation actuelle	58
4.3.2.	Situation projetée	59
4.4.	Supervision et télégestion	59
4.4.1.	Architecture de principe	59
4.4.1.1.	Situation actuelle.....	59
4.4.1.2.	Situation projetée.....	61
4.4.2.	Logiciel de supervision	62
4.4.2.1.	Situation actuelle.....	62
4.4.2.2.	Situation projetée.....	63
4.4.3.	Accès à distance	64
4.4.3.1.	Situation actuelle.....	64
4.4.3.2.	Situation projetée.....	64
4.4.4.	Astreinte	64
4.4.4.1.	Situation actuelle.....	64
4.4.4.2.	Situation projetée.....	64
4.4.5.	Bilans	65
4.4.5.1.	Situation actuelle.....	65
4.4.5.2.	Situation projetée.....	65
4.4.6.	Commande à distance	65
4.4.6.1.	Situation actuelle.....	65
4.4.6.2.	Situation projetée.....	65
5.	EXPLOITATION ET MAINTENANCE.....	65
F.	AMENAGEMENT D'UN DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE	66
1.	HYPOTHÈSES DE DIMENSIONNEMENT	67
1.1.	Spectre écologique	67
1.2.	Plage de fonctionnement	67
1.3.	Données hydrauliques.....	69
2.	EMPLACEMENT DE L'OUVRAGE	70
2.1.	Localisation de l'entrée piscicole	70
2.2.	Positionnement du dispositif.....	70
2.3.	Scénario °1 : Passe à bassins successifs en rive droite	71
2.3.1.	Principe de fonctionnement	71
2.3.2.	Critères de dimensionnement	71
2.3.3.	Pré-dimensionnement.....	72
2.3.4.	Surveillance et entretien	74
2.4.	Scénario °2 : Rampe à macrorugosités régulièrement réparties en rive gauche.....	75
2.4.1.	Principe de fonctionnement	75
2.4.2.	Critères de dimensionnement	76
2.4.3.	Pré-dimensionnement.....	76
2.4.4.	Surveillance et entretien	78
G.	EVALUATION DES INCIDENCES	79

1.	INCIDENCES HYDRAULIQUES	80
1.1.	Impacts sur la ligne d'eau	80
1.2.	Impacts sur la répartition des débits	81
2.	INCIDENCES MORPHOLOGIQUES	83
3.	INCIDENCES HYDRO-ÉCOLOGIQUES	83
4.	INCIDENCES SOCIO-ÉCONOMIQUES	84
5.	INCIDENCES PAYSAGÈRES	84
5.1.	Sur le barrage	84
5.2.	Sur le bief de Longvic	85
5.3.	Sur le vivier	85
6.	INCIDENCES SUR L'EXPLOITATION DES OUVRAGES	86
H.	PROCEDURES REGLEMENTAIRES	87
1.	PROCÉDURE GÉNÉRALE	88
2.	PROCÉDURES COMPLÉMENTAIRES	90
2.1.	Dérogations d'espèces protégées	90
2.2.	Natura 2000	91
2.3.	Sites classés et/ou inscrits au titre des monuments historiques	91
2.4.	Sites classés et/ou inscrits au titre des sites naturels et patrimoniaux	92
2.5.	Défrichement	92
I.	COUT ESTIMATIF DU PROJET	93
1.	COÛT ESTIMATIF DES TRAVAUX DE RECONSTRUCTION DU BARRAGE	94
2.	COÛT ESTIMATIF DES TRAVAUX D'AMÉNAGEMENT D'UNE PASSE À POISSONS	95
J.	SYNTHESE	96
1.	ANALYSE MULTICRITÈRE	97
2.	INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES	100
	ANNEXES	101
	Annexe 1 – Plans des aménagements – Scénario n°1 : Barrage en béton armé	102
	Annexe 2 – Plans des aménagements – Scénario n°2 : Barrage en enrochements appareillés	103
	Annexe 3 – Plans des aménagements – Reconstruction du vannage en rivière	104
	Annexe 4 – Plans des aménagements – Aménagement d'une passe à poissons	105
	Annexe 5 – Rapport géotechnique G2-AVP	106

TABLEAUX

Tableau 1. Débits caractéristiques de l'Ouche au droit du barrage de Longvic	21
Tableau 2. Valeurs des débits caractéristiques correspondant aux Q10%, Q50% et Q90%	22
Tableau 3. Synthèse des résultats de modélisation	24
Tableau 4. Statuts et mesures de protection des espèces piscicoles concernées.....	31
Tableau 5. Tableau d'analyse relatif au choix d'une solution de réutilisation du génie civil existant	36
Tableau 6. Blocométrie des enrochements de la fosse de dissipation	45
Tableau 7. Blocométrie des enrochements constitutifs de la crête du barrage	46
Tableau 8. Blocométrie des enrochements constitutifs du coursier	47
Tableau 9. Blocométrie des enrochements de la fosse de dissipation	47
Tableau 10. Périodes de migration des espèces piscicoles présentes sur le secteur d'étude	67
Tableau 11. Niveaux d'eau projetés en amont et en aval du barrage après travaux.....	69
Tableau 12. Critères hydrauliques pour les espèces cibles présentes au droit du barrage à l'étude	72
Tableau 13. Critères hydrauliques retenus pour le dimensionnement de la passe à bassins successifs	72
Tableau 14. Critères hydrauliques pour les espèces cibles présentes au droit du barrage à l'étude	76
Tableau 15. Critères hydrauliques retenus pour le dimensionnement de la rampe à macrorugosités régulièrement réparties	76
Tableau 16. Incidences sur la ligne d'eau en amont du barrage	80
Tableau 17. Incidences sur la ligne d'eau dans le bief de Longvic.....	81
Tableau 18. Incidences sur la répartition des débits	82
Tableau 19. Analyse multicritère relative aux solutions de reconstruction du barrage	98
Tableau 20. Analyse multicritère relative aux solutions de restauration de la continuité piscicole	99

FIGURES

Figure 1. Localisation du secteur d'étude	12
Figure 2. Vue générale du barrage dans son état actuel (à gauche) et de l'ancien vannage (à droite)	13
Figure 3. Extrait du plan de masse du barrage de Longvic.....	13
Figure 4. Structure générale du barrage	14
Figure 5. Structure du parapet	14
Figure 6. Vues amont (à gauche) et aval (à droite) du vannage de la médiathèque	15
Figure 7. Coupe transversale du vannage de la médiathèque	15
Figure 8. Vue amont (à gauche) et vue aval (à droite) de l'ouvrage de décharge de la mairie	16
Figure 9. Coupe transversale de l'ouvrage de décharge de la mairie	16
Figure 10. Vivier de Longvic (à gauche) et prise d'eau associée (à droite)	17
Figure 11. Coupe transversale de la prise d'eau du vivier	17
Figure 12. Parcelles cadastrales au droit du barrage de Longvic.....	18
Figure 13. Structure interne du barrage et état des aciers apparents.....	19
Figure 14. Rupture du vannage et brèche dans le barrage	19
Figure 15. Affouillement généralisé du barrage.....	20
Figure 16. Cavité dans le coursier aval et fissuration du parement amont	20
Figure 17. Courbe des débits classés de l'Ouche au droit du barrage de Longvic.....	22
Figure 18. Extrait de la carte de zonage du PPRNi de l'Ouche - Planche relative à la commune de Longvic	23
Figure 19. Evolution de la hauteur de chute au droit du barrage de Longvic	25
Figure 20. Débit laissé au tronçon court-circuité de l'Ouche selon la configuration des vannes	25
Figure 21. Localisation des sondages géotechniques réalisés (source : GEOTEC).....	27
Figure 22. Coupe géologique au droit du sondage SP1.....	28
Figure 23. Coupe géologique au droit du sondage SP2 (source : GEOTEC).....	28
Figure 24. Caractéristiques géotechniques des couches de sols en place (source : GEOTEC).....	29
Figure 25. Peuplement piscicole théorique (référence B6+, en gris) et réel (station O10 – 2013, en violet) de l'Ouche à proximité du barrage de Longvic (source : FDPMA21)	30
Figure 26. Localisation des différentes implantations envisageables	41
Figure 27. Exemple de barrage en rivière en béton armé.....	43
Figure 28. Structure générale du barrage en béton armé.....	44
Figure 29. Exemple de barrage en enrochements appareillés	45

RAPPORT DE PHASE 2 – Avant-projet sommaire

MISSION D'ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE POUR LA REALISATION D'UN DIAGNOSTIC STRUCTUREL ET D'UNE ETUDE D'OPPORTUNITE POUR UN OUVRAGE HYDRAULIQUE ET SES ANNEXES SUR LE COURS DE L'OUCHE

Figure 30. Structure générale du barrage en enrochements appareillés	47
Figure 31. Elévation amont du vannage en rivière	48
Figure 32. Synoptique hydraulique de la traversée de Longvic	51
Figure 33. Répartition des débits projetée dans la traversée de Longvic.....	52
Figure 34. Départ vers l'ancienne armoire de contrôle-commande du barrage	56
Figure 35. Armoire électrique de l'ouvrage de décharge de la mairie	56
Figure 36. Armoire électrique du vannage de la médiathèque.....	57
Figure 37. Tube de protection de la sonde de niveau d'eau de l'ouvrage de décharge de la mairie	58
Figure 38. Sonde de niveau à ultrason et détections de niveau haut du vannage de la médiathèque	58
Figure 39. Automates de télégestion installés sur les différents sites	60
Figure 40. Architecture actuelle de la supervision des vannages de Longvic	60
Figure 41. Architecture projetée pour la supervision des vannages de Longvic	61
Figure 42. Licence supervision actuelle.....	62
Figure 43. Photographies des vues de la supervision actuelle	63
Figure 44. Courbe des débits classés de l'Ouche à Longvic	68
Figure 45. Evolution de la hauteur de chute projetée au droit du barrage du Longvic.....	69
Figure 46. Schéma illustrant l'implantation d'une passe à poissons dans le cas d'un obstacle oblique (source : Larinier et al., 1992).....	70
Figure 47. Exemples de passes à bassins successifs – Passe à poissons à double fente de Mirebeau-sur-Bèze (21) (à gauche) et passe à poissons à échancrures de Couternon (21) (à droite)	71
Figure 48. Principe des passes à fentes verticales selon Larinier et al., 1992 (à gauche) Exemple de passe à fente verticale – Franchissement du barrage de Mutzig (67) sur la Bruche (à droite)	73
Figure 49. Implantation générale de la passe à bassins successifs.....	74
Figure 50. Rampe à macrorugosités régulièrement réparties sur la Bèze à Vonges (21)	75
Figure 51. Rampe à macrorugosités régulièrement réparties sur l'Allan au droit du barrage de Méziré (90)	75
Figure 52. Implantation générale de la rampe à macrorugosités régulièrement réparties	77
Figure 53. Coupe de principe de la rampe à macrorugosités régulièrement réparties	78
Figure 54. Incidences sur les débits dans le tronçon court-circuité de l'Ouche	82
Figure 55. Incidences sur les débits dans le bief de Longvic	82
Figure 56. Tronçon de l'Ouche à l'aval du barrage, hors influence d'un quelconque ouvrage hydraulique	84
Figure 57. Bief de Longvic régulé à plein bord avant rupture du barrage	85



A. PREAMBULE

RAPPORT DE PHASE 2 – Avant-projet sommaire
*MISSION D'ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE POUR LA REALISATION D'UN DIAGNOSTIC STRUCTUREL ET D'UNE ETUDE D'OPPORTUNITE POUR
UN OUVRAGE HYDRAULIQUE ET SES ANNEXES SUR LE COURS DE L'OUCHÉ*

Situé sur le territoire de la commune de Longvic, en Côte d'Or (21), le barrage de Longvic est implanté sur le cours de l'Ouche. Cet ouvrage hydraulique joue un rôle important puisqu'il permet la régulation des écoulements dans la traversée de la commune, et notamment :

- L'alimentation du bief de Longvic et des ouvrages associés, garantissant ainsi le maintien d'un niveau d'eau dans le bief durant toute l'année ;
- La régulation des niveaux d'eau en cas de crue de l'Ouche.

En mars 2019, en dehors de tout épisode de crue particulier, le radier supportant le vannage du barrage s'est effondré, entraînant la rupture brutale de l'ouvrage. La brèche créée dans le barrage s'étend sur plusieurs mètres, recueillant ainsi la totalité des écoulements de la rivière et induisant la vidange complète du bief.

Depuis cet évènement, le bief de Longvic ne peut plus être alimenté et reste à sec durant la majeure partie de l'année. Face à ce constat, la Ville étant très attachée au bief et à la plus-value paysagère apportée dans la traversée de la commune, celle-ci envisage la remise en état du barrage à court terme.

C'est dans ce contexte que la Ville de Longvic a engagé une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage, visant à étudier les modalités techniques pour la réhabilitation du barrage et ayant pour principaux objectifs :

- **La pérennisation du barrage**, passant par son confortement ou sa reconstruction intégrale ;
- **La modernisation du barrage**, en concevant des parties mobiles automatisées ;
- **L'équipement du barrage**, avec l'aménagement, dans la mesure du possible, de dispositifs de franchissement des espèces piscicoles et des embarcations non motorisées.

La présente mission intitulée « Mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage pour la réalisation d'un diagnostic structurel et d'une étude d'opportunité pour un ouvrage hydraulique et ses annexes sur le cours de l'Ouche » se décompose en deux phases d'études :

- **Phase 1** : Analyse et diagnostic de l'ouvrage existant (DIAG) ;
- **Phase 2** : Propositions et avant-projets sommaires (APS).

Le présent document formalise la seconde phase de la mission, constituant les études d'avant-projet sommaire (APS). Cette phase consiste en l'élaboration d'une analyse multicritère portant sur deux scénarii d'aménagement, dont l'objectif est de définir le meilleur compromis technico-économique pour la reconstruction du barrage de Longvic.



B. RAPPELS – ELEMENTS CLES DE L'ETAT DES LIEUX/DIAGNOSTIC

1. PRESENTATION DU BARRAGE ET DU SECTEUR D'ETUDE

1.1. LOCALISATION GENERALE

Le barrage à l'étude se situe sur le territoire de la commune de Longvic, en Côte d'Or (21). Cet ouvrage a été implanté sur le cours de l'Ouche, à environ 6 km à l'aval du lac Kir. Cet ouvrage est également référencé dans le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE) développé par l'OFB (anciennement ONEMA), sous la dénomination « Barrage du moulin Trivier » et sous l'identifiant ROE 17529.

Le barrage de Longvic assure la répartition des débits de l'Ouche entre le cours d'eau et le bief de Longvic. Ce bief, qui traverse la commune sur un linéaire d'environ 2 200 m, est muni de plusieurs ouvrages hydrauliques connexes, localisés sur la carte ci-après.



Figure 1. Localisation du secteur d'étude

1.2. DESCRIPTION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES DE LONGVIC

1.2.1. Barrage de Longvic

Le barrage de Longvic (avant sa rupture) se compose de deux parties distinctes :

- Une **partie fixe** en rive gauche, constituée d'un **déversoir** en béton de longueur déversante 84 ml, de largeur (en partie visible) d'environ 2.50 m et arasé à la cote moyenne 227.10 m NGF ;
- Une **partie mobile** en rive droite, constituée d'un **vannage** muni de deux vannes levantes motorisées et automatisées, de largeur 3.40 m et de hauteur 1.10 m chacune, et dont le radier est arasé à la cote 226.00 m NGF (*cote estimée, en l'absence de topographie sur l'ancien vannage, à partir des données transmises par le Maître d'ouvrage*).

A ce jour, le barrage n'est plus constitué que du déversoir fixe, dont l'extrémité en rive droite est en partie démolie. Le vannage a été entièrement désolidarisé du reste de l'ouvrage lors de sa rupture, puis extrait du site par la commune. Une brèche d'une largeur de l'ordre de 10 m est aujourd'hui observée en lieu et place de l'ancien vannage.



Figure 2. Vue générale du barrage dans son état actuel (à gauche) et de l'ancien vannage (à droite)

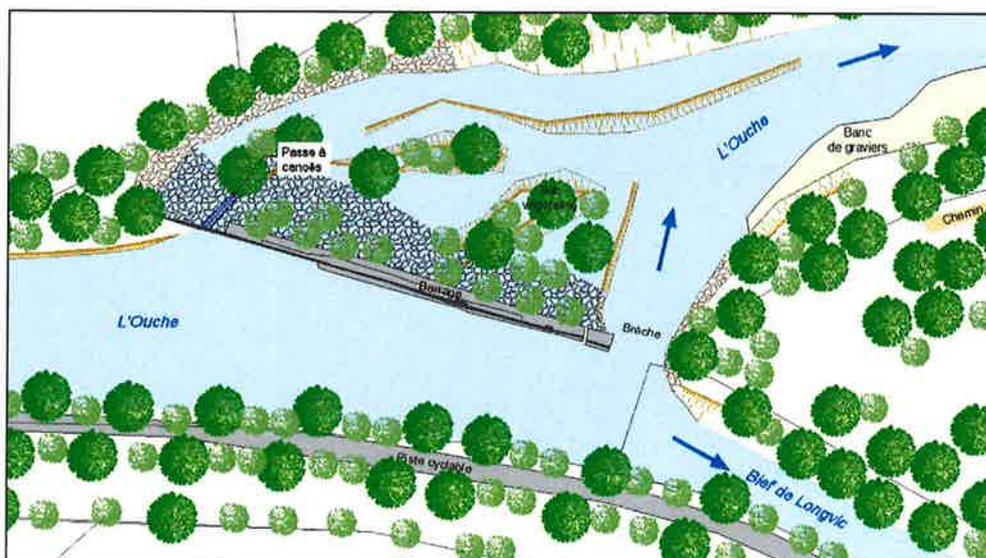


Figure 3. Extrait du plan de masse du barrage de Longvic

Le barrage de Longvic est également équipé d'une **passse à canoës** en rive gauche, de largeur de 1.50 m. Ce dispositif est aujourd'hui obsolète et non fonctionnel, généralement non alimenté en l'absence de surverse sur le barrage.

En l'absence d'informations concernant la structure du barrage, et à partir des parties d'ouvrages observées sur site, il est possible de supposer que :

- Le corps du barrage est composé de matériaux alluvionnaires ou de petits blocs rocheux issus du site ou de carrières environnantes, bloqués en place par des poutres métalliques agencées au sein du coursier aval ;
- Le corps du barrage a été ensuite recouvert d'une chape en béton non armé (ou très peu armé) constituant le parement amont et le début du coursier aval de l'ouvrage ;
- Un parapet a également été aménagé en crête d'ouvrage, afin de rehausser la crête du barrage. Selon les parties de l'ouvrage, celui-ci est soit constitué de béton non armé, soit d'une assise en maçonneries surmontée d'un couronnement en pierres de taille et enduite de gros béton.
- Le coursier aval en béton est prolongé par des enrochements libres de diamètre de l'ordre de 1.00m à 1.50m. Ces enrochements sont liaisonnés au béton de part et d'autre de la passe à canoës uniquement.

Seules des investigations géotechniques sur l'ouvrage pourront permettre de confirmer ou d'infirmer ces hypothèses concernant la structure du corps du barrage.



Figure 4. Structure générale du barrage

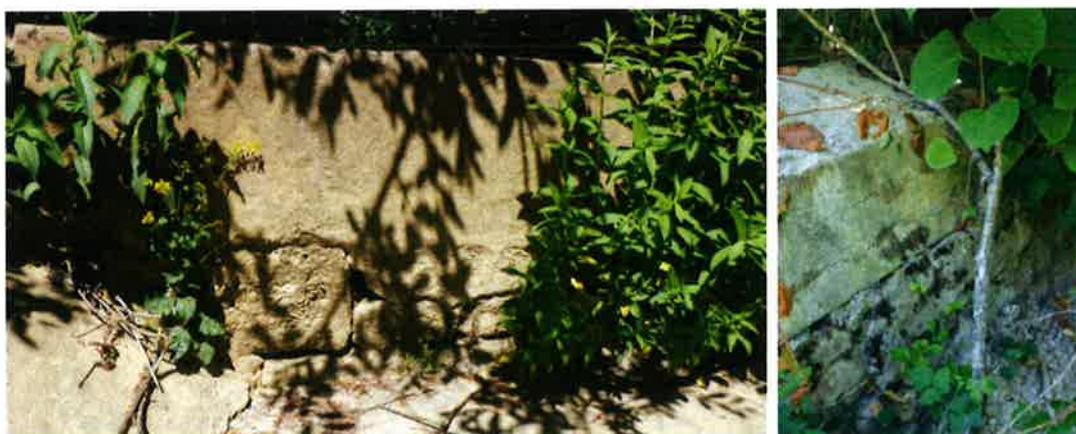


Figure 5. Structure du parapet

1.2.2. Vannage de la médiathèque

Le vannage est implanté au niveau de la médiathèque de Longvic, à environ 1500 m de l'entrée du bief. Cet ouvrage correspond à un vannage transversal, équipé d'une vanne levante de caractéristiques :

- Largeur : 4.74 m ;
- Hauteur : 0.47 ;
- Cote du radier : 224.70 m NGF.

Lorsque la vanne est maintenue en position fermée, cet ouvrage permet le maintien d'un niveau d'eau fixé à la cote 225.17 m NGF sur l'ensemble du bief.

Le vannage de la médiathèque est un ouvrage motorisé, manœuvré par déplacement sur site. Il est la propriété de la ville de Longvic, qui en assure également sa gestion.



Figure 6. Vues amont (à gauche) et aval (à droite) du vannage de la médiathèque

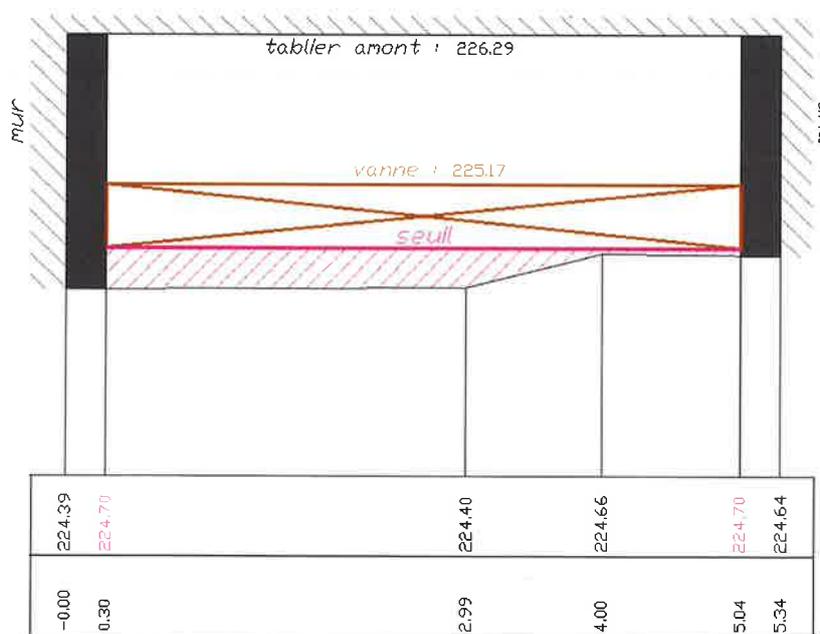


Figure 7. Coupe transversale du vannage de la médiathèque

1.3. DONNEES ADMINISTRATIVES

1.3.1. Propriété du barrage

Le barrage de Longvic est la propriété de la Ville de Longvic.

1.3.2. Contexte foncier

Le barrage de Longvic est entièrement localisé sur la commune de Longvic (21).

Les parcelles cadastrales présentes à proximité du barrage sont localisées sur la carte suivante :

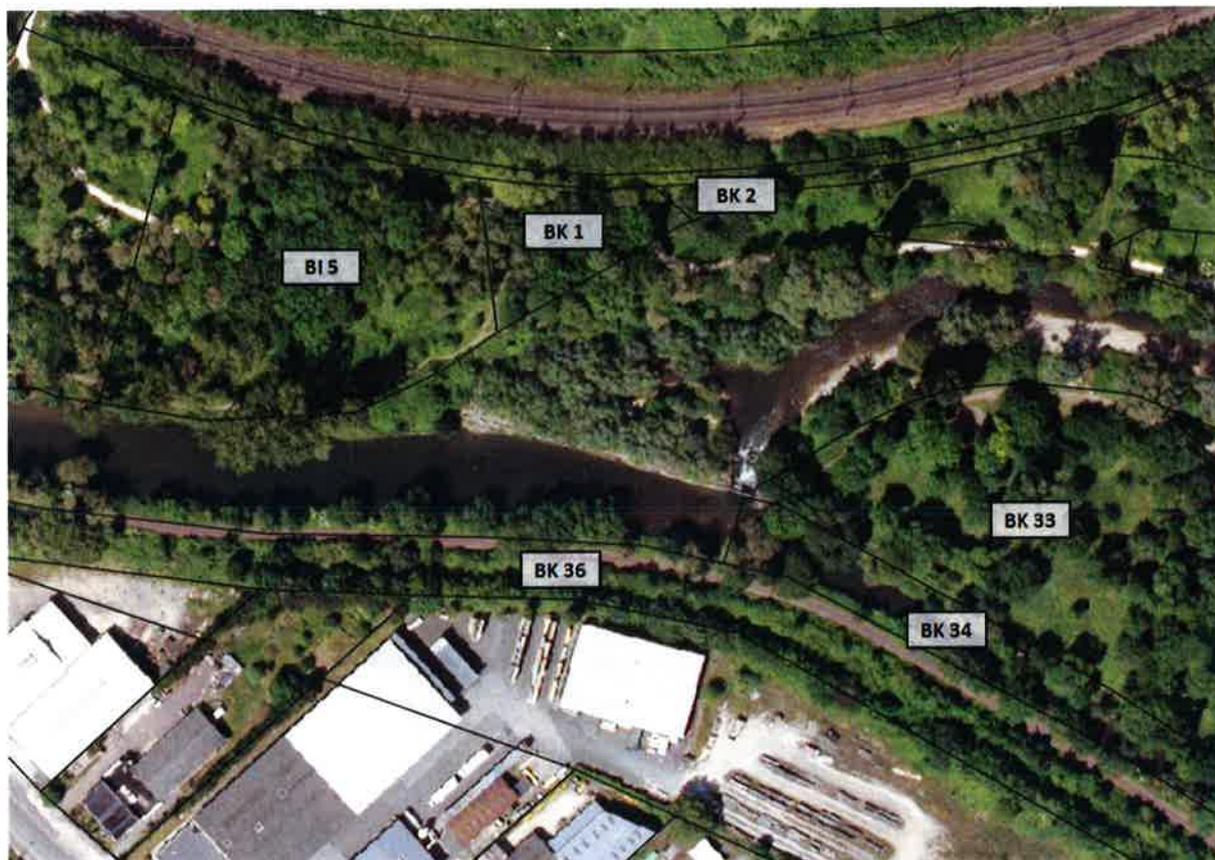


Figure 12. Parcelles cadastrales au droit du barrage de Longvic

La Ville de Longvic est propriétaire des parcelles riveraines du barrage suivantes :

- En rive gauche : BI 5 et BK 1 ;
- En rive droite : BK 33, BK 34 et BK 36.

Seule la parcelle BK 2 est la propriété de la SNCF.

1.4. DIAGNOSTIC DU BARRAGE

Aujourd'hui, le barrage de Longvic présente un état très dégradé ne lui permettant plus d'assurer sa fonctionnalité. Au-delà de la rupture de l'ouvrage, le diagnostic réalisé a également fait ressortir de nombreux désordres ou dysfonctionnements préjudiciables pour la pérennité de la structure existante :

- Des **matériaux constitutifs du barrage vétustes**, avec un béton altéré et de qualité originelle médiocre, ainsi qu'un important défaut de ferrailage, dont plusieurs fers à béton sont aujourd'hui sujets à la corrosion ;
- Un **sous-cavement généralisé sous le parement amont**, en lien avec l'abaissement du niveau de la retenue depuis la rupture du barrage, mettant en évidence l'absence de fondations et de bèche assurant l'ancrage et l'étanchéité de l'ouvrage dans les alluvions de l'Ouche ;
- **Plusieurs zones de circulations d'eau à travers ou sous le barrage** en cas de mise en charge de l'ouvrage, accentuées lors des épisodes de crue et susceptibles d'entraîner des phénomènes d'érosion interne des matériaux en place, selon leur nature et leur granulométrie ;
- Un **coursier aval en mauvais état**, avec une cavité importante mettant à nu le corps du barrage, ainsi que le développement de plusieurs Saules de gros diamètre au sein des enrochements libres mis en œuvre dans le prolongement de la structure en béton.



Figure 13. Structure interne du barrage et état des aciers apparents



Figure 14. Rupture du vannage et brèche dans le barrage



Figure 15. Affouillement généralisé du barrage



Figure 16. Cavité dans le coursier aval et fissuration du parement amont

2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE

2.1. CLASSEMENT DES COURS D'EAU

La Loi sur l'Eau et les milieux aquatiques (LEMA, 30 décembre 2006) transpose en droit français la Directive cadre européenne sur l'eau (DCE) qui fixe l'atteinte du bon état pour beaucoup de cours d'eau à l'horizon 2015 (ou 2021 et 2027 en cas de dérogation). En matière de continuité écologique y est particulièrement mise en évidence, elle remet au goût du jour le classement des cours d'eau en identifiant 2 listes (art. L.214-17 du Code de l'Environnement) :

- **Liste 1** : Les rivières à **préserv**er ;
- **Liste 2** : Les rivières à **resta**urer.

D'après l'arrêté du 19 juillet 2013 pris par le Préfet coordonnateur du bassin Rhône-Méditerranée-Corse, le tronçon de l'Ouche accueillant le barrage de Longvic n'est classé ni en Liste 1, ni en Liste 2.

2.2. DEBIT RESERVE

La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA, 30 décembre 2006), reprise par l'article L.214-18 du Code de l'Environnement, intègre la notion de débit minimum biologique (DMB). Ce DMB est défini comme le débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces aquatiques.

Le DMB, aussi appelé " débit réservé ", ne doit pas être inférieur au 1/10^{ème} du module interannuel du cours d'eau, pour l'essentiel des installations, et au 1/20^{ème} de ce module pour les ouvrages situés sur un cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m³/s, ou pour les ouvrages hydroélectriques contribuant à la production d'électricité en période de pointe de consommation, listés par décret.

Le module de l'Ouche au droit du barrage de Longvic étant égal à 6.49 m³, le débit réservé est donc fixé au 1/10^{ème} du module, soit 0.65 m³/s.

3. CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDRAULIQUE

3.1. HYDROLOGIE

3.1.1. Débits caractéristiques

Les débits caractéristiques de l'Ouche estimés au droit du barrage de Longvic sont synthétisés dans le tableau suivant :

Tableau 1. Débits caractéristiques de l'Ouche au droit du barrage de Longvic

Station	Barrage de Longvic
Surface bassin versant (km ²)	681
Module (m ³ /s)	6.49
Débits d'étiage (m ³ /s)	
VCN10 5 ans	0.56
QMNA5	0.68
Débits de crue (m ³ /s)	
Q2	62
Q5	85
Q10	112
Q20	135
Q50	172
Q100	205

3.1.2. Débits classés

La courbe des débits classés de l'Ouche au droit du barrage de Longvic est la suivante :

Débits classés de l'Ouche à Longvic

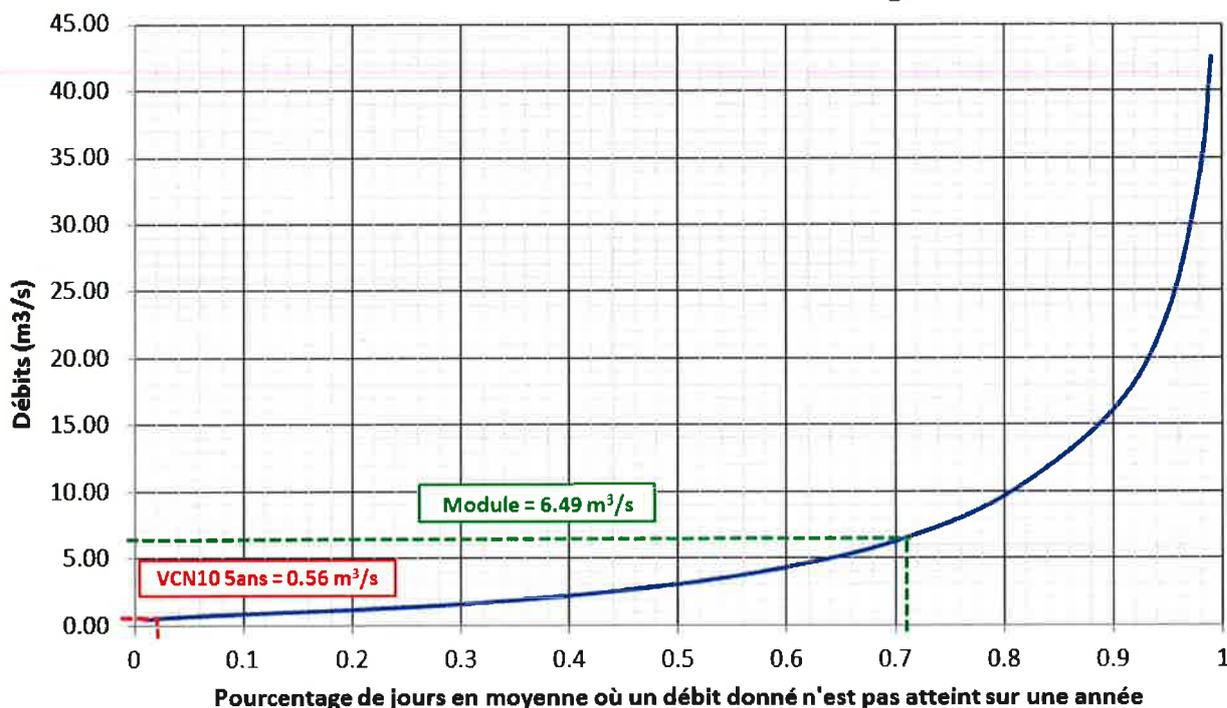


Figure 17. Courbe des débits classés de l'Ouche au droit du barrage de Longvic

Notons également quelques valeurs de débits caractéristiques qui pourront s'avérer utiles dans la suite de l'étude, notamment concernant les plages de fonctionnement d'une passe à poissons : le débit médian Q50, ainsi que les Q10 et Q90 (débits dont les fréquences de non dépassement sont respectivement 0.50, 0.10 et 0.90).

Tableau 2. Valeurs des débits caractéristiques correspondant aux Q10%, Q50% et Q90%

Débits caractéristiques (m ³ /s)		
Q10%	Q50%	Q90%
0.85	3.07	16.09

3.2. HYDRAULIQUE

3.2.1. PPRI

La commune de Longvic fait l'objet d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles d'inondation (P.P.R.N.i.) contre les risques de débordements de l'Ouche et du Suzon.

Ce document réglementaire, destiné à faire prendre connaissance des risques d'inondation et réduire la vulnérabilité des personnes et des biens, a été approuvé par arrêté préfectoral du 24 juin 2014.

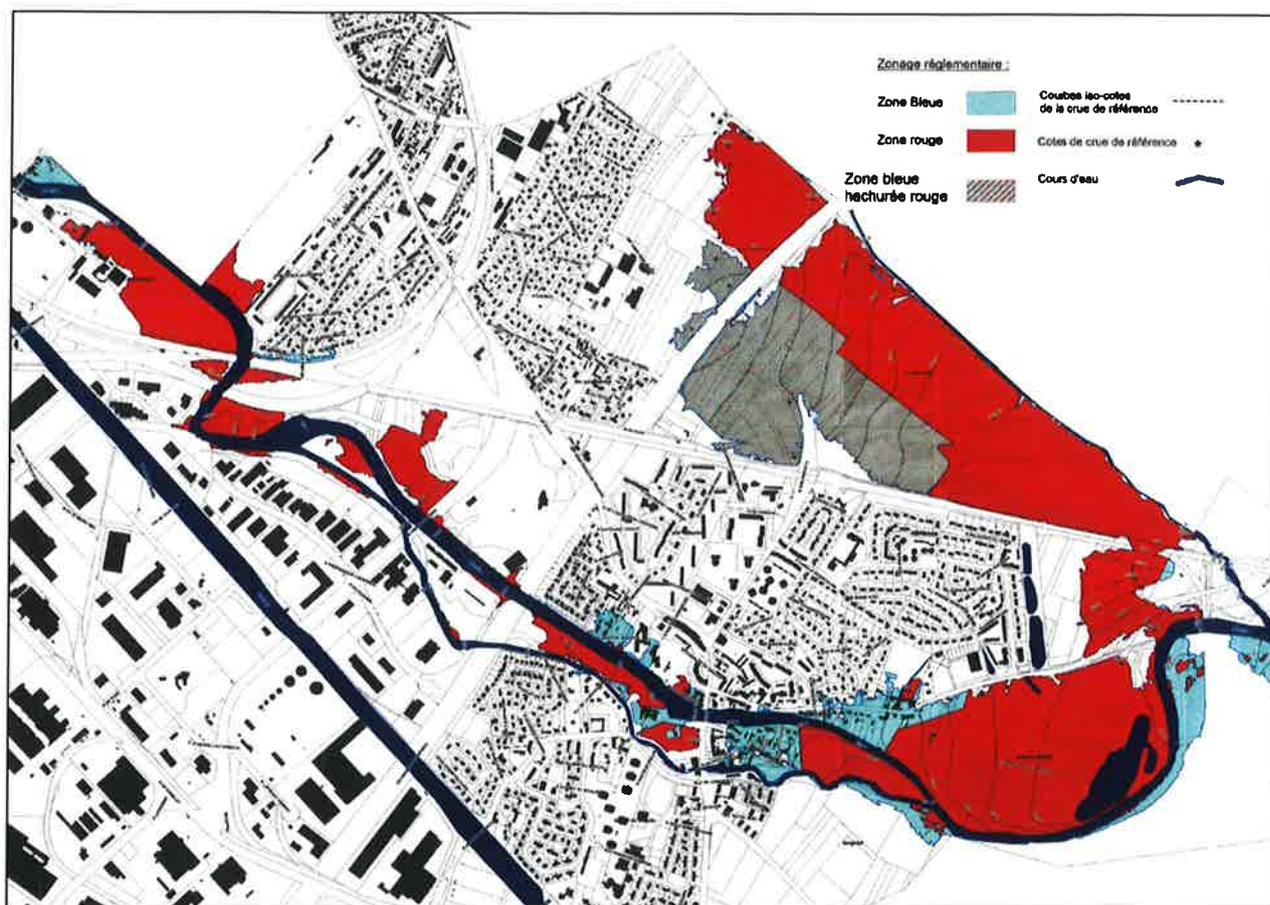


Figure 18. Extrait de la carte de zonage du PPRNi de l'Ouche - Planche relative à la commune de Longvic

3.2.2. Résultats de la modélisation hydraulique

Un modèle hydraulique a été construit à l'échelle de la commune de Longvic, sur la base des relevés topographiques réalisés par le cabinet HYDROTPO en Février 2020.

L'outil de modélisation employé est le **logiciel HEC-RAS** (version 4.1.0). Ce logiciel intégré pour l'analyse hydraulique, conçu par le Hydrologic Engineering Center de l'U.S Army Corps of Engineers, permet de simuler les écoulements à surface libre. Il s'agit d'un modèle unidimensionnel, dans lequel le lit mineur est représenté par une suite de profils en travers entre lesquels la courbe de remous est calculée par résolution numérique des équations de Saint-Venant. Le lit majeur n'est ici pas représenté, s'attachant à étudier les écoulements en lit mineur.

Compte tenu du grand nombre d'organes mobiles, dont la manœuvre peut différer selon la gestion retenue, les résultats des calculs hydrauliques sont présentés au sein des tableaux suivants selon trois configurations :

- **Cas n°1 :** Toutes les vannes sont maintenues ouvertes en permanence, sur le barrage comme sur les ouvrages du bief ;
- **Cas n°2 :** Toutes les vannes sont maintenues fermées en permanence, sauf à partir de la crue biennale (Q2) où l'exploitant procède à leur ouverture totale ;
- **Cas n°3 :** Seule une vanne du barrage est totalement ouverte en permanence, puis la totalité des vannes sont ouvertes à partir de la crue biennale.

Les résultats de modélisation obtenus pour chacun de ces cas sont présentés dans les tableaux suivants :

CAS N°1 : TOUTES VANNES OUVERTES						
Débit de l'Ouche		Débit Ouche (m ³ /s)	Débit bief (m ³ /s)	Niveau d'eau amont (m NGF)	Niveau d'eau aval (m NGF)	Hauteur de chute (m)
Fréquence	Valeur (m ³ /s)					
VCN10 5 ans	0.56	0.44	0.12	226.11	224.54	1.57
QMNA5	0.68	0.55	0.13	226.13	224.56	1.57
Module	6.49	5.10	1.39	226.58	224.93	1.65
2xModule	13.0	9.73	3.25	226.89	225.16	1.73
3xModule	19.5	14.7	4.73	227.10	225.33	1.77
Q2	62	55	7.05	227.35	226.13	1.22
Q5	85	77	8.11	227.42	226.56	0.86
Q10	112	103	9.22	227.47	226.97	0.50

CAS N°2 : OUVERTURE DES VANNES A PARTIR DE LA CRUE BIENNALE Q2						
Débit de l'Ouche		Débit Ouche (m ³ /s)	Débit bief (m ³ /s)	Niveau d'eau amont (m NGF)	Niveau d'eau aval (m NGF)	Hauteur de chute (m)
Fréquence	Valeur (m ³ /s)					
VCN10 5 ans	0.56	0.00	0.56	226.35	224.41	1.94
QMNA5	0.68	0.00	0.68	226.39	224.42	1.97
Module	6.49	1.69	4.80	227.13	224.70	2.43
2xModule	13.0	7.53	5.45	227.22	225.06	2.16
3xModule	19.5	13.6	5.91	227.28	225.09	2.19
Q2	62	55.0	7.05	227.35	226.13	1.22
Q5	85	76.9	8.11	227.42	226.56	0.86
Q10	112	102.8	9.22	227.47	226.97	0.50

CAS N°3 : OUVERTURE PERMANENTE D'UNE VANNE DU BARRAGE / TOUTES VANNES OUVERTES A PARTIR DE LA CRUE BIENNALE Q2						
Débit de l'Ouche		Débit Ouche (m ³ /s)	Débit bief (m ³ /s)	Niveau d'eau amont (m NGF)	Niveau d'eau aval (m NGF)	Hauteur de chute (m)
Fréquence	Valeur (m ³ /s)					
VCN10 5 ans	0.56	0.39	0.17	226.17	224.54	1.63
QMNA5	0.68	0.48	0.20	226.19	224.55	1.64
Module	6.49	4.01	2.48	226.78	224.89	1.89
2xModule	13.0	8.24	4.74	227.12	225.09	2.03
3xModule	19.5	14.2	5.27	227.19	225.31	1.88
Q2	62	55.0	7.05	227.35	226.13	1.22
Q5	85	76.9	8.11	227.42	226.56	0.86
Q10	112	102.8	9.22	227.47	226.97	0.50

Tableau 3. Synthèse des résultats de modélisation

Les principales conclusions pouvant être tirées de ces résultats sont les suivantes :

- **Hauteur de chute :**

Sur la plage de débits couvrant la période de fonctionnalité d'un éventuel dispositif de franchissement piscicole (entre l'étiage et 3 fois le module), la hauteur de chute augmente avec les débits de l'Ouche. Elle diminue ensuite, en raison de l'ouverture de toutes les vannes du site et afin de limiter les débordements en cas de crue.

Cette tendance, qui fait exception au fonctionnement de la majorité des ouvrages hydrauliques, est ici due à la non-exploitation de la grande longueur déversante du barrage, qui permet généralement de limiter les exhaussements de la ligne d'eau en amont des ouvrages. Dans le cas présent, le déversoir est calé à 1.00 m plus haut que les radiers des vannes, laissant ainsi la priorité aux organes mobiles, plus étroits, et induisant une élévation rapide du niveau d'eau.

La hauteur de chute reste dans tous les cas importante, variant entre 1.50 m et 2.50 m, pouvant impliquer l'aménagement d'une passe à poissons de dimensions relativement importante.

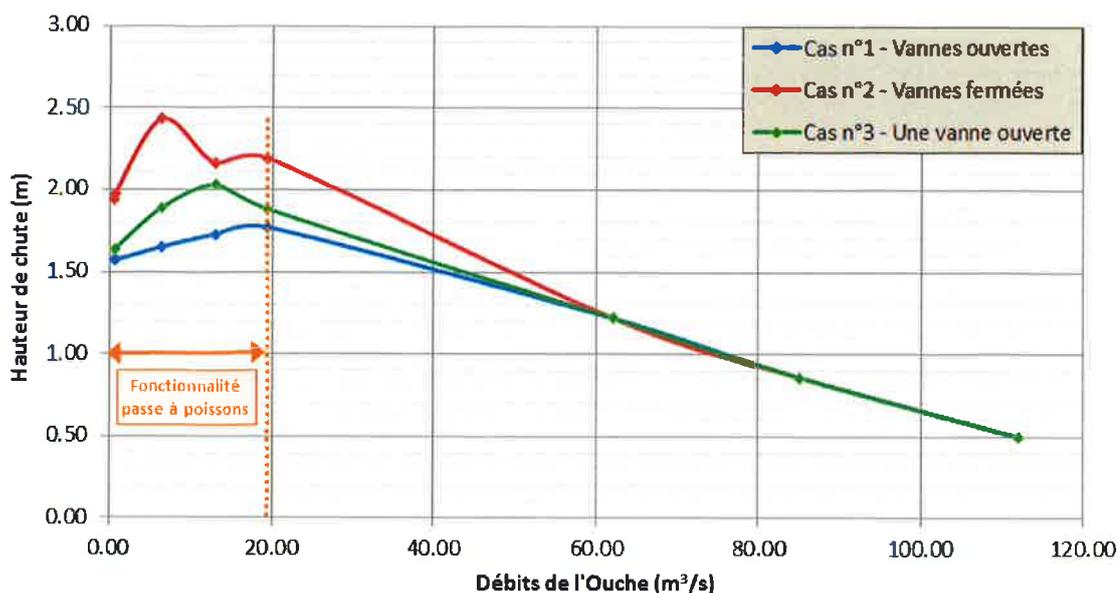


Figure 19. Evolution de la hauteur de chute au droit du barrage de Longvic

- **Répartition des débits :**

La répartition des débits entre le bief de Longvic et le tronçon court-circuité de l'Ouche dépend fortement de la gestion des vannages.

En effet, le barrage étant globalement plus haut que les ouvrages implantés sur le bief, ceux-ci prélèvent alors une part importante du débit de l'Ouche en période d'étiage. Cette configuration est ici peu favorable au respect du débit réservé, qui doit néanmoins être assuré durant toute l'année.

En particulier, lorsque toutes les vannes sont maintenues fermées, aucun débit ne s'écoule dans le tronçon court-circuité de l'Ouche. Une telle situation n'est pas autorisée en pratique.

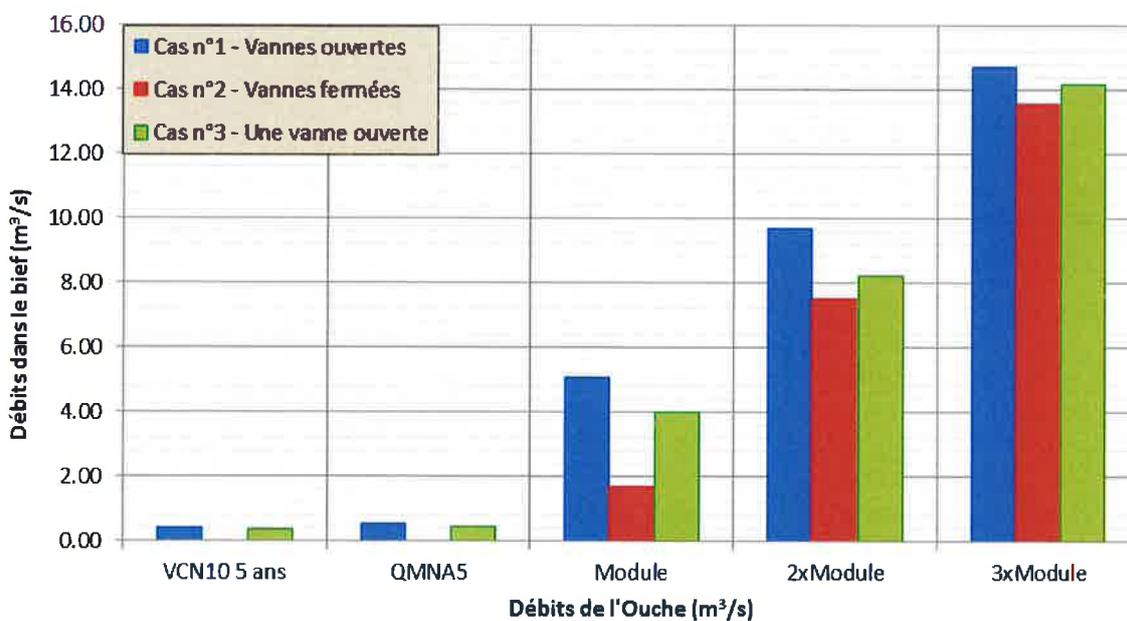


Figure 20. Débit laissé au tronçon court-circuité de l'Ouche selon la configuration des vannes

Dans ce contexte, la gestion hydraulique des ouvrages de Longvic nécessite d'être optimisée, en particulier afin de s'assurer du respect du débit réservé. Ceci passera notamment par une nouvelle définition des consignes de gestion des différents vannages, de manière à simplifier les besoins de manipulation.

4. CONTEXTE GEOTECHNIQUE

4.1. PROGRAMME DES INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

Dans le cadre du projet de reconstruction du barrage de Longvic, le cabinet GEOTEC a réalisé une mission géotechnique G2-AVP, visant à :

- Caractériser le contexte géologique au droit du barrage à l'étude ;
- Définir le principe de fondations des ouvrages.

Les investigations suivantes ont été mises en œuvre :

- 3 sondages géologiques (SP1, SP2 et SP3) réalisés à la tarière en diamètre 63 mm, à 10 m de profondeur et localisés sur le barrage ;
- Des essais pressiométriques selon un intervalle de 1.00 m à 1.50 m au sein des sondages géologiques ;
- 2 sondages carottés (SC1 et SC2) à 4.00 m de profondeur, localisés en rive du barrage ;
- 6 identifications GTR.

L'emplacement des sondages réalisés est précisé sur le plan suivant

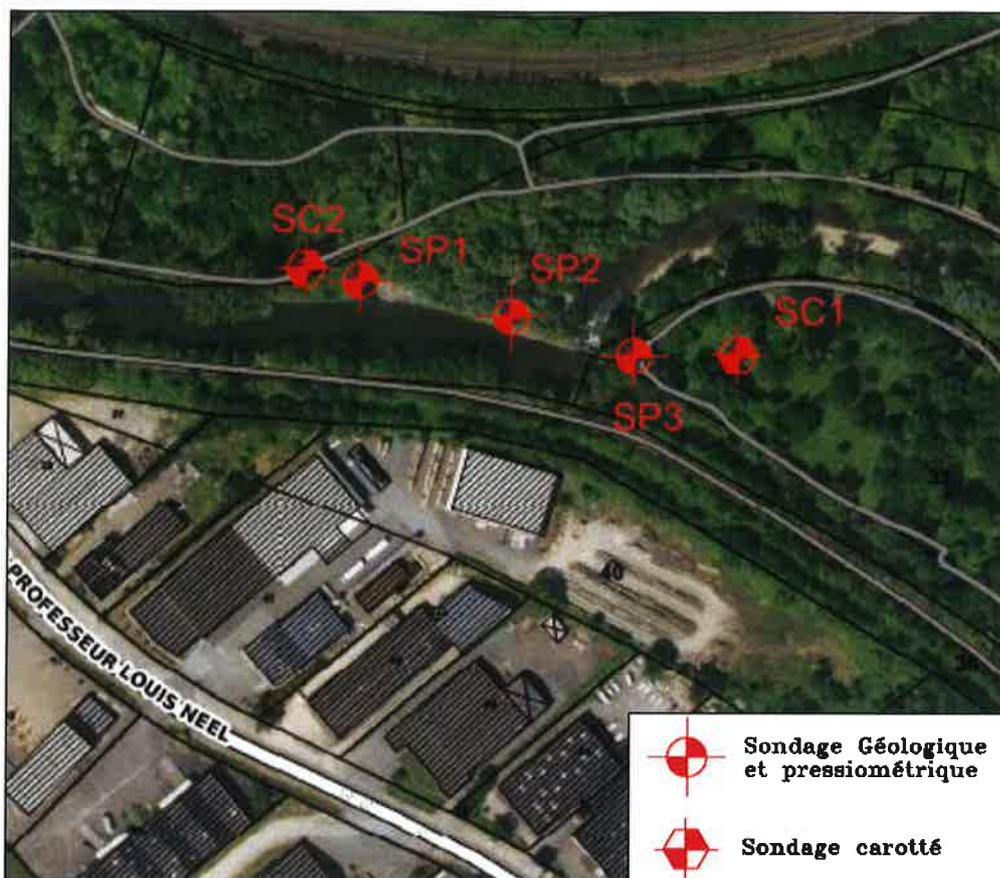


Figure 21. Localisation des sondages géotechniques réalisés (source : GEOTEC)

4.2. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

L'analyse des différents sondages et essais permet de définir les couches de sol en place au droit du site du projet et leurs caractéristiques mécaniques. Les investigations réalisées font état de :

- Une **couche de terre végétale** sur une épaisseur de 0.30 à 0.50 m ;
- Une **couche de remblais** issus des aménagements existants aux abords du barrage, d'épaisseur 0.40 m environ, constitués de matériaux sablo-graveleux ou argilo-limoneux (avec une variabilité probablement importante de recouvrement et de nature des remblais au droit du site et à proximité du barrage) ;
- Une **couche d'argile plus ou moins limoneuse à graviers**, sur une épaisseur de 1.50 à 2.50 m identifiée au droit de SC1, SC2 et SP2 uniquement, de caractéristiques mécaniques moyennes et de classe GTR A1/A2 (sols majoritairement fins argilo-limoneux sensibles, voire très sensibles, à l'eau) ;
- Une **couche de sables et graviers à matrice limoneuse** plus ou moins abondante, reconnue sur une épaisseur de 2.50 à 4.70 m entre les cotes 222.10-222.60 et 224.80-227.30 m NGF, de caractéristiques mécaniques moyennes à élevées et de classe GTR B3/B4/D2 (sols graveleux avec peu de fines peu ou insensibles à l'eau) ;
- Une **couche de marne beige**, correspondant au complexe sédimentaire marneux, atteinte vers les cotes 222.10 à 222.60 m NGF et de caractéristiques moyennes à très élevées.

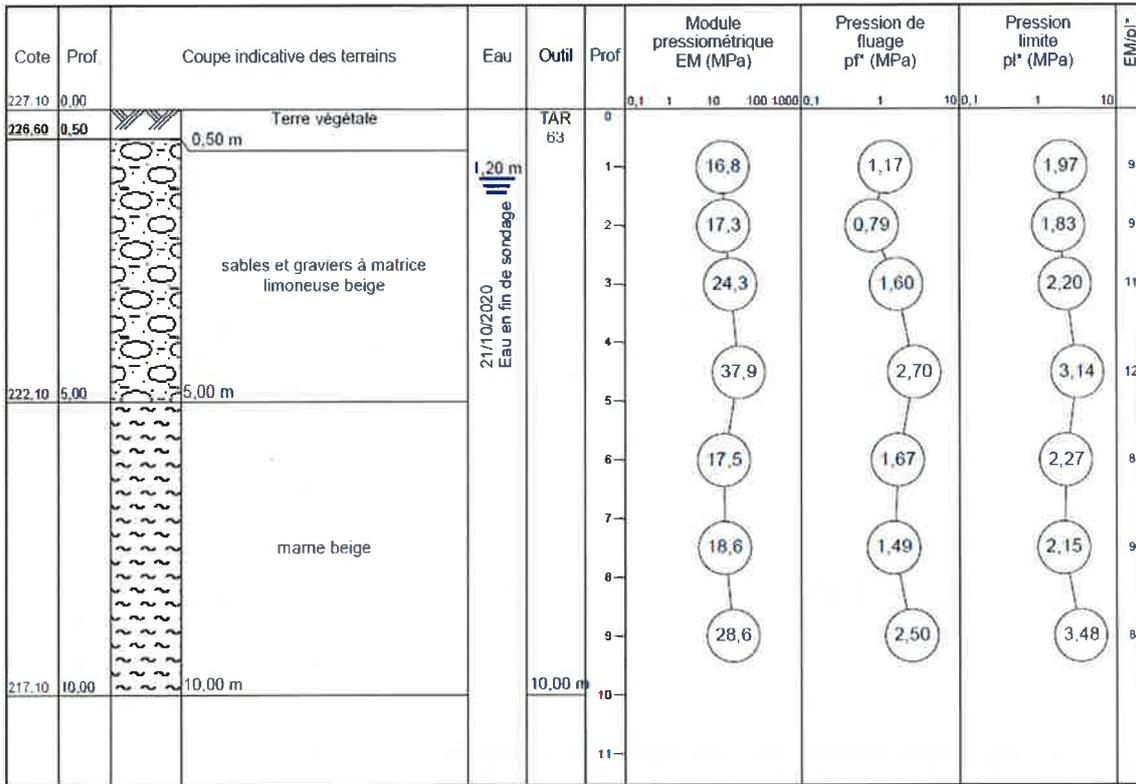


Figure 22. Coupe géologique au droit du sondage SP1

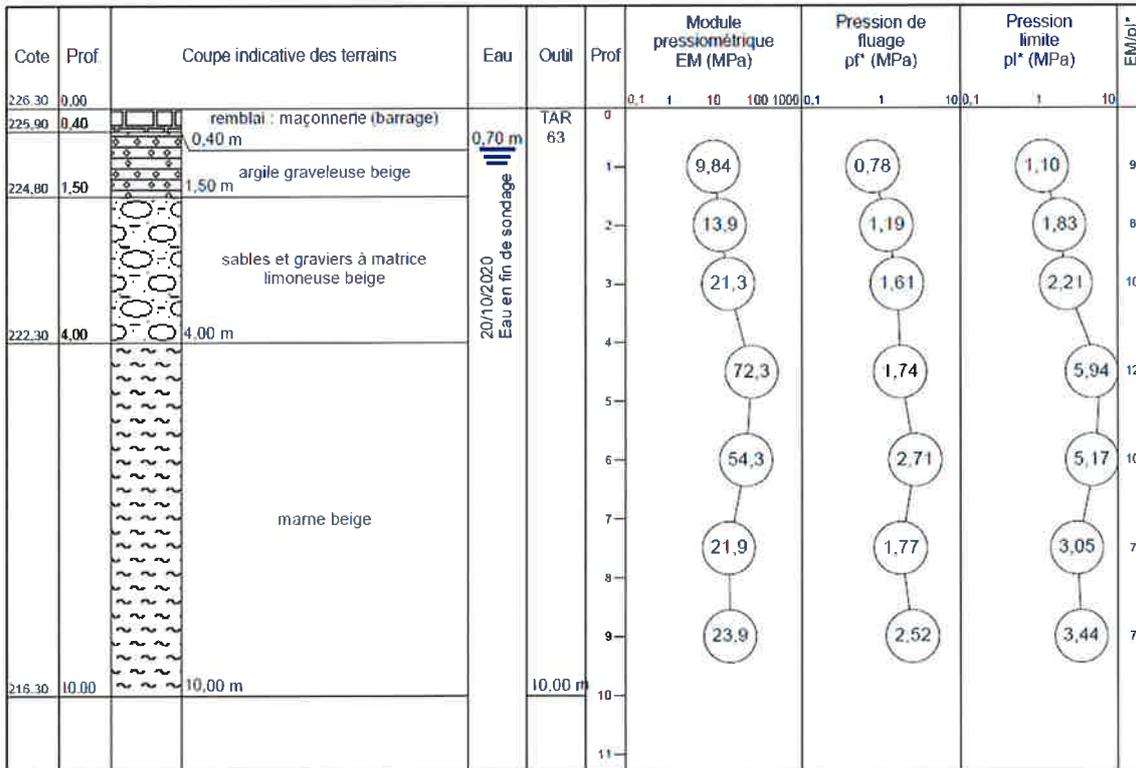


Figure 23. Coupe géologique au droit du sondage SP2 (source : GEOTEC)

4.3. PRINCIPE DE FONDATIONS

Les caractéristiques géotechniques retenues pour les principales couches de sols rencontrées au droit du barrage de Longvic sont les suivantes :

Formation	Pression limite p^*	Module pressiométrique E_M	Coefficient rhéologique ρ	Poids volumique humide γ_h	Cohésion C'	Angle de frottement φ'
	MPa	MPa	-	kN/m ³	kPa	°
Sable et graviers à matrice limoneuse +/- abondante	2.10	18.80	0.25	20.0	0	30
Mame saumon	3.20	25.00	0.50	20	50	20

Figure 24. Caractéristiques géotechniques des couches de sols en place (source : GEOTEC)

Concernant la réalisation des travaux de reconstruction du barrage, plusieurs préconisations techniques sont formulées par le géotechnicien, notamment :

- L'étanchéité de la fouille sera assurée partiellement par une **enceinte semi-étanche de type écran de palplanches**, qui permettra de constituer un écran de soutènement stable lors des terrassements ;
- La fondation de l'ouvrage sera constituée par un **radier porteur rigide sollicitant les sables et graviers à matrice plus ou moins limoneuse** abondante par l'intermédiaire d'un béton de propreté, à condition que la structure permette une bonne répartition des charges.

5. CONTEXTE HYDRO-ÉCOLOGIQUE

Le tronçon de l'Ouche accueillant le barrage de Longvic est classé en **première catégorie piscicole**. Cette catégorie correspond à des cours d'eau où vivent principalement des espèces piscicoles d'eaux vives, de type Salmonidés (Truite fario par exemple).

Le peuplement piscicole présent au droit du secteur d'étude a été recensé au niveau de la station du Parc de la Colombière (station O10), localisée à seulement 1 km en amont du barrage de Longvic. La pêche électrique menée en 2013 a permis de mettre en évidence les populations suivantes :

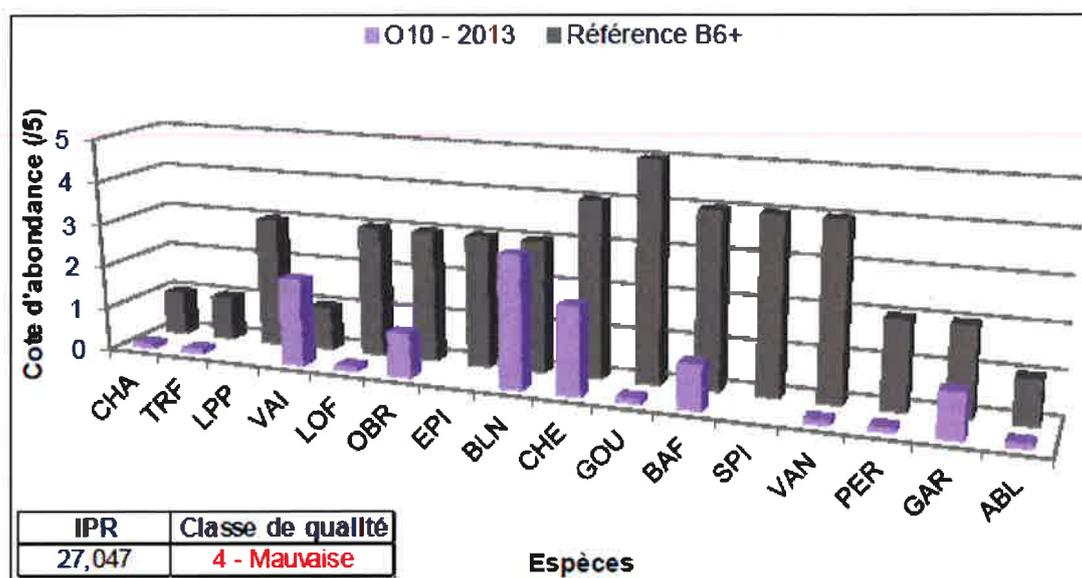


Figure 25. Peuplement piscicole théorique (référence B6+, en gris) et réel (station O10 – 2013, en violet) de l’Ouche à proximité du barrage de Longvic (source : FDPPMA21)

Sur le tronçon d’étude, l’Ouche présente un peuplement piscicole moyennement diversifié (13 espèces observées, contre 18 en théorie) et globalement bien en-deçà des abondances théoriques attendues pour un niveau typologique B6+. Ce constat est d’autant plus valable pour les espèces salmonicoles, telles que la Truite fario et ses espèces d’accompagnement, que sont le Chabot et la Loche franche, qui restent très peu représentées et en abondance insuffisante. Notons également la présence de l’Ombre commun, en densité légèrement plus importante.

On notera également la présence de plusieurs Cyprinidés rhéophiles, tels que le Vairon, présent en très forte densité, le Goujon et la Vandoise de manière plus anecdotique, ainsi que le Chevesne et le Barbeau fluviatile. Le Spirilin est quant à lui totalement absent sur ce tronçon, bien que théoriquement attendu.

Ce peuplement est complété par des espèces moins exigeantes en termes d’habitats aquatiques, telles que le Gardon, la Perche commune, le Blageon ou encore l’Ablette.

Aucun grand migrateur (de type Saumon, Anguille, Alose...) n’est présent sur ce tronçon de l’Ouche. En revanche, plusieurs espèces d’intérêt patrimonial sont présentes et devront faire l’objet d’une attention particulière en cas de mise en œuvre d’un dispositif de franchissement piscicole.

Tableau 4. Statuts et mesures de protection des espèces piscicoles concernées

Espèce		Directive européenne "Habitats-Faune-Flore" ¹		Arrêté du 8 déc ² 1988	Convention de Berne ³
Nom vernaculaire	Nom scientifique	Annexe II	Annexe V		Annexe III
Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>		X		
Blageon	<i>Telestes souffia</i>	X			X
Chabot	<i>Cottus gobio</i>	X			
Loche franche	<i>Cobitis taenia</i>			X	X
Ombre commun	<i>Thymallus thymallus</i>		X	X	X
Truite fario	<i>Salmo trutta fario</i>			X	
Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>			X	

6. AUTRES ENJEUX DU SECTEUR D'ETUDE

6.1. PATRIMOINE NATUREL

Le barrage de Longvic n'est localisé au sein d'aucun zonage environnemental particulier (Natura 2000, ZNIEFF, ABP, etc...).

6.2. CONTEXTE CULTUREL ET PAYSAGER

6.2.1. Monuments historiques

Le barrage de Longvic est localisé en dehors du périmètre délimité des abords du « Parc de Dijon et domaine contigu de la Colombière » (Id. 2004150002), respectivement inscrit et classé au titre des Monuments Historiques depuis le 10 novembre 1925 et le 02 février 1925. Dans ce contexte, l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France n'est pas requis pour ce projet.

6.2.2. Zones de présomption de prescriptions archéologiques

Le barrage de Longvic est localisé au sein d'une zone de présomption de prescription archéologique, définie sur la commune de Longvic par l'arrêté 2015-282 du 30 décembre 2015. Sur cette commune, le seuil de superficie est fixé à 1000 m². Selon le type et l'emprise des aménagements projetés, le service Archéologie de la Direction Régionale des

¹ Directive européenne du 21 mai 1992 qui concerne la conservation des habitats naturels ainsi que les espèces de faune et de flore sauvages. Elle se compose de six annexes. L'Annexe II liste les types d'habitats et les espèces dont la conservation nécessite la désignation de Zones Spéciales de Conservation (ZSC). L'Annexe V concerne les espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont les prélèvements dans la nature et l'exploitation sont susceptibles de faire l'objet de mesures de gestion.

² L'arrêté du 8 décembre 1988 fixe la liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire national.

³ Les espèces inscrites à l'annexe III de la Convention de Berne de 1979 doivent faire l'objet d'une réglementation, afin de maintenir l'existence de ces populations hors de danger.

Affaires Culturelles (DRAC) devra être consulté pour donner son avis et éventuelles prescriptions archéologiques sur le dossier.

6.2.3. Plan local d'urbanisme intercommunal

La commune de Longvic fait partie intégrante du Plan local d'urbanisme intercommunal Habitats et Déplacements (PLUi-HD) de Dijon Métropole. Le PLUi-HD a été approuvé par une délibération du Conseil métropolitain en date du 19 décembre 2019 et mis en application depuis le 23 janvier 2020. A ce titre, les règles d'urbanisme énoncées dans le règlement correspondant s'appliquent pleinement sur le territoire de la commune de Longvic.

Le barrage de Longvic et ses abords immédiats sont localisés au sein des zonages suivants :

- **Zone naturelle (N)**, qui regroupe les secteurs à protéger en raison soit de la qualité des sites, des milieux naturels, des paysages et de leur intérêt, notamment du point de vue esthétique, historique ou écologique ;
- **Espaces d'intérêt paysager et écologique (EIPE)**, qui sont à préserver. Tous travaux ayant pour effet de modifier ou supprimer des éléments de paysage et non soumis à un régime d'autorisation doivent faire l'objet d'une déclaration préalable en vertu de l'article R.421-23 du code de l'urbanisme.

Dans le cas présent, l'espace d'intérêt paysager et écologique localisé à proximité du barrage à l'étude correspond en partie à l'**arboretum de Longvic**.

6.3. CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE

Aujourd'hui, le barrage assure l'alimentation du bief de Longvic (sous réserve d'un débit suffisant dans l'Ouche). Il joue ainsi essentiellement un **rôle d'agrément paysager**, avec le maintien d'un chenal à plein bord sur près de 2 200 m dans la traversée de la commune.

Le barrage favorise la **pratique du canoë-kayak** sur l'Ouche, par maintien d'un niveau d'eau suffisant sur le tronçon de cours d'eau localisé plus en amont. Cette activité est encadrée par l'ASPTT Dijon Canoë-kayak, qui propose un parcours ludique sur l'Ouche entre le lac Kir et la mairie de Longvic. La « traversée Dijon-Longvic » se compose de plusieurs points d'embarquement et de débarquement, répartis au gré des différents barrages rencontrés.



C. PHILOSOPHIE GENERALE DE L'INTERVENTION

1. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX

Les principaux éléments à retenir de l'état des lieux réalisé sur le barrage de Longvic sont les suivants :

- Un ouvrage présentant un **état général très dégradé** et ayant fait l'objet d'une **importante brèche en mars 2019**, ne lui permettant plus aujourd'hui d'assurer sa fonctionnalité ;
- Un **système de télégestion vétuste**, nécessitant une mise à jour globale des consignes de gestion ;
- Un **fonctionnement hydraulique complexe**, avec une répartition des débits entre le tronçon court-circuité de l'Ouche, le bief de Longvic et les différents ouvrages connexes en place ;
- Une **gestion hydraulique peu adaptée**, en lien avec une ouverture non optimisée des vannes du bief et une faible prise en compte des enjeux de débit réservé sur le tronçon court-circuité de l'Ouche ;
- Un **ouvrage ne supportant aucun enjeu économique**, si ce n'est qu'il contribue à l'agrément paysager au sein de la commune en maintenant le niveau d'eau dans le bief ;
- Un **enjeu piscicole faible**, sur ce tronçon de première catégorie piscicole non classé en Liste 1, ni en Liste 2 au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement ;
- Des **enjeux environnementaux modérés**, avec l'absence d'inscription en zonage réglementaire spécifique, mais son implantation aux abords d'un espace d'intérêt paysager et écologique au titre du PLUi-HD de Dijon Métropole ;
- Une **future organisation des travaux complexe**, en lien avec le respect du débit réservé durant toute la durée du chantier, la nécessité de batarder tout ou partie de la zone de travail, ainsi que la présence de foyers de Renouée du Japon à l'aval du barrage.

2. ATTENTES DU MAÎTRE D'OUVRAGE

Les attentes et objectifs de la Ville de Longvic, Maître d'Ouvrage de l'opération, sont clairement retranscrits dans le CCTP et ont été rappelés lors de la réunion de restitution de la phase 1 du 05 juin 2020.

Ainsi, l'objectif de la présente étude est de définir les **modalités techniques relatives à la réhabilitation du barrage de Longvic**, respectant les contraintes et enjeux suivants :

- Garantir l'intégrité du barrage par la réalisation des travaux nécessaires à la consolidation de l'ouvrage et de ses abords ;
- Optimiser la gestion hydraulique du site en prenant en compte l'ensemble des contraintes et enjeux locaux, notamment en termes de respect du débit réservé ;
- Privilégier une conception favorisant le transit sédimentaire sur ce tronçon de l'Ouche ;
- Intégrer la problématique de restauration de la continuité écologique de l'Ouche au droit du barrage de Longvic, en lien avec la politique environnementale portée par la commune de Longvic ;
- Etudier la possibilité de franchissement du barrage par les embarcations non motorisées, de type canoës/kayaks ;

- Maintenir un niveau d'eau minimal dans le bief (dont la cote aura été fixée sur site avec les services techniques de la commune), en particulier sur le tronçon localisé entre le pavillon des Demoiselles et la médiathèque ;
- Assurer la sécurité des biens et des personnes (riverains et exploitant), tant en phase travaux qu'en phase d'exploitation ;
- Garantir des conditions optimales d'exploitation, d'accessibilité et d'entretien des aménagements ;
- Maîtriser l'emprise foncière et les coûts associés au projet, dans la limite des possibilités techniques.

3. CHOIX DE REHABILITATION OU RECONSTRUCTION DU BARRAGE

A l'issue du diagnostic du barrage, une analyse de la pertinence d'une solution de reconstruction du barrage avec réutilisation du génie civil existant a été menée. La méthodologie mise en application a été conforme au guide « Réutilisation du génie civil lors de la reconstruction des barrages », élaboré par Voies Navigables de France (VNF) et le Centre d'études techniques maritimes et fluviales (CETMEF).

Dans le cadre de cette analyse, plusieurs paramètres clés sont déterminants pour orienter les choix de reconstruction de l'ouvrage et ont été analysés dans une approche qualitative.

La synthèse des paramètres d'analyse pour la réutilisation du génie civil existant et leurs conditions d'application dans le cas du barrage de Longvic est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 5. Tableau d'analyse relatif au choix d'une solution de réutilisation du génie civil existant

Paramètres	Description des conditions	Appréciation (*)	Explications
Contraintes d'implantation	Implantation du futur ouvrage contrainte à l'amont par la non-obstruction du bief et à l'aval par la faible largeur du lit mineur.	F	L'implantation actuelle du barrage est à privilégier pour le futur ouvrage.
Conditions de réalisation des travaux	Pas de nécessité de conserver le plan d'eau amont durant les travaux.	N	Batarde de la zone de travail nécessaire en cas de confortement comme de reconstruction complète.
Adéquation entre le type des bouchures existantes et futures	Conservation d'un système de vannes levantes, ou mise en œuvre d'un clapet.	N	L'emprise disponible au droit de la brèche permet d'adapter la conception quelle que soit l'organe mobile retenu.
Modifications des performances hydrauliques	La réhabilitation du barrage ne s'accompagne d'aucun souhait de modification de la performance hydraulique, par prise en compte du PPRI Ouche.	N	La conservation du gabarit actuel du barrage permet soit de conserver l'ouvrage existant, soit de procéder à une reconstruction complète.
Intérêt particulier à conserver l'ouvrage existant	Pas de souhait particulier du Maître d'ouvrage.	N	L'aspect visuel du futur ouvrage devra permettre son intégration paysagère au sein du site, quelle que soit la solution retenue.
Conditions de fondations	Barrage fondé sur les alluvions de l'Ouche à faible profondeur, soumis à d'importants phénomènes de sous-cavements et de circulations d'eau.	D	Le système de fondations nécessite une reprise générale, incluant la mise en œuvre d'une voile d'étanchéité amont.
Qualité des matériaux constitutifs de l'ouvrage existant	Le béton constitutif du barrage est vieillissant, pourvu d'aciers en trop faible quantité et parfois corrodés.	D	L'état des matériaux constitutifs de la structure existante incite à une reconstruction complète du barrage, avec des matériaux de qualité assurant la pérennité de l'ouvrage.
Conception de l'ouvrage existant	Le barrage correspond à un barrage poids en béton. Le radier du vannage était vraisemblablement sous-dimensionné.	D	Le mode de conception/construction de l'ouvrage existant n'est pas connu, avec un radier sous-dimensionné. Les règles de dimensionnement actuelles sont plus difficiles à vérifier.

(*) **F** : Conditions favorables à la réutilisation du génie civil existant

D : Conditions défavorables à la réutilisation du génie civil existant

N : Conditions neutres vis-à-vis de la réutilisation du génie civil existant

A la lecture du tableau d'analyse précédent, il apparaît que deux paramètres sont rédhibitoires pour la mise en œuvre d'une solution de réutilisation du génie civil existant : les conditions de fondations actuelles, grandement altérées depuis la rupture du barrage, ainsi que la qualité des matériaux constitutifs de l'ouvrage existant, présentant d'importants signes de vétusté.

Ainsi, compte tenu du mauvais état général de l'ouvrage, la solution de reconstruction complète du barrage est ici à privilégier.

Le Maître d'ouvrage a émis un avis favorable sur ce choix technique lors de la réunion de restitution de la phase 1 du 05 juin 2020. Deux scénarii d'aménagement seront étudiés afin de pouvoir être comparés au sein d'une analyse multicritère et d'aboutir au meilleur compromis technico-économique pour la reconstruction du barrage.

4. LOGIQUE D'INTERVENTION

4.1. PROBLEMES SOULEVES

Au-delà de la simple remise en eau du bief, le projet de reconstruction du barrage de Longvic s'inscrit dans une logique d'intervention plus globale visant à optimiser le fonctionnement hydraulique dans la traversée de la commune.

Le diagnostic du secteur d'étude a permis de mettre en évidence les problèmes de gestion actuelle des ouvrages mobiles et les difficultés d'exploitation rencontrées. Les principaux problèmes constatés sont notamment :

- Une **automatisation des vannages aujourd'hui vieillissante**, avec des consignes d'exploitation peu claires (pourcentage d'ouverture des vannes) et difficilement exploitables ;
- Une **exploitation peu adaptée des ouvrages mobiles**, en lien avec leur configuration atypique et leur calage altimétrique relativement haut lié à l'ancien usage de l'eau sur le bief, avec en particulier :
 - Une ouverture manuelle et brutale de la vanne de l'ouvrage de décharge en cas de crue, résultant en la création d'à-coups hydrauliques sur le bief ;
 - Une ouverture de la vanne de la médiathèque conduisant à obstruer une partie de la section utile du bief, peu propice au bon écoulement des eaux en cas de crue.
- Le **non-respect du débit réservé** lorsque les vannes du barrage de Longvic sont maintenues fermées, avec des écoulements s'écoulant préférentiellement dans le bief au détriment de l'Ouche.

4.2. OBJECTIFS VISES

Dans ce contexte, le projet proposé s'attachera à prendre en compte les différents problèmes et dysfonctionnements constatés de manière à optimiser la gestion de l'eau dans la traversée de la commune, et notamment la répartition des écoulements entre les différents ouvrages existants. L'optimisation de la gestion hydraulique devra en particulier répondre aux objectifs suivants :

- **Respect du débit réservé** durant toute l'année ;

- **Adaptation du mode de gestion des ouvrages mobiles**, en lien avec leur fonction intrinsèque et leur configuration actuelle ;
- **Modernisation des automates de télégestion**, avec la mise à jour des interfaces et des consignes de gestion ;
- **Maintien d'un niveau d'eau dans le bief de Longvic**, en particulier sur le tronçon localisé entre le pavillon des Desmoiselles et la médiathèque où une lame d'eau de l'ordre de 20 cm est souhaitée (cote projet fixée à 225.11 m NGF) ;
- Equiper le barrage avec les aménagements permettant d'assurer la **continuité écologique** et le **franchissement des embarcations non motorisées**.



D. RECONSTRUCTION DU BARRAGE

1. HYPOTHESES ET CONTRAINTES DE DIMENSIONNEMENT

Au stade Avant-projet sommaire (APS), le pré-dimensionnement des aménagements sera basé sur les hypothèses et contraintes suivantes :

1.1. HYPOTHESES GEOTECHNIQUES

Les conditions géotechniques locales sont issues du rapport GEOTECH de Décembre 2020 et mettent en évidence au droit du barrage :

- Une **couche de terre végétale** sur une épaisseur de 0.30 à 0.50 m ;
- Une **couche de remblais** issus des aménagements existants aux abords du barrage, d'épaisseur 0.40 m environ, constitués de matériaux sablo-graveleux ou argilo-limoneux (avec une variabilité probablement importante de recouvrement et de nature des remblais au droit du site et à proximité du barrage) ;
- Une **couche d'argile plus ou moins limoneuse à graviers**, sur une épaisseur de 1.50 à 2.50 m identifiée au droit de SC1, SC2 et SP2 uniquement, de caractéristiques mécaniques moyennes et de classe GTR A1/A2 (sols majoritairement fins argilo-limoneux sensibles, voire très sensibles, à l'eau) ;
- Une **couche de sables et graviers à matrice limoneuse** plus ou moins abondante, reconnue sur une épaisseur de 2.50 à 4.70 m entre les cotes 222.10-222.60 et 224.80-227.30 m NGF, de caractéristiques mécaniques moyennes à élevées et de classe GTR B3/B4/D2 (sols graveleux avec peu de fines peu ou insensibles à l'eau) ;
- Une **couche de marne beige**, correspondant au complexe sédimentaire marneux, atteinte vers les cotes 222.10 à 222.60 m NGF et de caractéristiques moyennes à très élevées.

1.2. CONTRAINTES HYDRAULIQUES

Le diagnostic du secteur d'étude a mis en évidence un calage altimétrique atypique des ouvrages existants qui, en raison d'une crête de barrage relativement haute, conduit à favoriser des écoulements au sein du bief de Longvic au détriment du cours d'eau.

Dans ce contexte, l'une des principales contraintes de dimensionnement consistera à abaisser le barrage. Cette conception présente ici plusieurs avantages, que sont :

- Une **meilleure répartition des écoulements**, plus favorable au respect du débit réservé en période estivale tout en assurant l'alimentation du bief sur une plage de débits acceptable ;
- Une **réduction de la hauteur de chute** (différence de niveaux d'eau amont/aval) au droit du barrage, résultant en des équipements connexes de moindre ampleur (passe à poissons, passe à canoës/kayaks) ;
- Un **abaissement de la hauteur du barrage**, diminuant le volume de matériaux à mettre en œuvre.

Un tel abaissement reste néanmoins limité par les contraintes hydrauliques locales, telles que le maintien d'écoulements dans le bief ou encore la non-aggravation du risque d'inondation sur le territoire de la commune. Le calage altimétrique définitif du barrage constituera donc le meilleur compromis entre ces différents enjeux et contraintes.

1.3. CONTRAINTES D'IMPLANTATION

Dans le cadre de la reconstruction complète du barrage, les différents types d'implantation envisageables pour le futur ouvrage ont été analysés :

- A l'amont du barrage existant ;
- A l'aval du barrage existant ;
- En lieu et place du barrage existant.

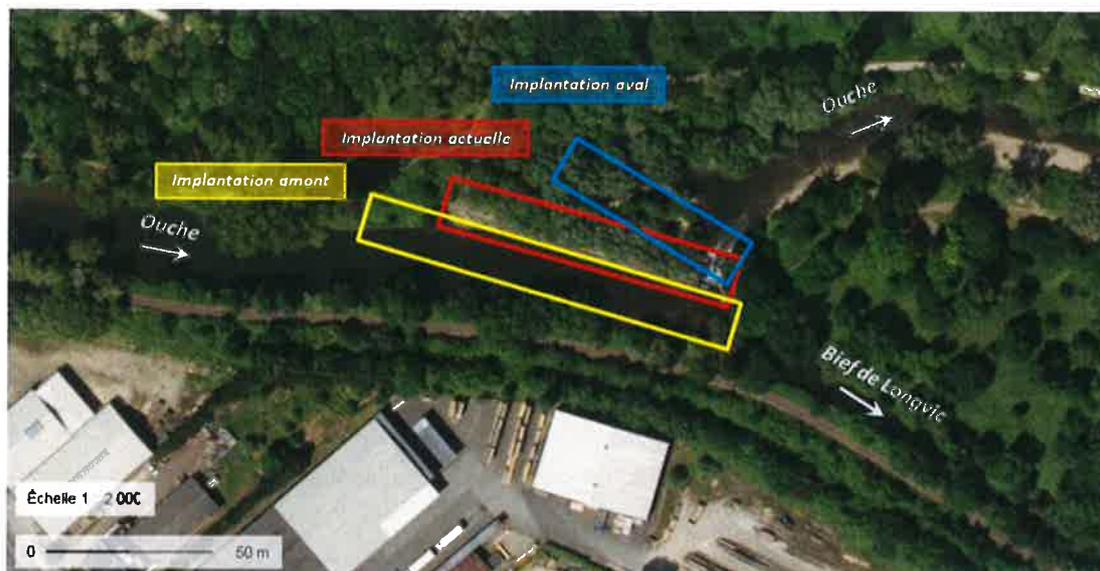


Figure 26. Localisation des différentes implantations envisageables

Implantation amont :

L'implantation en amont du barrage actuel est écartée car cette configuration conduirait à obstruer une partie du bief et à allonger le linéaire du déversoir. Ceci résulterait en un ouvrage plus imposant et, de ce fait, plus onéreux.

Implantation aval :

L'implantation en aval du barrage actuel présente l'avantage de faciliter la mise hors d'eau du chantier, en utilisant le barrage actuel comme batardeau amont. Néanmoins, cette configuration implique de réduire la longueur de l'ouvrage, en raison de la réduction de la largeur du lit mineur de l'Ouche à l'aval du barrage, ce qui aurait un impact sur le fonctionnement hydraulique à l'échelle du site.

Implantation actuelle :

L'implantation en lieu et place du barrage existant présente le principal inconvénient de nécessiter un phasage plus rigoureux, et probablement plus long, des travaux car cette configuration implique de démolir le barrage existant préalablement à la construction du nouvel ouvrage. Toutefois, au vu de la constitution de l'ouvrage existant et de son état de dégradation avancé, cette opération peut être envisageable au démarrage du chantier et dans une durée maîtrisable.

Au regard de ces différents éléments, l'implantation retenue pour le nouveau barrage correspond à l'emplacement du barrage existant.

2. PRINCIPES GENERAUX DE L'INTERVENTION

Tenant compte des objectifs et des contraintes inhérentes au projet de reconstruction du barrage de Longvic, les principes de conception de l'ouvrage et d'intervention en phase chantier qui seront mis en œuvre dans le cadre de cette opération sont les suivants :

- **Préparation des accès** : Les accès peuvent être envisagés par la rive gauche ou la rive droite du barrage, depuis l'arboretum de Longvic. Le choix définitif sera validé ultérieurement, avec l'appui d'un écologue pour l'évaluation des incidences faune/flore/habitats. Quel que soit l'accès retenu :
 - Des **coupes préventives** et/ou un fauchage préalable seront à prévoir ;
 - Une **mise en sécurité renforcée du site** sera à mettre en œuvre par l'entreprise de travaux, tenant compte de la forte fréquentation des lieux en période estivale durant laquelle se déroulera le chantier.
- **Gestion de l'eau en phase chantier** : La gestion de l'eau durant les travaux est primordiale et devra respecter *a minima* les points suivants :
 - **Isolement et mise à sec de la zone de travail** par la mise en œuvre d'un rideau de palplanches en amont du barrage, couplé à un dispositif de pompage des eaux en fond de fouilles (les eaux pompées devant impérativement être filtrées et décantées avant rejet dans le milieu aquatique) ;
 - **Respect du débit réservé** dans le tronçon court-circuité de l'Ouche à l'aval du barrage durant toute la durée du chantier.
- **Démolition de l'ouvrage existant** et évacuation des matériaux en décharge agréée ;
- Terrassements et **réalisation du fond de fouilles** ;
- **Construction du nouvel ouvrage**, comprenant les fondations et le corps du barrage ;
- **Nivellement de la crête du barrage**, de manière à conserver un écoulement homogène sur toute la longueur déversante de l'ouvrage ;
- **Gestion de la dissipation d'énergie en pied d'ouvrage** afin de limiter les phénomènes d'affouillement ;
- **Mise en œuvre des aménagements connexes** : vannage, passe à poissons, passe à canoës/kayaks, mise en sécurité du site, ...

Au-delà de ces principes d'intervention généraux, deux scénarii d'aménagement ont été étudiés et sont présentés ci-après :

- **Scénario n°1** : La reconstruction d'un barrage en béton ;
- **Scénario n°2** : La reconstruction d'un barrage en enrochements.

3. SCENARIO N°1 : BARRAGE EN BETON

Le scénario n°1 prévoit l'aménagement d'un barrage poids en béton armé, en lieu et place de l'ouvrage existant.



Figure 27. Exemple de barrage en rivière en béton armé

3.1. RIDEAU D'ETANCHEITE AMONT

Afin d'assurer l'étanchéité de l'ouvrage, un rideau d'étanchéité devra être mis en œuvre en amont immédiat du corps du barrage. Cet aménagement, absent sur le barrage existant, est nécessaire pour limiter les écoulements résiduels sous-jacents à l'ouvrage.

Cet écran étanche sera constitué d'un rideau de palplanches, de type PU18 ou PU22, qui s'étendra sur toute la longueur de l'ouvrage (vannage compris), soit sur un linéaire de 90 m. Il sera ancré dans la couche marneuse, jusqu'à un horizon de sol jugé de bonne qualité et avec une fiche suffisante pour assurer la stabilité de l'ouvrage. **Le dimensionnement définitif du rideau de palplanches devra être formalisé dans le cadre d'une mission de type G2-PRO effectuée par un géotechnicien.**

Au-delà de l'étanchéité permanente du barrage, le rideau de palplanches constituera également le batardeau amont provisoire en phase chantier. Il permettra de faciliter la mise à sec de la zone de travail et sera recépé à la cote du barrage en fin de travaux. **La fiche hydraulique de l'écran de palplanches permettant de limiter les débits d'exhaure en fond de fouilles devra être déterminée en phase PRO.**

3.2. FONDATIONS DE L'OUVRAGE

La fondation du barrage sera constituée d'un radier porteur rigide, aménagé sous l'emprise de l'ouvrage et ancré dans la couche de sables et graviers à matrice limoneuse plus ou moins abondante, qui seront sollicités à condition que la structure permette une bonne répartition des charges.

L'interface entre le radier en béton armé et la couche de sol portante sera assurée par la mise en œuvre d'un béton de propreté sur une épaisseur de 0.10 m, qui accueillera la fondation du barrage.

Le dimensionnement du système de fondations du barrage restera conforme aux prescriptions du rapport géotechnique G2-AVP.

3.3. STRUCTURE DU BARRAGE

Le barrage sera constitué d'un massif en béton armé muni d'un coursier aval pour assurer la bonne évacuation des écoulements.

L'ouvrage sera arasé à la cote **226.50 m NGF**, soit environ 0.60 m sous la cote du barrage actuel fixée à 227.10 m NGF en moyenne. Cette géométrie permet d'exploiter pleinement la longueur déversante importante du barrage, de manière à obtenir un compromis entre le marnage de l'Ouche en amont de l'ouvrage, l'alimentation du bief de Longvic et la gestion des écoulements en période de crue.

D'une manière générale, le barrage possèdera les caractéristiques techniques suivantes :

- Cote de crête : 226.50 m NGF ;
- Hauteur : 2.00 m ;
- Longueur déversante : 80 m ;
- Largeur en pied : 2.50 m ;
- Pente du coursier : 4H/3V ;
- Cote d'assise : 224.50 m NGF.

La crête du barrage sera raccordée sur le rideau de palplanches implanté en amont de l'ouvrage, tout en conservant une largeur moyenne de 0.50 m sur l'ensemble du linéaire.

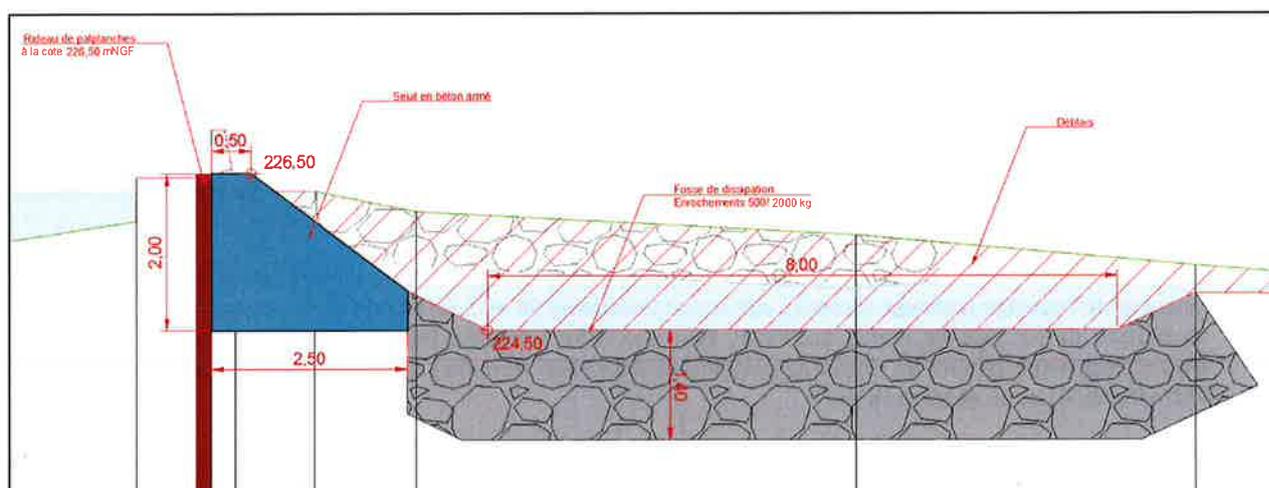


Figure 28. Structure générale du barrage en béton armé

3.4. FOSSE DE DISSIPATION AVAL

Une fosse de dissipation sera aménagée à l'aval du barrage, en lieu et place des atterrissements végétalisés actuellement en place. Cet aménagement est nécessaire pour assurer une bonne dissipation de l'énergie à l'aval en cas de crue et éviter ainsi d'éventuels phénomènes d'affouillement en pied de coursier. La fosse de dissipation sera également dimensionnée pour contenir le ressaut hydraulique éventuel.

La fosse de dissipation sera développée à l'aval du coursier sur une longueur de 7 à 8.00 m environ. La cote de fond de la fosse sera fixée à 224.50 m NGF.

La fosse sera confortée par la mise en place d'encrochements appareillés, sur une épaisseur de 1.50 m au minimum, principalement au pied du coursier. La blocométrie des encrochements utilisés sera la suivante :

Tableau 6. Blocométrie des encrochements de la fosse de dissipation

Type d'encrochements	D10 (m)	D50 (m)	D90 (m)	P10 (kg)	P50 (kg)	P90 (kg)
500/1000/2000	0.70	0.90	1.10	500	1000	2000

4. SCENARIO N°2 : BARRAGE EN ENROCHEMENTS

Le scénario n°2 prévoit l'aménagement d'un barrage en encrochements appareillés, en lieu et place de l'ouvrage existant.



Figure 29. Exemple de barrage en encrochements appareillés

4.1. RIDEAU D'ÉTANCHEITE AMONT

Afin d'assurer l'étanchéité de l'ouvrage, un rideau d'étanchéité devra être mis en œuvre en amont immédiat du corps du barrage. Cet aménagement, absent sur le barrage existant, est nécessaire pour limiter les écoulements résiduels sous-jacents à l'ouvrage.

Cet écran étanche sera constitué d'un rideau de palplanches, de type PU18 ou PU22, qui s'étendra sur toute la longueur de l'ouvrage (vannage compris), soit sur un linéaire de 90 m. Il sera ancré dans la couche marneuse, jusqu'à un horizon de sol jugé de bonne qualité et avec une fiche suffisante pour assurer la stabilité de l'ouvrage. **Le dimensionnement définitif du rideau de palplanches devra être formalisé dans le cadre d'une mission de type G2-PRO effectuée par un géotechnicien.**

Au-delà de l'étanchéité permanente du barrage, le rideau de palplanches constituera également le batardeau amont provisoire en phase chantier. Il permettra de faciliter la mise à sec de la zone de travail et sera recépé à la cote du barrage en fin de travaux. **La fiche hydraulique de l'écran de palplanches permettant de limiter les débits d'exhaure en fond de fouilles devra être déterminée en phase PRO.**

4.2. ASSISE DE L'OUVRAGE

L'assise du barrage sera constituée d'une couche de forme, mise en œuvre et compactée dans les règles de l'art, permettant d'assurer la transition entre le fond de fouilles et l'ouvrage en enrochements.

En premier lieu, un géotextile anticontaminant de type 4 sera mis en place en fond de fouilles. Ce géotextile assurera le rôle de séparation entre les matériaux fins constitutifs du terrain naturels (sables et graviers essentiellement) et les matériaux constitutifs de l'ouvrage.

Une couche de transition sera ensuite mise en œuvre sur le géotextile. Celle-ci sera constituée de matériaux d'apport insensibles à l'eau, de classe D2/D3 selon la classification GTR92 et de granulométrie 40/200 mm. Cette couche de transition permettra de limiter le poinçonnement des enrochements sur le géotextile, susceptible de le déchirer ou d'induire des contraintes en traction non admissibles par le dispositif.

4.3. CRETE DU BARRAGE

La crête du barrage sera constituée d'enrochements liaisonnés au béton et agencés à la cote moyenne 226.50 m NGF. Ces blocs d'enrochements viendront reposer contre le rideau de palplanches, qui permettra d'assurer la butée amont de l'ouvrage.

La crête du barrage possèdera les caractéristiques suivantes :

- Cote de crête : 226.50 m NGF ;
- Longueur déversante : 80 m ;
- Largeur : 1.00 m ;
- Pente : Nulle.

Les enrochements liaisonnés constitutifs de la crête du barrage possèderont la blocométrie suivante :

Tableau 7. Blocométrie des enrochements constitutifs de la crête du barrage

Type d'enrochements	D10 (m)	D50 (m)	D90 (m)	P10 (kg)	P50 (kg)	P90 (kg)
250/500/1000	0.55	0.70	0.90	250	500	1000

4.4. COURSIER DU BARRAGE

Le coursier aval sera constitué d'enrochements appareillés, dont l'agencement et la mise en œuvre soignés permettront d'assurer leur stabilité. Le bon imbricement des blocs, selon deux couches superposées, est ici primordial afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage en cas d'écoulements en surverse du barrage. En outre, la conservation d'une rugosité marquée contribuera à limiter les vitesses d'écoulement, et donc les contraintes hydrauliques appliquées sur l'ouvrage.

Le coursier du barrage possèdera les caractéristiques suivantes :

- Cote en tête : 226.50 m NGF ;
- Cote en pied : 224.50 m NGF ;
- Hauteur : 2.00 m ;
- Longueur déversante : 80 m ;
- Largeur en pied : 8.00 m ;
- Epaisseur minimale : 1.40 m ;
- Pente : 4H/1V.

Le coursier aval sera composé de deux couches d'engrochements appareillés, dont la blocométrie sera la suivante :

Tableau 8. Blocométrie des engrochements constitutifs du coursier

Type d'engrochements	D10 (m)	D50 (m)	D90 (m)	P10 (kg)	P50 (kg)	P90 (kg)
250/500/1000	0.55	0.70	0.90	250	500	1000

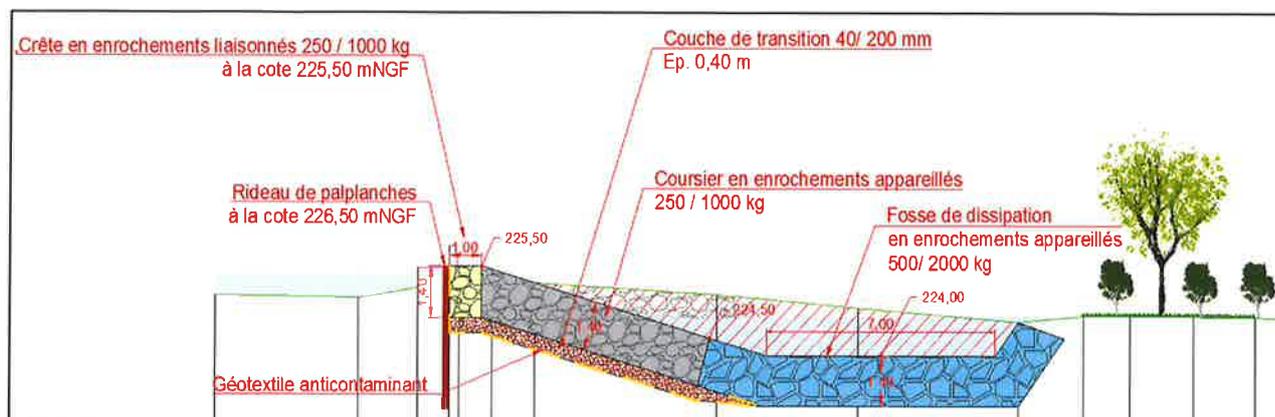


Figure 30. Structure générale du barrage en engrochements appareillés

4.5. FOSSE DE DISSIPATION AVAL

Une fosse de dissipation sera aménagée à l'aval du barrage, en lieu et place des atterrissements végétalisés actuellement en place. Cet aménagement est nécessaire pour assurer une bonne dissipation de l'énergie à l'aval en cas de crue et éviter ainsi d'éventuels phénomènes d'affouillement en pied de coursier. La fosse de dissipation sera également dimensionnée pour contenir le ressaut hydraulique éventuel.

La fosse de dissipation sera développée à l'aval du coursier sur une longueur de 7 à 8.00 m environ. La cote de fond de la fosse sera fixée à 224.00 m NGF.

La fosse sera confortée par la mise en place d'engrochements appareillés, sur une épaisseur de 1.50 m au minimum, principalement au pied du coursier. La blocométrie des engrochements utilisés sera la suivante :

Tableau 9. Blocométrie des engrochements de la fosse de dissipation

Type d'engrochements	D10 (m)	D50 (m)	D90 (m)	P10 (kg)	P50 (kg)	P90 (kg)
500/1000/2000	0.70	0.90	1.10	500	1000	2000

5. EQUIPEMENTS CONNEXES

5.1. VANNAGE

Les vestiges de l'ancien vannage seront intégralement démantelés. La démolition portera sur toutes les parties de l'ouvrage, comprenant les parties encore en place du radier et de la culée rive droite.

Le nouveau vannage sera constitué de deux vannes levantes, qui permettront de faciliter le transit des sédiments en cas de crue. Les nouvelles vannes posséderont les caractéristiques techniques suivantes :

- Largeur : 3.00 m ;
- Hauteur : 0.80 m ;
- Cote du radier des vannes : 225.70 m NGF ;
- Cote arase supérieure des vannes en position fermée : 226.50 m NGF.

Les vannes et leurs supports reposeront sur un radier en béton armé, ainsi que sur trois nouvelles piles de largeur 1.00 m. Les vannes seront surmontées d'une passerelle métallique en caillebotis et équipée de garde-corps, permettant le franchissement du vannage et l'accès aux organes mobiles en toute sécurité.

Les deux nouvelles vannes seront motorisées et automatisées. L'asservissement sera basé sur une consigne de niveau d'eau amont, qui permettra de réguler la retenue à la cote 226.60 m NGF sur une large gamme de débits, compatible avec le fonctionnement de la passe à poissons.

Sur le plan hydraulique, la réduction de la section hydraulique du vannage par rapport à l'ancien ouvrage sera compensée par l'abaissement du déversoir. Cette nouvelle géométrie permet ici de maîtriser les impacts hydrauliques en crue, mais également de réduire les coûts de reconstruction du barrage.

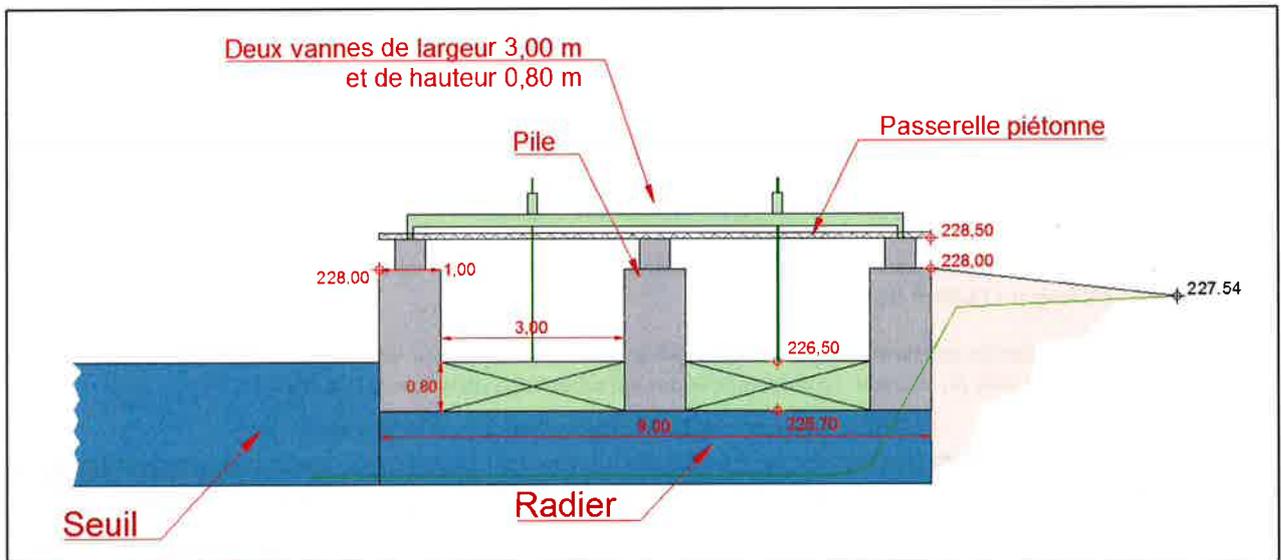


Figure 31. Elévation amont du vannage en rivière

5.2. ENTREE DU BIEF

RAPPORT DE PHASE 2 – Avant-projet sommaire

MISSION D'ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE POUR LA REALISATION D'UN DIAGNOSTIC STRUCTUREL ET D'UNE ETUDE D'OPPORTUNITE POUR UN OUVRAGE HYDRAULIQUE ET SES ANNEXES SUR LE COURS DE L'OUICHE

Afin de garantir le respect du débit réservé en période d'étiage, tout en permettant un écoulement dans le bief de Longvic lorsque les débits de l'Ouche seront suffisants, le terrain naturel en entrée du bief sera terrassé à la cote 225.94 m NGF.

Un point dur en fond du lit pourra être constitué par la mise en œuvre de blocs d'enrochements ancrés dans le sol, de manière à tenir cette cote, et de ce fait respecter le débit réservé de l'Ouche sur le tronçon court-circuité à l'aval du barrage.

5.3. DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT DES EMBARCATIONS NON MOTORISEES

Un dispositif de franchissement des embarcations non motorisées (de type canoës/kayaks) pourra être mis en œuvre, en remplacement du dispositif existant non fonctionnel.

La passe à canoës/kayaks sera constituée d'une glissière aménagée directement sur le déversoir, à un emplacement judicieux en fonction du type de passe à poissons retenu et de son emplacement. A ce stade, les principales caractéristiques de la passe à canoës sont les suivantes :

- Largeur : 1.50 m ;
- Pente : 15% ;
- Longueur : 9.00 m ;
- Tirant d'eau : 15 à 20 cm ;
- Débit d'alimentation : 150 à 200 L/s.

L'exutoire de la passe à canoës se jettera nécessairement dans une fosse en eau, dont la localisation dépendra de l'emplacement de la passe à poissons :

- En cas de passe à poissons en rive gauche, des écoulements permanents seront présents en pied de barrage, configuration favorable à l'aménagement d'une passe à canoës en rive gauche du déversoir
- En cas de passe à poissons en rive droite, seuls des écoulements à l'aval du vannage auront lieu en période estivale, impliquant l'aménagement de la passe à canoës en rive droite du déversoir, accolée à la pile du vannage.

5.4. DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

Plusieurs solutions techniques de rétablissement de la continuité piscicole ont été étudiées. Celles-ci sont détaillées dans la section dédiée du présent rapport.



E. MODERNISATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

RAPPORT DE PHASE 2 – Avant-projet sommaire
*MISSION D'ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE POUR LA REALISATION D'UN DIAGNOSTIC STRUCTUREL ET D'UNE ETUDE D'OPPORTUNITE POUR
UN OUVRAGE HYDRAULIQUE ET SES ANNEXES SUR LE COURS DE L'OUCHE*

1. OBJECTIFS

Afin d'assurer le bon fonctionnement de la passe à poissons, de garantir le respect du débit réservé durant toute l'année et de simplifier la gestion des différents vannages de Longvic, une mise à jour des consignes d'exploitation des vannes est ici proposée.

Le principe proposé s'appuie sur une régulation du niveau d'eau en amont du barrage sur l'ensemble de la plage de fonctionnement du dispositif de franchissement piscicole. Cette gestion est essentielle car elle contribuera à garantir la fonctionnalité de la passe à poissons, ainsi qu'à assurer la nouvelle répartition des débits dans la traversée de Longvic.

Ainsi, les propositions techniques présentées ci-après visent principalement à optimiser la gestion des vannages communaux, implantés sur l'Ouche et sur le bief de Longvic, tenant compte des différents enjeux et usages existants :

- **Respect du débit réservé** dans le tronçon court-circuité de l'Ouche durant toute l'année ;
- **Maintien d'un niveau d'eau dans le bief de Longvic**, en particulier sur le tronçon localisé entre le pavillon des Desmoiselles et la médiathèque où une lame d'eau de l'ordre de 20 cm est souhaitée (cote projet fixée à 225.11 m NGF) ;
- **Bonne fonctionnalité de la passe à poissons** sur sa plage de fonctionnement, dont attractivité de l'entrée piscicole aval ;
- **Gestion hydraulique souple et adaptée** aux différents ouvrages en place ;
- **Maîtrise des impacts hydrauliques** en cas de crue.

2. DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

Pour rappel, la traversée hydraulique de Longvic et l'organisation des différents vannages existants sont schématisées sur le synoptique suivant :

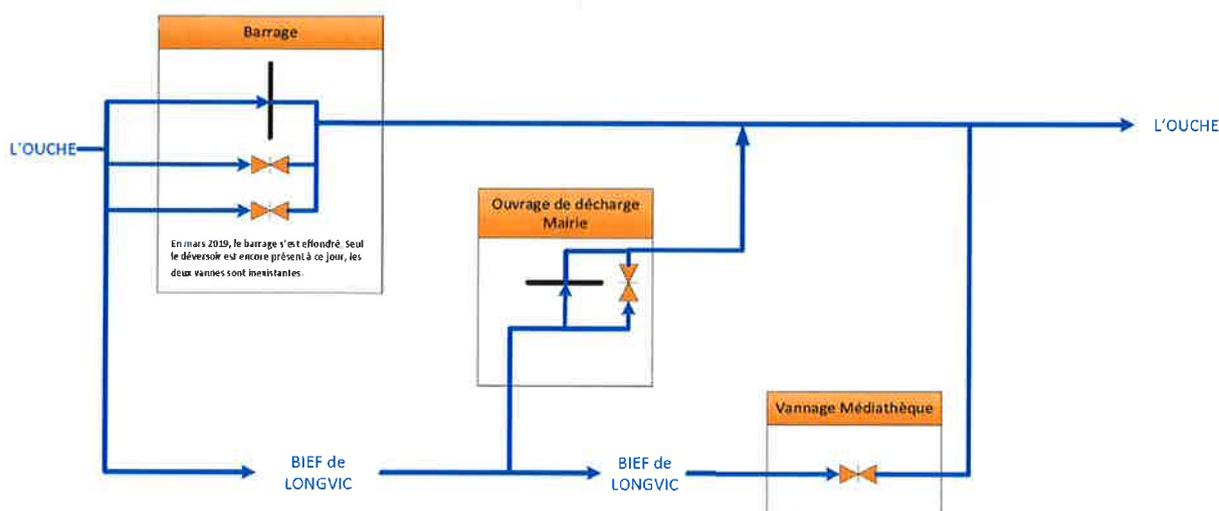


Figure 32. Synoptique hydraulique de la traversée de Longvic

Sur la base des contraintes identifiées préalablement, les principes de gestion proposés sont les suivants :

- **Vannage du barrage :**

- Vannes maintenues fermées à bas débits afin de garantir l'alimentation de la passe à poissons et de la passe à canoës, ainsi que celle du bief dans le cas où les débits de l'Ouche sont supérieurs à la valeur du débit réservé (0.65 m³/s) ;
- Ouverture progressive des vannes pour le **maintien du niveau d'eau amont à la cote 226.60 m NGF**, assurant la fonctionnalité de la passe à poissons en période de hautes eaux ;
- Ouverture totale des vannes en crue.

- **Vannage de décharge de la mairie :**

- Vanne maintenue fermée à bas débits afin de garantir un écoulement minimal jusqu'au vannage de la médiathèque ;
- Ouverture progressive de la vanne pour le **maintien d'un niveau d'eau à 225.70 m NGF** entre le pavillon des Demoiselles et la médiathèque ;
- Ouverture totale de la vanne en crue.

- **Vannage de la médiathèque :**

- Vanne maintenue fermée à bas débits afin de garantir un niveau d'eau minimal dans le bief à la cote 225.17 m NGF, compatible avec le niveau d'eau minimal souhaité par la commune (225.11 m NGF) ;
- **Pas de manœuvre de la vanne en cas de crue**, au risque d'obstruer la section hydraulique sous la médiathèque.

La répartition des débits projetée et correspondant à cette gestion hydraulique est la suivante :

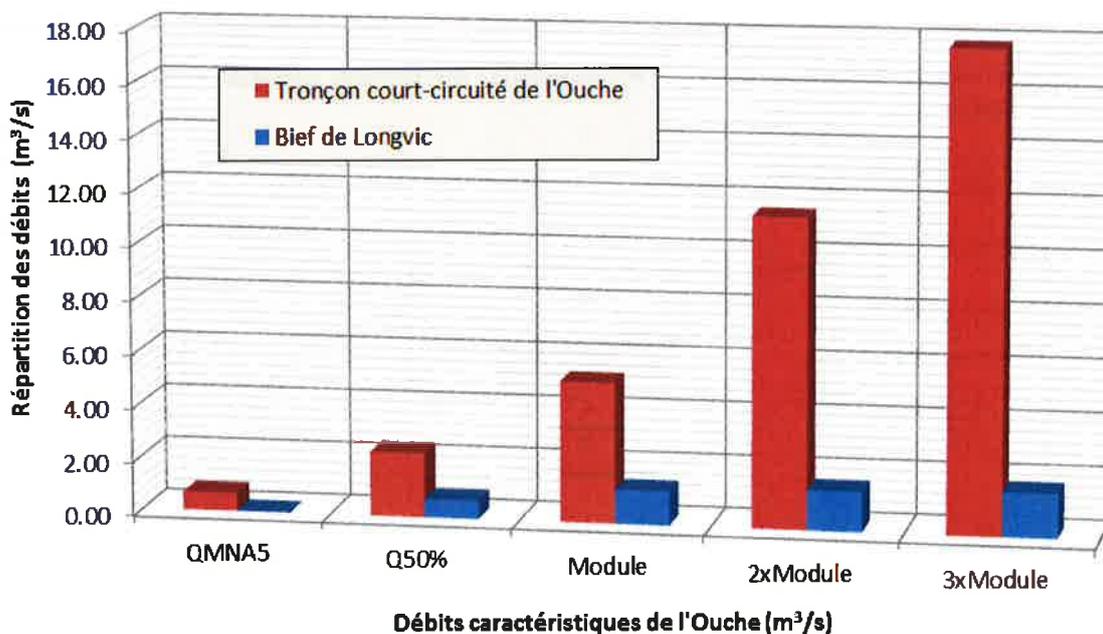


Figure 33. Répartition des débits projetée dans la traversée de Longvic

En pratique, la gestion des vannes pourra faire évoluer cette répartition de débits théorique. Les trois principales contraintes qui devront être respectées sont les suivantes :

- **Conservation de toutes les vannes fermées à l'étiage**, afin de garantir le respect du débit réservé ;
- **Ouverture progressive des vannes** du barrage principal et du vannage de décharge, afin d'assurer la fonctionnalité de la passe à poissons et de limiter les à-coups hydrauliques dans le bief ;
- **Conserver la vanne de la médiathèque fermée.**

Cette nouvelle gestion hydraulique amène à plusieurs remarques essentielles :

- **Répartition des débits :**

La répartition des débits projetée est fortement dépendante des équipements connexes qui seront mis en place sur le barrage, et notamment :

- La présence ou l'absence d'une passe à canoës/kayaks ;
- La présence et le type de passe à poissons.

En effet, de tels équipements généreront des prises d'eau supplémentaires qui prélèveront une fraction du débit de l'Ouche au détriment de l'alimentation du bief de Longvic. **La répartition des débits définitive sera mise à jour et confirmée à un stade ultérieur**, après validation des différents aménagements connexes souhaités par la commune. A noter néanmoins que les tendances présentées ci-avant resteront globalement inchangées.

- **Alimentation du bief en période d'étiage :**

La contrainte réglementaire de respect du débit réservé dans le tronçon court-circuité de l'Ouche (à l'aval du barrage) pourra induire, en cas d'étiage sévère, un **arrêt de l'alimentation du bief de Longvic**. Cette situation sera rencontrée pour des débits de l'Ouche inférieurs à 0.65 m³/s, situation hydrologique statistiquement observée **pendant 4.6% de l'année** (soit 17 jours par an).

Dans tous les cas, l'alimentation du bief restera fortement réduite par rapport à la situation actuelle, avec des débits de l'ordre de 10 à 40 L/s en période d'étiage. Au vu de la largeur importante du bief, de nouvelles nuisances pourraient se développer en période estivale telles que le réchauffement des eaux et l'eutrophisation du milieu aquatique (développement d'algues, odeurs nauséabondes, ...).

- **Marnage du bief :**

L'alimentation du bief et la nouvelle régulation de la vanne de décharge permettront un **marnage de l'ordre de 50 à 60 cm** sur une plage de débits courants, entre l'étiage et 3 à 4 fois le module, avec sur le tronçon en amont de la médiathèque :

- Un tirant d'eau de **10 à 30 cm en période d'étiage** ;
- Un tirant d'eau de **60 à 80 cm en période de hautes eaux**.

- **Gestion de la vanne de la médiathèque :**

La vanne de la médiathèque présente une configuration actuelle atypique puisque son ouverture conduit à une réduction de la section hydraulique sous la médiathèque.

Néanmoins, la suppression de cette vanne n'est pas envisageable car il s'agit du seul ouvrage permettant de maintenir un niveau d'eau minimal dans le bief. Le retrait de la vanne induirait un abaissement du bief de l'ordre de 40 cm sous le niveau d'eau projeté fixé par la commune de Longvic.

Dans ces conditions, la gestion projetée prévoit la conservation de cette vanne en position fermée. Celle-ci ne sera en revanche plus manœuvrée et conservera un fonctionnement en surverse en permanence. **Cette configuration est uniquement possible en raison de l'abaissement du barrage de Longvic**, en entrée du bief, qui résulte en une modification de la répartition des débits et une moindre alimentation du bief par rapport à l'état actuel.

3. EQUIPEMENTS PROPOSES

Dans un esprit de maîtrise des coûts de l'opération, le remplacement des vannes existantes n'a pas été retenu. Seul le vannage du barrage sera reconstruit en intégralité.

En revanche, l'ensemble des vannes feront l'objet d'une mise à jour de leurs consignes de gestion et de leur automatisme.

3.1. VANNAGE DU BARRAGE

Le nouveau vannage sera constitué de deux vannes levantes, dont les caractéristiques techniques sont les suivantes :

- Largeur : 3.00 m ;
- Hauteur : 0.80 m ;
- Cote du radier des vannes : 225.70 m NGF ;
- Cote arase supérieure des vannes en position fermée : 226.50 m NGF.

Ces vannes seront motorisées et automatisées. Elles seront maintenues fermées jusqu'au module, de manière à permettre des écoulements en surverse sur le déversoir.

Pour des débits supérieurs au module, une ouverture progressive des vannes sera engagée de manière à réguler le niveau d'eau amont à la cote 226.60 m NGF. Les ouvertures de vannes projetées sont les suivantes :

- A 2 fois le module (13 m³/s) : Ouverture d'une seule vanne de 0.30 m ;
- A 3 fois le module (19.5 m³/s) : Ouverture complète d'une seule vanne ;
- En crue biennale (62 m³/s) : Ouverture complète des deux vannes.

3.2. OUVRAGE DE DECHARGE DE LA MAIRIE

La vanne de décharge de l'ouvrage de la mairie sera conservée en l'état. Les consignes de gestion et l'automate de télégestion de cette vanne seront actualisés.

La vanne de décharge du bief sera motorisée et automatisée. Elle sera maintenue fermée jusqu'à un débit de l'Ouche équivalent à 3 fois le module, permettant une alimentation adaptée sur l'ensemble du bief (1.60 à 1.70 m³/s).

Pour des débits supérieurs, une ouverture progressive de la vanne sera engagée de manière à réguler le niveau d'eau du bief au droit du vannage de décharge à la cote 225.70 m NGF. Les ouvertures de vanne projetées sont les suivantes :

- En Q2 (62 m³/s) : Ouverture de 0.20 m ;
- En Q10 (112 m³/s) : Ouverture de 0.80 m ;
- Pour des plus fortes crues : Ouverture complète de la vanne.

3.3. VANNAGE DE LA MEDIATHEQUE

La vanne de la médiathèque sera conservée en l'état. Aucune manœuvre n'est prévue sur cette vanne, qui sera maintenue fermée en permanence.

4. ELECTRICITE, AUTOMATISME ET SUPERVISION

4.1. PRISE EN COMPTE DU VANDALISME

Lors d'une visite sur site réalisée le 17 juin 2020 en présence des services techniques de la ville, l'exploitant a indiqué que le barrage était soumis à de **fortes contraintes de vandalisme**. Ce point est à intégrer dans les études préalables et dans la définition du projet, avec par exemple :

- L'ensemble des instruments de mesures (sondes de niveaux d'eau) et actionneurs (servomoteurs) seront à protéger et, dans la mesure du possible, à mettre hors de la vue des promeneurs ;
- Il sera intéressant de reporter à la supervision les détections d'ouverture de coffret / protections en alarme d'intrusion.
- La mise en sécurité du site du barrage est impérative (barrière, protection des coffrets de commande, ...).

4.2. CONTROLE-COMMANDE ET ADDUCTION ELECTRIQUE

4.2.1. Situation actuelle

Le site du barrage est alimenté depuis un départ triphasé situé à proximité du coffret de télégestion actuel.

En cas de travaux, **une demande de raccordement au Réseau Public de Distribution Enedis sera à réaliser par la Ville de Longvic** afin d'étudier la possibilité d'installer un coffret triphasé 36 kVA à proximité du barrage.



Figure 34. Départ vers l'ancienne armoire de contrôle-commande du barrage

L'ouvrage de décharge de la mairie est alimenté depuis les locaux de la mairie. La vanne peut être pilotée de manière automatique ou manuelle (via un bouton poussoir). Seul le mode manuel a été utilisé ces dernières années.

Le schéma électrique de cette installation n'était pas disponible lors de notre visite et sera à communiquer ultérieurement.



Figure 35. Armoire électrique de l'ouvrage de décharge de la mairie

La vanne de la médiathèque est alimentée depuis le TGBT de la médiathèque. L'armoire est installée dans le même local électrique. La vanne peut être pilotée de manière automatique ou manuelle (via un bouton poussoir). Seul le mode manuel a été utilisé ces dernières années.

Le schéma électrique de cette installation n'était pas disponible lors de notre visite et sera à communiquer ultérieurement.



Figure 36. Armoire électrique du vannage de la médiathèque

4.2.2. Situation projetée

Différents modes de fonctionnement pourront être envisagés :

- **Pilotage des sites de manière indépendante ou inter-dépendante** en fonction des états des vannes et des consignes de niveau ;
- **Pilotage des vannes par hystérésis** afin de maintenir une cote donnée ;
- Etc.

Compte tenu des enjeux et de l'objectif de procéder à une régulation fine des vannes, il est ici souhaitable d'associer un automate de télégestion, dont le rôle sera de communiquer avec la supervision, avec un Automate Programmable Industriel (API) pour chaque site, et en particulier pour le vannage du barrage et l'ouvrage de décharge de la mairie. Le site de la médiathèque n'aura pas vocation à être manœuvré.

Les **Automates Programmables Industriels** sont des automates dédiés au process et disposent d'une forte fiabilité. Toutefois, ils ne sont pas dédiés à la télégestion ni à l'archivage des données.

Les **automates de télégestion** sont orientés pour la télégestion, la supervision et le stockage de données. Ils peuvent réaliser des fonctionnalités d'automatismes, mais restent toutefois moins fiables et robustes.

A titre d'exemple, un automate de télégestion (de type Sofrel S500) dispose d'une MTBF (temps moyen avant une défaillance) de 5 ans environ contre plus de 15 ans pour des Automates Programmable Industriel (de type M340).

4.3. INSTRUMENTATION

4.3.1. Situation actuelle

L'ouvrage de décharge de la mairie est actuellement équipé d'une sonde de niveau à ultrason de Endress+Hauser « PROSONIC FMU860 », protégé dans un tube fixé sur le mur à l'aval immédiat de la vanne de décharge.

Ce produit n'est plus commercialisé à ce jour. Les mesures affichées sur la supervision sont **incohérentes** (affichage d'un niveau alors qu'il n'y a pas d'eau, ouverture de vanne à 6% alors qu'elle est complètement ouverte).



Figure 37. Tube de protection de la sonde de niveau d'eau de l'ouvrage de décharge de la mairie

Le vannage de la médiathèque est lui aussi équipé d'une sonde de niveau à ultrason de Endress+Hauser « PROSONIC FMU860 », installée en amont immédiat de la vanne. Cet ouvrage est également équipé de deux détections de niveau haut (type inductif ou équivalent, fiche produit non disponible lors de la visite).

Les mesures de niveau affichées à la supervision sont **incohérentes** (1.16 m alors qu'il n'y a pas d'eau).



Figure 38. Sonde de niveau à ultrason et détections de niveau haut du vannage de la médiathèque

4.3.2. Situation projetée

Les sondes de niveau actuelles étant obsolètes, celles-ci seront **remplacées par de nouvelles sondes de type radar**.

Concernant le barrage et compte tenu des risques locaux (sécurité et inondations), il pourrait être intéressant de disposer de deux sondes de mesure de niveau afin de :

- **Sécuriser la mesure** : En cas de défaillance d'une sonde, la seconde pourra prendre le relai ;
- **Fiabiliser la mesure** : En cas de dérive de la mesure, le problème pourra être détecté. Par ailleurs, en utilisant deux technologies différentes (sonde piézométrique et sonde radar par exemple), la fiabilité matérielle pourrait être améliorée.

Sur le même principe, le système de mesure du vannage de décharge pourrait être redondé.

A noter que cette solution, bien que pertinente, reste nécessairement plus onéreuse et n'a pas été intégrée dans le chiffrage estimatif à ce stade.

4.4. SUPERVISION ET TELEGESTION

4.4.1. Architecture de principe

4.4.1.1. Situation actuelle

Actuellement, la ville de Longvic dispose d'une supervision TOPKAPI ayant pour vocation de rapatrier l'ensemble des sites distants. Un automate de télégestion P400 installé dans les locaux techniques et relié au réseau informatique des locaux techniques assure la liaison (via une ligne privée) avec les automates de télégestion des sites distants.

La supervision TOPKAPI permettait de rapatrier les trois sites distants (puis deux suite à l'effondrement du vannage) suivants :

- **Barrage** : Le barrage était équipé d'un Perax P200 relié via une ligne privée au PERAX P400 des locaux techniques de Longvic ;
- **Ouvrage de décharge de la mairie** : L'ouvrage est équipé d'un Perax P200 relié via une ligne privée au PERAX P400 des locaux techniques de Longvic ;
- **Vannage de la médiathèque** : L'ouvrage est équipé d'un Perax P200 relié via une ligne privée au PERAX P400 des locaux techniques de Longvic.

Les automates de télégestion PERAX actuellement installés sont des **automates obsolètes** qu'il sera nécessaire de remplacer dans le cadre du projet.



Coffret avec Perax P400 –
Locaux techniques



Coffret avec Perax P200 –
Ouvrage de décharge Mairie



Coffret avec Perax P200 –
Vannage Médiathèque

Figure 39. Automates de télégestion installés sur les différents sites

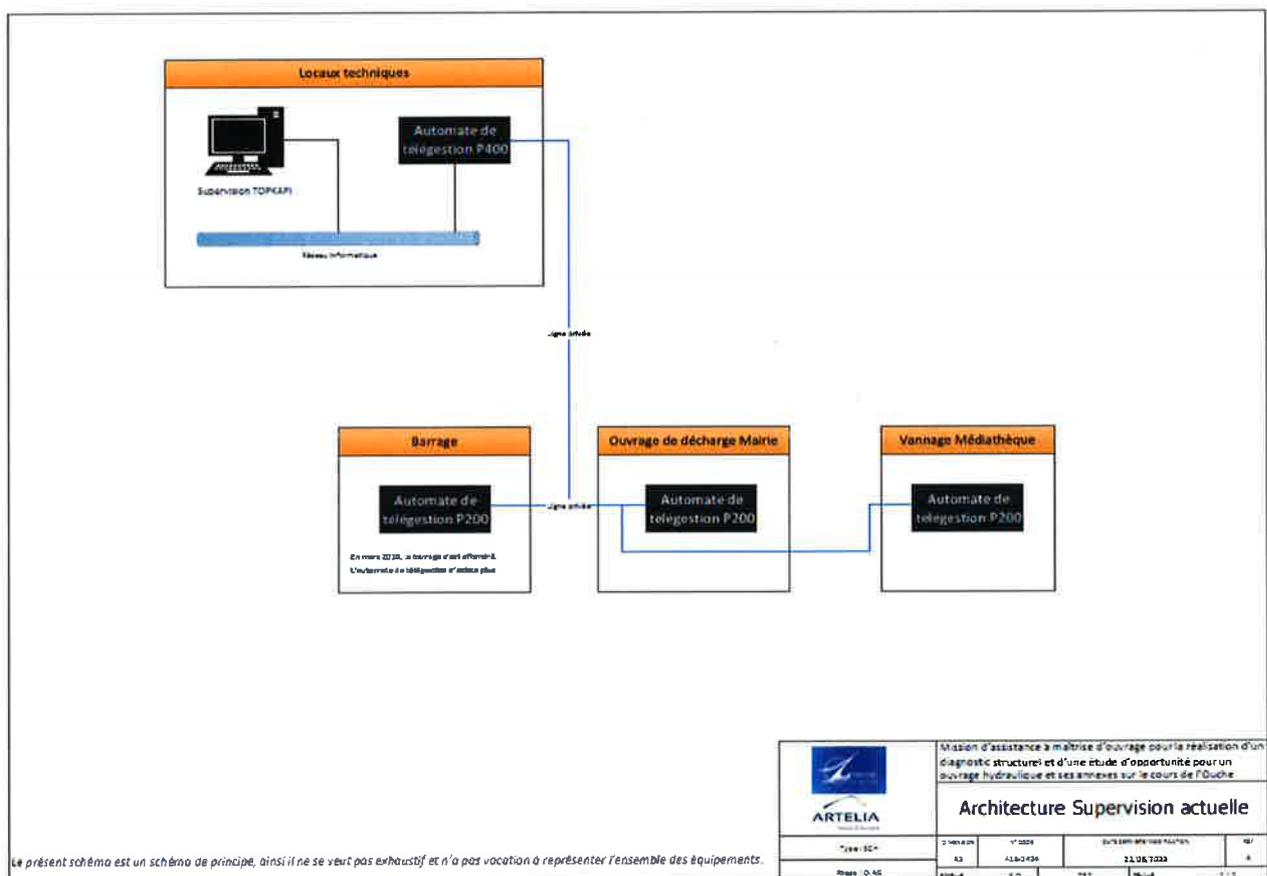


Figure 40. Architecture actuelle de la supervision des vannages de Longvic

4.4.1.2. Situation projetée

Dans le cadre des évolutions technologiques (fin du RTC / fin du GSM Data), il conviendra d'établir une architecture « full IP ». Un exemple d'architecture de supervision projetée pour gérer l'ensemble des sites à distance est présenté sur la figure suivante :

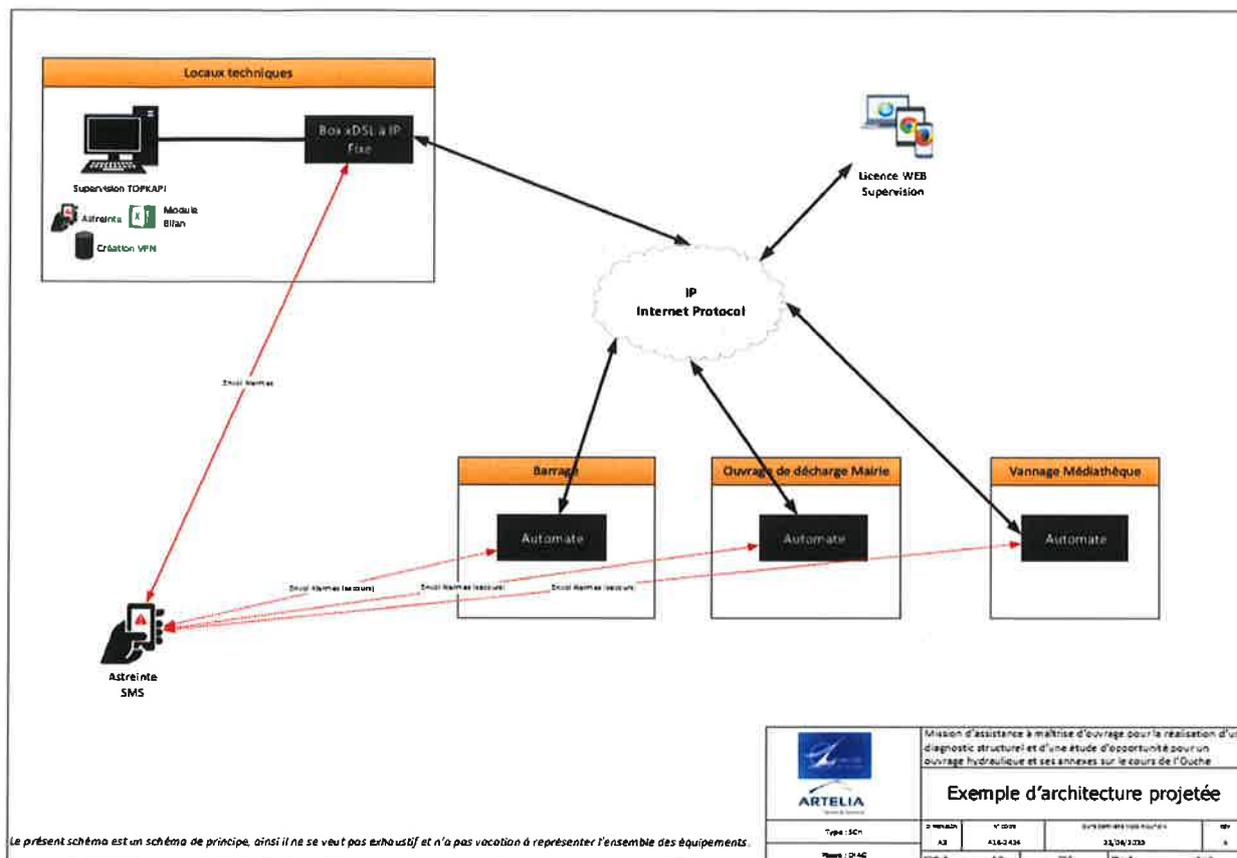


Figure 41. Architecture projetée pour la supervision des vannages de Longvic

Lors de notre visite sur site, il a été constaté que la 3G/4G passait sans difficulté. L'architecture proposée en « full IP » est donc envisageable.

A noter qu'il peut également être envisageable d'établir des liaisons des sites en filaire (par fibre optique ou ligne privée par exemple), plutôt que de passer par des liaisons en IP (via Box ou carte SIM). Cette liaison filaire peut avoir un intérêt notamment en cas de :

- Souhait de redondier les liaisons inter-site (IP + liaison filaire) ;
- Souhait de réaliser du contrôle-commande en temps réel inter-site.

L'architecture projetée présentée n'intègre pas d'éventuel système de vidéo-surveillance. L'exploitant a indiqué que les services informatiques de la métropole de Dijon géraient le réseau actuellement en place (boucle fibre optique, vidéo surveillance, sécurité informatique, ...). En cas de volonté d'installer un système de vidéosurveillance, il sera nécessaire de les associer au projet afin de prendre en compte leurs éventuelles contraintes et besoins.

4.4.2. Logiciel de supervision

4.4.2.1. Situation actuelle

Actuellement, un PC serveur-client Topkapi est installé au sein des locaux des services techniques de la ville. Ce PC était utilisé pour afficher les données (niveaux d'eau, pourcentage d'ouverture des vannes, défauts) relatives aux trois sites télé-gérés (puis deux sites suite à l'effondrement du barrage). Chaque site dispose de sa propre vue.



Figure 42. Licence supervision actuelle

Après échange technique auprès de TOPKAPI, nous avons noté les informations suivantes :

- Protocole de communication : PERAX uniquement ;
- Licence monoprotocole « Basic » ;
- Nombre de variable : 128.

La supervision n'est pas secourue par onduleur.

Suite à notre visite sur site, nous notons les points d'amélioration suivants concernant les vues :

- **Développer une vue du synoptique hydraulique général** permettant d'avoir un aperçu rapide de l'état global de l'ensemble des sites (niveaux d'eau, ouvertures des vannes, éventuels défauts, modes de commande, ...) ;
- **Développer une vue synoptique pour chaque site**, avec une navigation aisée entre les vues par simple clic.



Figure 43. Photographies des vues de la supervision actuelle

Les données affichées ne sont pas uniformes d'une vue à une autre (par exemple : niveau de la médiathèque affiché en mètre alors qu'il est affiché en % pour l'ouvrage de décharge de la mairie), et il est difficile au premier abord de détecter les informations essentielles.

Les vues mériteraient d'être animées afin d'avoir une représentation synthétique et rapide de l'état du système.

4.4.2.2. Situation projetée

Dans le cadre du présent projet, il sera nécessaire de mettre à jour la licence de supervision, notamment afin de :

- Ajouter le **module bilan** ;
- Ajouter le **module astreinte** ;
- Ajouter les **protocoles de communication** nécessaires aux nouveaux équipements (Automate Programmable Industriel, automate de télégestion, ...).

Les vues seront à modifier afin de prendre en compte les nouveaux matériels à installer. Cette intervention sera l'occasion d'améliorer l'organisation des vues et d'ajouter une vue synoptique globale.

Il serait également pertinent de sécuriser la supervision par un onduleur et de rapatrier les défauts de l'onduleur à la supervision.

4.4.3. Accès à distance

4.4.3.1. Situation actuelle

La supervision n'est pas accessible à distance. Il est nécessaire de se déplacer dans les locaux techniques afin de disposer de la supervision des sites.

Ces déplacements peuvent être contraignants lors des astreintes :

- Contraintes d'accès aux locaux sous alarme ;
- Nécessité d'un déplacement alors qu'une levée de doute à distance pourrait être suffisante dans certains cas.

4.4.3.2. Situation projetée

Afin de rendre la supervision accessible à distance, il suffit d'ajouter un module accès Web sur la supervision Topkapi actuelle. Cette solution permet de disposer d'un accès aux vues de la supervision depuis un navigateur Web type Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla, etc.

Il est à noter qu'une autre solution (plus onéreuse) pourrait être d'installer une licence client sur un PC portable dédiée à l'astreinte afin d'accélérer la vitesse d'accès aux vues de la supervision. Toutefois, compte tenu du fait que la supervision accueillera seulement trois sites et un nombre de données limité (< 500), l'accès par interface Web peut être suffisant pour des accès temporaires.

Depuis l'interface Web, les modules d'astreinte et bilan ne seront pas disponibles.

4.4.4. Astreinte

4.4.4.1. Situation actuelle

Aujourd'hui, aucune alarme n'est envoyée par les sites distants.

La supervision ne dispose pas du module d'astreinte.

4.4.4.2. Situation projetée

Il pourrait être intéressant de disposer du **module d'astreinte** de la supervision Topkapi, notamment pour les avantages suivants :

- **Gestion des alarmes :** Envoi d'alarmes selon le niveau de criticité, tel que :
 - Alarme Haute Urgence (exemple : niveau d'eau très haut) : envoi de l'alarme 24h/24 et 7j/7 à l'astreinte ;
 - Alarme Basse Urgence (exemple : défaut d'un équipement) : envoi de l'alarme les jours ouvrés sur les heures de travail à l'astreinte ;
- **Gestion des calendriers et planning :**
 - Planification et affectation hebdomadaire du personnel d'astreinte ;
 - Définition des équipes d'astreinte et des rotations ;
- **Augmentation de la sécurité :** Contact de différents opérateurs en cascade jusqu'à acquittement du défaut.

4.4.5. Bilans

4.4.5.1. Situation actuelle

La supervision actuelle ne dispose pas du module Bilan.

4.4.5.2. Situation projetée

Il serait intéressant d'acquérir ce module afin de pouvoir par exemple :

- **Editer des bilans périodiques** (journalier, hebdomadaire, mensuel, annuel ou sur une période souhaitée) ;
- **Suivre l'évolution des grandeurs principales** (niveaux d'eau, débit réservé, temps de fonctionnement des équipements, nombre de défauts, ...).

4.4.6. Commande à distance

4.4.6.1. Situation actuelle

Les sites distants ne peuvent pas être commandés à distance.

4.4.6.2. Situation projetée

Les services techniques sont éventuellement intéressés par la possibilité de commander les vannes du barrage à distance depuis les locaux des services techniques.

Cette gestion reste envisageable mais elle présente néanmoins certains risques, notamment humains (par exemple, il faut s'assurer de l'absence de riverains (baigneurs, pêcheurs) à proximité du barrage lors des manœuvres). Afin de prévenir ce risque, il serait pertinent d'installer un système de vidéosurveillance sur le barrage. Néanmoins :

- Une connexion (ADSL) serait à mettre en place pour disposer de suffisamment de débit, ou alors installer une liaison fibre optique jusqu'aux services techniques ;
- L'exploitant indique que le site est sujet à des vandalismes fréquents. Le matériel de vidéosurveillance risque d'être également vandalisé.

L'installation d'un tel système de vidéosurveillance n'est pas comprise dans le chiffrage estimatif du projet.

5. EXPLOITATION ET MAINTENANCE

Un contrôle régulier du bon état et du bon fonctionnement des ouvrages mobiles sera nécessaire. Celui-ci inclura notamment le retrait des embâcles éventuels.

Dans la mesure du possible (hors période d'étiage), une manœuvre mensuelle des vannes pourra être envisagée afin d'éviter tout risque de colmatage et de grippage des équipements mécaniques.

Les organes mécaniques et électriques devront faire l'objet d'un contrôle et d'un entretien annuel.



F. AMENAGEMENT D'UN DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT PISCICOLE

RAPPORT DE PHASE 2 – Avant-projet sommaire
*MISSION D'ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE POUR LA REALISATION D'UN DIAGNOSTIC STRUCTUREL ET D'UNE ETUDE D'OPPORTUNITE POUR
UN OUVRAGE HYDRAULIQUE ET SES ANNEXES SUR LE COURS DE L'OUCHE*

1. HYPOTHESES DE DIMENSIONNEMENT

1.1. SPECTRE ECOLOGIQUE

Le peuplement piscicole de l'Ouche a été présenté dans le diagnostic. Le tronçon de l'Ouche accueillant le barrage de Longvic est classé en **première catégorie piscicole**, ainsi qu'en **contexte salmonicole à intermédiaire**.

Les principales données biologiques d'entrée pour le dimensionnement du dispositif de franchissement piscicole sont rappelées ci-dessous :

- Espèces cibles : **Espèces d'intérêt patrimonial** telles que la Truite fario en priorité, mais également le Barbeau fluviatile, l'Ombre commun et la Vandoise.

A noter que, malgré son statut patrimonial, le Chabot revêt un enjeu de restauration moindre eu égard à ses besoins de déplacement réduits et à ses faibles capacités de franchissement. Aussi, dans un souci de maîtrise des coûts d'aménagement et d'optimisation du rapport coût/gain écologique, cette espèce ne sera pas retenue comme « cibles » pour la suite du dimensionnement. Néanmoins, la franchissabilité de cette espèce sera regardée pour les solutions techniques étudiées, notamment via un travail sur la rugosité en fond du dispositif.

- Dispositif disposant éventuellement d'une certaine **souplesse en termes de contraintes hydrodynamiques** de façon à permettre dans la mesure du possible le franchissement de la plus grande partie du cortège d'espèces présentes (cyprinidés rhéophiles, cyprinidés limnophiles et petites espèces).

Le dispositif devra donc être conçu pour un fonctionnement « **toutes espèces** ».

1.2. PLAGES DE FONCTIONNEMENT

Les principales périodes à enjeu de continuité piscicole sont résumées ci-après :

- Pour les espèces cibles : de février-mars à juin ;
- Pour la Truite fario : de mi-septembre à fin décembre pour les déplacements migratoires, et jusqu'à fin février pour la période de reproduction ;
- Pour la Perche et le Gardon : de septembre à novembre.

Tableau 10. Périodes de migration des espèces piscicoles présentes sur le secteur d'étude

Espèces présentes	Périodes de migration												Espèces cibles	
	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc		
Barbeau fluviatile														X
Chabot														
Chevesne														
Gardon														
Goujon														
Loche franche														
Ombre commun														X
Perche commune														
Truite fario														X
Vairon														
Vandoise														X

Le dispositif devra par conséquent être fonctionnel sur une large période (quasiment toute l'année), tout en privilégiant la période à enjeu migratoire des Cyprinidés rhéophiles, de mars à juin. La plage de fonctionnement sera également étendue de Septembre à Février, en considérant la Truite fario.

En termes de plage de fonctionnement, nous proposons de retenir :

- Une **plage de fonctionnement idéale** depuis mi-septembre jusque fin juin, caractérisée par un Q10% de 0.85 m³/s, un Q50% de 3.07 m³/s et un Q90% de 16.09 m³/s.

Idéalement, afin d'étirer la plage de fonctionnement, le dimensionnement du dispositif sera étendu dans la mesure du possible au VCN10 quinquennal (0.56 m³/s) et à 3 fois le module (19.47 m³/s).

Une telle plage de fonctionnement couvre une période équivalente à plus de 80% de l'année statistiquement d'après la courbe des débits classés de l'Ouche à Longvic (soit un minimum de 300 jours par an).

- Une **plage de fonctionnement renforcée** centrée sur la période de déplacement préférentiel des espèces cibles (du 01/03 au 31/06). Notons que cette plage de débits est incluse dans la plage de fonctionnement définie précédemment.

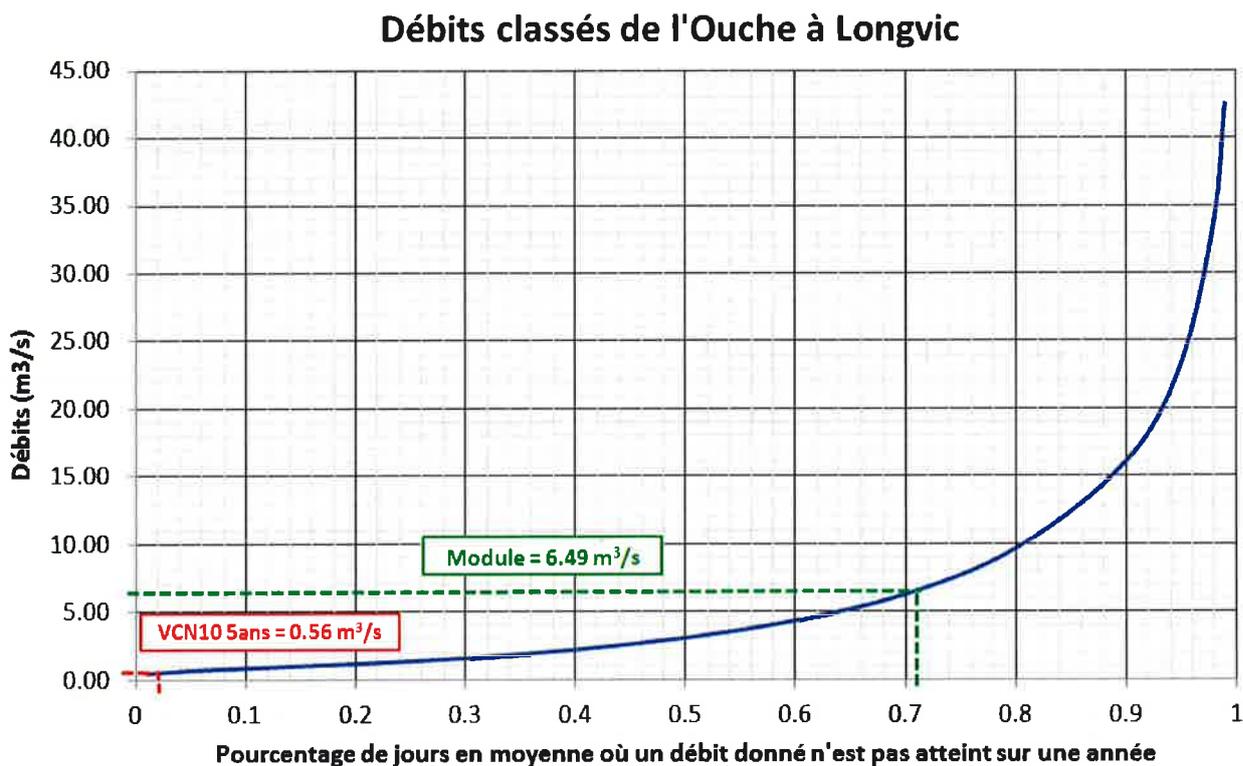


Figure 44. Courbe des débits classés de l'Ouche à Longvic

1.3. DONNEES HYDRAULIQUES

Les données hydrauliques utilisées comme hypothèses de pré-dimensionnement de l'ouvrage sont les suivantes (niveaux d'eau après reconstruction du barrage) :

Tableau 11. Niveaux d'eau projetés en amont et en aval du barrage après travaux

Débit de l'Ouche		Niveau d'eau amont (m NGF)	Niveau d'eau aval (m NGF)	Hauteur de chute (m)
Fréquence	Valeur (m ³ /s)			
VCN10 5 ans	0.56	225.90	224.56	1.34
QMNA5	0.68	225.94	224.58	1.36
Q10%	0.85	225.99	224.60	1.39
Module	6.49	226.54	224.94	1.60
2xModule	13.0	226.60	225.22	1.38
3xModule	19.47	226.60	225.41	1.19

Sur la plage de fonctionnement de la passe à poissons, soit entre le VCN10 5 ans (0.56 m³/s) et 3 fois le module (19.47 m³/s), l'évolution de la hauteur de chute au droit du barrage de Longvic est présentée sur le graphique suivant :

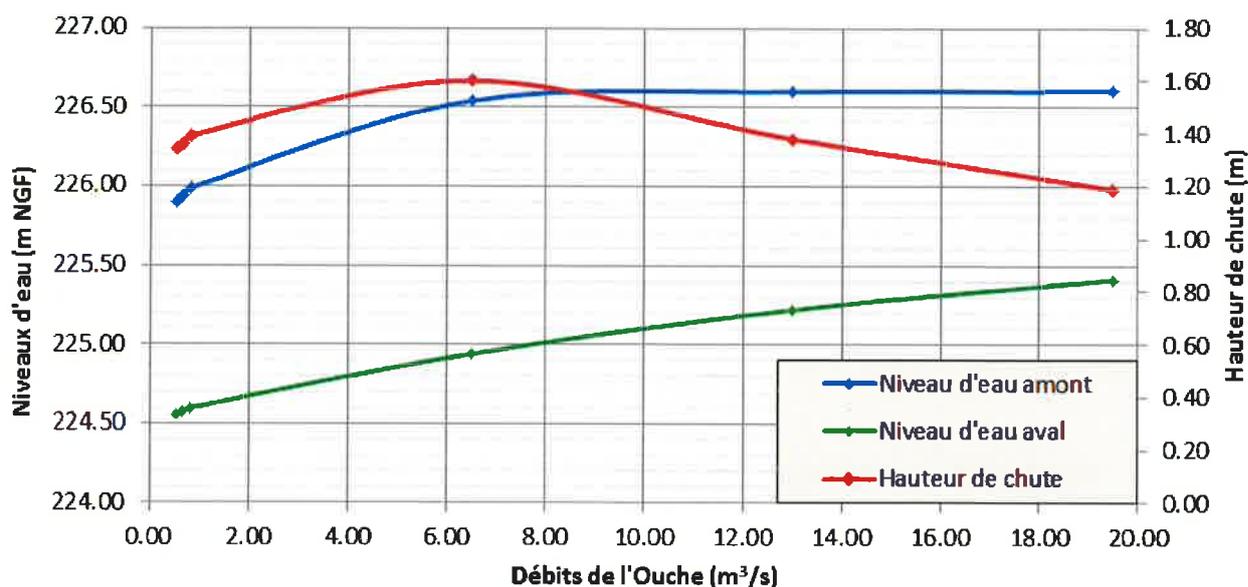


Figure 45. Evolution de la hauteur de chute projetée au droit du barrage de Longvic

2. EMPLACEMENT DE L'OUVRAGE

2.1. LOCALISATION DE L'ENTREE PISCICOLE

De manière générale, le poisson a tendance à remonter le cours d'eau le plus en amont possible, jusqu'à ce qu'il soit arrêté par une chute d'une hauteur infranchissable ou par des courants ou des turbulences trop violents. Il convient donc d'installer l'entrée piscicole de la passe à poissons le plus près possible de l'ouvrage, qui correspond au point de plus haute remontée du poisson.

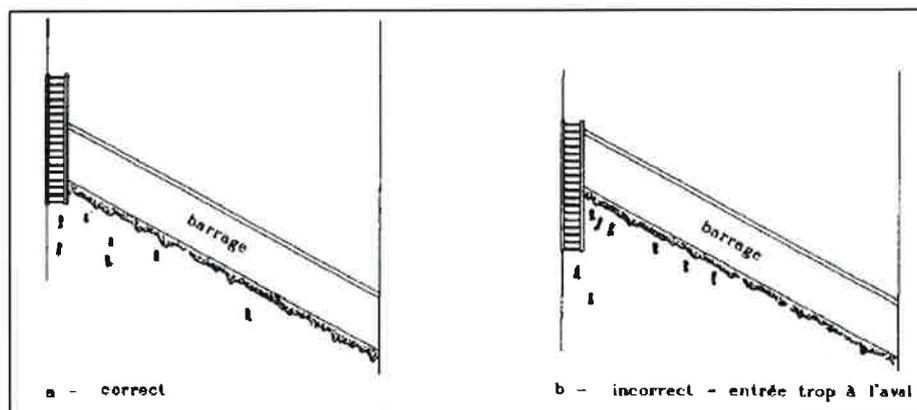


Figure 46. Schéma illustrant l'implantation d'une passe à poissons dans le cas d'un obstacle oblique (source : Larinier et al., 1992)

Dans le cas présent, cette contrainte d'implantation incite à écarter tout aménagement nécessitant de déporter l'entrée piscicole du dispositif à plusieurs dizaines de mètres à l'aval du barrage. La solution « rivière de contournement » en rive droite du barrage, qui s'étendrait sur un linéaire de l'ordre de 100 à 150 m à travers l'arboretum, ne sera donc pas retenue.

Ainsi, la problématique d'implantation du dispositif consiste à définir la zone la plus favorable en termes d'attrait piscicole et d'entretien/exploitation de l'ouvrage.

2.2. POSITIONNEMENT DU DISPOSITIF

Le positionnement du dispositif au droit du barrage devra respecter les contraintes de conception suivantes :

- **Garantir la fonctionnalité de l'ouvrage sur toute sa plage de fonctionnement**, notamment en termes d'attrait piscicole ;
- **Assurer des conditions optimales d'exploitation, d'accessibilité et d'entretien du dispositif**, avec un ouvrage peu sensible à la formation d'embâcles et au risque d'engrèvement/ensablement.

Ainsi, dans un objectif de comparaison multicritère et au regard de ces différentes contraintes, un scénario d'aménagement a été étudié sur chaque rive du barrage :

- Une **passe à poissons à bassins successifs implantée en rive droite du barrage** : choix d'un **dispositif compact**, afin de garantir une entrée piscicole proche du barrage, et pouvant être **facilement mis en sécurité**, tenant compte de la fréquentation importante du site et du fort impact visuel de l'ouvrage ;

- Une rampe à macrorugosités régulièrement réparties implantée en rive gauche du barrage : choix d'un dispositif linéaire, en raison d'une emprise foncière confortable (sans toutefois envisager un dispositif trop long de type « rivière de contournement » afin de préserver l'arboretum), et moins sensible aux embâcles.

2.3. SCENARIO °1 : PASSE A BASSINS SUCCESSIFS EN RIVE DROITE

2.3.1. Principe de fonctionnement

Le principe de la passe à bassins successifs consiste à diviser la dénivellation à franchir en plusieurs petites chutes qui déterminent une série de bassins.

Le passage de l'eau d'un bassin à l'autre peut s'effectuer par une ou plusieurs fentes ou échancrures, par un ou divers orifices, par déversement de surface, ou par diverses combinaisons des solutions précédentes.

Les principaux paramètres d'une passe à bassins sont :

- les dimensions des bassins ;
- les caractéristiques géométriques des dispositifs assurant le passage de l'eau au niveau des cloisons (dimensions et altitudes des fentes, échancrures, orifices ou déversoirs).

Ces caractéristiques géométriques déterminent, en fonction des cotes des niveaux d'eau à l'amont et à l'aval de l'ouvrage, le comportement hydraulique de la passe, c'est-à-dire son débit, la différence de niveau d'un bassin à l'autre, ainsi que la configuration de l'écoulement dans les bassins.



Figure 47. Exemples de passes à bassins successifs – Passe à poissons à double fente de Mirebeau-sur-Bèze (21) (à gauche) et passe à poissons à échancrures de Couternon (21) (à droite)

2.3.2. Critères de dimensionnement

Le fonctionnement d'une passe à bassins successifs dépend de plusieurs critères qui permettent d'évaluer la fonctionnalité piscicole de l'ouvrage en fonction de la période hydrologique considérée. Il s'agit :

- De la charge dans les fentes, qui doit être suffisante afin de permettre le passage du poisson ;
- De la hauteur de chute entre les bassins, en fonction des espèces à faire franchir ;
- Du type de jet, plongeant ou de surface, en fonction des espèces à faire franchir ;

- Du tirant d'eau dans les bassins, qui doit être supérieur à 2 fois la hauteur de chute entre bassins ;
- De la puissance volumique dissipée dans les bassins, généralement comprise entre 100-150 W/m³ pour les petites espèces, et 200-250 W/m³ pour les espèces de plus grandes tailles (grands Cyprinidés).

Les différentes espèces de poissons ne disposant pas des mêmes capacités de nage, la valeur retenue pour chacun de ces critères dépendra par conséquent de l'espèce (ou groupe d'espèces) mais également de la taille (stade du cycle de croissance) des individus concernés.

Les critères hydrauliques à respecter pour les espèces cibles considérées au droit du barrage de Longvic sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 12. Critères hydrauliques pour les espèces cibles présentes au droit du barrage à l'étude

Espèces	Type de jet	Hauteur de chute maximale (m)	Largeur minimale des fentes (m)	Puissance dissipée maximale (W/m ³)
Grands Cyprinidés	Surface	0.30	0.30	250
Petites espèces	Surface	0.20	0.20	150
Truite fario	Plongeant et/ou surface	0.35	0.30	250

Les critères hydrauliques retenus pour la conception du dispositif sont les critères limitants pour chacun des groupes d'espèces rappelés ci-dessus : hauteur de chute et puissance maximales pour les petites espèces, largeur d'ouverture minimale pour les grands Cyprinidés.

Tableau 13. Critères hydrauliques retenus pour le dimensionnement de la passe à bassins successifs

Critères de dimensionnement	
Type de jet	Surface
Hauteur de chute maximale	0.20 m
Largeur d'ouverture minimale	0.30 m
Puissance dissipée maximale	150 W/m ³

2.3.3. Pré-dimensionnement

De manière générale, plus les fentes sont larges, moins elles sont soumises au colmatage, mais plus elles nécessitent des bassins de dimensions importantes afin de permettre une dissipation d'énergie suffisante. Il s'agira ici de trouver un bon compromis entre fonctionnalité et emprise/coût du dispositif.

A ce stade de l'étude, il est possible d'envisager un dispositif à simple fente verticale de largeur 30 cm, ce qui permet de disposer d'un débit d'alimentation correct et d'ouverture suffisamment large pour limiter leur colmatage.

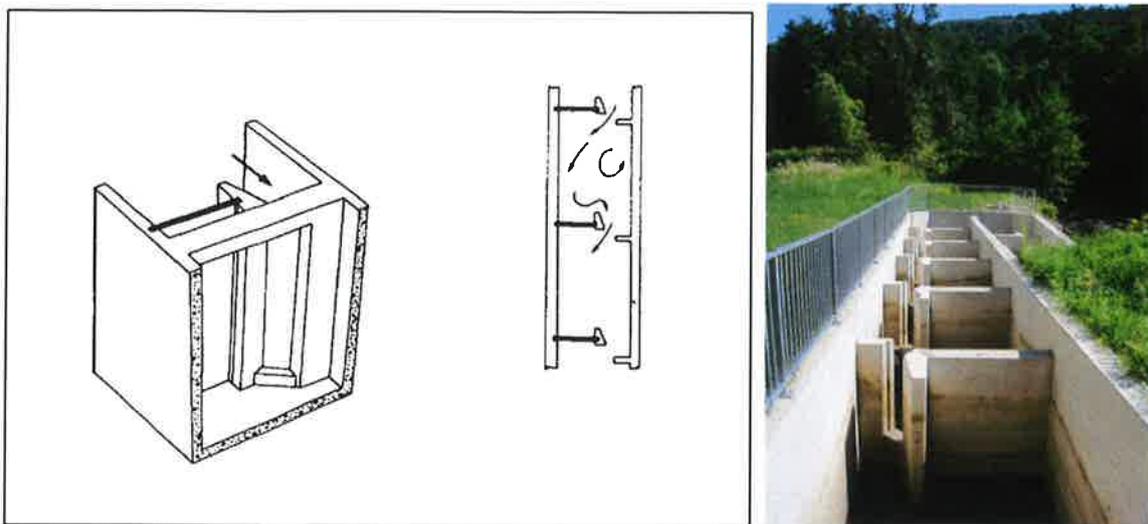


Figure 48. Principe des passes à fentes verticales selon Larinier et al., 1992 (à gauche)
Exemple de passe à fente verticale – Franchissement du barrage de Mutzig (67) sur la Bruche (à droite)

Avec une hauteur de chute maximale à aménager de l'ordre de 1.60 m, le dispositif de franchissement piscicole comprendra :

- **8 cloisons** munies d'une fente simple, de largeur 30 cm ;
- **7 bassins** de longueur 3.50 m et de largeur 2.50 m ;
- **1 bassin de stabilisation amont** ;
- **Débit d'alimentation de la passe : 0.30 à 0.60 m³/s.**

Le dispositif aura une emprise totale d'environ 110 m², accolée au vannage en rivière. Cette solution présente l'avantage d'être compacte, avec une surface aménagée au sol maîtrisée. En revanche, les voiles en béton et les dispositifs de mise en sécurité de l'ouvrage (de type caillebotis) ne supportent qu'une faible intégration paysagère.

Le principal inconvénient de ce type d'ouvrage réside dans l'utilisation de fente profonde. Cette configuration induit nécessairement les contraintes de conception et d'exploitation suivantes :

- **Faible débit d'alimentation** de la passe à poissons en raison d'un tirant d'eau limité à bas débits (ou nécessité de mettre en œuvre des doubles fentes) ;
- Au vu de l'engravement important en amont du barrage, le **risque d'engravement et/ou d'ensablement** de l'entrée hydraulique amont demeure important, nécessitant un entretien plus rigoureux de la part de l'exploitant.

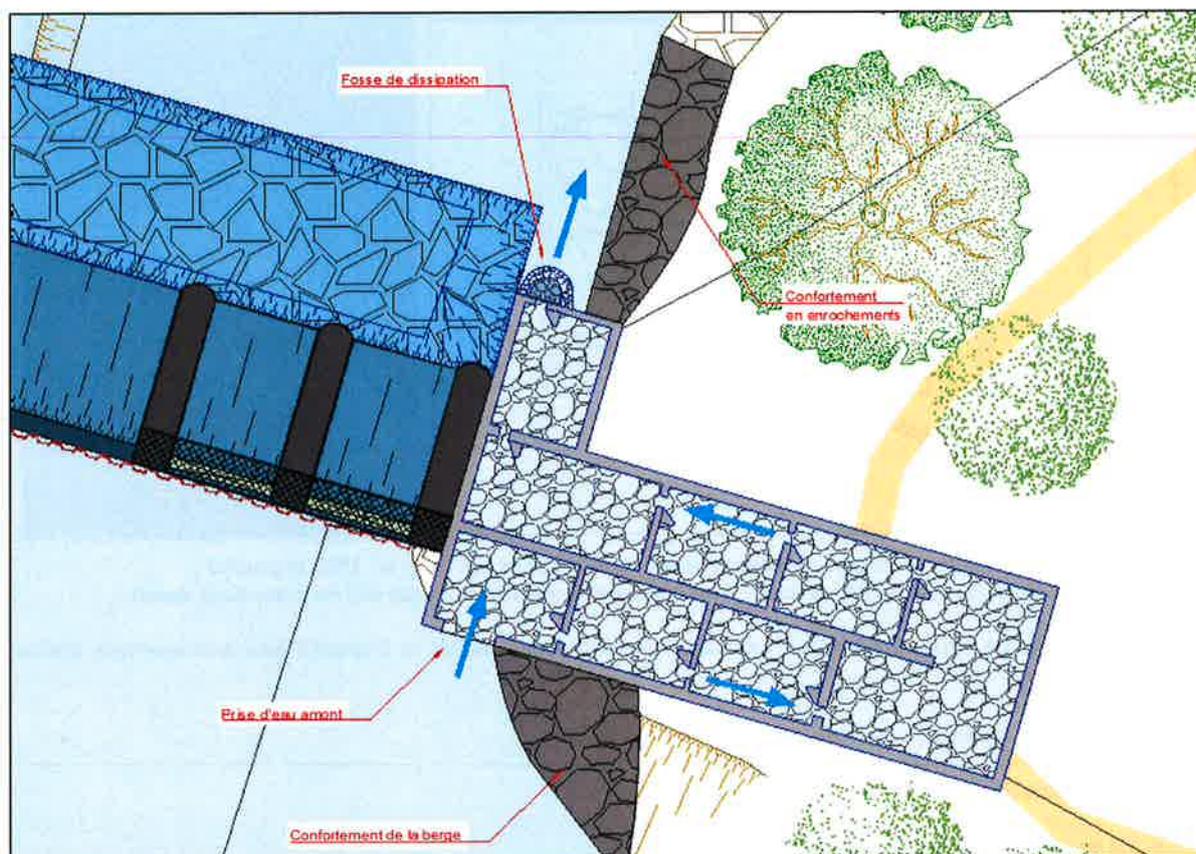


Figure 49. Implantation générale de la passe à bassins successifs

2.3.4. Surveillance et entretien

Ce type de dispositif est très sensible aux embâcles, qui peuvent venir colmater l'entrée hydraulique et créer une perte de charge conséquente, source de dysfonctionnement de l'ouvrage.

Dans le cas présent, la plupart des embâcles se forment sur le barrage, localisé en amont du dispositif de franchissement piscicole. En outre, l'entrée hydraulique de la passe à poissons a été judicieusement placée au-delà du vannage et orientée perpendiculairement aux écoulements afin de limiter au mieux le risque de formation d'embâcles au sein du dispositif.

Malgré cela, ce type de dispositif nécessite un entretien régulier. Une surveillance hebdomadaire, sous la forme d'une inspection visuelle, devra être instaurée afin de s'assurer que l'entrée hydraulique et les différentes fentes ne sont pas colmatées par d'éventuels branchages.

Une attention particulière sera portée sur la prise d'eau amont, qui devra être dépourvue d'embâcles pour un fonctionnement optimal de la passe. En cas de nécessité, l'exploitant veillera à libérer le passage des écoulements à l'aide d'un outil approprié. Les petits éléments pourront être déviés sur le barrage ou retirés en dehors du cours d'eau.

Des opérations de maintenance plus importantes seront également prévues à échéance fixe (annuelle ou pluri-annuelle), durant lesquelles un ou plusieurs bassins seront vidés. La mise en place d'un batardeau sur le bassin de stabilisation amont permettra d'isoler hydrauliquement tout ou partie des bassins. Une vérification sera portée sur le fond des bassins, qui ne devra pas (ou peu) être sujet au colmatage dans le but de préserver la rugosité initiale.

2.4. SCENARIO °2 : RAMPE A MACRORUGOSITES REGULIEREMENT REPARTIES EN RIVE GAUCHE

2.4.1. Principe de fonctionnement

Dans une rampe à enrochements (régulièrement répartis ou non), l'énergie est dissipée par des singularités constituées de blocs isolés plus ou moins régulièrement répartis sur un coursier rugueux. Le raisonnement sous-jacent à la disposition régulière des blocs est l'obtention d'un écoulement pseudo-uniforme dans tout le dispositif sans apparition de singularités hydrauliques marquées (chute locale, ressaut hydraulique trop prononcé, hauteur d'eau insuffisante) susceptibles de constituer des points de blocage à la remontée du poisson. La ligne d'eau est globalement parallèle au coursier. Chaque bloc génère un sillage qui doit pouvoir constituer une zone de repos pour le poisson.

L'existence d'une rugosité de fond importante (petits blocs) permet de diminuer les vitesses d'écoulement à proximité du fond et offre des zones de repos et des repères aux petites espèces rhéophiles, facilitant leur franchissement. Les blocs isolés peuvent être de plusieurs factures : on utilise soit des enrochements naturels, soit des blocs pré-moulés en béton (forme trapézoïdale ou cylindrique).



Figure 50. Rampe à macrorugosités régulièrement réparties sur la Bèze à Vonges (21)



Figure 51. Rampe à macrorugosités régulièrement réparties sur l'Allan au droit du barrage de Méziré (90)

2.4.2. Critères de dimensionnement

Le fonctionnement d'une rampe en enrochements régulièrement répartis dépend de trois critères qui permettent d'évaluer la fonctionnalité piscicole de l'ouvrage en fonction de la période hydrologique considérée. Il s'agit :

- De la hauteur d'eau minimale (h) permettant la nage du poisson dans l'ouvrage ;
- De la vitesse de l'écoulement dans l'ouvrage. Cette vitesse n'étant pas homogène, on retient généralement deux vitesses différentes qui permettent de caractériser les champs de vitesses observés :
 - La vitesse débitante, qui est calculée à partir de la section totale d'écoulement (V_{deb}) ou à partir de la section minimale d'écoulement au passage entre les blocs (V_{debmax}) qui représente une valeur moyenne ;
 - La vitesse maximale observée dans l'écoulement (V_{max}).
- De la puissance dissipée maximale (P) qui représente le taux de turbulence dans l'ouvrage.

Les différentes espèces de poissons ne disposant pas des mêmes capacités de nage, la valeur retenue pour chacun de ces critères dépendra par conséquent de l'espèce (ou groupe d'espèces) mais également de la taille (stade du cycle de croissance) des individus concernés.

Les critères hydrauliques à respecter pour les espèces cibles considérées au droit du barrage en rivière Aube sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 14. Critères hydrauliques pour les espèces cibles présentes au droit du barrage à l'étude

Espèces	Vitesse maximale dans les jets (m/s)	Hauteur d'eau minimale dans l'ouvrage (m)	Puissance dissipée maximale (W/m ³)
Grands Cyprinidés	1.8	0.30	450
Petites espèces	1.5	0.20	250 - 300
Truite fario	2.0	0.20	500 - 600

Les critères hydrauliques retenus pour la conception du dispositif sont les critères limitants pour chacun des groupes d'espèces rappelés ci-dessus : hauteur d'eau minimale dans l'ouvrage pour les grands Cyprinidés, vitesse et puissance dissipée maximales pour les petites espèces.

Tableau 15. Critères hydrauliques retenus pour le dimensionnement de la rampe à macrorugosités régulièrement réparties

Critères de dimensionnement	
Tirant d'eau minimal	0.30 m
Vitesse maximale	1.50 m/s
Puissance dissipée maximale	300 W/m ³

2.4.3. Pré-dimensionnement

Au vu des espèces cibles retenues, la pente maximale de l'ouvrage devra être de **5% environ**, afin de permettre un fonctionnement « toutes espèces ». Cela permet d'évaluer la longueur de la rampe selon la hauteur de chute maximale à rattraper. Pour une hauteur de chute maximale estimée à 1.60 m au droit du barrage, la rampe développera une **longueur de 40 m**, pour une emprise totale d'environ 185 m².

A noter que ce linéaire comporte, au-delà des sections courantes de pente 5%, une zone de replat au niveau de la prise d'eau amont.

En termes de géométrie, il est possible d'esquisser à ce stade un dispositif comme suit :

- Pente de 5%, soit un linéaire développé de l'ordre de 40 m environ (dont 8.00 m de pente nulle au niveau de la prise d'eau amont et du virage central) ;
- Largeur de 4 m ;
- Blocs régulièrement répartis de largeur 0.50 m et de hauteur utile 0.80 m ;
- Concentration de 13-14%, soit un espacement des blocs (axe à axe) d'environ 1.30-1.40 m (espacement libre entre les blocs de l'ordre de 1.00-1.10m) ;
- Débit d'alimentation variant entre 0.55 m³/s et 1.80 m³/s sur la plage de fonctionnement du dispositif.

A noter qu'aucun écoulement ne se produira en surverse sur le barrage jusqu'au Q50% environ, configuration favorable à l'attractivité du dispositif. Pour des débits supérieurs, afin d'éviter des phénomènes de turbulences trop importants à l'aval du barrage, les vannes seront progressivement ouvertes de manière à conserver une lame d'eau de l'ordre de 10 cm en surverse sur le déversoir jusqu'à trois fois le module.

Le radier de l'ouvrage sera constitué d'enrochements non liaisonnés permettant d'assurer une rugosité de fond importante. Des blocs isolés en béton préfabriqué de dimensions importantes, ou macrorugosités, seront positionnés et régulièrement répartis face à l'écoulement. Ces blocs étant sensibles aux contraintes de basculement, ils seront stabilisés (liaisonnement béton, pieux en fers, ...).

Les parois latérales de l'ouvrage seront constituées de voiles en béton armé en partie inférieure (pour une hauteur utile de 1.40 m), complétées en partie supérieure par un retalutage en pente douce enherbée.

Une poutre limitatrice du débit sera aménagée sur la prise d'eau amont. Celle-ci permettra non seulement de limiter l'arrivée de flottants dans la passe à poissons, mais également de renforcer la sécurité autour de l'ouvrage en empêchant les pratiquants de canoës/kayaks de rentrer dans le dispositif.

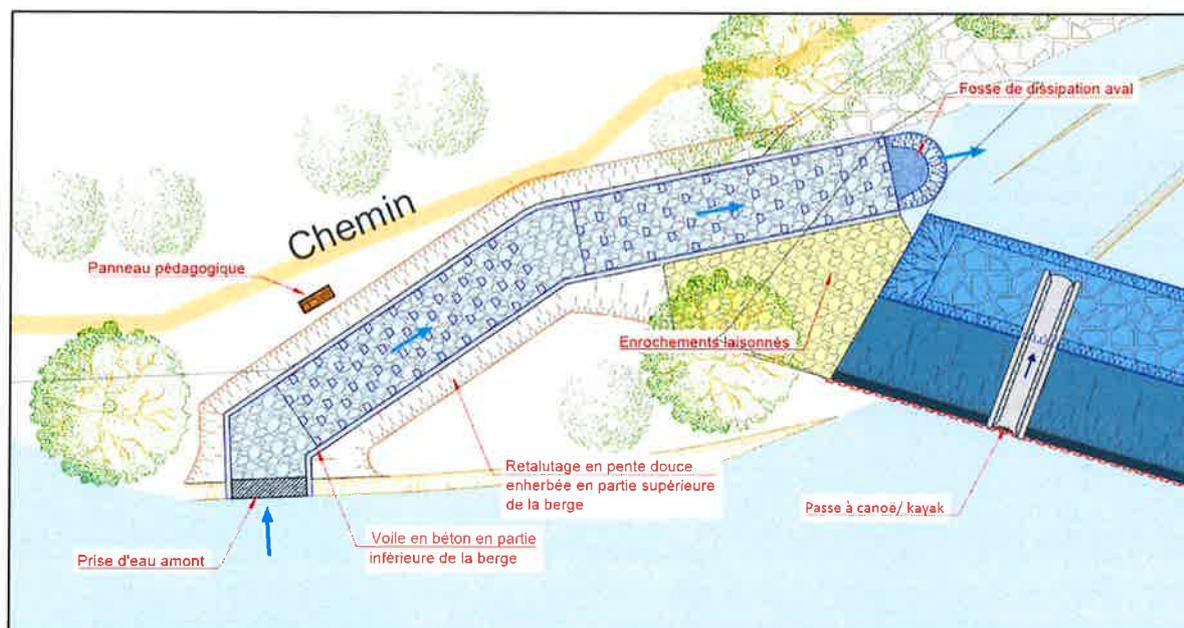


Figure 52. Implantation générale de la rampe à macrorugosités régulièrement réparties

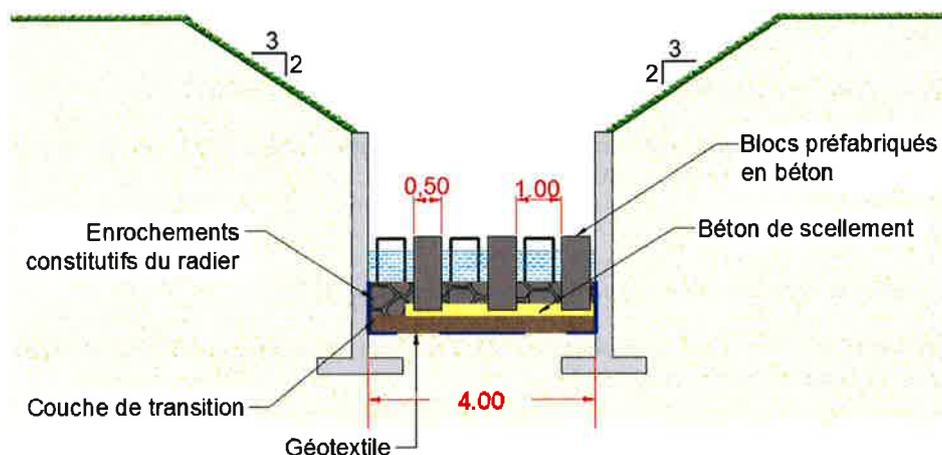


Figure 53. Coupe de principe de la rampe à macrorugosités régulièrement réparties

2.4.4. Surveillance et entretien

Ce type de dispositif est moyennement sensible aux embâcles, qui peuvent venir obstruer les passages d'écoulement entre les macrorugosités et créer un dysfonctionnement hydraulique (chute infranchissable, augmentation des vitesses d'écoulement). Toutefois, un embâcle ponctuel ne nuira à la fonctionnalité globale du dispositif, compte tenu de la présence de plusieurs passages d'écoulement sur la section de l'ouvrage (contrairement aux passes à bassins successifs).

Dans un objectif de moindre entretien, une prise d'eau sera mise en place à l'amont de l'ouvrage. Cette entrée hydraulique sera orientée perpendiculairement aux écoulements, de manière à limiter l'arrivée de flottants au sein de la passe. La prise d'eau sera dimensionnée telle que :

- Les petits flottants, jugés aptes à circuler dans les espaces inter-blocs, puissent transiter à travers le dispositif sans induire de dysfonctionnement hydraulique majeur (sur la plage de fonctionnement de la passe) ;
- Les gros flottants (troncs, grosses branches) ne pénètrent pas au sein de la rampe par mise en charge de l'entrée hydraulique (hors plage de fonctionnement de la passe).

Malgré cela, ce type de dispositif nécessite une surveillance régulière. Celle-ci devra être instaurée afin de s'assurer que l'entrée hydraulique et les espaces inter-blocs ne sont pas colmatés par d'éventuels branchages. En cas de nécessité, l'exploitant veillera à libérer le passage des écoulements à l'aide d'un outil approprié.

Des opérations de maintenance plus importantes seront également prévues à échéance fixe (annuelle ou pluri-annuelle), durant lesquelles la rampe sera entièrement vidée. L'isolement hydraulique sera réalisé en plaçant un batardeau sur la prise d'eau. A cette occasion, une vérification sera portée sur le fond de la passe, qui ne devra pas (ou peu) être sujet au colmatage dans le but de préserver la rugosité initiale. L'ancrage des macrorugosités dans le radier et l'état général des blocs seront également inspectés.



G. EVALUATION DES INCIDENCES

1. INCIDENCES HYDRAULIQUES

1.1. IMPACTS SUR LA LIGNE D'EAU

La reconstruction du barrage intégrera un abaissement de 0.60 m de l'ouvrage par rapport à sa géométrie avant rupture. Cette modification a été proposée dans un objectif d'optimisation de la conception des ouvrages et d'amélioration de la répartition des débits dans la traversée de la commune.

L'abaissement de la crête du barrage, couplée avec une nouvelle gestion des différents vannages, aura nécessairement un impact sur la ligne d'eau dans le tronçon de l'Ouche accueillant le barrage, ainsi qu'au sein du bief de Longvic.

Les principaux impacts hydrauliques attendus en amont du barrage sont les suivants :

Tableau 16. Incidences sur la ligne d'eau en amont du barrage

Débit de l'Ouche		Amont barrage (m NGF)		Incidence (m)
Fréquence	Valeur (m ³ /s)	Avant	Après	
VCN10 5 ans	0.56	226.35	225.90	-0.45
QMNA5	0.68	226.40	225.94	-0.46
Q50%	3.07	226.85	226.40	-0.45
Module	6.49	227.13	226.54	-0.59
2xModule	13.0	227.22	226.60	-0.62
3xModule	19.5	227.28	226.60	-0.68
Q2	62	227.42	226.89	-0.53
Q5	85	227.55	227.16	-0.39
Q10	112	227.67	227.47	-0.20

En lien avec l'abaissement de la crête de l'ouvrage, la ligne d'eau en amont du barrage connaîtra un abaissement de l'ordre de 45 à 68 cm sur une plage de débits courants, jusqu'à 3 fois le module environ. Il est à noter que :

- Pour des débits de l'Ouche de l'ordre de 2 à 4 fois le module, la ligne d'eau en amont du barrage sera régulée à la cote 226.60 m NGF grâce à une ouverture progressive des vannes. Cette gestion permettra de limiter la mise en charge du barrage sur une gamme de débits moyens, configuration plus favorable à la fonctionnalité de la passe à poissons.
- En cas de crue, l'abaissement de la ligne d'eau amont sera progressivement réduit avec l'augmentation du débit de l'Ouche. Ce phénomène est principalement lié à l'ennoiement plus rapide du barrage par rapport à son ancienne configuration, en lien avec l'abaissement de la crête de l'ouvrage.

Egalement, l'abaissement de la cote de crête du barrage sera à l'origine d'une réduction du remous liquide induit en amont de l'ouvrage en période d'exploitation normale (surverse). Tenant compte d'une pente moyenne de 0.23% sur le tronçon de l'Ouche à l'étude, le remous liquide connaîtra une réduction d'environ 260 m. Le remous liquide après reconstruction du barrage est estimé à près de 360 m, soit jusqu'au pont de la voie ferrée en amont de l'ouvrage.

Concernant le bief de Longvic, les principaux impacts attendus sur la ligne d'eau sont les suivants :

Tableau 17. Incidences sur la ligne d'eau dans le bief de Longvic

Débit de l'Ouche		Amont décharge (m NGF)		Incidence (m)	Amont médiathèque (m)		Incidence (m)
Fréquence	Valeur (m ³ /s)	Avant	Après		Avant	Après	
VCN10 5 ans	0.56	225.44	225.18	-0.26	225.34	225.18	-0.16
QMNA5	0.68	225.47	225.19	-0.28	225.36	225.18	-0.18
Q50%	3.07	225.91	225.48	-0.43	225.68	225.36	-0.32
Module	6.49	226.11	225.62	-0.49	225.83	225.46	-0.37
2xModule	13.0	226.17	225.67	-0.50	225.92	225.49	-0.43
3xModule	19.5	226.20	225.70	-0.50	225.94	225.52	-0.42
Q2	62	225.50	225.70	0.20	224.94	225.52	0.58
Q5	85	225.60	225.70	0.10	225.00	225.52	0.52
Q10	112	225.68	225.70	0.02	225.06	225.52	0.46

L'analyse des impacts hydrauliques dans le bief de Longvic permet de souligner que :

- Les niveaux d'eau seront globalement plus faibles sur une plage de débits courante (étiage à 3 fois le module), avec un abaissement de l'ordre de 15 à 45 cm par rapport à la situation avant rupture, en raison d'une alimentation moindre du bief due aux prises d'eau supplémentaires aménagées sur le barrage (passe à poissons, passe à canoë/kayak) ;
- L'ouverture progressive de la vanne de décharge permettra de conserver un niveau d'eau constant pour des débits soutenus. Il en résultera un niveau d'eau plus haut qu'auparavant mais néanmoins compatible avec la section hydraulique du bief.

A noter que l'analyse hydraulique effectuée est basée sur une modélisation hydraulique en lit mineur (à plein bord) et en régime permanent. En cas de poursuite du projet et préalablement à l'élaboration des dossiers réglementaires, l'analyse hydraulique devra être approfondie en considérant le **lit majeur** et le **régime transitoire**, ce qui permettra de valider et/ou adapter les impacts hydrauliques en crue, ainsi que la conformité du projet vis-à-vis du PPRi Ouche.

Les impacts sur la ligne d'eau seront à actualiser ultérieurement (études AVP/PRO), après validation du dispositif de franchissement piscicole et de la répartition des débits projetés.

1.2. IMPACTS SUR LA REPARTITION DES DEBITS

La nouvelle géométrie du barrage et la gestion optimisée des vannages conduiront à une modification de la répartition des débits dans la traversée de Longvic. Rappelons que cette nouvelle répartition s'appuie principalement sur le respect du débit réservé dans le tronçon court-circuité de l'Ouche, une gestion souple des vannes, ainsi qu'une maîtrise des impacts hydrauliques en crue.

Les impacts sur la répartition des débits entre l'Ouche et le bief de Longvic sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 18. Incidences sur la répartition des débits

Débit de l'Ouche		Débit Ouche (m ³ /s)		Incidence (m ³ /s)	Débit bief (m ³ /s)		Incidence (m ³ /s)
Fréquence	Valeur (m ³ /s)	Avant	Après		Avant	Après	
VCN10 5 ans	0.56	0.00	0.56	0.56	0.56	0.00	-0.56
QMNA5	0.68	0.00	0.67	0.67	0.68	0.01	-0.67
Q50%	3.07	0.03	2.39	2.36	3.04	0.68	-2.36
Module	6.49	1.52	5.22	3.70	4.97	1.27	-3.70
2xModule	13.0	7.45	11.50	4.05	5.55	1.49	-4.06
3xModule	19.5	13.50	17.81	4.31	6.00	1.66	-4.34
Q2	62	54.8	58.70	3.88	7.18	3.31	-3.87
Q5	85	76.8	79.7	2.93	8.24	5.32	-2.92
Q10	112	102.7	104.3	1.59	9.26	7.69	-1.57

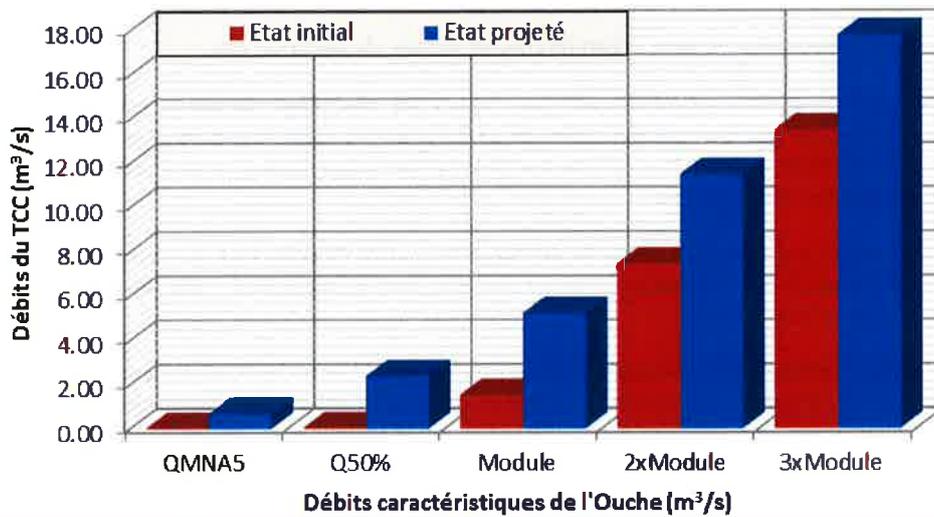


Figure 54. Incidences sur les débits dans le tronçon court-circuité de l'Ouche

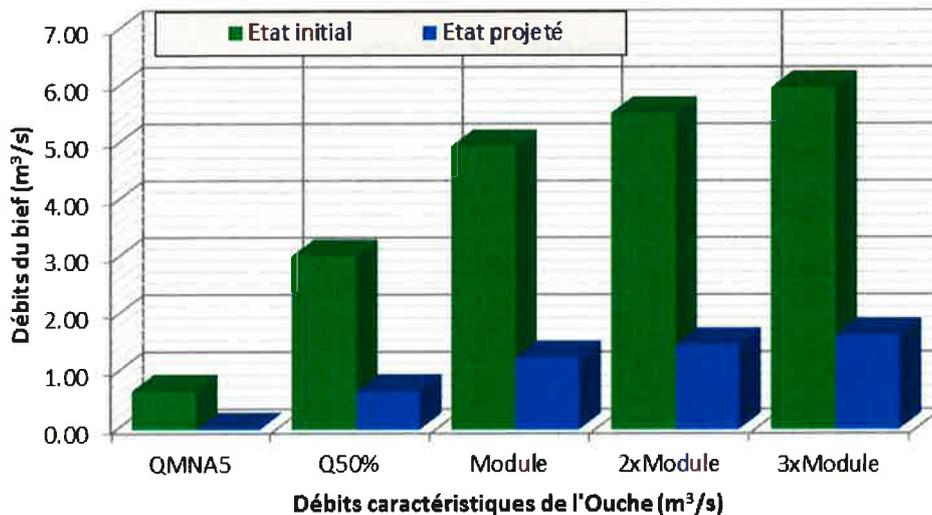


Figure 55. Incidences sur les débits dans le bief de Longvic

Le débit d'alimentation du bief de Longvic sera réduit par rapport à la situation avant rupture du barrage, au profit du tronçon court-circuité de l'Ouche. Une réduction de l'ordre de 2 à 4 m³/s est attendue sur une plage de débits moyens à soutenus, soit près de 50 à 70% du débit initial du bief. En cas de crue, cet écart sera progressivement réduit avec l'augmentation du débit de l'Ouche, pour tendre vers un débit de l'ordre de 1.00 à 1.50 m³/s seulement.

Remarque :

De tels écarts de débits sont principalement dus à la nouvelle gestion des vannes : la modélisation de l'état initial intégrait une ouverture brutale des vannes à parti d'une crue biennale alors que la simulation de l'état projeté prévoit une ouverture progressive des vannes dès le module ou 2 fois le module, configuration ici moins sujette aux à-coups hydrauliques.

A noter qu'en cas d'étiage sévère, un **arrêt de l'alimentation du bief de Longvic** se produira afin de garantir le respect du débit réservé dans le tronçon court-circuité de l'Ouche. Cette situation sera rencontrée pour des débits de l'Ouche inférieurs à 0.65 m³/s, situation hydrologique statistiquement observée **pendant 4.6% de l'année** (soit 17 jours par an).

Les impacts sur la répartition des débits seront à actualiser ultérieurement (études AVP/PRO), après validation du type de dispositif de franchissement piscicole.

2. INCIDENCES MORPHOLOGIQUES

Suite à sa reconstruction, le barrage continuera à constituer un point dur dans le profil en long de l'Ouche et un obstacle à la continuité sédimentaire. Toutefois, il est à noter que l'abaissement général de l'ouvrage aura des incidences morphologiques positives sur le cours d'eau, avec :

- Un **transit sédimentaire facilité**, grâce à l'abaissement du radier des vannes en rivière de 0.30 m par rapport à l'ancien vannage (impact à nuancer considérant la localisation du vannage en extrémité aval du barrage) et une ouverture progressive des vannes à partir du module ;
- Une **réduction du remous solide**, en lien avec l'abaissement de 0.60 m de la cote du déversoir, limitant ainsi la capacité de stockage de matériaux dans la retenue amont. Le linéaire précis de gain en remous solide devra être estimé ultérieurement, à partir du profil en long de l'Ouche sur environ 600-700 m en amont du barrage.

D'une manière générale, en complément de l'abaissement du barrage, l'ouverture des vannes en rivière prioritairement aux vannes du bief contribuera à faciliter le transit sédimentaire sur ce tronçon de l'Ouche. A noter toutefois que le transport des sédiments restera globalement faible eu égard à la conservation de l'ouvrage.

3. INCIDENCES HYDRO-ECOLOGIQUES

L'équipement du barrage par une passe à poissons lors de sa reconstruction permettra de restaurer la continuité piscicole sur ce tronçon de l'Ouche. Sur la plage de fonctionnement retenue, les conditions d'écoulement au sein du dispositif resteront compatibles avec la libre circulation des espèces piscicoles ciblées, et notamment les espèces d'intérêt patrimonial.

En termes de qualité physique et d'habitats aquatiques, la réduction du remous liquide de l'Ouche en amont du barrage permettra au cours d'eau de retrouver des écoulements plus naturels, hors influence du barrage, sur un linéaire d'environ 260 m (*impact à préciser ultérieurement, après acquisition d'un profil en long plus complet du cours d'eau en amont du barrage*).



Figure 56. Tronçon de l'Ouche à l'aval du barrage, hors influence d'un quelconque ouvrage hydraulique

4. INCIDENCES SOCIO-ECONOMIQUES

Le barrage de Longvic ne supporte aucun usage socio-économique.

Les principaux impacts de la reconstruction du barrage sur le plan socio-économique sont les suivants :

- Une **amélioration des conditions de franchissement du barrage par les canoës/kayaks**, avec l'aménagement d'une passe à canoës dédié ;
- Une **mise en valeur du site** grâce à l'implantation d'un panneau pédagogique aux abords de la passe à poissons, visant à informer les promeneurs quant à la notion de continuité écologique.

5. INCIDENCES PAYSAGERES

5.1. SUR LE BARRAGE

La reconstruction du barrage aura un impact visuel fort, d'autant plus qu'aucune surverse n'aura lieu sur le barrage pendant environ 50% de l'année, rendant ainsi la crête de l'ouvrage particulièrement visible pour les promeneurs de l'arboretum et de la véloroute.

L'impact visuel de l'ouvrage dépendra essentiellement du type de barrage retenu :

- **Dans le cas d'un barrage en béton** : La crête du barrage en béton sera très homogène et d'aspect globalement similaire à l'ancien ouvrage, à l'exception de la teinte du matériau davantage grisée. Le rideau de palplanches amont pourra éventuellement être recépé à une cote plus basse que la crête, de manière à limiter son impact visuel.
- **Dans le cas d'un barrage en enrochements** : La crête du barrage sera plus irrégulière, en enrochements liaisonnés au béton. En l'absence de surverse, les palplanches à l'amont resteront visibles puisque celles-ci devront nécessairement être recépées au niveau de la crête du barrage, afin d'assurer le maintien des blocs.

5.2. SUR LE BIEF DE LONGVIC

La reconstruction du barrage permettra la remise en eau du bief de Longvic. Hormis fuites éventuelles à travers le vannage de la médiathèque ou éventuels phénomènes d'évaporation en période estivale, un niveau d'eau minimal fixé à la cote 225.17 m NGF sera maintenu sur le tronçon localisé entre le pavillon des Demoiselles et la médiathèque, conforme avec le niveau d'eau projet défini par la commune.

Néanmoins, la nouvelle répartition des débits dans la traversée de la commune impliquera une réduction des débits d'alimentation du bief. Le bief ne sera plus rempli à plein bord, mais à un niveau variable selon la période de l'année :

- A environ **1.10 à 1.30 m sous le haut de berge en période d'étiage** ;
- A environ **0.50 à 0.70 m sous le haut de berge en période de hautes eaux**.

A noter que ces niveaux restent indicatifs car dépendants du profil en travers du bief, variable selon la section considérée.



Figure 57. Bief de Longvic régulé à plein bord avant rupture du barrage

Un **marnage de l'ordre de 50 à 60 cm** sera attendu sur une plage de débits courants, entre l'étiage et 3 à 4 fois le module, avec sur le tronçon en amont de la médiathèque :

- Un tirant d'eau de **10 à 30 cm en période d'étiage** ;
- Un tirant d'eau de **60 à 80 cm en période de hautes eaux**.

Rappelons enfin qu'en cas d'étiage sévère, le bief de Longvic ne pourra plus être alimenté afin de garantir le respect du débit réservé dans le tronçon court-circuité de l'Ouche à l'aval du barrage. Cette situation sera rencontrée pour des débits de l'Ouche inférieurs à 0.65 m³/s, situation hydrologique statistiquement observée **pendant 4.6% de l'année** (soit 17 jours par an).

5.3. SUR LE VIVIER

En lien avec l'abaissement du niveau d'eau dans le bief de Longvic, **le vivier ne sera plus alimenté en permanence**. En effet, la cote de prise d'eau du vivier est arasée à 225.53 m NGF, soit 0.36 m au-dessus du niveau d'eau minimal attendu en période d'étiage.

Ainsi, le vivier ne sera alimenté qu'en période de hautes eaux, pour des débits de l'Ouche statistiquement observés pendant 45% du temps. Pendant le reste de l'année, il sera maintenu humide, voire asséché en cas d'étiage prolongé.

6. INCIDENCES SUR L'EXPLOITATION DES OUVRAGES

La modernisation du système de télégestion et de supervision des vannages contribuera à améliorer sensiblement les conditions d'exploitation des ouvrages mobiles. La régulation hydraulique du site sera intégralement télégérée par les automates, sur la base d'une consigne de niveau d'eau amont définie au préalable.

En outre, la supervision permettra à l'exploitant de consulter les données mesurées à distance (niveaux d'eau, ouverture des vannes, ...), limitant les déplacements sur site au strict nécessaire.



H. PROCEDURES REGLEMENTAIRES

RAPPORT DE PHASE 2 – Avant-projet sommaire
*MISSION D'ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE POUR LA REALISATION D'UN DIAGNOSTIC STRUCTUREL ET D'UNE ETUDE D'OPPORTUNITE POUR
UN OUVRAGE HYDRAULIQUE ET SES ANNEXES SUR LE COURS DE L'OUCHÉ*

Les procédures réglementaires visées et définies ci-après sont à confirmer auprès de la DDT21 avant instruction du dossier. Dans tous les cas, elles seront précisées lors de la définition détaillée du projet.

1. PROCEDURE GENERALE

Conformément à l'article R214-1 du Code de l'Environnement, modifié par le Décret n°2017-81 du 26 janvier 2017, relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration, le présent projet peut être soumis aux rubriques suivantes issues de la nomenclature « Loi sur l'Eau » :

Rubriques de la Loi sur l'Eau potentiellement concernées	Seuils d'interprétation et procédure	Remarque
<p>Rubrique 1.2.1.0 Prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement y compris par dérivation dans un cours d'eau, dans sa nappe d'accompagnement ou dans un plan d'eau ou canal alimenté par ce cours d'eau ou cette nappe</p>	<p>1° D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1000 m³/heure ou à 5% du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau : projet soumis à Autorisation</p> <p>2° D'une capacité totale ou maximale comprise entre 400 et 1000 m³/heure ou entre 2 et 5% du débit du cours d'eau ou, à défaut, du débit global d'alimentation du canal ou du plan d'eau : projet soumis à Déclaration</p>	<p><i>Le dispositif de pompage éventuellement utilisé dans le cadre des travaux aura une capacité inférieure à 400 m³/h ou comprise entre 400 et 1000 m³/h et les eaux seront rejetées dans le cours d'eau directement à l'aval de la zone de travail.</i></p> <p>➔ Non soumis ou Déclaration</p>
<p>Rubrique 3.1.1.0 Installations, ouvrage, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant un obstacle à l'écoulement des crues ou à la continuité écologique</p>	<p>1° Un obstacle à l'écoulement des crues : projet soumis à Autorisation</p> <p>2° Un obstacle à la continuité écologique :</p> <p>a) Entraînant une différence de niveau supérieure ou égale à 50 cm, pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation : projet soumis à Autorisation</p> <p>b) Entraînant une différence de niveau supérieure à 20 cm mais inférieure à 50 cm pour le débit moyen annuel de la ligne d'eau entre l'amont et l'aval de l'ouvrage ou de l'installation : projet soumis à Déclaration</p>	<p><i>La reconstruction du barrage (par rapport à la situation actuelle sans barrage) constituera un obstacle à l'écoulement des crues, ainsi qu'un obstacle à la continuité écologique.</i></p> <p>➔ Autorisation</p>

<p>Rubrique 3.1.2.0</p> <p>Arrêté de prescriptions du 28 novembre 2007</p> <p>Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou en travers d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau</p>	<p>1° Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m : <i>projet soumis à Autorisation</i></p> <p>2° Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m : projet soumis à Déclaration</p>	<p><i>La modification de la cote de crête du barrage induira une modification du profil en long de l'Ouche en amont de l'ouvrage sur un linéaire > 100 m.</i></p> <p>➔ Autorisation</p>
<p>Rubrique 3.1.4.0</p> <p>Arrêté de prescriptions du 13 février 2002</p> <p>Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes</p>	<p>1° Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m : <i>projet soumis à Autorisation</i></p> <p>2° Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m : <i>projet soumis à Déclaration</i></p>	<p><i>Des protections de berge très ponctuelles pourront être mises en œuvre aux abords immédiats des ouvrages (passe à poissons, vannage).</i></p> <p>➔ Non soumis ou Déclaration</p>
<p>Rubrique 3.1.5.0</p> <p>Arrêté de prescriptions du 30 septembre 2014</p> <p>Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire des frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet</p>	<p>1° Destruction de plus de 200 m² de frayères : <i>projet soumis à Autorisation</i></p> <p>2° Dans les autres cas : <i>projet soumis à Déclaration</i></p>	<p><i>Les aménagements seront réalisés en lieu et place d'ouvrages existants ou en lit majeur. Seule l'emprise de la fosse aval pourrait éventuellement être concernée.</i></p> <p>➔ Non soumis ou Déclaration</p>
<p>Rubrique 3.2.2.0</p> <p>Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau</p>	<p>1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m² : <i>projet soumis à Autorisation</i></p> <p>2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m² : <i>projet soumis à Déclaration</i></p>	<p><i>Aucun remblai en lit majeur n'est prévu dans le cadre du projet.</i></p> <p>➔ Non soumis</p>
<p>Rubrique 3.3.1.0</p> <p>Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant :</p>	<p>1° Supérieure ou égale à 1 ha : <i>projet soumis à Autorisation</i></p> <p>2° Supérieure à 0,1 ha mais inférieure à 1 ha : <i>projet soumis à Déclaration</i></p>	<p><i>Aucuns travaux ne seront réalisés en lit majeur à l'exception de l'aménagement d'une passe à poissons, de surface < 0,1 ha.</i></p> <p>➔ Non soumis</p>

2. PROCEDURES COMPLEMENTAIRES

2.1. DEROGATIONS D'ESPECES PROTEGEES

La loi du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature a fixé les principes et les objectifs de la politique nationale de protection de la faune et de la flore sauvage. Les espèces protégées en droit français sont les espèces animales et végétales dont les listes sont fixées par arrêtés ministériels en application du code de l'environnement (L411-1 et 2).

Afin notamment de mettre en conformité la réglementation nationale avec les directives européennes, des évolutions récentes ont eu lieu : modification du Code de l'environnement en 2006 et 2007 (L441-1 et 2, R411-1 à 14), refonte de plusieurs arrêtés de protection en 2007 et 2009, circulaire d'application en 2008.

Ainsi, au-delà de la protection des individus contre la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, les nouveaux textes interdisent désormais également :

- la perturbation intentionnelle des animaux dans le milieu naturel,
- la destruction, dégradation, altération des habitats de reproduction et de repos des espèces animales protégées,

et intègrent le raisonnement à l'échelle de la population et non plus du seul individu.

Dans ce cadre, le champ des dérogations possibles a été élargi mais est strictement encadré. Ainsi, l'article L411-2, modifié par la loi d'orientation agricole de janvier 2006, précise que la délivrance de dérogation aux interdictions de destruction d'habitats d'espèces et d'espèces protégées, à condition qu'il n'existe pas d'autres solutions satisfaisantes et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle, peut intervenir dans les cas suivants :

- dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvage et de la conservation des habitats naturels,
- pour prévenir des dommages importants notamment aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété,
- dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publique ou pour d'autres raisons impérieuses d'intérêt public, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement,
- à des fins de recherche et d'éducation, de repeuplement et de réintroduction de ces espèces et pour des opérations de reproduction nécessaires à ces fins, y compris la propagation artificielle des plantes,
- pour permettre, dans des conditions strictement contrôlées, d'une manière sélective et dans une mesure limitée, la prise ou la détention d'un nombre limité et spécifié de certains spécimens.

Trois conditions doivent donc être réunies pour qu'une dérogation puisse être accordée :

- qu'on se situe dans un des 5 cas listés ci-dessus,
- qu'il n'y ait pas d'autre solution ayant un impact moindre,
- que les opérations ne portent pas atteinte à l'état de conservation de l'espèce ou des espèces concernées.

Le Code de l'environnement (notamment son article L411.2-4°) prévoit donc une procédure spécifique de demande de dérogation auprès du Préfet de département (sauf cas particuliers relevant d'une décision ministérielle) à l'interdiction de destruction d'espèces ou habitats d'espèces sous conditions (plusieurs formulaires ont été élaborés et sont mis à disposition des pétitionnaires) et après avis du Conseil National de Protection de la Nature (CNPN).

RAPPORT DE PHASE 2 – Avant-projet sommaire
MISSION D'ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE POUR LA REALISATION D'UN DIAGNOSTIC STRUCTUREL ET D'UNE ETUDE D'OPPORTUNITE POUR UN OUVRAGE HYDRAULIQUE ET SES ANNEXES SUR LE COURS DE L'OUICHE

Dans le cadre du projet de reconstruction du barrage, un inventaire faune/flore devra impérativement être réalisé en phase d'études. Celui-ci permettra d'évaluer la présence avérée ou potentielle d'espèces ou habitats protégés, et de définir le cas échéant les mesures d'évitement, de réduction ou de compensation à mettre en œuvre pour le bon déroulement des travaux.

L'élaboration d'un dossier de demande de dérogation d'espèces protégées dépendra des conclusions de l'inventaire faune/flore à réaliser.

2.2. NATURA 2000

Conformément à l'article R.414-19-I du Code de l'Environnement et au décret n° 2010-365 du 9 avril 2010, tout dossier d'autorisation ou de déclaration « Loi sur l'Eau » (art. L.214-1 à L.214-11 du Code de l'Environnement) doit comporter une évaluation des incidences du projet sur un ou plusieurs sites Natura 2000 au regard des objectifs de conservation de ces sites.

Le contenu de l'évaluation d'incidence Natura 2000 est défini à l'article R.414-23 du Code de l'Environnement qui précise en préambule que cette évaluation est proportionnée à l'importance du document ou de l'opération et aux enjeux de conservation des habitats et des espèces en présence.

Ainsi, elle peut se limiter à la présentation et à l'exposé définis au paragraphe I de l'article R.414-23, dès lors que cette première analyse conclut à l'absence d'incidence significative sur tout site Natura 2000.

En application de l'article R414-19 4° du code de l'environnement ; précisant le fait que les IOTA soumis à autorisation ou déclaration au titre des articles L. 214-1 à L. 214-11 font l'objet d'une évaluation des incidences sur un ou plusieurs sites Natura 2000 ; la demande d'autorisation doit être complétée par une évaluation des incidences Natura 2000.

Le barrage de Longvic n'étant pas situé au sein ou à proximité d'un site Natura 2000 (le plus proche se trouvant à 4 km), une évaluation sommaire des incidences vis-à-vis des sites Natura 2000 les plus proches sera intégrée au dossier réglementaire.

2.3. SITES CLASSES ET/OU INSCRITS AU TITRE DES MONUMENTS HISTORIQUES

Au sein des périmètres de protection de monuments historiques classés ou inscrits, l'Architecte des Bâtiments de France est appelé à donner son avis sur l'ensemble des projets.

Le périmètre de protection est une servitude d'utilité publique qui s'applique autour de chaque édifice inscrit ou classé au titre des monuments historiques : « Lorsqu'un immeuble est situé dans le champs de visibilité d'un édifice classé au titre des monuments historiques ou inscrit, il ne peut faire l'objet, tant de la part des propriétaires privés que des collectivités et établissements publics, d'aucune construction nouvelle, d'aucune démolition, d'aucun déboisement, d'aucune transformation ou modification de nature à en affecter l'aspect, sans une autorisation préalable » (art. L. 621-31 de code de l'Urbanisme).

Le barrage de Longvic est localisé en dehors du périmètre délimité des abords du « Parc de Dijon et domaine contigu de la Colombière » (Id. 2004150002), respectivement inscrit et classé au titre des Monuments Historiques depuis le 10 novembre 1925 et le 02 février 1925.

Dans ce contexte, l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France n'est pas requis pour ce projet.

2.4. SITES CLASSES ET/OU INSCRITS AU TITRE DES SITES NATURELS ET PATRIMONIAUX

Un site inscrit est un espace naturel ou bâti de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque qui nécessite d'être conservé.

En site inscrit, l'administration doit être informée au moins 4 mois à l'avance des projets de travaux. L'Architecte des Bâtiments de France émet un avis simple, sauf pour les permis de démolir qui supposent un avis conforme.

Le barrage de Longvic n'est pas localisé au sein d'un site inscrit, ni classé au titre des sites naturels et patrimoniaux. Dans ce contexte, l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France n'est pas requis pour ce projet.

2.5. DEFRIQUEMENT

La loi du 1 juillet 2012 du Code forestier relative à la conservation des bois et forêts a fixé les grands principes de défrichage. L'article L.341-1 du Code forestier définit le défrichage comme étant une opération volontaire entraînant directement ou indirectement la destruction de l'état boisé d'un terrain et mettant fin à sa destination forestière (passage de l'état boisé à un autre type d'occupation du sol).

Nul ne peut user de défricher sans avoir préalablement obtenu une autorisation (L.341-3), sous réserve de l'application des dispositions de l'article L.341-1 à L.341-10 du Code forestier. Les collectivités et autres personnes morales (L.214-13 et L.214-14) tout comme les particuliers ne peuvent faire aucun défrichage sur leurs bois et forêts sans autorisation préalable (R.214 30), sinon ils sont passibles de sanctions.

Le projet ne prévoit pas de défrichage, c'est-à-dire qu'il ne prévoit pas de changer la destination d'une parcelle présentant un « état boisé » au sens du code forestier. Cette procédure ne sera donc pas visée.



I. COUT ESTIMATIF DU PROJET

1. COUT ESTIMATIF DES TRAVAUX DE RECONSTRUCTION DU BARRAGE

Les coûts estimatifs des travaux de reconstruction du barrage de Longvic, en fonction du scénario d'aménagement retenu, hors passe à poissons, sont les suivants :

Postes de dépenses	Scénario n°1 Barrage en béton armé	Scénario n°2 Barrage en enrochements appareillés
Frais de chantier	165 000.00 €	145 000.00 €
Travaux préparatoires	175 000.00 €	155 000.00 €
Terrassements	97 500.00 €	140 800.00 €
Génie civil	412 000.00 €	89 500.00 €
Enrochements	176 000.00 €	268 000.00 €
Vantellerie	40 000.00 €	40 000.00 €
Automatisation et raccordement	80 300.00 €	80 300.00 €
Supervision	11 500.00 €	11 500.00 €
Equipements	20 000.00 €	20 000.00 €
Divers et imprévus (10%)	117 730.00 €	95 010.00 €
TOTAL (€ HT)	1 295 030.00 €	1 045 110.00 €
TVA (20%)	259 006.00 €	209 022.00 €
TOTAL (€ TTC)	1 554 036.00 €	1 254 132.00 €

Cette estimation correspond uniquement au coût des travaux, hors frais de maîtrise d'œuvre (estimés à 8-10% du coût du projet) et éventuelles investigations complémentaires (inventaire faune/flore, géotechnique).

Il est également rappelé qu'il ne s'agit ici que d'un coût estimatif au stade Avant-projet sommaire, visant à évaluer la faisabilité technique et financière de l'opération.

L'estimation du montant des travaux est basée sur des coûts de fournitures et de main d'œuvre récents. Certains postes sont néanmoins très fluctuants, en particulier le coût des matières premières pour le rideau de palplanches (acier), ou la vantellerie (vannes, clapets).

Cette estimation n'inclut pas le coût de dévoiements de réseaux concessionnaires, ni les frais de création de nouveaux branchements ENEDIS.

2. COUT ESTIMATIF DES TRAVAUX D'AMENAGEMENT D'UNE PASSE A POISSONS

Les coûts estimatifs des travaux d'aménagement d'une passe à poissons sur le barrage de Longvic, en fonction de la solution technique retenue, sont les suivants :

Postes de dépenses	Scénario n°1 Passe à bassins successifs	Scénario n°2 Rampe à macrorugosités
Frais de chantier	20 000.00 €	20 000.00 €
Travaux préparatoires	12 500.00 €	6 500.00 €
Terrassements	12 000.00 €	19 350.00 €
Génie civil	92 100.00 €	95 100.00 €
Enrochements	18 750.00 €	15 600.00 €
Equipements	27 100.00 €	10 750.00 €
<i>Divers et imprévus (10%)</i>	<i>18 245.00 €</i>	<i>16 730.00 €</i>
TOTAL (€ HT)	200 695.00 €	184 030.00 €
TVA (20%)	40 139.00 €	36 806.00 €
TOTAL (€ TTC)	240 834.00 €	220 836.00 €

Cette estimation correspond uniquement au coût des travaux, hors frais de maîtrise d'œuvre (estimés à 8-10% du coût du projet).



J. SYNTHÈSE

1. ANALYSE MULTICRITERE

Au regard des enjeux inhérents au secteur d'étude et de la multiplicité des contraintes inhérentes à la gestion des ouvrages mobiles, les possibilités de reconstruction et de gestion du barrage sont multiples.

Les différents scénarii d'aménagement du barrage et de la passe à poissons ont été étudiés au stade Avant-projet sommaire (APS). Le tableau suivant présente une analyse multicritère visant à synthétiser les principaux avantages et inconvénients de chaque solution technique étudiée, et constituera un outil d'aide à la décision pour le Maître d'ouvrage.

Tableau 19. Analyse multicritère relative aux solutions de reconstruction du barrage

	Scénario n°1 Barrage en béton armé	Scénario n°2 Barrage en enrochements
Emplacement	En lieu et place du barrage actuel	En lieu et place du barrage actuel
Emprise au sol	800 m²	1 450 m²
Difficulté technique en phase travaux	Elevée	Modérée
Isolément hydraulique en phase travaux	Palplanches / Merlon ou big bags / Pompage	Palplanches / Merlon ou big bags / Pompage
Accès en phase travaux	Rive gauche / Rive droite	Rive gauche / Rive droite
Durée des travaux	6 mois	4 mois
Entretien et exploitation	- Retrait des embâcles	- Retrait des embâcles - Traitement de la végétation pouvant se développer à travers les enrochements
Avantages	- Impact visuel maîtrisé (palplanches immergées) - Durée de vie longue	- Complexité technique moyenne - Entretien moyen en phase d'exploitation - Coût des travaux modéré
Inconvénients	- Complexité technique élevée - Peu d'entretien en phase d'exploitation - Coût des travaux élevé	- Impact visuel fort (palplanches visibles) - Durée de vie moyenne
Coût des travaux (€ HT) dont 10% de divers et imprévus	1 295 030 €	1 045 110 €

Tableau 20. Analyse multicritère relative aux solutions de restauration de la continuité piscicole

	Scénario n°1 Passe à bassins successifs	Scénario n°2 Rampe à macrorugosités
Emplacement	En rive droite du barrage	En rive gauche du barrage
Emprise au sol	80 m²	185 m²
Difficulté technique en phase travaux	Elevée	Elevée
Isolément hydraulique en phase travaux	Pajplanches / Pompage	Merlon ou big bags
Accès en phase travaux	Rive droite	Rive gauche
Durée des travaux	2.5 mois	2.5 mois
Entretien et exploitation	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositif très sensible aux embâcles - Retrait des embâcles dans les fentes ou la prise d'eau amont - Surveillance très régulière du dispositif 	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositif peu sensible aux embâcles - Retrait des embâcles sur la prise d'eau amont - Surveillance régulière du dispositif
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositif compact - Mise en valeur pédagogique du dispositif 	<ul style="list-style-type: none"> - Ouvrage peu sensible au risque de colmatage - Entretien faible en phase d'exploitation - Faible sensibilité hydraulique - Impact visuel modéré (ouvrage en enrochements) - Mise en valeur pédagogique du dispositif
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Complexité technique élevée - Ouvrage très sensible au risque de colmatage - Entretien important en phase d'exploitation - Grande sensibilité hydraulique - Impact visuel fort (ouvrage en béton) - Risque de vandalisme important en rive droite - Mise en sécurité renforcée du dispositif (caillebotis) 	<ul style="list-style-type: none"> - Complexité technique élevée - Dispositif d'emprise importante - Risque de vandalisme modéré en rive gauche - Mise en sécurité courante du dispositif (barrière en bois)
Coût des travaux (€ HT) dont 10% de divers et imprévus	200 695 €	184 030 €

A la lecture des tableaux d'analyse précédents, il apparaît que :

- Les deux solutions de reconstruction du barrage affichent un coût de travaux élevé, en lien avec l'emprise importante de l'ouvrage (près de 100 m au total, vannage compris) et une organisation du chantier complexe (gestion de l'eau, mise en sécurité, préparation des accès, ...). Le barrage en enrochements appareillés ressort ici comme une solution adaptée dans un budget moindre. Malgré une mise en œuvre plus aisée, cette alternative pourra tout de même nécessiter un entretien plus régulier de l'aménagement sur le long terme.
- La passe à poissons de type rampe à macrorugosités régulièrement réparties ressort comme la meilleure solution technique, tant en termes de fonctionnalité que de contraintes d'exploitation. Elle présente également un coût de travaux moins onéreux.

En conclusion, la reconstruction d'un barrage en enrochements appareillés, associé à une rampe à macrorugosités régulièrement réparties, apparaît comme le meilleur compromis technico-économique permettant de respecter l'ensemble des contraintes et enjeux locaux.

2. INVESTIGATIONS COMPLEMENTAIRES

Quel que soit le scénario d'aménagement retenu, des investigations complémentaires seront à prévoir préalablement à la définition plus précise des aménagements au stade Avant-projet détaillé (AVP) ou Projet (PRO).

Il s'agit des investigations suivantes :

- **Inventaire faune/flore/habitats :**

Un inventaire faune/flore/habitats devra impérativement être mené sur le site du projet, comprenant a minima l'emprise du barrage et ses abords immédiats, ainsi que les accès pressentis en phase travaux. Les résultats de ces investigations préalables serviront :

- A préciser l'organisation du chantier (contraintes d'accès, coupes des arbres, traitement de la Renouée du Japon, ...) au regard des espèces et habitats potentiellement d'intérêt patrimonial ;
- A définir les mesures d'évitement, de réduction et/ou de compensation à mettre en œuvre pendant le chantier ;
- A finaliser l'élaboration des dossiers réglementaires.

- **Etude géotechnique de niveau G2-PRO :**

Dans le cadre d'un projet de construction du barrage, une étude géotechnique de niveau G2-PRO est nécessaire pour finaliser la conception de l'ouvrage. Celle-ci aura pour objectif de :

- Préciser, le cas échéant, les soutènements provisoires à prévoir en phase travaux ;
- Valider le mode de fondations des ouvrages ;
- Effectuer le dimensionnement définitif du rideau de palplanches.

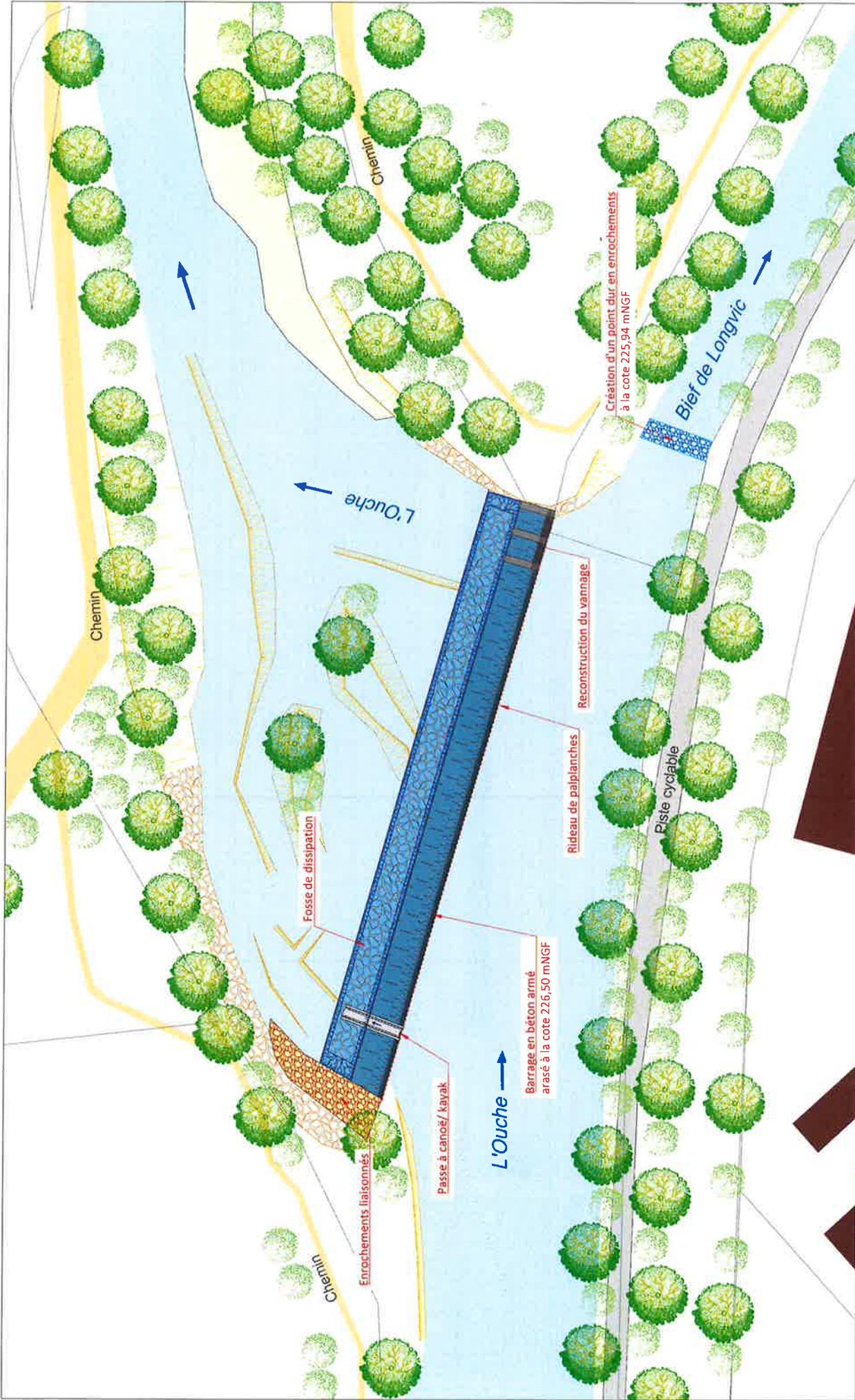


ANNEXES

RAPPORT DE PHASE 2 – Avant-projet sommaire
MISSION D'ASSISTANCE A MAITRISE D'OUVRAGE POUR LA REALISATION D'UN DIAGNOSTIC STRUCTUREL ET D'UNE ETUDE D'OPPORTUNITE POUR UN OUVRAGE HYDRAULIQUE ET SES ANNEXES SUR LE COURS DE L'OUCHÉ



ANNEXE 1 – Plans des aménagements – ***Scénario n°1 : Barrage en béton armé***



VILLE DE LONGVIC

21, Avenue Albert Camus
21 000 DIJON
Tel. : 33 (0)3 80 78 95 50

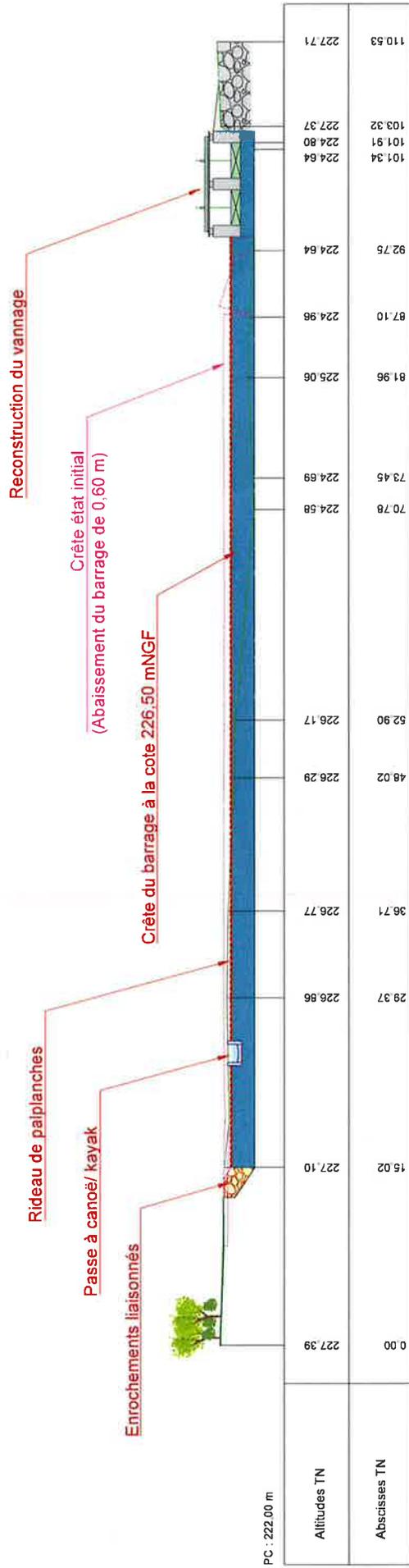


N° d'affaire	4-16-2424	Établi par :	QRR	Véifié par :	MML	N° de Plan	S1-PM	Indice	A0	Format	A3
Echelle(s)	1/500	Date :	25/01/2021	Date :	26/01/2021						

Projet de reconstruction du barrage de Longvic

Avant-projet sommaire

Scénario n°1 : reconstruction du barrage en béton armé
Plan de masse des aménagements



Altitudes exprimées en mNGF/IGN69



VILLE DE LONGVIC

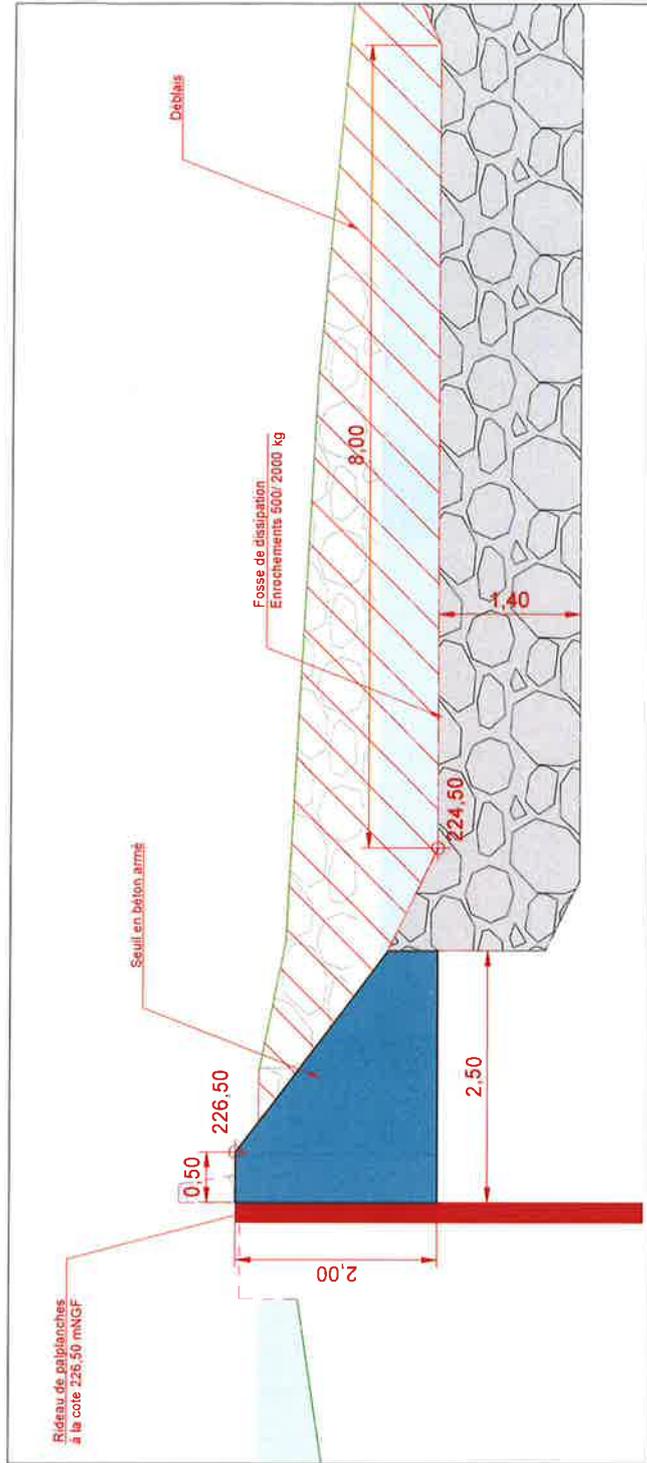


21, Avenue Albert Camus
21 000 DIJON
Tel : 33 (0)3 80 78 95 50

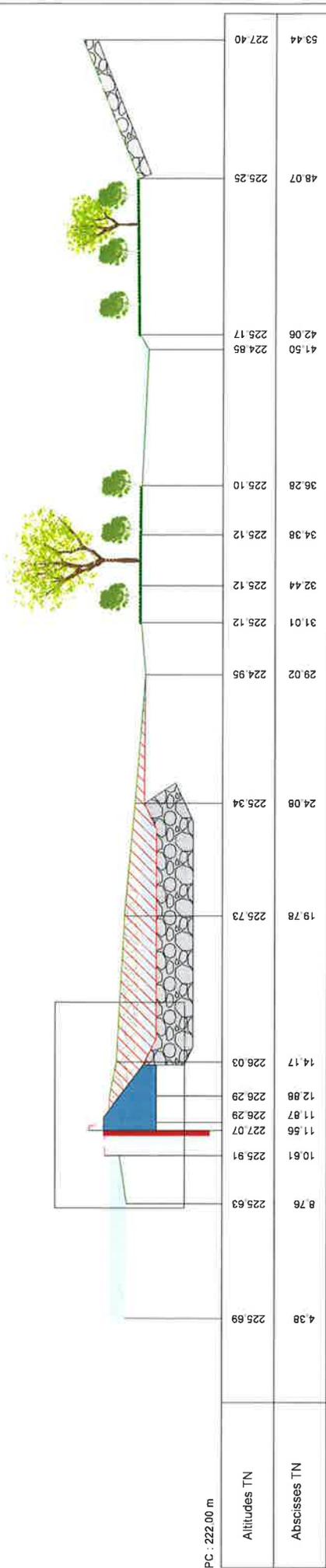
Projet de reconstruction du barrage de Longvic

Avant-projet Sommaire

N° d'affaire	4-16-2424	Établi par :	QRR	Vérifié par :	MML	N° de Plan	S1_PL	indice	A0	Format	A3
Echelle(s)	1/350	Date :	21/01/2021	Date :	06/01/2021						
<p>Scénario n°1 : reconstruction du barrage en béton armé Profil longitudinal de la crête du barrage</p>											



Amont



PC : 222.00 m

Altitudes TN	Abscisses TN
53.44	227.40
48.07	225.25
42.06	225.17
41.50	224.85
36.28	225.10
34.38	225.12
32.44	225.12
31.01	225.12
29.02	224.95
24.08	225.34
19.78	225.73
14.17	226.03
12.88	226.29
11.87	226.29
11.56	227.07
10.61	225.91
8.76	225.63
4.38	225.69

Altitudes exprimées en mNGF / IGN69



VILLE DE LONGVIC



21, Avenue Albert Camus
21 000 DIJON
Tel. : 33 (0)3 80 78 85 50

Avant-projet Sommaire

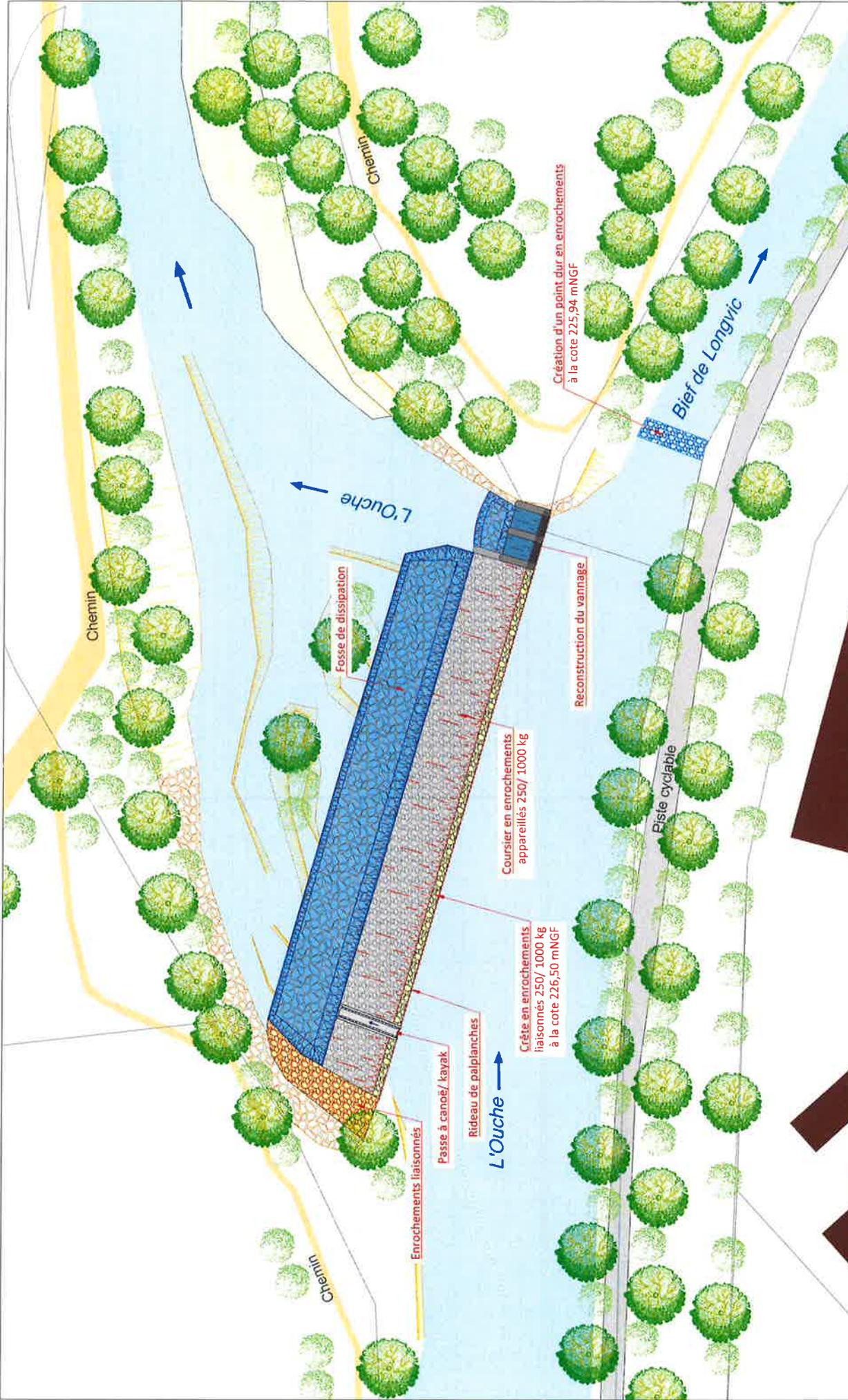
Projet de reconstruction du barrage de Longvic

Scénario n°1 : réhabilitation du barrage avec seuil en béton armé
Profil transversal du barrage

N° d'affaire	4-16-2424	QRR	Vérfifié par :	MML	N° de Plan	S1_PT1	Index	A0	Format	A3
Echelle(s)	1/750 - 1/40	Date :	28/05/2021	Date :	01/06/2021					



ANNEXE 2 – Plans des aménagements – Scénario n°2 : Barrage en enrochements appareillés



Projet de reconstruction du barrage de Longvic

Avant-projet sommaire

Scénario n°2 : reconstruction d'un barrage en enrochements appareillés
Plan de masse des aménagements

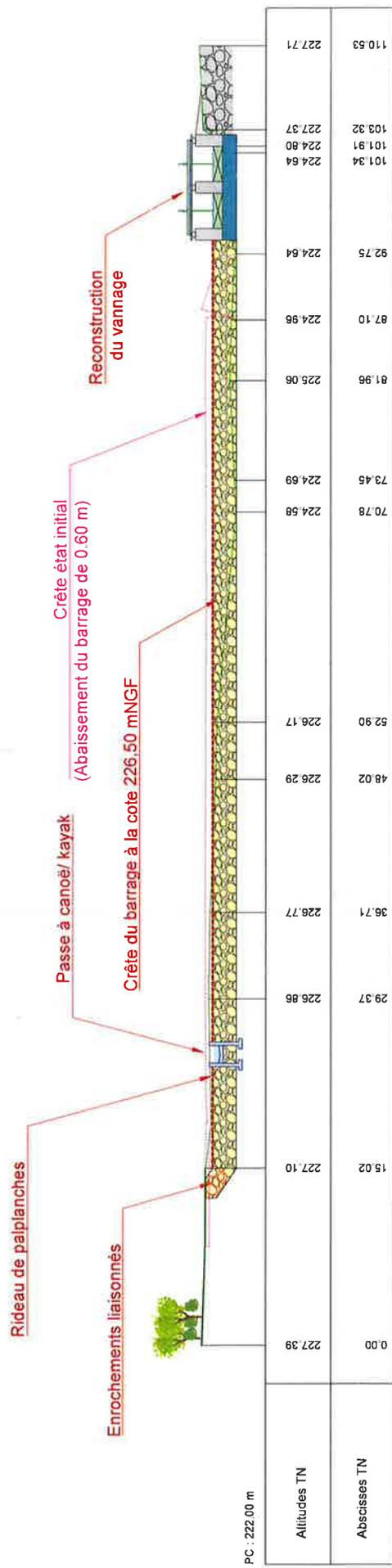
VILLE DE LONGVIC

21, Avenue Albert Camus
21 000 DIJON
Tel. : 33 (0)3 80 78 95 50



ARTELLIA
Architecture & Environnement

N° d'affaire	4-16-2424	Établi par :	QRR	Vérifié par :	MML	N° de Plan	S2-PM	Indice	A0	Format	A3
Echelle(s)	1/500	Date	25/01/2021	Date	28/01/2021						



VILLE DE LONGVIC

21, Avenue Albert Camus
21 000 DIJON
Tel. : 33 (0)3 80 78 95 50



N° d'affaire : 4-16-2424
Echelle(s) : 1/350

Établi par : QRR
Date : 21/01/2021

Vérfié par : MML
Date : 06/01/2021

N° de Plan : S2_PL
Format : A3

Avant-projet Sommaire
Scénario n°2 : reconstruction d'un barrage en enrochements appareillés
Profil longitudinal de la crête du barrage

Projet de reconstruction du barrage de Longvic

Amont

Aval

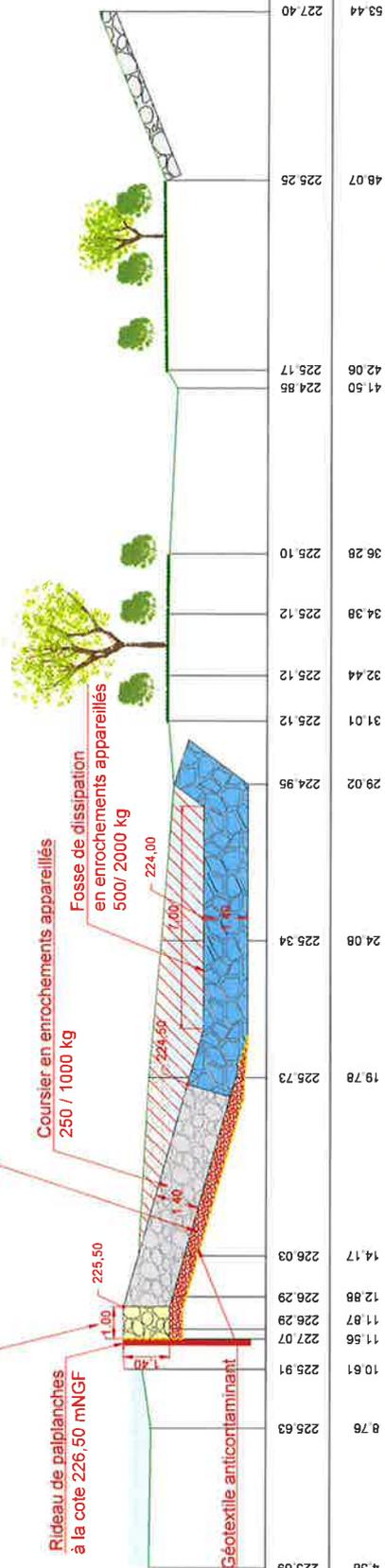
Crête en enrochements liaisonnés 250 / 1000 kg à la cote 225,50 mNGF

Rideau de palplanches à la cote 226,50 mNGF

Coursier en enrochements appareillés 250 / 1000 kg

Fosse de dissipation en enrochements appareillés 500 / 2000 kg

Couche de transition 40 / 200 mm Ep. 0.40 m



PC : 222.00 m

Altitudes TN	225 69	225 91	227 07	226 29	11 87	12 88	14 17	226 03	19 78	225 73	24 08	225 34	29 02	225 12	31 01	32 44	34 38	36 28	41 50	224 85	42 06	225 17	48 07	53 44			
Abscisses TN	4 38	8 76	10 61	225 91	11 56	227 07	226 29	11 87	12 88	14 17	226 03	19 78	225 73	24 08	225 34	29 02	225 12	31 01	32 44	34 38	36 28	41 50	224 85	42 06	225 17	48 07	53 44

Altitudes exprimées en mNGF / IGN69



VILLE DE LONGVIC



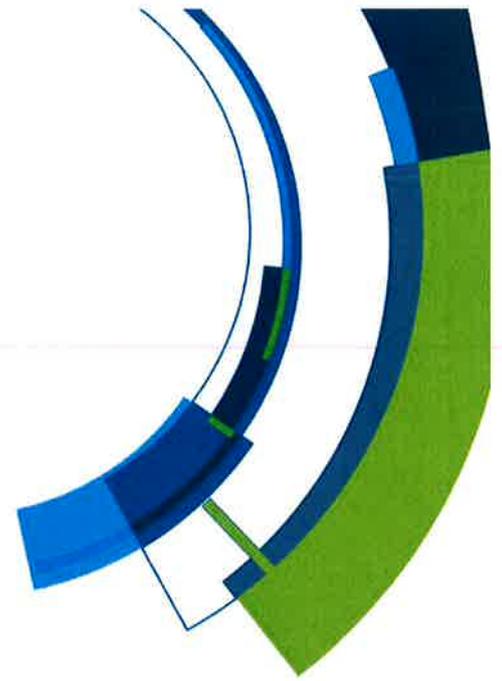
21, Avenue Albert Camus
21 000 DIJON
Tel. : 33 (0)3 80 78 95 50

Avant-projet Sommaire

Projet de reconstruction du barrage de Longvic

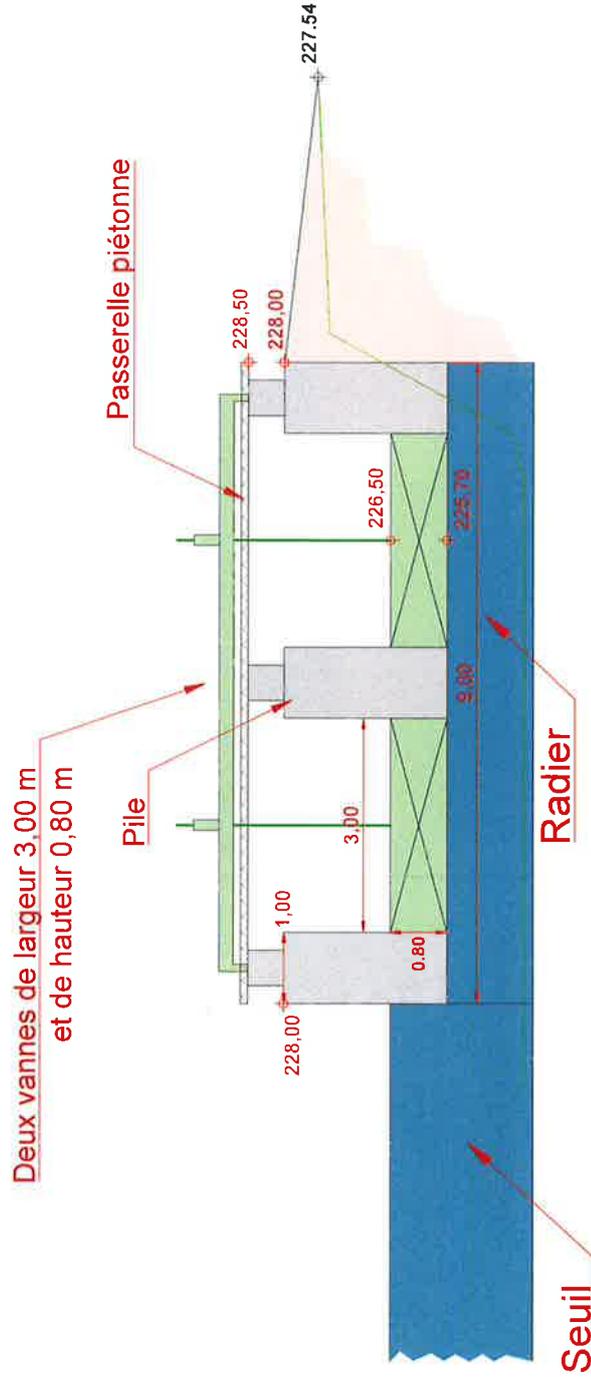
Scénario n°2 : reconstruction d'un barrage en enrochements appareillés
Profil transversal du barrage

N° d'affaire	4-16-2424	Établi par :	QRR	Vérfié par :	MML	N° de Plan	S1_PT1	indice	A0	Format	A3
Echelle(s)	1/150 - 1/40	Date :	28/05/2021	Date :	01/06/2021						



ANNEXE 3 – Plans des aménagements – *Reconstruction du vannage en rivière*

Deux vannes de largeur 3,00 m
et de hauteur 0,80 m



Altitudes exprimées en mNGF/IGN69



VILLE DE LONGVIC

21, Avenue Albert Camus
21 000 DIJON
Tél. : 33 (0)3 80 78 95 50



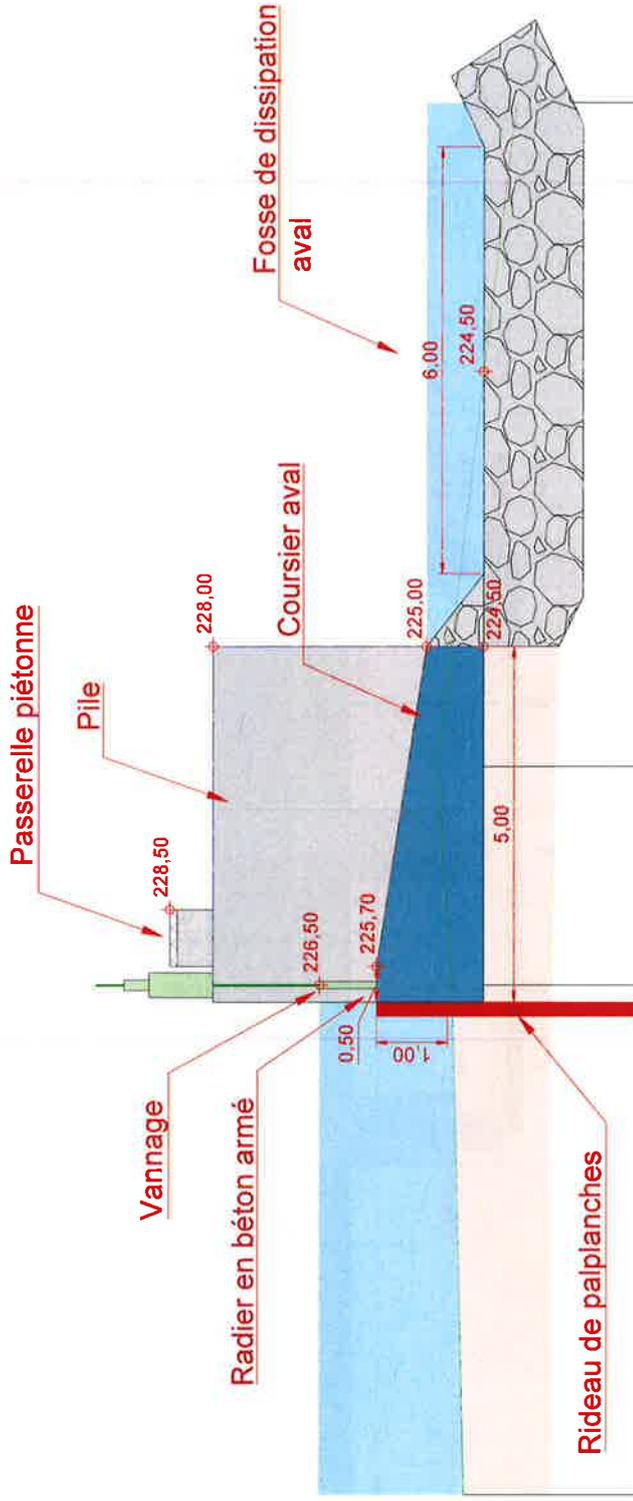
N° d'affaire : 4162424
Echelle(s) : 1/100
Etabli par : QRR
Date : 11/01/2021

Vérfié par : MML
Date : 15/01/2021
N° de Plan : V_PT2
Indice : A
Format : A4

Projet de reconstruction du barrage de Longvic

Avant-projet Sommaire

Reconstruction du vannage
Plan d'élévation amont du vannage



PC : 222.00 m

Altitudes TN	224.47	224.64	224.86	223.75
Abscisses TN	0.00	7.14	10.22	19.55

Altitudes exprimées en mNGF/IGN69



VILLE DE LONGVIC

21, Avenue Albert Camus
21 000 DIJON
Tel : 33 (0)3 80 78 95 50



N° d'affaire	4182424	Établi par :	QRR	Vérifié par :	MMML	N° de Plan	V_FT1	Indice	A	Format	A4
Echelle(s)	1/100	Date :	11/01/2021	Date :	15/01/2021						

Projet de reconstruction du barrage de Longvic

Avant-projet Sommaire

Reconstruction du vannage
Profil longitudinal du vannage

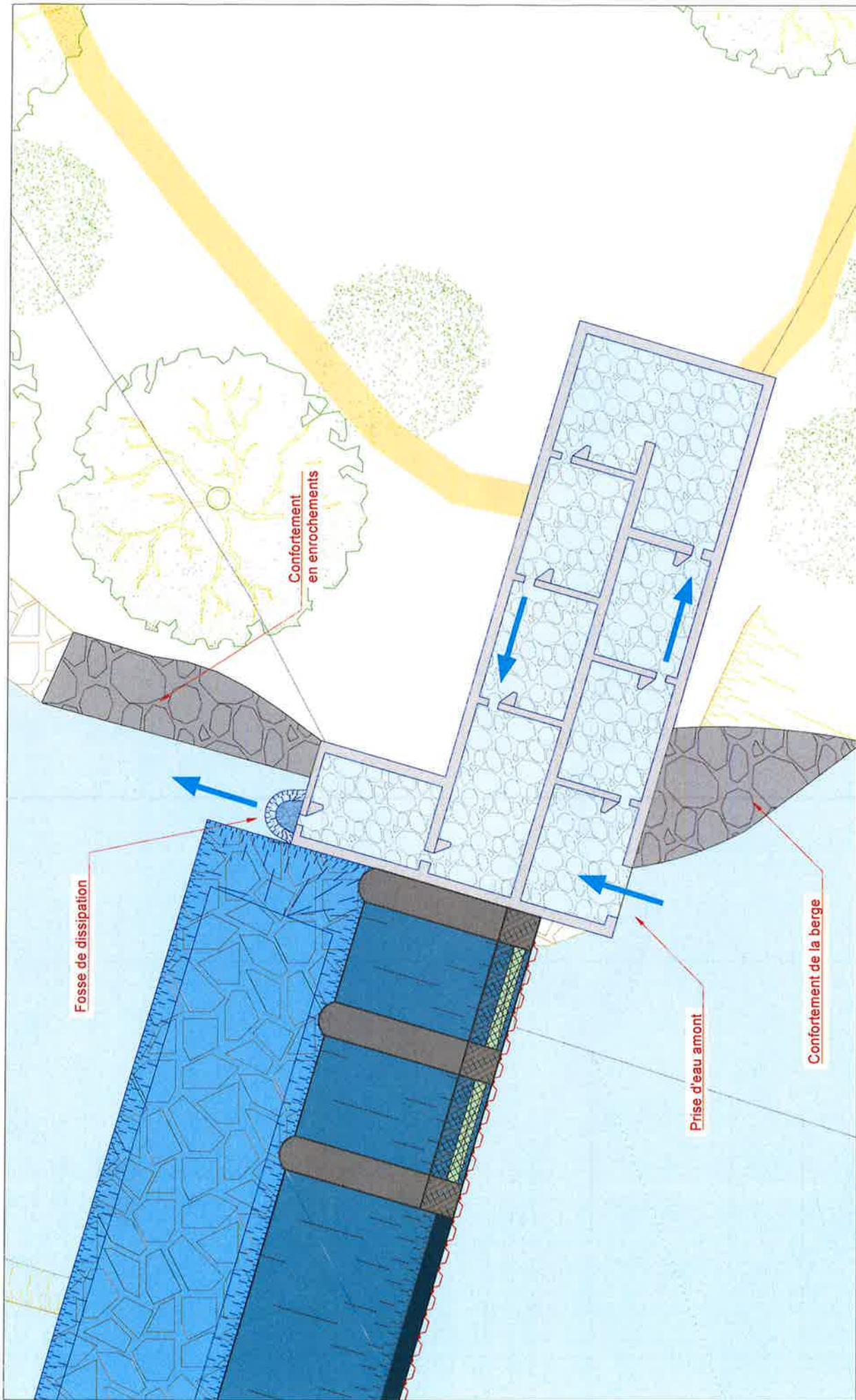


ANNEXE 4 – Plans des aménagements – *Aménagement d'une passe à poissons*

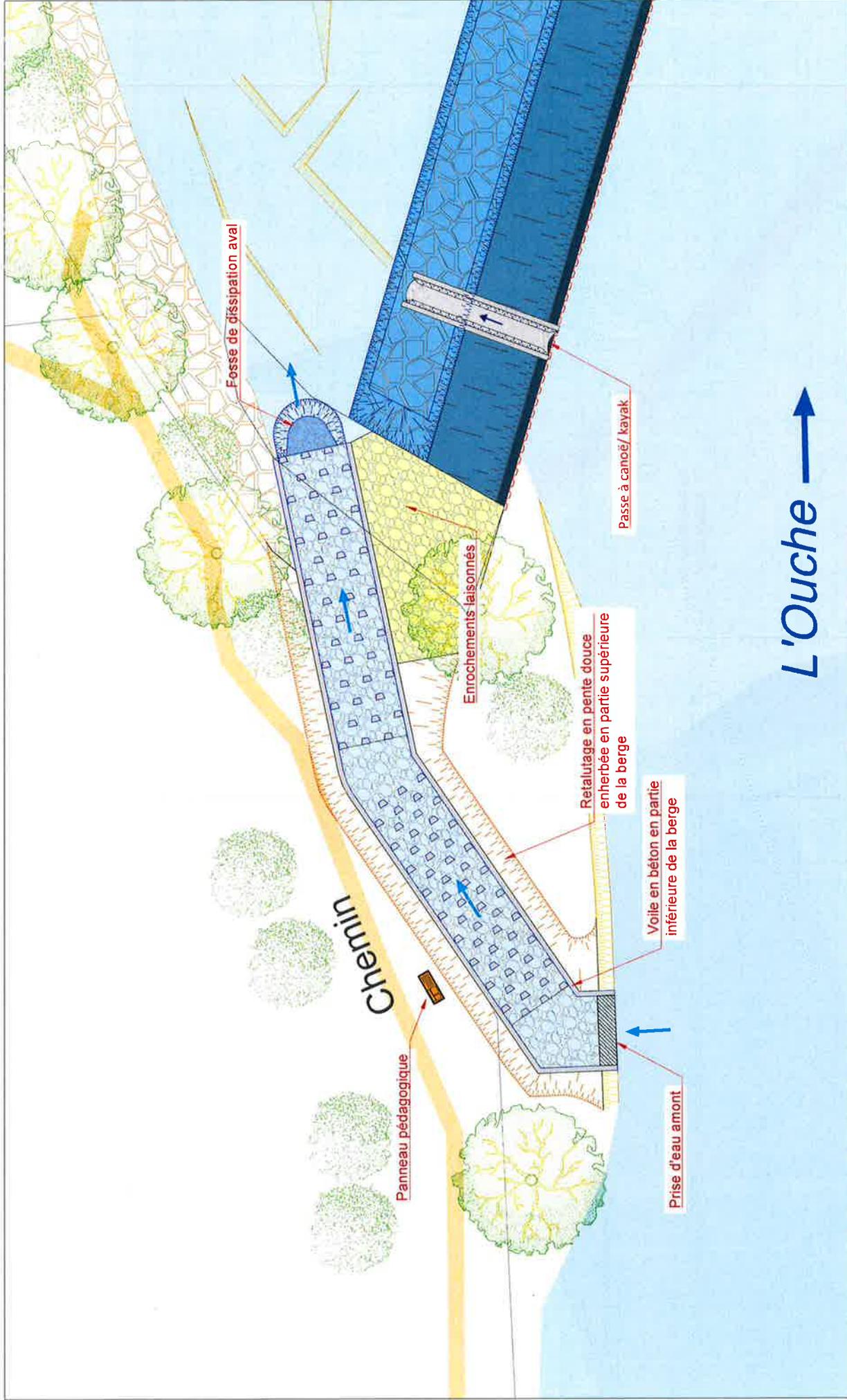


		VILLE DE LONGVIC 21, Avenue Albert Camus 21 000 DJON Tel. : 33 (0)3 80 78 95 50		N° de Plan : PM2 Indice : A0		Vérifié par : MML Date : 26/01/2021		Format : A3	
Avant-projet sommaire		Plan d'implantation des ouvrages de franchissement piscicole							
N° d'affaire Echelle(s)	4-16-2424 1/200	Etabli par : QRR Date : 25/01/2021	Vérifié par : MML Date : 26/01/2021	N° de Plan : PM2 Indice : A0	Format : A3				





VILLE DE LONGVIC		Projet de reconstruction du barrage de Longvic	
21, Avenue Albert Camus 21 000 DIJON Tel. : 33 (0)3 80 78 95 50		Avant-projet sommaire Implantation d'une passe à poissons de type passe à bassins successifs en rive droite du barrage - Plan de masse	
ARTELIA <small>Projet & Services</small>	Venu par : QRR Date : 25/01/2021	N° de Plan : PM3 Indice : A0	Format : A3
4-16-2424 Echelle(s) : 1/100	Venu par : MML Date : 26/01/2021		



VILLE DE LONGVIC		Projet de reconstruction du barrage de Longvic	
21, Avenue Albert Camus 21 000 DIJON Tel. : 33 (0)3 80 78 95 50		Avant-projet sommaire	
N° d'affaire	4-16-2424	Établi par :	QRR
Echelle(s)	1/200	Véifié par :	MML
		Date :	25/01/2021
		Date :	26/01/2021
		N° de Plan	PM3
		Indice	A0
		Format	A3
Implantation d'une passe à poissons de type rampe à poissons de type rampe à macro-rugosités régulièrement réparties en rive gauche du barrage - Plan de masse			





ANNEXE 5 – Rapport géotechnique G2-AVP

Agence de DIJON
 2 bis Rue Champeau
 21800 QUETIGNY
 Tél. : 03 80 48 93 21 – Fax : 03 80 48 93 22
 agence.dijon@geotec.fr



**ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
 Phase Avant-Projet (G2 AVP)**

Barrage de l'Ouche

20/05711/DIJON/01

21600 LONGVIC

02 décembre 2020

**ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION
Phase Avant-Projet (G2 AVP)**

Barrage sur l'Ouche

20/05711/DIJON/01

21600 LONGVIC

Référence : 20/05711/DIJON/01				Mission G2 Phase AVP		
Indice	Date	Modifications Observations	Nbre pages	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
			Texte + Annexes			
0	02/12/2020	Première émission	22+4	M.CHIARADIA 	J-M. PERRIN	J-M. PERRIN
A						
B						
C						

NB : l'indice le plus récent de la même mission, annule et remplace les indices précédents

SOMMAIRE

I.	CADRE DE L'INTERVENTION	4
I.1.	Intervenants	4
I.2.	Projet, documents recus et hypothèses	4
I.3.	Mission	5
II.	CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE	7
II.1.	Le site	7
II.2.	Contenu de la reconnaissance	8
II.3.	Implantation et nivellement des sondages	8
III.	CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE	9
III.1.	Nature et caractéristiques des sols	9
III.2.	Risques naturels et anthropiques	10
III.3.	Hydrogéologie	12
III.4.	Première approche du modèle géotechnique	12
IV.	TERRASSEMENTS	14
IV.1.	Contraintes du site	14
IV.2.	Extraction	14
IV.3.	Sujétions d'exécution	15
IV.4.	Stabilité des talus et des avoisinants – terrassement en pleine fouille	15
IV.5.	Mise hors d'eau - Enceinte de type batardeau	15
V.	FONDACTIONS DU BARRAGE	16
V.1.	Principe de fondation – niveaux d'assise (EC7)	16
V.2.	Contrainte limites de calcul	16
V.3.	Excentricité de la charge - Glissement	16
V.4.	Tassements	17
V.5.	Conception en phase projet	17
VI.	RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET	18
	Conditions générales	19
	Conditions générales (SUITE)	20
	Classification des missions d'ingénierie géotechnique	21
	Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique	22
	ANNEXES	23
	- Annexe 1 : PLAN DE SITUATION	
	- Annexe 2 : PLAN D'IMPLANTATION	
	- Annexe 3 : SONDAGES ET ESSAIS	
	- Annexe 4 : ESSAIS LABORATOIRE	

I. CADRE DE L'INTERVENTION

I.1. INTERVENANTS

A la demande et pour le compte de la commune de **LONGVIC** – Hôtel de ville – BP77 – 21600 LONGVIC, **GEOTEC** a réalisé la présente étude sur le site suivant :

- Barrage de l'Ouche, sur la commune de LONGVIC (21).

L'autre intervenant connu au moment de l'étude est le suivant :

- Bureau d'Etudes Technique : ARTELIA

I.2. PROJET, DOCUMENTS RECUS ET HYPOTHESES

Les documents suivants ont été mis à la disposition de GEOTEC :

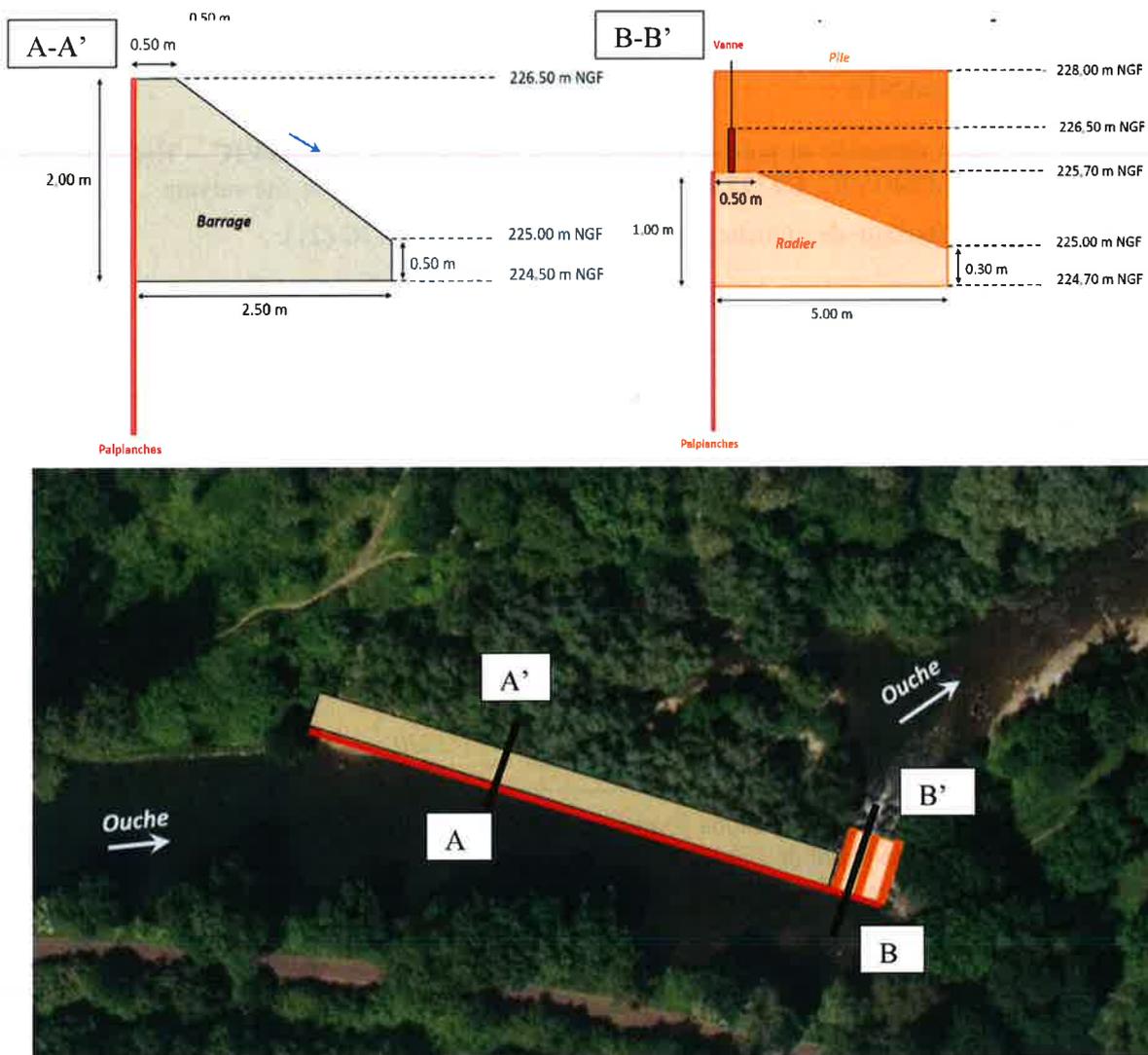
<i>Documents</i>	<i>Emetteur</i>	<i>Date</i>	<i>Echelle</i>	<i>Cote altimétrique</i>
Plan de localisation des sondages	ARTELIA	16/10/2020	-	-
Esquisse des ouvrages	ARTELIA	23/11/2020	-	-

D'après les informations fournies, le projet consiste en la reconstruction du barrage de l'Ouche en lieu et place de l'existant fortement dégradé. Le barrage sera également constitué d'une passe à poissons avec vannage.

D'après les éléments fournis, l'ouvrage disposera d'écrans de soutènement par palplanches à l'amont et d'un radier de fond à niveau décalé.

Au stade actuel, aucun élément détaillé sur les charges appliquées par l'ouvrage ne nous a été fourni.

Dans le cadre de la conception, les descentes de charges devront être définies avec précision par le BET Structures ou l'entreprise, et transmises à GEOTEC si elles diffèrent de celles prises par hypothèse.



I.3. MISSION

Conformément à son offre Réf. **20/05711/DIJON/01** du **10 novembre 2020**, GEOTEC a reçu pour mission de caractériser le contexte géologique, hydrogéologique et géotechnique du site, d'étudier la faisabilité géotechnique du projet et de donner les principes généraux d'adaptation au sol de l'ouvrage et d'exécution des travaux.

Cette étude repose sur des investigations géotechniques réalisées par GEOTEC et correspond à la mission **G2 – AVP d'étude géotechnique de conception – Phase Avant-Projet** selon les termes de la norme NF P 94-500 révisée du 30 novembre 2013, relative aux missions géotechniques (extraits joints).

Il est rappelé que la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception G2 doit être complétée par les phases projet et DCE/ACT puis par des missions G3 (étude et suivi de conception réalisée par le géotechnicien de l'entreprise) et G4 (géotechnique d'exécution) afin de limiter les aléas géotechniques qui peuvent apparaître en cours ou après réception des ouvrages. GEOTEC reste à la disposition des intervenants, et notamment de l'équipe de maîtrise d'œuvre, pour l'exécution des missions complémentaires de conception G2 et G4, la mission G3 étant réalisée par les entreprises de travaux.

L'exploitation et l'utilisation de ce rapport doivent respecter les « *Conditions d'utilisation du présent document* » données en fin de rapport.

Remarque : toutes les abréviations utilisées dans ce rapport sont conformes à la norme XP 94-010 hormis les suivantes :

- TA : terrain actuel
- NPHE : niveau des plus hautes eaux connues

*

*

*

II. CONTEXTE DU SITE ET CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

II.1. LE SITE

Le terrain étudié est localisé en bordure de l'Ouche sur la commune de Longvic (21).

Il est constitué actuellement du barrage existant fortement dégradé (rupture au niveau du lit mineur de l'Ouche) et par une ripisylve.



Figure 2 : Vue du barrage depuis la presqu'île (à l'Est du barrage)

Compte tenu de l'aménagement actuel, la zone a certainement fait l'objet de remodelage mais dont la consistance et l'amplitude ne sont pas précisément connus. On note par exemple la présence de nombreux blocs à l'arrière de l'actuel barrage.

Hormis au niveau de la presqu'île, la topographie actuelle au droit de la zone d'étude est relativement plane mais peut varier brutalement en fonction des différents aménagements. L'altitude actuelle au droit de nos sondages et essais a été reconnu à une cote comprise entre 226.30 m et 227.60 m NGF.



Figure 3 : Vue aérienne de la zone d'étude (sans échelle)

II.2. CONTENU DE LA RECONNAISSANCE

La campagne de reconnaissance a consisté en l'exécution de :

- **3 sondages pressiométriques (SP1 à SP3)** réalisés à la tarière en diamètre 63 mm à l'aide d'une sondeuse de marque GEOTEC type TB175. Ces sondages ont atteint une profondeur de 10.00 m par rapport au TA. Ils ont permis de visualiser la nature des sols traversés et les éventuelles arrivées d'eau. Des **essais pressiométriques** ont été répartis dans ces sondages selon un intervalle de 1.00 m à 1.50 m afin de mesurer les caractéristiques mécaniques des sols.
- **2 sondages carottés (SC1 et SC2)** réalisés à l'échantillonneur LS 114 mm à l'aide d'une sondeuse de marque GEOTEC type TB175 jusqu'à une profondeur de 4.00 m/TA. Ces sondages ont permis de visualiser la nature et l'épaisseur des précises des différentes couches de sols et permettre la réalisation de prélèvement pour des essais en laboratoire.
- **des analyses de laboratoire (identification GTR)** ont été réalisées sur des échantillons prélevés au droit des sondages carottés SC1 et SC2. Ces analyses ont consisté en 6 identifications GTR.

II.3. IMPLANTATION ET NIVELLEMENT DES SONDAGES

La position des sondages et essais figure sur le schéma d'implantation en annexe.

L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès et au mieux de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance (vue aérienne).

Les sondages et essais ont été nivelés par nos soins à l'aide d'un GPS. Les cotes NGF relevées des têtes des sondages figurent sur les coupes fournies en annexe

Les profondeurs sont comptées par rapport au Terrain Actuel (TA).

*

*

*

III. CADRE GEOLOGIQUE – RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

D'après les renseignements en notre possession (carte géologique de DIJON et notre connaissance du secteur), nous devons nous attendre à rencontrer successivement :

- des remblais liés à l'aménagement actuel du site ;
- les alluvions récentes de l'Ouche (principalement graveleuses) ;
- le complexe sédimentaire marneux à passages conglomératiques et/ou niveaux rocheux calcaires d'âge Oligocène.

III.1. NATURE ET CARACTERISTIQUES DES SOLS

La campagne de reconnaissance a mis en évidence sous environ 30 à 50 cm de terre végétale les formations suivantes :

- **des remblais** issus des aménagements existants aux abords du barrage. Ces remblais sont constitués de matériaux sablo-graveleux ou argilo-limoneux éventuellement surmonté de terre végétale. Compte tenu de la configuration du site, on doit s'attendre à une variabilité importante de recouvrement et de nature des remblais au droit du site, en particulier à proximité du barrage. Par ailleurs, compte tenu de la nature sablo-graveleuse des remblais, la distinction entre les remblais et le terrain naturel non remanié n'a pas pu être clairement identifiée.
- **une argile +/- limoneuse à graviers**, observée au droit du sondage SC1, SC2 et SP2 jusqu'à une profondeur comprise entre 1.50 m et 2.50 m / TA. Il s'agit probablement d'un niveau alluvionnaire fin potentiellement sujet à des anciens remodelages superficiels dans le cadre de l'aménagement du site.

Pour le seul essai réalisé dans cet horizon, ses caractéristiques mécaniques sont moyennes telles que :

$$p_l^* \leq 1.10 \text{ MPa (valeur unique)}$$

$$E_M \leq 9.84 \text{ MPa (valeur unique)}$$

Des analyses de laboratoire effectuées sur des échantillons de sol prélevés dans les sondages SC1 et SC2, ont permis d'identifier cet horizon selon les classes GTR suivantes (résultats détaillés en annexe) :

- classe **A₁** caractérisant des sols majoritairement fins argilo-limoneux à quelques graviers, peu plastiques et très sensibles à l'eau pour le sondage SC1 entre 1.50 m et 2.00 m/TA ;
- classe **A₂** caractérisant des sols majoritairement fins argilo-sableux, moyennement plastiques et sensibles à l'eau pour le sondage SC2 entre 0.75 et 1.00 m/TA.
- **des sables et graviers à matrice limoneuse +/- abondante**, identifiée jusqu'en fond des sondages carottés SC1 et SC2 arrêtés à 4.00 m/TA et à une profondeur comprise entre 4.00 m à 5.00 m/TA au droit des sondages SP1, SP2 et SP3. Il s'agit des alluvions grossières de l'Ouche. Compte tenu de la méthode de forage utilisée pour les sondages pressiométriques (outil semi-destructif de faible diamètre), la base de cet horizon n'a pas été clairement identifié.

Leurs caractéristiques mécaniques sont moyennes à élevées telles que :

$$1.47 \leq p_l^* \leq 3.14 \text{ MPa}$$

$$12.20 \leq E_M \leq 37.90 \text{ MPa}$$

Des analyses de laboratoire effectuées sur des échantillons de sol prélevés dans les sondages SC1 et SC2, ont permis d'identifier cet horizon selon les classes GTR suivantes (résultats détaillés en annexe) :

- classe **B₃** caractérisant des sols sablo-graveleux avec peu de fines (tamisat à $80 \mu\text{m} \leq 12\%$) et considérés comme insensibles à l'eau pour le sondage SC2 entre 1.20 m et 1.85 m/TA ;
 - classe **B₄** caractérisant des sols sablo-graveleux avec peu de fines (tamisat à $80 \mu\text{m} \leq 12\%$) mais contenant une fraction fine suffisante pour être considérés comme sensibles à l'eau pour les sondages SC1 entre 0.50 et 1.00 m/TA et SC2 entre 3.65 m et 4.00 m/TA ;
 - classe **D₂** caractérisant des sols sablo-graveleux insensibles à l'eau pour le sondage SC1 entre 3.00 et 3.80 m/TA.
- **une marne beige marron**, observée jusqu'en fond des sondages SP1, SP2 et SP3. Cette formation correspond au complexe sédimentaire marneux. Ce complexe peut présenter des variations latérales et verticales de faciès (niveaux ou lentilles graveleuses ou sableuses, conglomératiques, blocs et strates calcaires...).

Ses caractéristiques mécaniques sont moyennes à très élevées telles que :

$$1.64 \leq p_1^* \leq 5.94 \text{ MPa}$$

$$14.40 \leq E_M \leq 72.30 \text{ MPa}$$

NOTA : Compte tenu de la nature des sols identifiés (contexte alluvionnaire), des arrivées d'eau et de la méthode de forage utilisée pour les sondages pressiométriques (outils semi-destructifs de faible diamètre), la lithologie des terrains et les interfaces géologiques restent approximatives au droit de ces sondages. Au besoin, les limites et la nature des terrains devront être confirmées en phase projet et/ou exécution (missions G2 et/ou G3) par des sondages complémentaires spécifiques (fouilles, carottages, ...).

III.2. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

Selon le décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité, la ville de LONGVIC figure en zone de sismicité 1 (très faible).

D'après la consultation du site "<http://www.georisques.gouv.fr>", la commune a fait l'objet de 7 arrêtés de catastrophe naturelle listés ci-dessous :

Inondations et coulées de boue : 4

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
21PREF20130245	03/05/2013	05/05/2013	08/07/2013	11/07/2013
21PREF20010029	14/03/2001	15/03/2001	27/04/2001	28/04/2001
21PREF20170432	14/10/1993	18/10/1993	12/04/1994	29/04/1994
21PREF19840126	11/07/1984	11/07/1984	21/09/1984	18/10/1984

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 3

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
21PREF20200125	01/07/2019	30/09/2019	15/09/2020	25/10/2020
21PREF20190140	01/07/2018	31/12/2018	16/07/2019	09/08/2019
21PREF20040040	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004

D'après les données issues de la carte du BRGM relative à l'aléa retrait-gonflement des argiles, le site est classé en zone d'aléa moyenne.

D'après les données issues de la carte du BRGM relative au phénomène de remontées de nappes, la zone d'étude est inscrite dans l'enveloppe approchée des inondations potentielles de cours d'eau.

La commune de Longvic dispose d'un Plan de Prévention des Risques Naturels Prévisibles d'Inondations (PPR) en vigueur actuellement.

Le site est localisé en zone d'aléa fort « Inondation ». D'après la carte du PPR, les profils d'iso-cote des niveaux d'eau connus pour un aléa centennal dans la zone d'étude sont compris entre les cotes 228.90 et 227.10 m NGF.

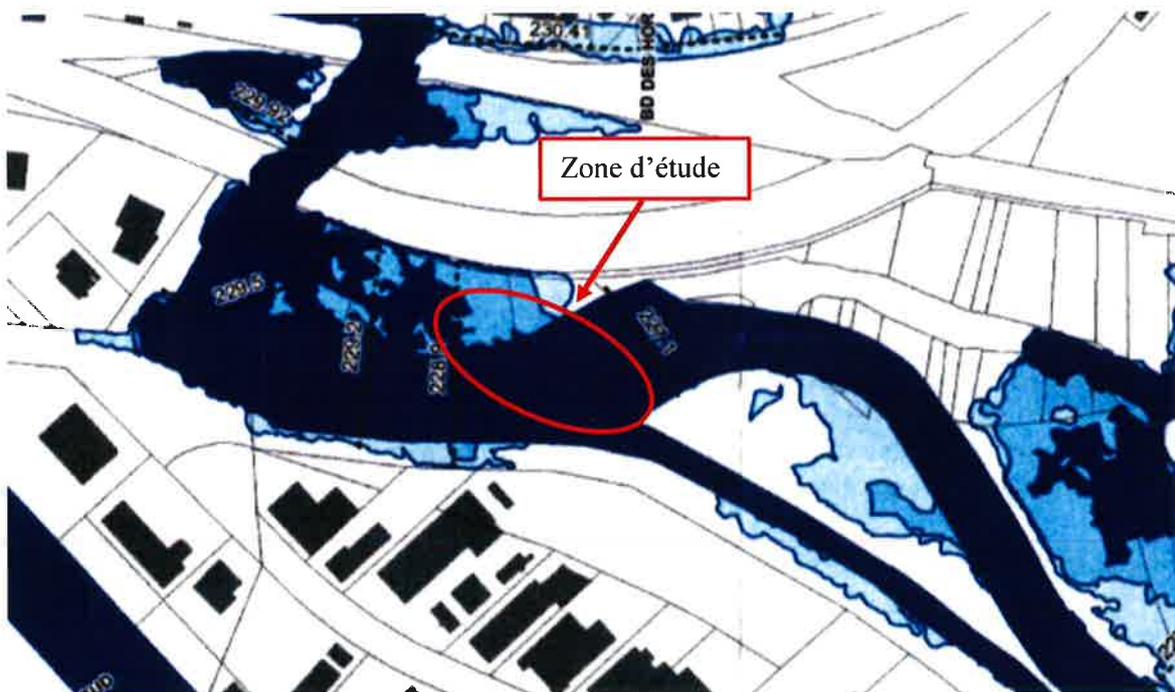


Figure 4 : Extrait du plan de l'aléa inondation du PPR de Longvic (sans échelle)

Compte tenu des aménagements existants, l'épaisseur et la nature des remblais pourront varier sensiblement au droit du projet entre nos points de sondages. Ils pourront également contenir des vestiges de construction, des réseaux, ainsi que d'éventuels ouvrages enterrés (cuve, fosse, ...) en lien avec le barrage.

De par leur mode de mise en place, les terrains sédimentaires du site sont sujets aux variations latérales et verticales de faciès (lentilles sableuses ou graveleuse). Ces particularités s'accompagnent d'hétérogénéités de caractéristiques mécaniques dans ces sols.

Le toit du complexe sédimentaire de l'Oligocène correspond à une surface d'érosion et d'altération. Par conséquent, il sera toujours possible de rencontrer des sur-profondeurs ou remontées du toit du substratum. De plus, dans ce secteur, cette formation peut présenter des variations latérales de faciès importantes. Ainsi, il sera toujours possible d'observer des niveaux plus sableux ou graveleux voire des blocs ou des bancs calcaires isolés. Ces particularités s'accompagnent généralement de variations de caractéristiques mécaniques des terrains.

III.3. HYDROGEOLOGIE

Lors de notre récente campagne de reconnaissance (octobre 2020), nous avons observé les arrivées d'eau suivantes en sondages :

Sondages	SP1	SP2	SP3
Cote altimétrique NGF du sondage (m)	227.10	226.30	227.60
Arrivée d'eau en cours de sondage / TA (m)	1.20	0.70	2.60
Prof. arrivée d'eau en fin de forage / TA (m)	1.20	0.70	2.40
Cote altimétrique NGF de l'arrivée d'eau (m)	225.90	225.60	225.20

Le niveau d'eau intercepté correspond au niveau de nappe de l'Ouche à proximité directe des investigations.

Nos relevés ayant un caractère ponctuel et instantané, ils ne permettent pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse, en particulier au gré des fluctuations de la rivière.

Il appartient aux Responsables du Projet de se faire communiquer par les Services Compétents (DREAL, PPRI, ...) le niveau des plus hautes eaux au droit du site afin d'adapter le projet en conséquence.

III.4. PREMIERE APPROCHE DU MODELE GEOTECHNIQUE

Les valeurs caractéristiques mécaniques retenues sont issues de la synthèse des reconnaissances.

Nous avons effectué une synthèse en considérant l'ensemble des sondages pressiométriques réalisés au droit du projet. Les valeurs caractéristiques retenues sont les suivantes :

Formation	Pression limite p_l^*	Module pressiométrique E_m	Coefficient rhéologique ρ	Poids volumique humide γ_h	Cohésion C'	Angle de frottement φ'
	MPa	MPa	-	kN/m ³	kPa	°
Sable et graviers à matrice limoneuse +/- abondante	2.10	18.80	0.25	20.0	0	30
Marne saumon	3.20	25.00	0.50	20	50	20

Nota : les moyennes de modules pressiométriques sont des moyennes harmoniques, les moyennes de pressions limites sont des moyennes géométriques.

Les valeurs caractéristiques de l'horizon argilo-graveleux n'ont pas été fournies car en l'absence d'essais en nombres suffisants, elles ne pourraient pas être considérées comme représentatives des terrains en place.

Les caractéristiques intrinsèques ont été estimées à partir des essais pressiométriques et identifications GTR et ajustées en fonction de la nature des formations reconnues. Seuls des essais complémentaires de mécanique des sols en nombre suffisant permettraient d'affiner ces valeurs. Elles devront être confirmées ou précisées en phase PRO.

La géométrie des différents faciès doit être appréhendée à l'aide des coupes présentées en annexe et des tableaux au paragraphe III.1.

*

*

*

IV. TERRASSEMENTS

IV.1. CONTRAINTES DU SITE

Le mode d'exécution des terrassements dépendra étroitement des conditions environnementales, en particulier :

- de la présence immédiate de la rivière et de sa nappe lors de l'exécution des travaux ;
- de la démolition des structures restantes au droit du projet et la suppression des points durs (dallage béton, fondations, etc...) ;
- du niveau d'assise du projet et de la sensibilité des aménagements en mitoyenneté.

Mais de nombreux autres facteurs peuvent être déterminants pour le choix du mode d'exécution des terrassements (présence d'anciens ouvrages enterrés, réseaux enterrés à conserver, ...).

D'après les informations fournies à ce stade du projet, le niveau bas de l'ouvrage sera situé à la cote 224.50 m NGF, ce qui conduira à la réalisation de terrassement en déblai de 2 m au maximum par rapport à la cote actuelle du niveau haut de l'ouvrage.

Compte tenu du contexte du site (travaux à réaliser dans le lit du cours d'eau), la réalisation de fouilles de terrassement par simple talutage n'est pas envisageable.

L'ensemble des travaux devront être réalisé à l'abri d'un batardeau (écran de palplanches par exemple), associé à un pompage en fond de fosse.

Au stade actuel, les responsables du projet souhaitent s'orienter sur une enceinte semi-étanche par écrans de palplanches.

Dans tous les cas, le mode de soutènements définitivement retenu et associé à la mise hors d'eau des travaux sera nécessairement étudié dans le cadre des missions G2-PRO et G3, en fonction du choix des Responsables du projet.

IV.2. EXTRACTION

Dans les sols superficiels du site (remblais meubles, argile limoneuse à graviers, sables et graviers à matrice limoneuse +/- abondante), les travaux de terrassement ne poseront pas de problèmes particuliers d'exécution. Les déblais pourront être extraits par des engins à lame ou à godet. Le traitement des vestiges du barrage nécessitera l'utilisation d'engin de terrassement puissants équipé d'outils supplétifs adapté (BRH, ripper, ...).

Au contact de points durs dans la marne (niveau marneux induré, rocheux ou conglomératiques), l'extraction devra être adaptée suivant la dureté et la nature des anomalies (engin puissant, BRH, dent de déroctage, fraise hydraulique, ...).

Compte tenu de la sensibilité à l'eau des sols superficiels du site, il sera impératif de réaliser **les travaux par temps sec et en période de basses eaux**. On préférera des travaux en rétro en limitant au maximum les circulations d'engins sur le fond de fouille.

IV.3. SUJETIONS D'EXECUTION

Les règles de l'art seront respectées et notamment :

- drainage permanent de la plate-forme (*gravitaire, tranchées, pompage ...*) ;
- si malgré ces précautions, le drainage n'est pas suffisant, on devra prendre les dispositions suivantes : cloutage, géotextile, traitement au liant hydraulique, ...

IV.4. STABILITE DES TALUS ET DES AVOISINANTS – TERRASSEMENT EN PLEINE FOUILLE

Compte tenu du contexte du site (terrain graveleux avec travaux à réaliser dans le lit du cours d'eau donc au niveau de la nappe de l'Ouche), la réalisation de fouilles de terrassement par simple talutage n'est pas envisageable.

Les terrassements seront donc obligatoirement réalisés à l'abri de soutènement provisoire et/ou définitif.

IV.5. MISE HORS D'EAU - ENCEINTE DE TYPE BATARDEAU

Lors de notre intervention (octobre 2020) le niveau d'eau dans le sol a été observé entre 0.70 m et 1.20 m/TA au droit des sondages réalisés au bord du cours d'eau (cotes 225.60 m à 225.90 m NGF).

Ce niveau d'eau correspond à la nappe de l'Ouche baignant les sables et graviers et dont la perméabilité est élevée. La base de cette nappe est probablement constituée par la marne inférieure réputée comme imperméable dont le niveau précis n'a pas été clairement reconnu.

L'étanchéité de la fouille sera assurée partiellement par une enceinte semi-étanche de type écrans de palplanches, qui permettra également de constituer un écran de soutènement stable lors des terrassements.

La fiche hydraulique de l'écran de palplanche permettant de limiter les débits d'exhaure en fond de fouille devra impérativement être calculée en phase PRO et/ou EXE et nécessitera la réalisation d'une **étude hydrogéologique et hydraulique précise avec essais de pompage**.

Par ailleurs l'étude permettra notamment de :

- définir les niveaux d'eau de référence tel que défini dans l'Eurocode 0, à savoir les niveaux EB, EF, EH, EE, EC.
- définir le débit de fuite (infiltration à travers l'écran et en fond de fouille) ;
- les conditions de terrassement associées, avec en particulier le niveau d'eau de chantier EC qui déterminera l'arrêt de chantier et le phasage des travaux.
- faire les vérifications hydrauliques (renard solide, boullance, soulèvement du fond de fouille, estimation du débit en fond de fouille, ...) pour la stabilité de l'écran.

Nous conseillons aux responsables du projet de réaliser si possible les terrassements en période de basses eaux (étiage de l'Ouche).

*

* *

V. FONDATIONS DU BARRAGE

V.1. PRINCIPE DE FONDATION – NIVEAUX D'ASSISE (EC7)

La fondation de l'ouvrage sera constituée par un radier porteur rigide sollicitant les sables et graviers à matrice limoneuse +/- abondante par l'intermédiaire d'un béton de propreté, à condition que la structure permette une bonne répartition des charges.

V.2. CONTRAINTE LIMITES DE CALCUL

Selon les prescriptions de la norme NF P 94-261, pour démontrer qu'une fondation superficielle supporte la charge de calcul avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture par défaut de portance du terrain, on doit vérifier l'inégalité suivante :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec :

V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise

R_0 : valeur du poids du sol après travaux au niveau de la base de la fondation en faisant abstraction de celle-ci

$$R_{v;d} = A' \cdot \frac{q_{net}}{\Gamma}$$

Avec, pour $R_{v;d}$ dans le cas des méthodes pénétrométriques et pressiométriques, un coefficient de sécurité global Γ de 1,68 (ELU fondamental) et 2,76 (ELS quasi-permanent et ELS caractéristique).

Sous réserve du respect du principe de fondation précité, et quelque soit les dimensions des radiers, les contraintes verticales centrées de calcul à prendre en compte pour la justification vis-à-vis des Etats limite Ultime et de Service seront limitées à :

$$\text{Aux ELU fondamentaux, } \leq \frac{q_{net}}{1,68} = \mathbf{0.49 \text{ MPa}}$$

$$\text{Aux ELS qp, } \leq \frac{q_{net}}{2,76} = \mathbf{0.30 \text{ MPa}}$$

Compte tenu des éléments de projet connus (voir § I.2), la contrainte moyenne maximale développée du radier sera supposée limitée à :

$$q = \mathbf{0.05 \text{ MPa}}$$

Cette contrainte moyenne correspond à un coefficient de sécurité vis-à-vis de la rupture de :

$$F \gg 3$$

Lors des études de projet, il conviendra de s'assurer que les concentrations de contraintes conduisent à des déformations admissibles pour la structure.

V.3. EXCENTRICITE DE LA CHARGE - GLISSEMENT

La vérification des critères d'excentricité aux ELU et ELS et du non glissement du radier seront menés en phase projet en fonction des descentes de charges projet.

V.4. TASSEMENTS

Moyennant une exécution soignée des terrassements et de la couche de réglage support, les tassements absolus théoriques seront inférieurs ou égaux au centimètre.

V.5. CONCEPTION EN PHASE PROJET

Lors des études de projet, il conviendra de s'assurer que les concentrations de contraintes (refends, appuis isolés ...) conduisent à des déformations admissibles pour la structure, ce qui pourra nécessiter un calcul itératif intégrant les charges, leur répartition, la géométrie du radier et le comportement du sol.

Ces calculs itératifs permettront de définir les modules k_v en fonction des concentrations de charge et du modèle géotechnique retenu.

Il conviendra également de vérifier la stabilité de l'ouvrage vis-à-vis du soulèvement lié à la sous-pression (vérification de type UPL).

VI. RECOMMANDATIONS POUR LA MISE AU POINT DU PROJET

Le présent rapport constitue le compte rendu et fixe la fin de la phase avant-projet de la mission d'étude géotechnique de conception. Cette phase G2AVP confiée à GEOTEC a permis de donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte des résultats des investigations, et présente certains principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques projetés.

Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique du site et le projet dont notamment :

- le projet lui-même (implantation, typologie précise des ouvrages, surcharges éventuelles, mouvement de terre associé,...) conditionnant le type de soutènement et sa justification de stabilité ;
- les variations de consistance et de nature dans les remblais superficiels (granularité, vestiges, ...) ainsi que la présence éventuelle de vestiges ;
- les variations de profondeur des différents interface géologiques (conditionnant les conditions d'exécution des soutènements, en particulier la méthodologie et sujétions d'exécution d'écrans de palplanches) ;
- la qualité des fonds de fouilles et les éventuelles poches décomprimées conditionnant la qualité des arases et éventuelles purges ;
- les conditions hydrogéologiques avant et pendant les travaux (conditionnant les terrassements, la qualité des arases, les mises hors d'eau en phase travaux).

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le coût final des ouvrages géotechniques : il conviendra d'en tenir compte lors de la mise au point de chaque projet. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques (G2-PRO à G4) devra suivre la présente étude (mission G2-AVP).

Nous restons à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

*

* *

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du cocontractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

CONDITIONS GENERALES (SUITE)

- 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes**
Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.
- 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation**
La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.
- 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport**
Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.
Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.
- 14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie**
Tous les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis. Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.
Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.
Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.
En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.
Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.
- 15. Résiliation anticipée**
Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.
- 16. Répartition des risques, responsabilités et assurances**
Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.
Assurance décennale obligatoire
Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).
Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance
Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle sur cotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.
Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.
- 17. Cessibilité de contrat**
Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.
- 18. Litiges**
En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases:

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases:

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participé à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques: notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs: plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives:

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE

(Extraits de la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 – Chapitre 4.2)

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

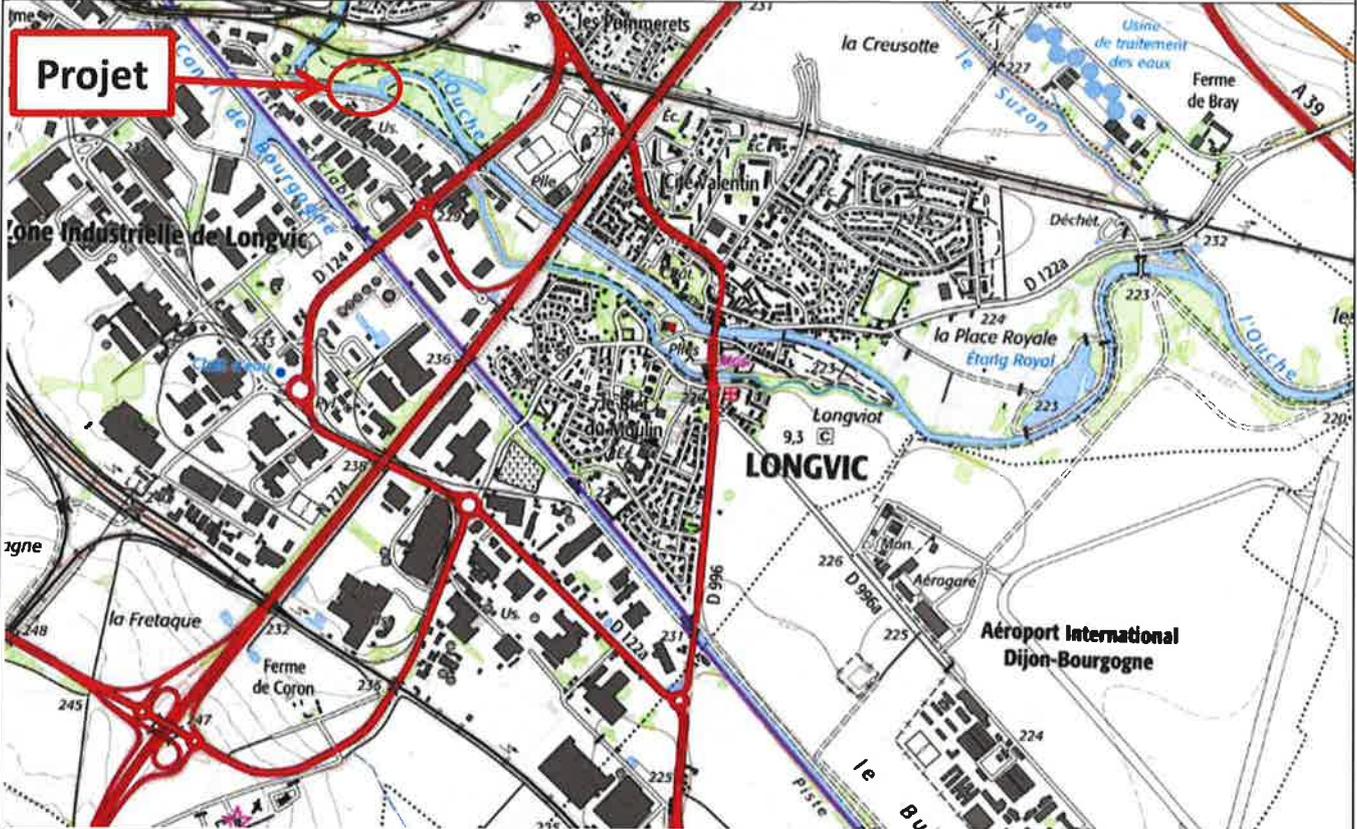
L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'oeuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT		Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

ANNEXES

- Annexe 1 : PLAN DE SITUATION
- Annexe 2 : PLAN D'IMPLANTATION
- Annexe 3 : SONDAGES ET ESSAIS
- Annexe 4 : ESSAIS LABORATOIRE

 ENSEMBLE, CONCEVONS UN AVENIR DURABLE	LONGVIC (21600)	NORD ↑
	20/05711/DIJON	
	Barrage de Longvic	
	Localisation du site d'étude	

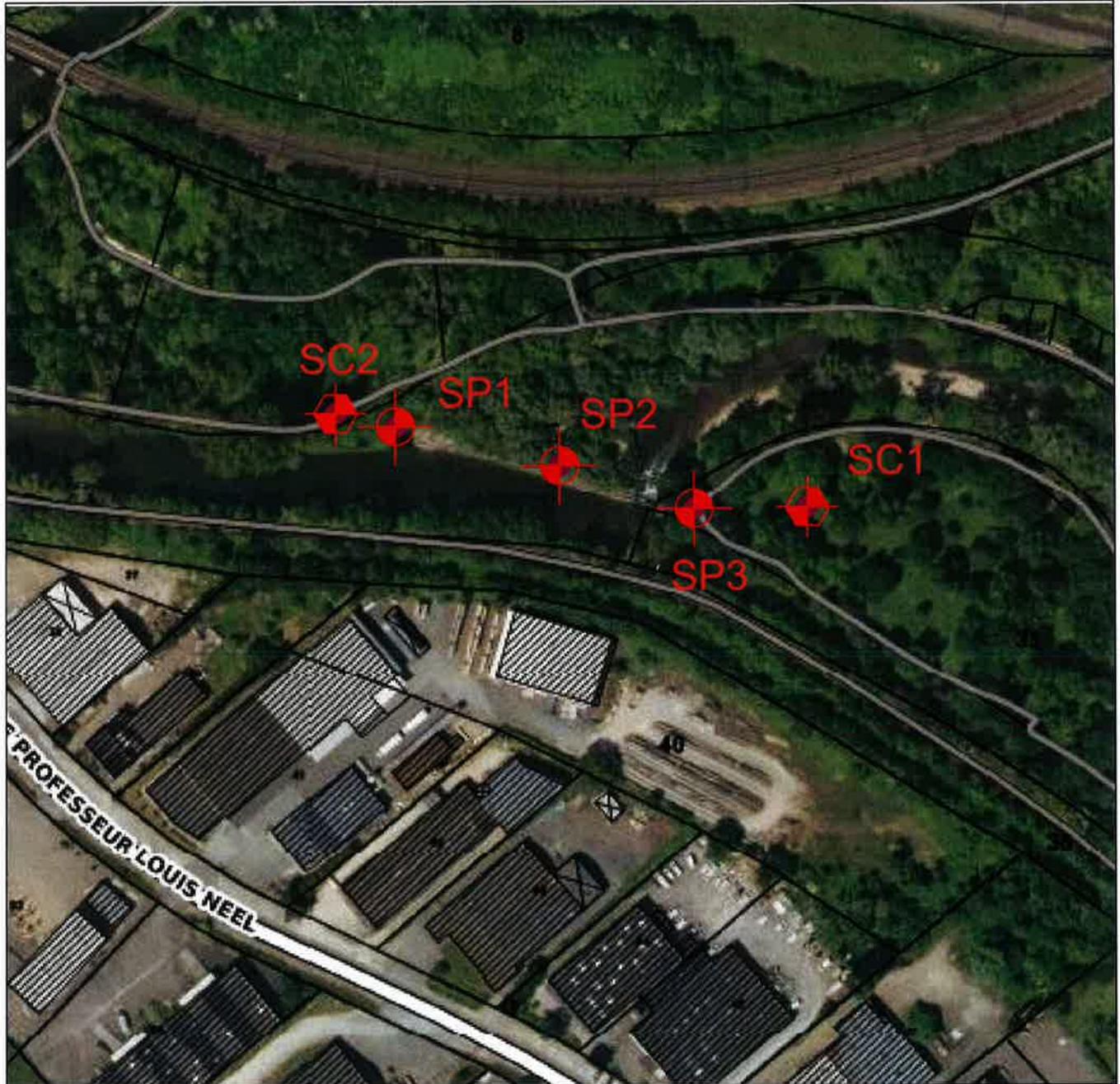




GEOTEC 20/05711/DIJON

LONGVIC

Barrage sur l'Ouche

Plan d'implantation
des sondagesSondage Géologique
et pressiométrique

Sondage carotté

Echelle: 1/2000

0 50 100m





Sondage : SC1
Inclinaison/Verticale : 0.00°

Date : 20/10/2020

Site : LONGVIC

X :

Echelle : 1/100

Y :

Affaire : 20/05711/DIJON

Z : 227.15 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Nature du terrain	Echantillons	Eau	Outil	Tubage	Equipement	% Carottage (%)		RQD (%)		Perméabilité (m/s)	Date
								0	50	100	0		
227,15	0,00												
226,65	0,50	terre végétale marron 0,50 m	EI N°1 1,00 m					100					20/10/2020
225,65	1,50	sables et graviers +/- limoneux beiges 1,50 m	EI N°2 2,00 m		ECH 114			100					
224,65	2,50	argile limoneuse marron à graviers 2,50 m	EI N°3 3,00 m					100					
223,15	4,00	sables et graviers à matrice limoneuse 4,00 m	EI N°4 4,00 m		4,00 m			100					

Observations :

EXGTE 3.22



Sondage : SC2
Inclinaison/Verticale : 0.00°

Date : 20/10/2020

Site : LONGVIC

X :

Echelle : 1/100

Y :

Affaire : 20/05711/DIJON

Z : 227.40 NGF

Page : 1/1

Cote	Prof.	Nature du terrain	Echantillons	Eau	Outil	Tubage	Equipement	% Carottage (%)		RQD (%)	Perméabilité (m/s)	Date
								0	100			
227.40	0,00							0	100	0		
227.10	0,30	terre végétale marron 0,30 m	EI N°1 1,00 m					100				20/10/2020
		sables et graviers à matrice limoneuse et passage limoneux entre 0.60 et 1.00 m	EI N°2 2,00 m		ECH 114			100				
			EI N°3 3,00 m					100				
223.40	4,00		4,00 m	EI N°4 4,00 m			4,00 m			100		

Observations :

EXGTE 3.22

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage pf* (MPa)			Pression limite pl* (MPa)		EM/pl*		
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1		10	
227,10	0,00				0													
226,60	0,50	0,50 m Terre végétale		TAR 63	0													
		sables et graviers à matrice limoneuse beige	1,20 m 21/10/2020 Eau en fin de sondage		1	16,8					1,17			1,97		9		
						2	17,3					0,79			1,83		9	
						3	24,3					1,60			2,20		11	
						4	37,9					2,70			3,14		12	
222,10	5,00			5,00 m			5											
				mame beige			6	17,5				1,67			2,27		8	
							7	18,6					1,49			2,15		9
							8											
							9	28,6					2,50			3,48		8
							10											
217,10	10,00	10,00 m			10													
					11													
					12													
					13													
					14													
					15													
					16													
					17													
					18													
					19													
					20													

Observations :

EXGTE 3.22

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)					Pression de fluage p [*] (MPa)			Pression limite pl [*] (MPa)		EM/pl [*]
						0,1	1	10	100	1000	0,1	1	10	0,1	1	
226,30	0,00				0											
225,90	0,40	remblai : maçonnerie (barrage) 0,40 m	0,70 m 20/10/2020 Eau en fin de sondage	TAR 63	1											
224,80	1,50	argile graveleuse beige 1,50 m			2	9,84	0,78	1,10								
		sables et graviers à matrice limoneuse beige 4,00 m			3	13,9	1,19	1,83								
					4	21,3	1,61	2,21								
222,30	4,00				4,00 m	5	72,3	1,74	5,94							
		marnes beige 10,00 m			6	54,3	2,71	5,17								
					7	21,9	1,77	3,05								
					8											
					9	23,9	2,52	3,44								
216,30	10,00				10,00 m	10										
			11													
			12													
			13													
			14													
			15													
			16													
			17													
			18													
			19													
			20													

Observations :

Cote	Prof.	Coupe indicative des terrains	Eau	Outil	Prof	Module pressiométrique EM (MPa)	Pression de fluage p [*] (MPa)	Pression limite p ^{l*} (MPa)	EM/p [*]
227.60	0,00				0				
227.30	0,30	terre végétale 0,30 m		TAR 63	0				
			23/10/2020 Eau en fin de sondage		1	17,2	1,17	1,47	12
		sables et graviers à matrice limoneuse beiges 2,40 m		2	12,2	> 1,81	> 1,81	< 7	
				3	21,9	1,12	2,46	9	
222,60	5,00	5,00 m		4	24,2	2,10	2,80	9	
				5	29,2	2,11	3,13	9	
				6	31,2	2,51	3,71	8	
				7					
				8					
				9	14,4	0,90	1,64	9	
217.60	10,00	10,00 m		10					
			11						
			12						
			13						
			14						
			15						
			16						
			17						
			18						
			19						
			20						

Observations :

OULAB-02-v2 - Tableau Récapitulatif des Résultats d'Essais Laboratoire

AFFAIRE	2005711	Opérateur	JG	
SITE	LONGVIC	Vérificateur	DCH	
Date	2020-11-17			

Sondage	SC1	SC1	SC2	SC2	SC2	SC1
Profondeur	1.50-2.00 m	3.00-3.80 m	0.75-1.00 m	1.20-1.85 m	3.65-4.00 m	0.50-1.00 m
Description	Argile sablo limoneuse marron à graviers	Sable et graviers	Limons sableux marron à graviers	Sable et graviers beige	Sable à graviers à légère matrice limoneuse beige	Sable et graviers

ESSAIS D'IDENTIFICATION ET DE CLASSIFICATION DES SOLS

Teneur en eau naturelle (0/D)	Wnat	(%)	23,6	6,0	26,7	4,2	8,0	9,3
Masse volumique humide	ph	(g/cm ³)						
Masse volumique sèche	pd	(g/cm ³)						
Indice des vides	e							
Degré de saturation	Sr	(%)						

Granulométrie par tamisage - Sédimentométrie

Diamètre maximal	Dmax	(mm)	18,0	44,0	18,0	40,0	30,0	26,0
Passant à 50 mm	< 50 mm	(%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Passant à 2 mm	< 2 mm	(%)	79,3	12,7	93,5	18,0	24,1	25,4
Passant à 80 µm	< 80 µm	(%)	63,2	2,2	67,7	5,2	9,1	7,8
Passant à 2 µm	< 2 µm	(%)	-	-	-	-	-	-

Valeur au Bleu de Méthylène

Valeur au Bleu de Méthylène	V.B.S	(g/100g)	2,41	0,08	2,71	0,18	0,23	0,30
-----------------------------	-------	----------	------	------	------	------	------	------

Limites d'Atterberg

Limite de liquidité	W _L	(%)						
Limite de plasticité	W _P	(%)						
Indice de plasticité	I _P							
Indice de consistance	I _C							

Equivalent de sable

Equivalent de sable	SE(10)	(%)						
---------------------	--------	-----	--	--	--	--	--	--

CLASSIFICATION (G.T.R 92 et NF P 11-300)

A1

D2

A2

B3

B4

B4

ANALYSES CHIMIQUES

Teneur en matières organiques	MO	(%)						
Teneur en carbonates	CaCO ₃	(%)						

ESSAIS DE COMPACTAGE ET DE PORTANCE

Teneur en eau à l'OPN	W _{opn}	(%)						
Densité sèche à l'OPN	pd (W _{opn})	(g/cm ³)						
Indice Portant Immédiat à l'OPN	IPI (W _{opn})							
Indice Portant Immédiat à Wnat	IPI (Wnat)							
Indice CBR Immédiat à Wnat	ICBR (Wnat)							

ESSAIS DE PERMEABILITE

Coefficient de perméabilité	k	(m/s)						
-----------------------------	---	-------	--	--	--	--	--	--

ESSAIS TRIAXIAUX

Type Type CU+UU	Cohésion	C _{uu}	(kPa)					
	Angle de frottement	Φ _{uu}	(°)					
	Cohésion	C'	(kPa)					
	Angle de frottement	Φ'	(°)					

CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT A LA BOITE

Type Type UU CD	Cohésion	C _{uu}	(kPa)					
	Angle de frottement	Φ _{uu}	(°)					
	Cohésion	C'	(kPa)					
	Angle de frottement	Φ'	(°)					

COMPRESSIBILITE A L'OEDOMETRE

Contrainte de préconsolidation	σ _p	(kPa)						
Indice de compression	C _c							
Indice de gonflement	C _s							

GONFLEMENT A L'OEDOMETRE

Pression de gonflement	σ _g	(kPa)						
Rapport de gonflement	R _g							

RETRAIT LINEAIRE

Limite de retrait effectif	W _{re}	(%)						
Facteur de retrait effectif	R _r							

ESSAIS SUR LES ROCHES ET GRANULATS

Essai Los Angeles	LA							
Essai Micro-Deval	MDE							
Coefficient de dégradabilité	DG							
Coefficient de fragmentabilité	FR							
Résist. à la compression uniaxiale	σ _c	MPa						
Module de Young	E	MPa						
Coefficient de Poisson	ν							
Résistance à la traction indirecte	σ _{tb}	MPa						

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

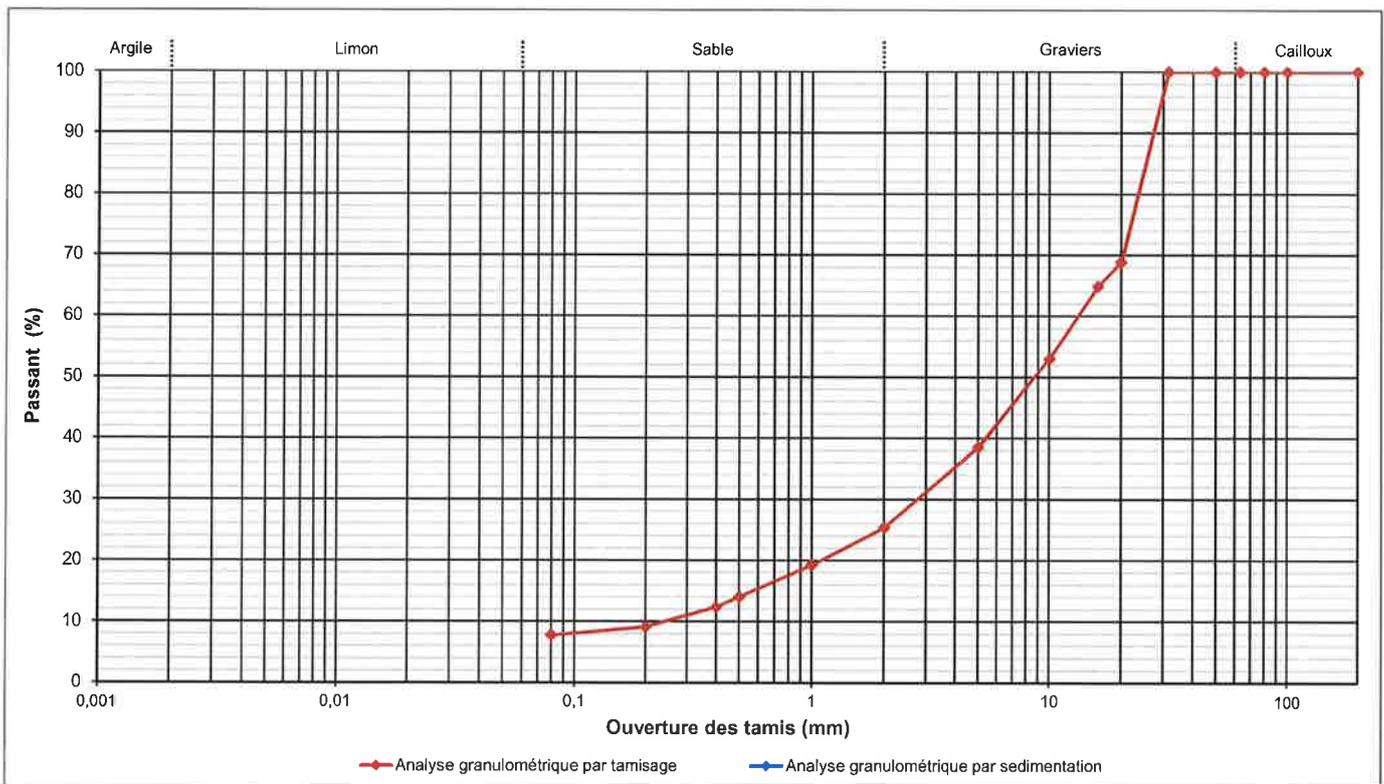
AFFAIRE	2005711
SITE	LONGVIC
Date	2020-11-12
Opérateur	JG

W% sur 0/D (NF P 94-050)	9,3	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	9,3	
Dmax (mm)	26,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	25,4
	80 µm	7,8
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	0,30	

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	ST1
Profondeur	0,50 - 1,00 m
Description	Sable et graviers

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	68,9	64,9	53,0	38,6	25,4	19,3	14,1	12,4	9,1	7,8

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)								

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

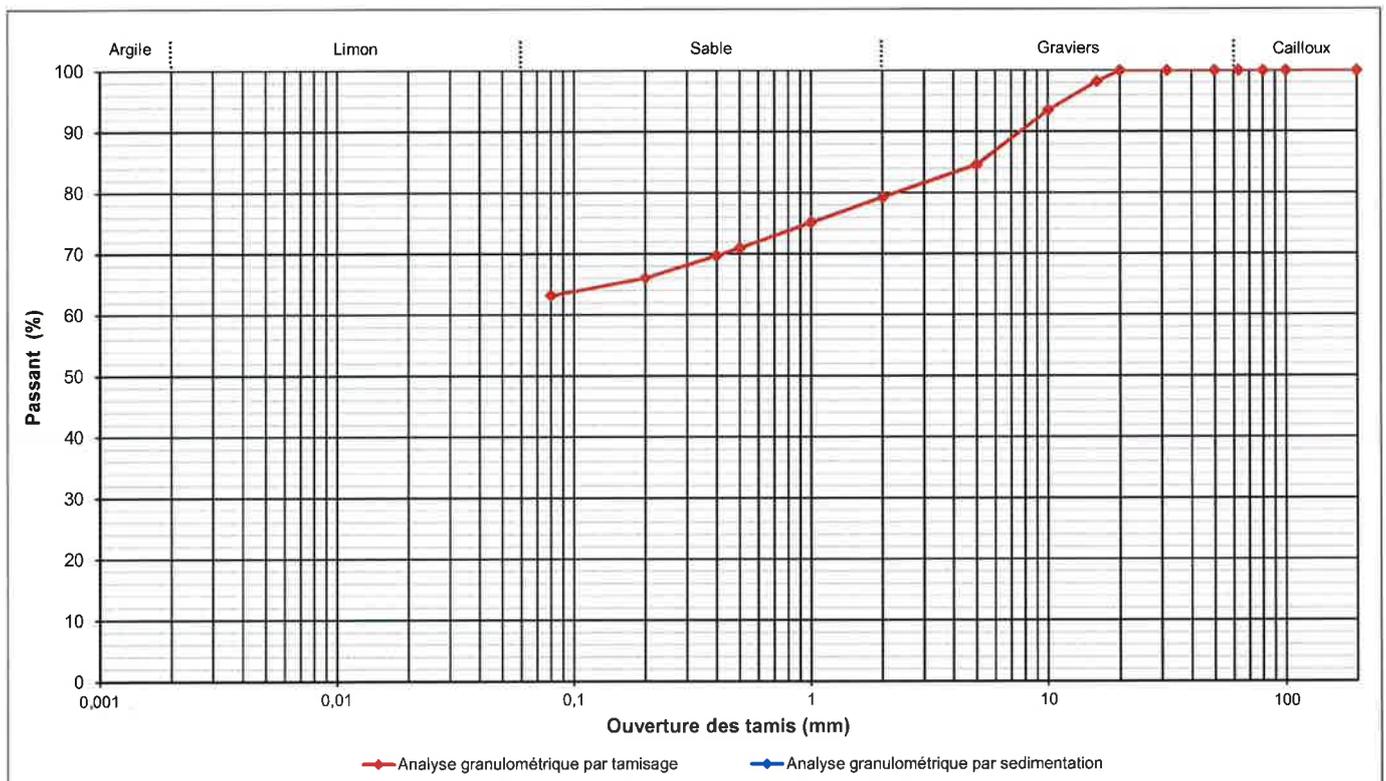
AFFAIRE	2005711
SITE	LONGVIC
Date	2020-11-12
Opérateur	JG

W% sur 0/D (NF P 94-050)	23,6	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	-	
Dmax (mm)	18,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	79,3
	80 µm	63,2
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	2,41	

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	SC1
Profondeur	1,50 - 2,00 m
Description	Argile sablo limoneuse marron à graviers

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	93,5	84,6	79,3	75,2	71,0	69,7	66,1	63,2

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)								

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

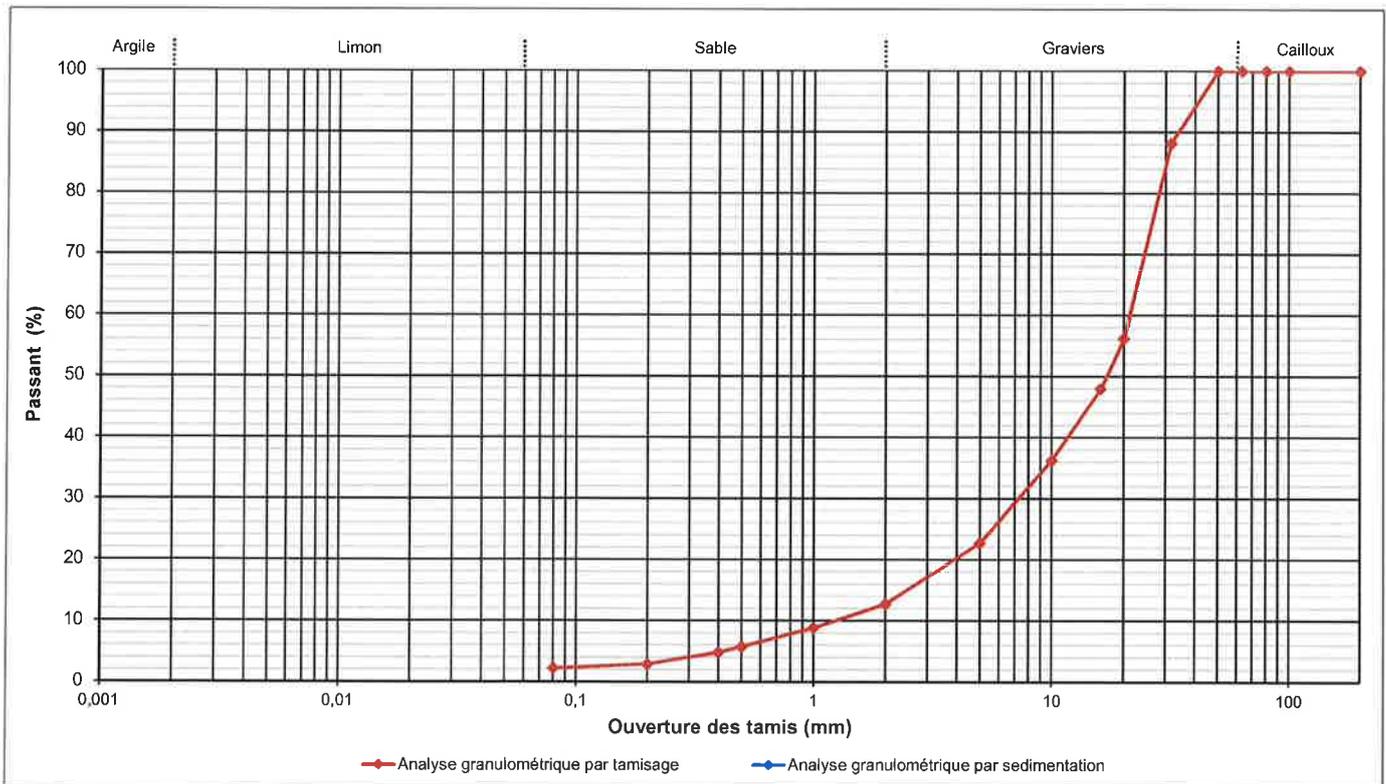
AFFAIRE	2005711
SITE	LONGVIC
Date	2020-11-12
Opérateur	JG

W% sur 0/D (NF P 94-050)	6,0	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	-	
Dmax (mm)	44,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	12,7
	80 µm	2,2
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	0,08	

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	SC1
Profondeur	3,00 - 3,80 m
Description	Sable et graviers

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	88,2	56,2	48,0	36,3	22,7	12,7	8,8	5,7	4,8	2,9	2,2

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm ³)								

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations



ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

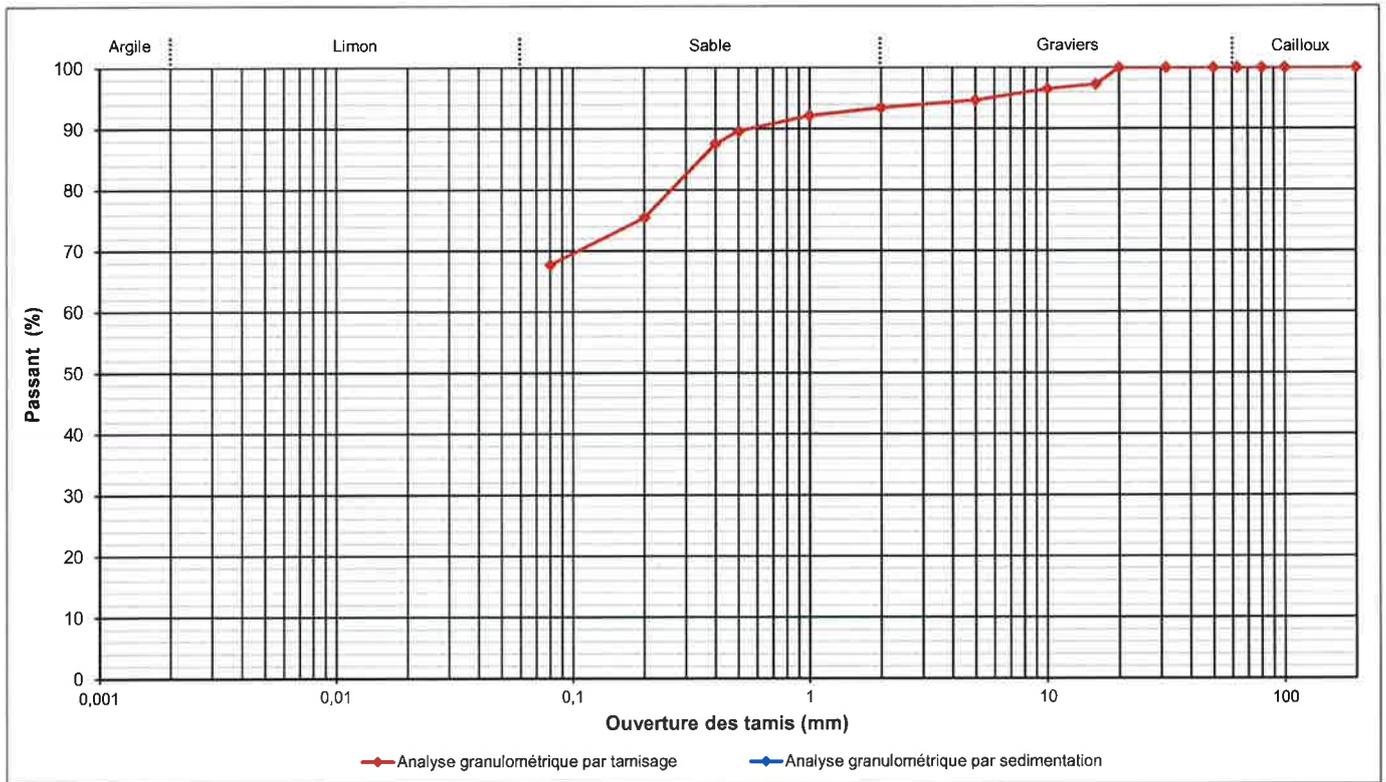
AFFAIRE	2005711
SITE	LONGVIC
Date	2020-11-12
Opérateur	JG

W% sur 0/D (NF P 94-050)	26,7	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	-	
Dmax (mm)	18,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	93,5
	80 µm	67,7
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	2,71	

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	SC2
Profondeur	0,75 - 1,00 m
Description	Limon sableux marron à graviers

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	97,3	96,5	94,7	93,5	92,2	89,6	87,6	75,5	67,7

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm³)								

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations



ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

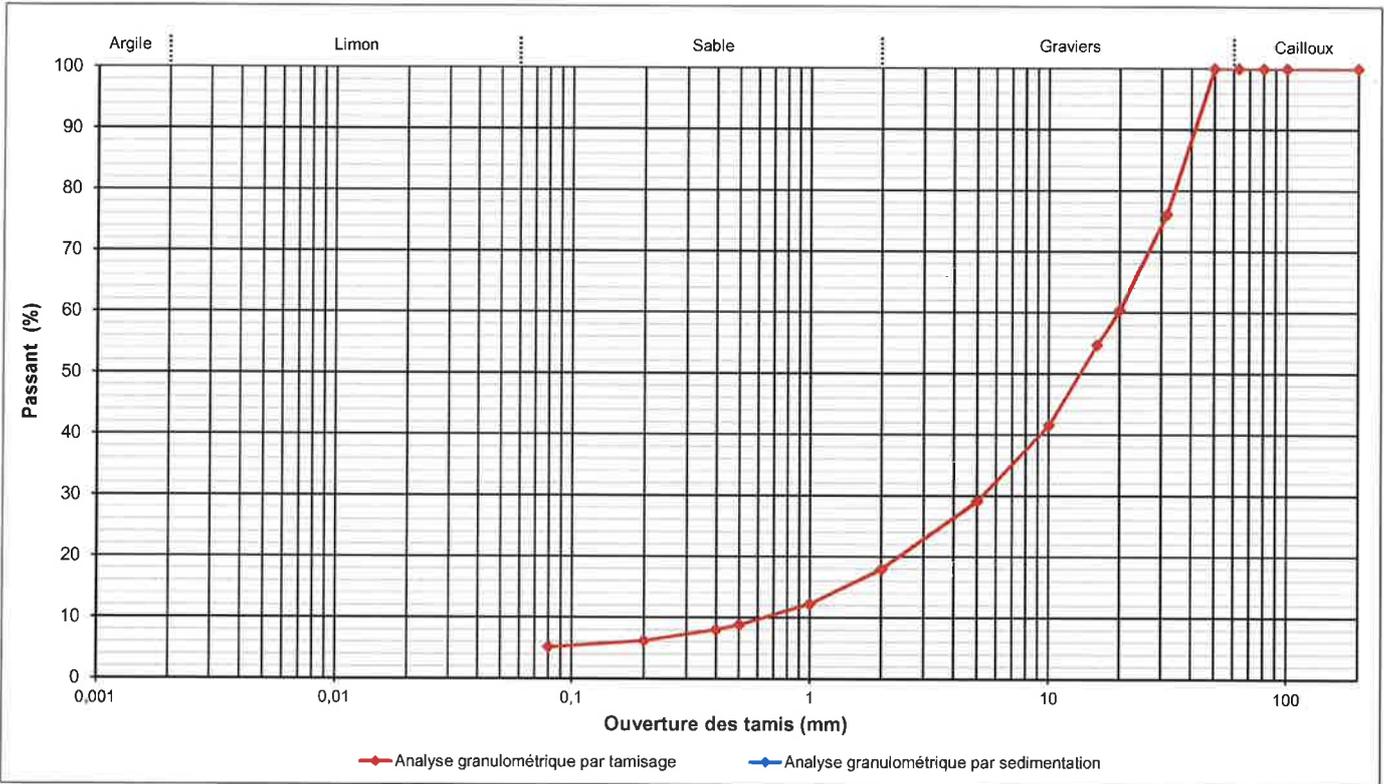
Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

AFFAIRE	2005711
SITE	LONGVIC
Date	2020-11-12
Opérateur	JG

W% sur 0/D (NF P 94-050)	4,2	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	-	
Dmax (mm)	40,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	18,0
	80 µm	5,2
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	0,18	

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	SC2
Profondeur	1,20 - 1,85 m
Description	Sable et graviers beige

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	76,1	60,4	54,7	41,6	29,1	18,0	12,3	8,8	8,0	6,2	5,2
Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _a (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C _m =	-	C _d =	-	Epruvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm³)								

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

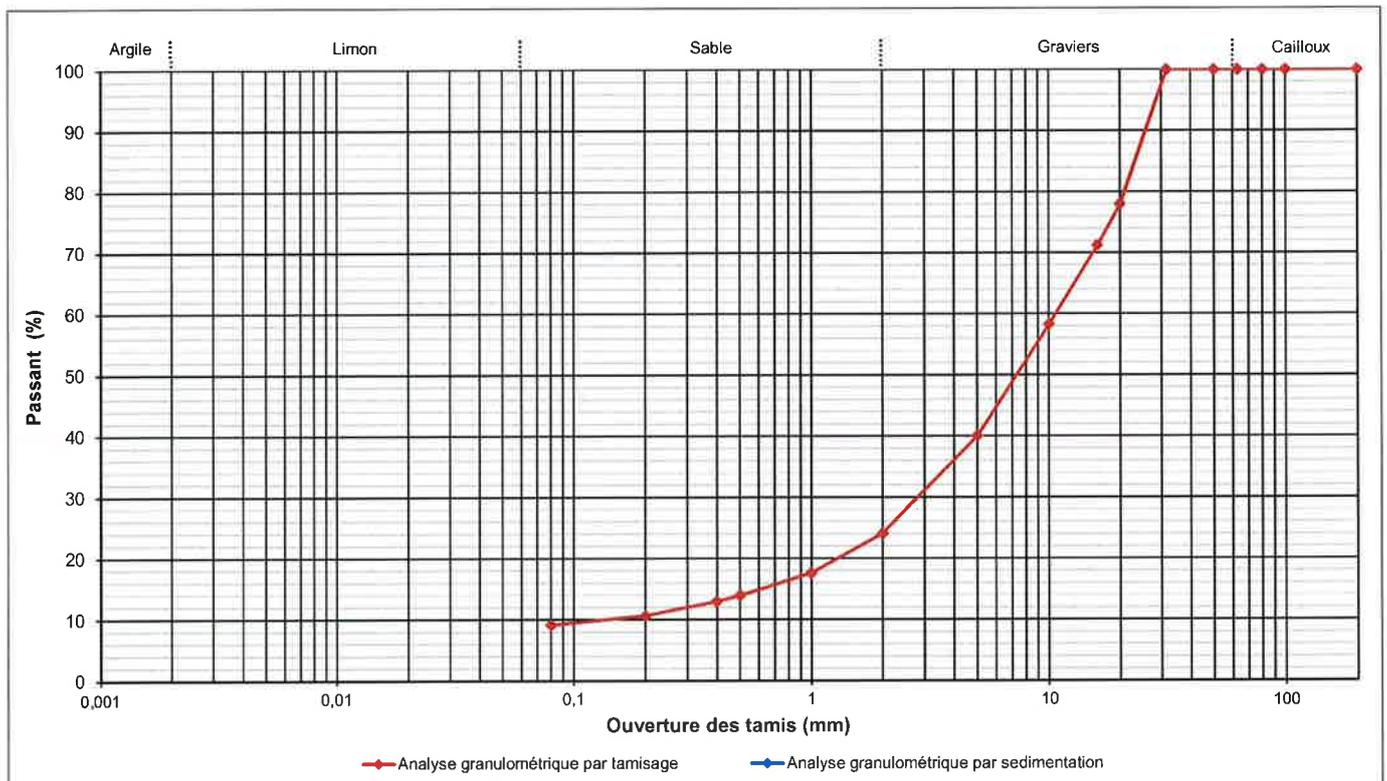
AFFAIRE	2005711
SITE	LONGVIC
Date	2020-11-12
Opérateur	JG

W% sur 0/D (NF P 94-050)	8,0	
W% sur 0/20 (NF P 94-050)	8,0	
Dmax (mm)	30,0	
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	24,1
	80 µm	9,1
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)	0,23	

T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON
Sondage	SC2
Profondeur	3,65 - 4,00 m
Description	Sable à graviers à légère matrice limoneuse beige

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	78,0	71,2	58,3	40,0	24,1	17,6	13,9	13,0	10,6	9,1

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H_0 (cm) =	-	H_1 (cm) =	-	h_1 (cm) =	-	V_g (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	C_m =	-	C_d =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains estimée (g/cm³)								

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
---------------------	--