

			
<p>Direction Territoriale Centre Bourgogne</p> <p>SEMEH</p>		<p>Canal de Briare</p> <p>Mise en conformité du barrage-réservoir du Bourdon</p> <p>Programme de l’opération</p>	
			
		<p>Approuvé par le directeur territorial</p> <p>Dijon, le</p>	
Version	Date	Établi par	Commentaires
1	10/06/2024	V. MÂLIN	Version initiale

Table des matières

1	OBJET DE L'OPERATION	3
1.1	OBJECTIFS DE L'OPERATION	3
1.2	LIEN AVEC GRAND RUE.....	4
2	PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE.....	4
2.1	DESCRIPTION DE L'OUVRAGE	4
2.2	CARACTÉRISTIQUES.....	7
2.3	DISPOSITIF DE SURVEILLANCE ET D'AUSCULTATION.....	7
2.4	HISTORIQUE DES TRAVAUX.....	8
3	FONCTION AU SEIN DU SYSTÈME ALIMENTAIRE – USAGES TIERS	9
3.1	PLACE DU BARRAGE DANS LE SYSTÈME ALIMENTAIRE	9
3.2	RÔLE FUTUR DU BARRAGE, IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE	9
3.3	USAGES TIERS	10
4	INSPECTIONS – DIAGNOSTIC – ÉTAT DE CONFORMITÉ.....	10
4.1	BILAN DES INSPECTIONS VISUELLES.....	10
4.2	INSPECTIONS COMPLÉMENTAIRES.....	11
4.3	CONFORMITÉ DU BARRAGE À L'ATB ET RECOMMANDATIONS APPLICABLES	12
	CHOIX DU SCÉNARIO D'EXPLOITATION	13
4.4	USAGES.....	13
4.5	ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX	14
4.6	CONTRAINTES DE CHANTIER	14
4.7	COÛTS.....	14
4.8	CONCLUSION – SCÉNARIO RETENU	14
5	OBJECTIFS DE L'OPÉRATION - ATTENDUS	15
5.1	OBJECTIFS DE L'OPÉRATION	15
5.2	DÉTAIL DES TRAVAUX ÉTUDIÉS AU STADE DU PROGRAMME.....	15
5.3	ATTENDUS PARTICULIERS	18
6	ETUDES ET DONNÉES DISPONIBLES (FOURNIES AU MOE)	20
6.1	ÉTUDES DE STABILITÉ	20
6.2	ÉTUDES DE PROGRAMME	20
6.3	DONNÉES DE SURVEILLANCE	20
6.4	ÉTUDES HYDROLOGIQUES.....	20
6.5	ÉTUDES GÉOTECHNIQUES	20
6.6	RELEVÉ TOPOGRAPHIQUE	21
6.7	CAMPAGNE D'INSPECTION 2022	21
7	CONTEXTE RÈGLEMENTAIRE ET PRESCRIPTIONS	21
7.1	CODE DE L'URBANISME	21
7.2	CLASSEMENT AU TITRE DE LA SÉCURITÉ DES OUVRAGES HYDRAULIQUES	22
7.3	NATURA 2000.....	22
7.4	CODE DE L'ENVIRONNEMENT	22
7.5	ROUTE DÉPARTEMENTALE N°185.....	23
7.6	COORDINATION AVEC LES CONCESSIONNAIRES	23
7.7	TRAVAIL EN MILIEUX CONFINÉS	23
7.8	MISSIONS CONFIEES À LA MAÎTRISE D'ŒUVRE	23

1 OBJET DE L'OPERATION

La présente opération concerne la mise en conformité et la modernisation du barrage-réservoir du Bourdon.

En application de l'instruction relative à l'approbation des projets d'investissement, l'opération a fait l'objet d'un DPC approuvé par la direction générale le 8 février 2023, prise en considération qui portait sur le barrage et de la rigole de restitution de Saint-Privé. Le présent programme ne concerne que le confortement et la modernisation du barrage ; la réhabilitation de la rigole de Saint-Privé fait l'objet d'une opération dédiée inscrite au PPI.

1.1 Objectifs de l'opération

L'ouvrage est classé B au titre de la sécurité des ouvrages hydraulique (arrêté préfectoral du 13/03/2019).

Les études réglementaires de diagnostic de l'ouvrage (hydrologie-laminage, stabilité, études de danger, visites techniques approfondies, rapports d'auscultation) concluent que le barrage n'est pas conforme aux exigences réglementaires en matière de sureté, notamment concernant sa stabilité limite, du risque d'érosion interne au regard des matériaux constituant le remblai, et de la vétusté et l'insuffisance du dispositif de drainage.

La cote d'exploitation de l'ouvrage a été abaissée en 2015 à 14.75m (contre 15.28m la cote RN historique) à la suite de l'apparition de zones humides sur le parement aval.

Aussi, le présent programme d'opération a pour principaux objectifs :

- **La mise à jour du diagnostic de conformité intégral de l'ouvrage (y compris du parement amont) au regard de l'arrêté technique barrage (ATB) de 2018 et autres recommandations ou règles de l'art applicables,**
- **Conception et réalisation des travaux visant à atteindre le niveau de sureté réglementaire à la cote historique de 15,28 m, avec un mode d'exploitation en crue intégralement passif, c'est-à-dire uniquement via l'évacuateur existant (sans mobilisation des vannages),**
- **Justifier le projet au regard de la réglementation, recommandations, règles de l'art,**
- **Restauration du parement amont,**
- **Réhabilitation de la galerie de vidange,**
- **Restauration de l'étanchéité de la chambre des siphons,**
- **Mécanisation et télégestion des organes de manœuvre,**
- **Amélioration, centralisation et télégestion du dispositif d'auscultation.**

Ces objectifs seront les attendus fixés au maître d'œuvre (agréé SOH) de l'opération.

Ce programme a été établi sur la base d'une mission d'AMO confiée au bureau d'études ISL pour synthétiser et préciser l'état de conformité et le diagnostic de l'ouvrage, dresser les besoins de travaux de mise en conformité et de modernisation nécessaires, établir le programme technique correspondant (mission qui portait non seulement sur le barrage du Bourdon mais également sur la rigole de St Privé). Il est précisé que la solution de confortement ainsi définie a été pré-dimensionnée par l'AMO pour un retour à la cote historique, avec mobilisation des vannages (vanne de fond, siphons) pour l'évacuation des crues. Il appartient donc au maître d'œuvre titulaire de la présente mission de concevoir et mettre en œuvre un projet visant l'objectif d'une mise en conformité à la cote historique, avec un mode d'exploitation en crue intégralement passif (sans mobilisation des vannages).

L'opération intègre la mise à jour du diagnostic de conformité du parement amont. Les interventions prévues sur cette partie de l'ouvrage, nettoyage et rejointoiement, ne visent donc pas à atteindre la conformité structurelle.

Concernant le délai de mise en œuvre de l'opération, le bureau a assorti sa conclusion de l'étude de stabilité initiale (2018) d'une recommandation de travaux à conduire sous 5 à 10 ans, c'est-à-dire 2028 au plus tard. L'actualisation de l'étude de stabilité (2022) a déterminé à 11,58 m la cote d'exploitation de l'ouvrage pour laquelle aucuns travaux de confortement ne seraient nécessaires, soit 3,17 m en dessous de la cote d'exploitation actuelle de 14,75 m.

A noter que l'arrêté préfectoral du 18/07/2024 enjoint VNF à effectuer les travaux de confortement d'ici fin 2027.

En phase AVP, sur la base des conclusions de la mise à jour des études conformités, et de l'échéance prévisionnelle de réalisation des travaux, le maître d'œuvre devra se prononcer sur l'opportunité de réviser les conditions d'exploitation, de surveillance, et de maintenance actuelles de l'ouvrage avant les travaux.

1.2 LIEN AVEC GRAND RUE

Trois problèmes principaux ont été identifiés sur le système alimentaire :

- L'assec de Grand Rue depuis 2011, dont la remise en eau fait l'objet d'une opération déjà lancée.
- L'abaissement de la cote d'exploitation et la non-conformité du barrage du Bourdon.
- Les fuites des rigoles d'alimentation, notamment la rigole de St Privé.

Il faut également souligner la fragilité de la ressource en Loire, c'est-à-dire de l'usine élévatoire, installation lourde, vétuste, et puisant dans un fleuve dont le débit à l'étiage reste incertain, notamment au vu des perspectives de changement climatique.

L'assec de Grand Rue prive le canal d'une importante ressource en eau (près de 5 millions de m³) mais a également pour conséquence de désorganiser complètement le fonctionnement historique du système alimentaire, ce qui induit à la fois une surconsommation d'eau, une exploitation plus difficile à gérer et moins réactive, et un vieillissement accéléré des ouvrages et équipements. La remise en eau du barrage de Grand Rue a donc logiquement fait l'objet d'une opération prioritaire.

Le système alimentaire, privé du réservoir de Grand Rue, ne pourrait plus assurer le fonctionnement du canal du Briare si la retenue du Bourdon venait à être abaissée, soit pour mise en sécurité imposée par arrêté du fait de la non-conformité, soit dans le cadre de travaux.

Ainsi, l'état de non-conformité du Bourdon rend nécessaire la remise en eau **préalable** du barrage de Grand Rue.

2 PRÉSENTATION DE L'OUVRAGE

2.1 Description de l'ouvrage

Le barrage du Bourdon, situé sur l'emprise des communes de Saint-Fargeau et Moutiers en Puisaye, est un ouvrage construit entre 1899 et 1904 destiné à l'alimentation en eau des canaux de Briare et du Loing. Il est situé sur le versant Seine du système alimentaire du canal.

Sa longueur en crête est de 352,10 m pour 8 m de large et 16,76 m de hauteur sur le terrain naturel. C'est un ouvrage de classe B au sens de la réglementation SOH (décret de 2015), selon son arrêté de classement de mars 2019.

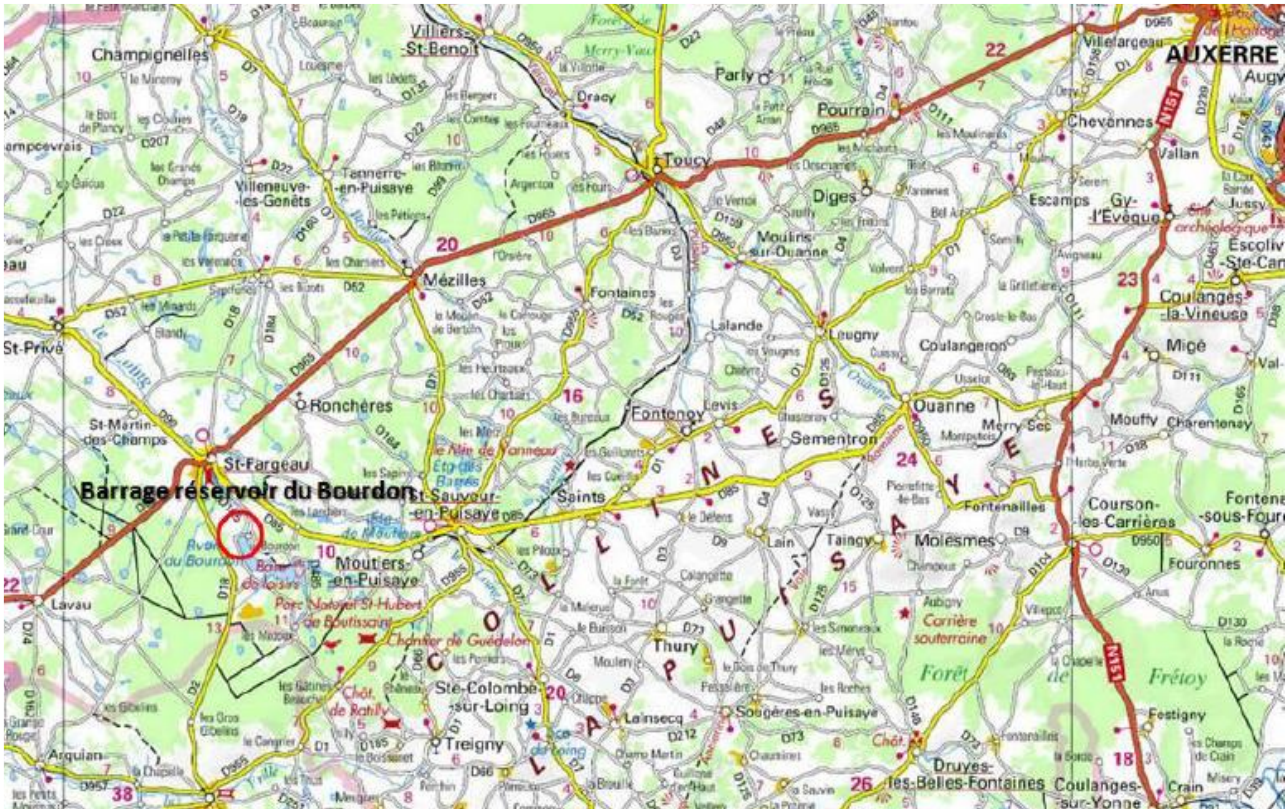


Figure 1: localisation barrage du Bourdon

L'ouvrage est de type barrage en remblai avec parement amont maçonné avec redans. Le parement aval, enherbé, présente trois risbermes. Les talus aval, séparés par les risbermes, présentent des pentes différentes, croissantes vers la crête de l'ouvrage.

La route départementale RD185 passe en crête du barrage.

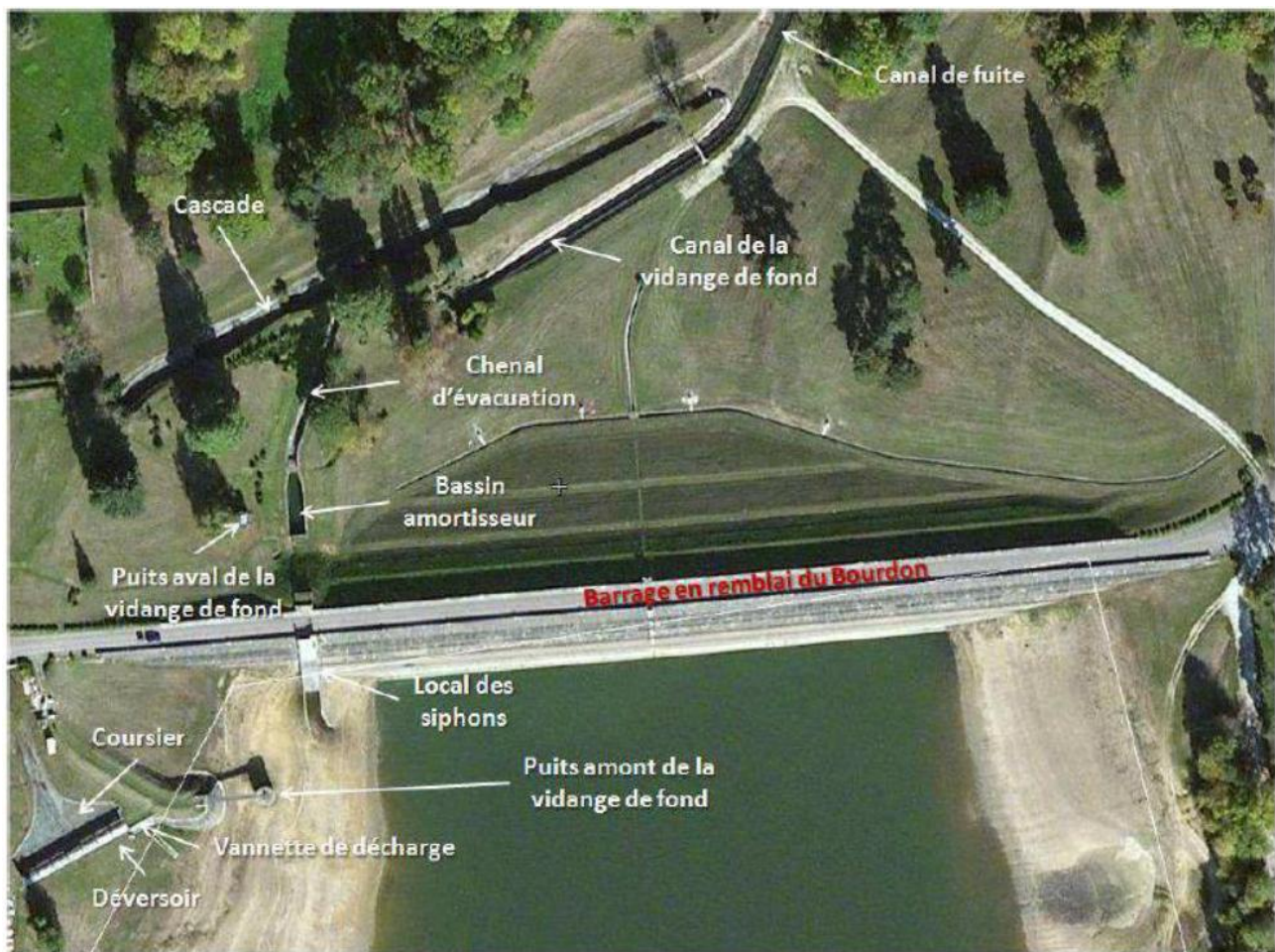


Figure 2: description de l'ouvrage

La capacité de la retenue varie selon la cote du plan d'eau :

- 7,2 millions de mètres cubes (dont 6,8 millions de volume utile) à la cote RN abaissée actuelle de 214,77 m NGF (14,75 m),
- 8,2 millions de mètres cubes (dont 7,8 millions de volume utile) à la cote RN historique de 215,30 m NGF (15,28 m),
- 3,1 millions de mètres cubes (dont 2,7 millions de volume utile) à la cote de 211,60 m NGF (11,58 m), cote de stabilité de l'ouvrage en l'absence de travaux.

2.2 Caractéristiques

Les caractéristiques principales actuelles du barrage sont définies ci-dessous :

Fiche synoptique du barrage du Bourdon	
Type de barrage	Barrage en remblai
Hauteur au dessus du terrain naturel	17 m
Volume de la retenue à RN	8,1 hm ³
Cote de la RN dans le repère local / m NGF	RN historique et souhaitée par VNF : 215,30 m NGF/15,28 m RL RN abaissée en 2013 : 214,77 m NGF / 14,75 m RL Le 0 de l'échelle limnimétrique est fixé à 200,02 m NGF
Cote des PHE dans le repère local / m NGF	15,75 m RL / 215,77 m NGF suivant consigne d'exploitation. : Cote atteinte par la crue 3000 ans (extrait études de laminage) - avec RN historique : 15,91 m RL / 215,93 m NGF - avec RN abaissée : 15,82 m RL / 215,84 m NGF.
Terrain de fondation	Marnes compactes Marnes altérées sur une partie de l'ouvrage.
Siphons	5 siphons Ø200, Ø300, Ø400, Ø500, Ø600
Vidange	De l'amont vers l'aval : - 1 galerie amont de diamètre 2,5 m et de 77 m de longueur, - 1 tour amont abritant la vanne de fond (1 m x 0,6 m) calée à la cote 200,01 m NGF - 1 chambre de répartitions des débits, - 2 conduites en fonte Ø600 intégrées au massif de maçonneries, - 1 galeries des conduites de 95 m de longueur (entre les 2 puits) abritant 2 conduites en fonte Ø500 chacune équipée d'une vanne de garde amont et d'une vanne de réglage aval, - 1 puits aval, - 1 galerie aval de diamètre 2,5 m et de 93 m de long à l'aval du puits aval, - 1 canal maçonné à surface libre
Evacuateur de crues	Déversoir de longueur libre de 33,12 m calé à la cote 215,30 m NGF. Le déversoir est équipé de 7 vannes levantes en inox de section 4,74 x 0,55 m (lxh). Vannes laissées en position ouverte en exploitation normale

2.3 Dispositif de surveillance et d'auscultation

Le dispositif d'auscultation du barrage du Bourdon est constitué des équipements suivants :

- Mesure de la cote de retenue amont :
 - 1 échelle limnimétrique,
 - 1 sonde de mesure.

- Piézométrie :
 - 36 piézomètres ouverts :
 - 4 en pied de digue : P33 à P36 ;
 - 5 sur la 1ère risberme (risberme inférieure) : 1R1 à 1R4 et PZ6bis ;
 - 16 sur la 2ème risberme : 2R5 à 2R20 ;
 - 8 sur la 3ème risberme : 3R20 à 3R27 ;
 - 3 en crête : C28, C29 et C30 ;
 - liés au diagnostic de stabilité du parement amont : CPI8 à CPI13.
 - Nota : les appareils n°28, 31 et 32 ont été abandonnés.
 - 8 cellules de pression interstitielle :
 - 2 CPI installés en 2018 en pied (auscultation la fondation) : PZ6 et PZ7 ;
 - 6 CPI installés en 2022 pour ausculter les sous-pressions du parement amont suite ;
 - Il est à noter que le bureau ISL a formulé au stade AMO des recommandations visant l'implantation de nouveaux piézomètres en fondation. Ce point devra être ré-étudié par le MOE.
- Mesure des débits sortants :
 - Seuils de jaugeage permettent la mesure globale des débits de drainage RG et RD (28 drains). Les seuils sont implantés en partie centrale, au pied aval du barrage.
 - 1 seuil de jaugeage des débits relâchés en aval du barrage vers le canal de Briare (jaugage du Moulin Foulon) ;
- Fissurométrie : 4 fissuromètres, 2 par tympan (tympan amont et aval) de la galerie d'évacuation des crues
- Topographie : 12 repères topographiques.

2.4 Historique des travaux

Année	Travaux
1897	Premières études
1901-1904	Construction
1905	Mise en service
1928	Rehaussement du plan d'eau de 48cm par mise en place de poutrelles en bois sur le seuil de l'évacuateur
1963	Première campagne piézométrique
1964	Drainage du talus aval + couche bitumineuse sur le parement
1965	Drainage de la galerie de fond et injections au niveau du mur de garde
1986	Campagne piézométrique
1989	Campagne piézométrique
1997	Campagne piézométrique
2005	Remplacement des vannes de l'EVC par des vannes inox
2006	Vidange. Reprises de maçonnerie en fond de coursier et sur le redans amont
2008	Drainage de la zone humide apparue à l'aval du fossé de pied
2011	Campagne piézométrique
2013	Cote d'exploitation provisoire à 14,75m
2015	Mise en place de deux drainages des talus RD et RG en aval des fossés de pied. Remplacement de la vanne de décharge par une vanne inox.

2016	Réfection de la 2ème risberme aval : - Réalisation d'un drainage RG/RD (tranchées drainantes) avec exutoires respectivement dans les chéneaux de pied RG et RD ; - Réalisation de cordons drainants amont/aval de 2,5m de longueur environ (8 côté RD et 2 côté RG) spécifiquement implantés au droit des zones humides historiquement mises en évidence sur l'ouvrage et la 2ème risberme ; - Reprofilage de la crête de la risberme.
2018	Installation de moteurs électrique sur les robinets de fond
2018	Campagne piézométrique : mise en place des CPI PZ6 et PZ7
2022	Campagne piézométrique : mise en place des piézomètres PZ6bis C28 et 2R20
2023	Mise en place de 6 CPI auscultant le parement amont
2023	Changement des vannes amont des conduites de la vanne de fond, motorisation des robinets

3 FONCTION AU SEIN DU SYSTÈME ALIMENTAIRE – USAGES TIERS

Ce chapitre reprend les éléments essentiels de la note sur la « Stratégie de gestion hydraulique du canal de Briare » qui accompagnait le DPC.

3.1 Place du barrage dans le système alimentaire

Le barrage-réservoir du Bourdon est situé sur un affluent du Loing, il capte un ensemble de fossé et de ru qui drainent un bassin versant de 43,5 km². Il faut 48h aux eaux restituées par le réservoir pour atteindre le bief de partage, via le ru du Bourdon puis le Loing.

Le barrage du Bourdon, du fait de sa grande contenance et son éloignement, est un ouvrage stratégique « d'alimentation de fond » du bief de partage (ou éventuellement des biefs aval du versant seine en passant par le Loing). Il apporte en effet un débit continu de fond, les ajustements de précision d'alimentation du bief de partage se faisant par les barrages les plus proches (Grand Rue notamment). Il constitue en effet près de 66% du volume utile disponible sur les 16 barrages-réservoirs du système alimentaire de ce secteur.

Il sert majoritairement lors de l'étiage de fin d'été et d'automne (en général à partir du 15 août). En effet il est préférable d'exploiter les barrages les plus proches sur la haute saison réduisant le risque de « perte en route » liée à la longueur de la Rigole de St Privé et des capacités à « passer l'été » pour les autres ouvrages sans trop de déperdition hydraulique.

Enfin il peut également aider la partie aval du canal de Briare versant Seine et du canal du Loing en assurant un apport régulier dans le Loing pérennisant ainsi les prises d'eau en aval de Dammarie sur Loing et les prises d'eau du canal de Loing lors des étiages (notamment lors des restrictions de prélèvement imposées par les arrêtés sécheresse).

3.2 Rôle futur du barrage, impact du changement climatique

Une réflexion a été conduite sur le fonctionnement de l'ensemble du système alimentaire. Cette réflexion a été présentée dans la note GH annexée au DPC de l'opération.

Il ressort de cette étude que le changement climatique se traduira par une diminution de la pluviométrie estivale compensée par un excès hivernal, quel que soit le scénario retenu. Les barrages conserveront donc leur capacité de remplissage durant l'hiver. Par ailleurs, l'usine élévatoire en Loire verra son usage restreint de manière récurrente à l'été, tandis que les besoins en eau, eux, ne diminueront pas.

L'étude fait ainsi apparaître la nécessité d'une remise en eau de Grand Rue et d'un confortement du niveau historique de la retenue du Bourdon, tant du point de vue de l'efficacité de la gestion du système alimentaire que du point de vue de la disponibilité de la ressource.

3.3 Usages tiers

Le site du plan d'eau sert une activité de loisir reconnue : base nautique et de loisirs gérée par le Conseil Départemental de l'Yonne, avec de nombreux services disponibles (hébergements, campings, etc.).

Le RPP (règlement particulier de plaisance) du Bourdon de fin 2019 a fait l'objet d'une mise à jour en 2020. Les activités suivantes sont autorisées : baignade, bateau et planche à voile, embarcations de plaisance, pratique de la pêche. C'est un secteur particulièrement touristique et fréquenté l'été.

4 INSPECTIONS – DIAGNOSTIC – ÉTAT DE CONFORMITÉ

4.1 Bilan des Inspections visuelles

Un bilan de l'état de l'ouvrage a été réalisé en 2022 par ISL qui a actualisé les résultats de la VTA de 2020.

La synthèse de ce bilan est présentée ci-après.

Élément	État et constatations
Parement amont	Bon état général. Quelques épaufrures et fissures relevées. Présence de mousse et de végétation sur la risberme supérieure
Parement aval	Bon état général. Zones humides avec présence de plantes hygrophiles au-dessus de la risberme 2. Présence de terriers au-dessus de la risberme 1 et en pied aval
Crête	Fissures et faïençages observés entraînant un défaut d'étanchéité de la chaussée de crête.
Chambre des siphons sous RD185	Poutres en acier soutenant la voûte et la route corrodées. Conduites des siphons corrodées Présence de chauve-souris
Chambre des siphons	Présence de nombreuses fissures sur le GC de la chambre
Vannette de décharge	Zone de suintement relevée dans la maçonnerie entre la vannette et de l'évacuateur. La vannette de décharge a été remplacée en 2015 par une vanne inox.
Vannes de l'évacuateur de crues	Les remplacements d'équipements (vannes de surface) datent de 2005. Les vannes en place sont de construction inox. Les pièces fixes ainsi que les seuils ont été également repris. Seuls les mécanismes d'entraînement (clé de manœuvre, réducteur et renvoi d'angle, crémaillères, arbres de transmissions) n'ont pas été revus.
Évacuateur de crues	Fissures sub-verticales (équipées de fissuromètres) au niveau des appuis de la voûte à la sortie aval du tunnel
Passerelle d'accès à la tour amont	Présence de fissures au niveau de la maçonnerie de la culée de la passerelle
Auscultation	Bon état général : - Regards des piézomètres en bon état apparent - Regards de collecte du réseau de drainage réalisé en 2016 humide - Piézomètre P34 artésien
Puits aval	Nombreux suintements avec calcite et boues rouges à l'exutoire des drains
Galerie des conduites	Conduites et vannes fortement corrodées. Les vannes ont été équipées en 2018-2019 de moteurs électriques avec réducteurs. Nombreux suintements avec calcite et boues rouges à l'exutoire des drains Tronçon avec revêtement en acier partiellement arraché et très fortement corrodé Bouchon amont avec nombreux suintement soulignés par de la calcite et des boues rouges

4.2 Inspections complémentaires

VNF a lancé en juillet 2022 une campagne d'investigations par moyens spéciaux du barrage du Bourdon qui ont permis de vérifier l'état des différents ouvrages et sous-parties d'ouvrage, sans procéder à la vidange complète de la retenue.

Les prestations ont consisté en :

- Une inspection des parties d'ouvrages hors d'eau :
 - o Parement amont du barrage émergé
 - o Ouvrages de vidange de fond : puits amont (intérieur et extérieur), puits aval (intérieur), galerie des conduites, galerie aval ;
 - o Ouvrage de prise des siphons ;
 - o Bassin aval des siphons.
- Une inspection par moyens subaquatiques des parties d'ouvrages suivantes :
 - o Parement amont du barrage immergé ;
 - o Ouvrages de vidange de fond : ouvrage de prise d'eau, galerie amont, vanne de fond, chambre de répartition des débits, puits amont (intérieur et extérieur).
- La réalisation d'inspections télévisuelles et de mesures d'épaisseur des conduites suivantes :
 - o Conduites des siphons DN200 à DN600 ;
 - o Conduites DN600 de vidange de fond ;
 - o Ouvrage amont de la vannette de décharge de l'EVC.

Ces inspections ont conduit ISL à produire les conclusions suivantes :

Ouvrage / Emplacement	Recommandation
Parement amont	Conduire une nouvelle campagne de rejointoiement du parement en maçonnerie
Parement aval	A conforter en fonction des résultats de l'étude de stabilité
Crête	Mettre en place un dispositif d'étanchéité sous la chaussée au niveau de l'ouvrage des siphons
Evacuateur de crues	Travaux de remise en état à prévoir au niveau du pertuis de la vannette de décharge
Ouvrages de vidange	Réparation des fissures à l'intérieur du puits amont Reprise de la protection anti-corrosion et de la peinture des poutres métalliques et des caillebotis Réparation des dégradations du génie civil de la chambre supérieure du puits aval Mise en place d'un revêtement de la voûte de la galerie pour éviter les écoulements sur les conduites Nettoyage de la galerie et hydrocurage des drains
Ouvrages des siphons	Réparation des fissures de la chambre de manœuvre des siphons Reprise de la protection anti-corrosion et de la peinture des poutres métalliques de la chambre des siphons sous la crête
Equipement hydromécaniques	Dépose des vannes et de la passerelle de l'évacuateur de crues
Dispositif d'auscultation	A revoir dans le cadre du projet de réhabilitation

4.3 Conformité du barrage à l'ATB et recommandations applicables

Une mission d'AMO a été confiée en 2022 à ISL afin de définir le programme de l'opération. Sur la base des nouvelles investigations, ISL a réalisé une mise à jour de l'étude de stabilité de l'ouvrage ainsi qu'un bilan actualisé de l'état général du barrage et de ses équipements.

Cette étude tire des conclusions sur la conformité du barrage à l'ATB sur trois aspects :

- La stabilité,
- La tenue du parement amont à vidange rapide,
- La revanche au vent.

Cette étude traite également de la capacité de la vidange de fond, en référence aux recommandations du BETCGB.

L'étude a été conduite sur trois scénarios d'exploitation :

- Scénario N°1 : Exploitation à la cote historique de 15,28 m.
- Scénario N°2 : Exploitation à la cote actuelle de 14,75 m.
- Scénario N°3 : Exploitation à une cote « de stabilité » calculée à 11,58m.

4.3.1.1 Stabilité du barrage

Les conclusions de la révision de l'étude de stabilité sont :

- Les résultats des calculs de stabilité (talus aval) montrent que les coefficients standards ne sont pas respectés mais restent supérieurs à 1 pour la RN actuelle et la RN historique,
- Un risque de soulèvement hydraulique est avéré sur certains profils :
 - La ligne piézométrique dans le remblai est haute, ce qui montre que les concepts désormais classiques de maîtrise des écoulements (étanchéité / drainage) ne sont pas réunis ici ;
 - Le remblai est constitué d'un matériaux principalement sableux disposant d'une faible cohésion interne, ce qui constitue un facteur aggravant en cas d'amorce d'instabilité.

Les calculs et l'expertise ne permettent pas en l'état actuel de garantir la sécurité du barrage avec une cote d'exploitation relevée.

A noter qu'en terme d'évacuation des crues, l'évacuateur dispose des capacités suffisantes avec mobilisation des vannes mobilisant les

4.3.1.2 Tenue à vidange rapide

L'étude conclut à une insuffisance des données concernant la piézométrie derrière le parement amont. Ainsi, 6 cellules de pression interstitielles ont été mises en place en février 2023 pour compléter le dispositif d'auscultation du barrage. Il n'est pas prévu de travaux visant à améliorer la tenue à vidange rapide du parement amont. En effet, le retour d'expérience sur des barrages du même type que celui du Bourdon montre qu'il est souvent possible de démontrer que la stabilité du parement amont est acceptable, même avec des hypothèses conservatoires.

4.3.1.3 Revanche au vent

Les études réalisées concluent que la revanche à la cote de RN historique est suffisante avec ou sans mobilisation des vannages en crue (cf. note annexe).

4.3.1.4 Capacité de la vidange de fond

Il n'y a pas de règle formelle de dimensionnement des vidanges de fond. Toutefois le Bureau d'Etude Technique et de Contrôle des Grands Barrages (BETCGB) a produit en 2002 des recommandations de dimensionnement qui permettent d'avoir un ordre de grandeur :

- Condition 1 : une diminution de 50% de la poussée sur le barrage en 8 jours ;
- Condition 2 : une vidange totale de la retenue en 21 jours ;
- Condition 3 : une diminution de 50% du volume d'eau en moins de 8 jours.

La vidange de l'ouvrage du Bourdon apparaît sous-dimensionnée au regard de ces recommandations. Toutefois, l'utilisation des cinq siphons en plus des conduites de vidange permet d'améliorer les performances du barrage et de respecter les conditions du BETCGB qui seraient alors respectées à quelques jours près :

- 12 jours pour diminuer de 50% la poussée sur le barrage ;
- 27 jours pour effectuer la vidange totale de la retenue ;
- 8 jours pour diminuer de 50% le volume d'eau.

Au vu de ces éléments, l'augmentation de la capacité de la vidange de fond, qui entraînerait des travaux importants, n'est pas justifiée. Elle n'est donc pas intégrée au programme.

En outre, compte tenu de la stabilité précaire du talus amont en cas de vidange rapide, une augmentation immédiate de la capacité de vidange n'est pas souhaitable.

CHOIX DU SCÉNARIO D'EXPLOITATION

Dans le cadre de sa mission d'AMO, ISL a étudié une mise en conformité de l'ouvrage selon trois scénarios d'exploitation :

- Scénario n°1 : exploitation à la cote historique de 15,28m,
- Scénario n°2 : exploitation à la cote actuelle de 14,75m,
- Scénario n°3 : exploitation à une cote « de stabilité » calculée à 11,58m.

Ces scénarios sont évalués aux regards de leurs intérêts comparés sur les thématiques suivantes :

- Les usages de l'eau, qu'il s'agisse du fonctionnement du canal ou des usages connexes,
- Les enjeux environnementaux,
- Les contraintes de chantier,
- Le coût.

4.4 USAGES

Les usages connexes, notamment ceux liés à la base de loisirs, restent compatibles avec les scénarios 1 et 2. Si le scénario 1, qui vise une cote de 15m28, tend à diminuer la superficie de la plage en début de printemps, c'est-à-dire bien avant la saison d'utilisation de la plage par des activités de loisirs, il conforte cet usage en cours de saison.

D'une manière générale, le volume gagné entre les deux scénarios, soit 1Mm3, accorde à l'exploitant une relative souplesse de gestion, lui permettant aussi bien de faire face à une difficulté (indisponibilité d'un autre réservoir, par exemple) que de donner droit à d'autres usage de la ressource.

Le scénario 3 rend quant à lui à peu près inenvisageable tout usage autre que le fonctionnement du canal, sans même garantir la durée de navigation.

4.5 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

La retenue du Bourdon accueille des zones d'habitats remarquables recensés dans la ZNIEFF N°260014949 et constituées par les bois marécageux situés entre les nombreuses "queues" de la rive sud. La remontée à la cote historique du barrage de 14m75 à 15m28 tend à augmenter l'amplitude de marnage et consécutivement à conforter ces zones déjà existantes. Le scénario 1 apparaît donc comme préférable par rapport au scénario 2.

Il est à noter que l'avis CSRPN relatif à la constitution de cette ZNIEFF date de 2014, soit un an avant l'abaissement du barrage. Le retour à la cote de 15m28 ne ferait que retrouver les conditions initiales des zones humides en rives de l'étang.

Le scénario 3 serait évidemment préjudiciable à ces enjeux, il entraînerait une disparition rapide des zones humides.

4.6 CONTRAINTES DE CHANTIER

Les deux premiers scénarios ne nécessitent qu'un abaissement du plan d'eau, que ce soit pour réaliser les travaux de confortement, dans le cadre du scénario n°1, ou pour araser le seuil de l'EVC dans le cadre du scénario n°2. L'abaissement sera logiquement plus sévère pour le scénario n°2 qui implique de réaliser les travaux nécessairement à l'hivernage.

Le scénario n°3, en raison des importants travaux de génie civil qu'il implique sur l'ouvrage lui-même, présente les contraintes les plus fortes, notamment :

- La mise en place d'un soutènement en palplanches au niveau de l'évacuateur actuel et du coursier dans sa partie aérienne et souterraine pour la réalisation des excavations.
- L'interruption du trafic sur la route départementale RD185 durant les travaux.
- La mise en œuvre d'un phasage complexe dans la partie souterraine du coursier.

4.7 COÛTS

Il ressort de cette étude que l'exploitation à la cote abaissée actuelle (scénario n°2) n'engendre pas d'économie par rapport au scénario n°1 (cote historique) en ce qui concerne les travaux de confortement du barrage. Il engendre même un léger surcoût en raison de la nécessité d'araser le seuil de l'évacuateur de crue.

Le scénario n°3 permet de s'exonérer des travaux de confortement du barrage. Cependant, il intègre les travaux sur les organes de gestion hydrauliques et sur le système d'auscultation. Surtout, il implique de réaliser un nouvel évacuateur de crue, et donc d'abaisser corrélativement le radier du coursier actuel, ce qui engendre un important surcoût.

Ainsi, l'étude du bureau ISL aboutissent aux coûts de travaux suivants (valeurs 2022) :

- Scénario n°1 : 3,25 M€ HT
- Scénario n°2 : 3,33 M€ HT
- Scénario n°3 : 7,53 M€ HT

4.8 CONCLUSION – SCÉNARIO RETENU

Les différences entre les trois scénarios étudiés peuvent se résumer comme suit :

Scénario	Cote d'exploitation	Volume	Contraintes Induites	Coût travaux TTC 2024
1	15,28	7 Mm3	Faibles	3,9 M€
2	14,75	6 Mm3	Moyennes	4 M€
3	11,58	2.8 Mm3	Fortes	9 M€

Le très fort surcoût et les contraintes qui accompagnent le scénario n°3 conduisent à l'écarter de la suite des études. Il n'y a pas d'économie à attendre d'une diminution de la cote d'exploitation du barrage.

Même le scénario n°2 ne permet pas de réaliser d'économie par rapport au scénario n°1. Outre la perte d'un volume d'un million de mètres-cube, le scénario n°2 présente l'inconvénient d'ajouter aux travaux de confortement une intervention, certes limitée, sur l'évacuateur de crue.

Ainsi l'analyse coût-bénéfice des scénarios aboutit logiquement à retenir le scénario n°1, qui est à la fois le moins onéreux et le plus bénéfique.

5 OBJECTIFS DE L'OPÉRATION - ATTENDUS

5.1 Objectifs de l'opération

Au regard du diagnostic établi, l'opération vise à réhabiliter le barrage réservoir du Bourdon vis-à-vis de la réglementation en vigueur et à sa modernisation. Au vu des éléments décrits précédemment, seul le scénario n°1 est présenté en détail. L'opération a donc pour finalité la réhabilitation et la modernisation du barrage du Bourdon à la RN historique, soit 15,28 m RL, avec un mode d'exploitation en crue intégralement passif.

Les principaux points à traiter sont les suivants :

- Risque de glissement du talus aval,
- Sensibilité au soulèvement hydraulique,
- État dégradé des maçonneries du parement amont,
- Nécessité de protéger la conduite contre les écoulements dus aux eaux de drainage de la galerie de vidange,
- Infiltrations d'eau dans la chambre des siphons,
- Mécanisation de la vidange de fond,
- Complétude du dispositif d'auscultation,
- Centralisation et automatisation de l'auscultation.
- Sous-pressions au niveau du parement amont : statuer sur le niveau d'acceptabilité,
- Capacité d'évacuation en mode passif à vérifier et actions correctives à prévoir si besoin.

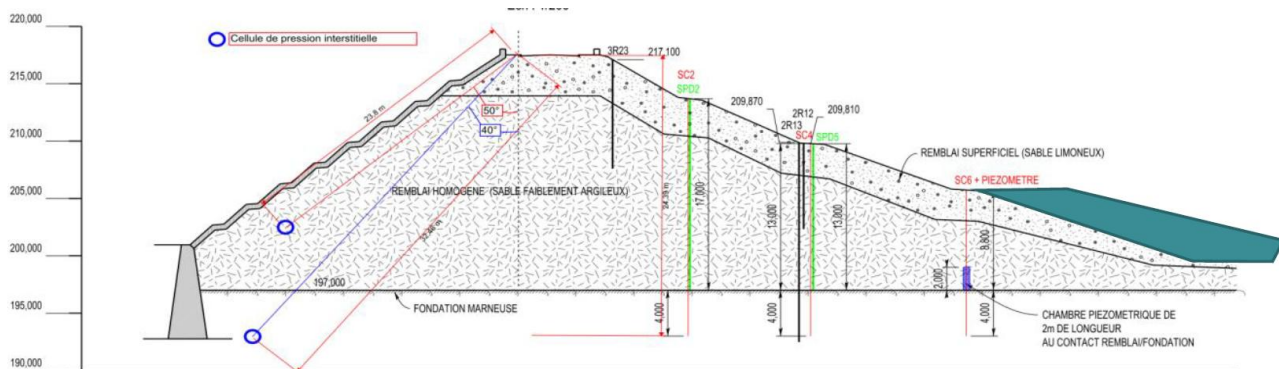
5.2 Détail des travaux étudiés au stade du programme

5.2.1 *Travaux de mise en conformité*

Les travaux décrits ci-après ont été définis par l'AMO comme les solutions permettant de répondre aux objectifs de mise en conformité et de modernisation nécessaires, et d'en chiffrer les coûts de travaux correspondants. Il appartiendra au maître d'œuvre de concevoir les solutions permettant d'atteindre l'objectif de l'opération défini au chapitre

5.2.1.1 Stabilité – recharge aval

L'étude de stabilité de la digue a permis de définir les caractéristiques de la recharge drainante à réaliser vis-à-vis du risque de glissement du talus aval.



5.2.1.2 Drainage

L'étude de stabilité a montré que la stabilité au risque de soulèvement hydraulique n'est pas strictement vérifiée en particulier pour le profil rive gauche. Afin d'y remédier, il est recommandé de réaliser des forages drainants en pied aval de la future recharge.

En outre, Le caniveau de drainage actuel en pied de digue est situé dans l'emprise de la future recharge drainante. Il faudra donc le recréer au pied de la nouvelle recharge.

5.2.2 **Travaux de rénovation**

5.2.2.1 Parement amont

Le parement amont de la digue en maçonnerie est globalement dans un état satisfaisant mais les différentes inspections ont cependant mis en évidence un vieillissement de celui-ci sur certaines zones.

Il est prévu de réaliser une campagne de rejointoiement pour améliorer l'étanchéité du parement, éviter la prolifération de la végétation et limiter les vides propices à l'action mécanique du gel/dégel qui conduisent à déchausser la maçonnerie.

Les travaux consisteront à nettoyer puis repiquer les joints puis à procéder à leur rejointoiement et/ou procéder à l'injection des fissures transverses et longitudinales si nécessaire.

Ces travaux seront réalisés sur les zones du parement hors d'eau, dépendant de la cote d'abaissement de la retenue.

Le maître d'œuvre devra en outre **mettre à jour l'étude de stabilité du barrage** en tenant compte des données d'auscultation disponibles sur les CPI installées en 2022.

5.2.2.2 Galerie de vidange

La galerie des conduites de vidange présente une humidité importante et des écoulements avec dépôts de calcite et boues rouges sont visibles sur les parois en maçonnerie. Un tronçon d'une dizaine de mètres a été revêtu de tôles métalliques qui se sont fortement corrodées et dégradées.

L'objectif des travaux de réhabilitation est de protéger la conduite contre les écoulements dus aux eaux de drainage de la galerie. Cependant, la protection à mettre en place ne doit pas empêcher le fonctionnement des drains de la galerie.

La solution proposée à ce stade consiste à fixer sur la maçonnerie un dispositif constitué d'un géodrain et d'une géomembrane étanche a minima sur la moitié supérieure de la circonférence de la galerie. Le géodrain à prévoir entre la géomembrane d'étanchéité et la maçonnerie doit avoir une capacité de drainage suffisante pour évacuer les eaux captées par les drains de la galerie. Certains géodrains sont équipés de tubes perforés de drainage qui permettent d'évacuer l'eau vers un collecteur et de répartir les pressions résiduelles.

5.2.2.3 Local des siphons

L'objectif de ces travaux est d'éviter les infiltrations d'eau dans la chambre qui entraînent la corrosion des poutres métalliques constituant la structure du plafond de ce local.

Les solutions proposées consistent à assurer une étanchéité sous la chaussée de la route au droit de la chambre des siphons (couche d'étanchéité puis couche de roulement). Ces solutions sont couramment utilisées pour réaliser l'étanchéité des tabliers de ponts.

5.2.3 Travaux de modernisation

Ces travaux s'inscrivent dans le projet global de modernisation des ouvrages du parc, notamment via :

- Une mécanisation des organes hydrauliques, et leur automatisation permettant une supervision et un contrôle à distance.
- Une automatisation des instruments de mesures de débits et d'auscultation.
- La télétransmission de l'ensemble des données.

Le maître d'ouvrage fournira au maître d'œuvre les éléments concernant l'architecture type à mettre en place sur les ouvrages modernisés au cours des études. Le maître d'œuvre veillera à harmoniser le projet avec ces éléments sur les parties électricité, automatismes, auscultation, instrumentation, non seulement au niveau des équipements mais aussi des structures.

5.2.3.1 Organes de manœuvres

Le maître d'œuvre étudiera les organes de manœuvres du barrage afin de proposer des améliorations visant à atteindre les objectifs fixés par le maître d'ouvrage en termes de contrôle-commande.

5.2.3.2 Surveillance et auscultation

Le maître d'œuvre étudiera le système d'auscultation afin de déterminer sa pertinence, sa complétude et son bon fonctionnement.

Il définira des travaux à réaliser sur les systèmes d'auscultation existants et sur les nouveaux systèmes à mettre en place afin d'assurer un suivi complet et cohérent des ouvrages. Ces aménagements devront être conçus de manière à faciliter la surveillance (prise en compte des accès, observations...).

Une télétransmission des données d'auscultation sera à intégrer.

5.2.3.3 Connaissance des débits

Le projet devra permettre de compléter le dispositif d'instrumentation du le barrage, notamment par la quantification des débits entrant et sortant dans le réservoir à partir données suivantes :

- Cotes et débits entrants à l'amont par l'installation d'une station automatique (télétransmission des données vers un poste distant),
- Des lois de débit de chaque ouvrage vanné, corrélées aux paramètres d'ouverture des vannes,
- De la loi de débit de l'évacuateur de crues,
- Suivi du débit réservé

5.2.3.4 Local d'exploitation

L'objectif des rénovations envisagées sur les organes de vidange et de restitution est de piloter depuis un local de commande l'ensemble des organes mobiles du barrage afin de de gérer le niveau de plan d'eau et le transit du débit à l'aval en toute sécurité pour l'ouvrage et le barragiste. Ce local devra permettre également de visualiser les débits entrants et sortant du barrage ainsi que l'évolution de la cote du plan d'eau. Il sera intégré dans le réseau de télégestion des ouvrages

L'opération intègre la construction de ce local d'exploitation et tous les travaux nécessaires à son utilisation. Le maître d'œuvre devra proposer l'implantation du local et définir sa conception répondant aux attentes du maître d'ouvrage. Au-delà des organes de commande et d'acquisition, le local devra prévoir un espace bureau, armoire, sanitaires pour le personnel d'exploitation.

5.3 Attendus particuliers

5.3.1 **Maintenance**

Le projet doit contribuer à la diminution des coûts de fonctionnement et à l'optimisation des ressources humaines par rapport à l'exploitation du barrage actuel.

La conception des éléments devra être orientée de manière à minimiser les risques de pathologies et à faciliter la surveillance, le diagnostic et le remplacement des pièces, viser une standardisation des équipements, limiter au strict nécessaire l'indisponibilité du barrage lors des interventions de maintenance, fournir des outils pour la maintenance et prévoir la formation du personnel de maintenance.

Les technologies et matériaux employés devront être éprouvés, robustes et d'usage simple. Sauf justification de leur avantage technique et économique, les technologies ou solutions imposant une maintenance réalisée obligatoirement par un seul prestataire en raison de contraintes d'exclusivité ou de brevets sont à éviter.

Un **plan d'entretien et de maintenance** devra être élaboré en collaboration avec les services du MOA précisant :

- les éléments d'ouvrages soumis à contrôle ou entretien périodique (en précisant la période et la nature des contrôles et entretiens à réaliser),
- l'analyse des modes de défaillance possibles, leurs effets, leur criticité et les moyens d'y remédier.

Le personnel de maintenance sera formé lors d'une session spécifique à prévoir dans le cadre du marché de travaux avec un potentiel compagnonnage de plusieurs semaines.

Les organes de manœuvre devront être installés de manière à pouvoir y accéder facilement et en permanence. La sécurité anti-infraction et anti-vandalisme devra également être traitée.

Il faudra faciliter le remplacement des pièces d'usure par une bonne accessibilité.

Un système de sécurité contre les manœuvres intempestives (double dispositif de capteurs, enregistrement des données...) est également à étudier.

Les embâcles et dépôts de sédiments ne devront pas pénaliser le fonctionnement du barrage.

Les ouvrages hydrauliques et les systèmes de manœuvre attenants devront résister à l'agression des embâcles (chocs, percement...).

La configuration des ouvrages devra prévenir les risques de vandalisme (limitation des accès, choix du matériel...).

L'ouvrage devra résister au gel du plan d'eau et devra être protégé contre les effets de la foudre.

5.3.2 **Durabilité des ouvrages**

En fonction des technologies utilisées, les durées de vie suivantes seront retenues comme objectif minimum :

Type d'équipement	Exemples d'éléments correspondants	Durée de vie minimum pour la conception et la construction (durée de vie théorique)
Génie Civil	Terrassements, confortements des sols, génie civil, génie civil des locaux techniques, ...	100 ans
Vantellerie	Organes de régulation (vannes, batardeaux et volets métalliques, ...)	75 ans
Réseaux	Fibres optiques, téléphonie, autres	20 ans

	réseaux secs, ...	
Equipements énergétiques	Transformateurs, équipements d'alimentation et de protection électrique, alternateurs, ...	20 ans
Automatismes	Equipements de contrôle-commande, sondes, capteurs, logiciels de supervision, ...	10 ans
Equipements informatiques et de communication	PC, serveurs, modems, ...	5 ans

Outre les différentes situations de dimensionnement (durables, transitoires et accidentelles) liées aux niveaux d'eau (y compris en cas de dysfonctionnement d'un ouvrage), la conception de l'Ouvrage prendra également en compte :

- La possible présence de glace (choc d'un bloc de glace, prise en masse) ;
- Les embâcles (choc d'un flottant type grume, algues, ...) ;
- Les effets des vagues.

L'Ouvrage doit être conçu soit en intégrant les situations de projets cités ci-dessus, soit en concevant et mettant en place les dispositifs permettant d'éviter ces situations.

5.3.3 Communication

Tout au long du projet, l'opération sera mise en valeur par des supports de communication auprès des usagers et co-financeurs.

5.3.4 Phasage des travaux

Le maître d'œuvre aura à sa charge la définition d'un phasage des travaux et d'un protocole d'abaissement tenant compte notamment des deux contraintes suivantes :

- Limiter au maximum les contraintes induites sur la disponibilité de la ressource en eau, notamment pour l'exploitation des canaux du Loing et de Briare.
- Limiter les impacts négatifs sur la faune et la flore, notamment en ce qui concerne la mortalité piscicole.

D'une façon générale, l'abaissement de la cote de du plan d'eau doit être limité au strict nécessaire pour la réalisation des travaux. Le projet devra ainsi éviter une vidange complète de la retenue pour limiter l'incidence sur le milieu naturel.

Le maître d'œuvre proposera, en concertation avec l'exploitation, une cote minimale d'exploitation et les moyens nécessaires pour protéger le chantier contre les crues ainsi que la période de retour associée au dépassement de la cote de protection du chantier.

5.3.5 Réduction de l'empreinte carbone du projet

Une réduction de l'empreinte carbone total du projet sera recherchée à chaque phase d'études de l'opération jusqu'à la réalisation des travaux.

Ainsi, le projet sera conduit de manière à développer une véritable sobriété carbone, en visant notamment à :

- Privilégier le réemploi de matériaux

- Éviter les longs transports en privilégiant des gisements locaux, à proximité du site de construction.
- Limiter le recours à la production industrielle dans des pays lointains
- Réduire la production de déchets, et par conséquent de ne pas avoir à gérer la fin de vie des matériaux et l'émission de CO2 liée à celle-ci, via l'incinération par exemple.

Le projet fera par ailleurs l'objet d'une évaluation de sa consommation énergétique au titre de son exploitation en fonctionnement courant et visera à réduire ce poste.

5.3.6 Insertion paysagère et Préservation des activités de loisirs et sportives

L'ensemble des travaux réalisés devront préserver la qualité paysagère du site et favoriser la pérennisation des activités de pleine nature qui y sont implantées. Par exemple, sur les zones concernées par les travaux des itinéraires de randonnées ou d'observation seront aménagés et sécurisés.

Le projet ne devra pas porter préjudice aux activités de loisirs et touristiques actuelles : randonnées pédestres, pêche, activités nautiques, etc.

6 ETUDES ET DONNÉES DISPONIBLES (FOURNIES AU MOE)

6.1 Études de stabilité

Plusieurs études de stabilités ont été réalisées sur le barrage du Bourdon :

- 1) Étude de stabilité de SIMECSOL en 1986 (document non disponible),
- 2) Étude de stabilité de 1996 menée par le bureau d'étude Coyne et Bellier,
- 3) Étude de stabilité en 2013 par le bureau d'étude GEOS,
- 4) Étude de stabilité en 2019 par le bureau d'étude ISL.
- 5) Complément d'étude de stabilité par le bureau d'études GEOS en 2019
- 6) Mise à jour de l'étude de stabilité par ISL en 2022.

6.2 Études de programme

Rapport intermédiaire d'état du barrage établi par ISL en juillet 2023.

6.3 Données de surveillance

Comptes rendus annuels des VTA de 2011 à 2020.

Rapports d'auscultation de niveau 2.

Données d'auscultation.

6.4 Études hydrologiques

Études hydrologiques GEOS en 2013.

Étude d'hydrologie/laminage en 2018 par GEOS.

6.5 Études géotechniques

Rapport d'études géotechniques du BRGM en 2017.

Rapport de FONDASOL de mai 2023 à la suite de l'implantation des 6 nouvelles CPI.

6.6 Relevé topographique

Relevé topographique de la digue principale effectuée par GEOMETRE EXPERT en 2012 et en 2014.

6.7 Campagne d'inspection 2022

Inspection par drone (SITES)

Inspection par ROV filoguidé (SUB C MARINE)

7 Contexte réglementaire et prescriptions

Le maître d'œuvre devra étudier l'ensemble des contraintes relatives au projet de restauration du barrage. La liste des contraintes identifiées à ce stade et précisée ci-après n'est pas exhaustive.

7.1 Code de l'urbanisme

Le site du barrage se trouve sur les territoires des communes de Moutiers-en-Puisaye et de Saint-Fargeau-Septfonds.

La commune de Moutiers-en-Puisaye ne dispose pas de PLU et est régie par le règlement national d'urbanisme.

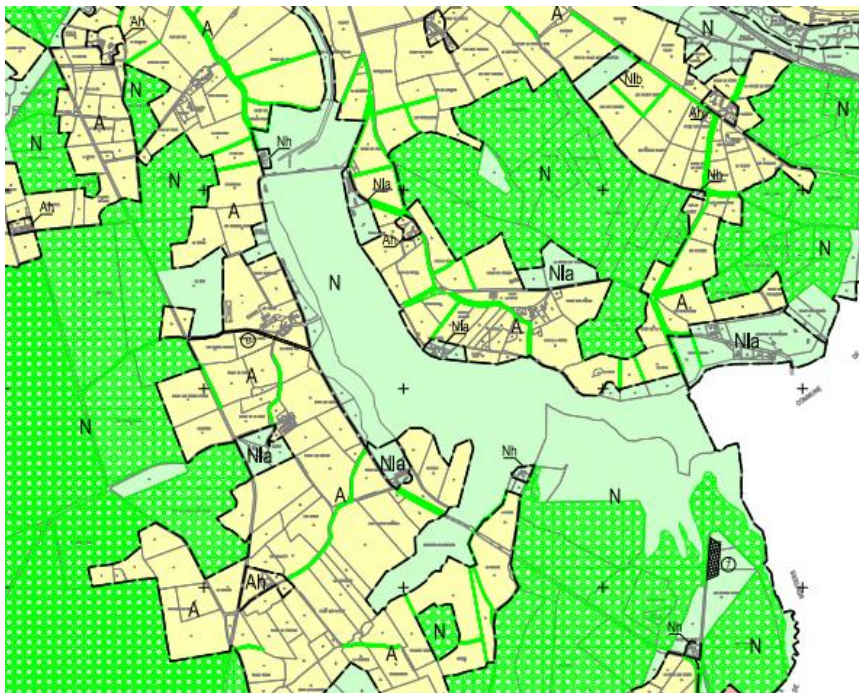


Figure 3: Extrait du PLU de Saint-Fargeau-Septfonds

Le site se situe en zone « N » et ses abords en zones « A ».

Sites classés et historiques

Il n'y a pas de site classé et inscrit aux abords du barrage.

7.2 Classement au titre de la Sécurité des Ouvrages Hydrauliques

L'article R.214-112 du code de l'environnement définit les caractéristiques géométriques qui déterminent les critères de classement des ouvrages hydrauliques (barrages de retenue et les ouvrages assimilés).

CLASSE de l'ouvrage	CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES
A	$H \geq 20$ et $H^2 \times V^{0.5} \geq 1\,500$
B	Ouvrage non classé en A et pour lequel $H \geq 10$ et $H^2 \times V^{0.5} \geq 200$
C	a) Ouvrage non classé en A ou B et pour lequel $H \geq 5$ et $H^2 \times V^{0.5} \geq 20$ b) Ouvrage pour lequel les conditions prévues au a ne sont pas satisfaites mais qui répond aux conditions cumulatives ci-après : i) $H > 2$; ii) $V > 0,05$; iii) Il existe une ou plusieurs habitations à l'aval du barrage, jusqu'à une distance par rapport à celui-ci de 400 mètres.

Le barrage du Bourdon créé une retenue d'une capacité totale de 7,2 millions de mètres cube à la cote RN abaissée de 214,77 m NGF (14,75 m) pour une hauteur de 16,76 m sur le terrain naturel. C'est un ouvrage de classe B au sens de la réglementation SOH (décret de 2015), selon son arrêté de classement de mars 2019.

7.3 Natura 2000

Natura 2000

L'ouvrage est inclus dans le site Natura 2000 « Milieux humides et habitats à Chauves-souris de Puisaye-Forterre » portant le N°ZSC FR2601011.

La chambre des siphons abrite une population de chauve-souris d'espèce protégée.

ZNIEFF

Le barrage du Bourdon est inclus dans deux ZNIEFF :

- « ETANGS, BOCAGE, LANDES ET FORETS DE PUISAYE AU SUD DU LOING » N°260014944 (ZNIEFF incluant de type 2)
- « RESERVOIR DU BOURDON ET BOIS AU SUD DE SAINT-FARDEAU » N°260014949.

7.4 Code de l'environnement

Le Maître d'œuvre devra se référer à l'article R214-1 et R122-2 du code de l'environnement qui définit la nomenclature des ouvrages et travaux soumis à autorisation ou déclaration afin d'inventorier les rubriques concernées par le projet et établir les dossiers associés.

Ainsi dans le cadre de la mission MC1, le maître d'œuvre aura à sa charge la rédaction des dossiers réglementaires et leur suivi.

Il intégrera notamment :

- > La recherche bibliographique des données environnementales existantes sur ce secteur,
- > Les visites de terrain pour évaluer le potentiel écologique de la lisière végétale qui s'est développée en rive droite de l'évacuateur de crues ainsi que sur la tranche comprise en 14m75 et 15m28,
- > L'impact environnemental relatif à la mise en place d'une recharge aval,
- > La rédaction du dossier de déclaration loi sur l'eau et ses pièces complémentaires,
- > Les réunions de présentation du dossier avec le Maître d'Ouvrage et les services instructeurs.

7.5 Route départementale n°185

La RD 185 longe le barrage. Le maître d'œuvre devra intégrer cette contrainte dans le cadre de l'exécution de sa mission et fera en sorte de limiter au minimum l'impact de la présente opération sur les conditions de circulation sur la RD.

7.6 Coordination avec les concessionnaires

Le maître d'œuvre aura à sa charge l'identification et les échanges avec les concessionnaires des réseaux en vue des interventions à proximité (voir plan en annexe).

Il se chargera notamment d'échanger sur les modalités d'intervention et les éventuelles mesures à prendre si un dévoiement s'avérait nécessaire.

7.7 Travail en milieux confinés

Plusieurs parties de l'ouvrage, et notamment la galerie de vidange, répondent à la définition d'un espace confiné au sens de la recommandation R447 de la CNAMTS. Le maître d'œuvre intégrera cette contrainte dans le chiffrage du coût des travaux ainsi que dans le programme des travaux, notamment en vue de la maintenance ultérieure de l'ouvrage.

7.8 Missions confiées à la maîtrise d'œuvre

7.8.1 Mission de base

La mission de maîtrise d'œuvre comprendra les éléments suivants :

- > Les missions de base de maîtrise d'œuvre des travaux de mise en conformité du barrage : AVP, PRO, ACT, VISA, DET, AOR et OPC ; Etant précisé que dans le cadre de sa mission AVP et MC2 le maître d'œuvre aura à sa charge le programme des reconnaissances complémentaires à établir, leur suivi et leur interprétation.
- > L'actualisation post-travaux des études de stabilité du barrage, en intégrant les dernières données d'auscultation, notamment en ce qui concerne la tenue du parement amont à la vidange rapide.
- > L'élément de mission DIA a déjà été réalisé et approuvé par le maître d'ouvrage à travers la mission AMO en 2022 par le bureau d'étude ISL Ingénierie.

Le rapport qui conclut la mission d'AMO comporte :

- D'une part une synthèse des études et inspections existantes du barrage. Ces éléments constituent des données d'entrée pour les études d'avant-projet.
- D'autre part une étude identifiant des scénarios potentiels de travaux de mise en conformité du barrage. Cette troisième partie n'est nullement un document d'entrée devant être pris en compte par le maître d'œuvre pour ses études de conception. Cette troisième partie ne sera qu'une simple aide à la réflexion visant à fournir à tous les candidats les mêmes informations que celles dont dispose l'AMO.

Ce rapport fait partie des documents mis à disposition du maître d'œuvre (Chapitre 6.2).

7.8.2 Missions complémentaires

Le maître d'œuvre pourra se voir confier une ou plusieurs missions complémentaires, notamment celles décrites ci-après.

- L'élaboration et suivi des dossiers réglementaires.
- La définition d'un programme de géotechnique complémentaire, son suivi et son interprétation.
- La définition et suivi du Contrôle extérieur de Chantier.
- Une mission relative à la **réalisation de l'Étude de Danger**, si une telle étude est prescrite par le service de contrôle avant ou à l'issue des travaux. Cette mission intégrera l'élaboration du programme de l'examen exhaustif, la réalisation des cahiers de charges et l'analyse des offres des prestataires extérieurs, la rédaction du rapport de l'EDD et, à chaque fois que nécessaire, la fourniture des éléments comme la participation à des réunions avec les services de contrôle.
- Une **mission visant à accompagner l'ouvrage jusqu'à sa remise en eau définitive**, permettant son exploitation de manière normale. Le maître d'œuvre établira les protocoles de remises en eau et réalisera les rapports d'auscultation et bilan de remise en eau nécessaire à la délivrance par les services de contrôle d'une autorisation d'exploitation à la cote de RN exempte de toute mesure compensatoire.