



PROGRAMME DE RECONSTRUCTION DU BARRAGE DE LA BROSSE

Septembre 2024

PROGRAMME DE RECONSTRUCTION DU BARRAGE DE LA BROSSE

PREAMBULE	7
La mission	Erreur ! Signet non défini.
Le programme	8
1 DESCRIPTION DE L'OPÉRATION	11
1.1 Présentation du contexte	11
1.1.1 Contexte historique	11
1.1.2 Contexte physique et géographique	11
1.1.2.1 Situation géographique générale	11
1.1.2.2 Situation géographique du barrage	12
1.1.2.2.1 Contexte paysager et architectural	13
1.1.2.3 Navigation	14
1.1.2.3.1 Transport fluvial	14
1.1.2.3.2 Tourisme.....	14
1.1.2.3.3 Offre de service	14
1.1.2.4 Description des ouvrages.....	14
1.1.3 Contexte géologique et géotechnique	16
1.1.4 Contexte hydrologique et hydraulique	17
1.1.5 Contexte piscicole	17
1.1.5.1 Aspects réglementaires.....	17
1.1.5.2 Aspect piscicole.....	19
1.2 Données d'entrée	20
1.2.1 Historique des études menées sur l'ouvrage.....	20
1.2.2 Données complémentaires.....	20
1.2.3 Diagnostic de l'ouvrage.....	21
1.3 Objectif de l'opération	23
1.3.1 Périmètre de l'opération	23
1.3.2 Interface avec d'autres opérations	23
2 EXPRESSION FONCTIONNELLE DES BESOINS	24
2.1 Maintenir la ligne d'eau pour la navigation	24
2.2 Garantir une gestion hydraulique efficace.....	24
2.3 Améliorer le fonctionnement écologique	24
2.4 Envisager un potentiel hydroélectrique	25
2.5 Objectifs fonctionnels associés.....	25
2.5.1 Amélioration de l'exploitation et de la maintenance	25
2.5.2 Amélioration de la sécurité	25
3 CONTRAINTES	25
3.1 Cadre réglementaire	25
3.1.1 Procédures administratives et enquêtes.....	25
3.1.2 Classement des ouvrages hydrauliques.....	26
3.1.3 Rétablissement de la continuité piscicole	27
3.1.4 Monuments historiques	27
3.1.5 Archéologie préventive.....	27
3.1.6 Sécurité des personnes	27
3.1.7 Rétablissement de la continuité fluviale pour les embarcations non motorisées	27

3.2	Enjeux environnementaux	27
3.2.1	Zonages réglementaires	28
3.2.2	Zonages d'inventaires	29
3.2.3	Nomenclature ICPE	29
3.2.4	Oxygénation et qualité des eaux	31
3.2.5	Impact carbone	31
3.3	Contraintes hydrauliques	31
3.3.1	Contraintes hydrauliques en période de crue	32
3.3.2	Contraintes hydrauliques en période d'étiage	32
3.3.3	Contraintes hydrauliques en période de chômage	32
3.3.4	Transport solide et érosion aval	32
3.4	Contraintes d'exploitation et d'entretien	33
3.5	Contraintes en phase chantier	33
3.5.1	Phasage du chantier	33
3.5.2	Conditions d'exploitation	34
3.5.3	Disponibilités foncières	34
3.5.4	Accès au site	34
3.5.5	Eau et environnement	34
3.5.6	Reconnaissance des réseaux	34
3.5.7	Bruit	35
3.5.8	Gestion des déchets	35
4	EXIGENCES DU MAÎTRE D'OUVRAGE	36
4.1	Prescriptions générales	36
4.2	Exigences propres à la sécurité	36
4.2.1	Sécurité des exploitants	36
4.2.2	Sécurité du site	36
4.2.3	Signalisation	37
4.2.4	Sécurisation des données et mode de secours	37
4.3	Exigences liées à la gestion hydraulique	37
4.3.1	En période de crue	38
4.3.2	Connaissance des débits	38
4.4	Exigences pour l'exploitation, l'entretien et la maintenance des ouvrages	39
4.4.1	Entretien et maintenance	39
4.4.2	Manœuvre du barrage	40
4.4.3	Local technique	40
4.4.4	Batardeaux de maintenance du barrage et de la passe à poissons	41
4.4.5	Gestion des embâcles	41
4.4.6	Caméras	41
4.5	Exigences techniques	42
4.5.1	Durabilité	42
4.5.2	Maintenabilité	42
4.5.3	Implantation des futurs ouvrages et typologie des bouchures	42
4.5.4	Passerelle de service	42
4.5.5	Démolition du barrage existant	43
4.5.6	Aménagement des berges	43
4.5.7	Aménagement du musoir aval	43
4.5.8	Architecture et insertion paysagère	43
4.5.9	Protection contre les chocs	43
4.5.10	Sondes	44
4.5.11	Eclairage et réseaux	44
4.6	Exigences spécifiques à la passe à poissons	44

4.6.1	Implantation de la passe	45
4.6.2	Choix du type de passe.....	45
4.6.3	Dimensionnement de l'ouvrage	45
4.6.4	Plage de fonctionnement de la passe.....	46
4.6.5	Poste de commande et de surveillance.....	46
4.6.6	Manceuvres et commandes de la passe à poissons.....	46
4.6.7	Entretien, protection contre les corps flottants et exploitation de la passe à poissons	46
4.6.7.1	Entretien de la passe à poissons	46
4.6.7.2	Protection contre les corps flottants	47
4.6.7.3	Exploitation de la passe à poissons	47
4.6.8	Connaissance des débits	47
4.6.9	Suivi et évaluation de la passe à poissons	47
4.7	Démarche BIM	47
4.7.1	Généralités	47
4.7.1.1	Contexte	47
4.7.1.2	Domaine d'application	48
4.7.2	Attentes du BIM pour le projet	48
4.7.2.1	Objectifs BIM	48
4.7.2.2	Cas d'usages BIM	48
4.7.3	Production / collaboration.....	49
4.7.3.1	BIM management	49
4.7.3.2	Processus BIM	49
4.7.3.3	Convention BIM.....	50
4.7.3.4	Organisation	50
4.7.4	Production.....	51
4.7.4.1	Périmètre de la modélisation.....	51
4.7.4.2	Découpage des maquettes	51
4.7.4.3	Géoréférencement	51
4.7.4.4	Niveau de développement, détail et collaboration	51
4.7.4.5	Livrables	51
5	ORGANISATION ET PLANNING	52
5.1	Comité de suivi du projet	52
5.2	Définition des acteurs internes	52
5.3	Données complémentaires nécessaires	52
5.4	Concertation	52
5.5	Planning	52
6	BUDGET PRÉVISIONNEL DU MAÎTRE D'OUVRAGE	53

TABLE DES ILLUSTRATIONS

• Liste des figures

Figure 1: Tracé de l'Yonne - Source : APSI de l'Yonne	12
Figure 2 : Plan de situation du barrage de La Brosse	13
Figure 3 : Schéma de synthèse du paysage et des occupations existants aux alentours.....	13
Figure 4 : Vue en plan du barrage de La Brosse	15
Figure 5: Bathymétrie réalisée en 2023 en amont immédiat du barrage de La Brosse.....	16
Figure 6 : Caractéristiques et configuration du barrage/ écluse de la Brosse	17
Figure 7 : Cours d'eau classés en liste 1 (source DRIEE)	18
Figure 8 : Cours d'eau classés en liste 2 (source DRIEE)	18
Figure 9 : Espèces concernées par les classements des listes 1 et 2.....	20

• Liste des tableaux

Tableau 1 : Classement des barrages manuels de l'Yonne par niveau de sécurité	7
Tableau 2 : Caractéristiques géométriques du barrage de la Brosse	16
Tableau 3: Modèle géotechnique, rapport géotechnique G1PGC	16
Tableau 4: Synthèse des données hydrauliques et hydrologiques.....	17
Tableau 5 : Espèces piscicoles présentes dans l'Yonne (source FDPPMA 89).....	19
Tableau 6 : Rubriques définies à l'article R214-1 CE au titre de la loi sur l'eau et lien avec le projet	28
Tableau 7 : Rubriques de la nomenclature ICPE potentiellement concernées par le projet	30

PREAMBULE

• Généralités

VNF possède un parc de barrages manuels qui n'ont pour la plupart pas connu de rénovation importante depuis leur construction au XIXème siècle.

Les relevés de terrain et les analyses déjà réalisées ont démontré que ces barrages sont vétustes et qu'ils doivent faire l'objet de travaux urgents de réhabilitation.

Dans ce contexte, VNF souhaite lancer un programme global de reconstruction de l'ensemble de 46 barrages manuels de navigation situés sur le périmètre de la Direction Territoriale Bassin de la Seine et de la Loire aval (DTBS) et de la Direction Territoriale Centre Bourgogne (DTCB).

Le présent document s'intègre dans ce programme et dans une mission d'assistance à maîtrise d'ouvrage relative aux études de diagnostics, de faisabilité et de programmation pour la reconstruction de 22 barrages manuels de l'Yonne.

Ces barrages sont listés et classés par groupe ci-dessous. L'établissement des groupes a été réalisé en fonction des priorités d'intervention des barrages, elles-mêmes établies en fonction :

- Des enjeux de sécurité des ouvrages hydrauliques ;
- Des enjeux liés à la dangerosité et la pénibilité des manœuvres ;
- Des enjeux hydrauliques et hydrologiques ;
- Des enjeux de continuité écologique et l'analyse des potentiels hydroélectriques ;
- Des enjeux liés aux ressources humaines.

Tableau 1 : Classement des barrages manuels de l'Yonne par niveau de sécurité

Groupes	Barrages
Groupe 1	la Brosse, Barbey
Groupe 2	Le Pêchoir, Etigny, Rosoy
Groupe 3	Ile-Brûlée, Bassou, Monéteau, Dumonts
Groupe 4	Belombre, Saussois, Crain
Groupe 5	La chaînette, la Gravière, Gurgy, Boisseaux
Groupe 6	Bouchets, les Dames, Vincelottes, Prégilbert
Groupe 7	Gauthier du Beuvron, la Chaise

Le présent document concerne le **barrage de La Brosse**, faisant partie du groupe 1.

LE PROGRAMME

Le présent document constitue le programme du projet de reconstruction du barrage de La Brosse dans le département de l'Yonne (89). À ce titre et conformément au code de la commande publique, il définit les objectifs de l'opération, les besoins qu'elle doit satisfaire ainsi que les contraintes et exigences de qualité sociale, urbanistique, architecturale, fonctionnelle, technique et économique, d'insertion dans le paysage et de protection de l'environnement relatives à la réalisation et à l'utilisation de l'ouvrage.

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

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

Pour atteindre ses objectifs, VNF prévoit la mise en place sur l'Yonne navigable :

- D'une démarche de réhabilitation des barrages manuels par la création de barrages automatisés dont les techniques modernes sont d'une standardisation et d'une rusticité propres à minimiser les coûts globaux (coûts de maîtrise d'ouvrage, de maîtrise d'œuvre, d'investissement et de fonctionnement) en intégrant les mesures nécessaires à la sécurité des personnels permettant :
 - Une réduction des interventions humaines répétées dans des conditions parfois difficiles (crues, mauvais temps) ;
 - Une réactivité en temps réel des barrages en fonction des niveaux d'eau afin de pouvoir prendre des engagements auprès des professionnels concernant les amplitudes horaires, les niveaux d'eau garantis et la fiabilité des ouvrages et de leur fonctionnement ;
- D'une démarche architecturale et paysagère visant à préserver et à mettre en valeur le Patrimoine :
 - Par l'intégration des ouvrages dans le paysage ainsi que, le cas échéant, la conservation de leur valeur historique ;
- D'une démarche d'amélioration des performances environnementales de la gestion la ligne d'eau :
 - Par la connaissance, la maîtrise et la minimisation des impacts des barrages de navigation,
 - Par la définition d'une politique de gestion de la continuité écologique du cours d'eau (libre circulation des espèces vivantes).

Plus précisément, concernant le barrage de La Brosse, il s'agit de moderniser l'ensemble du barrage par un système mécanisé et automatisé, permettant une gestion fiable et fine de la ligne d'eau.

En effet l'exploitation de l'ouvrage actuel est très périlleuse notamment à cause des manœuvres de la vanne toit et des hausses. Ces installations ont déjà créé et sont susceptibles de créer à nouveau des dysfonctionnements dans la gestion de la ligne d'eau (perte de bief et/ou non-effacement total lors d'une crue).

Les enjeux du maître d'ouvrage liés à la modernisation de ce barrage sont de différentes formes :

- En matière de sécurité pour les personnels exploitant, par l'amélioration des conditions d'intervention ;

- En matière de sécurité pour les riverains et les navigants par l'amélioration de la fiabilité par tous temps de l'ouvrage ;
- En matière de moyens humains, par la diminution du nombre de personnes nécessaires à la manœuvre de l'ouvrage ;
- En matière de réduction des coûts d'exploitation par la standardisation des équipements sur l'ensemble de l'itinéraire.

Au-delà du besoin de simplification et de sécurisation de l'exploitation, cette opération de rénovation offre l'opportunité de rétablir la continuité écologique de la rivière. Le nouveau barrage sera assorti d'une passe à poissons.

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

En application de cette programmation présentée et validée en Conseil d'Administration du 22 juin 2022, le barrage de La Brosse fait partie des barrages listés prioritaires avec le projet d'une reconstruction intégrale au vu de l'état affaibli du barrage.

Le volet restauration de la continuité piscicole pourra être cofinancé par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, l'essentiel des travaux demeurant assumés par les fonds propres de VNF.

À travers ce projet de reconstruction, VNF réaffirme sa décision de poursuivre la modernisation des barrages manuels de la rivière Yonne.

1 Description de l'opération

1.1 Présentation du contexte

1.1.1 Contexte historique

L'Yonne est une rivière de 292 km de long, affluent de rive gauche de la Seine à Montereau-Fault-Yonne (77), qui prend sa source dans le Morvan, au Mont Prénéley, sur la commune de Glux-en-Glenne (58), près de Château-Chinon. Sur l'Yonne en aval d'Auxerre, la navigation de commerce est en déclin depuis les années 1970. Néanmoins, la navigation reprend de l'importance depuis une dizaine d'années, notamment pour le transport de céréales et de sable sur la partie aval de l'itinéraire. Le tourisme de plaisance est également présent sur la partie en amont de Joigny principalement.

Les ouvrages aujourd'hui présents sur l'itinéraire datent donc du XIX^{ème} siècle et n'ont cessé d'être améliorés au fil du temps. Bien qu'aujourd'hui obsolètes sur le plan technique, ces ouvrages présentent un patrimoine historique important. Néanmoins, les passes et les déversoirs, hétérogènes, sont le plus souvent pourvus d'aiguilles ou de hausses à bascule et s'avèrent particulièrement difficiles à manœuvrer. De plus, ils ne permettent pas une gestion de la ligne d'eau optimisée et une sécurité des interventions satisfaisante.

Le barrage de La Brosse est un bon exemple d'ouvrage comportant plusieurs techniques de régulation, à savoir un déversoir à hausse, 1 déversoir vanne toit, ainsi que deux passes à clapets.

Le barrage a été construit en 1865. Au cours de son histoire il a été modernisé en plusieurs phases.

- ~1865 : Construction du barrage à hausses sur toute la longueur ;
- 1948 : Modernisation du barrage : mise en place d'un système prototypique de vanne toit ;
- 1950 : installation de passes à clapets actionnées par treuil à chaîne à galles ;
- 1968 : remise en état des installations électriques ;
- 2017 : confortement de la vanne-toit.

1.1.2 Contexte physique et géographique

1.1.2.1 Situation géographique générale

L'Yonne prend sa source dans le département de la Nièvre, sur les flancs du mont Prénéley (Parc Naturel Régional du Morvan) à une altitude de 855 m NGF. Après une forte dénivellée sur les pentes du Morvan, ce cours d'eau alimente le réservoir de Pannecière. L'Yonne s'étire sur près de 293 km suivant un axe Sud /Sud-Est - Nord/Nord-Ouest entre sa source et sa confluence avec la Seine, qu'elle alimente en rive gauche, à Montereau-Fault-Yonne (Seine-et- Marne). La superficie de son bassin versant est évaluée à plus de 10 000 km². Le réseau hydrographique de l'Yonne est constitué d'un chevelu important. Ses principaux affluents, situés en rive droite, sont la Cure, l'Armançon, le Serein et la Vanne dont la majeure partie des eaux est captée pour l'alimentation de la ville de Paris.

L'Yonne est le cours d'eau du bassin de la Seine qui a l'hydrologie la plus contraignante pour la gestion d'ouvrages de navigation. Trois stations hydrométriques permettent d'en juger : Gurgy, Joigny et Courcelette. La Cure conflue avec l'Yonne en amont de la station de Gurgy. L'Armançon et le Serein confluent avec l'Yonne entre Gurgy et Joigny.

Figure 1: Tracé de l'Yonne - Source : APSI de l'Yonne



La crue historique de la vallée de l'Yonne est celle de janvier 1910, identifiée comme d'occurrence plus que centennale ($T=140$ ans) : Le 22 janvier 1910, la station de Courlon a enregistré un débit de 1100 m³/s. L'Yonne historiquement n'a pas connu d'étiage sévère, même en 1976 année présentant pourtant un exceptionnel déficit pluviométrique. Les barrages de l'Yonne sont le résultat d'une évolution technique et historique d'une période de 4 siècles. La plupart des ouvrages comprennent différentes parties fonctionnelles qui sont en générales :

- Une passe, dont une partie est parfois dite « profonde » ou « pertuis » et par laquelle pouvaient passer les embarcations lors des hautes eaux ;
- Un déversoir (mobile ou fixe) dont l'altitude du seuil est sensiblement plus haute que celle de la passe.

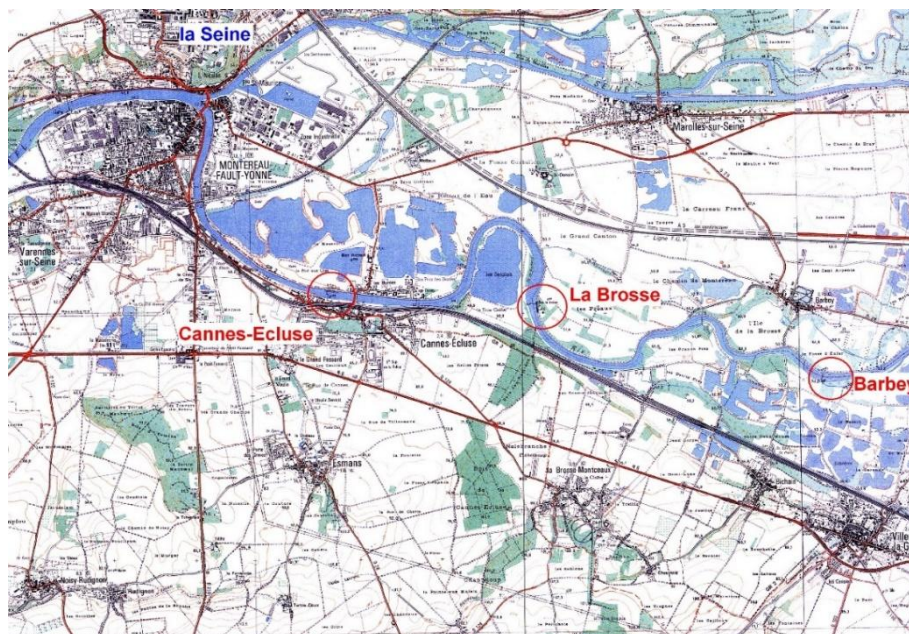
Biefs	Tirants d'eau	Tirant d'air	Longueur maxi	Margeur maxi
De Montefereau-Fault-Yonne à Epineau	1,80 m	5,25 m	96 m	10,50 m
D'Epineau à Auxerre	1,80 m	4,40 m	90 m	8,00 m

1.1.2.2 Situation géographique du barrage

Le barrage de la Brosse se situe entre les communes des Cannes-Ecluses et de Marolles-sur-Seine, au PK 100,623, à l'amont du barrage de Cannes-Ecluse et à l'aval du barrage de Barbey. Les abords du barrage sont constitués principalement de zones agricoles, de marais et de lacs. On souligne également la présence de la Réserve naturelle régionale des Seiglats dans l'anse de l'Yonne située au nord-ouest du barrage.

Les locaux de l'exploitation et l'écluse de La Brosse intégrant une estacade en béton armé sont positionnées en rive droite.

Figure 2 : Plan de situation du barrage de La Brosse

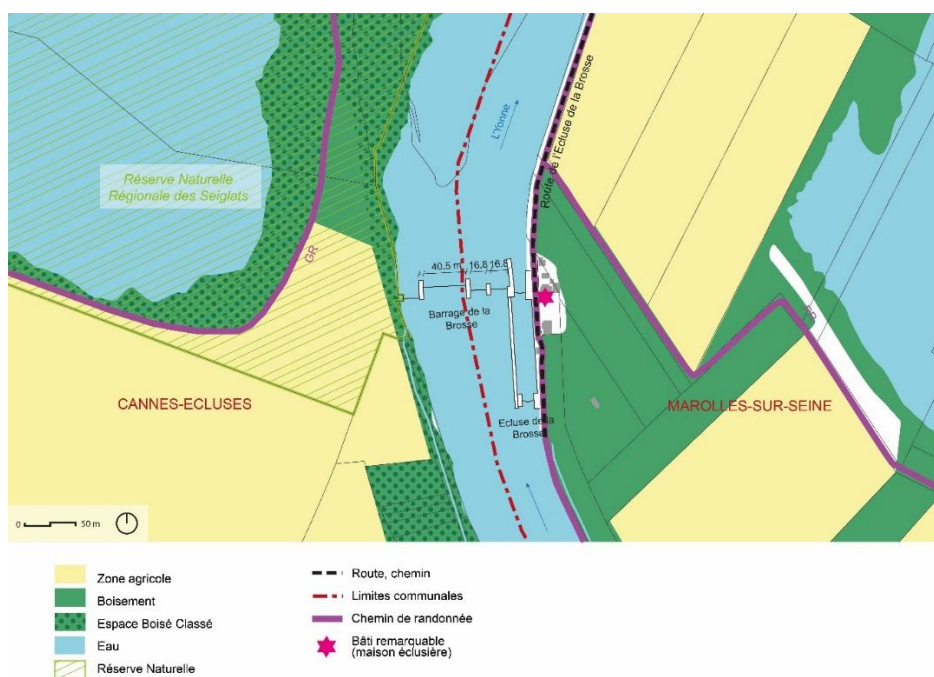


1.1.2.2.1 Contexte paysager et architectural

Le barrage s'insère dans un contexte rural et agricole à l'écart des hameaux existants. Il prend place dans un environnement paysager sensible avec la présence en rive gauche de la Réserve Naturelle des Seiglats. La totalité des boisements adossés au futur barrage sur cette rive, sont inscrit en tant qu'Espace Boisé classé (EBC) au document d'urbanisme en vigueur. De nombreux sentiers et itinéraires de randonnée sont présents aux abords (GR2 en Rive Gauche et Chemin de Petite Randonnée en rive Droite).

Une Maison éclésièr signale les ouvrages de navigation au droit de son accès en rive droite et constitue un jalonnement de l'itinéraire navigable de l'Yonne.

Figure 3 : Schéma de synthèse du paysage et des occupations existants aux alentours



1.1.2.3 Navigation

1.1.2.3.1 *Transport fluvial*

Le transport de marchandise n'existe sur l'itinéraire qu'entre Migennes et Montereau-Fault-Yonne. La part principale du trafic se fait à l'aval d'Etigny avec près de 1,35 M de tonnes manutentionnées en 2017 depuis et vers le bassin de l'Yonne, dont 800 k tonnes en interne en lien avec le site de retraitement de matériau de La Brosse qui fonctionne avec les carrières de Véron et Vinneuf. Ce transport de marchandise génère l'équivalent de 89 millions de tonnes.km. Les flux sont composés de vracs solides (98% des volumes) : les matériaux de construction représentent 91 % et les céréales 8%. Les générateurs sont localisés sur l'Yonne aval.

1.1.2.3.2 *Tourisme*

La navigation touristique sur l'Yonne à l'aval d'Auxerre représente 700 bateaux/an à l'aval de Joigny et 1500 bateaux/an sur le secteur de Joigny-Auxerre, essentiellement en location. Quelques péniches hôtel exploitent l'ensemble de l'axe. L'activité est globalement très saisonnalisée, concentrée sur mai - septembre sur le secteur de Joigny-Auxerre, sur juin-août sur le secteur de Sens-Joigny.

On note la présence de nombreux sentiers et itinéraires de randonnée sont présents aux abords (GR2 en Rive Gauche et Chemin de Petite Randonnée en rive Droite). Ces itinéraires sont utilisés toute l'année par les promeneurs et cyclistes.

1.1.2.3.3 *Offre de service*

L'offre de service de navigation tient compte des usages présentés ci-dessus, avec une offre de service permanente jusqu'à l'écluse de Rosoy et une offre saisonnière en amont.

Les gabarits des ouvrages sont les suivants de Joigny à Montereau-Fault-Yonne :

- Largeur : 10,10 m ;
- Longueur : 90 m ;
- Mouillage : 2.10 m ;

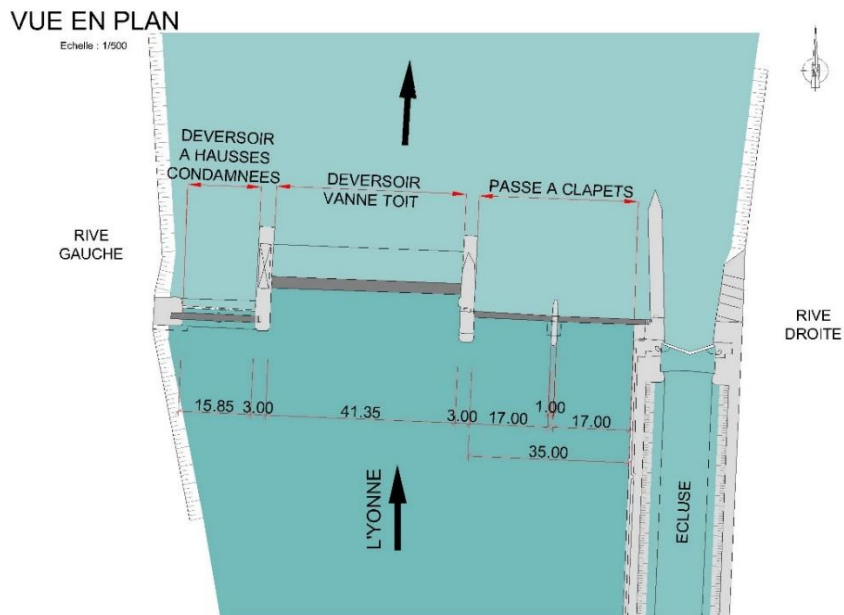
Les périodes de chômage de navigation sont fixées de janvier à mars à l'amont d'Auxerre et d'octobre à décembre à l'aval d'Auxerre.

1.1.2.4 Description des ouvrages

Le barrage de La Brosse est composé d'une passe de deux clapets, d'un déversoir muni d'une vanne-toit et d'un déversoir à hausses Pasqueau.

Figure 4 : Vue en plan du barrage de La Brosse

BARRAGE DE L'YONNE : LA BROSSE



Le site comprend de la rive droite à la rive gauche :

- Le local de commande ;
- Deux maisons éclésières ;
- Deux garages ;
- Une remise ;
- Un atelier ;
- L'écluse n° 16 de La Brosse ;
- Une passe constituée de deux clapets de 16,85m de largeur et séparés par une pile (pile rive droite) de 1m de largeur ;
- Une pile centrale de 3m de largeur entre la passe et le déversoir ;
- Un déversoir de 41,24m constitué d'une vanne toit sur toute la largeur ;
- Une pile (pile rive gauche) de 3m de largeur entre le déversoir à vanne-toit et le déversoir à hausses Pasqueau ;
- Un déversoir de 15,85m constitué de 11 hausses Pasqueau.

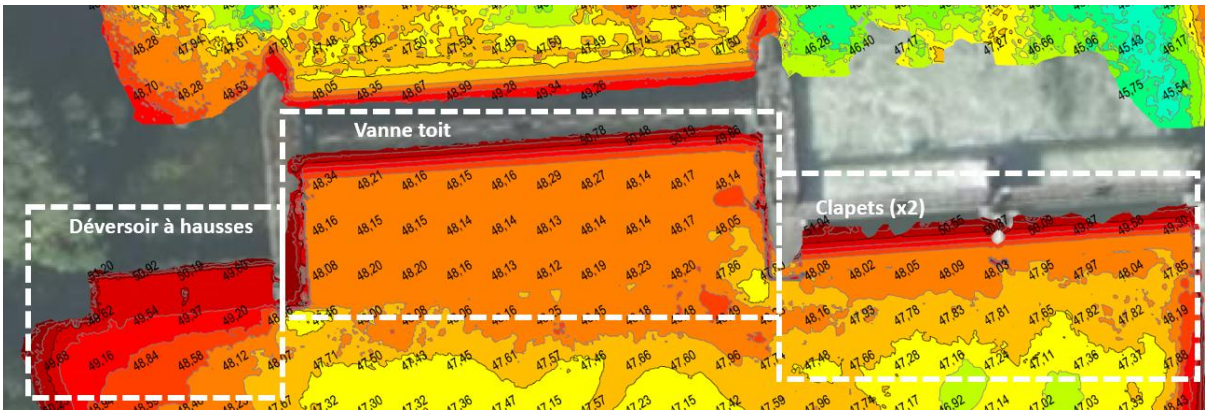
La géométrie et les caractéristiques du barrage sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2 : Caractéristiques géométriques du barrage de la Brosse

Ouvrage	Type de bouchure	Largeur hydraulique	Niveau radier	Caractéristiques
Passe	2 clapets	2 x 16,85 m = 33,7 m	48,05 mNGF	Organes de manœuvre et génie civil vétustes
Déversoir	1 vanne-toit	41,24 m	48,20 mNGF	Utilisation très limitée
Déversoir	11 hausses pasqueau de 1,35m	15,85m	49,60 mNGF	Condamné

A noter que les cotes des niveaux de radier basés sur des schémas existants (en l’absence de plans) ont été mises à jour dans le tableau ci-dessus pour tenir compte des levés bathymétriques réalisés par GEOXYZ en octobre 2023.

Figure 5: Bathymétrie réalisée en 2023 en amont immédiat du barrage de La Brosse



1.1.3 Contexte géologique et géotechnique

Les reconnaissances géotechniques ont été réalisées par Fondasol et ont permis l’établissement du rapport géotechnique préalable G1 PGC en date du 25/01/2024. Le modèle de sol retenu est le suivant, pour un TN supposé calé entre les cotes 49.4 et 46,9 mNGF :

Tableau 3: Modèle géotechnique, rapport géotechnique G1PGC

Formation	Profondeur de la base (m NGF)	γ (kN/m³)	Paramètre pressiométrique				Paramètre de cisaillement	
			α	EM (MPa)	PI* (MPa)	Pf* (MPa)	C' (kPa)	φ' (°)
Alluvions Quaternaires	45.0(1)	19	01-mars	10.0	1.3	0.7	0	36
Craie molle	42.0(2)	19	02-mars	5.0	0.4	0.3	0	25
Craie altérée	34.0	19	02-mars	13.0	1.2	0.6	0	36
Craie saine	< 32.0	20	01-mars	59.0	3.9	2.4	10	36

1.1.4 Contexte hydrologique et hydraulique

Les données hydrologiques du barrage de La Brosse sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4: Synthèse des données hydrauliques et hydrologiques

Données	Description
Longueur du bief	4,4 km
Retenue normale amont	51,13 mNGF
Retenue normale aval	49,40 mNGF
PHEN	51,32 mNGF
Crue de 1910	54,31 mNGF
Crue de 1955	54,05 mNGF
Surface du bassin versant	10 782 km ²
Débit de crue biennale	Qj = 423,2 m ³ /s
Débit de crue décennale	Qj = 705,4 m ³ /s

1.1.5 Contexte piscicole

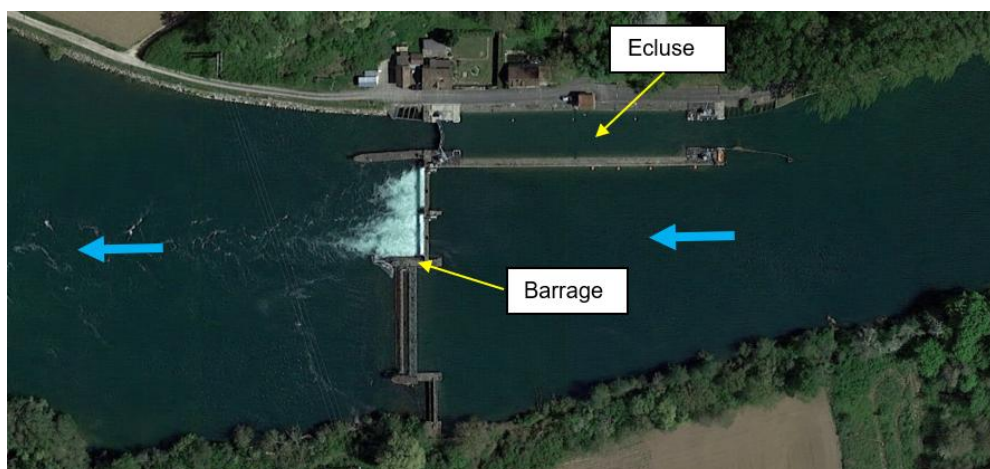
1.1.5.1 Aspects réglementaires

Pour répondre aux objectifs environnementaux et réglementaires relatifs au bon état écologique, les obstacles à la continuité ont fait l'objet d'un recensement à travers le Référentiel des Obstacles à l'écoulement (ROE).

Sur le site du barrage de La Brosse, un obstacle à l'écoulement a été recensé. Il s'agit de l'écluse de navigation du barrage associé.

Figure 6 : Caractéristiques et configuration du barrage/ écluse de la Brosse

ROE	Cours d'eau	Type	Chute théorique (m)
18755	Yonne	Ecluse n°16 et barrage accolé	1,71



- Classement L214-17

L'arrêté du 4 décembre 2012 au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement définit que l'Yonne de la confluence avec l'Anguison (commune Chitry-les-Mines) à sa confluence dans la Seine (commune Montereau-Fault-Yonne) est classée en liste 1.

Figure 7 : Cours d'eau classés en liste 1 (source DRIEE)



Le document technique d'accompagnement du classement de novembre 2012 justifie le classement en liste 1 de l'Yonne par les enjeux migrateurs et réservoirs biologiques.

L'arrêté du 4 décembre 2012 au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement classe également l'Yonne en liste 2 à l'exception du tronçon compris entre de la confluence avec la Cure à la confluence avec l'Armançon, qui a été reporté par révision de l'arrêté préfectoral (révision prévue à l'article 5 de l'arrêté).

Figure 8 : Cours d'eau classés en liste 2 (source DRIEE)



Le barrage de La Brosse et son écluse sont donc concernés par les classements liste 1 et 2 au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement.

1.1.5.2 Aspect piscicole

L'Yonne, classé en 2ème catégorie piscicole, présente un contexte piscicole dominé par les cyprinidés (poissons blancs). L'Yonne est un cours d'eau qui présente sur une grande partie de son cours un profil étagé en lien avec les ouvrages de navigation. Ce cours d'eau présente un état fonctionnel dégradé principalement dû à l'artificialisation du milieu.

- Peuplements en place

L'Yonne est un cours d'eau au peuplement piscicole riche et varié. Il présente 31 espèces piscicoles listées dans le tableau suivant. Les noms en gras correspondent aux espèces protégées.

Tableau 5 : Espèces piscicoles présentes dans l'Yonne (source FDPPMA 89)

Famille	Nom commun	Nom scientifique
Anguillidae	Anguille	<i>Anguilla anguilla</i>
Centrarchidae	Perche soleil	<i>Lepomis gibbosus</i>
Cobitidae	Loche de rivière	<i>Cobitis taenia</i>
	Loche franche	<i>Nemacheilus barbatulus</i>
	Chabot	<i>Cottus gobio</i>
Cyprinidae	Able de Heckel	<i>Leucaspis delineatus</i>
	Ablette	<i>Alburnus alburnus</i>
	Barbeau fluviatile	<i>Barbus barbus</i>
	Bouvière	<i>Rhodeus sericeus</i>
	Brème bordelière	<i>Abramis brama</i>
	Brème commune	<i>Blicca bjoerkna</i>
	Carassin	<i>Carassius carassius</i>
	Carpe commune	<i>Cyprinus carpio</i>
	Chevaine	<i>Leuciscus cephalus</i>
	Gardon	<i>Rutilus rutilus</i>
	Goujon	<i>Gobio gobio</i>
	Hotu	<i>Chondrostoma nasus</i>
	Rotengle	<i>Scardinius erythrophthalmus</i>
	Spirilin	<i>Alburnoides bipunctatus</i>
	Tanche	<i>Tinca tinca</i>
	Vairon	<i>Phoxinus phoxinus</i>
	Vandoise	<i>Leuciscus leuciscus</i>
Esocidae	Brochet	<i>Esox lucius</i>
Gasterosteidae	Epinoche	<i>Gasterosteus aculeatus</i>
Gatidae	Lotte	<i>Lota lota</i>
Ichthyuridae	Poisson chat	<i>Ictalurus melas</i>
Percidae	Grémille	<i>Gymnocephalus cernua</i>
	Perche commune	<i>Perca fluviatilis</i>
	Sandre	<i>Stizostedion lucioperca</i>
Petromyzonidae	Lamproie	<i>Lampetra planeri</i>
Siluridae	Silure	<i>Silurus glanis</i>

- Les grands migrateurs

Des huit migrateurs amphihalins historiquement présents sur l'Yonne (Saumon atlantique, Truite de mer, Lamproie marine, Lamproie fluviatile, grande Alose, Alose feinte, Esturgeon, Anguille), seule l'Anguille est actuellement observée sur le cours d'eau.

Au niveau de La Brosse, la population d'anguilles est de faible densité composée essentiellement d'individus de grande taille (> 70 cm, données RHP station de Merry-sur-Yonne). Il est à noter que cette espèce est classée comme espèce « vulnérable » dans le « livre rouge des espèces menacées » et qu'elle fait l'objet de plans de gestion particuliers (PLAN de GEstion des POissons Migrateurs et Plan de gestion Européen).

- Espèces cibles des classements liste 1 et 2

Comme le précise le document technique d'accompagnement des classements en liste 1 et 2 au titre de l'article L214-17 du code de l'environnement, les espèces cibles pour l'amélioration de la continuité écologique de l'Yonne aval sont au nombre de onze :

Figure 9 : Espèces concernées par les classements des listes 1 et 2

	Liste 1	Liste 2
Alose	X	X
Anguille	X	X
Brochet	X	X
Chabot	X	X
Lamproie marine	X	X
Lamproie de planer	X	
Loche de rivière	X	
Saumon atlantique	X	X
Truite fario	X	X
Truite de mer	X	X
Vandoise		X

- Périodes de migration pour la montaison

Etant donné la diversité des espèces cibles prises en compte, l'éloignement de la zone d'étude par rapport à la zone maritime pour les migrateurs amphihalins, on peut s'attendre au droit de l'ouvrage de La Brosse à une migration d'individus une grande partie de l'année. Dans ce cas de figure, la plage hydrologique de fonctionnement retenue pour l'ouvrage piscicole **s'étale de l'étiage jusqu'à trois fois le module interannuel correspondant à environ 90 % du temps au cours de l'année.**

1.2 Données d'entrée

1.2.1 Historique des études menées sur l'ouvrage

Sur ces 20 dernières années, le barrage de La Brosse a fait l'objet des études suivantes :

- Avant-projet sommaire d'itinéraire de voies navigables (APSI VN), VNF, 2006
- Assistance à maîtrise d'ouvrage pour la programmation de la modernisation des barrages de navigation de l'Yonne, SETEC, 2008
- Mission d'expertise technique concernant la définition d'un barrage type - études pour la programmation de la modernisation des barrages de l'Yonne, BRLi, 2010
- Evaluation Préalable pour la reconstruction des barrages de l'Yonne et du canal du Nivernais, EGIS, 2015
- Assistance à maîtrise d'ouvrage pour la réalisation des études de faisabilité et de programmation relatives à la reconstruction et la modernisation des barrages manuels de l'Yonne, BRLi, 2023

1.2.2 Données complémentaires

Dans le cadre de la mission d'Assistance à Maitrise d'Ouvrage, différentes reconnaissances ont été réalisées, permettant de mettre à jour les données existantes sur le site du barrage. Ces reconnaissances ont été les suivantes :

- Des levés topographiques et bathymétriques réalisés par ACAD en 2023 permettant la mise à jour de toute la zone au droit du barrage ;
- Des reconnaissances géotechniques et géophysiques, réalisées par FONDASOL en 2024 permettant la réalisation de nouveaux sondages carottés et pressiométriques au droit du barrage et l'établissement d'un rapport G1 PGC ;

- Un pré-diagnostic naturaliste mené par le bureau d'études SEGED (Société d'Etudes et de Gestion de l'Environnement et des Déchets) au droit du barrage. Sur la base de prospections menées sur une durée de 3 jours en avril 2024, ces investigations avaient pour objectif de donner une première idée des principaux enjeux en présence et d'apporter des éléments discriminants pour la définition et la conception du projet et des différents scénarios d'aménagements afin de construire une solution de moindre impact environnemental

1.2.3 Diagnostic de l'ouvrage

L'état du génie civil a été analysé lors des différentes études sur le barrage. On peut citer notamment :

- Assistance à maîtrise d'ouvrage pour la programmation de la modernisation des barrages de navigation de l'Yonne – Synthèse de la prise de connaissance, SETEC, juin 2006
- Reconnaissances subaquatiques et géotechniques sur les barrages de l'Yonne, CTS, novembre 2009
- Reconnaissances subaquatiques détaillée des structures immergées et émergées, SATIF OA, 2017 (en vue des travaux de réparation de la vanne toit, génie civil et vanne)
- Barrage de La Brosse - Compte-rendu de la visite du 11 octobre 2010, BRLi, 2010
- AMO pour la reconstruction des barrages de l'Yonne – Visite de site, BRLi, 2023

Ces différents diagnostics sont résumés ci-dessous, détaillés par nature d'ouvrage :

• Barrage :

- Culées et piles :
 - Les culées du barrage sont en béton/maçonnerie. Aucune dégradation majeure n'a été constatée lors de l'inspection subaquatique de 2009 et de la visite de site de 2010. Elles présentent néanmoins un aspect visuel vétuste ;
 - La pile centrale (entre les clapets et la vanne toit) présente un aspect vétuste et de nombreux désordres ont été relevés ;
 - La pile rive gauche (entre la vanne toit et la passe à hausse), présente elle aussi des désordres sérieux.
- Radier :
 - En partie aval, le radier des passes à clapets est ceinturé par un rideau de palplanches, stabilisé en bordure par un lit d'enrochements, et possède des dents de diffusion. L'inspection effectuée ne laisse pas apparaître des dégradations inquiétantes ;
 - Le radier de la vanne-toit il est ceinturé par des palplanches et des pieux en bois (amont uniquement). La présence de nombreux désordres (érosion généralisée, défaut de liaison avec la pile, fractures, cavités, disparition des déflecteurs (aval), affouillement (aval), etc.) a été révélée en 2017 ;
 - Le radier du déversoir à hausse Pasqueau n'a pas fait l'objet d'inspection particulière mais les visites sur sites, en 2010 et 2023, n'ont pas relevé de désordre notable. Le déversoir est condamné et les éléments de manœuvre des hausses ont été déposés.

• Ecluse

Les bajoyers de l'écluse présentent des fruits. En particulier, le bajoyer rive gauche de l'écluse sur lequel est appuyé le barrage, présente un fruit sur ses deux côtés. Ce bajoyer présente de nombreuses dégradations observées lors de la visite de site de mai 2023. Des infiltrations d'eau ont également été rapportées par l'exploitant.

• Berges :

- La rive droite à l'aval, dans le prolongement de l'écluse, est constituée sur quelques mètres d'un perré maçonné et d'une structure en béton armé faisant office d'estacade. Cette structure ne présente pas de signe de désordre particulier. Dans la continuité de cet ouvrage, la berge est protégée par des enrochements. La rive droite amont est constituée d'une berge naturelle qui a été sujette à des chutes d'arbres par le passé ;
- La rive gauche à l'aval est très arborée et n'a pu être observée. La rive gauche à l'amont est constituée d'une berge naturelle soutenue et protégée par un rideau de palplanches sur plusieurs dizaines de mètres.

• Equipement

- Déversoir à hausses :
 - Le déversoir est équipé de 11 hausses Pasqueau de 1,35 m de hauteur. Ces hausses ne sont jamais manœuvrées en raison du système d'affalement qui est hors d'usage.
- Passes à clapets :
 - Les clapets sont en bon état apparent. Les chaînes Galles ainsi que la protection des motoréducteurs sont légèrement corrodées. Ces ensembles ne sont pas protégés par le génie civil.
- Vanne-toit :
 - Le dispositif de manœuvre de la vanne-toit est hors de service. La vanne est manœuvrée en tout ou rien au moyen d'un compresseur et de verrous permettant son maintien en position haute.
- Passerelles : l'ouvrage possède 3 passerelles rive droite, centrale et rive gauche.
 - La passerelle métallique en rive droite (au droit de la passe à clapets) présente des défauts de corrosion des poutres. Le platelage a été remplacé par une tôle larmée en aluminium d'épaisseur non connue. La date de ces interventions n'est également pas connue ;
 - La passerelle centrale (au droit de la vanne-toit), de type Pratt, présente des défauts de corrosion et son appui sur la pile centrale est à reprendre ;
 - La passerelle rive gauche (au droit du déversoir à hausses) est en béton armé, avec la présence notable de fissures, calcite et éclatement du parement côté amont ;
 - Ces ensembles présentent des phénomènes de corrosion notoires. La remise en peinture des garde-corps et poutres avait été envisagée par VNF mais l'opération a été annulée en raison de la présence de plomb dans les peintures restantes.
- Batardeau
 - La passe à clapets peut être fermée au moyen d'une poutrelle (faisant office de batardeau), amenée au moyen d'un bateau équipée d'une grue. Cet élément, posé en appui sur les piles du barrage et muni d'un platelage métallique en tête, vient trouver une réservation prévue à cet effet dans le radier ;
 - Le déversoir constitué de la vanne-toit ne peut plus être batardé. En effet, un heurtoir est présent en amont immédiat de la passerelle pour la mise en place d'aiguilles, mais celle-ci n'est pas d'origine (passerelle anciennement positionnée à l'aval) et ne permettrait pas de résister à la pression.
- Eclairage
 - L'éclairage est assuré en bordure de l'écluse par des réverbères. Un dispositif d'éclairage est également présent sur les passes. Ces deux ensembles sont fonctionnels.
- Signalisation
 - La signalisation est bien présente en amont et en aval sur le barrage de La Brosse
- Groupe électrogène
 - Un groupe électrogène est disponible au centre de Villeneuve. Il est possible de le déplacer en cas d'urgence sur les différents sites.

1.3 Objectif de l'opération

Les objectifs généraux de VNF concernant les ouvrages sont :

- Eviter la ruine des ouvrages et permettre le maintien de la navigation sur l'Yonne dans l'attente de la modernisation de tous les ouvrages de l'itinéraire ;
- Remédier aux dysfonctionnements ou pathologies du génie civil des ouvrages qui mettent en jeu leur pérennité ;
- Pérenniser et sécuriser le cheminement sur les ouvrages pour le personnel d'exploitation ;
- Améliorer les conditions de travail des agents d'exploitation en sécurisant la surveillance et la maintenance des ouvrages ;
- Assurer une automatisation et un futur contrôle à distance du fonctionnement du barrage ;
- Conservation et gestion de la ressource en eau pour des usages multiples ;
- Rétablissement de la continuité écologique.

1.3.1 Périmètre de l'opération

L'opération concerne :

- La reconstruction à neuf du barrage de La Brosse en étudiant les possibilités de conserver partiellement l'existant (éléments partiels de maçonnerie notamment) ;
- La création d'un dispositif de franchissement piscicole ;
- La démolition de toutes les parties existantes qui ne seraient pas réhabilitées ;
- La création d'un local technique pour poste local de commande ;
- La fourniture de batardeaux de maintenance ;
- Les confortements des berges amont et aval du barrage voire de l'écluse selon l'impact du nouveau barrage ;
- Les créations et/ou les remplacements et/ou les prolongations des estacades ou musoirs pour maintenir les bonnes conditions de navigabilité des péniches et des bateaux entrants et/ou sortants de l'écluse selon l'impact du nouveau barrage (guide pour la navigation mais également séparation éventuelle des flux entre le barrage et l'écluse).
- Le confortement potentiel :
 - De la jonction amont entre le TN et le barrage ;
 - Du bassin de dissipation à l'aval du barrage.

1.3.2 Interface avec d'autres opérations

La réhabilitation du barrage de La Brosse s'inscrit dans la politique de modernisation et de l'automatisation des barrages de l'Yonne. Il sera pour cela nécessaire de tenir compte des opérations en cours sur l'itinéraire, notamment vis à vis des enjeux de standardisation : MOE des barrages de Villeperrot et Champfleury, MOE du barrage d'Epineau, AMO pour la reconstruction des 22 barrages manuels de l'Yonne, MOE téléconduite de l'Yonne.

Le projet de l'équipe de maîtrise d'œuvre devra ainsi notamment s'inscrire en cohérence avec les préconisations de standard en cours d'établissement par VNF concernant l'Exploitation/Maintenance des barrages Yonne aval, et au design des guerites/local technique et la charte BIM.

2 Expression fonctionnelle des besoins

2.1 Maintenir la ligne d'eau pour la navigation

L'opération devra permettre de maintenir le niveau amont du bief à sa cote d'exploitation afin de répondre aux besoins liés au transport de marchandises et à la navigation de plaisance/loisir.

Le titulaire devra également prévoir d'étudier une solution de franchissement sécurisé du barrage pour les kayaks et canoës (par voie terrestre à l'aide d'un débarcadère/ embarcadère).

2.2 Garantir une gestion hydraulique efficace

Le barrage de La Brosse doit assurer une transparence hydraulique notamment en cas de crue. L'ouvrage doit pouvoir s'effacer au-delà d'un débit fixé en période de crue et faire transiter prioritairement par l'équipement de franchissement piscicole le débit minimal biologique, ou le débit disponible, si ce dernier est inférieur au débit minimal biologique.

D'autre part, les ouvrages doivent avoir la capacité à garantir des variations des niveaux d'eau limitées sur une plage de temps donnée pour permettre une exploitation douce de l'ouvrage.

Cette exploitation douce permettra de :

- Réduire les-à-coups artificiels ;
- Réduire les risques d'affameur ou de crue artificielle ;
- Eviter les sollicitations excessives des organes de manœuvre tout en respectant les contraintes d'exploitation ;
- Limiter au maximum les effets négatifs sur les milieux naturels et les organismes aquatiques en amont ou en aval des barrages et optimiser leur fonctionnement par une gestion adaptée des ouvrages ;
- Limiter l'érosion des lits et des berges des rivières.

2.3 Améliorer le fonctionnement écologique

Conformément au classement réglementaire de l'Yonne suivant l'article L214-17 du code de l'environnement (arrêté du 4 décembre 2012), l'opération doit permettre **la restauration de la continuité écologique au droit du barrage de La Brosse.**

L'écluse actuelle du barrage peut, comme la plupart des écluses de navigation, permettre le passage de poissons. Cependant, les possibilités de franchissement restent très limitées du fait d'une gestion dédiée à la navigation peu adaptée aux espèces piscicoles

Au regard du contexte général, la conception du futur ouvrage de franchissement piscicole devra tenir compte des éléments suivants :

- La passe à poissons devra être peu sélective et permettre le passage de l'ensemble des espèces cibles correspondant à un large panel d'espèces : petites espèces à faible capacité de nage (Chabot, Lamproie de planer, Loche de rivière), espèces de taille importante (Brochet) ou circulant en bancs (Alose) ;
- La plage de fonctionnement de la passe à poissons devra être la plus large possible avec un ouvrage fonctionnel pour une gamme de débit comprise entre les basses eaux et 3 fois le module (288 m³/s) soit 90 % du temps au cours de l'année ;
- Le mode de régulation du barrage devra se faire en priorité sur les passes à proximité de la passe à poissons pour favoriser son attractivité.

Par ailleurs les ouvrages devront maintenir ou améliorer l'oxygénation aval du milieu.

2.4 Envisager un potentiel hydroélectrique

L'article 47 de la Loi d'orientation sur l'énergie (version du 20 septembre 2016 de la Loi n°2005-781 du 13 juillet 2005 de programme fixant les orientations de la politique énergétique) offre la possibilité d'aménager pour la production d'énergie des ouvrages existants déjà autorisés au titre de la Loi sur l'Eau ; à ce titre des nouvelles installations hydroélectriques sont possibles dans le cadre de la reconstruction des barrages de l'Yonne.

Par ailleurs, les nouvelles directives du code de l'énergie encouragent la production par la « petite hydroélectricité » dans l'article L100-4, notamment au point 4bis du I.

Toutefois, le site du barrage de La Brosse ne dispose que d'une très faible chute de hauteur environ égale à 1,7 m. Cette configuration ne permet pas au site, dans les conditions économiques actuelles, d'avoir un potentiel hydroélectrique suffisant pour assurer la rentabilité d'une installation sur l'ensemble de sa durée de vie, au titre du bilan économique mais vraisemblablement aussi au titre de son bilan carbone. A ce titre, il n'est pas envisagé de construire une microcentrale sur le site du barrage de La Brosse.

2.5 Objectifs fonctionnels associés

L'amélioration et la sécurisation des conditions de travail des agents d'exploitation font partie des priorités de Voies Navigables de France. Au titre de la réduction de la dangerosité des conditions d'exploitation du barrage manuel de La Brosse, les travaux à mettre en œuvre répondent à des enjeux précis.

2.5.1 Amélioration de l'exploitation et de la maintenance

La conception du barrage visera prioritairement à :

- La mise en sécurité des agents par l'automatisation du barrage ;
- L'amélioration et fiabilisation des conditions d'exploitation (maintien du bief, pérennisation de l'ouvrage, connaissance des débits...) ;
- La standardisation des ouvrages sur l'itinéraire Yonne ;
- La mutualisation des commandes et de la surveillance des ouvrages.

2.5.2 Amélioration de la sécurité

La conception du barrage visera prioritairement à :

- Sécuriser les interventions d'exploitation et de maintenance ;
- Minimiser les risques d'accidents pour le personnel.

3 Contraintes

3.1 Cadre réglementaire

3.1.1 Procédures administratives et enquêtes

Afin de réaliser l'ensemble des opérations de rénovation dans le respect de la réglementation, les contraintes suivantes devront notamment être prises en compte :

- Procédure d'autorisation unique au titre de l'article L.214-3 du code de l'environnement, de la loi n°2006-1172 du 30 décembre 2006 et du décret n°2006-881. Dans ce cadre, le projet recevra également l'avis de l'autorité environnementale créée par décret du 30 avril 2009 ;
- Autorisation de coupes d'arbres et/ou défrichement si besoin est (au titre du code forestier). Cette demande de défrichement est à annexer à la demande d'autorisation unique ;
- Si la présence d'espèces protégées est avérée, des demandes de dérogations prévues aux articles R411-6 à R411-14 du code de l'environnement seront nécessaires et instruites dans le cadre de l'autorisation unique ;
- Information du public prévue à l'article L.122-1 du code de l'environnement, prévoyant l'étude d'impact et l'enquête publique ;
- D'éventuelles mises en compatibilité des PLU prévues par l'article L.123-14 du code de l'urbanisme ;
- Prescriptions du décret 2015-526 du 12 mai 2015 relatif à la sécurité des ouvrages hydrauliques ;
- Arrêté du 15 mars 2017 précisant les documents techniques relatifs aux barrages prévus par les articles R. 214-119 et R. 214-122 du code de l'environnement ;
- Arrêté technique barrages du 6 août 2018 fixant des prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages ainsi que la note d'interprétation ;
- Les recommandations du CFBR relatives à la sécurité des ouvrages hydrauliques ;
- Arrêté du 8 août 2022 précisant les obligations documentaires et la consistance des vérifications et visites techniques approfondies des ouvrages hydrauliques autorisés ou concédés ;
- D'éventuelles acquisitions foncières ou occupations temporaires ;
- Procédure d'expropriation pour cause d'utilité publique pour l'acquisition des emprises foncières nécessaires (si besoin est et d'après le code de l'expropriation) ;
- Procédures prévues à l'article R.23-12 du code du patrimoine concernant les mesures d'archéologie préventive ;
- Concertation dans le cadre de la circulaire publiée au bulletin officiel du ministère de l'Écologie et du développement durable le 5 octobre 2004.

3.1.2 Classement des ouvrages hydrauliques

Bien qu'il soit considéré actuellement comme non classé, le barrage de la Brosse existant devrait être considéré comme un barrage de classe C, selon la note d'interprétation de l'arrêté Hauteur et Volume des barrages du PoNSOH.

Pour rappel, les cotes issues du relevé topographique de l'ouvrage au droit des treuils sont de 53,50 m NGF avec des niveaux aval issus du relevé bathymétrique immédiatement après le radier du barrage de l'ordre de 46 m NGF en raison de la présence d'un affouillement en partie rive droite (environ 47 m NGF hors affouillement).

La hauteur du barrage de la Brosse serait ainsi de 7 mètres, ce qui implique que le sous critère $H^2 \times V^{0.5} > 20$ est vérifié, soit un classement C(a).

Le projet de reconstruit va poser la question du calage des organes de manœuvre et de la cote aval du barrage.

Le maître d'œuvre analysera durant ses études le futur classement du barrage qui risque d'être classé en classe C.

3.1.3 Rétablissement de la continuité piscicole

L'objectif du classement vise à restaurer la continuité écologique des ouvrages existants sur les cours d'eau ciblés. Ce classement concerne les (parties de) cours d'eau ou canaux assurant un transport suffisant de sédiments et la circulation des poissons migrateurs.

Au droit des zones de projet, l'Yonne est classée en Liste 1 (préservation des cours d'eau de toute nouvelle atteinte à la continuité écologique et en Liste 2 (restauration de la continuité écologique sur les ouvrages existants) par deux arrêtés préfectoraux.

En conséquence, les travaux envisagés sur le barrage de La Brosse devront être conformes aux dispositions desdites listes et prévoir les aménagements adéquats. En ce sens, la création de passes à poissons favorise la libre circulation des poissons migrateurs et la transparence hydraulique du barrage lors de crue permet de maintenir le transport sédimentaire.

3.1.4 Monuments historiques

Le site de barrage de La Brosse se trouve, à priori, en dehors des abords des monuments historiques inventoriés.

Dès le début des études de conception, il devra néanmoins être établi si la présence de monuments constitue un point bloquant dans la tenue du projet. Le cas échéant, les architectes des bâtiments de France seront associés le plus en amont possible dans la réalisation du projet.

3.1.5 Archéologie préventive

Les sites de projet ne se trouvent, à priori pas dans une ZPPA.

Néanmoins, une fois les emprises du projet déterminées, une demande de diagnostic préventif sera réalisée auprès de la direction régionale des affaires culturelles (DRAC). L'instance administrative déterminera la nécessité de le réaliser et le cas échéant, un diagnostic archéologique sera réalisé par un organisme agréé.

3.1.6 Sécurité des personnes

Toutes les installations nouvelles devront être conçues afin que les interventions d'exploitation et de maintenance puissent se dérouler dans le respect des normes de sécurité au travail. Le titulaire devra prendre en compte l'instruction relative à la sécurité des chantiers réalisés sur le domaine de VNF du 16 novembre 2015 et la circulaire technique sécurité des chantiers relative aux travaux de construction et aux prestations de service.

3.1.7 Rétablissement de la continuité fluviale pour les embarcations non motorisées

Les études de maîtrise d'œuvre devront étudier l'intégration d'un franchissement piéton pour les kayaks avec la signalétique dédiée.

3.2 Enjeux environnementaux

Le maître d'œuvre devra se référer à l'article R214-1 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.

3.2.1 Zonages réglementaires

Les études règlementaires sont à mener dans le cadre de la présente opération de maîtrise d'œuvre. Un précadrage réalisé en 2023 amène, à titre d'information, aux conclusions suivantes :

Tableau 6 : Rubriques définies à l'article R214-1 CE au titre de la loi sur l'eau et lien avec le projet

RUBRIQUE	DESCRIPTION	TYPE DE PROCEDURE
TITRE I : PRELEVEMENTS		
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 : 1) D'une capacité totale maximale supérieure ou égale à 1 000 m ³ / 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 (A) ; 2) D'une capacité totale maximale comprise entre 400 et 1 000 m ³ / 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 (D) .	Lors des travaux, il sera a priori nécessaire de mettre à sec au moins une partie du chantier. Un pompage sera nécessaire, dont la capacité sera déterminée ultérieurement. ➔ autorisation ou déclaration
1.2.2.0	Prélèvements et installations et ouvrages permettant le prélèvement, dans un cours d'eau [...], lorsque le débit du cours d'eau en période d'étiage résulte, pour plus de moitié, d'une réalimentation artificielle. Toutefois, en ce qui concerne la Seine, la Loire, la Marne et l'Yonne, il n'y a lieu à autorisation que lorsque la capacité du prélèvement est supérieure à 80 m ³ / h (A) .	Lors des travaux, il sera a priori nécessaire de mettre à sec au moins une partie du chantier. Un pompage sera nécessaire, dont la capacité sera déterminée ultérieurement. ➔ Projet potentiellement soumis à autorisation.
TITRE II : REJETS		
2.2.3.0	Rejet dans les eaux de surface [...], le flux total de pollution, le cas échéant avant traitement, étant supérieur ou égal au niveau de référence R1 pour l'un au moins des paramètres qui y figurent (D)	En phase de démolition, il existe un risque de remise en suspension de fines dans l'Yonne ➔ Déclaration
TITRE III : IMPACTS SUR LE MILIEU AQUATIQUE OU SUR LA SECURITE PUBLIQUE		
3.1.1.0	Installations, ouvrages, remblais et épis, dans le lit mineur d'un cours d'eau, constituant : 1) Un obstacle à l'écoulement des crues (A) ; 2) Un obstacle à la continuité écologique : 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 (A) ; 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 (D) .	Le projet correspond à une modernisation ou reconstruction d'un barrage et d'une construction d'une passe à poisson ➔ Autorisation
3.1.2.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau : 1) Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100m (A) ; 2) Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m (D) .	En fonction des aménagements prévus, les travaux sont susceptibles de modifier les profils en long et en travers du cours d'eau (démolition, reconstruction, reprofilage, recalibrage, consolidation des berges, passe à poissons...). ➔ Autorisation ou déclaration en fonction des linéaires
3.1.3.0.	Installations ou ouvrages ayant un impact sensible sur la luminosité nécessaire au maintien de la vie et de la circulation aquatique dans un cours d'eau sur une longueur : 1) Supérieure ou égale à 100 m (A) ; 2) Supérieure ou égale à 10 m et inférieure à 100 m (D) .	En fonction des aménagements prévus, les travaux sont susceptibles d'avoir un impact sur ces éléments (pontons provisoires / barges ...) ➔ Autorisation ou déclaration en fonction des linéaires

RUBRIQUE	DESCRIPTION	TYPE DE PROCEDURE
3.1.4.0	Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes : 1) Sur une longueur supérieure ou égale à 200 m (A) ; 2) Sur une longueur supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200 m (D) .	Selon les modalités de réalisation des travaux, ils nécessiteront potentiellement une consolidation des berges. ➔ Déclaration ou autorisation
3.1.5.0	Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les 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 : 1) Destruction de plus de 200 m² de frayères (A) 2) Dans les autres cas (D) .	La loche de rivière a été observée le long des berges enrochées de l'Yonne et dans le cours d'eau affluent. Des inventaires naturalistes complémentaires sont à réaliser pour conclure sur cette rubrique
3.2.1.0	Entretien de cours d'eau ou de canaux, [...], le volume des sédiments extraits étant au cours d'une année : 1) Supérieur à 2 000 m³ (A) ; 2) Inférieur ou égal à 2 000 m³ dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence S1 (A) ; 3) Inférieur ou égal à 2 000 m³ dont la teneur des sédiments extraits est inférieure au niveau de référence S1 (D) .	Des opérations de dragages seront nécessaires lors des travaux pour l'implantation du nouvel ouvrage. ➔ Déclaration ou autorisation
3.2.2.0	Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau : 1) Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m² (A) 2) Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m² (D) .	Le projet nécessitera des installations en lit majeur (local technique, pistes d'accès et d'entretien des ouvrages). ➔ Déclaration
3.2.5.0	Barrage de retenue et ouvrages assimilés relevant des critères de classement prévus par l'article R. 214-112 (A)	A priori, ouvrage non classé – Non concerné
3.3.1.0	Assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides ou de marais, la zone asséchée ou mise en eau étant : 1) Supérieure ou égale à 1 ha (A) ; 2) Supérieure à 0,1 ha, mais inférieure à 1 ha (D) .	Les travaux nécessiteront potentiellement un assèchement du cours d'eau ou des zones humides situés à proximité des berges. ➔ Potentiellement concerné par une déclaration ou autorisation

3.2.2 Zonages d'inventaires

Un pré-diagnostic naturaliste a été réalisé par SEGED en avril 2024 dans un rayon périphérique d'environ 500 m autour du barrage. La restitution de ces inventaires a permis de notamment de pré-identifier certaines espèces protégées et les espèces envahissantes à considérer dans le cadre des futurs travaux.

Des inventaires 4 saisons seront réalisés, il appartiendra au Maître d'œuvre de se rapprocher du prestataire et d'intégrer le résultat de ces inventaires dans le cadre de la réalisation du dossier d'autorisation.

3.2.3 Nomenclature ICPE

En fonction des modalités de réalisation des travaux, le projet pourrait être soumis à la réglementation des ICPE, et notamment en cas de :

- **Station de transit** pour accueillir temporairement les matériaux de démolition des barrages (rubrique de la nomenclature ICPE 2517 pour une station de transit de déchets non dangereux inertes) ;

- **Gestion à terre des sédiments de dragage**, qui sont alors considérés comme des déchets (rubrique 2716 pour l'installation d'une station de traitement et de transit de déchets non dangereux non inertes, et rubrique 2718 pour l'installation d'une station de traitement et de transit de déchets non inertes et dangereux) ;
- **Station de concassage, criblage** des matériaux (rubrique 2515-1 pour le broyage, concassage, criblage, ...de déchets non dangereux inertes) ;
- **Centrale à béton** (rubrique 2518 concernant la production de béton prêt à l'emploi).

Tableau 7 : Rubriques de la nomenclature ICPE potentiellement concernées par le projet

N°	DESIGNATION DE LA RUBRIQUE
2517	Station de transit, regroupement ou tri de produits minéraux ou de déchets non dangereux inertes autres que ceux visés par d'autres rubriques La superficie de l'aire de transit étant : 1. Supérieure à 10 000 m ² (E) 2. Supérieure à 5 000 m ² mais inférieure ou égale à 10 000 m ² (D)
2716	Installation de transit, regroupement, tri ou préparation en vue de réutilisation de déchets non dangereux non inertes à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2713, 2714, 2715 et 2719 et des stockages en vue d'épandages de boues issues du traitement des eaux usées mentionnés à la rubrique 2.1.3.0. de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 Le volume susceptible d'être présent dans l'installation étant : 1. Supérieur ou égal à 1 000 m ³ (E) 2. Supérieur ou égal à 100 m ³ mais inférieur à 1 000 m ³ (DC)
2718	Installation de transit, regroupement ou tri de déchets dangereux, à l'exclusion des installations visées aux rubriques 2710, 2711, 2712, 2717, 2719, 2792 et 2793. La quantité de déchets susceptibles d'être présente dans l'installation étant : 1. La quantité de déchets dangereux susceptible d'être présente dans l'installation étant supérieure ou égale à 1 t ou la quantité de substances dangereuses ou de mélanges dangereux, mentionnés à l'article R.511-10 du code de l'environnement, susceptible d'être présente dans l'installation étant supérieure ou égale aux seuils A des rubriques d'emploi ou de stockage de ces substances ou mélanges (A2) 2. Autres cas (DC)
2515	1. Installations de broyage, concassage, criblage, ensachage, pulvérisation, lavage, nettoyage, tamisage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes, en vue de la production de matériaux destinés à une utilisation, à l'exclusion de celles classées au titre d'une autre rubrique ou de la sous-rubrique 2515-2. La puissance maximale de l'ensemble des machines fixes pouvant concourir simultanément au fonctionnement de l'installation, étant : a) Supérieure à 200 kW (E) b) Supérieure à 40 kW mais inférieure ou égale à 200 kW (D) 2. Installations de broyage, concassage, criblage, mélange de pierres, cailloux, minerais et autres produits minéraux naturels ou artificiels ou de déchets non dangereux inertes extraits ou produits sur le site de l'installation, fonctionnant sur une période unique d'une durée inférieure ou égale à six mois. La puissance maximale de l'ensemble des machines fixes pouvant concourir simultanément au fonctionnement de l'installation, étant : a) Supérieure à 350 kW (E) b) Supérieure à 40 kW mais inférieure ou égale à 350 kW (D)
2518	Installation de production de béton prêt à l'emploi équipée d'un dispositif d'alimentation en liants hydrauliques mécanisé, à l'exclusion des installations visées par la rubrique 2522 La capacité de malaxage étant : a) Supérieure à 3 m ³ (E) b) Inférieure ou égale à 3 m ³ (D) c) Ces activités ne donnent pas lieu à classement sous la rubrique 2515

(1) A : autorisation, E : enregistrement, D : déclaration, S : servitude d'utilité publique, C : soumis au contrôle périodique prévu par l'article L. 512-11 du code de l'environnement.

(2) Rayon d'affichage en kilomètres.

3.2.4 Oxygénation et qualité des eaux

La teneur en oxygène dissous à l'aval du futur barrage devra être au moins égale à celle existant à l'aval du barrage actuel.

Le fonctionnement normal du barrage devra permettre une meilleure oxygénation du milieu.

La phase de travaux devra préserver au mieux la qualité physico-chimique de l'eau.

3.2.5 Impact carbone

Le maître d'œuvre devra prendre en compte l'article 35 de la loi du 22 août 2021 portant sur la lutte contre le dérèglement climatique et le renforcement de la résilience face à ses effets (dit « loi climat ») notamment dans la rédaction des spécifications techniques des marchés publics qui prendront compte des objectifs de développement durable dans ses dimensions économiques, sociales et environnementales. Le décret du 02 mai 2022, en application à cette loi, impose ainsi la présence d'un critère environnemental dans la notation des marchés publics, en complément des critères prix et techniques.

En phase projet, une réduction du bilan carbone total de l'ouvrage sera recherchée, en comparaison avec un ouvrage neuf avec des matériaux standards. Pour cela, et à titre d'exemple, l'utilisation de matériaux bas carbone et la réhabilitation partielle d'ouvrages existants (piles, culées, etc...) pourront être étudiées lors de la mission complémentaire 4.

Le projet fera par ailleurs l'objet d'une évaluation de sa consommation énergétique au titre de son exploitation en fonctionnement courant.

3.3 Contraintes hydrauliques

Le nouvel ouvrage devra respecter l'article L. 214 du code de l'environnement, notamment les articles liés à l'autorisation de l'ouvrage et au libre écoulement des eaux (le débit réservé en période d'étiage et les modalités d'écoulement en période de crue).

Les travaux se déroulant en rivière, un phasage des travaux sera réalisé en adéquation avec les autorisations préfectorales qui seront accordées pour l'opération. Les travaux ne devront pas créer d'impacts supplémentaires aux éventuelles crues prévisibles ou non.

De manière générale, l'ouvrage devra entraîner le moins d'impact possible sur l'écoulement des eaux.

La conception des ouvrages prendra en compte :

- La limitation des périodes de maintenance nécessitant des interruptions de la navigation ;
- La limitation des courants traversiers aux abords des barrages (exemples de solutions : gestion adaptée des bouchures, confortement des perrés de l'écluse, installation de quais « d'attente » pour les usagers navigants, le confortement des estacades – cf. §4.5.7) ;
- La limitation des marnages dans les biefs à une valeur d'environ 6 cm.

Dispositions limitant les courants traversiers : L'étude du risque d'apparition de courants traversiers gênant pour la navigation devra être faite. La conception des ouvrages devra permettre de limiter ces éventuels courants traversiers.

Une étude hydraulique devra être réalisée afin de déterminer au mieux les contraintes et enjeux du site.

L'étude hydraulique 2D prendra en compte une zone d'influence couvrant la portion de rivière et ses berges qui subiraient les conséquences directes de la présence et du fonctionnement de l'ouvrage notamment en amont dans la zone du remous hydraulique et en aval dans la zone de dissipation de l'énergie de la chute. Cette zone d'influence comprend à minima :

- Le barrage existant ;
- Les emprises du barrage à reconstruire.

3.3.1 Contraintes hydrauliques en période de crue

Pendant les périodes de crue, l'automatisme de chaque ouvrage devra également permettre de respecter la contrainte "débit entrant = débit sortant" dans chaque bief, y compris les débits de fuite (bouchures, passes à poissons, écluses...).

La crue de référence est la crue de 1910. Elle a atteint au droit du barrage la cote de 54,31 m NGF. C'est la valeur de référence prise pour la cote des plus hautes eaux connues (PHEC). La conception des ouvrages intégrera le fait qu'une fois le barrage effacé, sa perte de charge devra être inférieure ou égale à celle du barrage remplacé quel que soit le débit.

Le nouvel ouvrage respectera à cet effet les prescriptions du service chargé de la police de l'eau.

3.3.2 Contraintes hydrauliques en période d'étiage

Dans toute la mesure du possible, la tenue de la ligne d'eau doit être garantie en permanence et notamment en période d'étiage, grâce à une conception des bouchures leur assurant une étanchéité suffisante.

Pendant les périodes d'étiage, l'automatisme de chaque ouvrage devra permettre de respecter la contrainte "débit entrant = débit sortant" dans chaque bief, y compris les débits de fuite (bouchures, passes à poissons, écluses, ...).

En cas de modification de la ligne d'eau, le fonctionnement des zones humides les plus intéressantes devra être préservé.

3.3.3 Contraintes hydrauliques en période de chômage

Le site du barrage de La Brosse connaît un chômage annuel associé à un arrêt de la navigation allant de 4 à 6 semaines englobant généralement le mois de novembre. Le barrage peut alors être en partie ou entièrement effacé afin d'atteindre un abaissement maximal du plan d'eau de l'ordre de 2 m (selon le besoin et les prestations de maintenance).

Ce chômage est réalisé en concomitance avec celui des autres barrages de l'Yonne.

3.3.4 Transport solide et érosion aval

L'ouvrage devra garantir une absence de risque élevé de transport solide de l'Yonne, notamment dû à la présence d'affouillement au droit des fosses de dissipation.

De plus, la protection des berges aux abords du barrage des ouvrages devra être étudiée. Le linéaire de confortement devra être justifié.

Dans le cas où un risque d'érosion est avéré, des protections de berges adaptées aux conditions d'écoulement en basses, moyennes et hautes eaux seront implantées afin de le maîtriser.

Les techniques utilisant des méthodes de confortement en génie-végétal seront proposées en variante sous réserve de justification de leur pérennité en fonction des sollicitations appliquées. Un tableau multicritères avantages/ inconvénients, coûts, durée de vie etc... des techniques de défenses de berges devra être fourni afin de réaliser le meilleur choix.

3.4 Contraintes d'exploitation et d'entretien

Les futurs ouvrages seront accessibles exclusivement par les agents devant assurer l'exploitation, la surveillance et la maintenance. On peut distinguer les tâches suivantes :

- Intervention manuelle pour la manœuvre des passes mobiles ;
- Intervention pour la suppression d'embâcles et l'entretien courant (barrage et passe à poissons). Des systèmes devront être étudiés par le maître d'œuvre pour limiter l'entretien de ces ouvrages (de type pare-embâcles) ;
- Visites d'inspection pouvant impliquer le batardage des passes.

La conception actuelle des barrages permet de limiter le nombre d'interventions pour manœuvre de la vanne tout en période de crue. Afin de ne pas modifier la gestion actuelle des crues, la section hydraulique du barrage ne devra pas être modifiée suite aux travaux.

L'accumulation d'embâcles au niveau du barrage, du fait de la présence de passerelles sur les déversoirs, pouvant être génératrice de risques pour la navigation et les exploitants, la conception des futurs ouvrages permettra de limiter ce besoin d'intervention lié aux embâcles.

3.5 Contraintes en phase chantier

Il devra être tenu compte dans l'organisation du chantier des aspects suivants :

- Disponibilité d'aires de chantier / stockage / préfabrication / dépôts ;
- Disponibilité et charges supportées par les voies d'accès ;
- Ressources en matériaux de construction ;
- Sécurité des intervenants ;
- Présence d'ouvrages existants (ancien barrage, écluse, réseaux sur les berges, ...) et continuité d'exploitation
- Contraintes hydrauliques (crues, zone inondable...) ;
- Mesures à prendre pour la gestion du repli de chantier en cas de crue et les tâches à accomplir pour une reprise des travaux dès le retour aux conditions normales.
- Batardeau de chantier : en cas d'interaction avec le bajoyer de l'écluse, les dispositifs provisoires mis en place dans le cadre des travaux devront justifier l'absence d'impact structurel sur les existants en termes de stabilité mécanique (charges différentielles notamment) et hydrauliques (contournement hydraulique, boulangerie, renard, etc...) Des protections et confortements éventuels des structures existantes devront être apportés pour éviter tout risque de dommage ou d'arrêt sur la navigation.
- Période de chômage.

3.5.1 Phasage du chantier

Les travaux doivent être organisés de manière à permettre le maintien de la cote amont et de ne pas perturber l'exploitation de l'ouvrage et la navigation. Le phasage des travaux prendra donc en compte les périodes à risques et importantes dans l'exploitation et la gestion de la navigation (crues, chômage...).

Afin de préserver le patrimoine naturel, le planning des travaux tiendra également compte des périodes de nidification, de floraison, ... conformément aux préconisations des études règlementaires à mener.

3.5.2 Conditions d'exploitation

Tout au long du chantier, les personnels d'exploitation devront pouvoir assurer leur mission dans les conditions optimales de sécurité. La question du cheminement et toute autre sujétion liée à la co-activité entre le chantier et l'exploitation du barrage devront être anticipées lors des études de conception.

La réalisation des travaux ne devra pas empêcher la navigation durant sa période d'exploitation (hors chômage). Pour la réalisation des travaux, tous les dispositifs de communication d'une part et de sécurité d'autre part devront être prévus par le maître d'œuvre.

Le programme de travaux devra prévoir de préserver la qualité paysagère du site et favoriser la pérennisation des activités de pleine nature qui y sont potentiellement liées (randonnées, cyclotourisme, kayak...).

3.5.3 Disponibilités foncières

Le maître d'œuvre devra définir en concertation avec le maître d'ouvrage et les services d'exploitation les zones mises à disposition pour l'entreprise dans le cadre des travaux, en particulier les zones pour le stockage et les installations de chantier (y compris zone d'emplacement des moyens de levage et manutention mobile le cas échéant).

3.5.4 Accès au site

Le maître d'œuvre doit étudier la viabilité des voies existantes comme moyen d'accès aux zones de travaux et déterminer si ces accès ont nécessité à être confortés (consolidation, élargissement...).

Hors chômage, le maître d'œuvre devra étudier les possibilités d'accès fluviaux au chantier (notamment en cas d'impossibilité ponctuelle des accès terrestre, ou par mesure de réduction d'impact carbone) et mentionner si ceux-ci doivent être dragués et être maintenus afin d'avoir le mouillage utile nécessaire pendant toute la durée des travaux.

3.5.5 Eau et environnement

En phase chantier, une attention particulière sera portée afin de ne pas nuire à la qualité de l'eau par rejet éventuel, de manière à respecter la Directive Cadre sur l'Eau en termes de qualité chimique et écologique des cours d'eau. Des recommandations émises par la DRIEAT SPE seront à respecter pendant toute la durée des travaux.

Une attention particulière sera portée afin de conserver le milieu aquatique et terrestre avoisinant dans un bon état écologique. Il faudra veiller en particulier aux teneurs en particules fines.

3.5.6 Reconnaissance des réseaux

Une reconnaissance exhaustive des réseaux présents sur le site sera à effectuer. Des réseaux VNF non cartographiés peuvent être présents à proximité des ouvrages.

3.5.7 Bruit

En phase chantier, toutes les dispositions devront être prises pour limiter la gêne occasionnée à des niveaux admissibles, tant pour les riverains que pour les exploitants.

En application de la loi du 31 décembre 1992, dite loi “bruit” et le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage, les opérations de rénovation des barrages ne devront pas engendrer d’augmentation de bruit significative par rapport à la situation existante.

Les dispositions à respecter s’appliquent en phase d’exploitation courant de l’ouvrage en service et pendant la phase des travaux.

D’une manière générale, il conviendra de se référer à l’arrêté préfectoral d’autorisation relatif à ce nouvel ouvrage.

3.5.8 Gestion des déchets

Conformément à l’article L 541-2 du code de l’environnement, toute personne qui produit ou détient des déchets est tenue d’en assurer ou d’en faire assurer l’élimination dans le respect de la réglementation en vigueur.

Des dispositions particulières seront prises en cas de présence de déchets toxiques tels que le plomb ou l’amiante. Le traitement et l’élimination de tels déchets feront l’objet d’une procédure qui sera soumise à l’agrément d’organismes de prévention, avant toute intervention.

Les modalités pratiques d’organisation pour la gestion des déchets sur le chantier devront notamment être définies dans le schéma organisationnel et de gestion des déchets (SOGED), les déchets devront faire l’objet d’un bordereau de suivi des déchets dangereux (BSDD) et être inscrits sur le registre de suivi des déchets.

Par ailleurs, l’instruction VNF du 14 octobre 2014 et sa circulaire technique d’application relative à la prévention et à la gestion des déchets devront être prises en compte.

Le traitement et l’évacuation des déchets amiantés se fera suivant les préconisations de :

- L’arrêté du 8 avril 2013 relatif aux règles techniques, aux mesures de prévention et aux moyens de protection collective à mettre en œuvre par les entreprises lors d’opérations comportant un risque d’exposition à l’amiante ;
- L’arrêté du 12 mars 2012 relatif au stockage des déchets d’amiante.

4 Exigences du maître d'ouvrage

Les exigences du maître d'ouvrage correspondent à l'ensemble des prescriptions d'ordre technique et non technique relatives à la conception, à la réalisation et à l'utilisation de l'ouvrage. Elles permettent notamment d'optimiser l'insertion du projet dans son environnement et de prendre en compte les besoins des parties prenantes.

4.1 Prescriptions générales

Les études de maîtrise d'œuvre devront analyser au niveau de l'Avant-Projet les réflexions de l'Etude Préliminaire de 2024, dans une logique d'homogénéisation des types de bouchures déjà déployées sur les autres barrages de l'itinéraire Yonne aval (St Bond, Villeneuve sur Yonne, Villeperrot, Champfleury, Epineau notamment) :

- Reconstruction complète du barrage en amont immédiat avec des bouchures de type clapets. Ce scénario pourra envisager un positionnement plus ou moins éloigné de l'existant si les phasages de travaux et maintien de l'exploitation le justifient et si le dimensionnement hydraulique mené par ailleurs le permet.

Les études des différentes implantations devront notamment prendre en compte les possibles confortements à apporter (bajoyers de l'écluse, estacades, berges, interaction avec le radier du barrage existant en phase travaux etc..). La géométrie des bouchures (nombre, hauteur, largeur) pourra également être adaptée. Les organes de manœuvre du barrage seront définis en concertation avec l'exploitant et en lien avec les études de standardisations en cours sur l'itinéraire de l'Yonne.

36

Suite aux conclusions de l'Avant-Projet, la solution retenue sera poursuivie au niveau PRO.

4.2 Exigences propres à la sécurité

4.2.1 Sécurité des exploitants

La conception des ouvrages visera prioritairement à :

- Minimiser les risques d'accident pour le personnel ;
- Sécuriser les accès aux organes par des protections collectives ;
- Munir l'ensemble de l'ouvrage accessible au personnel (escaliers, passerelles, plateformes, etc.) de dispositifs collectifs de protection anti-chutes. En dehors de ces dispositifs, tous systèmes mis en place devront être compatibles avec les EPI déjà en dotation sur le site ;
- Minimiser les risques de glissade dus au détrempage des sols et au gel par le traitement des surfaces (matières, rugosité, présence d'écoulements, etc.) ;
- Prévoir la motorisation et l'automatisation du barrage pour faciliter et sécuriser le travail du personnel d'exploitation.

Il appartiendra au maître d'œuvre de se rapprocher de l'exploitant afin de définir les équipements de sécurité à mettre en place sur le site.

4.2.2 Sécurité du site

Des dispositifs permettant d'interdire l'accès au site à des personnes extérieures au service d'exploitation devront être mis en place. Ils comprendront notamment :

- Un dispositif de barrière et clôture du site ;
- Un dispositif de contrôle vidéo des passes du barrage par caméras.

4.2.3 Signalisation

La mise en place d'une signalisation (feux lumineux, panneaux, etc.) à destination des différents usagers est à prévoir à proximité de l'ouvrage (secteur amont et aval). Elle devra permettre la navigation diurne, nocturne et en conditions de visibilité réduite.

La conception de cette signalétique sera établie en accord avec la politique de Voies navigables de France à l'heure de sa mise en place. Une attention particulière devra être apportée à une signalisation compréhensible pour l'ensemble des usagers de la voie d'eau.

4.2.4 Sécurisation des données et mode de secours

Les systèmes de mesure et de transmission de l'information seront fiables et redondants afin de garantir un fonctionnement sécurisé sous toutes les conditions.

Les équipements devront garantir une fonctionnalité sur le réseau ENEDIS. En cas de panne du réseau électrique, il conviendra de prévoir un dispositif de branchement rapide d'un groupe électrogène. Le système central de commande devra répondre aux standards en cours d'établissement par VNF.

En cas de défaillance majeure (incendie par exemple) du local technique abritant les armoires de commande, les organes de manœuvre seront débrayables pour manipulation sur place à l'aide d'équipements électromécaniques légers – à l'instar de ce qui existe sur le barrage de St Bond.

4.3 Exigences liées à la gestion hydraulique

Suite à une campagne de calage de ses dispositifs de mesure de cote de plan d'eau, initiée en 2024, la Retenue Normale amont théorique (RN) du barrage de La Brosse est évaluée à 51.13 m NGF.

Néanmoins, afin de tenir du niveau de mouillage officiel de 2.10m dans le bief, une cote de 51.23 m NGF est établie, faisant office de Retenue d'Exploitation (RE) pour l'UTI. Cette cote correspond in fine à la cote d'exploitation minimale du bief (C_{\min}).

En parallèle, la cote d'exploitation maximale (C_{\max}) est en première approche évaluée comme étant la cote des Plus Hautes Eaux Navigables (PHEN), à savoir 51.32 m NGF sur le bief de La Brosse.

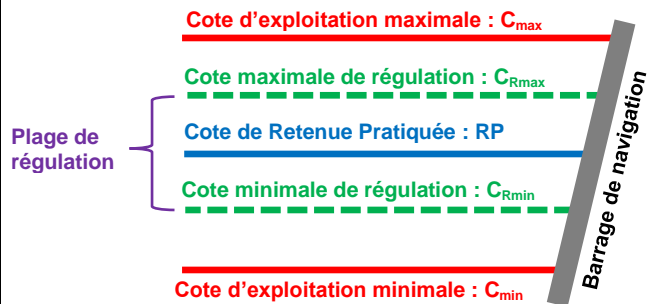
La cote de retenue amont du futur barrage, dite « Retenue Pratiquée » amont (RP) sera de 51.28 m NGF, avec une précision de la plage de régulation de l'ordre de +/- 3 cm, entraînant ainsi :

- Une cote minimale de régulation $C_{R\min}$ à 51.25 m NGF (i.e. RP – 3 cm) ;
- Une cote maximale de régulation $C_{R\max}$ à 51.31 m NGF (i.e. RP + 3 cm).

En cas de crue, étiage sévère ou événement exceptionnel, et compte tenu des valeurs de C_{\min} et C_{\max} , la tolérance de régulation sera donc comprise entre -5 cm et + 4 cm : le barrage doit maintenir le niveau amont du bief au minimum à la cote de $C_{\min} = 51.23$ m NGF (i.e. RP - 5 cm) et au maximum à la cote de $C_{\max} = 51.32$ m NGF (i.e. RP + 4 cm) jusqu'à l'effacement complet du barrage.

A titre de visualisation, cela amène à la gestion ci-dessous :

	Cote	Hauteur
Cote d'exploitation maximale C_{\max}	RP + 4cm = 51.32 m NGF	2.19 m
Cote maximale de régulation $C_{R\max}$	RP + 3cm = 51.31 m NGF	2.18 m
Cote de Retenue Praticquée RP	51.28 m NGF	2.15 m
Cote minimale de régulation $C_{R\min}$	RP - 3cm = 51.25 m NGF	2.12 m
Cote d'exploitation minimale C_{\min}	RP - 5cm = 51.23 m NGF	2.10 m



Le MOE devra confirmer la cohérence de ces valeurs en concertation avec l'UTI et les intégrer à son étude hydraulique. Par ailleurs, le MOE devra également se rapprocher des services réglementaires afin de l'informer de ses évolutions et de convenir du niveau à retenir comme niveau de Retenue Normale (RN) au titre de la réglementation en vigueur.

4.3.1 En période de crue

Au-delà de l'imposition réglementaire de ne pas augmenter la perte de charge des barrages effacés par rapport à l'existant, la possibilité d'une diminution de cette perte de charge sera étudiée.

Par ailleurs, le dimensionnement hydraulique veillera, si possible, à rendre cohérents entre les différents barrages de l'itinéraire les débits d'effacement et les débits de dépassement des PHEN

Une étude spécifique sera menée pour montrer que les dispositions prises garantissent l'effacement du barrage en crue et n'aggrave pas la situation actuelle.

4.3.2 Connaissance des débits

La connaissance des débits a pour vocation principale le contrôle du respect des règlements d'eau.

Les ouvrages hydrauliques reconstruits se verront dotés de deux capteurs permettant de connaître les cotes d'eau amont et d'un capteur permettant de connaître les cotes d'eau aval en temps réel. La mise en place de ces capteurs devra être standardisée avec le projet de modernisation en cours sur l'Yonne et répondre aux standards de modernisation de VNF de ces ouvrages.

Les débits transitant au travers de ces ouvrages seront calculés par des règles de calcul propres aux ouvrages.

L'instrumentation et les automatismes du barrage permettront de fournir les valeurs suivantes :

- Niveaux d'eau à l'amont et à l'aval des barrages (mesure) ;
- Position des bouchures (mesure ou calcul) ;
- Débit transité (mesure ou calcul) ;

Les ouvrages équipés de ces capteurs seront à minima :

- Le barrage ;
- La passe à poissons.

Les paramètres constatés ou calculés sont affichés dans le local de commande.

4.4 Exigences pour l'exploitation, l'entretien et la maintenance des ouvrages

De manière générale, les aménagements seront conçus pour en faciliter la maintenance et permettre notamment une gestion simple des embâcles par l'exploitant.

Pour chacun des ouvrages (barrage et passe à poissons), un manuel d'exploitation est rédigé à destination des agents du service d'exploitation. Il rappelle les points détaillés dans les paragraphes ci-après :

- Les consignes de sécurité et leur mise en œuvre (actions réflexes, numéros d'urgence, etc.) ;
- Les différents modes de fonctionnement (automatique, manuel, dégradé) du barrage et de la passe à poissons, leur mise en œuvre et leurs conséquences ;
- Les différents types d'alimentation électrique (principale, secondaire et secours) des organes mobiles, leur mise en œuvre et leurs conséquences.

Le Maître d'œuvre devra définir les dispositifs d'auscultation du barrage classé. Il assistera également le Maître d'Ouvrage sur la rédaction des documents liés à la surveillance des ouvrages au regard notamment de la réglementation SOH (document d'organisation, dossiers des ouvrages, plan de maintenance, etc) et rédigera le premier rapport d'auscultation faisant office d'état zéro à l'occasion de la mise en service du barrage.

Pour l'organisation de la maintenance, une Analyse des Modes de Défaillance, leurs Effets et leurs Criticités (AMDEC) sera réalisée. Un plan de maintenance programmé (PMP) ainsi que les gammes opératoires (GO) associées découleront de cette AMDEC.

Le PMP permettra le recensement des contrôles et entretiens (éléments concernés, modalités de contrôle, périodicité des contrôles, etc.) ainsi que leur planification.

Ces documents aux formats papier et informatique devront être élaborés, en lien notamment avec l'exploitant, dès la phase conception de l'ouvrage et mis à jour jusqu'à la réception des travaux et la mise en service de la passe à poissons et du barrage

L'ensemble fera l'objet d'une validation par la maîtrise d'ouvrage et l'exploitant.

4.4.1 Entretien et maintenance

Les aménagements proposés sur les ouvrages devront prévoir des passerelles de circulation permettant d'accéder aux passes mobiles lorsque les opérations d'exploitation et maintenance l'exigent.

Si une passerelle doit être mise en place, la gêne à l'écoulement des crues et au passage des embâcles devra être évitée.

Les futurs ouvrages devront permettre a minima la réalisation aisée des tâches suivantes :

- Visite journalière : inspection visuelle de la vannerie et des organes de manœuvre ;
- Evacuation des embâcles ;
- Intervention manuelle sur les organes de manœuvre et leurs commandes ;
- Intervention sur bouchure batardée ;
- Surveillance et inspection du barrage conformément à l'article R214-122 et 123 du code de l'environnement et conformément au Décret n° 2015-526 du 12 mai 2015 relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques, en cas de classement du barrage.

La maintenance préventive et curative sera facilitée par :

- La standardisation des organes de manœuvre et des autres équipements des ouvrages présents sur l'itinéraire ;
- Des outils d'aide au diagnostic (indicateurs...) destinés à faciliter la recherche de panne ;
- La visibilité et l'accessibilité de tous les organes à maintenir, des espaces suffisants pour le démontage ;
- L'accès à pied sec aux organes à maintenir, y compris la passe à poissons, et l'implantation la plus restreinte possible d'organes nécessitant un accès au milieu du cours d'eau ;
- La minimisation des longueurs de flexibles hydrauliques ;
- La recherche d'une réduction des opérations de maintenance nécessitant un chômage des ouvrages ;
- La mise en place d'organes de manœuvre définis en concertation avec l'exploitant et en lien avec les études de standardisations en cours sur l'itinéraire de l'Yonne.

4.4.2 Manœuvre du barrage

Le barrage sera géré à minima avec les modes de marche suivants :

- Mode automatique : les manœuvres d'ouverture et de fermeture des clapets seront réalisées automatiquement en fonction des consignes préalablement établies et de la mesure du niveau amont ;
- Mode manuel distant : les mouvements des clapets seront commandés depuis le local de commande du barrage au moyen d'un nouveau pupitre à installer ;
- Mode manuel local : les mouvements des clapets seront commandés depuis les armoires de commandes installées sur les piles ;
- Mode maintenance : Ce mode correspond aux nécessités de maintenance et est réservé aux équipes compétentes, il est accessible au moyen d'un commutateur à clé ou d'un mot de passe sur l'écran tactile du pupitre de commande ;
- Mode secours : les clapets sont manœuvrés au moyen d'un moteur de secours portable installé sur un renvoi d'angle prévu à cet effet ;
- Mode dégradé/urgence : les clapets sont abaissés manuellement par le desserrage du frein du moteur et du frein électrique à disque intégré dans la chaîne cinématique de manœuvre. Ce mode ne permet pas la remontée des clapets.

Le rapport coût/avantage du dispositif de secours devra être évalué au regard de la capacité d'intervention en mode manuel sur l'ouvrage.

Un système de télégestion et d'alerte, via la cabine de commande et les postes téléphoniques, désignés par l'exploitant, sera prévu afin d'alerter le personnel d'exploitation en cas d'alarmes ou de défauts. Il permettra de commander à distance des acquittements et manœuvres correctives simples.

Pour des questions d'exploitation et de maintenance, il sera privilégié un barrage constitué d'au moins deux passes indépendantes. La manœuvre des passes du barrage sera préférentiellement lente afin de ne pas créer des perturbations trop importantes à l'amont et à l'aval de l'ouvrage. La manœuvre simultanée des passes est autorisée. Une priorisation du débit sur la passe rive gauche sera nécessaire pour favoriser l'attractivité de la passe à poissons tout en préservant la gêne aux péniches et aux bateaux entrants et/ou sortants de l'écluse.

4.4.3 Local technique

Ce local devra être localisé en rive droite au niveau des bâtiments existants actuellement. Il sera étudié la possibilité d'un réaménagement de ces locaux qui intègre d'ores et déjà un espace avec sanitaires, vestiaires genrés et un réfectoire.

L'aménagement du local devra être conçu pour permettre une reprise en main locale par les équipes d'exploitation et de maintenance en cas de dysfonctionnement des automates ou de la téléconduite. Il doit en particulier être de taille à pouvoir accueillir 2 personnes simultanément.

Le local technique sera dimensionné pour accueillir, outre l'armoire de puissance, les futures armoires de commande de l'écluse et du barrage. Il sera recherché un maximum de mutualisation et d'homogénéité des commandes du site (barrage, passe à poisson et écluse).

D'une manière générale, la définition précise du futur local et son aménagement seront à adapter en fonction des standards en cours d'établissement par VNF.

Les organes de manœuvre devront être au plus près du barrage et de la passe à poissons afin de minimiser l'implantation de caméras, tout en prenant en compte l'aléa inondation.

4.4.4 Batardeaux de maintenance du barrage et de la passe à poissons

- Barrage

Le système de batardage sera à définir en concertation avec l'exploitant (retour d'expérience des barrages de l'itinéraire, études des mutualisations/standardisations possibles) et fera l'objet d'une étude spécifique comprenant des entretiens avec la DTCEB et une analyse multicritère.

Il est à noter la volonté de perpétuer le principe de batardage réalisé sur le barrage de Saint Bond, mettant en œuvre une passerelle mobile sur laquelle viennent s'appuyer des aiguilles carrées.

Le maître d'œuvre veillera en priorité à étudier un système similaire à celui-ci.

- Passe à poissons

Pour simplifier les opérations de maintenance de la passe à poissons, la prise d'eau de l'ouvrage devra être équipée d'une vanne type canal à crémaillère ou d'un dispositif de batardage facilement manipulable par deux personnes de type poutres aluminium empilables. Pour une mise hors d'eau totale de l'ouvrage, l'entrée piscicole devra être également batardable selon le même principe.

4.4.5 Gestion des embâcles

L'accumulation d'embâcles au niveau du barrage pouvant être génératrice de risques pour la navigation et les exploitants, la conception des ouvrages (bouchures, passes à poissons) permettra de limiter le besoin d'intervention lié aux embâcles. Un système de grille amovible pourra être étudié pour la passe à poissons.

4.4.6 Caméras

Afin de permettre une gestion des ouvrages à distance, l'ouvrage devra posséder des caméras de contrôle.

Les images enregistrées devront être visibles par le futur PCC.

Les caméras de vidéo-surveillance devront être positionnées de sorte à faciliter le contrôle visuel de la position des bouchures par l'exploitant depuis les bâtiments de commandes. À cette fin, des dispositifs permettant le repérage de la position des bouchures devront être mis en place.

Le titulaire devra également respecter l'instruction VNF du 23 janvier 2017 relative à la circulaire vidéoprotection en date du 31 mars 2014.

4.5 Exigences techniques

4.5.1 Durabilité

Les durées de vie minimales à prendre en compte pour la conception des ouvrages sont les suivantes :

- 100 ans pour le génie civil ;
- 75 ans pour la vantellerie (incluant un système de protection contre le phénomène de corrosion) ;
- 30 ans pour les équipements hydromécaniques ;
- 20 ans pour les équipements énergétiques et réseaux ;
- 10 ans pour les commandes, sondes et automatismes ;
- 7 ans pour les éléments d'étanchéité ;
- 5 ans pour les équipements informatiques.

4.5.2 Maintenabilité

Le maître d'œuvre sera force de proposition dans le cadre de ses préconisations pour orienter l'Entreprise de travaux à garantir la réduction des fréquences des opérations de maintenance dans les solutions proposées.

A titre d'exemple le barrage en condition d'exploitation normale ne devra pas nécessiter de batardage des passes à des périodes inférieures à 10 ans.

4.5.3 Implantation des futurs ouvrages et typologie des bouchures

Les dispositions sont données au paragraphe 4.1. En annexe du présent Programme sont fournis à titre indicatif les plans schématiques d'implantations étudiées par l'AMO en charge des Etudes Préliminaires.

4.5.4 Passerelle de service

Une passerelle de service, non accessible au public, est à mettre en place pour assurer le franchissement des passes du barrage et l'accès à la passe à poissons depuis l'écluse.

Cette passerelle sera calée au-dessus des PHEC ou sera réhaussable en crue. En cohérence avec l'étude de standardisation des ouvrages de l'Yonne, elle participera aux opérations de batardage amont de chaque passe

La passerelle devra être dimensionnée pour permettre le passage d'agents avec des matériels de maintenance et sera équipée de garde-corps.

La passerelle pourra être réalisée en béton armé ou en structure métallique constituée d'un réseau de poutres, supportant une plateforme en caillebotis

Cette passerelle dépendra du système de batardage finalement retenu. Comme indiqué au §4.4.4, il est à noter la volonté actuelle de perpétuer le batardage mis en œuvre sur le barrage de Saint Bond. Ce système permet la mise en place d'une passerelle mobile verticale ou orientable.

Les retours d'expérience de ces passerelles mobiles sont plutôt bons mais font remonter également quelques pistes d'optimisation qu'il conviendra d'étudier (faciliter le cheminement lorsque la passerelle est abaissée, ajouter des bollards d'amarrage, ...). Le titulaire devra se rapprocher de l'étude de standardisation, notamment sur le volet exploitation/maintenance afin de proposer une solution adaptée.

4.5.5 Démolition du barrage existant

Le projet comprendra la démolition de tout ou partie des ouvrages existants. La réutilisation de parties d'ouvrages ou le maintien de certaines parties d'ouvrages devra être justifiée en termes de stabilité et pérennité. Le maintien en l'état d'ouvrages abandonnés sera soumis à la validation des justifications hydrauliques qu'ils ne génèrent pas un obstacle à l'écoulement.

Des dispositions devront être prises pour que la démolition soit réalisée de façon soignée afin que les matériaux puissent être recyclés dans des conditions satisfaisantes. Les produits de déconstruction et de dragage seront mis en dépôt conformément au code de l'environnement.

4.5.6 Aménagement des berges

Le nouveau barrage et sa passe à poissons devront préserver les rives de l'Yonne. Dans la négative, des mesures compensatoires de renforcement et d'aménagement des berges devront être prévues, en proposant des techniques respectueuses de l'environnement, de type berges végétales. Un tableau multicritères avantages/ inconvénients, coûts, durée de vie etc... des techniques de défenses de berges devra être fourni afin de réaliser le meilleur choix.

4.5.7 Aménagement du musoir aval

Le projet comprendra également l'étude de l'impact de la reconstruction sur les musoirs de l'écluse. Les modèles hydrauliques réalisés dans le cadre de la reconstruction du barrage devront être étudiés attentivement afin de comparer les vitesses de courant entre la situation actuelle avec l'ouvrage existant et la situation projetée avec le nouvel ouvrage situé en amont.

Selon les résultats de cette comparaison, le titulaire devra proposer les reconnaissances complémentaires qu'il juge adéquats pour statuer sur la nécessité d'une réhabilitation de ces musoirs. Un projet modernisation des écluses de l'Yonne est en cours en parallèle de la présente étude. Il appartiendra au maître d'œuvre de tenir compte des interfaces avec ce projet de modernisation.

Un point d'arrêt sera effectué en fin d'AVP.

4.5.8 Architecture et insertion paysagère

Les superstructures, les mécanismes et les choix de matériaux devront être adaptés aux enjeux architecturaux ou paysagers locaux. L'ouvrage devra s'intégrer dans le paysage afin de préserver le caractère naturel du site d'implantation.

Une étude d'intégration architecturale et paysagère des différents ouvrages sera réalisée en phase AVP. Elle intégrera notamment les préconisations de l'étude de standardisation pour les locaux techniques de l'Yonne.

4.5.9 Protection contre les chocs

Les situations suivantes doivent être prises en compte pour le dimensionnement :

- Chocs d'embâcles à prendre en compte dans la conception (à moduler selon dispositifs de protection/atténuation mis en place) ;

- Les chocs de bateaux sont à prendre en compte dans la conception afin d'éviter la ruine totale du génie civil de l'ouvrage (stabilité d'ensemble). En cas de choc d'un bateau on se référera à l'Eurocode 1 – Partie 1-7 pour la définition de l'action à prendre en compte. Un bateau de 1000 t sera considéré comme bateau de projet.

4.5.10 Sondes

Les sondes seront positionnées en amont et en aval de l'écluse éloignées des remous. Les mesures seront sécurisées par l'installation de 2 sondes à l'amont. Ces sondes seront protégées dans des tubes, de sorte à éviter que des embâcles notamment viennent se bloquer dessous et fausser ainsi les mesures.

A noter qu'il existe déjà une sonde de niveau amont et une sonde aval sur l'écluse. Celles-ci pourraient être laissées en place sous réserve de leur bon fonctionnement ; mais une seconde sonde sera nécessairement à mettre en place, dont l'emplacement par rapport au local sera à questionner. Ces sondes permettront une redondance du système qui devra être gérée au niveau de l'automate.

La mise en place de ces sondes devra être standardisée avec le projet de modernisation en cours sur l'Yonne et prendre en compte les standards en cours d'établissement concernant la modernisation à VNF.

La passe à poissons devra être également équipée de sondes.

4.5.11 Eclairage et réseaux

Les installations électriques et les plateformes de maintenance devront être implantées au-dessus des PHEC.

Le barrage, la passe à poissons, la passerelle technique et leurs abords doivent être éclairés au moyen d'appareils permettant d'assurer la sécurité de l'exploitant par tout temps (nuit, brume, brouillard...).

Les éclairages seront déclenchés de manière volontaire par les agents d'exploitation travaillant sur le site. Ils pourront aussi être actionnés à distance.

Les appareils d'éclairage seront disposés en des lieux faciles d'accès, permettant une maintenance aisée et sans travail en hauteur. Si pour des raisons techniques cette demande du maître d'ouvrage ne peut être satisfaite, l'installation de dispositifs télescopiques ou escamotables, permettant un accès facile le temps de l'opération de maintenance, sera étudié.

L'ensemble des réseaux du barrage et de tous les équipements, y compris les automates, et/ou locaux situés sur le terre-plein seront implantés en sous-fluviaux sous l'écluse.

4.6 Exigences spécifiques à la passe à poissons

La passe à poissons sera conçue de manière à ce que les actions de maintenance et d'entretien soient aisées et nécessitent le moins de moyens humains possibles. Pour cela, les configurations permettant un certain auto-nettoyage de la prise d'eau de la passe à poissons (prise d'eau inversée à côté d'une décharge) ainsi que celles ne nécessitant pas de conduite de débit d'attrait ou de vanne de régulation seront privilégiées.

Une à deux variantes d'aménagement piscicole seront étudiées pour chacun des scénarios de reconstruction du barrage de La Brosse.

4.6.1 Implantation de la passe

Le projet de passe à poissons doit tenir compte de l'espace disponible et de la courantologie du site pour être correctement localisé par rapport au barrage.

L'entrée de la passe doit se trouver à l'endroit le plus attractif pour les poissons (point de plus haute remontée et/ou à proximité des bouchures mobiles principales). La passe à poissons devra être facilement accessible à pied par les agents VNF.

4.6.2 Choix du type de passe

La passe à poissons devra être peu sélective et permettre le passage de l'ensemble des espèces cibles correspondant à un large panel d'espèces : petites espèces à faible capacité de nage (Chabot, Lamproie de planer, Loche de rivière), espèces de taille importante (Brochet) ou circulant en bancs (Alose);

Le type de passe à poissons sera choisi en fonction :

- Des espèces concernées listées au §1.1.5.2 du présent programme ;
- Des débits à transiter dans l'ouvrage ;
- Des variations des niveaux d'eau amont et aval en tenant compte des surcotes de gestion opérées par l'exploitant et de la chute associée ;
- Des contraintes propres au site (topographie, données géotechniques...) ;
- Du transport solide dans la rivière ;
- Du coût de construction de la passe à poissons ;
- Du coût et des moyens humains pour le fonctionnement et de l'entretien, qui devront être limités autant que possible.

La passe à poissons ne permettra pas le passage de canoës ni de kayaks.

4.6.3 Dimensionnement de l'ouvrage

L'ouvrage doit être dimensionné en fonction :

- Des espèces cibles qui emprunteront la passe à poissons listées au §1.1.5.2 du présent programme ;
- De la chute maximale à l'étiage du barrage en tenant compte de la cote maximale de régulation définie au chapitre 4.3 (C_{Rmax} -La Brosse) et de la cote minimale de régulation du barrage de Cannes-Ecluse (C_{Rmin} -Cannes-Ecluse) soit une chute de 1.80 m environ.
- Des données propres au site (topographie, données géotechniques, présence de rideaux d'ancrage...).

L'enjeu principal de conception de la passe à poissons tient à son attractivité. En complément d'une implantation appropriée, ceci implique que le débit global restitué à sa sortie soit suffisant. Pour cela, la passe à poissons devra être alimentée au minimum par un débit de **2 m³/s**, complété par un débit d'attrait de **4 m³/s** pour obtenir au **global de 6 m³/s** soit 3.5 % du débit restitué par le barrage à deux fois le module.

Le seuil de l'entrée piscicole de la passe à poissons devra être réglable (réglage par madriers de bois) pour, si besoin en fonction du retour d'expérience, adapter la chute aval de l'ouvrage aux conditions de niveau d'eau aval de l'Yonne.

4.6.4 Plage de fonctionnement de la passe

La plage de fonctionnement de la passe à poissons devra être la plus large possible avec un ouvrage fonctionnel pour une gamme hydrologique au minimum comprise entre les **basses eaux et 3 fois le module**.

4.6.5 Poste de commande et de surveillance

Les éventuels dispositifs de commandes et de surveillance de la passe à poissons devront être mutualisés avec celles du barrage, au futur PCC.

4.6.6 Manœuvres et commandes de la passe à poissons

Dans le cas où la passe à poissons comporterait des automates, elle sera gérée a minima avec les modes de marche suivants :

- Mode automatique : gestion de la position des organes de manœuvre en fonction du niveau d'eau aval de l'Yonne ;
- Mode semi-automatique : commandes manuelles de la passe, à distance et sur site, sous contrôle de l'automate et des sécurités ;
- Mode dégradé : manœuvre restreinte au débrayage manuel des éléments lorsque l'automate est hors service (notamment en cas de panne électrique ou de défaillance hydraulique).

Le mode automatique, mode de fonctionnement normal de la passe à poissons, sera pris en charge par l'automate de gestion du barrage.

Le recours aux commandes manuelles doit être limité aux opérations de maintenance et cas d'urgence (tous les automates hors service, coupures électriques, ...). L'accès aux modes semi-automatique et dégradé sera d'ailleurs restreint à quelques personnels habilités et identifiés par l'exploitant. Le mode de commande dégradé doit être uniquement disponible depuis les pupitres de commande situés sur le site du barrage afin que l'exploitant puisse contrôler visuellement les manœuvres (le futur PCC sera alerté en cas de manœuvre des ouvrages via les commandes présentes sur le site directement).

4.6.7 Entretien, protection contre les corps flottants et exploitation de la passe à poissons

4.6.7.1 Entretien de la passe à poissons

La conception de la passe à poissons devra être telle qu'une intervention humaine, notamment en rapport avec les corps flottants, soit suffisante comme suit :

- 2 agents sur une durée de 1/2 heure en moyenne une à deux fois par semaine pour l'entretien courant ;
- 2 agents pour l'entretien suite à une crue (durée d'intervention 2 heures).

Les interventions d'entretien devront pouvoir s'effectuer dans les meilleures conditions de sécurité. Un système de batardage électrique à l'amont de la passe à poissons sera à prévoir. Le titulaire pourra s'inspirer du système mis en place sur le barrage de Villeneuve.

4.6.7.2 Protection contre les corps flottants

La configuration de la prise d'eau devra être tout particulièrement étudiée afin :

- De ne pas constituer un piège à embâcles ;
- De garantir un minimum d'autonettoyage en évacuant les flottants vers une décharge (vanne barrage, échancrure dédiée ...).

La passe à poissons pourra être équipée d'un déflecteur de surface pour améliorer l'effet de guidage des flottants en dehors de la prise d'eau.

4.6.7.3 Exploitation de la passe à poissons

La passe à poissons fera l'objet de consignes d'exploitation précisant les observations et mesures à effectuer pour s'assurer du bon fonctionnement de la passe. Ces consignes seront accompagnées de gammes opératoires d'exploitation conformément aux modèles VNF.

4.6.8 Connaissance des débits

La passe à poissons sera dotée à minima d'une échelle limnimétrique positionnée dans la prise d'eau permettant en fonction d'un abaque, préalablement établi sur la base des modélisations hydrauliques de l'ouvrage, d'évaluer le débit d'alimentation de l'ouvrage.

Dans le cas de la mise en place d'une vanne de régulation de la chute de l'entrée piscicole, celle-ci ne sera asservie qu'au niveau d'eau aval de l'Yonne afin de simplifier sa régulation. La vérification de la chute se fera au moyen de deux échelles limnimétriques positionnées en amont et en aval de l'entrée piscicole en dehors des zones de remous et présentant un calage altimétrique identique.

47

4.6.9 Suivi et évaluation de la passe à poissons

L'opportunité de mettre en place des dispositifs spécifiques permettant l'évaluation de l'efficacité de la passe à poissons sera étudiée en concertation avec les services de la police de l'eau et de l'OFB.

Deux principes de dispositifs sont envisageables :

- Dispositif de piégeage ;
- Dispositif de vidéo-comptage amovible (sans chambre).

4.7 Démarche BIM

4.7.1 Généralités

4.7.1.1 Contexte

Le MOA a fait le choix de mettre en œuvre une démarche BIM pour ce projet, dont la production, la gestion, l'animation et la livraison de la maquette numérique sera assurée par le titulaire du marché.

4.7.1.2 Domaine d'application

Le présent paragraphe précise les besoins relatifs à la conception BIM (Building Information Modeling) du projet de reconstruction du barrage de La Brosse. Il a pour but de définir l'ensemble des prestations à réaliser à minima afin d'assurer la conception et la réalisation du projet selon un process BIM. Il définit donc :

- Les objectifs BIM ;
- Le cadre du programme ;
- La nature des processus attendus.

4.7.2 Attentes du BIM pour le projet

Les candidats devront, au stade de l'offre, détailler dans une note de réponse les objectifs et cas d'usage retenus. Ceux-ci devront à minima permettre les usages attendus définis ci-après, éventuellement élargis à des usages spécifiques supplémentaires proposés par les candidats.

4.7.2.1 Objectifs BIM

Les objectifs BIM ciblés par le MOA sont les suivants :

- Communiquer, visualiser facilement le projet
- Mieux apprécier les intentions fonctionnelles du projet
- Réduire les erreurs de conception
- Réduire les erreurs de réalisation
- Mieux maîtriser le planning
- Mieux maîtriser le coût de construction

Il s'agit d'objectifs minimum, le titulaire pourra proposer des objectifs supplémentaires.

4.7.2.2 Cas d'usages BIM

Afin de répondre aux objectifs BIM définis ci-dessus, la conception BIM devra à minima intégrer les usages suivants :

• 01- Modélisation et analyse de l'existant

Processus concernant l'acquisition et le traitement de données sous forme de maquettes numériques décrivant l'environnement existant d'un projet (modélisation d'une topographie, bathymétrie, scan et contrôle de la réalisation d'ouvrages sur chantier...).

• 02- Production des maquettes numériques

Processus de développement de maquettes numériques contenant des informations utilisables potentiellement tout au long du cycle de vie de l'ouvrage (production de maquettes numériques architecturales, structurelles, par corps d'état technique...).

• 03- Revue de projet

Processus dans lequel les parties intéressées s'approprient des maquettes numériques en vue de la validation de décisions lors de la conception du projet.

• 04- Production de livrables à partir des maquettes numériques

Processus dans lequel la maquette numérique est utilisée pour produire des livrables (plans, coupes, élévations, vues 3D, descriptifs, quantitatifs, nomenclatures, vidéos, fichiers pour la fabrication de maquettes, etc).

• 05- Simulation du déroulement du chantier

Processus dans lequel un modèle 3D est associé à un planning. La dimension temps est utilisée pour planifier la phase d'exécution d'un projet de rénovation, de construction ou de déconstruction.

• 06- Prévention de conflits

Processus par lequel les logiciels de détection de collisions sont utilisés en complément des autres processus de revue de projets. Le but étant de prévenir les conflits entre éléments d'un ou plusieurs modèles métiers.

• 07- Conception de systèmes constructifs

Processus visant à assurer la synthèse et la coordination des méthodes de construction des différents Corps d'Etat en intégrant leurs maquettes numériques respectives.

• 08- Consolidation des maquettes numériques et des documents

Processus utilisé pour actualiser la maquette numérique et sa documentation en vue d'obtenir un modèle "tel que construit" de l'ouvrage (DOE numérique, "carte vitale" de l'ouvrage...).

• 09- Communication du projet

Processus dans lequel la maquette numérique est utilisée pour présenter le futur projet des personnes qui ne sont pas nécessairement habituées à interpréter des plans (membres d'un jury, futurs occupants, ...). Elle aide à la compréhension du projet, et à la perception des espaces intérieurs et extérieurs.

Il s'agit d'objectifs minimum, le titulaire pourra proposer des cas d'usages supplémentaires.

4.7.3 Production / collaboration

4.7.3.1 BIM management

Le titulaire devra identifier un BIM Manager, référent du BIM management du projet et de la coordination entre les différents intervenants. Par ailleurs, chaque entreprise désignera un représentant BIM appelé BIM coordinateur, qui sera en relation directe avec le BIM Manager.

Les rôles et les tâches de chacun devront être clairement définis dans la note de réponse à l'offre.

4.7.3.2 Processus BIM

Le titulaire devra établir un ensemble de processus visant à :

- Permettre la collaboration entre les différents intervenants ;
- Garantir le contrôle et la validation interne et externe des productions BIM ;
- Assurer la diffusion des maquettes à tous les intervenants ;
- Assembler les différentes maquettes ;
- Gérer les conflits géométriques et fonctionnels détectés par les maquettes.

Les équipes en charge des différents processus et la fréquence de réalisation devront être clairement identifiables. Le planning des opérations est à définir en cohérence avec le planning global du projet.

Ces processus devront être traités dans la note de réponse remise à l'offre.

4.7.3.3 Convention BIM

A la notification du marché, une convention BIM sera rédigée par le BIM Manager et validée par la MOA. Y seront détaillés, entre autres, les points suivants :

- Objectifs BIM et usages BIM retenus (à minima ceux du présent document),
- Le processus BIM retenu pour le projet,
- Le rôle et les responsabilités des différents intervenants,
- Logiciels et versions utilisés,
- Formats de fichier,
- Les règles de modélisation communes aux différentes maquettes :
 - Découpage des maquettes,
 - Nommage des éléments de la maquette numérique,
 - Géoréférencement,
 - Niveaux, etc...

La convention BIM constituera le document de référence pour le BIM. Elle sera présentée à l'équipe projet par le titulaire. Elle pourra éventuellement être mise à jour à chaque jalon du projet, sous validation du MOA.

4.7.3.4 Organisation

Le BIM Manager présentera et tiendra un planning BIM. Les points suivants devront être indiqués dans le planning :

- Dépôt des Maquettes Numériques,
- Analyse des Maquettes Numériques,
- Réunions BIM...

Le BIM Manager organisera et animera les réunions BIM pendant toute la durée du projet. Les entreprises devront être représentées par un BIM Coordinateur. Le MOA pourra y participer, accompagné éventuellement d'un AMO si besoin. La fréquence sera ajustée selon l'importance des enjeux et la phase du projet.

Le BIM Manager proposera un ordre du jour au minimum deux jours avant la réunion.

Les outils de conception et collaboration BIM pourront être utilisés pendant ces réunions.

Ces réunions auront pour objectifs :

- Revues de modélisation pour vérifier que chaque intervenant respecte la Convention BIM et les processus établis dans ce document.
- Ateliers thématiques pour résoudre les problèmes :
 - D'interfaces ou d'échanges avec l'utilisation d'outils de conception collaboratifs,
 - D'échange de données.
- Retours sur les dernières analyses de maquette numérique,
- Evolutions de la Convention BIM,
- Sujets BIM divers,
- Visualisation de la Maquette Numérique du Projet.

Les réunions BIM ne se substitueront pas aux réunions de chantier. Chaque réunion BIM donnera lieu à un compte-rendu rédigé par le BIM Manager.

4.7.4 Production

4.7.4.1 Périmètre de la modélisation

L'ensemble des objets des différents corps d'état du projet (gros œuvre, énergie, réseaux divers, équipements, VRD...) devront être modélisés dans les maquettes numériques. Les réseaux seront modélisés jusqu'à leur point de raccordement.

Les maquettes numériques devront comporter à minima une modélisation volumique des ouvrages existants conservés en interface avec le projet. Les modalités de sélection de ces éléments seront discutées avec la MOA.

Les interfaces seront d'ordre spatial ou relatives à l'exploitation du site.

4.7.4.2 Découpage des maquettes

Pour une bonne gestion de la maquette numérique et limiter la taille des fichiers numériques, celle-ci sera structurée par « ouvrage et/ou métier ». Ce découpage sera logique et répondra à des contraintes constructives ou de phasage. Le découpage des maquettes d'ouvrages, par métier, sera laissé à l'appréciation du BIM Manager et sera fait en concertation avec les responsables de chacune des disciplines engagées.

4.7.4.3 Géoréférencement

L'ensemble des maquettes devront être géoréférencées en planimétrie et en altimétrie conformément aux repères précisés qui auront été définis entre la MOA et le titulaire.

4.7.4.4 Niveau de développement, détail et collaboration

Les niveaux de développement, de détail et de collaboration devront correspondre aux objectifs du projet et être traités et détaillés dans la note de réponse remise à l'offre.

4.7.4.5 Livrables

Le titulaire fournira les maquettes BIM aux formats natifs et IFC. Les plans 2D seront livrés au format DWG, PDF. Un format papier supplémentaire pourra être exigé par la MOA sur demande.

5 Organisation et planning

5.1 Comité de suivi du projet

Il est envisagé de mettre en place un comité de suivi du projet.

5.2 Définition des acteurs internes

La maîtrise d'ouvrage du projet de construction des ouvrages sera assurée par VNF. Le service en charge d'assurer le suivi du projet sera la DIMOA.

L'équipe projet intégrera l'exploitant, le pôle maintenance, le SEMEH, la DSIN et le SDVE notamment.

5.3 Données complémentaires nécessaires

Le maître d'œuvre signalera dès les premières phases d'études tout besoin en données complémentaires qui lui manquerait pour envisager la poursuite de ces études.

5.4 Concertation

Une concertation entre la DIMOA et l'UTI sera menée tout au long de l'opération jusqu'à la remise de l'ouvrage à l'exploitant. Chaque étape du projet fera l'objet d'une association des services de la DTCB (UTI et SDVE notamment).

Les autorités administratives et les acteurs locaux compétents seront tenus informés de l'avancée de l'opération et seront associés aux différentes étapes du projet.

Les différentes entités compétentes identifiées à ce stade sont :

- La Police de l'eau ; DRIEAT SPE Ile de France
- L'Office Français pour la Biodiversité (OFB) ;
- Les mairies de La Brosse-Montceaux et Cannes-Ecluse ;
- La Fédération de pêche de l'Yonne ;
- La Fédération Française de Canoë Kayak ;

5.5 Planning

A ce stade du projet, il a été prévu une réalisation des travaux en 3 phases distinctes, réparties sur 3 années durant les périodes hydrauliques favorables.

- Phase n°1 : construction des deux passes en rive droite (passe 4 et 5) ;
- Phase n°2 : construction des passes centrales (passes 2 et 3) ;
- Phase n°3 : construction de la passe en rive gauche (passe 1) et construction de la passe à poissons.

Ce phasage devra permettre une continuité d'exploitation du barrage existant durant toute la durée des travaux. Le planning des travaux envisage 3 années de travaux avec des travaux en rivière en période d'étiage, à définir dans le cadre des opérations de maîtrise d'œuvre en fonction notamment des contraintes hydrauliques et réglementaires.

6 Budget prévisionnel du Maître d'Ouvrage

Le budget prévisionnel pour les travaux de reconstruction du barrage représente une enveloppe de 13 600 000 € HT (valeur juin 2024), dont une part pour divers non métrés de 10%.



Voies navigables de France
175, rue Ludovic Boutleux – CS30820
62408 Béthune cedex Tél : 03 21 63 24 24

VNF.fr     