

Maitre d'ouvrage



Avec la participation financière de



Etang de Goule Commune de Bessais-le-Fromental

Programme de travaux de vidange, curage et travaux sur le barrage - Incidences sur l'ENS Marché subséquent n° 3

Janvier 2024
42152



Somival Ingénierie, 68 rue des Courtiaux 63 000 Clermont Ferrand somival-ingenierie.fr/
Biotope - Agence Centre Bourgogne Antenne de Tours 17 rue de la Rôtisserie 37000 TOURS www.biotope.fr
Athos Environnement, 112 avenue du Brezet 63100 Clermont-Ferrand athos-environnement.fr/

Fiche de validation interne

Affaire :	Etang de Goule - Commune de Bessais-le-Fromental (18) Marché subséquent n° 3 relatif au programme de travaux de vidange, curage et travaux sur le barrage et aux incidences sur l'ENS			
Commentaire	Ce rapport est indissociable du rapport d'étude de la faisabilité des travaux sur le barrage			
Statut :	Rapport provisoire	<input checked="" type="checkbox"/>		
	Rapport définitif	<input type="checkbox"/>		
Numéro d'affaire :	42044			
Intervenants :	Chef de projet Stéphane ROUILLIER SOMIVAL Ingénierie	Environnement Vianney LEPINE SOMIVAL Ingénierie	Eve Marie Mauduit Athos Environnement	Laurent Philippe Biotope
Nom du fichier :	24011242152 Etang de Goule programme trvx			
Rédacteurs :	 68 rue des Courtiaux 63 000 Clermont-Ferrand Tel : 09 54 81 47 87			
Diffusion	Client	Nom :		X exemplaires
	Prestataires externes	nom(s)		

Historique

Indice	Date	Observations	Rédigé par	Vérifié par
V1	Octobre 2023	Première édition du document	V. LEPINE	S. ROUILLIER
V2	Décembre 2023	Compléments suite remarques CD18	V. LEPINE	S. ROUILLIER
V3	Janvier 2024	Nouvelles remarques CD18	V. LEPINE	S. ROUILLIER

Sommaire

1	Préambule	9
2	Considérations préalables	12
2.1	Données du site	12
2.2	Enjeux	18
2.2.1	La sécurité publique	18
2.2.2	Les conditions sanitaires de la baignade	18
2.2.3	L'enjeu environnemental.....	19
2.3	Objectifs de l'opération	20
2.4	Rappel des obligations réglementaires.....	20
2.4.1	Application de l'arrêté du 9 juin 2021	20
2.4.2	Réglementation en matière de curage et de dépôt.....	21
2.4.3	Le règlement d'eau.....	22
2.5	Points soulevés par les services de l'Etat.....	23
2.5.1	Une rivière de contournement ?.....	23
2.5.2	Risque sanitaire lié aux cyanobactéries lors des travaux	25
2.5.2.1	Risques associés aux cyanobactéries dans le cadre de vidange de plans d'eau – Contamination vers l'aval	25
2.5.2.2	Risques associés aux cyanobactéries dans le cadre de curage et d'épandage de sédiment	26
2.5.3	Evaluation du risque inondation jusqu'à Bourges.....	28
2.6	Nouvelles connaissances sur la portance du substrat.....	33
2.7	Apports naturels de sédiment	34
3	Programme de travaux	35
3.1	Rappel : Choix du Département pour une vidange complète y compris des queues de retenues de l'étang amont	35
3.2	Principes	35
3.3	Vidange.....	35
3.3.1	Travaux préparatoires à la vidange.....	36
3.3.1.1	Bassins de décantation aval – travaux pour usage temporaire	36
3.3.1.2	Filtres à sédiment	39
3.3.1.3	Batardeau à l'amont de la RD 564	41
3.3.2	Phasage de la vidange	42
3.3.3	Impact possible sur l'Auron.....	44
3.3.4	Maitrise des rejets de sédiments au cours d'eau	44
3.3.5	Suivi de la qualité des eaux de l'Auron pendant la vidange.....	45
3.3.6	Récupération et destination du poisson	46
3.3.6.1	Consultation des pêcheurs professionnels	47
3.3.6.2	Stratégie proposée	49
3.3.6.3	Communication	49
3.3.7	Carnet de suivi	49
3.4	Travaux sur le barrage	50
3.4.1	Choix du mode d'intervention pour le remplacement de la vanne de fond.....	50
3.4.2	Type de vanne.....	52
3.4.3	Auscultation et automatismes du dispositif de surveillance.....	53
3.4.4	Modernisation du dispositif d'auscultation et de surveillance	53
3.4.5	Estimation des travaux sur le barrage.....	54
3.5	Travaux de curage/désenvasement et de mise en dépôt des sédiments.....	55
3.5.1	Rappel des contraintes.....	55
3.5.2	Rappel de la répartition des sédiments	55
3.5.3	Apports des entreprises générales spécialisées dans le curage	57

3.5.4	Travaux de curage – solution de base	58
3.5.4.1	<i>Infrastructures d'accès à la cuvette et de transport des sédiments</i>	58
3.5.4.2	<i>Investigations géotechniques complémentaires</i>	59
3.5.4.3	<i>Schéma de principe des travaux</i>	61
3.5.4.4	<i>Base vie – personnels sur le chantier</i>	63
3.5.4.5	<i>Scénario de crue en phase de vidange</i>	63
3.5.4.7	<i>Atteinte du taux minimal de 80 % de MS</i>	63
3.5.4.8	<i>Valorisation agricole des sédiments</i>	64
3.5.4.9	<i>Planning du scénario de base</i>	66
3.5.5	Curage : travaux optionnels	69
3.5.5.1	<i>Procédés de séchage supplémentaires</i>	69
3.5.5.2	<i>Répartition des volumes eau/sédiments selon le séchage</i>	69
3.5.5.3	<i>Autres modes de dépôt des sédiments</i>	70
3.5.5.4	<i>Enlèvement des infrastructures de la cuvette en fin d'opération</i>	70
3.6	Impacts environnementaux et prescriptions environnementales	71
3.6.1	Etat initial	71
3.6.1.1	<i>Milieux naturels et espèces végétales</i>	71
3.6.3	Impacts de la version initiale	84
3.6.3.1	<i>Impacts liés à la vidange et à la limitation de la pollution par les fines</i>	84
3.6.3.2	<i>Impacts de l'assèchement de l'étang sur la faune et la flore</i>	84
3.6.3.3	<i>Impacts directs par emprise des travaux</i>	86
3.6.4	Améliorations environnementales du programme	86
3.6.4.1	<i>Améliorations des connaissances</i>	86
3.6.4.2	<i>Introduction aux mesures proposées</i>	86
3.6.4.3	<i>Présentation détaillée des mesures d'évitement</i>	88
3.7	Estimation	112
3.7.1	Travaux de sécurité publique	112
3.7.2	Travaux de curage hors tranches conditionnelles	113
3.7.3	Tranches conditionnelles.....	113
3.7.3.1	<i>Ressuyage complémentaire dans la cuvette</i>	113
3.7.3.2	<i>Epandage et malaxage des sédiments sur les parcelles</i>	113
3.7.3.3	<i>Dépôt en carrière</i>	114
4	Bibliographie.....	115
5	Annexes	119

Annexes

Annexe 1 : Arrêté du 9 juin 2021 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux plans d'eau, y compris en ce qui concerne les modalités de vidange, relevant de la rubrique 3.2.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement.....	119
Annexe 2 : Evaluation des risques liés aux cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux douces - Source ANSES (2020) – citée dans l'étude Athos Environnement sur le risque sanitaire – nov. 2023.....	119
Annexe 3 : Proposition de stratégie de surveillance et de contrôle sanitaire des EDCH vis-à-vis des cyanobactéries planctoniques (Source : ANSES 2020) - citée dans l'étude Athos Environnement sur le risque sanitaire- nov. 2023.....	119
Annexe 4 : Source Code de l'environnement - citée dans l'étude Athos Environnement sur le risque sanitaire- nov. 2023	119
Annexe 5 : Source BRGM (2013) : Test du protocole d'écotoxicologie (critère H14) pour l'évaluation du caractère dangereux de sédiments destinés à une gestion à terre - citée dans l'étude Athos Environnement sur le risque sanitaire- nov. 2023.....	119
Annexe 6 : Source Kaplan-Levy et al. (2010) - citée dans l'étude Athos Environnement sur le risque sanitaire- nov. 2023	119

Tableaux

Tableau 1 : Recommandations pour les niveaux de tolérance calculés (concentration sans effet observé) de microcystine-LR (Source : ANZECC, 2000)	26
Tableau 2 : Concentrations maximales tolérables en cyanotoxines proposées pour l'EDCH (Source : ANSES, 2020)	26
Tableau 3 : Débits de crue (source GEOS)	30
Tableau 4 : Niveau du plan en cas de crues survenant sur assec	30
Tableau 5 : Niveau du plan en cas de crues	31
Tableau 6 : Dimensions des lagunes.....	36
Tableau 7 : Phases de la vidange	42
Tableau 8 : Fréquence et paramètres mesurés pendant la vidange	45
Tableau 9 : Pêcheurs professionnels consultés	47
Tableau 10 : Répartition des volumes selon les difficultés d'extraction	63
Tableau 11 : Parcelles identifiées pour l'apport de sédiment	65
Tableau 12 : Planning général	66
Tableau 13 : Planning d'obtention des autorisations administratives.....	67
Tableau 14 : Planning du curage	68
Tableau 15 : Espèces de flore remarquable présentes sur l'ENS	71
Tableau 16 : Espèces de faune les plus remarquables présentes sur l'ENS (liste non complète)	75
Tableau 17 : Effets génériques de ce type de projet sur la faune et la flore	82
Tableau 18 : Risques d'impacts liés à l'assèchement.....	85
Tableau 19 : Principales mesures d'évitement et de réduction	87
Tableau 20 : Estimation 18/12/2023 - valeur octobre 2023	112

Figures

Figure 1 : Plan de situation.....	11
Figure 2 : Surface en ha et volume en millions de m3 du plan d'eau (aval) en fonction de la cote de l'eau – 05/05/2021	12
Figure 3 : Volume des sédiments exondés et noyés en fonction de la cote du niveau d'eau -	13
Figure 4 : Carte des épaisseurs de sédiments - bathymétrie du 05/05/2021 et points de prélèvement Athos Environnement.....	14
Figure 5 : Parcelles de l'ENS	15
Figure 6 : les habitats naturels de l'ENS.....	16
Figure 7 : La vanne de vidange de fond à remplacer.....	18
Figure 8 : Sensibilité des milieux autour de l'étang de Goule	19
Figure 9 : Tracé envisageable pour une rivière de contournement – profil en long	24
Figure 10 : Bassin versant de l'Auron au plan d'eau du Val d'Auron (source SHYREG-INRAE)	28
Figure 11 : Synthèse des résultats de l'étude de laminage des crues	29
Figure 12 : Courbe cote-volume et surface-volume de la retenue (source GEOS)	30
Figure 13 : Débitance des vannes du barrage (source GEOS)	31
Figure 14 : Localisation des prélèvements et des essais de pénétration dynamique.....	33
Figure 15 : Plan d'ensemble du dispositif d'assainissement – Safège 2014	36
Figure 16 : Extrait du plan coté des lagunes.....	37
Figure 17 : Coupe sommaire entre la pêcherie et la 1ere lagune.....	37
Figure 18 : Pose de filtres en aval de la pêcherie	39
Figure 19 : La pêcherie - 23/11/2020	40
Figure 20 : Emplacement du batardeau proposé.....	41
Figure 21 : Surface en eau à la cote 205,85 m NGF69	43
Figure 22 : Evolution 2015 – 2021 de la composition relative pondérale des populations piscicoles en %	46
Figure 23 : Plan de situation des piézomètres.....	53
Figure 24 : Répartition des volumes de sédiments d'après l'étude bathymétrique.....	56
Figure 25 : Points d'investigation proposés après abaissement à 207,86 m NGF 69 (-2,34 m)	60

Figure 26 : Plan des travaux proposés (vue large)	61
Figure 27 : Zoom programme de travaux.....	62
Figure 28 : Parcelles pressenties pour la valorisation agricole des sédiments et zones exclues.....	65
Figure 30 : Zones de dépôt intermédiaires optionnelles.....	69
Figure 31 : Situation des carrières.....	70
Figure 32 : Situation de la carrière de La Font au Pain	70

Références utilisées

- [1] Etudes des scénarios de traitement des cyanobactéries – Somival Ingénierie - Janvier 2022, 14
- [2] MISE A JOUR DES ETUDES HYDROLOGIQUE ET DE LAMINAGE DES CRUES HYDROLOGIE-LAMINAGE des crues -GEOS- rapport N°1750-1436-2 Novembre 2019 - Version 1.1, 30
- [25b] Arrêté du 9 juin 2021 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux plans d'eau, y compris en ce qui concerne les modalités de vidange, relevant de la rubrique 3.2.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement, 77
- [28b] PRELEVEMENTS ET ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LE CADRE DES ETUDES COMPLEMENTAIRES - CCTP - Département du Cher - juin 2022, 77
- [28c] ANALYSES DES SEDIMENTS - Géocentre - Forsol - Septembre 2022, 77
- [28d] Identification des possibilités des sédiments de l'étang de Goule - Chambre d'agriculture - décembre 2022, 77
- [28f] ETUDE PREALABLE A L'EPANDAGE DE SEDIMENTS ETANG DE GOULE - Terralto - Chambre d'agriculture du Cher - décembre 2023, 65
- [50] ENS_SITE-CG, 79
- [50b] Cartographies des inventaires naturalistes 2014 à 2020 - Département du Cher et Biotope, 79
- [50c] Fichiers SIG 2014 à 2020 - Biotope, 79
- [51] Etat du peuplement piscicole - Fiche synthétique - septembre 2015 - ONEMA, 47
- [52] Synthèse PDPG 2019 - 2023 - vfinal - Fédération Départementale de pêche 18, 47
- [53] PDPG 2019-2023 - fiches version finalisée 2020 - Fédération Départementale de pêche 18, 47
- [58b] – Plan des conduites EU avec levers topo des lagunes 1 et 2 – Safège 2014, 38

Lexique

AAPPMA : Association Agrée de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique
AELB : Agence de l'eau Loire-Bretagne
AFB : Agence Française pour la Biodiversité
AP : Arrêté Préfectoral
B : Bore
BETCGB : Bureau d'Etude Technique et de Contrôle des Grands Barrages
BRGM : Bureau de Recherches Géologique et Minières
BV : Bassin Versant
Co : Cobalt
CTMA : Contrat Territorial Milieux Aquatiques
CTG2Q : Contrat Territorial de Gestion Quantitative et Qualitative (du SAGE)
Cu : Cuivre
DCE : Directive Cadre sur l'Eau
DDT : Direction Départementale des Territoires
DRAAF : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
EEE : Espèce Exotique Envahissante
ENS : Espace Naturel Sensible
EqHab : Equivalent Habitant
EVC : Evacuateur de crue
FD / FDAAPPMA : Fédération Départementale pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique
Fe : Fer
GEMAPI : Gestion des Milieux Aquatiques et la Prévention des Inondations
GNT : Graves Non Traitées
ha : Hectare
Hab/km² : nombre d'habitant par kilomètre carré.
IBD : Indice Biologique Diatomées
IBGN : Indice Biologique Global Normalisé
IBML : indice biologique macrophytique en la
IBMR : Indice Biologique Macrophytes
ICPE (A ou E) : Installation Classée pour la
ILox : Indice de saturation en oxygène
Protection de l'Environnement (Autorisation ou Enregistrement)
IGN : Institut Géographique National
INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
IPLAC : Indice Phytoplancton Lacustre
IPR : Indice Poisson Rivière
Km : Kilomètre
Km² : Kilomètre carré
MES : Matière en Suspension
mNGF : Mètre, Nivellement Général de la France
Mm³ : million de m³
Mn : manganèse
MO : Matière Organique
NH₄ : ammonium
O₂ : Oxygène
PAOT : Plan d'Actions Opérationnel Territorialisé
PdM : Programme de Mesures
PDPG : Plan Départemental pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources piscicoles
PGP : Plan de Gestion Piscicole
pH : potentiel Hydrogène
QMNA5 : Débit mensuel
ROE : Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement
Ru : Ruisseau
S : Salmonicole
SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

SDAGE : Schéma directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau
SEQ-Eau : Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau
SIAB3A : Syndicat pour l'Aménagement des Bassins de l'Auron, de l'Airain et de leurs affluents
SIG : Système d'Information Géographique
SDVP : Schéma départemental de vocation piscicole
SPANC : Service Public d'Assainissement Non Collectif
STEP : Station d'épuration
STEU : Station de Traitement de l'Eau
SYRAH : Système Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie
T° : Température
ZICO : Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux
Zn : Zinc
ZNIEFF1 : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique de type 1
ZNIEFF2 : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique de type 2 d'étiage pour 5 ans
ZRE : Zone de Répartition des Eaux

1 PREAMBULE

Le présent document intéresse l'étang de Goule.

Ce plan d'eau est implanté sur le cours d'eau de l'Auron en tête de bassin versant. Cette rivière est un sous-affluent du Cher et de la Loire. L'étang de Goule est donc inclus dans le bassin versant de la Loire.

A la frontière entre deux départements, le Cher au nord (5% de sa superficie) et l'Allier au sud (95% de sa superficie) il se situe à proximité de la commune de Bessais-le-Fromental, à l'est de Saint-Amand-Montrond. et sud-est du département du Cher (Figure 1).

L'étang est actuellement la propriété du Conseil Départemental du Cher.

Le présent rapport est le 3^{ème} rapport de Somival Ingénierie mandataire (marché subséquent n° 3) sur les études préalables à la vidange et au curage du plan d'eau les 2 précédents étant :

1. **Marché subséquent n°1** : l'étude des scénarios de vidange et curage et la faisabilité des travaux de remplacement de la vanne de fond et de modernisation de la surveillance de l'auscultation – janvier 2022
2. **Marché subséquent n°2** : Prélèvements et analyses de sédiments sur l'Étang de Goule (03) – juillet 2022

L'ENS

L'étang de Goule se distingue en plusieurs secteurs :

- L'étang majeur, correspondant à la partie nord, est aménagé pour la pratique de la baignade et des loisirs aquatiques,
- L'étang mineur, situé en queue de retenue, est plus sauvage.

Une grande partie du site de l'étang de Goule est labellisée en espace naturel sensible (ENS) interdépartemental par le Conseil Département du Cher et le Conseil Départemental de l'Allier.

Objet du marché subséquent n°3

Le scénario de commande n° 1 d'études préalables comprenait, entre autres, l'élaboration d'un programme de travaux. Le premier marché subséquent n'intégrait pas l'élaboration de ce programme de travaux aujourd'hui nécessaire à la consultation de l'assemblée départementale.

Ce rapport n° 3 vient donc préciser les éléments du programme.

Par ailleurs, la concertation avec les services de l'Etat, notamment les échanges avec la DDT du Cher le 2 mai 2023, ainsi que les études préalables (rapport n° 1) ont fait apparaître de nouvelles questions. Entre autre, le rapport n° 1 a montré que les travaux de curage pouvaient impacter les habitats et espèces de l'Espace Naturel Sensible (ENS) géré par le Département du Cher.

Ainsi, le présent rapport traite des points suivants conformément au CCTP initial :

- La présentation des données du site ;
- Le contexte et les enjeux ;
- Les objectifs de l'opération ;
- Les intervenants ;
- L'expression des besoins ;
- Les exigences techniques et environnementales ;
- L'enveloppe financière du projet ;
- Les annexes utiles ;
- Tout autre élément jugé utile par le prestataire.

Il prévoit également :

- Les solutions envisagées et les coûts associés pour réaliser la vidange,
- L'étude du scénario de crue en phase de vidange,
- L'étude du risque inondation jusqu'à Bourges,
- Prescriptions vis-à-vis des poissons et des apports de fines au cours d'eau,
- Les procédés employés pour extraire les sédiments,
- Une synthèse du plan d'épandage proposé par la chambre d'agriculture,
- L'étude d'une alternative à l'épandage : mise en carrière.

En outre, le programme de travaux comprendra aussi un schéma de principe du fond de l'étang une fois la vidange effectuée : lit de l'Auron, merlons à créer, zone de stockage et de séchage des sédiments.

Compte tenu des échanges récents avec les DDT18 et 03, s'ajoutent au contenu précédent les prestations suivantes :

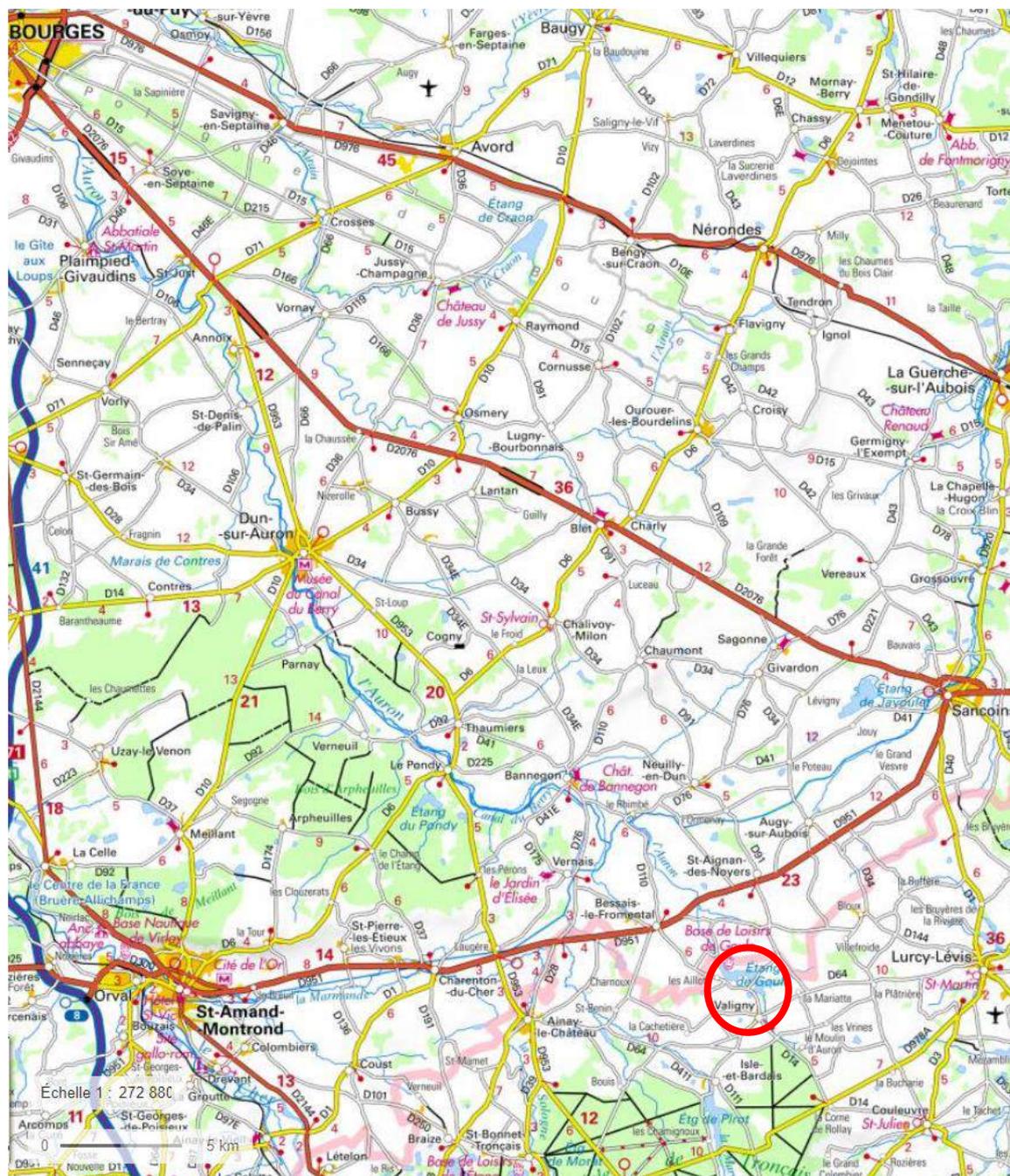
- L'argumentaire permettant d'écarter le principe d'une rivière de contournement,
- L'évaluation sommaire du risque sanitaire lié aux cyanobactéries lors du curage, du transport, de l'épandage et dans les sols, (notion de composés dangereux et non dangereux / composés organiques persistants),
- Le plan d'épandage des 120 000 m³ de sédiments y compris les tests agronomiques,
- L'étude du risque d'inondation jusqu'à Bourges.

Et avec **l'intervention de Biotope** qui procède aux inventaires de l'ENS :

- L'étude des incidences du programme sur l'ENS et les prescriptions applicables,
- L'amélioration environnementale du programme de travaux afin d'éviter ou réduire les impacts sur les espèces protégées.
- La demande d'examen au cas par cas pour étude d'impact (pour des raisons d'urgence).

Figure 1 : Plan de situation

Source Géoportail



Etang de Goule
Programme de travaux de vidange, curage et travaux sur le barrage -
Incidences sur l'ENS - Marché subséquent n° 3
42152 – Janvier 2024

2 CONSIDERATIONS PREALABLES

Le rapport de [1] Etudes des scénarios de traitement des cyanobactéries – Somival Ingénierie - Janvier 2022 est à consulter pour plus de précisions sur l'étang, les données de site et les enjeux.

Seul figure ci-dessous un résumé des données principales nécessaires à la compréhension.

2.1 DONNEES DU SITE

L'étang de Goule aval s'étend sur 45,4 ha et son bassin versant sur 34,5 km² - essentiellement agricole. L'ouvrage qui barre la rivière l'Auron est ancien (1838). Il crée une chute de 13,8 m entre la crête du barrage et le fil d'eau en aval.

L'étang est un secteur prisé pour la pêche et pour la baignade. Une base de loisirs située proche du barrage accueille chaque année de nombreux baigneurs et estivants. Elle est gérée par la Société Publique Locale « 1000 lieux du Berry ». Elle assure également le suivi du fonctionnement des vannes du barrage. L'étang joue un rôle social important pour les familles. Toutefois, la baignade a été interdite plusieurs fois ces dernières années en raison d'apparition de cyanobactéries (blooms) sous l'action conjuguée de la charge externe et interne en nutriments, de la désoxygénation, de la chaleur et du vent et de la présence de cellules de résistance (akinètes) dans les sédiments. L'étang de Goule présente des déséquilibres physico-chimiques et biologiques importants.

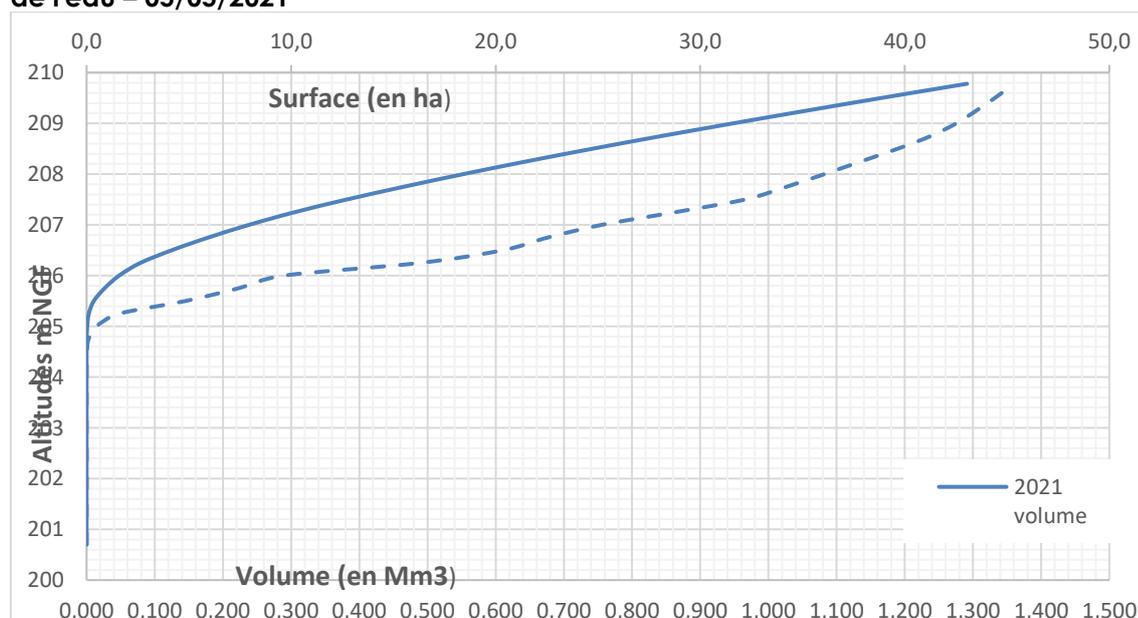
Hydrologie

Le module de l'Auron au droit du barrage de Goule peut être estimé à 0,169 m³/s. Les débits de crue atteignent 13,3 m³/s pour la période de retour décennale et 35,3 m³/s pour la centennale. Le règlement d'eau, édicté dans le cadre du SAGE Yèvre Auron, fixe le débit maximal de vidange autorisé à 1 m³/s. Le débit réservé est de 30 l/s.

Volume de la retenue

Les mesures bathymétriques de l'étang aval conduisent à une estimation du volume maximum à 1,3 Mm³ pour une surface de 45,4 ha tenant compte du volume des sédiments

Figure 2 : Surface en ha et volume en millions de m³ du plan d'eau (aval) en fonction de la cote de l'eau – 05/05/2021

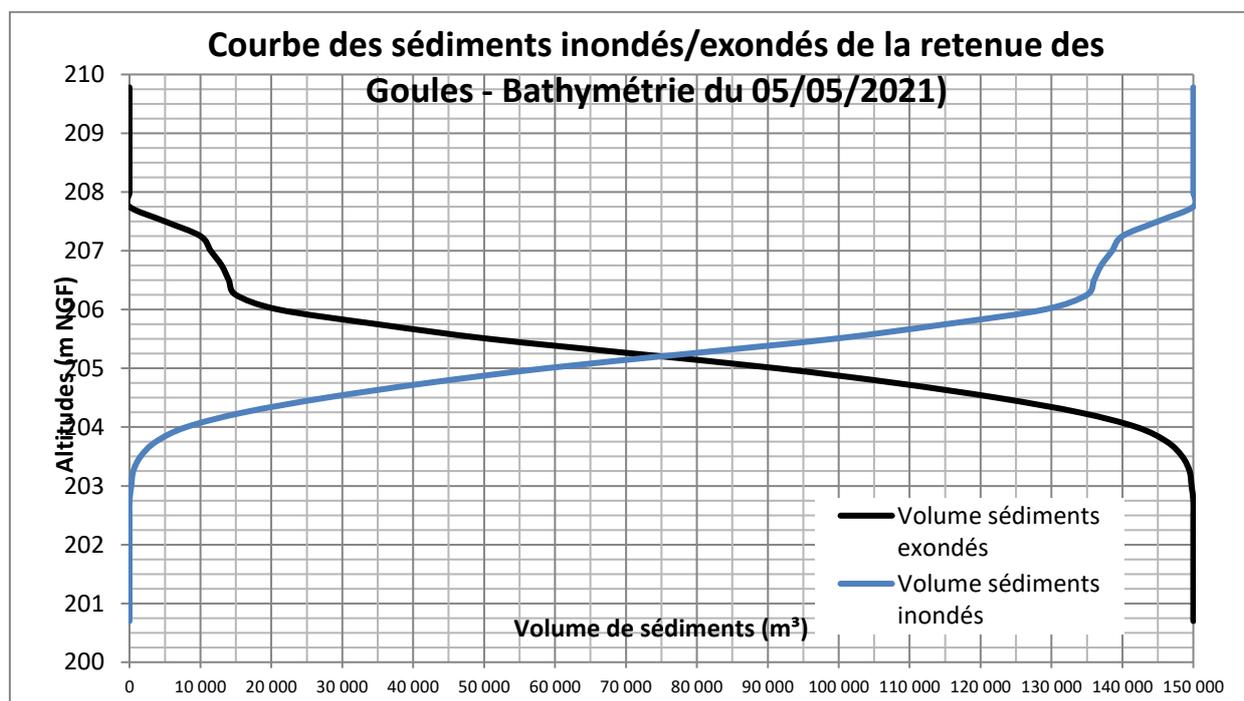


Volume et qualité des sédiments

La quantité de sédiments contenu dans la retenue est d'environ 150 000 m³, dont les épaisseurs sont concentrées uniquement dans les parties les plus profondes de l'étang, composées d'une granulométrie s'échelonnant entre les fines et les sables fins à grossiers (voir carottages Athos environnement).

- Sur la partie amont, les épaisseurs varient de 10 cm à 1.2 m, avec aucun dépôt sur les abords et dans les pentes de l'étang.
- Dans la partie médiane, les épaisseurs de sédiments augmentent jusqu'à 2.2 m au maximum avec en moyenne 1.5 m.
- A l'amont du barrage, les épaisseurs sont très hétérogènes et varient entre 0 et 2.4 m (carottages ATHOS Environnement, 2021).

Figure 3 : Volume des sédiments exondés et noyés en fonction de la cote du niveau d'eau -
D'après : Veodis -3D [28]



Au plan qualitatif :

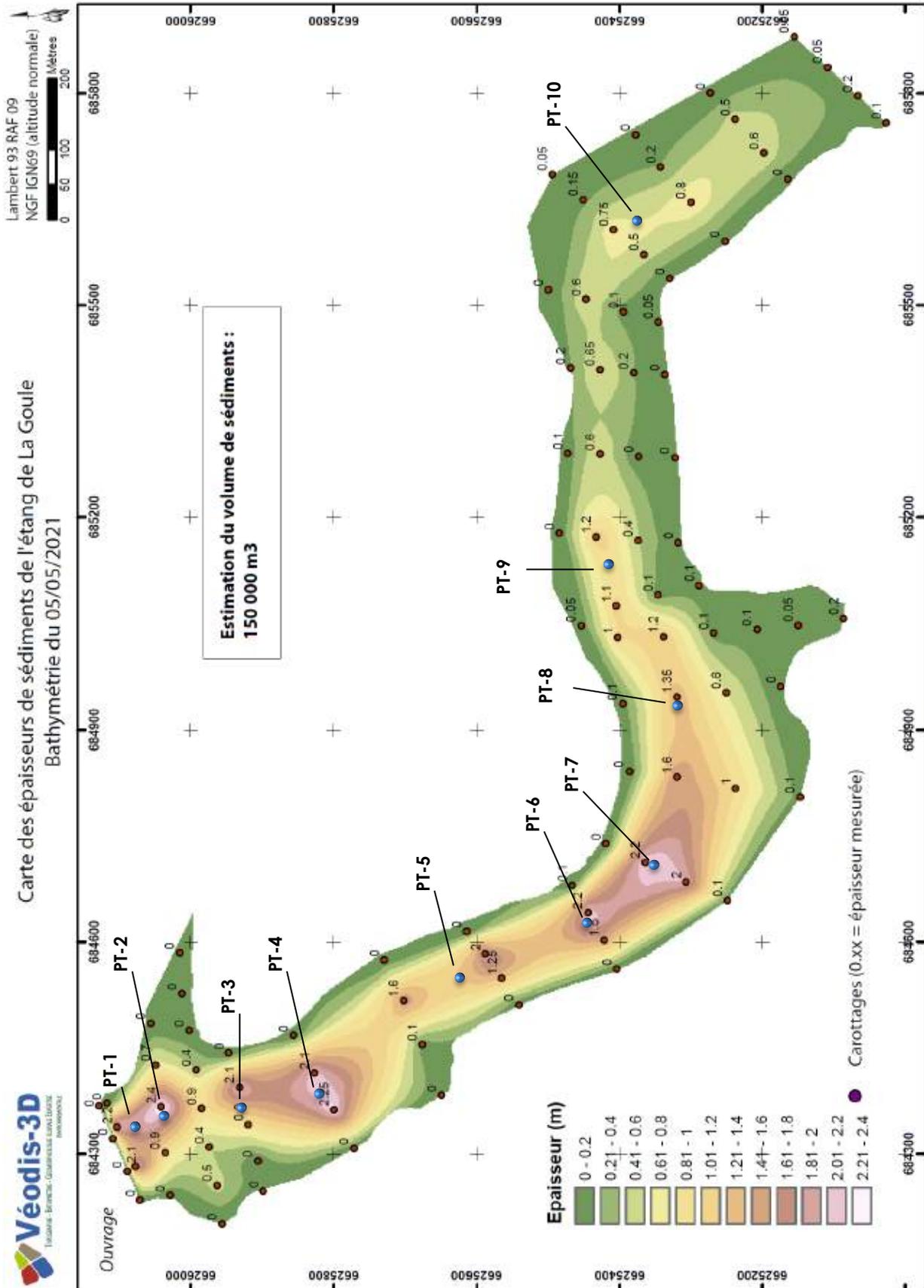
- L'ensemble des concentrations observées sont toutes inférieures au seuil de stockage des déchets inertes.
- Parmi les micropolluants recherchés, aucune concentration ne dépasse les seuils réglementaires.
- Les sédiments sont valorisables en agriculture. La Chambre d'agriculture du Cher a été missionnée pour étudier cette possibilité (p. 63).

Les cyanobactéries

Les résultats concernent les akinètes (cellules de résistance) dans le cadre des cyanobactéries filamenteuses (*Anabaena* et *Aphanizomenon*) ou des cellules végétatives dans le cadre des cyanobactéries coloniales.

Sur tous les points de prélèvement, le nombre d'akinètes en surface est toujours supérieur à celui du fond. Les différences sont particulièrement importantes sur les points situés les plus en amont (7,9 et 10), notamment pour le point 9 (2 919 584 akinètes en surface contre 113 801 au fond). À noter que le point 4 est celui qui présente le moins de différence. Les akinètes sont 2 fois plus abondants dans la moitié amont du plan d'eau que dans la moitié aval.

Figure 4 : Carte des épaisseurs de sédiments - bathymétrie du 05/05/2021 et points de prélèvement Athos Environnement



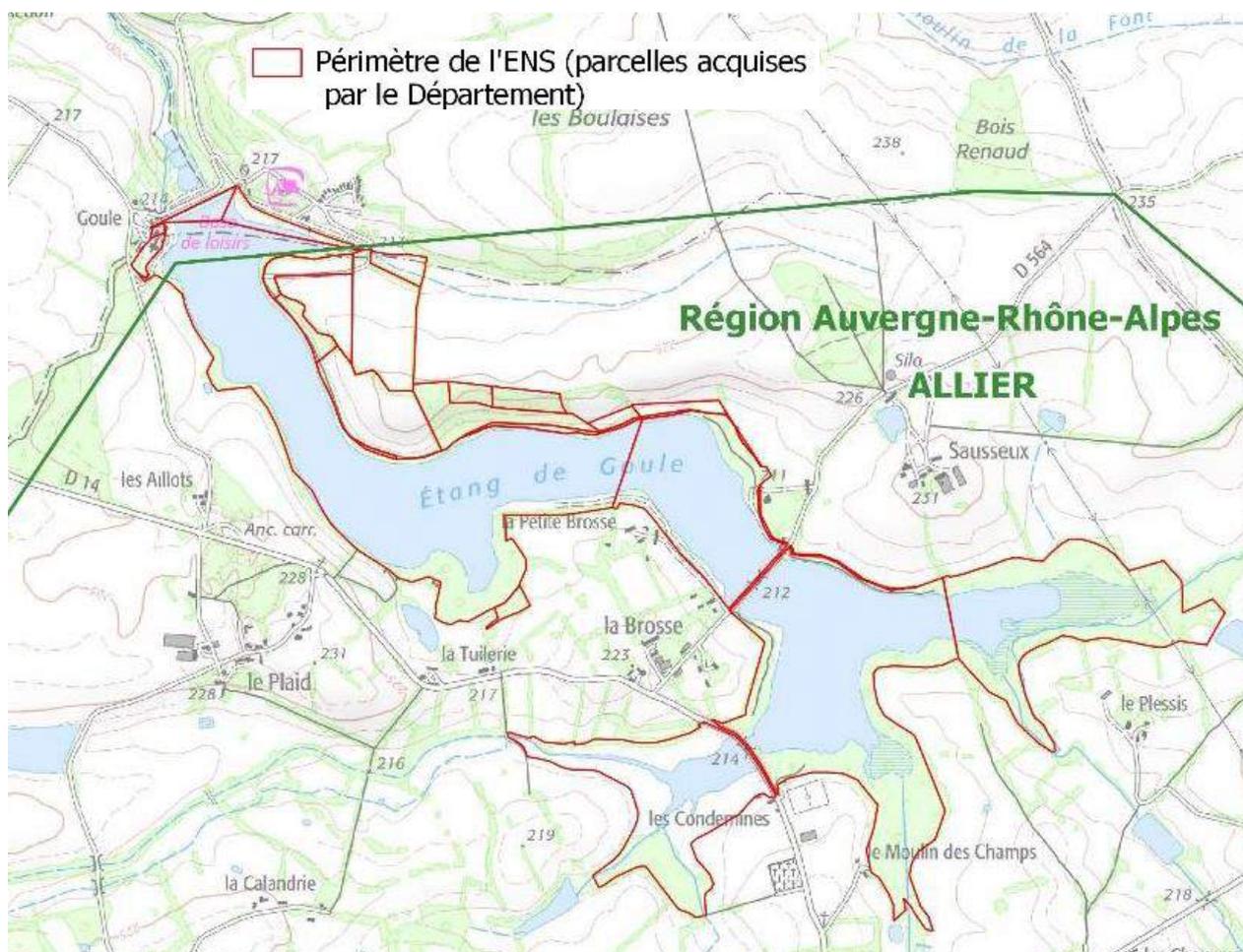
Etang de Goule
Programme de travaux de vidange, curage et travaux sur le barrage -
Incidences sur l'ENS - Marché subséquent n° 3
42152 - Janvier 2024

L'ENS

Les 150 hectares de ce site offrent un refuge pour plus de 200 espèces d'oiseaux notamment des migrateurs. Côté flore, plus d'une centaine de variétés de plantes ont été répertoriées comme le rarissime *Aster linosyris*. Une agréable balade est possible autour du lac avec des panneaux d'orientation. L'ENS accueille chaque année de nombreux visiteurs pour des sorties nature encadrées.

Le plan d'eau amont (amont de la RD 564 entre La Brosse et Sausseux) est la partie la plus riche. En particulier, plusieurs ceintures de végétation offrent des habitats refuge pour l'avifaune.

Figure 5 : Parcelles de l'ENS



Aspects piscicoles

L'Auron présente un état écologique « médiocre ». Cette note résulte d'un peuplement piscicole peu diversifié qui affectionne les eaux chargées en matière organique.

Dans l'étang la faune piscicole observée en 2015 et en 2021 est caractéristique d'un milieu eutrophe. Les investigations rendent compte des capacités trophiques élevées de ce type de plan d'eau et la présence d'espèces robustes et peu sensibles aux conditions d'oxygénation, comme le poisson-chat et la brème commune, qui profitent de cette situation.

Les rendements de pêche ont diminué entre 2015 (111 kg/1000 m²) et 2021 (89 kg/1000 m²) ce qui n'est pas le cas pour les effectifs pêchés. Les individus sont donc plus petits en moyenne en 2021 qu'en 2015.

En comparaison avec l'échantillonnage réalisé en 2015, on remarque que le brochet et le silure n'ont pas été inventoriés et que la population de sandre s'est fortement réduite. Les populations de gardon, de brème bordelière et de brème commune se développent.

En 2015 on observait une légère préférence des poissons pour la strate la moins profonde (741 individus soit 62 % des captures). Cette zone correspond aussi aux secteurs où l'habitat est plus diversifié (proximité des berges), ce qui contribue à renforcer son attractivité. A l'inverse, la fréquentation moindre de la strate la plus profonde peut s'expliquer par la présence d'une zone peu compatible avec la vie piscicole en raison d'une désoxygénation prononcée.

Le programme d'actions du SAGE YEVRE-AURON

L'étang de Goule est cité au Contrat Territorial de Gestion Quantitative et Qualitative (CTG2Q) de l'eau du bassin du Cher.

ENJEU	ss-enjeu	mode d'action	ref.	intitulé action	niv. Prio.	période mise en œuvre	pilote	motif de sortie du plan d'action
2	1	Connaissance	21C2	Favoriser l'amélioration de la qualité de l'eau de l'étang de Goule (via la restauration de zones humides)	++	2021-2023	CD18	non éligible au CTG2Q
3	2	Dialogue	32D2	Favoriser l'amélioration de la qualité de l'eau de l'étang de Goulé (via des actions agricoles)	+++	2021-2023	CD18	non éligible au CTG2Q

Ces actions ont toutefois été écartées du programme d'actions 2021-2023 par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne mais elles ont été réalisées par le Département du Cher de 2021 à 2023 avec le soutien financier du Département de l'Allier.

2.2 ENJEUX

Il existe au moins trois enjeux importants pour la retenue :

- **Un enjeu de sécurité publique** : le barrage doit disposer d'une vanne de fond totalement fonctionnelle pour garantir la sécurité publique,
- **Un enjeu sanitaire pour la baignade** : le plan d'eau doit pouvoir être autorisé à la baignade sans risque sanitaire lié aux cyanobactéries,
- **Un enjeu environnemental** : classé en ENS, le patrimoine naturel notamment, l'étang amont, doit être préservé ; plus largement les milieux aquatiques doivent être protégés.

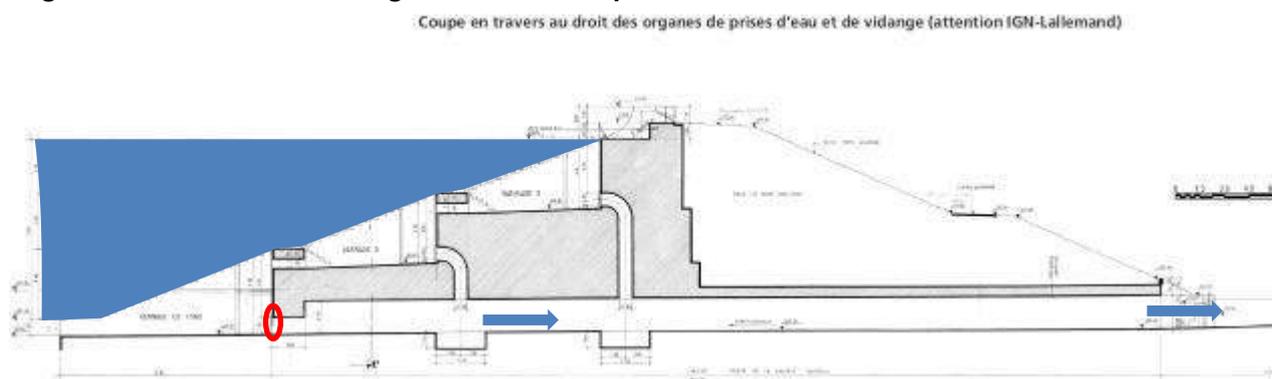
Chacun de ces enjeux est présenté plus en détail ci-après.

2.2.1 La sécurité publique

Dans le cadre des opérations de maintenance et de surveillance réalisées par le Département sur le barrage, des plongeurs ont mis en évidence en août 2018 que la vanne de fond présente un risque de rupture et nécessite d'être remplacée.

Le cabinet GEOS a été mandaté pour apporter son expertise sur cet incident afin de préciser la nature des désordres et les dispositions à prendre. Le rapport d'étude et les préconisations de la DREAL détaillent la nature des ouvrages, les dysfonctionnements constatés et les mesures à prendre pour son remplacement. De plus le service de contrôle de la sécurité des ouvrages hydrauliques (SCSOH) de la DREAL Centre Val de Loire exige que le Département procède à un diagnostic exhaustif de l'état et un bilan de conception, de comportement et d'état des ouvrages.

Figure 7 : La vanne de vidange de fond à remplacer



Par ailleurs, le Département souhaite moderniser l'auscultation du barrage de Goule et la surveillance du niveau du plan d'eau.

L'objectif de changement de cette vanne est prioritaire.

2.2.2 Les conditions sanitaires de la baignade

L'étang de Goule est soumis depuis plusieurs années à des proliférations estivales de cyanobactéries, impactant les activités de loisirs en place. Dans ce cadre, le Département du Cher a engagé en 2018 un diagnostic global de l'étang permettant de mettre en évidence les facteurs influençant les proliférations de cyanobactéries.

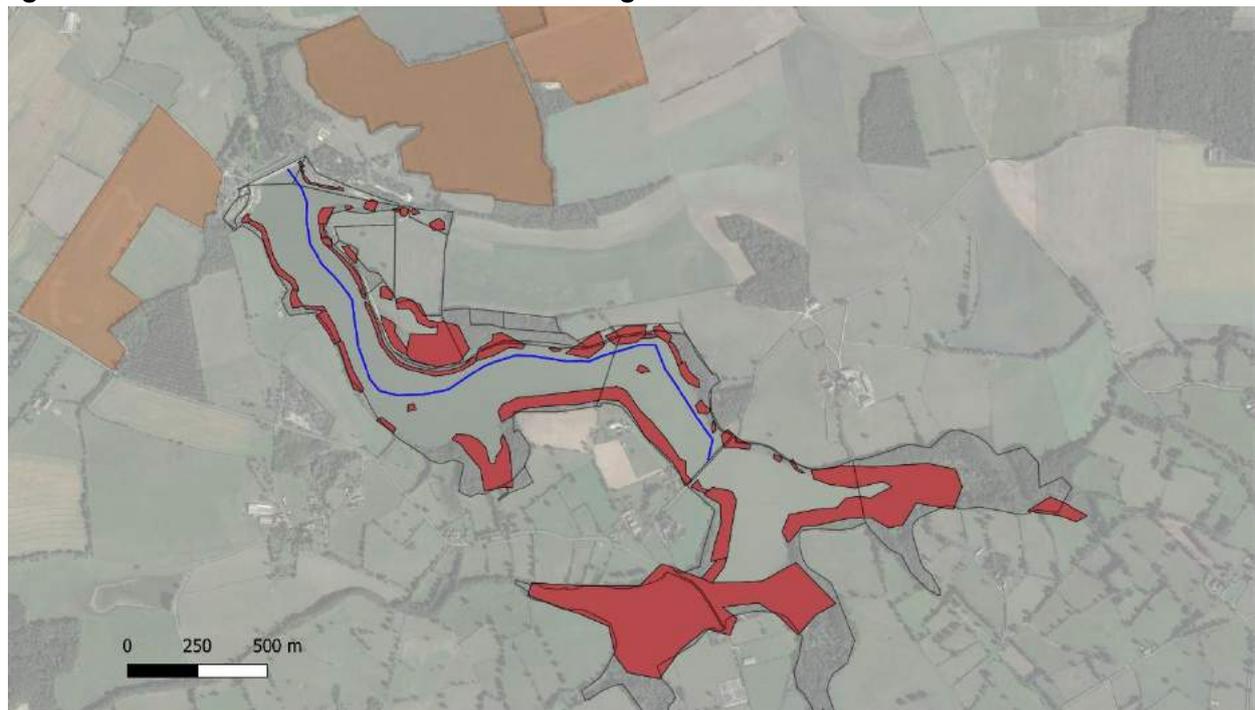
ATHOS Environnement puis Somival ingénierie ont été mandatés pour apporter leur expertise sur cette problématique, aboutissant à des propositions d'actions pour limiter leur développement et les risques sanitaires associés.

Il apparaît que la lutte contre les cyanobactéries passera nécessairement par un traitement curatif : **l'extraction des sédiments** qui représente la charge interne du plan d'eau en phosphore et en cellules résistantes. En parallèle, un traitement préventif est aussi engagé par le Département pour la réduction des apports nutritifs au plan d'eau (intrants agricoles).

2.2.3 L'enjeu environnemental

Le barrage est implanté sur la rivière l'Auron. La préservation de la qualité environnementale des milieux aquatiques, autant la rivière que la masse d'eau constituée par l'étang, est un enjeu essentiel. Des précautions sont indispensables pour préserver la qualité physico-chimique et écologique des eaux et l'ENS.

Figure 8 : Sensibilité des milieux autour de l'étang de Goule



- Lit naturel de l'Auron d'après bathymétrie du 5 mai 2021
- Parcelles agricoles pressenties pour restructuration des sols

Sensibilités environnementales (d'après Biotope)

- zones_sensibles

Cartographie Somival Ingénierie - VL - Octobre 2023
Sensibilités environnementales d'après Biotope 2023
Fond de plan Google Satellite

2.3 OBJECTIFS DE L'OPERATION

Au regard des enjeux présentés ci-avant, les objectifs dans l'ordre des priorités sont :

- remplacer la vanne de vidange,
- traiter les cyanobactéries par curage des sédiments.

Corollairement, ces opérations doivent se faire avec un minimum d'impacts environnementaux en particulier sur les milieux aquatiques (cours d'eau, plan d'eau, ceintures de végétation autour de l'étang) et l'ENS dans son ensemble.

2.4 RAPPEL DES OBLIGATIONS REGLEMENTAIRES

Les vidanges doivent suivre les prescriptions de l'arrêté du 9 juin 2021 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux plans d'eau, y compris en ce qui concerne les modalités de vidange, relevant de la rubrique 3.2.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement [25b].

2.4.1 Application de l'arrêté du 9 juin 2021

L'arrêté du 9 juin 2021 est applicable notamment en ce qui concerne les modalités de vidange (mais pas du curage) qui font l'objet du chapitre IV de l'arrêté.

On notera en particulier :

Période retenue pour la vidange - Article 17 ;

Si les eaux de vidange s'écoulent dans un cours d'eau de première catégorie piscicole, la vidange d'un plan d'eau est interdite pendant la période du 1er novembre au 31 mars. L'Auron n'étant pas classé en 1ère catégorie, cette période d'interdiction n'est pas applicable au plan d'eau de Goule. Le service instructeur peut cependant demander des prescriptions complémentaires et ajouter diverses précisions (dates).

Manœuvre des vannes - Article 18 :

Les dispositifs limitant les départs des sédiments prévus à l'article 10 sont régulièrement entretenus et opérationnels lors de la vidange.

Pour réduire la mobilisation et l'entraînement des sédiments à l'aval du plan d'eau, le débit de vidange est contrôlé par manœuvre et surveillance des organes de vidange afin de limiter la vitesse d'abaissement du niveau du plan d'eau, voire d'arrêter momentanément la vidange. Même si l'article 18 ne le précise pas, l'exploitant (le Département) assure la manœuvre des vannes. Un protocole de vidange (mais aussi de remplissage) est établi dans le dossier de demande d'autorisation. Il peut être rappelé dans l'AP d'autorisation. Il précise quelle procédure doit être effectuée en cas de problème.

Suivi de la qualité des eaux rejetées pendant la vidange - Article 19 :

Durant la vidange, les eaux rejetées dans le cours d'eau respectent les valeurs suivantes en moyenne sur deux heures :

- matières en suspension (MES) : inférieure à 1 gramme par litre ;
- ammonium (NH4) : inférieure à 2 milligrammes par litre ;
- teneur en oxygène dissous (O2) : supérieure à 3 milligrammes par litre.

Lutte contre la dissémination des plantes exotiques envahissantes - Articles 11 et 20 :

Article 11 : (...) le plan d'eau est vidangé en évitant toute dissémination de plantes exotiques envahissantes. Ces espèces sont détruites par divers moyens adaptés et respectueux des enjeux environnementaux. (...) ; ce point sera précisé dans le dossier d'autorisation.

Article 20 : (...) Les espèces de plantes exotiques envahissantes sont détruites par divers moyens adaptés et respectueux des enjeux environnementaux, notamment par curage, par mise à sec prolongée ou par des techniques spécifiques. (...)

Récupération des poissons : Article 20 : (...)

Pour tous les plans d'eau, l'opération de vidange est conduite de manière à permettre la récupération de tous les poissons et crustacés entraînés par le flux de la vidange, afin notamment d'éviter le passage des espèces indésirables dans le milieu récepteur.

Période de remplissage - Articles 8 et 17 :

Article 8 : Prescriptions de l'article 8 non applicables au plan d'eau de Goule qui n'est pas un plan d'eau alimenté par prélèvement en cours d'eau et nappe d'accompagnement. En principe, il n'est donc pas imposé de période de remplissage ce qui ne signifie pas que cela ne sera pas défini dans l'AP en fonction des sensibilités.

Article 17 : Le service chargé de la police de l'eau est informé au moins quinze jours à l'avance de la date du début de la remise en eau.

Un protocole de remplissage sera établi.

2.4.2 Réglementation en matière de curage et de dépôt

Le code de l'environnement

La loi sur l'eau et les milieux aquatiques du 30 décembre 2006 a modifié le code de l'environnement et a remplacé la notion de « curage régulier » par la notion d'« entretien régulier » inscrit dans **un plan de gestion** établi à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente et compatible avec les objectifs du schéma d'aménagement et de gestion des eaux, ici le SAGE Yèvre-Auron.

Les plans d'eau sont mentionnés. Le plan de gestion peut comprendre une phase de restauration prévoyant des interventions telles que le curage. Le recours au curage doit être limité à certains objectifs dont celui de la lutte contre l'eutrophisation.

Le dépôt ou l'épandage des produits de curage est subordonné à l'évaluation de leur innocuité vis-à-vis de la protection des sols et des eaux.

Art. L215-15

« I. – Les opérations groupées d'entretien régulier d'un cours d'eau, canal ou plan d'eau et celles qu'impose en montagne la sécurisation des torrents sont menées dans le cadre d'un plan de gestion établi à l'échelle d'une unité hydrographique cohérente et compatible avec les objectifs du schéma d'aménagement et de gestion des eaux lorsqu'il existe. Ce plan de gestion est approuvé par l'autorité administrative. Lorsque les opérations constituant le plan de gestion sont soumises à autorisation au titre de l'article L. 181-1 ou à déclaration au titre de l'article L. 214-3, l'autorisation environnementale ou la déclaration valent approbation du plan de gestion.

Lorsque les collectivités territoriales, leurs groupements ou les syndicats mixtes créés en application de l'article L. 5721-2 du code général des collectivités territoriales prennent en charge cet entretien groupé en application de l'article L. 211-7 du présent code, la déclaration d'intérêt général est, dans ce cas, pluriannuelle, d'une durée adaptée à la prise en charge de l'entretien groupé. Lorsque les opérations constituant le plan de gestion sont soumises à autorisation environnementale au titre de l'article L. 181-1, l'enquête publique prévue pour la déclaration d'intérêt général est menée conjointement avec celle prévue à l'article L. 181-9.

Le plan de gestion peut faire l'objet d'adaptations, en particulier pour prendre en compte des interventions ponctuelles non prévisibles rendues nécessaires à la suite d'une crue ou de tout autre événement naturel majeur et des interventions destinées à garantir la sécurité des engins nautiques non motorisés ainsi que toute opération s'intégrant dans un plan d'action et de prévention des inondations. Ces adaptations sont approuvées par l'autorité administrative.

II. – Le plan de gestion mentionné au I peut comprendre une phase de restauration prévoyant des interventions ponctuelles telles que le curage, si l'entretien visé à l'article L. 215-14 n'a pas été réalisé ou si celle-ci est nécessaire pour assurer la sécurisation des cours d'eau de montagne. Le recours au curage doit alors être limité aux objectifs suivants :

– remédier à un dysfonctionnement du transport naturel des sédiments de nature à remettre en cause les usages visés au II de l'article L. 211-1, à empêcher le libre écoulement des eaux ou à nuire au bon fonctionnement des milieux aquatiques ;

– lutter contre l'eutrophisation ;

– aménager une portion de cours d'eau, canal ou plan d'eau en vue de créer ou de rétablir un ouvrage ou de faire un aménagement.

Le dépôt ou l'épandage des produits de curage est subordonné à l'évaluation de leur innocuité vis-à-vis de la protection des sols et des eaux.

III. – Un décret en Conseil d'Etat détermine les conditions d'application du présent article. »

2.4.3 Le règlement d'eau

L'Arrêté Préfectoral de règlement d'eau [23] admet dans son article 4 une cote minimale de 207,66 m NGF (soit 207,86 m NGF IGN69). « En dessous de la cote minimale, la baisse du plan d'eau sera considérée comme une vidange et devra faire l'objet d'une autorisation préalable du service de police de l'eau. »

La cote du plan d'eau visée par ce scénario étant de 200,7 m NGF IGN 69, le scénario de vidange totale doit donc être soumis à la DDT18 SPE. La hauteur du barrage étant supérieure à 10 m la procédure sera celle de l'Autorisation avec enquête publique.

La rubrique visée est la 3.2.5.0. « Barrage de retenue et ouvrages assimilés relevant des critères de classement prévus par l'article R. 214-112. Les modalités de vidange de ces ouvrages sont définies dans le cadre des actes délivrés au titre de la présente rubrique ».

Les articles 6 et 8 sont les suivants :

Article 6:

Le plan d'eau doit être agencé pour permettre la récupération de tous les poissons et crustacés dévalant lorsque le débit de vidange sera augmenté, notamment afin d'éviter leur passage dans le cours d'eau récepteur.

Article 7:

Les eaux restituées au cours d'eau le seront dans un état de salubrité, de pureté et de température proche de celui du cours d'eau naturel.

La qualité des eaux du cours d'eau à l'aval du rejet, lors du rejet, doit être compatible avec le schéma directeur ou le schéma d'aménagement et de gestion des eaux et avec les objectifs de qualité fixés par la directive cadre sur l'eau.

La qualité des eaux de l'Auron doit donc respecter les seuils fixés à l'article 19 de l'arrêté du 9 juin 2021 à savoir :

« Article 19 : Durant la vidange, les eaux rejetées dans le cours d'eau respectent les valeurs suivantes en moyenne sur deux heures :

- matières en suspension (MES) : inférieure à 1 gramme par litre ;
- ammonium (NH4) : inférieure à 2 milligrammes par litre ;
- teneur en oxygène dissous (O2) : supérieure à 3 milligrammes par litre. »

2.5 POINTS SOULEVES PAR LES SERVICES DE L'ÉTAT

2.5.1 Une rivière de contournement ?

La DDT du Cher a rappelé, lors de la réunion du 2/05/2023, que le plan d'eau pourrait être isolé grâce à une rivière de contournement. Les continuités écologiques (montaison des poissons, dévalaison, transit sédimentaire) pourraient ainsi être assurées et bénéficier au milieu.

Une esquisse de rivière de contournement est présentée en Figure 9. Afin de rétablir la continuité de l'Auron, cette rivière d'environ 7 km et de quelques m de large débiterait en aval de la station d'épuration de Valigny puis suivrait la cote 213 m NGF puis 215 m pour rejoindre l'Auron aval à environ 900 m en aval du barrage.

Des contraintes physiques importantes contrarient cette éventualité (Figure 9) :

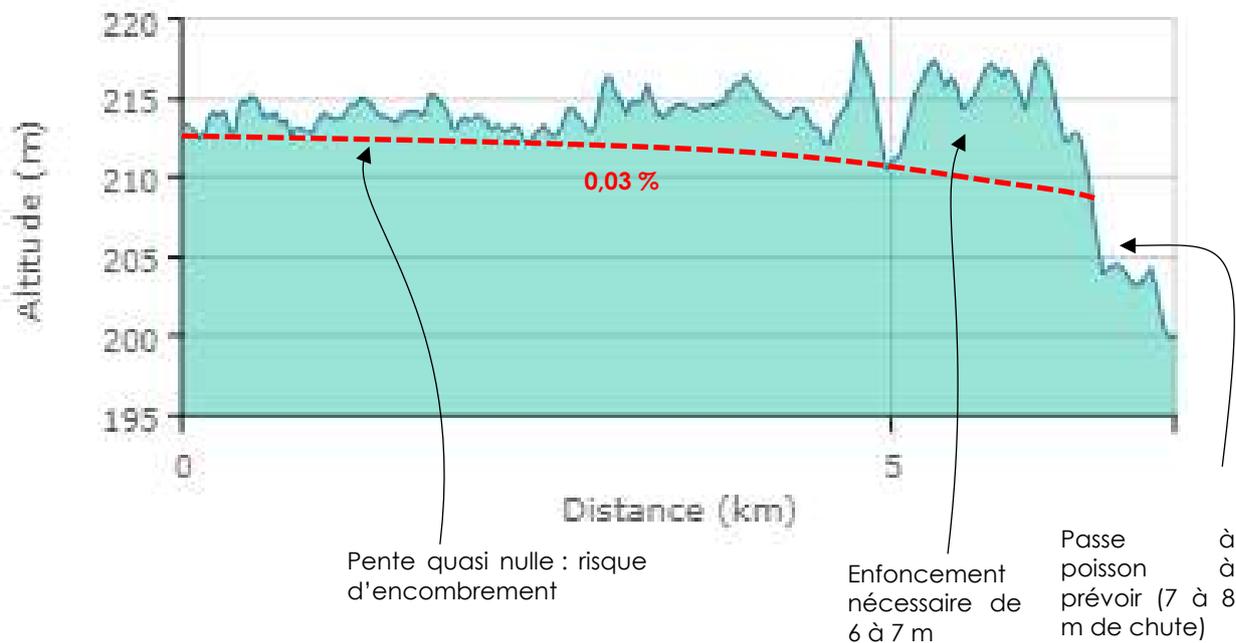
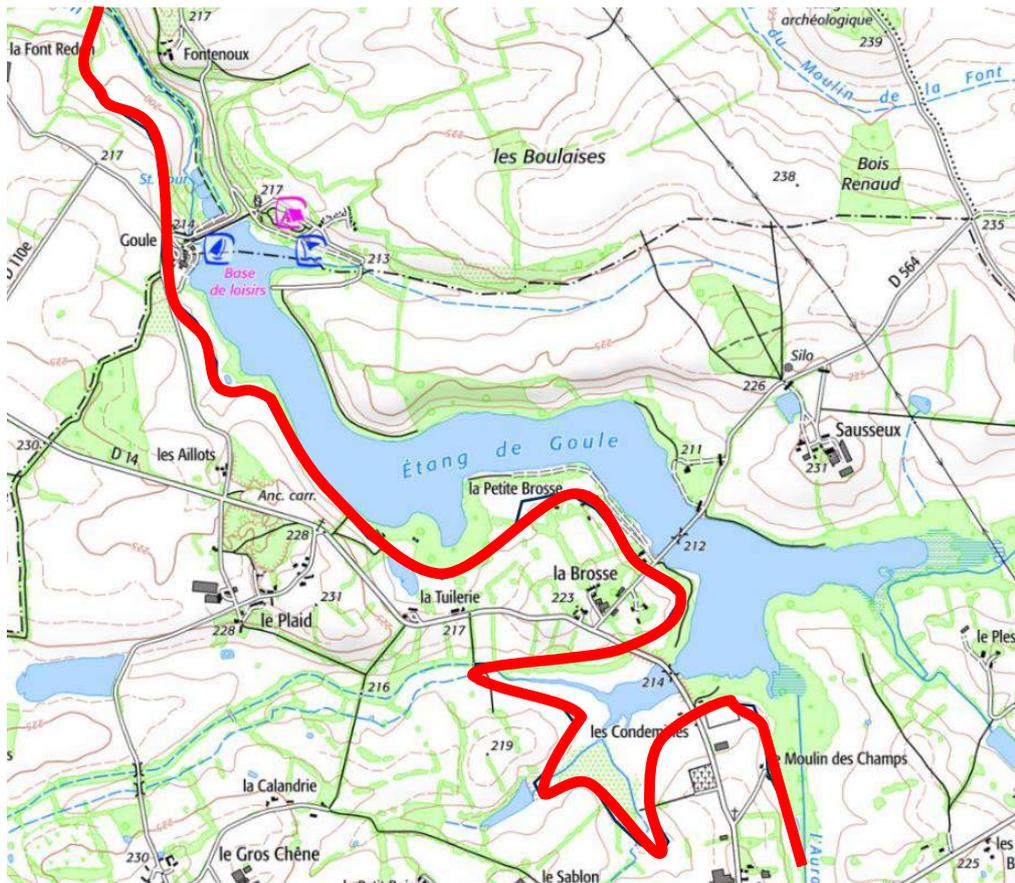
- Une pente naturelle très faible sur la partie étang ce qui rendrait difficile un tracé linéaire ; la pente dans la partie amont de la rivière de contournement serait nulle ce qui induirait un risque de colmatage et de débordement vers l'étang,
- Au contraire, une rupture brutale de pente au droit de la retenue : une passe à poisson serait probablement nécessaire (hauteur de chute entre 7 et 8 m),
- De nombreux cours d'eau affluents à collecter ce qui obligerait à adopter un profil en long bas raccordant les fils d'eau,
- Des terrassements conséquents afin d'obtenir un profil en long satisfaisant : l'emprise de la rivière pourrait atteindre par endroit environ 15 à 20 m.
- La nécessité de rétablir 5 routes au dessus de la rivière,
- Une emprise sur de nombreux terrains privés dont l'acquisition pourraient nécessiter un DIG ou une DUP.

Aux vues du tracé et du profil en long (Figure 9) l'emprise de la rivière serait très consommatrice d'espace agricole et naturel (environ 10 à 15 ha) et impacterait profondément l'occupation du sol et des hameaux et équipements locaux (stade, route, habitations, etc.).

Les impacts sur l'ENS seraient importants : assèchement d'une partie des queues de retenue (Les Condemines), emprise des terrassements, perturbations des espèces en phase travaux.

La retenue de Goule construite en 1838 n'a pas prévu cet ouvrage. Il est maintenant très difficile de l'insérer dans son environnement sans impact. Son coût serait conséquent pour un fonctionnement hydraulique très incertain (pente insuffisante) ne permettant pas d'avoir la certitude de retrouver toutes les continuités écologiques.

Figure 9 : Tracé envisageable pour une rivière de contournement – profil en long



2.5.2 Risque sanitaire lié aux cyanobactéries lors des travaux

Dire d'expert - Athos Environnement

2.5.2.1 Risques associés aux cyanobactéries dans le cadre de vidange de plans d'eau – Contamination vers l'aval

La recrudescence des proliférations de cyanobactéries sur les masses d'eau constitue une problématique grandissante, induisant, outre les impacts touristiques et économiques, des risques sanitaires majeurs, liés à la production de cyanotoxines (Annexe 2). Se pose alors la question du transfert du risque, sur les milieux situés en aval lors des opérations de vidange de masses d'eau. Les risques pouvant être cités concernent à la fois la diffusion des cyanobactéries sur les masses d'eau aval (contamination d'autres milieux par de nouveaux genres de cyanobactéries par exemple), et la diffusion des cyanotoxines vers les milieux situés en aval. Ce dernier risque peut être étudié en fonction des différents usages de l'eau.

Pollution des eaux d'irrigation aux cyanobactéries et aux cyanotoxines pendant la vidange

Concernant l'utilisation de l'eau pour l'agriculture, avec notamment l'arrosage, le Règlement (CE) 852/2004 définit les exigences de la qualité de l'eau d'arrosage, d'irrigation ou d'immersion des fruits et légumes consommés crus. Conformément à ce règlement, l'« eau propre » est une « eau naturelle, artificielle ou purifiée qui ne contient pas de micro-organismes ni de substances nocives en quantité susceptible d'avoir une incidence directe ou indirecte sur la qualité sanitaire des denrées alimentaires ». Ces recommandations concernent bien des paramètres microbiologiques de type coliforme mais aucun aspect concernant les cyanobactéries, et encore moins les cyanotoxines n'est abordé.

D'après la littérature scientifique, l'irrigation des cultures maraichères et fourragères avec de l'eau contaminée peut transmettre les toxines aux humains ou aux animaux (Chorus et Bartram 1999, Corbel et al 2014). Des colonies de *Microcystis* ont été retrouvées dans des plants de laitue (Codd et al 1999) et les racines des plantes maraichères peuvent aussi absorber les microcystines et les transférer dans d'autres parties comestibles de la plante (Peuthert et al 2007). Des résultats similaires ont été obtenus avec différentes espèces de choux exposées à la cylindrospermopsine (Kittler et al 2012).

Pollution de l'eau d'abreuvement du bétail pendant la vidange

Concernant l'abreuvement, l'ANSES dans sa saisine 2008-SA-162 fait référence au *Codex alimentarius* qui a adopté en 2004 un code d'usages pour une bonne alimentation animale. Ce code énonce au point 6.3.1. Intitulé « Eau » : "L'eau de boisson [...] devrait être de qualité adaptée aux animaux produits. Lorsqu'il y a lieu de s'inquiéter d'une éventuelle contamination des animaux par l'eau, il convient de prendre les mesures nécessaires pour évaluer et réduire le plus possible les dangers ». Comme pour l'eau d'irrigation, des analyses sont également listées dans ce document mais elles ne font pas référence aux cyanotoxines. Les animaux domestiques, d'élevage ou sauvages sont susceptibles d'être contaminés par les cyanotoxines, bien qu'ils évitent autant que possible de s'abreuver directement aux plans d'eau contaminés par les cyanobactéries (Chorus et Bartram 1999). L'intoxication et la mort d'animaux de ferme suite à l'exposition aux cyanotoxines ont été fréquemment documentées (Chorus et Bartram 1999). Les différentes catégories de bétail ont des sensibilités différentes vis-à-vis des cyanotoxines (Tableau 1).

Tableau 1 : Recommandations pour les niveaux de tolérance calculés (concentration sans effet observé) de microcystine-LR (Source : ANZECC, 2000)

Catégorie de bétail	Poids vif (kg)	Consommation d'eau maximale (l/j)	Niveau de toxicité total calcul (µg/l)
Bovins	800	85	4,2
Ovins	100	11,5	3,9
Porcs	110	15	16,3
Poulets	2,8	0,4	3,1
Chevaux	600	70	2,3

En considérant que les cyanotoxines peuvent provoquer de graves problèmes au niveau du foie, il est fort probable que même les effets subcliniques aient des conséquences toxicologiques. En effet, s'il y a atteinte hépatique, même à un niveau subclinique, il se peut que les effets indésirables d'autres contaminants d'origine hydrique soient exacerbés, car le foie est le principal organe assurant la détoxification de toutes les toxines ingérées.

Pollution des captages AEP aux cyanotoxines pendant la vidange

Le transfert vers l'aval peut également poser problème lorsque des captages pour l'eau potable sont présents en aval de la masse d'eau vidangée. L'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine modifié par les arrêtés du 9 décembre 2015, du 4 août 2017 et du 19 octobre 2017 définit une limite de qualité de 1 µg/l pour les microcystines totales dans les eaux destinées à la consommation humaine. ». Un dépassement de ces valeurs entraîne la mise en place rapide de mesures correctives.

Au regard des risques létaux et de toxicités chroniques décrits précédemment l'ANSES dans les saisines « 2015-SA-0207 » et « 2016-SA-0165 » décrit les nouvelles stratégies de surveillances vis-à-vis des risques associées aux cyanobactéries pour l'eau destinée à l'alimentation (EDCH). Les nouvelles concentrations tolérables dans les EDCH ne prennent plus en compte qu'uniquement les microcystines mais aussi les cylindrospermopsines, saxitoxines et anatoxines. Les faibles concentrations tolérées sont également censées considérer les risques à long terme (Annexe 3, Tableau 2). Il est à noter que ces valeurs sont susceptibles d'évoluer dans les années à venir en fonction des avancées scientifiques et technologiques (par exemple d'avoir un seuil de détection équivalent entre les différents laboratoires d'analyses).

Tableau 2 : Concentrations maximales tolérables en cyanotoxines proposées pour l'EDCH (Source : ANSES, 2020)

	Microcystines totales (µg/l)	Cylindrospermopsines totales (µg/l)	Saxitoxines totales (µg/l)	Anatoxines totales (µg/l)
Eaux Destinées à la Consommation Humaine (EDCH)	0,2	1	0,8	< à la limite de détection

2.5.2.2 Risques associés aux cyanobactéries dans le cadre de curage et d'épandage de sédiment

Pour rappel, les cyanobactéries possèdent un cycle de développement annuel qui passe par le sédiment où elles peuvent s'accumuler soit en colonies (*ordre des Chroococcales*) soit sous la forme de cellule de résistances ou akinètes (*ordre des Nostocales*).

La réglementation de la valorisation des sédiments en épandage agricole est fixée par l'arrêté du 8 janvier 1998 concernant les épandages des boues sur les sols agricoles. Il autorise l'épandage de sédiments de

dragage non dangereux. L'article R541-8 du code de l'environnement relatif à la classification des déchets définit le potentiel de dangerosité d'un sédiment. L'article 1 de cet article spécifie qu'un déchet est dangereux s'il possède au moins une des 15 propriétés de danger (H1 à H15).

Pour établir le caractère dangereux ou non d'un sédiment, une évaluation au regard des 15 propriétés de danger énumérées dans l'Annexe 4 de l'article R541-8 du code de l'environnement doit être réalisée.

La littérature scientifique montre que certaines cyanobactéries, comme *Microcystis*, peuvent survivre plusieurs années en profondeur dans les sédiments sans que les populations ne perdent leur potentiel toxique, ou que leur structure génétique soit altérée (e.g. Misson, 2011). Les akinètes peuvent également conserver leur potentiel toxigène et survivre de nombreuses années enfouies dans le sédiment (e.g. Legrand, 2017). Au regard de ces éléments les sédiments contenant des cyanobactéries ou akinètes pourraient classés suivant la réglementation en :

- H9 " Infectieux " : matières contenant des micro-organismes viables ou leurs toxines, dont on sait ou on a de bonnes raisons de croire qu'ils causent la maladie chez l'Homme ou chez d'autres organismes vivants. Cependant les critères de dangerosité des toxines de cyanobactéries pour l'Homme ont été estimés sur des eaux récréatives ou de consommation mais en aucun cas sur les sédiments. Concernant le critère H9 la dangerosité d'un sédiment pour l'homme pourrait être conséquence d'une consommation de ce dernier ce qui reste peu probable ;
- H14 " Ecotoxique " : substances et préparations qui présentent ou peuvent présenter des risques immédiats ou différés pour une ou plusieurs composantes de l'environnement. Les différents test H14 (Annexe 5) sont décrits dans un document du BRGM (2013). Ce test n'est pas déclenché pour la présence de cyanotoxine dans les sédiments, qui est une thématique encore expérimentale, mais lorsqu'un paramètre dépasse les seuils S1 de l'arrêté du 9 août 2006.

Après l'épandage, les akinètes des cyanobactéries aquatiques nécessitent des conditions particulières, qui ont été notamment listées par Kaplan-Levy et al. (2010), pour pouvoir germer. Ces facteurs environnementaux sont listés dans le tableau en Annexe 6. Il est très probable que les akinètes qui sont présents dans les boues d'épandage ne pourront pas germer et contaminer le sol car ce n'est pas l'écosystème des espèces présentes dans le lac. Cependant, certains akinètes sont capables de survivre à des conditions extérieures extrêmes et cela, pendant des périodes conséquentes. Par exemple, Ho et al., 2003 et Legrand et al., 2016 ont montré que certains akinètes pouvaient résister à des conditions contraignantes telles que la dessiccation, une exposition à la lumière du soleil et même des ultrasons hautes fréquences. Les capacités de résistance de ces akinètes peuvent se faire sur le long terme puisqu'ils sont capables de rester vivants dans le sédiment pendant plusieurs centaines d'années (Legrand et al., 2019). Cependant, des zones d'ombres restent encore à éclaircir. Il a été démontré que les akinètes possédaient les gènes de synthèses de cyanotoxines (Legrand et al., 2016). Mais à l'heure actuelle, aucune étude scientifique ne prouve une production de cyanotoxine de ces cellules de résistance. De plus, la résistance des akinètes est très dépendante selon l'espèce étudiée (Legrand et al. 2016) et il est donc difficile de généraliser et d'adapter un protocole de gestion uniforme.

Au regard de ces éléments il n'existe pas en 2023 de réglementation permettant d'évaluer la toxicité du sédiment pour l'Homme et les écosystèmes pour le paramètre cyanotoxine dans le cadre d'un épandage.

2.5.3 Evaluation du risque inondation jusqu'à Bourges

A la demande de la DDT le scénario de survenance d'une crue lorsque l'étang sera vide et la vanne de vidange ouverte a été examiné d'un point de vue de la modification possible du risque d'inondation à Bourges.

Bassins versants en présence

Le barrage de l'étang de Goule contrôle un bassin versant de 34,5 km² qui entrave l'écoulement naturel de l'Auron. En entrée du plan d'eau du Val d'Auron en amont de Bourges, le bassin versant de l'Auron est de 604 km².

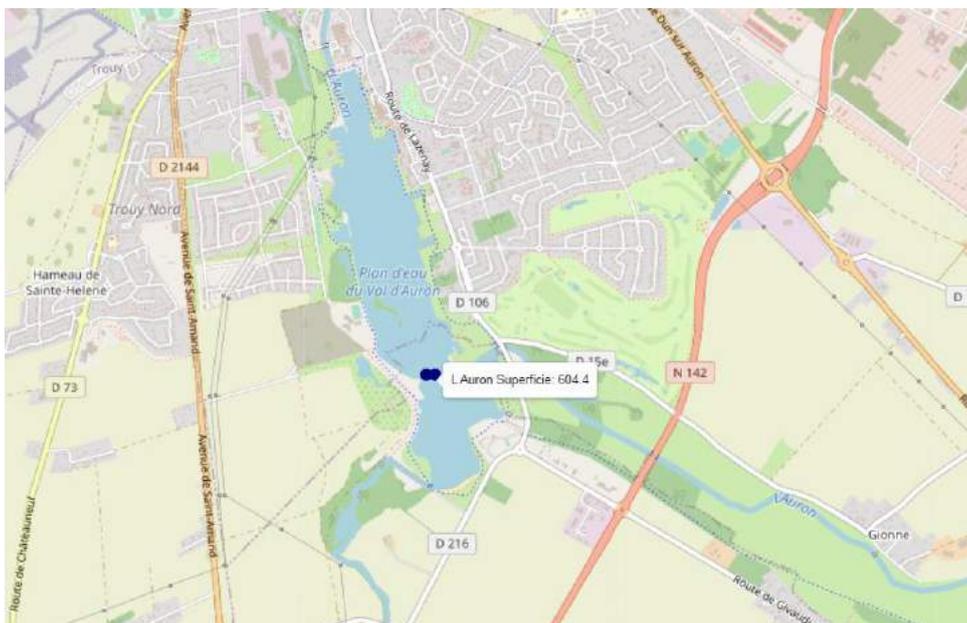


Figure 10 : Bassin versant de l'Auron au plan d'eau du Val d'Auron (source SHYREG-INRAE)

Ainsi, sur les crues de l'Auron à Bourges, le barrage de l'étang de Goule n'a dans l'absolu qu'un effet limité puisqu'il concerne moins de 6 % du bassin versant.

Modalités de gestion des crues au barrage de l'étang de Goule

[2] MISE A JOUR DES ETUDES HYDROLOGIQUE ET DE LAMINAGE DES CRUES HYDROLOGIE-LAMINAGE des crues -GEOS- rapport N°1750-1436-2 Novembre 2019 - Version 1.1

La gestion du barrage et des vannes en cas de crues est décrit dans l'étude Geos [2].

La cote initiale de la retenue est 210 m NGF IGN-69, soit 8,15 m à l'échelle, conformément au projet d'arrêté inter-préfectoral daté du 26 janvier 2011 établi par le SAGE (Schéma d'Aménagement et des Gestion des Eaux) Yère-Auron.

L'état de crue a été fixé par les précédentes consignes à la cote atteinte par la retenue pour une crue décennale. Cette cote avait été estimée à 211,45 m, soit 9,60 m à l'échelle. L'état de veille est fixé à la cote 210,85 m, soit 9 m sur l'échelle limnimétrique. Conformément aux prescriptions du BETCGB, le niveau du seuil a été établi pour que le Maître d'Ouvrage ou l'exploitant dispose du temps nécessaire à la mobilisation du personnel et à son intervention sur le barrage.

Crue légère : 8,15 m < cote de la retenue < 9,0 m

La cote du plan d'eau se situe entre la cote de retenue normale (210 m NGF IGN 69 soit 8,15 m à l'échelle limnimétrique) et la cote d'état de veille (211,45 m NGF IGN 69, soit 9 m à l'échelle limnimétrique). Pendant cet état, l'exploitant procède à une ouverture graduelle de la vanne supérieure, jusqu'à mi-ouverture.

Dépassement de la cote RN de 8,15 m

Dès dépassement de la cote RN de 8,15 m, le garde-barrage de la SPL « 1000 Lieux du Berry » manœuvre la vanne supérieure au quart de son ouverture sur demande du Département du Cher. La vanne est laissée dans cette configuration jusqu'à ce que le plan d'eau redescende à la cote RN soit 8,15 m à l'échelle limnimétrique.

Dépassement de la cote de 8,35 m, RN + 20cm

Dès dépassement de la cote de 8,35 m, le garde-barrage manœuvre la vanne supérieure à mi-ouverture. La vanne est laissée dans cette configuration jusqu'à ce que le plan d'eau redescende à la cote 210 m NGF (8,15 m NGF à l'échelle limnimétrique).

Etat de veille : 9 m < cote de la retenue < 9,6 m

Le garde-barrage ouvre en totalité la vanne supérieure.

Etat de crue : 9,6 m < cote de la retenue

Ouverture totale des 3 vannes de vidange par le garde-barrage.

Cote atteinte par le plan d'eau en cas de crues et volumes stockables

Dans ces conditions d'exploitation du barrage en cas de crue, la cote maximale de la retenue atteinte pour les crues de temps de retour 10, 100, 1 000 et 10 000 ans est présentée dans le tableau ci-dessous, accompagnée des débits maximaux entrant et sortant de la retenue [2].

Figure 11 : Synthèse des résultats de l'étude de laminage des crues

	Cote initiale, m NGF	Cote maximale atteinte, m NGF	Q max. entrant, m ³ /s	Q max. sortant, m ³ /s	Taux de laminage %
Crue 10 ans	210	211.09	13.3	4.5	2.9
Crue 100 ans	210	211.69	35.3	16.8	2.1
Crue 1000 ans	210	212.35	73.3	21.5	3.4
Crue 10 000 ans	210	212.78	100.5	29.6	3.4

La mise en assec de la retenue aura pour conséquence de générer un volume de stockage transitoire par la retenue plus important que celui disponible à cote d'exploitation normale.

En situation normale, le volume « stockable » correspond à la tranche d'eau entre la RN (210,00 m NGF IGN69) et le seuil de l'EVC (211,90 m NGF IGN69) avant déclenchement de l'évacuateur de crue soit sur une hauteur de 1,90 m. Selon la Figure 12, **le volume stockable entre cote normale et seuil de l'EVC est de l'ordre de 0,7 Mm³ (3,4 -2,7 Mm³).**

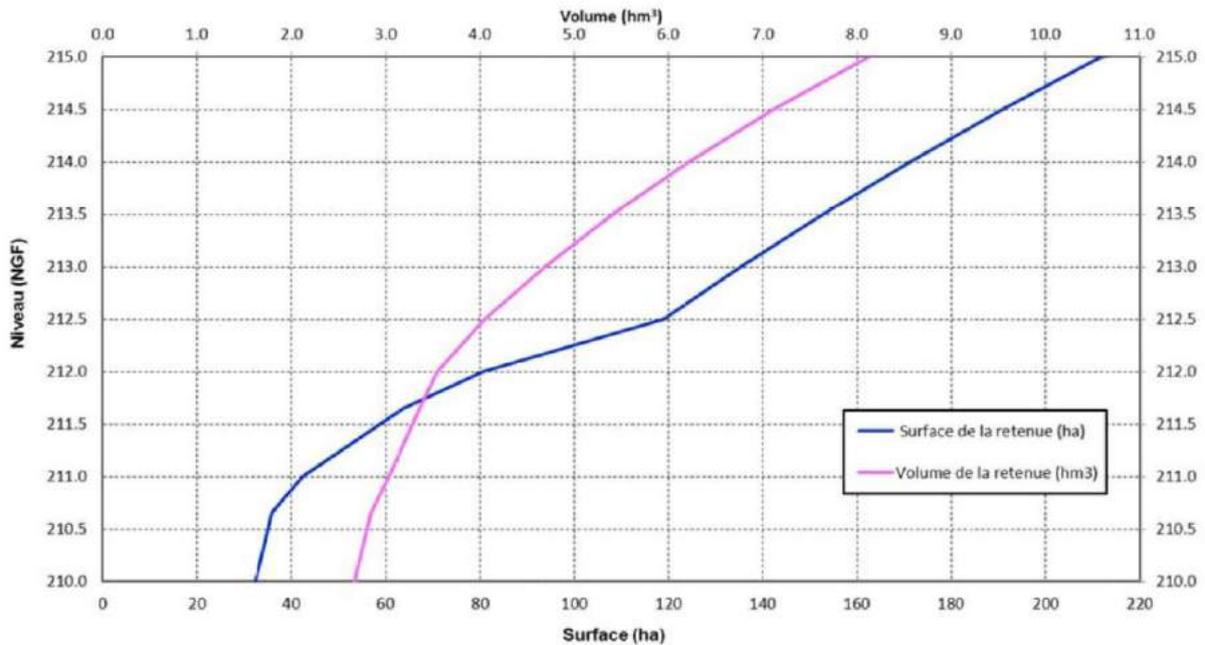


Figure 12 : Courbe cote-volume et surface-volume de la retenue (source GEOS)

En assec, le volume « stockable » correspond à la tranche d'eau entre le fil d'eau de la vanne (200,50 m NGF IGN69) et le seuil de l'EVC (211,90 m NGF IGN69) avant déclenchement de l'évacuateur de crue soit sur une hauteur de 11,40 m. Or le volume « stockable » entre fil d'eau de la vidange et cote RN est donné par la Figure 2 qui tient compte du volume de sédiments présents dans la retenue. **Le volume stockable entre fil d'eau de la vidange et cote normale est de l'ordre de 1,3 Mm³** (après déduction du volume des sédiments).

Ainsi, en cas de crue survenant pendant l'assec, le volume « stockable » avant déversement par le déversoir de crues est estimé à 2,0 Mm³ (1,3 + 0,7 Mm³).

L'étude hydrologique GEOS [2] a déterminé les volumes des crues caractéristiques :

Tableau 3 : Débits de crue (source GEOS)

Temps de retour	Volume de crue (m ³)	Débits de pointe (m ³ /s)
10 ans	592 700	13.3
100 ans	1 192 600	35.3
1 000 ans	1 869 900	73.3
3 000 ans	2 214 100	86.1
10 000 ans	2 603 300	100.5

Ainsi, en cas de crue survenant sur une retenue assec, les niveaux de remplissage de la retenue seraient au maximum les suivants (cf. Figure 2) :

Tableau 4 : Niveau du plan en cas de crues survenant sur assec

Temps de retour	Volume de crue (m ³)	Niveau approximatif du plan d'eau (m NGF)
10 ans	592 700	208,2
100 ans	1 192 600	209,6
1 000 ans	1 869 900	211,7
3 000 ans	2 214 100	surverse (niveau non calculé)
10 000 ans	2 603 300	surverse (niveau non calculé)

Hors la débitance des vannes du barrage est rappelé dans l'étude de mise à jour des études hydrologiques et de laminage des crues, GEOS, novembre 2019, version 1.1.

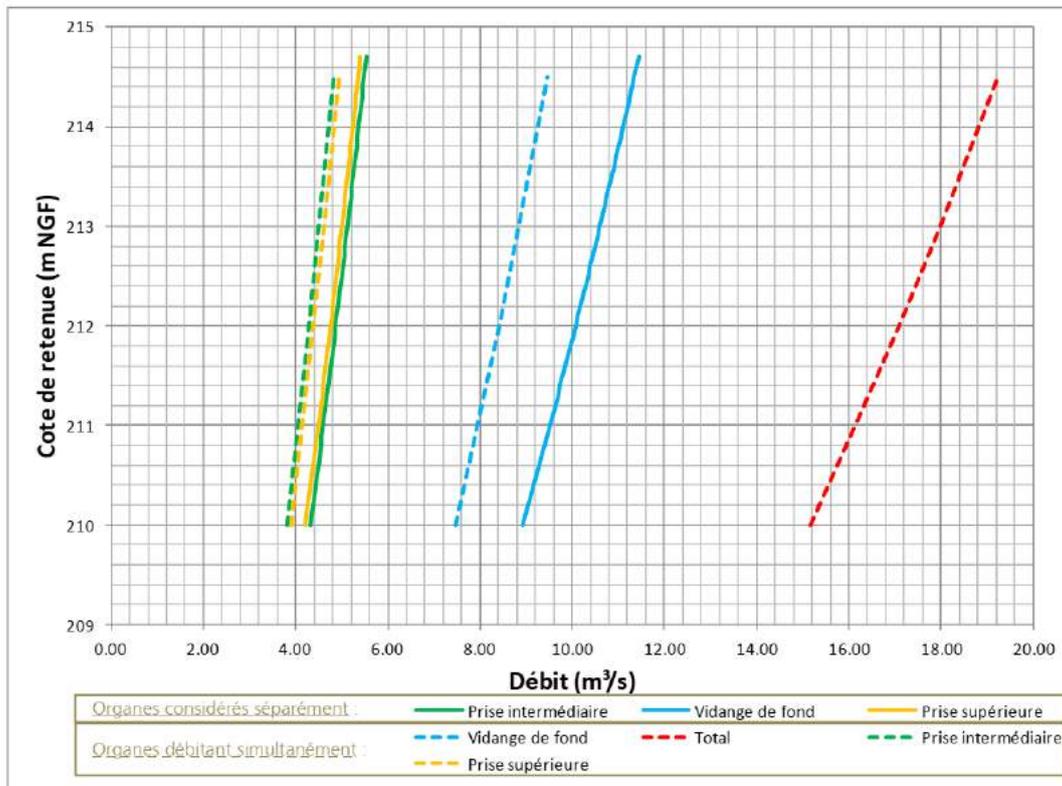


Figure 13 : Débitance des vannes du barrage (source GEOS)

La débitance des différentes vannes et donc le débit relâché à l'aval augmente avec la charge hydrostatique amont (la cote du plan d'eau) : mise en charge des pertuis.

A niveau de crue équivalent, les niveaux atteints par le plan d'eau pour une crue survenant à retenue pleine et une crue survenant à plan d'eau en assec sont récapitulés ci-après :

Tableau 5 : Niveau du plan en cas de crues

Temps de retour	Niveau du plan d'eau atteint sur une retenue pleine (m NGF)	Niveau du plan d'eau atteint sur une retenue en assec (m NGF)
10 ans	211,09	208,2
100 ans	211,69	209,6
1 000 ans	212,35	211,7
3 000 ans	-	>211,9 (non calculé)
10 000 ans	212,78	>211,9 (non calculé)

Les niveaux atteints en cas de crue survenant sur une retenue pleine sont systématiquement supérieurs aux niveaux atteints en cas de crue survenant sur une retenue en assec.

Ainsi, en cas de crue survenant pendant l'assec, le débit maximal sortant à l'aval du barrage sera toujours inférieur au débit maximal sortant à l'aval du barrage en cas de crue survenant à retenue pleine, à mode de gestion des vannes identique.

A noter que le niveau de défaillance des vannes qui est le même dans les 2 cas (retenue pleine, retenue en assec) est réduit du fait que les vannes intermédiaire et supérieure ont été remplacées en 2020 et que la vanne de fond aujourd'hui non fonctionnelle sera remplacée par une vanne neuve avant la fin de l'opération de vidange. Cela réduit le risque de défaillance de ces organes notamment celui de non refermeture d'une des vannes.

Les modalités de gestion des vannes en assec seront les suivantes :

- Vannes intermédiaire et supérieure fermées,
- Vanne de fond ouverte (afin de laisser transiter le débit naturel de l'Auron et maintenir l'assec du plan d'eau).

En cas de crue survenant sur le plan d'eau en assec et de remontée de son niveau, la vanne de fond sera fermée très rapidement du fait du risque de descente de sédiments dans le cours d'eau en aval. Cette refermeture sera garantie par une astreinte des agents du Département.

Hors incident occasionnant un non-respect de ce principe, les débits sortants au barrage seront nuls jusqu'à atteinte de la cote de déversement de l'évacuateur de crue soit après remplissage de la retenue sur une hauteur de 11,4 m. Toutes les crues seraient alors stockées sans déversement jusqu'à l'occurrence millénaire (crue de période de retour 1000 ans).

Si toutefois la vanne de fond devait ne pas être refermée rapidement, le débit sortant à l'aval augmenterait avec l'augmentation du niveau du plan d'eau et la mise en charge du pertuis de fond. Pour information la débitance de la vanne de fond serait supérieure au débit maximum relâché en cas de crue décennale à barrage plein (4,5 m³/s) pour une charge de l'ordre de 1 m sur le pertuis de fond soit une cote atteinte dans le plan d'eau de 202,50 NGF (200,50 NGF + 1 m hauteur de pertuis + 1 m de charge).

Pour rappel les temps de montée de crues au barrage de Goule sont de l'ordre de 6h. Il est donc nécessaire de disposer d'une astreinte 24h/24h et 7j/7 au barrage pour refermer la vanne de fond si nécessaire. Les modalités de gestion des vannes en assec devront très certainement prévoir que la vanne de fond ne reste qu'en position d'ouverture partielle afin de limiter le risque de fort débit à l'aval, à la fois pour le risque pollution aval par les sédiments et le maintien du rôle d'écrêtement des crues que permet l'ouvrage e temps normal.

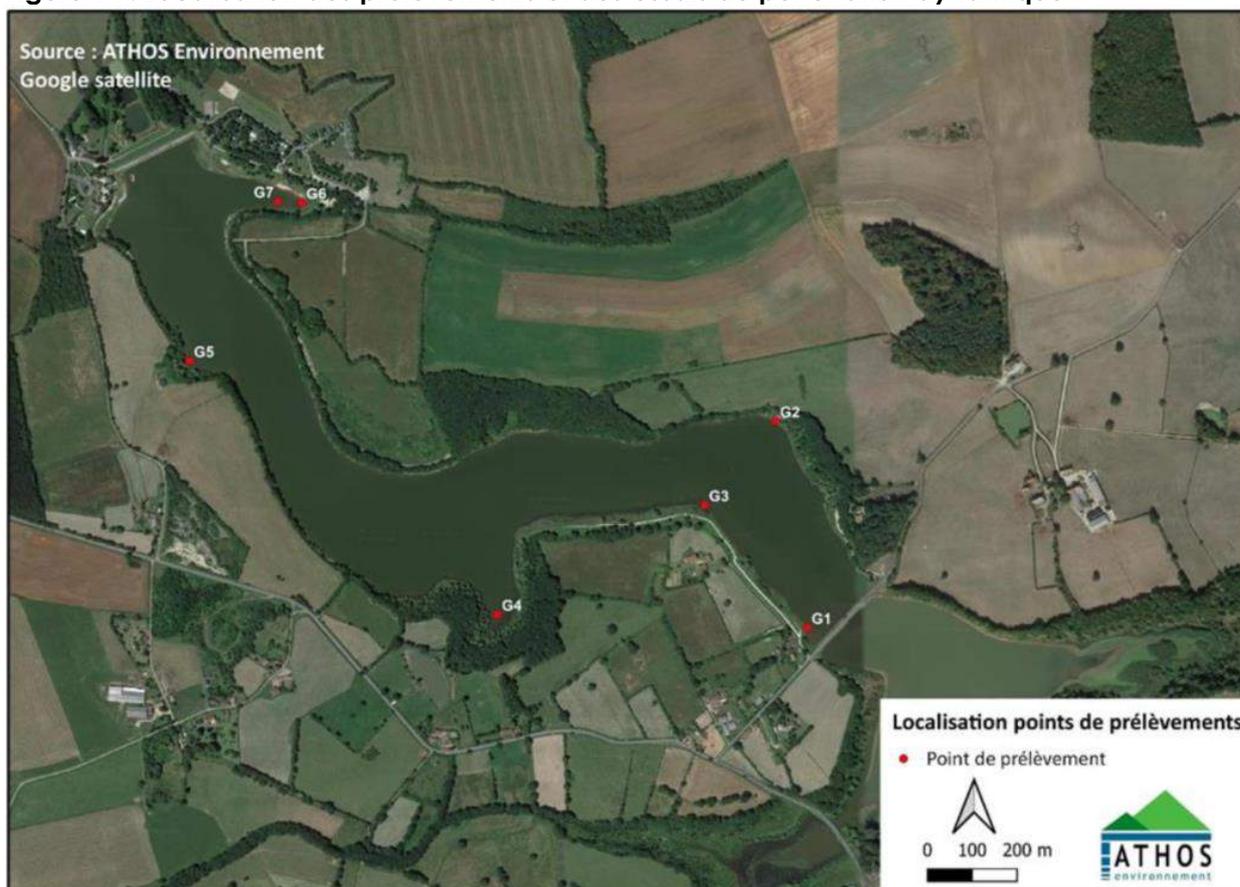
La capacité de « stockage » des crues de la retenue en assec est supérieure à la capacité de « stockage » de la retenue pleine. **Dans ces conditions, la mise en assec de l'étang de Goule aura pour effet de stocker toutes les crues d'une période de retour supérieure à 1000 ans si la vanne de fond est refermée à temps.** Si toutefois la vanne de fond devait ne pas être refermée rapidement, le débit relâché à l'aval serait supérieur au débit maximum sortant en cas de crue décennale à retenue pleine (4,5 m³/s) dès lors que le plan d'eau serait remonté d'environ 2 m sur le fond (début du fonctionnement en charge du pertuis de fond cote 202,50 NGF).

D'une manière générale, l'effet du barrage de Goule sur les crues observées en amont de Bourges est néanmoins limité du fait de la faible proportion de bassin versant contrôlé par le barrage (moins de 6 % du bassin versant total à Bourges).

2.6 NOUVELLES CONNAISSANCES SUR LA PORTANCE DU SUBSTRAT

La portance du substrat sur lequel reposent les sédiments conditionne l'accessibilité des engins classiques de chantier (camions et pelles). Selon la portance, les prix au m³ et les rendements quotidiens peuvent varier fortement. Des investigations G0 ont été réalisées par Géocentre en 2022 [28b] selon le cahier des charges établi par le Département sur les conseils de Somival Ingénierie [28b].

Figure 14 : Localisation des prélèvements et des essais de pénétration dynamique



Nature des matériaux - recommandations

Les matériaux de surface analysés sont majoritairement des sables peu argileux. Seul un prélèvement (G1) a été catégorisé dans la famille des argiles.

Ces matériaux identifiés sont sensibles aux conditions météorologiques si celles-ci deviennent défavorables. Cette évolution de la teneur en eau a une importance sur la traficabilité des engins de terrassement ; une légère hausse de la teneur en eau peut provoquer un phénomène de matelassage des terrains lors du passage des engins de terrassement jusqu'à les rendre non praticables si celle-ci devient trop importante.

La période de vidange et le délai de ressuyage sont des critères à ne pas négliger compte tenu de la sensibilité à la variation hydrique des matériaux de surface. Cette phase préliminaire devra être déterminée de sorte que la phase de curage des sédiments commence soit en fin de printemps soit en début d'été.

L'absence de prélèvements et d'analyses de matériaux en semi-profondeur ne permet pas d'appréhender les difficultés de traficabilité qui pourront survenir en cas de conditions météorologiques défavorables en période de terrassement.

Une campagne d'analyse complémentaire permettra d'identifier et d'estimer la sensibilité aux variations hydriques des différents matériaux rencontrés en semi-profondeur et cela jusqu'au toit du substratum

Traficabilité – nécessité d'investigations en phase travaux

La limite de résistance à la pénétration pour une traficabilité des engins de terrassement est estimée à 4 MPa.

Le tableau ci-dessous synthétise l'estimation des premières couches traficables.

Sondage	Profondeur d'essai (m)	Profondeur seuil avec $R_d \geq 4$ MPa (m)
G1	1.50	Non atteinte
G2	1.20	0.55
G3	0.86	0.50
G4	0.84	0.75
G5	1.48	Non atteinte
G6	1.2	1 0.50

Sur les sondages G1 et G5, le seuil de 4 MPa n'a pas été atteint.

L'absence de prélèvements géologiques et d'analyses en laboratoire en semi-profondeur ne permettent pas d'identifier la nature exacte des matériaux à purger. Seuls des prélèvements de surface ont été effectués.

Au-delà de la résistance dynamique, la nature et notamment l'argilosité des matériaux risquent d'influencer la traficabilité.

Il est donc possible d'avoir des matériaux dits « compact » ($R_d \geq 4$ MPa) mais ne permettant pas la traficabilité des engins de terrassement si les dits matériaux sont de type A3 ou A4 selon le GTR.

Par conséquent, la traficabilité lors de la phase travaux devra prendre en compte :

- Les conditions météorologiques,
- L'identification GTR des matériaux à l'avancement des travaux.

L'entreprise titulaire qui réalisera les travaux devra mettre en œuvre les moyens mécaniques et techniques nécessaires pour pallier aux différentes difficultés possibles.

2.7 APPORTS NATURELS DE SEDIMENT

Il n'existe *a priori* pas de donnée précise sur le bassin versant de l'étang de Goule pour quantifier les apports naturels de sédiments. La dernière vidange (1988) n'avait pas pour but de curer le plan d'eau (ni celle de 1964). Les 150 000 m³ accumulés le sont donc depuis plusieurs décennies et peut être depuis l'origine (en 1845 ?). Il n'existe aucun curage connu depuis la création de l'étang.

Par ailleurs le bassin versant de l'étang ne présente ni une topographie marquée, ni un couvert végétal susceptibles d'accroître les quantités de matériaux apportés à l'étang.

Le taux d'accumulation sédimentaire est donc estimé entre 850 m³/an (calculé depuis la première mise en eau en 1845) et 2650 m³ /an (mesuré depuis 1964). Même si l'estimation ne tient pas compte du transit sédimentaire au travers de la retenue, les apports naturels restent négligeables par rapport au volume total à extraire.

3 PROGRAMME DE TRAVAUX

3.1 RAPPEL : CHOIX DU DEPARTEMENT POUR UNE VIDANGE COMPLETE Y COMPRIS DES QUEUES DE RETENUES DE L'ETANG AMONT

Le Département a décidé en septembre 2021 d'abandonner l'option de la pose d'un batardeau sur le pont de Sausseux et de privilégier également un assec sur l'ensemble du plan d'eau amont. (Cf. rapport n° 1 Somival Ingénierie – Janvier 2022).

Néanmoins la possibilité d'utiliser cet ouvrage comme un décanteur amont ou un frein à la descente des sédiments de la queue de la retenue est à retenir. Cela pourrait se traduire par la mise en place d'un seuil déversant d'une hauteur d'1 mètre. Cette rétention en amont faciliterait le curage des sédiments par des opérations régulières plus acceptables sur le plan environnemental que des grosses opérations de curage. Ces curages ponctuels permettraient de maîtriser le stock interne de phosphore et limiteraient au mieux (sous conditions à préciser) les dommages environnementaux (même si la retenue est en ENS).

3.2 PRINCIPES

Ce scénario consiste en une vidange complète et en un curage de 120 000 m³ sur les 150 000 estimés :

- Abaissement en 2 étapes :
 1. Jusqu'à la cote 205,85 m NGF IGN69 environ pour remplacement de la vanne de vidange (vanne de fond) derrière batardeau et décantation voire pompage des sédiments très proches de la vanne
 2. Une fois ces opérations réalisées, abaissement jusqu'à la cote la plus basse : cote du radier de la vidange de fond 200,870 m NGF IGN 69¹ rehaussée d'un déversoir résiduel d'une hauteur d'1 m pour retenir les sédiments pendant l'assec au niveau de l'étang amont.
- Après une période de ressuyage suffisante, curage des 120 000 m³ sur 150 000 m³ [26],
- Dépôt sur les parcelles agricoles autant que possible, ou en carrière

3.3 VIDANGE

La vidange est contrainte par :

- Un débit maximum de vidange de 1 m³/s,
- Une vitesse maximale d'abaissement de 6 cm sur la majorité de la vidange (la fin de vidange peut légèrement être plus rapide car le volume restant à vidanger est beaucoup plus faible),
- Un débit de vidange de plus en plus réduit pour éviter l'entraînement des fines vers l'Auron en aval du barrage,
- Une date objectif vers la fin octobre pour permettre la pêche de sauvegarde.

L'Auron n'étant pas classé en 1ère catégorie, la vidange peut s'opérer réglementairement en toute saison. Toutefois les risques de mortalité piscicole sont élevés en dehors de l'hiver.

¹ Toutes les cotes sont indiquées en m NGF IGN 69

3.3.1 Travaux préparatoires à la vidange

3.3.1.1 Bassins de décantation aval – travaux pour usage temporaire

L'emploi de bassins de décantation en aval du barrage est indispensable pour stocker les apports importants de sédiments pendant certaines phases de la vidange. En cas de grosse crue survenant pendant le chantier (et risquant descendre une grande partie des sédiments en aval) l'absence de bassin de décantation oblige à refermer la vanne. **Le bassin de décantation est indispensable pendant toute la phase de travaux : lors de la vidange mais aussi pendant les travaux de curage.**

Données sur les lagunes existantes

Un système d'assainissement composé de 3 lagunes successives existe en aval du barrage en rive gauche de l'Auron.

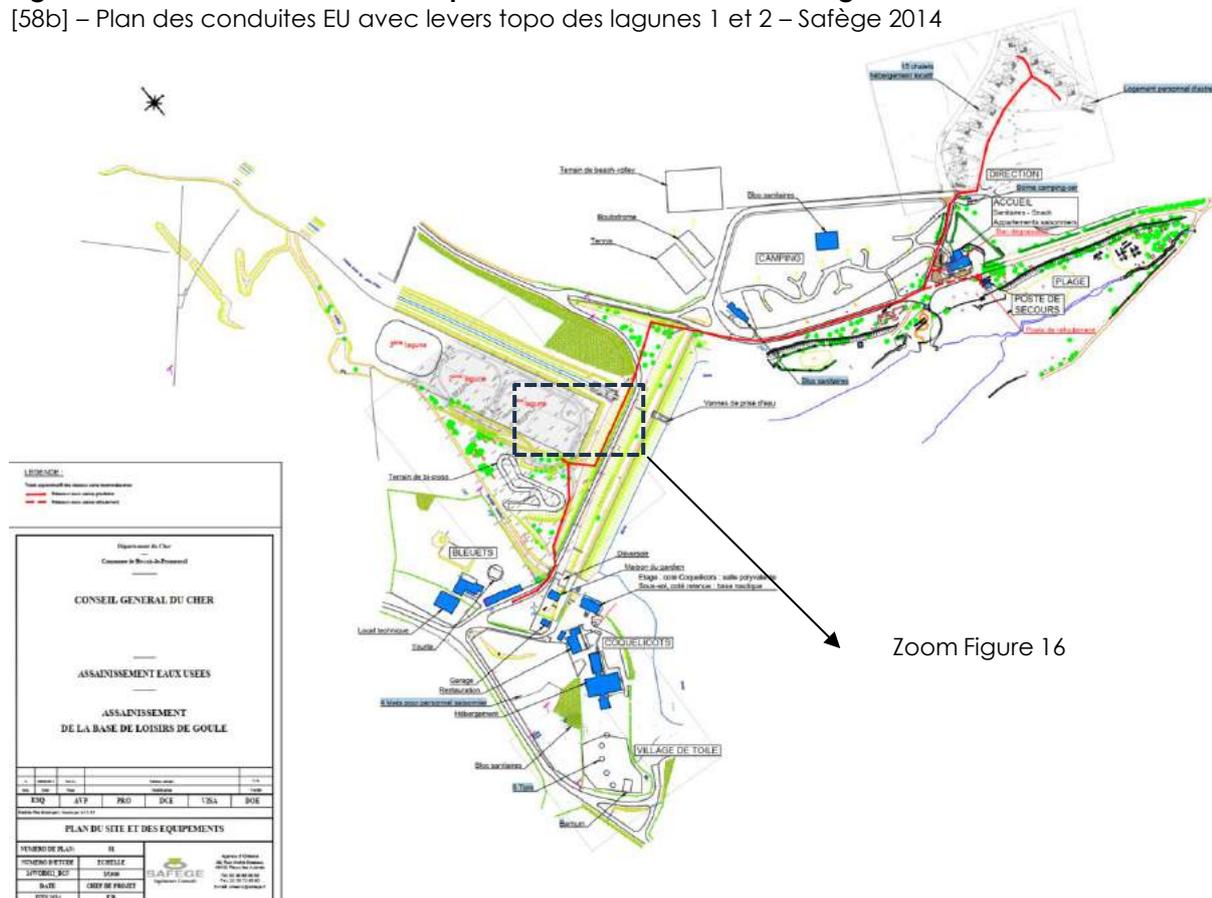
Un plan coté existe au moins pour les 2 premières lagunes. Il apparaît sur le plan d'assainissement de la base de loisirs de Goule établi par Safège en 2014. (Figure 15). D'après ce plan, la première lagune présente les caractéristiques suivantes :

Tableau 6 : Dimensions des lagunes

	Première lagune	Deuxième lagune	Troisième lagune	Total 1 +2
Surface (m ²)	3000	1500	?	4500
Cote Fond (m NGF)	201,98	201,78	?	
Cote haut de digue (m NGF)	203,48		?	
Cote niveau d'eau le jour du levé (m NGF)	202,98	202,78 ou 202,73 ?	?	
Volume estimé (m ³)	3000	1425		4425

Figure 15 : Plan d'ensemble du dispositif d'assainissement – Safège 2014

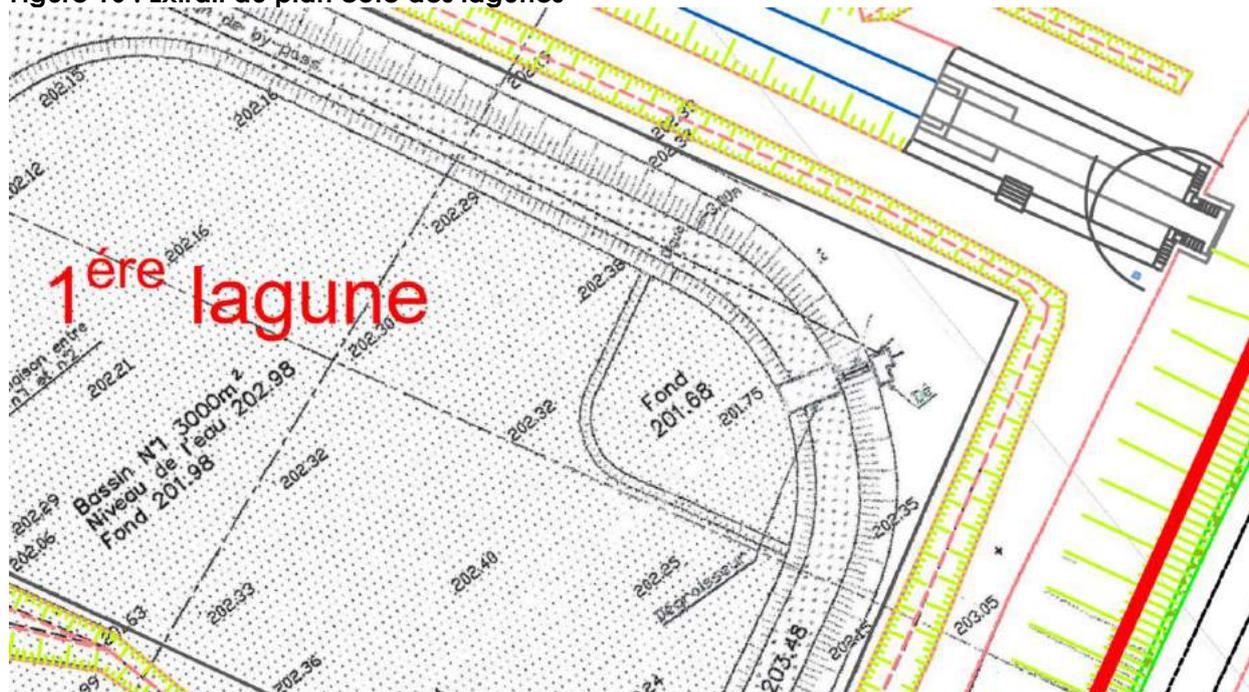
[58b] – Plan des conduites EU avec leviers topo des lagunes 1 et 2 – Safège 2014



Zoom Figure 16

Etang de Goule
 Programme de travaux de vidange, curage et travaux sur le barrage -
 Incidences sur l'ENS - Marché subséquent n° 3
 42152 – Janvier 2024

Figure 16 : Extrait du plan coté des lagunes



Solution de reconversion envisageable

Il est privilégié la solution d'un bassin de décantation en lieu et place du premier bassin de d'épuration existant (avec dérivation + surverse en sortie + filtres avant rejet).

Le volume de la 1ère lagune atteint 3000 m³ ce qui est suffisant pour envisager sa reconversion temporaire en bassin de décantation lors de la vidange. La dérivation des eaux depuis l'Auron (pêcheurie) pourra se faire grâce à installer dans la pêcheurie (sur sa partie aval). Sa hauteur reste à définir sur la base de données topo précises. A partir de ce seuil, l'alimentation de la lagune doit se faire gravitairement (quand bien même la lagune se trouve plus haute que la pêcheurie). En effet, il n'est pas envisageable d'utiliser un pompage des eaux chargées voire boueuses pendant toute la durée des travaux de curage.

Figure 17 : Coupe sommaire entre la pêcheurie et la 1ere lagune



Pour obtenir un dénivelé entre la pêcheurie et la 1ere lagune, celle-ci devra être creusée de 1,50 m environ (fond à la cote 200,76 m NGF pour une capacité de stockage d'environ 2250 m³). **A noter que les plans topographiques disponibles ne permettent pas de savoir si les cotes concernent le fond de la lagune ou le toit des sédiments.**

profondeur d'abaissement	m	1,5	1,6	1,7	1,75
cote fond bassin	m NGF	200,75	200,65	200,55	200,5
volume de stockage	m ³	2250	2550	2850	3000

Les matériaux seront évacués dans la carrière mise à disposition par la mairie de Bessais-le-Fromental.

La pêcherie sera barrée par un seuil permettant d'assurer la dérivation vers la lagune. Une ouverture sera creusée dans la digue. La sortie du bassin de décantation devra être également muni :

- D'une sortie par surverse,
- De filtres renouvelables en aval de la surverse avant de rejoindre le cours d'eau.

La reconversion de la première lagune en bassin de décantation nécessitera l'accord de la police de l'eau (inscription dans le futur dossier d'autorisation).

Devenir et traitement des eaux usées pendant les travaux

La mise en œuvre d'un stockage pour décantation est nécessaire pendant toute la durée des travaux y compris lors du ressuyage des sédiments et de leur extraction. Le rejet d'EU durant cette période devra être interrompu par fermeture des bases de loisirs et par une solution temporaire pour les habitants de la maison du gardien. Il n'est donc pas nécessaire de mettre en place une solution collective.

Pour les EU du chantier, un système d'assainissement dédié au chantier avec évacuation des EU vers la STEP la plus proche sera organisé et géré par l'entreprise.

Gestion de bassin de décantation pendant les travaux

Une astreinte sur le suivi de la montée des eaux y compris le week end sera nécessaire pour être réactif quant à l'emploi de ce bassin et ce pendant toute la durée du travaux jusqu'au début du remplissage..

Avis de la DDT sur la reconversion temporaire des bassins d'assainissement en bassin de décantation

Consultée sur cette transformation temporaire, la DDT admet qu'elle pourrait être envisagée à titre exceptionnel, uniquement si les réponses aux points soulevés ci-dessous sont satisfaisantes :

- Préciser les 2 niveaux de sécurité et de filtration de l'eau de l'étang,
- Le temps de séjour doit être suffisant,
- Maîtriser les turbulences éventuelles pour permettre une décantation des boues,
- S'assurer de l'absence totale de mélange des eaux de vidange avec les autres bassins de la lagune
- Que se passe t il si le débit de la vidange endommage la lagune ?
- Le planning de la vidange/ressuyage est il réellement compatible avec les besoins d'assainissement de la base, notamment avec l'hypothèse de vidange "lente" ?
- La fermeture des bases de loisirs a t elle été discutées avec tous les acteurs concernés ?
- Le curage du premier bassin de la lagune devra être fait avant la vidange.
- A voir si nécessaire, un curage en cours de vidange ?
- prévoir un contrôle du niveau d'épaisseur de matières au repos dans le bassin de décantation, tout au long de la vidange.
- Que ce passe t il en cas de remplissage trop important ?
- Y a t'il une cote retenue de sédiments au fond du bassin pour les évacuer ?
- Comment et où sont évacués les sédiments ?
- Après l'opération de vidange, prévoir curage et remise en état.
- Les scénarios suivants doivent être prévus en cas de problème :
 - si besoin d'un vidange d'urgence,
 - si pb avec bassin tampon,
 - si débit de vidange endommage bassin,
 - si dépôt de MES inefficace,
 - si mauvaise gestion de la vidange,
 - si crue

Ces points seront examinés prochainement.

3.3.1.2 Filtres à sédiment

Les travaux préparatoires concernent également :

- La vérification du bon état de la pêcherie notamment pour mettre en place les équipements nécessaires à la pêche du petit poisson et le cas échéant la réalisation des travaux de modifications nécessaires,
- La pose de filtres en aval ,

Travaux préparatoires à la mise en place des filtres

Ces filtres pourront être constitués de plusieurs casiers en pouzzolane facilement grutables pour permettre leur nettoyage après colmatage. Ils devront obturer totalement la rivière. Un filtre à paille pourra être placé

Figure 18 : Pose de filtres en aval de la pêcherie

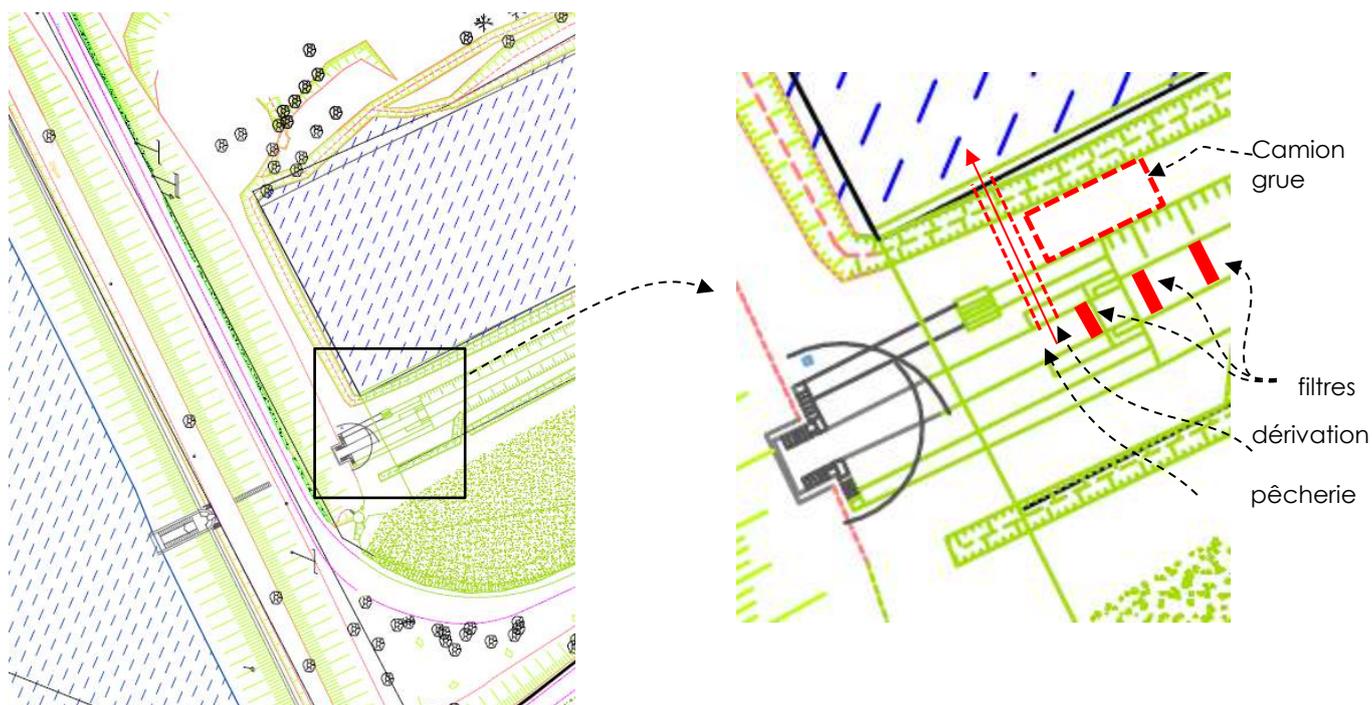


Figure 19 : La pêcherie - 23/11/2020



3.3.1.3 Batardeau à l'amont de la RD 564

Afin de retenir les sédiments provenant du bassin versant et du plan d'eau amont, un batardeau sera posé dans l'ouvrage hydraulique de la RD 564 (route de Sausseux). Il sera équipé de glissières avec des planches amovibles. Il pourra être utilisé dans l'avenir pour un désenvasement préventif annuel. Il restera donc à l'issue des travaux de curage.

Figure 20 : Emplacement du batardeau proposé



Le désenvasement régulier pourra se faire par pompage ou en fin d'été à la pelle mécanique long bras RD 564 sur les bords de l'étang amont.

L'avis de la DDT sera recueilli avant dépôt du dossier d'autorisation loi sur l'eau des travaux.

3.3.2 Phasage de la vidange

La vidange s'opérera prévisionnellement en 3 phases :

Tableau 7 : Phases de la vidange

Sous réserve de compatibilité avec l'activité touristique, la vidange débutera au 15 octobre par un abaissement lent.

		Phase 1	Phase 2	Phase 3	total
Date début de phase de vidange	date	15-oct	30-déc	14-févr	
Date fin de phase de vidange	date	29-déc	13-févr	15-mars	
cote eau haute de la phase	m NGF 69	210	205,85	203	8,3
Cote eau basse de la phase	m NGF 69	205,85	203	201,7	
hauteur vidangée	m	4,15	2,85	1,3	8,3
volume du plan d'eau à la cote haute	m3	1 300 000	240 000	30 000	
volume du plan d'eau à la cote basse	m3	240 000	30 000	-	
volume vidangé	m3	1 060 000	210 000	30 000	
Débit de vidange hors apports naturels	m3/s	0,16	0,05	0,01	
Hydrologie moyenne de l'Auron à la date de vidange	m3/s	0,15	0,33	0,32	
Volume naturel	m3	993 600	1 283 040	816 480	3 093 120
Total volume écoulé	m3	2 053 600	1 493 040	846 480	4 393 120
Débit total de vidange	m3/s	0,32	0,38	0,33	
Débit de vidange max autorisé	m3/s	1	1	1	
vitesse moyenne d'abaissement	m/j	0,055	0,063	0,043	
Durée de la phase de vidange	Jours	75	45	30	150

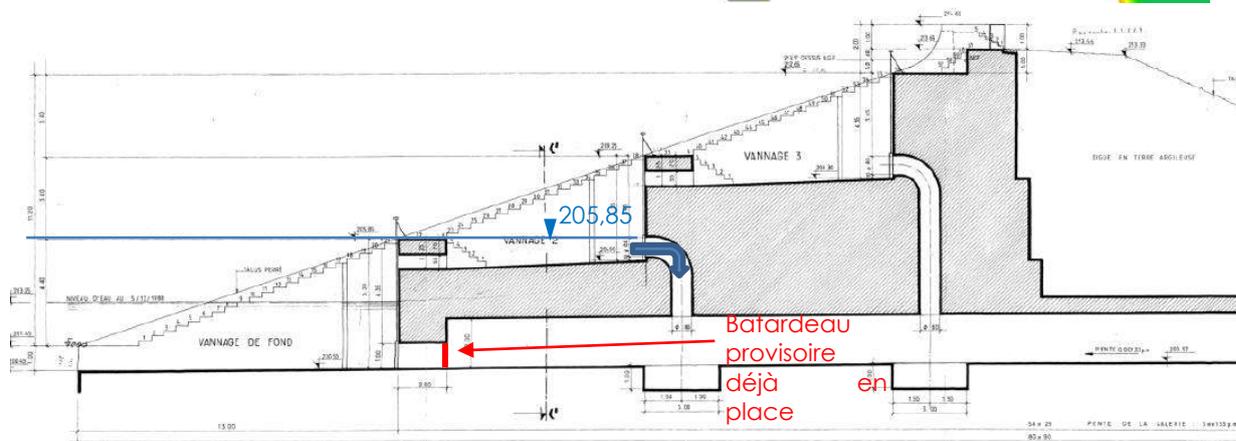
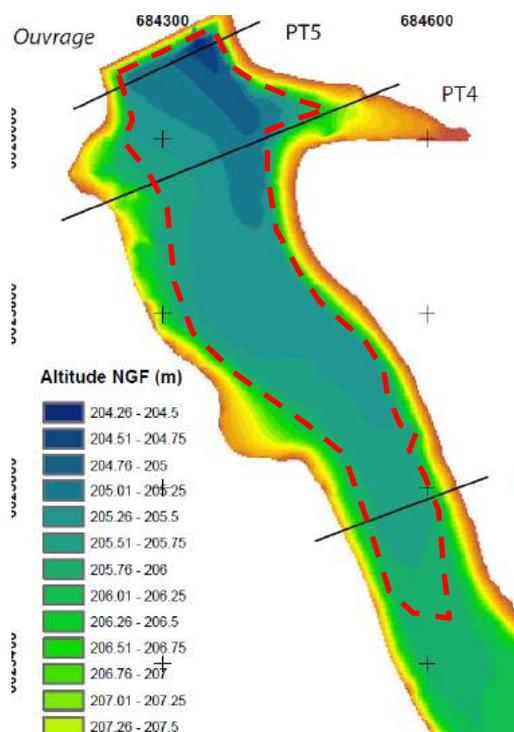
Phase 1 : abaissement à la cote 205,85 m NGF 69 (2,5 mois)

La cote minimale de 205,85 m NGF 69 est imposée du fait de **la vanne de fond non manœuvrable et de l'obturation actuelle du conduit de vidange** qui le rend inopérant. La conduite d'évacuation est la prise d'eau intermédiaire. Les débits naturels provenant du bassin versant seront évacués par ce conduit intermédiaire.

Pour renvoyer les eaux dans le conduit intermédiaire, le batardeau devra être calé à la cote de 205,85 m NGF 69.

La surface du plan d'eau à la cote 205,85 m NGF 69 est d'environ 11 ha.

Figure 21 : Surface en eau à la cote 205,85 m NGF69



Phase 2 : Réduction du débit de vidange (1,5 mois)

Le débit sera réduit à 0,09 m³/s pour maîtriser l'entraînement des fines.

Phase 3 : Poursuite de la vidange par le conduit de vidange (1 mois)

Après installation des filtres à pouzzolane et à paille et des filets de récupération du poisson, la vidange peut être poursuivie à vitesse très lente pour permettre une décantation. (4 cm par jour environ).

Il subsiste une inconnue majeure qui ne pourra a priori être levée que lors de l'abaissement du plan d'eau : la qualité des eaux permettra-t-elle la survie du poisson ? Sachant que le plan d'eau est soumis à une désoxygénation des couches profondes, il est probable que les poissons rencontrent des conditions très difficiles malgré les débits amont qui viendront les diluer ; c'est pourquoi la pêche est prescrite par l'amont en décembre.

Afin de tenir compte des débits naturels, cette phase est estimée **à 1 mois** pour un débit de 0,26 m³/s.

3.3.3 Impact possible sur l'Auron

Risque de colmatage et de dégradation de la qualité de l'Auron

Il existe un risque de rejet du culot dans la dernière phase de vidange. En fin de vidange, le rejet peut être assimilé à une boue liquide en volume significatif qui pourrait entraîner le colmatage de l'Auron déjà jugé « colmaté » à très « colmaté ». Sans disposition particulière ce colmatage pourrait être total.

L'arrêté préfectoral de règlement d'eau [23] rappelle dans son article 7 que la qualité des eaux à l'aval du rejet, lors du rejet, doit être compatible avec le SDAGE Loire Bretagne, le SAGE Yèvre-Auron et les objectifs de qualité fixés par la Directive Cadre sur l'Eau. Le respect de cette qualité pour les MES mais aussi d'autres paramètres tels que les NH₄, métaux lourds, apparaissant du fait d'une désoxygénation prononcée, risque d'être difficile.

3.3.4 Maitrise des rejets de sédiments au cours d'eau

Les dispositions qu'il est possible de prendre sont :

- Adopter un débit de rejet très faible pour permettre la décantation des boues,
- Mettre en place d'un batardeau à l'amont du conduit de vidange (du type de celui prévu pour le remplacement de la vanne mais en plus petit),
- Procéder à un curage préventif (aspiration) devant la vidange,
- Refermer la vanne si nécessaire pour ne pas évacuer le culot sédimentaire,
- Filtrer les eaux de vidange à condition qu'elles ne soient pas trop chargées,
- Utiliser le bassin de décantation construit à cet effet.

Débit de rejet en phase finale de vidange

Le débit de vidange sera réduit au minimum pendant les dernières semaines de vidange. Il restera néanmoins supérieur ou égal aux débits naturels (sauf en cas d'interruption de la vidange si la qualité des eaux est insuffisante).

Bassin de décantation aval

Voir p. 36

Batardeau de protection

Un batardeau de 1 m de haut sera placé à l'amont de l'ouvrage de vidange de sorte à contenir le culot sédimentaire. Il sera abaissé très progressivement jusqu'à la cote la plus basse en lien avec la dernière étape de curage.

Curage préventif

Les eaux très chargées à l'amont de la vanne de vidange pourront faire l'objet d'une aspiration préventive.

Filtres

Les rejets de fines seront évités par le remplacement régulier des filtres avant leur colmatage. Ils seront nettoyés sur place pour être réinstallés. Les eaux de lavage ne seront pas rejetées au cours d'eau mais pourront être remises au plan d'eau avec un débit modéré ou dans le bassin de décantation. Une vigilance accrue sera nécessaire lors de la phase 3 de la vidange (Tableau 7).

3.3.5 Suivi de la qualité des eaux de l'Auron pendant la vidange

Il se compose de 3 phases :

1. Phase 1 (4 mois) : abaissement jusqu'à la cote 205,85 m NGF IGN69 + travaux sur la vanne = suivi allégé
2. Phase 2 (2 mois) : fin d'abaissement avec potentiel passage de culot sédimentaire = suivi renforcé
3. Phase 3 (11 mois) : suivi régulier pendant les travaux de curage

Les contrôles démarreront au début de la vidange (sous 207,66 m NGF) et se termineront le 1^{er} jour de la phase de remplissage.

Les paramètres mesurés/calculés durant les opérations seront :

- Turbidité (NTU) : turbidité mesurée à l'aide d'une sonde de turbidité,
- MES (g/l) : matières en suspension par filtration, séchage au micro-onde et pesée,
- O₂ (mg/l) : oxygène dissous par oxythermomètre,
- T° (°C) : température de l'eau mesurée au capteur température de l'oxythermomètre,
- NH₄⁺ (mg/l de NH₄) : ammonium mesuré au spectrophotomètre,
- pH (-) : mesuré au pH mètre de laboratoire à électrode séparée,
- Cdv (µS/cm) : conductivité mesurée au conductimètre, ramenée à 25°C (elle permet de mesurer la pollution organique)

3 stations de mesure seront mises en place prévisionnellement :

- deux stations de référence en amont du plan d'eau (a priori à Valigny pont de la RD 564 sur l'Auron et ruisseau d'Euvy pont sur voie communale)
- une en aval immédiat du plan d'eau (pêcherie), définie comme station pilote.
- Selon la demande de l'administration : une autre station aval à plusieurs kilomètres ; elle pourra être la station inventoriée par Athos Environnement entre la points (X : 683 510,77 ; Y : 6 627 665,56 et X : 683 497,53 ; Y : 6 627 748,21 – L93)

Il est à noter qu'en cas de dégradation de la qualité de l'eau sur la ou les station(s) aval, des prélèvements et analyse de qualité d'eau pourront être effectués afin d'évaluer l'impact des dégradations.

Dans la mesure où le plan d'eau dispose de plusieurs entrants, à faibles débits, et d'un étang à l'amont de la RD 564, des mesures ponctuelles seront réalisées sur chacun d'eux. Une station de mesure en continu est envisageable sur les 2 stations amont. Au niveau de la station aval du plan d'eau, le suivi de la qualité se fera en continu via une station multiparamètres.

Tableau 8 : Fréquence et paramètres mesurés pendant la vidange

STATIONS AMONT	Fréquence et Paramètres mesurés
Suivi allégé et suivi renforcé	Manuellement, ou via un préleveur automatique, pas de temps de 1 x /jour : Paramètres analysés en laboratoire : MES et NH ₄ ⁺
STATIONS AVAL	Fréquence et Paramètre mesurés
Début des opérations Suivi allégé	En continu via station de mesure, pas de temps d'acquisition de 15 min : T°C, O ₂ , pH, conductivité, Turbidité et NH ₄ ⁺ <i>Paramètres mesurés directement in situ</i>
	Ponctuel via préleveur automatique ou manuellement, pas de temps de 2 x /jour : MES et NH ₄ ⁺ Paramètres analysés en laboratoire : à définir
Passage potentiel culot Suivi renforcé	En continu via station de mesure, pas de temps d'acquisition de 15 min : T°C, O ₂ , pH, conductivité, Turbidité et NH ₄ ⁺ Paramètres mesurés directement in situ
	Ponctuel via préleveur automatique, pas de temps de toutes les 2heures : MES et NH ₄ ⁺ Paramètres analysés en laboratoire : à définir

Les stations de mesure permettront d'acquies en continu (pas de temps de 15 minutes) les mesures de température, oxygène, pH, conductivité, turbidité et ammonium. Les données seront télétransmises et consultables en temps réel. Des alarmes seront programmées afin d'envoyer des alertes par SMS (téléphone d'astreinte de l'entreprise chargée du suivi, téléphone du maître d'ouvrage) en cas de dépassement des seuils fixés.

Les stations de mesure seront complétées par un préleveur automatique, permettant de réaliser les prélèvements d'eau à pas de temps définis (2 fois / jour en suivi allégé, toutes les 2 heures en suivi renforcé). Les analyses de MES et de NH4 seront réalisées sur les échantillons d'eau.

La vidange pourra être interrompue (fermeture de la vanne) dès qu'il sera constaté une valeur instantanée en oxygène dissous inférieure à **4 mg/l, supérieur à 1 mg/l en MES et 2 mg/l en NH4***.

Ces seuils seront à ce jour indicatifs et seront fixés par la police de l'eau dans l'arrêté d'autorisation.

3.3.6 Récupération et destination du poisson

D'après

[51] Etat du peuplement piscicole - Fiche synthétique - septembre 2015 - ONEMA

[52] Synthèse PDPG 2019 - 2023 - vfinal - Fédération Départementale de pêche 18

[53] PDPG 2019-2023 - fiches version finalisée 2020 - Fédération Départementale de pêche 18

Populations piscicoles du plan d'eau – conditions eutrophes

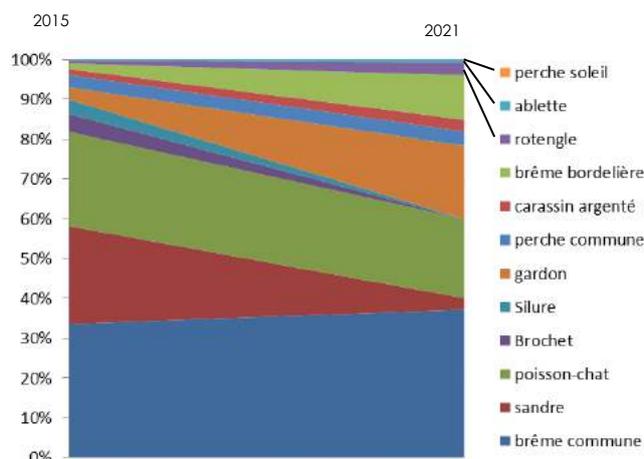
La faune piscicole observée dans l'étang de Goule en 2015 et en 2021 est caractéristique d'un milieu eutrophe.

La biomasse est évaluée entre 10 et 20 tonnes.

Les rendements de captures importants rendent compte des capacités trophiques élevées de ce type de plan d'eau et la nature des espèces recensées montre que ce sont principalement des espèces robustes et peu sensibles aux conditions d'oxygénation, comme le poisson-chat et la brème commune, qui profitent de cette situation.

Les rendements de pêche ont diminué entre 2015 (111 kg/1000 m²) et 2021 (89 kg/1000 m²) ce qui n'est pas le cas pour les effectifs pêchés. Les individus sont donc plus petits en moyenne en 2021 qu'en 2015.

Figure 22 : Evolution 2015 – 2021 de la composition relative pondérale des populations piscicoles en %



En comparaison avec l'échantillonnage réalisé en 2015, on remarque que le brochet et le silure n'ont pas été retrouvés et que la population de sandre s'est fortement réduite. Les populations de gardon, de brème bordelière et de brème commune se développent.

En 2015 on observait une légère préférence des poissons pour la strate la moins profonde (741 individus soit 62 % des captures). Cette zone correspond aussi aux secteurs où l'habitat est un plus diversifié (proximité des berges), ce qui contribue à renforcer son attractivité. A l'inverse, la fréquentation moindre de la strate la plus profonde peut s'expliquer par la présence d'une zone peu compatible avec la vie piscicole en raison d'une désoxygénation prononcée.

Risques pour le poisson en phases 2 et 3 de la vidange

Lors de la vidange, les poissons vont se retrouver dans le plan d'eau de 11 ha environ avec une hauteur d'eau inférieure à 1,30 m en moyenne dans une eau désoxygénée et chargée de sédiments.

Les éléments toxiques tiennent au fait que le plan d'eau est sujet à l'anoxie partielle. En absence d'oxygène libre dissous, certains micro-organismes hétérotrophes sont capables d'utiliser l'oxygène présent dans la molécule de nitrate (NO₃) pour oxyder les matières organiques. Ces réactions d'oxydoréduction produisent du gaz carbonique (CO₂), de l'hydrogène sulfuré (H₂S) ou du méthane (CH₄) émis dans l'eau puis l'atmosphère. Par ailleurs, on observe une réduction des oxydes de fer présents dans les sédiments.

Seules les eaux naturelles provenant du bassin versant pourront permettre un apport d'oxygène et une dilution de la masse d'eau.

Pour information : Voir ancienne vidange :

https://www.leberrry.fr/bessais-le-fromental-18210/actualites/l-archiver-video-du-jour-la-foule-pour-la-peche-et-la-vente-de-l-etang-de-goule-vidange-en-1964_13785919/#refresh

3.3.6.1 Consultation des pêcheurs professionnels

Les pêcheurs professionnels suivants ont été consultés afin d'identifier les meilleures techniques de pêche et réduire les risques de mortalité.

Les professionnels estiment cependant que l'on peut s'attendre à environ **70 % de la biomasse sauvée et 30% de mortalité** (dernière phase de vidange = pêche par la pêcherie aval), qui correspondrait cependant plus aux poissons chats et petits individus pris dans le culot final. Il est également certain qu'une bonne quantité de poissons chat notamment, resteront coincés dans la vase et qu'ils ne seront pas récupérables : cela veut dire **dégagement d'odeur probable** au niveau des sites de stockage des sédiments.

Tableau 9 : Pêcheurs professionnels consultés

Nom	Coordonnées	Adresse	Consulté le
Sandrine CRAS EARL LES ETANGS DE SAINT JEANVRIN	Mme CRAS SANDRINE EARL LES ETANGS DE SAINT JEANVRIN 06-41-21-04-97 02-36-40-92-31	149, route de la maison du bois, le bourg 18 370 Saint Jeanvrin	22/01/2022
Florestan Giroud	06 59 42 02 00	330 Route d'AIX, 73 310 CHINDRIEUX	26/10/2023
SAUV'PECHE Nicolas COURBIS	06 50 87 74 04 nicolascourbis@yahoo.fr	2440 Route de l'Amiral de Joybert 26500 BOURG LES VALENCE	26/10/2023
Guy Guerin Pisciculture val de Saône -	piscicultrevaldesaone@gmail.com 03 85 40 54 39	Farges les Mâcon Route du Port - 71700 Farges les Mâcon	26/10/2023
Alain Baillet Pêcheries de Loire	06 07 68 74 50 02 28 01 80 28 numéro direct		26/10/2023
Philippe Gautier Garonne excursion	06 09 74 74 97 - 05 53 93 79 37		26/10/2023

EARL LES ETANGS DE SAINT JEANVRIN

Propositions :

- Pêche en janvier en une seule fois sur 3/4 semaines (suivant la météo) jusqu'au déculassage
- L'idéal serait que le niveau de l'eau soit inférieur à 1 hectare,

- Surveillance de la qualité des eaux en amont,
- Mise en place d'oxygénateurs,
- Pêche totale, qui se fera en amont au filet et par un piège à poisson et un piège à sédiment en aval.
- Équarrissage des poissons blancs (espèces indésirables– art. 20 de l'arrêté du 9/06/2021).
- 2 options de valorisation du poisson ;
 - 1ère option : valorisation du poisson commercialisable et rempoissonnement hors frais en valeur.
 - 2ème option : transport du poisson vers d'autres étangs.
- Estimation : 76 000.00 EUROS HT

La pêche en deux temps, dans 11 hectares, puis 5 hectares avec un déculassage environ 3 mois plus tard ne serait pas faisable d'après ce professionnel.

Florestan Giroud

Propositions complémentaires :

- Disposer d'un accès à la cuvette (les terrassements devront avoir débuté avant la pêche) – voir rampe en RG du barrage – p. 61
- Suivi de la qualité des eaux dans la retenue durant la première phase d'abaissement, afin de pouvoir éventuellement réaliser des « pauses » pour laisser décanter et que les apports d'eau permettent une réoxygénation de la masse d'eau. Le taux d'oxygène minimum à ne pas franchir pour cette première phase serait de 6 mg/l,
- L'existence de la pêcherie n'est pas suffisante car en général, les poissons récupérés lors de cette dernière phase ne sont pas dans un état satisfaisant pour être sauvés (équarrissage quasi systématique)
- Les aérateurs de surface nécessiteront une alimentation électrique
- Possibilité de mise en place de pompage (permettant d'évacuer des eaux de surface donc en théorie pas de problème pour la qualité en milieu récepteur, coût théorique estimable pour pompage de 500 m³/h pour une durée de 10 jours : 10 à 12 K€) pour poursuivre un abaissement entre 11Ha et 6 à 7 Ha et ensuite mener une deuxième campagne de pêche. Cette option permettrait d'être normalement très efficace sur la pêche en amont et donc éviter d'avoir trop de volume de poisson à traiter en phase finale d'abaissement.
- Destination du poisson : privilégier le déplacement vers 2 ou 3 autres plans d'eau à 50 km max : possibilité de racheter une partie du poisson pour la valorisation si autorisation des acteurs,
- Prévoir un coût d'équarrissage.

Guy Guerin Pisciculture val de Saône

Les conseils sont les suivants :

- Pratiquer la pêche en hiver (eau froide)
- Rassembler un effectif important de pêcheurs professionnels et personnes (bénévoles) pour aider les jours de pêche, voire plusieurs pêcheurs professionnels co-traitants,
- Prélever un maximum de poissons avant la vidange totale, qui comme dans la plupart des cas se termine en bennes pour l'équarrissage... Les boues toxiques de fin de vidange condamnent les poissons qui descendent en pêcherie aval.
- La meilleure solution serait la pêche à grande eau avec de grandes sennes et des bateaux (pourquoi pas plusieurs pisciculteurs équipés de ce type de matériel) et ce dès le premier seuil atteint,
- Répéter l'opération régulièrement pendant que l'étang baisse. Dans un premier temps pour enlever un maximum de poissons dans les meilleures conditions possibles puis par ailleurs pour éviter que les poissons ne restent emprisonnés dans les poches d'eau qui vont apparaître au fil des jours.
- Mobiliser plusieurs véhicules de transport pour transiter vers les lieux de déversement ou de stockage des poissons. Il faudra donc un accès poids lourds au plus près des zones de pêche et une pisciculture ou des bassins à proximité pour remettre dans une eau "claire" les poissons chargés "tout venant".
- Proscrire le tri sur place en sortant de l'eau de l'étang.

3.3.6.2 Stratégie proposée

Vidange			Pêche			
Période calendaire estimée :	Phase de vidange	Résultat attendu	Période	Durée	Phase de pêche	Résultat attendu
15 octobre au 15 novembre	Vidange jusqu'à la côte 205,85 NGF	Surface retenue ramenée à 11 Ha Profondeur max : env. 5m	Après le 15 Nov	5 à 8 jours (4 jours fermes puis ajustement en fonction des résultats)	Pêche de décompression à la Senne. Pêche aux filets maillants à grande mailles sur des temps de pêche très courts, évitant ainsi la mortalité des poissons. Eventuellement pose de verveux ² en complément.	Récupération de 30 à 40 % de la biomasse totale (Exclusivement individus "adultes" (supérieurs à 30 cm)
01 décembre au 10 décembre	Mise en place d'un pompage de 500m ³ /h	Passage de la surface du plan d'eau résiduelle à environ 6 Ha	Après le 10 Déc	5 Jours	Pêche à la Senne	Récupération de 30 à 40 % de la biomasse restante
Février / Mars	Vidange phase finale	Mise en assec	Fin de la phase de vidange	3 derniers jours de la vidange	Récupération dans la pêcherie aval - Pêche électrique et à l'épuisette	Récupération finale

Coût compris entre 47 000 et 76 000 € HT selon les professionnels.

3.3.6.3 Communication

Une communication préalable auprès de la population locale devra être envisagée pour bien expliquer les différentes étapes de la vidange et de la pêche de sauvegarde.

3.3.7 Carnet de suivi

Le carnet de suivi de la gestion du plan d'eau, renseigné par l'exploitant du barrage³, servira également à noter et décrire précisément les conditions dans lesquelles s'est déroulée la vidange. Les mesures effectuées y seront mentionnées ainsi que la chronologie détaillée des événements et des observations.

Ces consignes devront pouvoir servir pour les vidanges ultérieures avec le, le cas échéant, des corrections si elles sont justifiées.

² Verveux filet pliant qui a la forme d'une longue nasse, cylindrique ou conique, monté sur des anneaux ou autres structures rigides.

³ En principe : en principe la DRI du CD18

3.4 TRAVAUX SUR LE BARRAGE

Les travaux étudiés correspondent :

- au remplacement de la vanne de fond aujourd'hui non fonctionnel et à l'enlèvement du batardeau de sécurité en aval,
- aux réparations du parement suites aux désordres susceptibles d'être découverts sur les maçonneries après la vidange,
- à la modernisation et l'automatisation du dispositif des mesures d'auscultation du barrage (piézomètres), du niveau amont et du débit relâché en aval.

3.4.1 Choix du mode d'intervention pour le remplacement de la vanne de fond

Pour le programme nous retenons le scénario 2 avec vidange (cf. réf. [60]) avec batardeage de l'entonnement de la vanne après abaissement à la cote 205,85 (1^{ère} phase de l'abaissement). Pour la restitution des eaux en aval nous retenons la surélévation du batardeau et la surverse par le conduit intermédiaire.

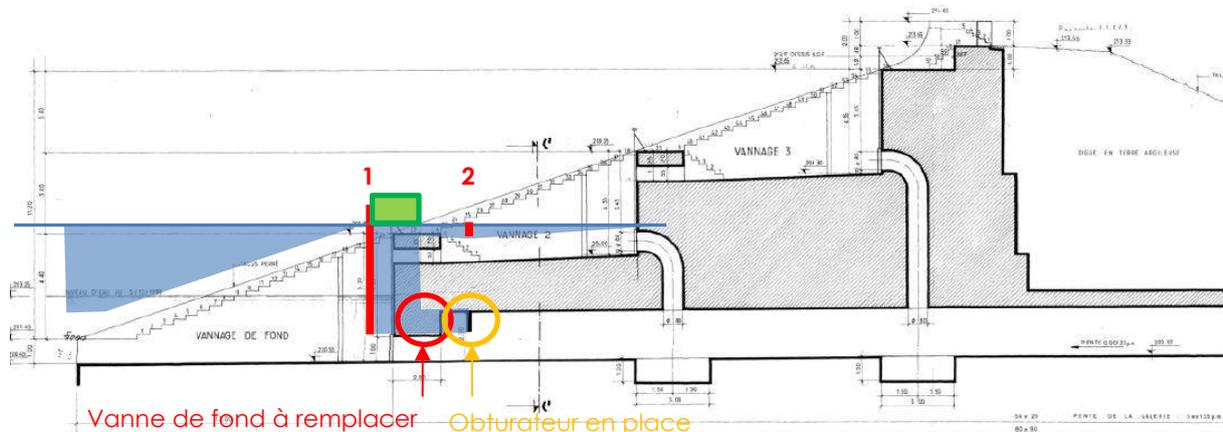
Ces travaux comprennent :

- La visite préalable de repérage par plongée de l'état des rainures et maçonneries pour préparation des bastinges et confection du caisson supérieur,
- L'aménagement repli de l'équipe de plongée avec matériels flottants, fournitures bastinge et caisson pour le batardeau et béton pour le radier (étanchéité), transporteur et matériels de location,
- L'aménagement repli de l'équipe de plongée pour la pose des dispositifs et l'enlèvement de l'obturateur sur une semaine de plongée environ,
- La réparation des maçonneries pour atteindre la planéité suffisante à la pose d'une vanne neuve.
- la restitution du débit de surverse et du débit réservé par pompage ou par dérivation.

Le phasage de ces travaux est schématiquement le suivant :

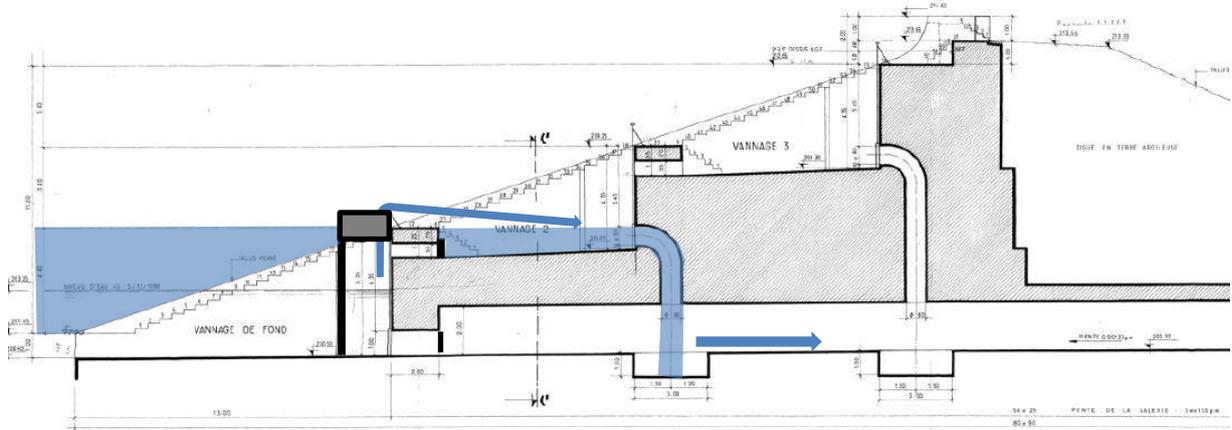
Étape A : pose des batardeaux

1. Le 1^{er} batardeau est installé depuis le fond jusqu'à la cote 206,35 m NGF.
2. Le 2^e batardeau permet d'éviter l'envolement en retour de la zone de travaux.



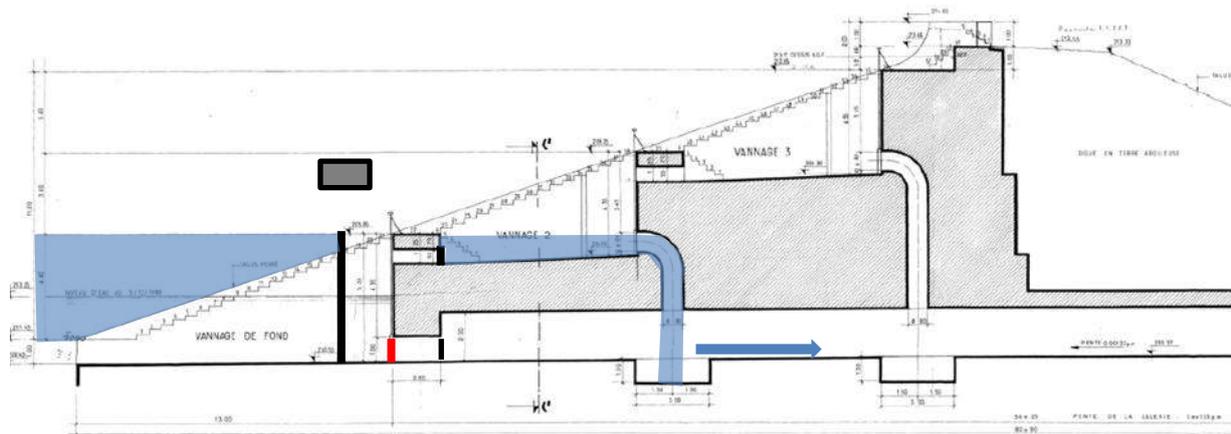
Etape B : Epuisement de la zone de travaux

Une fois les batardeaux posés, le volume d'eau devant la vanne de vidange est pompé et évacué par la prise d'eau intermédiaire.



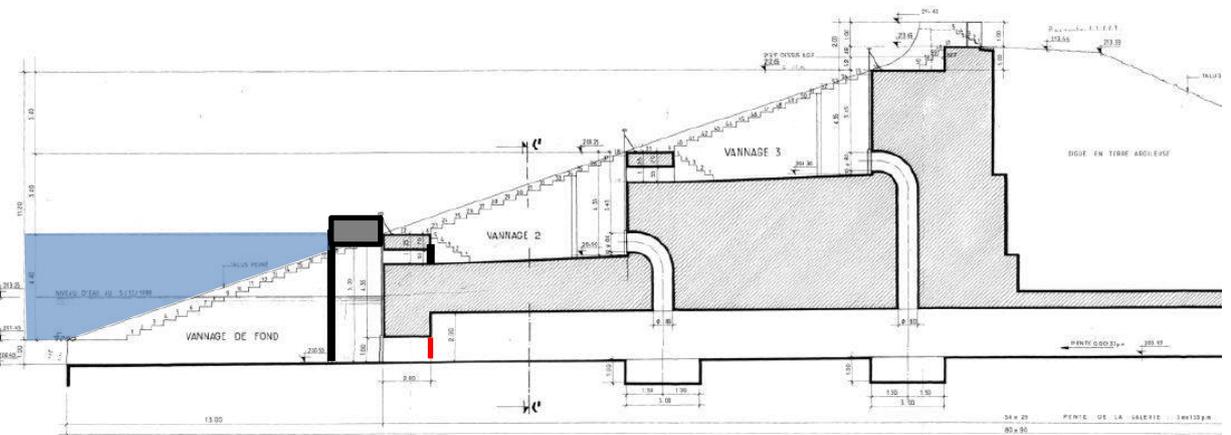
Etape C : Démontage et remplacement de la vanne de vidange

La vanne de vidange défectueuse est enlevée. La maçonnerie est reprise puis la nouvelle vanne installée. Pendant les travaux, les débits entrants sont évacués par surverse vers la prise d'eau intermédiaire.



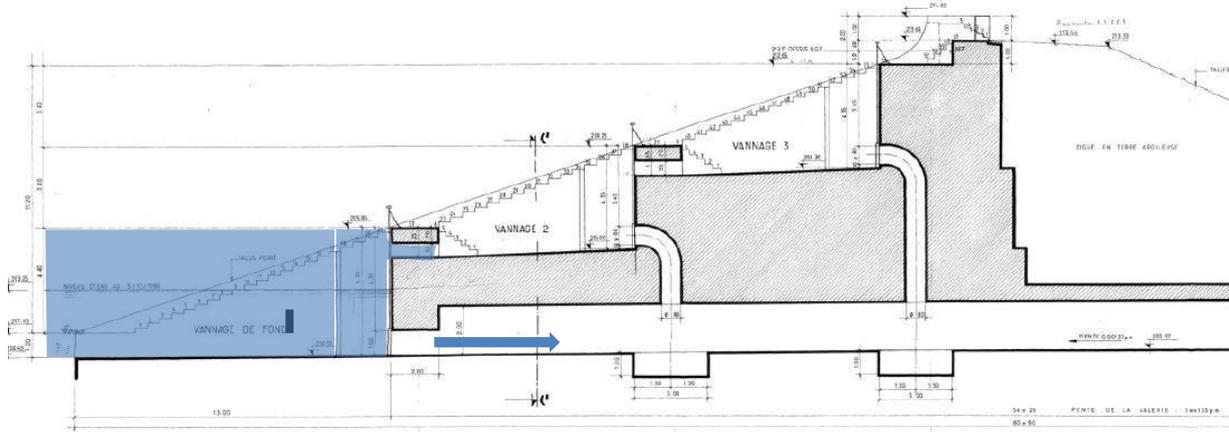
Etape D : Enlèvement de l'obstruteur du conduit de vidange

Le dispositif obstruant le conduit de vidange est enlevé en accédant par l'aval.



Etape F : Remise en eau

Une fois la nouvelle vanne de vidange installée et testée, le volume à l'amont de celle-ci peut être remis en eau et la nouvelle vanne peut servir pour le pilotage de la fin de la vidange selon le scénario global retenu. Un batardeau minimal en amont de la vanne pourra être maintenu pour éviter la descente du culot sédimentaire.

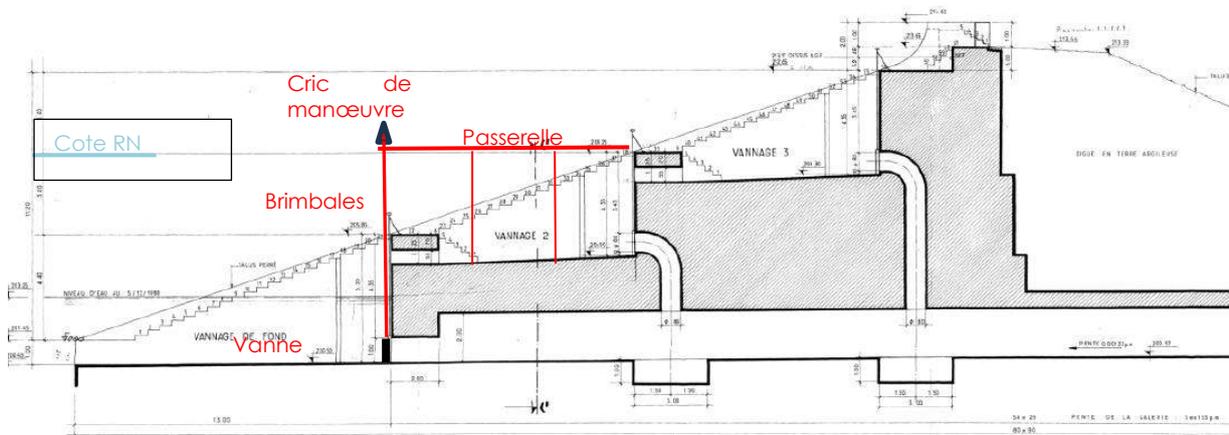


3.4.2 Type de vanne

Pour le programme nous retenons selon réf. [60] le 1^{er} type de vanne à savoir une vanne murale 1000x1000 mm en Inox 304L avec manœuvre par crémaillère déportée au niveau d'une passerelle supérieure.

Nous prévoyons la mise en place d'une grille métallique gros barreaux de protection du dispositif à la base de l'entonnement (plan incliné de largeur 1 m).

La passerelle métallique en profils INOX 304L mécano-soudée présenterait des dimensions de longueur totale 10,5 m et de hauteur maximale (au droit de la vanne) de 3,5 m. Elle est étudiée en option puisque l'abaissement sécuritaire du plan d'eau pourrait se faire d'abord par ouverture des 2 vannes supérieures puis par ouverture de la vanne de fond une fois son niveau de manœuvre atteint. Néanmoins sa manœuvre depuis une passerelle en toutes conditions et notamment à côte de Retenue Normale (RN) apporterait un confort d'exploitation supplémentaire.



3.4.3 Auscultation et automatismes du dispositif de surveillance

Pour rappel, le barrage est ausculté au moyen :

- d'une échelle limnimétrique de suivi du niveau de la retenue ;
- d'une échelle limnimétrique de suivi du niveau à l'aval de la galerie de vidange ;
- de 10 piézomètres permettant le suivi de la piézométrie dans le corps de l'ouvrage ;
- d'un seuil à lame mince de mesure de la fuite en rive droite.

3.4.4 Modernisation du dispositif d'auscultation et de surveillance

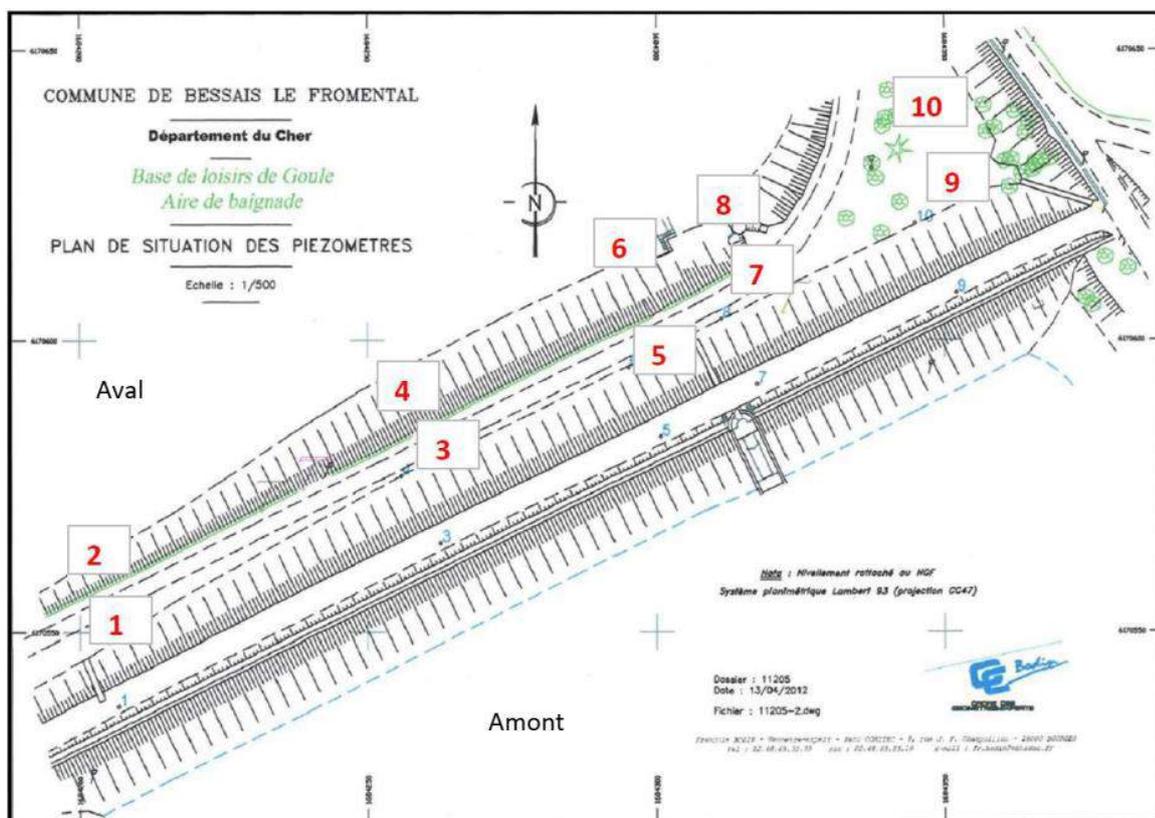


Figure 23 : Plan de situation des piézomètres

Pour la modernisation des dispositifs de surveillance les objectifs à atteindre sont :

- Déployer un système de surveillance des 10 piézomètres répartis par pair sur la longueur de l'ouvrage avec une lecture direct des mesures et un système de relevés automatique ayant une sauvegarde des mesures sur 6 mois environ ;
- Permettre la surveillance du niveau d'eau du barrage en aval au niveau de la pêcherie et en amont dans l'emprise des vannes en complément des échelles limnimétriques en œuvre. Le système aura une sauvegarde des mesures sur 6 mois et devra envoyer des seuils d'alarme sur des téléphones d'astreintes ou logiciel de récupération de données ;
- Permettre la surveillance du débit de fuite sur l'échelle du débitmètre installé en aval en rive droite en complément de l'échelle existante sur le seuil en "V". Le système aura une sauvegarde des mesures sur 6 mois.

Pour le programme nous retenons :

- une automatisation des piézomètres par capteurs piézomètres introduits dans les tubes existants,
- la mesure du niveau du plan d'eau par une sonde radar de type VEGAPULSE fixée au niveau de la passerelle ou sur un mât dédié,
- la mesure du débit restitué en aval dans la pêcherie par un capteur à ultrasons de type TOUGHSONIC 3 et plaque en V calibrée,
- l'acquisition des données sur une centrale dédiée de type datalogger CR310 de chez CAMPBELL SCI,
- la transmission sur un serveur http par un modem routeur GSM.

Concernant les capteurs de pression il sera recherché un produit dans la gamme des capteurs de mesure en relatif et ceci afin de compenser de manière indépendante les variations de pression atmosphérique.

3.4.5 Estimation des travaux sur le barrage

L'estimation des travaux est la suivante. Sa décomposition est donnée à titre indicatif en annexe. Elle n'a nullement vocation à constituer à ce stade une estimation de travaux de niveau Projet.

Conseil Départemental du Cher (18)		
Etang de Goules - Lot 2 barrage		
1	PRIX GENERAUX	64 000
2	MACONNERIES	27 000
3	EQUIPEMENTS HYDROMECHANIQUES	85 000
4	AUSCULTATION	62 800
5	DIVERS	1 500
6	ALEAS 15%	36 045
TOTAL € HT		280 000

A ces montants d'investissements, il faut prévoir un abonnement cloud annuel pour le dialogue de la centrale d'acquisition avec des téléphones d'astreinte : 1500 € HT/an.

3.5 TRAVAUX DE CURAGE/DESENVASEMENT ET DE MISE EN DEPOT DES SEDIMENTS

3.5.1 Rappel des contraintes

Les travaux de curage/désenvasement doivent tenir des contraintes suivantes :

- Optimisation de coûts de travaux,
- Si valorisation agricole : 80 % minimum de Matière sèche des sédiments à épandre ; optimal : 85 %
- Réduction des impacts sur l'ENS et les espèces d'intérêt patrimoniale et/ou protégées,
- Réduction des nuisances envers les habitants,
- Réduction du nombre de saisons estivales neutralisées.

De nombreux aléas subsistent pour l'atteinte de ces objectifs :

- Il n'est pas possible de prédire le taux de matière sèche à la fin de la période de ressuyage ou bien, il n'est pas possible de déterminer la durée de ressuyage pour atteindre le taux souhaité,
- Les coûts de travaux dépendent encore de la portance du substrat et du besoin ou non de « brasser » les sédiments pour les faire sécher.

C'est pourquoi, des **travaux optionnels** sont proposés (§ 3.5.5). Ils visent principalement à faciliter le séchage des sédiments en vue de leur valorisation agricole. Toutefois, puisqu'ils représentent un surcoût, ils conduisent nécessairement à envisager plusieurs scénarios en vue d'une optimisation des coûts.

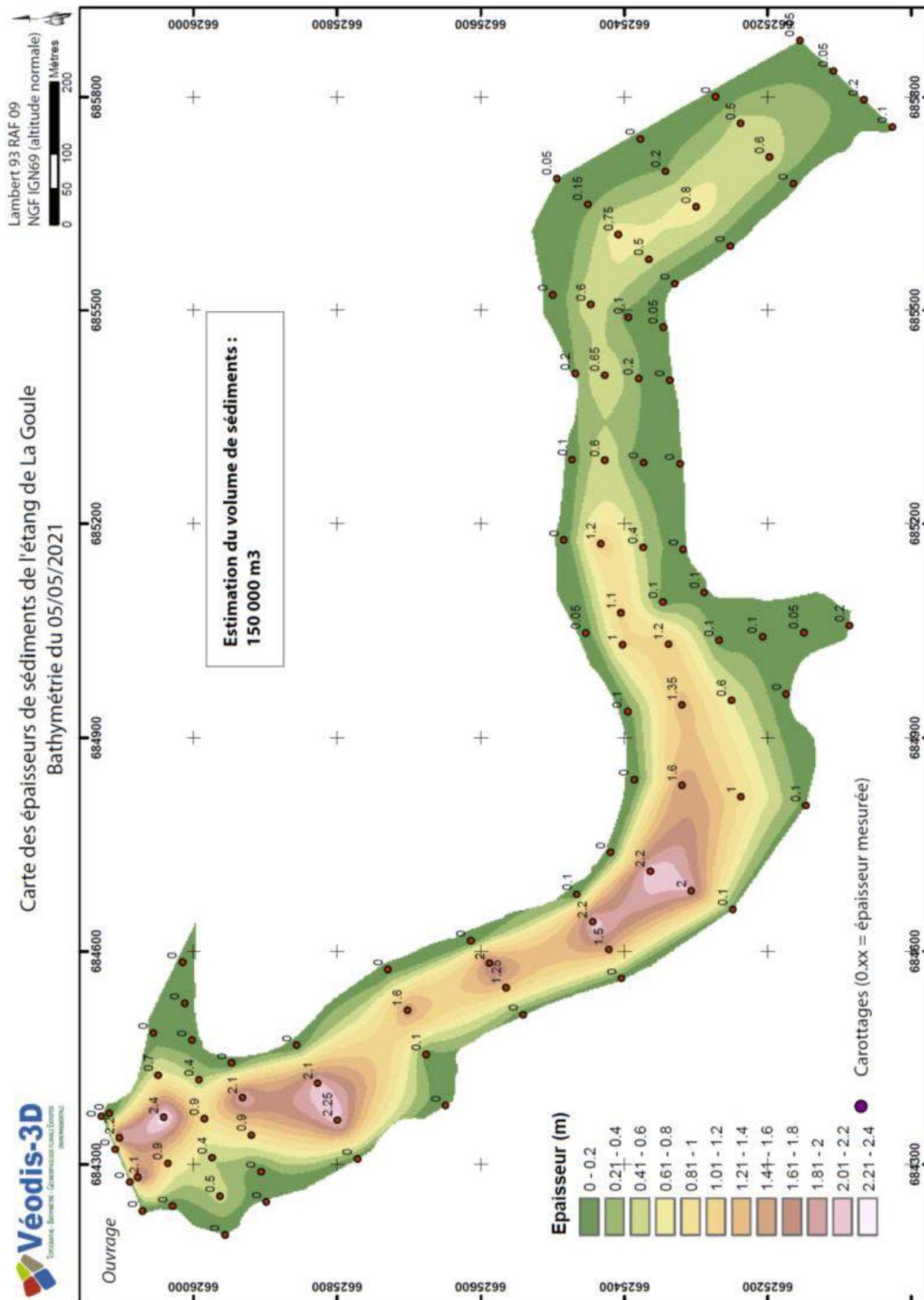
Sont donc étudiés ci-après :

- Une solution de base pour le programme de curage,
- Des solutions d'optimisation du séchage comparées entre elles.

3.5.2 Rappel de la répartition des sédiments

Les plus grandes épaisseurs (et donc volumes) de sédiments se concentrent dans une zone proche du barrage et dans l'anse intermédiaire entre la route de Sausseux et le barrage. En dehors de ces zones, les épaisseurs de sédiments sont rarement supérieures à 0,5 m.

Figure 24 : Répartition des volumes de sédiments d'après l'étude bathymétrique



3.5.3 Apports des entreprises générales spécialisées dans le curage

Une enquête auprès des terrassiers a été menée par Somival Ingénierie. Les enseignements les plus instructifs sont été fournis par l'entreprise NGE (Olivier Decaux). Le Département du Cher a également sollicité l'entreprise GéoBTP.

NGE – (147, rue des Fougères- 45590 Saint Cyr en Val)

Pour une bonne extraction des matériaux, un ressuyage de 8 à 12 mois est nécessaire.

L'accès à la cuvette nécessitera probablement des pistes ou des épis cloutés (c'est-à-dire avec des blocs rocheux qui s'enfoncent dans le substrat meuble jusqu'au refus). Ces épis cloutés devront être réalisés environ tous les 30 à 40 m et construits à l'avancement depuis la berge.

Afin de maîtriser l'aléa lié à la portance du substrat, il semble nécessaire de pratiquer des essais complémentaires lorsque la cuvette sera vide.

Une fois que les infrastructures d'accès seront prêtes au moins sur une partie de la cuvette (rampes d'accès, épis, merlons, pistes vers les parcelles agricoles, franchissement provisoires de l'Auron) il faut compter sur un rythme d'extraction d'environ 1000 m³/j après ressuyage. Les engins utilisés seront : tombereaux (avec portes), pelles hydrauliques et bulldozer.

Le tri des sédiments selon leur nature et granulométrie est envisageable (sables, graviers) sous forme de plusieurs dépôts au sein de la cuvette. Les matériaux seront ensuite remélangés pour livrer sur les parcelles un composé homogène.

Par contre, le remaniement de sédiments au sein de la cuvette pour accélérer leur séchage et leur minéralisation n'apparaît pas faisable.

Les engins utiliseront des huiles biodégradables. Les pleins de gasoil se feront en dehors de la cuvette.

Pour se protéger des crues on peut étudier des remblais intermédiaires (barrages provisoires) circulables.

La ou les pistes terrestres à construire vers le Nord accédant aux parcelles agricoles devront être capables de supporter de très gros tonnages (chaussée à forte portance : 0,70 m de GNT) et autoriser le croisement des tombereaux au moins en certains points (dans l'idéal grâce à des pistes de 8 m de large).

Les sédiments peuvent être déposés en plusieurs tas sur les parcelles puis répartis au bulldozer et enfin mélangés avec les sols en place à l'aide de malaxeurs de grande dimension (principe du motoculteur).

Les entreprises sont généralement rémunérées au m³ extrait ou déposé. Le contrôle des quantités peut être fait par des relevés topographiques (avant et après dépôt).

En fin de chantier certaines constructions provisoires pourraient être maintenues en place puis noyées (épis, merlons) en raison de la difficulté à les récupérer. Elles pourraient resservir dans l'avenir pour une nouvelle opération de curage. Leur maintien évite un surcoût de travaux.

Les effectifs sur le chantier seront de l'ordre de 25 personnes en permanence. 10 tombereaux seront présents. La base vie comprendra 3 bungalows dont une salle de réunion (location d'une base vie de l'ordre de 10 000 €/mois).

La durée des travaux préalables d'accès (rampes, épis cloutés, merlons, pistes terrestres) avant de commencer le curage est estimé à 6 mois environ. Le curage pourrait s'étaler sur 150 jours au rythme annoncé précédemment.

Le coût d'extraction (hors rampes, épis cloutés, merlons, pistes terrestres) serait de l'ordre de 6 à 7 €/m³. Le dépôt et l'intégration des sédiments aux sols vaudrait environ 3 à 4 €/m³.

L'aléas financier concerne principalement les travaux d'accessibilité à la cuvette notamment en son centre en raison de la méconnaissance de la portance. Afin de maîtriser les risques financiers pour le Département et pour les entreprises, le marché pourrait être découpé en 2 tranches :

- **une 1^{ère} tranche pour la réalisation des accès à la cuvette (et notamment des épis cloutés pour accélérer le ressuyage) et pour les essais de portance** cuvette vide et en partie ressuyée,
- **Une 2^{ème} tranche** pour les travaux de curage et de transport des sédiments à proprement dits.

GéoBTP (consulté par le Département) 18160 Lignières

GéoBTP conseille de démarrer le curage en juillet (si vidange au plus tard en sept de l'année n-1) jusqu'à fin octobre.

Par contre, elle ne sait pas comment mélanger les sédiments une fois ces derniers curés et stockés pour séchage (tas de 2 à 3 m de haut max). A préciser

Elle envisage des bulldozers pour traiter les petites épaisseurs de sédiments, des pelles de 20 T avec des chenilles marais et des tombereaux de 30 T max.

Durée du chantier estimée : environ 100 jours (rendement de 1 000 à 1 500 m³ par jour)

D'après son expérience, :

- il n'est pas nécessaire de faire des analyses du substrat pour la portance une fois l'étang vidé ;
- il n'est pas nécessaire de créer une piste tout le long de l'étang.
- Il faudra penser aussi aux finitions après le curage et l'évacuation. Certains abords de l'étang pourraient être repensés, remis en forme.

Synthèse

Il apparaît quelques différences d'appréciation sur les points suivants :

1. La nécessité (NGE) ou pas (GéoBTP) de mener des essais complémentaires en particulier au cœur de la cuvette afin de bien apprécier la portance,
2. Des écarts importants de prix au m³ nécessitant de confirmer et d'homogénéiser les méthodes
3. La nécessité (NGE) ou pas (GéoBTP) de créer une piste tout le long de l'étang.

Par précaution nous préconisons de prévoir les cas les plus défavorables (§ 3.5.4).

3.5.4 Travaux de curage – solution de base

Comme indiqué en p. 55 il est étudié ici un **programme de travaux de base** supposé suffire à l'atteinte des objectifs de valorisation agricole (notamment le taux de Matières Sèches – MS) pour un coût raisonnable.

Il propose un ressuyage long facilité par des épis drainants.

3.5.4.1 Infrastructures d'accès à la cuvette et de transport des sédiments

Les travaux de terrassement comprendront plusieurs infrastructures d'accès :

- Des rampes d'accès à la cuvette,
- des pistes internes à la cuvette, (portance ≥ 4 MPa⁴ sinon cloutage obligatoire)
- 2 à 3 seuils intermédiaires pour le franchissement de l'Auron (buses empilées) d'une rive à l'autre de l'étang et également pour le ralentissement des crues et des descentes de sédiments. Ces barrages seront réalisés sous la forme de pistes cloutées (apports de blocs rocheux qui s'enfoncent dans le substrat meuble jusqu'au refus),
- Epis cloutés et drainants (apports de blocs rocheux qui s'enfoncent dans le substrat meuble jusqu'au refus). Les épis cloutés devront être réalisés environ tous les 30 à 40 m.

Ces équipements seront réalisés à l'avancement depuis l'amont vers l'aval et depuis les berges vers l'axe central.

⁴ MPa : Mégapascal, soit un million de pascals (10⁶ Pa)

Le transport des sédiments nécessitera :

- une ou plusieurs pistes terrestres externes à forte portance et grande largeur (8 m de large – 0,70 m de GNT) vers les parcelles réceptrices permettant des transits avec croisement des camions,
- des pistes internes de faible largeur (3 m de large – renforcement des sols).

Plusieurs rampes d'accès à la cuvette seront réalisées au niveau des franchissements de l'Auron et des pistes de transit entre la retenue et les parcelles réceptrices. Leur implantation est dictée par la topographie, la destination finale des sédiments et surtout par la sensibilité des habitats naturels et des espèces qui y vivent (ENS). Les rampes seront prévisionnellement positionnées sur les secteurs sans sensibilité forte selon la carte p. 19.

3.5.4.2 Investigations géotechniques complémentaires

L'aléa financier pour l'ensemble des travaux de curage concerne notamment les travaux d'accessibilité à la cuvette notamment en son centre en raison de la méconnaissance de la portance.

En effet, les investigations pratiquées par Géocentre (p. 33) pour estimer la traficabilité mettent en doute la portance en profondeur sur les sondages G1 et G5 : le seuil de 4 MPa minimum nécessaire pour les engins de terrassement n'a pas été atteint en profondeur. Les essais n'ont été pratiqués que sur les bords de l'étang.

Essais de portance complémentaires après vidange partielle

Le règlement d'eau autorise un abaissement sans déclaration préalable jusqu'à la cote 207,85 m NGF IGN 69. Un abaissement sera donc effectué pour atteindre la cote 205,86 m NGF 69. Il permettra d'exonder (temporairement ou durablement) le fond de l'étang dans sa partie amont afin de procéder à des essais de portance aux points accessibles (Figure 25).

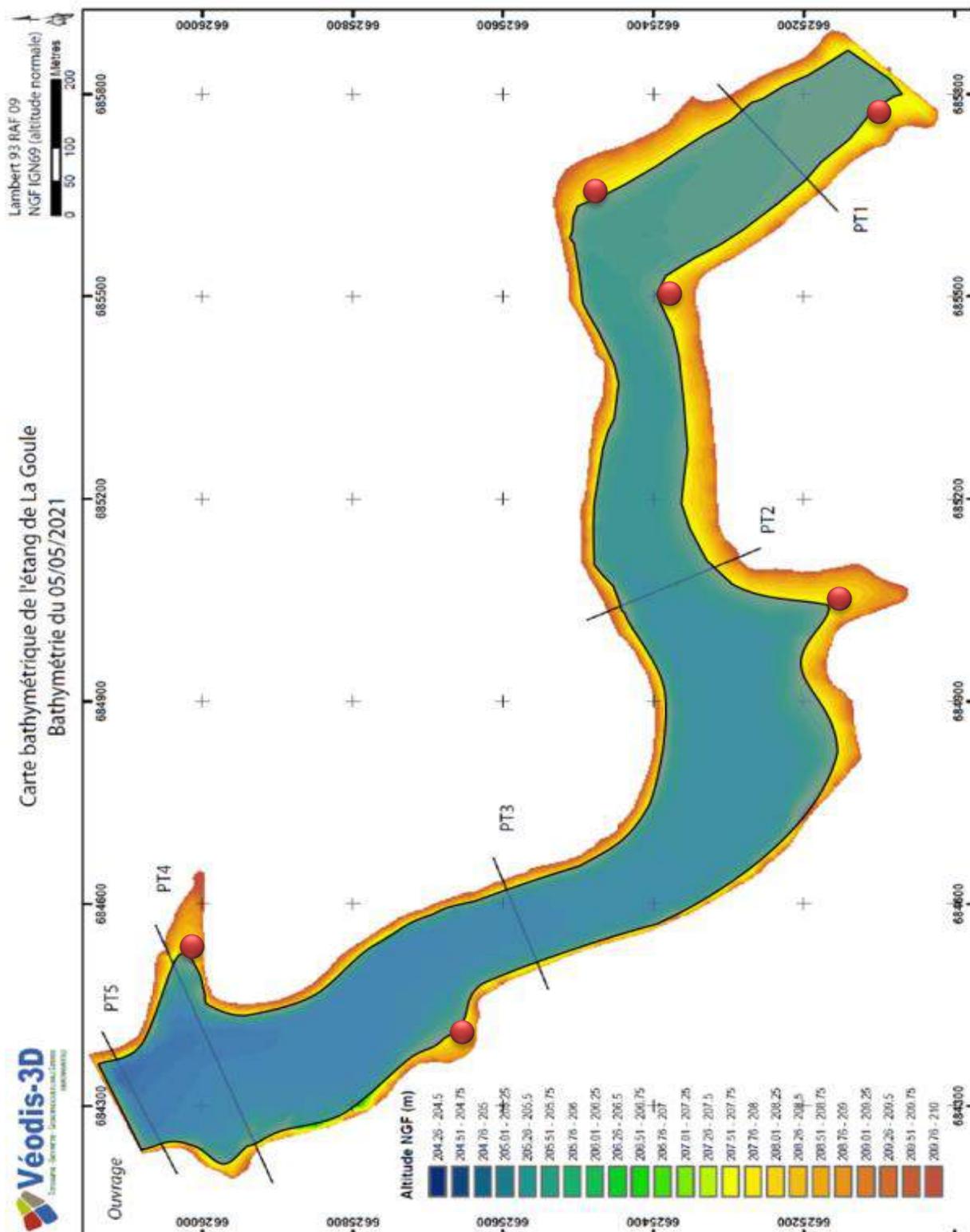
Les recommandations Géocentre pourront être mises en œuvre sans attendre la vidange complète :

- Contrôle visuel des matériaux à l'aide de prélèvements géologiques pour situer le toit du substratum,
- Prélèvements géologiques en semi-profondeur et analyses en laboratoire.
- Estimation de la sensibilité aux variations hydriques des différents matériaux rencontrés en semi-profondeur et cela jusqu'au toit du substratum

Essais de portance complémentaires après vidange complète

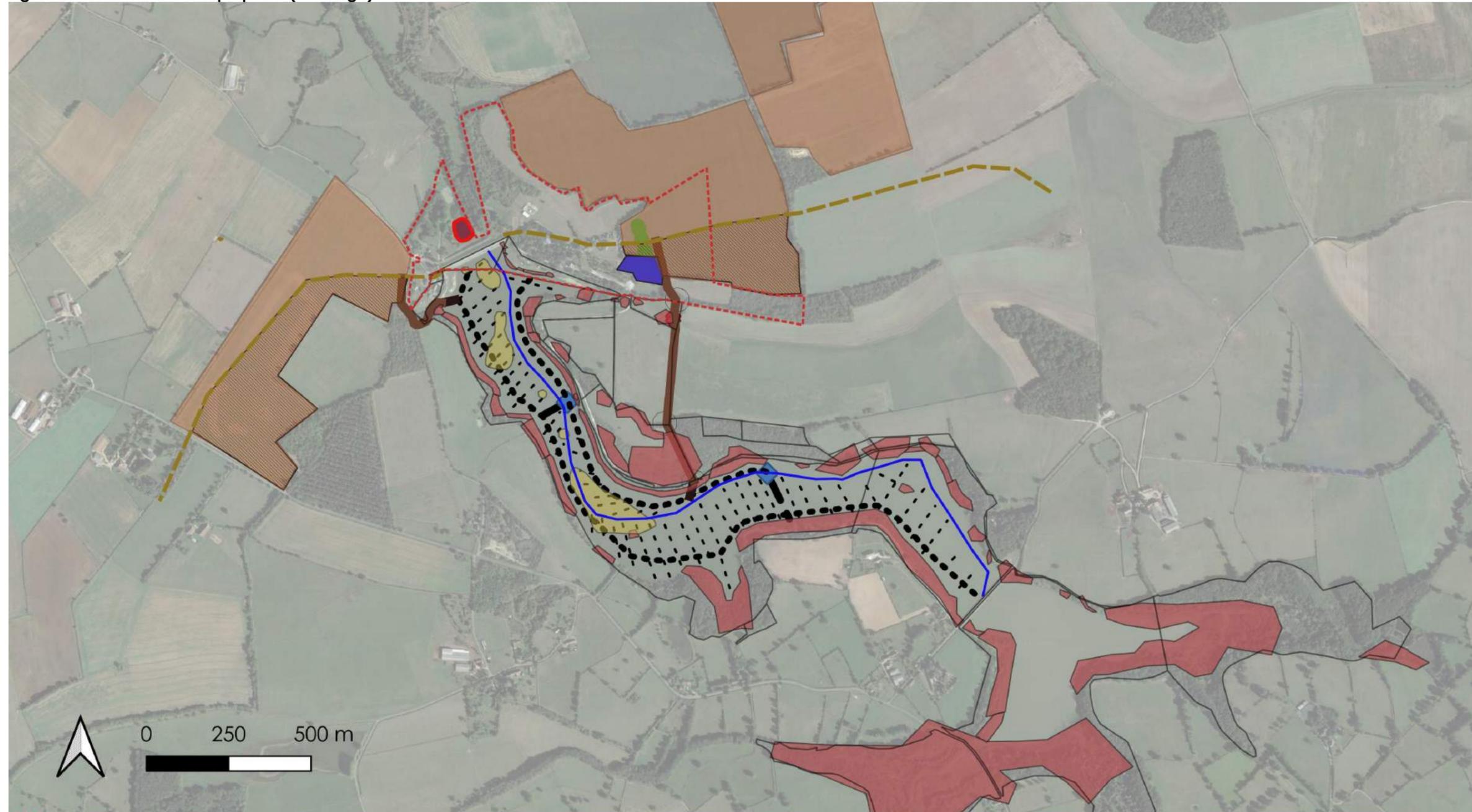
Afin de maîtriser les risques financiers pour le Département et pour les entreprises, nous préconisons un marché spécifique pour des essais de portance soit après vidange partielle soit après vidange complète et en partie ressuyée. A l'issue de ces investigations, les coûts des travaux d'accès à la cuvette seront mieux cernés. Un nouveau marché pourra être passé avec un aléa mieux maîtrisé.

Figure 25 : Points d'investigation proposés après abaissement à 207,86 m NGF 69 (-2,34 m)



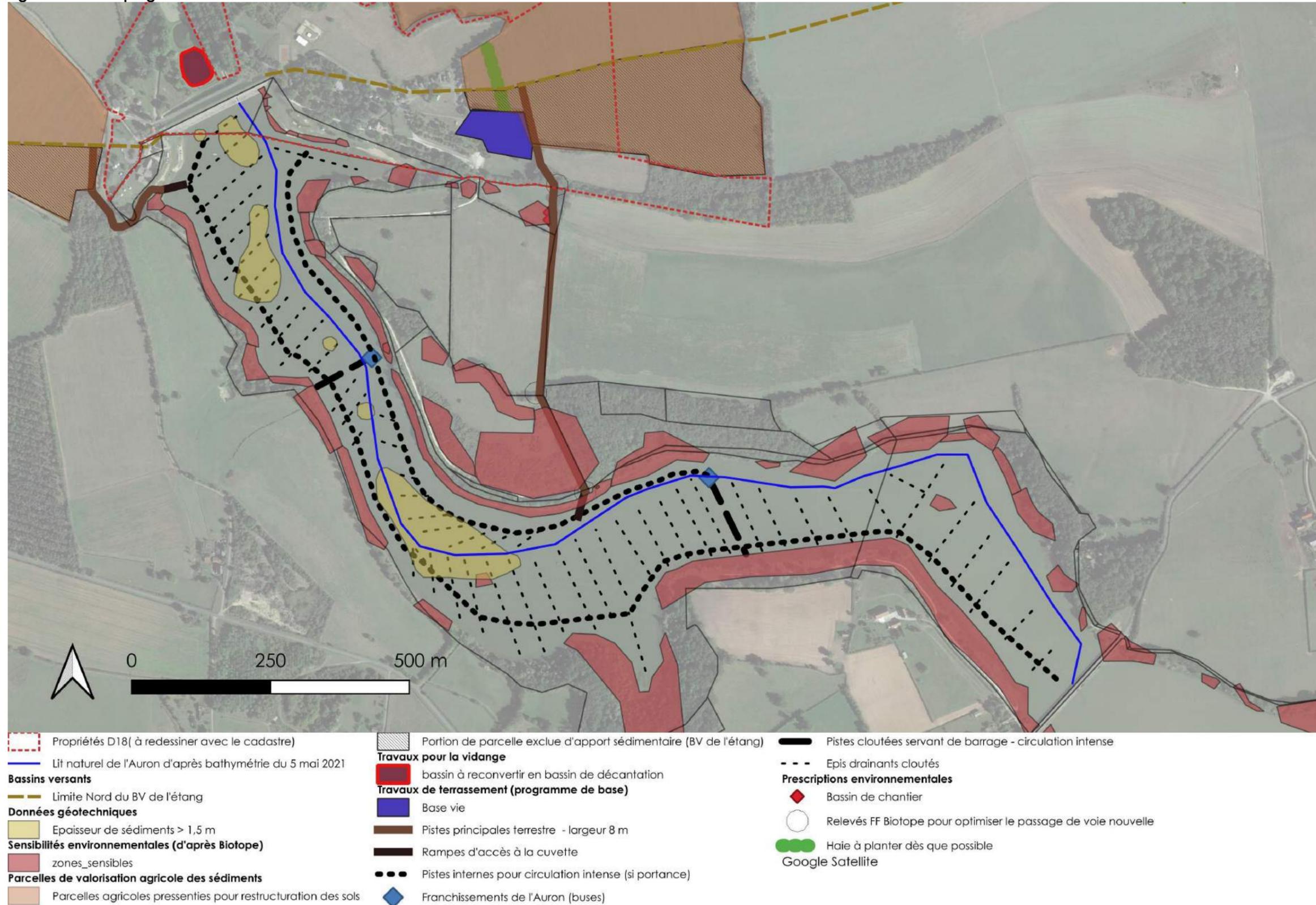
3.5.4.3 Schéma de principe des travaux

Figure 26 : Plan des travaux proposés (vue large)



- | | | |
|---|--|---|
| Propriétés D18(à redessiner avec le cadastre) | Portion de parcelle exclue d'apport sédimentaire (BV de l'étang) | Pistes cloutées servant de barrage - circulation intense |
| Lit naturel de l'Auron d'après bathymétrie du 5 mai 2021 | Travaux pour la vidange | Epis drainants cloutés |
| Bassins versants | bassin à reconverter en bassin de décantation | Prescriptions environnementales |
| Limite Nord du BV de l'étang | Travaux de terrassement (programme de base) | Bassin de chantier |
| Données géotechniques | Base vie | Relevés FF Biotope pour optimiser le passage de voie nouvelle |
| Epaisseur de sédiments > 1,5 m | Pistes principales terrestre - largeur 8 m | Haie à planter dès que possible |
| Sensibilités environnementales (d'après Biotope) | Rampes d'accès à la cuvette | Google Satellite |
| zones sensibles | Pistes internes pour circulation intense (si portance) | |
| Parcelles de valorisation agricole des sédiments | Franchissements de l'Auron (buses) | |
| Parcelles agricoles pressenties pour restructuration des sols | | |

Figure 27 : Zoom programme de travaux



Cartographie Somival Ingénierie - VL - Novembre 2023
Fond de plan : Google satellite

3.5.4.4 Base vie – personnels sur le chantier

Les effectifs sur le chantier seront de l'ordre de 25 personnes en permanence. 10 tombereaux pourront travailler en simultané. La base vie comprendra 3 bungalows dont une salle de réunion.

3.5.4.5 Scénario de crue en phase de vidange

Des remblais intermédiaires (barrages provisoires) circulables ont également été prévus en 2 secteurs. En cas d'intempéries, il sera possible de stocker temporairement les eaux à l'amont pour poursuivre le curage en aval.

Pour se prémunir des crues, il peut aussi être envisagé des merlons longitudinaux plus ou moins proches du lit de l'Auron. Ils seront construits de l'amont de l'étang vers l'aval. Les sédiments à l'arrière des merlons pourront être travaillés à secs.

3.5.4.6 Procédés d'extraction

Sous réserve d'un ressuyage suffisant, le désenvasement pourra être réalisé comme suit :

- Progression régulière de l'amont vers l'aval et des berges vers le centre en fonction du ressuyage,
- Curage à la pelle long bras.

Une fois que les infrastructures d'accès sont prêtes au moins sur une partie de la cuvette (rampes d'accès, épis, merlons, pistes vers les parcelles agricoles, franchissement provisoires de l'Auron,...) il faut compter une extraction d'environ 1000 m³/j après ressuyage. Les engins utilisés sont : tombereaux (avec portes), pelles hydrauliques et bulldozer.

Tableau 10 : Répartition des volumes selon les difficultés d'extraction

	Partie amont	Partie médiane
Volume à extraire	30 000 m ³	90 000 m ³
Rendement attendu	1000 m ³ /j	1000 m ³ /j
Durée	1 mois	5 mois

Le tri des sédiments selon leur nature et granulométrie est envisageable (sables, graviers) sous forme de plusieurs dépôts au sein de la cuvette. Les matériaux seront ensuite remélangés pour livrer sur les parcelles un composé homogène.

En variante il est prévu des zones de dépôt des sédiments après curage contrairement à ce qui est proposé par GéoBTP.

3.5.4.7 Atteinte du taux minimal de 80 % de MS

Pour atteindre une dessiccation suffisante des sédiments en vue de leur valorisation agricole, il est nécessaire d'atteindre 80 % de MS (conseillé 85 %). Il existe pour cela 2 conditions :

- Un temps de ressuyage long (minimum 10 mois),
- Un brassage des sédiments : La manipulation des sédiments est nécessaire afin d'éviter la formation d'une croûte en surface qui empêche le séchage en profondeur. Les épis réalisés dès les premières phases de vidange permettront d'intervenir pour le brassage des sédiments. Dans le programme de travaux de base les sédiments seront laissés en place (brassage sur place).

Variante

Il est proposé une variante qui consiste à prélever une partie des sédiments (60 000 m³) pour les stocker derrière un cordon de ressuyage dans la cuvette vide (en partie haute c'est-à-dire côté Est). Cette manipulation est de nature à éviter la formation de la croûte et d'allonger le temps de ressuyage pendant que les travaux interviennent sur le reste de l'étang.

3.5.4.8 Valorisation agricole des sédiments

[28f] ETUDE PREALABLE A L'EPANDAGE DE SEDIMENTS ETANG DE GOULE - Terralto - Chambre d'agriculture du Cher - décembre 2023

Le Département a confié à la Chambre d'agriculture du Cher une étude de valorisation agricole des sédiments. Un résumé en est fait ci-dessous.

Principes

Le principe consiste en la restructuration de sols par apport de sédiments consiste à apporter une quantité suffisante de matière sur des sols peu structurés, donc peu profonds, permettant d'améliorer certaines de leurs caractéristiques physico-chimiques et biologiques.

Contraintes de faisabilité

Elles sont les suivantes (réglementation):

- une teneur en matière sèche supérieure à 80% (optimum à 85% MS).
- Apport en période sèche sur sol sans culture (fin d'été début d'automne)
- Nécessité de tests agronomiques assez longs (entre avril 2016 et juin 2027)
- Le périmètre d'épandage est situé entièrement en zone vulnérable au regard de la Directive Nitrates, relative à la protection des eaux contre la pollution par les nitrates d'origine agricole.
- La faisabilité est suspendue à l'accord des parties qui doivent y trouver chacune un intérêt.

Volume à épandre

L'hypothèse retenue est que les 120 000 m³ estimés de sédiments en place aient une siccité moyenne de 35% MS après ressuyage, pour un volume de sédiments séchés à 80% MS, prêts à être valorisés, de 52 500 m³. (p. 55).

Test agronomique

La réalisation d'un test agronomique a pour objectif d'étayer, de confirmer ou d'infirmer cette étude et les hypothèses de gestion faites dans ce projet, avant sa réalisation à grande échelle. Le rapport [28f] donne toutes les précisions sur le test à effectuer.

Destination des sédiments à extraire

Les parcelles pressenties se trouvent à moins de 500 m des rives de l'étang (Figure 28):

- il s'agit vers l'Est de 5 parcelles d'intérêt pour lesquelles les exploitants sont intéressés par le projet mais sans qu'un document contractuel ne les engage pour le moment (septembre 2023) – (exploitation Bréard Damien /Séverine) sur 2 parcelles attenantes à l'étang. D'autres exploitants peuvent être intéressés.
- il s'agit vers l'Ouest d'une parcelle dont l'exploitant n'est pas encore identifié, mais il peut être pertinent de l'intégrer pour l'instant.

A noter que, afin d'éviter un risque de retour des sédiments vers l'étang par simple ruissellement en cas de pluie, les parcelles agricoles dans le bassin versant de l'étang sont exclues de dépôt.

Figure 28 : Parcelles pressenties pour la valorisation agricole des sédiments et zones exclues



Tableau 11 : Parcelles identifiées pour l'apport de sédiment

Exploitant agricole	Surface parcelles	Commune de la parcelle	Situation
Bréard Damien / Séverine	2 parcelles : 33 et 30 ha	18210 Bessais-le-Fromental	Parcelles attenantes de l'étang
EARL Bonneau (Henri)	80 ha (même îlot) + 20 ha de prairies	18210 Bessais-le-Fromental	Parcelles attenantes de l'étang
Guerrhit Olivier	25 ha terres arables + 15 ha de prairies	18210 Bessais-le-Fromental	< 100 m – sous les lagunes
Aufort Denis	Intéressé – surface à définir	18210 Bessais-le-Fromental	< 2 km
Dupré Gilles	20 ha 2 parcelles (12 et 8 ha)	18210 Bessais-le-Fromental	< 3 km

Modalités d'épandage

Selon l'hypothèse de 52 500 m³ de sédiments secs et d'apports sur 15 cm d'épaisseur, les épandages pourront se faire sur deux exploitations. Les épandages devront être réalisés avec des sédiments secs d'au moins 80% MS et lors de conditions climatiques favorables. Les apports de sédiments ne sont pas considérés comme apports de fertilisants, pour autant, ils contiennent de l'azote, du phosphore et du potassium.

3.5.4.9 Planning du scénario de base

Les plannings ci-dessous sont indicatifs et susceptibles de modifications.

Tableau 12 : Planning général

➤ Programme de travaux	15/05/2023	05/04/2024
➤ AVP Vidange, curage, dépôt	08/04/2024	12/07/2024
➤ Obtention des autorisations administratives	22/04/2024	30/01/2026
➤ Vidange	02/01/2026	28/04/2027
Fin du marché cadre avec Somival Ingénierie	10/03/2025	10/03/2025
➤ Changement de la vanne	10/08/2026	09/06/2027
➤ Tests agronomiques	01/04/2026	01/10/2027
➤ Curage et dépôt	05/01/2026	14/01/2028
Remplissage	17/01/2028	20/04/2028

Tableau 13 : Planning d'obtention des autorisations administratives

▼ Consitution du dossier d'autorisation : phase amont	08/05/2024	10/01/2025
▼ Elaboration du dossier commun vanne, vidange et curage version provis...	08/05/2024	18/10/2024
Etat initial eaux et milieux aquatiques	08/05/2024	09/07/2024
Incidences	15/07/2024	23/08/2024
ERC à partir des études AVP	26/08/2024	18/10/2024
Echanges amont avec l'administration (pré-instruction)	21/10/2024	29/11/2024
Elaboration du dossier définitif	02/12/2024	10/01/2025
Dépôt officiel	13/01/2025	13/01/2025
▼ Procédure d'autorisation	13/01/2025	30/01/2026
▼ Phase d'examen	13/01/2025	13/06/2025
Analyse de la complétude	13/01/2025	07/02/2025
Complétude	10/02/2025	21/03/2025
Instruction interservices	24/03/2025	13/06/2025
Consultations obligatoires des instances et commissions concernées	24/03/2025	13/06/2025
Avis de l'autorité environnementale en cas d'étude d'impact	24/03/2025	22/05/2025
▼ Phase d'enquête publique	16/06/2025	17/10/2025
Ouverture de l'enquête publique	16/06/2025	25/07/2025
Recueil des avis des collectivités locales et groupements concernés	28/07/2025	05/09/2025
Rapport d'enquête	08/09/2025	17/10/2025
> Phase de décision	20/10/2025	30/01/2026

Tableau 14 : Planning du curage

PRO	09/02/2026	08/04/2026
ACT	09/04/2026	29/07/2026
EXE	30/07/2026	12/08/2026
▼ DET et OPC	31/12/2026	14/01/2028
Sensibilité maximale des milieux naturels	14/04/2027	02/07/2027
Ressuyage naturel des sédiments au dessus de la cote 205,85	31/12/2026	08/09/2027
Travaux rampes d'accès à la cuvette	01/03/2027	12/03/2027
Epis darainants	15/03/2027	16/07/2027
Voies internes	15/03/2027	18/06/2027
Transport de sédiments en entrée de parcelle	21/06/2027	14/01/2028
Remplissage	17/01/2028	20/04/2028

3.5.5 Curage : travaux optionnels

Comme il est indiqué en p. 55 il est prévu des travaux optionnels (tranches conditionnelles au marché de travaux) qui visent principalement à compléter le séchage des sédiments si le taux de matière sèche n'atteint pas 80 % à l'issue de la période de ressuyage.

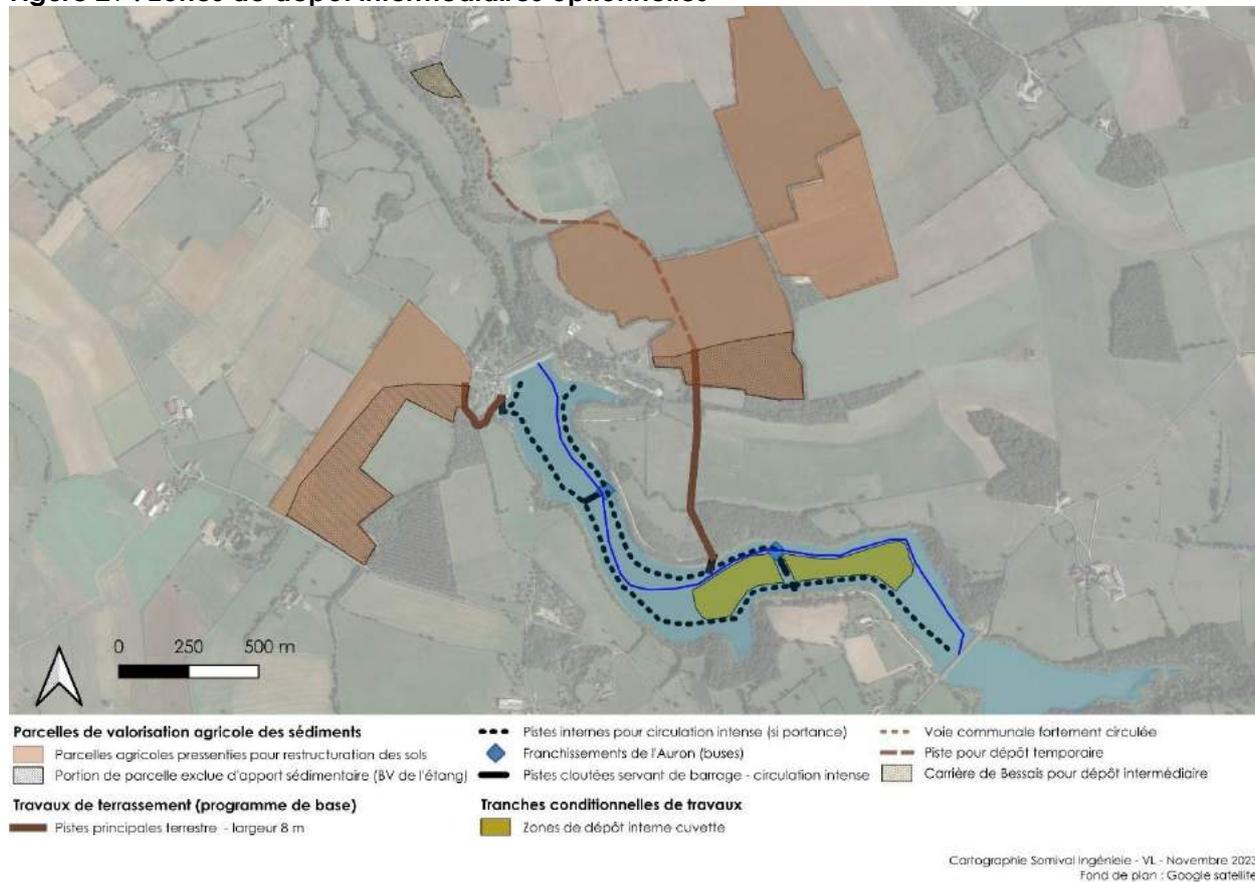
3.5.5.1 Procédés de séchage supplémentaires

Il s'agit d'une phase intermédiaire entre le curage et le transport des sédiments vers les parcelles agricoles. Pour accélérer le séchage les sédiments peuvent être transportés (Figure 29):

- **Soit dans la cuvette elle-même** partiellement déjà curée (secteur amont assez facile à curer) ; le transport des sédiments commencera une fois que les sédiments les plus secs seront rassemblés pour libérer de nouvelles surfaces de stockage ; un cordon d'isolement permettra la décantation tout en protégeant les dépôts des crues
- **Soit dans une zone de dépôt temporaire** : ou celle de M.Bonneau

La localisation des dépôts tient compte autant que possible des risques de nuisances olfactives pour les riverains.

Figure 29 : Zones de dépôt intermédiaires optionnelles



3.5.5.2 Répartition des volumes eau/sédiments selon le séchage

Les volumes à transporter sur les parcelles, selon leur ressuyage/séchage sont les suivants :

	MS		eau		Volume à évacuer
	%	m3	%	m3	
Volume extrait initial : 120 000 m3	35%	42000	65%	78000	120000
Ressuyage/séchage léger	50%	42000	50%	42000	84000
Ressuyage /séchage moyen	70%	42000	30%	18000	60000
Ressuyage /séchage poussé	80%	42000	20%	10500	52500

3.5.5.3 Autres modes de dépôt des sédiments

Au cas où le bilan économique des options de séchage supplémentaires ne serait pas favorable, un dépôt en carrière serait à envisager. Deux destinations sont possibles :

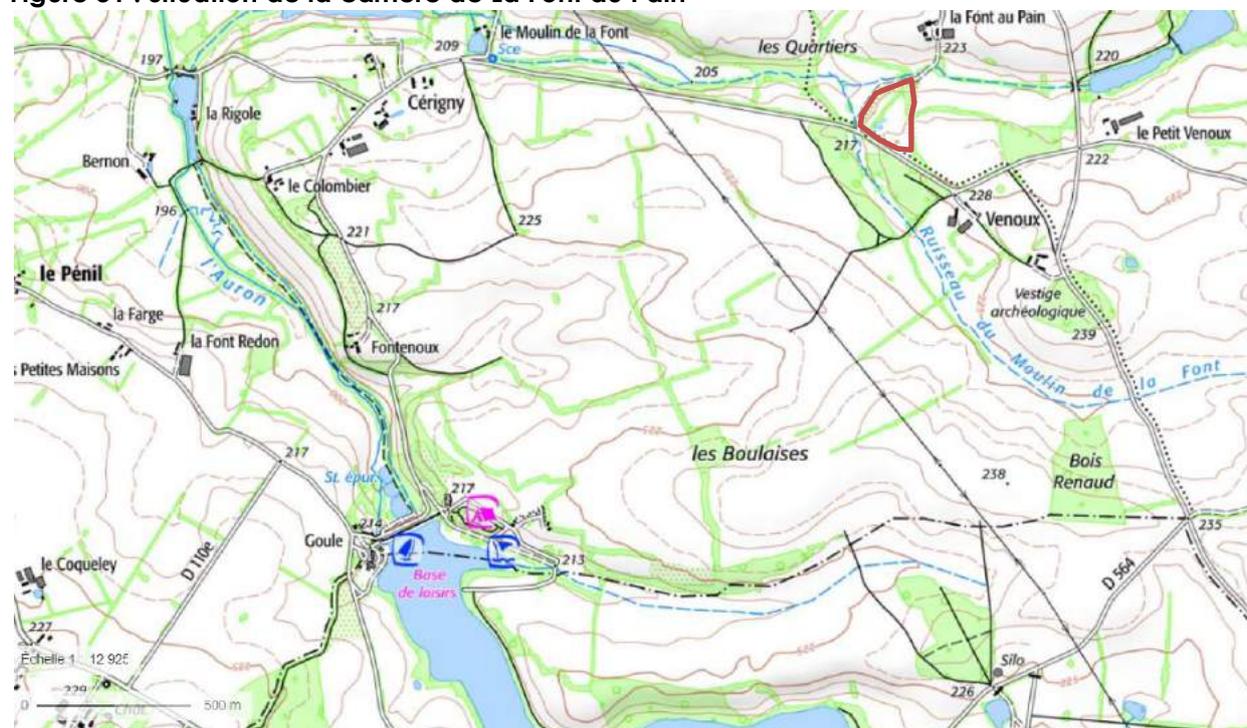
- Carrière de Lurcy-Lévy à 14 km à l'Est
- Carrière de La Font au Pain (commune de Saint-Aignan-des-Noyers) à 3,2 km au Nord-Est

Le coût du transport est de 11,5 € /m³ pour Lurcy-Lévy. Il peut être divisé par 2 pour celle de Font au Pain mais sa capacité est plus réduite (surface 2 ha seulement)

Figure 30 : Situation des carrières



Figure 31 : Situation de la carrière de La Font au Pain



3.5.5.4 Enlèvement des infrastructures de la cuvette en fin d'opération

En raison du surcoût et d'une faisabilité non garantie, cette solution n'est pas proposée.

3.6 IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET PRESCRIPTIONS ENVIRONNEMENTALES

3.6.1 Etat initial

3.6.1.1 Milieux naturels et espèces végétales

En 2020, 46 habitats naturels étaient recensés sur l'ENS de l'étang de Goule dont 21 sont caractéristiques ou apparentés à des végétations de zones humides. Cette richesse est surtout présente au niveau des queues d'étangs. Plusieurs espèces de flore remarquable sont présentes sur le site.

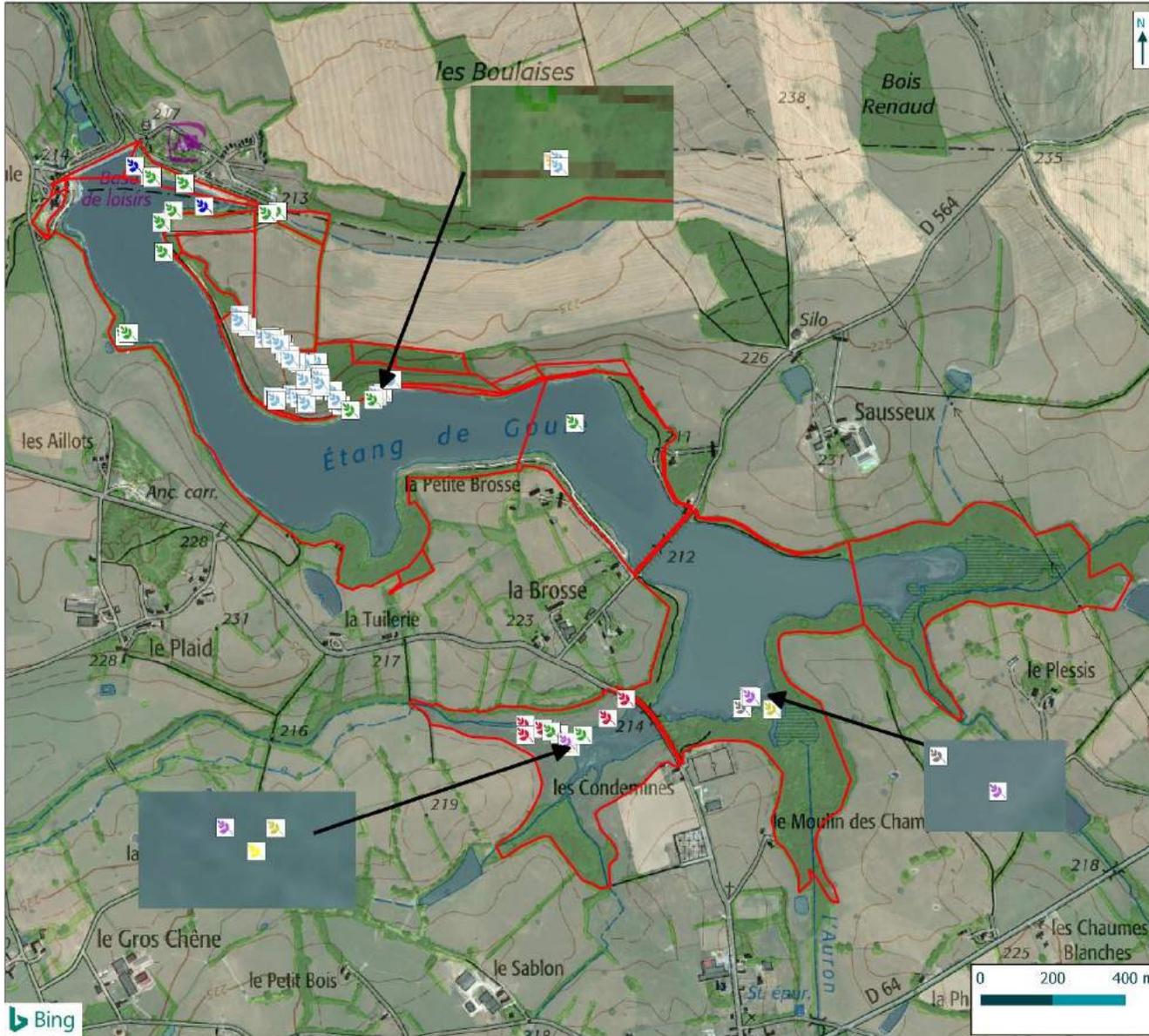
Tableau 15 : Espèces de flore remarquable présentes sur l'ENS

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale Cen/Auv	Milieux
<i>Littorella uniflora</i>	Littorelle à une fleur	PN/PR Cen	LC	VU/NT	Berges exondées
<i>Lindernia procumbens</i>	Lindernie rampante	PN/PR Cen/PRAuv	EN	CR/VU	Berges exondées
<i>Carthamus mitissimus</i>	Cardoncelle mou	PR Cen/PRAuv	LC	LC/VU	Côteaux calcaires
<i>Crypsis alopecuroides</i>	Crypside faux-vulpin	PR Cen/PRAuv	EN	VU/CR	Berges exondées
<i>Teucrium scordium</i>	Germadrée des marais	PR Cen	LC	LC/CR	Roselières
<i>Limosella aquatica</i>	Limoselle aquatique	PR Cen	LC	VU/EN	Berges exondées
<i>Oenanthe peucedanifolia</i>	Oenanthe à feuilles de Peucedan	PR Cen	LC	LC/LC	Prairies
<i>Anacamptis pyramidalis</i>	Orchis pyramidal	PR Cen	LC	LC	Côteaux calcaires
<i>Cyperus michelianus</i>	Souchet de Michel	PR Auv	LC	LC/EN	Berges exondées
<i>Potentilla supina</i>	Potentille couchée	PR Cen	LC	NT/VU	Berges exondées
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	Scripe maritime	-	LC	-/NT	Roselières
<i>Inula britannica</i>	Inule britannique	-	NT	VU/CR	Roselières, prairies
<i>Galatella linosyris subsp. linosyris</i>		-	LC	NT/-	Pelouses xérophyles
<i>Rumex maritimus</i>	Patience maritime	-	LC	LC/EN	Berges exondées
<i>Potamogeton gramineus</i>	Potamo à feuilles de graminées	-	LC	NT/EN	Aquatique
<i>Linosyris linophyllon</i>	Linosyris à feuilles de Lin	-	-	-	Bois, prairies
<i>Bidens radiata</i>	Bident radié	-	LC	LC/VU	Berges exondées
<i>Butomus umbellatus</i>	Butome en ombelle	-	LC	LC/NT	Berges
<i>Callitriche palustris</i>	Callitriche des marais	-	LC	DD/VU	Aquatique
<i>Inula salicina</i>	Inule à feuilles de saule	-	LC	LC/CR	Aquatique
<i>Lemna triculca</i>	Lentille d'eau à trois sillons	-	LC	LC/EN	Aquatique

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale Cen/Auv	Milieus
<i>Najas marina</i>	Naïade marine	-	LC	LC/NT	Aquatique
<i>Centaurium pulchellum</i>	Petite centaurée délicate	-	LC	LC/EN	Prairies
<i>Polygala calcarea</i>	Polygale du calcaire	-	LC	LC/VU	Côteaux calcaire
<i>Sparganium emersum</i>	Rubanier émergé	-	LC	LC/NT	Aquatique
<i>Eleocharis uniglumis</i>	Scirpe à une écaille	-	LC	LC/VU	Berges
<i>Silaum silaus</i>	Silaüs des prés	-	LC	LC/NT	Prairies
<i>Utricularia neglecta</i>	Utriculaire citrine	-	LC	LC/NT	Aquatique

Source : Biotope, 2020

Légende ; PN : protection nationale, PR : protection régionale, LC : préoccupation mineure, NT : quasi-menacée, VU : vulnérable, EN : en danger, CR : en danger critique d'extinction, RE : considérée comme éteinte, DD : en manque de données



Flore protégée présente sur l'ENS "Etang de Goule"

Suivi de la flore et des habitats - ENS "Etang de Goule" (18)

 Périmètre de l'ENS "Etang de Goule"

Flore protégée nationale

-  Littorelle à une fleur
-  Lindernie rampante

Flore protégée du Centre

-  Germandrée des marais
-  Limoselle aquatique
-  Oenanthe à feuilles de peucedan
-  Orchis pyramidal

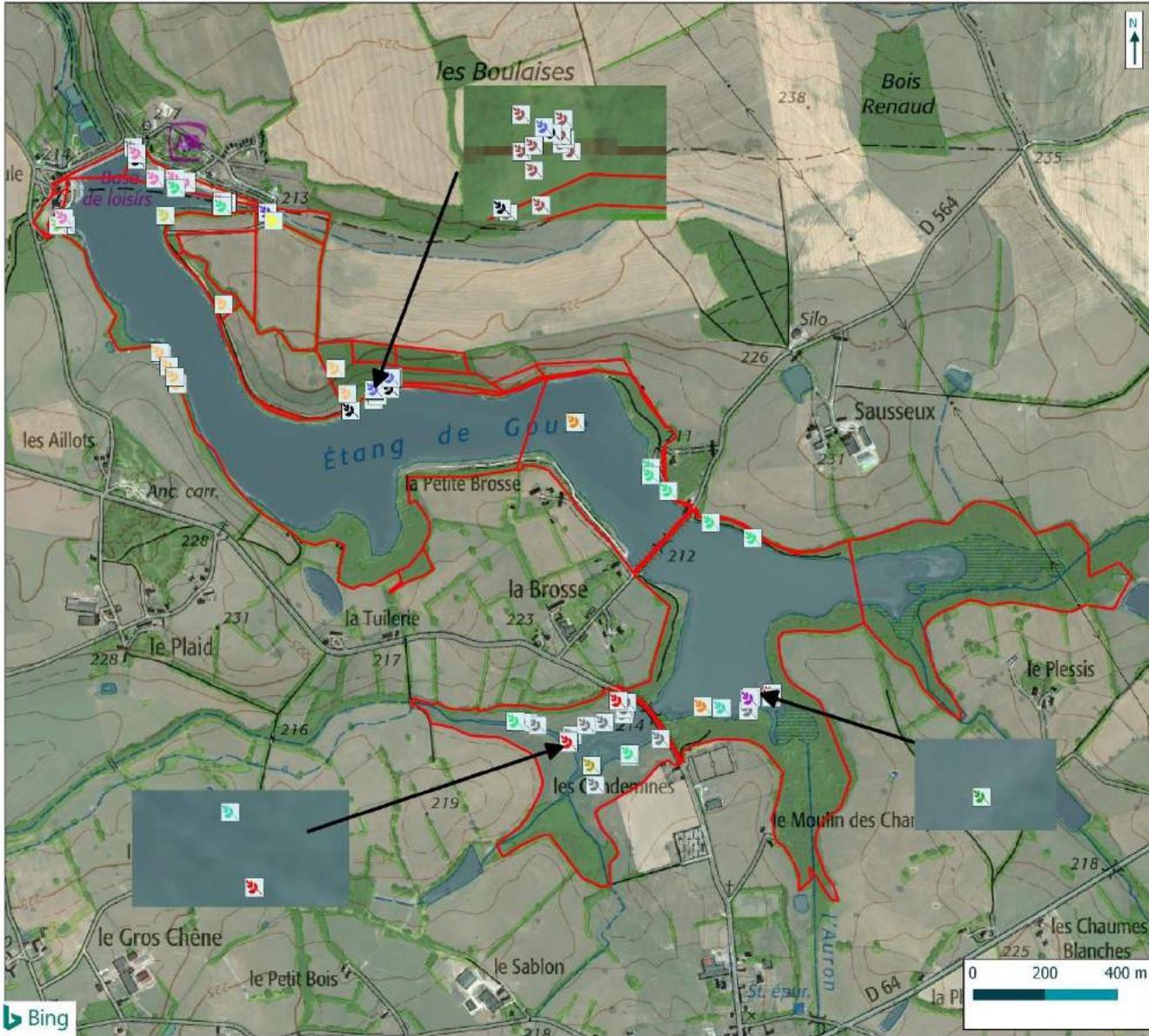
Flore protégée d'Auvergne

-  Souchet de Michel

Flore protégée d'Auvergne et du Centre

-  Cardoncelle mou
-  Cypripis faux Vulpin





Flore patrimoniale présente sur l'ENS "Etang de Goule"

Suivi de la flore et des habitats - ENS "Etang de Goule" (18)

Périmètre de l'ENS "Etang de Goule"

Flore patrimoniale d'Auvergne et du Centre

- Linosyris à feuilles de Lin
- Inule britannique
- Potamogeton à feuilles de graminée

Flore patrimoniale d'Auvergne

- Bident radié
- Butome en ombelle
- Callitriche des marais
- Inule à feuilles de saule
- Lentille d'eau à trois sillons
- Naïade marine
- Patience maritime
- Petite centaurée délicate
- Polygale du calcaire
- Rubanier émergé
- Scirpe à une écaille
- Silaüs des prés
- Thé d'Europe
- Utriculaire citrine



3.6.1.2 Faune

Le site abrite également une faune diversifiée en insectes, mollusques, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères, qui lui a valu son classement en ZNIEFF1 et en ENS.

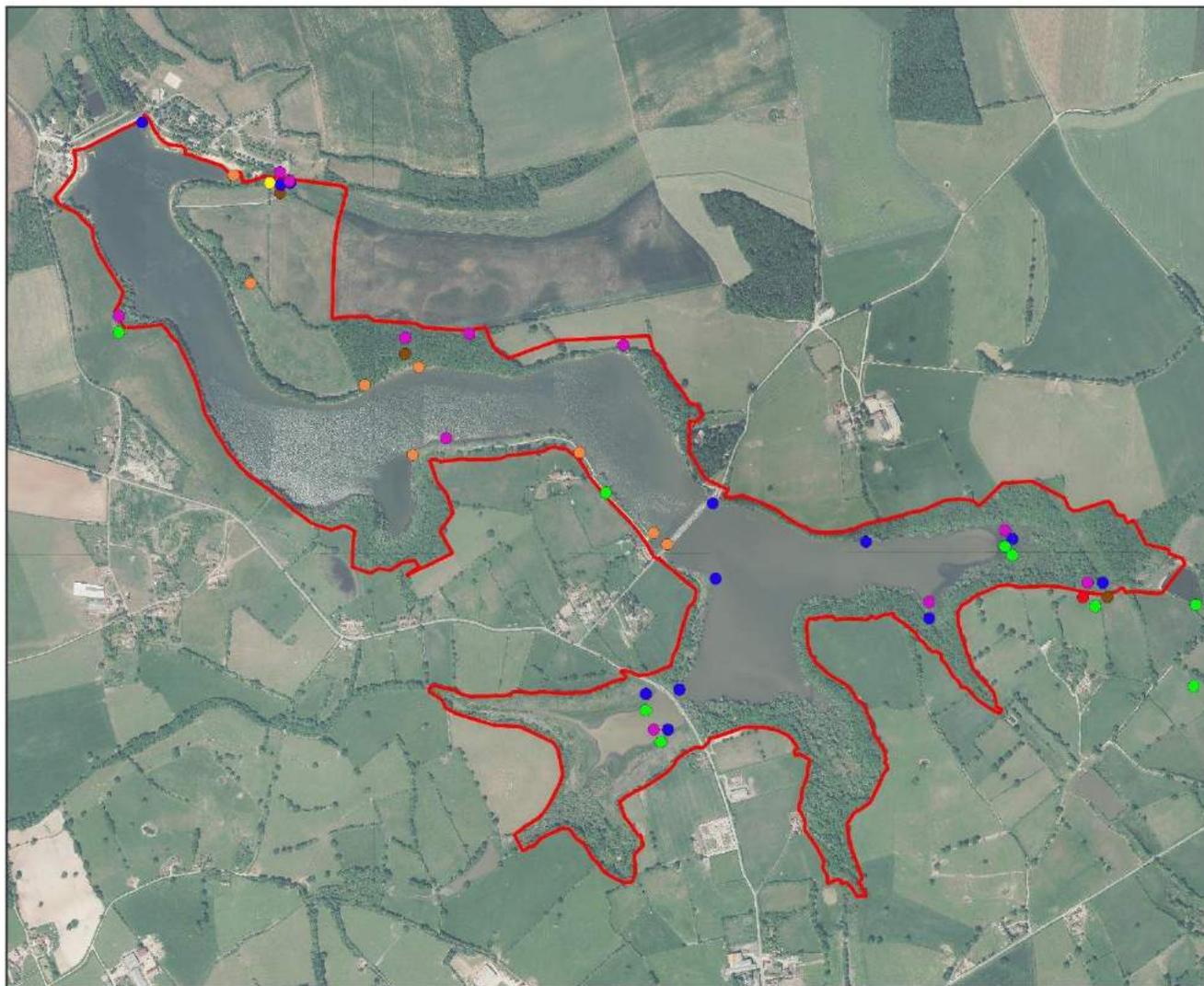
Tableau 16 : Espèces de faune les plus remarquables présentes sur l'ENS (liste non complète)

Groupe	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection	Liste rouge nationale	Liste rouge régionale Cen/Auv	Milieus
Insectes	<i>Lycaena dispar</i>	Cuivré des marais	PN	LC	VU/LC	Zones humides
	<i>Plebejus argyrognomon</i>	Azuré des coronilles	-	LC	VU/LC	Côteaux calcaires
	<i>Apatura ilia</i>	Petit-Mars changeant	-	LC	NT/LC	Boisements
	<i>Coenagrion mercuriale</i>	Agrion de Mercure	PN	LC	LC/LC	Zones humides
Mollusques	<i>Omphiscola glabra</i>	Limnée étroite	-	NT	NT/-	Aquatique
	<i>Radix labiata</i>	Limnée radis	-	DD	EN/-	Aquatique
Amphibiens	<i>Hyla arborea</i>	Rainette verte	PN	NT	LC/NT	Zones humides
	<i>Triturus cristatus</i>	Triton crêté	PN	NT	NT/NT	Zones humides
Reptiles	<i>Coronella austriaca</i>	Coronelle lisse	PN	LC	NT/LC	Tous milieux
Oiseaux	<i>Lanius collurio</i>	Pie-grièche écorcheur	PN	NT	LC/LC	Prairies, haies
	<i>Dendrocopos minor</i>	Pic épeichette	PN	VU	NT/LC	Prairies, haies
	<i>Cettia cetti</i>	Bouscarle de Cetti	PN	NT	NT/RE	Zones humides
	<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	PN	VU	NT/NT	Fourrés
	<i>Rallus aquaticus</i>	Râle d'eau	-	NT	VU/VU	Zones humides
Mammifères	<i>Myotis bechsteinii</i>	Murin de Bechstein	PN	NT	DD/EN	Boisements, prairies
	<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle	PN	LC	NT/VU	Boisements
	<i>Nyctalus noctula</i>	Noctule commune	PN	VU	NT/NT	Boisements
	<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	PN	VU	NT/LC	Boisements
	<i>Myotis myotis</i>	Grand Murin	PN	LC	LC/VU	Prairies
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrelle commune	PN	NT	LC/LC	Tous milieux

Sources : Biotope, Cher Nature, S. Vrignaud, CD18, Chauves-souris Auvergne

Légende ; PN : protection nationale, PR : protection régionale, LC : préoccupation mineure, NT : quasi-menacée, VU : vulnérable, EN : en danger, CR : en danger critique d'extinction, RE : considérée comme éteinte, DD : en manque de données

Il est par ailleurs important de signaler que le site accueille en hiver, de fortes concentrations d'oiseaux d'eau : anatidés (Fuligules, Sarcelle d'hiver, Foulques, Canard chipeau, Canard siffleur, ...), ardéidés et limicoles (notamment Bécassine des marais). Des bandes de passereaux avec notamment des oiseaux comme le Pipit spioncelle sont observés en haltes migratoires. Une importante héronnière (plus de 30 nids de Hérons cendrés) est également présente (Cher Nature, 2018) L'absence de roselières d'importance explique en partie le manque d'observation d'autres ardéidés et d'oiseaux paludicoles.



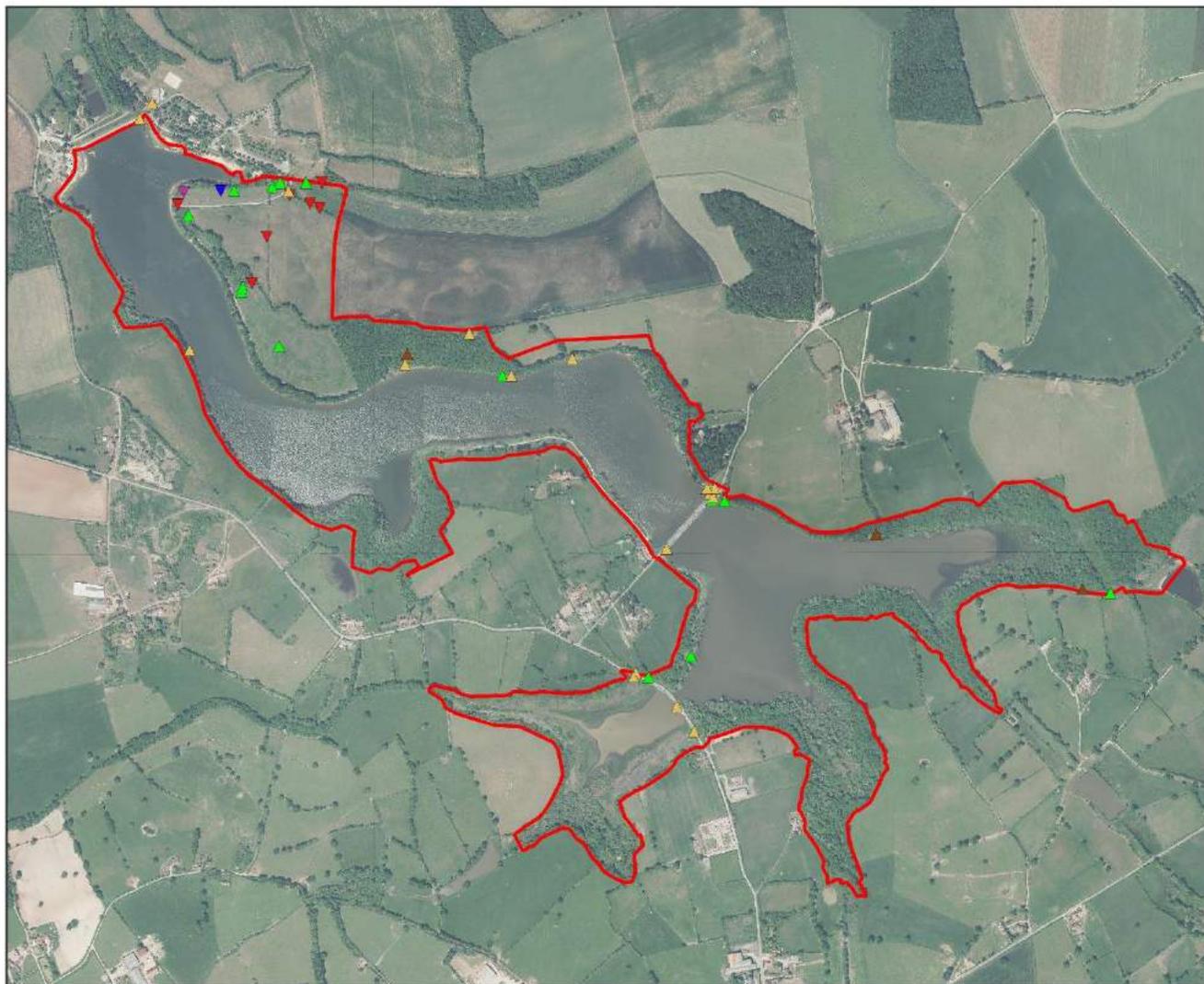
Espèces observées

- Crapaud commun (*Bufo bufo*)
- Rainette verte (*Hyla arborea*)
- Triton palmé (*Lissotriton helveticus*)
- Grenouille verte (*Pelophylax kl. esculentus*)
- Grenouille agile (*Rana dalmatina*)
- Triton crêté (*Triturus cristatus*)
- Grenouille "brune" (*Rana sp.*)

▭ Limites de l'ENS

0 200 400 600 m

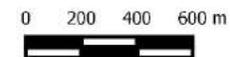




Espèces observées

- ▼ Coronelle lisse (*Coronella austriaca*)
- ▼ Couleuvre à collier (*Natrix natrix*)
- ▲ Lézard des murailles (*Podarcis muralis*)
- ▲ Lézard vert occidental (*Lacerta bilineata*)
- ▲ Orvet fragile (*Anguis fragilis*)
- ▼ Vipère aspic (*Vipera aspis*)

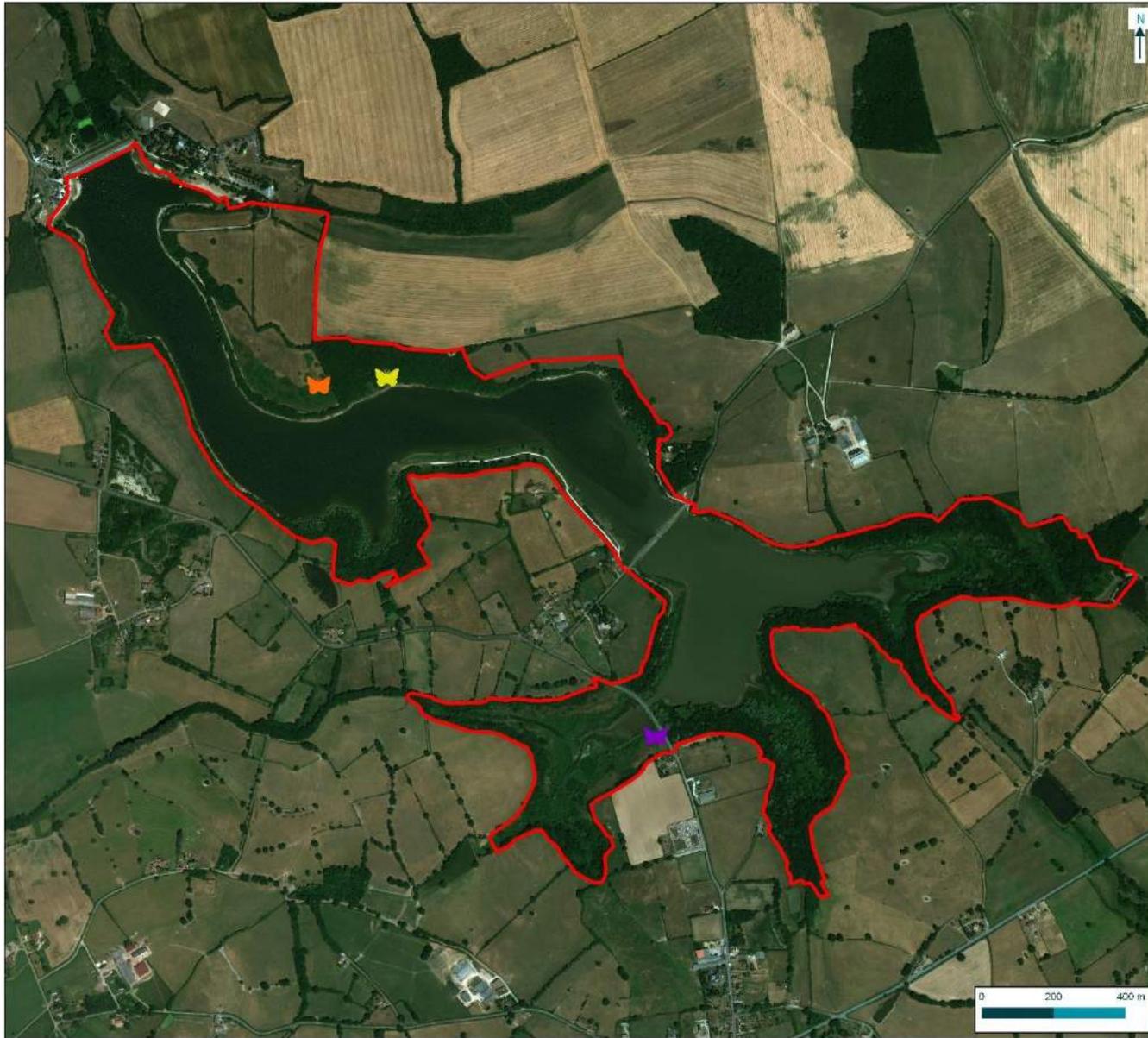
▭ Limites de l'ENS



© Conseil départemental du Cher - Tous droits réservés - Sources : IGN BD Ortho® 2011, Cartographie : Biotope, 2015

ETANG de GOUIE

Programme de travaux de vidange, curage et travaux sur le barrage - Incidences sur l'ENS - Marché subséquent n° 3
42152 – Janvier 2024



**Lépidoptères Rhopalocères
rares et/ou menacés au
niveau de l'ENS "Étang de
Goule"**

« Suivi des populations de lépidoptères sur l'ENS « Étang de Goule » »

Limites de l'ENS

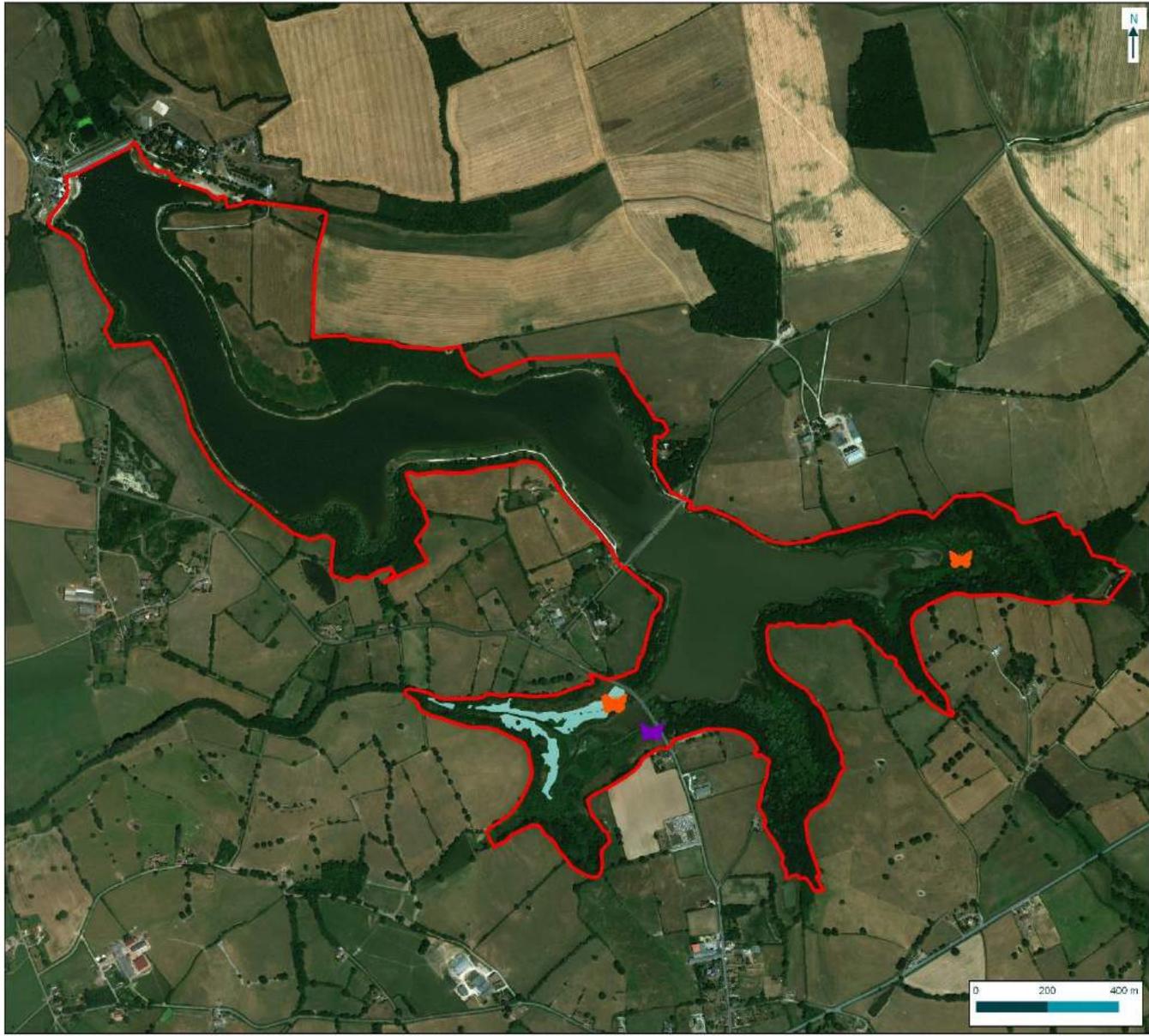
**Lépidoptères Rhopalocères vulnérables
en Centre-Val de Loire en 2018**

- Cuivré des marais
- Azuré des Coronilles

**Lépidoptères Rhopalocères quasi
menacés en ex-Auvergne en 2018**

- Pett Mars changeant





**Habitats favorables au
Cuivré des marais (Lycena
dispar) au niveau de l'ENS
"Étang de Goule"**

Suivi des populations de Lépidoptères sur l'ENS « Étang de Goule »

Limites de l'ENS

**Lépidoptères Rhopalocères protégés
observés en 2014**

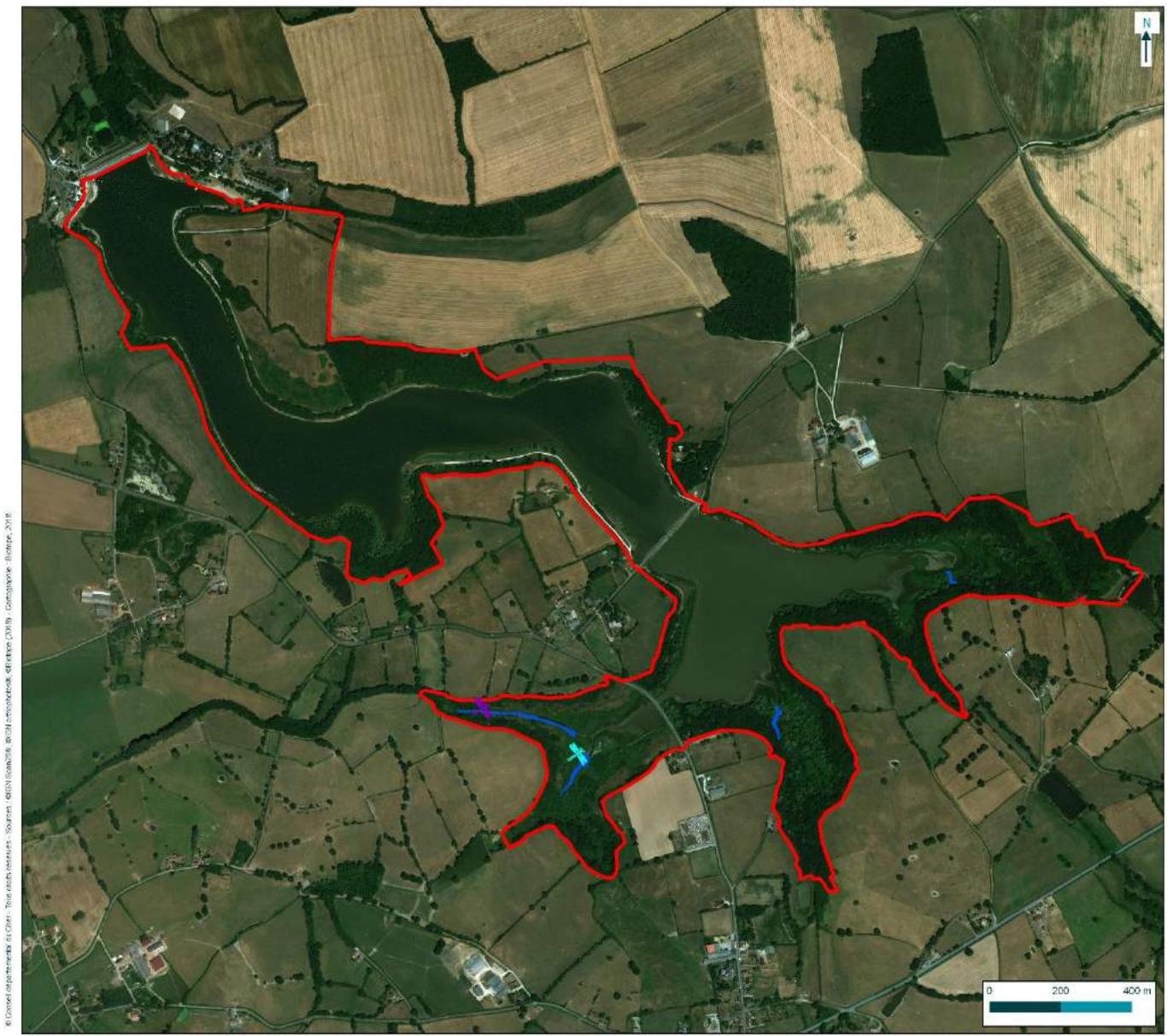
Cuivré des marais

**Lépidoptères Rhopalocères protégés
observés en 2018**

Cuivré des marais

Habitats favorables au Cuivré des
marais



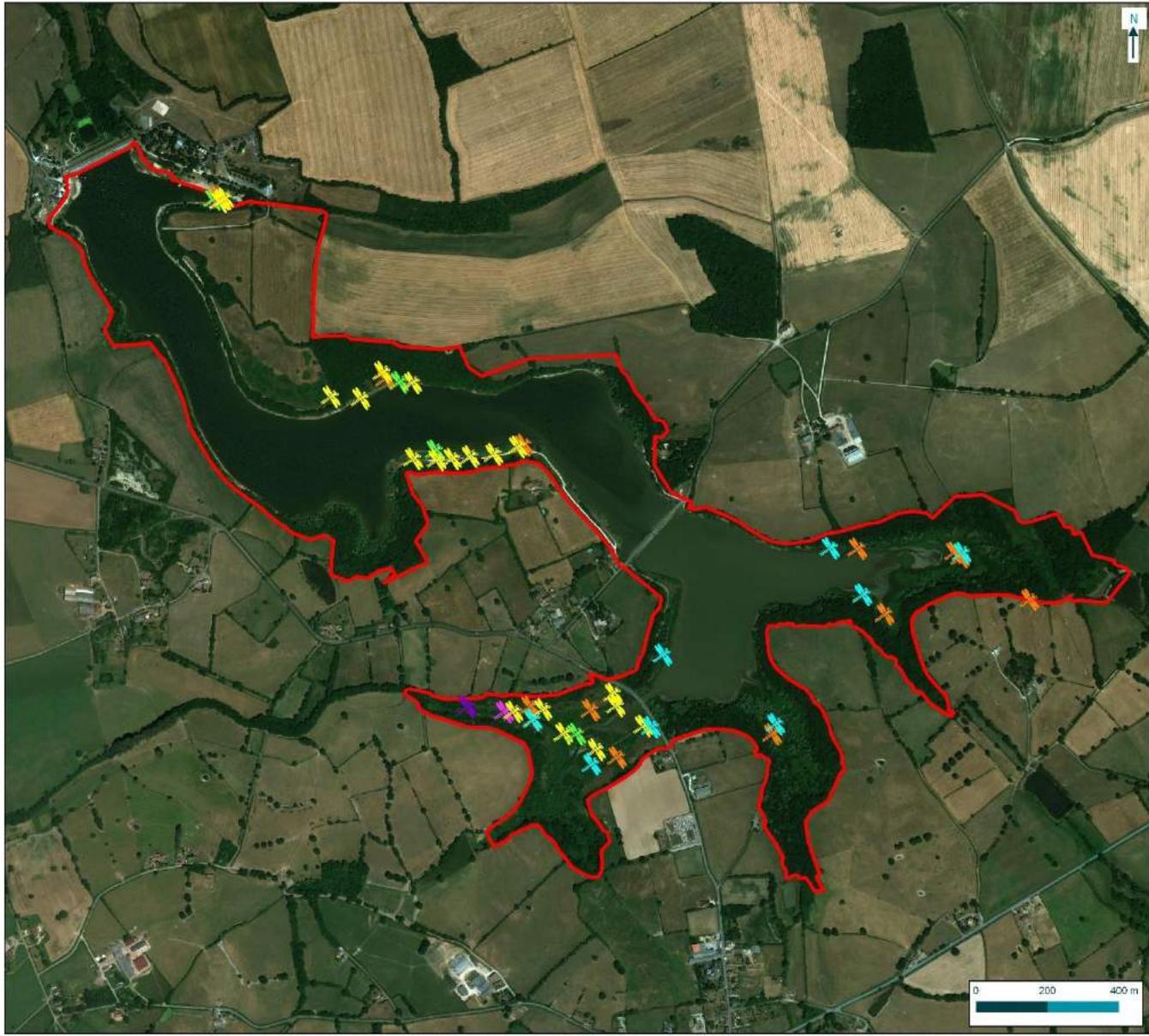


Habitats favorables à l'Agrion de Mercure (Coenagrion mercuriale) au niveau de l'ENS "Étang de Goule"

Suivi des populations d'odonates sur l'ENS « Étang de Goule »

- Limites de l'ENS
- Odonates protégés observés en 2014**
- ✱ Agrion de Mercure
- Odonates protégés observés en 2018**
- ✱ Agrion de Mercure
- Habitats favorables à l'Agrion de Mercure





Odonates rares et/ou menacés au niveau de l'ENS "Étang de Goule"

Suivi des populations d'odonates sur l'ENS « Étang de Goule »

Limites de l'ENS

Odonates quasi menacés en France en 2018

Leste fiancé

Odonates quasi menacés en Centre-Val de Loire en 2018

Agrion de Mercure

Odonates quasi menacés en ex-Auvergne en 2018

Aeschna affine

Aeschna mixte

Leste sauvage

Sympetrum méridional



Étang de Goule
 Programme de travaux de vidange, curage et travaux sur le barrage - Incidences sur l'ENS - Marché subséquent n° 3
 42152 – Janvier 2024

3.6.2 Effets génériques attendus

Tout projet d'aménagement peut engendrer des impacts sur les milieux naturels et les espèces qui leur sont associées. De manière générale, différents types d'effets sont évalués selon leur durée et réversibilité :

Les effets temporaires dont les conséquences sont limitées dans le temps et réversibles une fois la perturbation terminée ;

Les effets permanents dont les effets sont irréversibles. Ils peuvent être liés à l'emprise du projet ainsi qu'à la phase de travaux, d'entretien et de fonctionnement du projet.

Les effets temporaires et permanents peuvent eux-mêmes être divisés en deux autres catégories :

Les effets directs, liés aux travaux touchant directement les habitats naturels ou les espèces ; on peut distinguer les effets dus à la construction même du projet et ceux liés à l'exploitation et à l'entretien de l'infrastructure ;

Les effets indirects qui ne résultent pas directement des travaux ou du projet mais qui ont des conséquences sur les habitats naturels et les espèces et peuvent apparaître dans un délai plus ou moins long.

Le tableau suivant présente les différents effets dommageables pressentis pour ce type de projet lors des phases de travaux et d'exploitation.

Les effets pressentis du projet présentés ci-après sont des effets avérés pour certains (destruction d'habitats naturels et d'espèces, destruction d'individus) ou potentiels pour d'autres (détérioration des conditions d'habitats). Ils préfigurent quels pourraient être les impacts du projet en l'absence de mesures d'évitement et de réduction.

Ce tableau ne rentre pas dans le détail d'effets spécifiques pouvant être liés à des caractéristiques particulières de projet ou de zone d'implantation.

Tableau 17 : Effets génériques de ce type de projet sur la faune et la flore

Types d'effets	Caractéristiques de l'effet	Principaux groupes et périodes concernés
Phase de travaux		
<p>Destruction ou dégradation physique des habitats naturels ou habitats d'espèces</p> <p>Cet effet résulte de l'emprise sur les habitats naturels, les zones de reproduction, territoires de chasse, zones de transit, du développement des espèces exotiques envahissantes, des perturbations hydrauliques...</p>	<p>Impact direct Impact permanent (destruction), temporaire (dégradation) Impact à court terme</p>	<p>Tous les habitats naturels et toutes les espèces situées dans l'emprise du projet</p>
<p>Destruction des individus</p> <p>Cet effet résulte du défrichement et terrassement de l'emprise du projet, collision avec les engins de chantier, piétinement...</p>	<p>Impact direct Impact permanent (à l'échelle du projet) Impact à court terme</p>	<p>Toutes les espèces de flore situées dans l'emprise du projet. Toutes les espèces de faune peu mobiles situées dans l'emprise du projet, en particulier les oiseaux (œufs et poussins), les mammifères (au gîte, lors de leur phase de léthargie hivernale ou les jeunes), les insectes (œufs et larves), les reptiles, les amphibiens, les mollusques, les crustacés, les poissons (œufs).</p>

Types d'effets	Caractéristiques de l'effet	Principaux groupes et périodes concernés
<p>Altération biochimique des milieux</p> <p>Il s'agit notamment des risques d'effets par pollution des milieux lors des travaux (et secondairement, en phase d'entretien). Il peut s'agir de pollutions accidentelles par polluants chimiques (huiles, produits d'entretien...) ou par apports de matières en suspension (particules fines) lors des travaux de terrassement notamment.</p>	<p>Impact direct</p> <p>Impact temporaire (durée d'influence variable selon les types de pollution et l'ampleur)</p> <p>Impact à court terme (voire moyen terme)</p>	<p>Toutes les espèces végétales et particulièrement la flore aquatique</p> <p>Toutes les espèces de faune et particulièrement les espèces aquatiques (poissons, mollusques, crustacés et amphibiens)</p>
<p>Perturbation</p> <p>Il s'agit d'un effet par dérangement de la faune lors des travaux (perturbations sonores ou visuelles). Le déplacement et l'action des engins entraînent des vibrations, du bruit ou des perturbations visuelles (mouvements, lumière artificielle) pouvant présenter de fortes nuisances pour des espèces faunistiques (oiseaux, petits mammifères, reptiles...).</p>	<p>Impact direct ou indirect</p> <p>Impact temporaire (durée des travaux)</p> <p>Impact à court terme</p>	<p>Toutes les espèces de faune et particulièrement les mammifères et les oiseaux nicheurs et hivernants</p>
Phase d'exploitation		
<p>Destruction ou dégradation physique des habitats naturels ou habitats d'espèces</p> <p>Cet effet résulte de l'entretien des milieux associés au projet</p>	<p>Impact direct</p> <p>Impact permanent (destruction), temporaire (dégradation)</p> <p>Impact à court terme</p>	<p>Tous les habitats naturels et toutes les espèces situées dans l'emprise du projet</p>
<p>Destruction des individus</p> <p>Il s'agit d'un effet par collision d'individus de faune avec des véhicules ou des câbles électriques par exemple.</p> <p>Cet effet résulte également de l'entretien et du piétinement des milieux associés au projet.</p>	<p>Impact direct</p> <p>Impact permanent (à l'échelle du projet)</p> <p>Impact durant toute la vie du projet</p>	<p>Toutes les espèces de faune et particulièrement les mammifères et les oiseaux nicheurs et hivernants</p>
<p>Perturbation</p> <p>Il s'agit d'un effet par dérangement de la faune (perturbations sonores ou visuelles) du fait de l'utilisation du site ou de l'infrastructure.</p>	<p>Impact direct ou indirect</p> <p>Impact temporaire (durée des travaux)</p> <p>Impact durant toute la vie du projet</p>	<p>Toutes les espèces de faune et particulièrement les mammifères et les oiseaux nicheurs et hivernants</p>

Types d'effets	Caractéristiques de l'effet	Principaux groupes et périodes concernés
Dégradation des fonctionnalités écologiques Cet effet concerne la rupture des corridors écologiques et la fragmentation des habitats.	Impact direct Impact permanent Impact durant toute la vie du projet	Toutes les espèces de faune et particulièrement les mammifères, les amphibiens et les reptiles
Altération biochimique des milieux Il s'agit notamment des risques d'effets par pollution des milieux. Il peut s'agir de pollutions accidentelles par polluants chimiques (huiles, produits d'entretien...) ou par apports de matières en suspension (particules fines).	Impact direct ou indirect Impact temporaire (durée d'influence variable selon les types de pollution et l'ampleur) Impact à court terme (voire moyen terme)	Toutes périodes Habitats naturels Tous groupes de faune et de flore

3.6.3 Impacts de la version initiale

Le curage d'une pièce d'eau d'importance est un sujet particulier, nécessitant un cadrage précis. Dans ce travail, l'aspect temporel est important. Ainsi, les travaux seront réalisés en deux temps :

Un premier temps lié à la vidange de la partie amont (de septembre 2026 à fin janvier 2027). Ce premier temps ne s'accompagnera pas de travaux majeurs dans l'étang ou sur les berges. Les conditions actuelles de niveau d'eau jusqu'à la fin de la saison de reproduction. La diminution des hauteurs d'eau en fin de saison pourra avoir plusieurs impacts positifs sur les milieux : minéralisation des vases, libération de vasières pour les oiseaux migrateurs d'automne.

Un second temps lié à la vidange de la partie aval et du curage de l'étang (de février 2027 à décembre 2028). Des travaux importants seront réalisés durant la période sensible pour la faune et la flore. Un effort important de cadrage des mesures environnementales est nécessaire afin de limiter les risques de perte de biodiversité.

3.6.3.1 Impacts liés à la vidange et à la limitation de la pollution par les fines

Les eaux de vidange seront traitées dans les actuels bassins d'épuration des eaux en aval du barrage. Une zone de captation des fines sera installée sur l'Auron. Des mesures de limitation d'accès aux amphibiens seront nécessaires ainsi que des mesures fortes anti-pollution en aval de l'Auron. Une restauration post-travaux sur les premières centaines de mètres de l'Auron pourrait être discutée dans ce cadre.

3.6.3.2 Impacts de l'assèchement de l'étang sur la faune et la flore

Un étang est un milieu naturel artificiel nécessitant une gestion. Les étangs étaient traditionnellement mis à sec régulièrement et mis en cultures. Ce mode de gestion permettait une minéralisation des vases et une utilisation des matières nutritives. En cela, le retrait des eaux et la mise en assec sur 2 ans devrait être bénéfique à l'écosystème dans sa globalité (vases minéralisées, développement des végétations, diminution du stock de nitrates et de phosphates).

Néanmoins, certaines espèces de faune ou de flore seront impactées à court terme et pourront avoir des difficultés à se maintenir (mollusques, insectes, flore). Une évaluation précise des impacts sera donc à réaliser. Des mesures spécifiques seront à prévoir, notamment concernant les plus patrimoniales.

Le tableau ci-dessous dresse un aperçu rapide des risques d'impacts liés à l'assèchement et de la nécessité de mesures spécifiques.

Tableau 18 : Risques d'impacts liés à l'assèchement

Groupe	Espèce	Risque d'impact	Mesure spécifique de limitation d'impact
Flore	Espèces aquatiques (<i>Potamogeton gramineus</i> par ex.)	Les milieux amphibies de queue d'étang devraient toujours être alimentés par l'Auron et les autres émissaires. La banque de graines des milieux devrait également permettre une reprise des espèces.	Non
	Espèces amphibies de vasières	Les espèces de vasières ou de bordures (<i>Littorella uniflora</i> notamment) devraient assez bien tolérées un assec de 2 saisons, soit en survivant à l'état végétatif, soit via la banque de graines du sol. Une espèce est plus problématique (Lindernie rampante), espèce typique des vases molles. Elle va subir un stress important et sera mise en concurrence directe avec une invasive américaine <i>L. dubia</i> . Une gestion du développement de la végétation, ainsi qu'une sauvegarde de l'espèce sera nécessaire.	Oui
Insectes	Odonates, Lepidoptères	Les espèces présentes sont assez communes et peu exigeantes. Il est probable que ces espèces s'adaptent en reportant temporairement leurs populations sur les étangs et zones humides voisins. Une partie des larves d'odonates présentes sur la partie principale du plan d'eau seront perdues. Une espèce de lépidoptère protégé, le Cuivré des marais sera impacté par un assec prolongé. Néanmoins les chenilles ont besoin de Rumex et les adultes de Salicaire. Un report est possible sur des sites à proximité (bonne capacité de dispersion). Des mesures d'amélioration de la qualité des habitats sur des sites de report seront à prévoir.	Oui
Mollusques	Bivalves et gastéropodes	Les espèces de gastéropodes aquatiques pourront survivre au sein de poches d'eau, dans les secteurs alimentés par l'Auron et les émissaires. Aucune espèce protégée n'est présente. Les populations de bivalves (Mulette méridionale et possiblement Anodontes) ne pourront pas être sauvées au regard des procédés de curage et des durées d'assec. Un éventuel déplacement partiel d'espèces est possible pour une utilisation sur d'autres plans d'eau.	A discuter
Amphibiens	Toutes les espèces	Les milieux amphibies de queue d'étang devraient toujours être alimentés par l'Auron et les autres émissaires. Les mares sont évitées.	Non
Reptiles	Toutes les espèces	Modification des milieux mais bonne capacité d'adaptation	Non
Oiseaux	Oiseaux d'eau ou de vasières	Positif : surface de vasières plus importante pour les migrateurs Négatif : report des espèces aquatiques pour la nidification Négatif : report des cantonnements hivernaux d'anatidés Négatif : perte de surface d'habitats (haies, côteaux calcaires)	Non

Groupe	Espèce	Risque d'impact	Mesure spécifique de limitation d'impact
Mammifères	Toutes les espèces	Modification des milieux mais bonne adaptation	Non
Chiroptères	Toutes les espèces	Modification des milieux mais bonne adaptation	Non

D'une manière générale, le découvrément des queues d'étang durant deux ans devrait apporter un assainissement important du milieu par minéralisation des vases. Néanmoins, un suivi de la progression des saules devra être réalisée et des travaux de gestion seront probablement à prévoir afin de garder le milieu ouvert.

3.6.3.3 Impacts directs par emprise des travaux

Les voies d'accès et de stationnement ont pris en compte les zones de fortes sensibilités environnementales. Les zones de sensibilités ont été délimitées sur la base de l'ensemble des inventaires transmis par le CD18 et en particulier sur la base de la localisation d'enjeux relatifs aux groupes les moins mobiles (flore, insectes, amphibiens, reptiles, roselières pour les oiseaux).

Sur cette base, la proposition initiale a choisi le chemin de moindre impact et évite certaines zones majeures de biodiversité : secteurs de roselières, boisements, mares à amphibiens remarquables (Triton crêté en particulier). Néanmoins, la trajectoire globale ne peut éviter l'ensemble des enjeux et traverse des secteurs sensibles (côteaux calcaires à orchidées, haies, zones humides). Ces secteurs à enjeux ont fait l'objet d'une visite de terrain afin d'ajuster la localisation des zones de chantier, des pistes et aires de stockage et de la base vie. Des impacts sur les zones humides et les milieux naturels seront à évaluer.

L'essentiel des sédiments sera déposé sur des parcelles agricoles, à proximité de l'étang mais en dehors de son bassin-versant. Les terrains sont des champs de cultures intensifs, hors secteurs à enjeux pour la faune et la flore. Plusieurs mesures sont proposées pour limiter l'impact paysager et récupérer les eaux issues de la fin de ressuyage des boues sur les parcelles agricoles.

3.6.4 Améliorations environnementales du programme

3.6.4.1 Améliorations des connaissances

Les inventaires utilisés pour l'établissement de l'état des lieux ont plus de 3 ans. Une mise à jour des données d'entrées et donc indispensables pour affiner la qualification des impacts et proposer des mesures adaptées. En particulier, les inventaires suivants seront nécessaires afin de rendre un dossier réglementaire de qualité :

Flore : localisation des stations d'espèces protégées/patrimoniales au niveau des zones de travaux, du côteau calcaire ;

Flore : localisation et étude des caractéristiques de la station de Lindernie rampante ;

Cavités arboricoles et insectes saproxylophages : au niveau des différentes haies impactées ;

Oiseaux : sur les secteurs de haies et côteaux calcaires ;

Amphibiens : sur les bassins d'épuration en aval du barrage et au niveau de la prairie humide au nord.

3.6.4.2 Introduction aux mesures proposées

Les différentes mesures d'évitement et réduction décrites ci-après ont été définies pour supprimer ou limiter les impacts du projet, prioritairement sur les espèces présentant les plus forts enjeux pouvant être impactées par le projet.

Il est important de noter que les mesures proposées ci-dessous ont été définies sur la base du programme actuel et demanderont à être affinées et validées dans les futurs dossiers réglementaires.

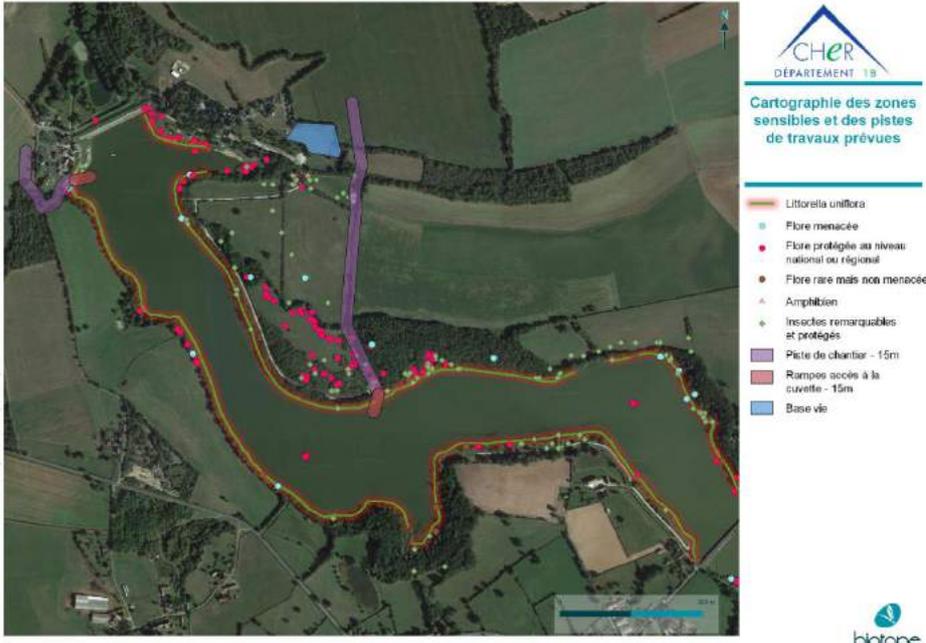
Toutes les mesures d'évitement et réduction proposées sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 19 : Principales mesures d'évitement et de réduction

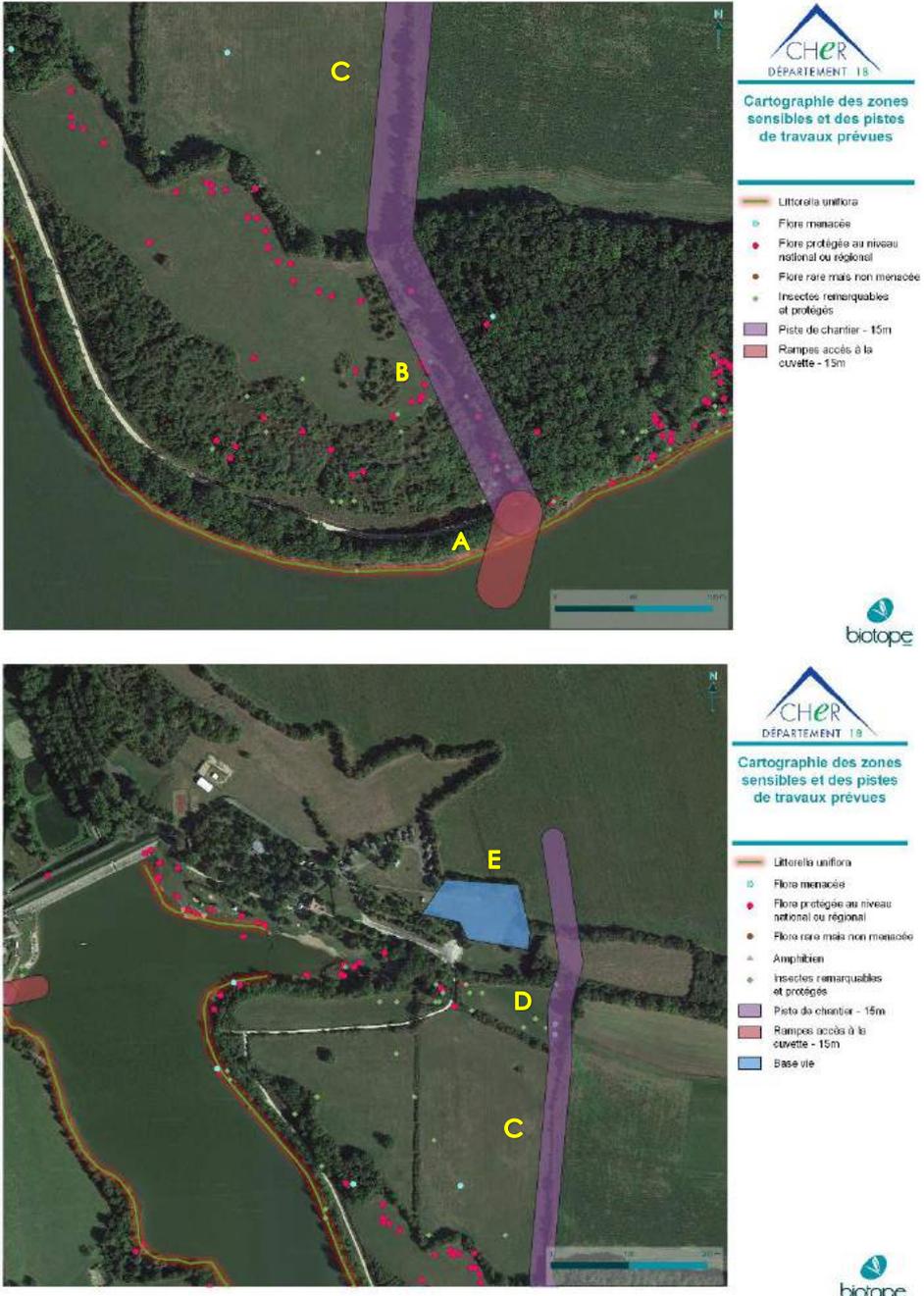
Code	Intitulé mesure	Phase concernée
Mesure d'évitement		
ME01	Evitement des principaux enjeux faune flore	Conception
ME02	Ajustement de la localisation de la base vie, des zones de stockage et des pistes	Conception
Mesure de réduction		
MR01	Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue	Travaux
MR02	Mise en place de la stratégie barrière concernant la gestion des pollutions en phase chantier	Toutes
MR03	Mise en place d'un système de platelage afin de limiter le tassement des sols sur les zones à orchidées	Travaux
MR04	Repérage, vérification et abattage doux des arbres à cavités	Travaux
MR05	Balissage des secteurs à enjeux	Travaux
MR06	Adaptation des périodes et horaires de travaux à la faune sauvage Date défrichement, horaires,	Travaux
MR07	Installation d'un dispositif anti-intrusion pour la faune à mobilité réduite au niveau des emprises travaux	Travaux
MR08	Limitation des impacts sur les stations de <i>Lindernia procumbens</i>	Travaux
Mesure complémentaires à discuter et à définir ultérieurement		
Mesure de restauration de l'Auron		
Mise en place d'habitats de report fonctionnel pour certaines espèces impactées par la mise en assec (Cuivré des marais, bivalves)		

3.6.4.3 Présentation détaillée des mesures d'évitement

ME01 - Evitement des principaux enjeux faune flore

Mesure ME01	Evitement des principaux enjeux faune flore
Code CEREMA, 2018	E.1.a / E.1.b
Objectif(s)	Prise en compte des enjeux faune flore dans la définition des variantes projet à valoriser
Communautés biologiques visées	Ensemble des enjeux faune flore
Localisation	<p>Ensemble du site : utilisation de la carte des sensibilités ci-dessous pour la réflexion des variantes possibles de chantier</p> 
Acteurs	Concepteur des travaux
Modalités de mise en œuvre	<p>Réalisé sur la base de la carte présentée ci-dessus, localisant les principaux enjeux faune flore et les zones d'enjeux naturels importants.</p> <p><u>Principaux critères proposés :</u> Utilisation des pistes ou routes existantes Minimisation du défrichage Minimisation des surfaces impactées en zone à enjeux faune flore</p> <p><u>Principaux secteurs évités :</u> Secteurs de roselières Secteurs de boisements Secteurs de proximité de mares à amphibiens</p> <p>A noter que le chemin existant sur la rive ouest n'est pas stabilisé et largeur suffisante pour supporter le trafic prévu. Il passe également dans un point bas, entre deux mares accueillant des espèces patrimoniales d'amphibiens. A ce titre, cette solution a été écartée.</p>
Suivis de la mesure	Ecologue de chantier
Mesures associées	MR01

ME02 – Ajustement de la localisation de la base vie, des zones de stockage et des pistes

Mesure ME02	Ajustement de la localisation de la base vie, des zones de stockage et des pistes
Code CEREMA, 2018	E.1.c
Objectif(s)	Affinage de la variante retenue afin d'éviter les stations d'espèces remarquables au sein des zones sensibles
Communautés biologiques visées	Ensemble des enjeux faune flore
Localisation	<p>Sur la variante retenue :</p>  <p>The figure consists of two maps of the Etang de Goule area. The top map shows a section of the lake with a purple work path and a red ramp area labeled 'A'. Other areas are labeled 'B' and 'C'. The bottom map shows a different section of the lake with a purple work path and a blue base life area labeled 'E'. Other areas are labeled 'C' and 'D'. Both maps include a legend for sensitive zones and work paths.</p> <p>CHER DÉPARTEMENT 18 Cartographie des zones sensibles et des pistes de travaux prévues</p> <ul style="list-style-type: none"> Littorale uniflora Flore menacée Flore protégée au niveau national ou régional Flore rare mais non menacée Insectes remarquables et protégés Piste de chantier - 15m Rampes accès à la cuvette - 15m <p>biotope</p> <p>CHER DÉPARTEMENT 18 Cartographie des zones sensibles et des pistes de travaux prévues</p> <ul style="list-style-type: none"> Littorale uniflora Flore menacée Flore protégée au niveau national ou régional Flore rare mais non menacée Amphibien Insectes remarquables et protégés Piste de chantier - 15m Rampes accès à la cuvette - 15m Base vie <p>biotope</p>

Mesure ME02	Ajustement de la localisation de la base vie, des zones de stockage et des pistes
Acteurs	Concepteur des travaux
Modalités de mise en œuvre	<p>Sur la base de la visite de terrain et des données d'inventaires disponibles, un certain nombre de contraintes existe. Il convient donc d'en éviter le maximum de manière à préserver un maximum de milieux sensibles et d'espèces associées. Sur le tracé, plusieurs zones sensibles ont été recensés (carte ci-dessus) et ont amené aux ajustements suivants.</p> <p><u>A - Sortie de l'étang :</u></p> <p>-Gestion des enjeux flore : quasiment l'intégralité des berges de l'étang est concernée par la présence de la Littorelle aquatique (<i>Littorella uniflora</i>), espèce protégée (régionale et nationale) et considérée comme Vulnérable en région Centre-Val-de-Loire. Cette espèce est présente de manière hétérogène le long des berges. La piste prévue en sortie d'étang sera donc la plus perpendiculaire à la berge afin de limiter l'emprise sur les secteurs favorables à l'espèce.</p>  <p style="text-align: right;"><i>Secteur de remontée de l'étang (L. Philippe – Biotope)</i></p> <p>Un inventaire de l'espèce sera réalisé préalablement au calage définitif de la piste. Un balisage des pieds de l'espèce sera réalisé en cas de présence (mesure MR05).</p> <p>-Franchissement de la haie : la mise en place de la piste entrainera la réalisation d'un défrichage limité. Les grands sujets (chênes) seront évités. Le défrichage concernera les jeunes sujets et sera réalisé à une période adéquate (mesure MR06). La présence de cavités sera préalablement vérifiée (mesure MR04).</p>  <p style="text-align: right;"><i>Haie à franchir, à l'arrière-plan, grand chêne à préserver (L. Philippe – Biotope)</i></p> <p><u>B - Montée du coteau calcicole :</u></p> <p>-Evitement des secteurs à orchidées : le coteau calcaire est pentu et présente des formations végétales patrimoniales de type : ourlets calcicoles à Coronille bigarrée et Brachypode penné, fourrés arbustifs mésophiles et prairie mésoxérophile de fauche sur le plateau. Ces milieux abritent plusieurs espèces protégées dont l'Orchis pyramidal, bien représentée sur le coteau (350 pieds).</p>  <p style="text-align: right;"><i>Côteau calcaire (L. Philippe – Biotope)</i></p> <p>Le tracé prévu impactait 110 pieds (soit près d'un tiers de la population). Une variante a donc été proposée afin d'éviter un maximum de pieds (en vert sur la</p>

carte ci-dessous). Cette solution permet également de limiter la pente pour les véhicules. A contrario, une réouverture de milieux sera nécessaire à travers les végétations de fourrés (à réaliser en dehors des périodes sensibles).



Un inventaire de l'espèce sera réalisé préalablement au calage définitif de la piste. Un balisage des pieds de l'espèce sera réalisé en cas de présence (mesure MR05).

-Franchissement de la haie : la haie située en haut du coteau est une haie multi-strates présentant de vieux chênes, favorables à la faune. Afin de minimiser le défrichage, un rétrécissement de voirie sera nécessaire. Un inventaire préalable des cavités sera réalisé (mesure MR04). Les défrichements devront être réalisés en dehors des périodes sensibles.



Haie à franchir, vieux chênes à préserver (L. Philippe – Biotope)

C - Descente en zone prairiale :

-Protection de la haie : dans la prairie, les stations d'espèces végétales remarquables sont évitées. Une protection sera installée le long de la haie de manière à limiter l'empiétement des engins sur ce milieu sensible.



Haie à préserver (L. Philippe – Biotope)

D - Franchissement de la zone humide du « fossé de la baignade » :

-Franchissement des haies : la prairie humide est encadrée par des haies, présentant des arbres remarquables. Un inventaire préalable des cavités sera réalisé (mesure MR04).

*Haie à préserver
(L. Philippe – Biotope)*



-Gestion des ruissellements : la prairie humide est traversée par le fossé dit « de la baignade ». Ce fossé alimente une mare accueillant une population d'amphibiens remarquables. Afin de gérer les éventuels ruissellements issus du trafic routier, deux bassins seront installés en amont de la zone humide, de part et d'autre du fossé. Ces bassins récupéreront les eaux de chaussée et permettront la sédimentation des fines. Un ensemble de mesures complémentaires est définie en mesure MR02. Par ailleurs, une transparence hydraulique devra être réalisée sous la route, au niveau du fossé. Ce passage devra également être transparent pour la petite faune.



A gauche, vue de la prairie humide depuis la mare. A droite, amont de la zone, lieu de passage de la piste (L. Philippe – Biotope)

-Réhabilitation des bassins et de la zone humide : cette parcelle fera déjà l'objet d'un aménagement écologique dans le cadre de la lutte contre les apports de fines dans l'étang. Les bassins de rétention seront donc intégrés dans la restauration future, pour une valorisation en tant que mares.

E - Installation de la base-vie à proximité du camping :

-Évitement de la zone prairiale : la zone prairiale (C), initialement prévue pour l'installation de la base vie a été écartée. Ceci afin d'éviter des stations végétales remarquables et de limiter les risques de stockage d'engins en amont de zones sensibles.

-Installation en zone artificialisée : la base vie et la zone de stockage sera donc installée sur une zone à proximité du camping, déjà utilisée pour des dépôts. Par ailleurs, un bassin de récupération des eaux de la plateforme a été récemment réalisé et pourra au besoin servir de récupérateur en cas de pollution.

*Localisation de la base vie et l'actuel bassin
(L. Philippe – Biotope)*



Mesure ME02	Ajustement de la localisation de la base vie, des zones de stockage et des pistes
Suivis de la mesure	Ecologue de chantier
Mesures associées	MR01 à 06

3.6.4.4 Présentation détaillée des mesures de réduction

Mesure MR01	Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue
Code CEREMA, 2018	R1.1 a - Limitation / adaptation des emprises des travaux et/ou des zones d'accès et/ou des zones de circulation des engins de chantier R1.1 b - Limitation / adaptation des installations de chantiers R1.1 c - Balisage préventif divers ou mise en défens (pour partie) ou dispositif de protection d'une station d'une espèce patrimoniale, d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces ou d'arbres remarquables R1.2b - Balisage définitif divers ou mise en défens définitive (pour partie) ou dispositif de protection définitif d'une station d'une espèce patrimoniale, d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces ou d'arbres remarquables A6.1.a - Organisation administrative du chantier
Objectif(s)	Accompagnement d'un écologue durant toutes les phases du chantier
Communautés biologiques visées	Ensemble des enjeux faune flore
Localisation	Ensemble des emprises travaux
Acteurs	Concepteur des travaux
Modalités de mise en œuvre	<p>L'ingénieur-écologue en charge de l'assistance environnementale et du suivi écologique de chantier interviendra en appui à l'ingénieur environnement en amont et pendant le chantier :</p> <p>Phase préliminaire</p> <p>Suivi des espèces végétales et animales sur le terrain (mise à jour de l'état initial et notamment de la localisation des éléments à enjeux), en appui à l'ingénieur environnement du chantier.</p> <p>Rédaction du cahier des prescriptions écologiques, à destination des entreprises en charge des travaux.</p> <p>Phase préparatoire du chantier</p> <p>Appui à l'ingénieur environnement chantier pour la sensibilisation des entreprises aux enjeux écologiques. Cette sensibilisation se fera dans le cadre de la formation / accueil général des entreprises et sera faite par l'ingénieur environnement (ou son suppléant),</p> <p>Localisation des zones sensibles du point de vue écologique, situées à proximité de la zone de chantier et à baliser,</p> <p>Appui de l'ingénieur environnement du chantier pour l'élaboration d'un programme d'exécution sur le volet biodiversité,</p> <p>Analyse des plans fournis par les entreprises (zones de stockage, voies d'accès) en fonction des contraintes écologiques et appui de l'ingénieur environnement pour la validation des plans.</p>



©Biotope



©Biotope

Mesure MR01	Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue
	<p>Phase chantier</p> <p>Appui à l'ingénieur environnement du chantier pour la sensibilisation continue des entreprises au respect des milieux naturels,</p> <p>Suivi des espèces végétales et animales sur le terrain. Ce suivi concernera l'ensemble des zones sensibles identifiées à proximité du chantier mais aussi directement au sein de l'emprise des travaux, appui à l'ingénieur environnement pour la coordination, tout au long du chantier, avec le référent environnement des entreprises en charge des travaux,</p> <p>Assistance pour l'éradication des espèces végétales envahissantes.</p> <p>En fonction des difficultés rencontrées sur le terrain, proposition de nouvelles prescriptions ou révision de certaines prescriptions pour les futures consultations d'entreprises,</p> <p>Vérification régulière sur le terrain du bon état des installations mises en place pour la protection des milieux naturels (balisage notamment),</p> <p>Assistance à l'ingénieur environnement du chantier pour définir les mesures de remise en état du site et suivi de la procédure de remise en état du site*.</p> <p>La remise en état consiste à l'évacuation des produits dangereux et des derniers déchets, au démantèlement des installations chantier (balisages, barrières, ...) et à la revégétalisation des emprises chantier incluant les dépôts provisoires (hors emprises définitives).</p> <p>Dans le cadre du suivi écologique du chantier, des comptes-rendus de suivi écologique seront réalisés par l'ingénieur-écologue en charge du suivi écologique.</p> 
Suivis de la mesure	Formation d'entreprises Comptes-rendus de visite, registre de consignation
Mesures associées	MR02 à 06

Mesure MR02	Mise en place de la stratégie barrière concernant la gestion des pollutions en phase chantier
Code CEREMA, 2018	R2.1d – Dispositif préventif de lutte contre une pollution et dispositif d'assainissement provisoire de gestion des eaux pluviales et de chantier
Objectif(s)	<p>Les travaux sont localisés sur et/ou à proximité immédiates des milieux aquatiques, de ce fait l'assainissement au sein des emprises du chantier constitue un des enjeux majeurs en vue de la protection des milieux aquatiques.</p> <p>Il recherche deux objectifs principaux, à savoir en priorité de protéger les milieux aquatiques, des eaux venant des emprises du chantier, et chargées en matières en suspension (MES) et d'autre part de permettre aux équipes qui interviennent au sein des emprises de travailler dans de bonnes conditions.</p> <p>L'approche retenue sur le chantier est une approche multi-barrières qui s'articule successivement autour de trois principes :</p> <p>Le premier concerne la prévention et la lutte contre l'érosion des sols, en réduisant le plus en amont possible le ruissellement,</p> <p>Le deuxième, la collecte et l'évacuation des eaux superficielles qui ruissellent de la piste de chantier,</p> <p>Enfin le dernier, vise à piéger les sédiments (ou MES) et protéger les milieux aquatiques.</p> <p>Les mesures listées ci-dessous illustrent de façon globale l'approche multi-barrières et sont issues du <i>Guide des bonnes pratiques environnementales (McDonald et al., 2018)</i>. Les mesures qui seront mis en place sur le chantier seront donc un « assemblage » de plusieurs de ces dispositifs.</p> <p>Types de mesures recommandées pour lutter contre l'érosion :</p> <p>Redan, berme ou banquette, Microreliefs, Ensemencement, Paillage par mulch, Paillage par géotextile biodégradable, Protection des dépôts provisoires, Protection des exutoires (ou points de rejet des eaux), Seuil anti-érosion semi-perméable.</p> <p>Types de mesures recommandées pour la gestion des écoulements superficiels :</p> <p>Merlon, cunette et fossé provisoires, Entretien de fossé – Technique du tiers inférieur, Boudin de rétention provisoire, Barrière de rétention (ou de clôture) provisoire, Descente d'eau provisoire et drain de pente provisoire.</p> <p>Types de mesures recommandées pour le piégeage des sédiments :</p> <p>Piège à sédiments provisoire, Bassin de décantation provisoire, Vidangeur passif flottant (dit « skimmer ») associé aux bassins de décantation provisoires, Sac filtrant à sédiments, Floculants, Protection des bouches d'égout, avaloirs, regards, Aménagement des accès au chantier.</p>
Communautés biologiques visées	Ensemble des milieux aquatiques (cours d'eau, zones humide), ensemble des groupes de faune et de flore
Localisation	Ensemble des emprises travaux, ainsi qu'au niveau des zones de dépôts sur champs cultivés (récupération des possibles eaux de ressuyage). Le traitement des eaux de vidange devra faire l'objet de mesures spécifiques.



Mesure MR02	Mise en place de la stratégie barrière concernant la gestion des pollutions en phase chantier
Acteurs	Entreprises de travaux et Écologue en charge de l'assistance environnementale
Mesures de gestion de l'érosion, du contrôle du ruissellement et de stockage des sédiments	<p>Le choix des aménagements retenus sera fonction de la nature des sols, de la topographie des terrains, des écoulements superficiels et naturels locaux, de la proximité du chantier vis-à-vis des milieux aquatiques, de la nature des travaux à réaliser, et enfin de la méthodologie retenue par l'entreprise pour la réalisation de ces mêmes travaux. De ce fait, il n'est pas possible à ce stade, d'indiquer la nature précise des ouvrages retenus et leurs localisations. Ce travail devra être mené en étroite collaboration avec l'entreprise qui sera en charge des travaux et pourra être communiqué aux administrations concernées via un porter à connaissance avant le début du chantier.</p> <p>Est présentée ci-après la stratégie retenue en termes de dispositifs de protection, en fonction des différents types de travaux à réaliser. Un focus est porté sur les principales opérations à risque vis-à-vis de la pollution des milieux aquatiques par les fines, issues des emprises de chantier, à savoir : les emprises de chantier (pistes d'accès, plateformes des installations de chantier et stockage provisoire), les remblais/déblais en lit majeur, les terrassements sur le bassin-versant encadrant le projet (limitation du ruissellement) ou encore la gestion des pompages et des rejets.</p> <p>Emprises de chantier : L'impact provient de la mise à nue des terrains inclus au sein des emprises et aux travaux de terrassements nécessaires à la réalisation du projet. Au sein de ces espaces, la circulation des engins et du personnel, couplée à l'absence de couvert végétal rend la gestion de l'érosion difficile à assurer en phase chantier. L'accent est porté sur des dispositifs de gestion du ruissellement et de rétention des sédiments au niveau des limites d'emprises.</p> <p>Dans ce sens seront privilégiés :</p> <p>Lorsque cela est possible, conserver autant que possible des zones tampons végétalisées, sur les surfaces entre les emprises du chantier et les milieux aquatiques (cours d'eau et zones humides). La mesure est globalement facile à mettre en œuvre et doit être systématisée autant que possible sur le chantier. La conservation de la bande tampon présente un intérêt fort pour les cours d'eau (en particulier en cas de zones vallonnées) et constitue une protection naturelle déjà existante contre l'érosion et le ruissellement.</p> <p><i>Remarque :</i> après déboisement, la valorisation des résidus issus du broyage sur site contre l'érosion des sols est une piste qui sera étudiée par la ou les entreprises avec l'appui de l'écologue de chantier. A ce stade, aucune information n'est disponible sur la méthodologie qui sera employée pour réaliser le déboisement.</p> <p>La mise en place de systèmes de collecte des eaux de ruissellement afin de collecter les eaux fortement chargées en fines et les diriger sur des zones dédiées (zones d'épandage, systèmes d'exutoire aménagés ou bassins de décantation/piège à sédiments). Ces aménagements nécessiteront un entretien régulier afin de curer les</p>



Conservation d'une bande tampon auto d'un petit cours d'eau lors d'un chantier d'infrastructure linéaire (source : ARTELIA)

sédiments accumulés et ainsi assurer leurs fonctionnalités lors d'évènements pluvieux successifs),



Photo de gauche et du centre : exemples de fossés de collecte acheminant sur des dispositifs filtrant (avant rejet en milieu naturel). Photo de droite : bassin de type piège à sédiments, à entretenir régulièrement après de fortes pluies (source : ARTELIA)

La mise en place de barrières, merlons ou de boudins de rétention provisoire, localisés en limite des emprises afin de retenir et **piéger les sédiments** venant des emprises du chantier. Là encore la pérennité des dispositifs est directement liée à la pression d'entretien.



Exemples de pièges à sédiments (de gauche à droite : boudins de rétention, merlon et barrière géotextile), à privilégier le long des emprises de chantier, des cours d'eau et des zones humides (source : ARTELIA)

La **re-végétalisation des emprises immédiatement à la fin des travaux, prévue sur l'ensemble des remblais techniques**. Cette mesure est particulièrement importante pour lutter contre l'érosion et le ruissellement, puisqu'elle permet de mettre les sites rapidement en sécurité, une fois les travaux terminés. Ce point est d'autant plus pertinent lorsqu'il est couplé systématiquement à un réensemencement des berges, des pentes et des talus autour des zones sensibles.

Gestion des éventuelles zones de remblai/déblai et de stockage des matériaux en zones humides :

La gestion des zones de déblais/remblais et plus généralement des stockages de matériaux issus des terrassements sera appréhendée de plusieurs manières :

Mise en place de place de barrières, merlons ou de boudins de rétention provisoire, localisés tout autour des zones de stockage. Selon la proximité avec les milieux aquatiques, les dispositifs peuvent être doublés ;

Pour des durées importantes, l'ensemencement des tas de terre sera proposé. En effet, le retour d'une couverture végétale rapide permet d'éviter tout risque d'érosion des déblais/remblais.

Enfin, et pour des surfaces limitées aux abords directs des zones à enjeux (cours d'eau, zones humides, etc.), la couverture des tas de terre via des bâches et/ou des géotextiles, permettra de prévenir l'érosion en amont. Cette option devra être

privilegiée si des terrassements sont nécessaires en bordure des cours d'eau et si aucune autre mesure de gestion ne peut être envisagée.



A gauche : exemple de protection multi-dispositif (fossé piège à sédiment + système tampon + barrière provisoire) entre une zone de déblais/remblais et une zone humide. A droite : couverture de berge mise à nus pour des travaux afin de protéger le cours d'eau des MES issues de l'érosion des talus (Source : ARTELIA)

Gestion des eaux avant rejet :

Les travaux sur et/ou à proximité des milieux aquatiques nécessiteront des rejets des eaux de ressuyage, des eaux de ruissellement, des eaux d'exhaure, etc., dont la gestion est à prendre en compte afin de travailler dans de bonnes conditions.

Ces eaux de rejet, souvent fortement chargées en MES, peuvent s'avérer très nocives pour les milieux naturels, si elles ne sont pas correctement gérées. De ce fait, les principales règles à respecter sont les suivantes :

Pas de rejets directs dans les cours d'eau,

Aménagement des exutoires des rejets,

Priorité à l'épandage sur des terrains végétalisés.

Des exemples de bonnes pratiques sont présentés ci-après.



A gauche : rejet dans une « chaussette » en géotextile, orienté de façon parallèle au ruisseau et profitant d'une surface végétalisée, afin de favoriser la filtration naturelle. Au centre : rejet aménagé et orienté vers un fossé de drainage afin d'éviter le ruissellement sur la parcelle agricole.



Exemples de dispositifs pour piéger un maximum de sédiments à l'exutoire de la pompe (source : ARTELIA)

Dispositifs relatifs aux engins et leur gestion :

- Les véhicules et engins de chantier doivent justifier d'un contrôle technique récent,
- Ils doivent tous être équipés de kits de dépollution en cas de fuite de carburant, huile ou autre matériau,
- Le nettoyage et l'entretien des engins de chantier se font systématiquement hors du site du chantier, dans des structures adaptées ou éventuellement sur la base-vie,
- Les aires de parking des engins sont également imperméables,
- Le stockage des huiles et carburants est réalisé à la base-vie, le confinement et la maintenance du matériel se font uniquement sur des emplacements aménagés à cet effet, loin de tout secteur écologiquement sensible (validé par l'écologue en charge du suivi de chantier en amont des travaux),



Exemple d'une aire de stockage des matériaux polluants dans un conteneur étanche associé à un kit anti-pollution. Certains produits sont isolés du sol et disposés sur des bacs de rétention ou géotextile absorbant © AFB

- Les accès au chantier et aux zones de stockage sont interdits au public.

Gestion des déchets :

- Une collecte sélective des déchets, avec poubelles et conteneurs, est mise en place.



Tri sélectif des déchets de chantier (source : Biotope)

Gestion de pollution accidentelles :

- Collecter les écoulements superficiels, à l'aide de merlons, fossés de dérivation des eaux en amont de la zone polluée,
- Evitement des infiltrations, bâchage de la zone polluée,
- Adsorption et récupération de la pollution.
-

Mesure MR02	Mise en place de la stratégie barrière concernant la gestion des pollutions en phase chantier
	 <p>Exemple de récupération de terres polluées aux hydrocarbures et de leur stockage dans un big bag étanche © AFB</p> <p>Des dispositifs de replis de chantier doivent être mis en œuvre par les entreprises sur annonce de crue lorsqu'elles interviennent à proximité d'un écoulement. Les installations de chantier seront dimensionnées pour une crue de période de retour de 5 ans.</p>
Suivis de la mesure	Ecologie de chantier
Mesures associées	MR01 & MR05

Mesure MR03	Mise en place d'un système de platelage afin de limiter le tassement des sols sur les zones à orchidées
Code CEREMA, 2018	R2.1g - Dispositif limitant les impacts liés au passage des engins de chantier
Objectif(s)	Limiter la compression de la couche superficielle de la végétation, limiter les impacts sur les bulbes d'orchidées et la banque de graines
Communautés biologiques visées	Côteau calcaire et espèces associées, zone humide
Localisation	Côteau calcaire (notamment sur secteurs non pentus), secteurs à orchidées, secteurs en zones humides
Acteurs	Concepteur des travaux
Suivis de la mesure	<p>Les plat-bords sont des plaques en bois faites de poutres attachées les unes aux autres. Le dimensionnement des lames (épaisseur et largeur) doit prendre en compte plusieurs facteurs dont le soulèvement au vent et les charges d'exploitation. Afin de s'assurer de la durabilité de l'aménagement, le platelage doit respecter une horizontalité inférieure à 10mm/10m en dehors de la pente prévue (NF DTU 51.4-1-1:2017). Deux planches qui se jouxtent ne doivent pas être écartées de plus de 3mm.</p> <p>Il existe une autre méthode pour réaliser un platelage. Elle consiste à dérouler un géotextile et de le recouvrir avec des grillages à maille. Cette option n'est pas conseillée pour les gros engins à chenilles (USDA 1998).</p> 

Mesure MR03	Mise en place d'un système de platelage afin de limiter le tassement des sols sur les zones à orchidées
	<i>Plat-bords en zone humide (bois à droite et géotextile + géogrille) (Source : Biotope)</i>
Mesures associées	MR01 & MR05

Mesure MR04	Repérage, vérification et abattage doux des arbres à cavités
Code CEREMA, 2018	R2.1k - Dispositif de limitation des nuisances envers la faune
Objectif(s)	Les boisements du fuseau d'étude accueillent plusieurs espèces de chauves-souris forestières qui établissent leurs gîtes dans les arbres. Les chauves-souris affectionnent particulièrement les arbres dépérissant car ils comportent souvent des cavités, fissures, décollements d'écorces leur offrant des anfractuosités pour leur gîte. En fonction de la taille de ces anfractuosités, elles peuvent accueillir de quelques individus isolés à une colonie pouvant regrouper des dizaines d'individus. Il s'agit de limiter au maximum la destruction d'individus de chauves-souris protégés pendant la phase de travaux d'abattage, de réduction ou de taille sanitaire en adaptant la méthode d'abattage et la période d'abattage.
Communautés biologiques visées	Haies, arbres à cavités (oiseaux, chauves-souris, insectes saproxylophages)
Localisation	Traversée de 4 haies
Acteurs	Entreprises travaux
Modalités de mise en œuvre	<p><u>Repérage des arbres gîtes :</u> <<<<<Les gîtes arboricoles peuvent être utilisés à différentes périodes de l'année. En hiver, les cavités peuvent accueillir des chauves-souris en hibernation alors qu'en été, il peut s'agir de colonies de mises-bas ou d'individus isolés. La prospection des gîtes des chauves-souris consiste en une recherche active, de jour, des cavités arboricoles <i>a priori</i> favorables au gîte. La prospection est réalisée en hivers, ce qui permet un repérage facilité par l'absence de feuilles sur les arbres.</p>  <p>Exemples de cavités favorables aux chiroptères © BIOTOPE</p> <p><u>Marquage des arbres gîtes :</u> Un marquage préalable des arbres favorables au gîte des chauves-souris doit être réalisé par un chiroptérologue en période hivernale.</p>



Gîte potentiel

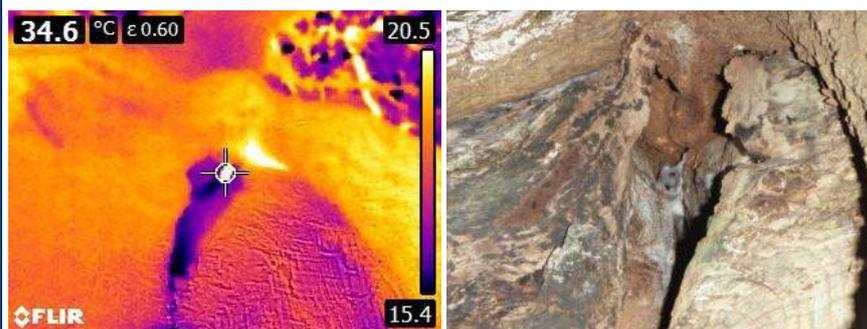


Occupation avérée



Exemple de marquage d'arbre © BIOTOPE

L'expert chiroptérologue doit ensuite contrôler les cavités identifiées à l'aide d'une caméra thermique pour vérifier si elles sont utilisées par des espèces de faune quelques jours avant l'abattage prévu des arbres. Si un arbre comporte des cavités occupées par des espèces de chauves-souris, des prescriptions particulières sont données lors de l'abattage de ces arbres.



Exemple d'une photographie infra-rouge réalisée à la caméra thermique lors de la découverte d'une famille de Loir gris © BIOTOPE

Modalités d'abatage :

Les travaux d'élagage devront être réalisés en dehors des périodes sensibles pour les animaux (reproduction, élevage des jeunes ou période d'hibernation, de léthargie). Ainsi **les travaux d'élagage pourront être réalisés entre début août et fin octobre.**

Deux techniques d'abattages sont recommandées : abattage par démontage mécanique et démontage manuel assisté. Ces techniques d'abattage ont d'ores et déjà été testées et conçues en accord avec divers organismes et associations environnementales.

(1) Abattage contrôlé par démontage mécanique

Il s'agit d'abattre mécaniquement un arbre en le posant précautionneusement à terre et le laisser au sol, l'entrée de la cavité face au ciel, pendant 48 heures pour permettre aux chauves-souris de quitter les gîtes.

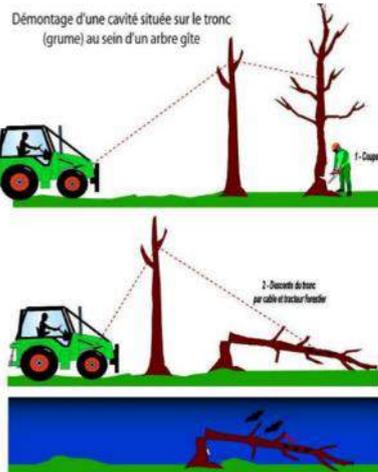


Schéma présentant les précautions à prendre en cas d'abattage par démontage mécanique (© BIOTOPE)



(2) Abattage par démontage manuel assisté

Il s'agit de couper l'arbre manuellement morceau par morceau, de déposer chaque branche ou tronc concerné après sa coupe à l'aide de cordes et le laisser au sol, l'entrée face au ciel pendant 48 heures pour permettre aux chauves-souris de quitter les gîtes non colmatés.

Démontage d'une cavité située sur des branches charpentière au sein d'un arbre gîte



Schéma présentant les précautions à prendre en cas d'abattage par démontage manuel assisté (© BIOTOPE)

L'élagueur/grimpeur évalue l'arbre, hisse une corde dans le houppis à l'aide d'un sac à lancer qu'il envoie au-dessus d'une charpentière,

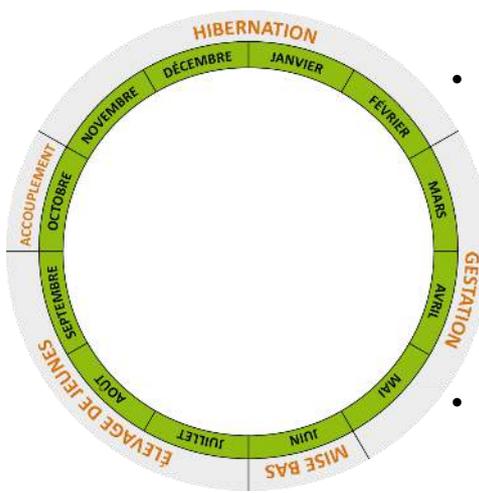
Il s'accroche ensuite à la corde qu'il sécurise à l'aide de mousquetons et grimpe dans le houppis,

Il sécurise sa position avec une deuxième corde qu'il fixe autour d'une charpentière, après chaque déplacement dans le houppis avant de commencer le travail.

Le grimpeur commence par évaluer les cavités présentes,

Le grimpeur débite morceau par morceau l'arbre entier.

Chaque branche coupée est attachée par une corde pour l'accompagner au sol. On appelle cette technique démontage par rétention. Les produits d'abattage sont inspectés au fur et à mesure des coupes pour voir s'il y a des chauves-souris. Durant 24 à 48h, le bois et les branches démontées sont disposées au sol, cavités orientées vers le haut, afin de faciliter l'envol des chauves-souris. La pelle peut être présente au cas où il serait nécessaire d'accompagner le tronc d'un arbre pour l'abattage.

Mesure MR04	Repérage, vérification et abattage doux des arbres à cavités																										
Planning spécifique	 <p>• Inventaire des cavités en hivers (Novembre-Décembre) en période d'hibernation pour les chiroptères. Les inventaires sont facilités par l'absence de feuilles sur les arbres.</p> <p>• Visite de contrôle des cavités en hauteur en fin d'hivers (Janvier-Février), en période d'hibernation pour les chiroptères</p> <p>• Opération de défrichage de Septembre à Octobre, au début des accouplements des chiroptères.</p> <p>Cycle de vie des chiroptères en Europe - Source : Laure TURCATI & Sébastien TURPIN Vigie-Nature</p> <table border="1" data-bbox="446 873 1404 1075"> <thead> <tr> <th></th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>Jt</th> <th>A</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zones boisées à enjeux chiroptères</td> <td colspan="7">Non intervention sur les boisements</td> <td colspan="2">Défrichage possible</td> <td colspan="2"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Zones boisées à enjeux chiroptères	Non intervention sur les boisements							Défrichage possible				
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D															
Zones boisées à enjeux chiroptères	Non intervention sur les boisements							Défrichage possible																			
Suivis de la mesure	Cette mesure sera suivie par l'écologue en charge de l'assistance environnementale. Supervision régulière par l'entreprise en charge des travaux.																										
Mesures associées	MR01																										

Mesure MR05	Balisage des secteurs à enjeux
Code CEREMA, 2018	R1.1c – Balisage préventif divers ou mise en défend (pour partie) ou dispositif de protection d'une station d'une espèce patrimoniale, d'un habitat d'une espèce patrimoniale, d'habitats d'espèces ou d'arbres remarquables
Objectif(s)	Eviter la destruction des milieux et espèces remarquables situées à proximité immédiate des emprises définies ou au sein même des emprises, sur des zones non aménagées (évitement des zones « sanctuaires », ME02)
Communautés biologiques visées	Ensemble des enjeux faune flore, zones humides
Localisation	Ensemble des emprises
Acteurs	Entreprises travaux

Mesure MR05	Balisage des secteurs à enjeux
<p>Modalités de mise en œuvre</p>	<p>La présente mesure vise à identifier précisément, sur le terrain, les secteurs sensibles pour lesquels des précautions particulières sont nécessaires, en phase de travaux. Ces zones sont matérialisées par une signalisation visible et claire (piquet de couleur par exemple), afin de s'assurer que les engins de chantier n'empiètent pas sur les secteurs écologiquement sensibles. Il y aura ainsi mise en enclos et balisage physique des stations à préserver. Le balisage mis en place devra donc nécessairement être respecté par les entreprises en charge des travaux pour limiter ces impacts potentiels en phase chantier. Ce balisage sera matérialisé par l'installation de clôtures.</p>  <p><i>Exemple de mise en place d'un balisage d'un site sensible vis-à-vis d'un projet d'aménagement (Source : © Biotope)</i></p> <p>Des protections plus robustes pourront être mises en place sur certains secteurs fortement fréquentés par les engins de chantiers, où les risques de dégradation des barrières temporaires sont donc les plus importants. Afin de sensibiliser les entreprises sur le terrain, des panneaux explicatifs seront installés sur les clôtures afin d'identifier précisément les secteurs au niveau desquels une attention particulière est à porter lors des travaux. Par ailleurs, un accompagnement lors de la pose des dispositifs et une sensibilisation des entreprises prestataires seront réalisées par l'entreprise chargée de la coordination environnementale en phase chantier. La matérialisation peut se faire en mobilisant différents dispositifs visibles : drapeau, clôture légère ou renforcée, affichette, « rubalise », piquetage, palplanche, etc. Le dispositif retenu doit être adaptée au cas par cas, en fonction des enjeux, des risques et des besoins. Plusieurs dispositifs peuvent parfois être nécessaires.</p>  <p><i>Exemple de panneaux d'information mis en place sur un site sensible (Source : © Biotope)</i></p> <p>Il est nécessaire de ne pas systématiser l'utilisation de la « rubalise » qui est source de déchets dans les milieux après un chantier. Présentant une faible durée de vie, elle se disperse aussi avec le vent. Elle peut tout aussi bien être remplacée par une corde avec des nœuds de « rubalise » (pour la visibilité).</p>
Suivis de la mesure	Vérification très régulière de l'existence effective et appropriée de la matérialisation et respect des prescriptions. Supervision régulière par l'entreprise en charge des travaux. Suivie par l'écologue en charge de l'assistance environnementale.
Mesures associées	MR01

Mesure MR06	Adaptation des périodes et horaires de travaux à la faune sauvage
Code CEREMA, 2018	R3.1a – Adaptation de la période des travaux sur l'année
Objectif(s)	Limiter les impacts en évitant les périodes sensibles pour la faune (reproduction, hivernage etc.)

Mesure MR06	Adaptation des périodes et horaires de travaux à la faune sauvage
Communautés biologiques visées	Ensemble des enjeux faune flore
Localisation	Ensemble des emprises
Acteurs	Entreprises travaux
Modalités de mise en œuvre	<p>La réalisation des travaux les plus lourds peut engendrer des perturbations notables pour de nombreuses espèces animales, notamment en période de reproduction (plus forte territorialité et vulnérabilité des jeunes) et d'hivernage (activités moindres, léthargie de nombreuses espèces). En lien avec les caractéristiques des milieux présents et les cortèges d'espèces recensés, des atteintes directes à des spécimens d'espèces protégées sont prévisibles quelle que soit la période de travaux. Toutefois, des adaptations de planning, ciblant spécifiquement certaines phases de travaux et certains groupes d'espèces permettent de réduire significativement les risques de destructions directes d'individus.</p> <p>Il est impossible de proposer un calendrier qui supprime complètement le dérangement des espèces patrimoniales ou protégées lors du chantier étant donné que la plupart sont présentes sur l'ensemble de l'année. Les périodes d'interventions doivent être ciblées en dehors des périodes sensibles pour ces animaux (reproduction, élevage des jeunes ou période d'hibernation, de léthargie) et des types de travaux. Les points importants à retenir pour bien structurer le planning de travaux en fonction des espèces sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> De maintenir une activité sur l'emprise du projet dès les premiers travaux de dégagement des emprises réalisés, soit dès les travaux de défrichage réalisés. L'objectif ici est d'éviter la recolonisation de l'emprise par des espèces pionnières souvent protégées et/ou menacées. De réaliser les opérations d'abattage et débroussaillage entre septembre et janvier ; excepté dans les boisements avec des enjeux concernant les chauves-souris pour lesquels l'abattage des arbres devra être réalisé entre septembre et octobre. De réaliser les opérations de dessouchage entre février et mars (la faune hibernant dans les souches commence à entrer en activité et à se déplacer pour éviter la mortalité) Les travaux de terrassement dans les secteurs d'enjeu écologique moyen à très fort seront réalisés entre début septembre et fin octobre afin d'éviter la mortalité sur la petite faune passant l'hiver enterrée (reptiles, amphibiens, petits mammifères...). Cette période pourra être étendue à novembre en fonction des conditions météorologiques après validation par l'ingénieur écologue en charge du suivi du chantier. Les fouilles archéologiques, si nécessaires, doivent être menées en dehors des périodes de reproduction des amphibiens afin de ne pas créer de zones « pièges » pour ces espèces, soit entre juillet et janvier. Les travaux en zones humides et en milieux aquatiques seront réalisés entre septembre et janvier.

Mesure MR06	Adaptation des périodes et horaires de travaux à la faune sauvage																																																																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>J</th> <th>F</th> <th>M</th> <th>A</th> <th>M</th> <th>J</th> <th>Jt</th> <th>At</th> <th>S</th> <th>O</th> <th>N</th> <th>D</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Zones boisées à enjeux chiroptères</td> <td colspan="8">Non intervention sur les boisements</td> <td colspan="2">Abattage possible</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Zones boisées à enjeux oiseaux</td> <td colspan="8">Non intervention sur les boisements</td> <td colspan="4">Abattage possible</td> </tr> <tr> <td>Autres milieux terrestres à enjeux</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="6">Non intervention ou après balisage</td> <td colspan="2">Démarrage possible</td> <td colspan="2">travaux</td> </tr> <tr> <td>Zones aquatiques et humides</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="6">Non intervention</td> <td colspan="2">Démarrage possible</td> <td colspan="2">travaux</td> </tr> </tbody> </table>		J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D	Zones boisées à enjeux chiroptères	Non intervention sur les boisements								Abattage possible				Zones boisées à enjeux oiseaux	Non intervention sur les boisements								Abattage possible				Autres milieux terrestres à enjeux			Non intervention ou après balisage						Démarrage possible		travaux		Zones aquatiques et humides			Non intervention						Démarrage possible		travaux	
	J	F	M	A	M	J	Jt	At	S	O	N	D																																																						
Zones boisées à enjeux chiroptères	Non intervention sur les boisements								Abattage possible																																																									
Zones boisées à enjeux oiseaux	Non intervention sur les boisements								Abattage possible																																																									
Autres milieux terrestres à enjeux			Non intervention ou après balisage						Démarrage possible		travaux																																																							
Zones aquatiques et humides			Non intervention						Démarrage possible		travaux																																																							
Suivis de la mesure	Cette mesure sera suivie par l'écologue en charge de l'assistance environnementale. Celui-ci s'assurera que le planning et le plan d'organisation des travaux proposés par les entreprises sont compatibles avec les périodes sensibles des espèces de faune.																																																																	
Mesures associées	MR01																																																																	

Mesure MR07	Installation d'un dispositif anti-intrusion pour la faune à mobilité réduite au niveau des emprises travaux
Code CEREMA, 2018	R2.1h – Clôture et dispositif de franchissement provisoires adaptés aux espèces animales cibles
Objectif(s)	Le principe de cette mesure est la mise en défens des emprises du chantier pour la faune à mobilité réduite (reptiles, amphibiens, mammifères) afin de limiter l'écrasement d'individus au sein et aux abords des emprises.
Communautés biologiques visées	Ensemble des enjeux faune : amphibiens, reptiles, mammifères
Localisation	Ensemble des emprises chantier
Acteurs	Concepteur des travaux
Modalités de mise en œuvre	<p>Avant le démarrage des travaux, il sera mis en place un dispositif dit « anti-intrusion », semi-perméable, tout autour de la zone de chantier. Le chantier étant réalisé en plusieurs étapes, les barrières seront installées au fur et à mesure de l'avancée tout en maintenant un cloisonnement strict de la zone en cours de travaux.</p> <p>L'objectif de la mesure est de réduire le risque de mortalité des individus (reptiles, amphibiens principalement) par écrasement en :</p> <ul style="list-style-type: none"> Evitant aux individus présents à l'extérieur de la zone de chantier d'y pénétrer, Assurant aux individus présents à l'intérieur de la zone de chantier la possibilité de s'en échapper et de rejoindre l'extérieur. <p>En plus des dispositifs semi-perméables et afin de protéger au maximum les amphibiens et reptiles présent au sein du chantier, il faudra :</p> <ul style="list-style-type: none"> Proscrire les pièges (fossés abruptes, caniveaux...) : les dépressions devront donc être comblées (terrassement), Empêcher la création de points d'eau temporaires (grosses flaques, fossés, ornières) ou d'abris : un protocole sera présenté lors de la formation des ouvriers par un

écologue, afin de vérifier en fin de journée, durant les travaux, qu'aucun point d'eau n'ait été créé et s'il en existe, il faudra alors les reboucher, Ne pas mettre en place de lumières permanentes sur le site et éviter les actions perturbantes la nuit (si travaux nocturnes), Prévoir la visite d'un expert habilité pour déplacer les individus (adultes, larves, pontes) présents sur l'emprise du chantier.

Présentation du dispositif :

Pour limiter les passages d'individus sur le site, les zones sensibles du tracé favorables aux reptiles et leur déplacement, seront encadrées par des barrières inclinable (semi-perméable). L'objectif est de permettre aux individus de fuir la zone de chantier tout en empêchant leur retour sur la zone.



Exemples de barrières anti-retour mise en place sur un chantier routier (source : Biotope)

Ce dispositif est à mettre en place au niveau des zones sensibles, avant toute intervention (avant défrichage notamment). Il devra notamment être installé sur les secteurs humides ou le passage répété des engins de chantier peut créer des mares temporaires favorables à la ponte des amphibiens. La ponte dans ces mares temporaires sera ainsi évitée. En cas de présence de routes ou autres passages, les barrières seront stoppées et reprises de l'autre côté. Un retour sera réalisé en bordure afin de limiter les traversées.

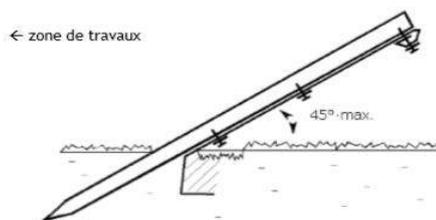


Schéma de principe d'une barrière anti-retour pour les amphibiens (adapté de ENGLISH NATURE, 2001)

Cette barrière sera constituée d'une bâche en polypropylène tissé (toile de paillage) ou de panneaux de bois, de 50 cm de large et enterrée sur 10 cm environ, tendue sur des piquets de bois et inclinée à 40° (45° maximum), permettant le franchissement de la zone d'extension vers la zone préservée.

Installation des clôtures hermétiques pour éviter la pénétration de la petite faune au sein des emprises :

Les sites seront, petit à petit, entourés de clôtures hermétiques. Une fois les populations de petite faune exclues des zones à aménager, ce type de barrière sera mis en place sur l'ensemble du périmètre afin d'éviter toute nouvelle pénétration d'individus au sein des zones de travaux. Ces barrières seront installées de manière permanente, sur l'ensemble de la durée du chantier et devront donc être maintenue en bon état tout au long de la phase d'utilisation du site.

Cas des clôtures permanentes :

Mesure MR07	Installation d'un dispositif anti-intrusion pour la faune à mobilité réduite au niveau des emprises travaux
	<p>Sur les secteurs où la mise en place d'un grillage est nécessaire, il est possible de mettre en œuvre un dispositif anti-intrusion et semi-perméable. Il sera directement posé à la base de la clôture définitive.</p> <p>Le bas de la clôture est doublé provisoirement le temps du chantier, sur une hauteur de 0,50 m, d'une toile tissée ou d'un grillage à maille fine (\varnothing : 1 cm) ancré dans le sol. Cette toile ou grillage fin est maintenu(e) sur la clôture permanente à l'aide d'un fil rigide fixé à la clôture par des agrafes (voir photos ci-après).</p>  <p>Exemple de dispositif anti-intrusion et semi-perméable © Biotope</p> <p>Ainsi, ce type de dispositif doit permettre la circulation des amphibiens et reptiles dans un sens : fuite depuis la zone potentiellement dangereuse (zone de travaux), vers une zone refuge (extérieur), tout en bloquant les déplacements opposés (déplacement en direction de la zone en cours de travaux ou potentiellement dangereuse).</p>
Suivis de la mesure	Ecologie de chantier
Mesures associées	MR01

Mesure MR08	Limitation des impacts sur les stations de <i>Lindernia procumbens</i>
Code CEREMA, 2018	-
Objectif(s)	Conservation de cette espèce protégée au niveau national
Communautés biologiques visées	Stations de <i>Lindernia procumbens</i>

Mesure MR08	Limitation des impacts sur les stations de <i>Lindernia procumbens</i>
Localisation	
Acteurs	Ecologue de chantier
Modalités de mise en œuvre	<p>Afin de garantir l'intégrité de ces stations, un plan en plusieurs étapes est proposé :</p> <ul style="list-style-type: none"> Vérification de la présence de l'espèce. En 2020, l'espèce était en compétition avec la Lindernie douteuse invasive. Il est donc important de vérifier que cette espèce est toujours présente sur l'ENS. Etude des caractéristiques stationnelles le cas échéant. Avec une étude de la banque de graines et des caractéristiques de présence. Définition d'un plan de sauvegarde avec le CBNBP. Définition de mesures de sauvegarde de graines, de déplacement d'individus sur des sites de report ou conservation par le CBNBP ou mise en place d'un microhabitat humide <i>in situ</i>. Gestion des développements de Lindernie douteuse, de saules ou d'autres végétation sur la station (maintenue à nue) durant les 2 ans. <p>Dans tous les cas, le CBNBP devra être contacté afin d'apporter les garanties de bons résultats concernant la préservation de cette espèce.</p>
Suivis de la mesure	Ecologue de chantier CBNBP
Mesures associées	MR01

3.6.4.5 Mesures d'accompagnement

Un certain de mesures d'accompagnement pourront être préconisées : replantation de haies diversifiées, implantation de nichoirs à chauves-souris dans les boisements riverains des zones impactées.

La proposition de mesures ci-dessus ne constitue pas une déclinaison ERC telle qu'attendue dans un dossier réglementaire. L'évaluation des enjeux, la validation des mesures et la quantification des impacts résiduels doivent être réalisés une fois le programme affiné et les inventaires complémentaires établis. Il est à noter que des impacts résiduels notables pourront être observés

et que d'éventuelles compensations pourront être demandées (notamment au titre des zones humides ou des espèces protégées).

Un dossier de demande de dérogation au titre des espèces protégées est à ce titre fortement probable, en complément du dossier loi sur l'eau IOTA. Un dossier de défrichement sera peut-être également souhaité par l'Autorité Environnementale.

3.7 ESTIMATION

Les estimations s'appuient sur un DQE établi par Somival Ingénierie et les prix unitaires fournis par 2 entreprises du BTP : GéoBTP et NGE.

Ces estimations sont décomposées comme suit :

- **Les travaux obligatoires pour la sécurité publique** : ils comprennent :
 - la vidange nécessaire pour les réaliser ainsi que les travaux préparatoires,
 - **le lot n° 1** : les travaux de changement de vanne et de modification du système d'auscultation
- **Le curage de 120 000 m3 de sédiments (lot n°2)**
- **Une option technique** comprenant un stockage provisoire d'une partie des sédiments dans la cuvette pour atteindre un taux de matière sèche de 80 %
- **Une option d'étalement des sédiments sur les parcelles**
- **Une option de dépôt dans la carrière de Lurcy- Lévy à 14 km**

Le taux de maîtrise d'œuvre est celui du marché cadre : 15,8%.

3.7.1 Travaux de sécurité publique

Le programme de travaux de sécurité publique incluant la vidange est estimé à **0,49 M€ HT**.

Tableau 20 : Estimation 18/12/2023 - valeur octobre 2023

Marchés nécessaires à la vidange		
		€ HT
1	RECUPERATION DU POISSON	75 000
2	ALEAS 20%	15 000
3	MAITRISE D'ŒUVRE	14 220
TOTAL € HT		110 000
1	SUIVI DE LA QUALITE DES EAUX	50 000
2	ALEAS 0%	-
3	MAITRISE D'ŒUVRE	-
TOTAL € HT		50 000
Lot 1 Travaux sur le barrage		
1	PRIX GENERAUX	64 000
2	MACONNERIES	27 000
3	EQUIPEMENTS HYDROMECHANIQUES	85 000
4	AUSCULTATION	62 800
5	DIVERS	1 500
6	ALEAS 15%	36 045
7	MAITRISE D'ŒUVRE 15,8%	43 663
TOTAL € HT		330 000

3.7.2 Travaux de curage hors tranches conditionnelles

Le programme de travaux de curage, hors épandage et malaxage sur les parcelles agricoles et sans le stockage intermédiaire dans la cuvette, est estimé entre **3,0 et 3,5 M€ HT soit respectivement de 26 à 29 € HT/m3** pour 120 000 m3 extraits.

Lot 2 curage hors option étalement et malaxage en parcelles		GeoBTP	NGE
1	PRIX GENERAUX	112 253	223 013
2	TERRASSEMENTS	2 101 472	2 253 920
3	ALEAS 20%	442 745	495 387
4	MAITRISE D'ŒUVRE 15,8 %	419 722	469 626
TOTAL € HT		3 080 000	3 450 000

3.7.3 Tranches conditionnelles

3.7.3.1 Ressuyage complémentaire dans la cuvette

Si le taux de matière sèche des sédiments n'atteint pas 80 % il est nécessaire de stocker les sédiments dans la cuvette pour augmenter leur ressuyage avant de valoriser les sédiments sur les parcelles agricoles.

Les variations du coût sont les suivantes :

- Moins value du transport des sédiments car plus secs : 52 500 m3 (au lieu de 120 000 m3)
- Mais surcoût en raison du cordon à réaliser (353 k€) et du dépôt des 120 000 m3 à l'arrière du cordon pour ressuyage.

Au final cette solution est plus couteuse.

Lot 2 curage - Curage avec stockage intermédiaire derrière cordon d'une partie des sédiments pour atteindre 80% de matière sèche			Variante pour 80 % MS (NGE)
		NGE	
1	PRIX GENERAUX	223 013	3 270 000
2	TERRASSEMENTS	2 127 870	
3	ALEAS 20%	470 177	
4	MAITRISE D'ŒUVRE 15,8 %	445 727	
TOTAL € HT		3 270 000	

27 €/m3 extrait

3.7.3.2 Epandage et malaxage des sédiments sur les parcelles

Les agriculteurs peuvent prendre en charge l'épandage et le malaxage des sédiments une fois ceux-ci déposés à l'entrée de la parcelle la plus proche de l'étang. Si les agriculteurs ne souhaitent pas effectuer ces travaux de structuration des sols, le département peut être amené à le financer lui-même.

Lot 2 curage - Option étalement des sédiments et malaxage sur les parcelles		GeoBTP	NGE
1	ETALEMENT ET MALAXAGE EN PARCELLI	398 400	720 000
2	ALEAS 20%	79 680	144 000
3	MAITRISE D'ŒUVRE	-	-
TOTAL € HT		480 000	870 000

3.7.3.3 Dépôt en carrière

Si le dépôt en parcelles agricoles s'avère difficile, il reste possible de déposer les sédiments en carrière. Deux destinations sont possibles :

- Carrière de Lurcy-Lévy à 14 km à l'Est
- Carrière de La Font au Pain (commune de Saint-Aignan-des-Noyers) à 3,2 km au Nord Est

Le coût du transport est de 11, 5 € /m³ pour Lurcy-Lévy. Il peut être divisé par 2 pour celle de Font au Pain mais sa capacité est plus réduite.

Lot 2 curage - Dépôts en carrière (Lurcy-Lévy)			
		GeoBTP	NGE
1	DEPOT EN CARRIERE	-	1 380 000
2	ALEAS 20%	-	276 000
3	MAITRISE D'ŒUVRE 0%	-	-
TOTAL € HT		-	1 660 000

4 BIBLIOGRAPHIE

Liste complète des références disponibles

Etudes sur le barrage

- [1] Barrage de Goule – Diagnostic de la vidange de fond – GEOS – rapport N°1750-1473-3 – juin 2019 version 1.2
- [2] Barrage de Goule – Mise à jour des études hydrologiques et de laminage des crues – GEOS – rapport N°1750-1436 – novembre 2019 - version 1.1
- [3] Barrage de Goule – Etude de dangers – modification de l'étude de dangers de 2011 – GEOS – rapport N°1750-1548 – Août 2020 version 1.1
- [4] Avis du SCSOH sur l'EDD du barrage de Goule-DREAL – 7 août 2020
- [5] Barrage de Goule – VTA 2019– GEOS – rapport N°1750-1538 – janvier 2020 version 1.0
- [6] Barrage de Goule – Stabilité du barrage – GEOS – rapport N°1933-1478 – mars 2019- version 1.0
- [7] Récolement des travaux de remplacement des vannes ORBINOX : dossiers complets, plans, fiche technique vannes, etc. – juin 2020
- [8] Barrage de Goule – Gestion transitoire de la retenue avant remplacement de la vanne de vidange de fond– GEOS – rapport N°1750-1509 – Mars 2019 version 1.0
- [9] Barrage de Goule – Impacts de l'indisponibilité de la vanne supérieure– GEOS – rapport N°1750-1548 – Août 2020 version 1.0
- [10] Barrage de Goule – Fiche de synthèse– GEOS – Décembre 2019 - version 1.0
- [11] Barrage de Goule – Consignes écrites transitoires– GEOS – Août 2020 - version 5.0
- [12] Barrage de Goule – ORGANISATION TRANSITOIRE - Description de l'organisation mise en place pour assurer la surveillance de l'ouvrage en toutes circonstances et l'exploitation en période de crue– GEOS – Août 2020 - version 4.0
- [13] Barrage de Goule – Rapport de surveillance 2017 - Surveillance 2012-2017– GEOS – Décembre 2017 - version 1.0
- [14] Barrage de Goule - Rapport de visite du service de contrôle des ouvrages hydrauliques-DREAL Centre Val de Loire– 25/06/2020
- [15] Barrage de Goule – Batardeau vidange de fond - Note de calculs de structure– GEOS – rapport N°1750-1473-2 – octobre 2018- version 1.0
- [16] Barrage de Goule - Rapport de travaux - Travaux de remplacement des vannes supérieures et intermédiaires - AQUA SOLUTION – non daté
- [17] Barrage de goule - Dossier de l'ouvrage – Tractebel Engineering - 14 mai 2014

Suivi de la qualité du plan d'eau

- [18] Programme 2020 de Surveillance des Masses d'Eau de Plans d'Eau - Etang de Goule - FRGL004 - Réalisation de diagnostics physico-chimiques, chimiques hydromorphologiques et biologiques - Résultats (rapport 3) Suivi 2020 - 3/05/2021 - Aquabio

[19] Programme 2020 de Surveillance des Masses d'Eau de Plans d'Eau - Etang de Goule - FRGL004 - Réalisation de diagnostics physico-chimiques, chimiques hydromorphologiques et biologiques - Synthèse (rapport 2) Suivi 2020 - 3/05/2021 - Aquabio

[18b] Programme 2009 de Surveillance des Masses d'Eau de Plans d'Eau - Lot 4 – 3/3 Recueil des données 3f – Etang de Goule - Synthèse - Juillet 2010 – GREBE

[19b] Programme 2009 de Surveillance des Masses d'Eau de Plans d'Eau - Lot 4 – 3/3 Recueil des données 3f – Etang de Goule - fiches - Juillet 2010 – GREBE

[20] Programme 2013 de Surveillance des Masses d'Eau de Plans d'Eau - Etang de Goule - FRGL004 - synthèse - Avril 2014 – Asconit

[21] Programme 2013 de Surveillance des Masses d'Eau de Plans d'Eau - Etang de Goule - FRGL004 - Résultats du suivi 2013 - Avril 2014 – Asconit

[22]- Programme 2005 de Surveillance des Masses d'Eau de Plans d'Eau - Lot 2 – Etang de Goule - février 2006 - SAGE Environnement"

Textes réglementaires – courriers administratifs

[23] Arrêté Préfectoral n° 2012-1-0635 (ou 0625 ?) du 8 juin 2012 fixant les prescriptions complémentaires pour la gestion hydraulique de l'étang de Goule

[24] Arrêté interpréfectoral n ° 2014-1-0915 portant réglementation des activités sur le domaine de Goule, propriété du Conseil général du Cher - 27 août 2014

[24b] Arrêté Préfectoral du 7/11/1988 autorisant la vidange - DDAF18

[24c] Demande du CSP à la DDAF sur la destination du poisson pêché lors de la vidange de 1988 et réponse de la DDAF - 13/11/1988

[25] Demande de vidange DDT 18 – fiche à remplir – 2018

[25b] Arrêté du 9 juin 2021 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux plans d'eau, y compris en ce qui concerne les modalités de vidange, relevant de la rubrique 3.2.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement

Relevés bathymétriques

[26] Carte issue de l'analyse bathymétrique - annexe 4 d'un rapport (?) ENS 18

[27] Rapport bathymétrique - Relevé de coupe (sonar) - EPIC solution - Février 2014

[28] Rapport d'intervention - Etang de Goule - Commune de Valigny - Bathymétrie du 5 mai 2021 - Quantification du remplissage sédimentaire – Athos Environnement et VEODIS 3 D - rapport 202012-001 – 28 mai 2021

[28b] PRELEVEMENTS ET ANALYSES DES SEDIMENTS DANS LE CADRE DES ETUDES COMPLEMENTAIRES - CCTP - Département du Cher - juin 2022

[28c] ANALYSES DES SEDIMENTS - Géocentre - Forsol - Septembre 2022

[28d] Identification des possibilités des sédiments de l'étang de Goule - Chambre d'agriculture - décembre 2022

Cyanobactéries

[29] Proliférations de cyanobactéries sur l'étang de Goule - Diagnostic et propositions d'actions - Année 2018 - Athos Environnement

[30] Prélèvements et analyses de sédiments sur l'Etang de Goule (03) - Etudes préalables aux opérations de vidange et de curage de l'étang Athos Environnement - Année 2021 –version corrigée - juillet 2021

[30b] Apports de phosphore et proliférations de cyanobactéries dans le Lac au Duc (Morbihan) : Diagnostic et propositions d'actions préventives et curatives potentielles - Elodie AUSTRUY, ODEM – 2012

Etudes sur le bassin versant

[31] Contrats agriculteurs: M. Blot 201008 - M. Guerrhit 201008 - M. Minard 201008 - Mme Breard 201008

[32] Etude pour l'amélioration de la connaissance du fonctionnement hydrologique du bassin versant de l'étang de Goule - PHASE A : Etat des lieux des connaissances et du bassin versant - Juin 2010 – ECTARE

[33] Étude pour l'amélioration de la connaissance du fonctionnement hydrologique du bassin versant de l'étang de Goule - phase B - Caractérisation du fonctionnement hydrologique du bassin versant - SAGE Yèvre - Auron - Décembre 2010"

[33b] SAGE Yèvre - Auron - Contrat Territorial de Gestion Quantitative et Qualitative (CTG2Q) de l'eau du bassin du Cher renommé « Concert'Eau » - Feuille de route 2021 – 2026 - 70 pages -

[34] Assainissement Non collectif impactant l'Etang de Goule en 2020 - SIVOM - D18 - Gwendoline BEAUDONNET

[35] Cartographie ANC impactant Goule - 2020 - SIVOM - D18 - Gwendoline BEAUDONNET

[36] Carte du bassin versant de Goule - Athos Environnement

ENS

[37] Suivi de la flore et des habitats - Espace Naturel Sensible « Etang de Goule » (18) - Diagnostic écologique - Novembre 2020 – Biotope

[38] Etudes et inventaires de la flore et des végétations de l'ENS de l'Etang de Goule - octobre 2014 – Biotope

[39] Etudes et inventaires de la flore et des végétations de l'ENS de l'Etang de Goule - Atlas cartographique - octobre 2014 – Biotope

[40] Etude et inventaire des lépidoptères sur l'ENS « Etang de Goule » (18) - Octobre 2014 – Biotope

[41] Etude et inventaire des odonates sur l'ENS « Etang de Goule » (18) - Octobre 2014 – Biotope

[42] Etude et inventaire des orthoptères sur l'ENS « Etang de Goule » (18) - Octobre 2014 – Biotope

[43] Suivi des populations de lépidoptères sur l'ENS « Etang de Goule » (18) - Diagnostic écologique - Novembre 2018 – Biotope

[44] Suivi des populations d'Odonates sur l'ENS « Etang de Goule » (18) - Diagnostic écologique - Novembre 2018 – Biotope

[45] Inventaire des populations de mollusques de l'ENS « Etang de Goule » - Sylvain VRIGNAUD - Novembre 2016

[46] Inventaire chiroptérologique Espace Naturel Sensible de l'Etang de Goule - 2017 - Chauve-souris Auvergne - Héloïse Durand

[47] Etang de Goule – Suivi des populations d'oiseaux nicheurs et hivernants - Année 2018 - Association Nature 2018

[48] Inventaire des populations de reptiles et d'amphibiens de l'ENS « Etang de Goule » - Novembre 2015 – Biotope

[49] L'ETANG DE GOULE - PLAN DE GESTION 2014 - 2019 - CG 18

Données SIG

[50] ENS_SITE-CG

[50b] Cartographies des inventaires naturalistes 2014 à 2020 - Département du Cher et Biotope

[50c] Fichiers SIG 2014 à 2020 - Biotope

"

Peuplement piscicole

[51] Etat du peuplement piscicole - Fiche synthétique - septembre 2015 – ONEMA

[52] Synthèse PDPG 2019 - 2023 - vfinal - Fédération Départementale de pêche 18

[53] PDPG 2019-2023 - fiches version finalisée 2020 - Fédération Départementale de pêche 18 "

[53b] Pas de titre - données brutes d'échantillonnage piscicole dans le plan d'eau du 21/au 23/06/2021 - Norme EN 14757 - OFB juin 2021

Etudes sur l'Auron

[54] Suivi hydrobiologique à l'aval de l'étang de Goule - Etudes préalables aux opérations de vidange et de curage de l'étang - Année 2021 - Athos Environnement – Juillet 2021 – version corrigée

Profil de baignade

[55] PROFIL DE BAIGNADE DE TYPE 2 POUR LE SITE DE BAIGNADE DE L'ETANG DE GOULE - RAPPORT D'ETUDE - juin 2012 - IRH Ingénieur Conseil

[56] BASE DE LOISIRS DE GOULE ETUDE DE FAISABILITE POUR L'AMENAGEMENT D'UNE AIRE NATURELLE DE BAIGNADE PARTIES 2 et 3 : DEFINITION DES AMENAGEMENTS, INCIDENCES ET CONTEXTE REGLEMENTAIRE - Décembre 2007 - ECTARE

Hydrologie

[57] Hydro zone hydrographique

Plans

[58] Plan de la base de loisirs de Goule –Emplacement des différents équipements - général – fichiers pdf et dwg – Département du Cher – novembre 2018

[59] Plan cadastral de la base de loisirs de Goule - Département du Cher – novembre 2018

Géotechnique

[59]

5 ANNEXES

Annexe 1 : Arrêté du 9 juin 2021 fixant les prescriptions techniques générales applicables aux plans d'eau, y compris en ce qui concerne les modalités de vidange, relevant de la rubrique 3.2.3.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement

Annexe 2 : Evaluation des risques liés aux cyanobactéries et leurs toxines dans les eaux douces - Source ANSES (2020) – citée dans l'étude Athos Environnement sur le risque sanitaire – nov. 2023

Annexe 3 : Proposition de stratégie de surveillance et de contrôle sanitaire des EDCH vis-à-vis des cyanobactéries planctoniques (Source : ANSES 2020) - citée dans l'étude Athos Environnement sur le risque sanitaire- nov. 2023

Annexe 4 : Source Code de l'environnement - citée dans l'étude Athos Environnement sur le risque sanitaire- nov. 2023

Annexe 5 : Source BRGM (2013) : Test du protocole d'écotoxicologie (critère H14) pour l'évaluation du caractère dangereux de sédiments destinés à une gestion à terre - citée dans l'étude Athos Environnement sur le risque sanitaire- nov. 2023

Annexe 6 : Source Kaplan-Levy et al. (2010) - citée dans l'étude Athos Environnement sur le risque sanitaire- nov. 2023