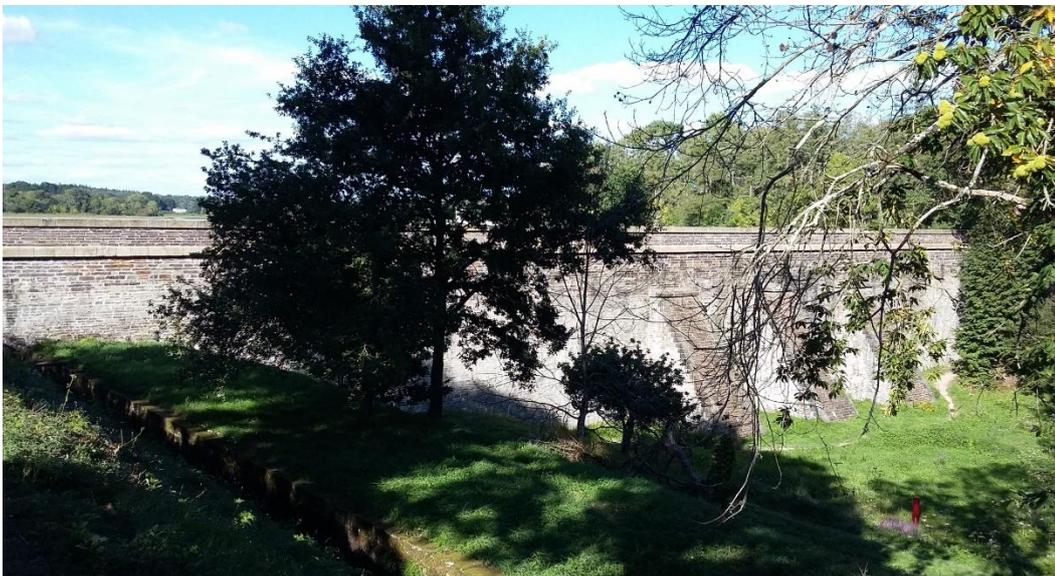


Modernisation du Barrage du Grand Vioreau (44)

Dossier de demande d'autorisation environnementale PJ7 – Note de présentation non technique



Vue sur le parement aval du Grand Vioreau

Historique des versions					
Date	Version	Nature	Rédaction	Vérification	Validation
Novembre 2021	0	Rapport	Léa SILVESTRE	Alexandra BOIRON	
Février 2022	1	Rapport	Léa SILVESTRE	Alexandra BOIRON	
Juin 2022	2	Rapport	Alexandra BOIRON	Alexandra BOIRON	

SOMMAIRE

1	Présentation du projet de modernisation du barrage	5
1.1	Préambule	5
1.2	Caractéristiques techniques de l'ouvrage actuel	7
1.3	Caractéristiques du projet de modernisation du barrage	13
1.3.1	Programme de travaux	13
1.3.2	Durée du chantier et calendrier des travaux	17
1.3.3	Installations de chantier	17
2	Présentation du projet de curage	22
2.1	Contexte du curage	22
2.2	La démarche ERC	24
2.3	Méthodologie de curage	25
2.4	Site de transit	26
2.5	Etude prospective d'épandage agricole	27
2.6	Planning prévisionnel	27
3	Synthèse de l'étude d'impact	30
3.1	Intervenants de l'étude d'impact	30
3.2	Etat initial	30
3.3	Effets du projet et définition des mesures environnementales	37
3.3.1	Effets du projet	37
3.3.2	Synthèse des mesures environnementales	37
3.3.3	Cartographie des impacts et mesures	42
4	Synthèse de l'étude de danger	47
4.1	Rappel sur l'historique des différentes études	47
4.2	Scénarios de défaillance étudiés en situation « post travaux »	48
4.3	Analyse de la gravité liée à la rupture de l'ouvrage « post travaux »	49
4.4	Synthèse de la criticité des différents scénarios « post travaux »	58

Figure 1 : Localisation du Petit et du Grand Vioreau	5
Figure 2 : Plan de situation à échelle 1/25000	6
Figure 3 : Vue en plan de l'ouvrage avec localisation des coupes type (source CETE 1987)	8
Figure 4 : Zoom sur la partie rive gauche de l'ouvrage (source CETE 1987).....	8
Figure 5 : Coupe type avec contrefort (source CETE 1987)	10
Figure 6 : Configuration de l'ouvrage	11
Figure 7 : Fiche synoptique du barrage.....	12
Figure 8 : Programme des travaux de modernisation du Grand Vioreau	14
Figure 9 : Vue en plan des aménagements projetés partie 1 (source : Etude AVP ISL)	15
Figure 10 : Vue en plan des aménagements projetés partie 2 (source : Etude AVP ISL).....	16
Figure 11 : Localisation des 3 bases vie possible au stade avant-projet (ISL).....	18
Figure 12 : Emprises travaux et bases vie stade DCE – Secteur barrage.....	19
Figure 13 : Emprises travaux et bases vie - Carte simplifiée – Secteur barrage.....	20
Figure 14 : Parcelles identifiées pour le stockage	23
Figure 15 : Bassin de ressuyage gravitaire	26
Figure 16 : Projet de curage	28
Figure 17 : Méthodologie pour les travaux de curage	29
Figure 18 : Intervenants de l'étude d'impact.....	30
Figure 19 : Photographie du Coléanthe délicat (Source : Visoflora)	30
Figure 20 : Enjeux concernant la biodiversité – aval du barrage.....	32
Figure 21: Enjeux concernant la biodiversité – barrage	33
Figure 22 : Enjeux concernant la biodiversité – centre	34
Figure 23 : Enjeux concernant la biodiversité – queue est.....	35
Figure 24 : Enjeux concernant la biodiversité - queue ouest.....	36
Figure 25 : Synthèse des mesures et des coûts en phase de travaux.....	39
Figure 26 : Synthèse des mesures et des coûts en phase d'exploitation	41
Figure 27 : Impacts en phase de travaux.....	42
Figure 28 : Mesures environnementales en phase de travaux.....	43
Figure 29 : Vue générale sur les mesures compensatoires et d'accompagnement.....	45
Figure 30 : Zoom sur le secteur envisagé pour les mares compensatoires.....	46
Figure 31 : Mesures de réduction proposées dans le cadre de l'EDD de 2018.....	47
Figure 32 : Synthèse des probabilités retenues.....	48
Figure 33 : Population impactée par l'onde de rupture du barrage de Vioreau	49
Figure 34 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 1.....	50
Figure 35 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 2.....	51
Figure 36 Cartographie de l'onde de rupture - Planche 3	52
Figure 37 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 4.....	53
Figure 38 Cartographie de l'onde de rupture - Planche 5	54
Figure 39 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 6.....	55
Figure 40 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 7.....	56
Figure 41 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 8.....	57
Figure 42 : Présentation des criticités attribués aux ERC en fonction de la probabilité de défaillance et de la gravité	58

1 PRESENTATION DU PROJET DE MODERNISATION DU BARRAGE

1.1 Préambule

Le grand réservoir de Vioreau est un lac artificiel situé sur la commune de Joué-sur-Erdre (44), subdivisé en deux sous-ensembles :

- le lac de Vioreau (180 ha, volume : 7 451 000 m³),
- et le Petit Vioreau (32 ha, volume : 504 000 m³)

Il a pour première fonction le stockage de l'eau en hiver et la restitution en période de navigation. La présente

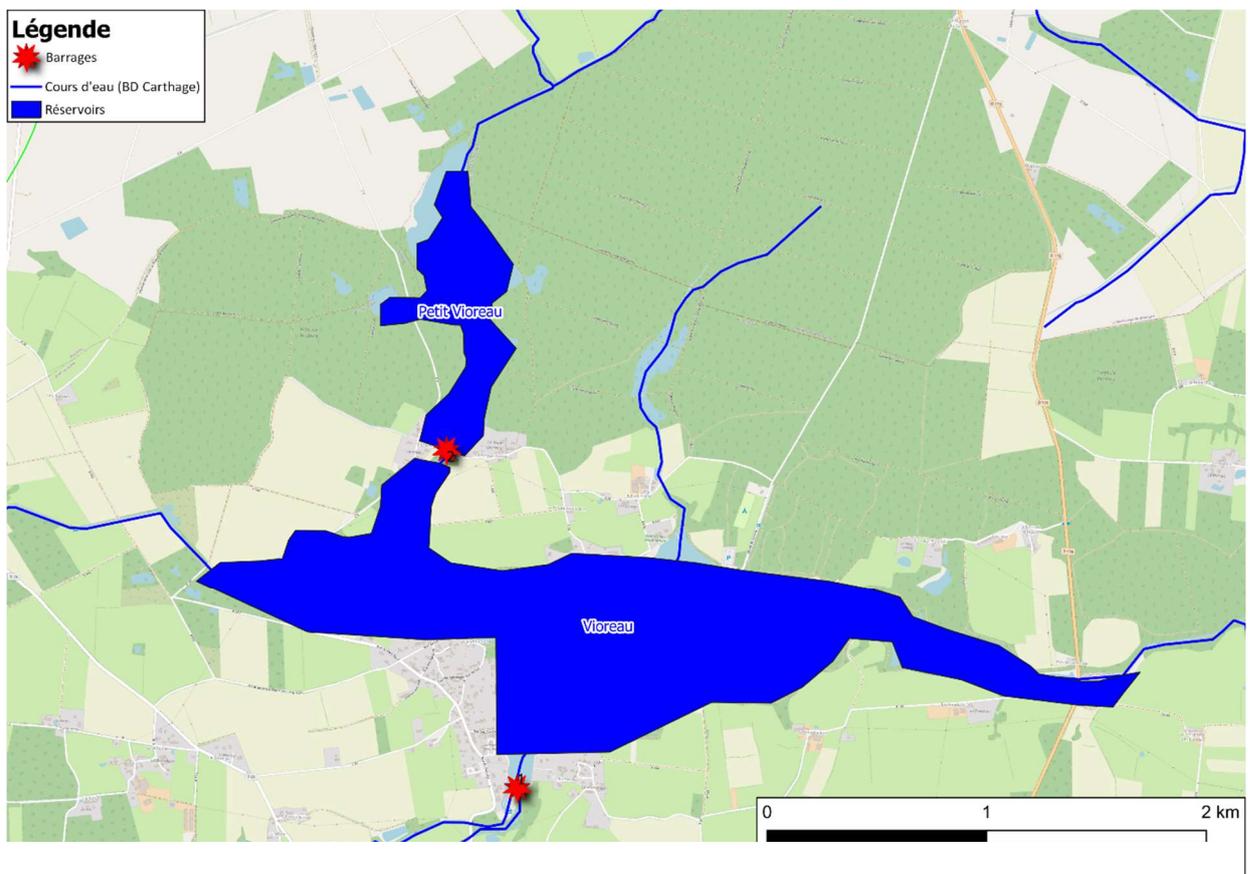


Figure 1 : Localisation du Petit et du Grand Vioreau



**Modernisation
du barrage de
Vioreau**

Plan de situation



Sources : IGN@2019, CACG
 Réalisation : CACG PH342 - Sept. 2021
 Projection : RGF - Lambert 93

Figure 2 : Plan de situation à échelle 1/25000

1.2 Caractéristiques techniques de l'ouvrage actuel

Le barrage a été construit en 1834, il est composé de :

- Deux parements en maçonnerie traditionnelle ;
- Une partie centrale en béton cyclopéen.

Les figures suivantes présentent :

- la vue en plan de l'ouvrage avec un zoom permettant de visualiser les parements et la partie centrale en béton,
- une coupe type de l'ouvrage en section courant sans contrefort,
- une coupe type de l'ouvrage avec contrefort.

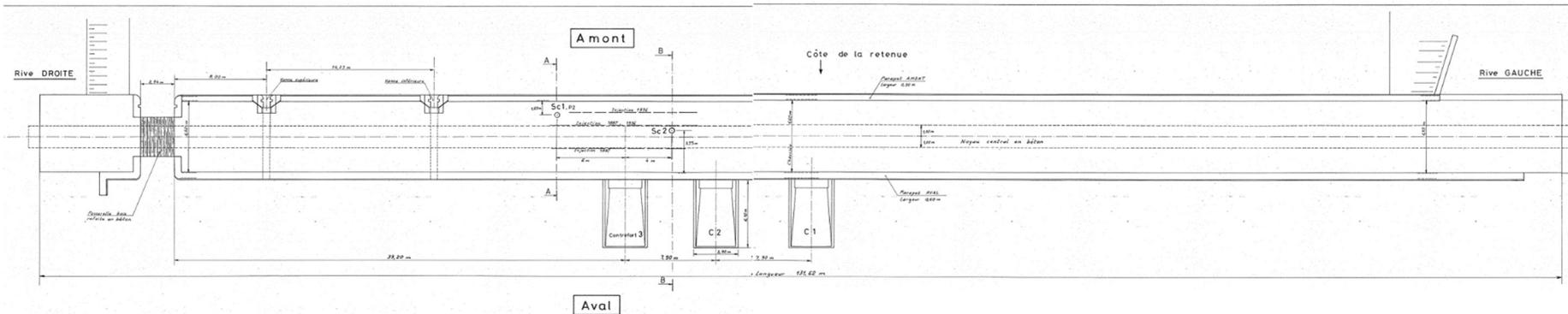


Figure 3 : Vue en plan de l'ouvrage avec localisation des coupes type (source CETE 1987)

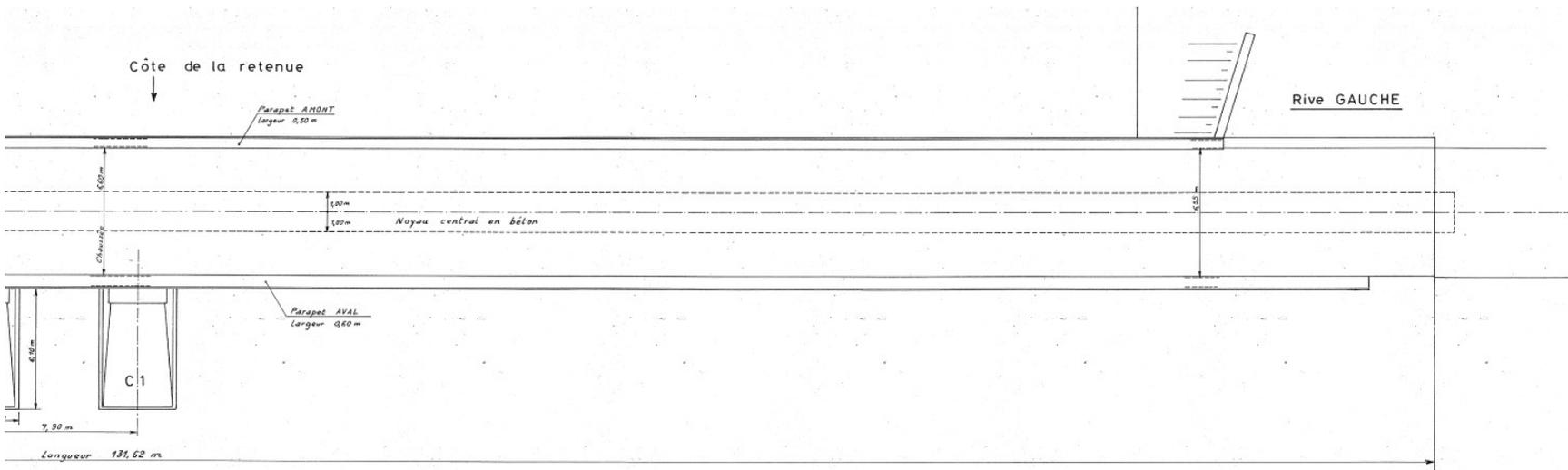
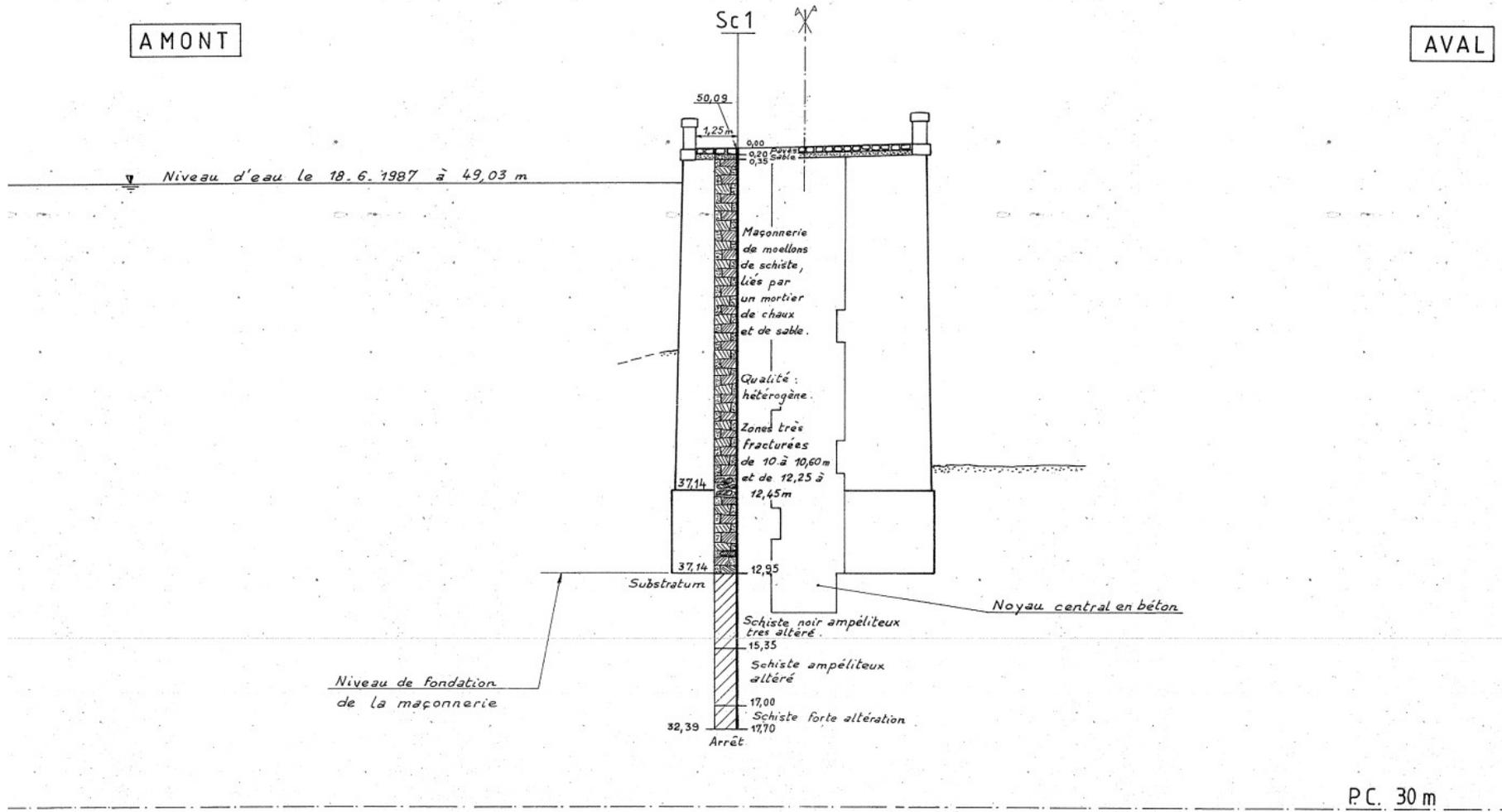


Figure 4 : Zoom sur la partie rive gauche de l'ouvrage (source CETE 1987)

- COUPE suivant AA -



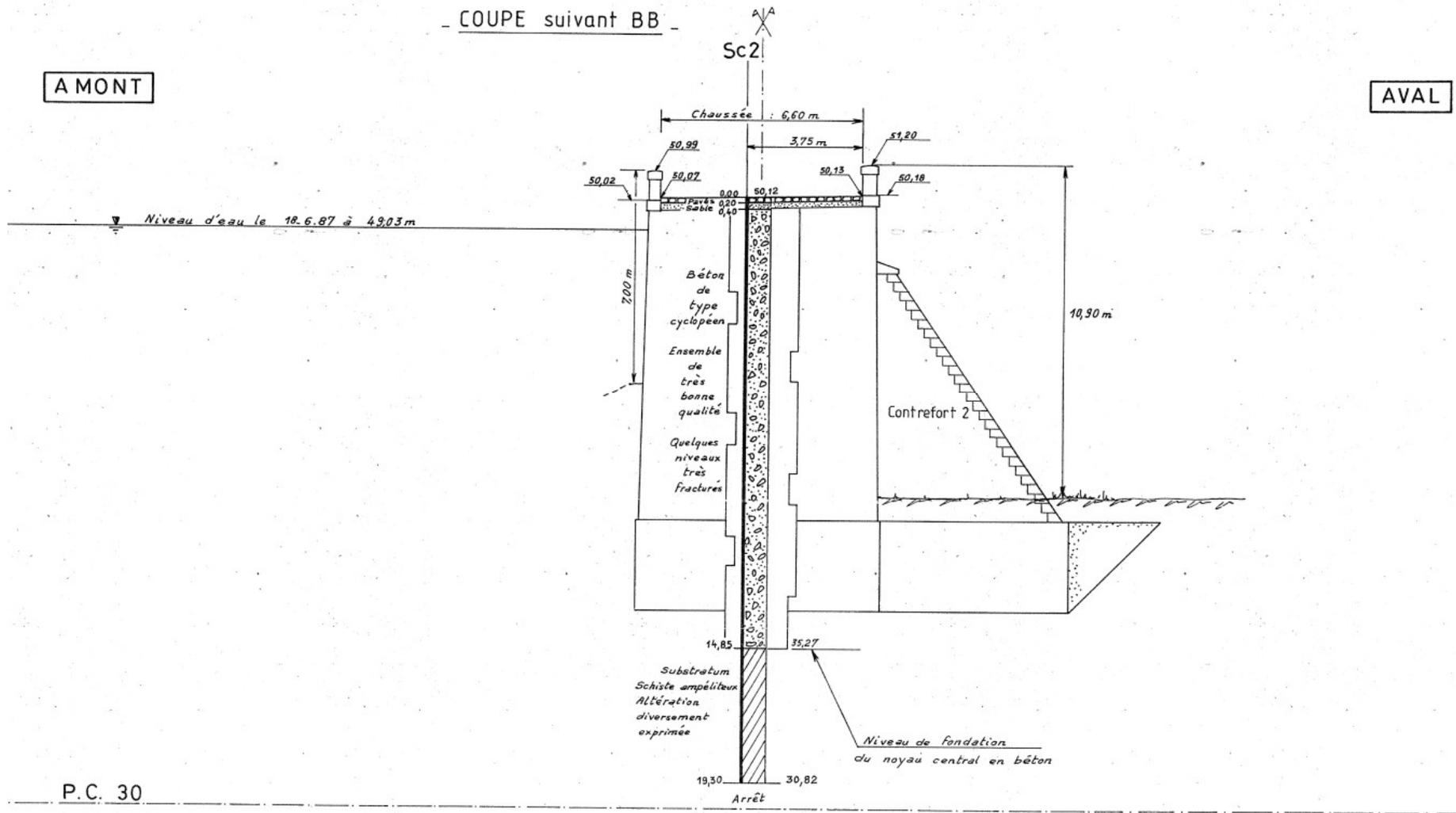


Figure 5 : Coupe type avec contrefort (source CETE 1987)

Cet ouvrage est un barrage poids de 13,7 m de hauteur (entre le parapet et la fondation) avec trois contreforts en partie centrale (rajoutés après la construction suite à l'apparition de suintement et de fissures).

Actuellement les ouvrages hydrauliques sur l'ouvrage sont les suivants :

- Evacuateur de crues situé en rive droite constitué d'un seuil libre, calé à la cote 30,41 m NGF et d'un coursier en partie revêtu en béton (sur la partie aval),
- Dispositif de vidange de fond (fil d'eau 22,23 m NGF) ;
- D'une vanne supérieure alimentant le canal de Nantes à Brest (fil d'eau 26,84 m NGF).
- Le bassin de dissipation à l'aval (ancienne carrière, source des moellons de l'ouvrage) recueille les eaux provenant du coursier, ainsi que des canaux d'évacuation des prises pour les restituer à la rigole d'alimentation du canal de Nantes à Brest.

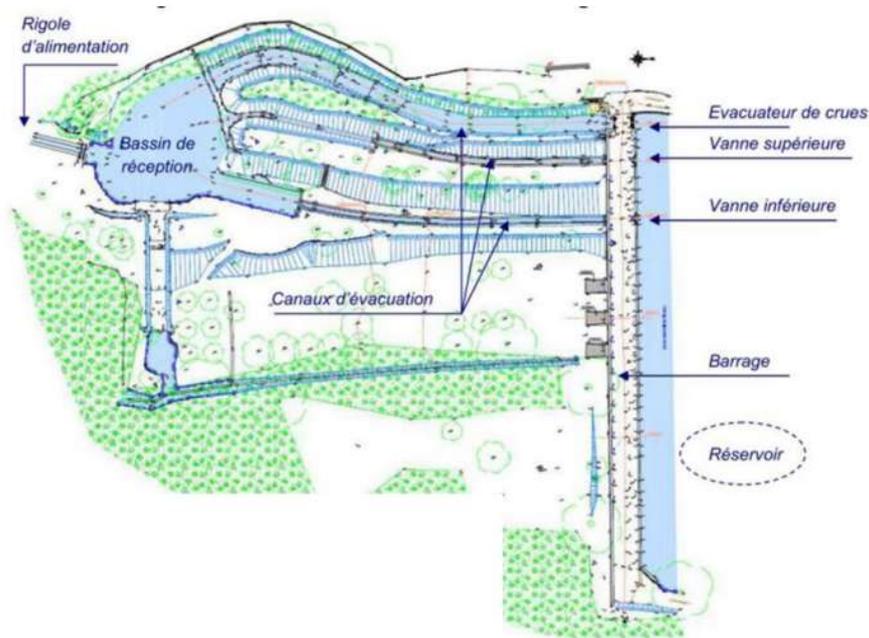


Figure 6 : Configuration de l'ouvrage

Barrage de Vioreau	
Construction	1834
Classe du barrage	Classe B (arrêté de janvier 2012) / $H^2\sqrt{v} = 290$
Composition	Parements maçonnés avec zone en béton cyclopéen encastrée au centre de l'ouvrage
Fondation	Schiste (altérée en surface)
Longueur	131,6 m
Hauteur au dessus du TN et de la fondation	9,3 m (TN/Crête)
	10,3 m (TN/Parapet)
	13,7 m (Fondation / Parapet)
Largeur en crête	7,4 m en crête
Cote de la crête	31,50 m NGF
Cote du déversoir de crues	Seuil libre : 30,41 m NGF
Cote de RN	30,40 m NGF (8,10 m RL)
Volume à la RN	7,451 Mm ³
Surface	180 ha
Fruit du parement amont	Subverticale (0,17%)
Fruit du parement aval	Subverticale (0,17%)
Ouvrage de vidange de fond	Vanne à crémaillère manœuvrable depuis la crête, conduit maçonné voûté Fil d'eau : 22,23 m NGF
Ouvrages de prise d'eau	Vanne à crémaillère manœuvrable depuis la crête, conduit maçonné voûté Fil d'eau : 26,84 m NGF
Dispositif d'auscultation	<ul style="list-style-type: none"> - Echelle limnimétrique - 5 bases fixes topographiques (3 en pied et 2 en rives), - 17 rivets de contrôle sur le parapet amont, - 14 cibles sur le parement aval ainsi que 3 rivets, - 7 piézomètres en crête et 3 en aval, - 9 barbacanes et goulotte de contrôle en pied pour contrôler les suintements sur l'ouvrage

Figure 7 : Fiche synoptique du barrage

1.3 Caractéristiques du projet de modernisation du barrage

1.3.1 Programme de travaux

Les travaux projetés, à ce stade, portent sur la mise en sécurité et en conformité du barrage pour répondre aux normes de sécurité actuelle prévoyant ainsi, entre autres :

- D'adapter la capacité d'évacuation des crues,
- D'améliorer la capacité de vidange et mettre en place d'un débit réservé,
- De rehausser le barrage afin de garantir une revanche suffisante par rapport à la crue de projet et retrouver une situation d'exploitation permettant de couvrir les besoins en eau du canal de Nantes à Brest,
- D'améliorer les conditions d'étanchéité de l'ouvrage,
- D'améliorer la stabilité de l'ouvrage par un confortement structurel du barrage,
- D'automatiser et instrumenter (connaissance débit transité) les vannes de prise et de vidange,
- D'améliorer l'auscultation du barrage.

Le programme de travaux est présenté dans le tableau suivant.

	Détail des travaux proposé en phase AVP
Confortement de l'ouvrage	<ul style="list-style-type: none"> - Reprise de l'étanchéité du parement amont par géomembrane - Amélioration de l'étanchéité de la fondation par une paroi puis des injections dans le substratum rocheux - Mise en place d'un réseau de drainage en pied aval (forage et/ou puits de décompression) - Mise en place de 7 contreforts en béton armé avec un parement maçonné sur les parties visibles
Augmentation du volume de stockage	<ul style="list-style-type: none"> - Réhausse de la crête de l'ouvrage à la cote 32,40 m NGF - Nouvelle cote de RN fixée à 31,30 m NGF
Amélioration de la gestion des crues (Q1000)	<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation de la section d'écoulement par approfondissement du coursier de l'évacuateur actuel en RD - Mise en œuvre d'un seuil latéral libre en amont
Amélioration des conditions de vidange (demi-charge et totale) et d'exploitation	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'une unique tour de prise au droit de la vidange de fond, augmentation de la section du conduit traversant ; vanne de prise condamnée - Amélioration des conditions de vidange par la reprise du seuil déversant existant (fosse de dissipation) et installation d'une vanne de vidange de la fosse - Création d'un local d'exploitation et de commande
Prise en compte du débit réservé	<ul style="list-style-type: none"> - Conduite dédiée installée dans la tour de prise (DN100)
Auscultation de l'ouvrage	<ul style="list-style-type: none"> - Maintien du système de suivi topographique - Mise en place de piézomètres (ouverts et fermés)
Amélioration de la gestion de la ressource en eau	<ul style="list-style-type: none"> - Mise en place d'instrumentation pour contrôler l'ensemble des débits entrants et sortants dans la retenue - Automatisation des organes de manœuvre
Amélioration de la qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> - Curage partielle des vases (études en cours)

Figure 8 : Programme des travaux de modernisation du Grand Vioreau

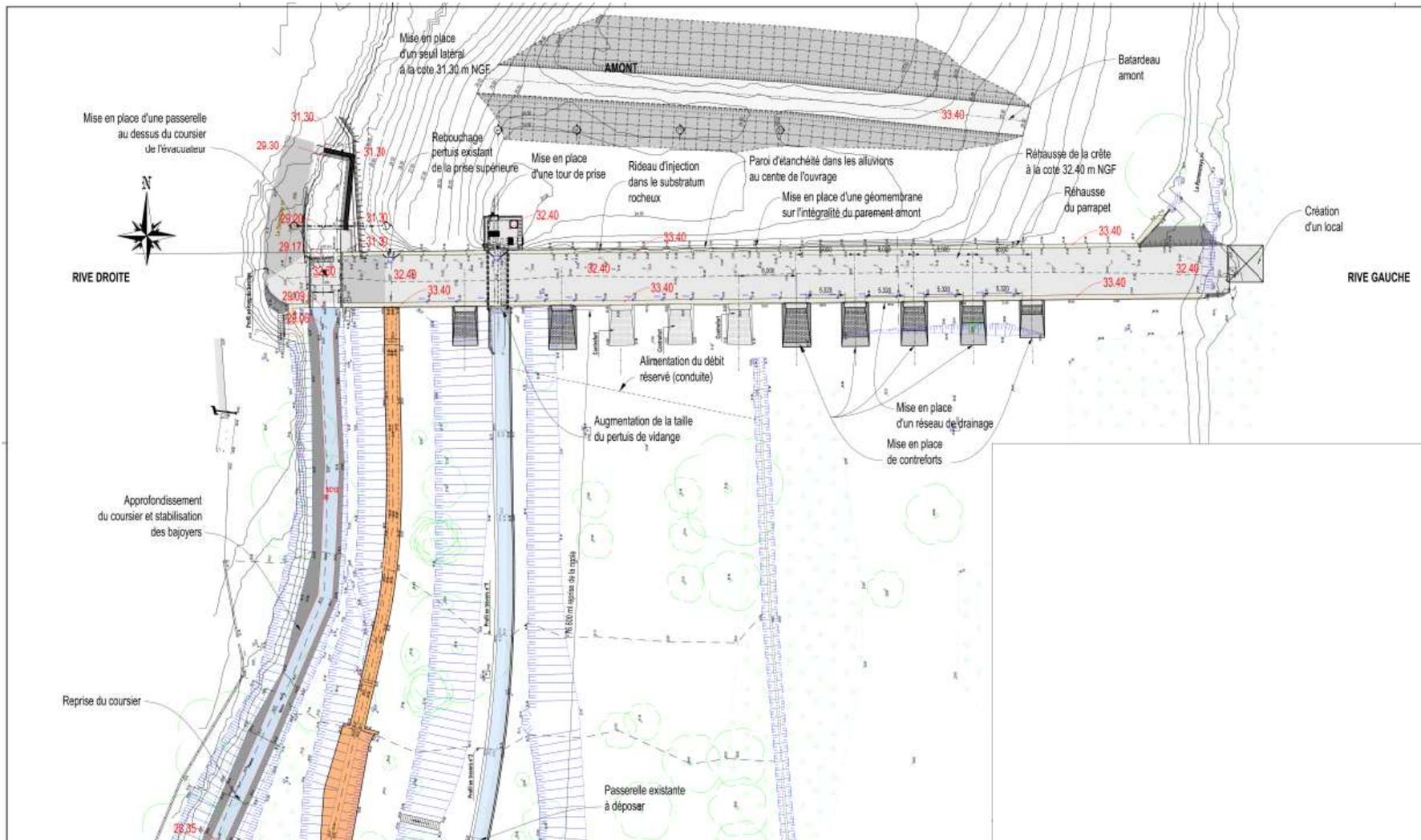


Figure 9 : Vue en plan des aménagements projetés partie 1 (source : Etude AVP ISL)

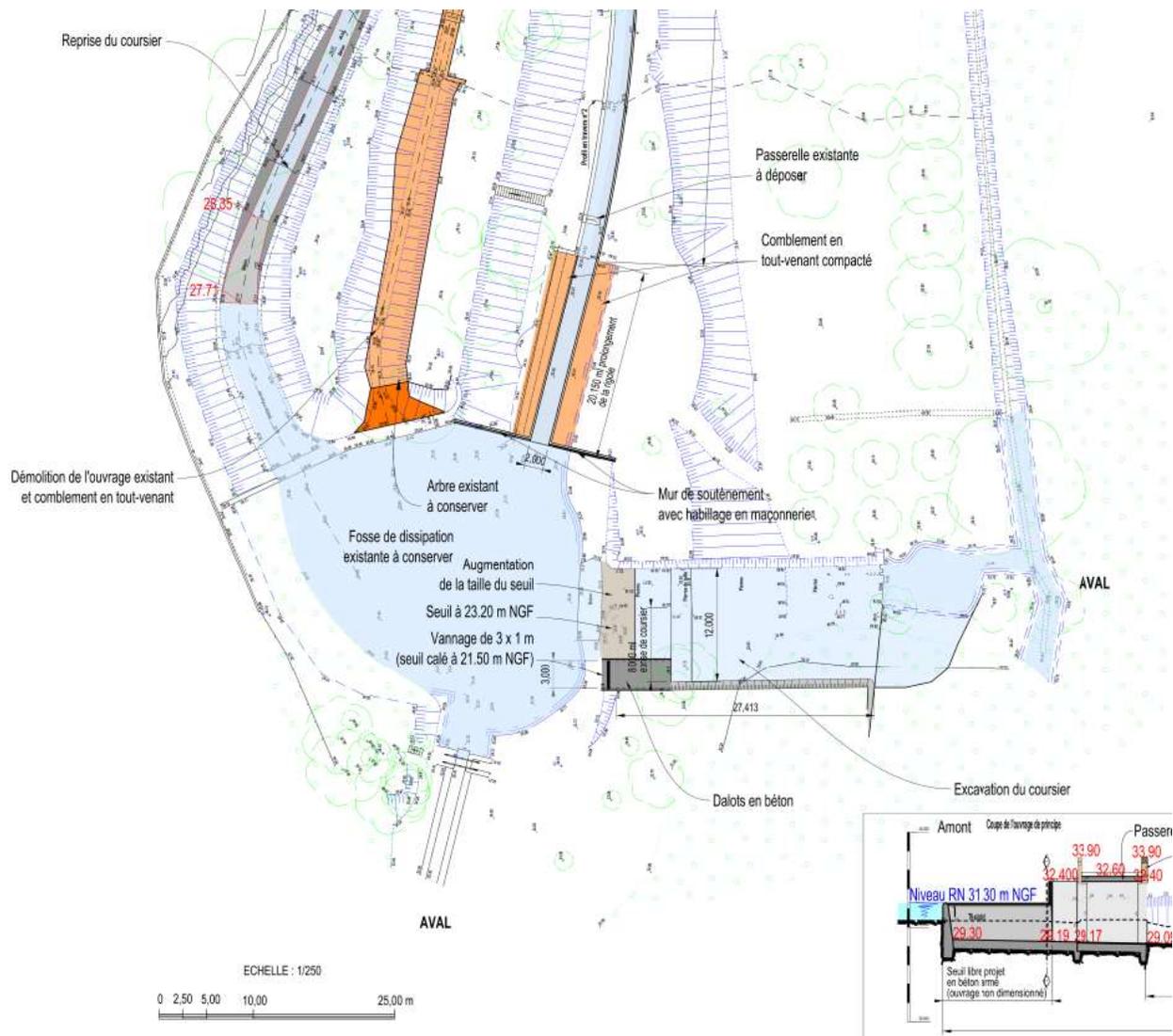


Figure 10 : Vue en plan des aménagements projetés partie 2 (source : Etude AVP ISL)

1.3.2 Durée du chantier et calendrier des travaux

Les travaux sont prévus de février 2022 à septembre 2023. Avant le démarrage des travaux, un abaissement du plan d'eau est nécessaire. La vidange est prévue en fin de saison d'alimentation du canal, soit à partir de septembre 2022 et jusqu'à décembre 2022.

1.3.3 Installations de chantier

Trois bases-vie ont été identifiées en juin 2021 dans le cadre des études d'avant-projet.

En phase de projet, il ressort que la base vie solution 2 a peu de chances d'être exploitée car trop éloignée.

La base vie solution 2 est donc abandonnée et dans le cadre de la consultation des entreprises de travaux, la base vie solution 3 est renommée base vie solution 2.

De plus, ISL a pu affiner les emprises nécessaires aux travaux au niveau de la zone humide par rapport à ce qui est présenté dans le cadre du dossier initial et la demande de compléments.

Une zone humide de 2155 m² est ainsi préservée (voir Figure 12 « Zone humide à ne pas toucher »), ce qui n'était pas le cas dans le dossier initial. Cette zone préservée sera balisée pour éviter toute circulation.



Figure 11 : Localisation des 3 bases vie possible au stade avant-projet (ISL)

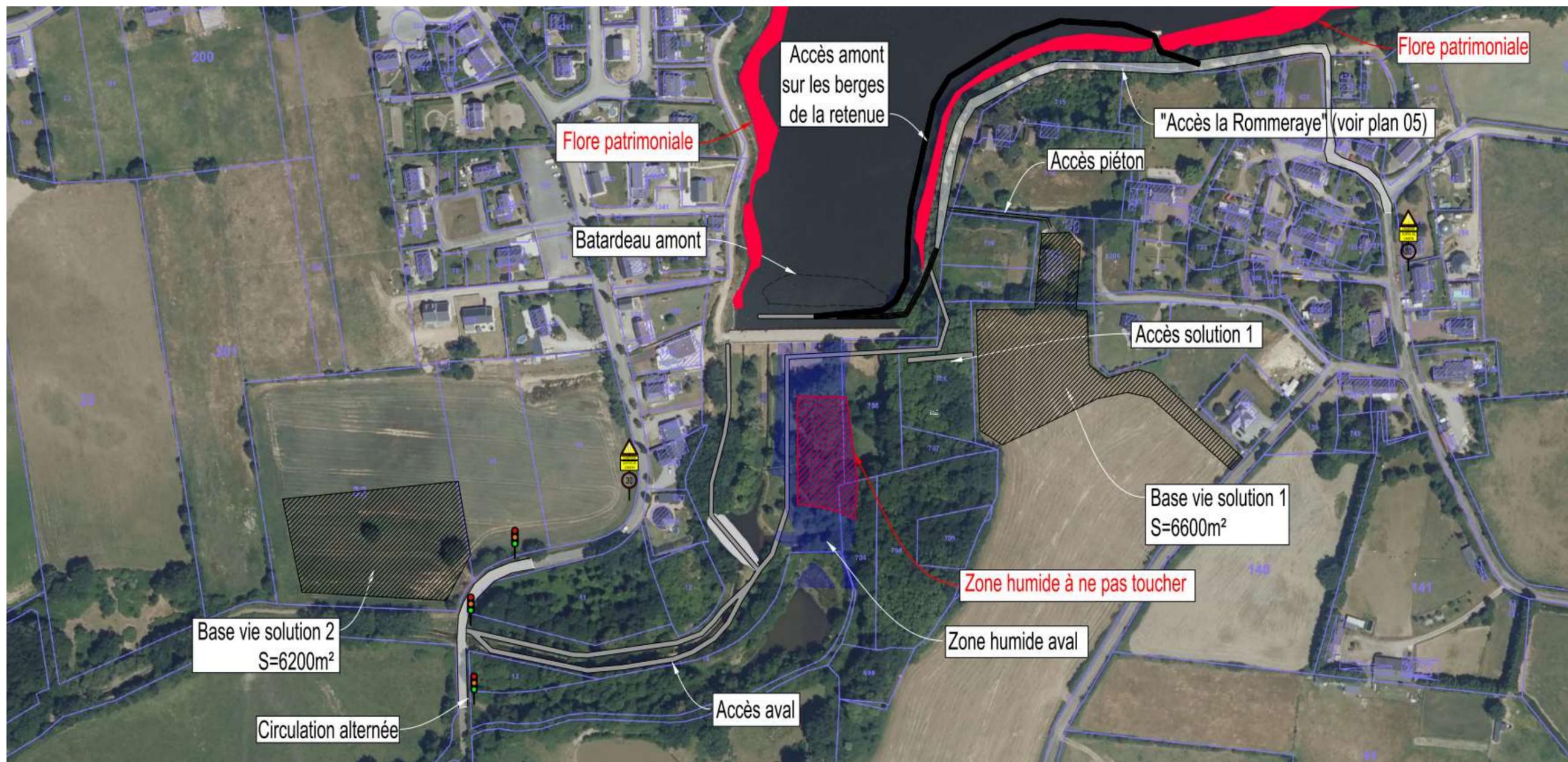
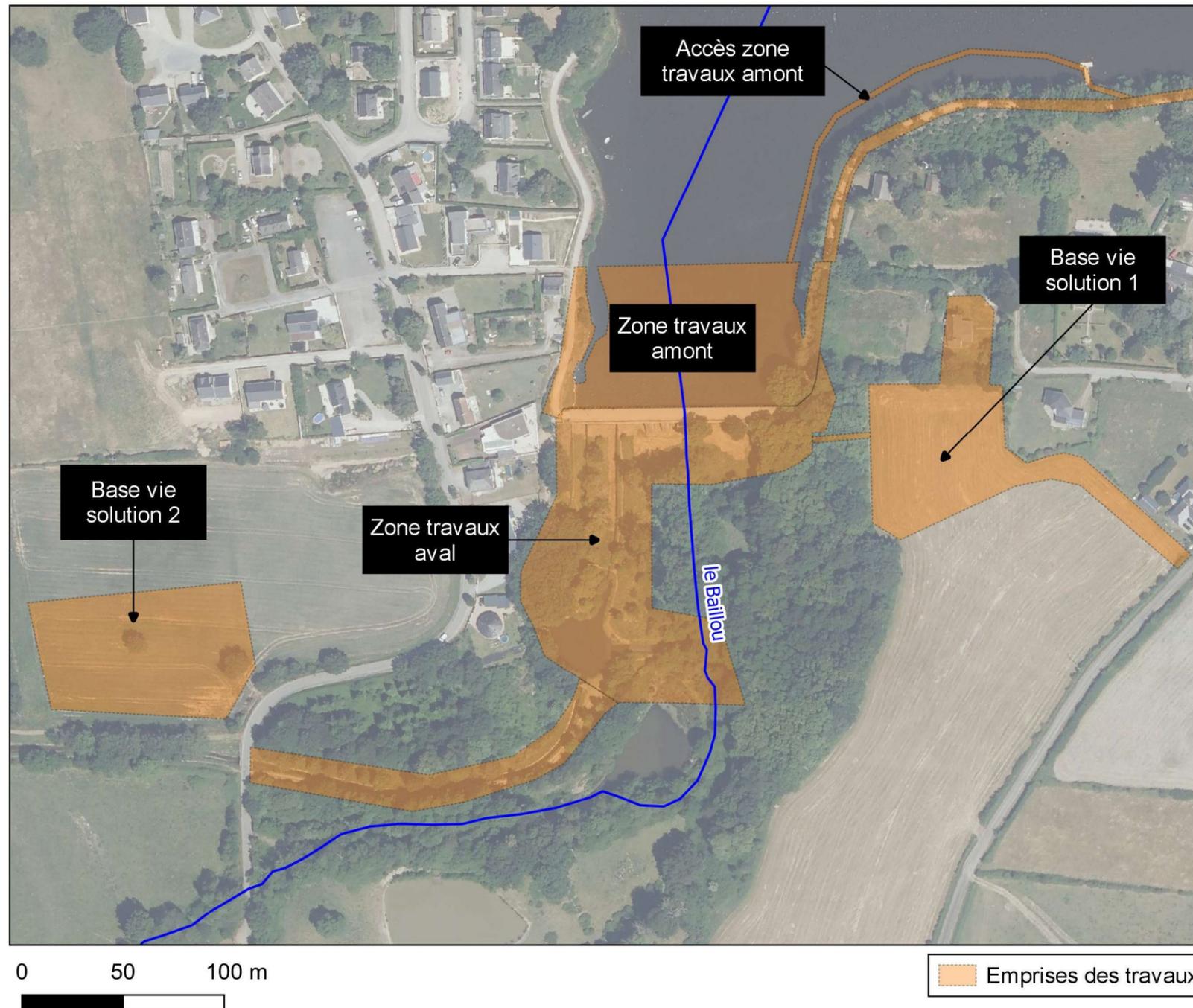


Figure 12 : Emprises travaux et bases vie stade DCE – Secteur barrage



**Modernisation
du barrage de
Vioreau**
Emprises travaux et
bases vie



Sources : IGN@2019, CACG
Réalisation : CACG FH342 - Juin 2022
Projection : RGF - Lambert 93

Figure 13 : Emprises travaux et bases vie - Carte simplifiée - Secteur barrage

2 PRESENTATION DU PROJET DE CURAGE

2.1 Contexte du curage

Il est prévu, dans le cadre des travaux de restauration du barrage, de réaliser un abaissement du plan d'eau.

Le Département de Loire-Atlantique, à la demande du Syndicat mixte EDEN (animateur du site Natura 2000 FR5200628 « Forêt, étang de Vioreau et étang de la Provostière ») souhaite profiter de l'abaissement du plan d'eau pour effectuer un curage des vases de la retenue d'eau du Grand Vioreau et réduire le taux de cyanobactéries présent dans l'étang.

Cette opération de curage fait suite à l'étude-diagnostic de l'eutrophisation réalisée par l'EDEN (février, 2017) qui avait mis en évidence une dynamique de développement de cyanobactéries.

La zone d'émergence a été identifiée dans le secteur est de la retenue d'eau du Grand Vioreau où les stocks de vase servent de soutien trophique aux microalgues. Cette même étude se compose d'un plan d'actions pour gérer le risque lié à la présence de cyanobactéries. L'une des actions proposées est le curage de la queue est de la retenue d'eau du Grand Vioreau afin de diminuer le stock de vase (et de phosphore) au niveau de ces zones d'incubation des cyanobactéries.

Le volume à curer était estimé, au sein de la fiche action, à 40 000 m³. Ce volume a cependant été revu et il est désormais prévu de **retirer 25 535 m³ de vase**. Après phase de déshydratation, le volume à épandre est estimé à environ 20 000 m³.

Ces 25 535 m³ seront stockés temporairement en vue d'être épandus sur des terrains agricoles en dehors du bassin versant d'alimentation du Grand Vioreau. **Les analyses de sédiments réalisées ont montré l'absence de pollution et un intérêt pour de la valorisation agricole.**

La partie épandage fait l'objet d'une pré-étude d'épandage jointe à la demande d'autorisation et d'un plan d'épandage, qui sera soumis à « autorisation ultérieure » sous forme d'un porter à connaissance, début 2023. Le bureau d'étude Valbé a été missionné pour travailler sur les aspects épandage.



Figure 14 : Parcelles identifiées pour le stockage

Les parcelles identifiées pour le stockage, sont les parcelles cultivées sans enjeu écologique apparent, cadastrées n° 007 & 008, au Nord du lieu-dit La Tisonnière (Section ZÉ, commune de Riaillé).

Les secteurs à curer sont les zones 1 et 2 sur le plan ci-après. La profondeur de curage est d'environ 35 cm.

2.2 La démarche ERC

La zone 3, présentée ci-dessous, a rapidement été écartée en raison des enjeux écologiques liés à la forte présence du Coléanthe délicat bien que cette zone soit une des plus chargée en phosphore. La zone 4 a été écartée pour des raisons techniques (éloignement des accès).

A l'issue de l'Avant-Projet de curage de la retenue de Vioreau, une expertise biologique (BIOTOPE en 2020/2021), a mis en évidence la présence de 4 espèces végétales d'intérêt communautaire, au sens de la directive Habitat, dont trois au niveau du site d'étude à savoir :

Littorella uniflora (Littorelle à une fleur ou Littorelle des étangs), *Gratiola officinalis* (Gratiolle officinale) et *Coleanthus subtilis* (Coléanthe délicat). La 4ème espèce, Elatine macropoda (Elatine à gros pédicelles) se retrouvant principalement à l'Ouest de la retenue de Vioreau, soit en dehors du périmètre d'étude visé par les opérations de curage, sa prise en compte est donc écartée. Par ailleurs, la présence d'une banque de graine directement associée à ces espèces doit aussi être considérée dans le cadre du projet.

Pour donner suite à ces récents constats, les caractéristiques du projet de curage ont évoluées selon une démarche principalement d'évitement afin de s'adapter autant que possible à ces enjeux environnementaux. Néanmoins, la destruction de certaines zones ne pouvant être totalement évitée, ainsi qu'une atteinte potentielle à la banque de graine, (répartition stratigraphique non connue à ce jour) le montage d'un dossier de dérogation pour la destruction d'espèces protégées s'est avéré nécessaire (BIOTOPE). Le périmètre spatial du projet de curage est donc la résultante des concertations avec BIOTOPE, la CACG, les recommandations du conservatoire Botanique de Brest, l'EDENN et le Département.

En plus de l'évitement de la zone 3, les limites des emprises à curer tiennent compte :

- d'une **distance de sécurité de 15 mètres** entre les limites hautes des zones de curage et la limite basse des espèces végétales ;
- d'une distance de sécurité **de 5 à 10 mètres** entre la piste de circulation des engins et la limite basse des espèces végétales. Cette distance de sécurité peut sensiblement varier en fonction des zones.

Afin de tenir compte de la problématique du phosphore et de la présence d'espèces végétales protégées, la surface de curage a donc très largement évolué à la baisse. Initialement de 183 630 m², la surface totale de dragage finalement retenue est désormais de 72 961 m², **soit une diminution de près de 40 %**.

2.3 Méthodologie de curage

Dans le cadre du curage de la retenue du Vioreau, la technique du **dragage mécanique** a été retenue notamment au regard de la mise en assec partielle de la retenue à la cote 24 m NGF durant une bonne partie des travaux de modernisation du barrage. Cette mise en assec permet une intervention grandement facilitée par comparaison à une intervention en eau.

Moyen d'extraction : Un curage mécanique sera réalisé par bull marais. Les sédiments seront ensuite rabattus vers un atelier de reprise proche de la piste de circulation où ils seront pris en chargés dans un tracto-benne à l'aide d'une pelle mécanique ou d'un chargeur.

Piste de circulation en berge nord : La piste de « circulation » est implantée au niveau des berges hautes. Cette piste devra être initialement consolidée par des apports de matériaux plus structurants et effacée en fin de chantier (reprise des matériaux et décompactage). Des zones de doublement ont ponctuellement été implantées afin de permettre au tracto-benne de doubler ou effectuer des demi-tours sur place.

Ces apports consisteront en des remblais structurant (80-200) sur 35 cm d'épaisseur et sur tout le linéaire de piste (180 m) et sur une largeur de 3 m, soit environ 200 m³ d'apport à prévoir. Ces apports reposeront sur un géotextile épais (1 mm minimum) disposé préalablement (550 m²) et permettant d'éviter le poinçonnement des apports dans les vases en place et facilitant leur reprise ultérieure. Cette mesure est aussi une mesure de limitation de la détérioration des faciès sédimentaires en place, pour éviter un mélange de ces apports avec le substrat naturel.

Une fois chargé, le tracto-benne assure le transport des matériaux jusqu'au second atelier de reprise fixe caractérisé par la présence d'une zone tampon où les sédiments y sont dépotés.

Immédiatement après, une pelle mécanique assure le second et dernier transfert des sédiments dans les tracto-bennes qui assurent l'évacuation des sédiments vers les sites de valorisation/transit.

La création de deux ateliers de reprise, l'un mobile et l'autre fixe, vise avant tout à un maintien des conditions de propreté de la chaussée en sortie de retenue. En effet, les tracto-bennes assurant l'évacuation des sédiments depuis l'atelier de reprise fixe n'ayant pas vocation à circuler sur la totalité de la piste de circulation, ils seront globalement propres. En complément, un rotoluve ou dispositif de lavage des roues et essieux des camions sera installé à l'entrée de la retenue, afin d'éviter les souillures sur la chaussée en sortie. Cette approche permet enfin de limiter les risques de dissémination de plantes invasives via des projections de boues (potentiellement chargée en végétaux fragmentés) sur les chaussées.

A noter par ailleurs que ce double atelier de reprise et le site tampon intermédiaire facilite grandement la fluidité du chantier en évitant un engorgement de l'atelier de curage durant l'extraction.

Traversée du ruisseau des Prés Charrés

Il est important de relever que lors de la mise en assec de la retenue de Vioreau, un chenal résultant de la présence du ruisseau des Prés Charrés à l'Est de la retenue de Vioreau, est susceptible de se retrouver en eau au centre de la queue Est. Or, le franchissement du chenal est nécessaire pour permettre le rabattement des sédiments vers la zone de reprise sur la berge Nord de la queue Est. D'un point de vue quantitatif, il sera franchissable en conditions estivales (franchissement possible, même dans des conditions de hauteur d'eau jusqu'à environ 50 cm).

2.4 Site de transit

Au regard de la filière de valorisation retenue pour les sédiments extraits de la retenue de Vioreau (**épandage agricole**), la création d'un site de transit des sédiments est nécessaire en vue de leur ressuyage. En effet, la siccité minimale demandée dans la pratique en vue d'un réemploi à terre implique un niveau de pelletabilité minimum et donc **une siccité (min. 30%)**.

La durée de déshydratation se fait généralement sur une saison estivale et est associée à un brassage dynamique des matériaux au moins une fois, ce qui accélère leur déshydratation.

A noter aussi que le plan d'épandage ne permet pas l'acceptation de la totalité du volume de sédiment sur une seule saison pour respecter les flux annuels cadrés dans l'Arrêté de janvier 1998.

Les sédiments de Vioreau étant extraits dans des conditions d'assec, ceux-ci ne seront que très peu chargés en eau (>40 voire 50% MS attendu). La création d'un simple bassin gravitaire de ressuyage avec au besoin la mise en œuvre d'opérations de retournement dynamique sera donc amplement suffisante.



Figure 15 : Bassin de ressuyage gravitaire

Ainsi, **une première moitié du volume total des sédiments extraits** (soit env. 12 570 m³), **ne nécessitera pas de passage en site de transit** : les sédiments termineront leur déshydratation directement sur le site de valorisation en épandage agricole. Dans ce contexte, le site de transit sera uniquement sollicité lors de l'extraction de la seconde moitié du gisement (env. 12 570 m³). Ainsi, sachant que la déshydratation des sédiments sur un site de transit nécessite généralement un dépôt sur une épaisseur moyenne de 0,75 m, la surface optimale du site de transit nécessaire a donc été évaluée à **1,7 ha**.

Le fonctionnement du site de transit reste passif simple puisqu'il consistera en un dépotage des sédiments à même la parcelle, sans décaissement préalable, si ce n'est pour constituer un merlon bas périphérique (0.5 m de haut environ 1.5 m d'embase) et clôturé, lequel permettra de limiter les accès aux dépôts frais encore meubles.

Comme précédemment indiqué, la gestion des eaux du site se fera par évaporation pour ce qui concerne les sédiments. Concernant les eaux de précipitation, IDRA Environnement recommande que des travées sans apports soient maintenues entre les dépôts successifs permettant une infiltration des eaux météoriques.

Il ne sera pas nécessaire dans le cas présent de procéder à une imperméabilisation des fonds eu égard à la bonne qualité des sédiments. De même, les merlons périphériques ne nécessiteront pas de barrières actives (géomembranes).

2.5 Etude prospective d'épandage agricole

Cette prospection a permis de relever l'intérêt de 7 agriculteurs pour recevoir les sédiments du Vioreau, totalisant une **surface annuelle mise à disposition de 188 ha/an** soit l'équivalent d'une surface annuelle totale de **1278 ha**. Ainsi, 100 % du volume curé peut-être valorisé en épandage agricole pour des implantations de maïs, dérobées et céréales.

Afin de gérer la totalité du volume de sédiment extrait et au regard de la surface nécessaire en parcelle agricole (290 ha) et de la surface pouvant être mise à disposition annuellement par les agriculteurs (188 ha / an), il apparaît que la réalisation d'une campagne d'épandage sur 1 seule année n'est pas envisageable. Cette solution a donc été écartée.

Concernant la réalisation d'une campagne d'épandage sur 3 ans, bien que le nombre de rotation de véhicules (environ 530 rotations) soit moins important que celui associé à une campagne d'épandage sur 2 ans (800 rotations), **il apparaît davantage préférable, vis-à-vis des riverains et des nuisances associées au trafic routier, de favoriser une durée de chantier plus courte, et donc une campagne d'épandage sur 2 ans uniquement.**

Enfin, dans la mesure où les caractéristiques en assec de la retenue au moment du curage permettent d'envisager qu'une partie du volume extrait (environ 12 570 m³) soit directement évacuée sur les parcelles agricoles (et non en site de transit), la réalisation d'une campagne d'épandage sur 2 ans permettra également de mobiliser le site de transit sur une période plus raccourcie (1 an).

2.6 Planning prévisionnel

Les travaux de curage se dérouleront de septembre à octobre 2023. La période a été adaptée au cycle de vie des communautés végétales des grèves.

Lors du premier mois de curage, les sédiments seront transférés directement sur les parcelles agricoles en vue de leur ressuyage (environ la moitié du volume total à curer soit 12 770 m³). Les sédiments extraits en octobre (volume restant) seront quant à eux évacués sur le site de transit dédié afin de réessuyer pendant 1 an (saison estivale comprise).

Le site de transit sera donc mobilisé **entre octobre 2023 et août 2024. Après cela, la seconde et dernière campagne d'épandage pourra débuter en août 2024.**

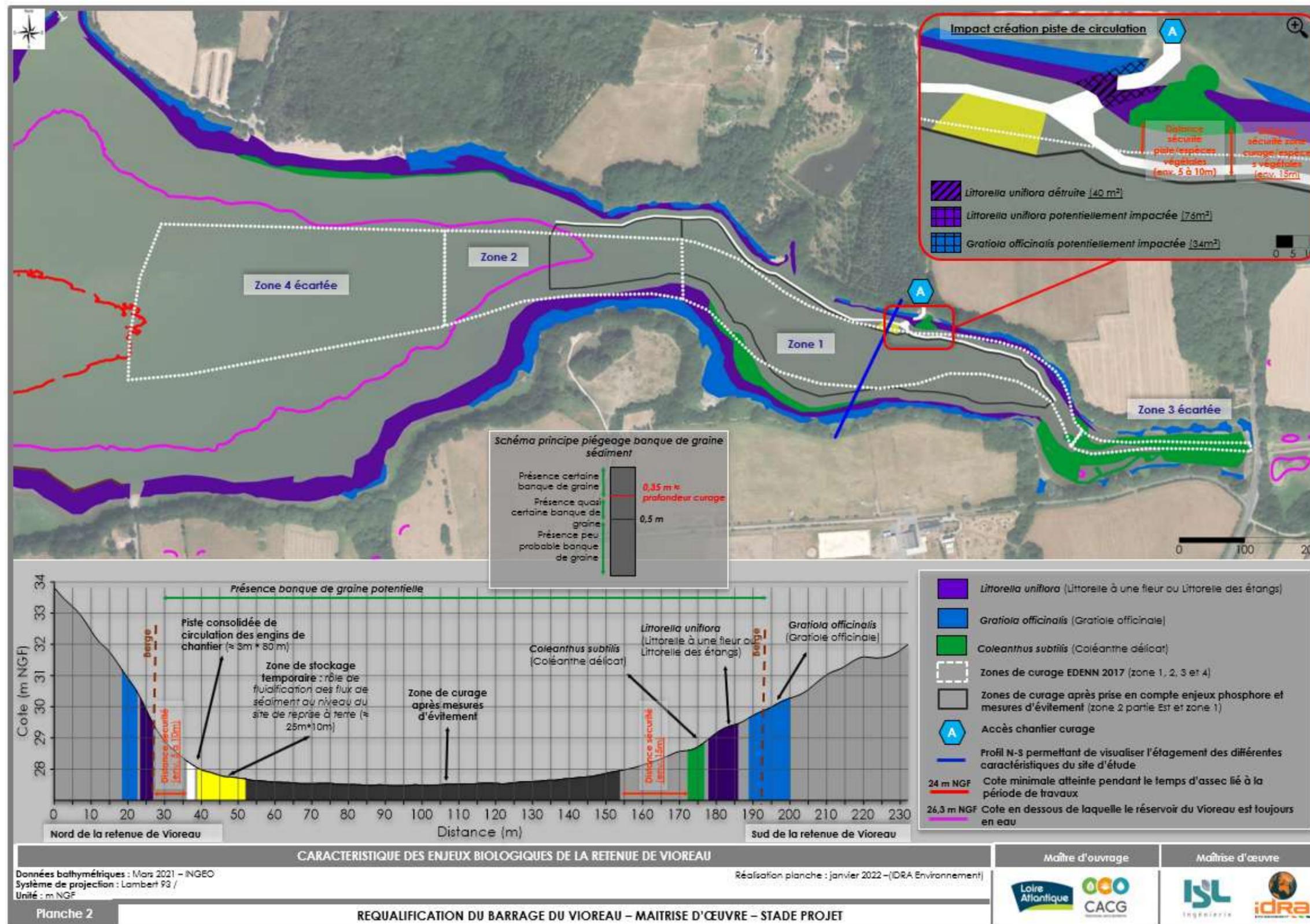


Figure 16 : Projet de curage

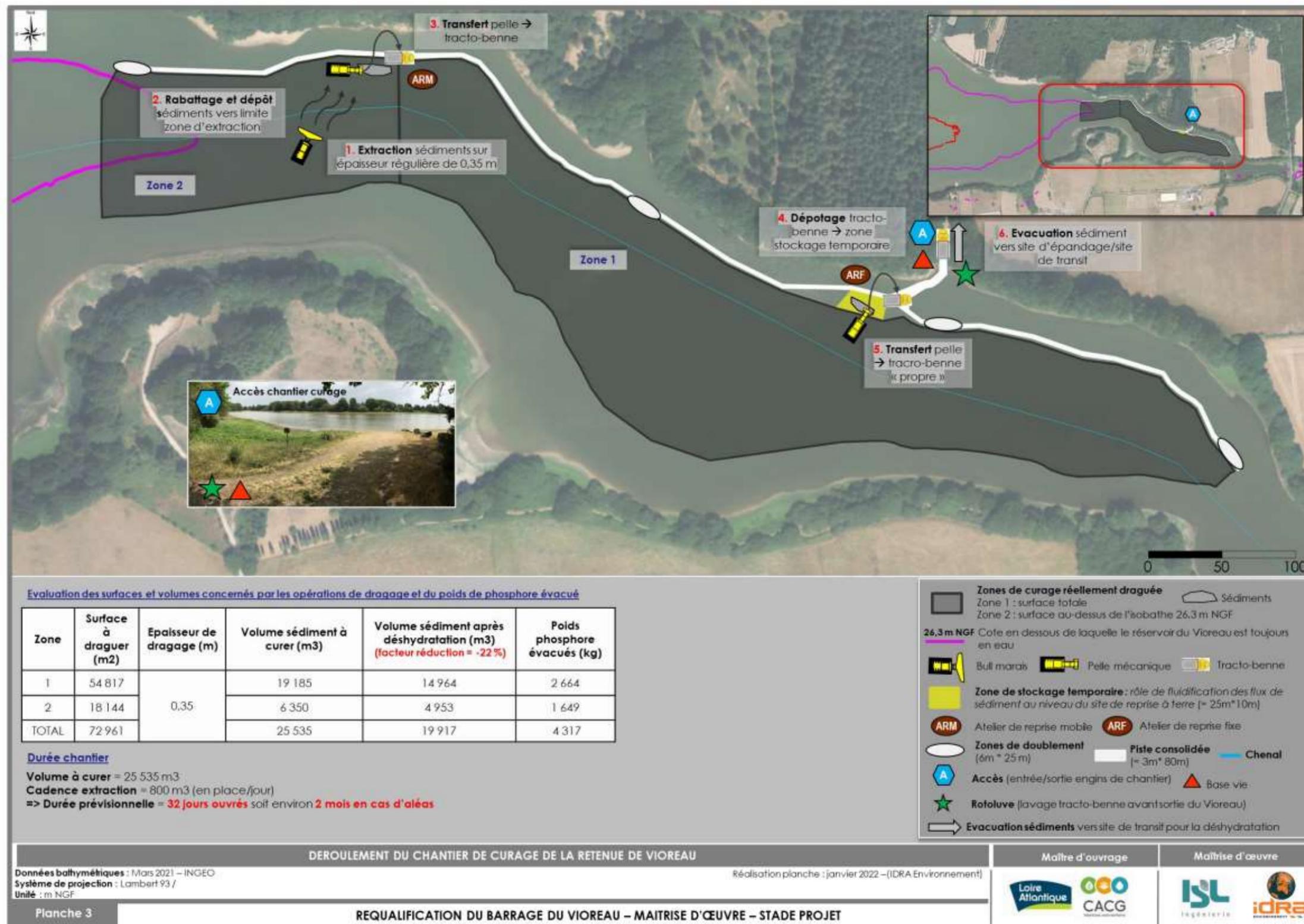


Figure 17 : Méthodologie pour les travaux de curage

3 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE D'IMPACT

3.1 Intervenants de l'étude d'impact

L'étude d'impact du projet de Modernisation du Grand Vioreau a été élaborée par une équipe pluridisciplinaire présentée dans le tableau ci-dessous.

Entreprise	Compétence
ISL	Maîtrise d'oeuvre
CACG	Assistance à maîtrise d'ouvrage Rédaction des dossiers réglementaires
Biotope	Rédaction du volet milieu naturel
Aquascop	Etude des débits minimums biologiques
Calligée	Etude de la zone humide à l'aval du barrage

Figure 18 : Intervenants de l'étude d'impact

Le présent chapitre constitue une synthèse des éléments de l'état initial de l'étude d'impact. Pour tout approfondissement, il est nécessaire de se reporter au chapitre ou à la partie idoine de l'étude d'impact.

3.2 Etat initial

Les principaux enjeux du site sont :

- Les enjeux floristiques liés à la présence d'espèces patrimoniales et protégées sur les berges du plan d'eau (Littorelle à une fleur, Gratiolle officinale...). Le Grand Vioreau est un site d'importance européenne pour la conservation du Coléanthe délicat.



Figure 19 : Photographie du Coléanthe délicat (Source : Visoflora)

- Les enjeux de migration et d'hivernage des oiseaux notamment la Mouette rieuse, qui stationne en grand nombre sur le plan d'eau.
- La Loutre d'Europe qui fréquente probablement régulièrement le Grand Vioreau.
- Une alimentation non satisfaisante du cours d'eau du Baillou à l'aval du barrage. Il en résulte que la vie piscicole et les invertébrés aquatiques sont peu diversifiés et les milieux de mauvaise qualité. La continuité écologique est elle aussi limitée.

- La pluviométrie et le risque de crue pour la protection du chantier en phase de travaux et pour le remplissage et la gestion de l'ouvrage en phase d'exploitation,
- La proximité immédiate de riverains :
 - en phase travaux : bruit/vibrations et perception paysagère,
 - en phase d'exploitation : risque d'augmentation du vis-à-vis en lien avec la réhausse du barrage,
- La sécurité publique : la modernisation du barrage est un enjeu de sécurité publique pour éviter le risque de rupture,
- Le paysage : l'insertion architecturale des nouveaux éléments du barrage (contreforts, tour de prise, étanchéité du barrage...) et l'amélioration des aménagements paysagers à l'aval du barrage,
- Les usages : alimentation en eau du canal de Nantes à Brest et récréatifs (pêche, randonnée, baignade, cyclisme, sports nautiques).

Les cartes ci-dessous présentent la synthèse des enjeux écologiques au sein de l'aire d'étude immédiate.

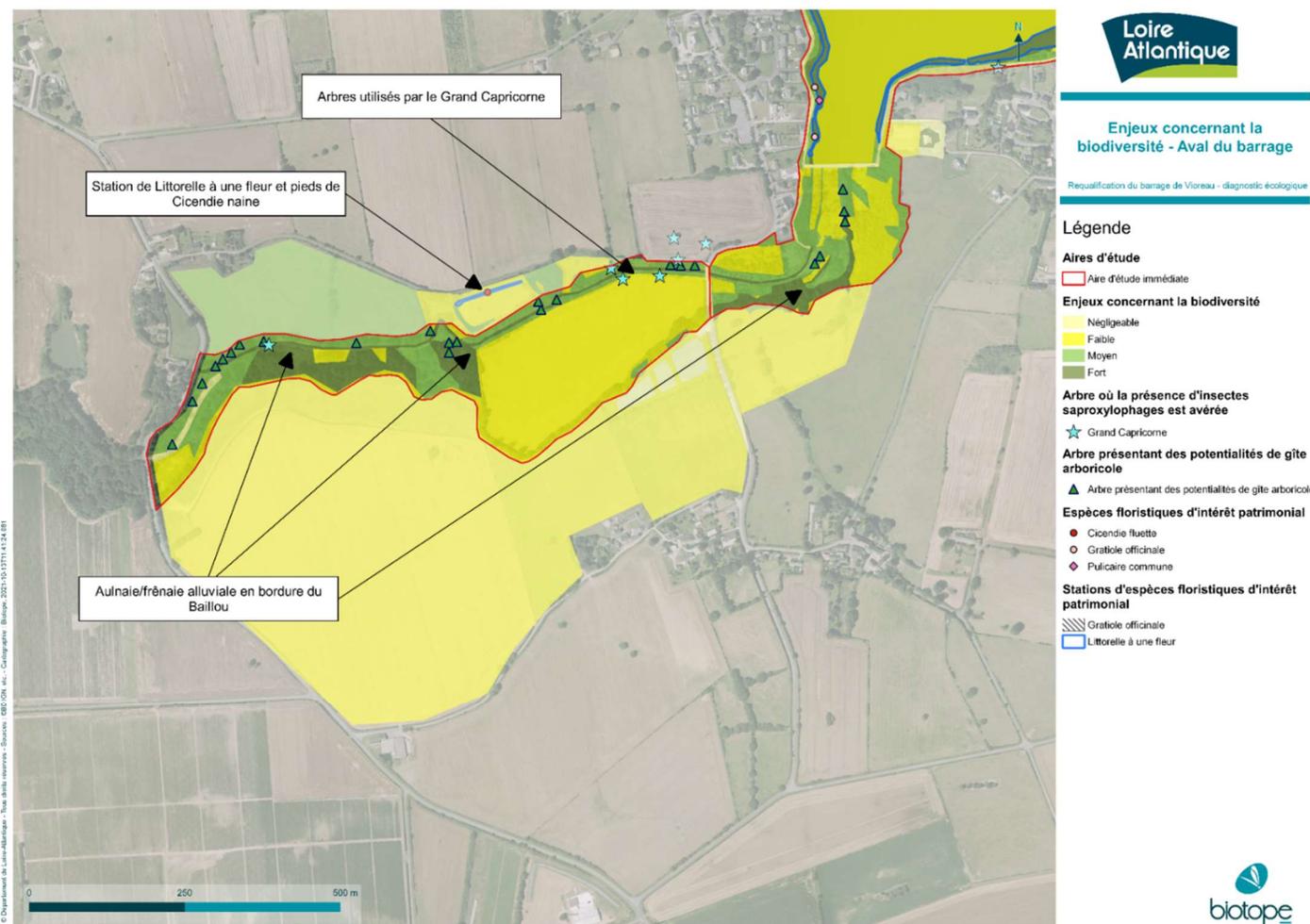


Figure 20 : Enjeux concernant la biodiversité – aval du barrage

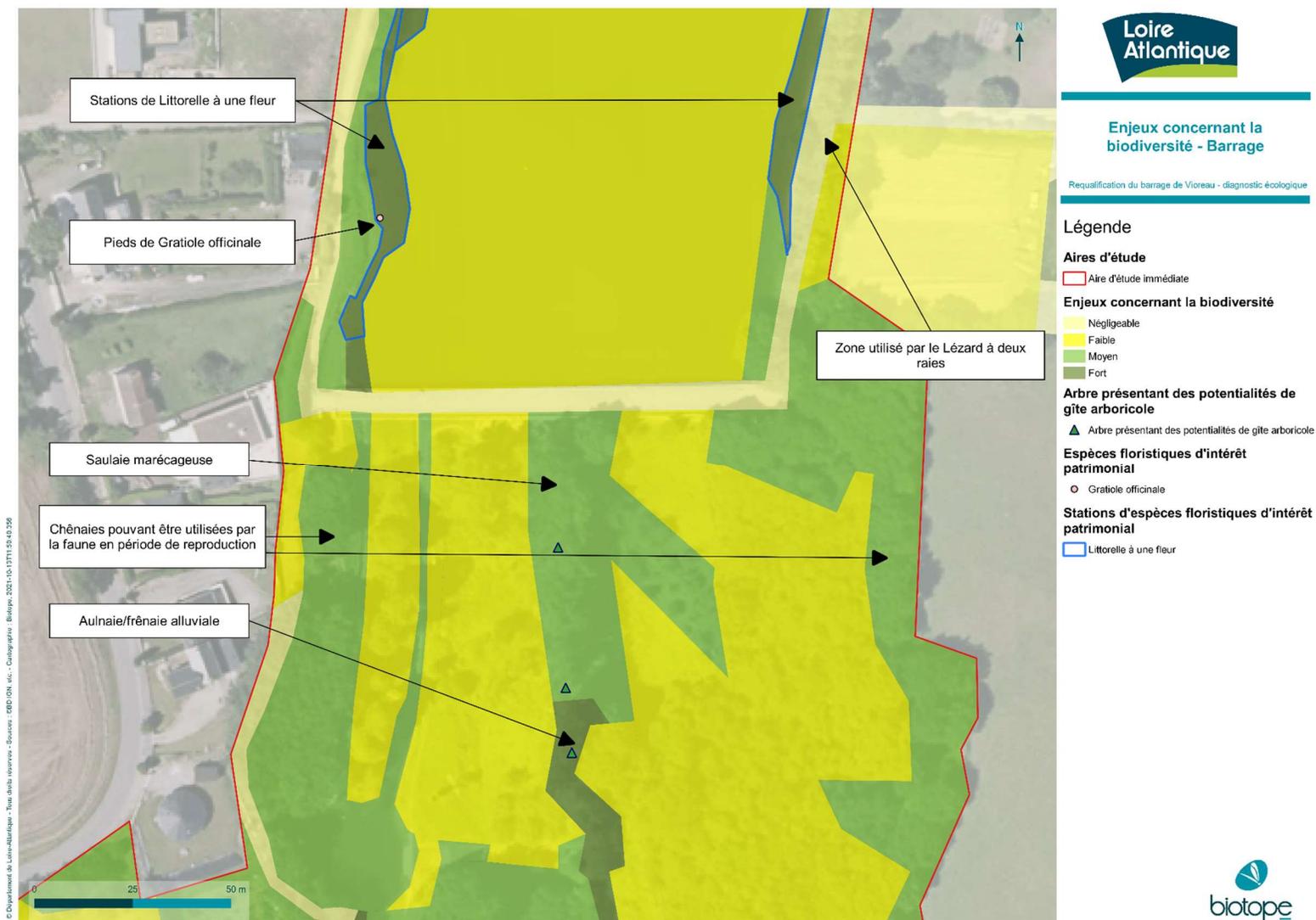


Figure 21: Enjeux concernant la biodiversité – barrage

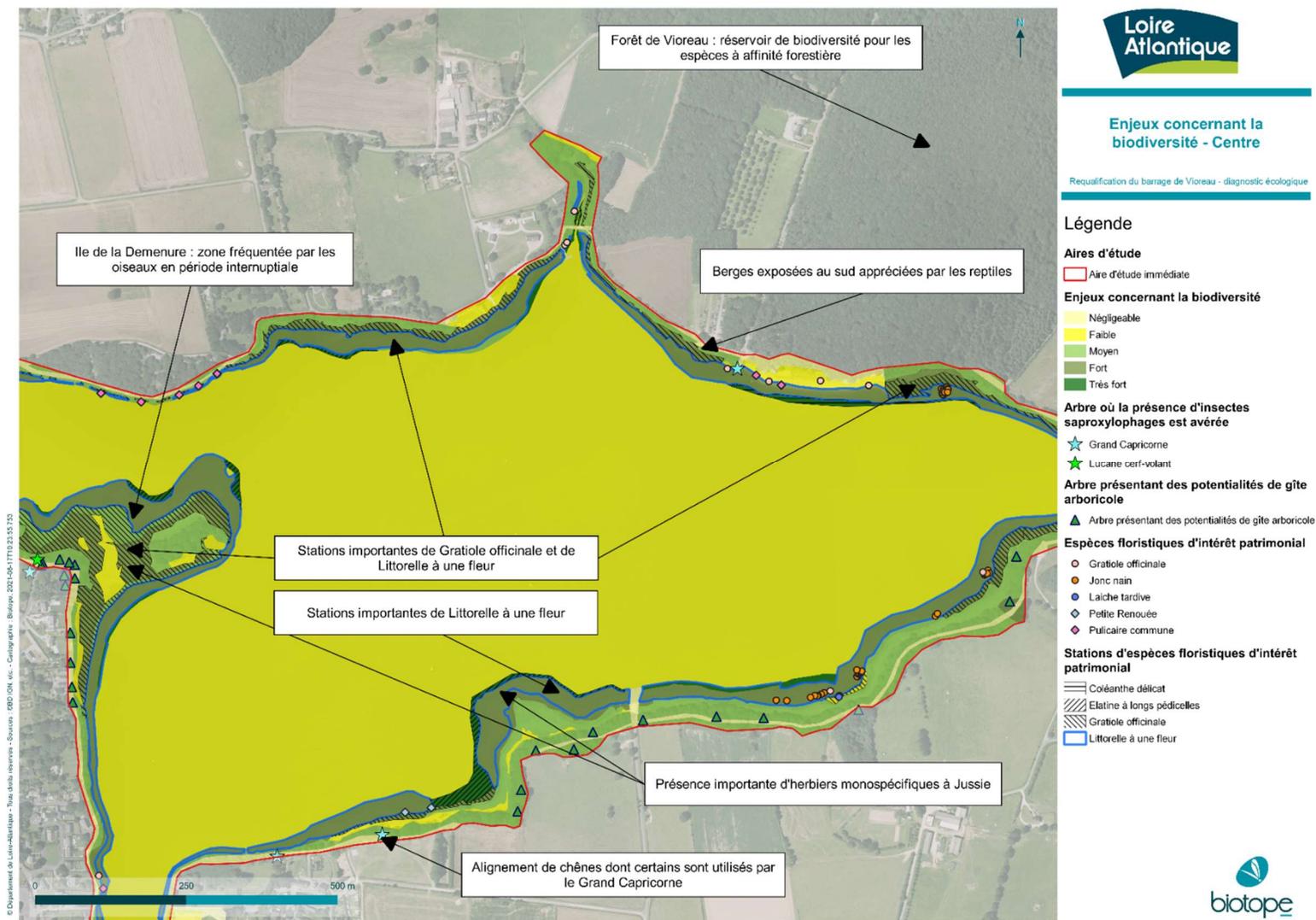


Figure 22 : Enjeux concernant la biodiversité – centre

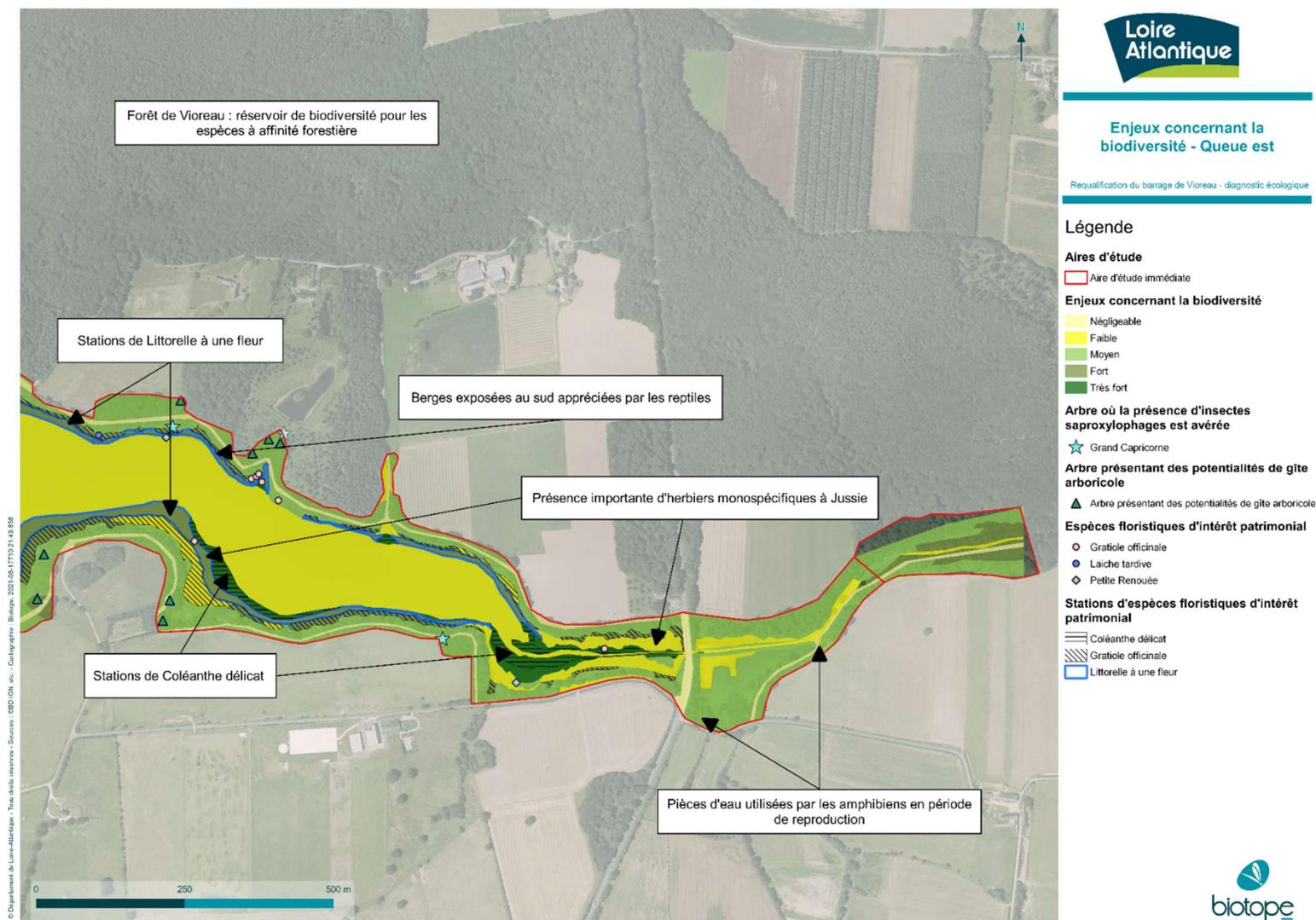


Figure 23 : Enjeux concernant la biodiversité – queue est

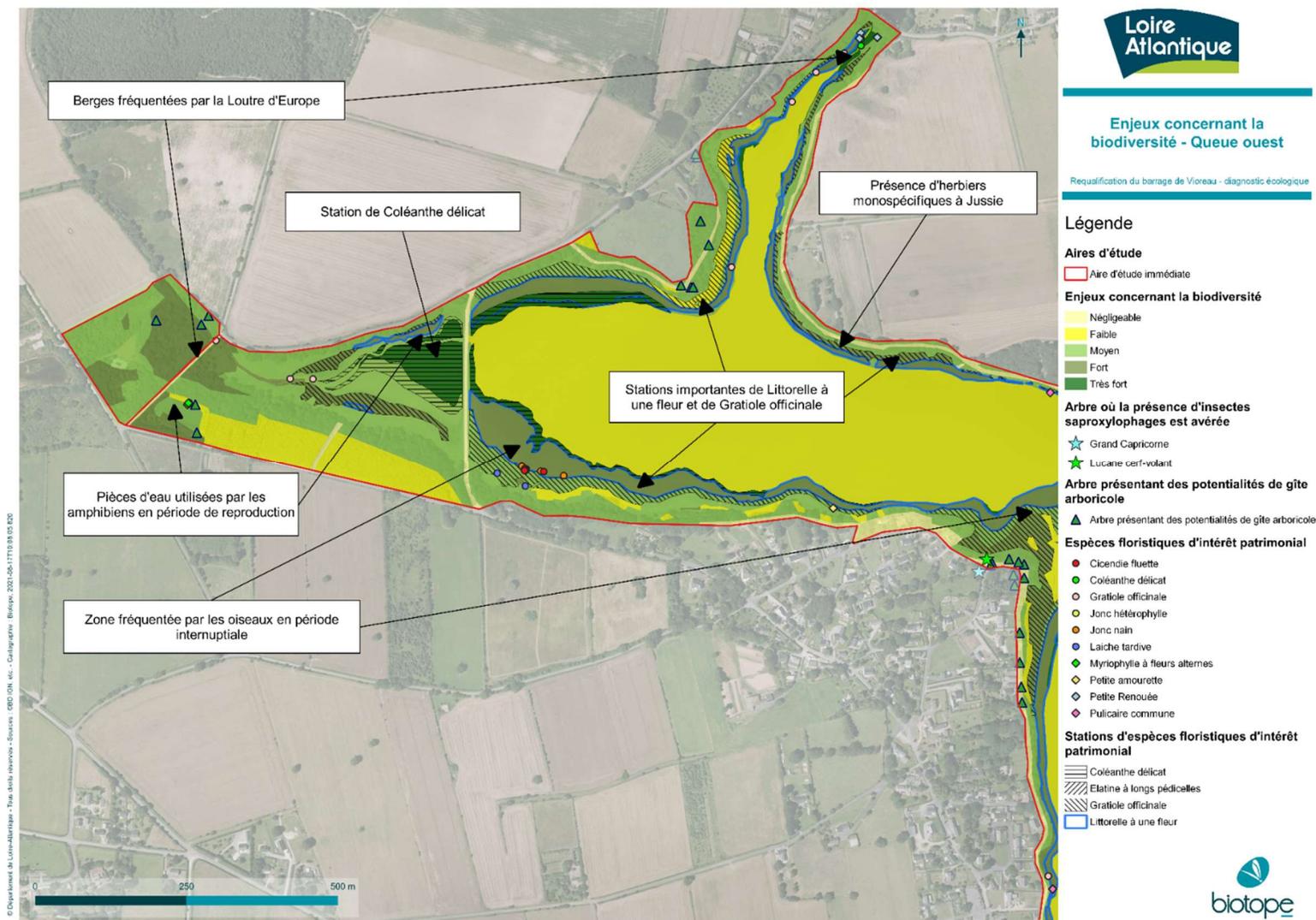


Figure 24 : Enjeux concernant la biodiversité - queue ouest

3.3 Effets du projet et définition des mesures environnementales

3.3.1 Effets du projet

En phase de travaux, les principaux effets du projet concernent :

- Les nuisances pour les riverains (bruit, vibrations, poussières, impact visuel).
- L'abaissement du plan d'eau qui induit la fermeture de la navigation sur certains tronçons du canal de Nantes à Brest en 2023, l'altération de la continuité aquatique et la diminution du nombre de zones de repos pour les oiseaux en période hivernale. Néanmoins, l'abaissement permettrait de redynamiser des populations floristiques et d'augmenter pendant quelques semaines la ressource alimentaire pour les oiseaux et la Loutre d'Europe.
- La perturbation des activités récréatives. Les circulations seront interrompues sur le Grand Vioreau et à l'aval du barrage. Les activités nautiques et la pêche sont interrompues sur le Grand Vioreau.
- Le déboisement potentiel selon l'option d'implantation de base vie retenue.
- L'altération potentielle de la qualité des eaux et sols.
- Les zones humides : destruction définitive d'environ 0,2 ha de zones humides à l'aval du barrage et modification des apports d'eau directs et indirects. 0,3 ha de zones humides seront occupés temporairement par les travaux.
- Le milieu naturel : l'extraction des vases est susceptible d'entraîner une destruction directe de la banque de graines du Coléanthe délicat, espèce floristique protégée, présente au sein de ces vases. La piste d'accès au chantier de curage impacte 116 m² de Litorelle à une fleur et 34 m² de Gratiolle officinale, deux autres espèces végétales protégées.

En phase d'exploitation, les principaux effets du projet concernent :

- La mise en eau de zones actuellement sèches. Ces zones étaient en eau jusqu'à 2016, le niveau d'eau ayant été abaissé par la suite pour des raisons de sécurité.
- L'alimentation du Baillou et de la zone humide à l'aval du Baillou au moyen de la mise en place d'un débit réservé.
- L'augmentation de la visibilité depuis le barrage vers certains riverains (sous réserve de la présence de brise-vue) en raison de la réhausse de la crête ;
- La réexploitation du plan d'eau à une côte plus haute.
- La potentielle destruction de boisements selon l'option de base vie retenue.
- La dégradation d'environ 0,2 ha de zones humides de façon définitive.
- L'amélioration de la continuité aquatique en aval du Grand Vioreau.
- La limitation de la prolifération de cyanobactéries avec l'augmentation du niveau d'eau et le retrait des vases en queue est.

3.3.2 Synthèse des mesures environnementales

Les figures ci-dessous présentent une synthèse des mesures environnementales prévues pour le projet.

	TRAVAUX	AMO EnV	Travaux	Tiers Prestataire	Année -1 -	Année 0 -	Année 1 -	Année 2 -	Année 3 -	Année 4 -	Année 5 -	...	Année 7 -	Année 10 -	Année 30 -		Coût estimatif €HT
					2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2030	2033	2053			
1	Pêche de sauvegarde pendant la vidange			X	X	X										estimé	35 000 €
2	Vidange : Suivi qualité 1 semaine avant et pendant la vidange (hypothèse de 80 j de suivi en tout) avec mise en place d'une plateforme de suivi des résultats à distance + système d'alerte sms en cas de dépassement des seuils.			X	X											estimé	70 000 €
3	Suivi qualité ponctuel dans le plan d'eau amont abaissé			X	X											estimé	14 000 €
3	Suivi écologique et environnemental de chantier - AMO			X	X	X	X	X	?	?	?	?	?	?	?	estimé	35 000 €
4	Protection des arbres favorables aux insectes saproxylophages et présentant des capacités de gîtes pour les chauves-souris	suivi par l'AMO	X		X	X										intégré Travaux	inclus dans 3
5	Mise en défens des milieux sensibles en phase chantier	suivi par l'AMO	X		X	X										intégré Travaux	inclus dans 3
6	Vérification de l'absence d'insectes saproxylophages, de chiroptères ou de nids (et de jeunes individus) d'oiseaux nicheurs avant abattage des arbres	suivi par l'AMO			X											NC	inclus dans 3
7	Mise en place d'un dispositif de lutte contre les espèces exotiques envahissantes en phase chantier.	suivi par l'AMO	X		X	X										intégré Travaux	inclus dans 3
8	Mise en place d'un dispositif d'anti intrusion pour les reptiles et amphibiens au sein des emprises du chantier	suivi par l'AMO	X		X	X										intégré Travaux	4 000 €
9	Réalisation des travaux en dehors des périodes les plus sensibles pour la faune et la flore				X											NC	NC
10	Barrage filtrant de 50 m de longueur					X										estimé	15 000 €
11	Bac de décantation lamellaire pour un volume de 50 m3/h soit 14L/s					X										estimé	15 000 €
12	Suivi automatisé des piézo. et échelle limnimétriques pendant les travaux			suivi par Calligée ?	X	X										estimé	15 000 €
13	Suivi manuel des piézo. du barrage + résurgence et barbacanes pendant les travaux			suivi par Calligée ?	X	X										Non estimé à ce jour	inclus dans 12
14	Délimitation d'îlots de sénescence en faveur des insectes saproxylophages et des chauves-souris arboricoles	suivi par l'AMO			X	X										Acquisition	0 €

TRAVAUX		AMO	Travaux	Tiers Prestataire	Année -1 - 2022	Année 0 - 2023	Année 1 - 2024	Année 2 - 2025	Année 3 - 2026	Année 4 - 2027	Année 5 - 2028	...	Année 7 - 2030	...	Année 10 - 2033	...	Année 30 - 2053		Coût estimatif €HT
15	Compensation zone humide et réhabilitation de la zone humide aval Accompagnement pour le dimensionnement des mesures par AMO	suivi par l'AMO	X			X												Acquisition + entretien	10 500 €
16	Mares queue Est Pas de la Musse à hauteur de 30 000€ et accompagnement pour le dimensionnement	suivi par l'AMO	X			X												intégré Travaux	40 000 €
17	Suivi concernant l'avifaune en période internuptiale : Septembre – novembre 2022 : 4 passages en période postnuptiale, Janvier-Février 2023 : 2 passages à deux observateurs en période hivernale Février-mars 2023 : 2 passages en période pré-nuptiale	suivi par l'AMO		X		X												estimé	6 000 €
18	Suivi concernant la dynamique des stations d'espèces végétales protégées (Gratiolle officinale, Coléanthe délicat, Littorelle à une fleur, Pulicaire commune, Cicendie filiforme) ainsi que de la Jussie avant et pendant les travaux) Deux campagnes avant travaux : juin et septembre 2022 Une campagne en fin d'assec en octobre 2023	suivi par l'AMO		X		X													pm inclus dans 19
19	Suivi concernant les végétations / flore de berges sur des transects prédéfinis Deux campagnes avant travaux : juin et septembre 2022 Une campagne en fin d'assec en octobre 2023	suivi par l'AMO		X		X												estimé	11 000 €
20	Cartographie du Coléanthe délicat et récupération d'une partie des stations de Coléanthe délicat présentant un recouvrement dense pour régalage en dehors des emprises de chantier Trois campagnes avant travaux : mars, mai et août 2023 Délimitation et déplacement	suivi par l'AMO		X		X												estimé	8 500 €

Figure 25 : Synthèse des mesures et des coûts en phase de travaux

EXPLOITATION		AMO Env.	Travaux	Tiers Prestataire	Année -1 - 2022	Année 0 - 2023	Année 1 - 2024	Année 2 - 2025	Année 3 - 2026	Année 4 - 2027	Année 5 - 2028	Année 7 - 2030	Année 10 - 2033	Année 30 - 2053		Coût estimatif €HT
21	Coût réhabilitation zone humide aval : décompactage par labour sans ensemencement	Suivi par l'AMO	X	X		X	X	X	X	X	X	X			Entetien	3 000 €
22	Suivi de la délimitation de la zone humide à 5 et 10 ans 2028 et 2033) après restauration : Inventaire floristique + sondages pédologiques	suivi par l'AMO		X			X	X	X		X		X		/suivi	7 500 €
23	Suivi concernant l'avifaune en période internuptiale : Septembre – novembre 2023 : 4 passages en période postnuptiale, Janvier-Février 2024 : 2 passages à deux observateurs en période hivernale Février-mars 2024 : 2 passages en période prénuptiale.					X										6 000 €
	Septembre – novembre 2024 : 4 passages en période postnuptiale, Janvier-Février 2025 : 2 passages à deux observateurs en période hivernale Février-mars 2025 : 2 passages en période prénuptiale.			X LPO ?			X									6 000 €
	Septembre – novembre 2025 : 4 passages en période postnuptiale, Janvier-Février 2025 : 2 passages à deux observateurs en période hivernale Février-mars 2026 : 2 passages en période prénuptiale.							X								6 000 €
24	Poursuite des suivis des stations d'espèces végétales protégées avec une campagne par an en août/septembre suivant la périodicité suivante : 2024 (N+1), 2025 (N+2), 2026 (N+3), 2028 (N+5), 2030 (N+7), 2033 (N+10)			X Edenn ?			X	X	X		X		X			4 800 € 4 800 € 4 800 € 4 800 € 4 800 € 4 800 €

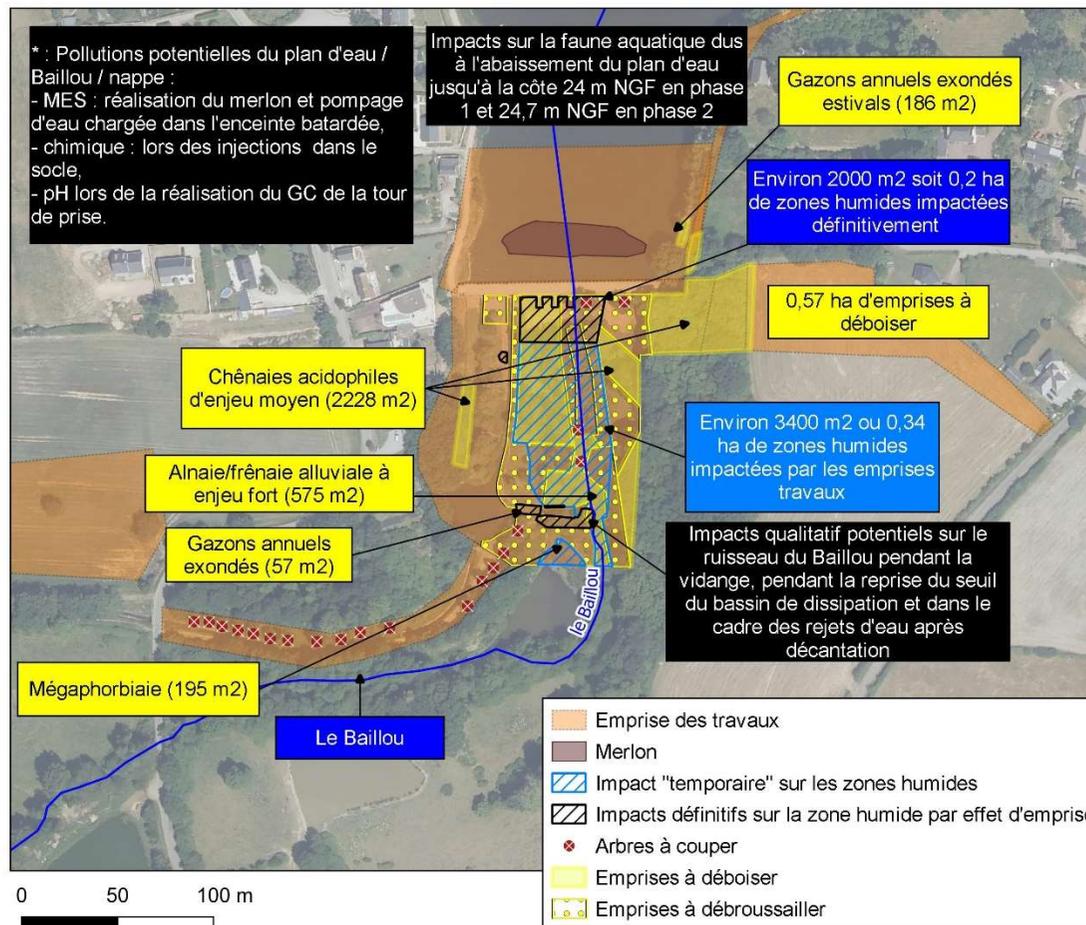
EXPLOITATION		AMO Env.	Travaux	Tiers Prestataire	Année -1 - 2022	Année 0 - 2023	Année 1 - 2024	Année 2 - 2025	Année 3 - 2026	Année 4 - 2027	Année 5 - 2028	Année 7 - 2030	Année 10 - 2033	Année 30 - 2053	Coût estimatif €HT
25	Suivi concernant les végétations / flore de berges sur des transects prédéfinis en juin et septembre suivant la périodicité suivante : 2024 (N+1), 2025 (N+2), 2026 (N+3), 2028 (N+5), 2030 (N+7), 2033 (N+10).			X Edenn ?			X	X	X		X	X	X		Inclus dans 23
25	Entretien de la zone humide réhabilitée (broyage tous les 3 ans)			X					X (année 1)						par an 800 €
26	Suivi DMB Baillou après travaux IBGN aux stations A et C et pêche électrique à la station C - 2024 (N+1), - 2026 (N+3), - 2028 (N+5), - 2033 (N+10)			X			X	X	X		X	X			/ année de suivi 6 000 €
27	Suivi de l'alimentation de la zone humide : Maintien des piézomètres mis en place par Calligée et mise en place d'échelles limnimétriques et nivellement en lieu et place des anciennes. Données collectées par le MOA dans le cadre de l'auscultation du barrage communiquées au responsable du suivi pour un rapport suivant le pas de temps suivant : - 2025 (N+2), - 2028 (N+5), - 2030 (N+7), - 2033 (N+10). Réalisation de 4 campagnes de jaugeage par à 2 et 4 ans sur deux points.	AMO Environnement					X			X	X	X			3100 € pour la mise en place des échelles limni. + 4750 €/an pour le jaugeage sur 2 points + 4000 €/année de suivi pour la compilation/ analyse de données et rédaction de rapport

Figure 26 : Synthèse des mesures et des coûts en phase d'exploitation

3.3.3 Cartographie des impacts et mesures



Modernisation du barrage de Vioreau
Impacts en phase de travaux



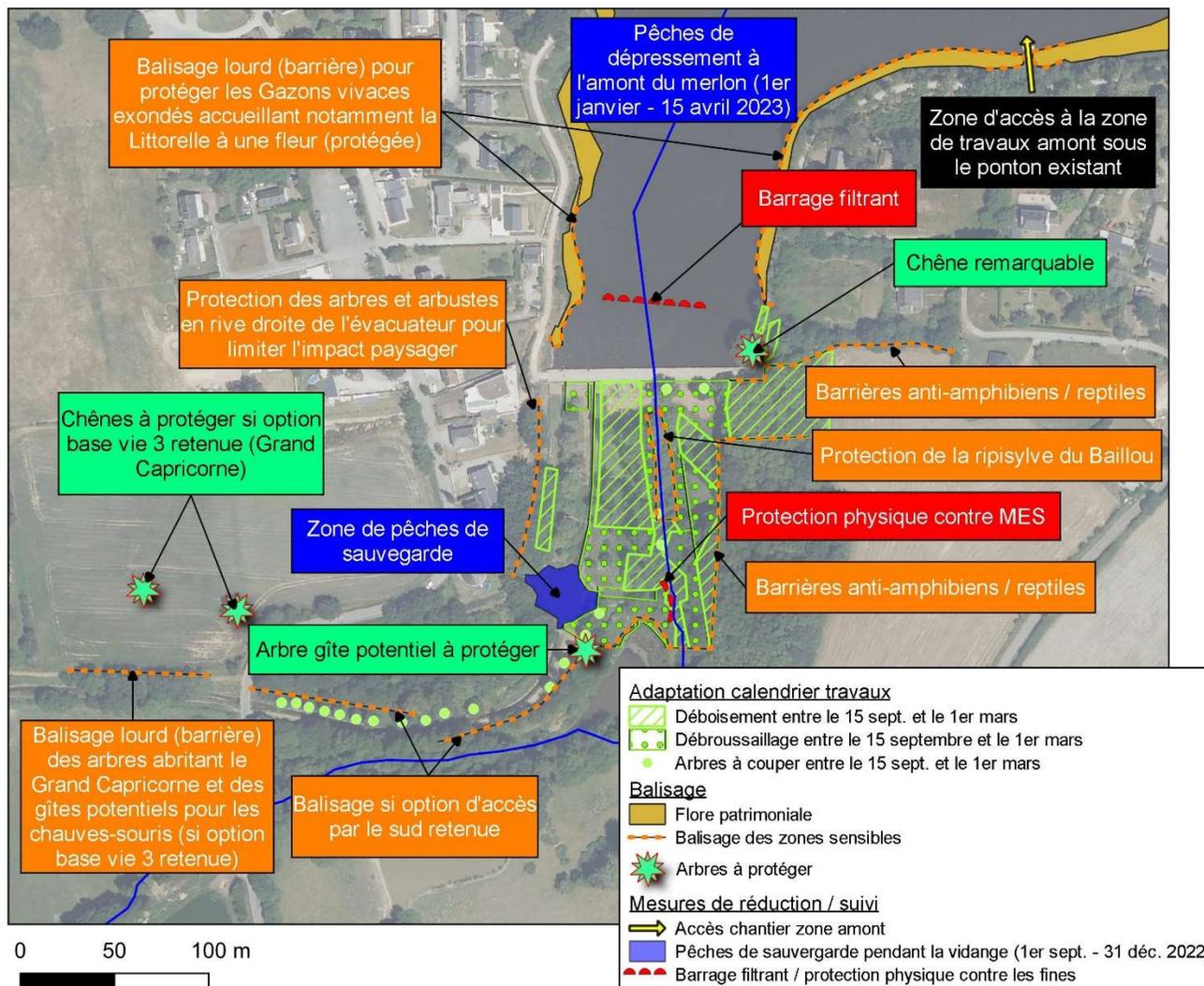
Sources : IGN@2019, CACG
 Réalisation : CACG FH342 - Février 2022
 Projection : RGF - Lambert 93

Figure 27 : Impacts en phase de travaux



Modernisation du barrage de Vioreau

Mesures environnementales en phase de travaux



Sources : IGV@2019, CACG
 Réalisation : CACG FH342 - Février 2022
 Projection : RGF - Lambert 93

Figure 28 : Mesures environnementales en phase de travaux

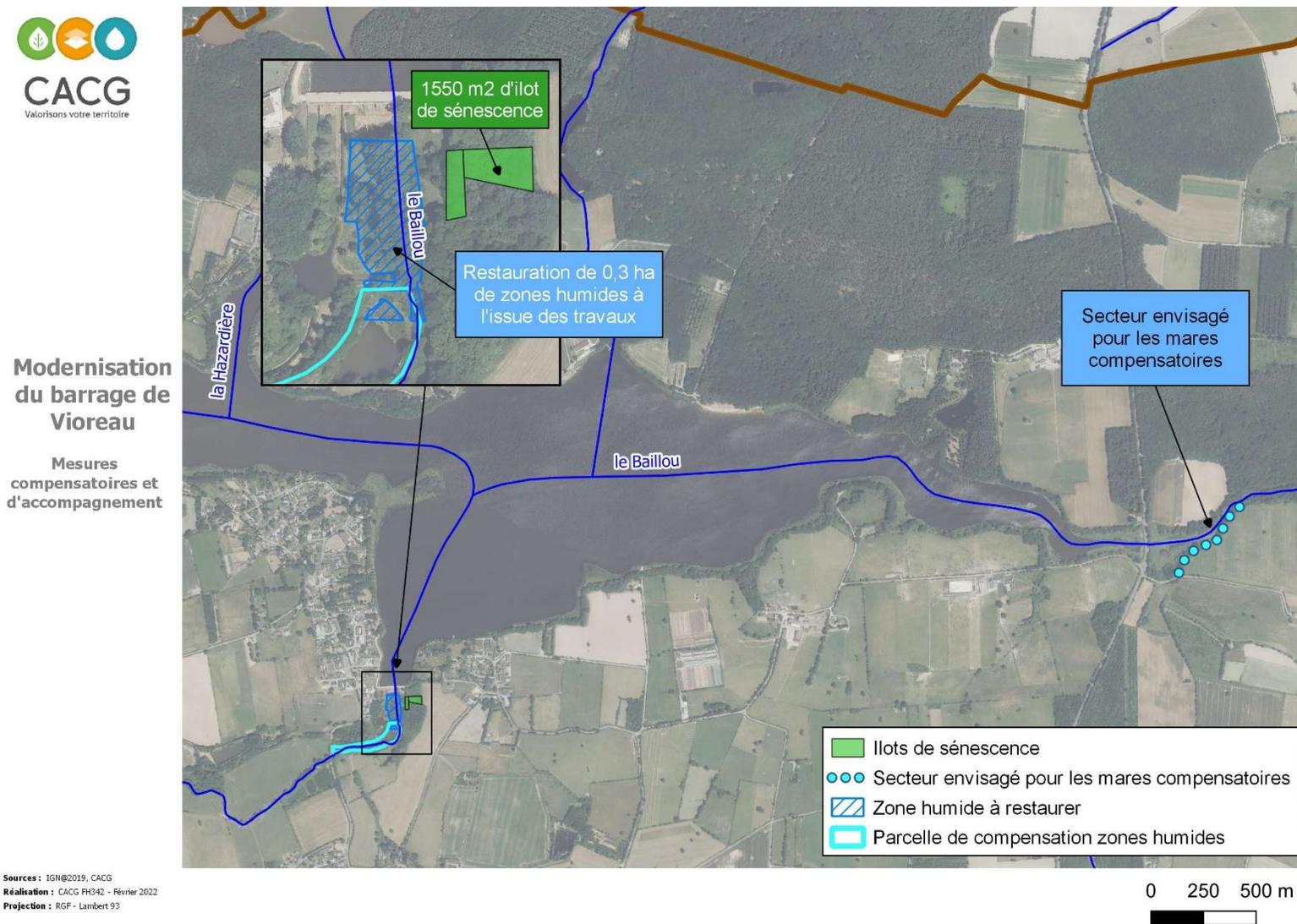


Figure 29 : Vue générale sur les mesures compensatoires et d'accompagnement



Modernisation du barrage de Vioreau

Mesures compensatoires et d'accompagnement - Zoom mares compensatoires



Sources : IGH@2019, CACG
Réalisation : CACG FH342 - Septembre 2021
Projection : RGF - Lambert 93

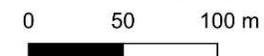


Figure 30 : Zoom sur le secteur envisagé pour les mares compensatoires

4 SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DE DANGER

4.1 Rappel sur l'historique des différentes études

En 2012, le barrage de Vioreau a fait l'objet d'un classement réglementaire au titre de la sécurité des ouvrages hydrauliques.

En 2018, une étude de danger (EDD) a été réalisée sur le barrage de Vioreau par le bureau d'études SAFEGE. Elle avait conclu à un non-respect de l'ouvrage de certaines recommandations et notamment elle a mis en évidence que :

- La stabilité de l'ouvrage n'est pas acquise au sens des recommandations CFRB,
- L'évacuateur de crues ne permet pas d'évacuer la crue millénaire,
- Le système de vidange de fond ne permet pas de vidanger l'ouvrage en 21 jours.

Afin de réduire les risques sur l'ouvrage, la précédente EDD préconisait l'ensemble des actions prioritaires suivantes.

N° d'actions	Description de l'action	Echéance
1	Équipement de la retenue d'un suivi en continu du niveau d'eau amont (sonde piézométrique ou ultrason)	1 à 2 ans
2	Équipement du bassin de réception d'un suivi en continu du niveau d'eau (sonde piézométrique ou ultrason)	1 à 2 ans
3	Équipement de mesures de débit sur les canaux d'évacuation (seuils de mesure)	1 à 2 ans
4	Mettre en place un système d'alerte aux populations en aval	5 ans
5	Redimensionnement de l'évacuateur de crue (PHE < 31.45 m IGN69)	5 à 10 ans
6	Prolongement du parapet aval pour éviter les surverses incontrôlées	3 à 5 ans
7	Continuer les procédures de surveillance du barrage	Immédiate
8	Faire un suivi (tous les 5 ans) de la densité de la maçonnerie (prélèvement en berge)	2021 puis tous les 5 ans
9	Procéder régulièrement aux travaux de réparation du parement aval (rejointoiement) en fonction des inspections	Dès apparition de nouveaux désordres
10	Remplacement des deux vannes de prise et de vidange par des vannes automatisées	3 à 5 ans
11	Dessouchage sécurisé des arbres à l'aval du barrage	3 à 5 ans
12	Poursuivre les mesures des nouveaux appareils d'auscultation (piézomètre et barbacanes) et y associer la mesure automatique du plan d'eau.	Immédiate

Figure 31 : Mesures de réduction proposées dans le cadre de l'EDD de 2018

Suite à cette analyse le bureau d'études CACG a été missionné par le Conseil Départemental du 44 pour mettre en œuvre un programme de travaux.

Le bureau d'études ISL a été mandaté pour la réalisation de la Maitrise d'œuvre complète de l'ensemble des travaux de modernisation du barrage de Vioreau. Les études d'Avant-Projet (AVP) ont été menées afin de répondre à l'ensemble des attentes de l'EDD de 2018 et du programme de travaux de la CACG.

Dans ce contexte, la présente EDD est la mise à jour de l'EDD de 2018 avec la prise en compte de l'ensemble des travaux de modernisations prévu dans l'AVP.

4.2 Scénarios de défaillance étudiés en situation « post travaux »

A l'issu de l'Analyse Préliminaire des Risques (APR), il ressort 2 ERC (Evénements Redoutés Central) susceptibles de remettre en cause une des fonctions principales de l'ouvrage :

- La rupture du barrage qui générerait une onde de rupture dévastatrice pour l'environnement aval du barrage (ERC 1),
- L'ouverture intempestive des vannes du barrage entrainant un débit dévastateur pour l'environnement immédiat aval du barrage (ERC 2).

Les scénarios étudiés pour l'ERC1 sont les suivants :

- ERC1-S1 : rupture du barrage sous crue extrême avec rupture du parapet
- ERC1-S2 : rupture du barrage sous sollicitation sismique
- ERC1-S3 : rupture du barrage par vieillissement de la maçonnerie
- ERC1-S4 : rupture du barrage avec défaut de drainage
- ERC1-S5 : rupture du barrage après surverse du batardeau (phase chantier)

Pour l'ERC2, un unique scénario a été étudié en détail : rupture de la vanne de service de la vidange de fond. Le tableau ci-dessous présente les probabilités obtenues pour l'ensemble de ces scénarios.

	Probabilité de rupture obtenue	Détail
ERC1-S1	$< 10^{-6}$	Evènement extrêmement peu probable
ERC1-S2	$< 10^{-6}$	Evènement extrêmement peu probable
ERC1-S3	10^{-6}	Evènement extrêmement peu probable
ERC1-S4	10^{-6}	Evènement extrêmement peu probable
ERC1-S5	$< 10^{-5}$	Evènement extrêmement peu probable
ERC2	10^{-5}	Evènement extrêmement peu probable

Figure 32 : Synthèse des probabilités retenues

4.3 Analyse de la gravité liée à la rupture de l'ouvrage « post travaux »

Un calcul d'onde de rupture a permis de définir le nombre de personnes impactées par la rupture potentielle du barrage de Vioreau. La propagation de l'onde de rupture sur le Baillou est très rapide. Les hauteurs d'eau sont très importantes dans toute la vallée, souvent au-delà de **7 m**. L'onde atteint la confluence avec l'Erdre au bout de **21 minutes**.

La remontée de l'onde de rupture sur l'Erdre ralentie fortement les vitesses. La commune de Joué-sur-Erdre est impactée 34 minutes après la brèche sur le barrage de Vioreau. Le pic de l'onde arrive 1h19 après l'évènement et génère des hauteurs d'eau maximales de 3,3 m. Au maximum de la crue toutes les habitations sous la cote 17,8 m NGF sont inondées. La propagation jusqu'à Nort-sur-Erdre se fait en 2 heures. Les venues d'eau se concentrent dans la vallée de l'Erdre avec des cotes d'eau d'environ 4 m.

A l'aval de Nort sur Erdre, l'altimétrie basse de la vallée génère un étalement spatial de l'onde de rupture. Les vitesses de propagations de l'onde de rupture diminuent.

Au point 31 (cf carte ci-dessous), l'onde de rupture atteint les marais de l'Erdre. Cette zone de plus de 1 000 hectares constitue un vaste secteur de stockage. Un volume de 8 300 000 m³ vient se stocker dans les marais, soit 71% du volume d'eau dans la retenue de Vioreau au moment de la rupture.

L'effet tampon du marais freine fortement l'onde de rupture. En sortie de cette zone, la rupture du barrage de Vioreau n'a plus d'influence.

Les nombres de personnes impacté par la rupture de l'ouvrage sont les suivants :

- Environ 600 personnes directement impactées jusqu'à 1h après la rupture,
- Environ 4800 personnes impactées après 1h.

Le tableau ci-dessous présente le détail de cette analyse.

Code INSEE	Commune	Type	Nombre de bati	Taille du ménage	Population estimée	Temps d'arrivée (h)	Population	
							Cinétique rapide	Cinétique lente
44077	Joué-sur-Erdre	Bâti	214	2,6	556,4	<1	556,4	
44110	Nort-sur-Erdre	Bâti	875	2,46	2152,5	>1		2152,5
		Mairie, Ecole élémentaire publique la Sablonnaie, école maternelle, lycée professionnel de l'Erdre, école maternelle et primaire sainte Jeanne d'Arc, Camping du Port Mulon, collège Isabelle Autissier			2370	>1		2370
44122	Petit-Mars	Bâti	4	2,7	10,8	>1		10,8
44201	Sucé sur Erdre	Bâti	64	2,52	161,28	>1		161,28
44026	Carquefou	Bâti	2	2,25	4,5	>1		4,5
44035	La Chapelle sur Erdre	Bâti	2	2,37	4,74	>1		4,74
44109	Nantes	Bâti	19	1,86	35,34	>1		35,34
44179	Saint Mars du désert	Bâti	7	2,61	18,27	>1		18,27
Total			1187		5313,83		556	4757

Figure 33 : Population impactée par l'onde de rupture du barrage de Vioreau

Les cartographies ci-dessous représentent l'onde de rupture liée au barrage de Vioreau.

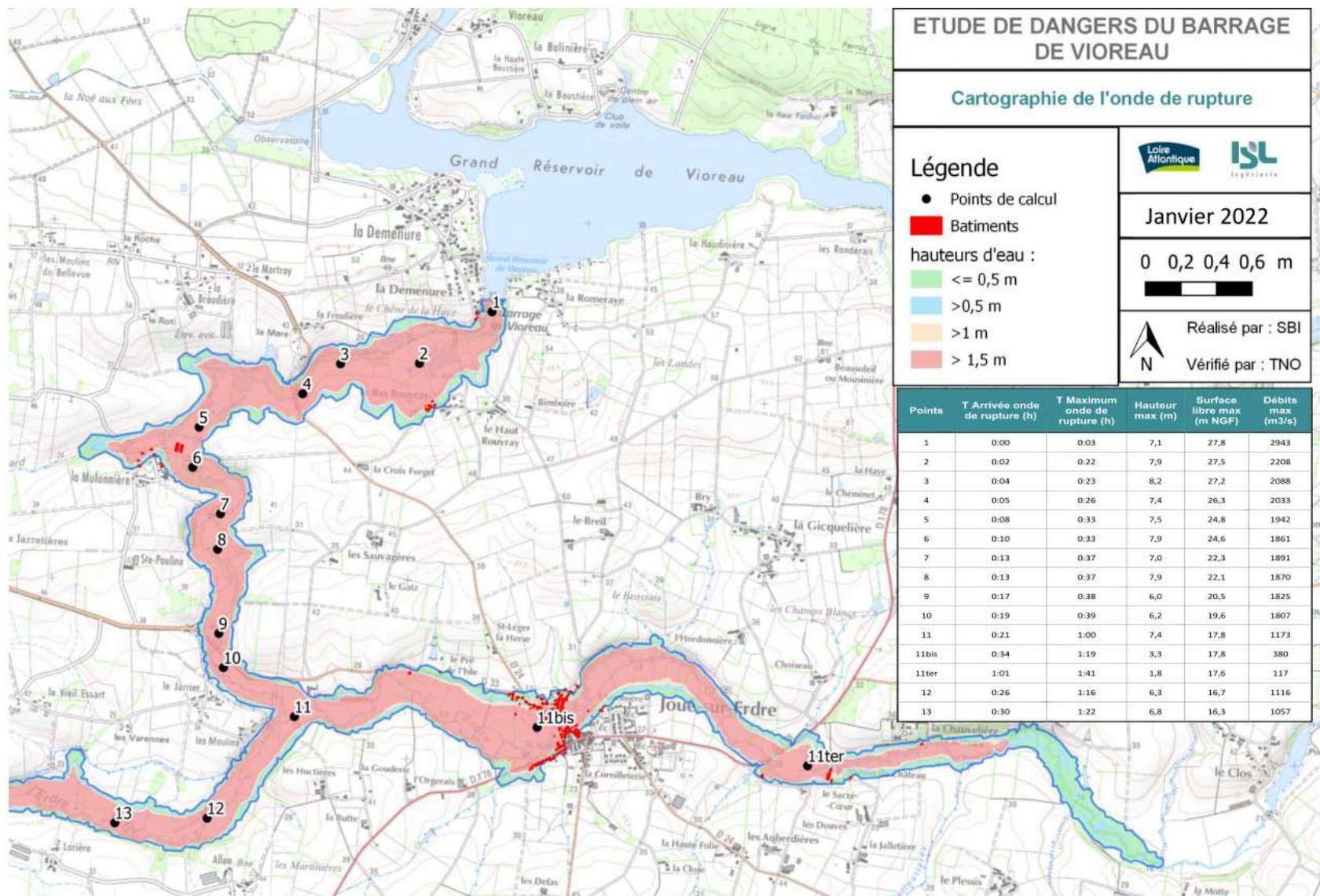


Figure 34 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 1

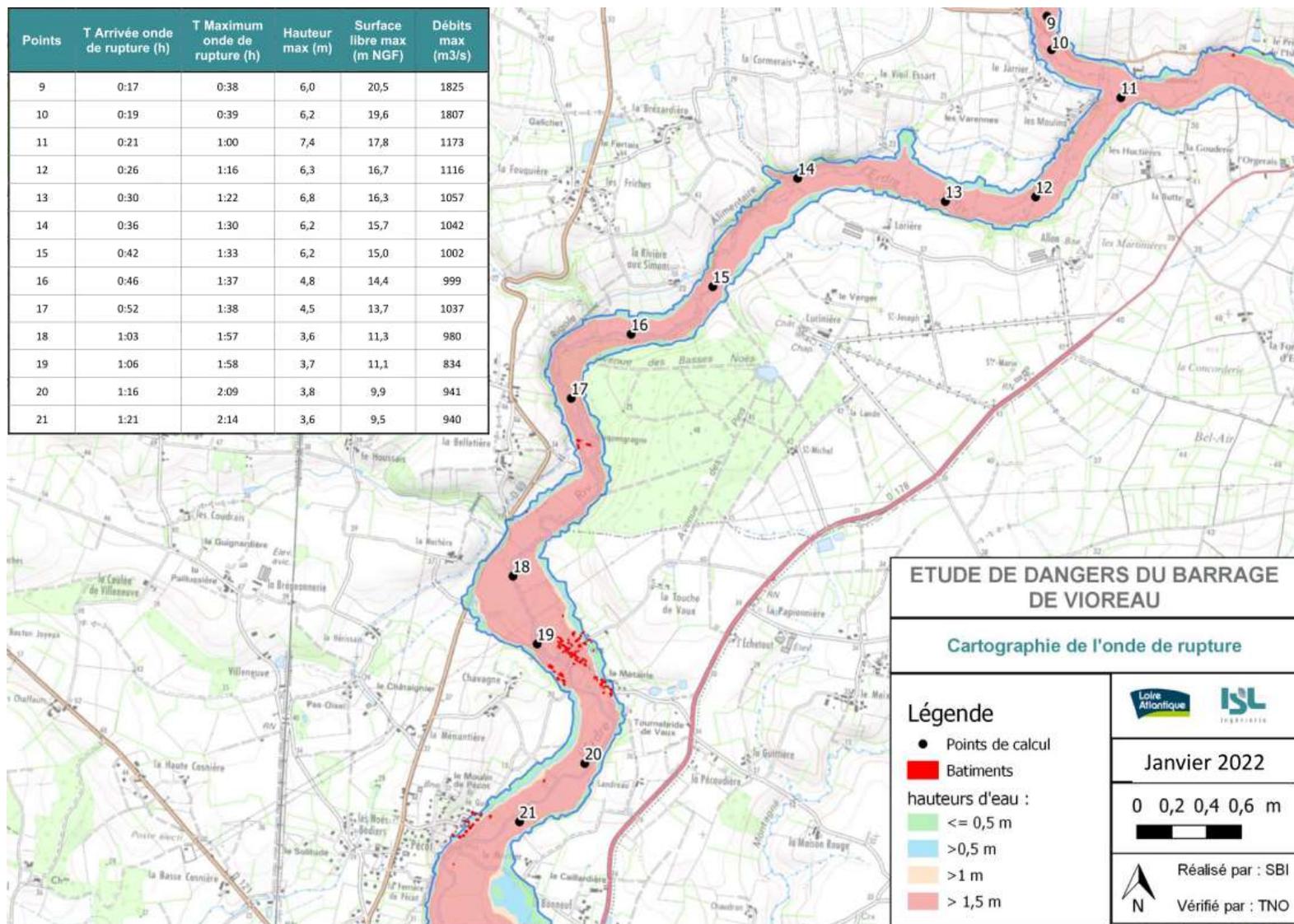


Figure 35 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 2

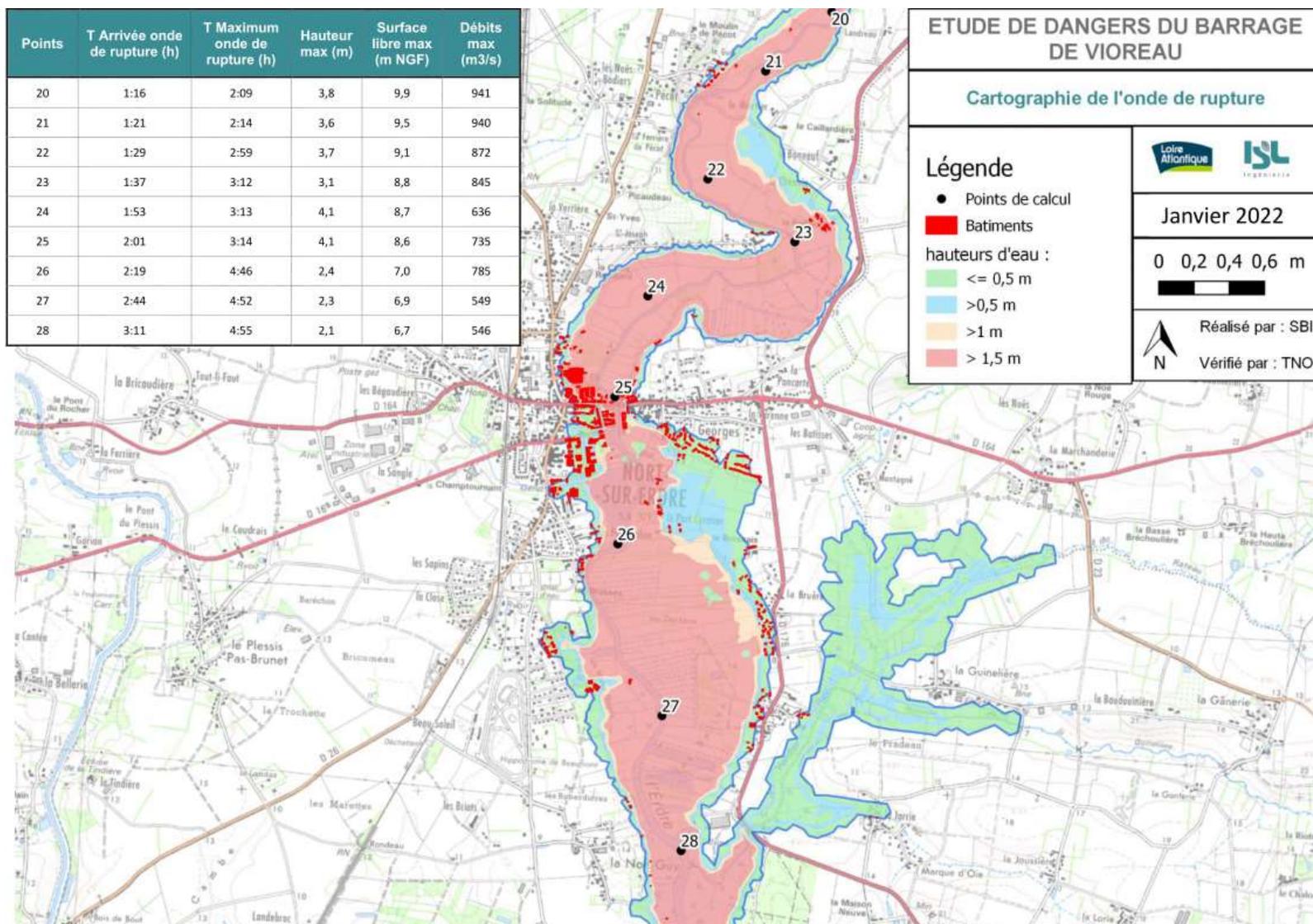


Figure 36 Cartographie de l'onde de rupture - Planche 3

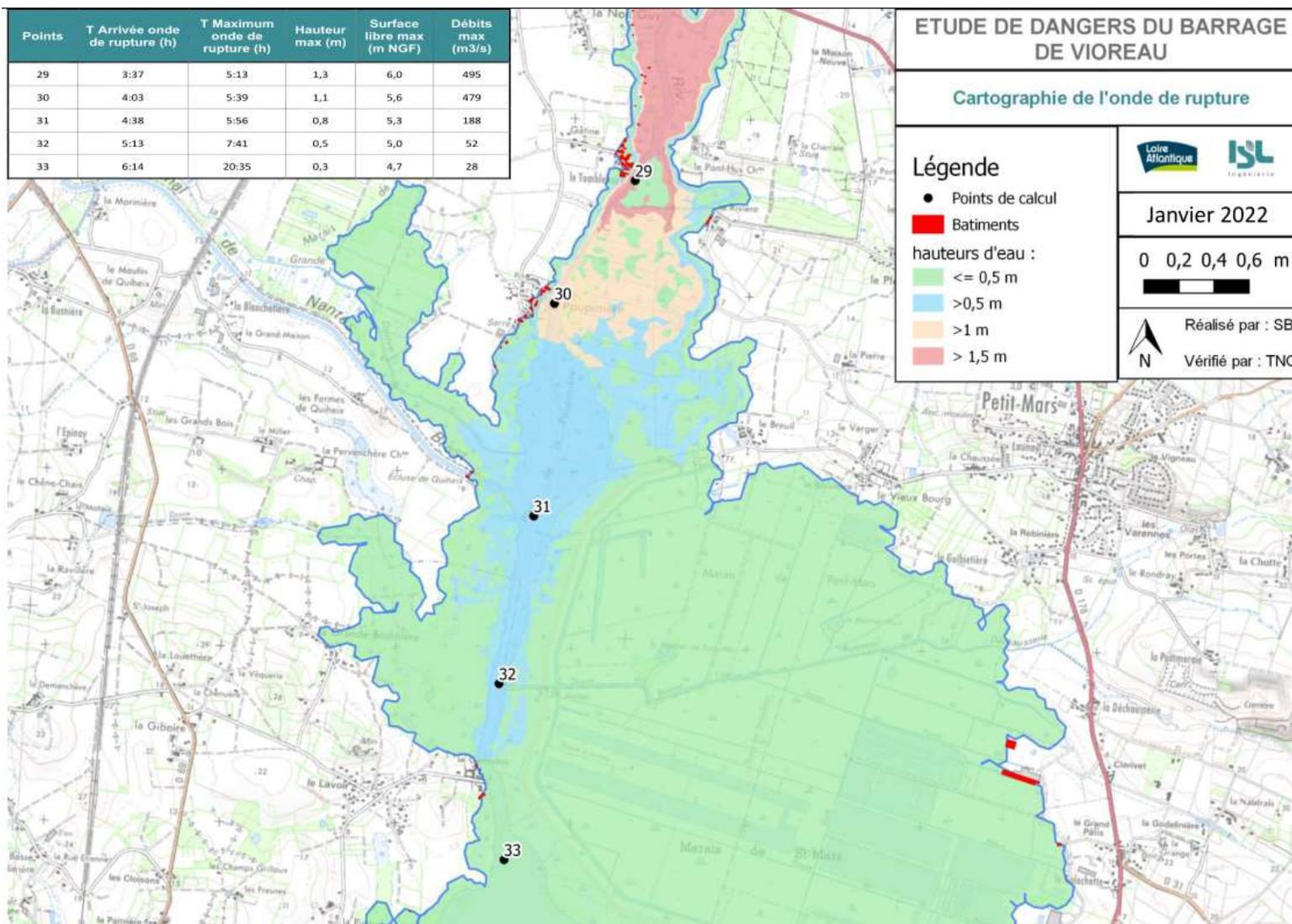


Figure 37 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 4

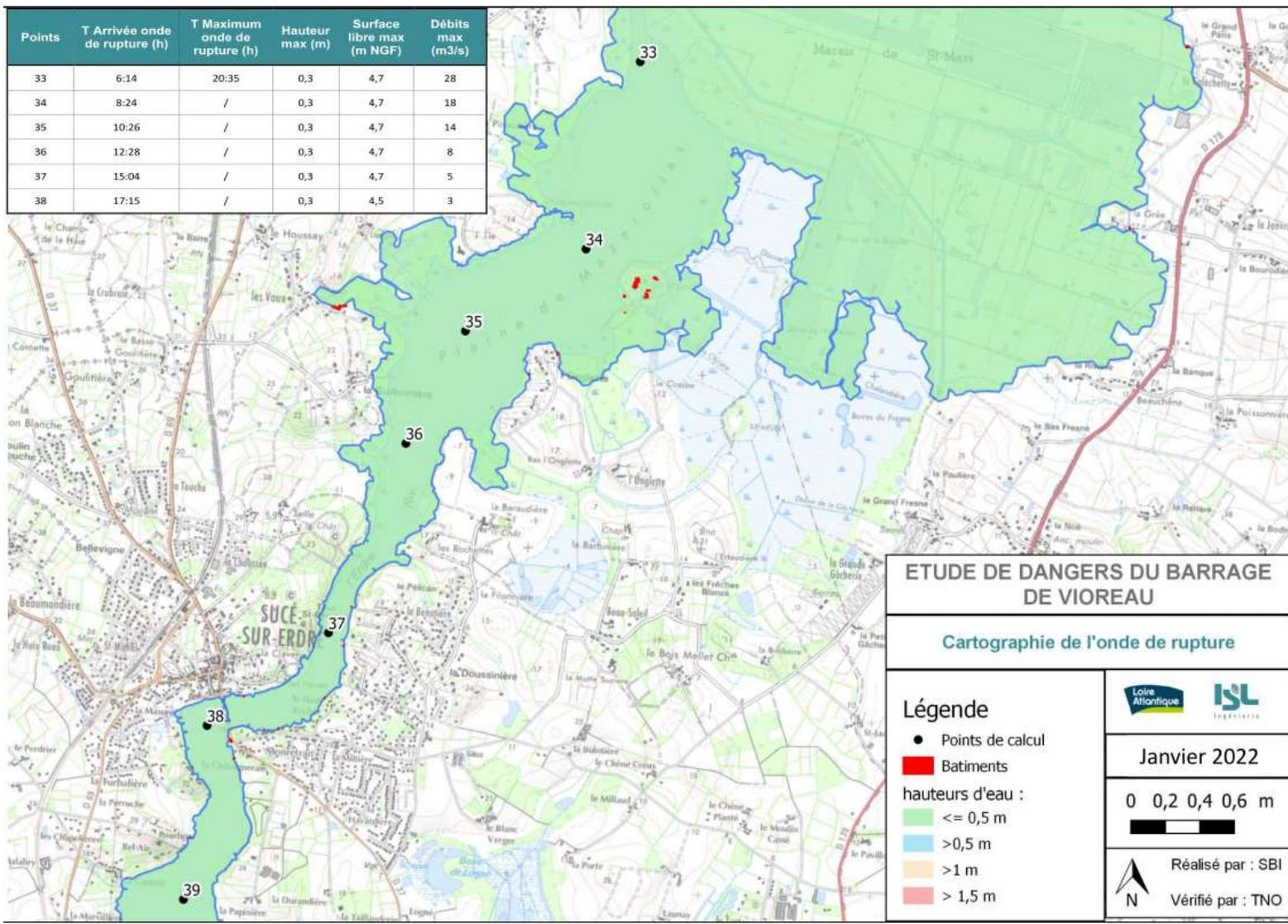


Figure 38 Cartographie de l'onde de rupture - Planche 5

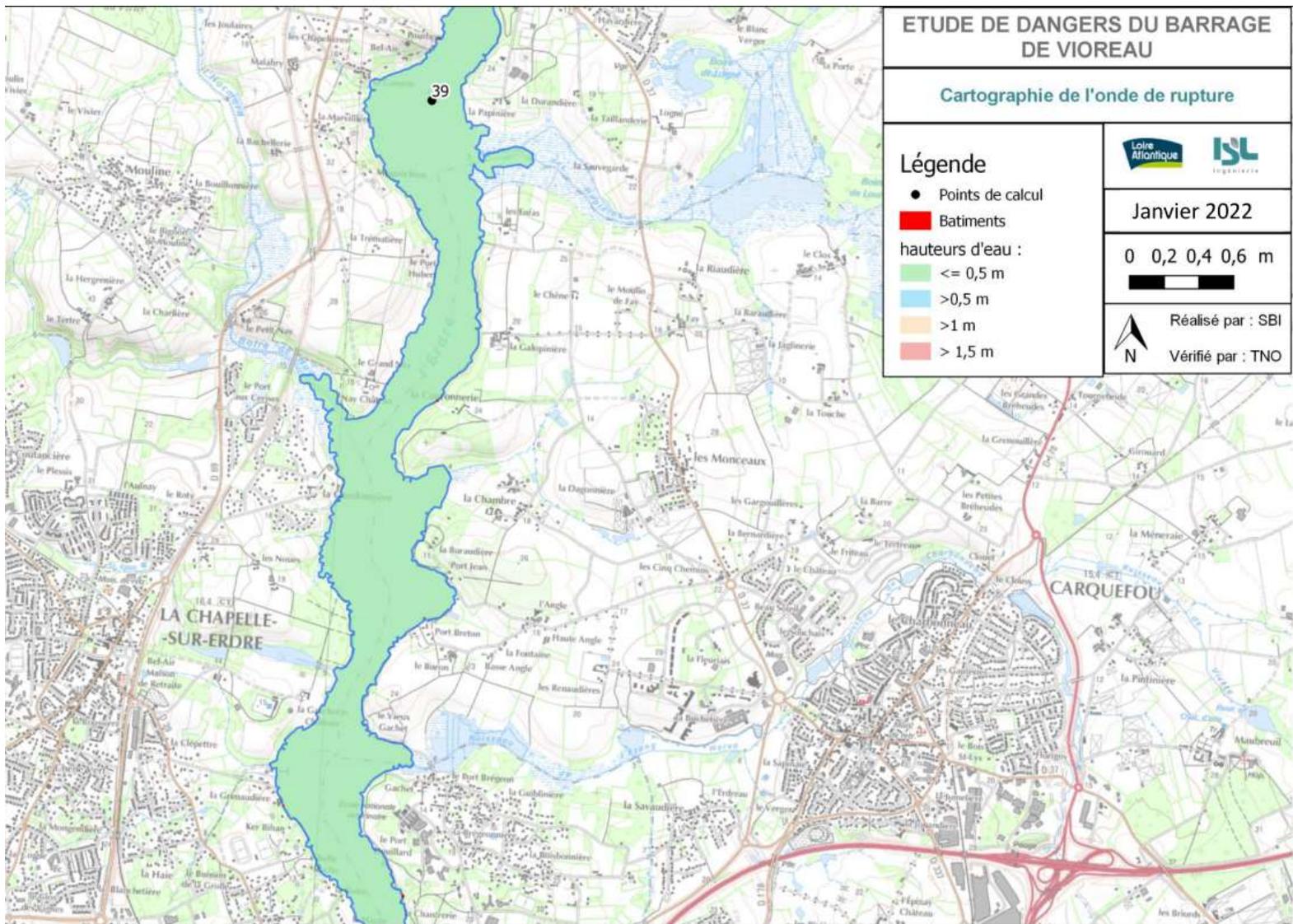


Figure 39 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 6

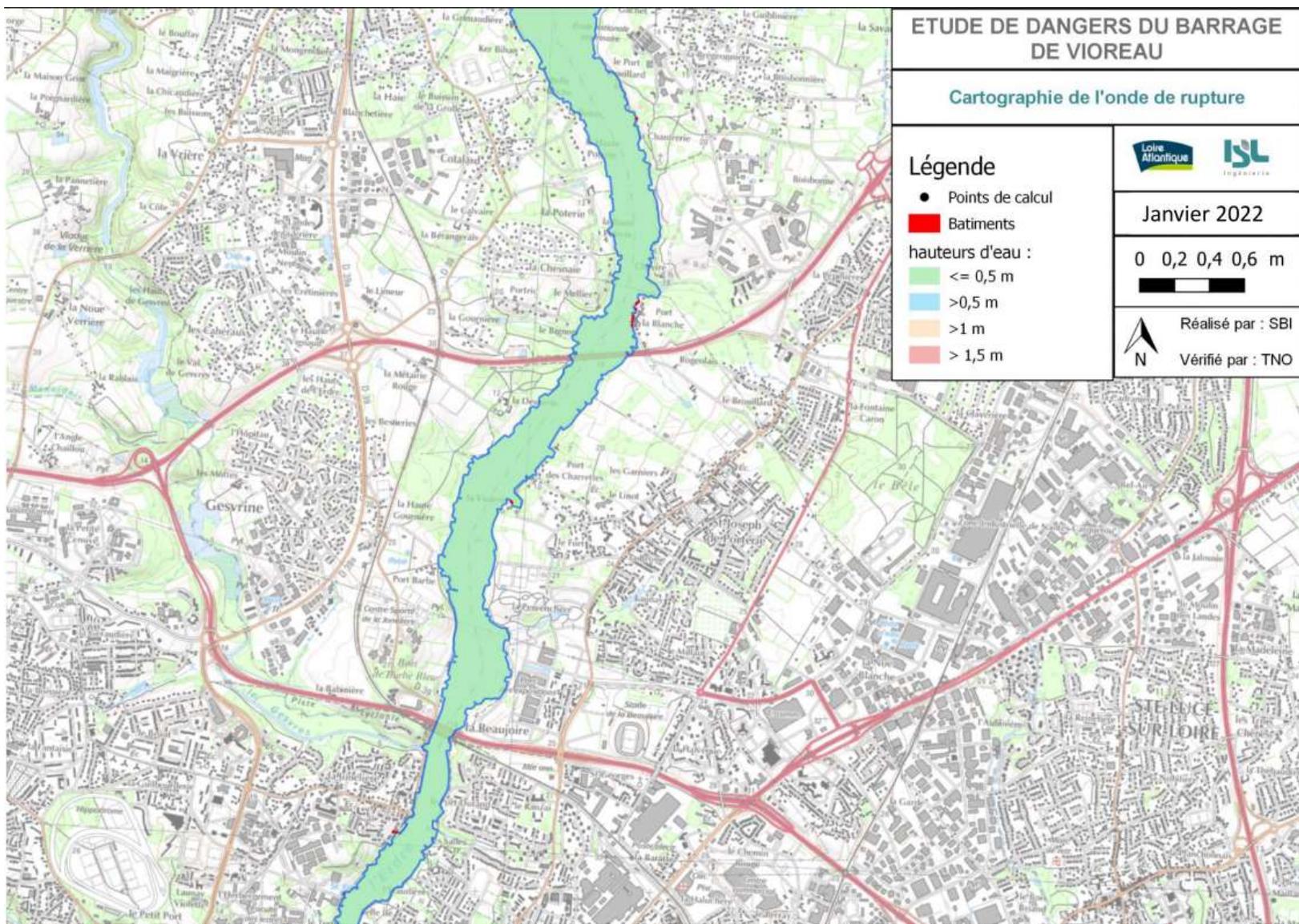


Figure 40 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 7

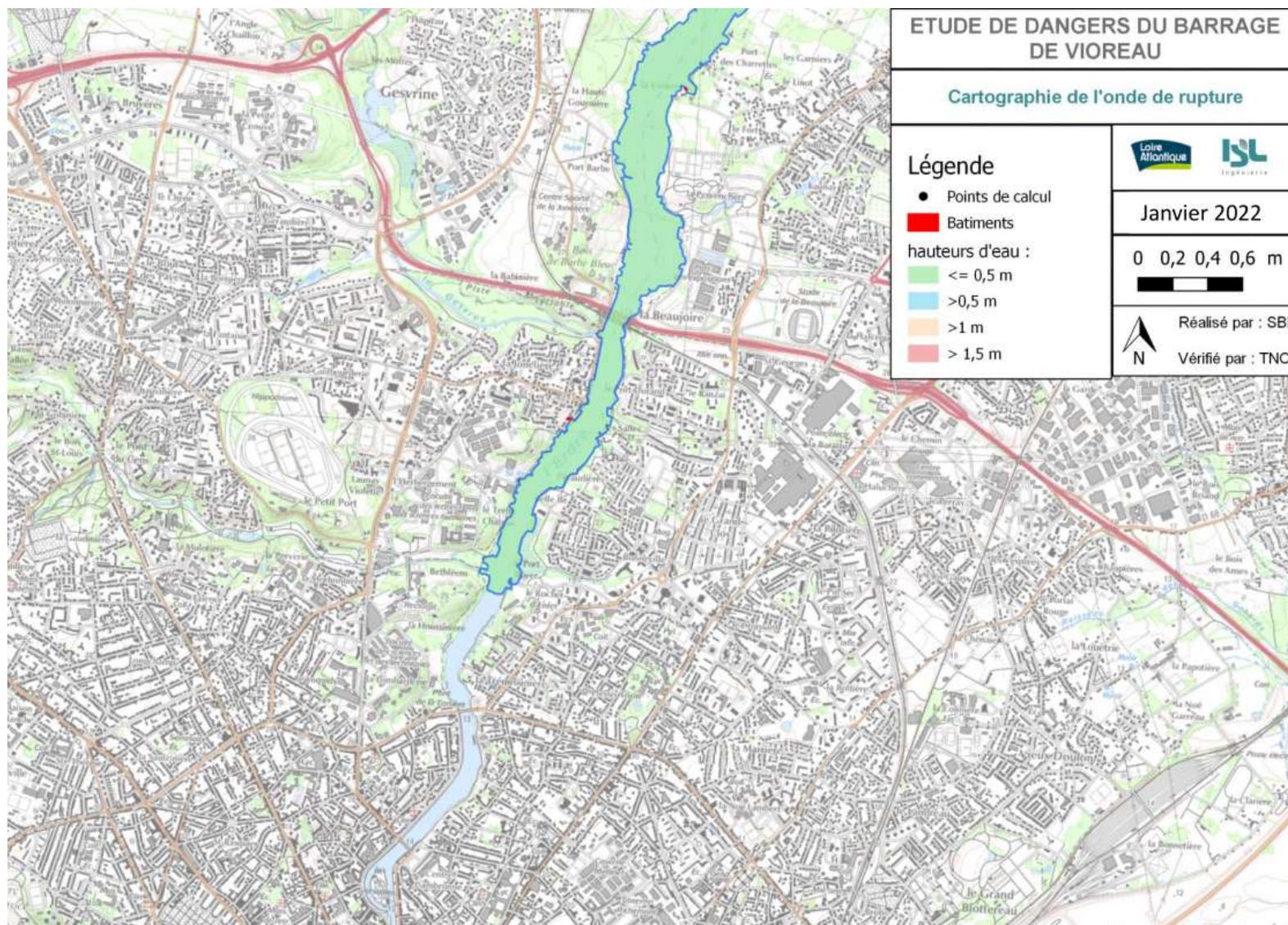


Figure 41 : Cartographie de l'onde de rupture - Planche 8

4.4 Synthèse de la criticité des différents scénarios « post travaux »

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus pour les différents scénarios.

		Classe de risques					
		Modéré	Sérieux	Important	Catastrophique	Désastreux	
		1	2	3	4	5	
Classe de probabilité	Evènement possible mais extrêmement peu probable	0 (P<3.10-5)		ERC2		ERC1-S1 ERC1-S2 ERC1-S3 ERC1-S4 ERC1 – S5	
		0 (P>3.10-5)					
	Evènement peu probable	1					
	Evènement improbable	2					
	Evènement probable	3					
	Evènement courant	4					

ERC1-S1 : rupture du barrage sous crue extrême avec rupture du parapet

ERC1-S2 : rupture du barrage sous sollicitation sismique

ERC1-S3 : rupture du barrage par vieillissement de la maçonnerie

ERC1-S4 : rupture du barrage avec défaut de drainage

ERC1-S5 : rupture du barrage après surverse du batardeau (phase chantier)

ERC2 : rupture de la vanne de service de la vidange de fond

Figure 42 : Présentation des criticités attribués aux ERC en fonction de la probabilité de défaillance et de la gravité

L'ensemble des scénarios de rupture du barrage ERC1 en phase définitive (post travaux) sont classés comme risque acceptable. **Les travaux du programme de modernisation du barrage permettent d'améliorer significativement le degré de sureté de l'ouvrage.**

Le scénario ERC1-S5 est considéré comme tolérable en phase provisoire de chantier. Il est néanmoins nécessaire de surveiller ce scénario par le strict respect des consignes en phase travaux.

L'ERC2 est considéré comme acceptable du fait de la conséquence qui est uniquement une augmentation subite du débit aval (7,2 m³ /s).