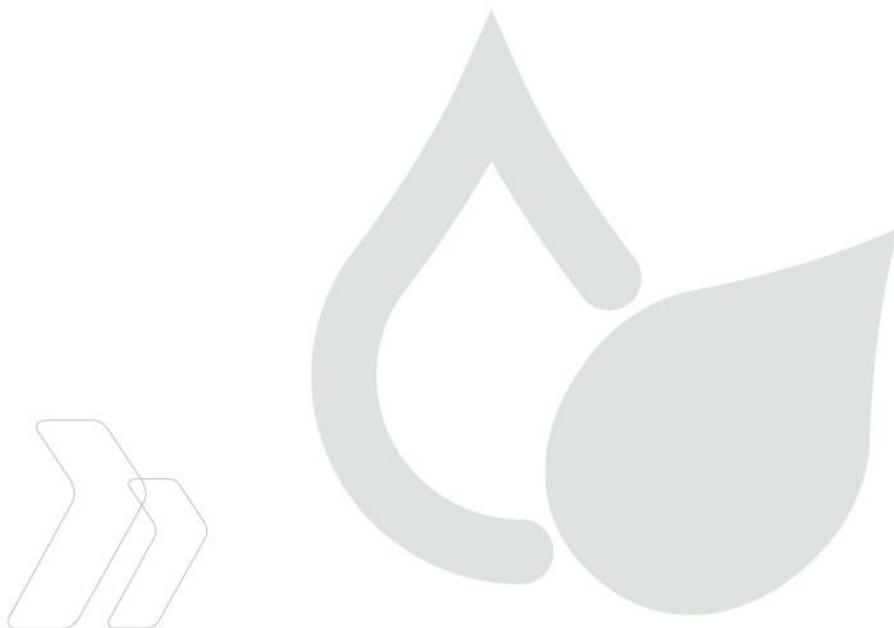


Eau
Environnement



RENATURATION BEZO

Demande d'examen au cas par cas

+

SYMISOA

Rapport n° : 19F-217-RL-3
Révision n° : A
Date : 16/06/2021

• Votre contact :
• Emilie REMY
• remy@isl.fr

Rapport



ISL Ingénierie SAS - LYON
84 boulevard Marius Vivier Merle
Immeuble LE DISCOVER
69003 - Lyon
FRANCE
Tel. : +33.4.27.11.85.00
Fax : +33.4.72.34.60.99
www.isl.fr

ISL
Ingénierie

Visa

Document actualisé le 16/06/2021.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	16/06/2021	HRI	HRI	ERE	Relecture effectuée par PRO le 15/06 pour VISA interne

ERE : REMY-BARRAUD Emilie

HRI : RICHARD Héloïse

Rapport ISL
19F-217-RL-3
Revision A

<http://www.isl.fr/r.php?c=203554>



SOMMAIRE

1	INTITULÉ DU PROJET	1
2	IDENTITÉ DU MAÎTRE D'OUVRAGE	1
3	CATÉGORIE APPLICABLE AU TABLEAU DES SEUILS ET CRITÈRES ANNEXÉ À L'ARTICLE R 122-2 DU CE	2
4	CARACTÉRISTIQUES DU PROJET	3
4.1	LOCALISATION DU PROJET	3
4.2	RESTAURATION DU LIT ET DES BERGES DU BÉZO	6
4.2.1	DESCRIPTION DU PROJET	6
4.2.2	OBJECTIFS DU PROJET	6
4.2.2.1	Objectifs hydromorphologiques du reméandrage	6
4.2.2.2	Objectifs écologiques	7
4.2.3	TECHNIQUE MISE EN ŒUVRE	7
4.2.3.1	Reméandrage du Bézo	7
4.2.3.2	Retalutage des berges sur le secteur Bézo	13
4.2.3.3	Reconstitution de la ripisylve	13
4.2.3.4	Aménagements connexes	16
4.2.4	PLANS	17
4.3	RECONSTRUCTION DE LA DIGUE DU BÉZO	21
4.3.1	TRAVAUX DE DÉCONSTRUCTION DE LA DIGUE	21
4.3.2	CRÉATION DE LA DIGUE	21
4.3.3	PLANS	22
4.4	GESTION DES EAUX EN PHASE TRAVAUX	26
4.4.1	GESTION DES EAUX DU BÉZO PENDANT LES TRAVAUX DE REMÉANDRAGE DU COURS D'EAU	26
4.4.2	PROTECTION DE CHANTIER LORS DE LA CONSTRUCTION DE LA DIGUE EN REcul	28
4.4.2.1	Préambule	28
4.4.2.2	Crue de force majeure	29
4.4.2.3	Risque hydraulique en phase chantier	32
4.5	ACCÈS AU CHANTIER	32

5	SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE DE LA ZONE D'IMPLANTATION ENVISAGÉ	33
6	CARACTÉRISTIQUES DE L'IMPACT POTENTIEL DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ HUMAINE	35
6.1	INCIDENCES HYDRAULIQUES	35
6.1.1	SUR LES ÉCOULEMENTS EN PHASE TRAVAUX	35
6.1.2	EN CRUE	35
6.1.3	MODULE	35
6.1.4	ÉTIAGE	36
6.1.5	PAS JAPONAIS	36
6.2	INCIDENCES ÉCOLOGIQUES	37
6.2.1	INCIDENCES SUR LES CORRIDORS ÉCOLOGIQUES	37
6.2.2	INCIDENCES SUR LA FAUNE DU SITE	37
6.2.2.1	Odonates	37
6.2.2.2	Reptiles	39
6.2.2.3	Chiroptères	39
6.2.3	INCIDENCES SUR LA BIOCÉNOSE DES MILIEUX AQUATIQUES	39
6.2.4	INCIDENCES SUR LA FLORE DU SITE	40
6.3	INCIDENCES SUR LE MILEU HUMAIN	43
6.3.1	NUISANCES SONORES	43
6.3.2	INCIDENCES SUR LE TRAFIC ROUTIER	43
6.3.3	INCIDENCES SUR L'AIR	43
6.4	INCIDENCES AEP	43
6.4.1	RAPPEL DU FONCTIONNEMENT HYDROGÉOLOGIQUE	44
6.4.2	INCIDENCE DU PROJET SUR LA NAPPE ET LES CAPTAGES AEP	44
7	MESURES DE REDUCTION ET D'ÉVITEMENT SUR LE MILIEU ENVIRONNANT	45
7.1	MESURES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU	45
7.2	MESURES SUR LES ÉCOULEMENTS	46
7.3	MESURES SUR L'ENVIRONNEMENT HUMAIN	46
7.3.1	RÉDUIRE LES NUISANCES SONORES	46
7.3.2	MESURES SUR LES POLLUTIONS ATMOSPHÉRIQUES ET OLFACTIVES	47
7.4	MESURES SUR LA FAUNE DU SITE	47

7.4.1	ODONATES	47
7.4.2	REPTILES	49
7.4.3	CHIROPTÈRES	51
7.5	SUIVI POST TRAVAUX DE LA RENATURATION DU BÉZO	51
7.5.1	SUIVI DU SECTEUR RENATURÉ	51
7.5.2	SUIVI SPÉCIFIQUE DES EAUX SOUTERRAINES	54
7.5.3	SUIVI POST-CRUE	55
7.5.4	ENTRETIEN DE LA VÉGÉTATION	55
7.6	ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DE LA DIGUE POST TRAVAUX	55
7.6.1	AUSCULTATION	55
7.6.2	ENTRETIEN	56
8	AUTO-ÉVALUATION	56

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

TABLE DES FIGURES

Figure 1	: Localisation de la zone de projet – Échelle 1/25 000 – Source Géoportail	3
Figure 2	: Vue aérienne de la zone du projet – Échelle 1/ 5 000 – Source Géoportail	4
Figure 3	: Vue en plan du nouveau tracé du Bézo sur fond de plan cadastral (linéaire en bleu)	5
Figure 4	: Vue en plan de la digue du Bézo sur fond de plan cadastral – Source Géoportail	5
Figure 5	: Vue d'ensemble du Bézo	6
Figure 6	: Tracé envisagé pour le reméandrage du Bézo	9
Figure 7	: Profils utilisés dans le cadre du nouveau tracé du Bézo	10
Figure 8	: Travaux envisagés sur les différents tronçons (tracé bleu)	12
Figure 9	: Exemple de mise en œuvre de pas japonais sur sentier de randonnée pédestre	17
Figure 10	: Cartographie des aménagements prévus dans le cadre de la renaturation du Bézo	18
Figure 11	: Profil en travers des section 1202 et 862 du Bézo	19
Figure 12	: Profil en travers des section 2094 et 1408 du Bézo	20
Figure 13	: Profil en long de la nouvelle digue	23
Figure 14	: Profils en travers de la nouvelle digue	25
Figure 15	: Dérivation du Bézo - Cas n°1	27

Figure 16 : Périodes de retour recommandées pour la détermination des valeurs caractéristiques des actions climatiques - Extrait de la norme NF EN 1991-1-6	29
Figure 17 : Emprise inondée par Q10 en cas de suppression de la digue actuelle sur sa moitié aval – Phase 1 du chantier	30
Figure 18 : Batardeau de chantier de phase 2	31
Figure 19 : Ligne d'eau le long de la digue pour Q5	31
Figure 20 : Emplacement des installations de chantier et accès au site	33
Figure 21 : Situation de la zone d'étude vis-à-vis des périmètres de richesse écologique	34
Figure 22 : Faciès au module	36
Figure 23 : Localisation des habitats des espèces d'odonates protégées sur le cours d'eau du Bézo	38
Figure 24 : Phase 1 déplacement du site aval en site provisoire	48
Figure 25 : Localisation des refuges	50
Figure 26 : Localisations des mesures pour les chiroptères	51

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Catégories de l'article R 122-2 du code de l'environnement concernées par le projet	2
Tableau 2 : Caractéristiques du Bézo	8
Tableau 3 : Composition des mélanges grainiers	14
Tableau 4 : Liste des plants d'hélophytes	15
Tableau 5 : Liste des plants d'hélophytes sur les secteurs potentiel d'habitat Odonates	15
Tableau 6 : liste des plants à racines nues	16
Tableau 7 : liste des plants à racines nues secteur Odonates	16
Tableau 8 : Caractéristiques géométriques et fonctions des composants de la digue	22
Tableau 9 : Cote de protection des batardeaux (phase 1 et 2)	26
Tableau 10 : Phasage des travaux envisagés (cas n°2)	28
Tableau 11 : Zone humide à proximité de la zone d'étude	33
Tableau 12 : Tableau des habitats présents sur l'aire d'étude	40
Tableau 13 : Cartes des habitats naturels recensés sur la zone d'étude	41
Tableau 14 : Suivi à mettre en œuvre	54

|

1 INTITULÉ DU PROJET

Projet de renaturation de Bézo et de mise en recul de la digue de protection contre les inondations.

2 IDENTITÉ DU MAÎTRE D'OUVRAGE

Le maître d'ouvrage pour les opérations de restauration du lit et des berges du Bézo et de reconstruction de la digue au plus près des enjeux, est :



**SYNDICAT MIXTE DES RIVIÈRES DU SORNIN ET DE SES
AFFLUENTS**

**321 rue de Marcigny
42720 Pouilly sous Charlieu**

SIRET : 20001334000043

**Personne en charge du dossier :
Mme DEHAVANNE Céline**

3 CATÉGORIE APPLICABLE AU TABLEAU DES SEUILS ET CRITÈRES ANNEXÉ À L'ARTICLE R 122-2 DU CE

Catégories de projets	Projet soumis à évaluation environnementale	Projet soumis à examens au cas par cas
10. Canalisation et régularisation des cours d'eau.		<p>Ouvrages de canalisation, de reprofilage et de régularisation des cours d'eau s'ils entraînent une artificialisation du milieu sous les conditions de respecter les critères et seuils suivants :</p> <p>-installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ;</p> <p>;</p> <p>-consolidation [...]ou égale à 200 m ;</p> <p>-installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens, ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet pour la destruction de plus de 200 m² de frayères ;</p> <p>-installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à la dérivation d'un cours d'eau sur une longueur supérieure ou égale à 100 m.</p>
21. Barrages et autres installations destinées à retenir les eaux ou à les stocker.	Barrages et autres installations destinées à retenir les eaux ou à les stocker de manière durable lorsque le nouveau volume d'eau ou un volume supplémentaire d'eau à retenir ou à stocker est supérieur ou égal à 1 million de m ³ ou lorsque la hauteur au-dessus du terrain naturel est supérieure ou égale à 20 mètres.	<p>Barrages et autres installations destinées à retenir les eaux ou à les stocker de manière durable non mentionnés à la colonne précédente :</p> <p>a) ...</p> <p>e) Ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions tels que les systèmes d'endiguement au sens de l'article R. 562-13 du code de l'environnement.</p> <p>f) Ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et les submersions tels que les aménagements hydrauliques au sens de l'article R. 562-18 du code de l'environnement.</p>

Tableau 1 : Catégories de l'article R 122-2 du code de l'environnement concernées par le projet

4 CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

4.1 LOCALISATION DU PROJET

Le secteur d'étude se situe sur la commune de Charlieu, dans le département de la Loire. Il concerne pour la renaturation du Bézou un linéaire d'environ 600 m compris entre le pont de la rue Jean Jaurès et la confluence avec le Sornin.

Les cartes suivantes donnent la localisation du secteur du projet :

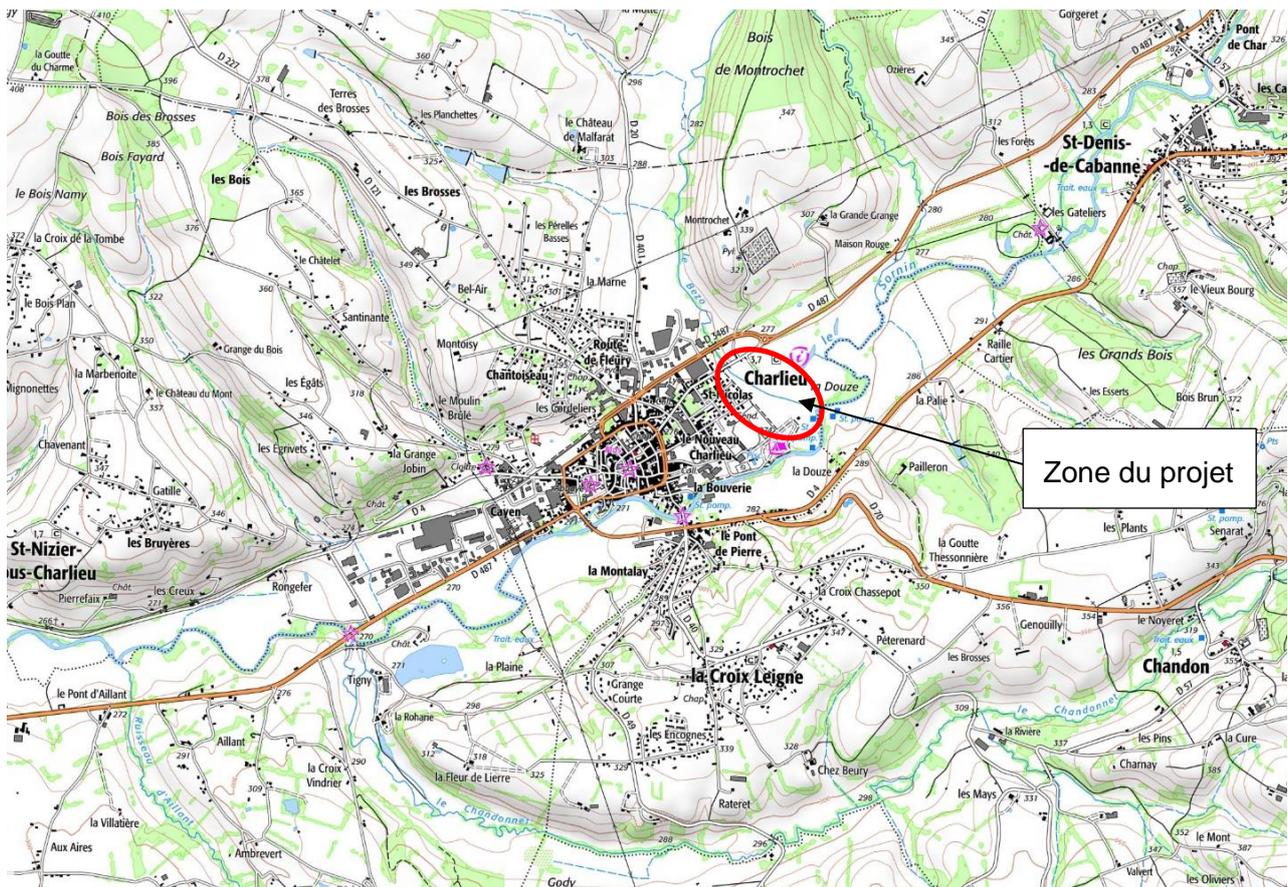


Figure 1 : Localisation de la zone de projet – Échelle 1/25 000 – Source Géoportail



Figure 2 : Vue aérienne de la zone du projet – Échelle 1/ 5 000 – Source Géoportail

Le nouveau tracé du Bézo se situe sur les parcelles cadastrées n°240, 357, 35, 36, 11 et 9 (de l'amont vers l'aval) ; elles sont toutes la propriété foncière de la commune de Charlieu.

..



Figure 5 : Vue d'ensemble du Bézo

4.2 RESTAURATION DU LIT ET DES BERGES DU BÉZO

4.2.1 DESCRIPTION DU PROJET

Le ruisseau du Bézo sera reméandré depuis l'aval de la rue Jean Jaurès jusqu'à la confluence avec le Sornin sur le thalweg existant. Le tracé actuel, très linéaire, est issu d'une première rectification du Bézo.

La ripisylve sera restaurée de part et d'autre du Bézo sur une bande de 15 mètres depuis le haut de la berge, le recul de la digue au plus près des enjeux permettant d'augmenter l'espace de mobilité disponible.

Une haie fourragère est implantée en rive gauche sur la parcelle de pâturage et une plantation de fruitiers est réalisée en rive droite le long du cheminement.

La ripisylve est protégée vis-à-vis de l'abrouissement du bétail par une clôture sur l'ensemble du linéaire de la pâture et une clôture traditionnelle est mise en œuvre le long du chemin piétonnier en rive droite.

Cette opération vise aussi des objectifs pédagogiques et ludiques. Ainsi, dans le cadre du projet, il est prévu la mise en œuvre d'un cheminement piéton sous la forme d'une boucle parcourant l'ensemble du secteur et traversant le ruisseau du Bézo par la mise en place de pas japonais. Des aménagements pédagogiques de type panneaux d'informations et/ou supports ludiques seront par la suite installés le long du parcours.

4.2.2 OBJECTIFS DU PROJET

4.2.2.1 Objectifs hydromorphologiques du reméandrage

Les objectifs hydromorphologiques du reméandrage sont les suivants :

- Retrouver des profils en long, en plan et en travers adaptés à la géométrie d'équilibre du Bézo et calés sur les débits de crues morphogènes (période de retour de 1 à 2 ans) ;
- Diversifier les faciès d'écoulements dans le lit mineur : couple hauteur/vitesse et substrat ;
- Réactiver la dynamique du cours d'eau en réactivant les zones préférentielles d'érosion et de dépôt ;
- Améliorer les connexions entre lit mineur et lit majeur ;
- Favoriser les débordements localisés et la recharge de la nappe d'accompagnement en restaurant notamment la confluence dans son ancien tracé.

4.2.2.2 Objectifs écologiques

Les objectifs écologiques recherchés sont :

- Une amélioration des peuplements en lien avec la diversification des habitats ;
- Améliorer les capacités auto-épuratoires du cours d'eau et limiter les phénomènes de bloom algal liés à l'eutrophisation du milieu ;
- Améliorer les connexions latérales avec la plaine alluviale.

4.2.3 TECHNIQUE MISE EN ŒUVRE

4.2.3.1 Reméandrage du Bézo

Le reméandrage est effectué sur la ligne actuelle de talweg du Bézo, plutôt que par une remise du lit dans son tracé d'origine, ceci afin de maintenir la parcelle à vocation agricole en rive gauche.

Le reméandrage a pour objectif de redonner au Bézo un tracé se rapprochant de son état d'origine avant son reprofilage actuel. Les caractéristiques géométriques du futur lit sont définies sur la base d'un débit de projet équivalent au débit morphogène du Bézo, considéré comme le débit de la crue de fréquence biennal (5.4 m³/s).

Le reméandrage proposé est effectué en prenant en compte les différentes caractéristiques du Bézo originel et des rapports de formes empiriques disponibles dans la littérature scientifique.

Ainsi, sont retenus comme caractéristiques moyennes :

	Etat initial Bézo	Projet
Z amont (point A) mNGF	273.32	273.32
Z aval confluence mNGF	271.27	271.20
Delta Z m	2.05	2.12
Pente moyenne du lit (point A à la confluence) m/m	0.0042	0.00322
L talweg entre A-B (confluence)	482	503
L développé entre A-B (confluence) m	490	657
Indice de sinuosité	1.0	1.3
Largeur plein bord	entre 12 à 22 m moyenne 12.5 m	entre 7 et 11 m moyenne 9.3 m
Profondeur plein bord	entre 1 à 2.6 m moyenne 1 m	entre 0.8 et 1.6 m
Débit de plein bord m ³ /s	6.6	5.4
Rapport de forme	12.3	entre 6 et 9
Longueur d'onde	/	70 à 90 m
Amplitude des méandres	/	entre 25 et 35 m
Nombre de point d'inflexion (A et B compris)	/	12
Alternance faciès	80 à 120 m	entre 20 et 80 m
Granulométrie	d50 : 58 mm d90/d30 : 2.5 granulométrie étalée	d50 compris entre 45 et 65 mm granulométrie étalée

Tableau 2 : Caractéristiques du Bézo

La création d'un nouveau lit nécessite la mise en place d'un matelas alluvial reconstitué par une recharge en granulats. Les granulats du lit actuel du Bézo seront réutilisés et un apport complémentaire sera nécessaire pour assurer une épaisseur suffisante de granulats. Le matelas alluvial aura une épaisseur comprise entre 40 et 50 cm.

Au-delà des variations géométriques du lit permettant de restaurer une alternance de faciès, une diversification des caractéristiques hauteur/vitesse et granulométrie sera recherchée sur les profils en travers. Pour cela, des petits aménagements seront installés telle la mise en place de blocs en lit mineur, ou de souches en pied de berge. Ces aménagements permettent de diversifier les conditions d'écoulements notamment en période de basses et moyennes eaux.

La pente des berges devra varier entre 2 et 4H/1V. Une attention particulière sera prise dans les courbures des méandres afin de donner au lit un profil général proche de ceux observés dans la nature. La pente des berges en extrados sera plus pentue que dans l'intrados. Comme pour la pente, la hauteur de berge variera entre 0.8 et 1.6 m afin de diversifier la forme des berges.

Une végétalisation complète des berges retalutées sera nécessaire pour stabiliser celles-ci et introduire une ripisylve aujourd'hui absente. La végétalisation proposée prend en compte la localisation vis-à-vis de la digue (respect d'une zone sans végétation ligneuse à proximité de la digue sur le secteur amont), la nécessité d'une reconnexion à la ripisylve existante à l'aval du secteur (corridor), sa localisation le long du tracé (courbure de méandre, zone rectiligne).

La figure suivante donne le tracé envisagé :

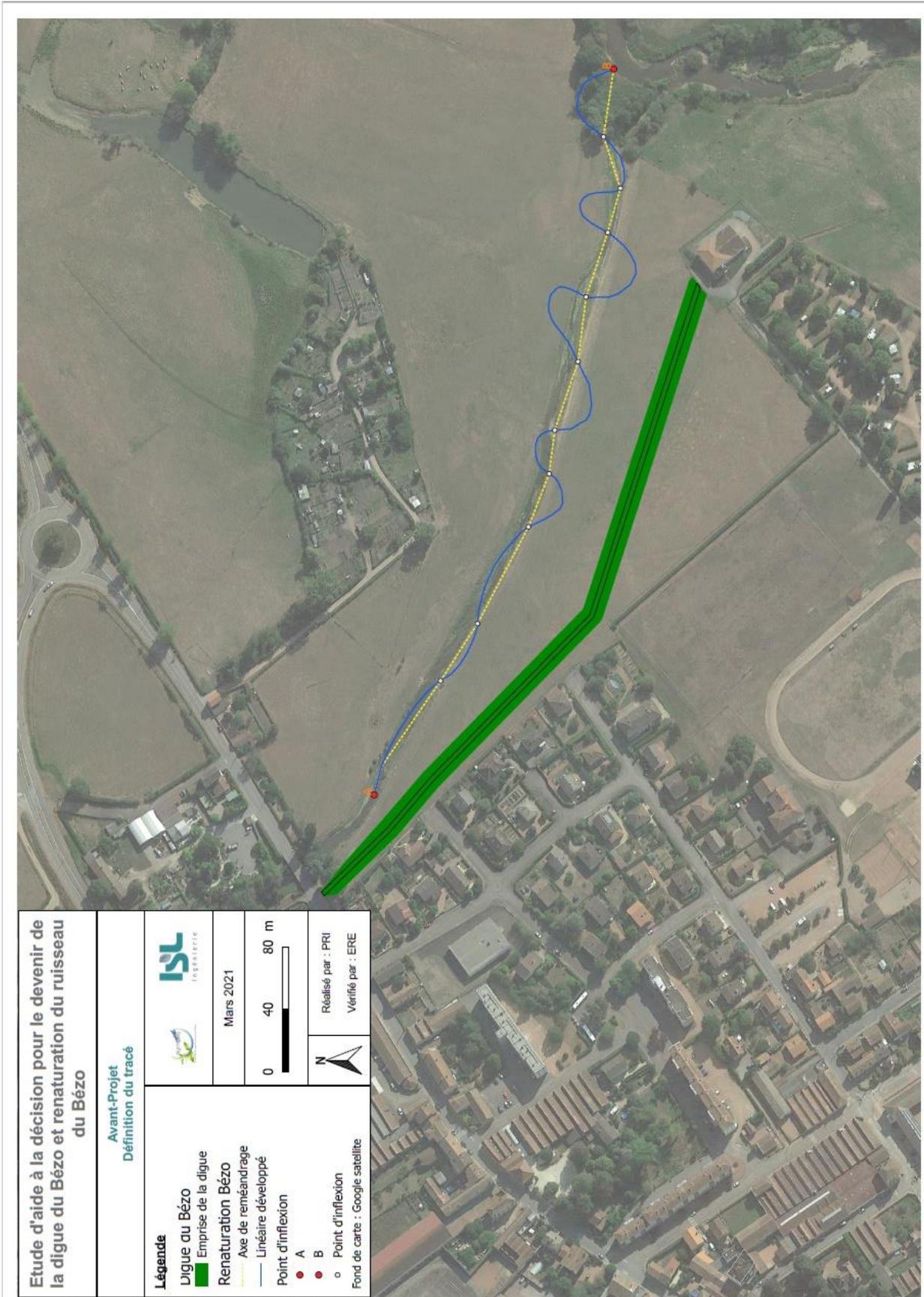


Figure 6 : Tracé envisagé pour le reméandrage du Bézo

Les différents profils utilisés dans le cadre de la définition du nouveau tracé sont présentés ci-après :

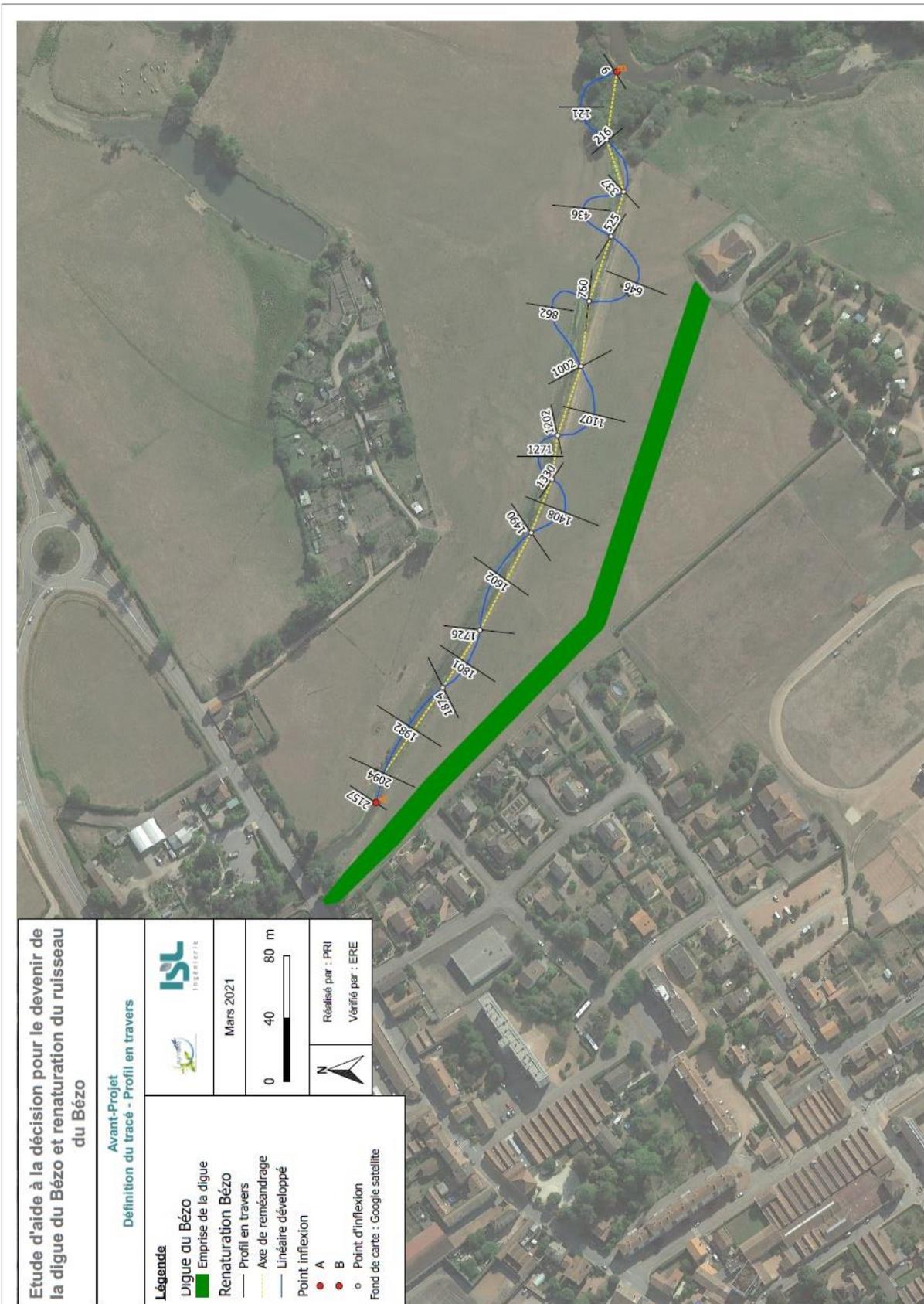


Figure 7 : Profils utilisés dans le cadre du nouveau tracé du Bézo

Le gabarit hydraulique du profil amont n° 2157 constituant le point de raccordement à l'ancien tracé ne sera pas ou peu modifié, seules les berges feront l'objet d'un retalutage.

La carte suivante donne la localisation des différents travaux envisagés :

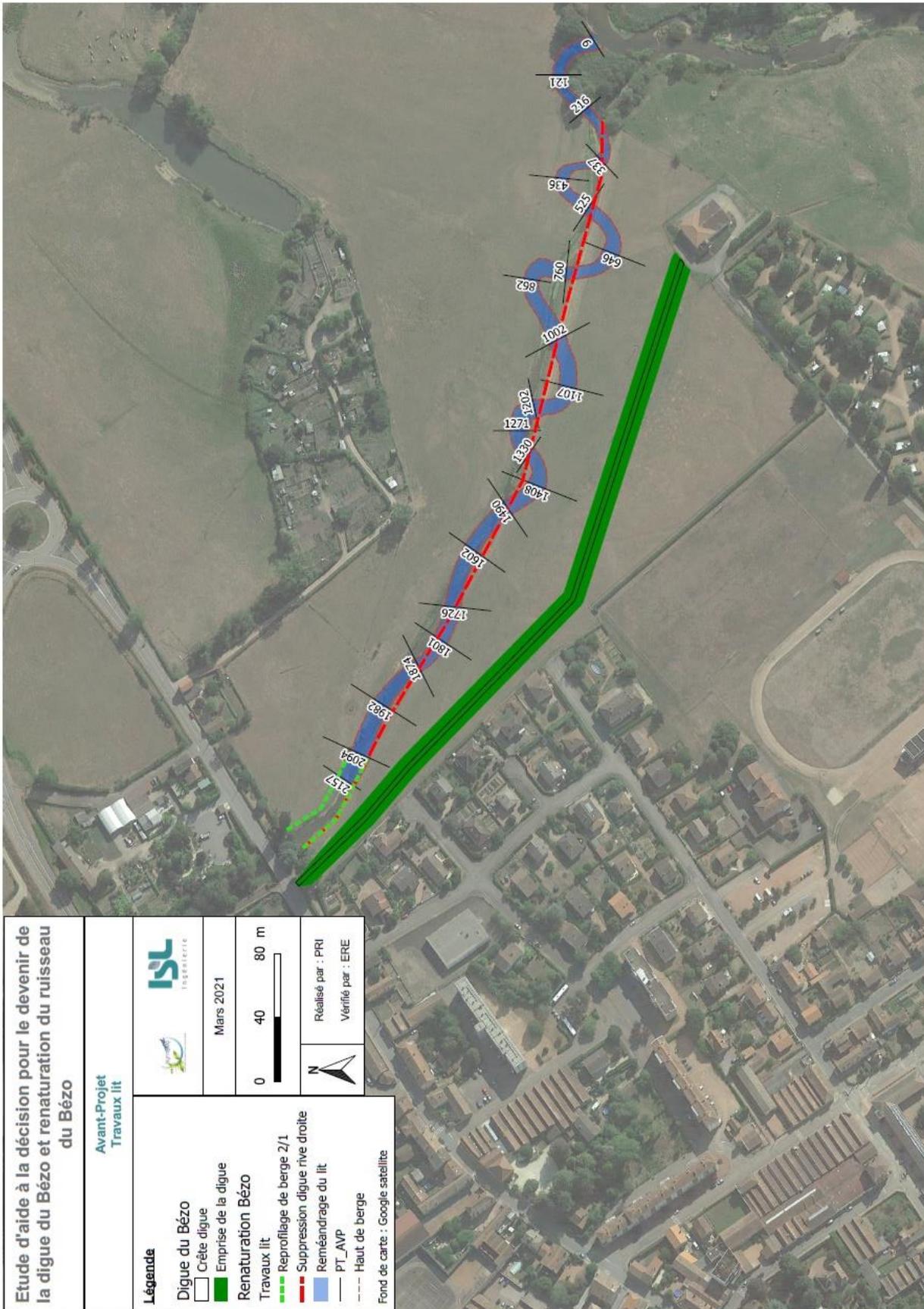


Figure 8 : Travaux envisagés sur les différents tronçons (tracé bleu)

4.2.3.2 Retalutage des berges sur le secteur Bézo

La pente des berges devra varier entre 2 et 4H/1V. Une attention particulière sera prise dans les courbures des méandres afin de donner au lit un profil général proche de ceux observés dans la nature. La pente des berges en extradados sera plus pentue que dans l'intradados. Comme pour la pente, la hauteur de berge variera entre 0,8 et 1,6 m afin de diversifier la forme des berges.

A l'amont du secteur reméandré, un retalutage des berges permettra d'adoucir les profils en rive droite et gauche afin d'assurer la transition entre le secteur restauré et les berges initiales, de favoriser leur stabilité et de permettre une implantation de la végétation rivulaire.

4.2.3.3 Reconstitution de la ripisylve

À l'issue des terrassements des berges du nouveau lit, les travaux de végétalisation seront mis en œuvre.

Ceux-ci comprennent :

- La mise en place de géotextiles biodégradables tissés de coco sur toute la hauteur du talus de densité 900 g/m². Ces géotextiles permettront d'éviter tout risque d'érosion superficielle des sols avant la parfaite reprise des végétaux implantés et de protéger les graines des processus d'emportement par les eaux, notamment durant les périodes d'immersion. Il favorise un démarrage optimal de la végétation par le micro-effet de serre qu'ils engendrent et les capacités de rétention en eau qu'ils possèdent (maintien d'une humidité au sol favorable). D'autre part, par leur décomposition, les géotextiles permettent de libérer des substances susceptibles de participer à la fertilisation du sol.
- L'ensemble des talus terrassés sera végétalisé par ensemencement manuel. Les mélanges grainiers seront composés d'espèces indigènes de prairie humide. Leurs compositions sont présentées dans les listes d'espèces détaillées ci-après. Ils seront composés d'une assez grande diversité d'espèces (minimum dix à quinze). Une densité de 25 à 30 g/m² sera nécessaire.

Mélange grainier pour ensemencement adapté aux berges et prairies humides	
Répartition :	Mélangée
Densité :	30g/m ²
Espèces :	
30% Fleurs sauvages	<i>Achillea millefolium</i>
	<i>Angelica sylvestris</i>
	<i>Anthriscus sylvestris</i>
	<i>Centaurea jacea</i>
	<i>Chaerophyllum bulbosum</i>
	<i>Chrusanthemum segetum</i>
	<i>Crepis biennis</i>
	<i>Filipendula ulmaria</i>
	<i>Gallium mollugo</i>
	<i>Gallium verum</i>
	<i>Heracleum sphondyleum</i>
	<i>Leucanthemum vulgare</i>
	<i>Lotus uliginosus</i>
	<i>Lytrium salicara</i>
	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Prunella vulgaris</i>	
<i>Salvia pratensis</i>	
<i>Silene dioica</i>	
<i>Silene flos cuculi</i>	
70% Graminées	<i>Alopecurus pratensis</i>
	<i>Anthoxantum caespitosa</i>
	<i>Festuca arundinacea</i>
	<i>Holcus lanatus</i>
	<i>Pahlaris arundinacea</i>
<i>Poa trivalis</i>	

Tableau 3 : Composition des mélanges grainiers

La végétalisation se fera en deux temps sur les parties concernées par la mise en place de géotextile, avant la pose de ce dernier, à raison d'environ 10 g/m², puis après la pose avec les quantités restantes. Un roulage de la surface ensemencée sera réalisé afin d'améliorer les conditions de germination et de croissance.

Plantation d'hélophytes

Le pied de berge fera l'objet de plantations d'hélophytes qui viendront compléter la stratification de la ripisylve. Ces espèces sont favorables à la diversité des habitats floristiques en pied de berge et pour de nombreuses espèces animales telles que les batraciens, les odonates et les poissons. Ces végétaux aquatiques vont être favorables à l'amélioration de la qualité de l'eau du Bézo par le pouvoir épurateur des nutriments assuré par leur système racinaire. Ils jouent également un rôle mécanique bénéfique pour la stabilisation du pied de berge.

L'intervention va consister à creuser un trou manuellement, à la pelle ou à la tarière, dont la grandeur est en fonction du volume racinaire. La densité des plantations se fera à raison de cinq pièces/m².

Plantes hélophytes (y compris fourniture de crampillons et agrafes)	
Qualité :	Plantes hélophytes en mini mottes
Répartition :	Mélangée
Densité :	5 pièces / m ²

Espèces :	<i>Carex acutiformis</i>	Fausse laiche aiguë	10%
	<i>Carex riparia</i>	Laiche des rives	10%
	<i>Carex elata</i>		10%
	<i>Iris pseudacorus</i>	Iris des marais	10%
	<i>Lythrum salicaria</i>	Lythrum salicaire	10%
	<i>Phalaris arundinacea</i>	Baldingère	20%
	<i>Phragmites australis</i>	Roseau commun	15%
	<i>Lysimachia vulgaris</i>	Lysimaque commune	5%
	<i>Juncus effusus</i>	Jonc épars	10%

Tableau 4 : Liste des plants d'hélophytes

Mélange n°2 : Plantes hélophytes (y compris fourniture de crampillons et agrafes)			
Qualité :	Plantes hélophytes en mini mottes		
Répartition :	Mélangée		
Densité :	5 pièces / m ²		
Espèces :	<i>Berula erecta</i>	Celeri d'eau	20 %
	<i>Sparganium erectum</i>	Rubaniér	5 %
	<i>Veronica beccabunga</i>	Véronique des ruisseaux	20 %
	<i>Callitriche</i>	Callitriche sp	10 %
	<i>Lycopus europaeus</i>	Lycopé d'Europe	10 %
	<i>Nasturtium officinale</i>	Cresson de fontaine	15 %
	<i>Mentha aquatica</i>	Menthe aquatique	10 %
	<i>Glyceria fluitans</i>	Glycérie flottante	10 %

Tableau 5 : Liste des plants d'hélophytes sur les secteurs potentiel d'habitat Odonates

Végétation ligneuse

Plantation d'arbustes et buissons sous la forme de plants à racines nues de 60 à 90 cm de hauteur afin de reconstituer le cordon boisé riverain d'une largeur de 15 m à partir du haut de berge.

Ces plants seront implantés selon un plan prédéfini prenant en considération les éléments suivants :

- Assurer une reconnexion avec la ripisylve existante amont et aval du Bézo ;
- Assurer une ripisylve stratifiée, hélophytes, arbustes, arbres ;
- Permettre la création d'une haie fourragère sur la parcelle de prairie en rive gauche du Bézo ;
- Permettre la création de plantation de fruitiers en rive droite du Bézo ;
- **Assurer un ombrage du lit en adéquation avec les enjeux écologiques et les espèces présentes en particulier les odonates (maintien de zone ouverte favorisant les habitats des odonates).**

Les plantations viendront en complément de l'ensemencement. Les essences utilisées seront diversifiées, notamment dans les strates, et seront complémentaires au niveau de leur développement racinaire (rhizosphère). La distribution géographique et altitudinale de chaque espèce et qui plus est, l'ordre naturel de succession des boisements alluviaux seront respectés :

essences pionnières à croissance rapide (bois tendres) précédant les espèces climaciques (bois durs) à croissance lente. Les plantations se feront par tâches monospécifiques de quatre à cinq plants de la même espèce, à l'intérieur de massifs de plantation dont la densité variera généralement d'1 à 1,5 pièces/m². La liste de végétaux présentée ci-après détaille les espèces à utiliser.

Liste 1 : Espèces arbustives et buissonnantes	
Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Cornus sanguinea</i>	Cornouiller sanguin
<i>Corylus avellana</i>	Noisetier
<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine
<i>Euonymus europaeus</i>	Fusain
<i>Lonicera xylosteum</i>	Camerisier à balai
<i>Prunus spinosa</i>	Prunelier
<i>Rosa Canina</i>	Eglantier
<i>Rhamnus cathartica</i>	Nerprun purgatif
<i>Salix caprea</i>	Saule marsault
<i>Sambucus nigra</i>	Sureau noir
<i>Fraxinus excelsior</i>	Frêne élevé
<i>Acer Pseudoplatanus</i>	Erable sycomore
<i>Viburno lantana</i>	Viorne lantane

Tableau 6 : liste des plants à racines nues

Liste 2 : Espèces arbustives et buissonnantes	
Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Cornus sanguinea</i>	Cornouiller sanguin
<i>Corylus avellana</i>	Noisetier
<i>Crataegus monogyna</i>	Aubépine
<i>Euonymus europaeus</i>	Fusain
<i>Lonicera xylosteum</i>	Camerisier à balai
<i>Prunus spinosa</i>	Prunelier
<i>Rosa Canina</i>	Eglantier
<i>Rhamnus cathartica</i>	Nerprun purgatif
<i>Sambucus nigra</i>	Sureau noir
<i>Viburno lantana</i>	Viorne lantane

Tableau 7 : liste des plants à racines nues secteur Odonates

4.2.3.4 Aménagements connexes

Le SYMISOA souhaite mettre en valeur la zone qui sera nouvellement aménagée, dans un but de valorisation paysagère mais aussi pédagogique.

Le cheminement envisagé permettra d'effectuer une boucle depuis le camping du Charlieu au sud du Bézo, en passant par le secteur renaturé et en franchissant le Bézo sur des pas japonais. La mise en œuvre de ces blocs dans le lit présente un attrait pédagogique en permettant le contact du promeneur avec la rivière. Cet aménagement devient submersible en période de crue, le passage n'étant alors plus possible.



Figure 9 : Exemple de mise en œuvre de pas japonais sur sentier de randonnée pédestre

Le cheminement se poursuit le long de la pâture pour rejoindre l'étang des Gaces et ensuite la rue Jean Jaurès par un escalier rustique. Un chemin gravillonné en pied de digue, puis une rampe sur la digue (190 m de long et 1.5 à 3.5 m de large) permettra un accès depuis cette rue et se poursuivra par un chemin rustique jusqu'au franchissement sur le Bézo.

Le chemin gravillonné sera réalisé avec un mélange de grave de granulométrie 0/10 ou 0/14 mm compactés mécaniquement sur une épaisseur de 10 cm. Une couche de forme en grave de granulométrie 0/31,5 mm servira de support au chemin.

Les cheminements rustiques seront réalisés par un mélange terre pierre (50 % de pierres et 50 % de terre végétale avec enherbement). La largeur minimale préconisée est de 1.5 m. La longueur totale du cheminement rustique est d'environ 1.2 km.

Des abreuvoirs seront mis en œuvre dans la pâture en rive gauche du Bézo, ceux-ci seront alimentés par le Sornin.

Il s'agira de dispositif de pompe à museau. Leur nombre sera adapté en fonction du nombre de têtes et de la nature des animaux. Ce type de dispositif est préconisée pour des troupeaux de taille moyenne (< 30 UGB). L'alimentation de ces pompes va traverser le cheminement piétonnier, un aménagement dans le chemin (rigole), ou une protection de l'alimentation (goulotte) devra être envisagé afin d'éviter une usure prématurée du dispositif et prévenir les risques de chutes des promeneurs.

4.2.4 PLANS

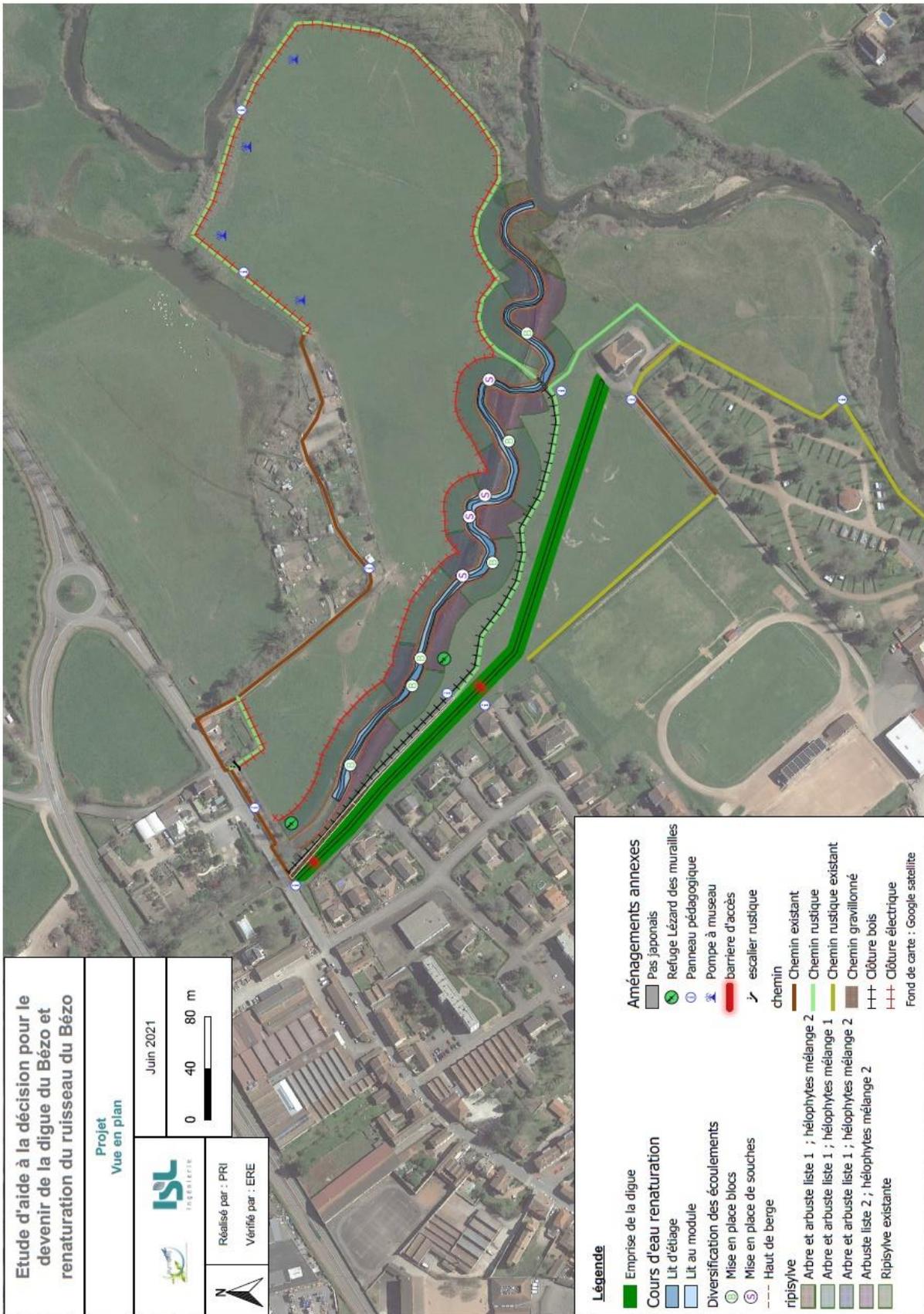


Figure 10 : Cartographie des aménagements prévus dans le cadre de la renaturation du Bézo

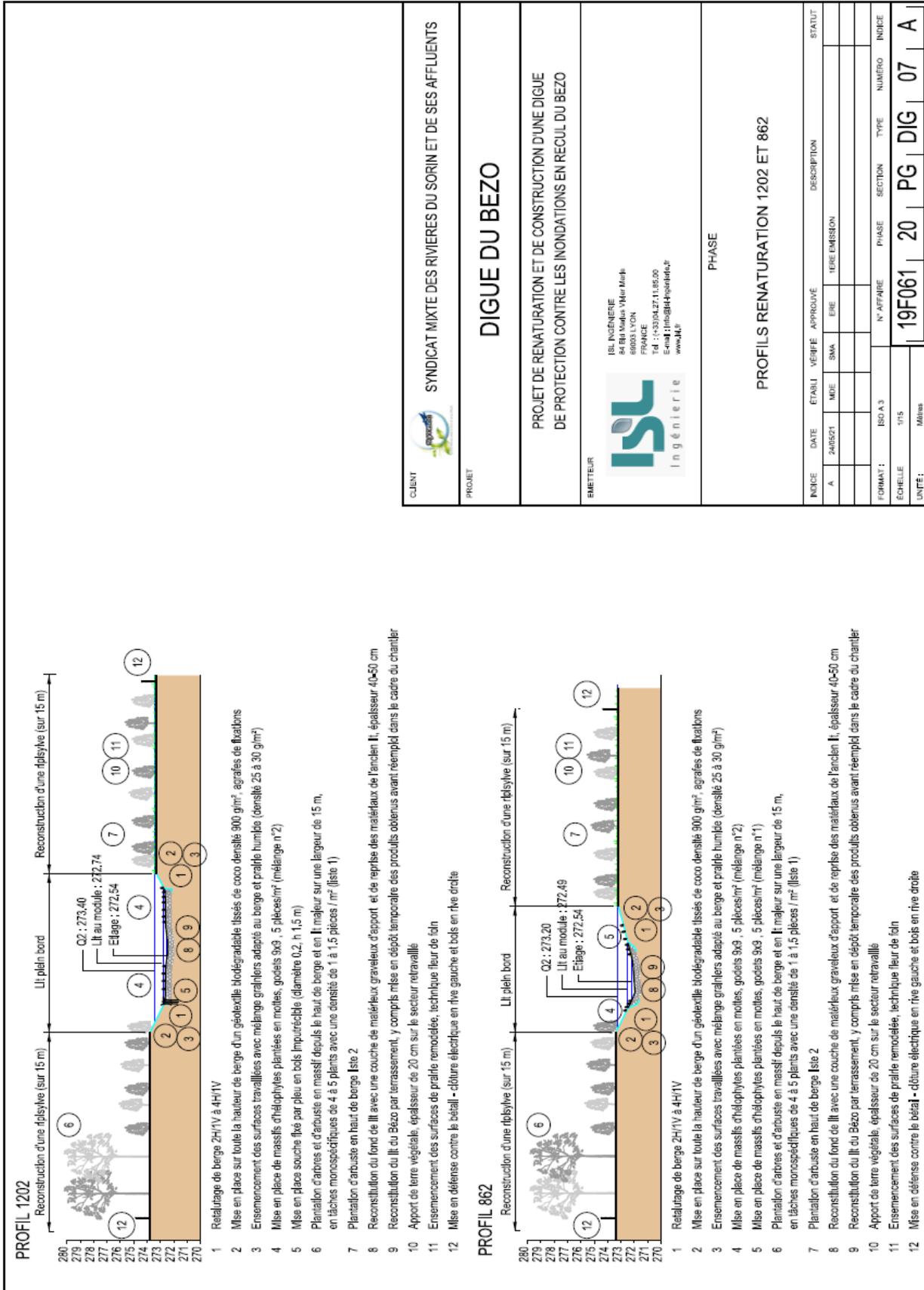


Figure 11 : Profil en travers des section 1202 et 862 du Bézou

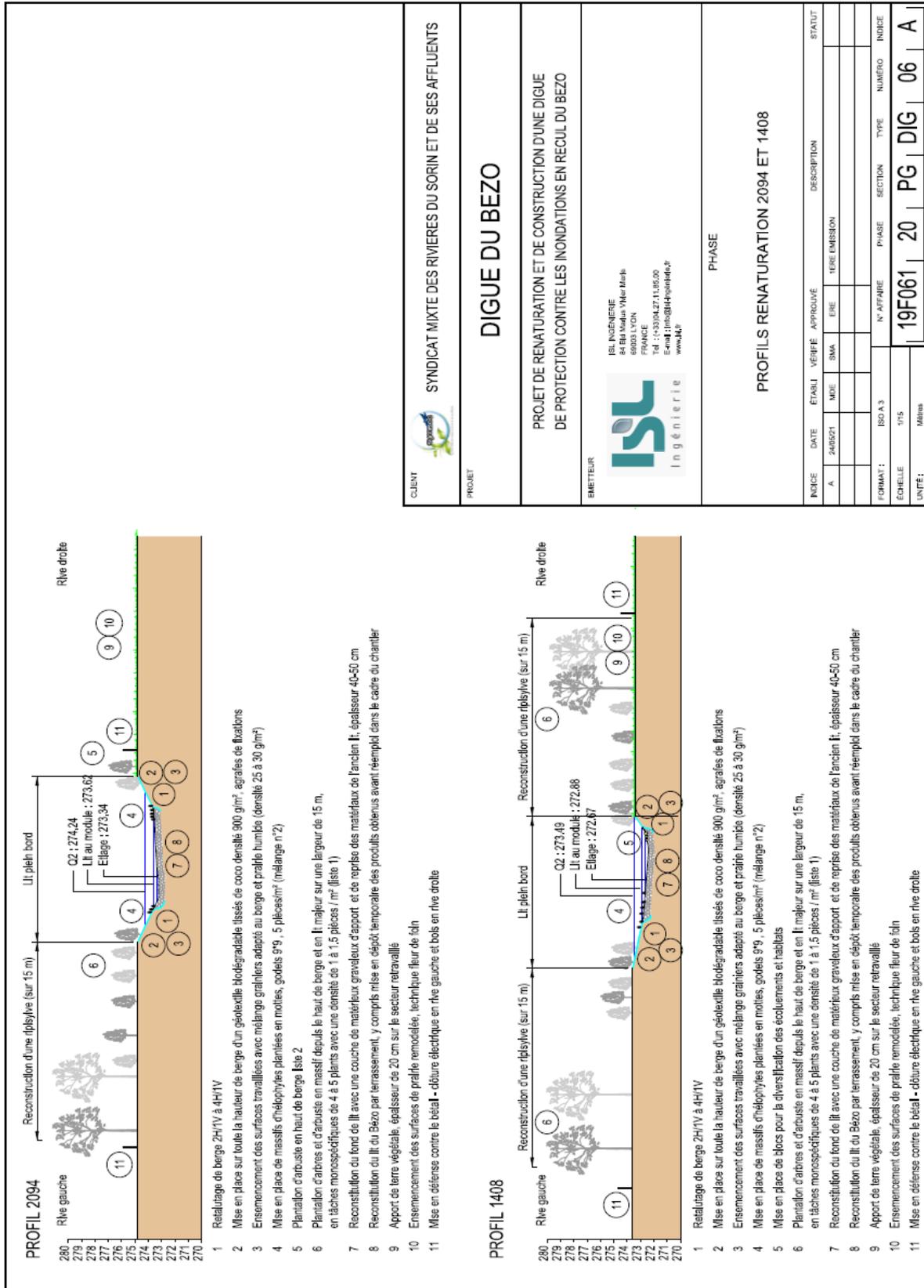


Figure 12 : Profil en travers des section 2094 et 1408 du Bézo

4.3 RECONSTRUCTION DE LA DIGUE DU BÉZO

Afin de protéger la commune de Charlieu vis-à-vis des risques d'inondation, les élus co-porteurs de la responsabilité du risque inondation (SYMISOA, commune de Charlieu et Communauté de communes) souhaitent déconstruire la digue existante en rive droite du Bézo et reconstruire une nouvelle digue en remblai au plus près des enjeux. Le niveau de protection pour le nouveau système d'endiguement est fixé pour une crue quinquennale.

4.3.1 TRAVAUX DE DÉCONSTRUCTION DE LA DIGUE

La digue actuelle sera arrasée à l'aide d'une pelle mécanique. Aucun plan de construction de la digue n'a été retrouvé. D'après les échanges avec les riverains, la digue du Bézo aurait été érigée à la fin des années 60 selon la technique des déblais / remblais à l'aide des matériaux issus du creusement d'un lit mineur rectifié du Bézo. Ainsi, les matériaux extraits des fouilles des travaux de rectification du lit du Bézo ont été mis en remblai pour constituer la digue.

Les caractéristiques de cette dernière sont les suivants :

- Longueur de 500 m,
- Hauteur sur terrain naturel côté zone protégée variant entre 60 cm et 1,80 m,
- Largeur en crête variant entre 80 cm et 4,0 m,
- Pente du talus aval douce variant entre 4 et 8H/1V.

Les matériaux issus de la digue sont conservés afin de les mettre en œuvre sur la zone d'emprunt de la nouvelle digue.

Le volume estimé de la digue actuelle est de 5 100 m³

4.3.2 CRÉATION DE LA DIGUE

La digue sera implantée en rive droite du Bézo, en recul du cours d'eau et au droit des enjeux à protéger. Elle s'accroche aux remblais du pont de la rue Jean Jaurès à l'amont et se ferme sur le merlon de la station AEP à l'aval. Elle présente une longueur totale de 481,5 m et sa hauteur sur le terrain naturel varie entre 0,48 m et 1,93 m.

Une rampe d'accès est accolée à la digue sur son tiers amont. Elle permet d'accéder, depuis la rue Jean Jaurès, au cheminement pédagogique mis en place le long du Bézo. Cette rampe est érigée à l'aide de matériaux de nature similaire à ceux composant le corps de la digue. Son talus amont est enherbé pour assurer son intégration paysagère et sa crête est aménagée d'une piste gravillonnée (couche de finition en 0-31 mm).

La digue se compose de :

- Un corps en matériaux peu perméables, à vocation d'étanchéité et de stabilité,
- Un drain horizontal constitué par un géosynthétique séparant la fondation du remblai sur son tiers aval,
- Une tranchée drainante et filtrante en pied aval captant les écoulements en fondation,
- Un enherbement des talus réalisé à partir des produits du décapage et disposé sur un grillage anti-fouisseurs du terrain naturel jusqu'à la crête,
- Une piste enherbée en crête, réalisée à partir des produits du décapage et disposé sur un grillage anti-fouisseurs.

Le géosynthétique comprend une âme drainante prise entre deux géotextiles de filtration de fort grammage (>400 g/m²) afin de prévenir leur endommagement en phase travaux.

Une section résistante à la surverse est mise en place sur 205 m de long, elle est protégée contre la surverse par une géogrille. Une poutre-seuil en béton armé est disposée en crête afin :

- de prévenir les écoulements au travers de la terre végétale avant surverse par infiltration,

- d'améliorer le coefficient de débit du déversoir,
- de régler avec précision sa cote.

Les caractéristiques géométriques et les fonctions des composants de la digue sont précisées dans le tableau suivant.

	Caractéristiques géométriques	Fonction
Digue	Fruit du talus amont : 2H/1V Fruit du talus aval : 2H/1V Longueur en crête : 481,5 m Largeur max à la base : 7,36 m Cote de crête : variable entre 277,63 et 274,2 m NGF Volume : 6 000 m ³ Décapage/purge : -40 cm sous TN	Retenir l'eau
Drain horizontal	Longueur : XX m	Drainer les infiltrations et abaisser la piézométrie dans le remblai et la fondation
Tranchée aval drainante	Profondeur : atteinte des graves sableuses soit environ -1 m sous le TN	Capter et filtrer les écoulements de fondation
Piste en crête	Largeur : 3,5 m	Circuler occasionnellement en crête pour effectuer l'entretien de la digue (éco-pâturage privilégié) Accéder à pied à la poutre seuil du déversoir
Enherbement et grillage anti-fouisseur	Epaisseur : 0,2 m	Protéger contre l'érosion et le ravinement Prévenir les terriers de fouisseurs

Tableau 8 : Caractéristiques géométriques et fonctions des composants de la digue

4.3.3 PLANS

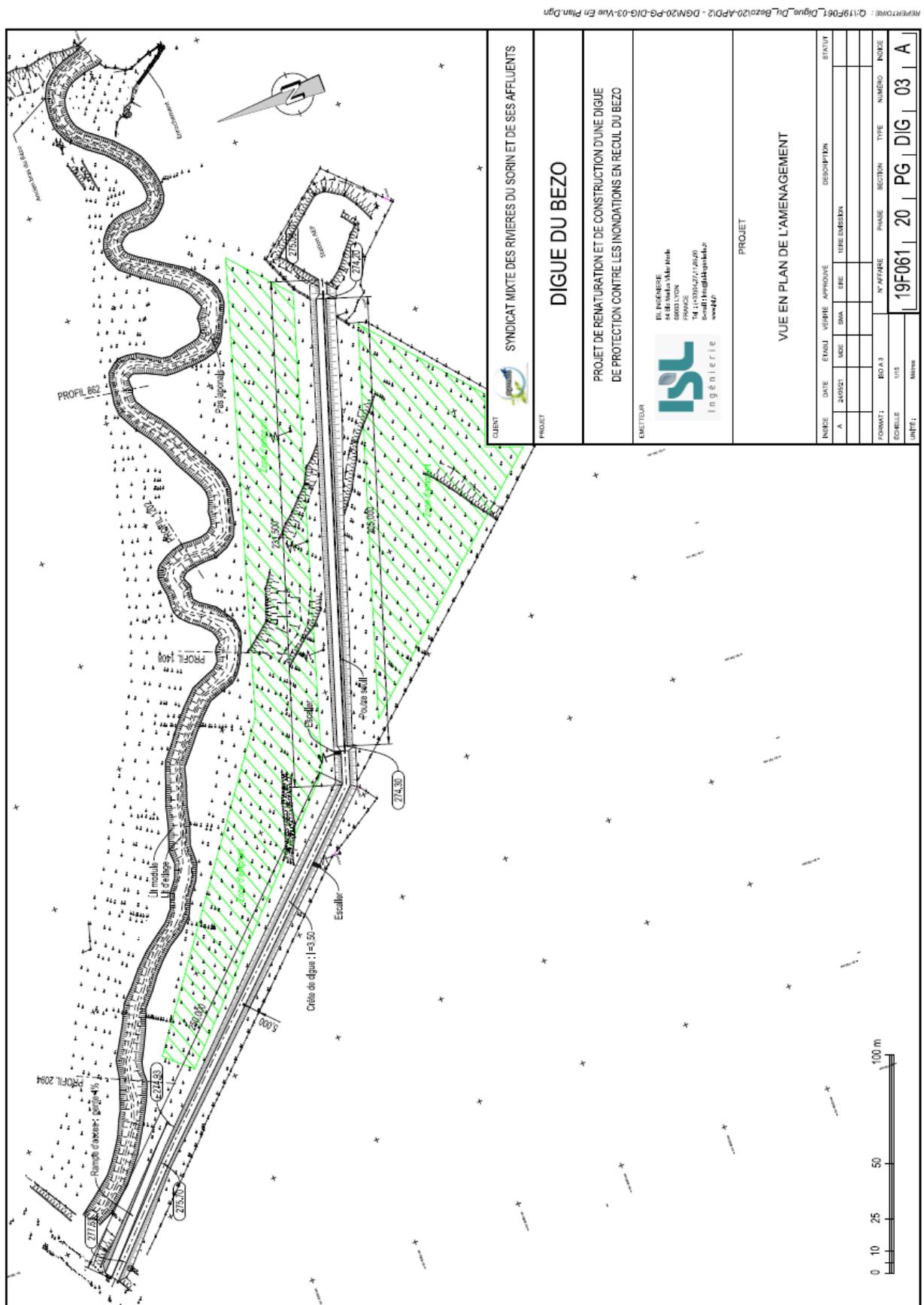


Figure 13 : Profil en long de la nouvelle digue

REFERENCE : Q:19F061_Digue_Du_Bezo20-APD2 - DM20-PG-DIG-03-Vue En Plan Dgn

CLIENT SYNDICAT MIXTE DES RIVIERES DU SCRIN ET DE SES AFFLUENTS

PROJET DIGUE DU BEZO

PROJET DE RENATURATION ET DE CONSTRUCTION D'UNE DIGUE DE PROTECTION CONTRE LES INONDATIONS EN RECOL DU BEZO

MAITRE D'OUVRAGE
ISL
 Ingénierie

ISL INGENIERIE
 10 rue des Miroirs
 69003 LYON
 FRANCE
 Tel : 03 78 24 71 70
 Email : info@isl.fr

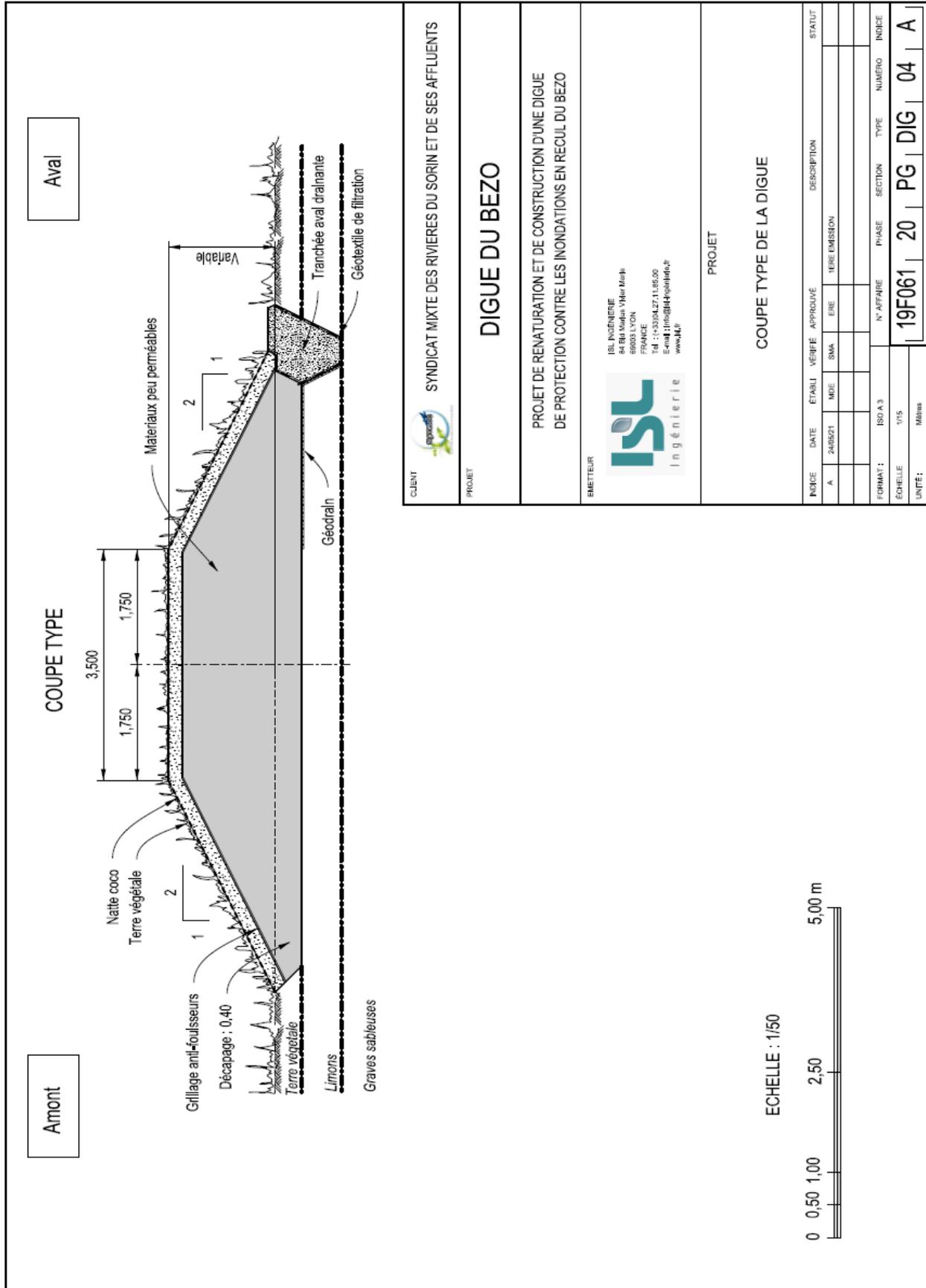
PROJET VUE EN PLAN DE L'AMENAGEMENT

INDICE	DATE	ETABLI	VERIFIE	APPROUVE	DESCRIPTION	STATUT
A	24/05/21	MSA	EBE		TITRE D'EMISSON	

FORMAT	PROJ.3	N° AFFAIRE	PHASE	SECTION	TYPE	NUMERO	INDICE
SCHÉLLE	1/15					19F061_20_PG_DIG_03	A

UNITE: Mètres

REFERENCIE : C:\Users\Galaxie\Nextcloud\BENTLEY_CONF\GISL_Library\Cell\ISL_Cadres_Cel



REPERTOIRE : C:\Users\Galaxie\Documents\BENTLEY_CONFIG\ISL_Library\Civil3D_Cadres.Cad

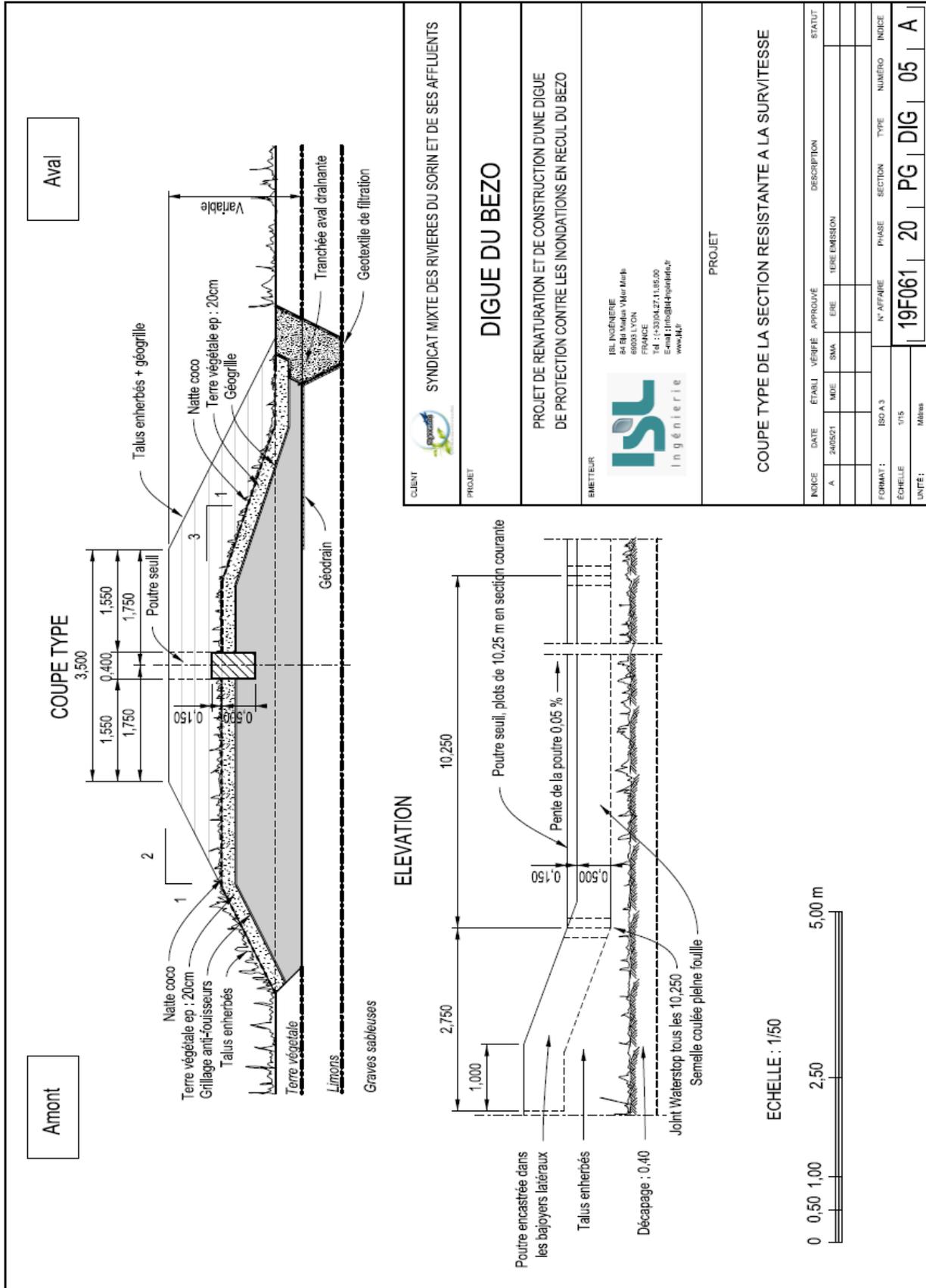


Figure 14 : Profils en travers de la nouvelle digue

4.4 GESTION DES EAUX EN PHASE TRAVAUX

4.4.1 GESTION DES EAUX DU BÉZO PENDANT LES TRAVAUX DE REMÉANDRAGE DU COURS D'EAU

Les opérations de reméandrage du lit devront être réalisés hors d'eau. Pour cela, il conviendra de mettre en place un batardeau dans le lit du Bézo et de détourner ses eaux via une dérivation temporaire.

Les batardeaux ont pour objectif de protéger le chantier jusqu'à une crue biennale (5,4 m³/s).

	Batardeau aval – Phase 1	Batardeau amont – Phase 2
Cote de crue biennale (5,4 m ³ /s)	273,56 m NGF	274,26 m NGF
Cote du batardeau (10 cm de revanche)	273,66 m NGF	274,36 m NGF

Tableau 9 : Cote de protection des batardeaux (phase 1 et 2)

Les batardeaux doivent répondre aux exigences suivantes :

- Mise hors d'eau des secteurs à renaturer ;
- Protection du chantier jusqu'à la crue biennale.

Il est envisagé deux scénarios d'exécution des travaux :

- Soit les travaux de renaturation sont effectués après les travaux de la construction de la nouvelle digue et le reméandrage peut être effectué sur sa totalité,
- Soit les travaux de construction de la digue et de renaturation sont menés en parallèle et un phasage des travaux est mis en place.

Dans le premier cas, la mise en place du batardeau sera effectuée à l'amont de la zone à reméandrer et une dérivation temporaire en rive droite sera mise en œuvre. Il appartiendra à l'entrepreneur de proposer une solution de batardeau permettant de réaliser les travaux hors d'eau. De même, l'entrepreneur proposera une méthodologie de mise en œuvre de dérivation temporaire du Bézo.

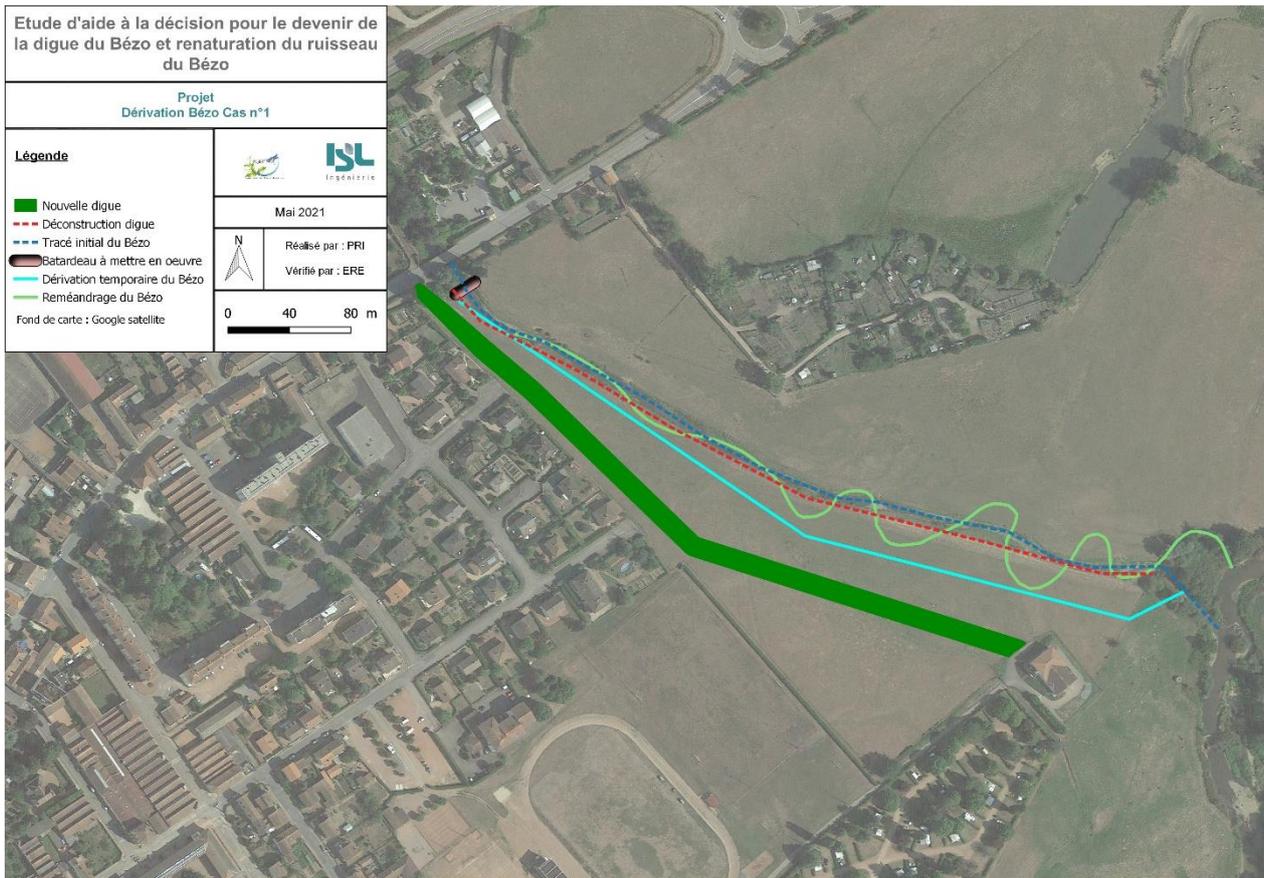


Figure 15 : Dérivation du Bézo - Cas n°1

Dans le cas de travaux conjoints de la digue et de la renaturation, le phasage des travaux est détaillé dans le tableau ci-après.

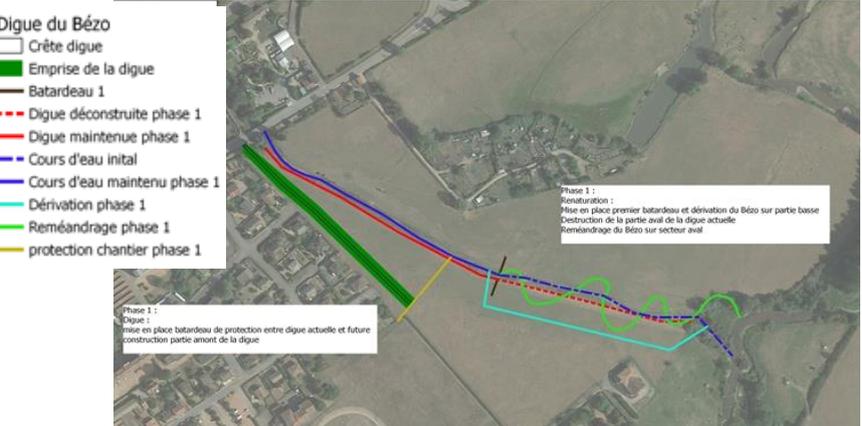
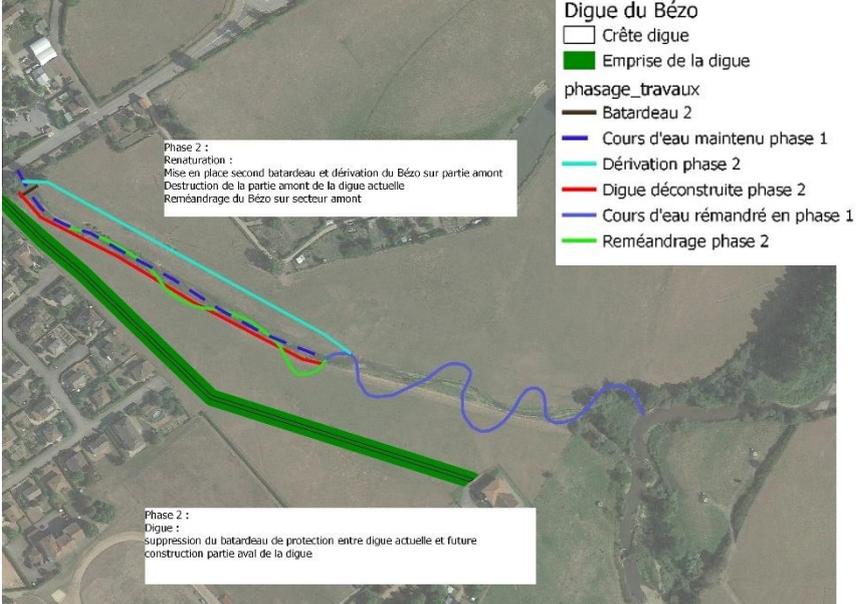
N°	Description des travaux	Illustration
1	<p>Construction de la partie amont de la digue en retrait sur 250 m</p> <p>Déconstruction de la partie aval de la digue existante sur environ 235 m</p> <p>Reméandrage de la partie aval du Bézo</p>	
2	<p>Construction de la partie aval de la digue en retrait, y compris son déversoir</p> <p>Déconstruction de la partie amont de la digue existante</p> <p>Reméandrage de la partie amont du Bézo</p>	

Tableau 10 : Phasage des travaux envisagés (cas n°2)

Dans le second cas, les travaux de reméandrage seront réalisés en deux phases, impliquant :

- En phase 1 : la réalisation d'un batardeau et la mise en œuvre d'une dérivation temporaire du Bézo en rive droite,
- En phase 2 : la réalisation d'un batardeau en amont de la zone de reméandrage et la mise en œuvre de la dérivation temporaire du Bézo en rive gauche entre le secteur amont et le secteur nouvellement renaturé.

Il appartiendra à l'entrepreneur de proposer une solution de batardeau permettant de réaliser les travaux hors d'eau. De même, l'entrepreneur proposera une méthodologie de mise en œuvre de dérivation temporaire du Bézo intégrant le séquençage des travaux de renaturation.

4.4.2 PROTECTION DE CHANTIER LORS DE LA CONSTRUCTION DE LA DIGUE EN REcul

4.4.2.1 Préambule

On distingue deux crues de protection du chantier :

- La crue de force majeure, correspondant à l'événement hydrologique au-delà duquel il y a motif à indemnisation de l'entreprise réalisant les travaux.

- La crue de mise en sécurité du chantier correspondant à la crue de danger en phase de chantier.

Les propositions de crue à retenir sont justifiées ci-après.

4.4.2.2 Crue de force majeure

La **crue de force majeure** correspond à l'événement hydrologique au-delà duquel il y a motif à indemnisation de l'entreprise réalisant les travaux par application du cas de force majeure défini à l'article 18.3 du CCAG Travaux. Cette crue doit être rare (période de retour à définir).

Le niveau de protection de chantier peut être plus faible ; dans ce cas, le marché doit explicitement prévoir les modalités de rémunération en cas de submersion (entre niveau de protection et crue de force majeure). C'est notamment le cas des travaux de renaturation s'effectuant dans le cours d'eau et qui sont soumis à l'aléa inondation dès l'atteinte du débit morphogène, de l'ordre de 2 ans.

Les travaux de construction de la digue peuvent être protégés au moyen d'un batardeau de chantier, existant déjà en lieu et place de la digue actuelle offrant un niveau de protection de l'ordre de 5 ans. Les travaux de construction de la digue durent environ 3 mois.

La partie n°6 de l'Eurocode 1 (norme NF EN 1991-1-6) donne les périodes de retour recommandées pour la détermination des valeurs caractéristiques des actions climatiques. Le tableau est reproduit ci-dessous.

Tableau 3.1 — Périodes de retour recommandées pour la détermination des valeurs caractéristiques des actions climatiques

Durée	Période de retour (années)
≤ 3 jours	2 ^{a)}
≤ 3 mois (mais > 3 jours)	5 ^{b)}
≤ 1 an (mais > 3 mois)	10
> 1 an	50

a) Le choix d'une durée nominale de trois jours, pour des phases d'exécution de courte durée, correspond à l'intervalle de temps de prévisions météorologiques fiables là où se trouve le chantier. Ce choix peut aussi s'appliquer à une phase d'exécution un peu plus longue, si des mesures d'organisation appropriées sont prises. Le concept de période de retour moyenne n'est généralement pas adapté à une courte durée.

b) Pour une durée nominale pouvant atteindre trois mois, les actions peuvent être déterminées en tenant compte, selon le cas, de variations climatiques et météorologiques saisonnières et de plus courte durée. Par exemple, l'importance de la crue d'un fleuve dépend de la période de l'année considérée.

Figure 16 : Périodes de retour recommandées pour la détermination des valeurs caractéristiques des actions climatiques - Extrait de la norme NF EN 1991-1-6

Pour une durée de chantier inférieure à 3 mois, la norme recommande de considérer des actions météorologiques de période de retour quinquennale.

Il est proposé au Maître d'Ouvrage de retenir comme crue de force majeure la crue quinquennale qui correspond au niveau de sûreté de la digue actuelle et donc d'utiliser la digue actuelle en batardeau de protection du chantier.

Le planning présenté au paragraphe 4.4.1 détaille deux scénarios d'exécution des travaux :

- Soit les travaux de la digue sont intégralement effectués avant ceux de renaturation du Bézo et la digue actuelle reste en place durant toute la durée de la montée des remblais de la digue en recul : le chantier de construction de la digue est protégé durant la totalité de sa durée d'exécution,

- Soit les travaux de construction de la digue et de renaturation sont menés en parallèle et un phasage des travaux est mis en place.

Durant la phase 1, la partie amont de la digue existante est maintenue en place de sorte à protéger la zone de chantier pour la conduction de la partie amont de la digue en retrait. La partie aval de la digue existante est déconstruite pour pouvoir procéder au reméandrage du Bézo sur sa moitié aval.

Une modélisation hydraulique de la phase 1 du chantier a été réalisée, intégrant la suppression de la digue actuelle longeant le Bézo sur sa moitié aval. La zone de construction de la digue en recul de phase 1 n'est inondée par une crue de période de retour de 10 ans, donc a fortiori par une crue de période de retour inférieure. Aussi, le maintien de la digue existante sur sa moitié amont suffit à protéger le chantier. L'extrait de carte suivante présente la zone inondée par une crue de période de retour 10 ans en phase 1 du chantier.

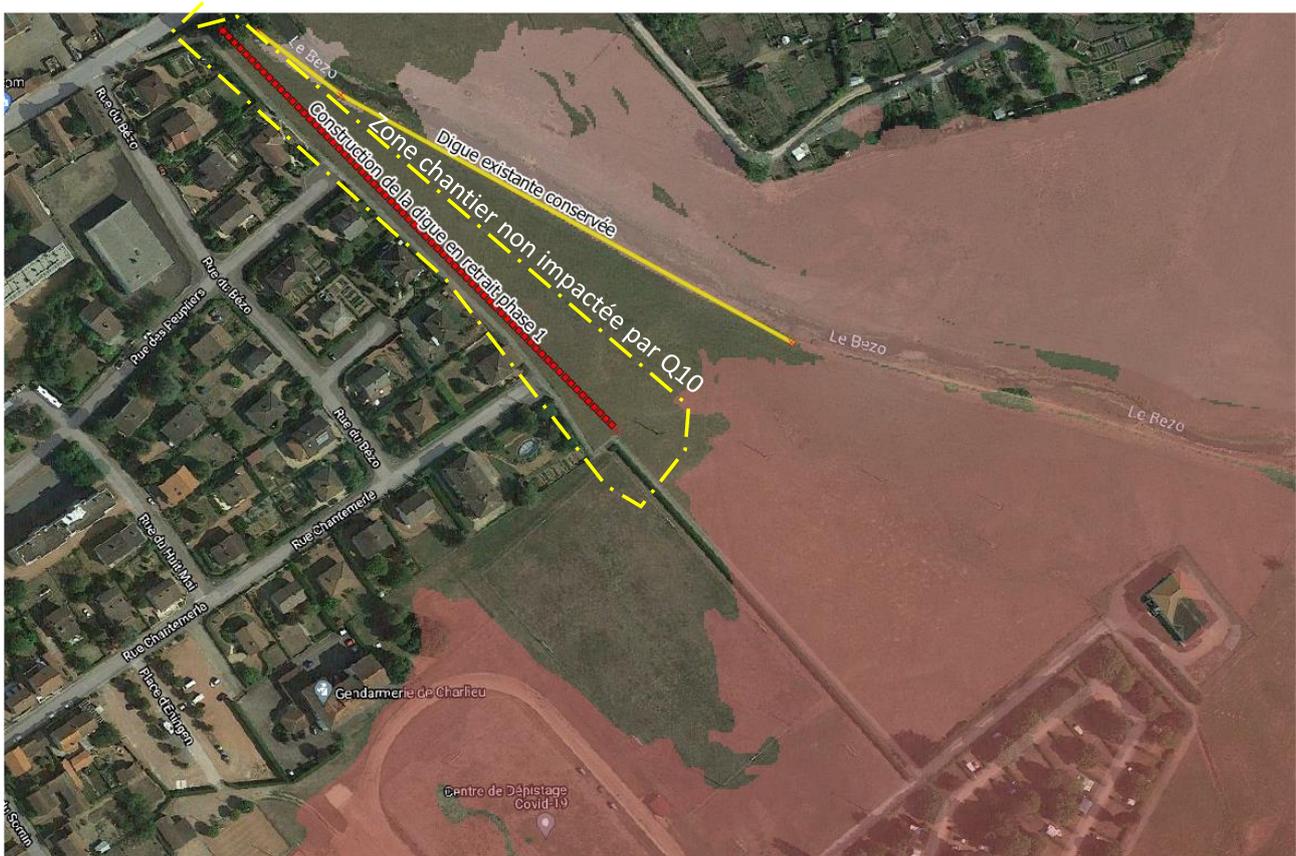


Figure 17 : Emprise inondée par Q10 en cas de suppression de la digue actuelle sur sa moitié aval – Phase 1 du chantier

Durant la phase 2 du chantier, la zone de chantier n'est plus protégée par la digue existante, cette dernière ayant été déconstruite lors de la phase 1. Il convient donc d'identifier la hauteur du batardeau de chantier à ériger pour se protéger contre une crue de chantier d'occurrence 5 ans. Ce batardeau sera intégré à la digue, par souci d'économie de temps et de matériaux. Durant la période nécessaire à son édification, les travaux se trouvent exposés à un risque de submersion.

Afin de définir la hauteur du batardeau à ériger pour la phase 2, une modélisation hydraulique a été effectuée considérant :

- La démolition totale de la digue existante,
- Le reméandrage du Bézo,
- La présence d'un batardeau (hauteur à déterminer) dans l'axe de la digue, empêchant les venues d'eau du Bézo de surverser par-dessus ce dernier,

- Une crue de période de retour 5 ans.

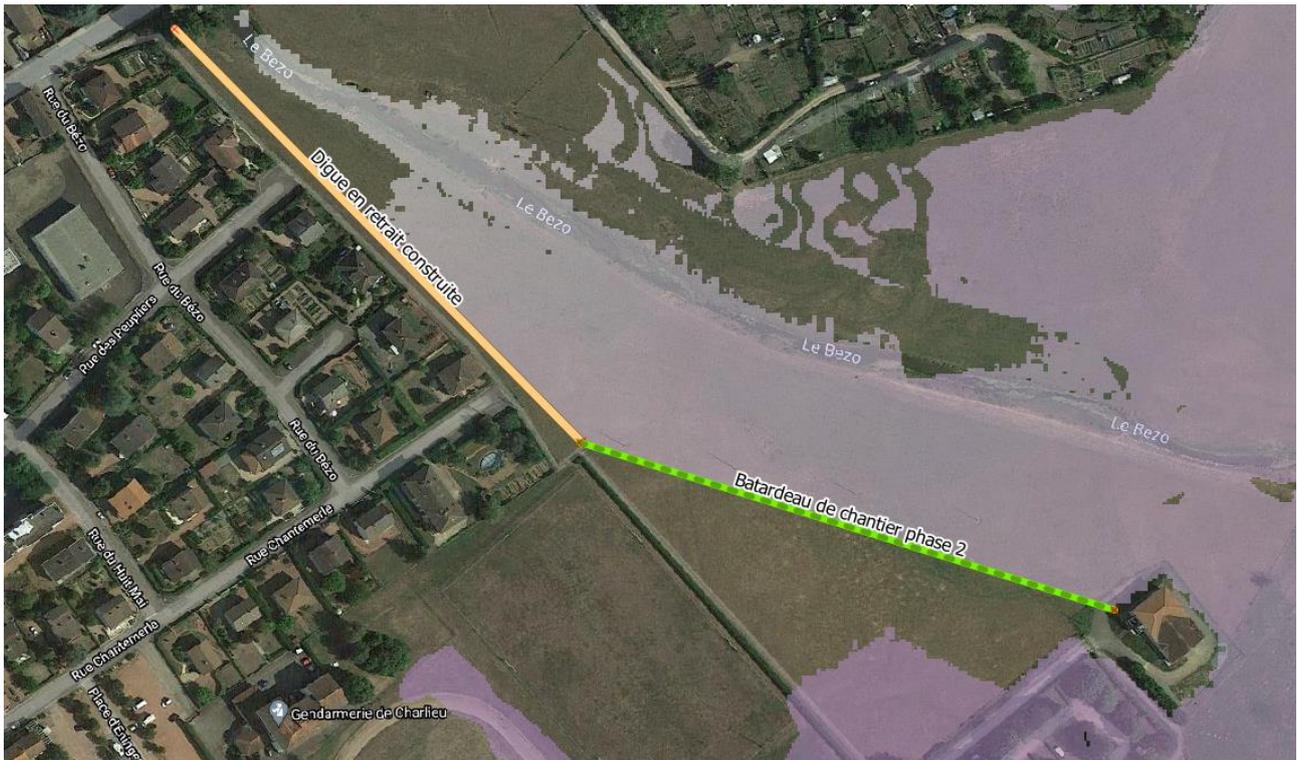


Figure 18 : Batardeau de chantier de phase 2

La ligne d'eau le long du batardeau de chantier est définie sur le graphique suivant.

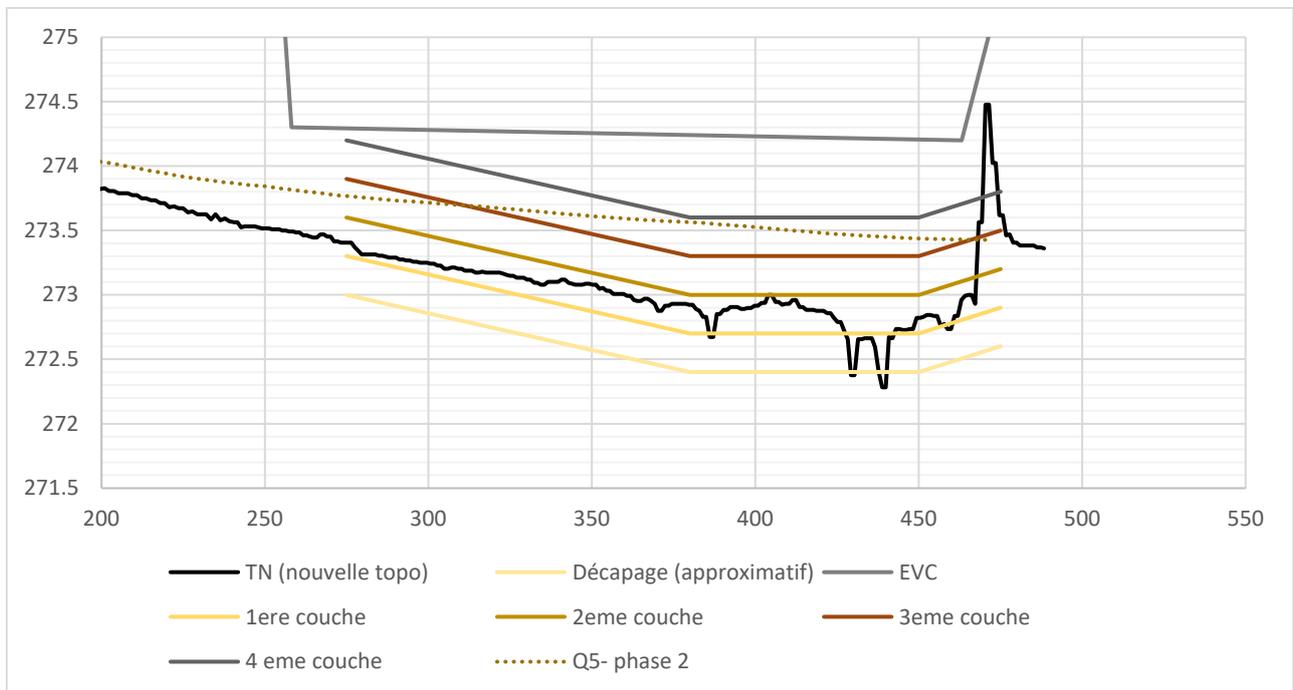


Figure 19 : Ligne d'eau le long de la digue pour Q5

Le batardeau à construire est intégré au corps de digue. Sa construction correspond au décapage et la mise en œuvre de 4 couches de remblai argileux du corps de digue. La section du batardeau à construire est définie ci-dessous.

Sa construction, décapage compris, est estimée à 4 jours. Durant cette période, le chantier n'est pas protégé. Néanmoins, la période est jugée suffisamment courte pour que les prévisions météorologiques puissent être suffisamment fiables pour permettre de viser une fenêtre hors épisode de crue d'été.

4.4.2.3 Risque hydraulique en phase chantier

La **crue de mise en sécurité du chantier** correspond à la crue de danger en phase de chantier. Dit autrement, il convient que la phase de construction de la digue ne présente pas un risque pour les enjeux situés à son aval, supérieur à celui contre lequel la digue définitive les prémunit avec une probabilité de rupture de 50% (la crue de danger).

Le risque associé à la construction de la digue ne doit donc pas dépasser 0,1. Il est recherché la période de retour de la crue correspondant à ce risque, considérant que la phase critique des travaux se situe lors de la phase 2 : la digue existante est déposée mais le déversoir de sécurité de la digue en recul pas encore construit. Cette phase critique du chantier est prévue pour durer 2 mois.

Si on considère que le risque hydrologique est identique sur cette période de travaux, alors la période de retour contre laquelle il convient de se prémunir est de 2 ans, soit la crue morphogène du Bézo. Comme la crue biennale est contenue dans le lit mineur du Bézo, la construction de la digue ne constitue pas un surrisque pour les enjeux aval comparativement à la configuration définitive après travaux.

4.5 ACCÈS AU CHANTIER

Les emplacements des installations de chantier seront proposés par les entreprises en charge des travaux parmi les terrains mis à leur disposition par le Maître d'Ouvrage et devront recevoir l'agrément du Maître d'Œuvre. Il est envisagé la mise à disposition de :

- L'ensemble des parcelles communales longeant le Bézo. Cependant, il s'agit de parcelles inondables dès Q2. La base-vie devra être conçue en conséquence (installation en étage) et installée en retrait des emprises de travaux,
- La place Eningen pour le stationnement des véhicules de chantier.

Les pistes d'accès nécessaires au chantier sont laissées à l'initiative des entreprises de travaux sur la zone de chantier (absence d'incidence) et seront soumises à l'acceptation du Maître d'œuvre. Il est envisagé d'accéder au chantier par :

- La rue Jean Jaurès, soit en rive droite soit en rive gauche du Bézo,
- La rue des peupliers,
- La rue chantemerle,
- L'accès à la station AEP,

La figure suivante présente les différents emplacements de la base-vie envisagés, ainsi que les accès au chantier :

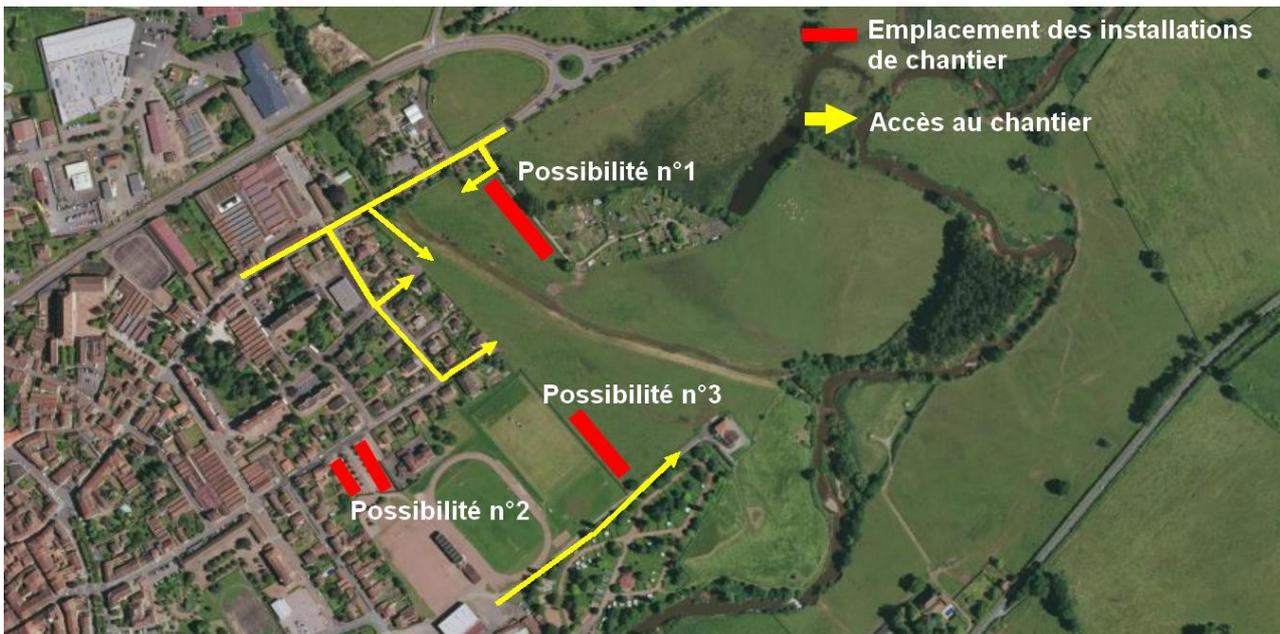


Figure 20 : Emplacement des installations de chantier et accès au site

5 SENSIBILITÉ ENVIRONNEMENTALE DE LA ZONE D'IMPLANTATION ENVISAGÉ

La zone de projet se trouve en dehors de tout périmètre environnementale inventorié et réglementé et se trouve à une distance de plus de :

- 1,3 Km d'une ZNIEFF de type 2 ;
- 0,7 Km d'une ZNIEFF de type 1 ;
- 8 Km d'une ZICO ;
- 6 Km d'une zone Natura 2000 directive Habitat ;
- 8 Km d'une zone Natura 2000 directive Oiseaux.

4 zones humides sont identifiées à proximité de la zone d'étude. Le tableau suivant répertorie l'ensemble de ces zones :

Identifiant	Nom	Surface	Distance vis-à-vis du site
SOR_70	SORNIN / SOR_48	5,35 ha	Au Nord Intègre l'étang qui longe la zone d'étude Aval hydraulique
SOR_66	SORNIN / SOR_44	1,34 ha	Au Nord-Est à environ 150m
SOR_80	SORNIN / SOR_54	2,46 ha	Au Sud-Est Longe la zone d'étude
SOR_58	SORNIN / SOR_41	1,96 ha	Au Nord-Est le long du Sornin à environ 500m

Tableau 11 : Zone humide à proximité de la zone d'étude

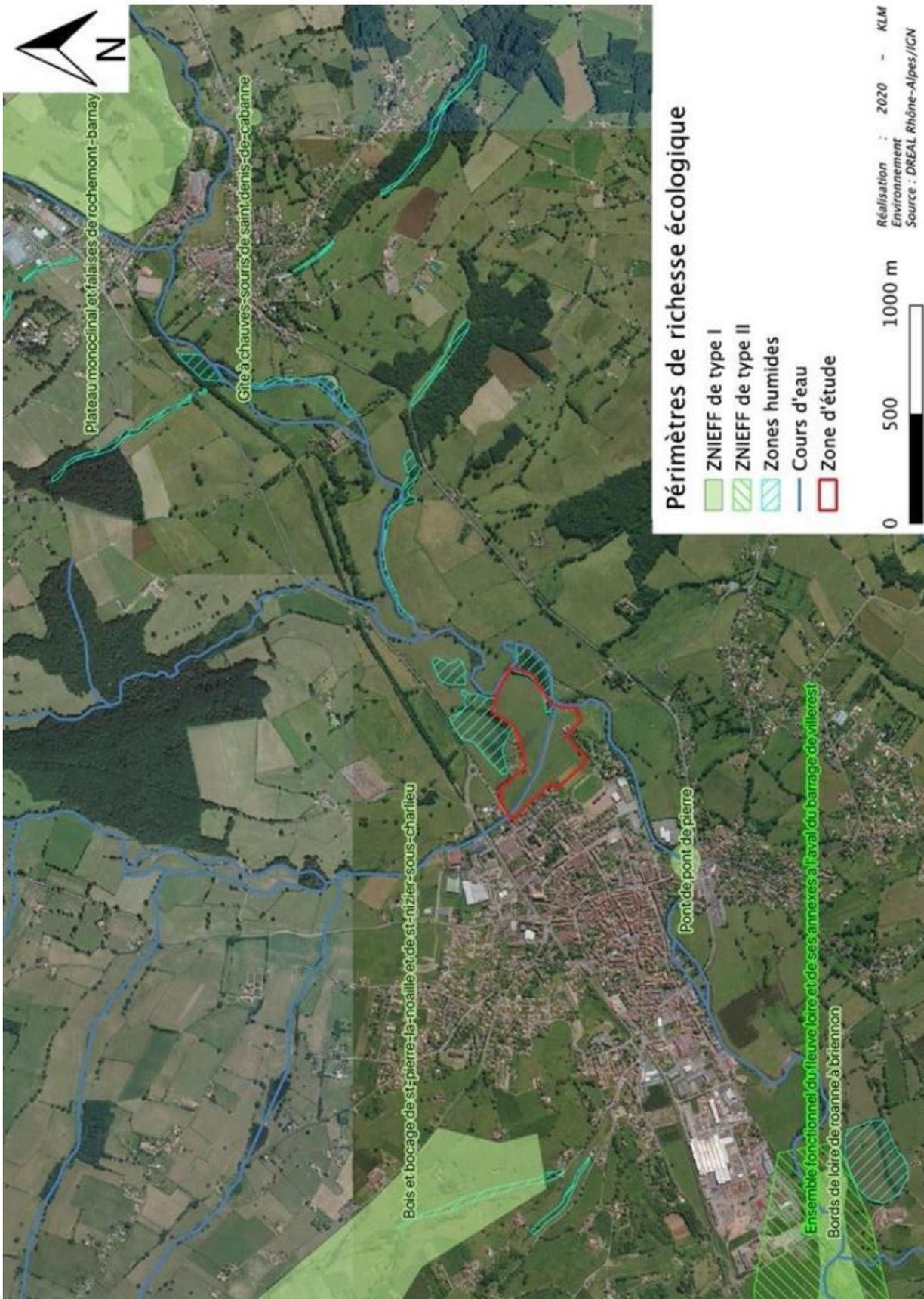


Figure 21 : Situation de la zone d'étude vis-à-vis des périmètres de richesse écologique

La commune de Charlieu ne compte aucun site inscrit ou site classé sur son territoire communal.

6 CARACTÉRISTIQUES DE L'IMPACT POTENTIEL DU PROJET SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ HUMAINE

6.1 INCIDENCES HYDRAULIQUES

6.1.1 SUR LES ÉCOULEMENTS EN PHASE TRAVAUX

Les travaux de renaturation du Bézo nécessitent la mise en place de batardeaux afin de maintenir la zone en assec. Ceux-ci seront positionnés en amont des tronçons sur lesquels le chantier sera réalisé.

Pour maintenir les écoulements sur la partie aval du cours d'eau durant les travaux, des dérivations temporaires seront mises en place. Une fois le chantier terminé, les écoulements du Bézo seront rétablis dans le lit mineur. Les batardeaux et les dérivations seront démantelés et le site remis en état.

6.1.2 EN CRUE

La mise en retrait de la digue en rive droite, accompagnée du reméandrage du Bézo, permet de reconnecter le ruisseau à sa plaine alluviale.

Le nouveau tracé du Bézo a été calibré afin que la crue biennale (Q2) soit supérieure ou égale à la crue de plein-bord et aux premiers débordements dans la plaine.

Dans cette configuration, le Bézo devient débordant pour la crue biennale sur la portion renaturée. Des débordements très localisés interviennent pour un débit du Bézo dépassant les 4 m³/s. Néanmoins sur le secteur aval, pour ce même débit, les débordements sont en lien avec l'influence aval du Sornin.

Sur la base des caractéristiques du futur lit, la puissance spécifique du Bézo est estimée à 11 W/m² soit une valeur sensiblement inférieure à celle estimée lors de l'état des lieux (19 W/m²). Les capacités du cours d'eau renaturé à se remobiliser étant similaire à son état actuel et à son état avant reprofilage. Dans le cas du Bézo, la mobilité du lit est facilitée par la nature meuble de ses berges.

6.1.3 MODULE

Au module, les hauteurs d'eau sont comprises entre 30 et 60 cm sur le linéaire renaturé, jusqu'à 80 cm à la confluence. La largeur moyenne en eau est de 5,9 m. Les faciès alternent entre les zones de radier et les mouilles de concavité du fait du calage altimétrique du lit et de la géométrie en travers donnée aux différents profils.

La figure suivante présente les alternances de faciès.

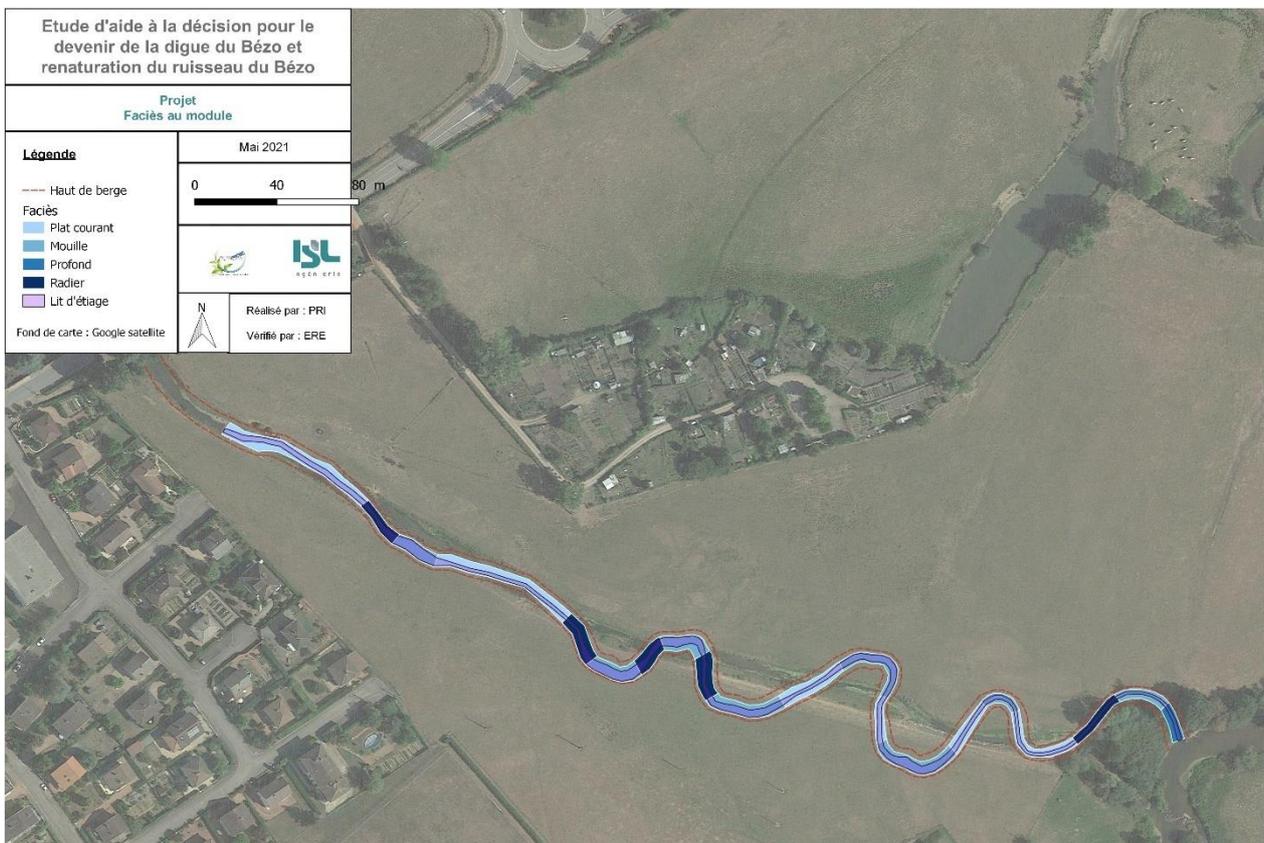


Figure 22 : Faciès au module

6.1.4 ÉTIAGE

Les hauteurs d'eau varient de 8 à 35 cm sur l'ensemble du linéaire avec une largeur du lit mouillé comprise entre 1,2 et 5,4 m avec une moyenne de 2,6 m.

Le reméandrage et la renaturation du Bézo, permettent de diversifier les largeurs et hauteur d'eau à l'étiage et ainsi d'améliorer la qualité globale des habitats.

6.1.5 PAS JAPONAIS

Les blocs servant au franchissement du Bézo ont été intégrés au modèle hydraulique afin d'apprécier leur incidence sur la ligne d'eau.

La mise en œuvre de pas japonais n'entraîne pas de modifications importantes de la ligne d'eau. On observe ainsi au module que :

- la zone d'influence s'étend sur les 200 m en amont des pas japonais,
- la surélévation est au maximum de 10 cm en amont immédiat des pas japonais au module.

A l'étiage, l'influence des pas japonais est nulle.

Pour la crue biennale, l'influence des pas japonais est résiduelle.

6.2 INCIDENCES ÉCOLOGIQUES

6.2.1 INCIDENCES SUR LES CORRIDORS ÉCOLOGIQUES

Les travaux de reméandrage du Bézo (couplés à la mise en retrait de la digue) auront un impact positif sur les corridors écologiques. Le gabarit hydraulique du Bézo renaturé permet d'améliorer les connexions latérales en favorisant les débordements en plaine alluviale pour des débits morphogènes (crue biennale). Les connexions du lit avec sa plaine alluviale sont ainsi restaurées et la fréquence de débordement est augmentée.

La création d'une ripisylve en rives droite et gauche du Bézo depuis sa confluence avec le Sornin jusqu'au pont de la rue Jean Jaurès, va permettre de restaurer un corridor boisé aujourd'hui manquant. Ce corridor sera bénéfique pour nombre d'espèces et en particulier les chiroptères.

Une adaptation des typologies de végétation (strates, espèces) permet d'augmenter les habitats favorables aux odonates et, en particulier, à l'Agrion de Mercure et l'Agrion Orné. En effet, ces espèces sont inféodées à des milieux courants et ensoleillés présentant une végétation herbacée (hydrophytes et hélophytes). Sur les secteurs restaurés propices à l'installation de ces espèces, la ripisylve est adaptée afin de permettre ces conditions d'ensoleillement et d'habitats (strate arbustive en berge, mise en place d'hélophytes adaptés à ces espèces). L'alternance des typologies de végétation permet une diversification d'habitats mais aussi de favoriser les possibilités de colonisation des Odonates sur la portion de cours d'eau restaurée.

6.2.2 INCIDENCES SUR LA FAUNE DU SITE

6.2.2.1 Odonates

Deux espèces protégées sont présentes sur les berges du Bézo :

- L'Agrion du Mercure (*Coenagrion mercuriale*), inscrit à l'annexe II de la Directive Habitats- Faune-Flore et à Article 3 de la liste des insectes protégés sur l'ensemble du territoire ;
- L'Agrion Orné (*Coenagrion ornatum*), inscrit à l'annexe II de la Directive Habitats- Faune-Flore et dont le statut figure en danger critique sur la liste rouge régionale.

Ces espèces sont présentes sur deux secteurs du Bézo, sites constituant leur zone de gîte, de reproduction et d'alimentation.

La carte suivante donne la localisation de ces espèces :

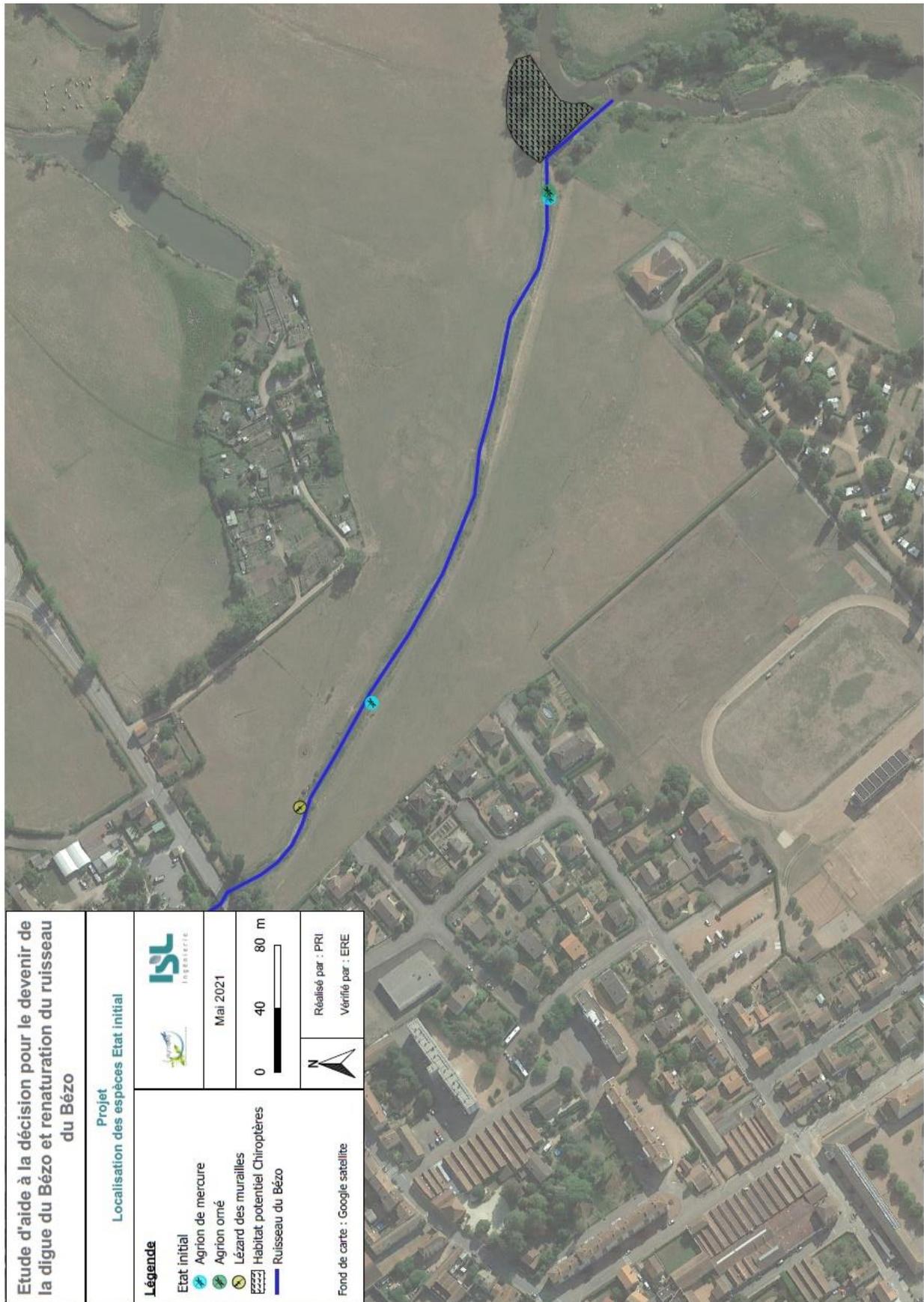


Figure 23 : Localisation des habitats des espèces d’odonates protégées sur le cours d’eau du Bézo

Afin de limiter toute incidence pouvant être engendrée en phase travaux sur l'Agrion de Mercure et l'Agrion Orné, des mesures spécifiques seront prises en vue de les préserver.

Ainsi, il est prévu de réaliser les travaux hors période de présence des adultes. De même, pour éviter toute destruction accidentelle d'individu, il est envisagé la mise en sécurité des zones de gîtes et de pontes des espèces. Cela, passera par un déplacement des végétaux aquatiques (Hélophytes principalement), constituant les zones accueillant les pontes.

Le déplacement des sites fera l'objet d'un point d'arrêt lors des travaux. Le piquetage des zones à prélever et des zones de réception temporaire et définitive sera réalisé sous le contrôle de l'écologue, ainsi que les opérations de transfert.

Les mesures définies en phase chantier permettront de conserver les milieux favorables à la colonisation des espèces protégées, de maintenir la présence de ces espèces sur le Bézo, et de garantir la biodiversité du cours d'eau.

6.2.2.2 Reptiles

Le Lézard des murailles, espèce inscrite à l'annexe V de la directive Habitat, a été contacté en amont sur les rives du Bézo dans le secteur où quelques galets sont présents. La circulation des engins et les activités du chantier pourront engendrer quelques dérangements sur ce dernier.

Des mesures spécifiques seront mises en place afin de limiter ces incidences qui seront temporaires et limitées à la durée des travaux.

6.2.2.3 Chiroptères

Bien qu'aucun inventaire sur ce groupe n'ait été réalisé, il semble de que la zone d'étude soit potentiellement une zone d'habitat pour les chiroptères. Par ailleurs, les données bibliographiques disponibles de la LPO Auvergne-Rhône-Alpes concernant la chauve-souris indiquent la présence de 4 espèces.

Près de la zone d'étude, une colonie de reproduction du Vespertilion de Daubenton est présente au droit du pont de Pierre de Charlieu. Cette chauve-souris, souvent liée aux rivières, est capable de nager et de s'envoler depuis la surface de l'eau. Cette espèce est donc susceptible de fréquenter la zone d'étude.

Les quelques opérations de débroussaillage et d'abattage d'arbres très localisées (au niveau de la confluence avec le Sornin) pourront effrayer les individus présents sur la zone et engendrer potentiellement une disparition de gîte à chiroptère. Toutefois, les arbres abattus seront choisis en conséquence, pour limiter la destruction de ces derniers.

Par ailleurs, les espèces présentes sur site pourront migrer facilement vers les berges du Sornin, présentant des caractéristiques similaires de zone d'habitat.

6.2.3 INCIDENCES SUR LA BIOCÉNOSE DES MILIEUX AQUATIQUES

Au-delà de la phase de travaux où certains habitats et espèces pourront être temporairement impactés, la renaturation du Bézo a pour vocation de restaurer des habitats naturels et propices à l'établissement des espèces naturellement inféodées à ce milieu et ceci sur l'ensemble de la zone. Ce point sera bénéfique notamment pour la faune aquatique :

- Le reméandrage s'accompagne d'une diversification des conditions d'écoulements du lit ; ainsi une diversité d'habitats aquatiques sera recrée (alternance de faciès, création d'habitats en lit mineur et en berge), propice aux espèces inféodées à ce milieu (ichtyofaune, odonates...). Les surfaces d'habitats favorables aux odonates, et plus particulièrement à l'Agrion de Mercure, sont estimées entre 500 et 800 m² en état projet (contre 30 m² recensées à l'état initial).

- La création d'une ripisylve permet l'autoépuration de l'eau et limite ainsi les phénomènes d'eutrophisation de l'eau. Cette ripisylve permet de limiter le phénomène de réchauffement des eaux par un ombrage localisé du lit. Le développement de la végétation permet la création d'habitat de berge (herbiers, développement des systèmes racinaires des ligneux...).
- La mise en défens du lit par l'installation de clôture permet d'interdire l'accès du bétail à la rivière, les berges sont ainsi préservées et les apports en limons (colmatage du lit) sont réduits, favorisant le maintien de la qualité de l'eau et des habitats.

Une pêche électrique de sauvegarde sera réalisée avant la mise à sec des secteurs de travaux.

6.2.4 INCIDENCES SUR LA FLORE DU SITE

Dans la zone d'étude, la végétation présente 5 faciès principaux. Ils sont présentés par ordre d'importance (superficie décroissante) :

Habitat	Code Corine Biotope	Code Eunis 2018	Code Natura 2000 (*prioritaire)	Etat de conservation	Surface ha	Enjeu
Pâturages continus	38.11	E2.11	-	Bon	11,74	Faible
Prairies des plaines médio-européennes à fourrage	38.22	E2.221	6510	Bon	0,71	Modéré
Prairies humides atlantiques et subatlantiques	37.21	E3.41	-	Bon	0,74	Faible
Zone à Truites (Le Bézo) X Bordures à Calamagrostis des eaux courantes	24.12 X 53.4	C2.21 X C3.11	3260	Moyen	0,43	Modéré
Bois de Frênes et d'Aulne des rivières à débit rapide	44.32	G1.212	91E0*	Bon	0,29	Fort

Tableau 12 : Tableau des habitats présents sur l'aire d'étude

La carte suivante donne leur répartition :



Tableau 13 : Cartes des habitats naturels recensés sur la zone d'étude

Sur ces différents secteurs, aucune espèce florale patrimoniale n'a été détectée. En revanche, Deux espèces végétales invasives ont été identifiées sur les berges du Bézo, il s'agit de :

- La Renouée du Japon :



La Renouée du Japon est présente sur 2 secteurs du Bézo :

- au droit du pont de la Rue Jean Jaurès : massif important déjà identifié ;
- au milieu du linéaire du Bézo sur la berge rive gauche : 5 tiges environ (développement probablement contenu par le broutage du troupeau de bovins).

- Le Bidens à fruites noirs :



Espèce originaire d'Amérique du Nord, invasive en Europe. Des peuplements denses de bidens sont susceptibles d'affecter la végétation pionnière par exclusion compétitive, notamment les autres espèces nitrophiles pionnières des rives boueuses (*Bidens tripartita*, *Chenopodium rubri...*).

Elle a été observée à plusieurs reprises au sein des tapis de végétaux en bordure du Bézo.

Afin d'éviter toute propagation de ces dernières en phase travaux, les foyers identifiés feront l'objet d'un traitement spécifique pendant les travaux ; elles seront intégralement taillées, dessouchées, broyées et brûlées afin d'éviter toute repousse. La simple coupe et stockage sur place sont proscrits pour éviter les reprises de ces espèces.

6.3 INCIDENCES SUR LE MILEU HUMAIN

6.3.1 NUISANCES SONORES

Lors de la réalisation des travaux, des nuisances sonores seront perceptibles par les riverains lors de la réalisation du chantier, notamment du fait de la proximité des habitations. Ils seront caractéristiques d'un chantier de génie civil et proviendront exclusivement des engins mobilisés et du matériel mis en œuvre (camions, pelles, grues, trépan, groupes électrogènes, ...). Ils sont de différentes natures :

- Bruits de type transitoire et intermittent, dus au chargement, à la circulation et au déchargement des camions ;
- Bruits de type continu (pouvant être fluctuant) avec des pointes sonores, induit par la démolition puis la construction de la digue et le reméandrage du Bézo.

L'importance des émissions sonores est liée à l'usage de certains engins et matériels particulièrement bruyants. Ainsi, certaines phases des travaux s'avéreront plus bruyantes que d'autres.

Les nuisances seront temporaires et limitées strictement à la durée des travaux. De plus, elles émergeront uniquement de 7h à 19h du lundi au samedi et hors jours fériés.

Le projet peut générer des incidences perceptibles par les riverains, induites par la légère augmentation du trafic sur les infrastructures routières à proximité des habitations, mais celles-ci seront aussi en dehors des horaires de repos des riverains.

6.3.2 INCIDENCES SUR LE TRAFIC ROUTIER

Le trafic routier dans le village ne devrait pas être impacté de façon significative, mais sera augmenté par l'évolution des véhicules des entreprises en charge des travaux. Des passages de camions et de voitures de chantier supplémentaires pourront être observés. Ce trafic supplémentaire sera temporaire et limité à la période des travaux. Par ailleurs, les déplacements d'engins de chantier se feront exclusivement sur la base de vie et sur la zone de chantier.

Les incidences sur le trafic routier en phase travaux seront modérées et limitées à la durée des travaux. Elles nécessiteront des mesures spécifiques auprès des chauffeurs afin de limiter les vitesses d'évolution et de renforcer leur vigilance, notamment lors de la sortie du chemin d'accès sur la rue Jean Jaurès.

6.3.3 INCIDENCES SUR L'AIR

Les émissions de gaz polluants ont pour origine exclusive les moteurs thermiques des engins de chantier et de transport. Elles seront concentrées et localisées aux abords des zones de travaux. En plus de cette limite spatiale, l'intervention sera limitée dans le temps.

De même, les particules fines issues du chantier pourront accroître le taux de particules fines dans l'air. Toutefois, étant dans un milieu ouvert, celles-ci seront particulièrement bien évacuées.

Les incidences sur la qualité de l'air en phase travaux seront négligeables.

6.4 INCIDENCES AEP

Le champ captant du Pré de la Doux, alimentant en eau potable la commune de Charlieu, se situe à la confluence entre le Sornin et le Bézo.

Ce champ captant est constitué de 4 puits exploitant les nappes alluviales du Sornin et du Bézo par l'intermédiaire de drains rayonnants :

- 2 puits (P1 et P2) en rive gauche du Sornin, face à la confluence avec le Bézo,

- 2 puits (P3 et P4) en rive droite du Sornin, en aval de la confluence avec le Bézo.

Seuls les puits P1 et P2 sont actuellement exploités. La commune a abandonné le puits P4 et souhaite abandonner le puits P3 du fait de sa faible productivité et de teneurs excessives en fer et manganèse. De plus, le puits P3 se situe en amont du seuil des Douze qui sera effacé, risquant de diminuer un peu plus sa productivité.

Les puits P1 et P2 ainsi que les puits P3 et P4 sont connectés entre eux.

6.4.1 RAPPEL DU FONCTIONNEMENT HYDROGÉOLOGIQUE

L'étude bibliographique réalisée dans le cadre de l'état des lieux montre que la nappe alluviale du Sornin exploitée pour l'alimentation en eau potable, est en relation avec les cours d'eau.

Le Sornin semble alimenter la nappe du fait :

- D'une cote des cours d'eau supérieure à la nappe du fait de la présence de seuils et de l'exploitation de la nappe abaissant artificiellement son niveau,
- De variations quasi synchrones des niveaux d'eau,
- D'une qualité et de variations physico-chimiques similaires.

Cependant, cette alimentation semble limitée en termes de flux du fait d'un colmatage des berges limitant la productivité des ouvrages.

Les relations entre le Bézo et la nappe alluviale sont plus difficilement identifiables du fait du manque de points de suivi. Les relevés du niveau d'eau dans le cadre des études géotechniques en période de hautes eaux, voire de crue annuelle, indiquent un gradient hydraulique du nord vers le sud, dans les conditions de mesure et potentiellement une alimentation de la nappe alluviale par le Bézo. A noter toutefois que le manque d'indication en rive gauche du Bézo ne permet pas de certifier que l'eau provient du Bézo et non de la rive gauche du Sornin. Le fonctionnement hydrogéologique en situation de basses eaux (alimentation ou drainage de la nappe par le Bézo), reste inconnu.

Des zones réductrices en bordure du Sornin sont à l'origine de contaminations des ouvrages en fer et manganèse, à des taux dépassant parfois nettement les références de qualité des eaux potables.

6.4.2 INCIDENCE DU PROJET SUR LA NAPPE ET LES CAPTAGES AEP

En première approche, la renaturation du Bézo, la mise en retrait de la digue, le reméandrage, le fait que la confluence avec le Sornin se fasse légèrement en amont et la végétalisation des berges, amélioreront vraisemblablement les échanges entre la rivière et la nappe.

De manière générale, les variations des types d'écoulement permettront une meilleure oxygénation de l'eau ne pouvant avoir qu'un impact qualitatif positif sur les eaux de la nappe (notamment sur la diminution du risque de réduction du fer et manganèse dans la nappe).

Le reméandrage du Bézo permettra d'avoir une surface de contact entre le cours d'eau et la nappe plus importante, favorisant les échanges nappe/rievière. Le risque d'incision du lit mineur est plus faible, limitant le drainage et favorisant l'infiltration des eaux dans la nappe.

De plus, les variations de faciès d'écoulement permettront de limiter les phénomènes de colmatage des berges. Une granulométrie grossière observée sur les faciès lotiques remplaceront par endroit les faciès fins liés aux écoulements lents actuellement observés.

L'extension de la zone d'expansion des crues en rive droite permettra une meilleure recharge de la nappe dans ce secteur.

Le déplacement de la confluence en amont du petit seuil sur le Sornin entraînera vraisemblablement une augmentation du fil d'eau en basses eaux à la fois du Bézo et du Sornin en amont du seuil par l'augmentation du débit. Cette augmentation du fil d'eau sera susceptible d'augmenter l'alimentation de la nappe alluviale notamment.

La mise en place d'une ripisylve permettra d'augmenter l'épuration de l'eau (nitrates, phosphates), notamment par l'adsorption de ces nutriments par son système racinaire et l'activité des bactéries associées. Celle-ci permettra également de retenir une partie des sédiments limitant les risques d'incision du lit et de vidange de la nappe. Enfin, les écoulements le long des systèmes racinaires permettront de meilleurs échanges rivière / nappe.

L'interdiction d'accès du bétail au cours d'eau permettra une amélioration de la qualité (bactériologique, turbidité notamment) et une diminution des phénomènes de colmatage lié au piétinement.

De ce fait, même si les relations entre le Bézo et les captages ne sont actuellement que peu connues, la renaturation du Bézo n'aura a priori pas d'impacts quantitatifs et qualitatifs négatifs sur les captages. Ceux-ci pourraient être même positifs (amélioration de la recharge de la nappe, de son oxygénation, diminution du risque de réduction du fer et manganèse dans la nappe et des risques de contamination bactériologique).

7 MESURES DE REDUCTION ET D'ÉVITEMENT SUR LE MILIEU ENVIRONNANT

7.1 MESURES SUR LA QUALITÉ DE L'EAU

Afin d'éviter la mise en suspension de particules fines dans l'eau, des prescriptions concernant la réalisation des travaux seront imposées aux entreprises travaillant sur le site.

Parmi ces prescriptions, un contrôle de la qualité de l'eau, notamment des matières en suspension, sera mis en place en amont (point référence) et en aval du chantier. Des mesures de la turbidité de l'eau et du taux d'oxygène dissous seront réalisées régulièrement. Cette vigilance sera particulièrement renforcée lors de la mise en place du chantier, notamment pendant la construction et le retrait des batardeaux.

Pour prévenir toute incidence sur la qualité de l'eau provoquées par des pollutions accidentelles, des prescriptions seront imposées aux entreprises intervenant sur le chantier :

- Les engins de chantier utilisés lors de la réalisation des travaux seront préalablement révisés et en bon état d'entretien afin d'éviter tout risque de pollution par des défaillances du système hydraulique, de fuites d'huile ou hydrocarbures. Les opérations de maintenance et de réparation seront réalisées avant l'engagement dans la période des travaux et en atelier si elles s'avèrent nécessaire durant les travaux. Pendant la réalisation des travaux, les organes hydrauliques seront contrôlés tous les jours par l'entreprise et aucune fuite avérée ou simple suintement ne sera toléré. Tout engin en mauvaise état sera refusé sur le chantier.
- Les opérations de nettoyage des engins seront limitées du fait de la faible durée des travaux et des matériaux transportés. Elles seront réalisées hors de la zone des travaux, sur des aires étanches, à l'écart des axes d'écoulements et de ruissellement. Aucune aire de lavage n'est prévue sur la zone de travaux ou la base de vie. Ces nettoyages seront donc exécutés sur l'aire de stockage habituel des engins hors du chantier et non spécifique à ces travaux.

- L'approvisionnement en carburant se fera hors de la zone des travaux, et en dehors du périmètre des habitations. Il s'effectuera depuis une aire imperméabilisée prévue à cet effet. Sur celle-ci, les carburants ou les lubrifiants devront être stockés temporairement dans des cuves à double paroi de contenance supérieure à la quantité stockée. En cas de pollution accidentelle sur le chantier, l'entreprise sera munie de kits anti-pollution permettant de contenir son expansion (substance absorbante, bac de récupération et étanche, ...). Les services de la Police de l'eau seront immédiatement informés de l'incident.
- L'ensemble des matériaux et produits mis en œuvre dans la restauration de l'ouvrage sera stocké temporairement sur la base de vie et dans des enceintes permettant d'éviter tout ruissellement ou fuite vers le cours d'eau ou dans le sol.
- D'une manière générale, les matériaux, produits, matériel seront approvisionnés régulièrement depuis leurs lieux de stockage habituels afin d'éviter une trop grande quantité sur le site, notamment durant les périodes d'arrêt du chantier (dimanche, jours fériés).

7.2 MESURES SUR LES ÉCOULEMENTS

Afin de maintenir les écoulements du cours d'eau, tout en garantissant la zone de travaux en assec, le chantier sera isolé au moyen de batardeaux et le Bézo dérivé temporairement. La mise en place du batardeau sera effectuée à l'amont de la zone à reméandrer et une dérivation temporaire en rive droite sera mise en œuvre. Il appartiendra à l'entrepreneur de proposer une solution de batardeau permettant de réaliser les travaux hors d'eau. De même, l'entrepreneur proposera une méthodologie de mise en œuvre de dérivation temporaire du Bézo.

7.3 MESURES SUR L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

7.3.1 RÉDUIRE LES NUISANCES SONORES

Les nuisances sonores les plus perceptibles par les tiers se feront aux abords de la zone des travaux et des habitations proches, mais aussi d'une manière plus diffuse avec la circulation routière lors de la traversée du village.

Afin de maintenir une ambiance sonore acceptable, le maître d'ouvrage veillera au respect des consignes suivantes :

- A l'initiative du maître d'ouvrage, l'information du public concerné par le chantier (riverains, village) sera réalisée au moyen d'un affichage visible au niveau du site des travaux et dans le village (affichage communal). Elle indiquera le but et la durée des travaux, les horaires de travail, les phases du chantier les plus bruyantes et des raisons pour lesquelles elles le sont, ainsi que les coordonnées du responsable.
- Les travaux ne seront pas réalisés les dimanches et jours fériés, ni avant 7 h et après 19 h les jours de semaine. Le samedi reste potentiellement ouvert aux travaux pour réduire la durée des travaux et s'inscrire dans la période d'étiage.

Afin de cadrer les émergences des bruits, on pourra se référer à la réglementation liée au voisinage, notamment sur les articles R1334-31 et suivants, du code de la santé publique, et sur le décret n°2006-1099 du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage.

L'article R.1334-33 permet de limiter les émergences attendues lors de la réalisation d'une activité non cadrée spécifiquement dans la réglementation :

« Les valeurs limites de l'émergence sont de 5 décibels A en période diurne (de 7 heures à 22 heures) et de 3 dB (A) en période nocturne (de 22 heures à 7 heures), valeurs auxquelles s'ajoute un terme correctif en dB (A), fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier ... ».

7.3.2 MESURES SUR LES POLLUTIONS ATMOSPHÉRIQUES ET OLFACTIVES

Les nuisances sur l'air ambiant seront limitées pour le voisinage. Les émissions de poussière seront réduites du fait de pistes d'accès très réduites et de l'usage de routes essentiellement goudronnées pour accéder à la zone. Au besoin, sur les pistes d'accès au chantier en terre, une aspersion sera réalisée en période sèche pour limiter la dispersion des poussières.

De même, des actions de contrôle des envols de poussières pourront être mises en place telles que la brumisation des stocks de matériaux pulvérulents et le bâchage des camions transportant des matériaux.

Le village étant proche de la zone de travaux, les véhicules de chantier ou d'approvisionnement devront avoir la capacité de réduire leurs émissions de gaz d'échappement par un respect des normes de rejet, mais aussi par une maîtrise de leur vitesse dans la traversée du village.

Par ailleurs, la phase de chantier peut être à l'origine de déchets de chantier. Ces derniers seront contingentés dès leur zone de production jusqu'à leur dépôt dans un centre adapté pour leur traitement et avec une identification des filières de valorisation. Ils n'émettront pas d'émanation particulière sur les riverains.

Les déchets de type ménagés ou assimilés seront produits en faible quantité. L'organisation du chantier prévoira une gestion de ces déchets, avec la mise en place d'espaces réservés pour les bacs de tri et une évacuation selon les modalités mise en place par la commune.

7.4 MESURES SUR LA FAUNE DU SITE

7.4.1 ODONATES

Afin de limiter toute incidence pouvant être engendrée en phase travaux sur l'Agrion de Mercure et l'agrion Orné, des mesures spécifiques seront prises en vue de les préserver.

Ainsi, il est prévu de faire intervenir les travaux hors période de présence des adultes. De même, pour éviter toute destruction accidentelle d'individu, il est envisagé la mise en sécurité des zones de gîtes et de pontes des espèces. Cela, passera par un déplacement des végétaux aquatiques (Hélophytes principalement), constituant les zones accueillant les pontes.

Il s'agira de prélever le substrat avec les plantes aquatiques à la pelle mécanique (godet à fond plat de 1 à 1.5 m de large). La profondeur prélevée doit permettre de prélever le système racinaire des plantes (soit 30 à 40 cm). Le site de réception fera l'objet d'un piquetage préalable et d'un décaissement localisé du substrat afin de permettre la réception des zones prélevées.

Dans le cas où les travaux sur la digue et la renaturation seraient conjoints, les opérations seront réalisées en deux phases :

- Phase 1 : renaturation du secteur aval, le site aval sera déplacé sur un site provisoire au niveau de la confluence avec le Bézo.
- Phase 2 : renaturation du secteur amont du Bézo, le site amont sera déplacé depuis son emplacement initial directement sur sa zone de réception au niveau du lit nouvellement créé. Le site aval mis en protection à la confluence pourra alors être déplacé sur son site définitif sur le secteur renaturé.

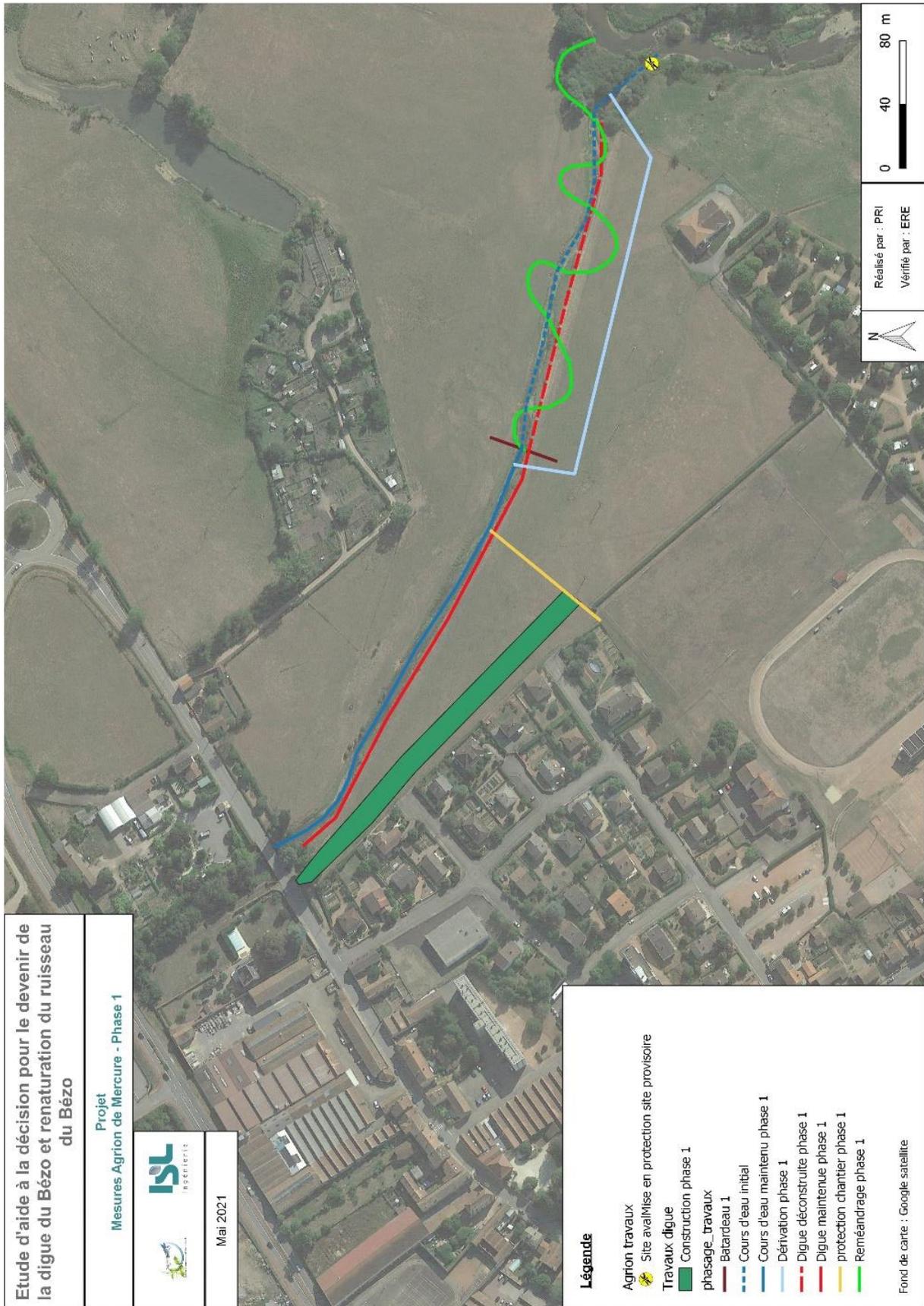


Figure 24 : Phase 1 déplacement du site aval en site provisoire

Le déplacement des sites fera l'objet d'un point d'arrêt lors des travaux. Le piquetage des zones à prélever et des zones de réception temporaire et définitive sera réalisé sous le contrôle de l'écologie, ainsi que les opérations de transfert.

Les mesures définies en phase chantier permettront de conserver les milieux favorables à la colonisation des espèces protégées, de maintenir la présence de ces espèces sur le Bézo, et de garantir la biodiversité du cours d'eau.

En exploitation, un suivi des Odonates et plus particulièrement de l'Agrion de Mercure et de l'Agrion Orné est à prévoir afin de suivre l'évolution des populations à la suite des travaux. Ce suivi peut être intégré au suivi du bassin versant du Sornin dont le SYMISOA est partenaire dans le cadre du Contrat de Rivière.

7.4.2 REPTILES

Le Lézard des murailles, espèce inscrite à l'annexe V de la directive Habitat, a été contacté en amont sur les rives du Bézo dans le secteur où quelques galets sont présents.

Afin de permettre à cette espèce de trouver une zone de repos pendant les travaux, des amas de pierres et blocs seront disposés en rive droite et gauche du Bézo. En phase travaux, le refuge en rive gauche permettra d'accueillir les individus localisés en rive gauche.

Un second refuge sera installé en rive droite le long du parcours pédagogique et pourra être conservé à l'issue des travaux.

La carte suivante donne la localisation des amas de pierre mis en œuvre lors de la réalisation des travaux :



Figure 25 : Localisation des refuges

7.4.3 CHIROPTÈRES

Le secteur d'étude est identifié comme zone d'habitat potentielle pour les chauves-souris.

Afin de limiter tout impact sur ces espèces, le tracé du futur lit fera l'objet d'une coupe sélective de la strate arbustive et arborescente. Les arbres susceptibles d'être des gîtes à chiroptères (présence de cavité) et devant faire l'objet d'un abattage devront faire l'objet des mesures suivantes :

- Abattage des arbres potentiellement occupés par des chiroptères selon une méthode « douce » en déposant délicatement au sol les arbres à l'aide d'un grappin hydraulique et en conservant le houppier ;
- Laisser une nuit sur place (ou dans un secteur proche) les arbres occupés afin que les chiroptères puissent changer de site ;
- Le lendemain, les grumes peuvent être évacuées.

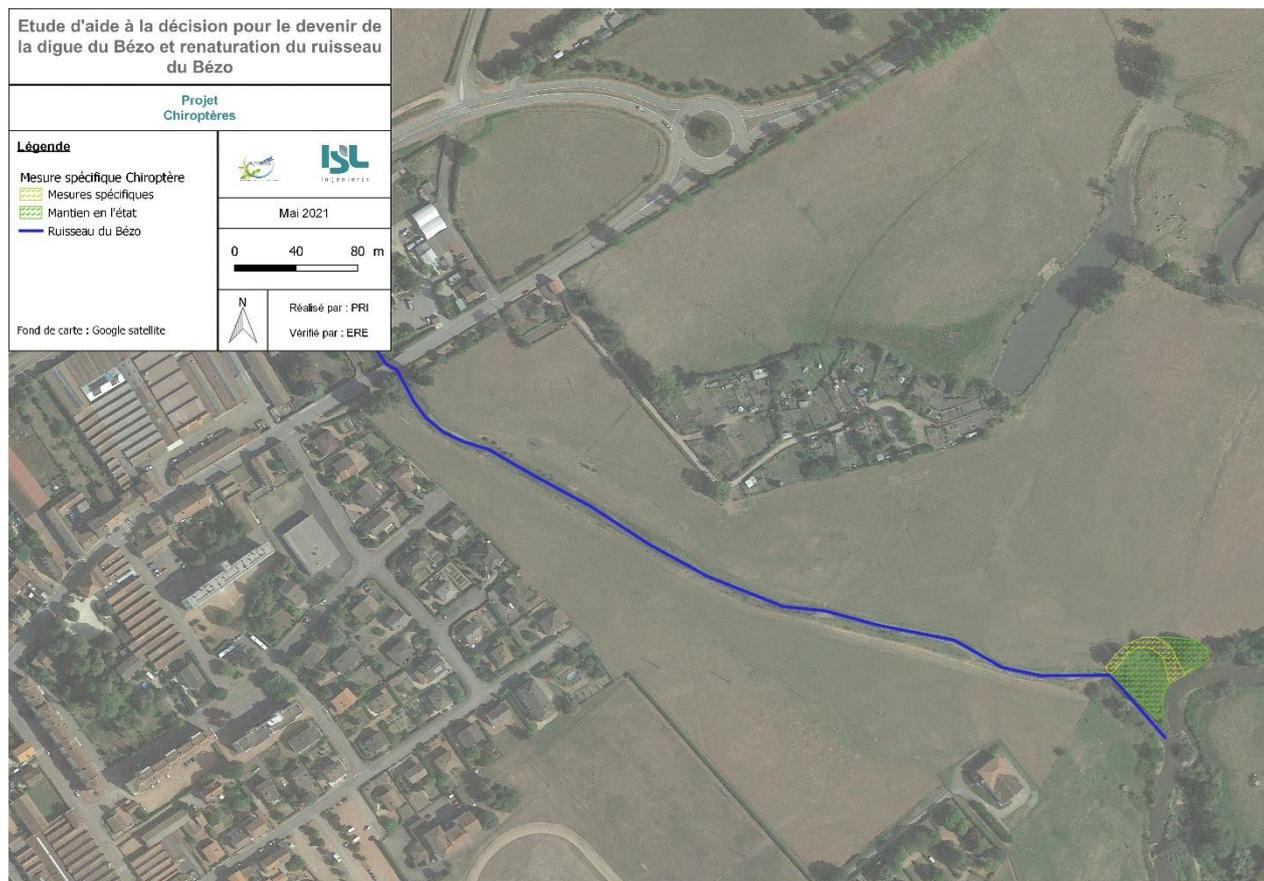


Figure 26 : Localisations des mesures pour les chiroptères

7.5 SUIVI POST TRAVAUX DE LA RENATURATION DU BÉZO

7.5.1 SUIVI DU SECTEUR RENATURÉ

Le suivi à mettre en œuvre prend en considération les préconisations du Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau de l'Agence Française pour la Biodiversité (nouvellement Office Français de la Biodiversité) de mai 2019.

Le guide définit les stations de suivi à mettre en œuvre comme suivant :

Station restaurée : la finalité de cette station est de mesurer les évolutions au niveau des travaux réalisés et/ou en aval immédiat (selon le type de travaux). Il s'agit de suivre l'évolution hydromorphologique et des peuplements biologiques au niveau des travaux réalisés.

Station Témoin non altérée : la finalité de cette station est de détecter les modifications du système non liées aux travaux, il s'agit d'un modèle local, situé en amont du secteur de travaux (sur le même tronçon SYRAH). Cette station ne subit pas l'altération du site faisant l'objet de travaux de restauration et ne sera pas ou peu influencée par les travaux. L'objectif n'est pas de positionner cette station sur un secteur dépourvu de pressions anthropiques, mais de s'assurer que les pressions qui s'y exercent impactent également la station restaurée avec une même intensité ou une intensité proche.

Station Témoin altérée : la finalité de cette station est de suivre l'évolution du milieu sans l'influence des travaux. Par comparatif, indicatrice des tendances d'évolution liées à la restauration sur la station Restaurée, elle doit présenter les mêmes pressions et altérations. Cette station doit être positionnée sur le même tronçon SYRAH.

Station Echelle étendue : la finalité de cette station est d'estimer les tendances à l'échelle du bassin versant.

Dans le cadre de cette opération, seules les stations Restaurée et Témoin non altérée sont proposées. En effet, la station Témoin altéré nécessiterait un secteur de cours d'eau présentant les mêmes pressions et altérations (présence de la digue latérale, rectification du cours d'eau). Or il n'existe pas sur le tronçon de portion présentant ces pressions. La station Echelle étendue est généralement confondue avec la station de suivi de la masse d'eau, dans le cadre du Bézo, cette station se situe sur le secteur qui fait l'objet de travaux, de plus cette station est jugée optionnelle dans le cadre du suivi du Bézo (elle aurait un intérêt avéré dans le cadre notamment de travaux de reconquête de la continuité écologique par effacement d'ouvrage par exemple). Le guide ne préconise pas de placer les stations sur d'autres bassins versants, ce qui rendrait difficile l'interprétation des comparaisons.

Localisation des stations :

- La station Restaurée sera positionnée sur le secteur de travaux ;
- La station Témoin non altérée devra être positionnée au minimum 500 m à l'amont du secteur de travaux, elle devra être positionnée hors zone d'influence des travaux et de préférence ne pas admettre de rejet ou d'affluent entre la station et la zone du projet. Dans le cas du Bézo, cette station ne pourra respecter l'intégralité de ces préconisations. En effet, en amont du secteur d'étude, un rejet a été identifié au niveau du site ICPE de l'abattoir de Charlieu¹. L'analyse des suivis devra être critique afin d'intégrer cet élément. Compte-tenu des contraintes existantes nous préconisons de positionner cette station sur le secteur aval du moulin de la Motte.

Les compartiments suivants devront faire l'objet d'un suivi :

- Compartiment hydromorphologie :
 - Suivi Carhyce (avec jaugeage)
 - Reportage photographique
 - Profil en long et faciès d'écoulements
- Compartiment physico-chimie :
 - Suivi des températures
 - Suivi des paramètres classiques et complémentaires de physico-chimique
- Compartiment biologie :

¹ Il s'agit des eaux pluviales du site : l'abattoir a mis en place un pré-traitement de ses eaux de process avant rejet au réseau d'assainissement communal. Un accident n'est cependant pas à exclure.

- Suivi piscicole par pêche électrique (pêche complète conforme aux normes XP T90-383 (2008-05-01). Qualité de l'eau – Échantillonnage des poissons à l'électricité dans le cadre des réseaux de suivi des peuplements de poissons en lien avec la qualité des cours d'eau et NF EN 14011 (2003-07-01). Qualité de l'eau – Échantillonnage des poissons à l'électricité.
- Suivi des macro-invertébrés benthiques par l'indice IBG-DCE et I2M2 (NF T90-333 (Prélèvement des macro-invertébrés aquatiques en rivières peu profondes, septembre 2016) et NF T90-388 (décembre 2020) (Qualité de l'eau – Analyse d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau, canaux et plans d'eau – Qualité de l'eau – Traitement au laboratoire d'échantillons contenant des macro-invertébrés de cours d'eau.)
- Connexions avec la nappe :
 - Mise en place d'un suivi piézométrique et d'un suivi de la qualité des eaux souterraines (cf 7.5.2)

Suivi	Station restaurée	Fréquence	Station Témoin non altérée	Fréquence
Carhyce	Oui	Etat 0 : un an avant les travaux Suivi : premier suivi de 9 à 15 mois après travaux puis tous les 2 ans pendant minimum 7 ans	Oui	Etat 0 : un an avant les travaux Suivi : premier suivi de 9 à 15 mois après travaux puis tous les 2 ans pendant minimum 7 ans
Profil en long et faciès	Oui	Etat 0 : un an avant les travaux Suivi : premier suivi de 9 à 15 mois après travaux puis tous les 2 ans pendant minimum 7 ans	Non	
Reportage photographique	Oui	Etat 0 : un an avant les travaux Suivi : premier suivi de 9 à 15 mois après travaux puis tous les 2 ans pendant minimum 7 ans	Non	
Suivi des températures	Oui	Pose des sondes 1 an avant travaux Relève de la sonde pendant les travaux Pose de la sonde post travaux Suivi sur la durée totale du suivi (minimum 7 ans)	Oui	Pose des sondes 1 an avant travaux Suivi sur la durée totale du suivi (minimum 7 ans)
Suivi-physico-chimique	Oui	Suivi préconisé 2 à 3 ans avant travaux (station DCE Bézo) Suivi : premier suivi de 9 à 15 mois après travaux puis tous les 2 ans pendant minimum 7 ans	Oui	Suivi préconisé 2 à 3 ans avant travaux Suivi : premier suivi de 9 à 15 mois après travaux puis tous les 2 ans pendant minimum 7 ans

Suivi	Station restaurée	Fréquence	Station Témoin non altérée	Fréquence
Pêche électrique	Oui	Suivi préconisé 2 à 3 ans avant travaux Suivi : premier suivi de 9 à 15 mois après travaux puis tous les 2 ans pendant minimum 7 ans	Oui	Suivi préconisé 2 à 3 ans avant travaux Suivi : premier suivi de 9 à 15 mois après travaux puis tous les 2 ans pendant minimum 7 ans
IBG-DCE / I2M2	Oui	Suivi préconisé 2 à 3 ans avant travaux ² Suivi : premier suivi de 9 à 15 mois après travaux puis tous les 2 ans pendant minimum 7 ans	Oui	Suivi préconisé 2 à 3 ans avant travaux Suivi : premier suivi de 9 à 15 mois après travaux puis tous les 2 ans pendant minimum 7 ans
Suivi piézométrique et qualité eaux souterraines	Oui	Suivi préconisé avant et après travaux Suivi minimum 7 ans	Non	

Tableau 14 : Suivi à mettre en œuvre

7.5.2 SUIVI SPÉCIFIQUE DES EAUX SOUTERRAINES

Les relations entre le Bézo et la nappe alluviale sont peu connues.

Du fait de l'abandon du puits P4 et du projet d'abandon du puits P3 (celui-ci, actuellement non utilisé et pouvant être surtout impacté par l'effacement du seuil de la Douze), les enjeux sont essentiellement localisés en rive gauche du Sornin (puits P1 et P2).

Les incidences sur P1 et P2 seront vraisemblablement essentiellement dues au déplacement de la confluence Bézo/Sornin en amont du petit seuil.

Afin de préciser ces relations, il serait opportun de réaliser un état des lieux avant et après travaux. Il serait ainsi bien de :

- Réaliser un suivi piézométrique en continu sur les ouvrages P1, P2, Pz1, Pz2 ainsi que sur le Sornin en amont du seuil sur au minimum un demi-cycle hydrologique incluant une période de hautes et une période de basses eaux, avant et après travaux,
- Réaliser un suivi des ions majeurs, du fer et du manganèse (haute et basse eaux) sur le Bézo, le Sornin, les puits P1 et P2 et les piézomètres Pz1 et Pz2, 2 fois par an (hautes et basse eaux), sur 7 ans.

Ces investigations pourront être couplées avec les suivis proposés dans le cadre de l'effacement du seuil de la Douze et de la remise en service du bras mort du Sornin.

² Etat initial réalisé en 2020

7.5.3 SUIVI POST-CRUE

A la suite de toute crue morphogène, une visite du site est préconisée afin d'établir un suivi de l'incidence des crues sur le nouveau tracé et, le cas échéant, procéder à l'enlèvement des embâcles arrivés de l'amont. En effet, le Bézo va ajuster son tracé lors de ces événements morphogènes, ce qui peut conduire :

- A des érosions localisées, notamment en aval et en amont du franchissement du Bézo. La présence de points durs (blocs) modifie localement les écoulements pouvant créer des recirculations à l'aval des blocs et conduire à des érosions localisées des berges. Ce point peut être accentué en cas de présence d'embâcles. Ceux-ci devront donc faire l'objet d'un enlèvement lors des visites post-crue. Les érosions externes ne devraient pas mettre en péril la stabilité des berges compte-tenu des pentes douces adoptées pour leur remodelage. Il convient de noter que cette évolution est normale compte tenu des caractéristiques des berges et de l'état souhaité du Bézo (possibilité de mobilité latérale du lit).
- Les premières années, une remobilisation de la charge granulométrique est à prévoir, il peut s'avérer nécessaire d'effectuer des apports complémentaires en matériaux afin de maintenir un lit d'étiage, notamment au niveau des secteurs de plat courant et de radier.
- Une incidence sur la végétation, en particulier sur le maintien des héliophytes. En effet, lors de la première année, un arrachement des plants peut intervenir si ceux-ci n'ont pas eu le temps de s'enraciner.

7.5.4 ENTRETIEN DE LA VÉGÉTATION

L'entretien de la végétation pourra être intégré aux opérations classiques menées par le SYMISOA dans le cadre du contrat de rivière du Sornin. Il consiste en :

- Entretien de la végétation herbacée en berge (abords du franchissement du Bézo notamment) : favoriser une fauche tardive à partir de septembre à une hauteur minimale d'au moins 10 cm ;
- Entretien des strates arborées et arbustives : alterner l'entretien sur les berges (rive droite / rive gauche) tous les 3 à 5 ans ; contrôler le développement de la strate arbustive afin de conserver les secteurs ensoleillés.
- Gestion des espèces invasives : un arrachage systématique des foyers de renouée du Japon et de Bidens à fruits noirs devra être réalisé sur l'ensemble du linéaire restauré.

Ces préconisations sont favorables aux maintiens des habitats des Odonates

7.6 ENTRETIEN ET SURVEILLANCE DE LA DIGUE POST TRAVAUX

7.6.1 AUSCULTATION

L'auscultation comprend :

- une station hydrométrique installée sous le pont de la rue Jean Jaurès,
- un suivi topographique de la crête de l'ouvrage et plus particulièrement de la section résistante aux débordements avec :
 - 3 clous mis en place sur trois plots courants de la poutre seuil du déversoir,
 - 2 clous mis en œuvre sur les escaliers d'accès à la crête de digue implantés sur les talus amont et aval de la digue,
- deux piézomètres seront mis en place :
 - 1 au pied aval de l'ouvrage permettant la mesure du niveau de la nappe,

- 1 en section courante de digue, réalisé depuis la crête, dans le corps de l'ouvrage et permettant d'appréhender le rabattement de la ligne d'eau,
- Des échelles limnimétriques mises en place sur les escaliers d'accès à la crête de digue.

7.6.2 ENTRETIEN

L'article R214-119-2 du Code de l'Environnement indique que : « *les digues comprises dans un système d'endiguement sont conçues, entretenues et surveillées de façon à garantir l'efficacité de la protection procurée par ce système à la zone considérée contre les inondations provoquées par les crues des cours d'eau et les submersions marines.* »

La digue du Bézo sert à la protection contre les inondations du quartier « Nouveau Charlieu » et compose à elle seule le système d'endiguement du Bézo. Il s'agit d'un dispositif de protection passif, aucune intervention humaine n'étant nécessaire en crue. Toutefois, le comportement et le vieillissement de l'ouvrage doivent être surveillés pour garantir son bon fonctionnement. Il est également préférable de mettre en place une surveillance adaptée pendant et après les épisodes pluvieux.

L'entretien courant comprend le fauchage régulier des parements enherbés de l'ouvrage. Après chaque crue, il est indispensable d'organiser une visite d'inspection de la digue afin repérer tout désordre éventuel sur les parements amont et/ou aval ainsi qu'au niveau du déversoir.

8 AUTO-ÉVALUATION

Les projets de la création de la digue du Bézo et de renaturation du cours d'eau du Bézo ont été élaborés en prenant en compte les spécificités ainsi que les enjeux environnementaux dans lesquels ils s'insèrent.

Des investigations faune-flore ont été réalisés par des experts écologues, afin de rendre compte des espèces sensibles du site. Leurs diagnostics de terrain ont permis d'identifier différentes espèces faunistiques protégées ou présentant un d'intérêt patrimonial.

Les espèces à enjeux connues, des discussions ont été menées avec l'ensemble des parties prenantes du projet afin de concevoir un projet ayant de moindres impacts sur ces dernières. La démarche "éviter, réduire, compenser" a donc été mise place en amont du projet.

La création de la nouvelle digue, au plus près des enjeux, a été conçu de manière à limiter l'utilisation des ressources naturelles. De plus, son recul, permet outre de garantir une meilleure protection contre le risque d'inondation, d'améliorer les connexions entre lit mineur et lit majeur du cours d'eau et de favoriser les débordements localisés et la recharge de la nappe d'accompagnement.

Enfin, le projet permet, grâce à la végétalisation des berges et leur effet purificateur ainsi que la diversification des faciès, l'amélioration de la qualité physique et écologique du cours d'eau. La biodiversité du cours d'eau s'en verra améliorée.

Il apparaît qu'en exploitation le projet a un impact positif sur le milieu environnant. En phase chantier, les incidences négatives sont moindres et temporaires. De même, les espèces sensibles sont mises en sécurité vis-à-vis des chantiers.

Le dossier d'autorisation et l'étude de dangers traiteront de l'évaluation des incidences sur l'environnement physique, naturel et humain.

Pour l'ensemble de ces raisons, la soumission du projet à étude d'impact n'est pas nécessaire.

ANNEXE 1 REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE