



PAPI D'INTENTION DU BASSIN DE LA LEZE

Etude de faisabilité du casier de la Lèze à Saint-Ybars (cas04)

⊕
SMIVAL

Rapport n° : 20F-043-RS-7
Révision n° : C
Date : 23/08/2021

Votre contact :
Cédric PERRIN
perrin@isl.fr

Rapport

ISL Ingénierie SAS - SUD-OUEST
15 rue du Maréchal Harispe
64500 - Saint-Jean de Luz
FRANCE
Tel. : +33.5.59.85.14.55
Fax : +33.5.59.85.33.16

www.isl.fr

Visa

Document verrouillé du 02/12/2022.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	14/06/2021	JLT	CPN	JSA	04/06/2021 - Première émission
B	30/06/2021	JLT	CPN	JSA	Intégration des remarques du Maître d'ouvrage
C	23/08/2021	JLT	CPN	JSA	Intégration des remarques du Maître d'ouvrage

CPN : PERRIN Cédric

JLT : LEMONT Joseph

JSA : SAVATIER Jérémy

Rapport ISL
20F-043-RS-7
Revision C
PAPI d'intention du bassin de la Lèze
<http://www.isl.fr/r.php?c=199076>



SOMMAIRE

1	PREAMBULE	1
2	CONTEXTE GENERAL	2
2.1	OBJECTIF DE L'OUVRAGE	2
2.2	ENJEUX AMONT	2
2.3	PRESENTATION DU BARRAGE ECRETEUR ET DE LA RETENUE ENVISAGES	2
2.4	CLASSEMENT DU BARRAGE ET CHOIX DES CRUES DE PROJET	7
2.4.1	CLASSEMENT DU BARRAGE	7
2.4.2	DETERMINATION DES CRUES A ETUDIER	7
2.4.2.1	Situation exceptionnelle de crue – crue de projet	8
2.4.2.2	Situation extrême de crue	8
2.4.2.3	Crues à considérer	8
2.5	PARTIS D'AMENAGEMENT ETUDIES	9
3	IMPACT HYDRAULIQUE DE L'ECRETEUR	10
3.1	VOLUME STOCKE	10
3.2	PERFORMANCE DE L'OUVRAGE	11
3.3	IMPACT SUR LES ENJEUX	16
3.3.1	SURINONDATION DES ENJEUX SITUES EN AMONT	20
3.3.2	SURINONDATION DES ENJEUX SITUES EN AVAL	20
3.3.3	SURINONDATION RD626A – RIVE DROITE	20
3.3.4	SURINONDATION RD919 – RIVE GAUCHE	20
4	DONNEES GEOTECHNIQUES	22
4.1	DONNEES GEOLOGIQUES	22
4.2	DONNEES GEOTECHNIQUES DISPONIBLES A PROXIMITE DE L'OUVRAGE	22
5	DIMENSIONNEMENT DE L'AMENAGEMENT	27
5.1	DESCRIPTION GENERALE DE L'AMENAGEMENT	27
5.1.1	PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES	27

5.1.2	PROFILS TYPE DU BARRAGE _____	29
5.2	DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE _____	29
5.2.1	CHOIX DU DEVERSOIR _____	30
5.2.2	ALTERNATIVE D'UN DEVERSOIR MOINS LARGE _____	32
5.2.3	FOSSE DE DISSIPATION _____	33
5.3	DESCRIPTION DES CONTRAINTES GENEREES PAR LE PROJET ____	34
5.3.1	IMPACT DU PROJET SUR LES ROUTES DEPARTEMENTALES _____	34
5.3.1.1	Franchissement du barrage par la RD626A _____	34
5.3.1.2	Réhausse de la RD919 _____	35
5.3.2	GESTION DE LA PRISE D'EAU DU MOULIN ET DU LAC _____	36
5.3.3	CONTEXTE MORPHOLOGIQUE _____	37
5.3.4	EMBACLES _____	38
5.3.5	IMPACT FONCIER _____	39
5.4	RESEAUX TRAVERSANTS _____	41
5.4.1	RESEAUX TRAVERSANT L'AXE DU BARRAGE _____	41
5.4.2	RESEAUX IMPACTANT LES ROUTES A REHAUSSER _____	41
6	CHIFFRAGE DES TRAVAUX _____	42
6.1	JUSTIFICATION DES COUT DE REMBLAI CONSIDERES _____	42
6.2	SOLUTION DU DEVERSOIR A 222,2 M NGF & ENJEUX A 223 M NGF _	43
6.3	ALTERNATIVE DU DEVERSOIR A 221,8 M NGF & ENJEUX A 223 M NGF	45
7	ASPECT ENVIRONNEMENTAL ET REGLEMENTAIRE _____	47
8	ACCEPTABILITE DU PROJET VIS-A-VIS DE L'ACTIVITE AGRICOLE _____	48
8.1	ANALYSE DE L'OCCUPATION DU SOL _____	48
8.2	EXPLOITATIONS AGRICOLES IMPACTEES _____	48
8.3	CONCERTATION AGRICOLE _____	52
8.3.1	ASPECTS TECHNIQUES _____	52
8.3.2	IMPACTS SUR L'ACTIVITE AGRICOLE EVOQUES A INTEGRER DANS LE PROTOCOLE D'INDEMNISATION _____	53
8.3.3	AUTRES RISQUES _____	53
8.3.4	ELEMENTS DANS LE CALCUL DE L'INDEMNISATION _____	53
8.4	CALCUL DES INDEMNISATIONS _____	54

8.4.1	IMPACTS LIES AUX DOMMAGES SUR LE SOL ET LES CULTURES _____	54
8.4.2	REPARATION, RACHAT ET REINSTALLATION DES EQUIPEMENTS DE DRAINAGE ET D'IRRIGATION _____	54
8.4.3	NETTOYAGE DES PARCELLES, DES FOSSES _____	54
8.4.4	DEGRADATION DES BATIMENTS DE STOCKAGE (MATERIELS, INTRANTS) ET SIEGES D'EXPLOITATION _____	54
8.4.5	MONTANTS DES INDEMNISATIONS PAR OUVRAGE : ORDRE DE GRANDEUR _____	54
8.5	SYNTHESE SUR L'ACTIVITE AGRICOLE _____	55
9	SYNTHESE GENERALE _____	55

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1	VUES EN PLAN ET EN COUPES DE L'AMENAGEMENT
ANNEXE 2	CALCUL DE LA REVANCHE NECESSAIRE
ANNEXE 3	DONNEES GEOTECHNIQUES DISPONIBLES (INFOTERRE)
ANNEXE 4	RAPPORT GEOTECHNIQUE D'AVP ARTIGAT
ANNEXE 5	DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE DU LAC DE SAINT-YBARS
ANNEXE 6	RESEAUX TRAVERSANTS

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : plan d'implantation cas04 - CACG 2012	3
Figure 2: situation du projet et des enjeux	5
Figure 3: Profil en travers de la vallée le long de l'axe du barrage – source topographique LIDAR 2013	6
Figure 4: Courbes caractéristiques de la retenue	7
Figure 5 : comparaison hydrogramme de crue / volume stocké.	10
Figure 6 : hydrogrammes en aval de l'ouvrage avant et après le projet	11
Figure 7 : localisation des points d'extraction des résultats	12
Figure 8 : limnigrammes aux points 0 à 3	14
Figure 9 : répartition des apports - Q50	14
Figure 10: Impact de l'ouvrage – Q50	17
Figure 11: Impact de l'ouvrage – Q100	18
Figure 12: Impact de l'ouvrage – Q1000	19
Figure 13 : linéaire de RD919 inondé pour Q50	21
Figure 14: Carte géologique de la zone d'étude (zone d'implantation du barrage marquée) (Source : Infoterre)	22
Figure 15: Vue des sondages et forages disponibles sur Infoterre à proximité de la zone d'étude (position du barrage marquée en rouge)	23
Figure 16: Profil en travers de la vallée le long de l'axe du barrage – source topographique LIDAR 2013	29
Figure 17 : localisation des casiers étudiés	30
Figure 18: Niveaux des crues en situation projetée par rapport au profil actuel de la RD626A et rehausse de la route	34
Figure 19 : Vue en plan du linéaire de route impacté par la rehausse	35
Figure 20: Profil actuel de la RD919 et impact du casier sur le point bas du linéaire	36
Figure 21: Erosion externe en amont du pont de la RD626A	37
Figure 22: Exemples de cages pare-embâcles au droit d'évacuateurs	38
Figure 23: Exemple de râtelier en V (source : LANGE et BEZZOLA, 2006)	39
Figure 24: Vue de la ligne HT au droit du raccord barrage/TN (source : Google StreetView)	41
Figure 25: Vue du réseau d'assainissement traversant la RD919	42
Figure 26 : Registre Parcellaire Agricole (RPG) de la zone d'étude	48
Figure 27 : Exploitation impactées et % de l'exploitation correspondants	51
Figure 28 : Numéro de package 009007155	52

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Débits de pointe SHYREG – 2019.....	1
Tableau 2 : performance de l'ouvrage - étude CACG / ISL	3
Tableau 3: Classement du barrage / aménagement hydraulique	7
Tableau 4 : Période de retour de la crue exceptionnelle en fonction de type de barrage et de sa classe	8
Tableau 5 : Période de retour de la crue extrême en fonction de type de barrage et de sa classe ..	8
Tableau 6 : performance de l'ouvrage.....	15
Tableau 7 : comparaison données CACG.....	15
Tableau 8 : Caractéristiques générales du barrage au stade de la faisabilité	28
Tableau 9: Casier de Saint-Ybars - dimensionnement hydraulique dans le cas du déversoir de 180 ml à la cote 222,2 m NGF	32
Tableau 10: Casier de Saint-Ybars - dimensionnement hydraulique dans le cas du déversoir de 85 ml à la cote 221,8 m NGF	33
Tableau 11: Impact foncier des travaux liés au barrage et aux routes.....	40
Tableau 12: Hypothèses retenues pour le calcul des remblais étanches constitutif du corps du barrage	43
Tableau 13: Chiffrage de la solution du déversoir de 180 ml à la cote 222,2 m NGF	44
Tableau 14: Chiffrage de la solution alternative du déversoir de 85 ml à la cote 221,8 m NGF	46
Tableau 15 : Surfaces agricoles impactées.....	49
Tableau 16: Estimations des indemnités lors du remplissage de la retenue	55
Tableau 17: Synthèse des caractéristiques géométriques du barrage	56
Tableau 18: Synthèse des caractéristiques hydrauliques du barrage.....	57
Tableau 19: Récapitulatif des estimations financières du projet selon différentes hypothèses (écran étanche et provenance des matériaux)	58

1 PREAMBULE

Depuis le 1^{ier} janvier 2018, la compétence de GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (GEMAPI) est devenue de la responsabilité des Etablissements Publics de Coopération Intercommunale à Fiscalité Propre (EPCI-FP) qui doivent donc assurer la gestion des digues sur leurs territoires ou la déléguer ou la transférer à d'autres structures (syndicats de bassin, EPAGE, EPTB, etc...).

Le CCTP de l'étude propose 6 actions inscrites au PAPI d'intention :

- Action 1.1 : Synthèse des études d'aléas et d'enjeux sur la Lèze ;
- Action 1.2 : Élaborer une base de données des enjeux vulnérables ;
- Action 1.3 : Diagnostic des merlons de berge ciblés sur les secteurs à enjeux ;
- Action 1.4 : Diagnostic des ponts, ouvrages de décharges (routes, voie ferrée) ciblés sur les secteurs à enjeux ;
- Action 6.1 : Ouvrages hydrauliques : études technico-financières et modélisations hydrauliques ;
- Action 6.2 : ACB/AMC de scénarios d'aménagement globaux.

Le présent rapport correspond à l'action 6.1 concernant le barrage écrêteur de Saint-Ybars (cas 4).

En effet, différentes études ont été déjà réalisées pour définir un programme de travaux permettant de lutter contre le risque inondation. Ces études n'ont pas permis de conclure sur la pertinence des travaux à réaliser. Afin de conclure définitivement sur les travaux à réaliser, il est nécessaire de réaliser des études technico-financières robustes pour trancher la faisabilité des aménagements.

Le rapport vise à conclure sur la faisabilité technique du casier de Saint-Ybars (cas04).

L'aménagement consiste en la création d'un ouvrage de stockage temporaire des volumes de crue composé :

- d'un barrage en remblai d'une longueur de 1080 m et d'une hauteur maximale de 11 m ;
- d'un pertuis permettant le transit des « petites » crues de H=4 m et L =8,3 m pour un lit mineur de H=6,5 m et L=25 m,;
- d'un évacuateur de crues en rive gauche de 180 m.

L'ouvrage a pour objectif l'atténuation des crues de la Lèze avec la recherche d'un écrêtement optimal pour une période de retour de 50 ans conformément à la stratégie du SMIVAL.

Note : les débits affichés dans le rapports sont issus de la base de données SHYREG-2019 et reprise du rapport « 20F-043-RS-3 - Action 6.1 : hydrologie » avec les valeurs de débit de pointe suivante en aval de la confluence avec le Latou :

Tableau 1 : Débits de pointe SHYREG – 2019

Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q1000	Q5000	Q10000
47	64	80	99	131	162	321	420	340

2 CONTEXTE GENERAL

2.1 OBJECTIF DE L'OUVRAGE

L'objectif de l'aménagement est de stocker une partie des eaux de la Lèze afin d'écrêter l'hydrogramme de crue pour :

- diminuer le débit de pointe de la crue ;
- retarder le pic de crue.

Cet impact permettrait de diminuer les hauteurs d'eau sur les enjeux en aval et de retarder le pic de crue pour faciliter l'alerte et la gestion de crise.

Conformément à la stratégie PAPI visant à minimiser les inondations pour la crue cinquantennale, la crue pour laquelle un écrêtement optimal est recherché est la crue de période de retour 50 ans.

2.2 ENJEUX AMONT

Concernant l'inondabilité des enjeux situés en amont, il est considéré, pour la crue de projet (crue de période de retour 1000 ans, cf. paragraphe 2.4.2.1) :

- qu'aucune habitation ne doit être impactée ;
- que la RD919 ne doit pas être sur-inondée ;
- que les autres voiries peuvent être inondées si cette inondation n'isole pas certaines habitations.

Une habitation se situe à 223 m NGF (Château de Donnaud). Hormis cette habitation, les enjeux les plus sensibles se situent à 224 m NGF.

2.3 PRESENTATION DU BARRAGE ECRETEUR ET DE LA RETENUE ENVISAGES

Le projet de barrage écrêteur de Saint-Ybars est situé juste à l'aval de la confluence de la Lèze et du Latou sur les communes de Saint-Ybars et Massabrac.

Cet ouvrage a dans un premier temps été proposé dans l'étude AGERIN de 2005 pour un coût total de 165 k€ HT. Il a ensuite été réétudié dans l'étude CACG de 2011 et intégré aux scénarios A « ouvrages de protection » et C « mixte » pour un montant de 3 693 k€ HT et une efficacité maximal pour Q50. L'étude CACG a produit un plan d'implantation.

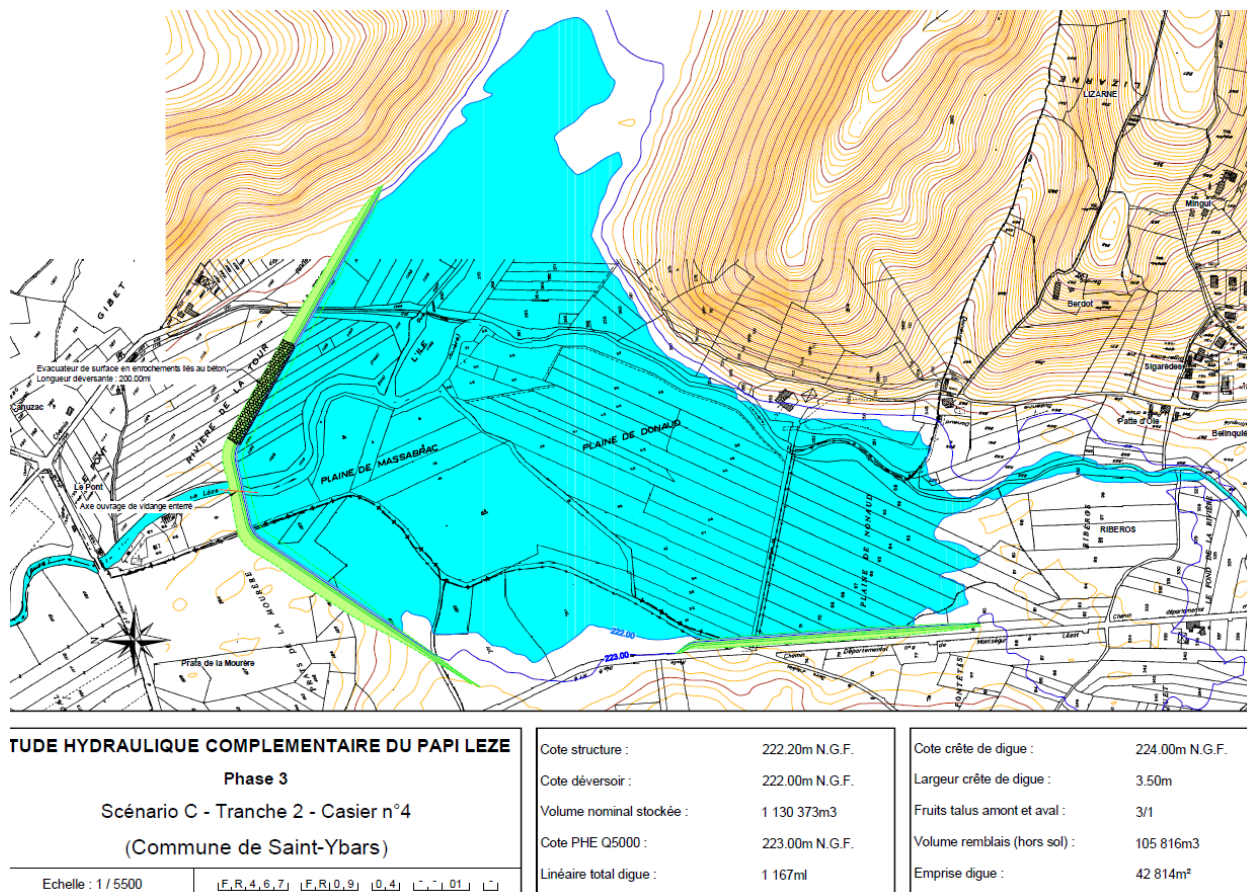


Figure 1 : plan d'implantation cas04 - CACG 2012

Le débit cinquantennal de l'étude CACG était de 150 m³/s sur le site contre 131 m³/s avec les données SHYREG actuelles. Les performances de l'ouvrage sont rappelées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : performance de l'ouvrage - étude CACG / ISL

Scénario	Q avant aménagement m ³ /s	Q entrant m ³ /s	Q sortant m ³ /s	% laminé	Z max dans le casier (m NGF)
cas04 - CACG - phase 3 - Q50 - sous influence casier 01	150	126.1	116.5	8%	222
cas04 - CACG - phase 1 - Q200	170	170	158.08	7%	221.28
cas04 - ISL	130	-	115	12%	222.15

L'ouvrage projeté est un barrage en remblai de 1 080 m de longueur et de 4,5 m de large en crête à 223,65 m NGF avec un déversoir de 180 m nivelé à 222,2 m NGF. Il est décrit plus en détail dans la suite du rapport.

L'évacuateur de crue était implanté en rive droite dans le projet CACG. Il est implanté en rive gauche dans la présente étude car des habitations sont présentes dans l'axe du déversoir prévu dans l'étude initiale.

L'étude actuelle intègre les données LIDAR et permet une meilleure représentation du volume stocké et une meilleure estimation du niveau des enjeux amont et aval. L'utilisation de modèle 2D pour prédimensionner l'ouvrage permet une meilleure représentation des impacts. De plus, le modèle utilisé en 2012 était calé sur une estimation erronée de la crue de juin 2000 amenant à surestimer les niveaux.

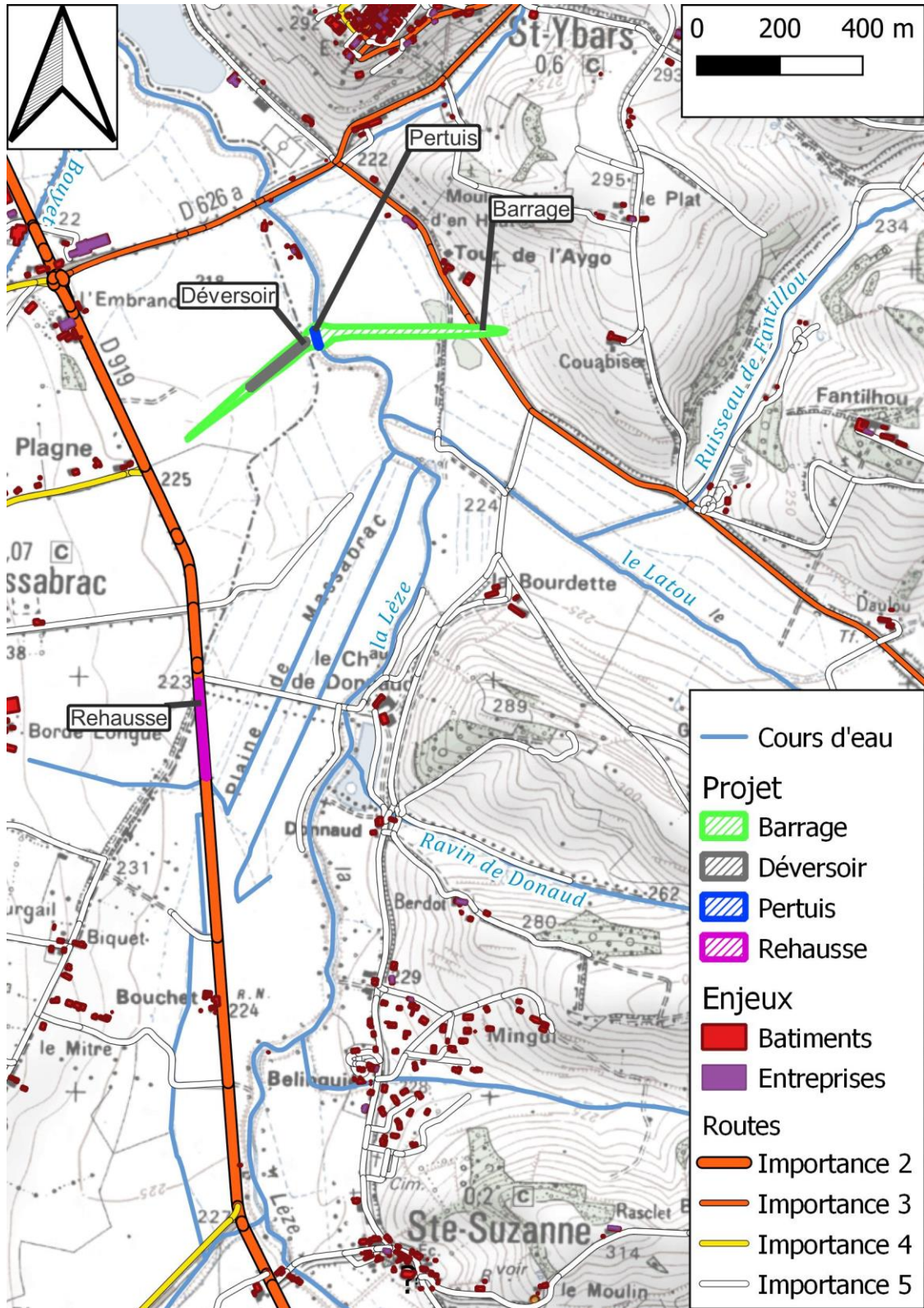


Figure 2: situation du projet et des enjeux

La figure suivante présente le profil en travers intercepté par l'axe du barrage tel que présenté dans la figure précédente. L'implantation est réalisée afin :

- de minimiser les remblais de l'ouvrage en s'appuyant sur une partie haute en rive gauche ;

- de ne pas impacter l'habitation située au lieu-dit « Tour de l'Aygo » en rive droite.

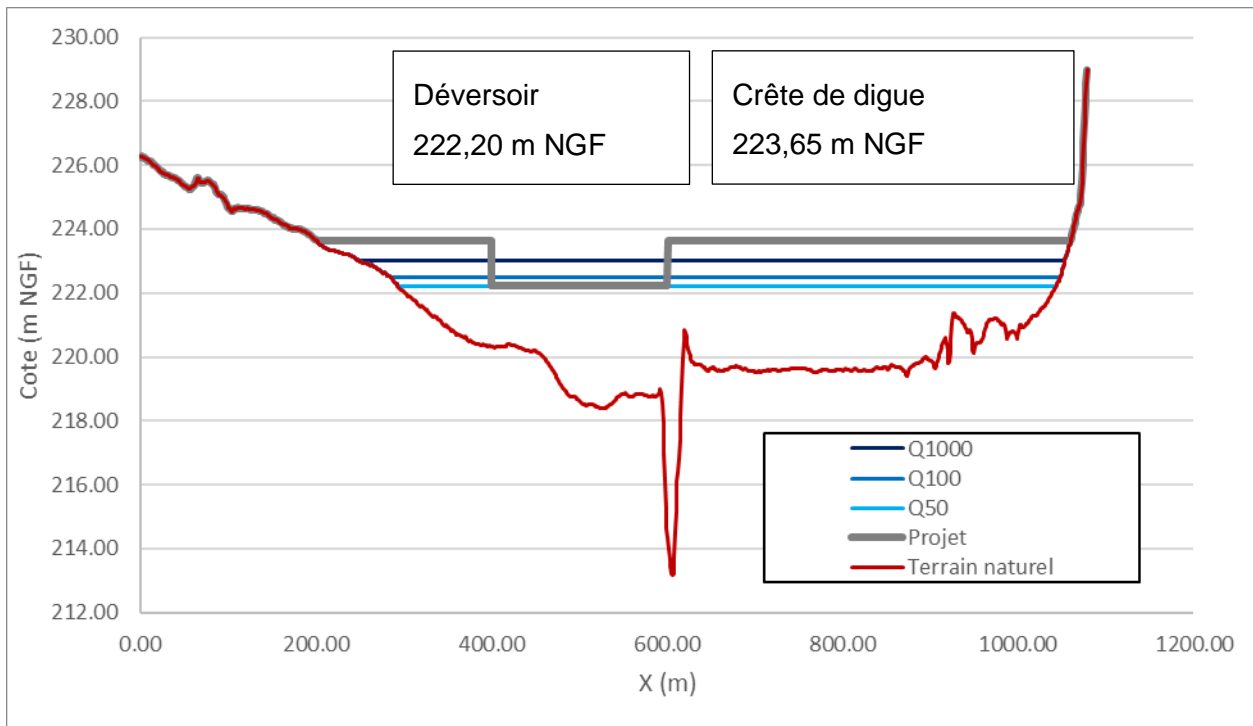
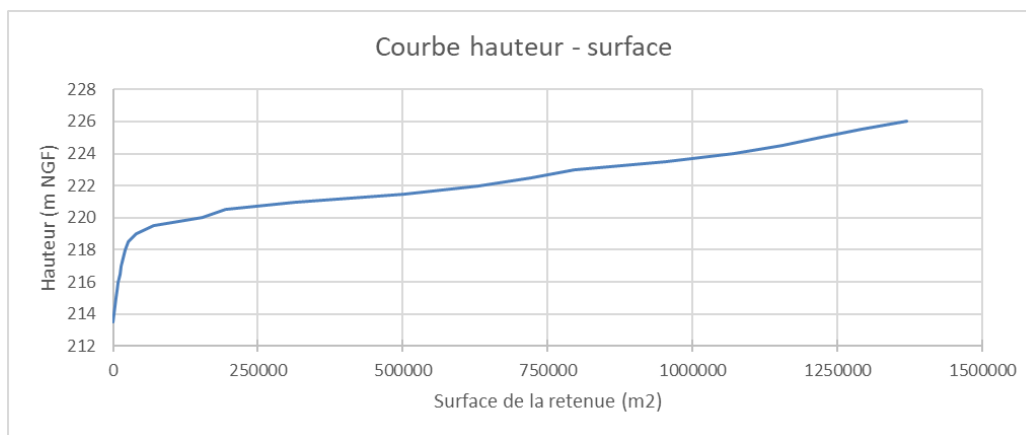


Figure 3: Profil en travers de la vallée le long de l'axe du barrage – source topographique LIDAR 2013

Les figures suivantes présentent les lois hauteur-surface et hauteur-volume de la cuvette du barrage.



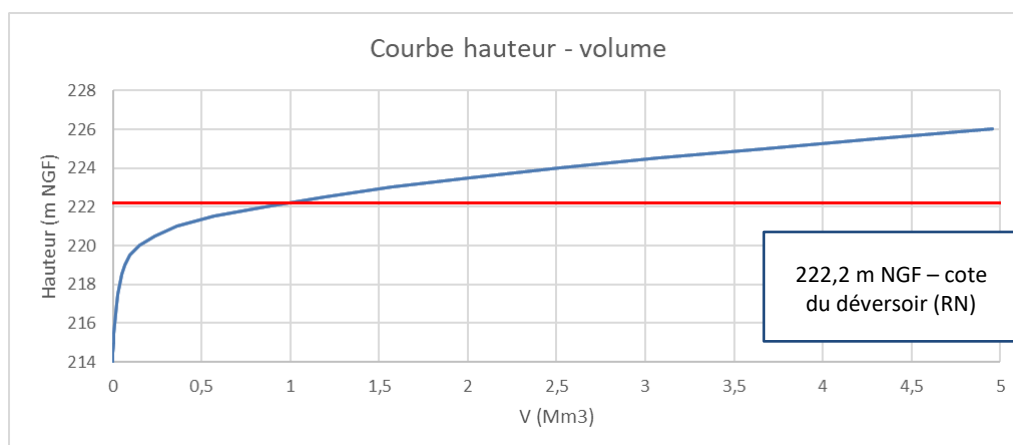


Figure 4: Courbes caractéristiques de la retenue

2.4 CLASSEMENT DU BARRAGE ET CHOIX DES CRUES DE PROJET

2.4.1 CLASSEMENT DU BARRAGE

Le barrage écrêteur de Saint-Ybars serait classé comme barrage de classe C au titre de la sécurité des ouvrages hydrauliques par le décret n° 2015-526 du 12 mai 2015 relatif aux règles applicables aux ouvrages construits ou aménagés en vue de prévenir les inondations et aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques. Le détail des critères de classement du barrage de St-Ybars est présenté dans le tableau suivant.

La retenue normale est fixée par la cote du déversoir (222,2 m NGF). Sous cette cote, le volume d'eau de la retenue est estimé à environ 1 190 000 m³ et la surface du plan d'eau est de l'ordre de 72,2 ha. Les volumes et surfaces caractéristiques de la retenue sont figurés dans le tableau suivant.

L'ouvrage est également un aménagement hydraulique de prévention des inondations.

Hauteur de barrage	Volume sous la RN	Volume sous la PHE	Classe du barrage
11 m	1,19 Mm ³	1,57 Mm ³	C

Tableau 3: Classement du barrage / aménagement hydraulique

2.4.2 DETERMINATION DES CRUES A ETUDIER

Les dernières recommandations sur le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages (Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages – CFBR – Juin 2013), ainsi que l'arrêté du 6 août 2018 fixant les prescriptions techniques relatives à la sécurité des barrages, accompagné de sa note d'interprétation d'octobre 2019, fixent le choix des périodes de retour des crues exceptionnelles et extrêmes à considérer dans le dimensionnement de l'ouvrage.

2.4.2.1 Situation exceptionnelle de crue – crue de projet

Classe du barrage	Barrage rigides	Barrages en remblais
A	3000	10 000
B	1000	3000
C	300	1000

Tableau 4 : Période de retour de la crue exceptionnelle en fonction de type de barrage et de sa classe

La crue de projet qui doit pouvoir être évacuée par l'évacuateur de crue dépend de la classe de l'ouvrage. Le casier étudié ici serait un ouvrage de classe C. La crue de projet est donc la crue de période de retour 1000 ans.

2.4.2.2 Situation extrême de crue

« L'ouvrage possède encore une marge de sécurité avant la survenance d'un accident. Supposé se produire quand la cote de danger est atteinte ».

Deux cas sont à étudier :

- Une crue extrême avec un fonctionnement nominal du pertuis et de l'évacuateur ;
- Une crue plus faible mais avec un dysfonctionnement du pertuis (réduction de la débitance due à la présence d'embâcles).

Classe du barrage	Probabilités annuelles de dépassement de la cote de danger
A	10^{-5}
B	3×10^{-5}
C	10^{-4}

Tableau 5 : Période de retour de la crue extrême en fonction de type de barrage et de sa classe

2.4.2.3 Crues à considérer

Les termes employés par la suite pour les crues sont les suivants :

- **Crue de protection** : crue qui permet d'atteindre la cote de protection, ici Q50 ;
- **Crue de projet** : crue qui peut être évacuée en sécurité par l'évacuateur de crue sans impacter les enjeux amont, ici Q1000. Le niveau de Q1000 est appelé niveau des PHE (Plus Hautes Eaux) ;
- **Crue extrême** : crue qui ne doit pas engendrer de rupture de l'ouvrage, soit dans le cas d'un barrage en remblai, qui ne doit pas dépasser la cote de crête. Ici Q10 000 ou Q1000 avec une réduction de 30% de la débitance du pertuis dû aux embâcles (recommandations CFBR).

2.5 PARTIS D'AMENAGEMENT ETUDIES

Dans le présent rapport sera réalisé un prédimensionnement des organes d'évacuation de crues relativement à la sûreté de l'ouvrage. Les dernières recommandations concernant le dimensionnement de ces organes (Recommandations pour le dimensionnement des évacuateurs de crues de barrages – CFBR – Juin 2013) préconisent à ce sujet de négliger l'effet de l'écrêtement des crues par la retenue lorsque « le volume de la crue de projet est notablement supérieur à la différence de volume de la retenue entre la cote des PHE et la cote de retenue normale ». Dans le cas de l'ouvrage de Saint-Ybars conçu pour être à sec hors temps de crue, on considère le volume de la crue par rapport au volume de la retenue à la cote des PHE.

Si l'écrêtement peut être négligé, le ou les organes dimensionnés pour l'évacuation des crues doivent « être capables de faire transiter, en additionnant la débitance de chacun des organes ou des passes, le débit de pointe de la crue pour une cote de retenue égale à celle des PHE ».

Dans la suite du rapport, l'aménagement est étudié pour le niveau des Plus Hautes Eaux (PHE) de 223 m NGF atteint pour une crue de période de retour 1000 ans.

Le principe retenu est un niveau des PHE à 223 m NGF afin de ne pas surinonder les habitations en amont, le rachat ou la délocalisation de bâti n'étant pas privilégié par le SMIVAL (réunion terrain du 05/05/2021).

Des ouvrages passifs sont retenus : absence d'organes hydrauliques mobiles nécessitant des manœuvres lors des crues.

3 IMPACT HYDRAULIQUE DE L'ECRETEUR

3.1 VOLUME STOCKE

Le volume total de la cuvette est de $1,19 \text{ Mm}^3$. Le volume surstocké est de $0,7 \text{ Mm}^3$, le reste étant déjà stocké dans le lit majeur en état initial.

Ce volume représente 5% de l'hydrogramme théorique SHYREG - Q50 dont le volume est d'environ 14 Mm^3 . L'écrêtement théorique maximum est de $25 \text{ m}^3/\text{s}$ soit un passage de $130 \text{ m}^3/\text{s}$ à $105 \text{ m}^3/\text{s}$ ou d'une crue de période de retour 50 ans à 25 ans.

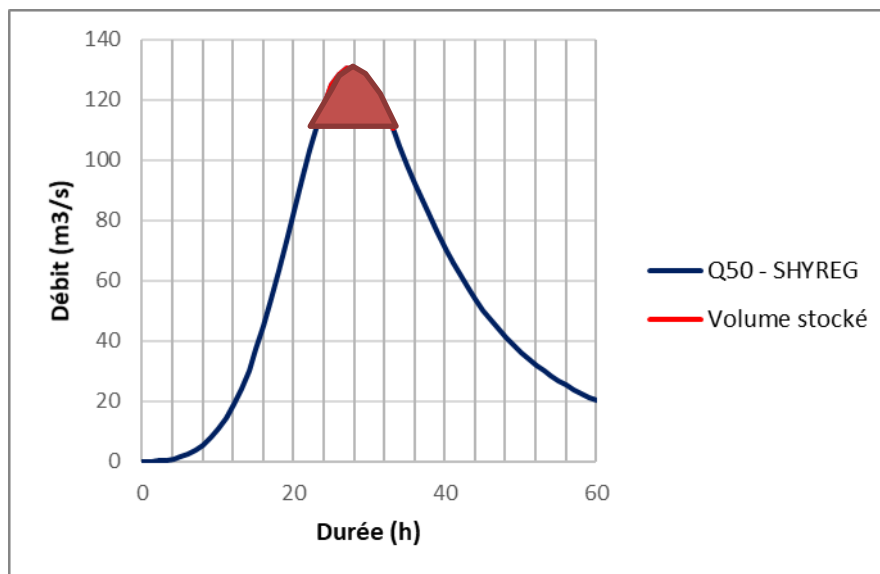


Figure 5 : comparaison hydrogramme de crue / volume stocké.

3.2 PERFORMANCE DE L'OUVRAGE

La figure ci-après indique les hydrogrammes entrant et sortant de l'ouvrage.

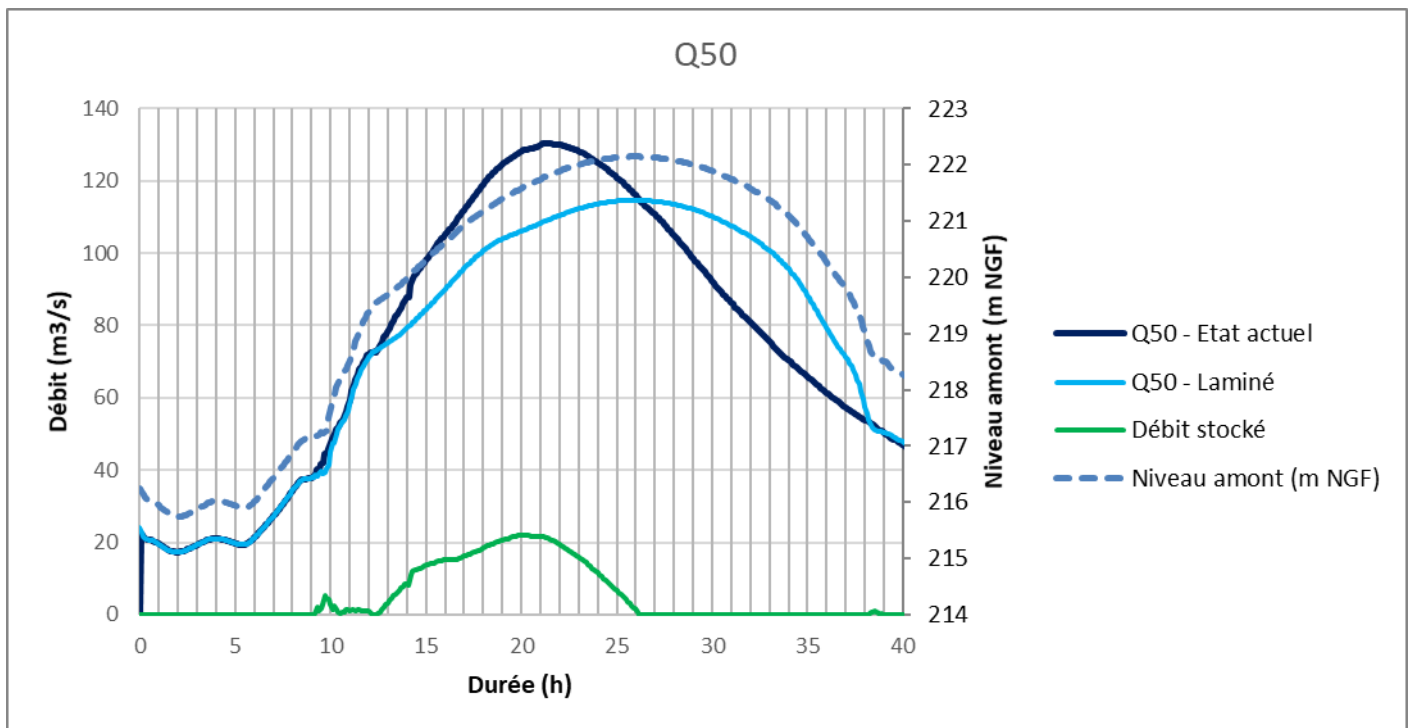


Figure 6 : hydrogrammes en aval de l'ouvrage avant et après le projet

Des limnigrammes avant et après projet en 4 points sont détaillés en Figure 8. La localisation de ces points est présentée en Figure 7.

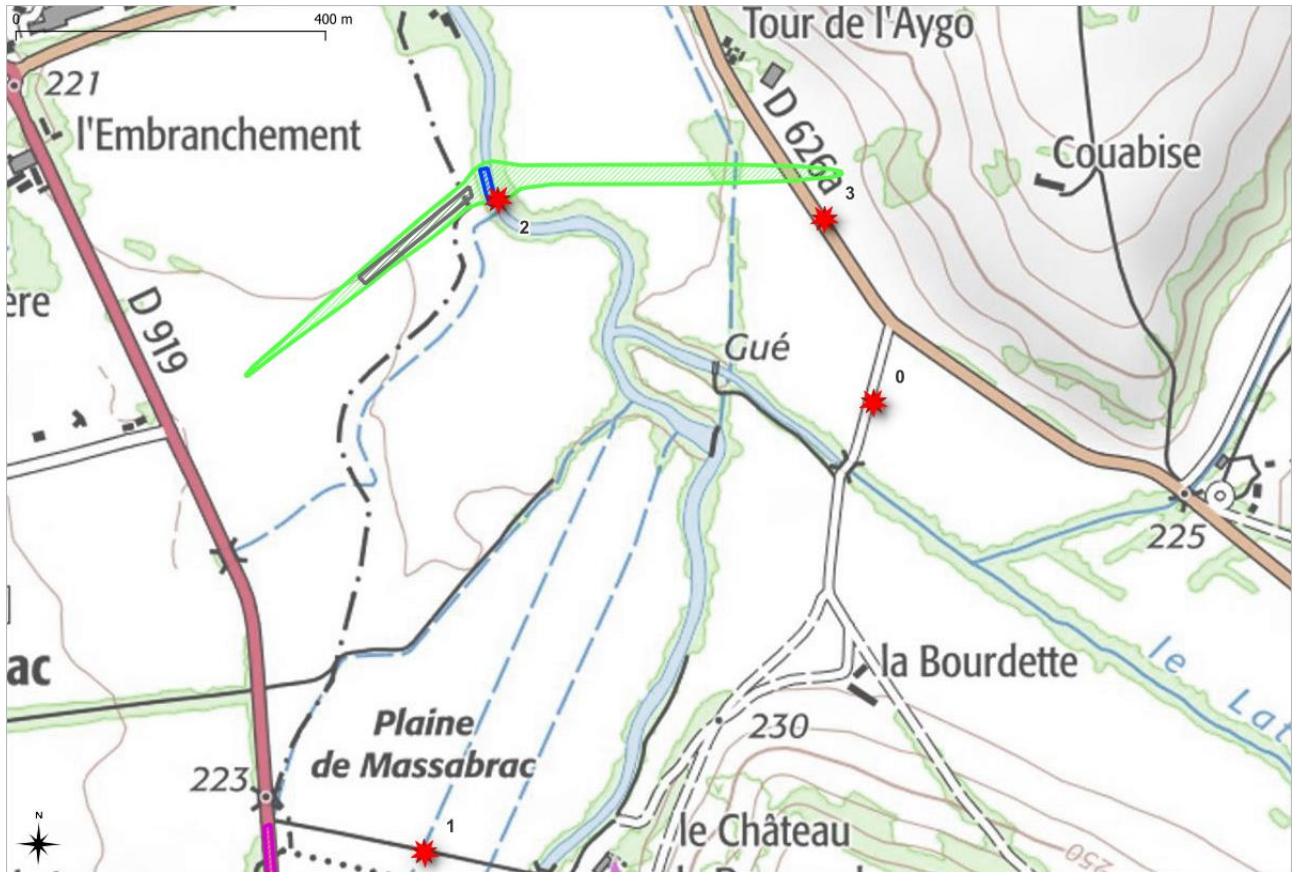
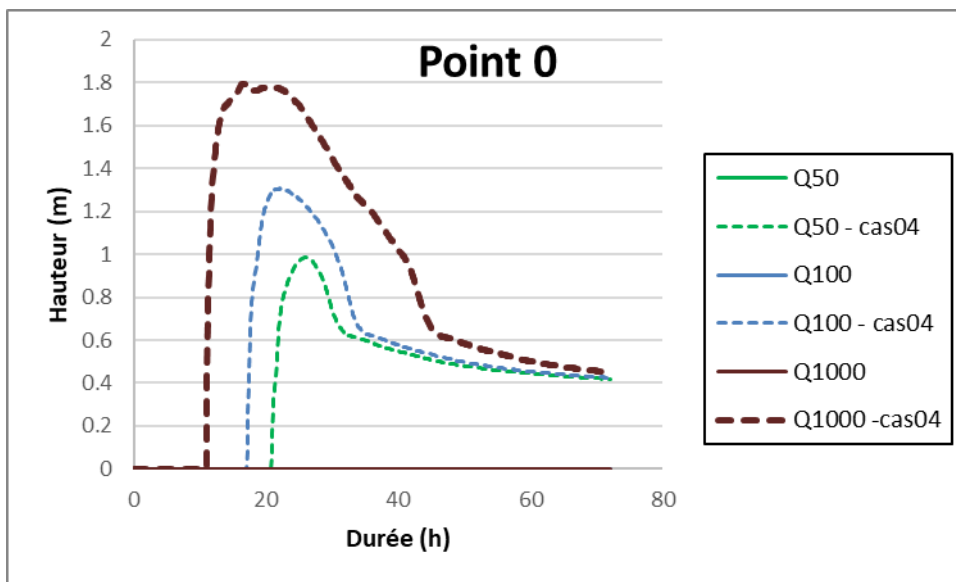
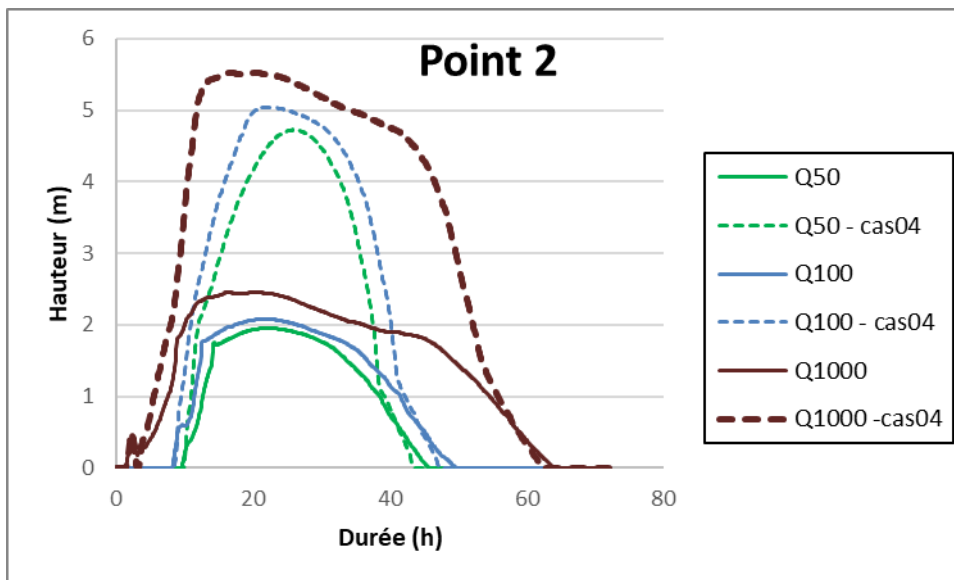
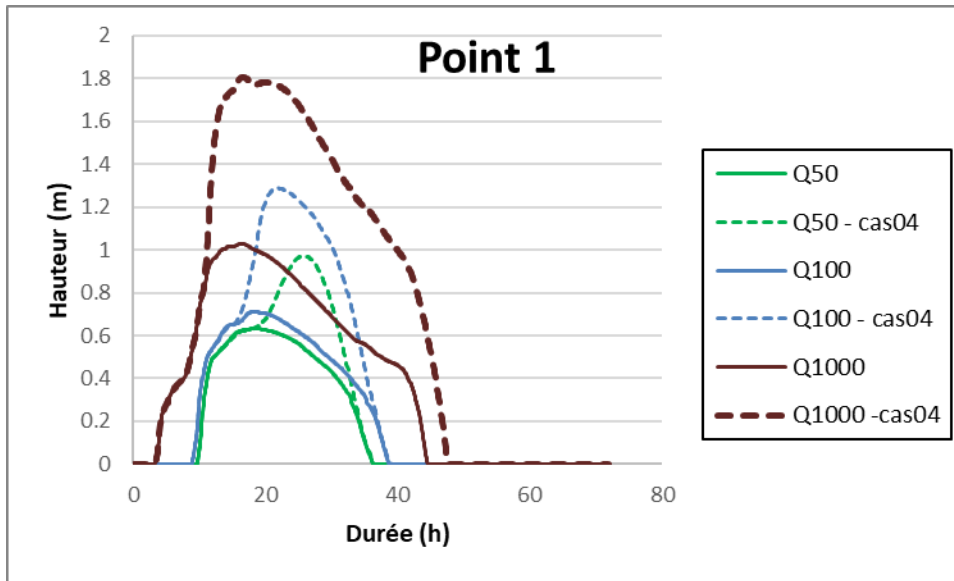


Figure 7 : localisation des points d'extraction des résultats





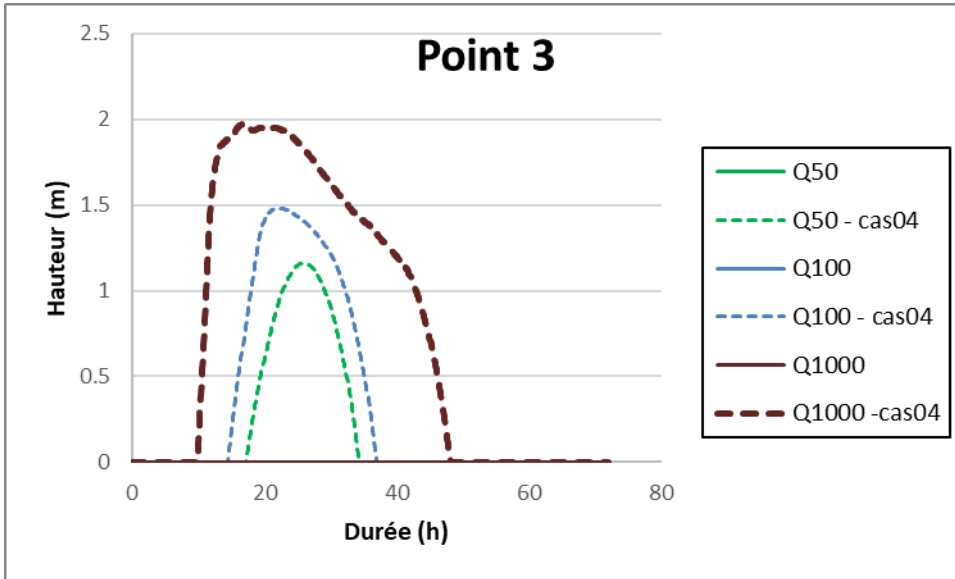


Figure 8 : limnigrammes aux points 0 à 3

Le débit entrant prend en compte les apports du Latou. La répartition des débits est affichée ci-dessous. Le débit de pointe du Latou est de 25 m³/s soit une crue du Latou de période de retour 30 ans d'après la fiche SHYREG GC4839 (quantiles SHYREG 2019).

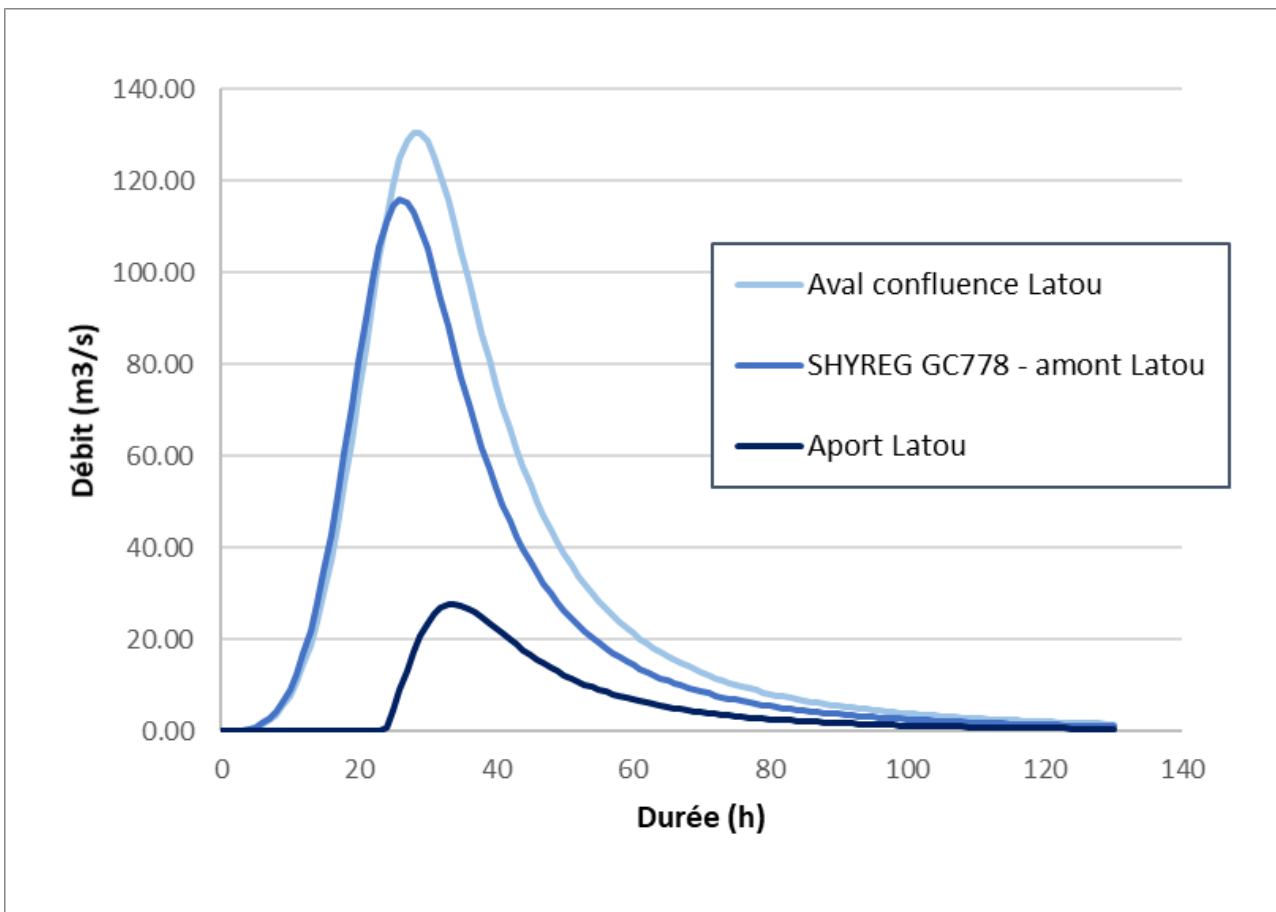


Figure 9 : répartition des apports - Q50

L'ouvrage permet un écrêtement de 13 % de l'hydrogramme entrant. L'impact sur les niveaux est détaillé dans le paragraphe suivant.

Tableau 6 : performance de l'ouvrage

Crue de protection Q50	
Débit avant création de l'ouvrage (Q50) (m ³ /s)	130
Débit aval de l'ouvrage (Q50) (m ³ /s)	115
% de réduction du débit de pointe	12%
Période de retour du débit aval (Q50) (m ³ /s)	30 ans

Les résultats obtenus sont sensiblement les mêmes que ceux de l'étude CACG. Néanmoins, les performances de l'étude CACG (phase 3) intègrent l'impact du casier 01 d'Artigat. La notion de débit amont n'est pas affichée pour l'aménagement ISL car elle n'a pas de sens pour un modèle 2D, le débit en amont étant perturbé par l'ouvrage. Mesurer le débit hors zone d'influence de l'ouvrage n'est pas pertinent car cette mesure n'intégrerait pas les apports du Latou qui sont de l'ordre de grandeur du laminage.

Tableau 7 : comparaison données CACG

Pour la crue de dimensionnement Q50 pour ISL Q2000 pour CACG					
	Q avant aménagement m ³ /s	Q amont m ³ /s	Q sortant m ³ /s	% laminé	Z max dans le casier m NGF
cas04 - CACG	150	126.1	116.5	8%	222
cas04 - ISL	130	-	115	12%	222.20

Dans le rapport CACG de phase 1, l'impact du casier seul est étudié pour une crue de 170 m³/s. Le débit aval est alors de 158,5 m³/s soit un laminage de 7% avec une cote de crête de 222,5 m NGF. La cote du déversoir n'est pas précisée mais ne semble pas atteinte pour cette crue.

3.3 IMPACT SUR LES ENJEUX

L'impact hydraulique de l'écrêteur pour Q50, Q100 et Q1000 figure ci-après. Il a été évalué avec les données de crues SHYREG et avec des coefficients de frottements suivants, déterminés avec le calage des courbes de tarage à Lézat-sur-Lèze et le Fossat :

- Lit majeur:
 - Cultures: Manning de 0,05/ Strickler de 20;
 - Bois: Manning de 0,1/ Strickler de 10
 - Habitations: Manning de 0,5/ Strickler de 20;
 - Routes/ parking: Manning de 0,02/ Strickler de 50;
- Lit mineur:
 - Fond du lit: Manning de 0,06/ Strickler de 17
 - Berges: Manning de 0,1/ Strickler de 10

Des surélévations importantes sont logiquement modélisées en amont de l'ouvrage. Le remous modélisé s'arrête au lieu-dit Donnaud pour Q50.

En aval de l'ouvrage, l'impact de l'ouvrage est modéré :

- Q50 : -12 cm au lieu dit l'embranchement, -6 cm plus en aval. Cet impact n'est bénéfique que pour les zones agricoles, les enjeux bâtis étant surélevés.
- Q100 : - 2 cm, s'annule 1000 m en, aval de l'ouvrage
- Q1000 : -15 cm en aval rive droite de l'ouvrage, négligeable sur le reste de la zone.

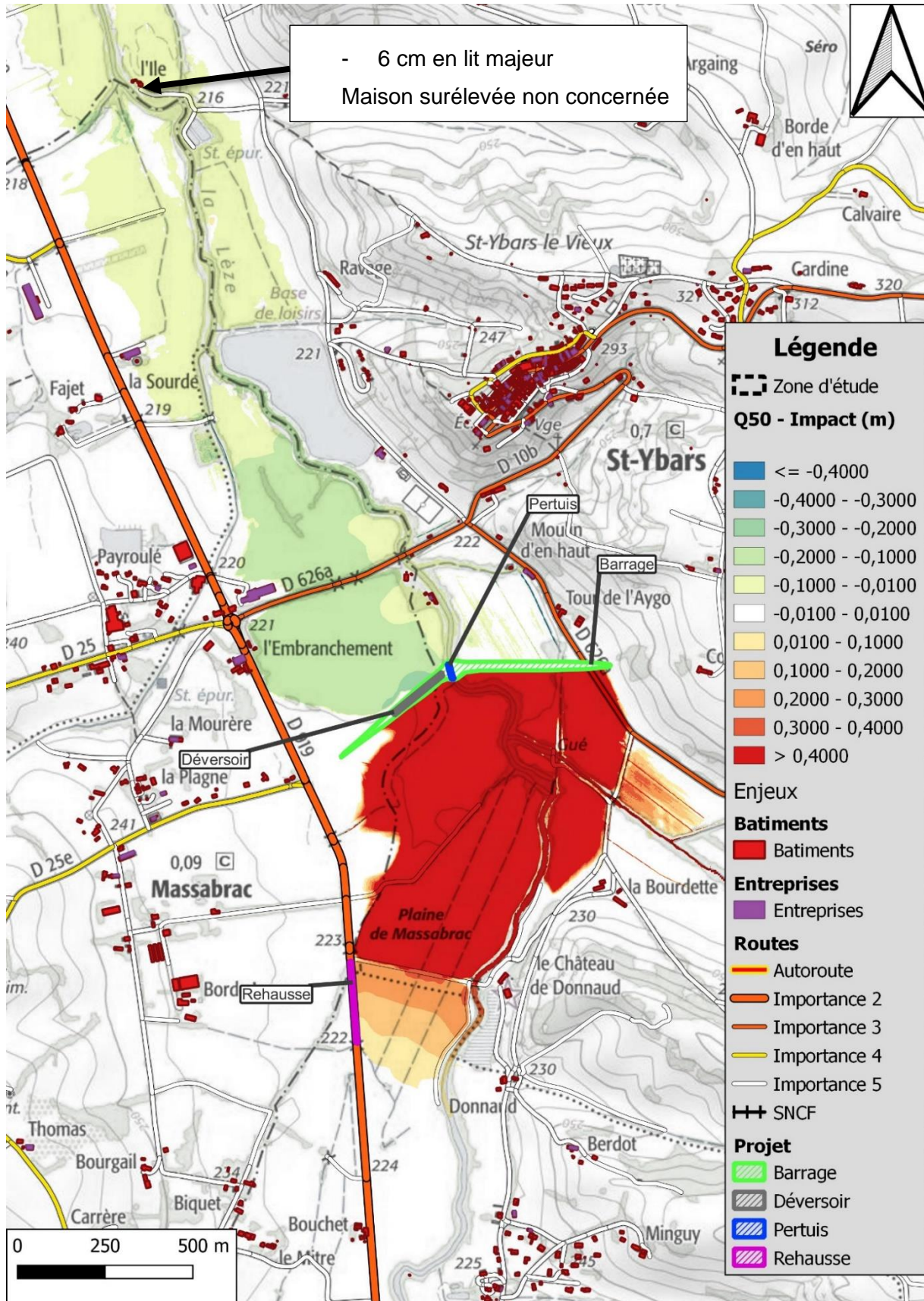


Figure 10: Impact de l'ouvrage – Q50

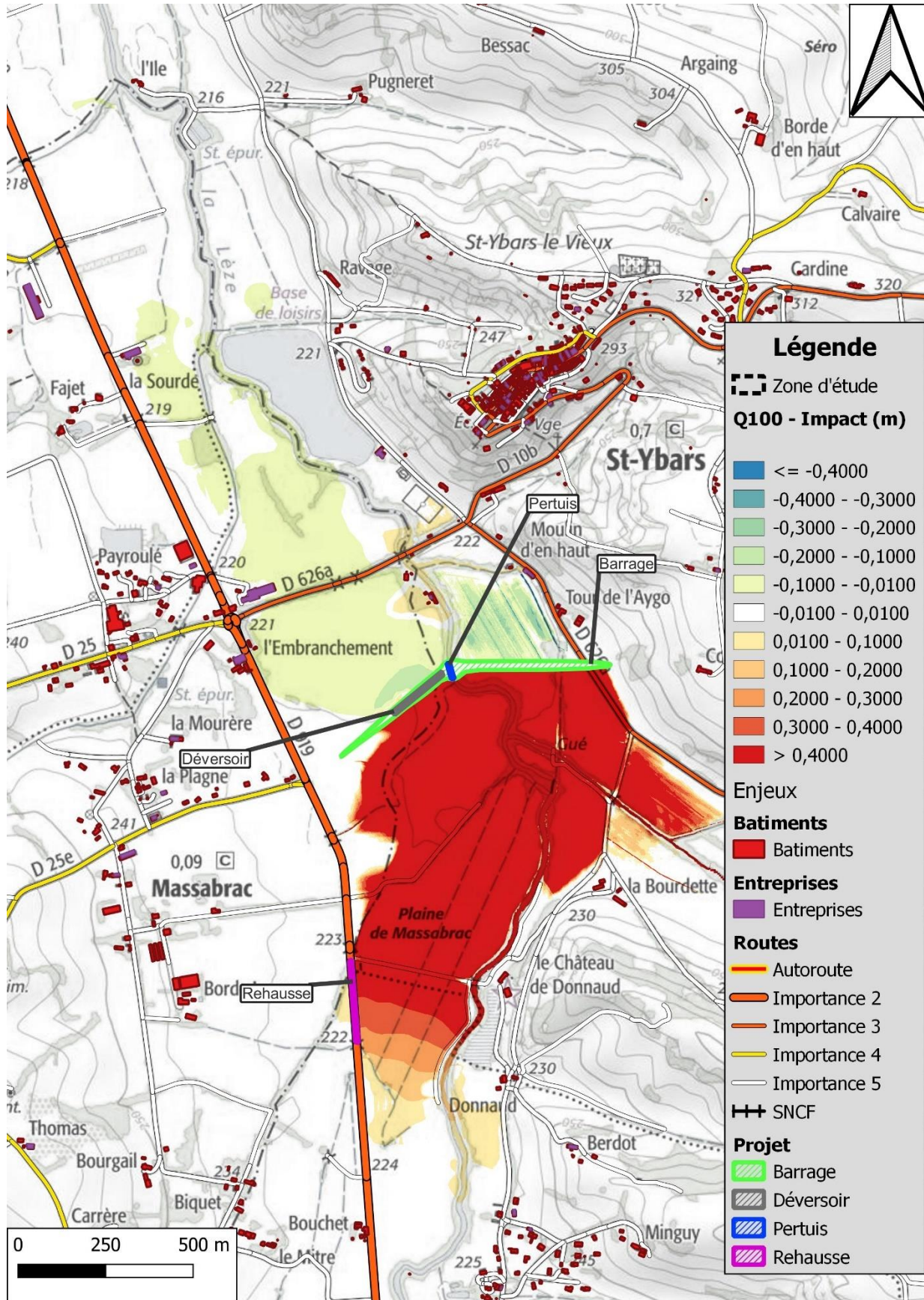


Figure 11: Impact de l'ouvrage – Q100

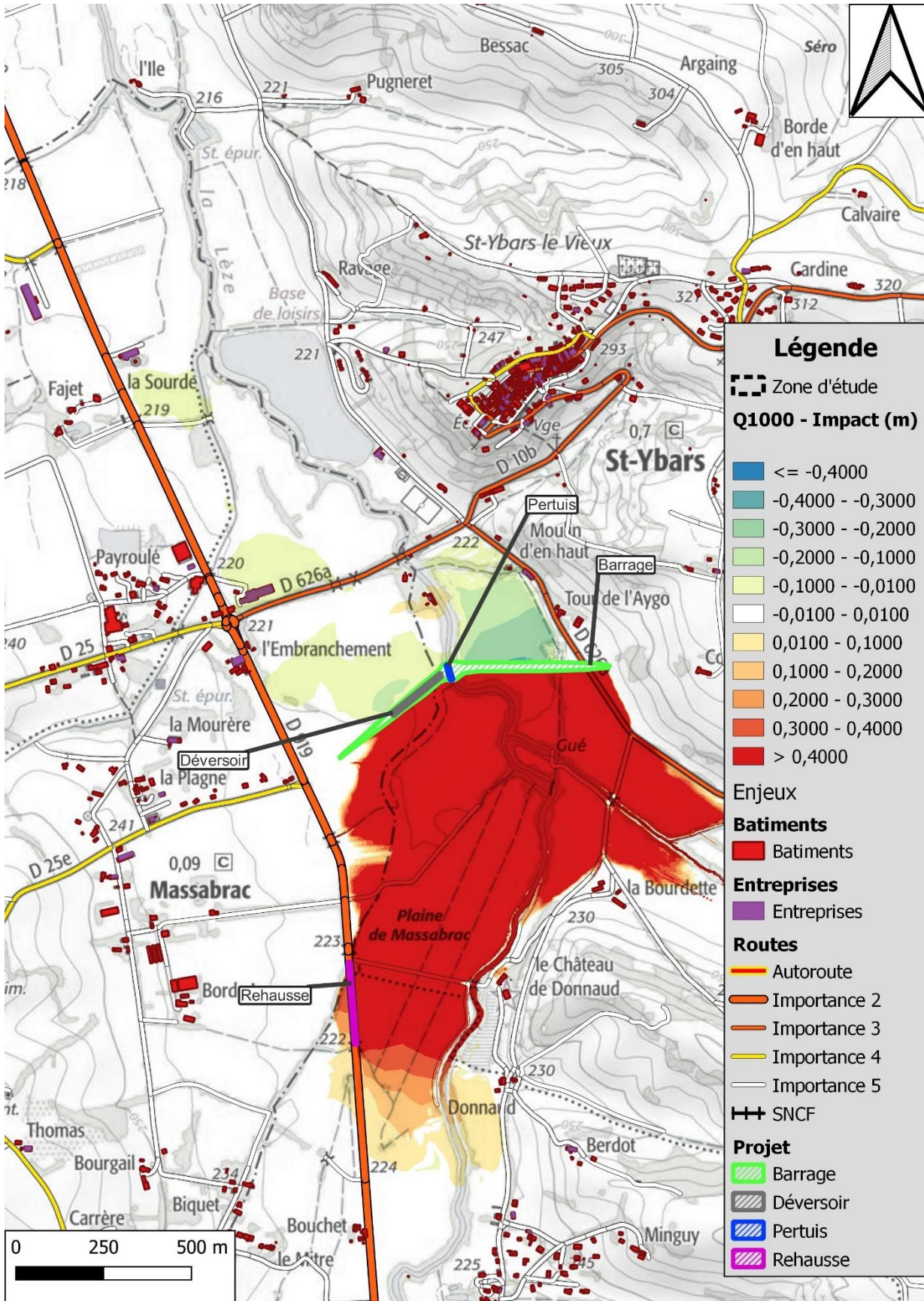


Figure 12: Impact de l'ouvrage – Q1000

3.3.1 SURINONDATION DES ENJEUX SITUES EN AMONT

Par dimensionnement, les surélévations n'atteignent pas les enjeux bâtis. **L'habitation du lieu-dit Donnaud n'est pas impactée.**

En revanche, les routes communales peuvent être surinondées jusqu'à 75 cm pour la crue millénaire.

Le franchissement du Latou est coupé pour Q50, Q100 et Q1000. L'évacuation des habitations (Bourdettes, Château de Donnaud, Berdot) peut se faire par le sud (chemin de Donnaud). Néanmoins, le chemin de Donnaud est submergé pour la crue millénaire, en état actuel et en état projet (rehausse des niveaux d'eau de quelques centimètres en état projet).

3.3.2 SURINONDATION DES ENJEUX SITUES EN AVAL

En aval rive droite, le moulin d'en haut est protégé par l'écrêteur. Aucune rehausse n'est calculée, quelque soit le scénario envisagé.

En aval rive gauche, une rehausse des niveaux d'eau de quelques centimètres est calculé autour de l'habitation située immédiatement en aval de l'ouvrage pour Q100 et Q1000 car le pertuis concentre les écoulements dans le lit mineur. Elle ne concerne pas le bâtiment principal qui est situé sur une butte.

3.3.3 SURINONDATION RD626A – RIVE DROITE

En l'état actuel, la voirie n'est pas inondée pour Q50 et Q100 mais est submergée en aval de l'emplacement projeté de l'écrêteur pour un débit de 250 m³/s, soit une période de retour de 250 ans.

3.3.4 SURINONDATION RD919 – RIVE GAUCHE

En rive gauche, la rehausse de la RD919 empêche toute surinondation. Néanmoins, la route est déjà coupée pour un débit d'environ 85 m³/s soit une période de retour comprise entre 20 et 50 ans d'après les débits SHYREG-2019 (point de donnée GC776). Pour la crue de période de retour 50 ans, le linéaire submergé est d'environ 600 m en amont au droit de Sainte-Suzanne, hors de la zone d'influence du projet. Le trafic de la RD919, avec ou sans projet, est interrompu lors des crues courantes.

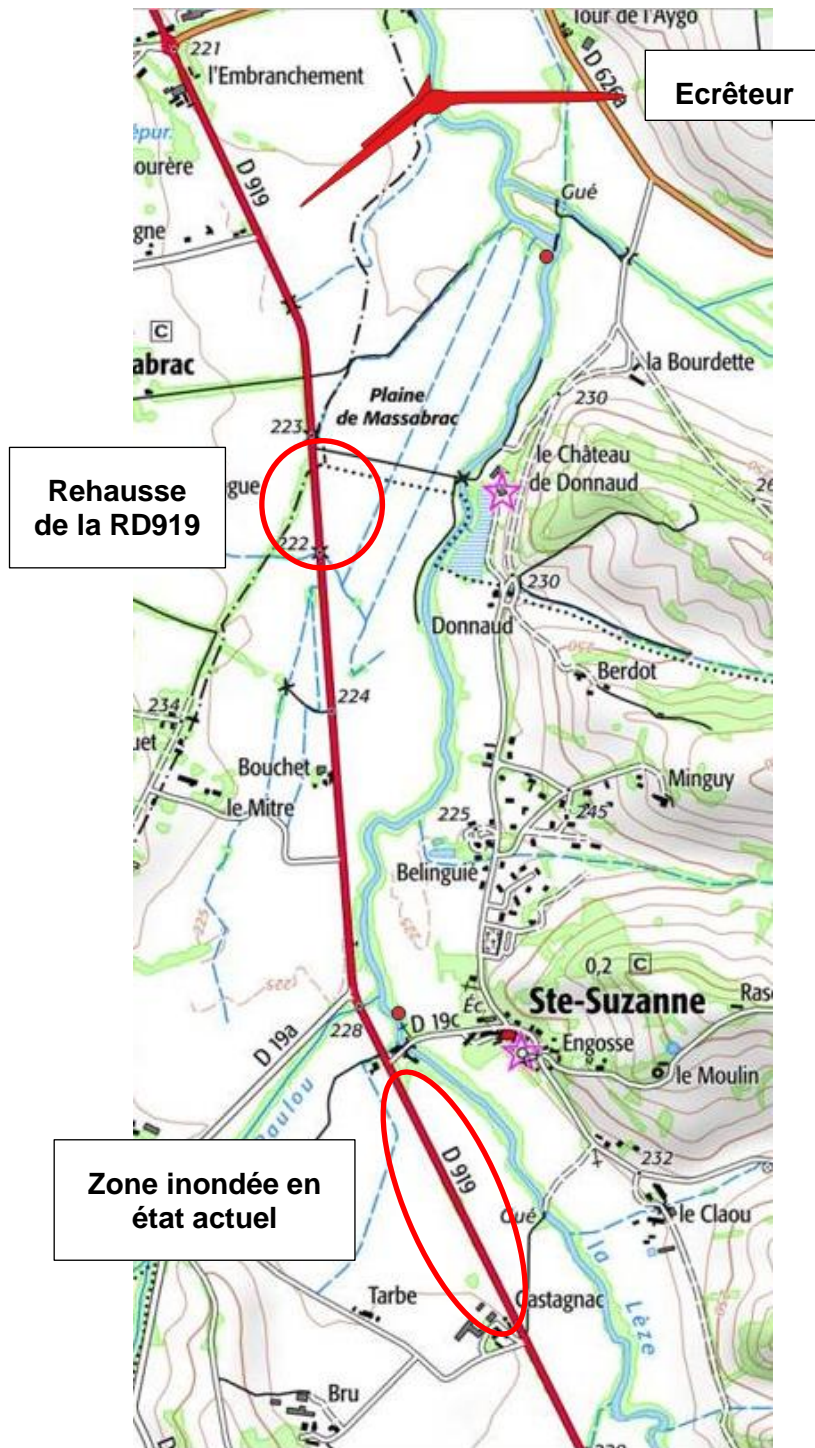


Figure 13 : linéaire de RD99 inondé pour Q50

4 DONNEES GEOTECHNIQUES

4.1 DONNEES GEOLOGIQUES

La figure suivante représente la carte géologique 1/50 000 du BRGM.



Fz : Alluvions modernes des ruisseaux et rivières

Fy : Alluvions des basses terrasses des rivières secondaires

g3-2 : Oligocène; Marnes et molasses (affleurant sur les rives des coteaux en RD et RG)

m-gRc : Eboulis et solifluxions issus de la molasse

Figure 14: Carte géologique de la zone d'étude (zone d'implantation du barrage marquée) (Source : Infoterre)

L'emprise du barrage se trouve majoritairement sur les alluvions du lit majeur de la Lèze ainsi que sur les alluvions de basses terrasses des rivières secondaires.

Cette première analyse à l'échelle macroscopique laisse présager d'une assise du barrage relativement perméable, et peut nécessiter des adaptations de conception (écran étanche, taille de la clé d'ancrage ...).

4.2 DONNEES GEOTECHNIQUES DISPONIBLES A PROXIMITE DE L'OUVRAGE

Plusieurs points de sondage sont disponibles à proximité de la zone d'étude, sur les coteaux voisins ou à proximité du lit mineur.



Figure 15: Vue des sondages et forages disponibles sur Infoterre à proximité de la zone d'étude (position du barrage marquée en rouge)

Sondage juste en aval rive droite et en aval à Lézat-sur-Lèze :

Le sondage le plus proche du barrage se trouve au droit du pont de la Lèze sur la D626a en rive droite. Un autre sondage exploitable se trouve plus en aval à Lézat-sur-Lèze.

Les deux coupes géotechniques, réalisées en 1971, sont disponibles. Elles sont présentées en ANNEXE 3.

Elles présentent une alternance d'horizons calcaires et marneux avec des horizons limoneux ou sableux. Le substratum semble atteint à environ -30 m à -15 m de forage selon les sondages.

Sondage juste en aval au droit du lac de Saint-Ybars :

Les documents relatifs aux sondages du lac de Saint-Ybars sont disponibles en ANNEXE 5.

Les documents sur le lac comprennent :

- Un rapport de diagnostic comprenant :
 - Trois sondages pressiométriques jusqu'à 10-15 m de profondeur ;
 - Trois sondages à la tarière jusqu'à 8-10 m de profondeur ;
 - 12 pénétromètres mécaniques.
- Un rapport d'étude géotechnique pour l'aménagement des berges comprenant :
 - 8 échantillons de sol et reconnaissance GTR.

Du rapport de diagnostic il ressort la lithologie suivante :

- Couverture argilo-limoneuse (classe GTR A1) sur environ 5 m ;
- Une couche plus argilo-graveleuse ou sableuse surplombant les molasses ;
- Le substratum molassique se trouve entre -11 et -14 m de profondeur.

De l'analyse GTR des matériaux de berge il ressort :

- Les matériaux en berge de la Lèze présentent des classes GTR allant de A1 à A2 sur les 4 premiers mètres de prélèvement.
- Les perméabilités atteintes sont faibles ce qui est compatible avec la réutilisation de matériaux de ce type pour le corps du barrage.

Les éléments disponibles juste en aval du barrage révèle une cote de substratum autour de 10 m de profondeur et une couche, à priori réutilisable pour un corps de barrage sur les 4 premiers mètres de sol. L'horizon plus graveleux au-dessus des molasses est retrouvé en aval de l'implantation du barrage.

Ces deux éléments vont dans le sens de

Sondage en amont (Artigat) :

La coupe disponible en amont (Artigat), issue de la même campagne géotechnique que les deux sondages évoqués ci-dessus, est disponible en ANNEXE 3.

La coupe présente une succession d'horizons argileux et limoneux à sableux sur les 20 premiers mètres de sondage avant d'atteindre la couche de substrat marneux.

Campagne géotechnique liée à l'AVP du casier d'Artigat en amont :

Dans le cadre de l'AVP (2013) du casier d'Artigat (environ 13 km à l'amont), une étude géotechnique a été réalisée dans la zone d'emplacement théorique du barrage. Le rapport correspondant est disponible en ANNEXE 4.

De cette étude, la lithologie sur l'ensemble de la zone sondée est plutôt homogène :

- Terre végétale sur environ 20 à 30 cm ;
- Couverture argilo-limoneuse-sableuse (allant jusqu'à -1,7 à -4,2 m environ) ;
- Graves à graves sableuses (d'environ - 2,5 m à -5 à -9m) ;
- Substratum molassique (marne argileuse).

La distribution et l'épaisseur des couches varient fortement dans le contexte alluvial où la distribution granulométrique s'est faite sous forme de lentilles.

En termes d'utilisation des matériaux in-situ pour le corps de barrage, deux solutions étaient envisagées au stade AVP pour l'emprunt des matériaux. Dans les deux cas, l'emprunt de matériaux de l'horizon argileux et limoneux-sableux est envisagé.

Il ressort que :

- Les emprunts sont possibles sur environ 1,5 m d'épaisseur par rapport au terrain naturel. Cependant l'acceptabilité sociale n'est pas acquise puisque les riverains sont opposés à tout prélèvement sur leur terres (hors emprise de l'ouvrage) ;
- La présence d'horizons plus ou moins sableux rend difficile la bonne estimation des volumes prélevables (+ ou - 25%) ;
- Les teneurs en eau rencontrées dans le cadre des sondages ne permettent pas un compactage convenable. Des sondages en fin de période estivale sont préconisés.

En termes d'étanchéité de la fondation du barrage, les éléments suivants sont soulevés :

- une clé d'ancrage de 1,5 m de profondeur est préconisée pour éviter tout risque d'érosion interne en fondation ;
- au droit du pertuis, la fondation dans les graves nécessite de mettre en place un système d'étanchéité autour de la conduite et de la couler en place.

Synthèses des données géotechniques disponibles

La synthèse des principales données géotechniques disponibles vis-à-vis de la faisabilité du barrage de Saint-Ybars est la suivante :

- Le substratum molassique est probablement surplombé d'une couche de graves perméables qui peut entraîner des conséquences sur les dispositifs d'étanchéité à considérer, notamment vis-à-vis du risque érosion interne de la fondation superficielle (profondeur de clé d'ancrage, présence d'un écran étanche autour du puits) ;
- Le terrain naturel est probablement constitué de matériaux limono et argilo-sableux. Cette couche lithologique présente des horizons plus ou moins sableux et une teneur en eau variable selon sa nature, probablement supérieure à l'optimum-Proctor (parfois limite en aval pour les sondages du lac de Saint-Ybars) :
 - La probable hétérogénéité de la granulométrie des matériaux éventuels d'emprunts nécessite de prévoir une étendue suffisante pour le prélèvement (les emprunts seront à trier et les pourcentages de réutilisation des matériaux pourront varier sur la couche retenue pour l'emprunt) ;
 - Une faible incertitude demeure sur la possibilité d'utilisation optimale des matériaux in-situ, et des matériaux d'apports peuvent être envisagés dans des proportions relativement importantes, provenant de zones d'apport plus lointaines.
- Des sondages et reconnaissances complémentaires sont indispensables sur la zone du barrage pour évaluer la possibilité de réutilisation des matériaux ainsi que de définir la cote des graves et du substratum.

En termes d'étanchéité, la profondeur de la couche de grave et son épaisseur restent à préciser. La forte perméabilité de cette couche nécessite de considérer un chiffrage d'une clé d'étanchéité en fondation, dont les caractéristiques seront à affiner à la suite des reconnaissances de sol complémentaires.

Les deux principales incertitudes liées à la géotechnique sont donc :

- L'incertitude liée à l'opportunité d'emprunt à proximité immédiate de l'ouvrage qui demeure en l'absence de sondages géotechniques propres aux zones d'emprunt éventuelles. Les sondages du lac de Saint-Ybars montrent toutefois, qu'une zone d'emprunt relativement proche de l'ouvrage devrait être possible en termes de géotechnique. Cette incertitude mène toutefois à considérer des variantes dans le chiffrage (déblai-remblai à environ 10 €/m³ si l'emprunt est possible à proximité et plutôt 20€/m³ si l'apport de matériaux plus lointains est nécessaire, le détail de cet estimatif est donné au chapitre 6) ;
- L'incertitude sur la nécessité ou non de mettre en œuvre un dispositif d'étanchéité sophistiqué (un écran étanche jusqu'au rocher ou un tapis étanche amont pour diminuer les gradients hydrauliques en fondation). Les caractéristiques de la lithologie étant non connues, les éléments à dispositions ne permettent pas de conclure quant à la suffisance ou non de se restreindre à une clé d'étanchéité de 1,5 m de profondeur (épaisseur et nature des matériaux de la couche superficielle, profondeur et épaisseur des graves, profondeur du substratum...). Cette incertitude est principalement due à la conjonction :
 - D'une couche perméable (graves) à faible profondeur sous le barrage ;
 - De matériaux sensibles à l'érosion interne en fondation superficielle à l'aval de l'ouvrage (limons sableux à faible fraction argileuse par exemple), ce qui rendrait l'ouvrage particulièrement sensible au risque d'érosion interne (et donc de renard hydraulique).

Même dans le cas d'un barrage écrêteur (le barrage est sollicité sur des courtes durées correspondant aux crues), de forts gradients peuvent s'établir rapidement, si les matériaux de fondations sont perméables.

A ce stade, et sans reconnaissances géotechniques disponibles au droit du site, il est donc proposé de considérer les deux variantes suivantes :

- En première approche, et conformément aux hypothèses du casier d'Artigat, une clé d'ancrage de 1,5 m est considérée ;

- En variante, un rideau étanche est considéré dans le chiffrage sur les parties d'ouvrage de hauteur supérieure à 4 m (notamment au droit du lit mineur de la Lèze, où la couche argilo-limono-sableuse risque d'être moins conséquente).

Les incertitudes géotechniques mènent donc à considérer plusieurs chiffrages différents :

- Un cas favorable où les matériaux d'emprunt sont prélevés à proximité de l'ouvrage et la fondation superficielle présente des caractéristiques suffisantes pour se passer de la mise en œuvre d'un écran étanche : cas peu probable ;
- Un cas où les matériaux proviennent d'un apport extérieur en carrière ou à une distance relative du chantier mais le rideau étanche n'est pas nécessaire : cas probable ;
- Un cas où les matériaux d'emprunt sont prélevés à proximité de l'ouvrage mais un rideau étanche est nécessaire : cas probable ;
- Un cas défavorable où les matériaux proviennent d'un apport extérieur en carrière ou à une distance relative du chantier et le rideau étanche est nécessaire : cas défavorable, mais probable.

Seule une campagne géotechnique complète au droit du site permettrait de lever ces incertitudes. Le coût d'une telle campagne est intégré au chiffrage présenté au §6.

5 DIMENSIONNEMENT DE L'AMENAGEMENT

5.1 DESCRIPTION GENERALE DE L'AMENAGEMENT

5.1.1 PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

Le tableau suivant donne le récapitulatif des caractéristiques générales de l'aménagement.

Caractéristiques principales de l'ouvrage	
Type	Barrage en remblai
Fonction	Ecrêteur de crue
Classe	C ($H^2V^{0,5}=81$)
Cote de crête	223,65 m NGF
Cote du déversoir	222,2 m NGF
Hauteur du barrage	10,5 m/TN au maximum (lit mineur) 3,15 m/TN en moyenne
Longueur en crête	1 080 m
Largeur en crête	4,5 m
Largeur maximale au niveau du TN	57 m
Fuit du parement amont	2,5/1 H/V (m/m)
Fruit du parement aval	2,5/1 H/V (m/m)
Coupure étanche	Clé d'ancrage de 1,5 m ou paroi étanche au stade faisabilité
Longueur du déversoir (rive gauche)	180 m
Hydrologie et retenue	
Bassin versant	210 km ²
Volume de la retenue sous le déversoir	1,2 Mm ³
Crue de protection (Q50)	Q actuel = 130 m ³ /s Q laminé = 115 m ³ /s Cote maximale en amont du barrage = 222,2 m NGF

Crue centennale (Q100)	Q actuel = 162 m ³ /s Q laminé = 159 m ³ /s ZQ100 = 222,48 m NGF
Crue exceptionnelle (Q1 000)	Q actuel = 321 m ³ /s Q laminé = 223 m NGF
Crue extrême (Q1 000 + réduction de la capacité du dalot)	Q actuel = 321 m ³ /s Zdanger = 223,06 m NGF
Crue extrême (Q10 000)	Q actuel = 471 m ³ /s Zdanger = 223,33 m NGF
Ouvrages hydrauliques	
Evacuateur de crues	<p>Déversoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cote du déversoir : 222,2 m NGF ; • Largeur du déversoir : 180 m en crête et 172 m en pied ; • Lamé d'eau sur le déversoir pour Q1000 : 0,7 m. <p>Fosse de dissipation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Longueur du radier : 172 m ; • Largeur : 7 m hors talus (12 m avec les talus pour la plus grande profondeur) ; • Profondeur : 2,60 m en moyenne / au terrain naturel ; • Pentes des extrémités : 1,5/1 H/V (m/m) ; • Cote allant de 216,5 m NGF à 216 m NGF devant le fossé de liaison <p>Coursier</p> <ul style="list-style-type: none"> • Longueur : 44 m ; • Largeur : de 7 à 33 m ; • Pente longitudinale : 5-10% ; • Profondeur : 2,8 m en moyenne jusqu'au fond du lit de la Lèze.
Ouvrage de fuite	<ul style="list-style-type: none"> • Dalot de section totale : 8,3 m x 4 m • Le dalot sera enterré de 0,20 m pour permettre la reconstitution du lit dans l'ouvrage ; • Longueur : 60 m ; • Pente dans l'ouvrage : 0,3% (de 213,3 m NGF à 213,1 m NGF environ).

Tableau 8 : Caractéristiques générales du barrage au stade de la faisabilité

5.1.2 PROFILS TYPE DU BARRAGE

Une vue en plan et des vues en coupes au droit des sections particulières du barrage sont disponibles en ANNEXE 1.

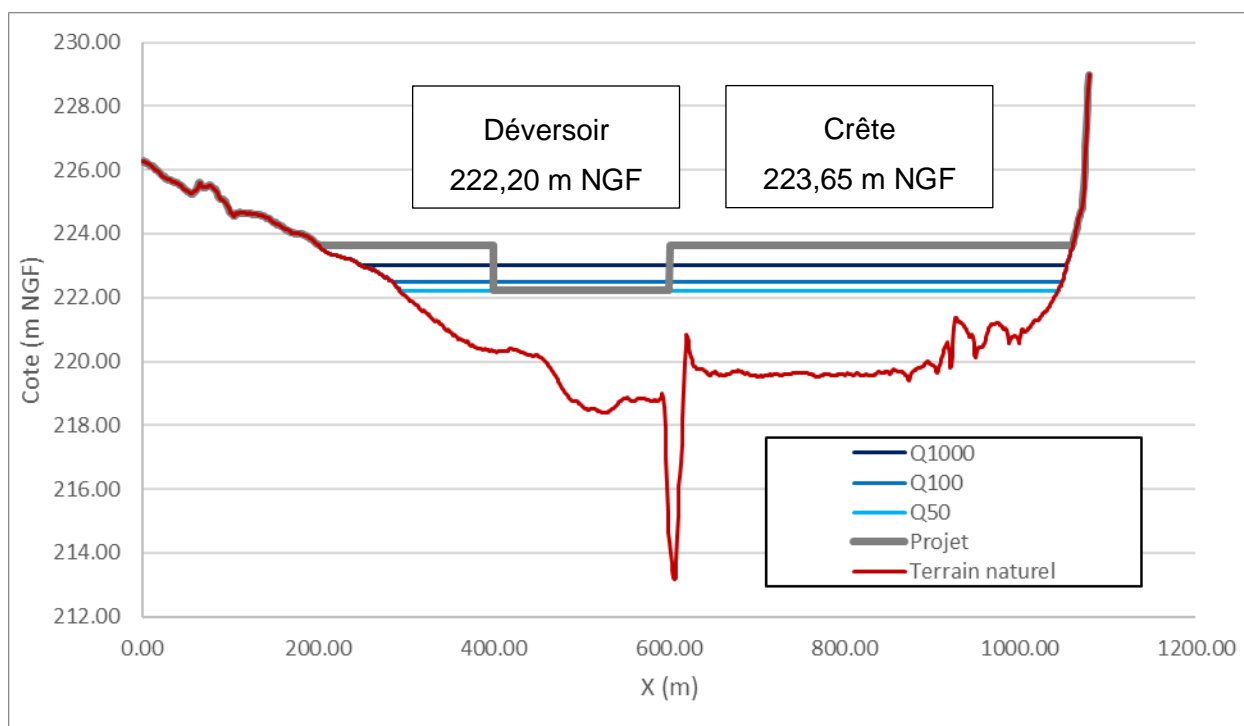


Figure 16: Profil en travers de la vallée le long de l'axe du barrage – source topographique LIDAR 2013

5.2 DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE

La méthodologie employée est la suivante :

- Définition des enjeux en amont du casier ne devant pas être impactés par la retenue (ici 223 m NGF cf. 2.2) ;
- Largeur de déversoir de l'ordre de grandeur de la moitié du lit majeur (200 m), conformément aux études CACG, pour permettre un contrôle des volumes déversés en aval pour limiter les écoulements parallèles au cours d'eau et limiter les coûts de la fosse de dissipation
- A partir de ce niveau :
 - Dimensionnement du pertuis pour permettre un écrêtement pour Q50 tout en préservant une lame d'eau supplémentaire pour l'écoulement de Q1000.
 - Dimensionnement du déversoir de sécurité pour permettre l'évacuation de la crue de projet (Q1000) sous 223 m NGF et ne pas impacter les enjeux amont. L'évacuateur de crue est dimensionné pour un pertuis donné : des itérations entre les 2 premières étapes sont nécessaires pour aboutir à un optimum.
 - Dimensionnement du niveau de crête du barrage à partir du niveau de Q1000 et d'une revanche définie en ANNEXE 2.
 - Vérification de la crue extrême (non-dépassement du niveau de crête) en considérant :
 - Une crue de période de retour 10 000 ans ;
 - Une crue de période de retour 1 000 ans en considérant un pertuis obstrué (débitance réduite de 30% par les embâcles).

Une optimisation technico-économique est à trouver entre la taille et la cote de l'évacuateur de crue. L'approche principale dans le cas du casier de St-Ybars est d'assurer le meilleur laminage possible.

Note importante : des modèles 2D ont été réalisés sur chaque casier dont la localisation est rappelée ci-après même la stratégie du PAPI était d'apprécier la performance des ouvrages seulement si leur faisabilité technique était démontrée.. Les débits et périodes de retour associées correspondent aux données SHYREG disponibles en juin 2021.

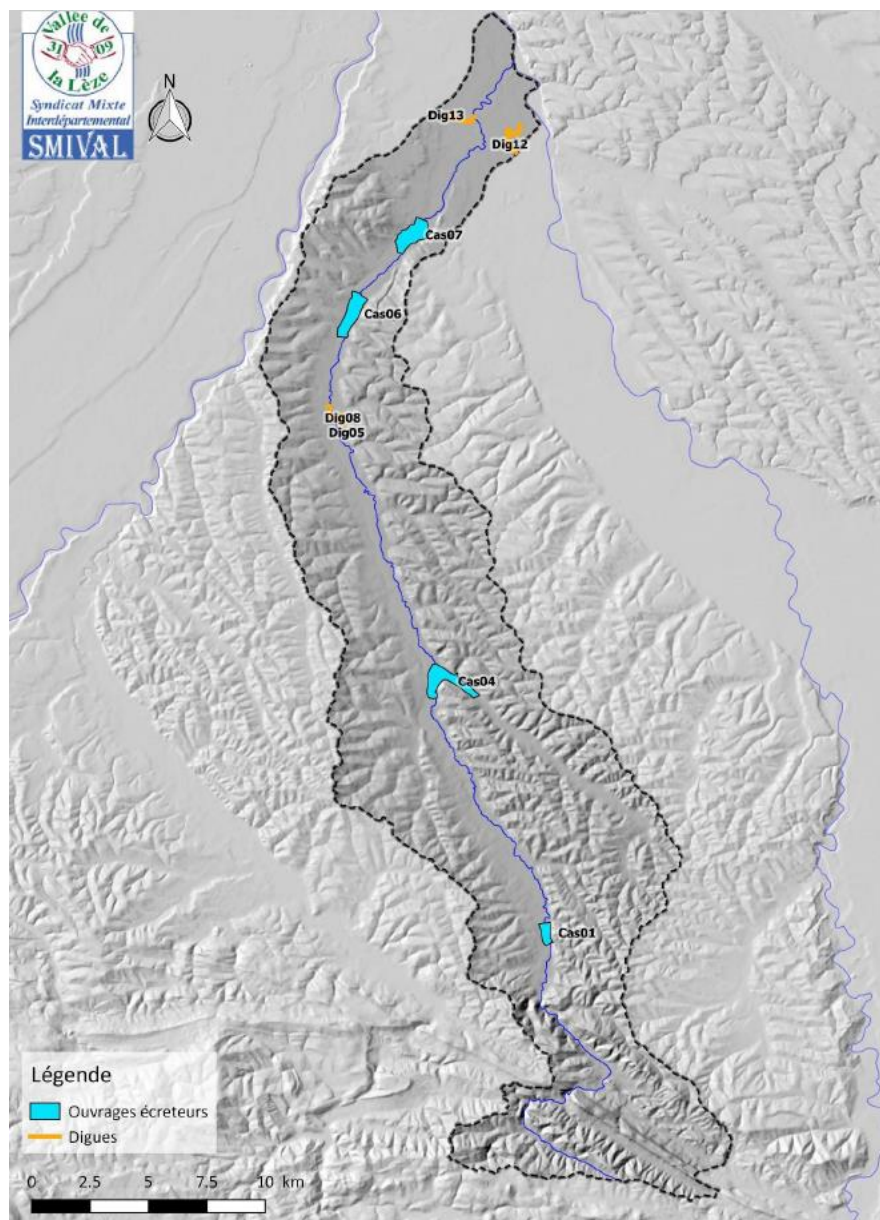


Figure 17 : localisation des casiers étudiés

5.2.1 CHOIX DU DEVERSOIR

Le dimensionnement de l'évacuateur de crues a été effectué afin de déterminer la longueur déversante nécessaire afin de faire transiter le débit de pointe de la crue de projet retenue pour l'ouvrage envisagé sous la cote des PHE.

Le dimensionnement du pertuis, pour obtenir l'efficacité souhaitée pour la crue de protection, détermine la cote du déversoir. A partir de cette cote le déversoir est dimensionné à partir de la largeur du lit majeur et de l'emplacement des enjeux aval.

Étant donné la longueur du barrage, la faible anthropisation à l'aval immédiat du barrage et la volonté d'assurer un écrêtement le plus fort possible, la solution d'un déversoir en enrochements maçonnés est considérée.

L'écoulement sur ce type d'évacuateur est à surface libre sur toute la largeur du déversoir (poutre de couronnement en béton en tête).

La hauteur déversante sur ce type d'évacuateur est limitée à 1,5 m pour limiter le risque de désordres.

La loi de seuil en écoulement dénoyé correspondant à un tel déversoir est la suivante :

$$Q_{\text{deversoir}} = c_{\text{enrochements}} \times L_{\text{dev}} \times h_{\text{dev}}^{1,5} \times \sqrt{2g}$$

Avec :

- $c_{\text{enrochements}}$ le coefficient de débit lié à ce type d'évacuateur (0,43) ;
- L_{dev} la longueur déversante ;
- h_{dev} la hauteur d'eau déversante depuis la cote altimétrique du seuil.

La taille du déversoir est choisie de manière à optimiser l'écrêtement tout en permettant une évacuation de la Q1000 sous 223 m NGF.

Quelques itérations sont nécessaires entre le dimensionnement du pertuis et le dimensionnement de l'évacuateur de crues (largeur déversante), de façon à optimiser l'aménagement sur le plan de l'efficacité mais également des dimensions de l'ouvrage. Plusieurs couples ont été testés sur le casier 04 :

- Largeur 200 m / Cote 222,20 m NGF
- Largeur 180 m / Cote 222,20 m NGF
- Largeur 120 m / Cote 222 m NGF
- Largeur 85 m / Cote 221,8 m NGF

La taille du déversoir est fixée à 180 m de long qui permet de faire passer les crues de période de retour supérieure à 50 ans et jusqu'à 1000 ans avec une charge sur le déversoir inférieure à 80 cm.

	Impact de l'ouvrage
Taille du déversoir en crête (ml)	180
Section passante du pertuis (m ²)	33,2
Débit actuel (Q50) (m ³ /s)	130
Débit aval de l'ouvrage (Q50) (m ³ /s)	115
% de réduction du débit de pointe	12%
Période de retour du débit aval (Q50) (m ³ /s)	30 ans
Niveau amont pour Q50 (m NGF)	222,2 m
Débit actuel Q1000 (m ³ /s)	321
Débit évacuateur de crue – Q1000 (m ³ /s)	195
Débit pertuis – Q1000 (m ³ /s)	120
Niveau amont pour Q1000 (m NGF)	223

Tableau 9: Casier de Saint-Ybars - dimensionnement hydraulique dans le cas du déversoir de 180 ml à la cote 222,2 m NGF

Le déversoir présente en pied un bassin de dissipation en enrochements bétonnés de 7 m de large à la cote 216,5 m NGF et des talus 2/1 H/V.

Lors des premiers déversements (débits supérieurs à Q50).

Une alternative sur le linéaire de déversoir, qui réduit la cote de l'écrêtement à Q50, est proposée en variante dans le paragraphe suivant.

5.2.2 ALTERNATIVE D'UN DEVERSOIR MOINS LARGE

Une alternative consiste à réduire la largeur du déversoir et la cote associé pour tenter d'en limiter le prix, l'impact sur le prix est par ailleurs présenté dans le paragraphe 6.

	Impact de l'ouvrage
Taille du déversoir en crête (ml)	85
Section passante du pertuis (m ²)	40,6
Débit amont de l'ouvrage (Q50) (m ³ /s)	130
Débit aval de l'ouvrage (Q50) (m ³ /s)	118
% de réduction du débit de pointe	9%
Période de retour du débit aval (Q50) (m ³ /s)	35 ans
Cote du déversoir (m NGF)	221,8
Q1000 (m ³ /s)	321
Débit évacuateur de crue – Q1000 (m ³ /s)	188
Débit pertuis – Q1000 (m ³ /s)	133

Tableau 10: Casier de Saint-Ybars - dimensionnement hydraulique dans le cas du déversoir de 85 ml à la cote 221,8 m NGF

Cette réduction entraîne des conséquences immédiates sur l'efficacité de l'ouvrage vis-à-vis de la crue de protection cinquantennale et sur la taille du déversoir nécessaire :

- Le pertuis nécessaire est plus grand (il faut augmenter le débit passant pour diminuer la cote de l'écrêtement) ;
- La longueur nécessaire de déversoir passe de 180 ml à 85 ml ;
- Le niveau aval pour une crue cinquantennale augmente et le débit aval augmente.

Cette alternative est donc moins coûteuse mais le barrage est moins efficace.

5.2.3 FOSSE DE DISSIPATION

Le choix d'un déversoir en enrochements bétonnés de grande largeur soulève les deux problématiques suivantes :

- Il convient de dissiper l'écoulement des eaux de déversement sur le talus du déversoir au droit du pied aval du déversoir ;
- Il convient de rediriger les eaux de déversement et de la fosse dans le lit mineur à la décrue, sans entrainer un écoulement parallèle à l'axe du barrage trop important.

Pour cela il convient :

- De calculer la cote de fond de la fosse de dissipation qui permettra d'éviter des écoulements transversaux trop importants aux décrues et qui permettra de remplir la fosse de dissipation avant les premiers déversement (Q50) ;
- De calculer la largeur requise pour dissiper l'énergie des eaux de déversement ;
- De prévoir une liaison entre la fosse de dissipation et le lit mineur.

Au stade de la faisabilité, les caractéristiques d'écoulement en pied de talus ont été calculées par discrétisation en pas d'espace uniforme et calcul pas-à-pas du couple (vitesse, hauteur sur le coursier).

Les résultats donnent une vitesse proche de 5 m/s en pied, qui nécessite une fosse de dissipation de 7 m à la cote 216,5 m NGF.

Ces résultats permettent d'affirmer :

- Que la fosse sera remplie pour les premiers déversements du déversoir, ce qui favorise la dissipation d'énergie et limite le risque d'érosion
- Que la vidange de la fosse se fera progressivement à la décrue, la présence de la fosse n'induisant pas des survitesses vers le lit mineur.

5.3 DESCRIPTION DES CONTRAINTES GENEREES PAR LE PROJET

5.3.1 IMPACT DU PROJET SUR LES ROUTES DEPARTEMENTALES

Ces aspects n'ont pas été traités dans l'étude CACG.

5.3.1.1 Franchissement du barrage par la RD626A

La création du barrage écrêteur de Saint-Ybars aurait un impact significatif sur les deux routes départementales en rive de part et d'autre de la Lèze.

La présentation du projet au service « route » du conseil départemental et les échanges sur les bonnes pratiques des routes concernées sont en cours.

L'implantation du barrage entrainerait une sur-inondation d'environ 1,4 m sur la partie la plus proche du barrage de la route départementale RD626A.

Le graphique suivant illustre la longueur inondée de la route dans les cas des niveaux Q50 et Q1000 au droit du casier.

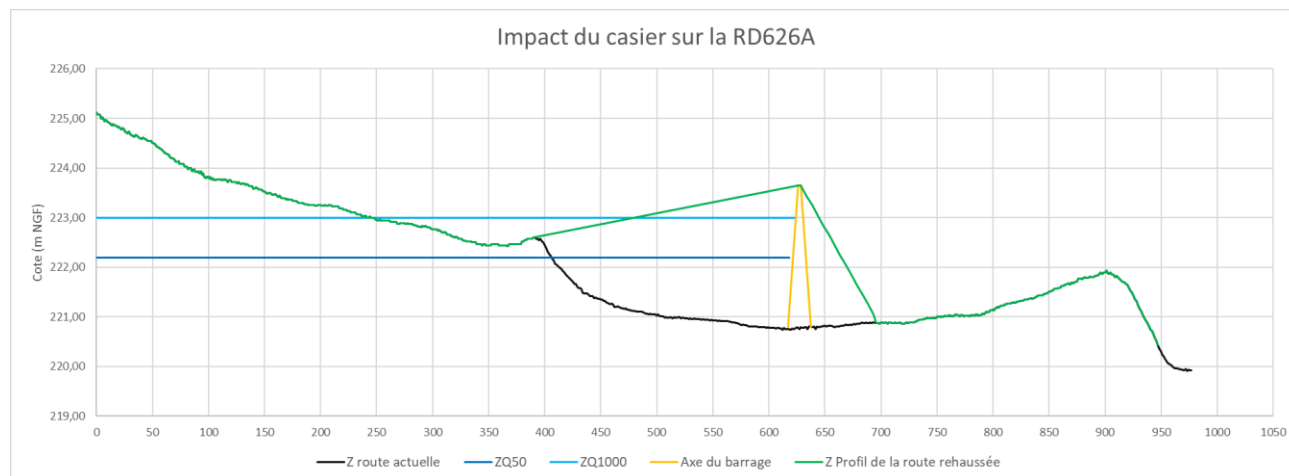


Figure 18: Niveaux des crues en situation projetée par rapport au profil actuel de la RD626A et rehausse de la route

Au stade de la faisabilité, et de manière éviter une déviation de la route sur le coteau adossé, un franchissement du barrage par la mise en œuvre de rampes est proposé.

De manière à minimiser la longueur de la rehausse tout en minimisant la surinondation, il est choisi, en concertation avec le SMIVAL, de rehausser la route pour assurer une non-inondabilité à Q50. Ce choix implique que pour des périodes de retour supérieures, le risque d'inondation de la route est élevé. En l'état actuel, la voirie n'est pas inondée pour Q50 et Q100 mais est submergée en aval de l'emplacement projeté de l'écrêteur pour un débit de 250 m³/s, soit une période de retour de 250 ans.

Si le maître d'ouvrage souhaite conserver le seuil d'inondabilité de la route (Q250), alors l'altitude minimale de la route sera de 222,6 m NGF. Cela impliquerait une rehausse de 10 cm en moyenne entre les PK 340 et 400. L'impact financier de cette rehausse est négligeable au vu des montants en jeu.

La déclivité maximale retenue est de 6% en accord avec les « *Recommandations techniques pour la conception générale et la géométrie de la route*, SETRA, 1994 ».

Il est choisi de raccorder l'amont de la rehausse au droit du croisement entre le chemin d'accès de La Bourdette et la départementale. Une pente de 5% est retenue à l'aval du barrage.



Figure 19 : Vue en plan du linéaire de route impacté par la rehausse

La rehausse de la route nécessite :

- La démolition de la chaussée actuelle ;
- La mise en œuvre de remblai compacté et des couches d'assises de la route ;
- L'augmentation de l'emprise de la départementale et ses talus ;
- La déviation éventuelle du réseau aérien à décaler selon la nouvelle emprise (déplacement des poteaux et de leurs massifs) ;
- La mise en transparence hydraulique de la partie rehaussée par la mise en place de dalots (1 / 50 ml de route) qui permettront au casier de s'étendre de part et d'autre de la route ;
- La déviation des fossés d'assainissement des eaux pluviales de part et d'autre de la route (300ml de part et d'autre).

L'estimation de la rehausse de la RD626A est chiffrée à 775 €/ml.

5.3.1.2 Réhausse de la RD919

De la même manière qu'en rive droite, la départementale RD919 est sur-inondée par la présence du casier sur un linéaire d'environ 240 ml.

La figure suivante présente le profil en long de la route départementale depuis l'amont vers l'aval (jusqu'à la zone de raccordement entre le terrain naturel et le barrage écrêteur).

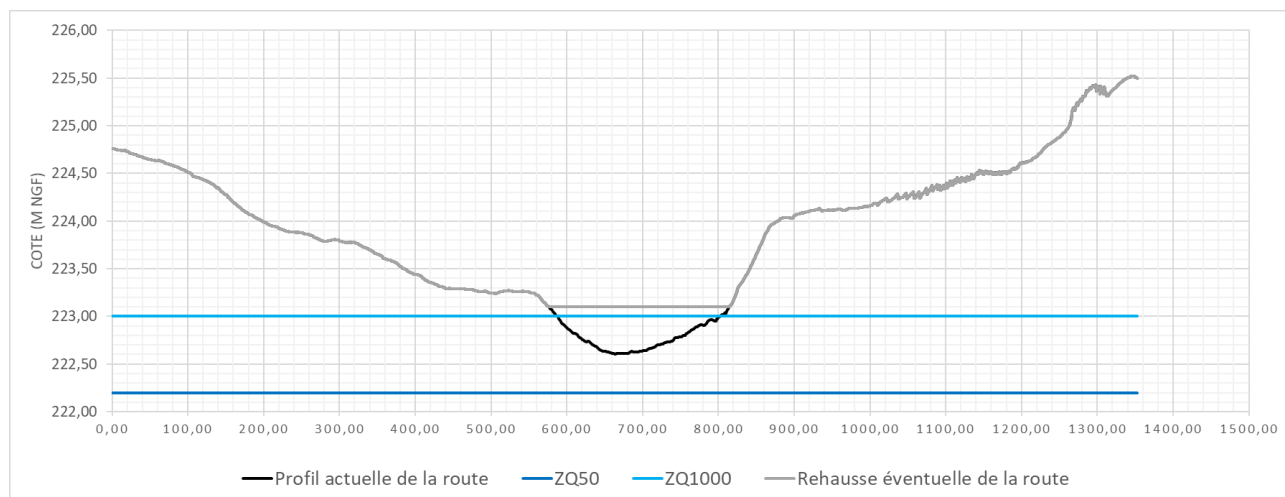


Figure 20: Profil actuel de la RD919 et impact du casier sur le point bas du linéaire

Dans le cadre du présent rapport de faisabilité le chiffrage d'une rehausse de la départementale est proposé de manière à éviter toute sur-inondation jusqu'au niveau millénal.

Il est toutefois notable que la route n'est à priori pas inondable pour un niveau cinquantennal (sa transparence hydraulique est par ailleurs assurée par la présence des dalots (cf. Figure 25)). Néanmoins, la route est inondée en amont sur 600 m pour Q50 (cf. 3.3.4).

Il pourrait être considéré que cette rehausse n'est pas nécessaire en raison de la submersion de la route en amont. Un chiffrage spécifique à cette rehausse est donc présenté en chapitre 6, pour éventuellement la déduire du montant global.

Une rehausse de la départementale nécessite :

- La démolition de la chaussée actuelle ;
- La mise en œuvre de remblai compacté et des couches d'assises de la route ;
- L'augmentation de l'emprise de la départementale et ses talus ;
- La mise en transparence hydraulique de la partie rehaussée par la mise en place de nouveaux dalots ;
- La déviation des fossés d'assainissement des eaux pluviales de part et d'autre de la route.

L'estimation de la rehausse de la RD626A est chiffrée à 460 €/ml.

5.3.2 GESTION DE LA PRISE D'EAU DU MOULIN ET DU LAC

En rive droite du barrage, l'emprise est traversée par le canal de prise du moulin « d'en haut » qui possède un droit d'eau.

La prise d'eau du lac de St-Ybars se trouve sur le canal d'aménagé, sous l'emprise projetée du barrage.

Pour assurer l'alimentation de la prise d'eau ainsi que du lac, les travaux suivants sont nécessaires :

- Déplacement de la prise d'eau du lac vers l'aval de la position du barrage ;
- Mise en œuvre d'un dalot vanné sous l'emprise du barrage pour assurer la continuité du canal ;
- Asservissement de la vanne pour assurer une réduction de la débitance du canal en cas de remplissage du casier et permettre le transit d'un débit inférieur au débit de plein bord du canal du moulin.

5.3.3 CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

Le lit mineur de la Lèze est soumis à l'érosion externe en amont du pont de la RD626A sur les deux rives (notamment au droit de l'habitation située juste à l'aval du barrage).



Figure 21: Erosion externe en amont du pont de la RD626A

La création du barrage aura un impact certain sur la dynamique entre l'aval du pertuis et le pont de la D626A.

Pour éviter toute érosion juste à l'aval du barrage des enrochements seront à disposer sur les berges et le fond du lit à l'aval et au droit du chenal de restitution des eaux du bassin de dissipation (en cas de crue), il convient de rappeler que le plein bord sera atteint, ces protections sont donc principalement proposées dans le cadre de la décrue.

Les analyses plus poussées (AVP/PRO) sur l'hydrodynamique du pertuis seront nécessaires à un stade plus avancé des études pour déterminer si le pertuis engendre un ressaut, et connaître les vitesses en sorties de pertuis pour différents régimes. Si des travaux de confortement des berges supplémentaires sont nécessaires aux stades plus avancés des études au droit de l'habitation, l'estimation du confortement est estimée à environ 2500 €/ml (berges pentues à 2/1 et enrochements d'environ 1,5 m de diamètre).

En cas de rachat des deux habitations concernées par le risque d'érosion, l'estimation du rachat est évaluée au stade de la faisabilité à 250 000 + 150 000€ soit 400 000€ pour les deux habitations (sur la base des rachats récents des habitations sur la commune, source : DVF¹).

5.3.4 EMBACLES

L'environnement boisé du lit mineur ainsi et l'intensité des crues de La Lèze poussent à considérer le risque lié au embâcles important au droit du pertuis de fond (et non de l'évacuateur qui présente une largeur suffisante pour y considérer un tel risque nul).

Dans le cadre du projet, un dispositif de protection du pertuis de fond semble inévitable pour réduire le risque lié à une réduction de la capacité de débitance de l'ouvrage.

Un cout de piège anti-embâcle est proposé dans le chapitre 6, des études plus poussées (AVP/PRO) permettront de déterminer le meilleur emplacement et la meilleure typologie pour un tel dispositif.

Les possibilités sont listées ci-dessous à titre indicatif :

- Râtelier droit ou en V à l'amont du pertuis ;
- Barrage souple (filet métallique en amont) ;
- Pieux fichés en rivière ;
- Cage d'écureuil au droit du pertuis...

Un dispositif de type drome est exclu vis-à-vis de la typologie du barrage écrêteur.

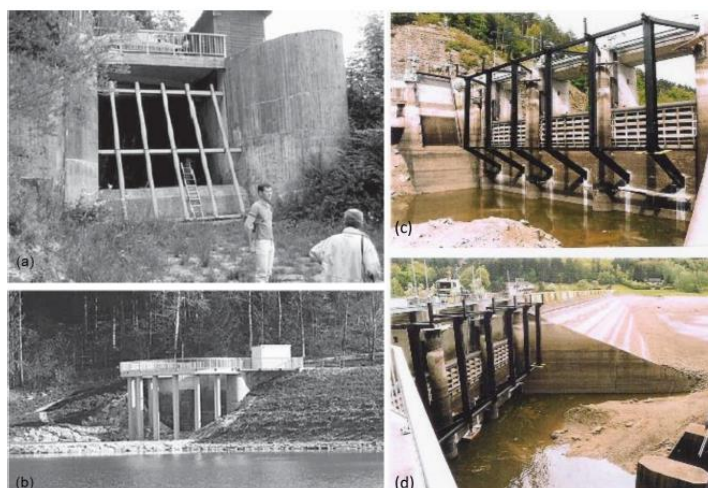


Figure 22: Exemples de cages pare-embâcles au droit d'évacuateurs

(a) Ancien évacuateur de crue avec grand râtelier à Grüntensee et (b) nouveaux piliers de râtelier en amont (HARTLIEB et RUTSCHMANN, 2015) ; (c & d) Grand râtelier au réservoir de Thurnberg à RiverKamp en Autriche, Photo : Ministère Fédéral de l'Agriculture, des Forêts, de l'Environnement et de la Gestion des Eaux, Autriche), toutes les images sont tirées du guide CSB (2017)

¹ DVF : demande de valeur foncière, connue en 2017 pour le rachat d'une des deux habitations concernées et conservée comme telle et évaluée sur la base d'une moyenne d'habitations attenantes à la Lèze sur la commune de Saint-Ybars et Sainte-Suzanne pour l'autre habitation.



Figure 23: Exemple de râtelier en V (source : LANGE et BEZZOLA, 2006)

5.3.5 IMPACT FONCIER

Pour estimer l'impact foncier de la solution du casier de Saint-Ybars, des bandes de largeur 3 m sont ajoutées à l'emprise du barrage et à sa fosse de dissipation. L'impact du rehaussement des routes est également estimé pour les parcelles attenantes aux départementales.

Le coût considéré pour le chiffrage est fixé à 1,20€ HT/m².

Le tableau suivant rappelle les parcelles impactées par le tracé du barrage.

N° de parcelle	Emprise impactée par le barrage (m ²)	N° de parcelle	Emprise impactée par les rehausses de route (m ²)
092770000D0059	2697,4	093420000D0069	11,46
313260000A0122	2889,4	093420000D0070	393,859
313260000A0123	1259,7	093420000D0071	380,894
313260000A0518	6116,0	093420000D0072	426,885
092770000B1091	1200,5	093420000D0073	414,077
092770000B1101	264,1	313260000A0478	36,491
092770000B1102	864,1	092770000B0817	127,226
092770000B1103	516,5	092770000B1066	34,692
092770000B1104	76,2	092770000B1090	710,233
092770000B1110	785,2	092770000B1091	453,328
092770000B1112	19,0	092770000B1092	73,408
092770000B1113	113,8	092770000B1093	76,382
092770000B1114	669,4	092770000B1094	68,476
092770000B1123	777,9	092770000B1095	64,474
092770000B1125	620,2	092770000B1096	1,798
092770000B1126	518,7	092770000B1102	286,846
092770000B1127	618,2	092770000B1251	35,937
092770000B1128	721,6		
092770000B1131	592,2		
092770000B1132	657,4		
092770000B1133	672,7		
092770000B1134	648,7		
092770000B1135	514,4		
092770000B1136	1969,9		

Tableau 11: Impact foncier des travaux liés au barrage et aux routes

5.4 RESEAUX TRAVERSANTS

Dans le cadre de la faisabilité du casier de Saint-Ybars, une Déclaration de projet de Travaux (DT) a été effectuée de manière à déceler l'ensemble des réseaux traversants au projet de barrage écrêteur.

L'ensemble des réponses des DT est disponible en ANNEXE 6.

5.4.1 RESEAUX TRAVERSANT L'AXE DU BARRAGE

Les réseaux traversant l'emprise du corps du barrage identifiés à ce stade sont les suivants :

- Un réseau électrique haute tension (HT) aérien au droit de la jonction avec le terrain naturel en rive gauche sur le coteau ;
- Un réseau électrique aérien télécom longeant la RD626A ;
- Le canal d'amené du « Moulin d'en haut » qui traverse l'emprise du barrage en rive droite ;
- La conduite d'alimentation du lac de Saint-Ybars qui détourne une partie des eaux du canal d'amené du « Moulin d'en haut » vers le lac sous l'emprise projetée du barrage.

La ligne HT ne présente pas d'interférence particulière avec le barrage qui y présente une hauteur limitée (raccord sur le terrain naturel) et qui n'interfère avec aucun poteau de la ligne.



Figure 24: Vue de la ligne HT au droit du raccord barrage/TN (source : Google StreetView)

La ligne aérienne en rive droite devra être adaptée en lien avec la déviation de la RD et n'aura plus d'interférence avec le barrage.

Des adaptations sont nécessaires pour le canal d'amené du moulin et la prise d'eau du lac qui traversent tous deux l'emprise projetée du barrage en rive droite.

5.4.2 RESEAUX IMPACTANT LES ROUTES A REHAUSSER

Le projet nécessite des adaptations sur les deux routes impactées par la présence du barrage écrêteur de Saint-Ybars.

En rive droite, le rehaussement de la RD626A impacte le réseau aérien longeant la route. Il sera à déplacer selon le nouveau tracé de la RD626A (pied de talus).

La rehausse de la RD626A nécessite également de relever ponctuellement le chemin d'accès aux habitations (La Bourdette) au droit du croisement.

En rive gauche, les réseaux télécoms longeant la RD919, une éventuelle rehausse de la chaussée nécessite des adaptations éventuelles.

La RD919 est également traversée par des dalots (1,20x1,20 m) d'assainissement des eaux pluviales du coteau attenant. Un fossé longe ensuite la route pour dévier les eaux pluviales dans un fossé jusqu'à la Lèze (cf. 5.3.1.2).



Figure 25: Vue du réseau d'assainissement traversant la RD919

6 CHIFFRAGE DES TRAVAUX

6.1 JUSTIFICATION DES COUT DE REMBLAI CONSIDERES

Pour rappel, le cout estimé pour apport et mise en œuvre de remblai compacté sont de l'ordre de :

- 16 € HT/m³ pour 5600 m³ de remblai à proximité (<5 km) dans le PRO Lèze Morte (2018) ;
- 6,6 € HT/m³ pour 126 000 m³ remblai à proximité (5 km) dans l'AVP Artigat (2013) ;
- 7,5 € HT/m³ pour l'ensemble des casiers écrêteurs (hypothèse de remblai à proximité) dans l'étude hydraulique complémentaire de la vallée de la Lèze (2011).

Le tableau suivant détaille les hypothèses retenues pour l'estimation au stade de la faisabilité, du coût des remblais en termes d'apport et de compactage.

Cout du m3 compacté à proximité		Cout du m3 compacté emprunt éloigné	
Distance carrière ou zone d'emprunt	1 km	Distance carrière ou zone d'emprunt	20 km
Vitesse camion	40 km/h	Vitesse camion	40 km/h
Temps d'une rotation	0,05 h	Temps d'une rotation	1 h
Temps de chargement / déchargement	0,26 h	Temps de chargement / déchargement	0,26 h
Nombre de rotation / j / camion	26 rotations / jour	Nombre de rotation / j / camion	6 rotations / jour
Quantité par rotation	12 m3	Quantité par rotation	9 m3
Quantité jour	315 m3/jour	Quantité jour	57 m3/jour
Cout par jour dumper	900 €/jour	Cout par jour (8x4)	750 €/jour
Coût spécifique au transport / m3	2,9 €/m3	Coût spécifique au transport / m3	13,1 €/m3
Rendement pelle	1000 m3/j	Rendement	1000 m3/j
Nombre camions	4	Nombre camions	18
Pelle	800 €/j	Pelle	800 €/j
Compacteur	800 €/j	Compacteur	800 €/j
Cout du terrassement		Cout du terrassement	
Cout échelon	6 000 € /j	Cout échelon	15 900 € /j
Cout au m3 (hors achat 5€/m3)	6,00 € /m3	Cout au m3 (hors achat 5€/m3)	15,90 € /m3
Cout final	11,00 € /m3	Cout final	20,90 € /m3

Tableau 12: Hypothèses retenues pour le calcul des remblais étanches constitutif du corps du barrage

Le coût, jugé relativement sécuritaire de 10 HT €/m³ est retenu pour apport et compactage d'un site à proximité et une plus-value de 10 HT €/m³ dans le cas d'un apport d'une zone d'emprunt plus éloignée située dans un rayon de 15 à 20 km routiers.

Les incertitudes quant à la qualité des matériaux et l'acceptabilité du projet (acceptabilité des riverains concernant les zones d'emprunt) sont fortes et ne pourront être levées qu'en cas d'étude ou concertation plus poussée.

6.2 SOLUTION DU DEVERSOIR A 222,2 M NGF & ENJEUX A 223 M NGF

Le tableau suivant donne le récapitulatif du chiffrage du barrage écrêteur de crue de Saint-Ybars.

Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire (€ HT)	Montant (€ HT)
Prix généraux				
Installation de chantier	FFT	1	279 100,00 €	279 100,00 €
Etudes techniques et plan d'exécution, PAQ, DO	FFT	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Géotechnique	FFT	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Etudes et dossiers réglementaires	FFT	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Travaux de terrassement				
Decapage végétation avant terrassement	m2	22 587	1,50 €	33 900,00 €
Travaux d'abattage	fft	50	2 000,00 €	100 000,00 €
Déblais meubles dans l'emprise de l'ouvrage	m3	17 910	5,00 €	89 600,00 €
Mise en dépôt définitif des matériaux impropres aux remblais	m3	10 746	10,00 €	107 500,00 €
Fourniture de remblai compacté étanche (à proximité de l'ouvrage)	m3	51 128	5,00 €	255 700,00 €
Mise en œuvre remblai compacté étanche	m3	58 291	5,00 €	291 500,00 €
Fourniture et mise en œuvre d'un grillage anti fousseur	m2	19 927	6,00 €	119 600,00 €
Fourniture et mise en œuvre de terre végétale et ensemencement	m3	5 978	4,00 €	24 000,00 €
Bretelles drainantes 20/40 50*50 tous les 20 m	m3	336	50,00 €	16 800,00 €
Dérivation provisoire	FFT	1	250 000,00 €	250 000,00 €
Déversoir				
Terrassement pour la fosse de dissipation	m3	6 048	5,00 €	30 300,00 €
Mise en œuvre d'une poutre béton pour le déversoir	m3	50	500,00 €	25 000,00 €
Enrochements bétonnés sur la crête et les talus du déversoir	m3	2 431	90,00 €	218 800,00 €
Enrochements bétonnés fosse de dissipation et chenal d'amenée vers la Lèze	m3	2 302	90,00 €	207 200,00 €
Enrochements libres de protections des berges et du lit	m3	3 300	70,00 €	231 000,00 €
Pertuis				
Béton armé + coffrage	m3	385	700,00 €	269 500,00 €
Déblais grande masse et aménagement de la sortie	fft	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Grille anti-embâcles	fft	1	20 000,00 €	20 000,00 €
Ouvrage traversant du canal d'amené du moulin				
Travaux de terrassement nécessaires à la pose du dalot	fft	1	15 000,00 €	15 000,00 €
Fourniture et mise en œuvre d'un dalot pour le canal d'amenée du moulin (23 ml)	m3	60	300,00 €	18 000,00 €
Déviation du système de prise d'eau du lac	fft	1	5 000,00 €	5 000,00 €
Fourniture et mise en œuvre d'une vanne asservie	fft	1	25 000,00 €	25 000,00 €
Rehausse de la RD626A				
Fourniture et mise en œuvre de remblai compacté de rehausse du profil de route	m3	5 306	20,00 €	106 200,00 €
Remise en état de la route sur la rehausse	ml	330	250,00 €	82 500,00 €
Mise en transparence hydraulique de la rehausse par la pose de dalots	fft	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Déviation du réseau aérien orange/erdf	fft	1	20 000,00 €	20 000,00 €
Déviation du fossé en rive droite et cération d'un fossé de ressuyage vers le canal	ml	660	25,00 €	16 500,00 €
Rehausse de la RD919				
Fourniture et mise en œuvre de remblai compacté de rehausse du profil de route	m3	641	20,00 €	12 900,00 €
Remise en état de la route sur la rehausse	ml	235	250,00 €	58 800,00 €
Mise en transparence hydraulique de la rehausse par la pose de nouveaux dalots	fft	1	25 000,00 €	25 000,00 €
Adaptation des réseaux enterrés longitudinal à la route	fft	1	10 000,00 €	10 000,00 €
Déviation du fossé longitudinal	ml	235	25,00 €	5 900,00 €
OPTIONS: Travaux spécifiques à l'étanchéité de la fondation et aux incertitudes géotechniques (emprun des remblais)				
Mise en œuvre d'un écran étanche jusqu'au substratum molassique au centre du barrage	m2	2 299	200,00 €	459 800,00 €
Moins value liée à l'absence de clé d'étanchéité	m3	9 330	- 5,00 €	- 46 700,00 €
Plus value liée à l'apport de matériaux de remblai depuis une carrière	m3	51 128	10,00 €	511 300,00 €
TOTAL travaux hors options				3 219 700,00 €
TOTAL travaux + option d'écran étanche				3 632 800,00 €
TOTAL travaux + plus value liée à la fourniture de remblai de carrière				3 731 000,00 €
TOTAL travaux + plus value liée à la fourniture de remblai de carrière + option d'écran étanche				4 144 100,00 €
Coûts hors travaux				
Maitrise d'œuvre (8%)	FFT	1	257 576,00 €	257 600,00 €
Aléa 20% et travaux annexes supplémentaires	FFT	1	643 940,00 €	644 000,00 €
Foncier	m²	30 996	1,20 €	37 200,00 €
TOTAL				4 158 400,00 €
TOTAL + option d'écran étanche				4 571 500,00 €
TOTAL + plus value liée à la fourniture de remblai de carrière				4 669 700,00 €
TOTAL + plus value liée à la fourniture de remblai de carrière + option d'écran étanche				5 082 800,00 €

Tableau 13: Chiffrage de la solution du déversoir de 180 ml à la cote 222,2 m NGF

6.3 ALTERNATIVE DU DEVERSOIR A 221,8 M NGF & ENJEUX A 223 M NGF

La solution alternative présentée dans le paragraphe 5.2.2 (déversoir de 85 m) présente un coût plus limité que la solution du déversoir de 180 ml. Toutefois, l'impact financier est limité puisque :

- La lame d'eau plus importante sur le déversoir pour la crue de projet implique l'augmentation de la taille de la fosse de dissipation, bien que moins longue, elle présente une largeur plus importante ;
- Il faut fournir plus de remblai pour constituer le barrage ;
- Le pertuis est de plus grande taille et nécessite des terrassements supplémentaires dans le lit mineur de la Lèze.

Le chiffrage global est présenté dans le tableau suivant.

Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire (€ HT)	Montant (€ HT)
Prix généraux				
Installation de chantier	FFT	1	273 500,00 €	273 500,00 €
Etudes techniques et plan d'exécution, PAQ, DO	FFT	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Géotechnique	FFT	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Etudes et dossiers réglementaires	FFT	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Travaux de terrassement				
Decapage végétation avant terrassement	m2	23 142	1,50 €	34 800,00 €
Travaux d'abattage	fft	50	2 000,00 €	100 000,00 €
Déblais meubles dans l'emprise de l'ouvrage	m3	18 187	5,00 €	91 000,00 €
Mise en dépôt définitif des matériaux impropres aux remblais	m3	10 912	10,00 €	109 200,00 €
Fourniture de remblai compacté étanche (à proximité de l'ouvrage)	m3	52 996	5,00 €	265 000,00 €
Mise en œuvre remblai compacté étanche	m3	60 271	5,00 €	301 400,00 €
Fourniture et mise en œuvre d'un grillage anti fouisseur	m2	20 525	6,00 €	123 200,00 €
Fourniture et mise en œuvre de terre végétale et ensemencement	m3	6 158	4,00 €	24 700,00 €
Bretelles drainantes 20/40 50*50 tous les 20 m	m3	281	50,00 €	14 100,00 €
Dérivation provisoire	FFT	1	250 000,00 €	250 000,00 €
Déversoir				
Terrassement pour la fosse de dissipation	m3	4 549	5,00 €	22 800,00 €
Mise en œuvre d'une poutre béton pour le déversoir	m3	23	500,00 €	11 500,00 €
Enrochements bétonnés sur la crête et les talus du déversoir	m3	1 440	90,00 €	129 600,00 €
Enrochements bétonnés fosse de dissipation et chenal d'amenée vers la Lèze	m3	1 703	90,00 €	153 300,00 €
Enrochements libres de protections des berges et du lit	m3	3 300	70,00 €	231 000,00 €
Pertuis				
Béton armé + coffrage	m3	454	700,00 €	317 800,00 €
Déblais grande masse et aménagement de la sortie	fft	1	80 000,00 €	80 000,00 €
Grille anti-embâcles	fft	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Ouvrage traversant du canal d'amené du moulin				
Travaux de terrassement nécessaires à la pose du dalot	fft	1	15 000,00 €	15 000,00 €
Fourniture et mise en œuvre d'un dalot pour le canal d'amenée du moulin (23 ml)	m3	60	300,00 €	18 000,00 €
Déviation du système de prise d'eau du lac	fft	1	5 000,00 €	5 000,00 €
Fourniture et mise en œuvre d'une vanne asservie	fft	1	25 000,00 €	25 000,00 €
Rehausse de la RD626A				
Fourniture et mise en œuvre de remblai compacté de rehausse du profil de route	m3	5 306	20,00 €	106 200,00 €
Remise en état de la route sur la rehausse	ml	330	250,00 €	82 500,00 €
Mise en transparence hydraulique de la rehausse par la pose de dalots	fft	1	30 000,00 €	30 000,00 €
Déviation du réseau aérien orange/erdf	fft	1	20 000,00 €	20 000,00 €
Déviation du fossé en rive droite et cération d'un fossé de ressuyage vers le canal	ml	660	25,00 €	16 500,00 €
Rehausse de la RD919				
Fourniture et mise en œuvre de remblai compacté de rehausse du profil de route	m3	641	20,00 €	12 900,00 €
Remise en état de la route sur la rehausse	ml	235	250,00 €	58 800,00 €
Mise en transparence hydraulique de la rehausse par la pose de nouveaux dalots	fft	1	20 000,00 €	20 000,00 €
Adaptation des réseaux enterrés longitudinal à la route	fft	1	10 000,00 €	10 000,00 €
Déviation du fossé longitudinal	ml	235	25,00 €	5 900,00 €
OPTIONS: Travaux spécifiques à l'étanchéité de la fondation et aux incertitudes géotechniques (emprun des remblais)				
Mise en œuvre d'un écran étanche jusqu'au substratum molassique au centre du barrage	m2	2 299	200,00 €	459 800,00 €
Moins valeur liée à l'absence de clé d'étanchéité	m3	9 607	- 5,00 €	- 48 100,00 €
Plus valeur liée à l'apport de matériaux de remblai depuis une carrière	m3	52 996	10,00 €	530 000,00 €
TOTAL travaux hors options				3 158 000,00 €
TOTAL travaux + option d'écran étanche				3 569 700,00 €
TOTAL travaux + plus valeur liée à la fourniture de remblai de carrière				3 687 900,00 €
TOTAL travaux + plus valeur liée à la fourniture de remblai de carrière + option d'écran étanche				4 099 700,00 €
Coûts hors travaux				
Maitrise d'œuvre (8%)	FFT	1	252 640,00 €	252 700,00 €
Aléa 20% et travaux annexes supplémentaires	FFT	1	631 600,00 €	631 600,00 €
Foncier	m²	30 996	1,20 €	37 200,00 €
TOTAL				4 079 400,00 €
TOTAL + option d'écran étanche				4 491 200,00 €
TOTAL + plus valeur liée à la fourniture de remblai de carrière				4 609 400,00 €
TOTAL + plus valeur liée à la fourniture de remblai de carrière + option d'écran étanche				5 021 100,00 €

Tableau 14: Chiffrage de la solution alternative du déversoir de 85 ml à la cote 221,8 m NGF

La réduction de la cote du déversoir a pour effet :

- De diminuer de 2% le coût par rapport à la situation à 222,2 m NGF ;

- De diminuer de 2 points (de 12 à 10 %) l'efficacité de l'écrêtement de la crue Q50

7 ASPECT ENVIRONNEMENTAL ET REGLEMENTAIRE

Il n'existe pas de zonage environnemental spécifique sur la Lèze (NATURA2000, ZNIEFF, ZICO...).

Le cours d'eau est classé en liste 1 au titre de l'Article L.214-17-I du Code de l'Environnement.

Un certain nombre de dossiers réglementaires seront nécessaires :

- acquisition foncière ;
- dossier de demande d'autorisation (à minima rubrique 3.2.6.0) ;
- étude de danger de l'aménagement hydraulique ;
- dossier cas par cas (à minima catégorie de projet 21f) ;
- déclaration d'intérêt Général (DIG) ou déclaration d'utilité publique (DUP).

Dans le cadre de la réalisation du dossier cas par cas, une évaluation simplifiée NATURA2000 est nécessaire. Il est recommandé de missionner un écologue pour réaliser une investigation légère.

La prise en compte des enjeux environnementaux ne remet pas en cause la faisabilité du projet.

Les démarches réglementaires à réaliser ne remettent pas en cause la faisabilité du projet.

8 ACCEPTABILITE DU PROJET VIS-A-VIS DE L'ACTIVITE AGRICOLE

8.1 ANALYSE DE L'OCCUPATION DU SOL

L'occupation du sol a été appréciée avec le Registre Parcellaire Agricole (RPG) sur la zone d'étude présentée lors des ateliers de concertation agricole du 10 mai 2020. Cette occupation du sol est présentée sur la Figure 26.

Le parcellaire de 167 ha est découpé en 85 parcelles de petite taille (2 ha en moyenne). 7 exploitants agricoles et 37 propriétaires sont recensés sur le site.

Sur le fond de vallée, la qualité des parcelles permet de mettre en place des cultures avec 140 ha de céréales (blé tendre, dur, maïs) en rotation avec des oléo protéagineux (tournesol, féverole, soja). Le long des cours d'eau, les cultures sont bordées par un total de 4 ha de bandes tampons. 24 ha de surfaces en herbes composées de prairies permanentes et prairies en rotations longues sont également présentes.

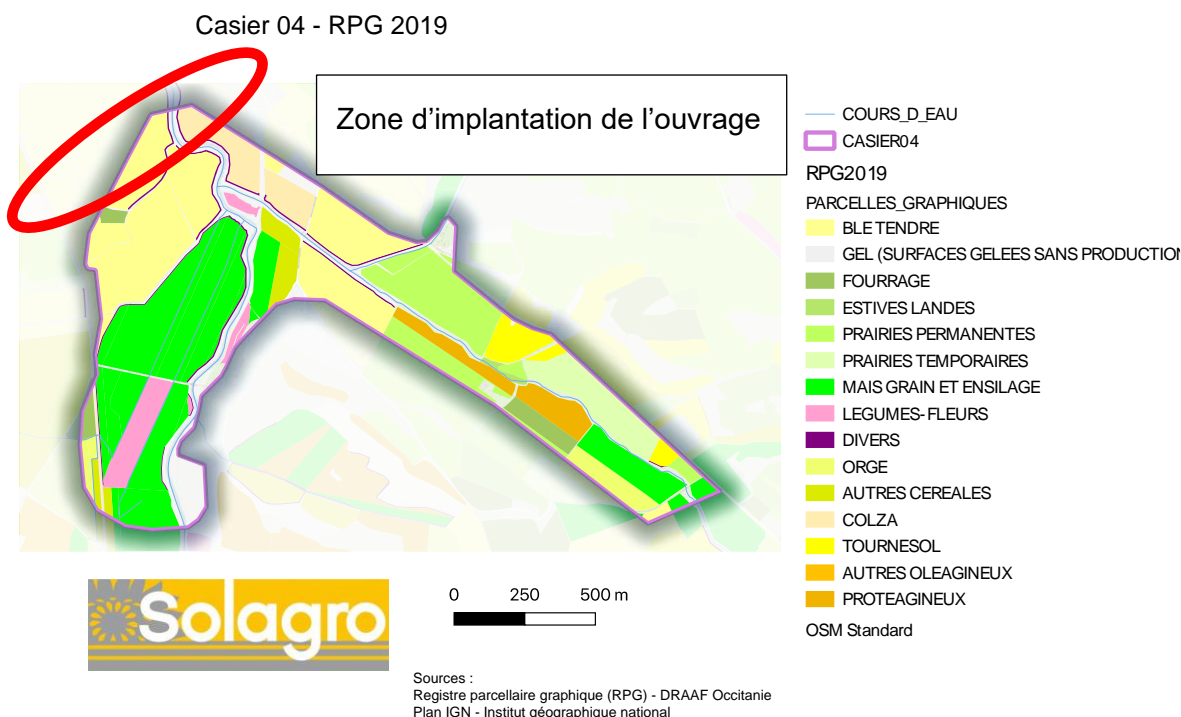


Figure 26 : Registre Parcellaire Agricole (RPG) de la zone d'étude

8.2 EXPLOITATIONS AGRICOLES IMPACTEES

Deux indicateurs ont été calculés à partir des numéros de pacage et sur le niveau de la crue millénaire modélisé en état projet :

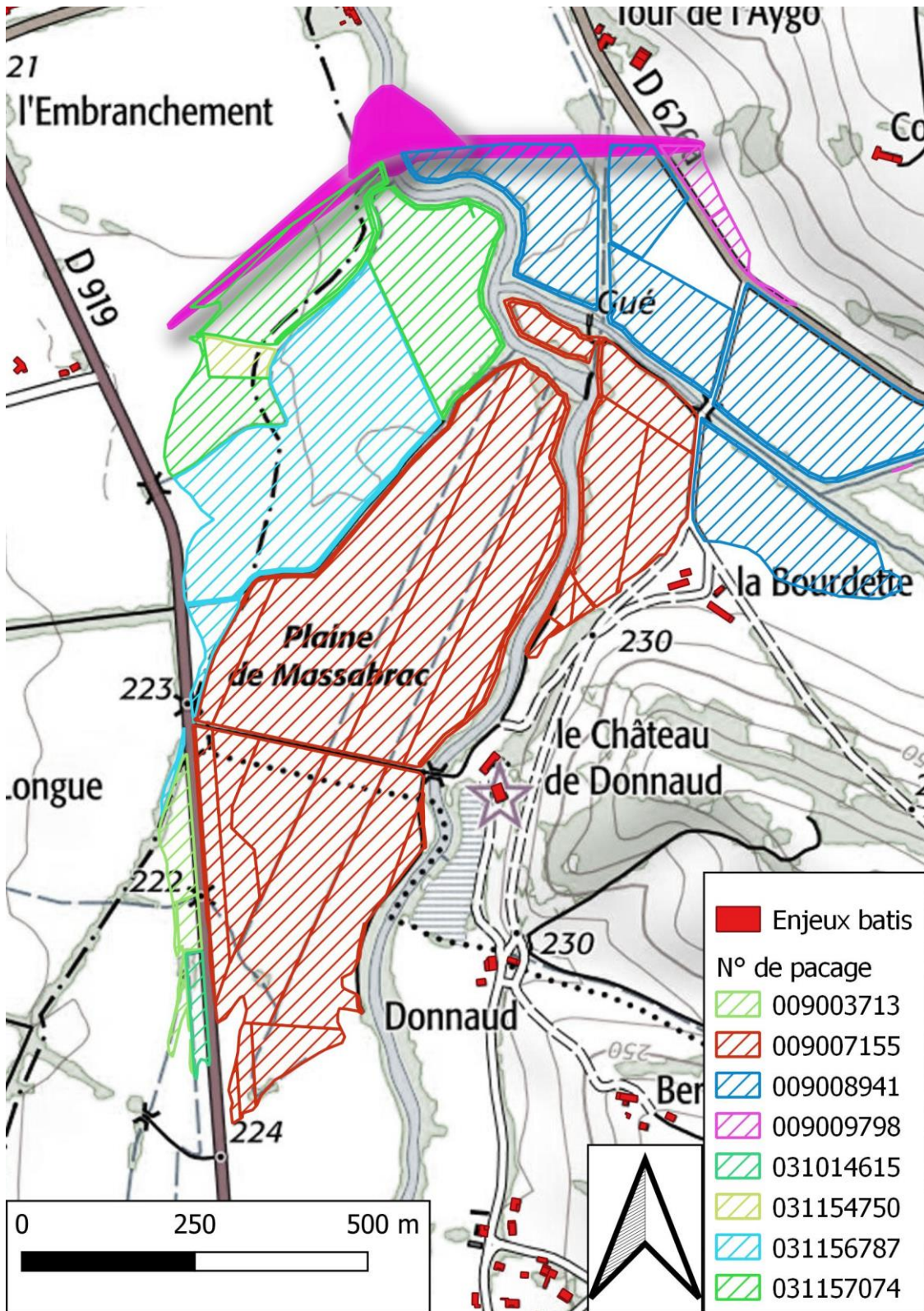
- surfaces impactées par chaque ouvrages au sein des exploitations agricoles ;
- répartition des surfaces des exploitations agricoles.

Pour une crue millénale, la surface impactée est de 71 ha. Pour chacune de ces surfaces, le pourcentage de l'exploitation impacté a été calculé. Aucune exploitation n'est concernée par plusieurs casiers.

Tableau 15 : Surfaces agricoles impactées

N° de pacage	Surface impactée (ha)	Surface totale de l'exploitation (ha)	% de l'exploitation impactée
009007155	34.22	64.526	53%
031156787	9.678	69.003	14%
031157074	8.763	92.126	10%
031154750	0.459	10.047	5%
009008941	15.573	344.705	5%
009003713	1.162	89.041	1%
009009798	0.695	84.782	1%
031014615	0.379	120.345	0%

L'exploitation correspondant au numéro de pacage 009007155 est la plus impactées avec 53 % de l'exploitation concernée. La Figure 28 affiche l'ensemble des parcelles portant le numéro de pacage 009007155. Les parcelles non-impactées se situent sur des coteaux. Les parcelles impactées représentent donc probablement la majorité du chiffre d'affaires de l'exploitation.



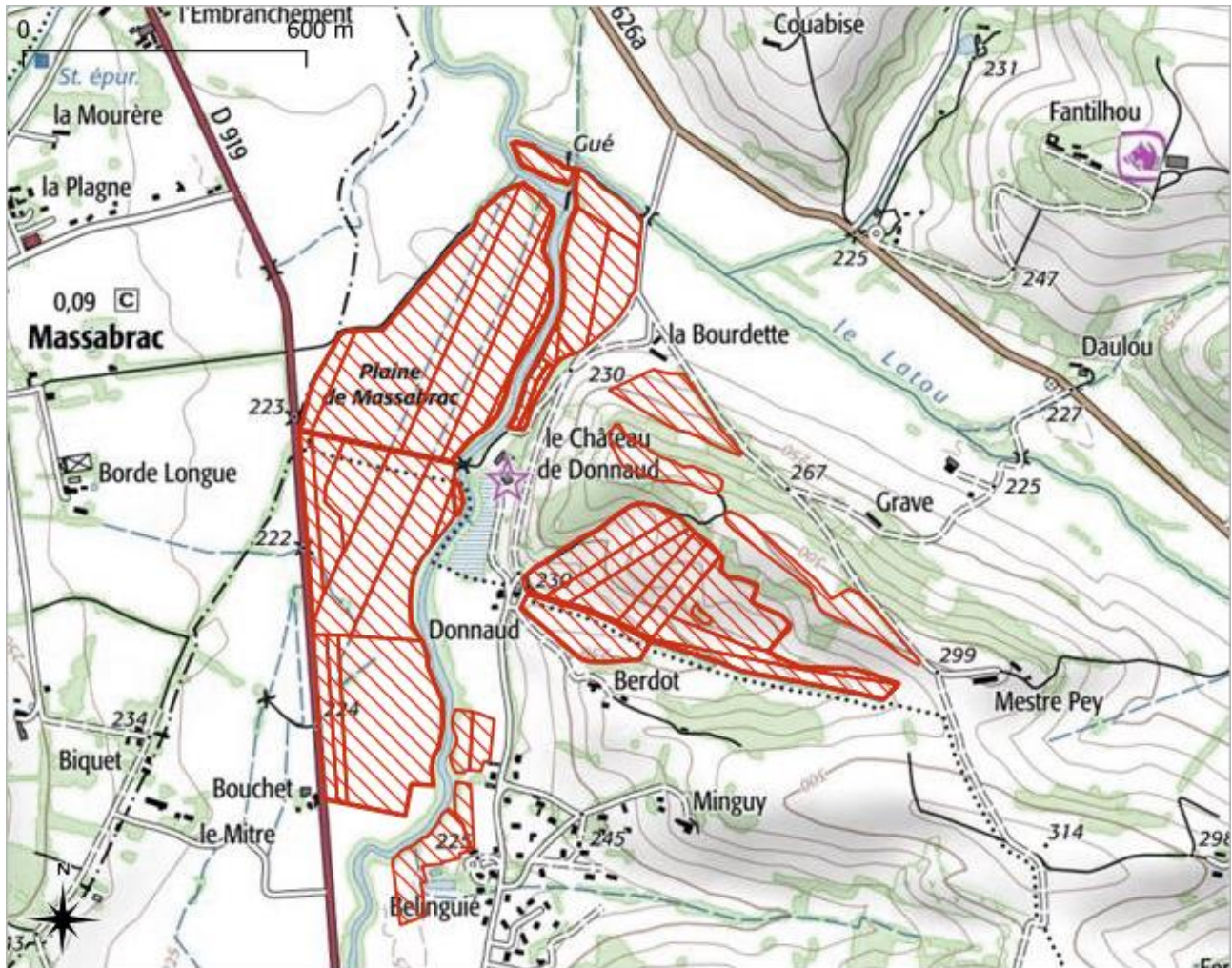


Figure 28 : Numéro de package 009007155

8.3 CONCERTATION AGRICOLE

Une concertation avec les riverains a été réalisée avec un atelier de concertation le 10 mai et une visite sur site le 20/05/2021. Les riverains sont opposés au projet et se réservent le droit de mener des actions de protestation.

Les points principaux émergeant de la concertation sont les suivants :

8.3.1 ASPECTS TECHNIQUES

- Un fort dépôt d'alluvions est constaté lors des crues. Il est redouté que ces dépôts soient plus fréquents avec l'ouvrage et impactent les cultures et la biodiversité ;
- La canalisation d'alimentation du lac de Saint-Ybars ne doit pas être impactée ;
- Il existe des drains enterrés en rive droite du canal qui pourraient être impactés lors des crues ;
- Il existe des pompes dans le canal qui pourraient être noyées lors des crues (note ISL : certains postes de pompes résistent à la submersion) ;
- Les postes des pompes sont alimentés par un réseau électrique : risque d'endommagement du réseau en cas de crues ;

- Il existe un risque d'impact sur les cultures si le ressuyage n'est pas rapide (réalisation de fossés de drainage nécessaire).

Une étude de détail est nécessaire pour quantifier ces éléments et les intégrer dans le protocole d'indemnisation. L'alimentation du lac de Saint-Ybars est abordée dans le projet avec réalisation d'une vanne à la traversée de l'ouvrage.

8.3.2 IMPACTS SUR L'ACTIVITE AGRICOLE EVOQUES A INTEGRER DANS LE PROTOCOLE D'INDEMNISATION

- Nettoyage des parcelles (embâcles) et perte de temps pour la remise en culture après chaque crue ;
- Curage des fossés de l'envasement accumulé ;
- Perte de compétitivité lié à au risque d'endommagement du réseau et du matériel d'irrigation, éventuellement arrêt des cultures irriguées à haute valeur ajoutée ;
- Perte des cultures sous contrats à très forte valeur ajoutée (ex maïs semences) ;
- Le redécoupage des parcelles liées à l'ouvrage ne permet plus d'accéder à une partie des parcelles et donc de les exploiter ;
- L'ouvrage se situe sur les meilleures terres (plates, plus fertiles, équipées) ce qui peut impacter l'autonomie alimentaire des troupeaux (fourrages, concentrés) et l'autonomie en paille nécessaire à la litière des animaux.

8.3.3 AUTRES RISQUES

- Risque de perte de valeur des terrain (agricole et bâtiments environnant) ;
- Risque de rupture de l'ouvrage ;
- Risque psychologique lié à un ouvrage en amont des habitations.

8.3.4 ELEMENTS DANS LE CALCUL DE L'INDEMNISATION

- les dégâts sur les réseaux, le matériel (pivots) ;
- les pertes d'exploitation (accessibilité de la parcelle, nettoyage de la parcelle, travaux du réseaux d'irrigation de drainage, installation des pivots) ;
- le cout du nettoyage (déchets, embâcles), sa durée et son impact sur l'exploitation ;
- dégâts sur les cultures et pertes nettes de récoltes sur 18 mois (temps de reprise des cultures) ;
- la perte de marge nette/ha pour chaque hectare de culture sous contrat et parcelles irriguées de façon pérenne.

8.4 CALCUL DES INDEMNISATIONS

Les prix affichés dans cette section sont T.T.C.

8.4.1 IMPACTS LIES AUX DOMMAGES SUR LE SOL ET LES CULTURES

Ces éléments sont déjà pris en compte par le barème d'indemnisation de la Chambre d'agriculture de Haute-Garonne. Ce barème prévoit une indemnisation d'environ 6 000€ /ha pour les céréales, 5 000 €/ha pour les oléo-protéagineux, 15 000€/ha pour le maïs semence, 7 000 €/ha pour les prairies et 10 000 €/ha pour les légumineuses fourragères.

Le type d'indemnisation sera à détailler : indemnisation annuelle, à chaque crue... Une indemnisation par crue est souhaitée par les riverains.

La notion d'impact pérenne sur les cultures suivantes et la remise en état du sol mériteraient d'être prises en compte et nécessitent une étude complémentaire. De plus les montants proposés par la chambre d'agriculture peuvent être réévalués au regard du fort potentiel des terres agricoles concernées par les ouvrages. A noter que le barème de la chambre d'agriculture intègre les cas spécifiques des Jeunes Agriculteurs, des agriculteurs en Agriculture Biologique et des éleveurs réalisant le pâturage tournant dynamique.

8.4.2 REPARATION, RACHAT ET REINSTALLATION DES EQUIPEMENTS DE DRAINAGE ET D'IRRIGATION

La mise en place d'un réseau de drainage varie fortement en fonction du type de sol, de la topographie et du matériel employé. On peut estimer le coût entre 1 500 et 2 000€/ha.

Le prix d'un pivot d'irrigation varie fortement en fonction de sa longueur, les besoins et les capacités : de 15 000 € à 50 000 €. On estime que pour un pivot, le coût par ha est d'environ 1 500€/ha (source CA Loire).

8.4.3 NETTOYAGE DES PARCELLES, DES FOSSES

Le prix du nettoyage peut varier selon qu'il est réalisé par l'exploitant agricole ou par un prestataire. L'évaluation des impacts et des montants nécessitent une étude complémentaire.

8.4.4 DEGRADATION DES BATIMENTS DE STOCKAGE (MATERIELS, INTRANTS) ET SIEGES D'EXPLOITATION

Ces impacts sont à évaluer au cas par cas en fonction des dommages observés. A priori, le site n'est pas concerné.

8.4.5 MONTANTS DES INDEMNISATIONS PAR OUVRAGE : ORDRE DE GRANDEUR

Les valeurs affichées ne sont que des ordres de grandeurs permettant de cerner les conséquences de l'ouvrage sur l'activité agricole.

Hypothèses retenues :

Seuls les impacts sur les cultures et sur les équipements sont pris en compte.

Sur les cultures, les montants retenus sont de 6000 €/ha. Il est supposé que les zones surinondées de plus de 50 cm sont impactées. Cette surface est estimée à 70 ha à partir de l'impact d'une crue millénaire

Sur les équipements, 50% des parcelles en grandes cultures sont équipées de drains et d'irrigation.

Les couts qui en résultent sont les suivants :

	Surface cultivée (ha)	Montants (€)	Surface drainée (ha)	Montants (€)	Surface irriguée (ha)	Montants (€)	Total
Casier 4	70	420 000 €	35	70 000 €	35	52 500 €	542 500 €

Tableau 16: Estimations des indemnisations lors du remplissage de la retenue

Ces couts sont donc estimés pour une crue de période de retour 50 ans. Or, le début de mise en charge de l'ouvrage est modélisé pour la crue de période de retour 2 ans. En considérant que le remplissage du casier est significatif pour une crue de période de retour 10 ans, le coût annuel à provisionner est estimé à 10 % du débit décennal et serait d'environ 50 k€.

Dans le protocole d'indemnisation Oise, le montant d'indemnisation de destruction des récoltes est de l'ordre de 3000 €/ha ce qui porterait le cout annuel à prévisionner à 30 k€.

8.5 SYNTHÈSE SUR L'ACTIVITÉ AGRICOLE

L'ouvrage aura un impact sur l'activité agricole :

- au moment de la réalisation, avec une perte potentielle des contrats pour les cultures sous-contrat ;
- après chaque crue (nettoyage, remise en état des parcelles, reconstitution des drains, des fossés de drainage) ;
- en situation courante (impact sur les formes des parcelles compliquant l'exploitation).

Ces éléments doivent être traités dans le cadre de la définition des protocoles d'indemnisation.

Un rachat des parcelles pourrait être envisagé lorsque l'ouvrage remet en question la pérennité de l'exploitation.

L'ordre de grandeur du montant actuel des indemnisations est de 30 à 50 k€.

9 SYNTHÈSE GÉNÉRALE

Le paragraphe suivant vise à donner la synthèse concernant la faisabilité du barrage (déversoir à 222,2 m NGF et 180 ml de largeur).

Le tableau suivant rappelle les caractéristiques géométriques du barrage :

Caractéristiques principales de l'ouvrage	
Type	Barrage en remblai
Fonction	Ecrêteur de crue
Classe	C ($H^2V^{0.5}=81$)
Cote de crête	223,65 m NGF
Cote du déversoir rive gauche	222,2 m NGF
Hauteur du barrage	10,5 m/TN au maximum (lit mineur) 3,15 m/TN en moyenne

Longueur en crête	1 080 m
Largeur en crête	4,5 m
Largeur maximale au niveau du TN	57 m
Fuit du parement amont	2,5/1 H/V (m/m)
Fruit du parement aval	2,5/1 H/V (m/m)
Coupure étanche	Clé d'ancrage de 1,5 m ou paroi étanche au stade faisabilité
Longueur du déversoir	180 m
Ouvrages hydrauliques	
Evacuateur de crues	<p>Déversoir :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cote du déversoir : 222,2 m NGF ; • Largeur du déversoir : 180 m en crête et 172 m en pied ; • Lame d'eau sur le déversoir pour Q1000 : 0,7 m. <p>Fosse de dissipation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Longueur du radier : 172 m ; • Largeur : 7 m hors talus (12 m avec les talus pour la plus grande profondeur) ; • Profondeur : 2,60 m en moyenne / au terrain naturel ; • Pentes des extrémités : 1,5/1 H/V (m/m) ; • Cote allant de 216,5 m NGF à 216 m NGF devant le fossé de liaison <p>Fossé de liaison</p> <ul style="list-style-type: none"> • Longueur : 44 m ; • Largeur : de 7 à 33 m ; • Pente longitudinale : 5-10% ; • Profondeur : 2,8 m en moyenne jusqu'au fond du lit de la Lèze.
Ouvrage de fuite	<ul style="list-style-type: none"> • Dalot de section totale : 8,3 m x 4 m • Le dalot sera enterré de 0,20 m pour permettre la reconstitution du lit dans l'ouvrage ; • Longueur : 60 m ; • Pente dans l'ouvrage : 0,3% (de 213,3 m NGF à 213,1 m NGF environ).

Tableau 17: Synthèse des caractéristiques géométriques du barrage

Le tableau suivant rappelle les caractéristiques hydrauliques de l'aménagement et son efficacité face aux crues :

	Impact de l'ouvrage
Taille du déversoir en crête (ml)	180
Section passante du pertuis (m ²)	33,2
Crue de protection Q50	
Débit actuel (Q50) (m ³ /s)	130
Débit laminé (Q50) (m ³ /s)	115
% de réduction du débit de pointe	12 %
Période de retour du débit aval (Q50) (m ³ /s)	30 ans
Niveau amont pour Q50 (m NGF) – cote du déversoir	222,20 m NGF
Crue centennale	
Débit actuel Q100 (m ³ /s)	162
Débit évacuateur de crue – Q100 (m ³ /s)	41
Débit pertuis – Q100 (m ³ /s)	118
Niveau amont pour Q100 (m NGF)	222,48
Crue de projet millénale	
Débit actuel Q1000 (m ³ /s)	321
Débit évacuateur de crue – Q1000 (m ³ /s)	195
Débit pertuis – Q1000 (m ³ /s)	120
Niveau amont pour Q1000 (m NGF)	223

Tableau 18: Synthèse des caractéristiques hydrauliques du barrage

Le tableau suivant rappelle les coûts totaux estimés (prise en compte des études, des dossiers environnementaux, des reconnaissances complémentaires, des travaux et de la maîtrise d'œuvre), en fonctions des scénarios liés aux incertitudes géotechniques des matériaux de prélèvement et de fondation :

Avec écran étanche	Remblai de carrière	Estimation financière (€ HT)	Probabilité du scénario
NON	NON	4,16 M€	Peu probable
OUI	NON	4,57 M €	Probable
NON	OUI	4,67 M€	Probable
OUI	OUI	5,10 M€	Probable

Tableau 19: Récapitulatif des estimations financières du projet selon différentes hypothèses (écran étanche et provenance des matériaux)

Avis ISL sur la viabilité du projet :

Le projet du barrage de Saint-Ybars présente une efficacité d'écrêtement de 12% pour la crue cinquantennale et négligeable pour les crues supérieures pour un coût d'investissement compris entre 4,2 M et 5,1 M€.

A ces investissements s'ajoutent :

- les couts d'exploitation de l'ouvrage (environ **100 k€HT/an** en supposant des couts d'entretien de 2,5 % / an du cout d'investissement, conformément à la borne basse du guide ACB/AMC)² ;
- Le montant des indemnisations agricoles de l'ordre de **30 à 50 k€ TTC /an soit 25 à 42 k€HT/an** .

Dans le cas où un rachat des habitations situées à l'aval immédiat de l'ouvrage est envisagé, un surcout de 400 k€ € T.T.C soit 335 k€ H.T. serait à prévoir.

De plus, les riverains et agriculteurs impactés sont réticents au projet. L'impact sur l'activité agricole existe :

- ponctuellement lors des crues, avec une nécessité de remise en état des parcelles ;
- hors crues, avec une exploitation des terres plus difficiles (parcelles impactées par l'ouvrage) et potentiellement une perte de contrat sur les parcelles sous-contrat.

Un protocole d'indemnisation conséquent sera nécessaire.

Pour déterminer précisément l'intérêt socio-économique du projet, des études de types ACB/AMC de scénarios seraient nécessaires. Toutefois, il apparait, dans un premier temps, que l'efficacité d'écrêtement parait relativement faible au regard du coût de l'aménagement et des contraintes locales et notamment agricoles. L'impact moyen en aval est de l'ordre de -5 cm et les bâtiments sont très peu impactés voire non impactés car surélevés. L'intérêt du projet est très faible voire nul, et l'analyse coût bénéfice sera certainement négative.

L'automatisation de la régulation du débit du pertuis permettrait d'augmenter l'écrêtement. Le maximum envisageable permettrait de passer dans d'une crue de période de retour 30 à 25 ans en aval de l'ouvrage. Cette automatisation augmenterait cependant le coût déjà conséquent de l'ouvrage.

Augmenter le volume stocké pour améliorer l'écrêtement nécessiterait le rachat des habitations potentiellement impactées en amont. La surinondation de la RD919 et de la RD626A serait alors aggravée et le coût déjà significatif de l'ouvrage augmenterait en conséquence.

² Cout probablement surestimé au regard du retour d'expérience d'autres maître d'ouvrage

ANNEXE 1 VUES EN PLAN ET EN COUPES DE L'AMENAGEMENT

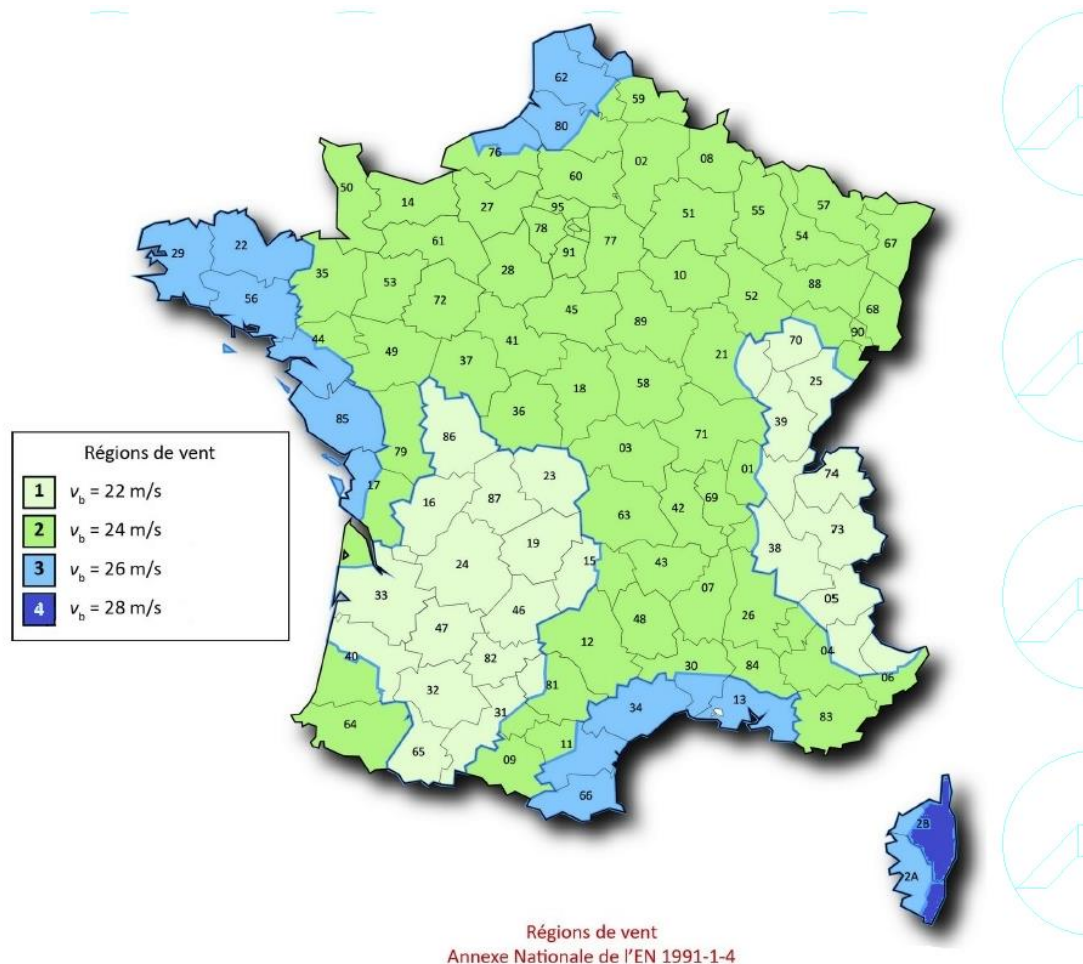
ANNEXE 2 CALCUL DE LA REVANCHE NECESSAIRE

Lorsque le vent souffle sur un plan d'eau, il génère au bout d'une certaine durée des vagues qui peuvent se propager en direction du barrage. En supposant que le vent souffle en direction du barrage, les vagues formées déferlent sur le parement. En fonction de la différence d'altitude existant entre la cote du plan d'eau en situation de vent de projet et la crête, un certain pourcentage des vagues passe par-dessus la crête et ruisselle sur le parement aval.

Dans le cas d'un barrage en remblai, une érosion plus ou moins importante de la crête et du parement aval en résulte. On doit donc positionner la crête à une altitude suffisante pour que le pourcentage de vagues qui l'atteignent soit faible.

Deux situations de projet sont considérées vis-à-vis du vent :

- Un vent de période de retour 50 ans soufflant sur une retenue qui se trouve à la cote des PHE ;
- Un vent de période de retour 1000 ans sur la retenue normale.



Ici $V_b = 24 \text{ m/s}$.

On calcule alors $V(p)$ la vitesse moyenne du vent sur 10 min présentant la probabilité p de dépassement.

La vitesse moyenne du vent sur 10 min présentant la probabilité p de dépassement, sur une période d'un an, est déterminée en multipliant la vitesse de référence du vent v_b donnée en 4.2 (2)P par le coefficient de probabilité, C_{prob} donné par l'expression (4.2). Voir également l'EN 1991-1-6.

$$C_{\text{prob}} = \left(\frac{1 - K \cdot \ln(-\ln(1-p))}{1 - K \cdot \ln(-\ln(0,98))} \right)^n$$

où:

K est le paramètre de forme dépendant du coefficient de variation de la loi des valeurs extrêmes ;

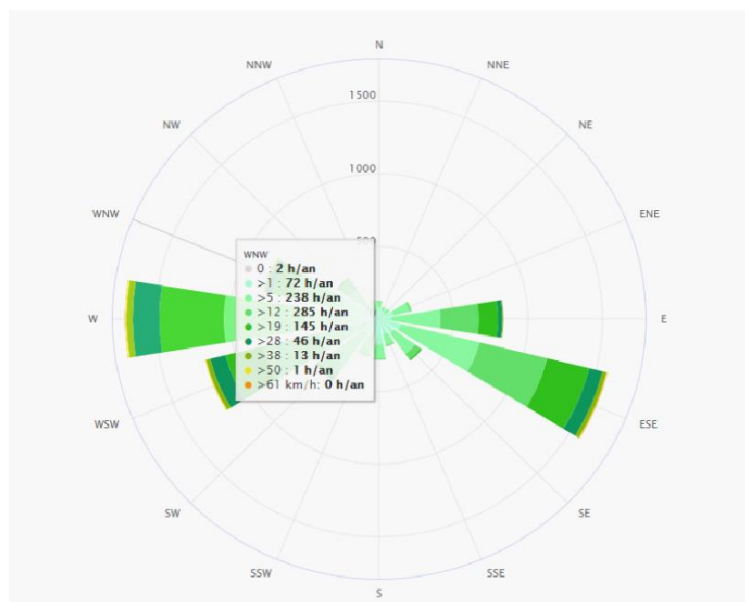
n est l'exposant.

D'où, d'après la norme NF EN 1991-1-4 (2005-11-01) :

$V(50 \text{ ans}) = 24 \text{ m/s}$;

$V(1000 \text{ ans}) = 28 \text{ m/s}$.

Le fetch fait environ 1 km dans la direction des vents dominants.



D'après la formule de Bretschneider - recommandée par "petits barrages"

U : vitesse du vent (m/s)

D : profondeur de l'eau (m)

F : longueur du fetch (m)

g : accélération de la pesanteur (m/s²)

$$h = 0,26 \cdot \text{th} \left[0,578 \cdot \left(\frac{g \cdot D}{U^2} \right)^{3/4} \right] \cdot \text{th} \left[\frac{0,01 \cdot \left(\frac{g \cdot F}{U^2} \right)^{1/2}}{\text{th} \left[0,578 \cdot \left(\frac{g \cdot D}{U^2} \right)^{3/4} \right]} \right] \cdot \frac{U^2}{g}$$

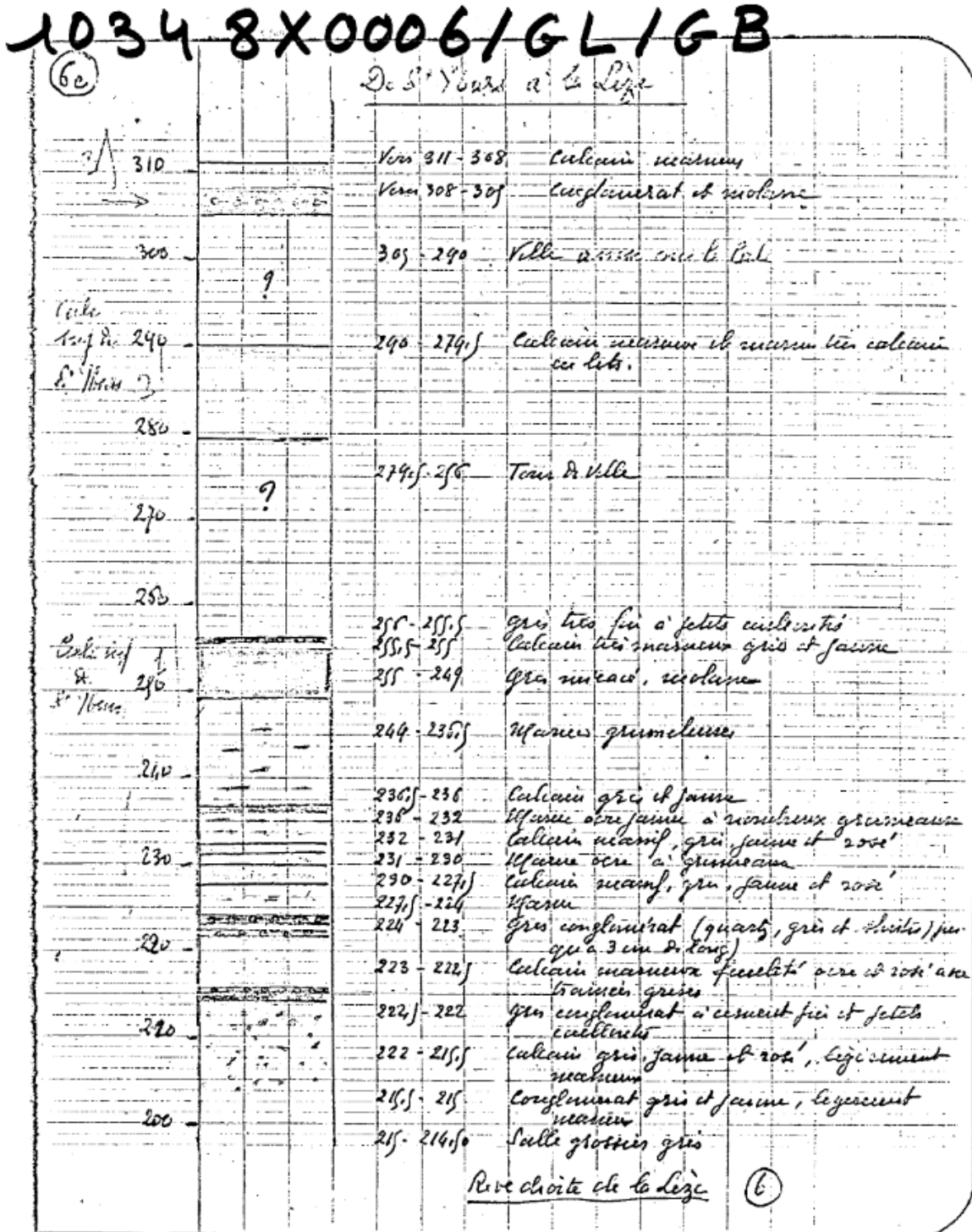
U	20					25					30					35				
D \ F	300	600	1 000	2 000	3 000	300	600	1 000	2 000	3 000	300	600	1 000	2 000	3 000	300	600	1 000	2 000	3 000
5	0.28	0.39	0.50	0.67	0.78	0.35	0.49	0.61	0.81	0.94	0.42	0.58	0.73	0.96	1.10	0.49	0.67	0.84	1.09	1.24
10	0.29	0.40	0.51	0.71	0.86	0.36	0.50	0.64	0.88	1.06	0.43	0.60	0.76	1.05	1.25	0.50	0.70	0.89	1.21	1.44
15	0.29	0.40	0.52	0.73	0.88	0.36	0.50	0.65	0.90	1.09	0.43	0.60	0.77	1.08	1.30	0.50	0.70	0.90	1.25	1.50
20	0.29	0.40	0.52	0.73	0.89	0.36	0.51	0.65	0.91	1.11	0.43	0.61	0.78	1.09	1.32	0.50	0.71	0.91	1.27	1.53
25	0.29	0.41	0.52	0.73	0.89	0.36	0.51	0.65	0.92	1.11	0.43	0.61	0.78	1.10	1.33	0.50	0.71	0.91	1.28	1.55

Tableau 4 - Hauteur des vagues h en m

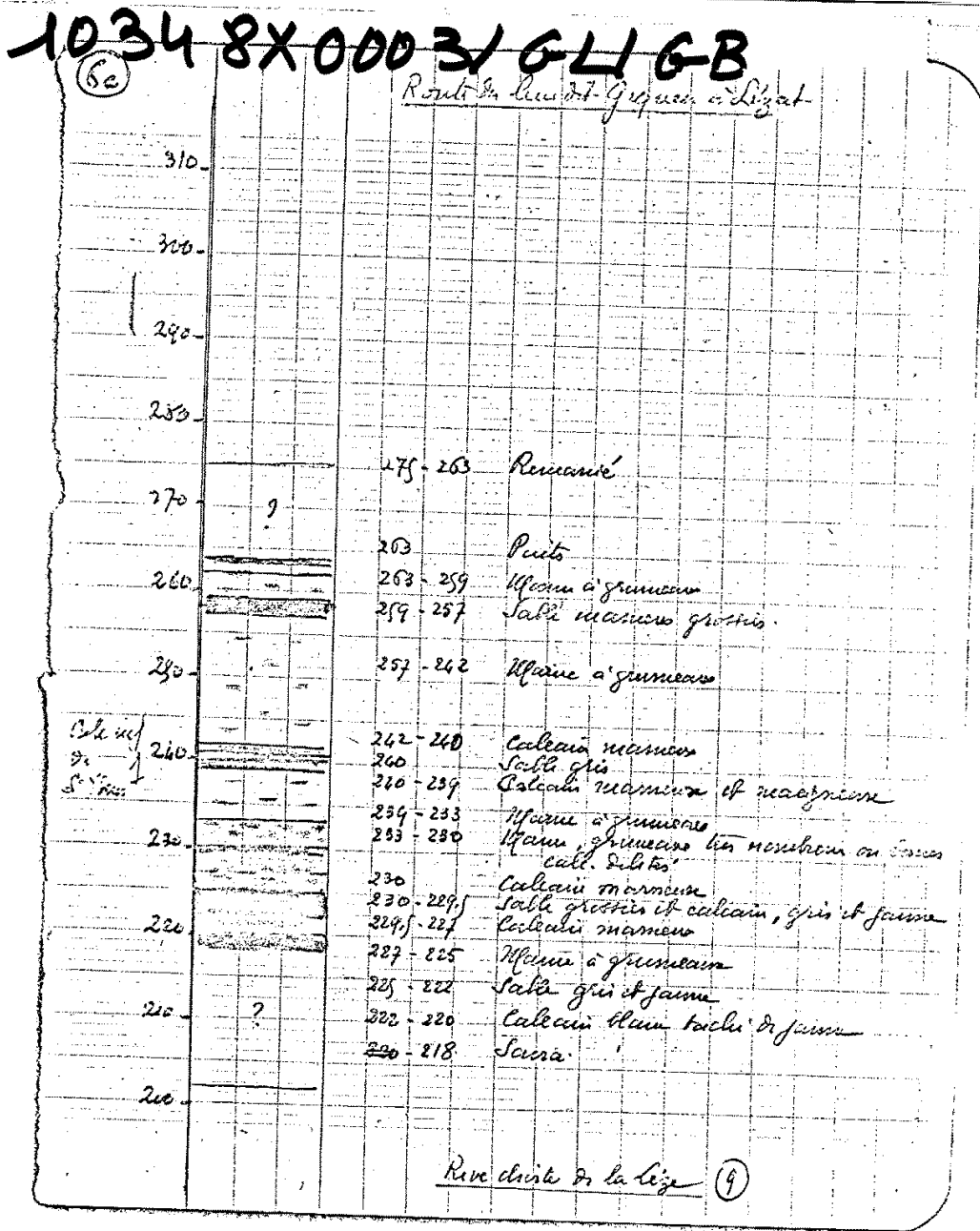
On trouve 0,64 m / à la PHE pour un vent de période de retour 50 ans et 0,76 m / RN pour un vent de période de retour 1000 ans.

ANNEXE 3 DONNEES GEOTECHNIQUES DISPONIBLES (INFOTERRE)

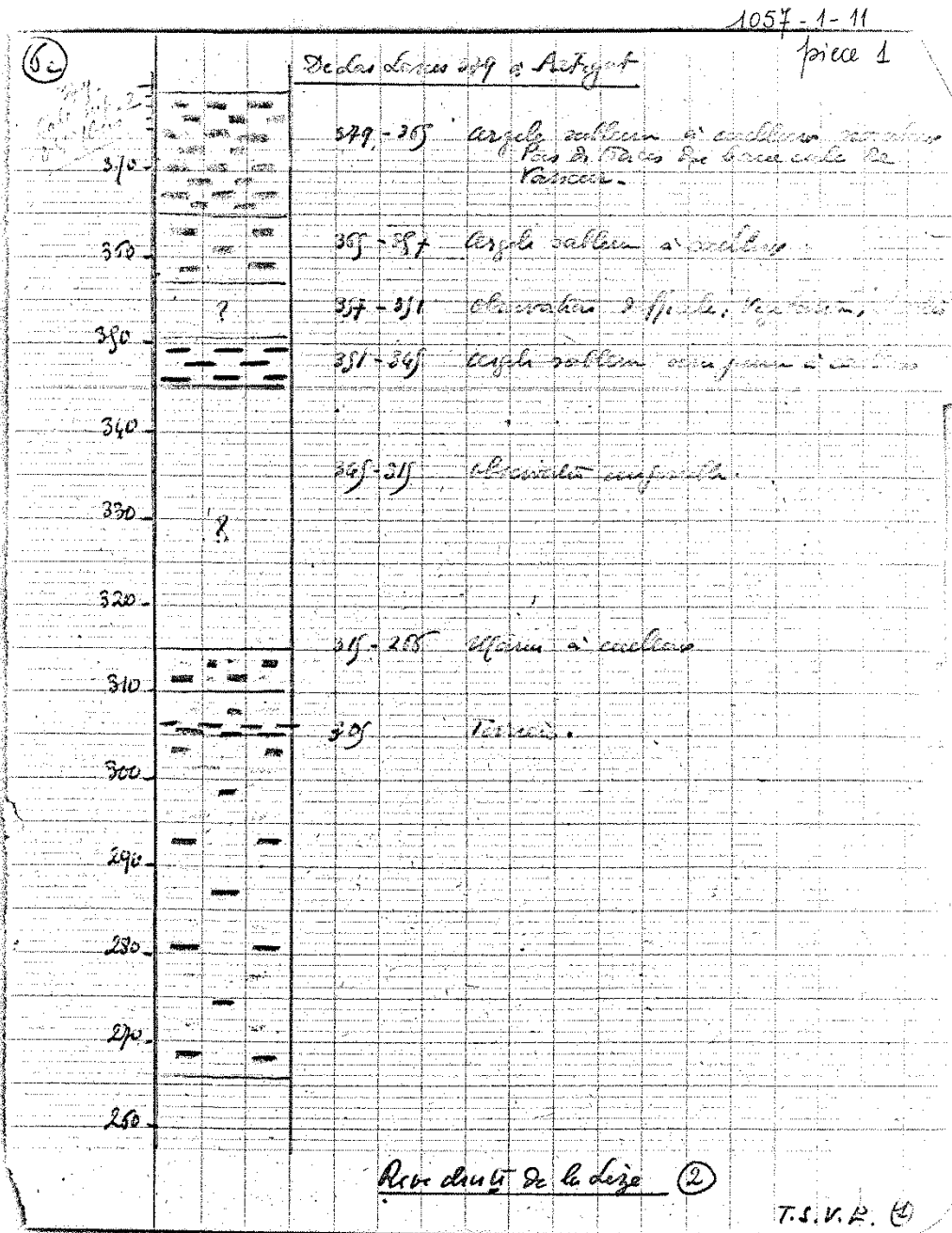
Forage Saint-Ybars (au niveau de la ville ?)



Forage aval Lézat-sur-Lèze



Forage amont à Artigat



062066
10571X0011

ANNEXE 4 RAPPORT GEOTECHNIQUE D'AVP ARTIGAT

ANNEXE 5 DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE DU LAC DE SAINT-YBARS

ANNEXE 6 RESEAUX TRAVERSANTS