



PAPI D'INTENTION DU BASSIN DE LA LEZE

Etude de faisabilité du casier de Beaumont-sur-Lèze aval (cas07)

⊕
SMIVAL

Rapport n° : 20F-043-RS-12
Révision n° : B
Date : 23/08/2021

Votre contact :
Cédric PERRIN
perrin@isl.fr

Rapport

Visa

Document verrouillé du 02/12/2022.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	05/08/2021	JLT	CPN	JSA	
B	23/08/2021	JLT	CPN	JSA	Intégration des remarques du Maître d'ouvrage

CPN : PERRIN Cédric

JLT : LEMONT Joseph

JSA : SAVATIER Jérémy



SOMMAIRE

1	PREAMBULE	1
2	CONTEXTE GENERAL	2
2.1	OBJECTIF DE L'OUVRAGE	2
2.2	ENJEUX	2
2.3	PRESENTATION DU BARRAGE ECRETEUR ET DE LA RETENUE ENVISAGES	5
2.4	CLASSEMENT DU BARRAGE ET CHOIX DES CRUES DE PROJET	8
2.4.1	CLASSEMENT DU BARRAGE / AMENAGEMENT HYDRAULIQUE	8
2.4.2	DETERMINATION DES CRUES A ETUDIER	9
2.4.2.1	Situation exceptionnelle de crue – crue de projet	9
2.4.2.2	Situation extrême de crue	9
2.4.2.3	Crues à considérer	9
2.5	PARTIS D'AMENAGEMENT ETUDIES	10
3	IMPACT HYDRAULIQUE DE L'ECRETEUR	11
3.1	VOLUME STOCKE	11
3.2	PERFORMANCE DE L'OUVRAGE	12
3.3	IMPACT SUR LES ENJEUX	14
3.3.1	SURINONDATION DES ENJEUX	18
3.3.1.1	Enjeux situés en amont	18
3.3.1.2	enjeux situés en aval	18
3.3.2	RD74 – ROUTE LAGARDELLE	18
4	DONNEES GEOTECHNIQUES	19
4.1	DONNEES GEOLOGIQUES	19
4.2	DONNEES GEOTECHNIQUES DISPONIBLES A PROXIMITE DE L'OUVRAGE	20
5	DIMENSIONNEMENT DE L'AMENAGEMENT	23
5.1	DESCRIPTION GENERALE DE L'AMENAGEMENT	23
5.1.1	PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES	23

5.1.2	PROFILS TYPE DU BARRAGE _____	25
5.2	DIMENSIONNEMENT HYDRAULIQUE _____	25
5.2.1	CHOIX DU DEVERSOIR _____	27
5.3	CONTRAINTES GENEREES PAR LE PROJET _____	28
5.3.1	RESULTATS DE LA DT (DECLARATION DE PROJET DE TRAVAUX) _____	29
5.3.2	FOSSE DE RESSUYAGE DES CHAMPS SUR CHAQUE RIVE _____	29
5.3.3	ROUTES DEPARTEMENTALES _____	29
5.3.4	EMBACLES _____	30
5.3.5	FONCIER _____	31
6	CHIFFRAGE DES TRAVAUX _____	33
7	ASPECT ENVIRONNEMENTAL ET REGLEMENTAIRE _____	35
8	ACCEPTABILITE DU PROJET VIS-A-VIS DE L'ACTIVITE AGRICOLE _____	35
8.1	ANALYSE DE L'OCCUPATION DU SOL _____	35
8.2	EXPLOITATIONS AGRICOLES IMPACTEES _____	36
8.3	CONCERTATION AGRICOLE _____	41
8.3.1	ASPECTS TECHNIQUES _____	41
8.3.2	IMPACTS SUR L'ACTIVITE AGRICOLE EVOQUES A INTEGRER DANS LE PROTOCOLE D'INDEMNISATION _____	41
8.3.3	AUTRES RISQUES _____	41
8.3.4	ELEMENTS A PRENDRE EN COMPTE DANS LE CALCUL DE L'INDEMNISATION _____	41
8.4	CALCUL DES INDEMNISATIONS _____	42
8.4.1	IMPACTS LIES AUX DOMMAGES SUR LE SOL ET LES CULTURES _____	42
8.4.2	REPARATION, RACHAT ET REINSTALLATION DES EQUIPEMENTS DE DRAINAGE ET D'IRRIGATION _____	42
8.4.3	NETTOYAGE DES PARCELLES, DES FOSSES _____	42
8.4.4	DEGRADATION DES BATIMENTS DE STOCKAGE (MATERIELS, INTRANTS) ET SIEGES D'EXPLOITATION _____	42
8.4.5	MONTANTS DES INDEMNISATIONS PAR OUVRAGE : ORDRE DE GRANDEUR _____	42
8.5	SYNTHESE SUR L'ACTIVITE AGRICOLE _____	43
9	SYNTHESE GENERALE _____	44

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 PLAN ET COUPES DU BARRAGE

ANNEXE 2 DONNEES GEOTECHNIQUES DU BRGM

ANNEXE 3 CALCUL DE LA REVANCHE NECESSAIRE

ANNEXE 4 RESEAUX RESENCES DANS LA DECLARATION DE TRAVAUX

TABLE DES FIGURES

Figure 1: situation de la retenue et des enjeux _____	3
Figure 2 : Localisation de l'ouvrage _____	5
Figure 3 : plan d'implantation cas07 - CACG 2012 _____	6
Figure 4: Profil en travers de la vallée le long de l'axe du barrage _____	7
Figure 5: Courbes caractéristiques de la cuvette _____	8
Figure 6 : comparaison hydrogramme de crue / volume stocké. _____	11
Figure 7 : impact de l'ouvrage sur Q50 _____	12
Figure 8: Impact de l'ouvrage – Q50 _____	15
Figure 9: Impact de l'ouvrage – Q100 _____	16
Figure 10: Impact de l'ouvrage – Q1000 _____	17
Figure 11 : linéaire submergé de RD74 pour Q50 _____	18
Figure 12: Carte géologique de la zone d'étude (zone d'implantation du barrage marquée) (Source : Infoterre) _____	19
Figure 13: Vue des sondages et forages disponibles sur Infoterre à proximité de la zone d'étude (zone d'implantation du barrage marquée en rouge) _____	20
Figure 14: Vue du profil en travers de la vallée et de l'emplacement théorique de la crête et du déversoir _____	25
Figure 15 : localisation des casiers étudiés _____	27
Figure 16: Impact du projet sur le tracé de la route D74 _____	30
Figure 17: Exemples de cages pare-embâcles au droit d'évacuateurs _____	31
Figure 18: Exemple de râtelier en V (source : LANGE et BEZZOLA, 2006) _____	31
Figure 19 : Registre Parcellaire Agricole (RPG) de la zone d'étude _____	36
Figure 20 : Exploitation impactées et % de l'exploitation correspondants _____	39
Figure 21 : Numéro de package 031015281 _____	40

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Classement du barrage / aménagement hydraulique	8
Tableau 2 : Période de retour de la crue exceptionnelle en fonction de type de barrage et de sa classe	9
Tableau 3 : Période de retour de la crue extrême en fonction de type de barrage et de sa classe ..	9
Tableau 4 : performance de l'ouvrage.....	12
Tableau 5 : Caractéristiques générale du barrage au stade de la faisabilité.....	25
Tableau 6: Casier de Saint-Ybars - dimensionnement hydraulique dans le cas du déversoir de 200 ml à la cote 180,25 m NGF	28
Tableau 7: Impact foncier des travaux liés au barrage et aux routes.....	33
Tableau 8: Chiffrage du casier de Beaumont-sur-Lèze aval.....	34
Tableau 9 : Surfaces agricoles impactées.....	37
Tableau 10: Estimations des indemnisations lors du remplissage de la retenue	43
Tableau 11 : Synthèse des caractéristiques hydraulique du barrage	45
Tableau 12 : Synthèse des caractéristiques hydrauliques du barrage.....	46
Tableau 13 : Récapitulatif des estimations financières du projet - € H.T.	47

1 PREAMBULE

Depuis le 1^{er} janvier 2018, la compétence de GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (GEMAPI) est devenu 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 : Diagnostics 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 aval de Beaumont-sur-Lèze (cas 7).

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 Beaumont-sur-Lèze aval (cas 7).

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 785 m et d'une hauteur maximale de 9,2 m,
- d'un pertuis permettant le transit des « petites » crues de H=4 m et L =14m pour un lit mineur de H=7 m et L=35 m,
- d'un évacuateur de crues central de 200 m.

La crête de l'ouvrage est implantée en dessous du niveau de la route aval du lieu-dit « la Prade » (cf. Figure 1) en raison de la présence d'habitations en amont.

L'ouvrage vise l'atténuation des crues de la Lèze avec la recherche d'un écrêtement optimal pour une période de retour de 50 ans conformément aux objectifs du SMIVAL .

Note : les débits affichés dans le rapport sont issus de la base de données SHYREG-2019 – Id GC21140 et repris du rapport « 20F-043-RS-3 - Action 6.1 : hydrologie. »

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

La cartographie des enjeux dans ou à proximité de la retenue et issus de l'action 1.2 figure ci-après.

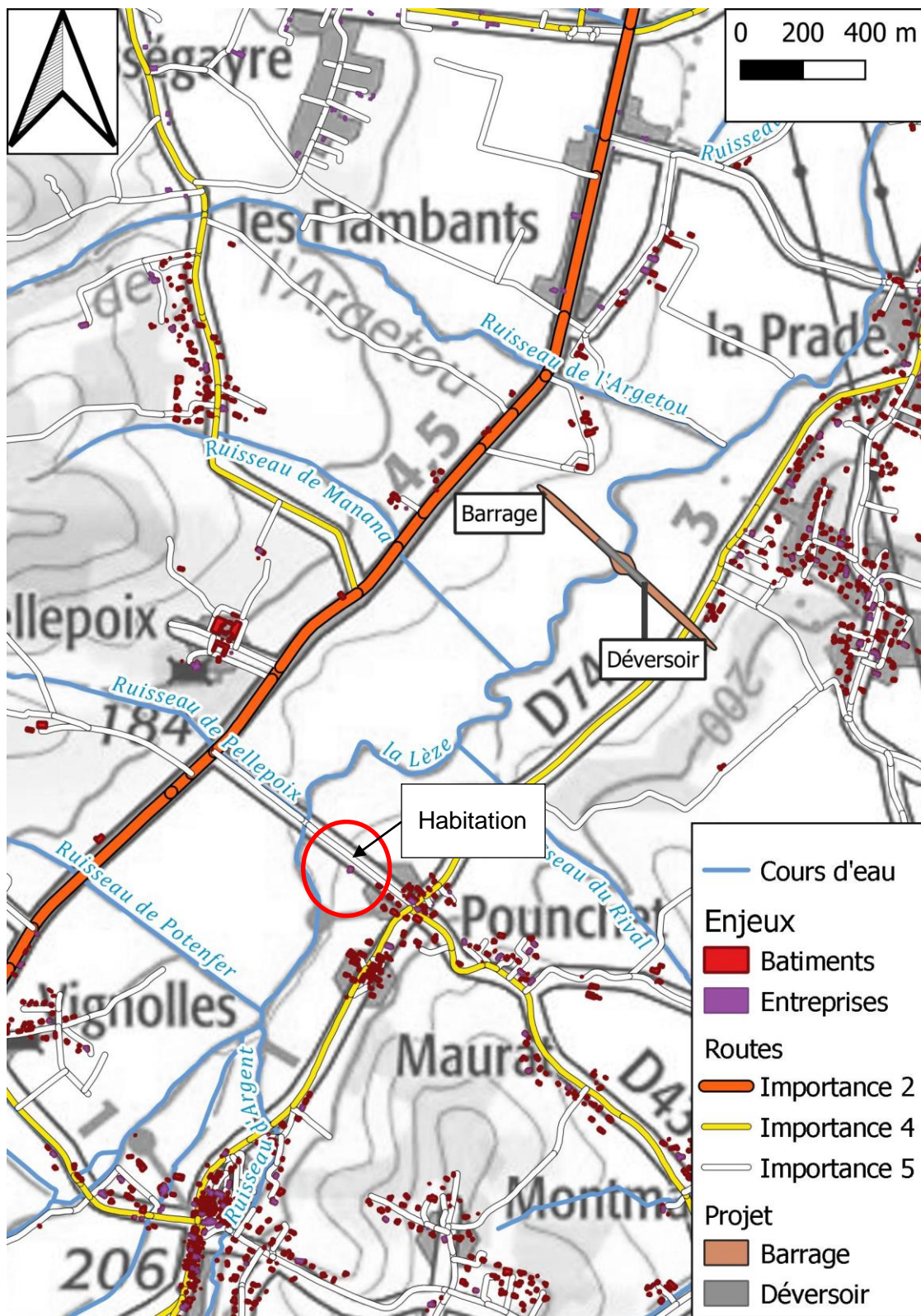


Figure 1: situation de la retenue et des enjeux

Le premier enjeu susceptible d'être impacté par le remous de l'ouvrage est une habitation située à 130 m de la Lèze au lieu-dit Pouchet ; à 181,30 m NGF.

Concernant l'inondabilité des enjeux en amont, il est considéré :

- qu'aucune habitation ne doit être impactée jusqu'à la crue de projet de période de retour 1000 ans ;
- que la RD74 (route de Lagardelle) ne doit pas être inondée pour la crue centennale ;
- que les autres voiries peuvent être inondées si cette inondation n'isole pas certaines habitations.

2.3 PRESENTATION DU BARRAGE ECRETEUR ET DE LA RETENUE ENVISAGES

Le projet de barrage écréteur de Beaumont-sur-Lèze aval est situé à l'aval de la commune de Beaumont-sur-Lèze en travers de la Lèze et en amont du bourg de Lagardelle-sur-Lèze.

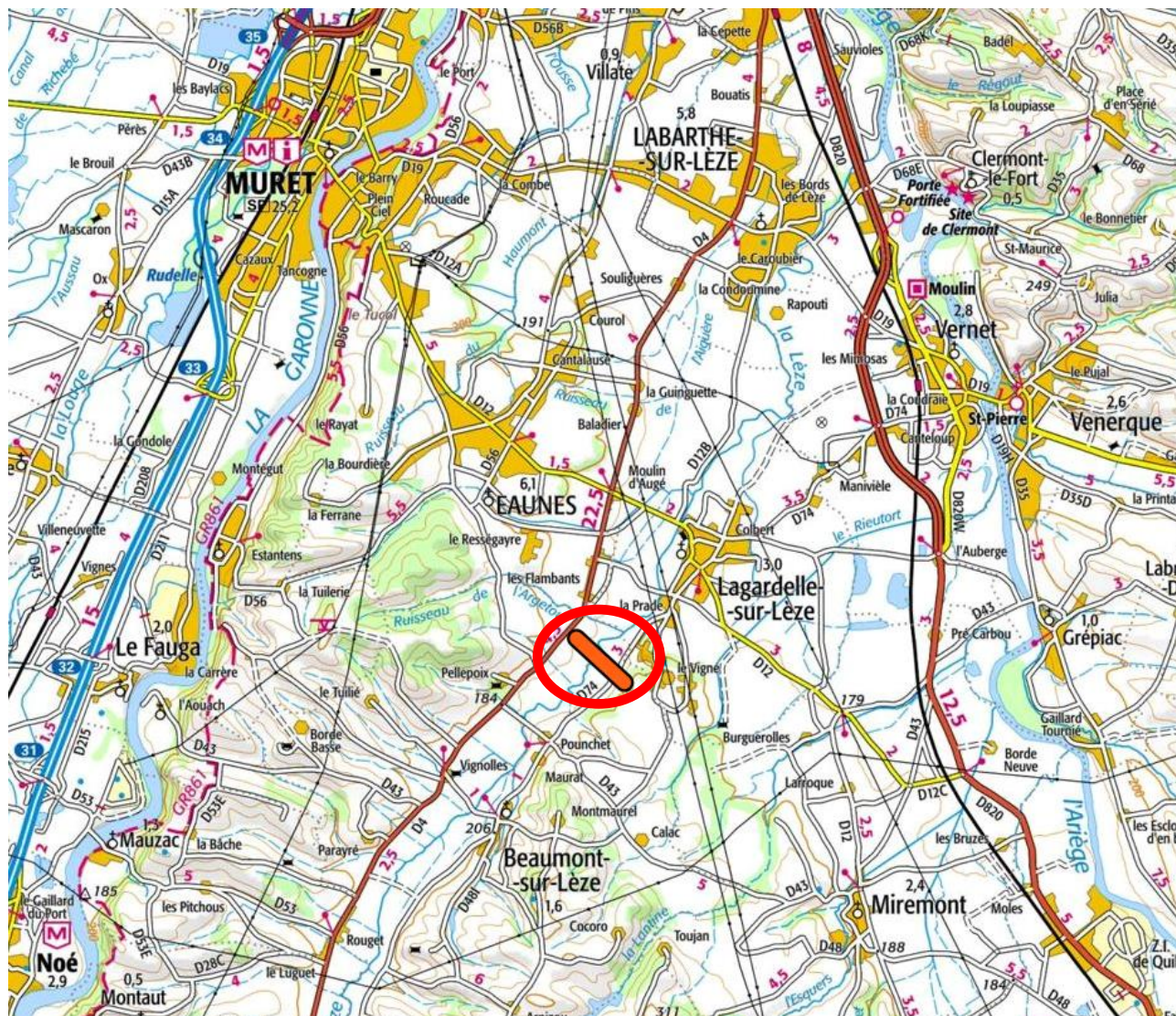


Figure 2 : Localisation de l'ouvrage

Cet ouvrage a dans un premier temps été proposé dans l'étude AGERIN de 2005 pour un coût total de **125 k€** et une capacité de stockage de **340 000 m³**.

Il a ensuite été réétudié dans l'étude CACG de 2011 et intégré au scénario A « ouvrages de protection » pour un montant de **3 214 k€** et une efficacité maximale pour Q50. L'estimation du volume nominal stocké (à 181 m NGF) était alors de **1,93 hm³**.

Le débit cinquantennal de l'étude CACG était de 151 m³/s sur le site contre 186 m³/s avec les données SHYREG actuelles.

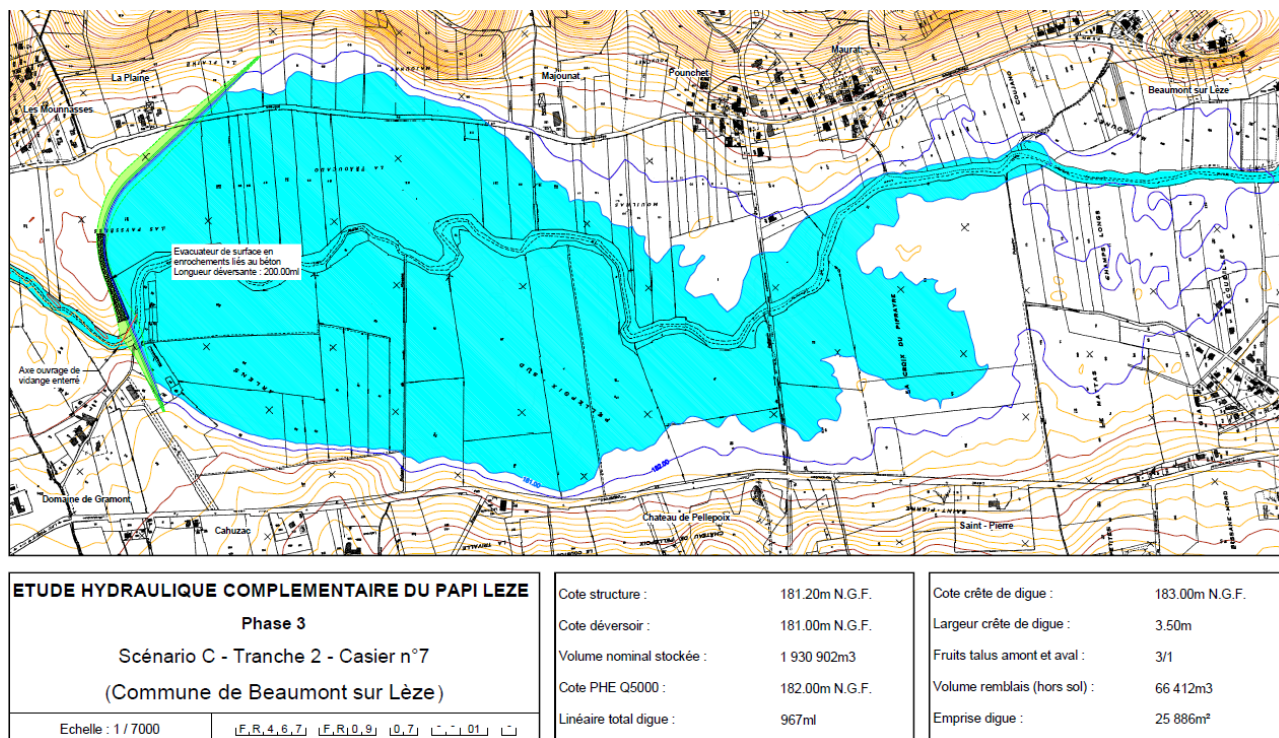


Figure 3 : plan d'implantation cas07 - CACG 2012

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 d'un modèle hydraulique 2D pour pré-dimensionner l'ouvrage permet une meilleure représentation des impacts hydrauliques.

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 minimiser l'impact sur l'habitation aval en rive gauche ;
- d'éviter tout écoulement longitudinal aval en pied de barrage ;
- de permettre d'intercepter une partie longiligne de la Lèze pour éviter de placer le pertuis de fond dans un méandre de la Lèze.

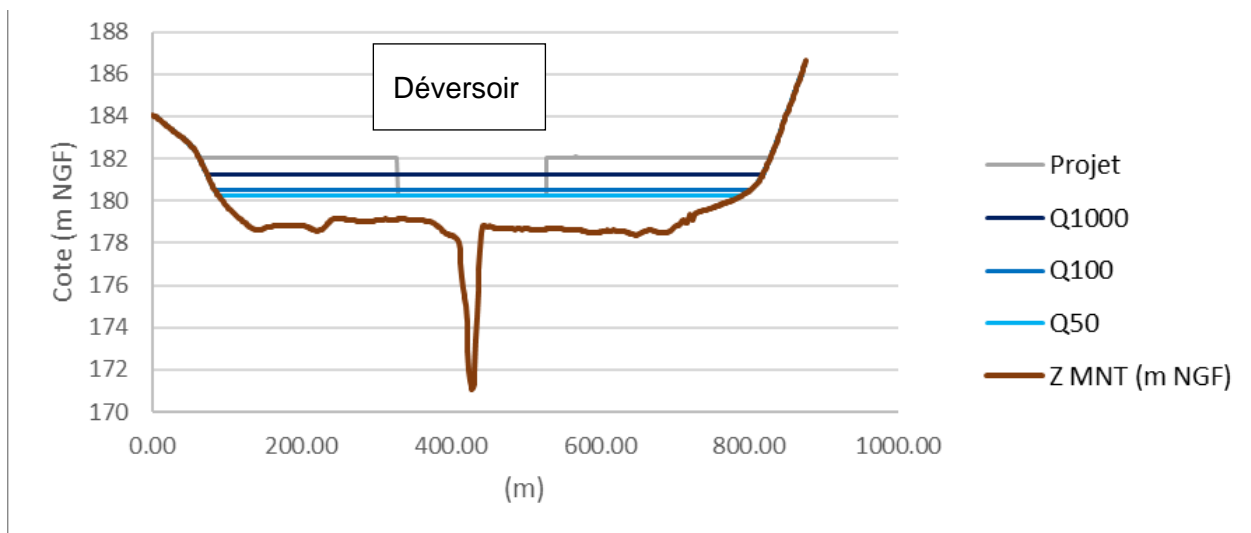
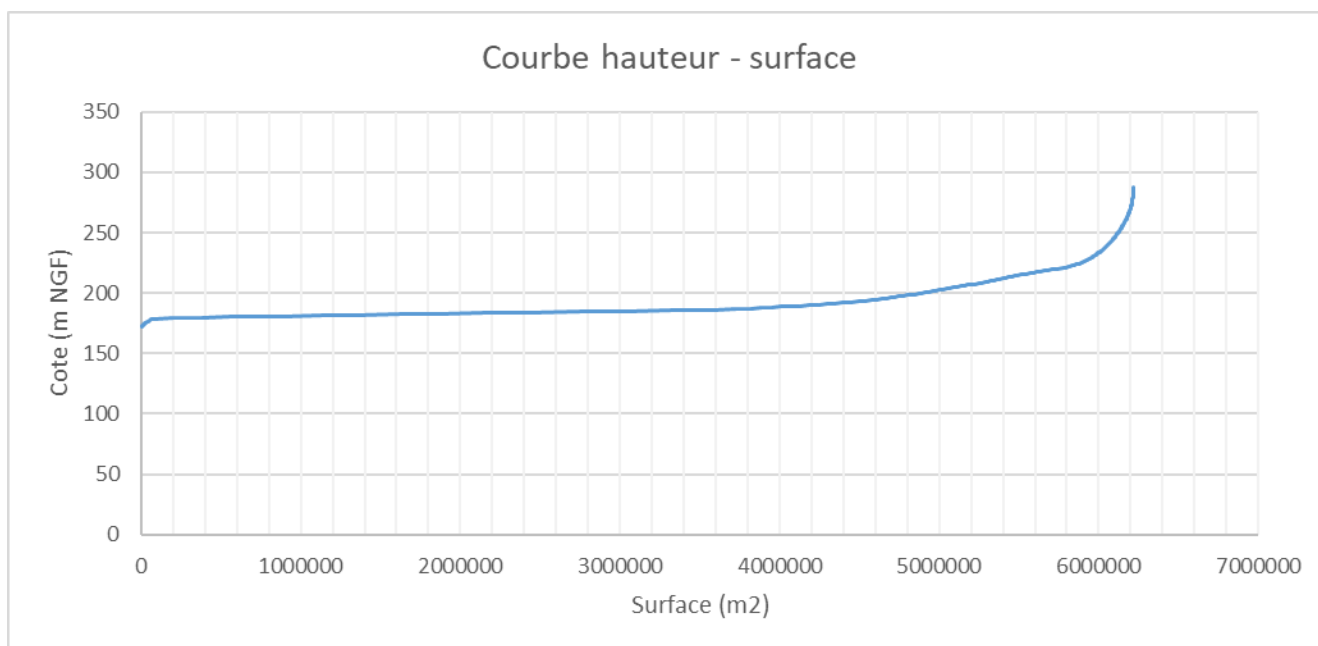


Figure 4: Profil en travers de la vallée le long de l'axe du barrage

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



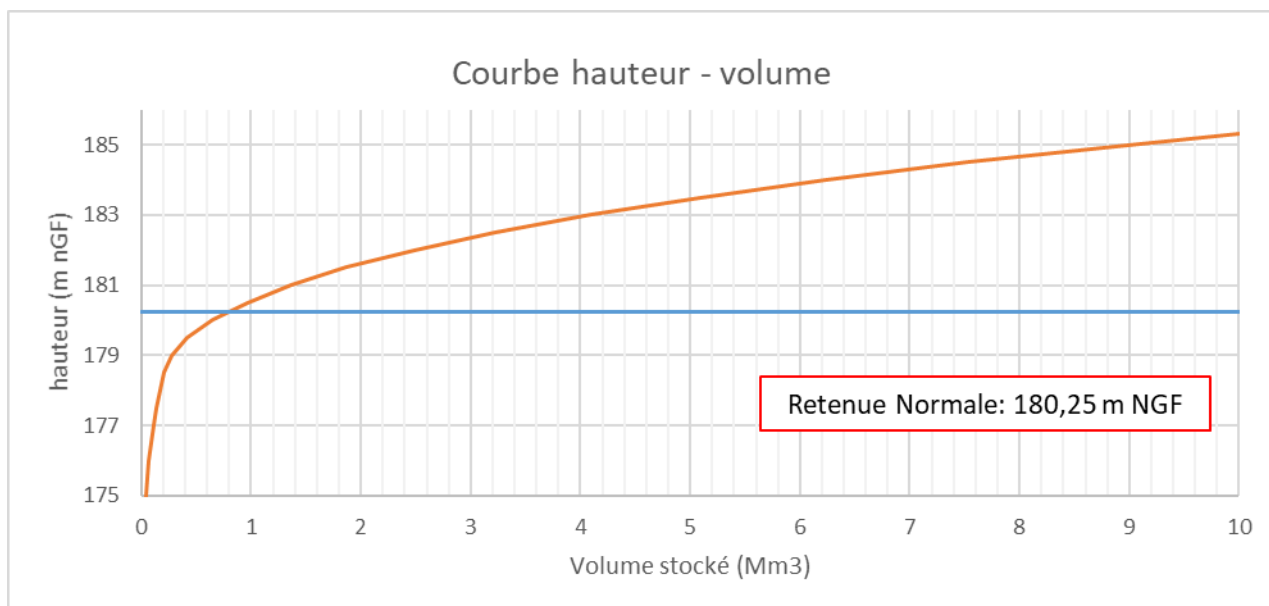


Figure 5: Courbes caractéristiques de la cuvette

La retenue normale correspond au niveau de l'évacuateur de crue.

2.4 CLASSEMENT DU BARRAGE ET CHOIX DES CRUES DE PROJET

2.4.1 CLASSEMENT DU BARRAGE / AMENAGEMENT HYDRAULIQUE

Le barrage écrêteur du casier de Beaumont-sur-Lèze aval 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 Beaumont-sur-Lèze aval est présenté dans le tableau suivant.

L'ouvrage est également un Aménagement Hydraulique (AH) au titre de l'article R562-18 du Code de l'Environnement.

La Retenue Normale (RN) est fixée par la cote du déversoir (180,25 m NGF). Sous cette cote, le volume d'eau de la retenue est estimé à environ 940 000 m³ et la surface du plan d'eau est de l'ordre de 77 ha. Les volumes et surfaces caractéristiques de la retenue sont figurés dans le tableau suivant.

Hauteur de barrage	Volume avant activation du déversoir	Volume sous la PHE	Classe du barrage
11 m	0,94 Mm ³	1,77 Mm ³	C

Tableau 1: 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 2 : Période de retour de la crue exceptionnelle en fonction de type de barrage et de sa classe

La crue de projet retenue est la crue de période de retour 1000 ans.

2.4.2.2 Situation extrême de crue

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

La crue extrême retenue est la crue de période de retour 10 000 ans.

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 embâcles¹.

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 Beaumont-sur-Lèze 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 étudié correspond au niveau des Plus Hautes Eaux (PHE) atteint pour une crue de période de retour 1000 ans atteint est de 181,3 m NGF.

¹ Recommandations du Comité Français des Barrages et Retenues

3 IMPACT HYDRAULIQUE DE L'ECRETEUR

3.1 VOLUME STOCKE

Le volume stocké avant activation du déversoir est de 0,94 Mm³.

Dans l'étude CACG, le volume nominal stocké (à 181 m NGF) était de 1,93hm³ soit 2 fois supérieur. Cette différence vient du fait que :

- en raison de la présence d'enjeux en amont, la cote du déversoir est fixée à 180,25 m NGF contre 181 m NGF dans l'étude CACG ;
- la réhausse des débits de crue (186 m³/s avec les données SHYREG et 151 m³/s dans l'étude CACG) contribue à réduire le potentiel de l'ouvrage ;
- la loi hauteur-volume obtenue à partir du LIDAR donne un volume de cuvette de 1,3 Mm³ à la cote 181 m NGF contre 1,9 Mm³ dans l'étude CACG

Le volume surstocké (qui n'était pas déjà stocké naturellement dans le lit majeur avant réalisation de l'ouvrage) est alors de 0,4 Mm³. Il représente 1,7 % de l'hydrogramme théorique SHYREG - Q50 dont le volume est d'environ 22 Mm³. Ce volume est représenté en rouge sur la figure ci-après.

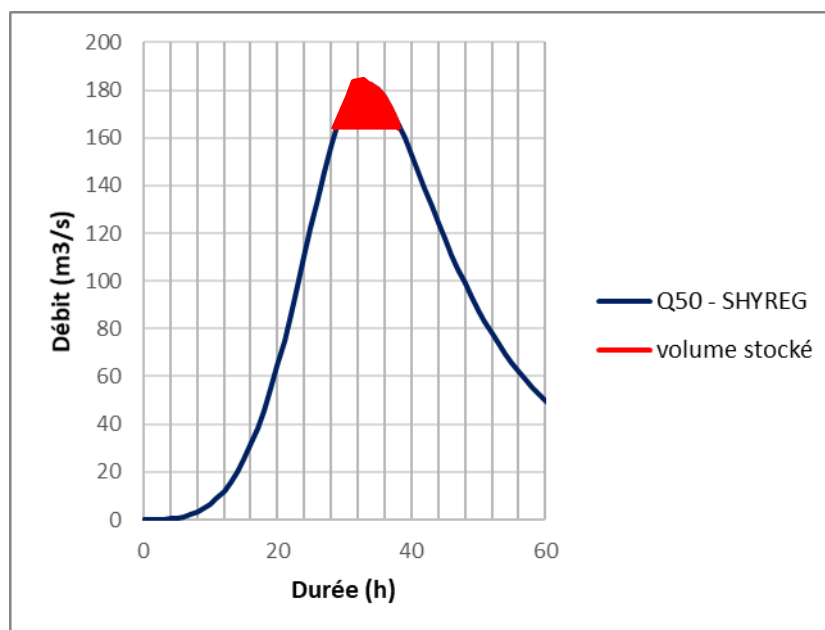


Figure 6 : comparaison hydrogramme de crue / volume stocké.

3.2 PERFORMANCE DE L'OUVRAGE

La figure ci-après indique l'impact de l'ouvrage sur l'hydrogramme de Q50.

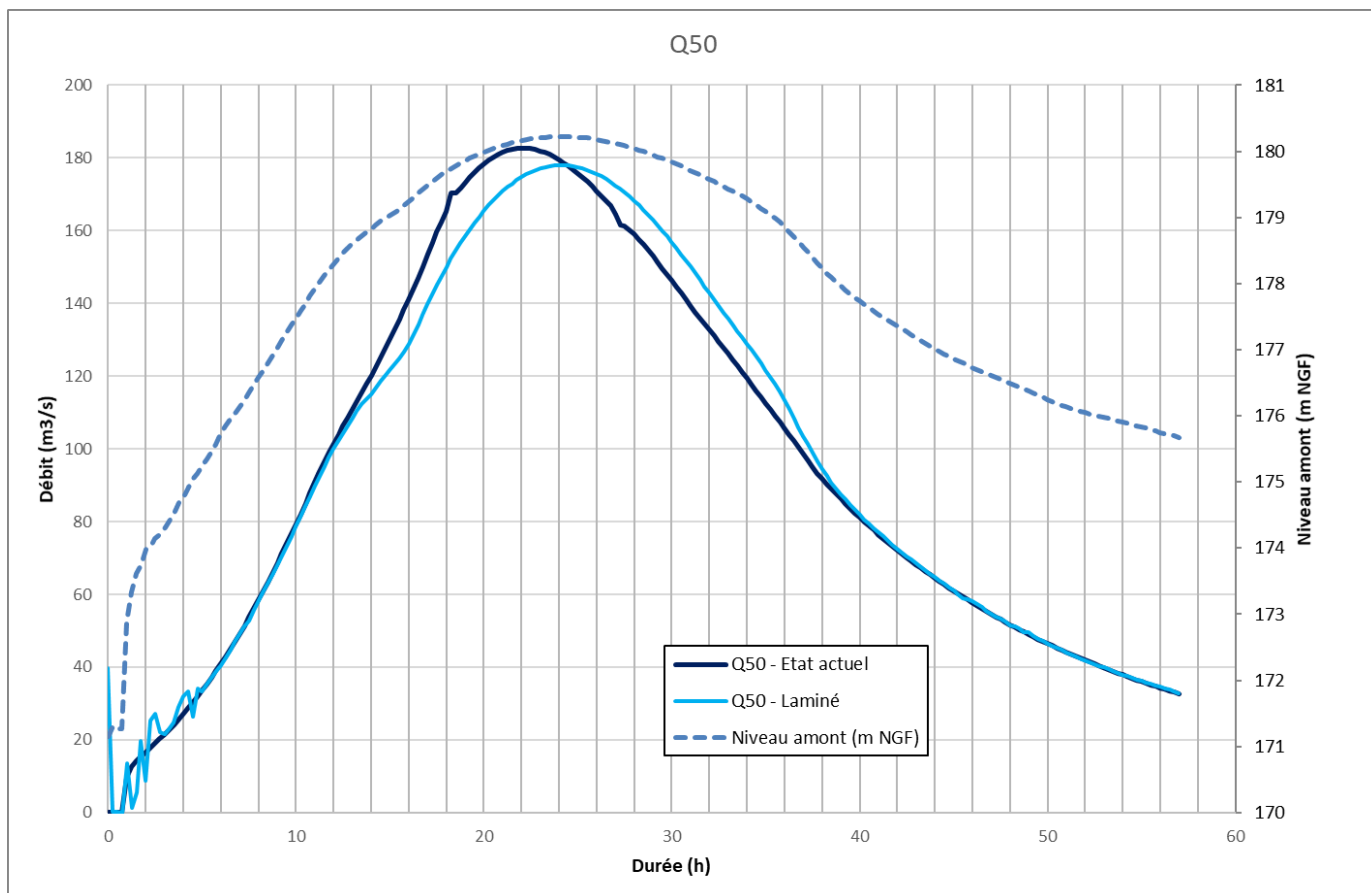


Figure 7 : impact de l'ouvrage sur Q50

L'ouvrage permet d'abaisser de 3 % le débit de pointe d'une crue de période de retour 50 ans. Son impact est marginal pour les crues plus fortes.

L'impact sur les niveaux est détaillé dans le paragraphe suivant.

Tableau 4 : performance de l'ouvrage

Crue de protection Q50	
Débit amont de l'ouvrage (Q50) (m³/s)	183
Débit aval de l'ouvrage (Q50) (m³/s)	178
% de réduction du débit de pointe	3 %
Période de retour du débit aval (Q50) (m³/s)	45 ans

Comparaison avec les résultats de l'étude CACG

L'impact du casier 07 est abordée dans la phase 1 de l'étude CACG pour la crue de juin 2000. Le débit maximal écrêté est de 11 m³/s, de 150 m³/s à 139 m³/s , soit un laminage de 7%, pour une cote maximale de 180,20 m NGF en amont de l'ouvrage.

Il est réétudié dans la phase 3 pour Q50 en intégrant l'influence des casiers amonts cas01, cas04, cas05 et cas06. Le débit maximal écrêté est de 3,3 m³/s, de 110,4 m³/s à 107,1 m³/s, soit un laminage de 3%, pour une cote max de 180,94 m NGF en amont de l'ouvrage.

L'ensemble des scénarios confirme le faible écrêtement de l'ouvrage. L'écart sur les résultats est dû :

- A la réhausse des débits de crues (paragraphe 3.1)
- A la modification de la cote de déversoir pour prendre en compte les enjeux bâtis en amont (paragraphe 3.1)
- A la prise en compte du LIDAR qui abouti à une diminution du volume stocké de 30 % (paragraphe 3.1)

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 lors du calage de la loi de tarage de la station de Lézat-sur-Lèze :

- 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 2;
 - 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 Pouchet pour Q50 et Q100.

En aval de l'ouvrage, l'impact de l'ouvrage est modéré pour Q50 : de l'ordre de 1 à 5 cm. Sur les habitations situées en aval, il est de l'ordre de 2 cm. Il est nul pour les crues plus fortes (Q100 et Q1000).

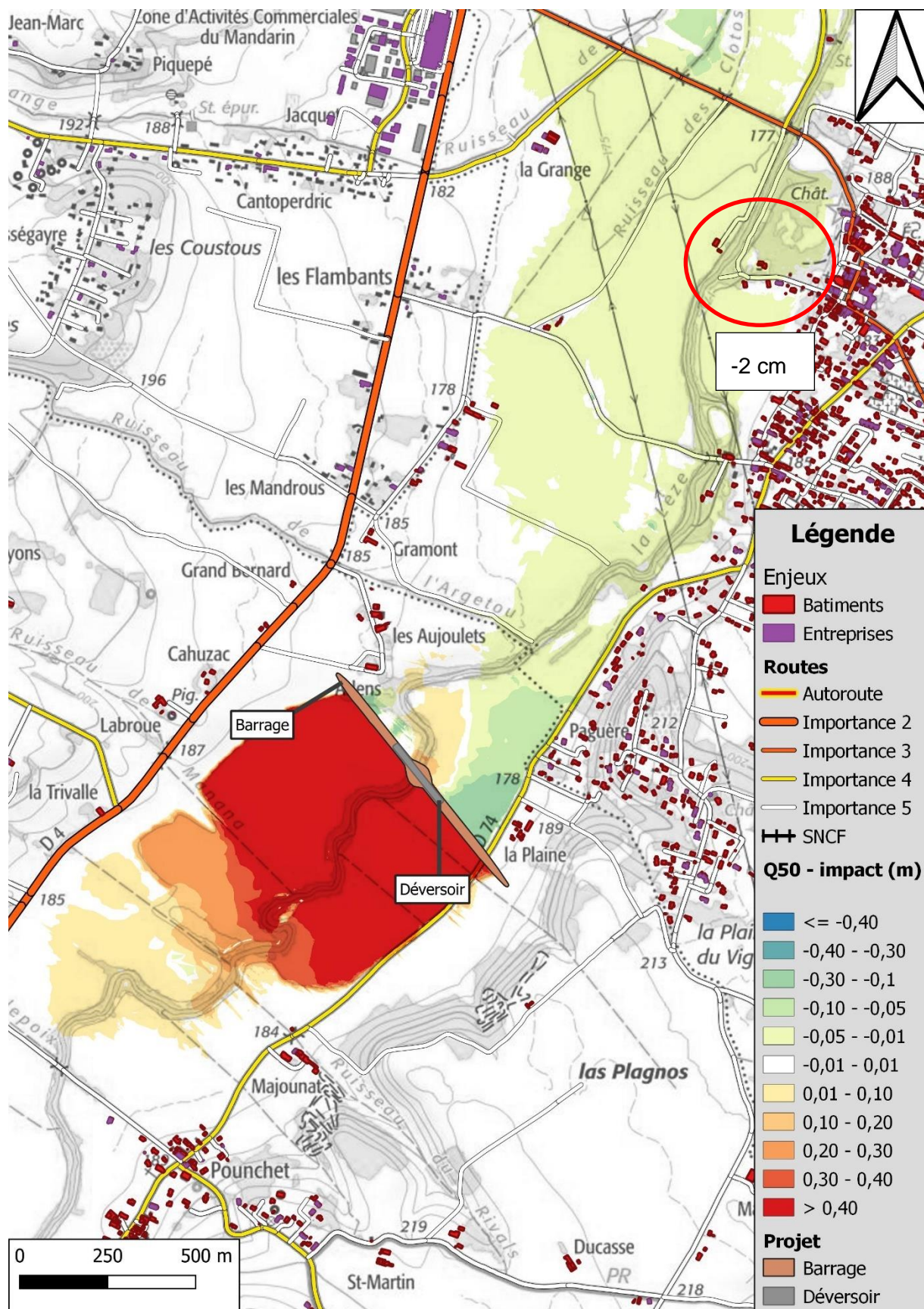


Figure 8: Impact de l'ouvrage – Q50

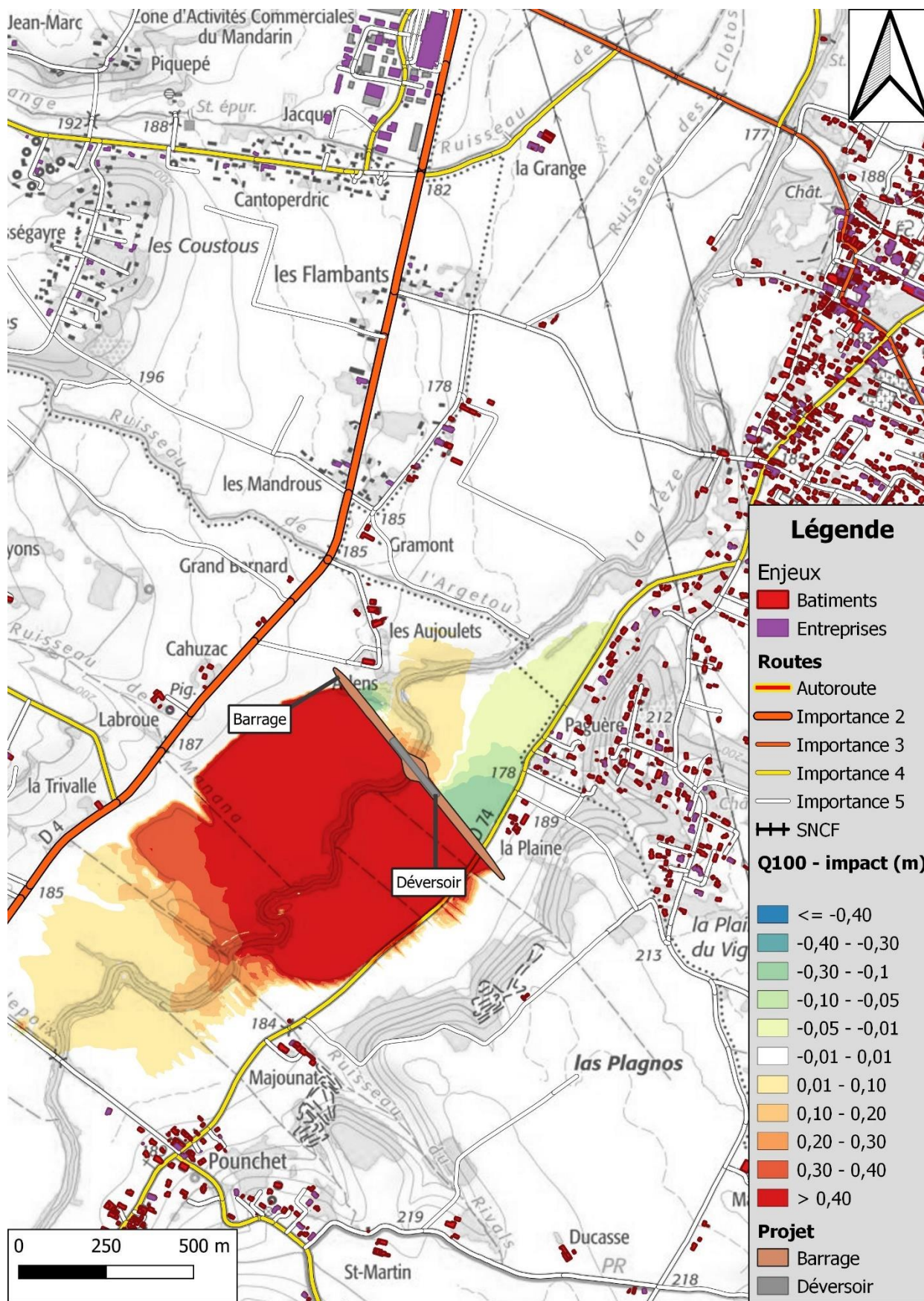


Figure 9: Impact de l'ouvrage – Q100

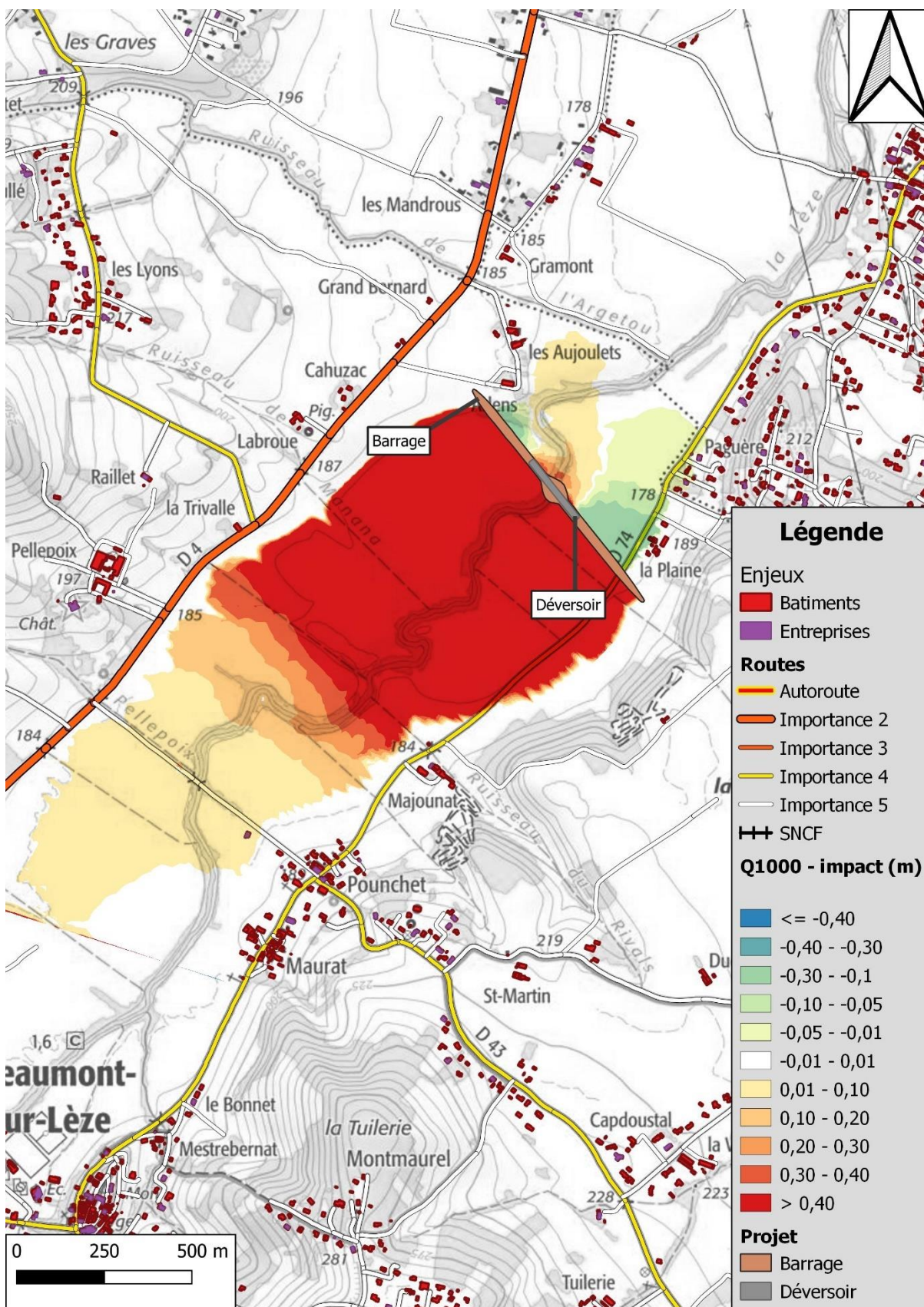


Figure 10: Impact de l'ouvrage – Q1000

3.3.1 SURINONDATION DES ENJEUX

3.3.1.1 Enjeux situés en amont

Pour le dimensionnement retenu, une surélévation de 2 cm est modélisée pour Q1000 au lieu-dit Pouchet. Cet impact pourra se résorber via une légère augmentation de la taille du pertuis. L'impact financier de cette reprise sera marginal et ne remet pas en cause la faisabilité du projet.

3.3.1.2 enjeux situés en aval

En aval rive droite, aucun enjeu n'est surinondé, quelque soit le scénario de crue.

3.3.2 RD74 – ROUTE LAGARDELLE

En rive droite, la rehausse de la RD74 empêche toute surinondation jusqu'à la crue centennale. Néanmoins, la route est déjà submergée pour la crue de période de retour 50 ans, le linéaire submergé est d'environ 500 m et la hauteur de submersion moyenne de l'ordre de 50 cm.

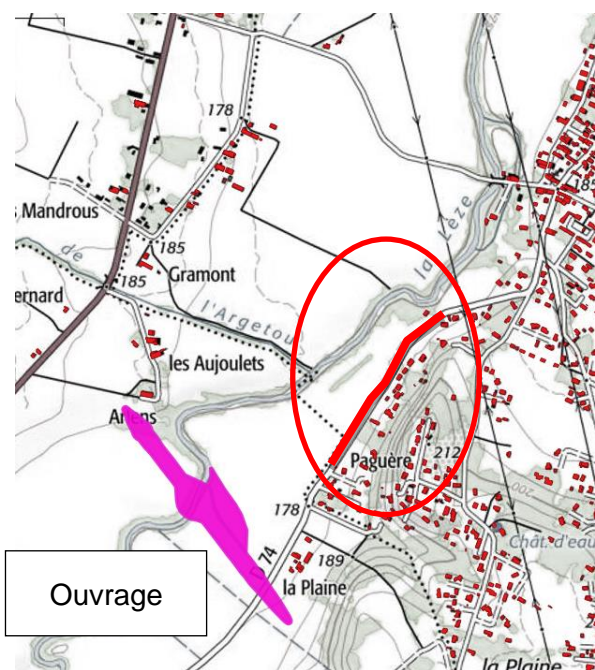
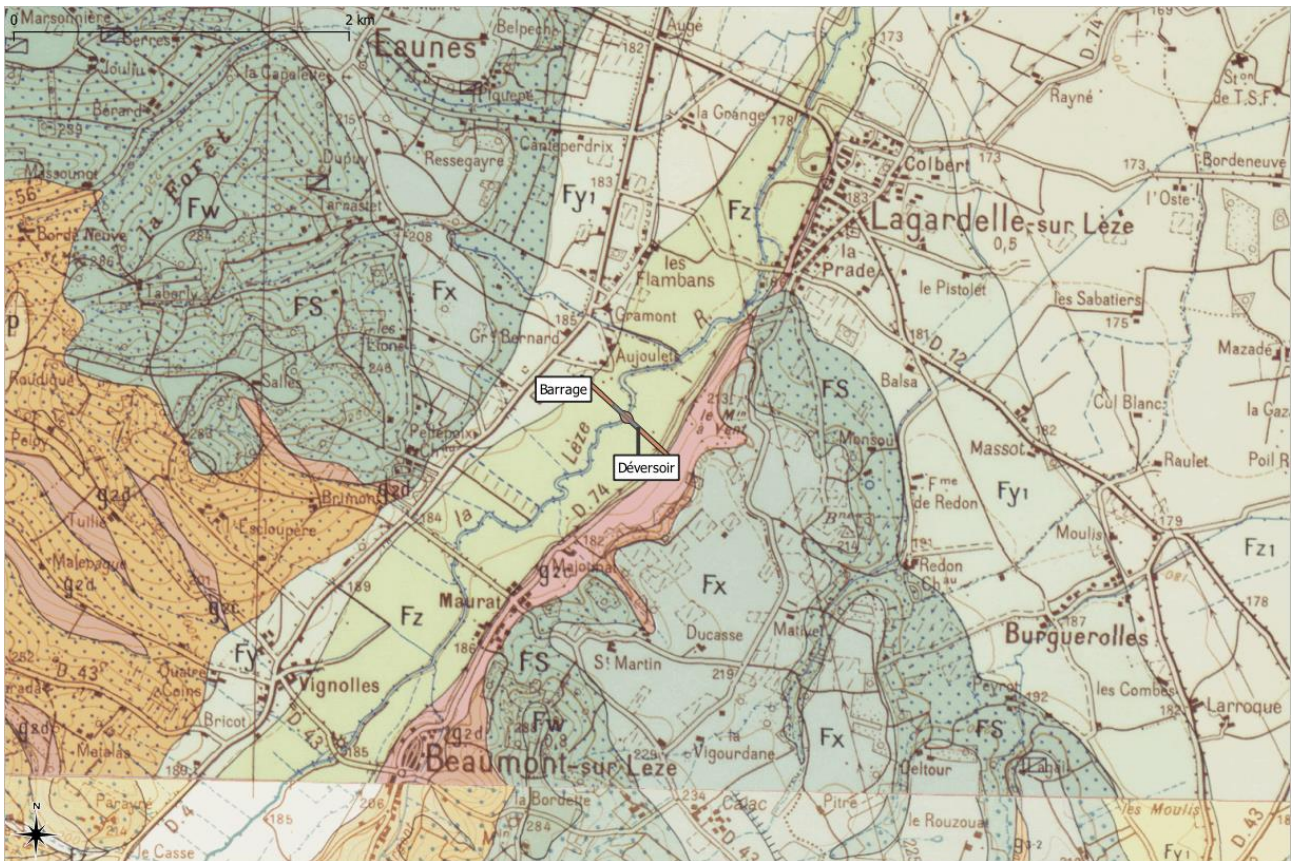


Figure 11 : linéaire submergé de RD74 pour Q50

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

Fy1 : Alluvions des basses terrasses

Fx : Alluvions des terrasses moyennes

FS : Eboulis et solifluxions des alluvions quaternaires

g2c : Stampien supérieur

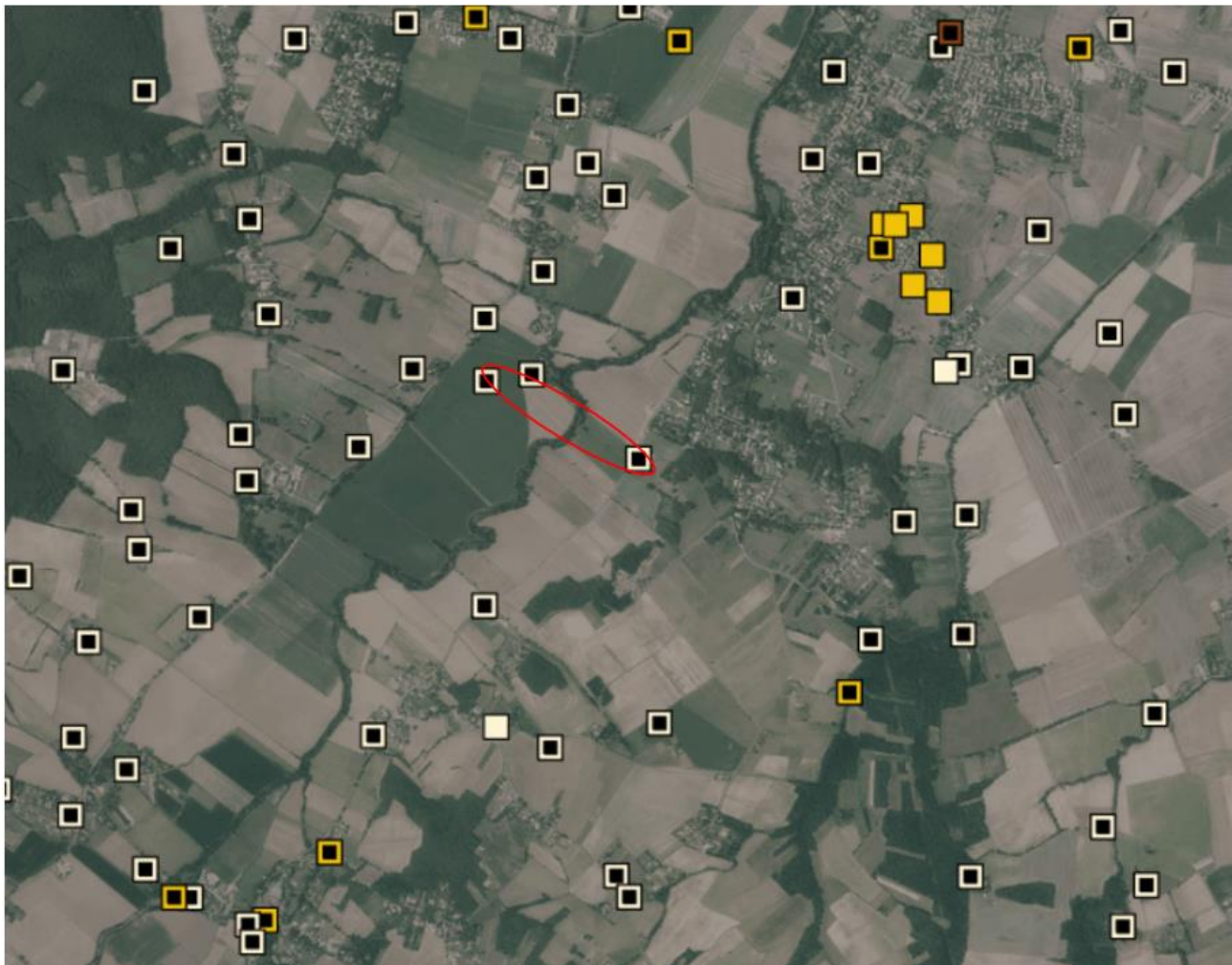
Figure 12: Carte géologique de la zone d'étude (zone d'implantation du barrage marquée) (Source : Infoterre)

L'emprise du barrage se trouve majoritairement sur les alluvions du lit majeur de la Lèze.

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, en amont dans le bourg de Beaumont-sur-Lèze ou à l'aval dans le bourg de Lagardelle-sur-Lèze.



BSS - Tous les ouvrages de la Banque du Sous-Sol (BRGM)

Propriétaire : BRGM

Information : Non renseigné







-  Ouvrages avec géologie vérifiée et documents
-  Ouvrages avec géologie vérifiée mais aucun document disponible
-  Ouvrages avec géologie initiale et documents
-  Ouvrages avec géologie initiale mais aucun document disponible
-  Ouvrages sans géologie mais documents disponibles
-  Ouvrages sans géologie ni document

Figure 13: Vue des sondages et forages disponibles sur Infoterre à proximité de la zone d'étude (zone d'implantation du barrage marquée en rouge)

Les sondages avec géologie présents à Lagardelle-sur-Lèze couplés à ceux du bourg de Beaumont-sur-Lèze permettent d'avoir une bonne idée de la lithologie attendue. Ils sont disponibles en ANNEXE 2.

Sondage BSS002HVWY :

Le sondage correspond à un sondage de 11,25 m de profondeur réalisé par le département au droit du pont sur la Lèze au centre de Beaumont-sur-Lèze, environ 3 km à l'amont du barrage.

Les sondages traversent l'ouvrage pont, sa fondation et les sols. Les sondages donnent principalement des indications sur la profondeur du substratum.

Le sondage n°R2 donne une profondeur de substratum à -6,5 m, soit une cote de 171,2 m NGF.

A cet endroit, la cote du lit mineur est à 176,6 m NGF soit un substratum à environ -5,5 m par rapport au fond du lit mineur.

De telles profondeurs peuvent être attendues au droit du profil du barrage.

Sondage BSS002HVYZ :

Le sondage, de faible profondeur (2,5 m), et situé au bourg de Lagardelle-sur-Lèze, donne une première couche superficielle argilo-graveleuse et une présence des marnes altérées à la profondeur de -2,4 m.

Ces éléments constituent des caractéristiques plutôt négatives pour un barrage :

- La couche superficielle des terrains, probable au droit du barrage, est argilo-graveleuse, la proportion de grave n'est pas connue mais constitue un facteur négatif dans l'étanchéité de la couche, ce qui peut nécessiter des particularités dans le traitement de la fondation comme d'un point de vue de la possible réutilisation des matériaux.
- Le substratum altéré est à priori assez haut (-2,4 au bourg de Lagardelle) ce qui présage d'un traitement nécessaire d'étanchéité et une faible épaisseur de la couche superficielle de faible perméabilité.

Sondage BSS002HVUD :

Le sondage BSS002HVUD, situé en rive gauche de la Lèze, à environ 2 km du barrage donne les caractéristiques suivantes :

- La couche argileuse superficielle, et pressentie pour constituer la couche de réutilisation es matériaux mesure environ 3 m d'épaisseur.
- Elle surplombe des horizons altérés et plus graveleux de 6 m d'épaisseur.
- Le substratum se trouve à -9 m.

Sondage BSS002HVYV

Le sondage BSS002HVYV correspond à un sondage carotté de 50 m de profondeur à l'aval du bourg de Lagardelle. Il donne les indications suivantes :

- La couche superficielle de quaternaire fait 4,8 m de profondeur, elle est faite d'argile avec des partie plus perméables (« Argile à galets »).
- Le substratum molassique est atteint à -4,8 m de profondeur.

Données géotechniques à Saint-Sulpice-sur-Lèze

Dans le cadre du projet de la digue de la Lèze-morte, situé en rive gauche de Saint-Sulpice (8 km du projet du casier de Beaumont aval), une campagne géotechnique de type G2PRO a été réalisée sur deux zones d'emprunts éventuelles :

- Sur le site de La Lèze-Morte (2017) comprenant
 - 8 sondages à la pelle ;

- 1 sondage à la tarière ;
- 3 sondages de pénétration dynamique ;
- 4 essais de perméabilité ;
- Des analyses GTR sur un échantillon.
- Sur le site de Saint-Jean (2007) comprenant :
 - 3 sondages à la pelle ;
 - 8 sondages à la tarière ;
 - 3 essais de perméabilité ;
 - 2 essais Proctor normal ;
 - Des analyses GTR sur un échantillon.

Une lithologie plutôt homogène résulte de l'analyse des sondages réalisés :

Pour le site de La Lèze morte :

- De 0 à 0,20-0,40 m de profondeur : terre végétale, formations superficielles hétérogènes ;
- De 0,20-0,40 à 5,80-7,00 m : horizon argilo-limono sableux avec quelques inclusions graveleuses ou plus sableuses (classe GTR A2 proche A3) ;
- 5,80-7,00 m à 8,80 – 9,40 m : Substratum altéré ;
- A partir de 8,80 – 9,40 m : Substratum sain.

La couche d'argiles limono-sableuse semble convenir pour une réutilisation en remblai de digue (perméabilité suffisamment faible), avec toutefois certaines zones trop sableuses à exclure au droit de la zone d'emprunt.

Pour le site de Saint-Jean :

- De 0 à 0,30 - 0,60 m de profondeur : terre végétale, formations superficielles hétérogènes ;
- De 0,30 - 0,60 à 1,80-6,50 m : des argiles plus ou moins sableuses (classe GTR A2) (la composante sableuse est très variable en fonction de la zone considérée) ;
- 1,80 - 6,50 m à 4,0 - 7,50 m : Substratum altéré ;
- A partir de 4,0 - 7,50 m : Substratum sain.

Les sols identifiés sur le secteur de Saint-Jean peuvent être caractérisés comme des sols argileux très irrégulièrement enrichis par une composante sableuse. En effet, il a été ponctuellement observé la présence de bancs sableux ou très graveleux dont la répartition aléatoire (probablement liée au déplacement du lit du St Jean) ne permet pas d'établir un zonage précis et représentatif des sols en place. Toutefois, la classe GTR des argiles présentes sur le site peut être estimée à A2 avec des passages en limite A1 ou A3.

La couche d'argiles limono-sableuse semble convenir pour une réutilisation en remblai de digue (perméabilité suffisamment faible), avec toutefois certaines zones trop sableuses à exclure au droit de la zone d'emprunt.

Conclusions relatives au casier de Beaumont-sur-Lèze aval

Les sondages disponibles révèlent des éléments plutôt similaires avec ceux du casier de Beaumont amont (cas06) :

- La couche superficielle et pressentie pour l'utilisation des matériaux de corps du barrage est argileuse et mesure environ 3 m d'épaisseur. Toutefois, la présence, dans des proportions inconnues, des graves nécessite des reconnaissances plus poussées, si les matériaux à proximité immédiate de l'ouvrage sont souhaités pour la construction du barrage ;
- La couche argilo-graveleuse surplombe une couche de forte perméabilité (alluvions, marnes altérées...). Cette couche est d'épaisseur variable autour de 3 m ;

- Le substratum dont la position est incertaine (plus incertaine dans le cas du barrage de Beaumont aval) étant donné la variabilité des profondeurs selon les sondages. Il est probable que la profondeur du substratum se trouve autour des 6 m de profondeur au droit de la zone d'implantation du barrage.

Les sondages de Saint-Sulpice-sur-Lèze (situé à 8 km à l'amont du barrage), laisse présager une possible réutilisation des matériaux de surface, toutefois, la proportion inconnue des horizons graveleux dans les argiles nécessitent des reconnaissances spécifiques et détaillées.

A partir de ces données géotechniques, l'extrapolation au cas de Beaumont aval soulève les problématiques principales suivantes :

- **Les apports en matériaux** : En l'absence de reconnaissance de la partie argileuse juste au droit du site **et** en l'absence d'acceptabilité du projet par les exploitants agricoles des parcelles attenantes au barrage, une option liée à l'apport extérieur de matériaux semble indispensable. Un surcoût sera présenté dans les estimations liées à cette incertitude ;
- **Le traitement de la fondation** : L'absence de sondage et de connaissances précises sur l'épaisseur de la couche argileuse et de la couche alluvionnaire, a priori perméable, le traitement de la fondation pose question, le chiffrage de base correspondra à une clé d'étanchéité de 1,5 m de profondeur, mais une option de rideau étanche de 6 m de profondeur (cote présumée du substratum) sera également chiffrée.

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 chapitre 6 pour 50 k€ H.T..

5 DIMENSIONNEMENT DE L'AMENAGEMENT

5.1 DESCRIPTION GENERALE DE L'AMENAGEMENT

5.1.1 PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES

Caractéristiques principales de l'ouvrage	
Type	Barrage en remblai
Fonction	Ecrêteur de crue
Classe	C ($H^2V^{0,5}=126$)
Cote de crête	182,06 m NGF
Cote du déversoir	180,25 m NGF
Terrain naturel en lit majeur	Entre 171,06 et 182,06 m NGF
Hauteur du barrage	9,2 m/TN au maximum (lit mineur) 2,7 m/TN en moyenne
Longueur en crête	785 m
Largeur en crête	4,5 m

Largeur maximale au niveau du TN	59,5 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	200 m
Hydrologie et retenue	
Volume de la retenue sous le déversoir	0,94 Mm ³
Crue de protection (Q50)	Q état actuel = 183 m ³ /s Q laminé = 178 m ³ /s Cote maximale en amont du barrage = 180,25 m NGF
Crue centennale (Q100)	Q état actuel = 227 m ³ /s Ecrêtement négligeable ZQ100 = 180,55 m NGF
Crue exceptionnelle (Q1 000)	Q état actuel = 462 m ³ /s Ecrêtement négligeable Zprojet = 181,25 m NGF
Crue extrême (Q1 000 + réduction de la capacité du dalot)	Q état actuel = 462 m ³ /s Ecrêtement négligeable Zdanger = 181,44 m NGF
Crue extrême (Q10 000)	Q état actuel = 697 m ³ /s Ecrêtement négligeable Zdanger = 181,82 m NGF
Ouvrages hydrauliques	
Evacuateur de crues	Déversoir : <ul style="list-style-type: none"> • Cote du déversoir : 180,25 m NGF ; • Largeur du déversoir : 200 m en crête centré sur le lit mineur de la Lèze ; • Lamé d'eau sur le déversoir pour Q1000 : 1,0 m. Fosse de dissipation : <ul style="list-style-type: none"> • Longueur du radier : 198 m ;

	<ul style="list-style-type: none"> • Largeur : 10 m hors talus ; • Profondeur : 1,5 m en moyenne / au terrain naturel (cote de fond à 177,4 m NGF) ; • Pentes des talus : 1,5/1 H/V (m/m) ; • Cote allant de 177,4 m NGF à 177,3 m NGF devant la rampe d'amenée à la Lèze.
Ouvrage de fuite	<ul style="list-style-type: none"> • Dalot de section totale : 14 m x 4 m (2 fois 7m x 4 m) • Le dalot sera enterré de 0,20 m pour permettre la reconstitution du lit dans l'ouvrage ; • Longueur : 48 m ; • Pente dans l'ouvrage : 0,3% (de 171,1 m NGF à 171,05 m NGF environ).

Tableau 5 : Caractéristiques générale 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.

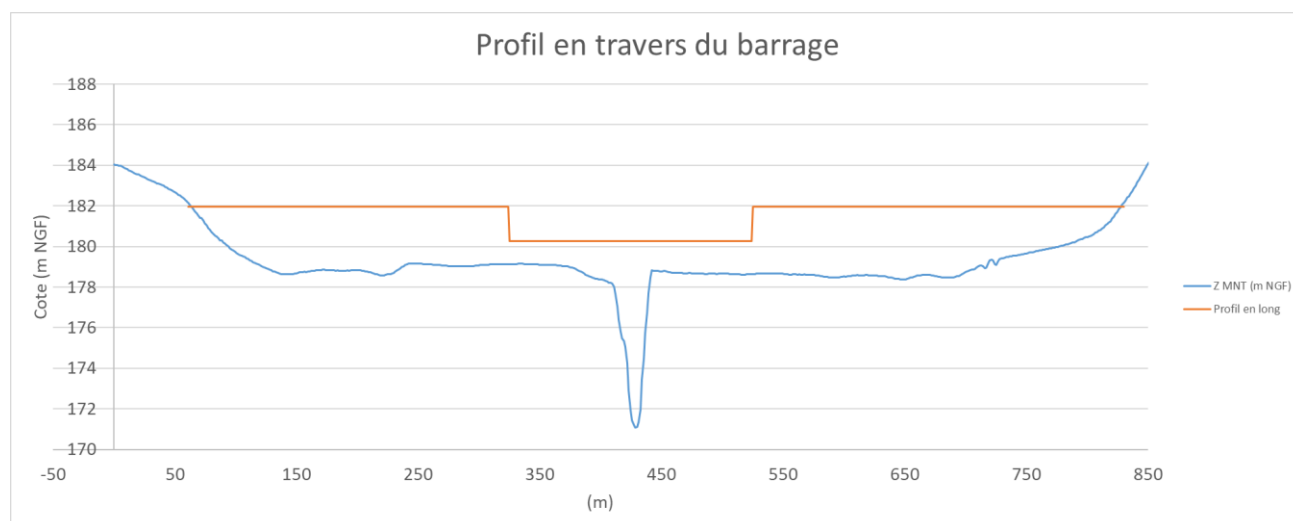


Figure 14: Vue du profil en travers de la vallée et de l'emplacement théorique de la crête et du déversoir

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 181,3 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 maximal 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 181,3 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. Des itérations entre les 2 premières étapes sont nécessaires pour aboutir à un optimum. Les tests sur le casier04 ont montré que l'optimisation de la largeur du déversoir avait peu d'impact sur les performances de l'ouvrage. Une largeur de 200 m a été conservée et la taille du pertuis ajustée pour atteindre 181,3 m NGF pour Q1000.
- Dimensionnement du niveau de crête du barrage à partir du niveau de Q1000 et d'une revanche définie en ANNEXE 3 ;
- 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 crues. L'approche principale dans le cas du casier de Beaumont aval est d'assurer le meilleur laminage possible.

Note importante : des modèles hydrauliques 2D ont été réalisés sur chaque casier dont la localisation est rappelée ci-après. Les débits et périodes de retour associées correspondent aux données SHYREG disponibles en juin 2021.

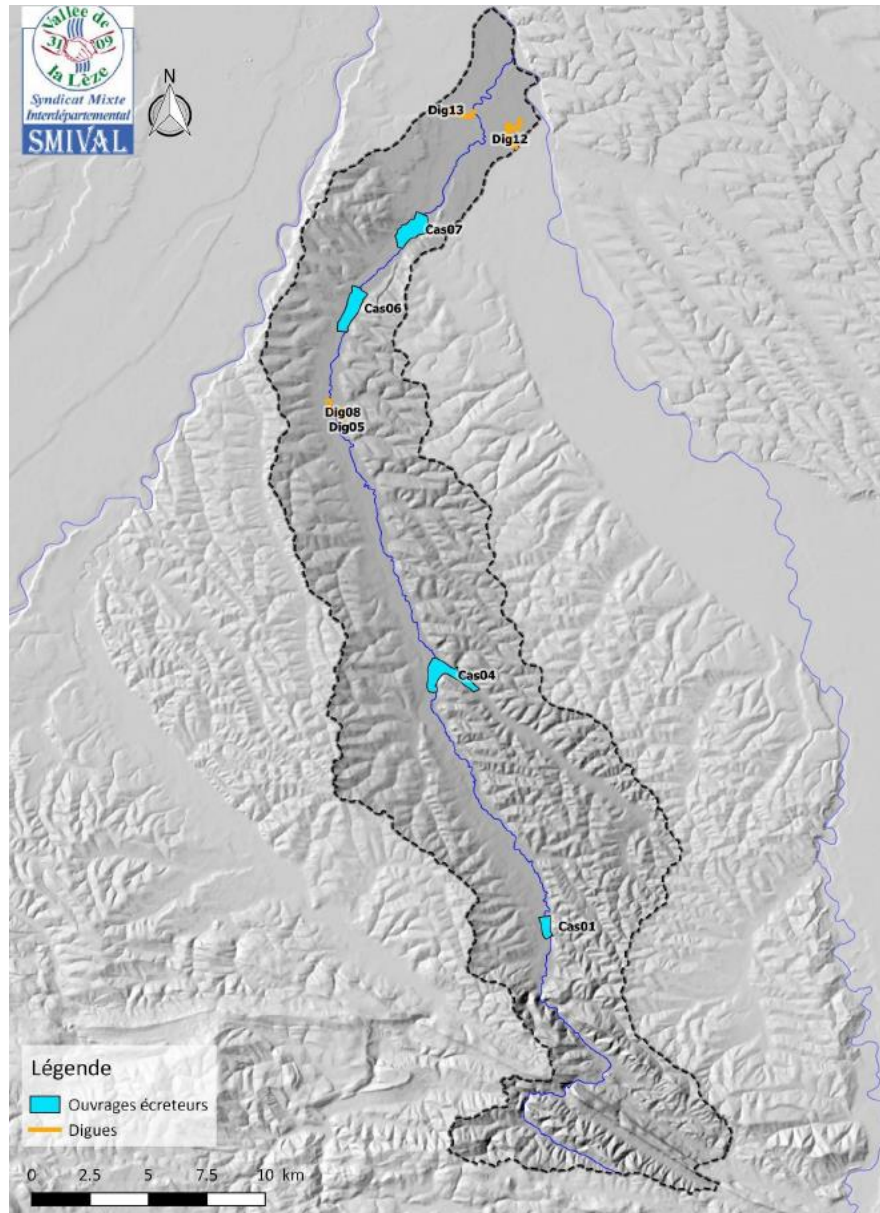


Figure 15 : localisation des casiers étudiés

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 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 181,3 m NGF.

La taille du déversoir est minimisée à 200 ml de long qui permet de faire passer une crue de Q50 à Q1000 sur 1,0 m.

	Impact de l'ouvrage
Taille du déversoir en crête (ml)	200
Section passante du pertuis (m ²)	52
Débit amont de l'ouvrage (Q50) (m ³ /s)	183
Débit aval de l'ouvrage (Q50) (m ³ /s)	178
% de réduction du débit de pointe	3 %
Période de retour du débit aval (Q50) (m ³ /s)	45 ans
Cote de seuil de l'évacuateur (m NGF)	180,25 m
Q1000 (m ³ /s)	461
Débit évacuateur de crue – Q1000 (m ³ /s)	263
Débit pertuis – Q1000 (m ³ /s)	198

Tableau 6: Casier de Saint-Ybars - dimensionnement hydraulique dans le cas du déversoir de 200 ml à la cote 180,25 m NGF

Lors des premiers déversements (débits supérieurs à Q50), la fosse de dissipation est d'ores et déjà en charge.

5.3 CONTRAINTES GENEREES PAR LE PROJET

Dans le cadre de la faisabilité du casier de Beaumont-sur-Lèze aval, une Déclaration de projet de Travaux (DT) a été effectuée de manière à déceler l'ensemble des réseaux traversants au projet de barrage écrêteur. Les éléments de réponse relatifs à cette demande sont disponibles en ANNEXE 4.

5.3.1 RESULTATS DE LA DT (DECLARATION DE PROJET DE TRAVAUX)

Le tracé du barrage n'interfère avec aucun réseau d'eau, de gaz, d'électricité ou de télécom connu par les services de l'état.

Les réseaux propres aux exploitations agricoles n'y étant pas référencés, des dispositions seront nécessaires pour dévier ou adapter ponctuellement ces réseaux (drainage).

A priori, aucun raccordement de pivot n'est recensé dans la zone impactée par le projet (les visites n'ayant pas mis en évidence de tels raccordements).

5.3.2 FOSSE DE RESSUYAGE DES CHAMPS SUR CHAQUE RIVE

De part et d'autre de la Lèze, les champs présentent des altimétries plutôt planes comprises entre :

- 179,2 m NGF en rive gauche ;
- 178,7 m NGF en rive droite.

Sur chacun des champs attenants, des zones de plus faibles altimétries sont notables. Elles sont actuellement ressuyées par une pente régulière vers l'aval et des fossés. La création du barrage entraînant une barrière physique à l'écoulement des eaux pluviales depuis ces zones, des fossés sont à adapter et créer en amont comme en aval du barrage, pour assurer l'évacuation des eaux pluviales ou du casier vers le lit mineur de la Lèze.

La position des fossés à créer est visible sur les plans de l'ANNEXE 1.

5.3.3 ROUTES DEPARTEMENTALES

La route départementale 4 (rive gauche) n'est pas sur-inondée par la présence du barrage, elle se trouve en surplomb du casier.

Toutefois, la route D74 (rive droite) qui mène à Lagardelle-sur-Lèze est impactée par le casier :

- Elle subit une sur-inondation sur environ 530 m pour Q100 ;
- Elle est franchie par le barrage en travers.

Une rehausse de la route est donc prévue au stade de la faisabilité de manière :

- A éviter toute sur inondation pour une crue centennale,
- A franchir le barrage (2,65 m de hauteur par rapport à la route actuelle).

Les interférences et la rehausse prévue sont illustrées dans la figure suivante :

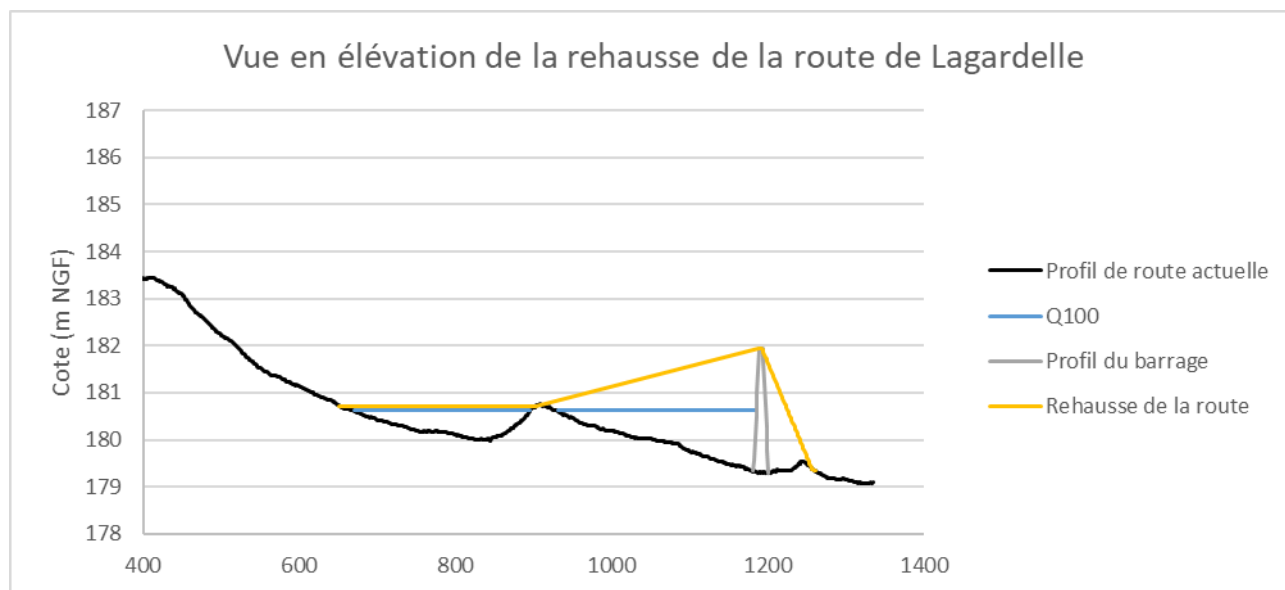


Figure 16: Impact du projet sur le tracé de la route D74

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 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 au droit des champs de part et d'autre de la route (700 ml de part et d'autre) ;
- Des rampes ponctuelles pour l'accès aux habitations en rive droite à l'aval du barrage.

L'estimation de la rehausse de la RD74 est chiffrée à 750 €/ml.

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 aux embâcles important au droit du pertuis de fond (et non de l'évacuateur qui présente une largeur suffisante pour y considérer un tel risque négligeable).

De plus, la présence du pont à l'amont, suivi par le pertuis du barrage représente un risque supplémentaire lié aux embâcles.

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

Un coût 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.

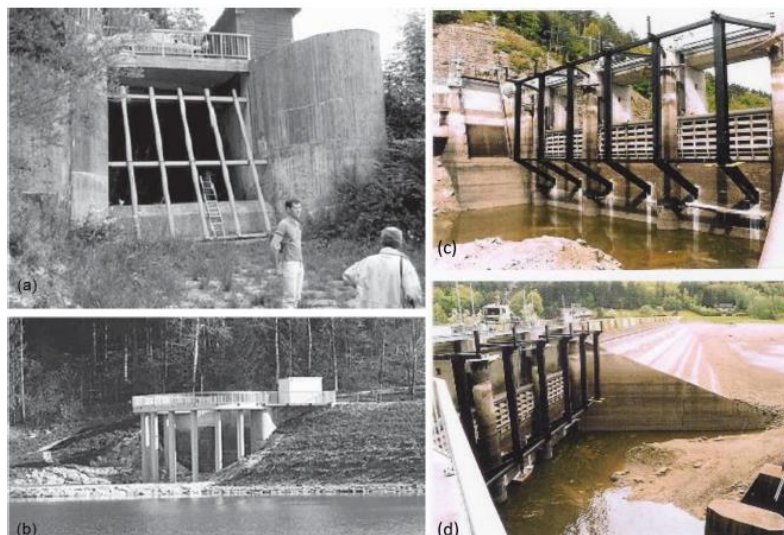


Figure 17: Exemples de cages pare-embâcles au droit d'évacuateurs

(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)



Figure 18: Exemple de râtelier en V (source : LANGE et BEZZOLA, 2006)

5.3.5 FONCIER

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

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

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

N° de parcelle	Emprise impactée par le barrage (m ²)
31052000AE0032	8370,0
31052000WA0188	4690,0
31052000WA0186	2660,0
31052000AE0020	2090,0
31052000WA0189	1570,0
31052000WA0035	1400,0
31052000WA0027	1120,0
31052000WA0031	990,0
31052000WA0035	990,0
31052000WA0031	890,0
31052000WA0025	590,0
31052000AE0020	460,0
31052000WA0026	450,0
31052000WA0031	380,0
31052000WA0037	330,0
31052000WA0023	320,0
31052000WA0030	290,0
31052000WA0096	290,0
31052000WA0028	280,0
31052000WA0029	270,0
31052000WA0038	270,0
31052000WA0024	260,0
31052000WA0092	250,0
31052000WA0090	220,0
31052000WA0127	220,0

31052000WA0036	210,0
31052000WA0131	170,0
31052000WA0130	160,0
31052000WA0039	120,0
31052000WA0091	120,0
31052000WA0022	110,0
31052000WA0089	80,0
31052000AE0031	70,0
31052000AE0028	50,0

Tableau 7: Impact foncier des travaux liés au barrage et aux routes

6 CHIFFRAGE DES TRAVAUX

Le tableau suivant donne le récapitulatif du chiffrage du barrage écrêteur de crue de Beaumont-sur-Lèze aval.

Désignation	Unité	Quantité	Prix Unitaire (€ HT)	Montant (€ HT)
Prix généraux				
Installation de chantier	FFT	1	336 200,00 €	336 200,00 €
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	21 691	1,50 €	32 600,00 €
Travaux d'abattage	fft	50	2 000,00 €	100 000,00 €
Déblais meubles dans l'emprise de l'ouvrage	m3	15 893	5,00 €	79 500,00 €
Mise en dépôt définitif des matériaux impropres aux remblais	m3	9 536	10,00 €	95 400,00 €
Fourniture de remblai compacté étanche (à proximité de l'ouvrage)	m3	36 736	5,00 €	183 700,00 €
Mise en œuvre remblai compacté étanche	m3	43 093	5,00 €	215 500,00 €
Fourniture et mise en œuvre d'un grillage anti fouisseur	m2	15 619	6,00 €	93 800,00 €
Fourniture et mise en œuvre de terre végétale et ensemencement	m3	4 686	4,00 €	18 800,00 €
Bretelles drainantes 20/40 50*50 tous les 20 m	m3	1 246	50,00 €	62 300,00 €
Dérivation provisoire	FFT	1	250 000,00 €	250 000,00 €
Déversoir				
Terrassement pour la fosse de dissipation	m3	3 300	5,00 €	16 500,00 €
Mise en œuvre d'une poutre béton pour le déversoir	m3	55	500,00 €	27 500,00 €
Enrochements bétonnés sur la crête et les talus du déversoir	m3	2 046	90,00 €	184 200,00 €
Enrochements bétonnés fosse de dissipation et chenal d'aménée vers la Lèze	m3	2 970	90,00 €	267 300,00 €
Enrochements libres de protections des berges et du lit	m3	2 483	70,00 €	173 900,00 €
Pertuis				
Béton armé + coffrage	m3	1 297	700,00 €	907 900,00 €
Déblais grande masse et aménagement de la sortie	fft	1	100 000,00 €	100 000,00 €
Grille anti-embâcles	fft	1	40 000,00 €	40 000,00 €
Ouvrage traversant du canal d'aménée 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'aménée du moulin (23 ml)	m3	60	300,00 €	18 000,00 €
Déviations 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 RD74				
Fourniture et mise en œuvre de remblai compacté de rehausse du profil de route	m3	9 862	20,00 €	197 300,00 €
Remise en état de la route sur la rehausse	ml	600	250,00 €	150 000,00 €
Mise en transparence hydraulique de la rehausse par la pose de dalots	fft	1	70 000,00 €	70 000,00 €
Déviations des fossés	ml	1 320	25,00 €	33 000,00 €
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	2 134	200,00 €	426 800,00 €
Moins value liée à l'absence de clé d'étanchéité	m3	7 643	- 5,00 €	- 38 300,00 €
Plus value liée à l'apport de matériaux de remblai depuis une carrière	m3	33 836	10,00 €	338 400,00 €
TOTAL travaux hors options				3 847 900,00 €
TOTAL travaux + option d'écran étanche				4 236 500,00 €
TOTAL travaux + plus value liée à la fourniture de remblai de carrière				4 186 300,00 €
TOTAL travaux + plus value liée à la fourniture de remblai de carrière + option d'écran étanche				4 574 800,00 €
Coûts hors travaux				
Maitrise d'œuvre (8%)	FFT	1	307 832,00 €	307 900,00 €
Aléa 20% et travaux annexes supplémentaires	FFT	1	769 580,00 €	769 600,00 €
Foncier	m ²	8 783	1,20 €	10 600,00 €
TOTAL				4 935 900,00 €
TOTAL + option d'écran étanche				5 324 400,00 €
TOTAL + plus value liée à la fourniture de remblai de carrière				5 274 200,00 €
TOTAL + plus value liée à la fourniture de remblai de carrière + option d'écran étanche				5 662 800,00 €

Tableau 8: Chiffrage du casier de Beaumont-sur-Lèze aval

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 (a minima rubrique 3.2.6.0)
- étude de danger 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 19.

Les 162 ha du site sont découpés par 46 parcelles agricoles de taille moyenne (3,4 ha en moyenne). On note la présence de 2 parcelles de plus de 30 ha sur la rive gauche. L'ensemble des parcelles de la rive gauche est cultivé par une exploitation agricole. On recense 4 exploitants sur l'ensemble du site et 71 propriétaires.

La quasi-totalité des parcelles sont drainées et équipées de pivot d'irrigation. Ces équipements permettent la culture de céréales (blé tendre et dur, maïs, sorgho) en rotation avec des oléo protéagineux (tournesol, soja, féverole) sur 169 ha. Le long de la Lèze des bandes tampons protègent le cours d'eau sur un total de 3 ha.

Casier 07 - RPG 2019

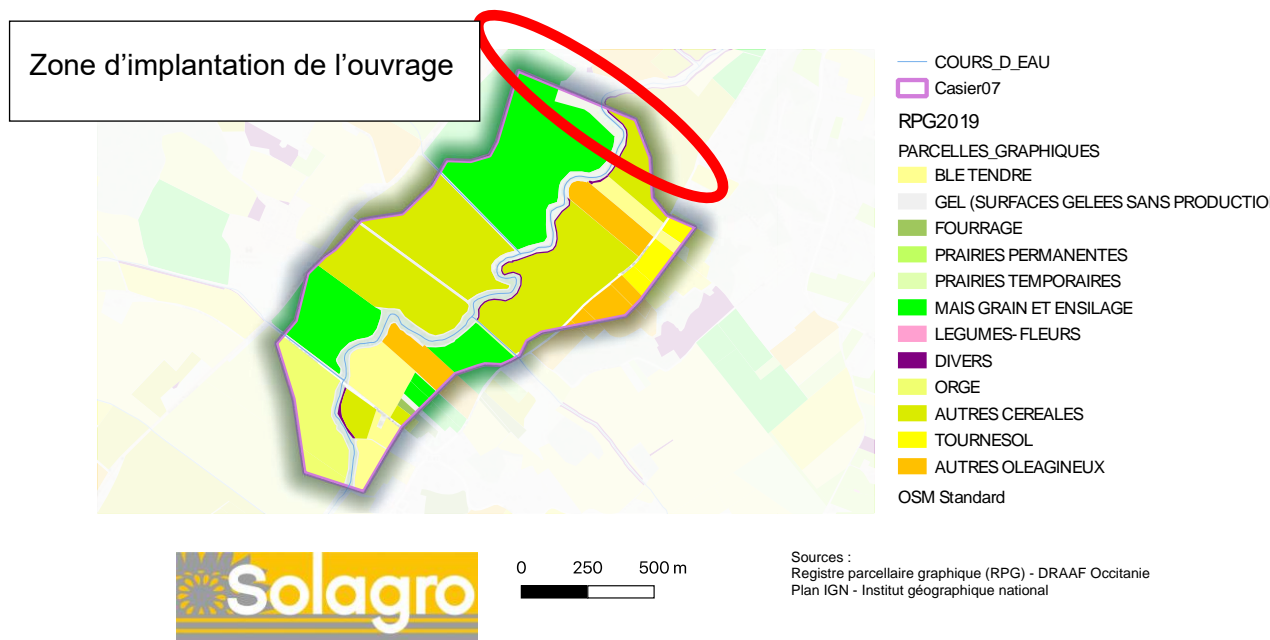


Figure 19 : Registre Parcellaire Agricole (RPG) de la zone d'étude

8.2 EXPLOITATIONS AGRICOLES IMPACTEES

Deux indicateurs ont été calculés à partir des numéros de pacage et sur le niveau de la crue millénale modélisé en état projet au droit du site :

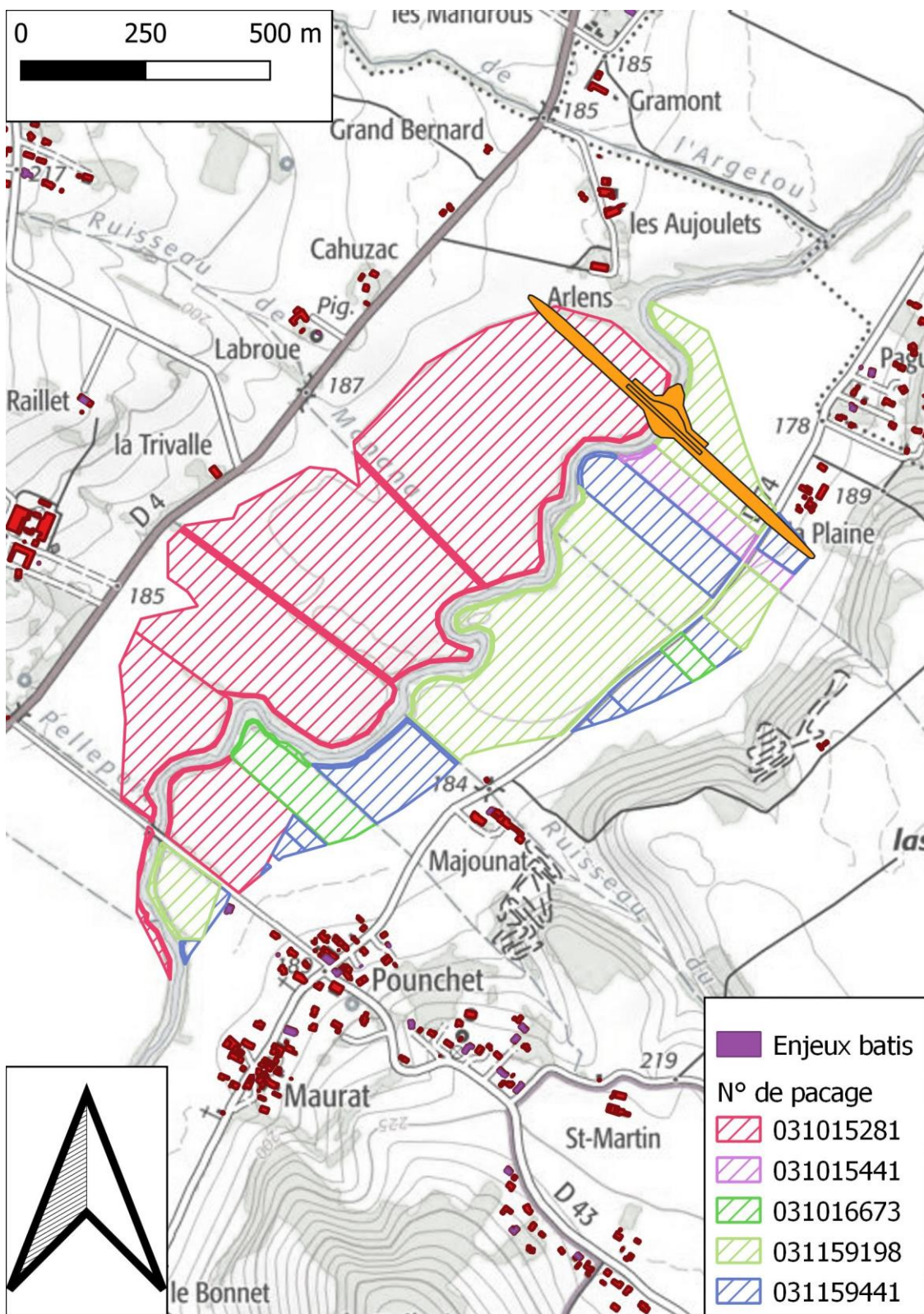
- surfaces impactées par chaque ouvrages au sein des exploitations agricoles ;
- répartition des surfaces des exploitations agricoles.

Pour une crue millénale, la surface impactée est de 89 ha. Pour chacune de ces surfaces, le pourcentage de l'exploitation impacté a été calculé. Aucune exploitation n'est concernée par plusieurs casiers.

Tableau 9 : Surfaces agricoles impactées

N° de pacage	Surface impactée (ha)	Surface totale de l'exploitation (ha)	% de l'exploitation impactée
031015281	52.297	212.706	25%
031159198	22.163	208.415	11%
031159441	9.5	115.781	8%
031016673	3.328	254.636	1%
031015441	2.233	432.929	1%

L'exploitation correspondant au numéro de pacage 031015281 est la plus impactée avec 25 % de l'exploitation concernée. La Figure 21 affiche l'ensemble des parcelles portant le numéro de pacage 031015281. Les parcelles non-impactées se situent sur des coteaux. Les parcelles impactées représentent donc probablement la majorité du chiffre d'affaires de l'exploitation.



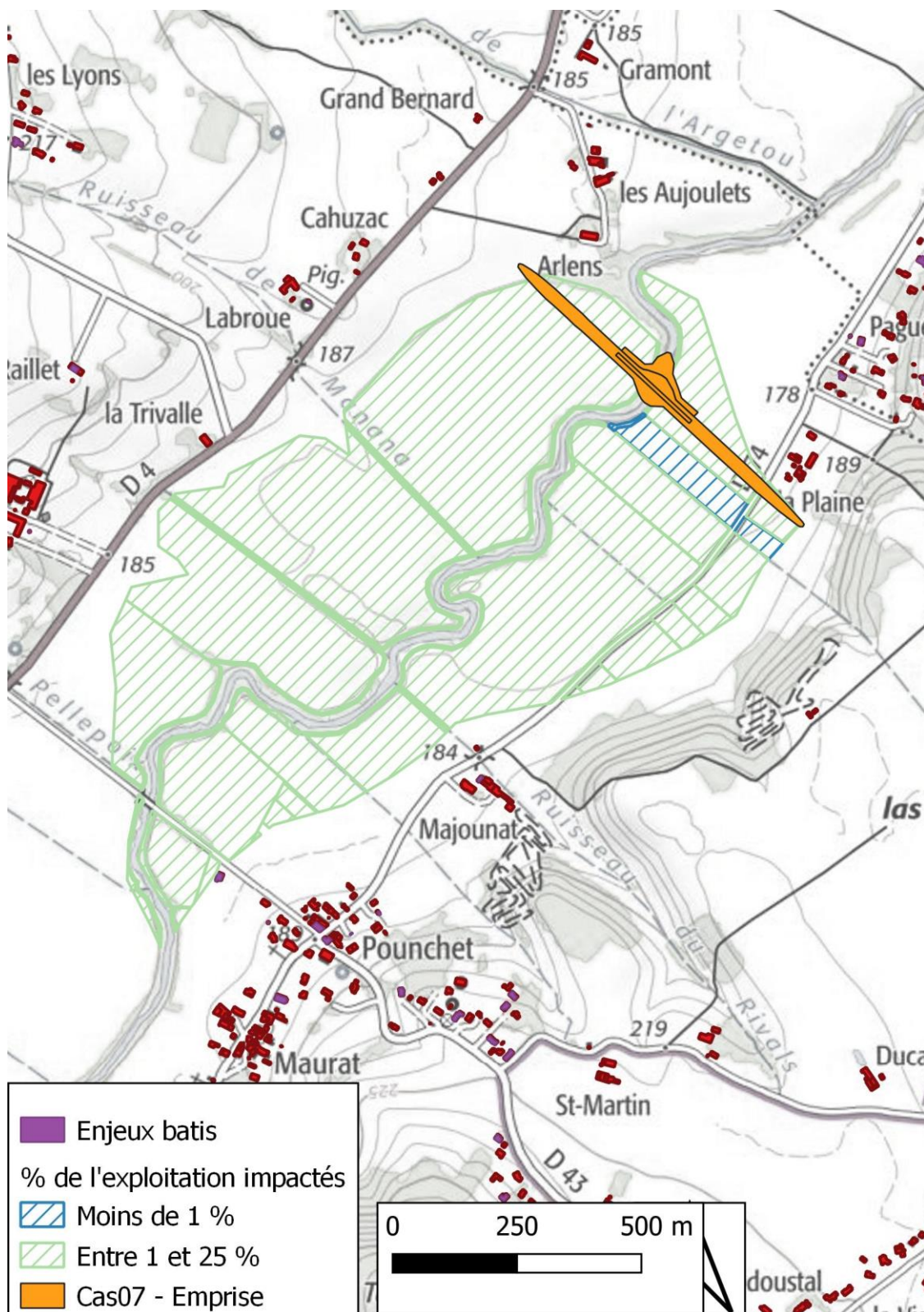


Figure 20 : Exploitation impactées et % de l'exploitation correspondants

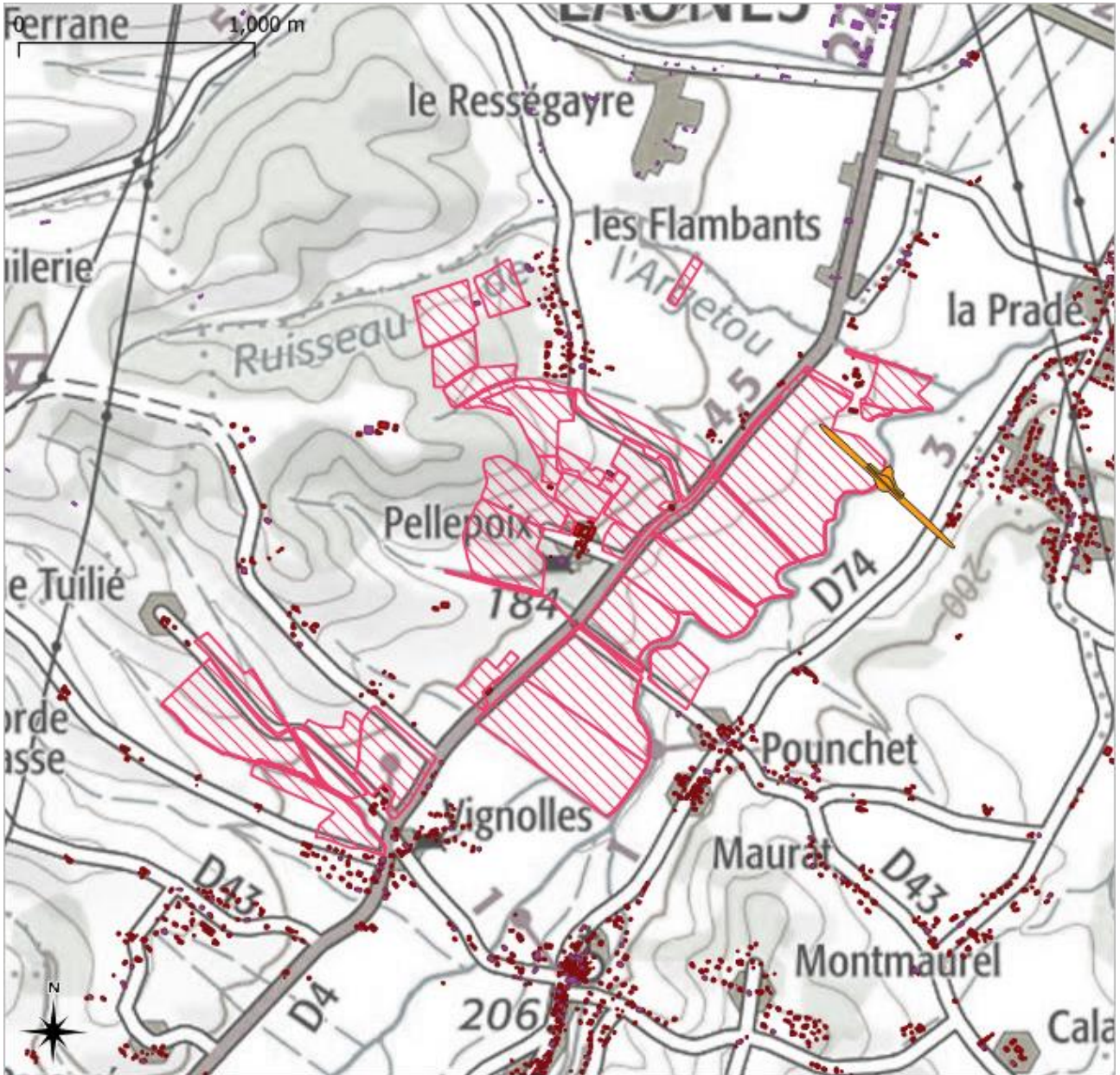


Figure 21 : Numéro de page 031015281

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 19/05/2021. Les riverains sont nettement opposés au projet et se réservent le droit de mener des actions de protestation.

Les points principaux émergeant de la concertation sont résumés ci-après.

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 ;
- Il existe des drains enterrés qui pourraient être impactés lors des crues ;
- Il existe un risque d'impact sur les cultures si le ressuyage n'est pas rapide (réalisation de fossés de drainage nécessaire) ;
- le pivot est sensible (environ 520 m), il peut être renversé lors de forts vents. Une surinondation amènerait à sa ruine ;
- une canalisation de gaz traverse la parcelle, le risque lié à une surcharge sur la canalisation en cas de surinondation doit être traité ;
- la présence de nombreux embâcles pourrait nécessiter un pièges à embâcles en amont du pertuis.

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,

8.3.3 AUTRES RISQUES

- Risque de perte de valeur des terrains agricoles ;

8.3.4 ELEMENTS A PRENDRE EN COMPTE 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 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. 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 réévalué 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 40 ha pour les crues remplissant le casier.

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 (€ T.T.C)	Surface drainée (ha)	Montants (€T.T.C)	Surface irriguée (ha)	Montants (€T.T.C)	Total (€T.T.C)
Casier 7	40	240,000	20	40,000	20	30,000	310,000

Tableau 10: Estimations des indemnisations lors du remplissage de la retenue

Ces coûts sont donc estimés pour une crue de période de retour 50 ans. En considérant que le remplissage du casier est significatif pour une crue de période de retour 10 ans, le cout annuel à provisionner est estimé à 10 % du débit décennal et serait d'environ 31 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 19 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 d'exploitation ;
- 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 19 à 31 k€.

9 SYNTHÈSE GÉNÉRALE

Le paragraphe suivant vise à donner la synthèse concernant la faisabilité du barrage.

Le tableau suivant rappelle les caractéristiques géométriques du barrage :

Caractéristiques principales de l'ouvrage	
Type	Barrage en remblai
Fonction	Ecrêteur de crue
Classe	C ($H^2V^{0,5}=126$)
Cote de crête	182,06 m NGF
Cote du déversoir	180,25 m NGF
Terrain naturel en lit majeur	Entre 171,06 et 182,06 m NGF
Hauteur du barrage	9,2 m/TN au maximum (lit mineur) 2,7 m/TN en moyenne
Longueur en crête	785 m
Largeur en crête	4,5 m
Largeur maximale au niveau du TN	50 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	200 m
Ouvrages hydrauliques	
Evacuateur de crues	Déversoir : <ul style="list-style-type: none"> • Cote du déversoir : 180,25 m NGF ; • Largeur du déversoir : 200 m en crête centré sur le lit mineur de la Lèze ; • Lame d'eau sur le déversoir pour Q1000 : 1,0 m.

	<p>Fosse de dissipation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Longueur du radier : 198 m ; • Largeur : 10 m hors talus ; • Profondeur : 1,5 m en moyenne / au terrain naturel (cote de fond à 177,4 m NGF) ; • Pentes des talus : 1,5/1 H/V (m/m) ; • Cote allant de 177,4 m NGF à 177,3 m NGF devant la rampe d'amenée à la Lèze.
Ouvrage de fuite	<ul style="list-style-type: none"> • Dalot de section totale : 14 m x 4 m (2 fois 7m x 4 m) • Le dalot sera enterré de 0,20 m pour permettre la reconstitution du lit dans l'ouvrage ; • Longueur : 48 m ; • Pente dans l'ouvrage : 0,3% (de 171,1 m NGF à 171,05 m NGF environ).

Tableau 11 : Synthèse des caractéristiques hydraulique 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)	200
Section passante du pertuis (m ²)	56
Crue de protection Q50	
Débit état actuel (Q50) (m ³ /s)	183
Débit laminé (Q50) (m ³ /s)	178
% de réduction du débit de pointe	3 %
Période de retour du débit aval (Q50) (m ³ /s)	45 ans
Niveau amont pour Q50 – cote du déversoir (m NGF)	180,25
Crue centennale	
Débit état actuel Q100 (m ³ /s)	227
Débit évacuateur de crue – Q100 (m ³ /s)	40
Débit pertuis – Q100 (m ³ /s)	186
Niveau amont pour Q100 (m NGF)	180,55
Crue de projet millénaire	
Débit état actuel Q1000 (m ³ /s)	462
Débit évacuateur de crue – Q1000 (m ³ /s)	263
Débit pertuis – Q1000 (m ³ /s)	199
Niveau amont pour Q1000 (m NGF)	181,25

Tableau 12 : 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 fonction des scénarios liés aux incertitudes géotechniques des matériaux de prélèvement et de fondation :

Avec écran étanche	Remblai de carrière ou zone d'emprunt éloignée	Estimation financière € H.T.	Probabilité du scénario
NON	NON	4,9 M€	Peu probable
OUI	NON	5,3 M€	Peu probable
NON	OUI	5,3 M€	Probable
OUI	OUI	5,7 M€	Probable

Tableau 13 : Récapitulatif des estimations financières du projet - € H.T.

Il est plus probable que les matériaux de surface soient réutilisables et présentent de bonnes caractéristiques géotechniques.

L'incertitude principale concernant le réemploi des matériaux correspond plutôt à l'acceptabilité du projet vis-à-vis des propriétaires de parcelles à proximité.

Avis ISL sur la viabilité du projet :

Le projet du barrage de Beaumont-sur-Lèze aval présente une efficacité d'écrêtement de 4,5 % pour la crue cinquantennale et un coût d'investissement compris entre 4,9 et 5,7 M€ H.T. Son efficacité est limitée par la présence d'enjeux en amont dont la surinondation n'est pas acceptable.

A ces investissements s'ajoutent :

- les coûts d'exploitation de l'ouvrage (environ **130 k€ H.T. /an** en supposant des coûts d'entretien de 2,5 % / an du coût d'investissement, conformément à la borne basse du guide ACB/AMC)² ;
- Le montant des indemnités agricoles de l'ordre de 19 à 31 k€ **T.T.C** /an soit 16 à 26 k€ **H.T** /an.

De plus, le projet rencontre une réticence certaine des riverains et agriculteurs impactés. 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 sera nécessaire.

L'efficacité d'écrêtement et la baisse de la ligne d'eau pour la crue objectif cinquantennale (-2 cm en aval au niveau des premières habitations) sont très faibles. Les dommages évités par le projet seront extrêmement faibles voire négligeables, rendant le projet non viable d'un point de vue économique (Analyse coût-bénéfice certainement très négative).

² Coût probablement surestimé au regard du retour d'expérience d'autres maîtres d'ouvrage

ANNEXE 1 PLAN ET COUPES DU BARRAGE

ANNEXE 2 DONNEES GEOTECHNIQUES DU BRGM

Sondage BSS002HVWY :

1009 8C0211 IS IGB4

SONDAGES DE RECONNAISSANCE AU WAGON DRILL

-o-o-o-o-

SONDAGE R.1 - Sondage horizontal - altitude 178,20 m NGF
distance 3,45 m de l'extrémité amont.

0 à 1,50 m : briques rouges (venue d'eau à 1,20 m)
1,5 à 3,30 m : maçonnerie
Sondage arrêté à 3,30 m (la chaussée se soulève à cause de
l'injection d'air).

SONDAGE R.2 - Sondage vertical - altitude 177,30 m NGF
distance de 3,30 m du redan

0 à 0,70 m : maçonnerie
0,70 à 6,10 m : alluvions avec forte venue d'eau
6,10 m : arrêt sur marne

SONDAGE R.3 - Sondage vertical - altitude 177,20 m NGF
distance 8 m du redan

0 à 0,50 m : maçonnerie

-o-o-o-o-

Sondage BSS002HVYZ :

Identifiant national de l'ouvrage

BSS002HVYZAncien code - avant 2017
10098D0209/S

Log géologique numérisé

Nombre de niveaux : 5

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,2 m	TERRE VEGETALE	QUATERNAIRE
De 0,2 à 1 m	GRAVE ARGILEUSE CIMENTEE	QUATERNAIRE
De 1 à 1,6 m	GRAVE ARGILEUSE	QUATERNAIRE
De 1,6 à 2,4 m	GRAVE SABLEUSE	QUATERNAIRE
De 2,4 à null m	MARNE ALTEREE	de AQUITANIEN a STAMPIEN

Sondage BSS002HVUD :

Identifiant national de l'ouvrage


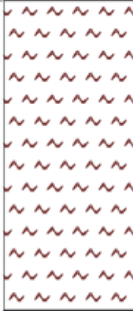

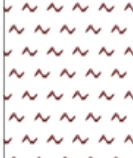
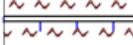
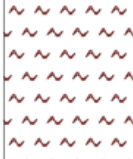
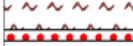

BSS002HVUDAncien code - avant 2017
10098C0007/S

Log géologique numérisé

Nombre de niveaux : 7

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,6 m	TERRE VÉGÉTALE	QUATERNAIRE
De 0,6 à 3,7 m	ARGILE	QUATERNAIRE
De 3,7 à 4,9 m	GALETS COLMATÉS D'ARGILE	QUATERNAIRE
De 4,9 à 5,4 m	ALLUVIONS	QUATERNAIRE
De 5,4 à 6,7 m	SABLE GROSSIER	QUATERNAIRE
De 6,7 à 9 m	ALLUVIONS AVEC ÉCHANTILLONS DE MARNE	QUATERNAIRE
De 9 à 9,2 m	MARNE COMPACTE	STAMPIEN

Sondage BSS002HVYV :

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
4.80			Argile à galets.	Quaternaire	172.20
21.50	Formation des Molasses de l'Agenais		Marne jaune, friable puis compacte.	Oligocène	155.50
23.70			Calcaire dur.		153.30
33.20			Marne dure et tendre.		143.80
33.50			Calcaire dur.		143.50
44.80			Marne dure et tendre.		132.20
45.40			Sable compact.		131.60
			Marne dure, jaune puis blanche.		

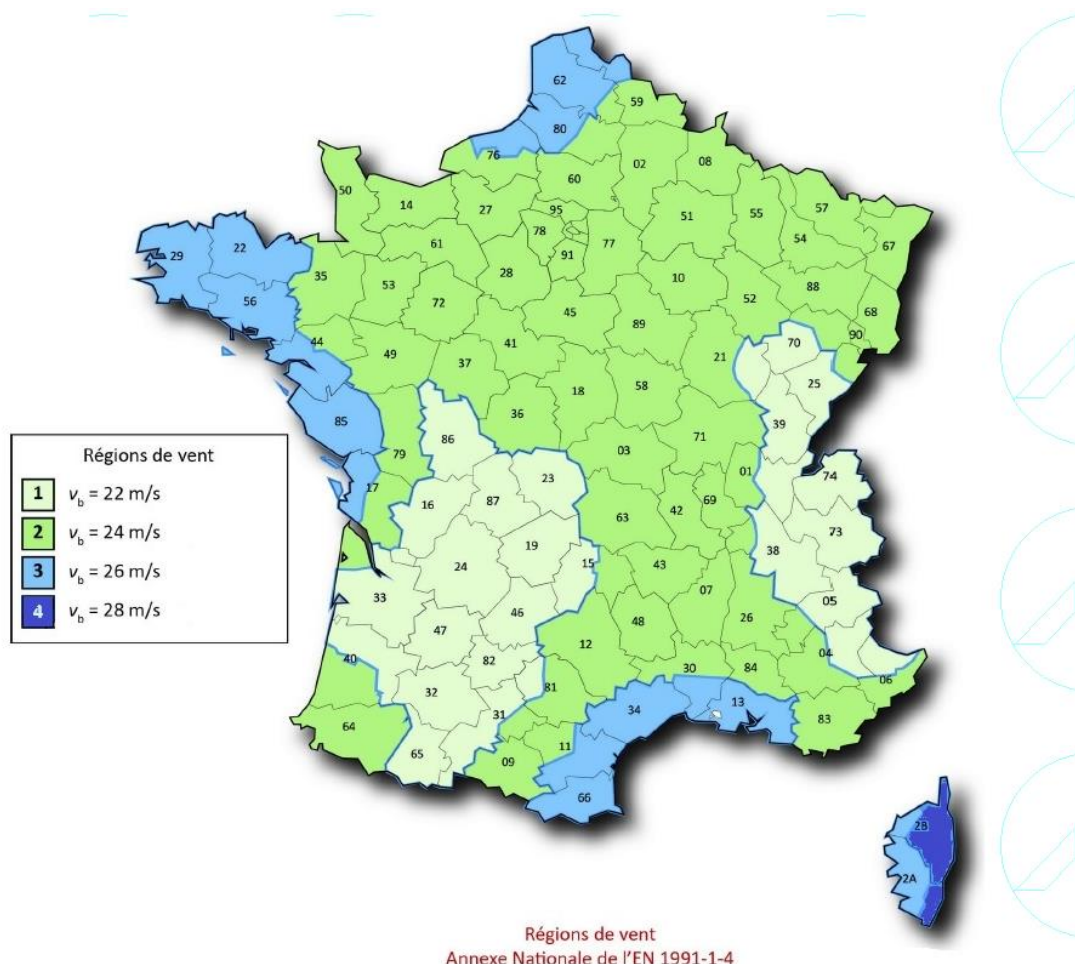
ANNEXE 3 CALCUL DE LA REVANCHE NECESSAIRE

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 ;

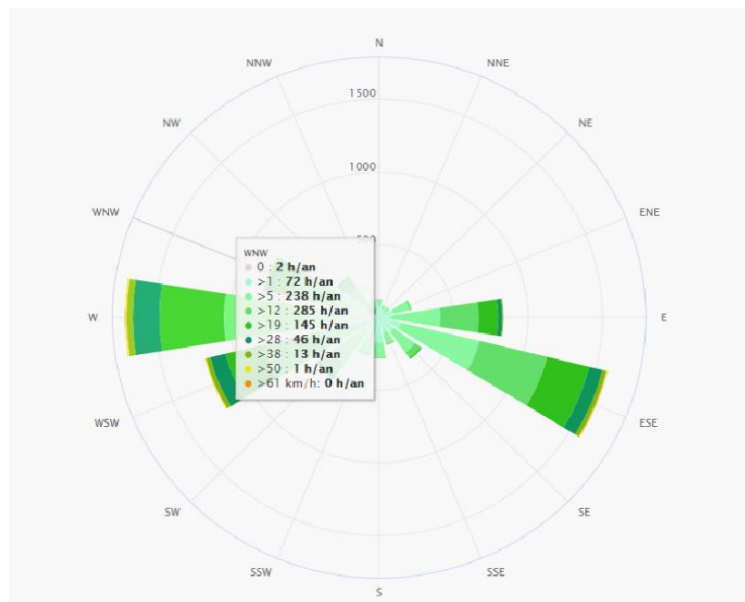
n est l'exposant.

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 1,5 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 0,65 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 4 RESEAUX RESENCES DANS LA DECLARATION DE TRAVAUX