

Etablissement Public Territorial du  
Bassin versant de l'Ardèche



Projet de restauration  
hydromorphologique de la Beaume aval  
dans la plaine d'Auriolles

Juillet 2019

Etudes d'avant-projet





# Sommaire

<b>CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....</b>	<b>3</b>
<b>DIAGNOSTIC ET ETUDES COMPLEMENTAIRES.....</b>	<b>5</b>
<b>1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE .....</b>	<b>6</b>
1.1. PRESENTATION DU SITE .....	6
1.2. LOCALISATION DES PERIMETRES D'INVENTAIRES ET DE TRAVAUX POTENTIELS.....	8
<b>2. ELEMENTS DE DIAGNOSTIC DU SITE DE PROJET .....</b>	<b>10</b>
2.1. DIAGNOSTIC HYDROMORPHOLOGIQUE .....	10
2.1.1. A l'échelle du bassin versant .....	10
2.1.2. A l'échelle du site de projet .....	10
2.2. ANALYSE DES RUISSELLEMENTS ET CONSTATS POST-CRUE ET POST-PRÉCIPITATIONS .....	15
2.2.1. Crues de 2014 et ruissellement de 2015.....	15
2.2.2. Analyse des ruissellements.....	16
2.3. ELEMENTS HYDROLOGIQUES ET HYDRAULIQUES : QUELS FONCTIONNEMENTS AUJOURD'HUI ? .....	22
2.3.1. Données hydrologiques disponibles et analyse .....	22
2.3.2. Débits caractéristiques.....	24
2.3.3. Hydraulique.....	25
2.4. ENJEUX ECOLOGIQUES .....	34
<b>3. ANALYSE DES CONTRAINTES ET ETUDES COMPLEMENTAIRES.....</b>	<b>38</b>
3.1. RAPPELS SUR LES USAGES ET LES PRATIQUES DU SECTEUR .....	38
3.2. LES RESEAUX AERIENS ET SOUS-TERRAIN : REALISATION DES DT .....	40
3.3. FONCIER .....	40
3.4. ANALYSE DU POS.....	42
3.5. REALISATION DES ETUDES COMPLEMENTAIRES .....	42
3.5.1. Topographie et cubage des merlons .....	42
3.5.2. Sondages des merlons.....	44
<b>4. SYNTHÈSE DES ELEMENTS PRINCIPAUX.....</b>	<b>48</b>
<b>PRESENTATION DE L'AVP.....</b>	<b>49</b>
<b>1. RAPPELS DES OBJECTIFS ET DES CONTRAINTES DU PROJET .....</b>	<b>50</b>
1.1. OBJECTIFS DU PROJET .....	50
1.2. CONTRAINTES DU PROJET .....	50
1.2.1. Budget.....	50
1.2.2. Calendrier réglementaire .....	50
1.2.3. Réseaux.....	50
1.2.4. Maîtrise foncière.....	50
1.2.5. Evolutions morphologiques.....	50
1.2.6. Espèces invasives .....	51
1.2.7. Nature des matériaux .....	51
<b>2. LES PRINCIPES D'AMENAGEMENT RETENUS .....</b>	<b>52</b>
2.1. DEVEGETALISATION DE LA ZONE DE TERRASSEMENT .....	52
2.2. ARASEMENT DES MERLONS ET TERRASSEMENT DU LIT MINEUR.....	52

2.3. MISE EN PLACE DES REMBLAIS .....	52
2.4. RETRAIT DE L'ÉPI AVAL .....	52
2.5. CREATION DE PATCHS ECOLOGIQUES.....	52
2.6. CREATION D'UNE RIPISYLVE EN HAUT DE BERGE.....	53
2.7. GESTION DES RUISSELLEMENTS.....	53
<b>3. PLANS ET COUPES RETENUS .....</b>	<b>54</b>
<b>4. ANALYSE DES IMPACTS ET GAINS ATTENDUS.....</b>	<b>59</b>
4.1. ANALYSE DES INCIDENCES HYDRAULIQUES DU PROJET.....	59
4.1.1. <i>Inondabilité et forces érosives à l'approche de la confluence</i> .....	59
4.1.2. <i>Effets du projet</i> .....	61
4.2. ANALYSES DES IMPACTS ET DES GAINS MORPHOLOGIQUES.....	66
4.3. ANALYSE DES IMPACTS ET DES GAINS HYDRO-ÉCOLOGIQUES .....	67
4.4. ANALYSE DES IMPACTS ET DES GAINS ÉCOLOGIQUES : FAUNE, FLORE, HABITATS .....	68
4.5. ANALYSE DES IMPACTS ET DES GAINS SUR LA QUALITÉ DE L'EAU .....	68
4.6. ANALYSE DES IMPACTS SUR LES USAGES.....	68
<b>5. CHIFFRAGE DES OPERATIONS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>72</b>

## CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Dans le cadre du premier Contrat de Rivières, un Schéma de gestion du transport solide avait été élaboré en 1999 par le cabinet SOGREAH sur les cours de la Beume et de la Drobie. Ce document avait permis de dresser un état des lieux des caractéristiques physiques des 2 principaux cours d'eau et de définir une stratégie d'actions en faveur de la gestion du transport solide. L'étude ne s'était pas consacrée à l'Espace de Bon Fonctionnement (EBF) ni même à l'Espace de Mobilité des cours d'eau.

Ces éléments de connaissance hydromorphologiques ont été repris par l'étude préalable à l'élaboration du SAGE Ardèche (Schéma de gestion du transport solide et des espaces de mobilité sur les principaux cours d'eau du bassin versant de l'Ardèche, SOGREAH, 2007), qui a ensuite servi de base à la rédaction des dispositions du SAGE. Cette étude a introduit des recommandations et des dispositions relatives à la définition et la gestion de l'Espace de Mobilité des cours d'eau (dispositions b2, b15 et b16 du PAGD).

En 2013, considérant l'évolution du cadre réglementaire et les carences des schémas antérieurs, le Syndicat Beume Drobie a lancé l'élaboration d'un nouveau schéma : le Plan de Restauration et de Gestion Physique. Celui-ci a permis d'acquérir une vision actualisée et globale de l'état physique des masses d'eau du bassin versant, notamment en s'intéressant à la gestion de l'EBF.

Cette étude préalable au Dossier Définitif du Contrat de Rivières a été élaborée par le cabinet Dynamique Hydro de 2013 à 2014. Elle a permis de déboucher sur un programme d'actions, qui a ensuite été intégré au Contrat de Rivières.

Notamment, l'action B1-9 du Contrat de Rivières, issue du PRGP, est consacrée aux enjeux de la mobilité de la Beume en amont de sa confluence avec l'Ardèche, zone stratégique du SAGE pour la mobilité et l'expansion des crues.

### ***Les enjeux de divagation de la Beume en amont de la confluence avec l'Ardèche***

Entre le pont de Peyroche (RD208) à la sortie des gorges aval de la Beume et la confluence avec l'Ardèche (1,5 km plus en aval), la Beume creuse son lit dans une zone de plaine accueillant, outre quelques campings et un aérodrome, des terres agricoles exploitées en vigne et en verger essentiellement. De nombreux secteurs de la plaine sont également des terrains naturels ou en friche, propices à la naturalité et la diversité biologique (classé Natura 2000 et Espace Naturel Sensible).

Dans le PRGP, une incision du lit relativement importante a été mise en évidence sur la période de 1922 à 2013 (de l'ordre de -0.5m à -1.5m). Cet enfoncement semble assez récent et imputable aux extractions de matériaux des années 80 et à l'évolution du lit de l'Ardèche en aval. Aucune recharge significative n'a été observée depuis la fin des extractions malgré plusieurs crues morphogènes.

Par ailleurs, l'analyse des mobilités historiques de la Beume, si elles paraissent faibles ailleurs sur le bassin, sont marquées sur ce secteur, présentant une réelle activité depuis les années 50. La Beume tend à recréer des sinuosités sur ce secteur, et les alternances atterrissements/érosions et radier/mouille tendent à se multiplier. C'est cette dynamique que la fiche-action B1-9 du Contrat de Rivières prévoyait d'accompagner et de favoriser (étant entendu que l'ensemble de la berge en rive droite est érodée ou potentiellement érodable), conformément aux propositions inscrites dans le PRGP.

La fiche-action prévoyait une opération de travaux pour supprimer les protections latérales et redonner ainsi une dynamique de mobilité latérale à la Beume.

### ***L'érosion des berges dans la plaine d'Auriolles***

L'état des lieux dressé en 2013 par Dynamique Hydro avait identifié ce secteur de la plaine d'Auriolles comme favorable à la divagation de la rivière avec des berges potentiellement érodables et des ouvrages de protection latéraux contraignants.

A l'automne 2014, plusieurs crues importantes de la Beaume (notamment celle du 19 septembre, considérée d'occurrence cinquantennale voire plus) ont effectivement provoqué d'importants dégâts d'érosion sur lesdites berges à Auriolles (rive droite au lieu-dit les Bouchets). Au droit de 2 parcelles (vigne et pêchers), malgré la présence d'un enrochement, la berge a reculé d'une dizaine de mètres. Une partie des cultures a été détruite et les agriculteurs ont perdu des surfaces cultivables non négligeables, sans pour autant bénéficier d'indemnités agricoles. L'existence d'un merlon en rive gauche en amont du secteur érodé a sans doute contribué à accentué ce phénomène de divagation en rive droite.

En septembre 2015, un épisode pluvieux très violent a provoqué d'importants ruissellements qui ont ravinés fortement les berges, accentuant encore les dégâts agricoles. Notamment un pompage agricole situé en aval de l'encoche d'érosion est actuellement dégradé et difficilement accessible pour l'irrigant.

#### ***Le projet actuel***

Portée par l'EPTB Ardèche, cette opération de maîtrise d'œuvre fait suite à un travail d'esquisse mené en 2017. Cette première étude avait pour objectif de répondre à un objectif de redynamisation des fonctionnalités de la Beaume et de limitation de l'impact du déplacement du cours d'eau et du ruissellement sur les terres agricoles.

La mission a pour objet, dans un premier temps, de développer l'esquisse au stade AVP en menant un certain nombre d'investigations complémentaires. Les phases de PRO, dossiers réglementaires suivront. En tranche optionnelle, les phases travaux sont prévues et une phase d'assistance à l'EPTB dans le cas de besoin complémentaires.

Le présent rapport d'AVP présente :

- Dans un premier temps, un rappel du diagnostic et les résultats des études complémentaires
- Dans un deuxième temps, l'AVP retenu suite aux études complémentaires et aux choix du COPIL

Pour mémoire, le site se situe sur la commune de Saint-Alban Auriolles, en amont de la confluence avec l'Ardèche.

# **DIAGNOSTIC ET ETUDES COMPLEMENTAIRES**

# 1. Présentation du secteur d'étude

## 1.1. Présentation du site

Le secteur d'étude, d'une longueur de 450 m environ, se trouve en amont direct de la confluence avec l'Ardèche. Il est bordé en rive droite de terres agricoles traversées quasiment perpendiculairement à la Beauce par un fossé agricole qui se jette dans celle-ci. En rive gauche, il est bordé par un boisement plus ou moins dense dont une partie est pâturée.

En rive droite, une érosion de berge est présente. Elle est surmontée d'un phénomène de lessivage des terrains issus du ruissellement. Plus en aval du site, un épi en enrochement de faible dimension est présent, au droit de parcelles qui accueillent quelques chevaux.

En rive gauche, on notera, **au droit du secteur érodé, la présence de merlons**, puis, plus en retrait, celle de l'aérodrome de Ruoms.

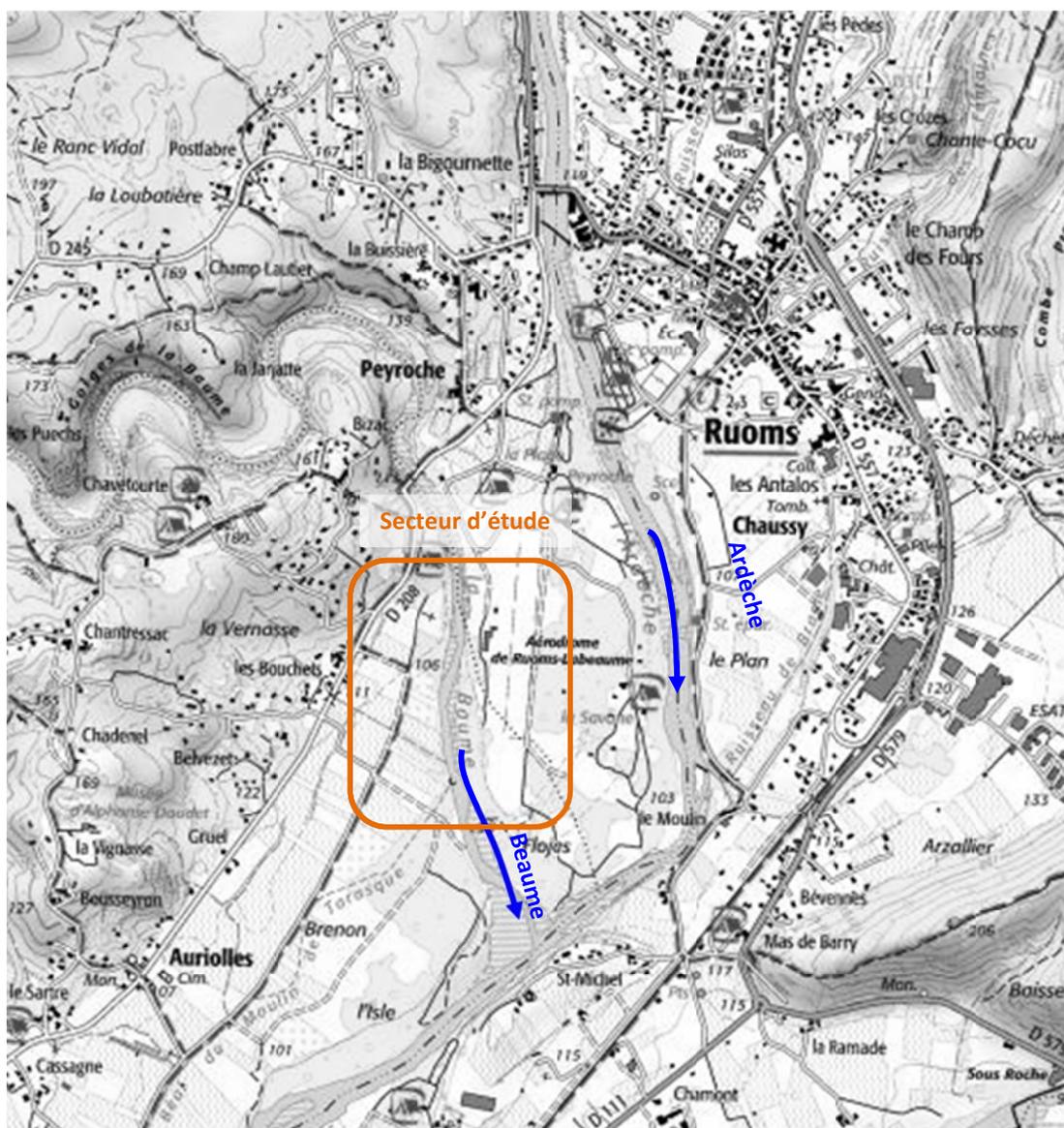


Figure 1 - Localisation du secteur d'étude sur la Commune de Saint-Alban Auriolles

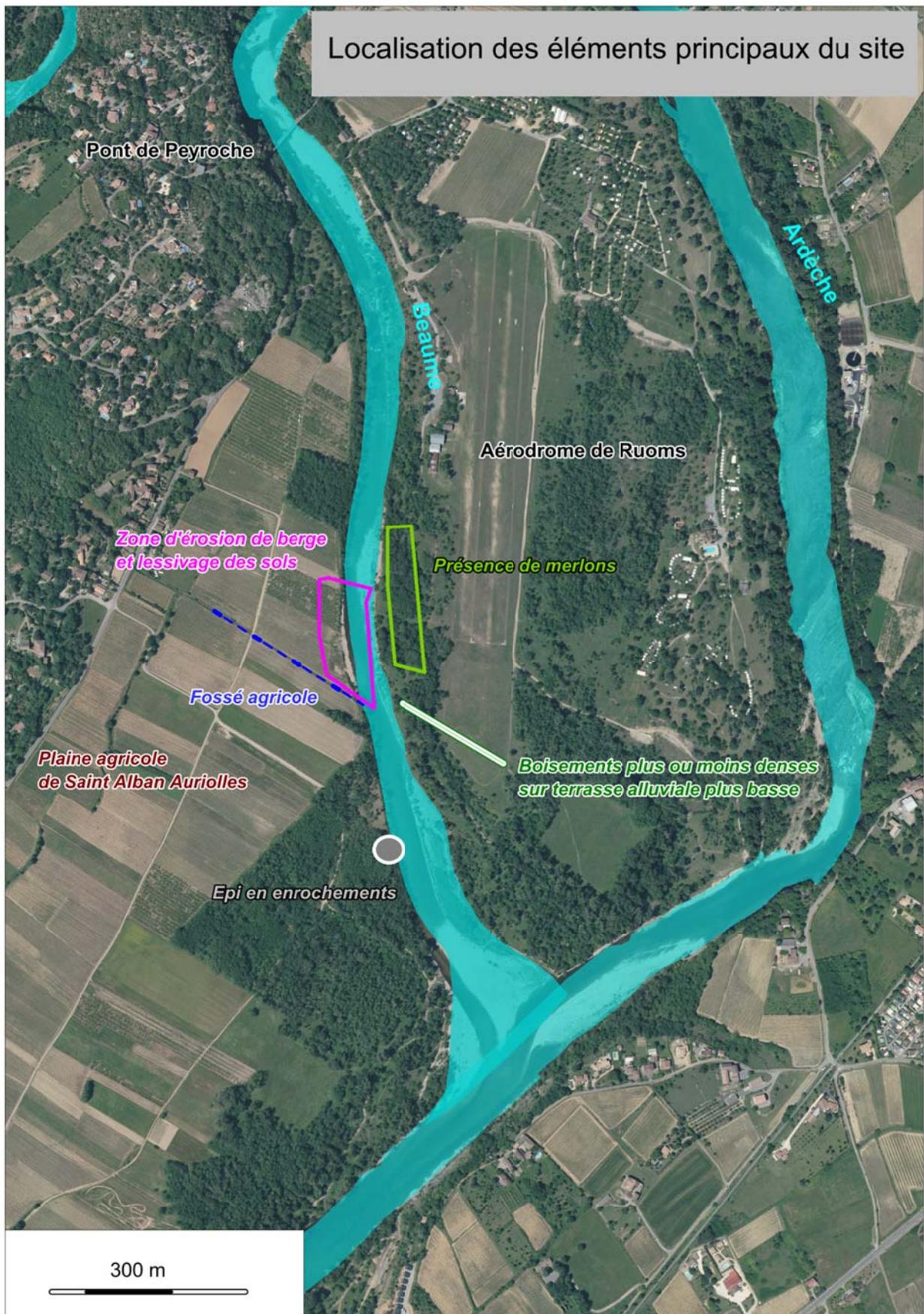


Figure 2 – Sectorisation du site, unités morphologiques et éléments de localisation

## 1.2. Localisation des périmètres d'inventaires et de travaux potentiels

En lien avec l'EPTB et les Services de l'Etat, il a été décidé de réaliser des inventaires naturalistes. Ce périmètre est présenté dans la carte suivante. De même, toujours pour des questions de vocabulaire et de compréhension, nous présentons sur cette figure, les périmètres de travaux envisagés à ce stade.

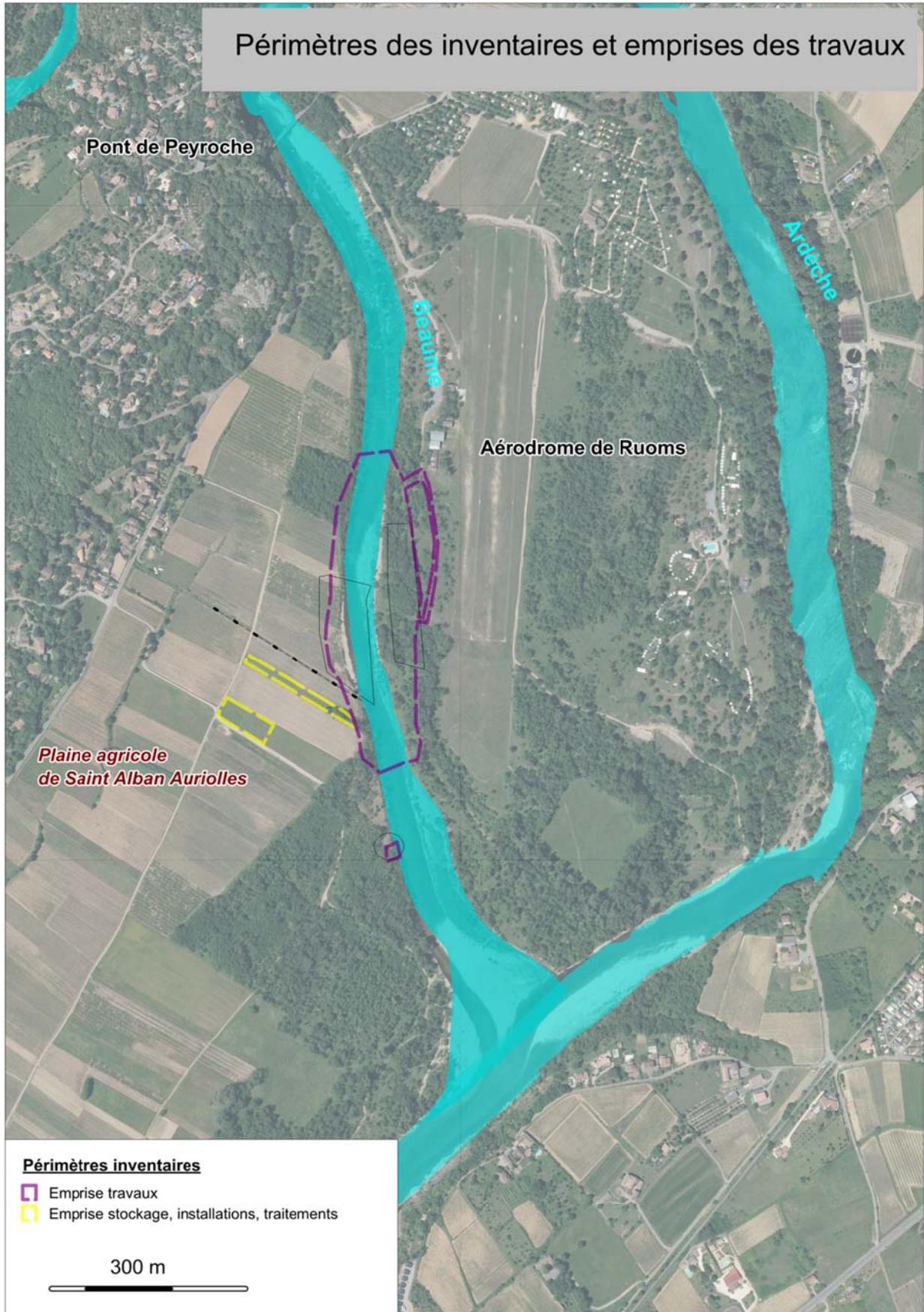


Figure 3 - Localisation des périmètres d'inventaires naturalistes et emprise des travaux potentiels

## 2. Éléments de diagnostic du site de projet

Cette partie traite des aspects hydromorphologiques, hydrologiques/hydrauliques et écologiques du site.

### 2.1. Diagnostic hydromorphologique

En 2013, dans le cadre d'une étude préalable au contrat de Rivières Beaume-Drobie, le Syndicat de Rivières Beaume-Drobie (aujourd'hui EPTB Ardèche) a réalisé un diagnostic morphologique du bassin versant. Ce travail s'est appuyé sur l'ensemble des études disponibles, un travail de terrain et d'analyses et l'ensemble de la littérature scientifique existante. Ce diagnostic approuvé était ensuite accompagné d'un plan de restauration physique concrétisé dans une série de fiches-actions, reprises dans le Contrat de Rivières signé en 2015. Le site est concerné par la fiche action B1-9 du contrat (cf. partie précédente).

#### 2.1.1. A l'échelle du bassin versant

Le diagnostic de l'étude a permis de déterminer l'état hydromorphologique de la Beaume.

Concernant l'évolution des profils en long, on retiendra en synthèse que :

- L'évolution « historique » (1922-2013) tend vers un léger enfoncement avec une dynamique modérée et des changements assez localisés,
- Il n'y a pas d'enfoncement marqué et généralisé
- Les stocks alluviaux sont minces, la recharge sédimentaire est faible et le calage par la dalle est fréquent
- Les extractions mêmes restreintes, ont eu un impact sensible

D'un point de vue des évolutions en plan et de la mobilité latérale :

- Le cours d'eau est peu mobile
- Les modifications ont lieu à la marge, excepté sur le secteur de la confluence
- Les espaces alluviaux sont étroits

Ainsi, si le cours d'eau de la Beaume, au regard de l'Ardèche ou du Chassezac par exemple, a été moins impacté par les activités humaine, il n'en reste pas moins que, 25-30 ans après, l'impact des prélèvements de sédiments est toujours visible, sans retour à des conditions initiales plus favorables au fonctionnement du cours d'eau. Les temps de résilience sont ainsi très longs. Si le fonctionnement géomorphologique du cours d'eau n'a pas été fortement dégradé de manière générale, les conditions naturelles lui imposent une fragilité et une hyper-sensibilité aux interventions humaines, accentuées le cas échéant par les périodes de faible activité hydrologique.

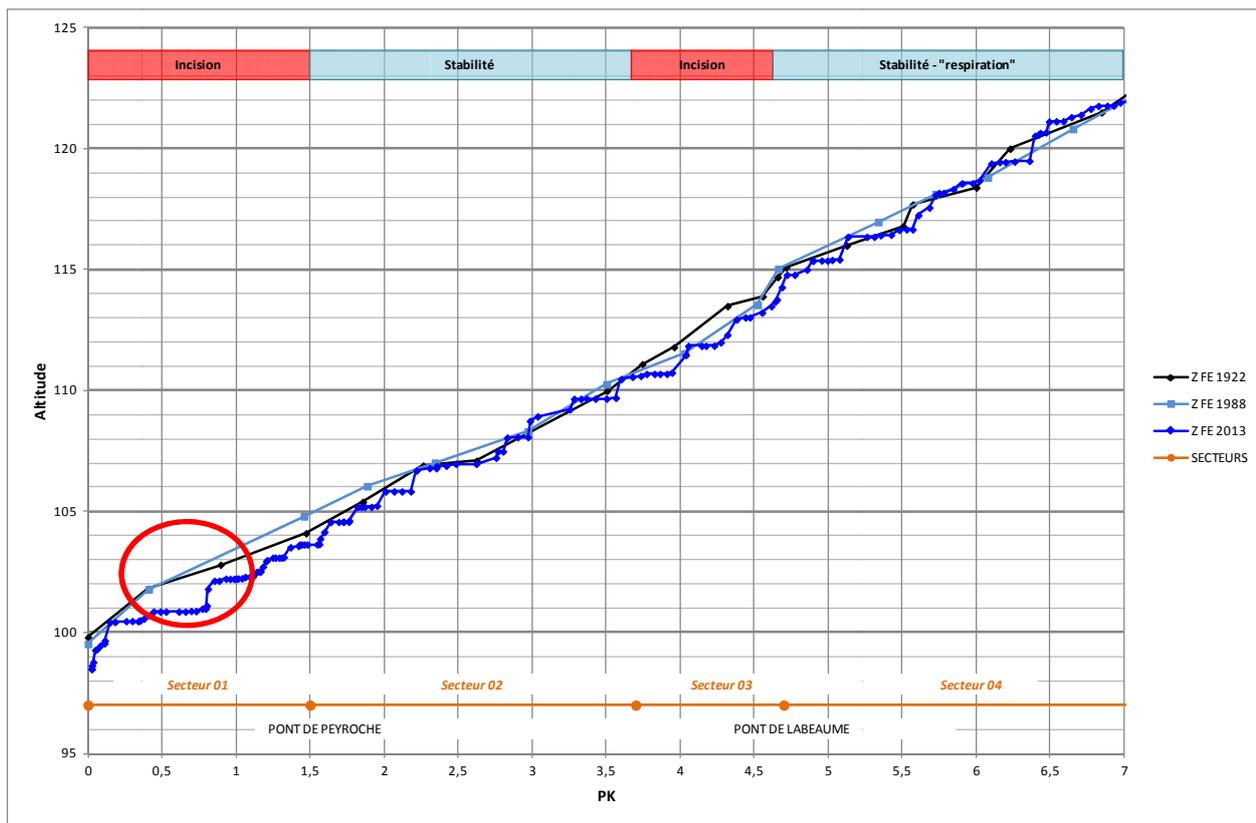
#### 2.1.2. A l'échelle du site de projet

##### *a. Quelles évolutions verticales ?*

Le site se trouve sur l'extrême aval du cours d'eau, dans une zone dite zone de confluence avec l'Ardèche. Ici, les évolutions historiques du secteur s'écartent du diagnostic global.

L'analyse du profil en long entre 1922 et 2013 avait montré qu'il n'y avait pas d'incision généralisée sur le bassin de la Beaume, mais que le secteur aval, donc le secteur d'étude, avait été touché par une incision modérée à mettre en relation avec les extractions sur l'aval du cours d'eau et l'abaissement du lit de

l'Ardèche. Le secteur d'étude se trouve donc dans une zone qui a vu s'abaisser le profil en long d'environ 1,5m en moyenne. Sur le site en question, l'incision est plus forte sur cette période.



Récemment (2013-2017), le profil en long ne présente pas d'évolution notable et ce malgré l'occurrence d'une crue importante en septembre 2014. Dans le détail, on remarque un abaissement du fond de la Beaume sur la partie aval (dès le pk 0,25). Cela est lié au changement de tracé du lit mouillé qui s'est décalé au sud, au sein de ses sédiments. On notera également un léger exhaussement au droit de l'érosion de berge de l'ordre d'une vingtaine de cm. En aucun cas cette analyse ne révèle de dysfonctionnements nouveaux ou accentués.

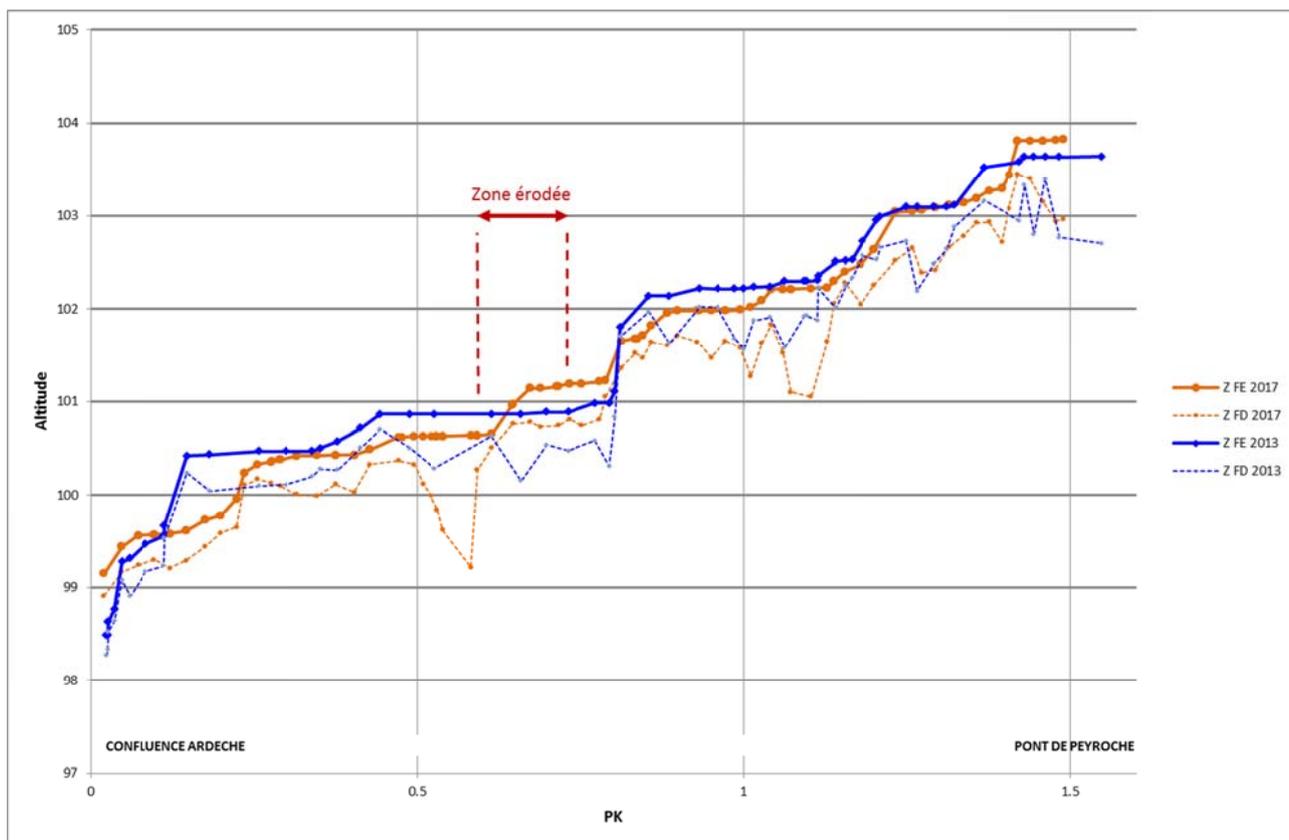
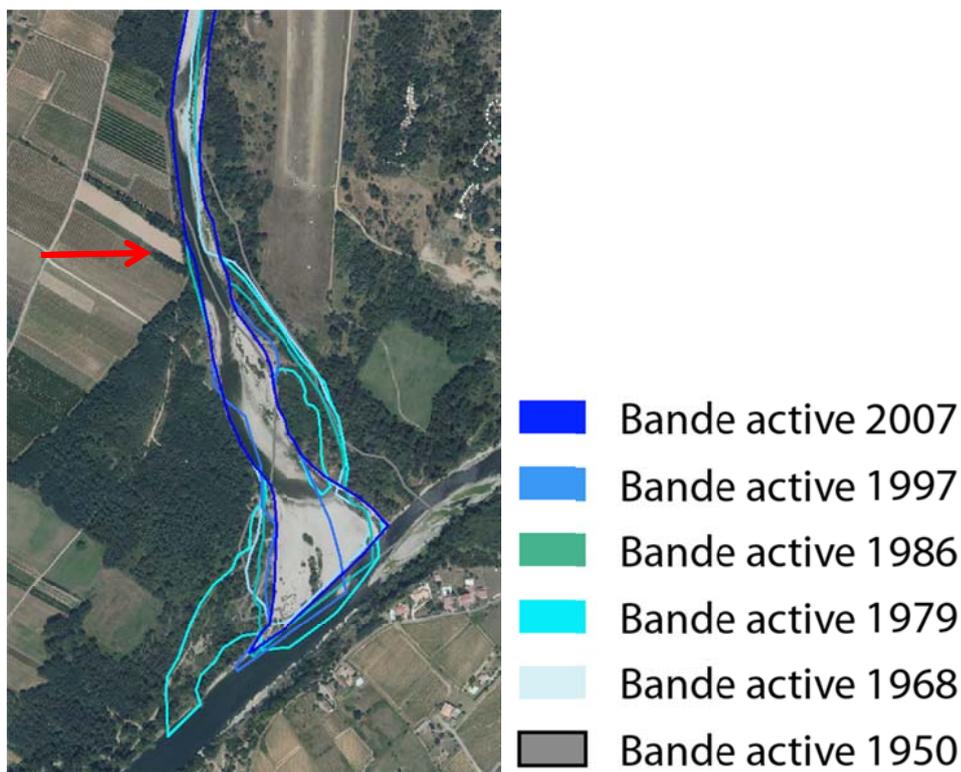


Figure 5 - Evolution des profils en long de la Beume entre le pont de Peyroche et la confluence avec l'Ardèche entre 2013 et 2017. Fond (FD) et Fil d'eau = ligne d'eau (FE)

### *b. Quelles évolutions en plan ?*

Entre 1950 et aujourd'hui, la zone aval de la Beume (donc du secteur d'étude), est le seul secteur actif présentant un réel déplacement. On note également que le secteur érodé du site n'a jamais été compris dans la bande active de la Beume sur cette période ; les déplacements et les élargissements ayant plutôt eu lieu légèrement en aval comme le présente la figure ci-dessous.



**Figure 6 - Présentation de l'évolution des bandes actives entre 1950 et 2007 sur l'aval de la Beaume et localisation de l'érosion de berge (flèche rouge)**

Sur un linéaire d'1,5 km depuis la confluence avec l'Ardèche, seuls deux courts secteurs ont montré une tendance au déplacement :

- Tout d'abord, au droit de l'érosion de berge objet de l'étude : 7m de recul en moyenne du haut de berge sur 160m de linéaire d'érosion (valeur entre 2.5 et 12m). Ainsi, la perte de superficie de haut de berge à haut de berge d'une période à l'autre est de l'ordre de 1 120 m<sup>2</sup>.
- En rive droite et en amont direct de la confluence, où un recul de l'ordre de 20m du haut de berge, sur un linéaire 170m est constaté.

En observant les orthophotographies de 2007 et de 2017 (image google map de 2016 ou 2017, présentées plus loin), on remarque les points suivants :

- En 2007, la largeur moyenne de la bande active du secteur est de l'ordre de 45m (en excluant l'aval de la zone à la confluence avec l'Ardèche, bien plus large),
- En 2007 toujours, au droit de l'érosion, un resserrement est constaté puisque la bande active n'est ici que de 38m de large en moyenne,
- En 2017, la largeur moyenne au droit du secteur érodé est passée à 48m.

Ainsi, sur la période, l'élargissement de la bande active s'est fait sentir au droit du site qui initialement était légèrement plus étroit que le cours amont ou aval. D'un point de vue de leur ampleur, ces déplacements restent assez modestes, à l'image de ceux observés sur la Beaume depuis 60 ans.

### *c. La berge érodée et le méandre*

L'érosion sur la berge rive droite, de P4.1 à P7 (cf. carte en annexe), mesure 180 mètres environ.

Cette érosion se présente sous forme d'un talus instable en graviers et galets, de pente ~2/1 à 3/1, surmonté par un escarpement de terre sur environ 1 m (sujet au ruissellement).

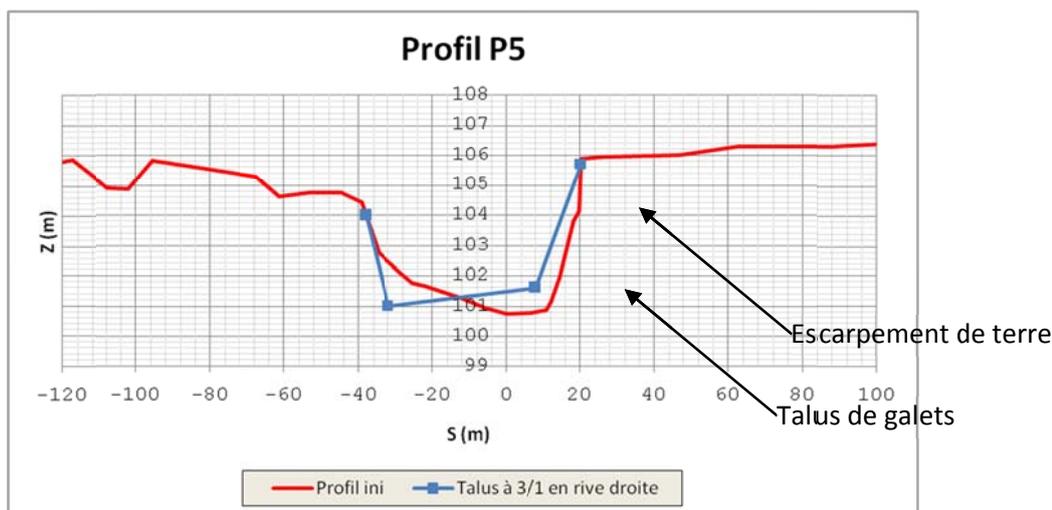


Figure 7 - Présentation d'un profil en travers de la berge érodée

En crue, plusieurs facteurs contribuent au recul de la berge en rive droite :

- Les plus grandes profondeurs, et la veine principale de courant sont à droite. L'arrachement des particules se fait donc en majorité à droite (fond, pied de berge)
  - Du fait de la présence d'un coude (ce coude est faible, 20°), il y a un mouvement circulaire dans le sens des aiguilles d'une montre. Ce mouvement favorise l'érosion du talus
  - Le talus en rive droite est composé de graviers et de sables : il est très friable. Sa pente (variable selon les profils, en moyenne de 2.5/1 en tout cas < 3/1) correspond à celle d'un tas de sable sans aucune compétence
  - Absence de végétation en berge
- ⇒ le talus de graviers roule, la couche de terre s'effondre. L'ensemble recule.

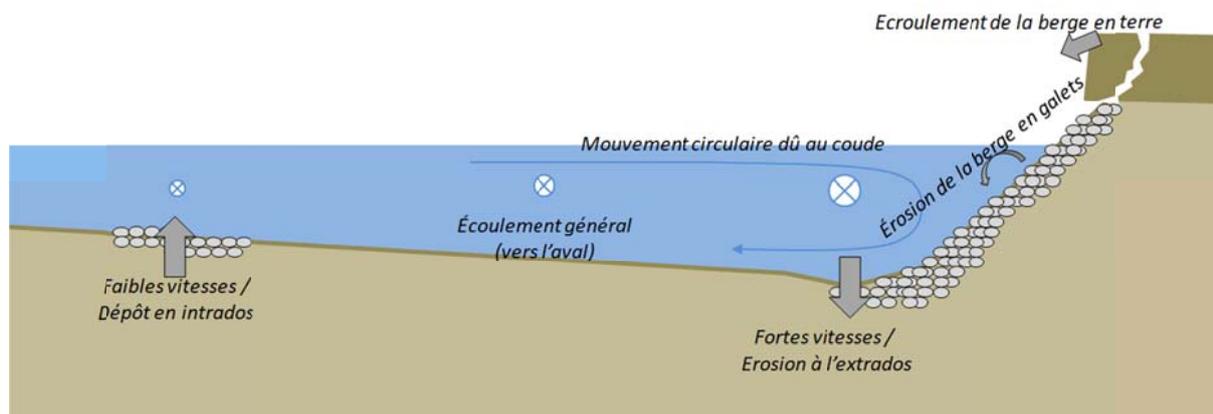


Figure 8 - Schéma expliquant l'érosion en rive droite (hors ruissellement agricole qui lessive les terrains)

On aura noté que la berge érodée se trouve dans un extrados de méandre. Ce méandre est peu marqué : il a un rayon de courbure de 700 mètres, soit plus de 10 fois la largeur plein bord de la Beume, et les directions amont / aval forment un angle de 20 degrés.



**Figure 9 - évaluation du rayon de courbure du méandre et du changement de direction**

Ce méandre provoque une surélévation locale de la ligne d'eau, en rive droite, qui peut être calculée : elle est proportionnelle carré de la vitesse moyenne de l'écoulement, et inversement proportionnelle au rayon de courbure du méandre. Au droit de l'érosion, elle est de l'ordre de 10 cm en crue trentennale de la Beume.

#### *d. Caractérisation de l'évolution à terme*

Concernant l'évolution à terme de cette zone d'érosion, il y a tout lieu de penser que :

- Le déplacement du cours d'eau pourra se poursuivre, mais à un rythme très lent et lors de crues importantes essentiellement
- En aucun cas il est envisageable de constater un déplacement du cours d'eau « au sein de la plaine » mettant en péril de grande superficie de terrain. Il n'y a donc pas de changement significatif de tracé du cours d'eau à attendre
- Cependant, il est clair que le merlon présent en rive gauche au droit de l'érosion joue un rôle hydraulique non négligeable sur cette situation

## **2.2. Analyse des ruissellements et constats post-crue et post-précipitations**

### **2.2.1. Crues de 2014 et ruissellement de 2015**

Lors de crues successives de l'automne 2014 (notamment celle du 19/9/2014) et à un épisode pluvieux remarquable en septembre 2015, deux types de désordres sont apparus au droit du site étudié :

- un recul de la berge initiée par la Beume en direction des surfaces cultivées ;
- une érosion des terrains agricoles initiée par le ruissellement issu de ces terrains et du versant en rive droite.

Déjà présente avant les crues de 2014, cette érosion de berge s'est accompagnée d'un recul en direction des terrains agricoles.



**Figure 10 - Vue de l'érosion de berge en rive droite de la Beaume (juillet 2017)**

En 2015, suite à de fortes précipitations, le ruissellement a lessivé les terrains agricoles sur la partie du haut de berge.



**Figure 11 - Vue de la zone de lessivage des terrains agricoles (juillet 2017)**

### 2.2.2. Analyse des ruissellements

On entend ici le lessivage des terrains agricoles au droit de l'érosion de berge.

Le sol a ainsi été lessivé et érodé de manière plus ou moins prononcée, sur une superficie de 710m<sup>2</sup> environ (qui s'ajoutent au 1 120m<sup>2</sup> perdus par érosion de la berge lors des crues).

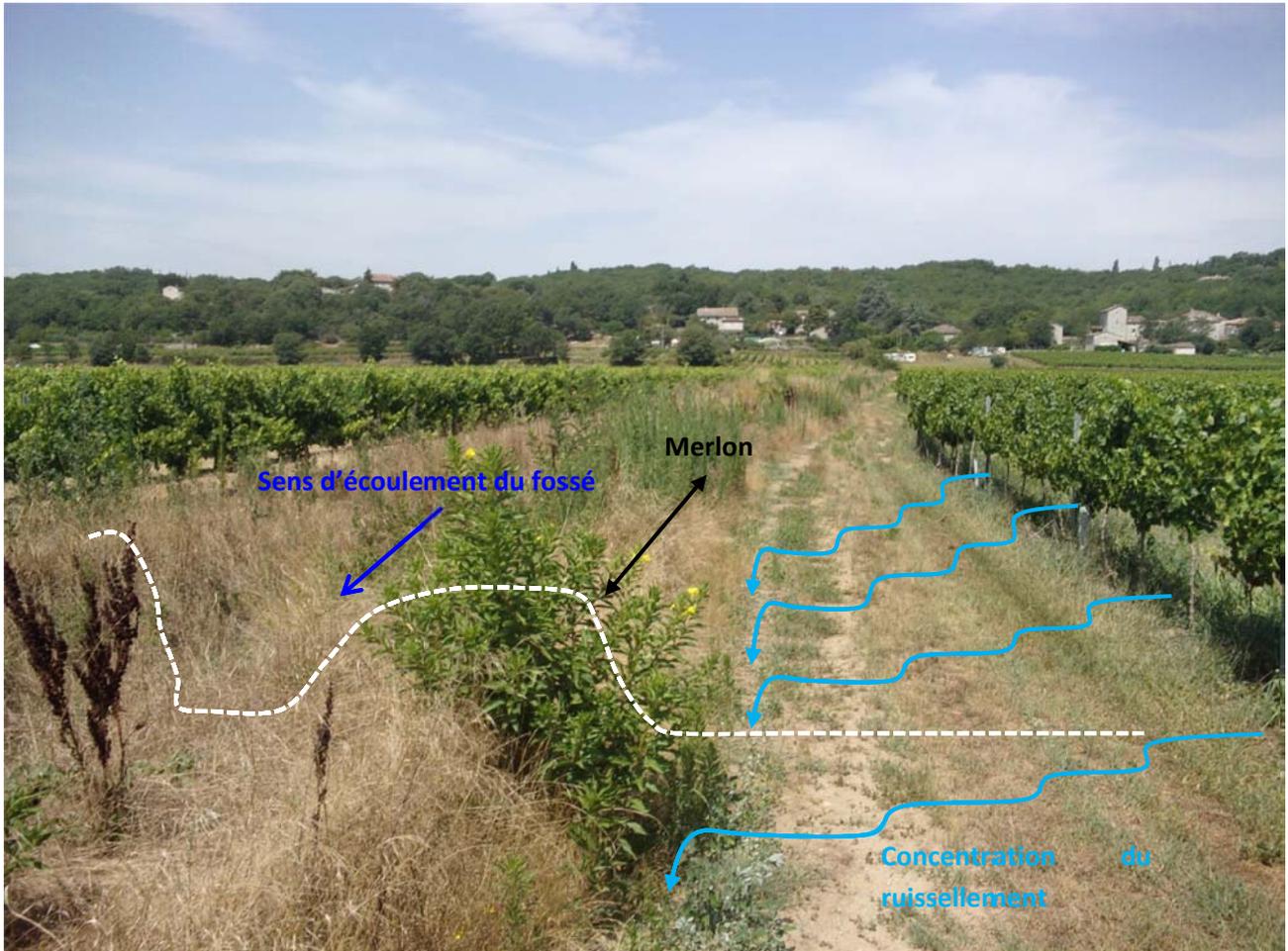
Le fonctionnement de ce processus a vraisemblablement été le suivant :

- Episode pluvieux très intense en septembre 2015
- Formation d'un ruissellement sur les versants et la plaine, facilité entre autres par :
  - o Le type de culture (vignes essentiellement) sans couvert herbacé
  - o une pente nord-sud de la plaine, de l'ordre de 0,5% (60cm environ sur 120m)
  - o une pente nord-ouest/sud-est de la plaine en direction du cours d'eau, de l'ordre de 0,25% à 0,35 (30 à 50cm en moyenne de différence depuis le chemin jusqu'au haut de berge, soit sur 160m en moyenne)
- La concentration des écoulements de ruissellement favorisée par la présence d'un merlon en haut de berge rive gauche du fossé, empêchant les eaux de le rejoindre afin d'être évacuées et les contraignant en direction de la zone lessivée
- Une absence de végétation en bas de cultures permettant de freiner les vitesses du ruissellement et donc leur capacité érosive et/ou de maintenir les terrains

- Ce lessivage s'est réalisé en 2015 c'est-à-dire après le déplacement du cours d'eau initié par la crue de 2014

En l'absence d'intervention et/ou de modification des pratiques agricoles, le lessivage des terrains se poursuivra.

Ci-dessous, un schéma superposé à deux photographies aériennes présente l'ensemble de ces éléments d'explication.



**Figure 12 - Présentation de la configuration au droit du fossé : un merlon en haut de berge rive gauche empêche les écoulements de le rejoindre et sont ainsi concentrés**

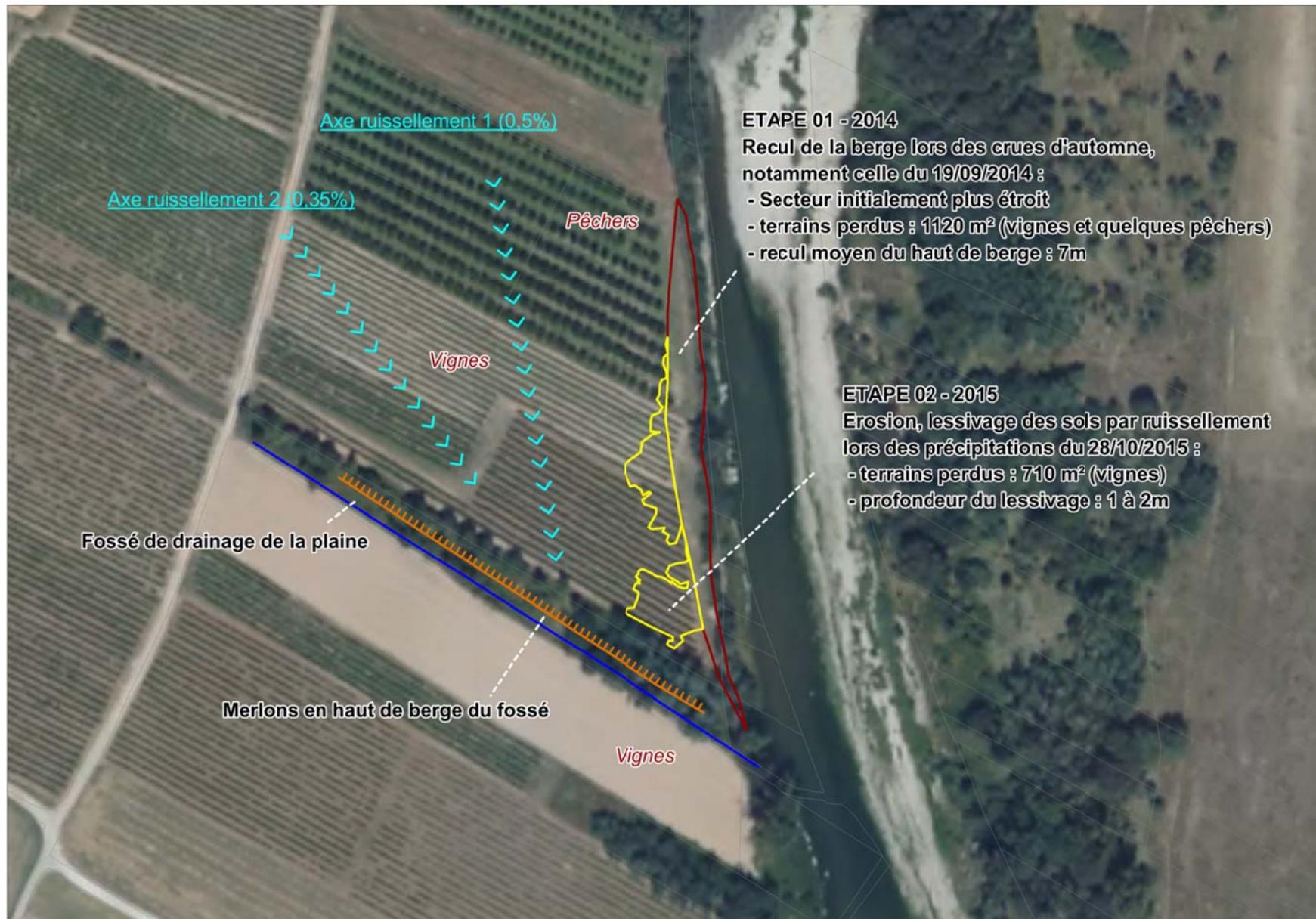


Figure 13 - Schéma explicatif sur orthophotographie 2007

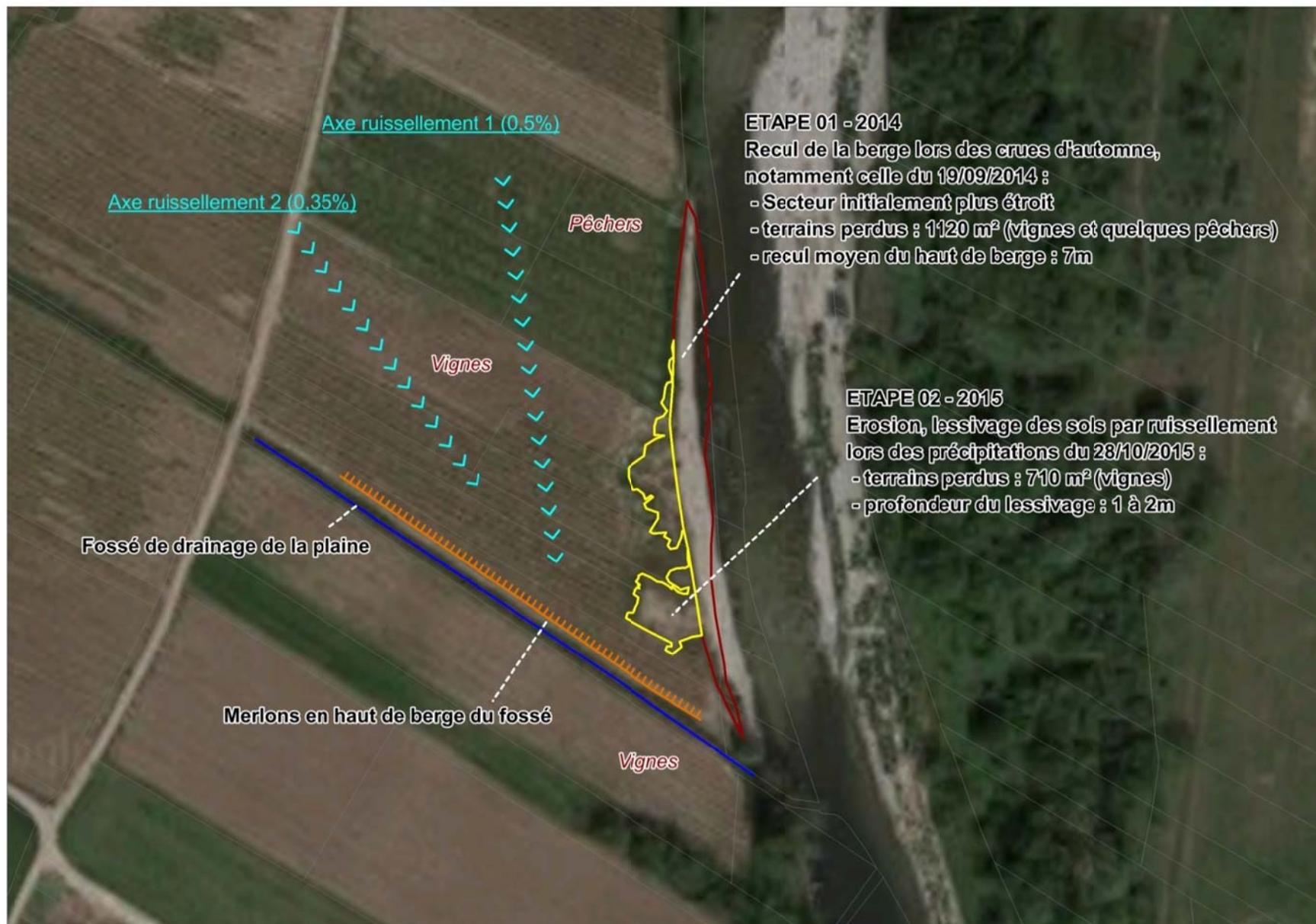


Figure 14 - Schéma explicatif sur photo aérienne (google map) en date de 2016 ou 2017

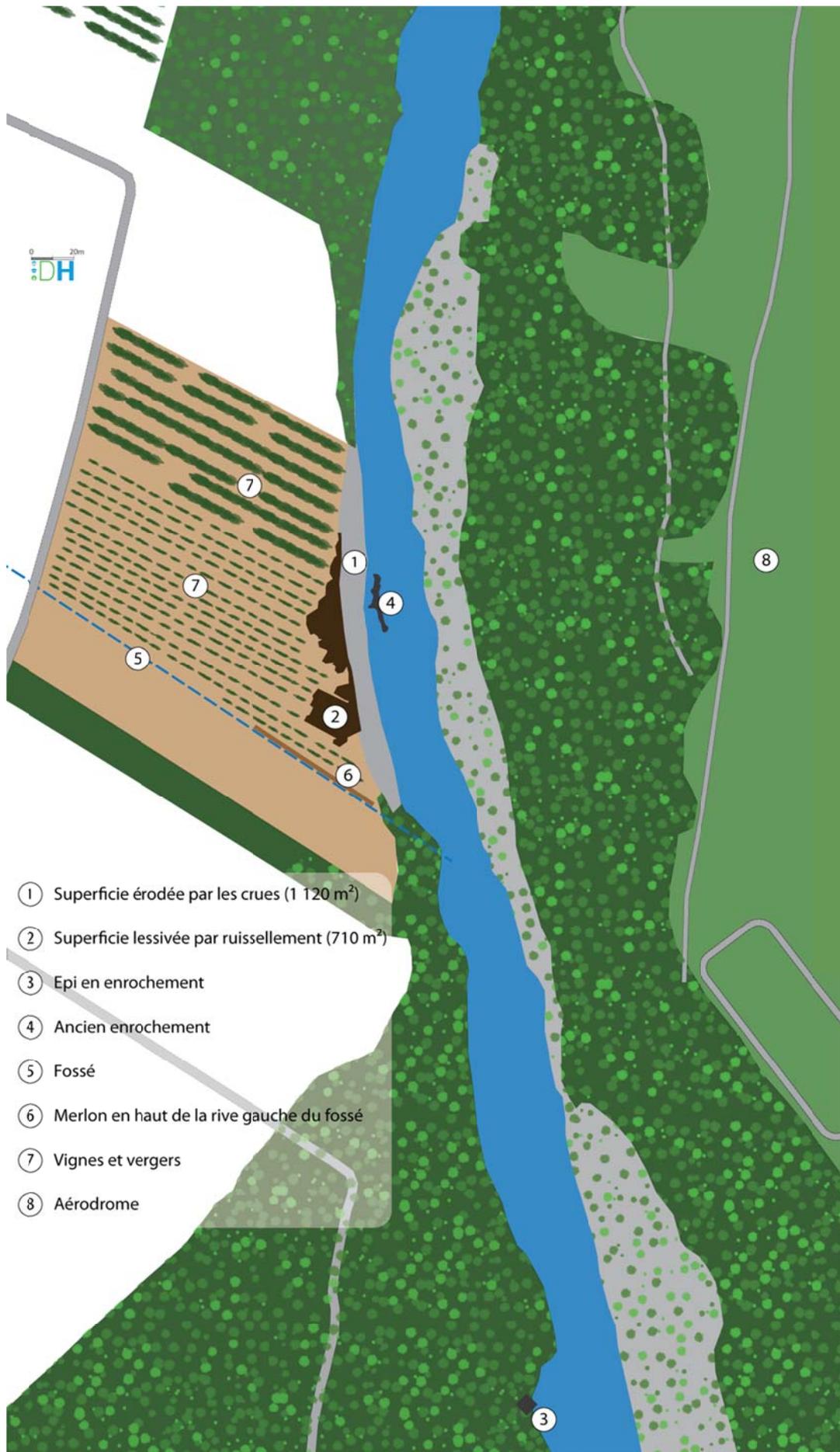


Figure 15 - Etat actuel - schéma

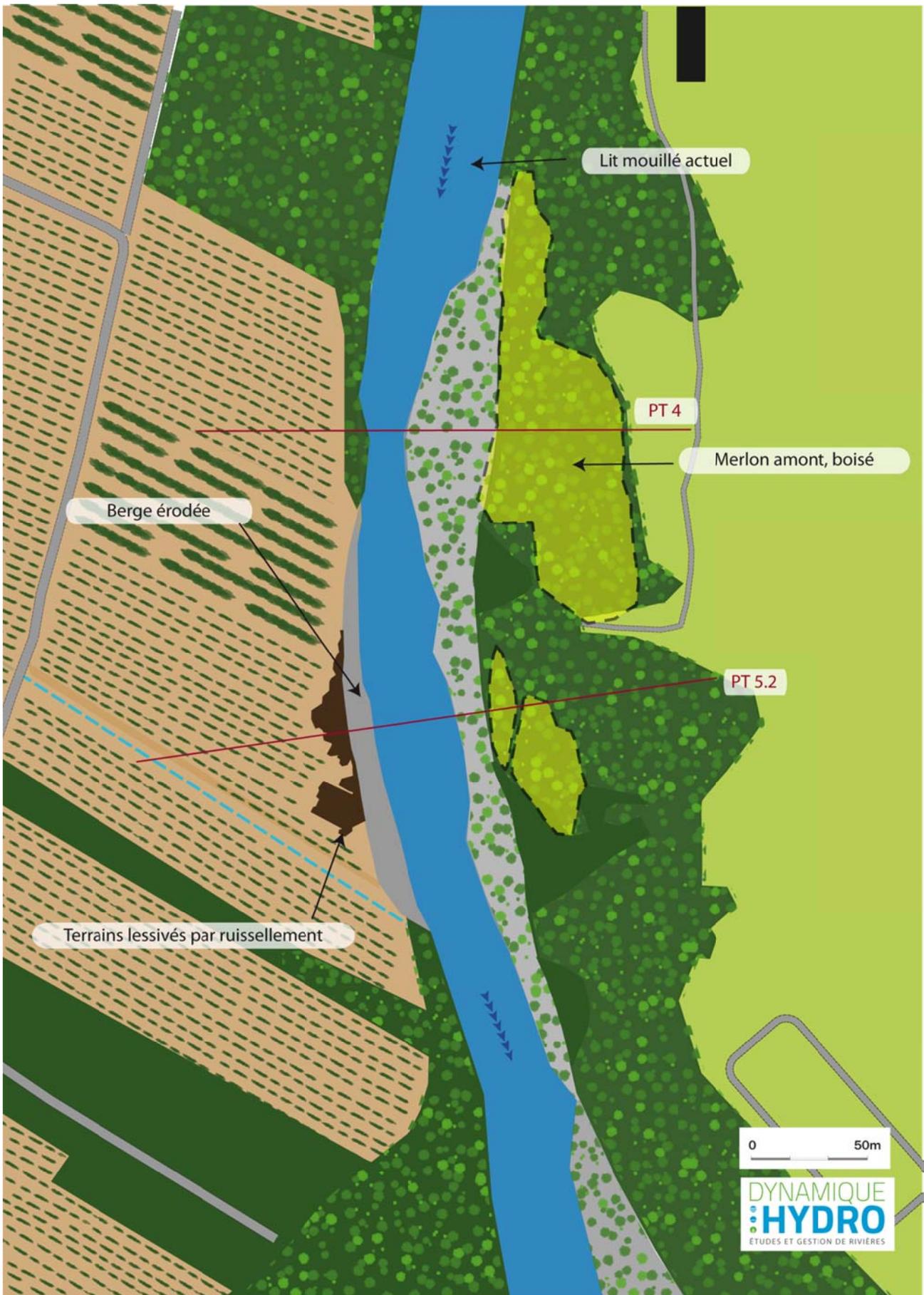


Figure 16 - Etat actuel – schéma avec localisation des merlons

## 2.3. Eléments hydrologiques et hydrauliques : quels fonctionnements aujourd'hui ?

### 2.3.1. Données hydrologiques disponibles et analyse

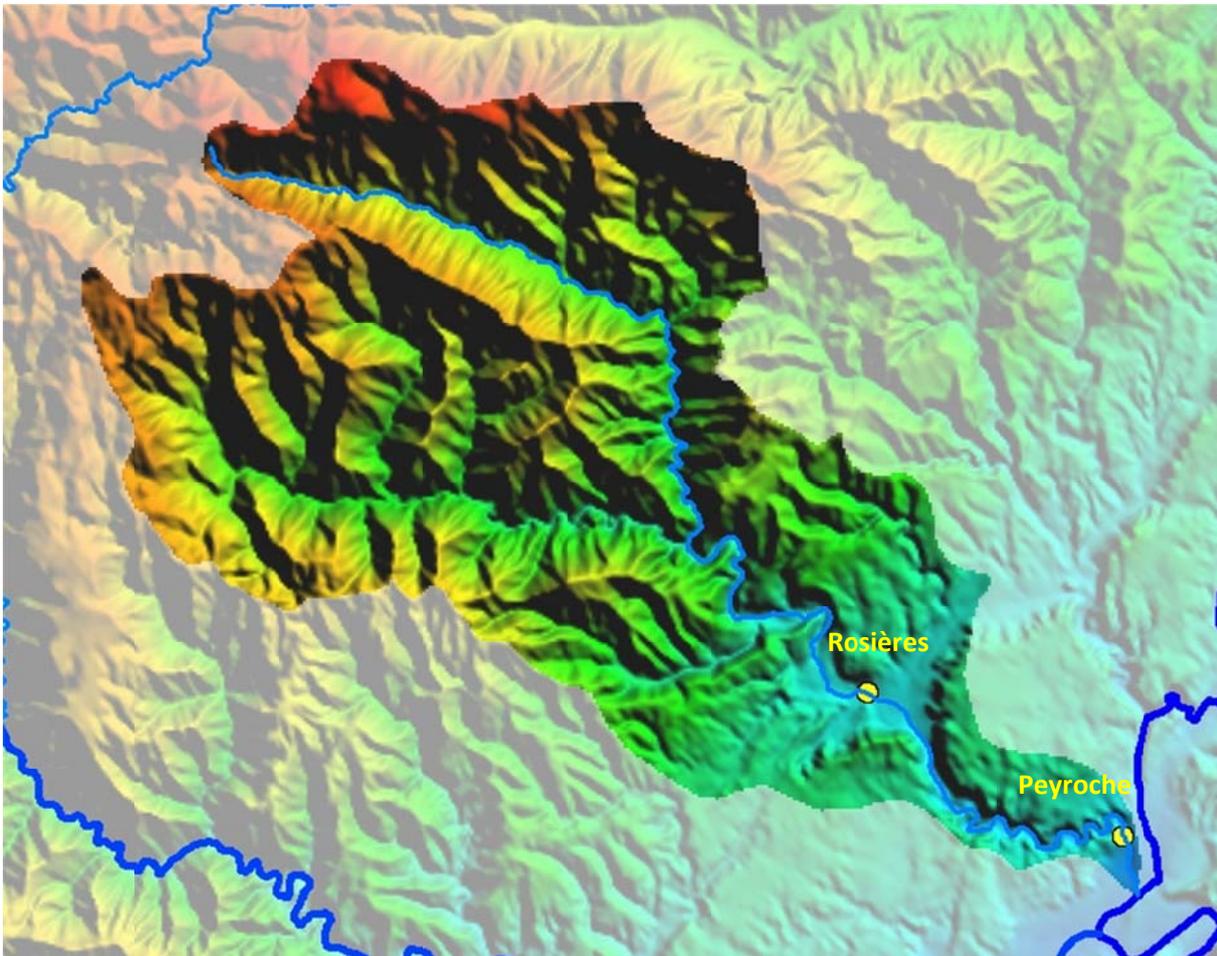


Figure 17 - Localisation des stations de mesure hydrologique du bassin versant de la Beaume

La station de Rosières est la référence du bassin versant de la Beaume. Elle est en place depuis 1992, mais nous ne disposons de ses données que depuis 1999. En outre elle a eu plusieurs périodes de dysfonctionnement : pas de données

- Du 29 octobre 1999 au 1<sup>er</sup> mai 2000 (185 jours)
- Du 21 juin au 19 septembre 2000 (90 jours)
- Du 31 décembre 2000 au 23 septembre 2001 (266 jours)
- Du 25 décembre 2001 au 24 août 2002 (242 jours)
- Du 13 décembre 2002 au 1<sup>er</sup> avril 2003 (109 jours)

Les années 1999 à 2002<sup>1</sup> ont donc été supprimées de l'échantillon analysé.

Les plus fortes crues de chaque année depuis 2003 sont répertoriées dans le tableau ci-après, à gauche :

<sup>1</sup> Les années hydrologiques commencent en septembre et se terminent en août – l'année 1999 par exemple va du 1<sup>er</sup> septembre 1999 au 31 août 2000.

Date	Q (m <sup>3</sup> /s)	Date	Q (m <sup>3</sup> /s)
02 déc. 2003	199	28 Oct. 2004	243
28 oct. 2004	243	17 Nov. 2006	230
04 nov. 2005	146	22 Oct. 2008	283
17 nov. 2006	230	1 Nov. 2008	293
22 nov. 2007	161	7 Sep. 2010	266
01 nov. 2008	293	23 Déc. 2010	222
11 mai 2010	158	4 Nov. 2011	371
07 sep. 2010	266	23 Oct. 2013	261
04 nov. 2011	371	19 Sep. 2014	938
18 mai 2013	130	12 Oct. 2014	407
23 oct. 2013	261	3 Nov. 2014	412
19 sep. 2014	938	14 Nov. 2014	463
28 oct. 2015	424	28 Oct. 2015	424
		22 Nov. 2016	435

Figure 18 - Information sur les débits de crue mesurés : à gauche, la plus forte crue mesuré chaque année à Rosières, à droite, les plus fortes crues mesurées entre 2003 et 2017 à Rosières.

La crue de septembre 2014 est de loin la plus forte de la période.

Si on sélectionne non plus une crue par an mais les plus fortes crues de la période 2003-2017, on obtient le tableau ci-avant à droite.

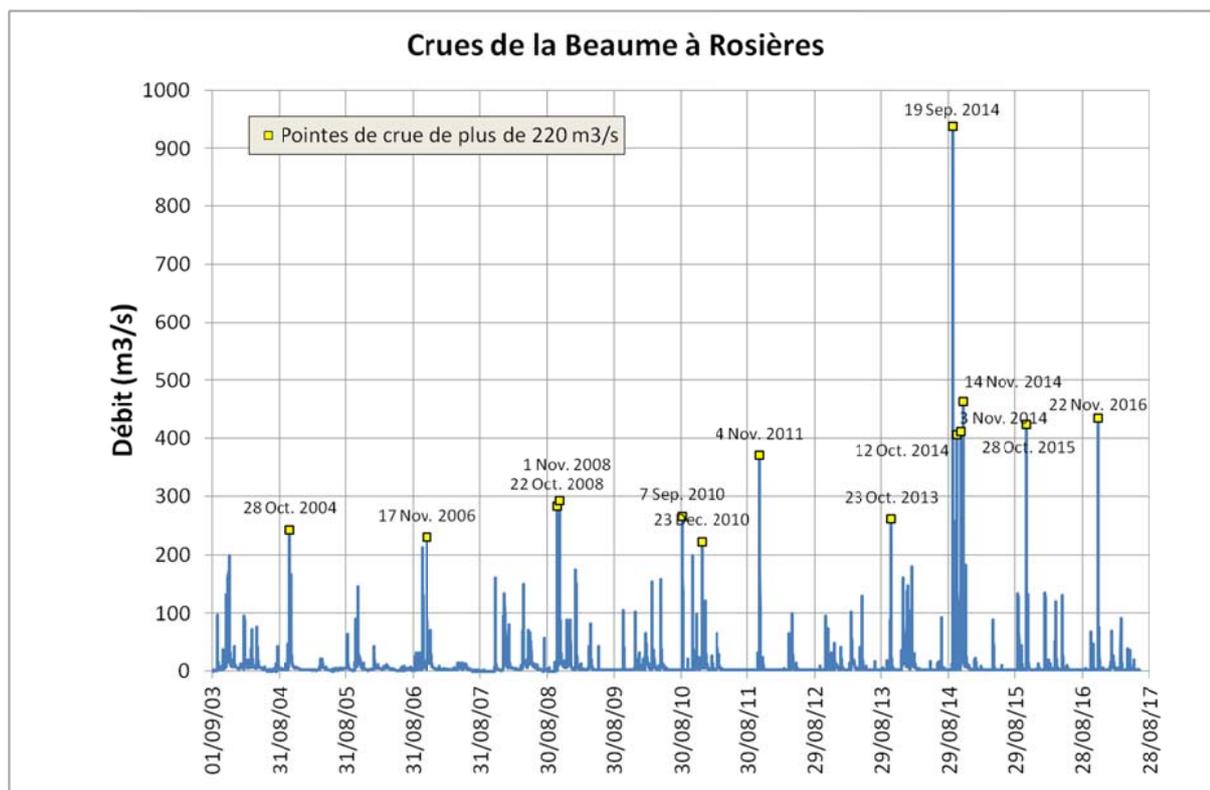


Figure 19 - Enregistrement des débits de la Beume à Rosière (septembre 2003 à juin 2017)

Parmi les 14 crues de plus de 220 m<sup>3</sup>/s sélectionnées, 4 des 6 plus fortes ont eu lieu à l’automne 2014, les deux autres aux automnes 2015 et 2016. L’automne 2014 apparaît donc comme particulièrement intense en termes de crues, donc d’évolution morphologique.

La station de Peyroche n’est entrée en fonctionnement qu’au printemps 2012. Elle ne dispose donc que de 5 années de données à ce jour.

On y retrouve la même organisation des crues, avec

- Un décalage temporel de l'ordre d'une heure (38 à 105 minutes) du pic de crue
- Une augmentation de la pointe de débit variable selon les crues, de + 37 m<sup>3</sup>/s pour la crue du 19 septembre 2014 (+4%), à +228 m<sup>3</sup>/s pour celle du 3 novembre 2014 (+55%)

Le débit de pointe à Peyroche augmente bien par rapport à celui de Rosières, mais cette augmentation ne suit que moyennement celle de la taille du bassin versant (figure ci-après).

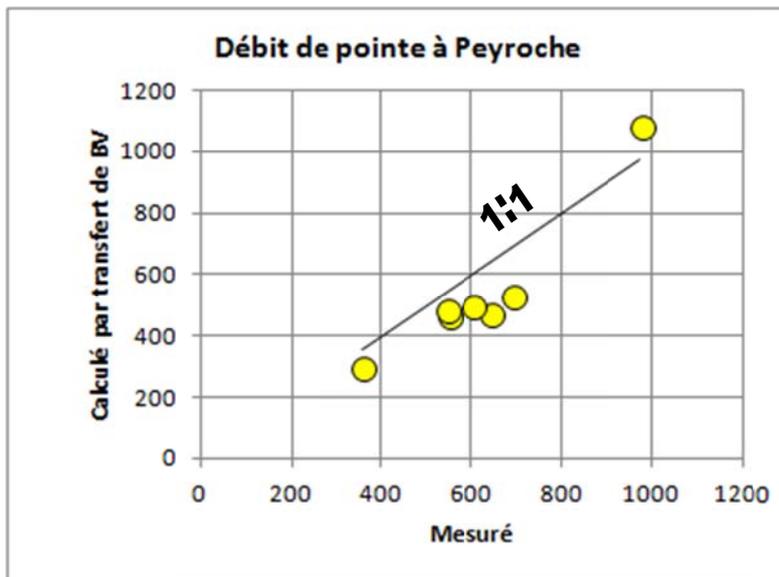


Figure 20 - Débits de pointe à Peyroche, mesurés et calculés par transfert de bassin versant à partir du débit de point à Rosière

### 2.3.2. Débits caractéristiques

L'application d'une régression sur les débits de crues annuelles à Rosières donne les valeurs suivantes :

- Crue biennale (Q<sub>2</sub>) : 258 m<sup>3</sup>/s
- Crue quinquennale (Q<sub>5</sub>) : 377 m<sup>3</sup>/s
- Crue décennale (Q<sub>10</sub>) : 457 m<sup>3</sup>/s

Plusieurs stations pluviométriques sont installées sur le bassin versant de la Beume et dans son environnement proche : Stations de Joyeuse, Sablières, Valgorge, Loubaresse ; Mayres (5 km), Saint-Laurent-les-Bains (6.5 km), Saint-Pierre-Saint-Jean (5 km), les Vans (7 km), Bessas (10,5 km). Les données de ces stations nous donnent pour le bassin de la Beume les valeurs suivantes de pluie décennale et centennale :

Caractéristiques des pluies fortes et extrêmes (mm/j)	P <sub>10</sub>	P <sub>100</sub>	Gradex <sup>2</sup>
Minimum	139	204	28
Maximum	252	359	46
Moyenne pondérée	193	276	35

L'application de la méthode du Gradex donne un débit centennal de l'ordre de 1200 m<sup>3</sup>/s. L'étude de référence sur le bassin versant de l'Ardèche<sup>3</sup> donne une valeur similaire : 1243 m<sup>3</sup>/s. C'est cette valeur que nous retiendrons.

<sup>2</sup> Le Gradex est le Gradient des pluies Extrêmes

Les débits de crue de référence à Rosières et ceux à la confluence avec l'Ardèche sont donc représentés dans le tableau suivant.

Crue	Q <sub>2</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>10</sub>	Q <sub>20</sub>	Q <sub>30</sub>	Q <sub>50</sub>	Q <sub>100</sub>
Débit Rosières (station)	258	377	457	698	836	1009	1243
Débit confluent Ardèche (recalculés par calcul de bassin versant à la puissance 0.8)	299	436	529	807	968	1168	1438

La crue du 19 septembre 2014 aurait ainsi une période de retour de 40 ans. Les crues qui ont suivi, avec un débit compris entre 400 et 450 m<sup>3</sup>/s, ont des périodes de retour comprises entre 6 et 10 ans. Ce point est donc à mettre en relation avec les évolutions latérales de la Beaume somme toutes assez faibles : 7m en moyenne, de déplacement latéral au cours d'une crue assez rare (Q40).

### 2.3.3. Hydraulique

Nous avons réalisé à l'aval de la Beaume 16 profils en travers, sur une distance de 731 m, soit en moyenne un profil tous les 45 m. Ces profils sont localisés sur la carte ci-dessous.

<sup>3</sup> Schéma d'aménagement et de gestion des risques liés aux crues du bassin versant de l'Ardèche, étude réalisée en 2016 par BRL pour le compte du Syndicat Ardèche Claire

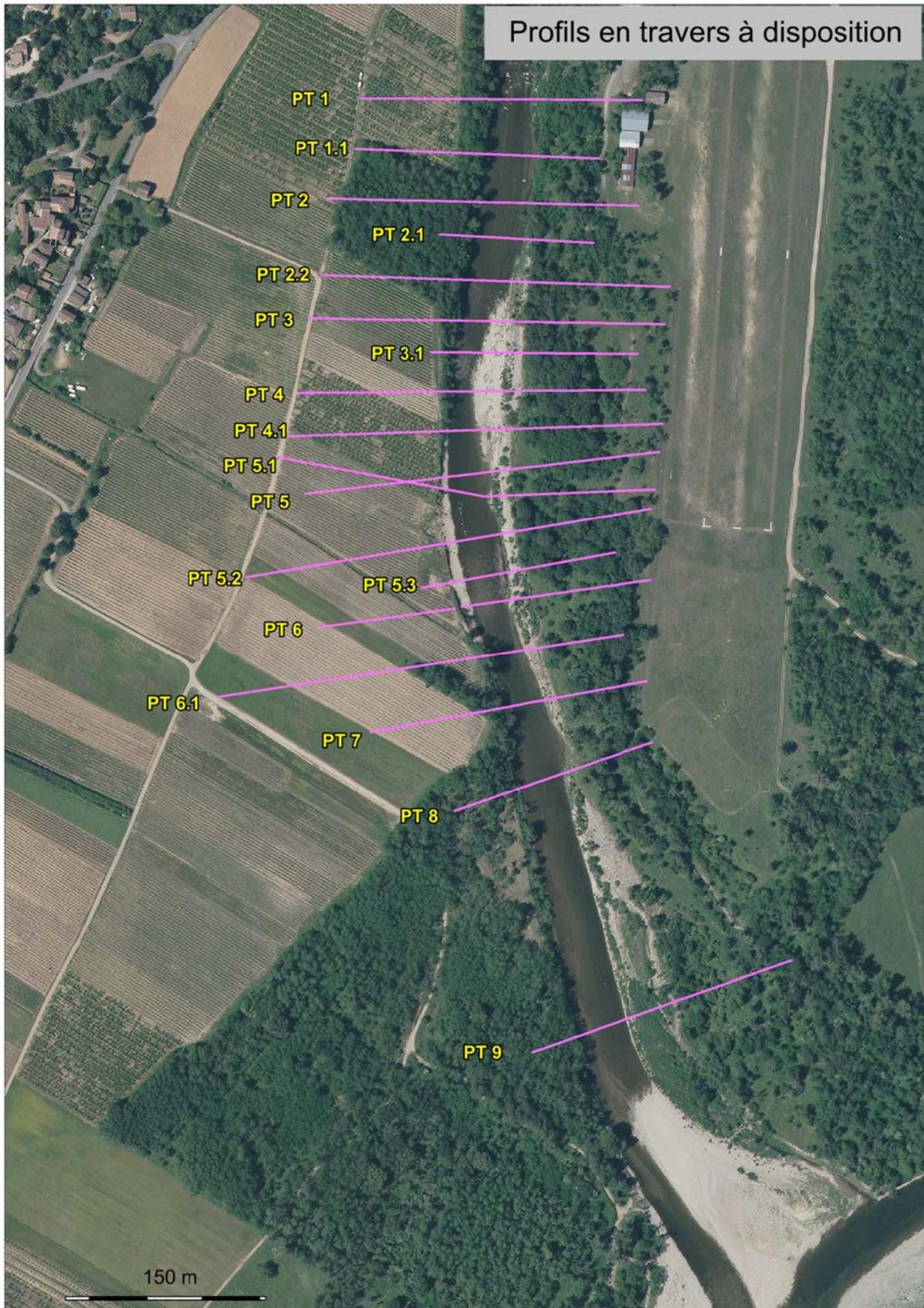


Figure 21 - Localisation des profils en travers levés dans le cadre de l'étude, et localisation de la zone d'érosion (encadré rouge)

### a. L'influence de l'Ardèche à prendre en compte

La Beume se jette dans l'Ardèche, 300 mètres à l'aval du profil P9. La cote de l'Ardèche influe donc sur celle de la Beume dans le secteur d'étude.

Les pointes de crues de l'Ardèche ne sont pas concomitantes avec celles de la Beume. Une étude de concomitance a été réalisée par BRL<sup>4</sup>. Le bureau d'études s'est attaché à la fréquence des crues de la Beume et du Chassezac en même temps qu'une crue de période de retour donnée de l'Ardèche. Sur cette base, nous avons choisi les concomitances présentées dans le tableau ci-dessous.

Cas 1 : Crue de la Beume prépondérante				Cas 2 : Crue de l'Ardèche prépondérante			
La Beume		L'Ardèche		La Beume		L'Ardèche	
T ans	Q m <sup>3</sup> /s	T ans	Q m <sup>3</sup> /s	T ans	Q m <sup>3</sup> /s	T ans	Q m <sup>3</sup> /s
2	299	2	764	2	299	2	764
5	436	4	1038	3	364	5	1117
10	529	7	1234	6	455	10	1354
20	807	10	1354	9	514	20	1738
30	968	15	1580	14	651	30	1959
50	1168	25	1860	23	859	50	2529
100	1438	40	2280	40	1083	100	2935

**Figure 22 – Présentation des débits et des temps de retour associés lors des crues concomitantes de la Beume avec celles de l'Ardèche. Par exemple : dans le cas 1 (crue de la Beume prépondérante) pour une crue de retour 30 ans sur la Beume, l'Ardèche présentera un débit de retour 15 ans.**

L'influence de la cote de l'Ardèche (les cotes de l'Ardèche au confluent ont été recalculées à partir des données de l'étude Artélia de 2014<sup>5</sup>) sur l'aval de la Beume est très importante. Les figures ci-dessous présentent cette influence en considérant les deux cas présentés précédemment :

- Cas 1 : Crue de la Beume,
- Cas 2 : crue de l'Ardèche

On constate ainsi que :

- Plus on monte en période de retour (donc en rareté), plus le remous de l'Ardèche se fait sentir sur la Beume, et plus la crue de l'Ardèche remonte dans la Beume et donne des niveaux d'inondations plus hautes que celle de la Beume.
- **Dans tous les cas** (crue de l'Ardèche ou crue de la Beume), la pente de la ligne d'eau de la Beume (donc la vitesse du cours d'eau, donc sa puissance) est contrôlée par le niveau de l'Ardèche.

<sup>4</sup> *op. cit.*, Voir note 3 p. 25

<sup>5</sup> Étude Hydrologique et hydraulique sur le bassin versant de l'Ardèche et de ses principaux affluents, Étude réalisée en 2014 par Artélia pour la Direction Départementale des Territoires de l'Ardèche

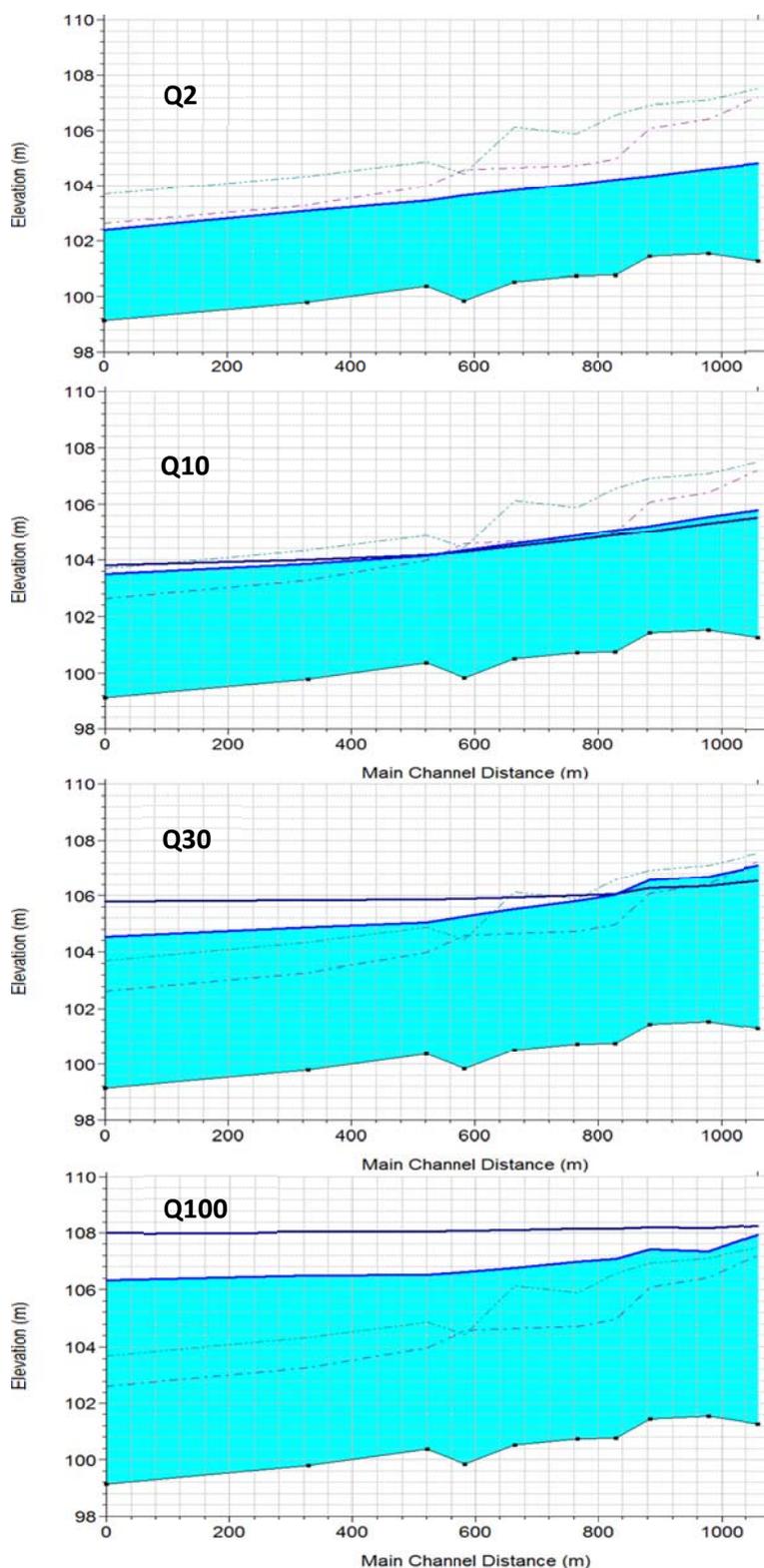
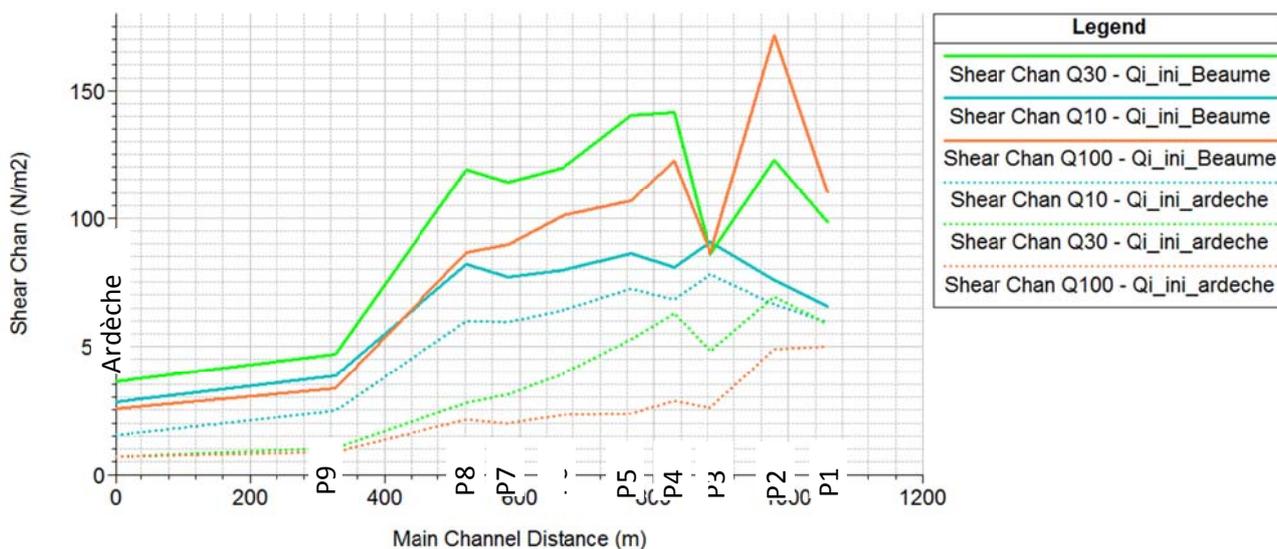


Figure 23 - Résultats des modélisations : cotes calculées sur la Beume aval (en abscisse : la distance au confluent de l'Ardèche). Cote calculée avec une crue de la Beume ( ) et avec une crue de l'Ardèche ( ). Les pointillés représentent les berges (vert : rive droite ; rouge : rive gauche)

*b. Que dire des forces tractrices ?*

Les forces tractrices moyennes sur le chenal (lit moyen) sont représentées ci-après :



**Figure 24 - Forces tractrices moyennes sur le chenal principal - Crue de la Beaume en trait continu, de l'Ardèche en pointillés**

Dans un cas « courant », les forces tractrices augmentent avec le débit de crue.

Ici, le remous de l'Ardèche réduit ces forces :

- elles sont bien moindres dans le cas 2 (crue de l'Ardèche) que dans le cas 1 (crue de la Beaume).
- Dans le cas 1 (crues de la Beaume), les forces tractrices en  $Q_{100}$  sont plus faibles qu'en  $Q_{30}$  sur toute la partie avale (P4 à P9) du fait de la faible pente de la ligne d'eau en  $Q_{100}$ .
- Dans le cas 2 (crues de l'Ardèche), on note que les petites crues sont plus actives que les fortes.

**En moyenne, les petites crues sont donc plus actives que les fortes crues à la pointe de débit.**

En revanche, la modélisation unidimensionnelle ne nous permet pas de caractériser les forces locales agissant particulièrement sur la rive droite.

### *c. Analyse des profils en travers*

L'analyse des profils en travers et du terrain montre que :

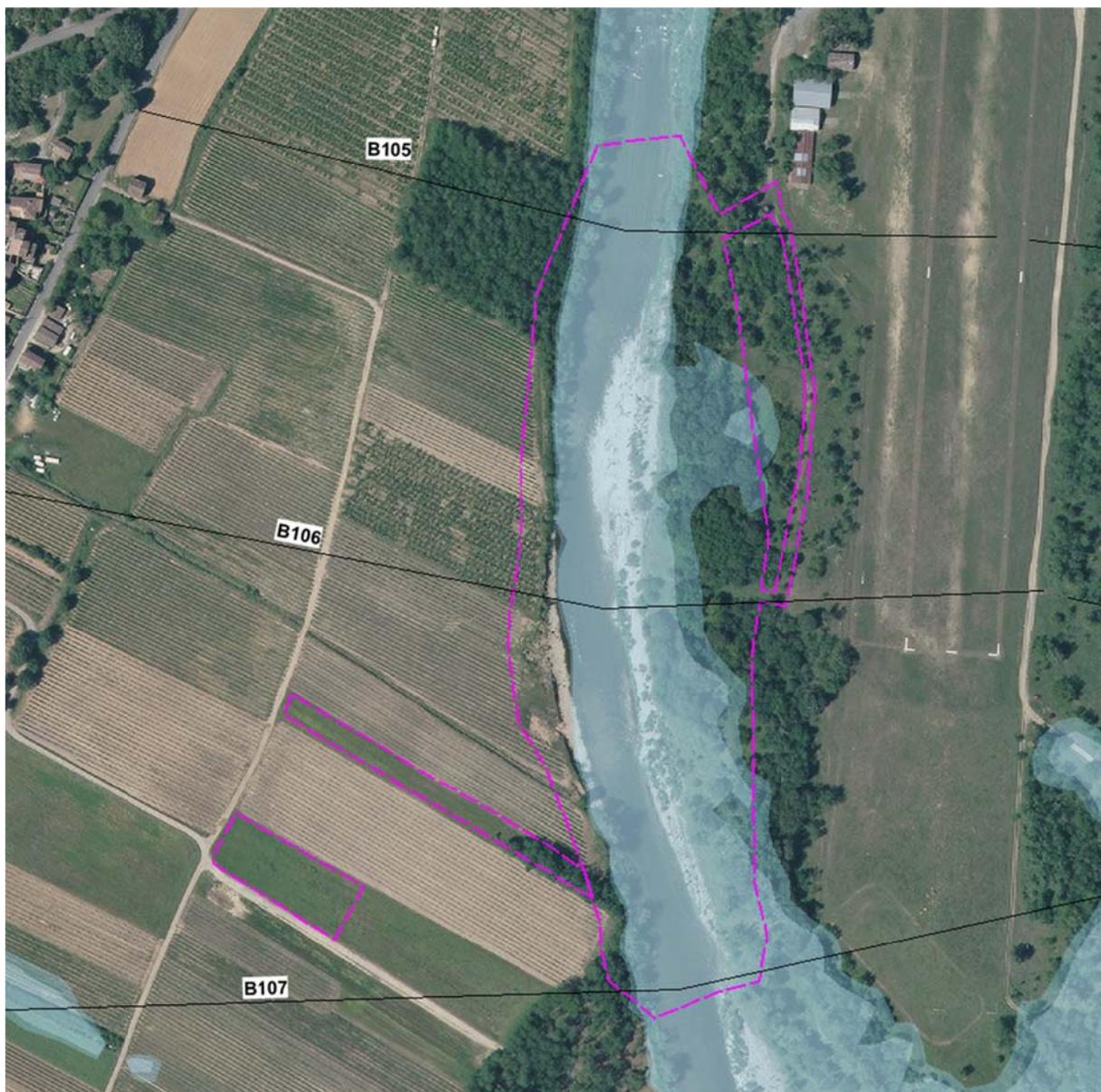
- La rive droite est la berge la plus haute (5 à 6 mètres) et la plus raide : de 3/1 à l'amont (P1), elle passe à 2/1 en P2 et P3, puis 3/2 de P4 à P9.
- La berge gauche est également raide à l'amont (P1 à P4), et s'évase progressivement de P5 à P9
- La veine principale de courant est repérable à la cote de fond : elle est très marquée du côté droit du lit mineur entre P3 et P7 : dans ce secteur le potentiel érosif du cours d'eau s'exerce principalement à droite.
- Lit moyen :
  - o Pas de lit moyen emboîté rive droite : au-delà des 5 à 6 mètres de berge, la Beaume entre dans son lit majeur (vignes, fruitiers)
  - o En rive gauche : ce lit « moyen » est très perché (5 mètres au-dessus du fond, pratiquement à l'altitude du lit majeur) en P1 et P2 ; en P3 il est bas (3 m au-dessus du fond) mais est déconnecté du lit mineur par un merlon imposant ; en P4 il est séparé du lit mineur par un remblai d'une quarantaine de mètres de large et de 1 à 2 mètres de hauteur ; en P5 il est encore perché de 4 mètres au-dessus du fond ;

#### *d. Fonctionnement du secteur en crue*

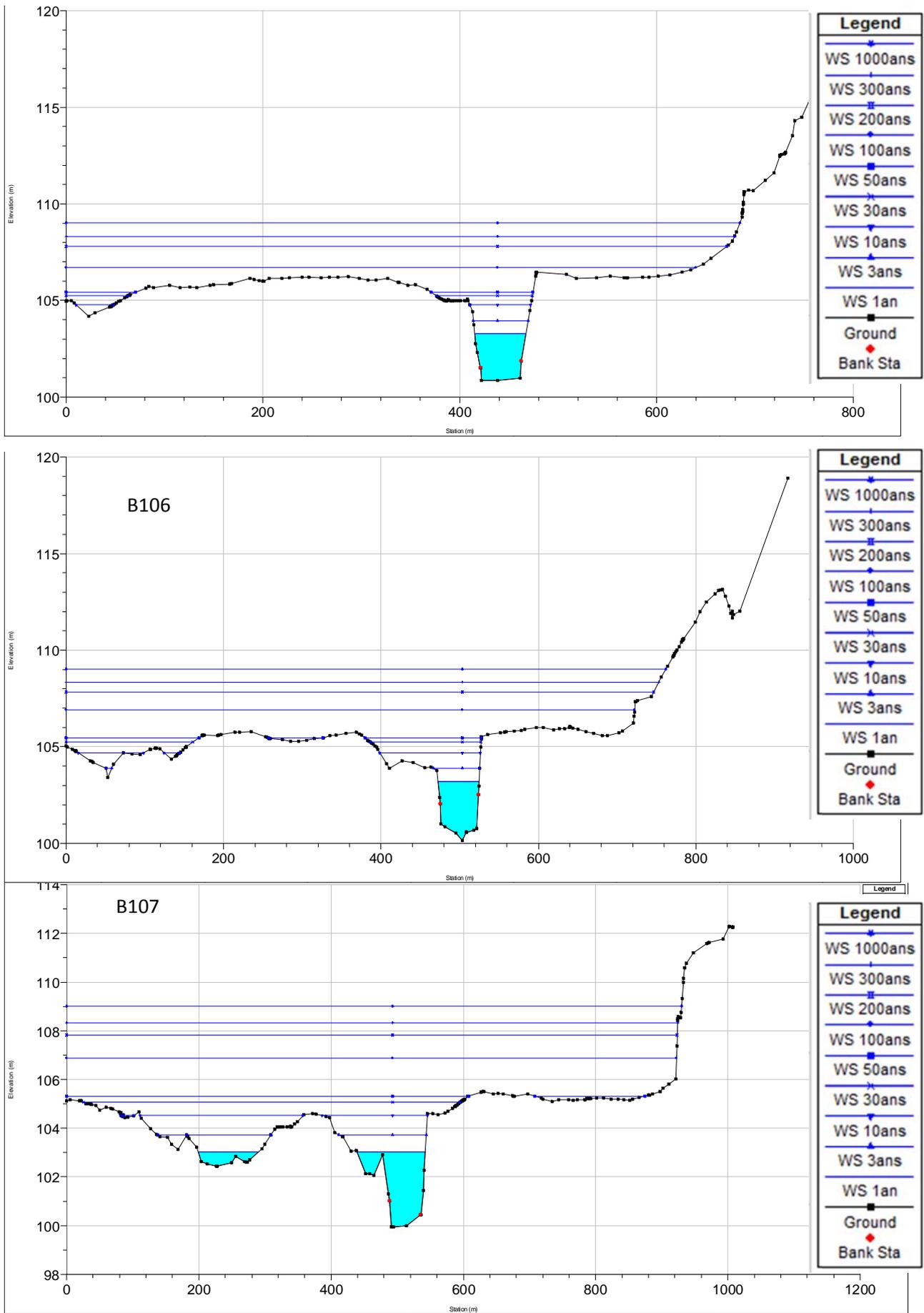
Nous disposons également des enveloppes des zones inondables qui permettent de repérer les éléments suivants :

- En-dessous d'une crue de l'ordre de Q10-Q30, l'inondation se fait sur la rive gauche sans qu'il n'y ait de débordement sur la rive droite dans le secteur érodé. Ce n'est que pour Q30 que les débordements ont lieu, en lien avec les débits de l'Ardèche le plus souvent.
- La zone alluviale déconnectée en rive gauche n'est inondée que pour Q5. En-deçà, les débits de crue sont confinés dans le lit de la Beume
- La totalité de la basse vallée de la Beume est en aléa inondation fort

La situation des différentes cotes de crue sur les trois profils existants du modèle de la DDT est présentée d'amont en aval, sur les figures suivantes.



**Figure 25 - Localisation de profils en travers du modèle sur le secteur d'étude**



**Figure 26 - Profils en travers du modèle DDT (2014) : les débits de crues sont confinés dans un lit étroit, pas de débordement en rive droite avant les plus fortes crues**

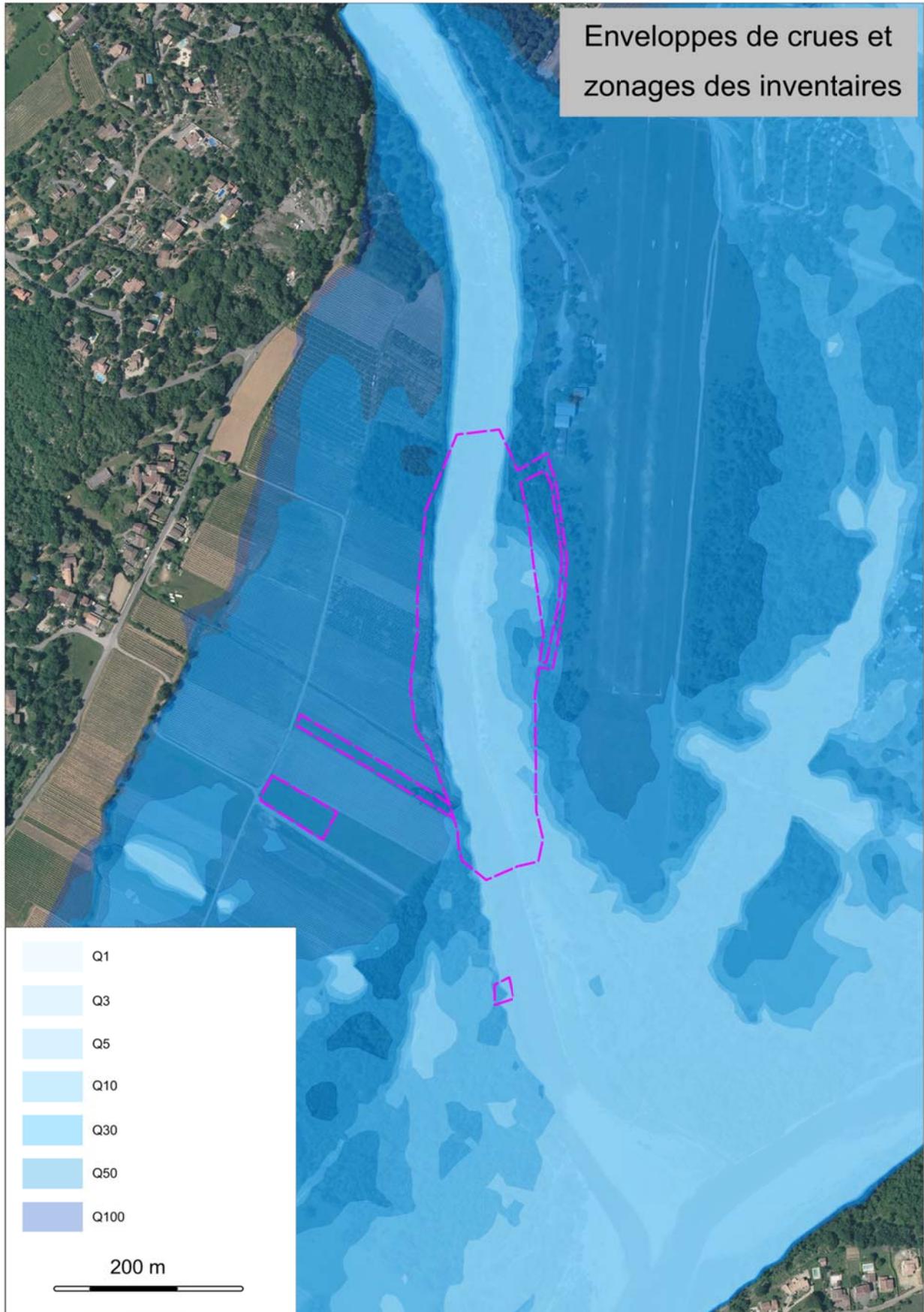


Figure 27 : Emprises des zones inondables entre Q1 et Q100 sur les différents secteurs du périmètre de projet

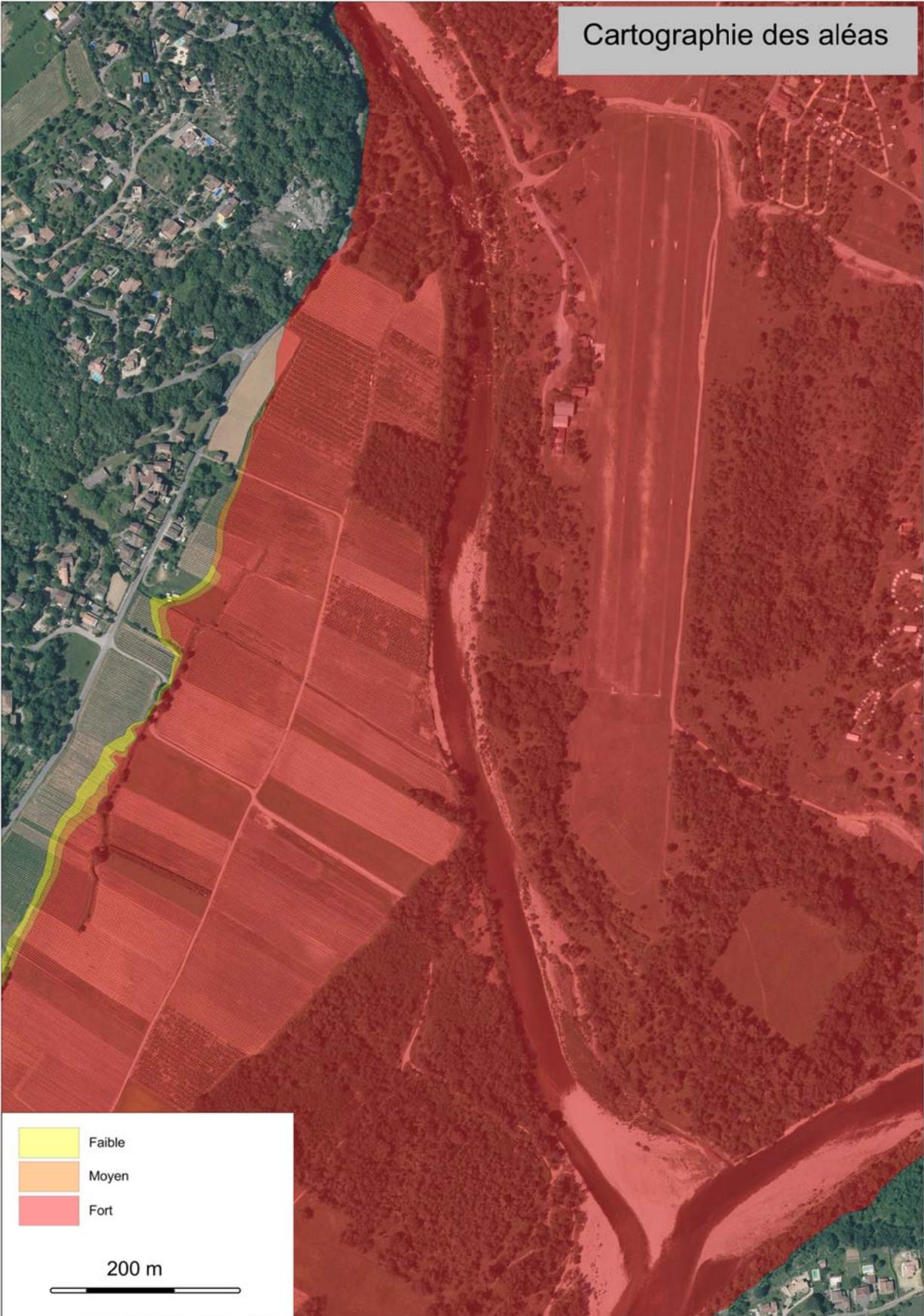


Figure 28 : Cartographie des aléas

### *e. La question de l'inondation*

Nous pouvons dès à présent penser que les travaux (proposés dans ce rapport dans la partie suivante) auront un impact **très faible** sur les écoulements en crues rares à exceptionnelles ( $> Q_{100}$ ) dans la zone de travaux et assurément **nulle à l'aval**. En effet, lors des crues rares, le lit mineur - objet des travaux - ne prend qu'une faible part des écoulements, le plus gros passant par le lit majeur, qui lui ne sera pas modifié. D'autre part, au sein de ce lit mineur, les travaux n'auront qu'un impact modéré du fait de l'absence de remblais ou d'obstacle majeur (ils seront basés sur le principe d'un équilibre déblai / remblai). De plus, une partie des remblais sera exportée à terme par les crues du cours d'eau.

Enfin, le secteur se trouve au sein de la zone d'expansion de crue de l'Ardèche. Selon le bureau d'études BRL qui a étudié les ZEC du bassin de l'Ardèche, la ZEC n°6 dont fait partie la zone d'étude, a pour effet de réduire respectivement de 4 à 6% les pointes de crues de période de retour 10 à 300 m<sup>3</sup>/s. En d'autres termes, elle n'écrite que très peu les crues de l'Ardèche, de la Beaume et du Chassezac. Les travaux proposés n'ont aucun objectif de stockage hydraulique et ne modifieront pas cet état de fait.

En conséquence, la question du différentiel d'inondation en crue de référence du PPRi ne devrait pas présenter un frein au projet, la méthode d'analyse hydraulique ayant été calée avec les Services de l'Etat au cours d'une réunion dédiée.

## 2.4. Enjeux écologiques

Entre le pont de Peyroche (RD208) à la sortie des gorges et la confluence avec l'Ardèche (1,5 km plus en aval), la Beaume creuse son lit dans une zone de plaine accueillant, outre quelques campings et un aérodrome, des terres agricoles exploitées en vigne et en verger essentiellement. De nombreux secteurs de la plaine sont également des terrains naturels ou en friche.

La zone d'étude est incluse dans :

- La ZNIEFF de type 2 n° 820002843 « Ensemble fonctionnel formé par l'Ardèche et ses affluents (Ligne, Beaume, Drobie, Chassezac, ...) » ;
- La ZNIEFF de type 1 n° 820030006 « Vallées de l'Ardèche et de la Ligne aux environs de Ruoms » ;
- Le site du réseau Natura 2000 FR8201657 « Moyenne vallée de l'Ardèche et ses affluents, pelouses du plateau des Gras », classé en zone spéciale de conservation par l'arrêté du 5 novembre 2016.
- L'espace naturel sensible de la vallée de l'Ardèche, des gorges de la Beaume et de la Ligne.

Une liste d'espèces patrimoniales potentiellement présentes sur la zone d'étude a été établie à partir des données de la ZNIEFF de type 1 n° 820030006 « Vallées de l'Ardèche et de la Ligne aux environs de Ruoms » et de la ZSC FR8201657 « Moyenne vallée de l'Ardèche et ses affluents, pelouses du plateau des Gras ».

**Les enjeux écologiques seront plus détaillés à l'issu des résultats des inventaires en cours.**

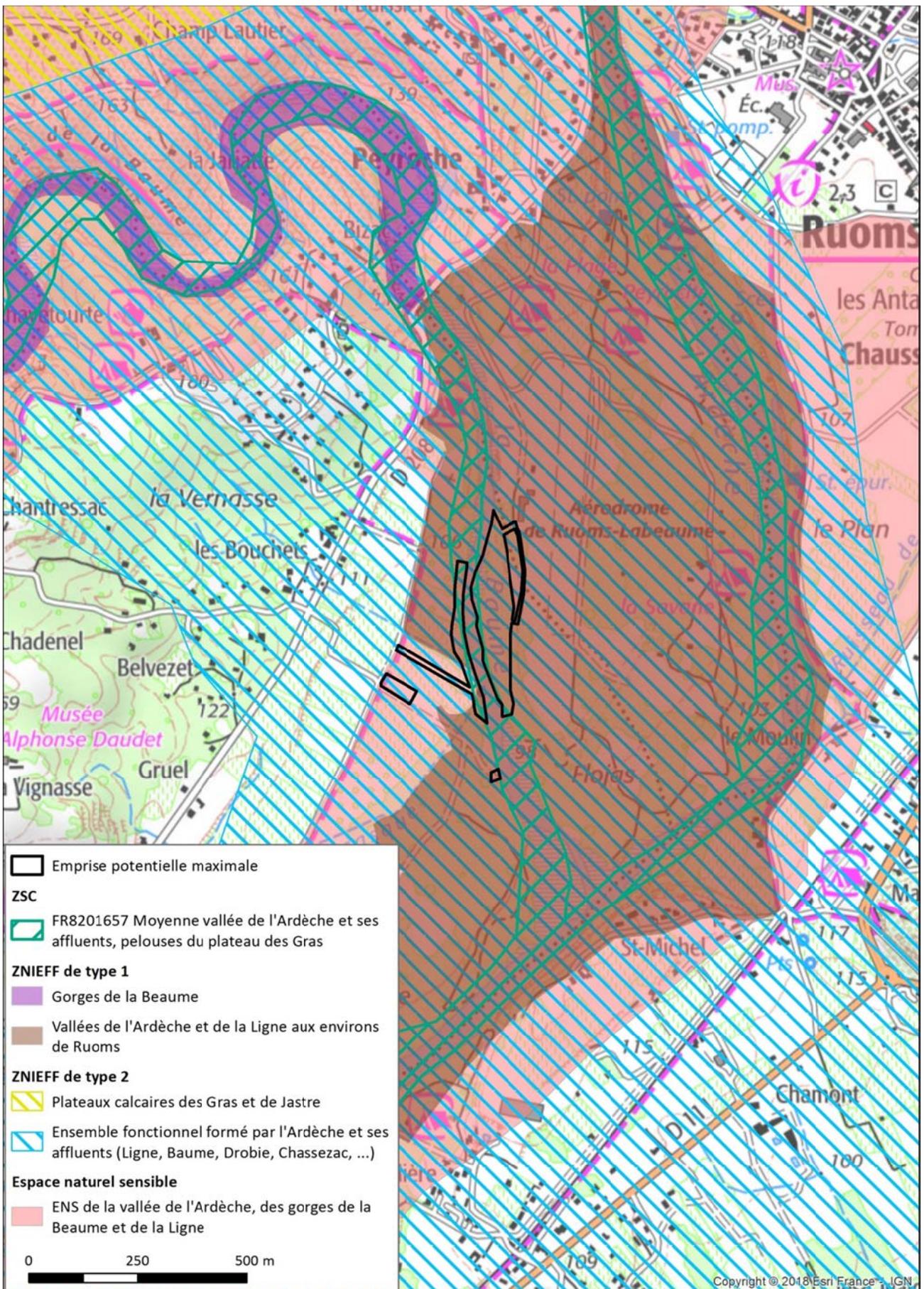


Figure 29 : Zonages écologiques – Projet de restauration de la Beume aval

Groupe	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection	LRN	LRRA
Amphibiens	<i>Hyla meridionalis</i> Boettger, 1874	Rainette méridionale	PN	LC	LC
	<i>Lissotriton helveticus</i> Razoumowsky, 1789	Triton palmé	PN	LC	LC
	<i>Pelobates cultripedes</i> Cuvier, 1829	Pélobate cultripède	PN	VU	EN
	<i>Pelodytes punctatus</i> Daudin, 1803	Pélodyte ponctué	PN	LC	NT
	<i>Salamandra salamandra</i> Linnaeus, 1758	Salamandre tachetée	PN	LC	LC
Arachnides	<i>Buthus occitanus</i> Amoreux, 1789	Scorpion languedocien	-	-	-
Coléoptères	<i>Cerambyx cerdo</i> Linnaeus, 1758	Grand Capricorne	PN/DH	-	-
	<i>Lucanus cervus</i> Linnaeus, 1758	Lucane cerf-volant	DH	-	-
Crustacés	<i>Austropotamobius pallipes</i> Lereboullet, 1858	Écrevisse à pattes blanches	PN/DH	VU	-
Lépidoptères	<i>Euphydryas aurinia</i> Rottemburg, 1775	Damier de la Succise	PN/DH	LC	NT
	<i>Phengaris teleius</i> Bergsträsser, 1779	Azuré de la Sanguisorbe	PN/DH	VU	EN
	<i>Zerynthia rumina</i> Linnaeus, 1758	Proserpine	PN	-	-
	<i>Zerynthia polyxena</i> D., 1775	Diane	PN	LC	LC
Mammifères	<i>Barbastella barbastellus</i> Schreber, 1774	Barbastelle d'Europe	PN/DH	LC	LC
	<i>Castor fiber</i> Linnaeus, 1758	Castor d'Europe	PN/DH	LC	LC
	<i>Eptesicus serotinus</i> Schreber, 1774	Sérotine commune	PN	NT	LC
	<i>Hypsugo savii</i> Bonaparte, 1837	Vespère de Savi	PN	LC	LC
	<i>Lutra lutra</i> Linnaeus, 1758	Loutre d'Europe	PN/DH	LC	CR
	<i>Miniopterus schreibersi</i> Kuhl, 1817	Minioptère de Schreibers	PN/DH	VU	EN
	<i>Muscardinus avellanarius</i> Linnaeus, 1758	Muscardin	PN	LC	-
	<i>Myotis blythii</i> Tomes, 1857	Petit Murin	PN/DH	NT	EN
	<i>Myotis capaccinii</i> Bonaparte, 1837	Murin de Capaccini	PN/DH	NT	EN
	<i>Myotis daubentonii</i> Kuhl, 1817	Murin de Daubenton	PN	LC	LC
	<i>Myotis emarginatus</i> E. Geoffroy, 1806	Murin à oreilles échancrées	PN/DH	LC	NT
	<i>Myotis myotis</i> Borkhausen, 1797	Grand Murin	PN/DH	LC	NT
	<i>Myotis mystacinus</i> Kuhl, 1817	Murin à moustaches	PN	LC	LC
	<i>Pipistrellus kuhlii</i> Kuhl, 1817	Pipistrelle de Kuhl	PN	LC	LC
	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> Schreber, 1774	Pipistrelle commune	PN	NT	LC
	<i>Rhinolophus euryale</i> Blasius 1853	Rhinolophe euryale	PN/DH	LC	EN
	<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> Schreber, 1774	Grand rhinolophe	PN/DH	LC	EN
	<i>Rhinolophus hipposideros</i> Bechstein, 1800	Petit rhinolophe	PN/DH	LC	NT
	<i>Tadarida teniotis</i> Rafinesque, 1814	Molosse de Cestoni	PN	NT	LC
	Odonates	<i>Cordulia aenea</i> Linnaeus, 1758	Cordulie bronzée	-	LC
<i>Coenagrion mercuriale</i> Charpentier, 1840		Agrion de Mercure	PN/DH	LC	LC
<i>Gomphus graslinii</i> Rambur, 1842		Gomphe de Graslin	PN/DH	LC	VU
<i>Gomphus simillimus</i> Selys, 1850		Gomphe semblable	-	LC	NT
<i>Macromia splendens</i> Pictet, 1843		Cordulie splendide	PN/DH	VU	VU
<i>Oxygastra curtisii</i> Dale, 1834		Cordulie à corps fin	PN/DH	LC	LC
<i>Platycnemis acutipennis</i> Selys, 1841		Agrion orangé	-	LC	-
Oiseaux	<i>Alcedo atthis</i> Linnaeus, 1758	Martin-pêcheur d'Europe	PN/DO	VU	-
	<i>Bubo bubo</i> Linnaeus, 1758	Grand-duc d'Europe	PN/DO	LC	-
	<i>Cettia cetti</i> Temminck, 1820	Bouscarle de Cetti	PN	NT	-
	<i>Charadrius dubius</i> Scopoli, 1786	Petit Gravelot	PN	LC	-
	<i>Delichon urbicum</i> Linnaeus, 1758	Hirondelle de fenêtre	PN	NT	-
	<i>Dendrocopos minor</i> Linnaeus, 1758	Pic épeichette	PN	VU	-
	<i>Falco subbuteo</i> Linnaeus, 1758	Faucon hobereau	PN	LC	-
	<i>Gallinago gallinago</i> Linnaeus, 1758	Bécassine des marais	PN	DD	-
	<i>Hirundo rupestris</i> Scopoli, 1769	Hirondelle de rochers	PN	LC	-
	<i>Merops apiaster</i> Linnaeus, 1758	Guêpier d'Europe	PN	LC	-
	<i>Milvus migrans</i> Boddaert, 1783	Milan noir	PN/DO	LC	-
	<i>Monticola solitarius</i> Linnaeus, 1758	Merle bleu	PN	LC	-

	<i>Pandion haliaetus</i> Linnaeus, 1758	Balbuzard pêcheur	PN/DO	VU	-
	<i>Upupa epops</i> Linnaeus, 1758	Huppe fasciée	PN	LC	-
<b>Orthoptères</b>	<i>Saga pedo</i> Pallas, 1771	Magicienne dentelée	PN	-	-
	<i>Alosa fallax</i> Lacepède, 1803	Alose feinte	PN/DH	VU	-
	<i>Barbus barbus</i> Linnaeus, 1758	Barbeau fluviatile	-	LC	-
	<i>Barbus meridionalis</i> Risso, 1827	Barbeau méridional	PN/DH	NT	-
	<i>Cottus gobio</i> Linnaeus, 1758	Chabot	DH	DD	-
	<i>Parachondrostoma toxostoma</i> Vallot, 1837	Toxostome	DH	NT	-
	<i>Telestes souffia</i> Risso, 1827	Blageon	DH	NT	-
	<i>Zingel asper</i> Linnaeus, 1758	Apron du Rhône	PN/DH	CR	-
	<i>Coronella girondica</i> Daudin, 1803	Coronelle girondine	PN	LC	LC
	<i>Podarcis liolepis</i> Boulenger, 1905	Lézard catalan	PN	LC	LC
	<i>Malpolon monspessulanus</i> Hermann, 1804	Couleuvre de Montpellier	PN	LC	LC
	<i>Timon lepidus</i> Daudin, 1802	Lézard ocellé	PN	VU	EN

Groupe	Nom scientifique	Nom vernaculaire	Protection	LRN	LRRA
	<i>Cynoglossum dioscoridis</i> Vill., 1779	Cynoglosse de Dioscoride	-	-	EN
	<i>Cynoglossum germanicum</i> subsp. <i>germanicum</i> Jacq., 1767	Herbe d'Antal	PR	-	EN
	<i>Hormathophylla macrocarpa</i> (DC.) P.Küpf., 1974	Corbeille d'argent à gros fruits	PN	-	NT
	<i>Iris lutescens</i> Lam., 1789	Iris jaunâtre	-	-	LC
	<i>Reseda jacquini</i> Rchb., 1824	Réséda de Jacquin	PR	-	LC
<b>Ptéridophytes</b>	<i>Asplenium petrarchae</i> (Guérin) DC., 1815	Doradille de Pétrarque	-	-	VU

**Figure 30 -Liste des espèces potentiellement présentes**

**Figure 31 -Présentation des milieux en place (en haut, la rive gauche, en bas, la rive droite)**

## 3. Analyse des contraintes et études complémentaires

### 3.1. Rappels sur les usages et les pratiques du secteur

Sur les secteurs, on notera les enjeux suivants.

En rive droite :

- les enjeux en présence sont liés à l'activité agricole. Situé dans une large plaine, le site accueille aujourd'hui :
  - o des arbres fruitiers (pêches),
  - o de la vigne,
  - o Ces cultures bénéficient d'un système d'irrigation.
- De plus, on notera la présence d'un pompage (arrosage antigel) en aval direct de la zone érodée
- Plus en aval, quelques prairies en partie boisées accueillent des bêtes pour la pâture

En rive gauche :

- la présence de l'aérodrome de Ruoms représente également un enjeu important. Il n'est pas aujourd'hui menacé par la divagation du cours d'eau,
- la présence de sites pâturés en aval des bâtiments de l'aérodrome
- Sur chaque rive, mais assez éloigné du site, on trouve plusieurs campings.

L'analyse des usages et des pratiques indique qu'il n'y a pas de frein majeur au projet.

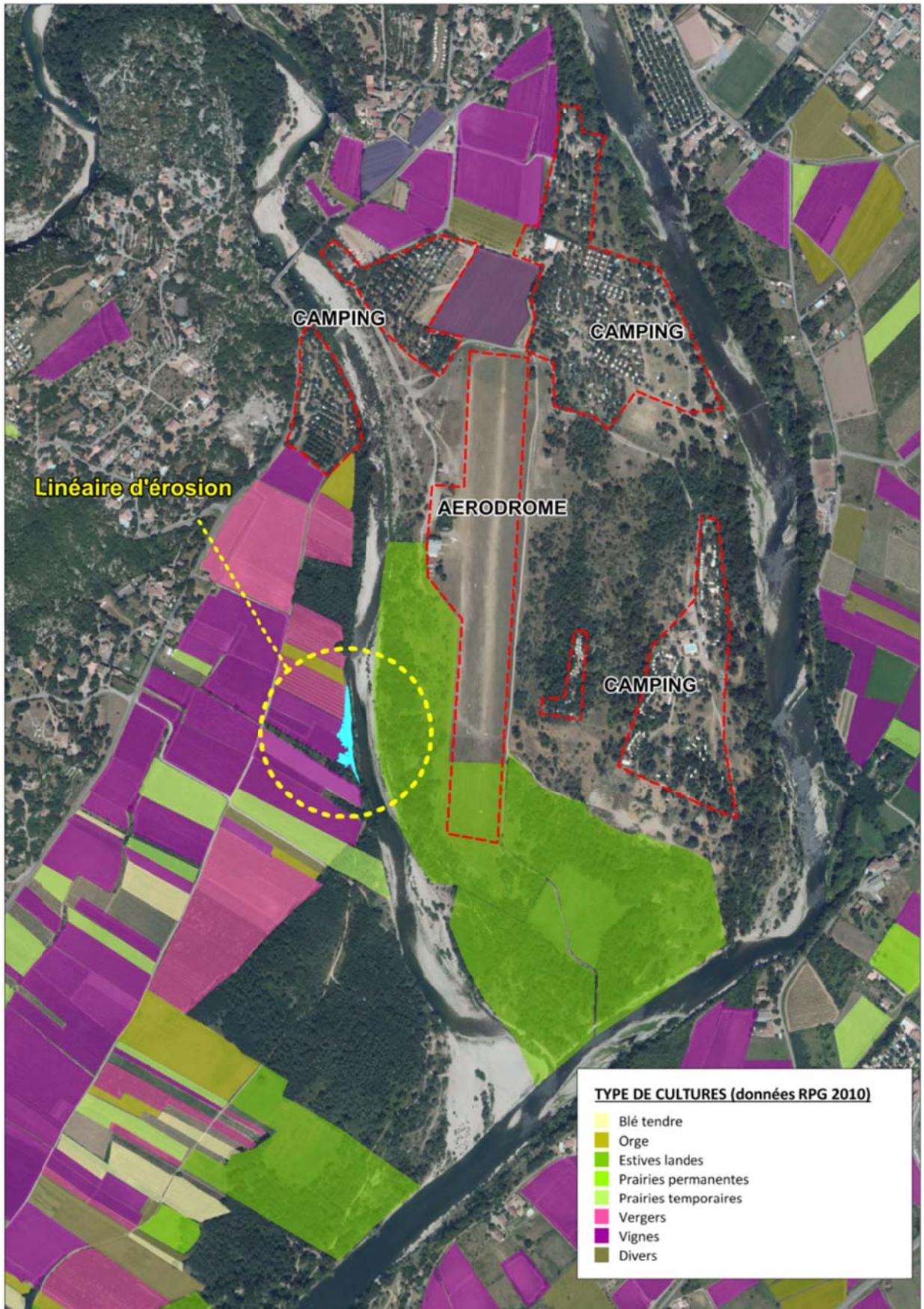


Figure 32 - Localisation des principaux enjeux humains sur la Beume aval

### 3.2. Les réseaux aériens et sous-terrain : réalisation des DT

Les DT ont été déposées en mai 2018 puis complétées en décembre 2018 sur l'ensemble du périmètre de projet. A ce jour, aucun réseau n'est présent.

### 3.3. Foncier

Un travail sur le foncier sera réalisé par l'EPTB dans le cadre d'une mission ad hoc confié dès 2019 au personnel de l'EPTB.

Les travaux prévus concernent 36 parcelles et 18 propriétaires différents :

- 9 parcelles en rive droite et 5 propriétaires privés différents
- 27 parcelles en rive gauche et 13 propriétaires privés différents

Sur ces parcelles, une part non négligeable n'est concernée que sur de toutes petites superficies, voire même uniquement dans le lit du cours d'eau (17 parcelles et 11 propriétaires)

Par ailleurs, en rive droite, les agriculteurs qui seraient impactés (implantation d'une ripisylve) sont déjà en grande majorité d'accord avec le projet (COFIL du 15/05/2019). Un conventionnement pourrait être envisagé avec les propriétaires et les agriculteurs de ces parcelles, pour la mise en œuvre des travaux en rive droite (création d'une butte, implantation de ripisylve, remblais sableux).

La question de la maîtrise foncière reste néanmoins une question importante dans la mise en œuvre du projet, notamment sur la rive gauche.

Il est à noter que la zone d'étude se trouve sur le site ENS Vallée de l'Ardèche, gorges de la Beaume et de la Ligne. Une Zone de Prémption au titre des ENS a été mise en place, en accord avec la Commune de St Alban-Auriolles, pour la maîtrise foncière de ce secteur, avec, entre autres, comme argumentaire de participer à la restauration de l'espace de bon fonctionnement de la rivière la Beaume. Sur la rive gauche, cet outil pourrait être mobilisé. En rive droite, les agriculteurs et/ou propriétaires ne souhaitent pas se séparer de leurs terrains et il n'y a pas non plus d'engagement politique en ce sens.

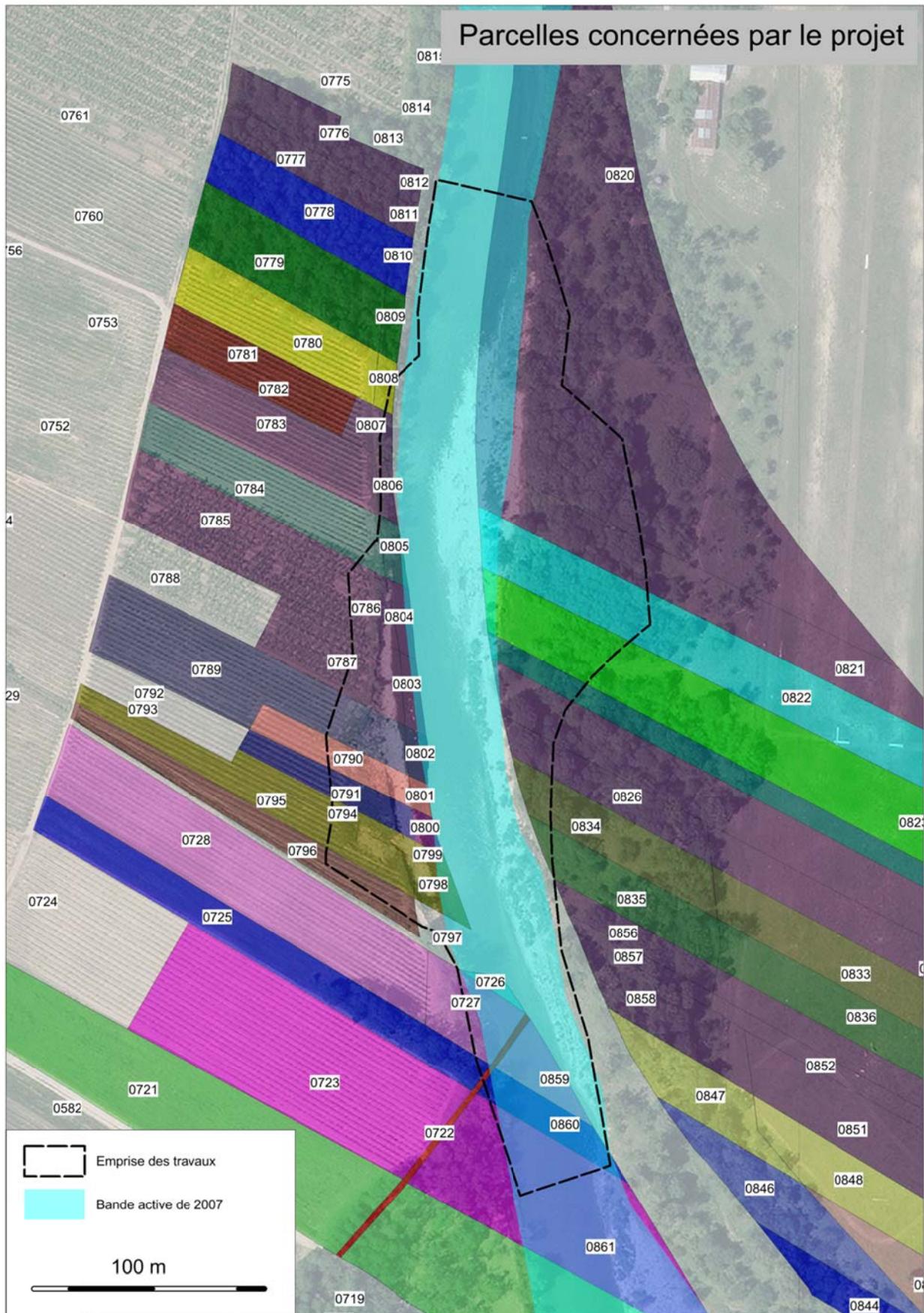


Figure 33 - Cartographie de l'emprise des travaux et des parcelles concernées

### 3.4. Analyse du POS

La collectivité compétente en termes de PLU est depuis 2017 la Communauté de Communes des Gorges de l'Ardèche. Actuellement, le PLU est en cours d'élaboration. Le POS, ne semble pas opposer de réglementation particulière pour ce type d'opération. **CARTE POS non trouvée → cf. EPTB**

### 3.5. Réalisation des études complémentaires

#### 3.5.1. Topographie et cubage des merlons

Sur la rive gauche de la Beume dans le secteur d'étude 3 merlons existent. On sait peu de chose de l'origine de ces merlons (date de remblaiement, origine des matériaux). Aujourd'hui ils sont entièrement recouverts par la végétation.

L'étude préliminaire de 2017 prévoyait d'améliorer les connaissances sur ces merlons, dont le devenir est une des questions centrale du projet. C'est pourquoi, dans une extension de la phase de diagnostic, nous avons procédé à une topographie complémentaire, permettant de « cuber » ces merlons.

On apprend ainsi que le merlon située au nord représente environ 10 000 m<sup>3</sup> au-dessus du terrain naturel. Les deux autres situés au sud sont bien plus modestes (cf. figures ci-après).

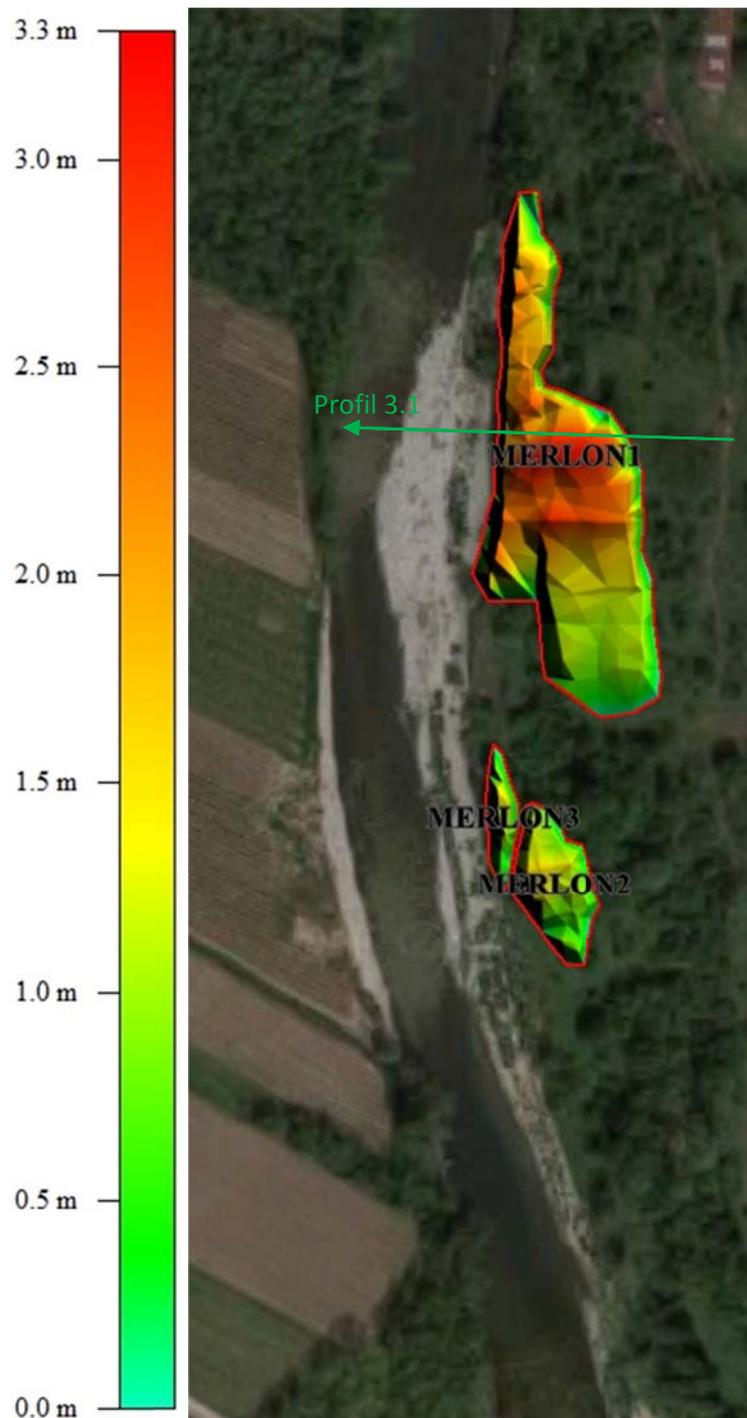


Figure 34 - Mesure des merlons, échelle 1/2500ème

Merlon	Surface	Volume
1	6390 m <sup>2</sup>	9928 m <sup>3</sup>
2	1099 m <sup>2</sup>	898 m <sup>3</sup>
3	384 m <sup>2</sup>	247 m <sup>3</sup>

Figure 35 - Dimensions des merlons



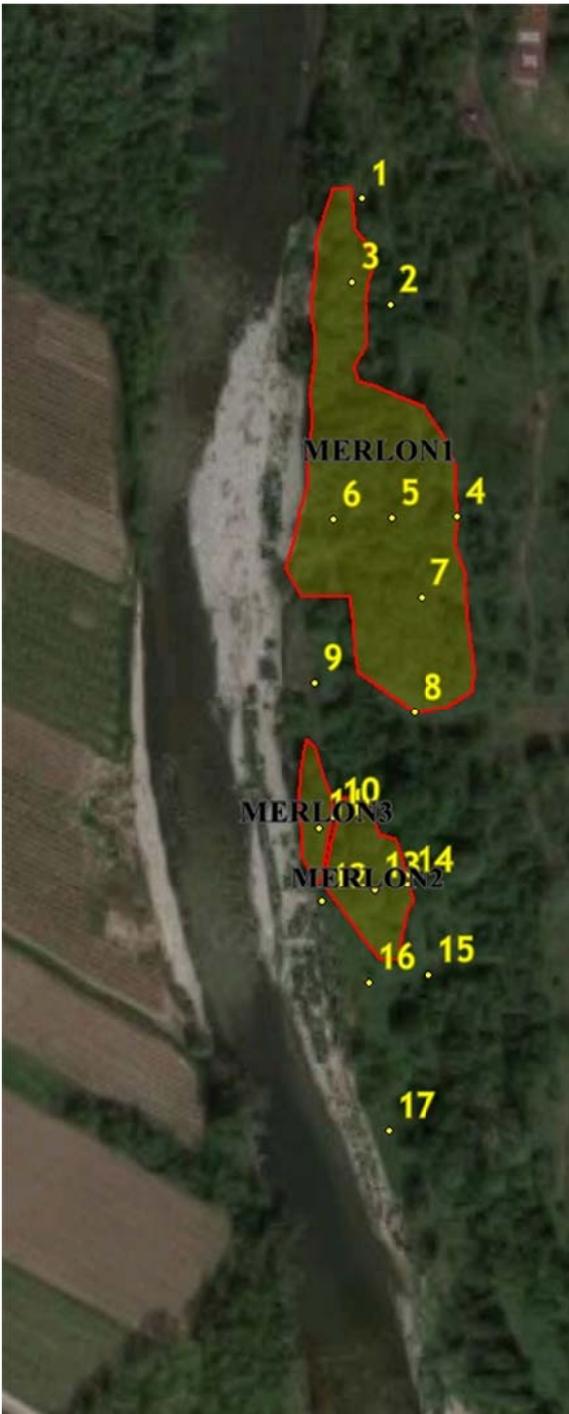


Figure 37 - Positionnement des merlons et des sondages, échelle 1/2000 (le sondage n°11 n'a pu être réalisé pour une question d'accès)



**Figure 38 - A gauche : sondage 4, réalisé en pied de merlon. On y trouve des graviers et galets dans une matrice de sables ; à droite : sondage 5, réalisé en sommet de merlon, entièrement constitué de sables**



**Figure 39 - A gauche : sondage 7, réalisé en sommet de merlon, entièrement constitué de sables. A droite : sondage 8, réalisé entre les merlons 1 et 2. Le toit des graviers se trouve à 1.80 m de profondeur sous un horizon superficiel limoneux, puis un horizon de sables**

Les merlons sont ainsi essentiellement constitués de sables. S'ils peuvent être utilisés dans le cadre du projet, ils impliquent une modification par rapport à l'esquisse initiale. En effet :

- **En tant que recharge sédimentaire, ils seront vite évacués lors des crues**
- **En tant qu'épaulement de la rive droite, ils joueront un rôle bien plus limité**

En revanche, leur bonne qualité (sous réserve d'analyses de qualité à effectuer ensuite au stade projet) les rend aptes à être utilisés.

Par ailleurs, il est intéressant de noter que :

- Le niveau de nappe n'a jamais été atteint

- Le substratum n'a pas non plus été atteint (donc a priori pas de pointements rocheux pouvant contraindre les terrassements)

## 4. Synthèse des éléments principaux

Le tableau ci-dessous synthétise les éléments de diagnostic.

Eléments de contexte		Commun au périmètre du projet
Etat morphologique		Dégradations existantes : incision non comblée depuis les extractions dans un contexte de faible production sédimentaire Connexion latérale dégradé par la présence des merlons. Faciès d'écoulement homogènes
Enjeux écologiques		Enjeux existants (N2000, apron, ...) mais dont les niveaux doivent être précisés à l'issu des inventaires en cours.
Hydrologie et hydraulique		ZEC majeure du bassin, sans rôle important sur le stockage des crues Aléas fort, mais pas d'enjeu fort sur site
Usages et pratiques		Essentiellement agricoles Peu de canoë-kayak, peu de pêche La baignade « débute » en amont du secteur
Contraintes	PLU/POS	A priori sans contre-indication
	Foncier	Parcellaire dense, privé, 18 propriétaires différents. Animation foncière en démarrage.
	Réseaux	Pas de réseaux existants
	Renouée du Japon	Uniquement quelques tâches
	Budget	151 700 € HT côté EPTB
	Nature des sols	Sondages : matériaux utilisables (sous réserve d'une qualité physico-chimique acceptable) mais nécessitant une adaptation de l'AVP

Figure 40 : Synthèse des éléments de la première partie

## **PRESENTATION DE L'AVP**

La présentation de cet AVP se fait à la suite de nouveaux scénarios présentés, débattus et arbitrés au sein d'un COTECH et d'un COPIL au cours du mois de mai 2019.

Les modifications apportées par rapport à l'esquisse sont essentiellement dues à la nature des matériaux issus du merlon et au choix du cotech de ne pas créer de protection de berge en dur (bombement renforcé en tête des remblais).

# 1. Rappels des objectifs et des contraintes du projet

## 1.1. Objectifs du projet

L'amélioration de la connexion latérale de la rive gauche de la Beume par arasement des merlons et décalage du lit mineur est l'objectif principal du projet. L'utilisation des matériaux terrassés, essentiellement sableux, permettant ensuite d'épauler temporairement la berge érodée actuellement. Les volumes de matériaux grossiers permettront quant à eux une recharge sédimentaire de la Beume dans un secteur en déficit.

Deux autres objectifs sont également identifiés et consistent en haut de berge de rive droite à créer une ripisylve aujourd'hui absente, puis de créer une butte en retrait afin de limiter les dégâts issus des ruissellements sur les parcelles agricoles.

Enfin, une diversification des faciès d'écoulements sera mise en place au sein du lit mouillé afin de répondre à l'homogénéité actuelle des écoulements.

## 1.2. Contraintes du projet

### 1.2.1. Budget

Le budget prévisionnel du maître d'ouvrage prévu pour ces travaux s'élève à 151 700 € HT.

### 1.2.2. Calendrier réglementaire

Le projet pourrait être soumis à études d'impacts. En ce sens, courant juillet 2019, une demande d'étude au cas par cas sera déposée sur la base de l'AVP. Dans cette hypothèse, le délai de procédure est de l'ordre de 9 à 12 mois (examen du dossier 4 à 6 mois, Enquête publique 3 mois, décision administrative 2 à 3 mois). Les inventaires se terminant à l'automne 2019 permettraient de boucler la phase d'élaboration des dossiers réglementaire en fin d'année 2019 avec un début de travaux, au mieux, en fin d'année 2020.

### 1.2.3. Réseaux

Aucun réseau n'est présent sur la zone de travaux.

### 1.2.4. Maîtrise foncière

Les parcelles concernées étant toutes privées, l'EPTB va commencer un travail de concertation et d'animation foncière après des propriétaires et exploitants afin de pouvoir réaliser les travaux.

### 1.2.5. Evolutions morphologiques

Les études d'AVP et de PRO se font sur la base d'une topographie en date de 2017 et 2018. D'ici la mise en œuvre des travaux, en fonction des crues étant survenues et pouvant survenir, des évolutions de la topographie du site pourraient modifier les gabarits de projets avec une incidence éventuelle sur les coûts. Un suivi sera mis en place par l'EPTB, pour surveiller l'évolution de cette espèce après travaux, et intervenir en cas de nécessité.

### 1.2.6. Espèces invasives

En terme de mise en œuvre, seule la renouée peut impacter les coûts et imposer des traitements plus complexes. A ce jour, seuls quelques petits bouquets sont en place. Ils ne représentent donc pas une contrainte pour le chantier.

### 1.2.7. Nature des matériaux

En phase projet, des analyses physico chimiques sur les sables limoneux présents sur la zone de terrassement seront conduites afin de valider définitivement l'utilisation de ceux-ci en réinjection en berge droite de la Beume.

## 2. Les principes d'aménagement retenus

### 2.1. Dévégétalisation de la zone de terrassement

Dans un premier temps, il conviendra de déboiser les zones de terrassement situées en rive gauche afin de permettre le travail des engins. Il s'agit d'abattage et de dessouchage dans un second temps. Les bois seront soit restitués aux propriétaires s'ils le souhaitent, soit évacués. Quelques troncs seront conservés afin de réaliser les patchs écologiques (cf. plus loin).

A terme, après un an ou deux, un budget de revégétalisation partielle de ce secteur est proposé dans le chiffrage de l'AVP. Cette opération sera faite en fonction de premières évolutions du cours d'eau et en fonction des reprises spontanées.

### 2.2. Arasement des merlons et terrassement du lit mineur

Afin de reconnecter la zone de rive gauche, un arasement des merlons (essentiellement le merlon nord) est prévu. Cet arasement permettra des mises en eau plus fréquentes des espaces de rive gauche et une diminution des pressions hydrauliques en rive droite. Comme expliqué dans la partie suivante, on s'attend à une diminution conséquente des forces tractrices au niveau du site.

Une fois le merlon arasé, les travaux de décalage du lit mineur peuvent être entrepris. Ce décalage en direction de la rive gauche permettra de disposer de suffisamment de place contre la rive droite actuelle pour les remblais d'une part, mais également de favoriser à terme l'érosion sur la rive gauche.

### 2.3. Mise en place des remblais

Lors des déblais, un tri grossier est fait entre matériaux grossiers et sableux afin de déposer chaque type de matériaux dans des horizons différents. Tout d'abord, l'ensemble de l'assise et de l'emprise des remblais sera régaliée avec des matériaux grossiers même si cela est déjà le cas et le sera a priori suite aux opérations de déblaiement. Une fois le fond de forme créé, les remblais sableux sont déposés en épaulement de la berge rive droite sur toute la longueur érodée. En aval, les remblais se poursuivent en s'amincissant progressivement. Enfin, les matériaux grossiers sont déposés en tête de remblais, sur une hauteur de l'ordre de deux mètres. Il s'agit ici de favoriser la tenue en tête de remblai et donc le décalage du lit vers la rive gauche. Cette situation est provisoire, permet d'initier le mouvement du lit mineur et évoluera donc progressivement au gré des crues.

### 2.4. Retrait de l'épi aval

Parallèlement à ces opérations, l'épi existant en aval du site ainsi que les blocs de l'ancien enrochement au droit de l'érosion seront retirés. Une petite partie de ces blocs sera utilisée dans la suite du chantier, une autre afin de créer des caches en les disposant dans le lit du cours d'eau.

### 2.5. Création de patchs écologiques

Au sein du lit mineur recréé, une dizaine de patchs écologiques seront créés. Il s'agit de blocs, de plançons, de troncs d'arbre, dont l'association créera un point dur, végétalisé, qui au fil des crues permettra le dépôt

de sédiments et donc une diversification des faciès. Ces dépôts seront aussi le siège plus ou moins marqué d'une végétation pionnière typique des espaces alluviaux de la Beaume.

## 2.6. Création d'une ripisylve en haut de berge

L'objectif est ici écologique puisqu'il plante une végétation arborée et arbustive dans une zone qui en est actuellement dépourvue, et qui permettra également de lutter contre les effets du ruissellement. Dans le sol existant en haut de berge, la ripisylve est implantée sur une largeur de 10 à 30m selon les secteurs en haut de berge érodée. Son objectif est également de maintenir les terrains afin qu'ils ne soient plus lessivés. En revanche, en cas de reprise de l'érosion de berge, cette ripisylve ne jouera pas un rôle fort de stabilisation.

## 2.7. Gestion des ruissellements

Les ruissellements marqués qui lessivent les sols sur le haut de la berge érodée seront en partie gérés par la mise en œuvre d'une butte de 0,8m de haut en moyenne, qui longera la ripisylve. A l'exutoire de cette butte, un déversoir en enrochement permettra aux écoulements de rejoindre le fossé existant. Enherbé, cette butte sera également enserrée d'une haie permettant de maintenir les sols d'une part, mais également la butte en cas de forts évènements.

L'ensemble de ces principes d'aménagements est présenté dans la partie suivante.

## 3. Plans et coupes retenus

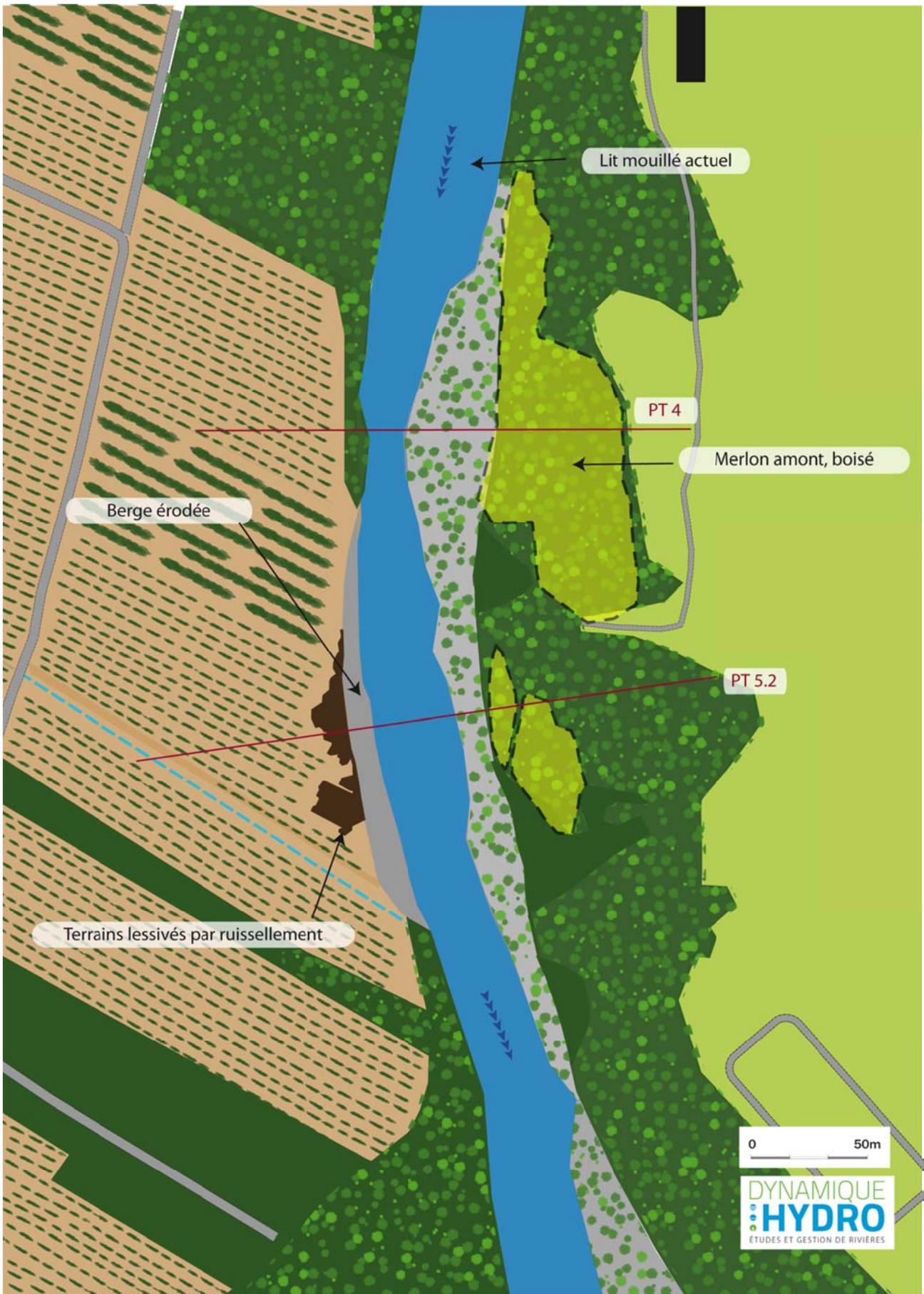


Figure 41 - Situation actuelle en plan

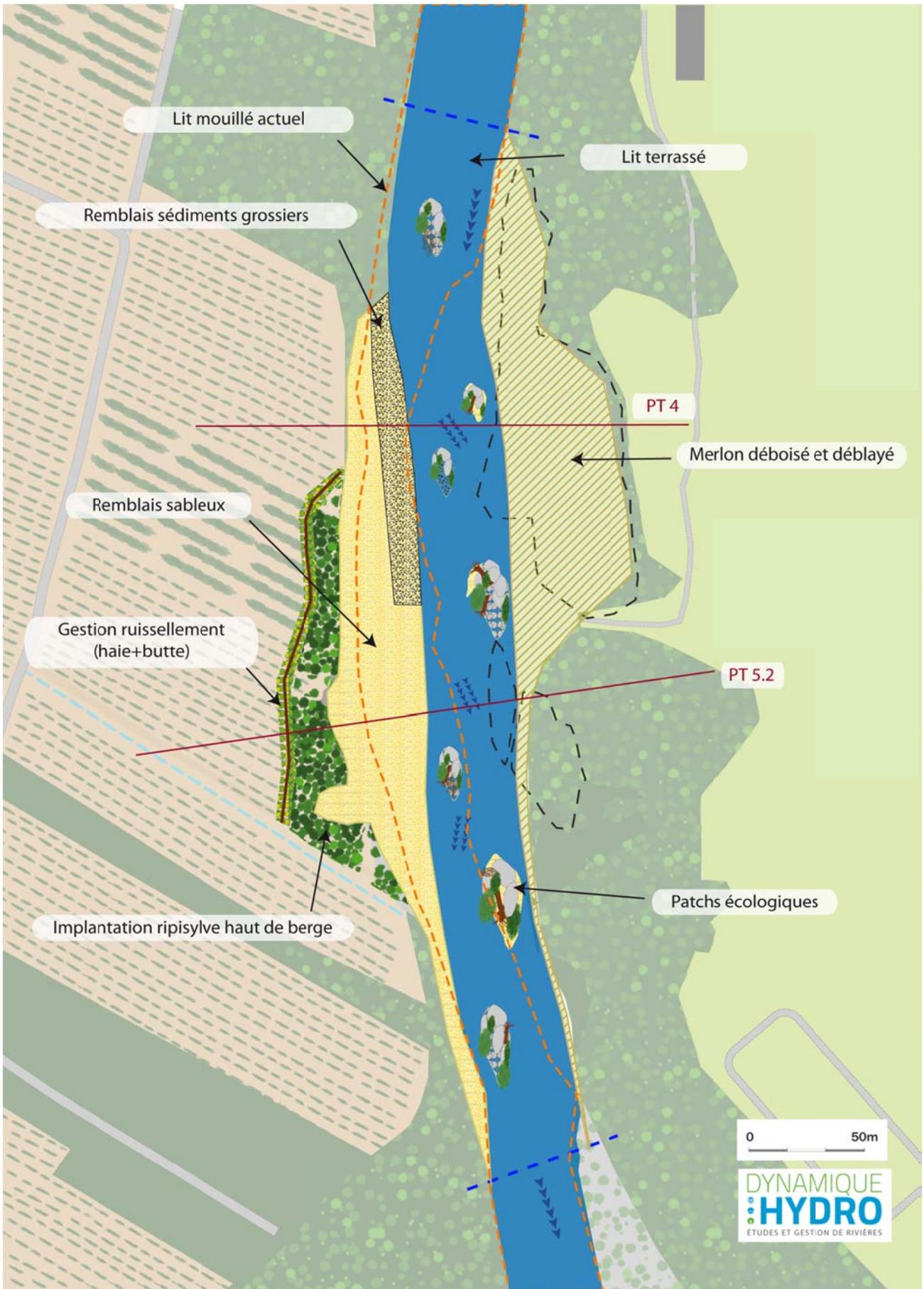


Figure 42 - Situation projetée

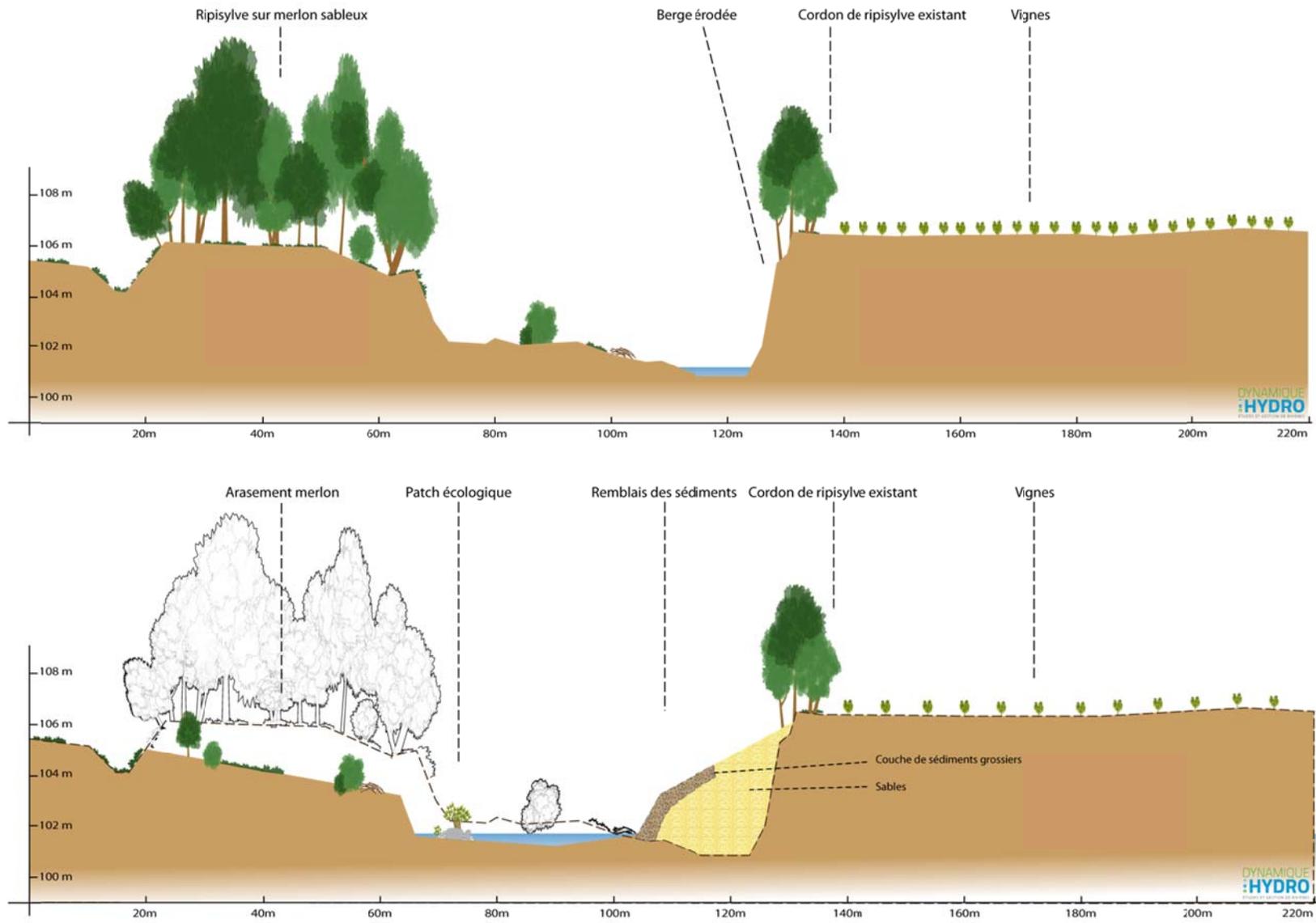


Figure 43 - Vue en travers (profil en travers n°4) état initial/état projet

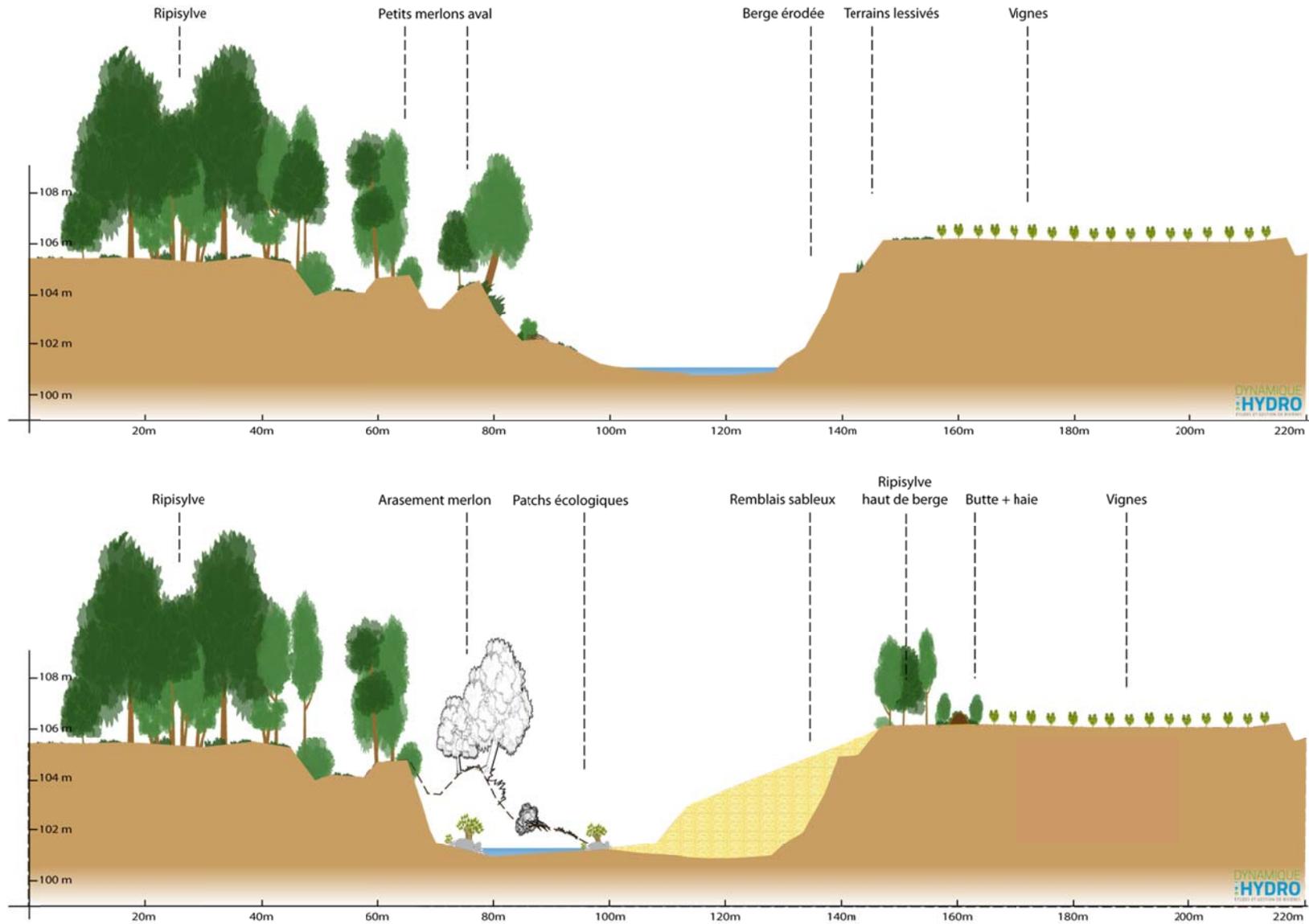


Figure 44 - Vue en travers (profil n°5.2) état initial/état projet

## 4. Analyse des impacts et gains attendus

### 4.1. Analyse des incidences hydrauliques du projet

Les incidences hydrauliques du projet sont analysées au moyen d'une modèle hydraulique de la Beume aval comprenant 17 profils de la Beume.

La condition aux limites à l'aval est la cote de l'Ardèche à la confluence.

On analyse deux types de crue :

- Crue à dominance « Beume » :  $Q_i = Q_i$  de la Beume, l'Ardèche est à un débit correspondant  $Q_j, j < i$
- Crue à dominance « Ardèche »,  $Q_i = Q_i$  de l'Ardèche, la Beume est à débit correspondant  $Q_j, j < i$

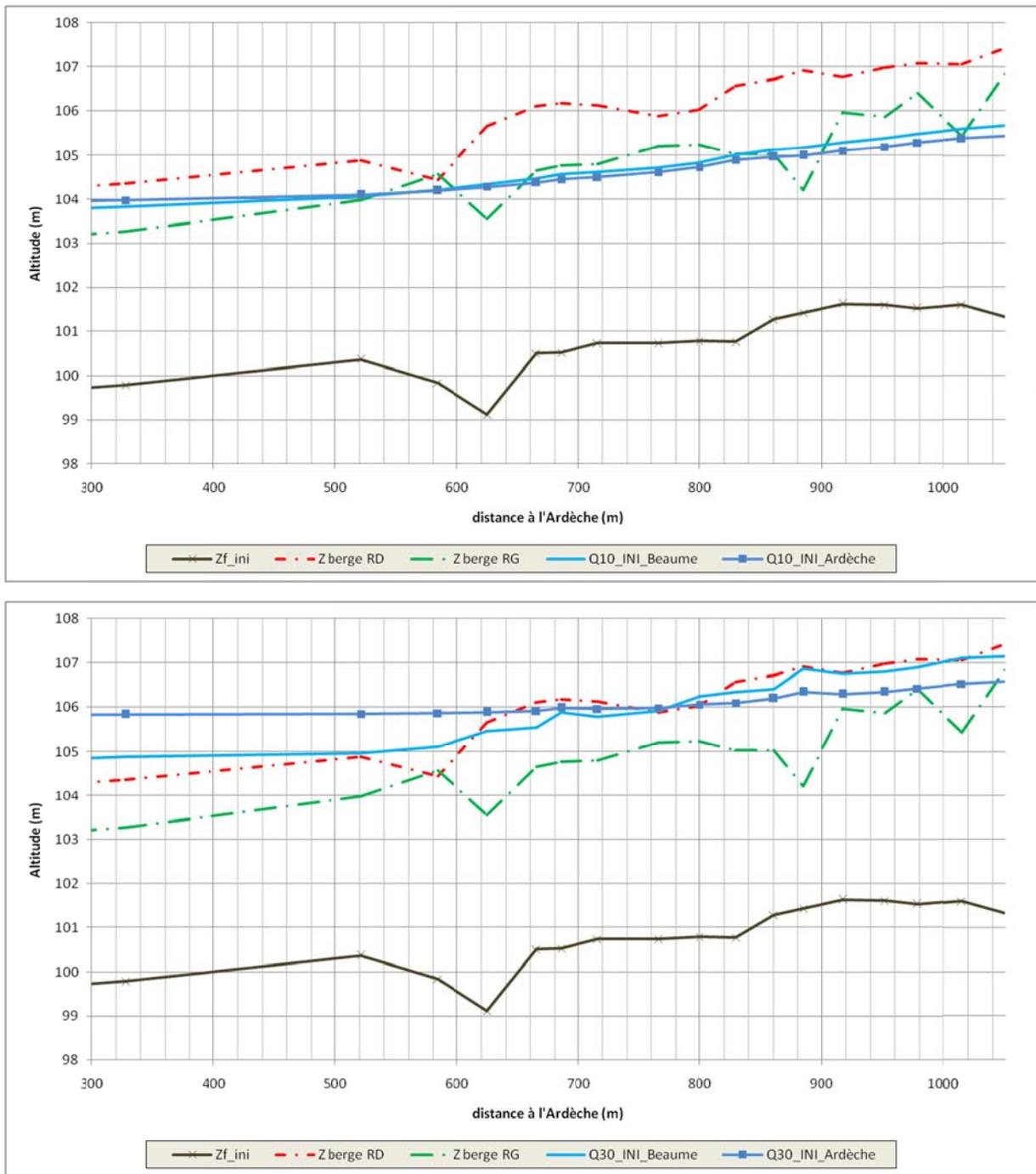
Les correspondances de périodes de retour sont expliquées et détaillées dans le rapport de diagnostic.

#### 4.1.1. Inondabilité et forces érosives à l'approche de la confluence

De ce point de vue, on sait que :

- Les crues à dominance « Ardèche » ont la cote la plus haute à l'aval du tronçon étudié (cote définie par le débit de l'Ardèche)
- Les crues à dominance « Beume » ont la cote la plus haute à l'amont du tronçon étudié (cote définie par le débit de la Beume)
- Plus la période de retour est élevée, plus la ligne d'eau de l'Ardèche remonte dans la Beume

En règle générale, quelle que soit la période de retour, la crue à dominante « Ardèche » dépasse la cote de la berge en rive droite avant la crue à dominante « Beume ». En d'autres termes, la rive droite est plus souvent inondée par l'Ardèche que par la Beume.



**Figure 45 - lignes d'eau (en bleu) en crues décennale (en haut) et trentennale (en bas) à dominante Ardèche et Beume**

Si les crues à dominante « Ardèche » sont les plus inondantes pour la rive droite, les crues à dominante « Beume » sont les plus puissantes, et donc les plus érosives (cf. Figure 46)



Figure 46 - Force tractrice dans le lit mineur en crues décennale (en haut) et trentennale (en bas) à dominante Ardèche et Beume

On retiendra que modifier la configuration du lit de la Beume :

- A un effet mineur sur l'**inondabilité** de la rive droite (pour cela il faudrait agir sur l'Ardèche)
- Peut avoir un effet sur l'**érosion** de la rive droite,

Le projet propose une réorganisation du lit mineur de la Beume.

#### 4.1.2. Effets du projet

En suivant les conclusions du paragraphe précédent, on se focalisera plus particulièrement sur les effets du projet sur les crues à dominante « Beume », et plus particulièrement les effets sur les forces tractrices.

### *a. Les effets à courts terme*

La figure ci-après (Figure 47) montre les évolutions des forces tractrices moyennes dans le lit, état initial et projet. On note que ces forces sont réduites, presque partout, et notamment le long de la berge érodée (distance au lit de l'Ardèche entre 625 et 830).

La raison de cette réduction est :

- Un élargissement du fond en projet, d'où une répartition des forces tractrices sur une plus grande largeur
- Une hausse de la ligne d'eau (cf. Figure 48), en raison de la diminution de la vitesse d'écoulement et des remblais sableux déposés. On note que cette hausse de la ligne d'eau n'est pas problématique car :
  - o Malgré la rehausse, le débordement ne se produit que très rarement (à Q<sub>30</sub>),
  - o Les débordements ne concernent pas d'enjeux forts (boisements, parcelles agricoles),
  - o Elle est nécessaire pour réduire les forces érosives, qui sont la principale question posée sur ce site,
  - o Les crues de l'Ardèche sont plus inondantes que celles de la Beaume

On notera cependant que le calcul en modèle à *une dimension* ne donne des valeurs moyennes des forces tractrices, au niveau de chaque section de cours d'eau. Le modèle ne peut pas simuler les différences de forces tractrices le long de ces sections. Il ne peut pas montrer que le projet, en renvoyant l'axe de la Beaume vers la rive gauche, éloigne en partie les forces érosives de la rive droite. Néanmoins, c'est ce qui est attendu.

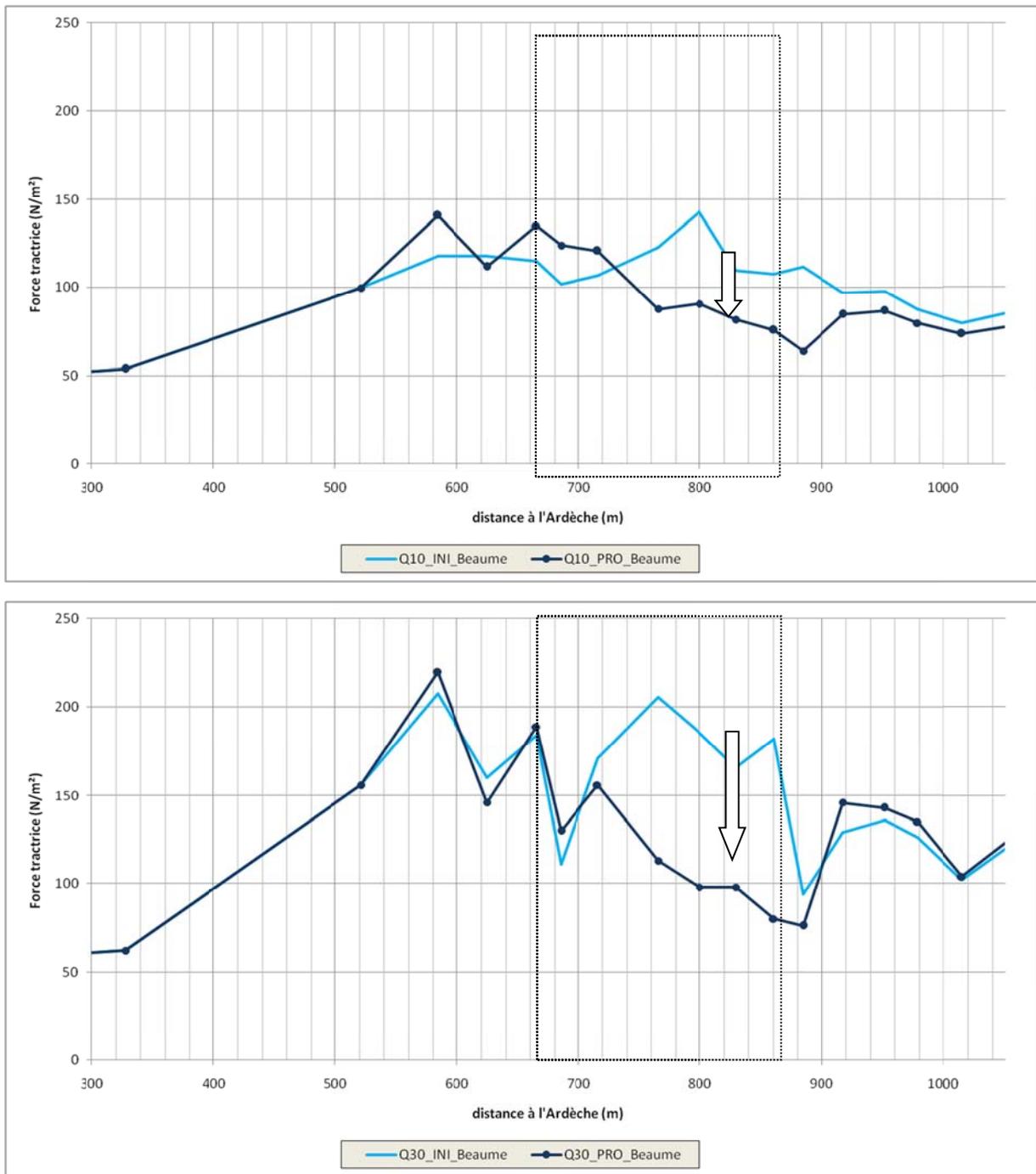


Figure 47 - Force tractrice dans le lit mineur (*shear stress Channel*) en crues décennale (en haut) et trentennale (en bas), état initial (INI) et projet (PRO)

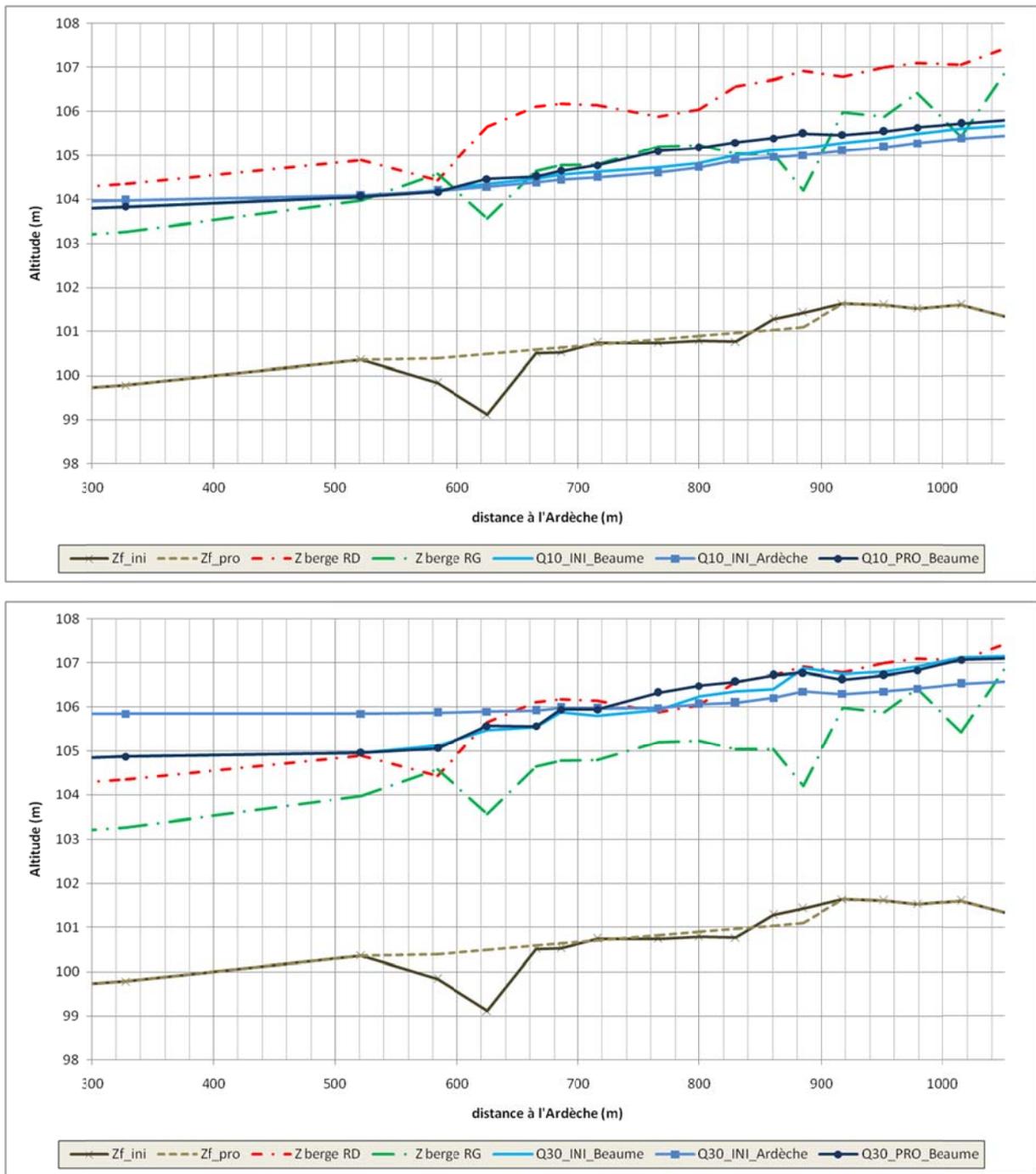


Figure 48 - Lignes d'eau en crue décennale (en haut) et trentennale (en bas)

### b. Les effets à longs termes

Il faut noter que la majeure partie des matériaux extraits en rive gauche (dans les merlons) sont constitués de sables.

Une partie de ces sables sera déposée en pied de berge rive droite, et sera emporté au gré des crues.

S'il est bien sûr impossible de savoir l'évolution à long terme du tronçon, nous avons cherché à représenter les lignes d'eau et forces tractrices, avec 5000 m<sup>3</sup> de matériaux en moins le long de la rive droite (à l'aval de la tête du remblais sur laquelle seront déposés les sédiments grossiers). Le résultat (scénario PRO + évolution) est présenté dans les figures ci-après. Il va bien dans le sens d'une réduction des forces tractrices, et des lignes d'eau.

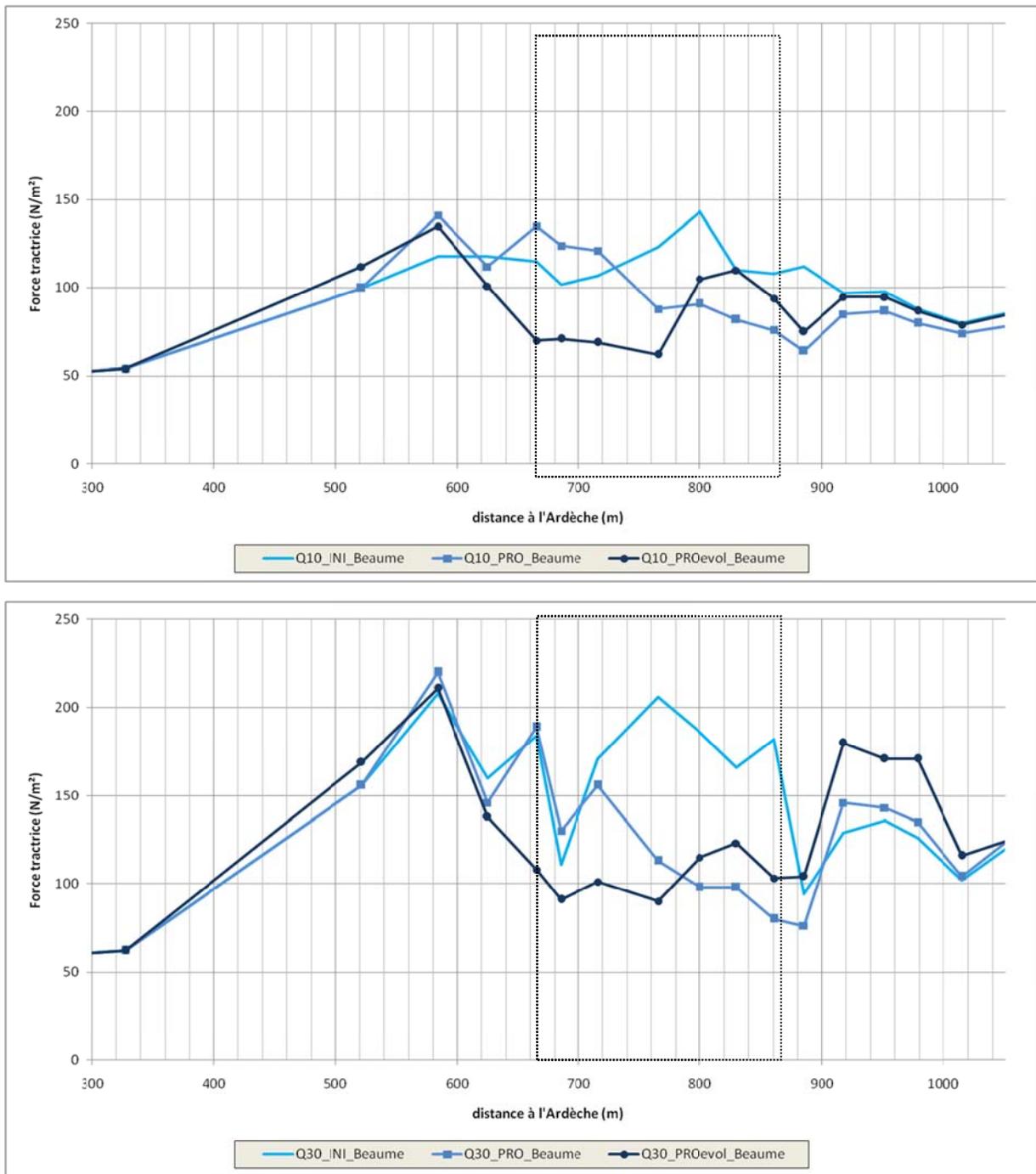


Figure 49 - Force tractrice dans le lit mineur en crues décennale (en haut) et trentennale (en bas), état initial (INI), projet (PRO) et Projet + évolution (PROevol)

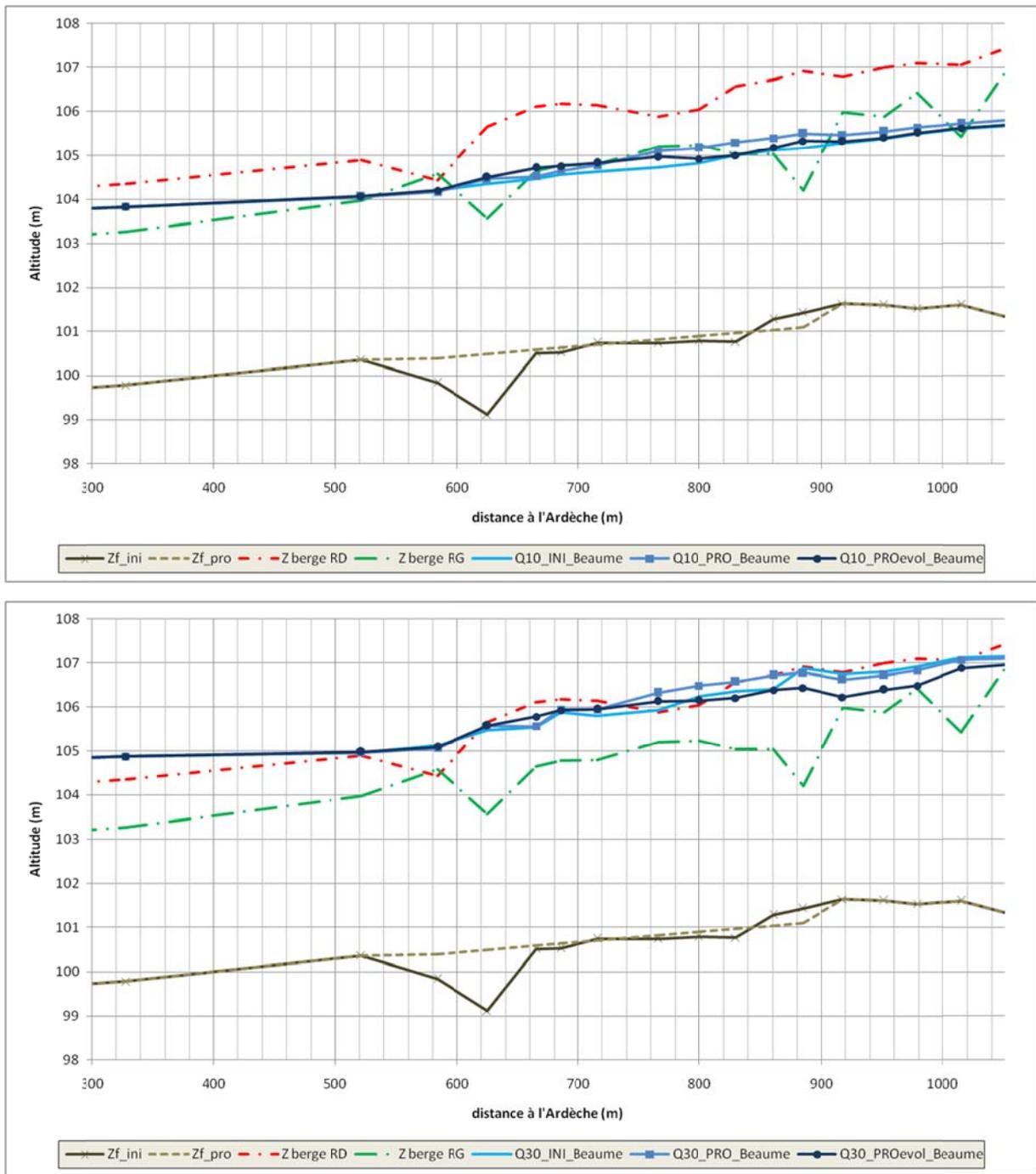


Figure 50 - Lignes d'eau en crue décennale (en haut) et trentennale (en bas)

## 4.2. Analyses des impacts et des gains morphologiques

L'amélioration essentielle qu'apporte le projet se situe dans la modification du profil en travers de la Beume, notamment au droit du merlon nord. En effet, cet arasement permettra de retrouver une connectivité latérale plus affirmée et offrira dans le temps **un front d'érosion potentiel**. Dans un second temps, la recréation d'un espace alluvial plus dynamique et plus varié sera un gain attendu.

Le profil en long sera en partie rechargé par la remise en mouvement des matériaux grossiers mis en remblais. Ceux-ci seront repris progressivement et viendront recharger cette partie aval de la Beume. Il ne s'agira néanmoins pas d'une recharge massive au regard des volumes restreints de matériaux grossiers disponibles.

Par ailleurs, les sables mis en remblais et repris progressivement seront exportés plus rapidement par les crues. Partie prenante du transport solide des cours d'eau du bassin, ils seront dilués sur le cours aval du cours d'eau, puis dans l'Ardèche.

Enfin, le retrait de l'épi en aval du site permettra, lors des crues importantes, d'augmenter le potentiel de recharge sédimentaire du cours d'eau. C'est le deuxième élément de gestion des divagations du projet.

### 4.3. Analyse des impacts et des gains hydro-écologiques

Il est attendu de cette opération une diversification des faciès d'écoulement aujourd'hui très homogènes sur le secteur. Cette diversification se fera par la mise en œuvre des patchs écologiques (qui sont évolutifs dans le temps), par la reprise des matériaux en remblais et par le modelage de la berge rive gauche qui se fera au fil des crues.

Aujourd'hui le manque de diversité s'exprime par :

- Des faciès dominants limités en nombre et en type (2 plats courants, 2 radiers),
- Des faciès secondaires quasiment absents : une mouille dans une fosse de dissipation (pompage)
- Des caches peu nombreuses voire absentes (blocs, système racinaire, embâcles)

Les photographies ci-dessous illustrent ces éléments.



Figure 51 - Illustration des faciès et des habitats du secteur.

#### 4.4. Analyse des impacts et des gains écologiques : faune, flore, habitats

Partie à venir en fonction des résultats des inventaires naturalistes en cours.

Une amélioration de la mosaïque des milieux est cependant attendue (ripisylve, habitats alluviaux).

Le retrait des quelques petits bouquets de renouée du Japon est prévu et, suite aux travaux, un suivi des superficies terrassées sera réalisée afin de ne pas laisser la renouée s'implanter.

#### 4.5. Analyse des impacts et des gains sur la qualité de l'eau

Il n'y a pas d'attente particulière de ce point de vue.

#### 4.6. Analyse des impacts sur les usages

L'activité agricole est le principal usage concerné. Il est impacté de deux manières différentes :

- En épaulant la berge par des remblais provisoires qui viendront retarder les phénomènes d'érosion
- En créant une ripisylve en haut de berge qui diminuera les surfaces cultivées de 2 500 m<sup>2</sup> environ

Les autres usages ne seront pas impactés :

- L'activité de aéroport de sera pas impactée, ni par l'inondation (soit en raison du fait que pour les crues importantes – à Q30 l'aéroport est inondé – c'est la cote de l'Ardèche qui est déterminante, soit en raison du fait qu'une crue importante augmenterait la capacité hydraulique du lit en exportant les sables à l'aval), ni par l'érosion (l'aéroport sera distant, une fois les travaux finis, par une bande de 70 à plus de 100m, c'est-à-dire bien plus que les capacités de divagation de la Beaume)
- La baignade, peu ou pas pratiquée au droit du site, sera toujours possible et non impactée
- La pêche ne sera pas non plus impactée, même si elle peu pratiquée ici

## 5. Chiffrage des opérations

Le montant est estimé à 162 436 € HT.

Les profils de terrassement ayant permis l'estimation des cubatures sont donnés en annexe.

Rappelons que ce chiffrage ne prévoit pas la mise en œuvre éventuelle de mesures compensatoires au titre de l'environnement ni les éventuels coûts d'acquisitions foncières.

N° DES PRIX	DESIGNATION DE LA NATURE DES TRAVAUX	UNITE	QUANTITE	PRIX UNITAIRE	PRIX HT
<b>1</b>	<b>Frais de chantier - travaux préparatoires</b>				
1.1	Installations de chantier Forfait comprenant l'aménage, le transfert et le repli du matériel WC chimique Sécurité des usagers et des travailleurs	Forf.	1	5 000 €	5 000 €
1.2	Pêche électrique + mesures piscicoles Forfait pour pêche électrique de sauvegarde avant travaux et mesures piscicoles amont / aval	Forf.	1	3 000 €	3 000 €
1.3	Détournement des eaux / gestion des écoulements	Forf.	1	3 000 €	3 000 €
1.4	Coupes + débroussaillage secteur rive gauche, merlons, y compris stockage des éléments pour patchs écologiques	m²	9000	2 €	18 000 €
<b>Sous-total 1</b>					<b>29 000 €</b>
<b>2</b>	<b>Terrassements</b>				
2.1	Terre végétale sur site décapage et mise en remblai temporaire	m3	1800	4.0 €	7 200 €
2.2	Déblai dans la masse	m3	19500	2.5 €	48 750 €
2.3	Remblai réutilisé sur place Mise en œuvre en berge et sur fond	m3	21300	1.5 €	31 950 €
<b>Sous-total 2</b>					<b>87 900 €</b>
<b>3</b>	<b>Retrait épis aval</b>				
3.1	Retrait épis aval	ft	1	2 500 €	2 500 €
<b>Sous-total 3</b>					<b>2 500 €</b>
<b>4</b>	<b>Génie végétal</b>				
4.1	Patch écologique : troncs renversé (façonnage + transport + mise en œuvre)	u	10	310 €	3 100 €
4.2	Patch écologique : plançon de saules (un fagot par patch)	u	50	30 €	1 500 €
4.3	Patch écologique : bouture de saules	u	300	5 €	1 500 €
4.4	Patch écologique : pose des blocs	u	30	50 €	1 500 €
4.5	Ripisylve en haut de berge : préparation du terrain	m²	2420	1 €	2 420 €
4.6	Ripisylve en haut de berge - Baliveaux	u	484	10 €	4 840 €
4.7	Ripisylve en haut de berge - Jeunes plants forestiers	u	242	6 €	1 452 €
<b>Sous-total 4</b>					<b>16 312 €</b>
<b>5</b>	<b>Traitement ruissellement haut de berge</b>				
5.1	Mise en œuvre de la butte (0.8m de hauteur moyenne)	m3	108	30 €	3 240 €
5.2	Jeunes plants forestiers en haie mélangée	u	214	6 €	1 284 €
5.3	Déversoir enrochement	ft	1	1 000 €	1 000 €
5.4	Ensemencement	m²	600	1 €	600 €

					<b>Sous-total 5</b>	<b>6 124 €</b>
<b>6</b>	<b>Autres éléments</b>					
6.1	Retrait et évacuation déchets divers	ft	1	2 000 €	2 000 €	
6.2	Traitement et évacuation en décharge des tâches de renouée	u	6	100 €	600 €	
6.3	Boisement en rive gauche sur une partie du merlon arasé/remblais restant en rive droite	ft	1	8 000 €	8 000 €	
6.4	Imprévus	ft	1	10 000 €	10 000 €	
					<b>Sous-total 6</b>	<b>20 600 €</b>
					<b>TOTAL HT</b>	<b>162 436 €</b>
					<b>TOTAL TTC</b>	<b>194 923 €</b>

**Figure 52 - Détail quantitatif estimatif**

En terme d'entretien, il a été convenu (mais non formalisé) que les agriculteurs pourraient, via une convention avec l'EPTB, procéder à l'arrosage de la nouvelle ripisylve (matériel présents sur place). Si ce travail devait être confié à un prestataire, on pourrait l'estimer à 2 000€/an, pendant 3 ans, soit 6 000 € HT.



## **ANNEXES**

Localisation des sondages réalisés

Photographies et données des sondages réalisés

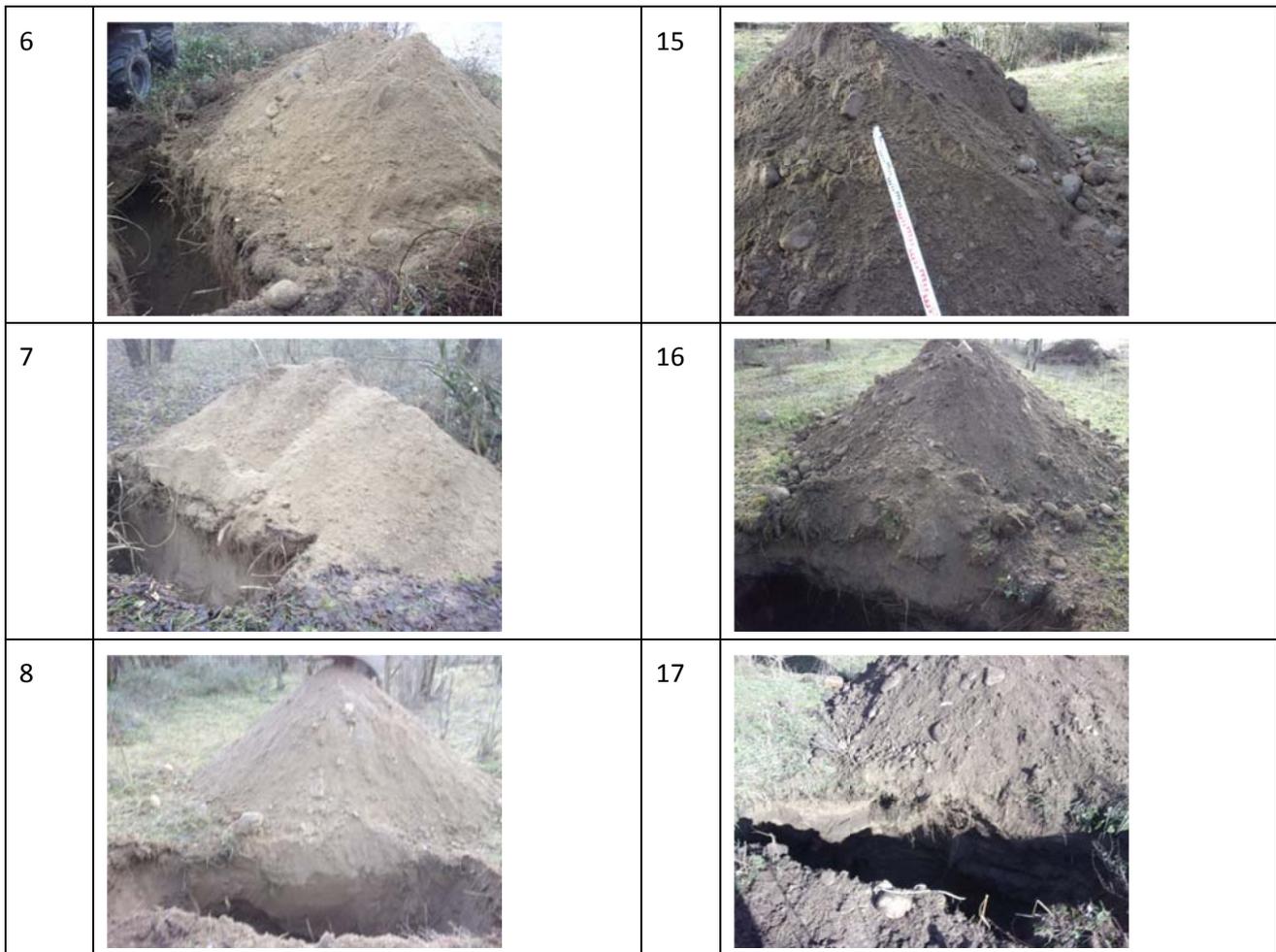
Localisations des profils en travers réalisés et profils retenus pour l'estimation des cubatures

❖ Annexe 1 – Localisation des sondages



❖ *Annexe 2 – Photographies et données des sondages*

1		9	
2		10	
3		12	
4		13	
5		14	



ID Sondage	Profondeur (en m, du TN en direction du bas, TN = 0m)	Venue d'eau	Description lithologique	D max (mm)	Répartition granulométrique (estimation visuelle en %)				Matrice
					Blocs >150 (mm)	Galets 150-20 (mm)	Graviers 20-2 (mm)	Sables (2-0.02mm)	
1	30	Non	Litière + terre végétale + limons	-	-	-	-	-	Limons
1	110	Non	Sables + Graviers/galets et quelques blocs	300	10	15	20	55	Sables
1	185	Non	Sables + quelques graviers/galets	40	0	10	10	80	Sables
2	30	Non	Terre végétale et limons	-	-	-	-	-	Limons
2	110	Non	Sablo-limoneux + Galets-graviers et blocs épars	200	10	15	15	60	Sables et limons
2	280	Non	Sables + blocs et galets épars	200	5	5	5	85	Sables
3	15	Non	Terre végétale	-	-	-	-	-	-
3	200	Non	Sables et limons + rares graviers-galets-blocs	180	2	3	5	90	Sables et limons
4	10	Non	Terre végétale	-	-	-	-	-	-
4	160	Non	Sables et galets-graviers-blocs	250	15	15	20	50	Sables
5	10	Non	Terre végétale	-	-	-	-	-	-
5	270	Non	Limono-sableux	-	0	0	0	40	Limons et sables
6	15	Non	Terre végétale et limons	-	-	-	-	-	Limons
6	170	Non	Sables et limons	-	0	0	0	100	Sables et limons
6	250	Non	Sables jaunes grossiers	20	0	0	10	90	Sables
6	270	Non	Blocs/galets/graviers (gros blocs)	300	15	20	20	45	Sables
7	200	Non	Limono-sableux	-	0	0	0	40	Limons et sables
8	110	Non	Limons	-	-	-	-	-	Limons
8	180	Non	Sables	-	-	-	-	-	Sables
8	250	Non	Sables et graviers-galets-blocs	150	10	15	15	60	Sables
9	10	Non	Terre végétale	-	-	-	-	-	-
9	135	Non	Sables et limons	-	0	0	0	100	Sables et limons
9	260	Non	Galets-graviers et quelques blocs	250	10	20	15	55	Sables
10	55	Non	Sables et limons + racines	-	-	-	-	100	Sables et limons
10	150	Non	Galets-graviers + blocs	350	10	20	20	50	Sables
12	50	Non	Limons+sables avec bandes de terre végétale alternées (dépôts/reprises)	-	0	0	0	40	Limons et sables
12	200	Non	Galets-graviers-blocs	250	20	20	20	40	Sables
13	80	Non	Limono-sableux puis sables	-	0	0	0	100	Sables et limons
13	190	Non	Galets-graviers + quelques blocs	200	15	20	20	55	Sables
14	15	Non	Terre végétale	-	-	-	-	-	-
14	35	Non	Sables grossiers	40	0	5	20	75	Sables grossiers
14	165	Non	Galets-graviers + blocs	250	15	25	25	35	Sables grossiers
15	120	Non	Sables et limons	-	0	0	0	100	Sables et limons
15	230	Non	Sables et galets-graviers-blocs	250	10	15	15	60	Sables à sables grossiers
16	40	Non	Terre végétale et limons	-	-	-	-	-	Limons
16	100	Non	Bancs alternés sables grossiers / limons	-	0	0	0	100	Sables grossiers et limons
16	220	Non	Sables grossiers et graviers-galets-blocs	250	15	15	20	50	Sables grossiers
17	110	Non	Bancs alternés sables jaunes / limons + terre végétale	-	0	0	0	100	Sables et limons
17	200	Non	Sables grossiers et graviers-galets-blocs	350	15	15	20	50	Sables grossiers

❖ Annexe 3

