



Syndicat Mixte Têt Bassin
Versant

Etude pour la restauration
hydromorphologique du lit de
la Têt aval.

Rapport de mission 3 – Etudes
d'Avant-Projet (AVP)

016 44321 | Septembre 2023 – v6 | OVE /
QSG / SOR



setec
hydratec

 <p>Immeuble Central Seine 42/52 quai de la Rapée – CS71230 – 75583 Paris cedex 12 hydratec@hydra.setec.fr T : 01 82 51 64 02</p>		Directeur de Projet	OVE		
		Responsable d'affaire	GFL		
		N° AFFAIRE	016-44321		
<i>Fichier : 44321_TET_hydromorpho_aval_M3_v6.docx</i>					
V.	Date	Etabli par	Vérfié par	Nb. pages	Observations / Visa
v1	19/07/2022	GFL	OVE	133 (hors annexes)	Création
v2	30/11/2022	SOR	OVE / QSG	117 (hors annexes)	Révision
v3	01/09/2023	SOR	OVE / QSG	121 (hors annexes)	Révision chiffrage et ajout incidence hydraulique sur les affluents de la rive gauche
v4	21/09/2023	SOR	OVE / QSG	125 (hors annexes)	Mise à jour des dimensions des OCPL, comparaison chiffrage Drac et corrections mineures.
v5	29/11/2023	SOR	OVE / QSG	126 (hors annexes)	Compléments divers
v6	05/12/2023	SOR	OVE / QSG	127 (hors annexes)	Compléments sur les projets en cours, les études complémentaires et autres corrections mineures.

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION.....	7
1.1 Contexte	7
1.2 Objectifs.....	8
2. RAPPELS DES MISSIONS PRECEDENTES – DIAGNOSTIC ET PRINCIPES DE CONSTRUCTION DES SCENARIOS	9
2.1 Les périmètres d'étude.....	9
2.2 Mission 1 : Diagnostic	10
2.3 Mission 2 : Scénario retenu.....	11
2.3.1 Les scénarios envisagés.....	11
2.3.2 Choix du scénario	11
3. DEFINITION DES AMENAGEMENTS AU STADE AVANT-PROJET (AVP)	14
3.1 Méthodologie	14
3.1.1 Étape 1 : Modification du modèle pour intégrer les aménagements.	16
3.1.2 Étape 2 : Comparaison entre l'état actuel et le scénario 1.....	16
3.1.3 Étape 3 : Optimisation du scénario 1 pour limiter l'impact hydraulique	17
3.2 Description détaillée des aménagements.....	19
3.2.1 En longitudinal	19
3.2.2 En transversal.....	33
3.2.3 Reconnexion à l'existant et aménagements externes.....	42
3.3 Estimation des volumes et de la disponibilité des matériaux	45
3.3.1 Estimation des volumes	45
3.3.2 Disponibilité des matériaux	46
3.3.3 Caractérisation et réemploi des matériaux	52
3.3.4 Pérennité et entretien des aménagements.....	60
3.3.5 Traitement de la végétation.....	63
3.4 Intégration avec les projets en cours ou en projet	64
4. ANALYSE DES IMPACTS.....	69
4.1 Impact hydraulique.....	69
4.1.1 Modifications du modèle hydraulique	69
4.1.2 Analyse des impacts	69
4.1.3 Incidence du projet de restauration hydrogéomorphologique du lit de la Têt aval sur les affluents en rive gauche (Cereg, 2023).....	84
4.1.4 Conclusion et adaptations envisageables au regard des enjeux	90
4.2 Impact morphologique.....	90

4.2.1	Concepts fondamentaux de l'hydromorphologie fluviale.....	90
4.2.2	Évolution attendue des variables de réponse dans le cas de la Têt.	93
4.2.3	Continuité du transport solide.....	96
4.2.4	Les effets sur la nappe.....	96
4.3	Impact écologique.....	96
4.3.1	Périmètres environnementaux et de gestion.....	96
4.3.2	Résultats des inventaires et enjeux pour le projet.....	97
4.3.3	Impacts des travaux.....	99
4.3.4	Mesures pour Eviter, Réduire et Compenser (ERC).....	105
4.4	Impact foncier.....	108
4.4.1	Méthodologie.....	108
4.4.2	Gestion foncière.....	108
4.4.3	Impact sur le parcellaire agricole.....	109
5.	ETUDES COMPLEMENTAIRES ET PRECONISATIONS POUR LES TRAVAUX.....	115
5.1	Les études complémentaires à la phase AVP.....	115
5.2	Élaboration des dossiers réglementaires.....	116
5.3	Préconisations pour la réalisation des travaux.....	117
6.	PLANNING PREVISIONNEL EST ESTIMATION FINANCIERE.....	119
6.1	Planning.....	119
6.2	Hypothèses de chiffrage.....	119
6.3	Acquisition foncière.....	120
6.4	Estimation des coûts d'investissement.....	121
7.	ANNEXES.....	123

1. INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

La Têt est un fleuve côtier à caractère torrentiel des Pyrénées-Orientales qui prend sa source dans le massif du Carlit et se jette en Méditerranée après avoir parcouru 120 km. Son cours a été fortement aménagé avec la construction du barrage de Vinça en 1978 pour réguler la ressource en eau et écrêter les crues, mais également avec la présence de 24 ouvrages transversaux comprenant des seuils de stabilisation du profil et/ou servant à alimenter des prises d'eau et des passages à gué pouvant présenter des dénivelés allant de 1 à 5 m entre l'amont et l'aval. La Têt est également perturbé par des prises d'eau et le retour de canaux d'irrigation.

En parallèle, entre 1978 et 2003, environ 1,1 million de m³ de sédiments ont été extraits de son lit mineur et dont un tiers a été utilisé pour la construction de la RN 116. Le tracé de cette dernière est d'ailleurs implanté dans le lit moyen de la Têt en rive droite contraignant fortement sa mobilité.

L'ensemble de ces pressions sur le cours d'eau a engendré de profonds et nombreux dysfonctionnements hydromorphologiques principalement caractérisés par une incision du lit ayant fait complètement disparaître le matelas alluvial dans certains secteurs.

Dans ces derniers, la rivière s'écoule directement sur un substratum argilo-marneux du Pliocène dans lequel l'incision se poursuit. Les conséquences potentielles et déjà observées de cette incision sont les suivantes :

- Risques de déstabilisation des ouvrages et des réseaux, mais également de déconnexion des prises d'eau ;
- Perturbation ou interruption des échanges nappe-rivière par abaissement du niveau de la nappe ;
- Homogénéisation des faciès d'écoulement et perte de la diversité des habitats ;
- Altération de la qualité de l'eau et diminution de la capacité auto-épuratrice du cours d'eau du fait de la disparition du matelas alluvial ;
- Dépérissement de la ripisylve.

Le style morphologique de la Têt est ainsi passé progressivement d'un lit à méandres à un lit chenalisé rectiligne. Néanmoins, il est important de souligner que plusieurs affluents tels que la Rigarda, le Boulès, le Castellnou et la Comelade continuent à fournir des matériaux malgré des capacités de charriage réduites.

Aujourd'hui, malgré l'interdiction d'extraire des matériaux directement dans le lit mineur, un retour à l'équilibre sans projet de restauration semble difficile, car contraint par les facteurs suivants :

- L'effet écrêteur du barrage de Vinça qui atténue les crues (dès 175 m³.s⁻¹) susceptibles de déplacer les matériaux et de faire évoluer la morphologie du lit ;
- La diminution des apports solides induite par la réduction des processus érosifs sur les versants (aménagements de la restauration des terrains en montagne, politique de reboisement, évolution du climat, etc.) ;
- La présence d'ouvrages transversaux qui ralentissent l'écoulement et se matérialisent par une réhausse du fond du lit à l'amont et par un abaissement progressif du fond du lit en aval de l'ouvrage. Cette succession d'ouvrages dessine un profil en long sous la forme de « marches d'escalier » ;

- La présence d'ouvrages longitudinaux tels que des digues qui contraignent la rivière et réduisent sa mobilité latérale. Ces ouvrages déconnectent la rivière des zones de fourniture en matériaux et limitent donc sa recharge en sédiments ;
- La végétalisation des bancs qui se figent dans le temps et deviennent difficilement mobilisables y compris pour des crues morphogènes. Leur entretien ne repose que sur l'enjeu hydraulique et néglige le rôle de la végétation dans le fonctionnement hydromorphologique de la rivière ;
- La nature du fond du lit qui pour certains tronçons correspond au substratum argilo-marneux dont la rugosité est relativement faible et ne permet pas de capter les sédiments en transit et donc de reconstituer un matelas alluvial.

1.2 OBJECTIFS

Dans ce contexte le Syndicat Mixte Têt Bassin Versant (SMTBV) a missionné le bureau d'étude Setec Hydratec pour mettre en place la restauration hydromorphologique de la partie aval de la Têt entre le barrage de Vinça et Perpignan. L'étude se décompose selon les 5 missions suivantes (tranche ferme) :

- Mission 1 : État initial et diagnostic hydro-sédimentaire ;
- Mission 2 : Études préliminaires à l'AVP visant à définir des scénarios d'aménagement ;
- Mission 3 : Étude d'avant-projet (AVP) ;
- Mission 4 : Étude de projet (PRO) sur un site pilote ;
- Mission 5 : Réalisation d'un inventaire faune-flore et des habitats écologiques.
- 2 tranches optionnelles :
 - o Procédures réglementaires
 - o Prédiagnostic des stocks sédimentaires amont

En parallèle des études techniques, une mission de concertation est menée afin de faciliter l'acceptation des aménagements envisagés en informant et en intégrant toutes les parties prenantes durant la réalisation du projet.

Le présent rapport concerne la mission 3 qui a pour objectif de définir les aménagements du scénario retenu, d'estimer les impacts du projet et de statuer sur la faisabilité du projet sur l'inondabilité du secteur et la disponibilité des matériaux.

Le rapport est structuré de la manière suivante :

- Rappels des principaux enseignements des missions 1 et 2 ;
- Présentation des aménagements et de leur intégration à l'existant, ainsi que le type et la quantité de matériaux nécessaires pour mener à bien le projet de restauration ;
- Analyse des impacts du projet sur l'hydraulique, la morphologie, l'écologie et le foncier ;
- Présentation des coûts et du planning prévisionnel du projet.

2. RAPPELS DES MISSIONS PRECEDENTES – DIAGNOSTIC ET PRINCIPES DE CONSTRUCTION DES SCENARIOS

2.1 LES PERIMETRES D'ETUDE

Comme préconisé dans le cahier des clauses techniques particulières, la réflexion est menée à différentes échelles spatiales. Ces dernières correspondent à un emboîtement de quatre périmètres d'étude allant à l'échelle de la Têt aval (du barrage de Vinça à l'embouchure à Canet-en-Roussillon) pour le diagnostic (mission 1) jusqu'à l'échelle d'un linéaire de 2 km en amont de Perpignan pour la définition des aménagements (mission 4) (Figure 2-1).

Ces linéaires d'études ont été imaginés au lancement du marché. Toutefois au regard du contexte et de l'avancement dans l'étude (contraintes, précision des aménagements, etc.), ces périmètres peuvent être remis en question afin de rester en cohérence avec les objectifs de la mission.

Toute modification du périmètre d'aménagement (mission 3 AVP et mission 4 PRO) nécessite une validation ou tout au moins une discussion avec en particulier le SMTBV, l'Agence Française pour la Biodiversité (AFB) et l'Agence de l'Eau pour échanger sur les aspects techniques (retour d'expérience, doctrine, etc.) et financiers.

Dans le cadre de la mission 3 et du présent rapport, le linéaire étudié est compris entre le seuil de Saint-Féliu-d'Amont et le pont de l'autoroute A9, soit environ 10 km. Ce tronçon a été choisi, car il a été identifié dans la mission 1 comme celui présentant les altérations morphologiques les plus importantes avec des écoulements directement dans le substratum. De plus, le seuil de Saint-Féliu-d'Amont, à proximité de la base ULM de Corneilla-la-Rivière, constitue un point dur qui entraîne une rupture du fonctionnement morphologique du cours d'eau entre l'amont et l'aval. Ainsi, l'aménagement du cours d'eau à l'aval de ce seuil ne devrait pas impacter significativement le tronçon à l'amont.

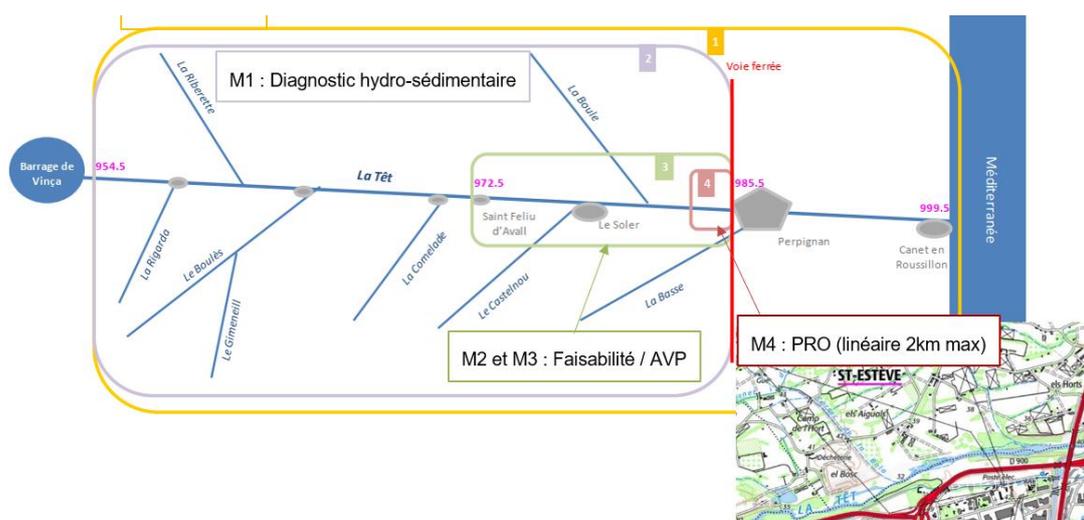


Figure 2-1. Schéma représentant l'imbrication des différents périmètres de l'étude et des missions associées.

2.2 MISSION 1 : DIAGNOSTIC

La mission 1 avait comme principaux objectifs (i) d'analyser les fonctionnements hydraulique et morphologique actuels de la Têt, (ii) d'identifier les désordres, et (iii) d'identifier les interventions humaines. Le périmètre d'étude a démarré en aval du barrage de Vinça jusqu'à l'embouchure pour avoir une vision globale du diagnostic.

Le diagnostic a mis en évidence que la réponse hydrologique de la Têt est fortement conditionnée par la présence du barrage de Vinça. Entre l'amont et l'aval du barrage, le débit est réduit d'environ 80%. L'écrêtement est néanmoins limité par la capacité du barrage. Plusieurs événements historiques se sont produits, mais les plus marquants d'entre eux restent (i) celui d'octobre 1940 qui a enregistré la plus forte crue connue prise comme référence pour les PPRi avec un débit de pointe à Perpignan de $3600 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ et (ii) celui de la tempête Gloria en janvier 2020 correspondant à une crue de période de retour d'occurrence cinquantennale ($1280 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ au pont Joffre à Perpignan).

L'analyse hydraulique conduite dans le cadre de cette mission comportait une synthèse bibliographique ainsi qu'une modélisation de l'état actuel. L'exploitation de cette dernière pour une crue cinquantennale et la crue de 1940 a permis de (i) caractériser l'écoulement (ii) d'identifier les secteurs de débordements (iii) d'identifier les effets de stockage des remblais routiers et (iv) d'estimer les vitesses dans les lits mineur et majeur. Ces modélisations ont également permis de montrer l'absence de surverses sur la RN 116 en rive droite pour les deux crues simulées.

L'analyse morphologique a reposé sur les éléments existants dans la littérature ainsi que sur des diagnostics de terrain. Ces derniers ont permis de lister les principaux dysfonctionnements suivants :

- Réduction de la fréquence des débits morphogènes ;
- Réduction de la bande active et de la sinuosité ;
- Incision verticale et un écoulement banalisé sur le substrat ;
- Disparition du matelas alluvial et homogénéisation des faciès d'écoulement ;
- Drainage de la nappe alluviale d'accompagnement ;
- Déstabilisation d'ouvrages d'art ;
- Délitement de seuils de prises d'eau (pour le canal du Vernet et Pia) ;
- Érosion des protections de berge ;
- Progression de l'érosion régressive ;
- Risque de pollution ;
- Réinjection de sédiments en zone déficitaire.

L'analyse du profil en long et l'estimation des bilans sédimentaires ont conduit à diviser le linéaire en secteurs plus ou moins problématiques. Il en ressort que le secteur à l'amont du pont d'Ille-sur-Têt est globalement stable et que le secteur en aval du pont de l'autoroute A9 est en meilleur équilibre malgré une incision liée aux travaux d'entretien de Perpignan. À l'inverse, le secteur compris entre le pont d'Ille-sur-Têt et le pont de l'A9 présente un déficit sédimentaire important, avec une incision en escalier calée sur les seuils et une disparition du matelas alluvial. Enfin, l'analyse morphologique a permis de définir les principes d'aménagements suivants :

- La reconstitution du matelas alluvial ;
- Une pente théorique d'équilibre avoisinant 0,35 % ;
- Une bande active large oscillant entre 80 et 150 m ;
- La présence de bancs alluviaux et de bras secondaires ;

- La réouverture des stocks alluviaux déconnectés susceptibles d'être érodés pour alimenter le cours d'eau en matériaux.

2.3 MISSION 2 : SCENARIO RETENU

2.3.1 Les scénarios envisagés

D'après le diagnostic et les hypothèses de dimensionnement des aménagements réalisés en mission 1, les 3 scénarios suivants ont été proposés avec différents niveaux d'ambition.

- Scénario 1 : le plus ambitieux, maximisant la sinuosité et dont l'emprise est conditionnée par la réalisation technique;
- Scénario 2 : le moins ambitieux, cherchant à minimiser l'emprise et à conserver la sinuosité et le chemin hydraulique actuel ;
- Scénario 3 : scénario intermédiaire avec une sinuosité adaptée à l'emprise maximale identifiée en mission 1.

Ces scénarios ont été comparés par l'intermédiaire d'une analyse multicritères pour faire ressortir les avantages et les inconvénients de chaque proposition et pour les comparer par un système de notation. Il en est ressorti que l'ensemble des scénarios permettaient de répondre aux objectifs de l'étude sans aggraver le risque inondation, mais que l'espace dans le scénario 1 permet d'ajuster plus facilement les techniques de génie végétal pour protéger la berge de la RN 116. En ce qui concerne le coût, les scénarios sont du même ordre de grandeur pour les postes de dépenses les plus importants (déplacement matériaux, seuils et protection de berges). La part du volume de remblai représente environ 95% de l'estimation financière pour les trois scénarios et le scénario 1 est celui qui présente le volume de remblai le plus important.

2.3.2 Choix du scénario

Sur la base des conclusions issues de l'analyse multicritères présentée en COPIL (08/07/2021), **le scénario 1 a été retenu** (Figure 2-2), puis validé par le comité syndical le 26/11/2021. Des inquiétudes avaient néanmoins été relevées à l'époque sur l'emprise foncière de l'aménagement.

Afin de lever ces inquiétudes, notamment auprès des élus de la rive gauche de la Têt, le SMTBV a mené des réunions de sensibilisation / communication, ce qui a permis de montrer qu'à ce stade de la mission des adaptations étaient encore possibles et que le choix portait plus sur l'ambition du projet que sur l'emprise. Ce scénario se caractérise par :

- Une pente d'équilibre théorique à 0,35% ;
- Une augmentation de la sinuosité permettant d'allonger le chemin hydraulique de 530 m et de réduire la pente. Le tracé a également été optimisé pour prendre en compte les contraintes locales (affleurement du substratum, enjeux écologiques, etc.) ;
- Un manteau alluvial d'une épaisseur de 80 cm ;
- La mise en place de lits étagés sur 3 niveaux (lit d'étiage, lit mineur et lit moyen) dont les cotes altimétriques correspondent à l'emprise de différents débits caractéristiques ;

- Un point d'inflexion de 3 m au droit du seuil du Soler 3 ;
- Présence d'un seuil avec une hauteur de chute de 1,5 m au droit de l'A9 à l'extrême aval du linéaire AVP.

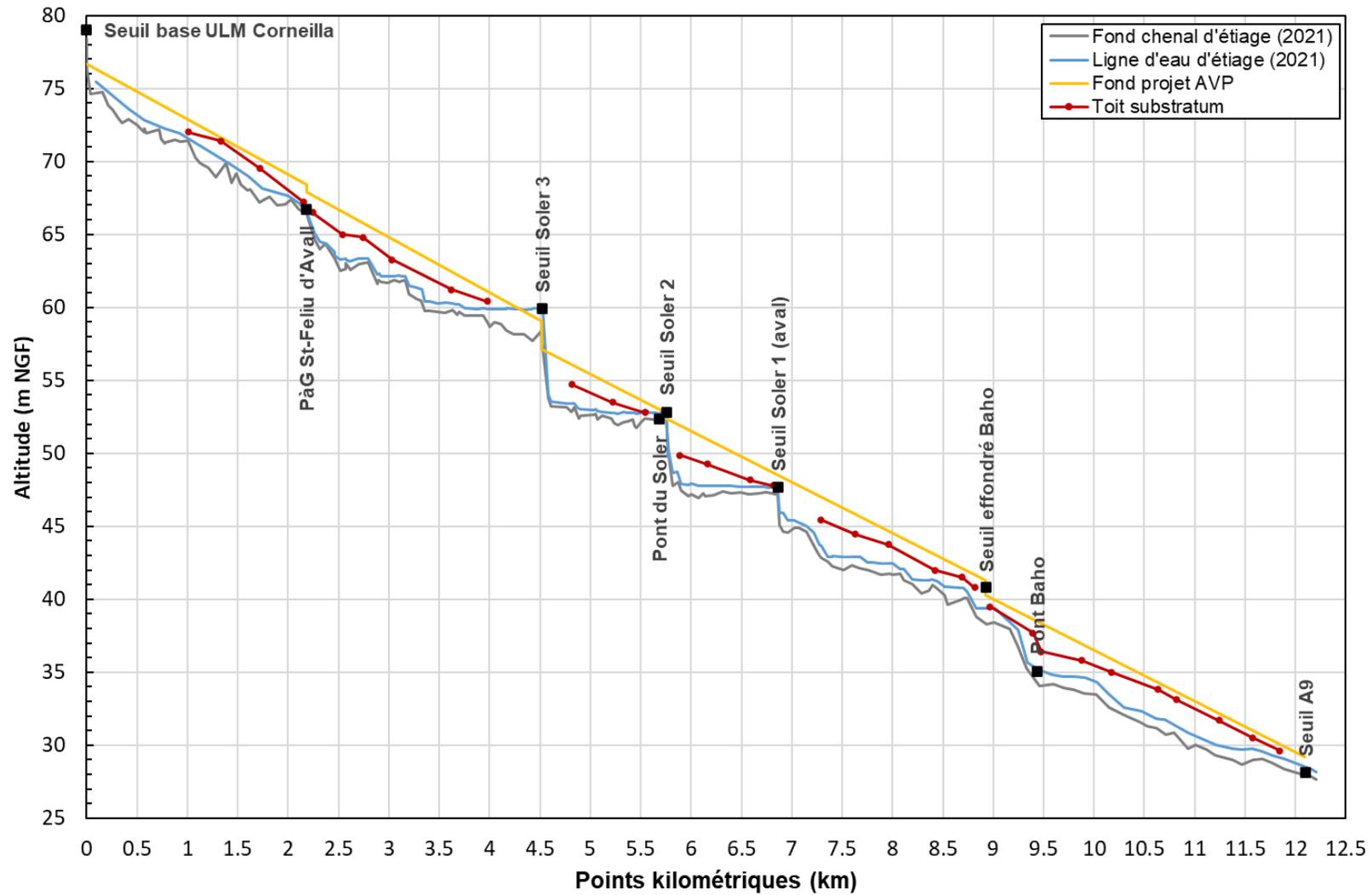


Figure 2-2. Comparaison des profils en long de l'état actuel et du scénario 1.

3. DEFINITION DES AMENAGEMENTS AU STADE AVANT-PROJET (AVP)

3.1 METHODOLOGIE

La mission 2, a permis de définir les grands principes des aménagements et de retenir, après présentation en COPIL et en comité syndical, le scénario le plus ambitieux avec un matelas alluvial de 80 cm, une pente d'équilibre de 0,35% et une augmentation de la sinuosité à 1,06.

Dans le cadre de la mission 3 et donc du présent rapport, les impacts potentiels des aménagements ont été évalués pour s'assurer de la faisabilité du projet. Le premier volet qui nous a semblé être le plus important pour la réalisation du projet est l'aspect hydraulique. En effet, étant en zone PPRi ces travaux de renaturation ne doivent pas augmenter l'aléa inondation.

La méthodologie employée a donc consisté à évaluer l'impact hydraulique des aménagements par modélisation numérique. Lorsque les résultats s'avéraient non acceptables au regard du risque inondation, des adaptations des aménagements ont été réalisées jusqu'à obtenir un résultat dont l'impact hydraulique est considéré comme acceptable.

Cette démarche itérative a consisté à réaliser les étapes suivantes :

- Modification du modèle afin d'intégrer les aménagements et simulations en crue ;
- Analyse de l'impact (ligne d'eau, hydrogrammes, zone inondable) par comparaison avec l'état actuel ;
- Ajustement des aménagements par différents leviers (Tableau 1) jusqu'à atteindre une simulation dont les résultats sont jugés satisfaisants.

Le logigramme suivant illustre la démarche itérative mise en œuvre dans le cadre de cette mission.

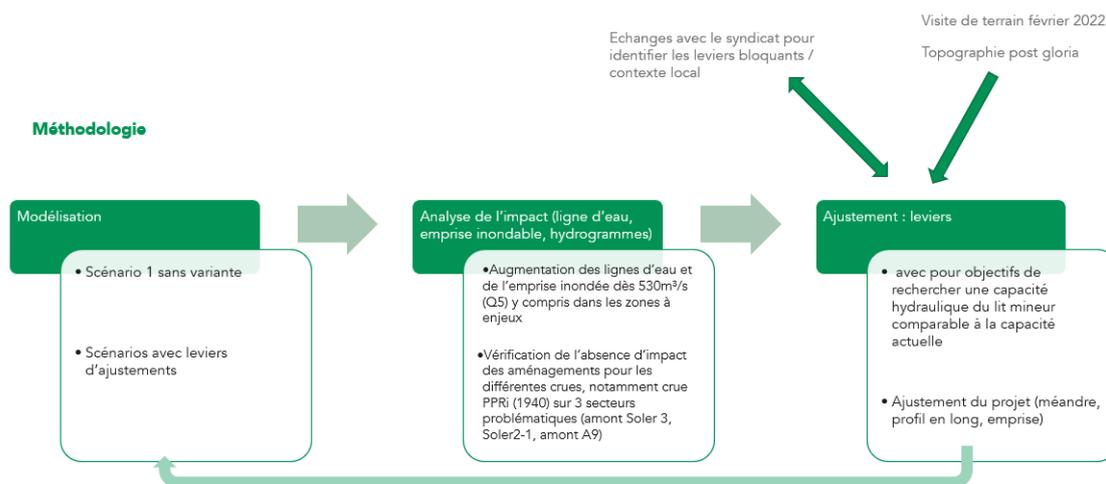


Figure 3-1. Schéma conceptuel décrivant le processus itératif employé pour optimiser les aménagements dans le cadre de la modélisation hydraulique.

Les leviers envisageables pour limiter les impacts sont repris dans le tableau ci-après :

Tableau 1. Leviers utilisés pour réduire l'impact hydraulique.

Leviers	Actions	Avantages	Inconvénients
Élargissement de la section hydraulique	Élargissement majoritairement en rive gauche pour retrouver la section hydraulique proche de la section actuelle	Réduction des débordements en lit majeur	Contrainte foncière Volume de déblais
Activation de chenaux secondaires existants	Activation en amont du seuil du Soler 3	Retour vers un état morphologique naturel Activation de zones d'expansion de crue	Contrainte foncière
Mise en place d'ouvrages de calage du profil en long	Création de rampes en encochements (PAG de St Féliu d'Avall, Soler 2, Baho et à l'A9) Abaissement de la cote du seuil du Soler 3 Conservation de la pente d'équilibre à 0,35% entre les ouvrages de calage du profil en long existants et les ouvrages de fond	Réduction des volumes de remblais Limite de la réhausse de la ligne d'eau et des débordements Réduction du seuil aval en reconnexion avec le cours actuel	Vigilance sur la localisation du substrat qui ne doit pas être impacté (ou peu) par l'aménagement

Une fois l'ensemble des leviers testés, une visite sur site et l'analyse de la topographie post-Gloria ont permis de déterminer la localisation du toit du substratum et de s'assurer de sa compatibilité avec les aménagements prévus.

Les sections suivantes reprennent les grandes étapes de la démarche itérative employée pour définir précisément les aménagements.

3.1.1 Étape 1 : Modification du modèle pour intégrer les aménagements.

Le scénario 1 défini initialement a été intégré dans le modèle numérique de la Têt afin de définir l'impact des aménagements, les mesures correctives et les adaptations envisageables face aux enjeux. Ainsi le scénario modélisé ne comprenait pas de variantes.

L'intégration du scénario a consisté à modifier le profil en long et les profils en travers dans le domaine 1D (lit mineur). À ce stade la sinuosité du lit d'étiage n'a pas été représentée, car elle n'est pas visible pour les crues modélisées qui sont supérieures à la crue quinquennale.

La comparaison avec l'état actuel modélisé dans le cadre de la mission 1 (profils en travers issus du PPRi et du MNT RGE Alti 2019) permettra alors de définir l'impact des aménagements pour des débits allant de $530 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ (Q_5) à la crue de référence type 1940 ($3500 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$).

3.1.2 Étape 2 : Comparaison entre l'état actuel et le scénario 1.

La comparaison entre l'état actuel modélisé durant la mission 1 et le scénario 1 défini dans la mission 2 a conduit aux observations suivantes :

- Dès la crue quinquennale, une augmentation de la zone inondée est observée entre le passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall et le seuil du Soler 3 (liée à la rehausse du fond) ;
- Cette surinondation, permet de mettre en évidence l'activation de chenaux d'écoulement secondaires en rive gauche (identifiés dans l'analyse de l'hydrodynamisme du cours d'eau dans la phase de diagnostic)

Pour la crue cinquantennale et la crue de référence, l'élévation du fond sur le profil en long entraîne :

- Une augmentation des emprises inondées en rive gauche et en rive droite ;
- Des surverses sur la RN 116 en rive droite ;
- Augmentation des débits débordés, cette généralisation des débordements conduit à une ligne d'eau (dans le lit mineur) relativement comparable à celle de l'état initial, à l'exception du secteur au droit du pont de Baho (rehausse de +2.6m).

La modélisation du scénario 1 comme défini dans le cadre de la mission 2 (sans les variantes, Sc1V0) conduit à des impacts qui ne sont pas acceptables au regard du risque inondation pour les personnes et les biens. Il est donc nécessaire de poursuivre la réflexion pour proposer des adaptations sur les aménagements afin de réduire les impacts.

À noter : l'état initial correspond à un état dégradé (très forte incision de la Têt), non représentatif de l'état naturel de la rivière. Cette incision a contribué à augmenter fortement la capacité hydraulique du lit mineur et donc à réduire l'inondabilité. Toutefois il correspond à l'état pris en compte dans le cadre du PPRi de la Têt Moyenne.

3.1.3 Étape 3 : Optimisation du scénario 1 pour limiter l'impact hydraulique

a) Les leviers utilisés

Le projet de restauration tel qu'il a été défini par le scénario 1 doit être optimisé pour maîtriser les débordements et diminuer l'étalement des eaux. Pour cela, les leviers présentés au Tableau 1 ont été mis en place.

- **Élargissement de la section hydraulique** : en rive droite prioritairement, mais l'espace est rapidement bloqué par la RN 116, ainsi il se réalise majoritairement en rive gauche ce qui présente un impact sur le foncier ;
- **Activation d'anciens chenaux d'écoulement existant** en rive gauche et notamment en amont du seuil du Soler ; cet aménagement se rapproche du fonctionnement naturel du cours d'eau, lors des fortes crues, toutefois il demande une maîtrise foncière plus importante ;
- **Mise en place d'ouvrages de calage du profil en long (rampes en enrochement) intermédiaires** sur le profil en long pour limiter la rehausse du fond. La pente entre chaque ouvrage doit rester proche de la pente d'équilibre. Cet aménagement permet de réduire le volume, mais il faut rester vigilant quant à la proximité du substratum. En effet, le profil en long doit être suffisamment au-dessus du toit du substratum afin de ne pas le déstabiliser avec l'aménagement;
- **Ouvrages de protection rapprochée** : aménagements en lit majeur permettant de protéger les secteurs à enjeux. Ce type d'aménagement est à envisager en dernier recours, car il présente des contraintes de mise en œuvre (dossiers règlementaires avec analyse AMC/ ACB), mais également de gestion, de responsabilité et d'entretien sur le long terme.

b) Les tests réalisés

Plusieurs aménagements ont été testés afin de réduire au mieux les impacts. Il a également été recherché une optimisation pour limiter l'impact sur le foncier (notamment sur les zones agricoles à forts enjeux).

Ainsi l'activation de chenal d'écoulement n'a pas été retenue. En outre, après l'avoir testée, le gain hydraulique était relativement faible au regard des emprises foncières concernées (Sc1V1).

L'abaissement du fond du lit, par la création d'ouvrage de calage du profil en long au niveau notamment du passage à gué de Saint-Féliu-d'Amont et de Baho, présente un réel gain sur le risque inondation jusqu'à la crue de $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_{50}). Pour cette crue, on observe :

- Une légère augmentation des débordements en amont du passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall en état projet (lié à la présence du seuil) ;
- Une réduction importante des débordements en rive gauche au droit du seuil du Soler 3. Les écoulements empruntent les anciens chenaux ;
- Pas de débordements en aval.

Si la situation modélisée pour un débit de $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ paraît satisfaisante au regard des impacts sur les enjeux, pour la crue de référence de type 1940, on observe une aggravation du risque inondation avec notamment :

- Une augmentation de l'emprise inondée (avec des faibles hauteurs d'eau) sur des secteurs habités de Pézilla-la-Rivière ;
- Des surverses de la RN 116 en plusieurs points.

L'impact pour la crue de référence issue du PPRi n'est donc pas acceptable. Afin de continuer l'optimisation des aménagements, une analyse comparative des capacités (du lit mineur, des axes d'écoulements...) et des débits surversants a permis de mettre en évidence 3 secteurs où le projet de restauration ainsi défini conduit toujours à une réduction de la capacité du lit de la Têt et par conséquent à augmenter les débordements par rapport à l'état initial :

- Entre Saint-Féliu-d'Amont et le seuil du Soler 3 (secteur 1) ;
- Entre le seuil du Soler 2 et le seuil du Soler 1 (secteur 2) ;
- En amont du pont de l'A9 (secteur 3).



Figure 3-2. Cartographie des impacts sur les hauteurs d'eau pour la crue de référence entre l'état projet avant optimisation et l'état actuel.

c) Ajustements retenus pour définir les aménagements

C'est donc une combinaison entre l'abaissement du fond du lit, l'élargissement de la section hydraulique et l'ajustement des profils en travers sur les secteurs hydrauliques contraints qui a permis de répondre à l'objectif de non-aggravation du risque inondation sur les enjeux.

Une première combinaison a été testée et a conduit à une amélioration des impacts. Le scénario ainsi défini a été revu afin d'être optimisé avec :

- Une visite sur site de l'ensemble du linéaire afin de confronter l'aménagement à la réalité de terrain ;
- Une analyse de la profondeur du substratum (couplage terrain, topographie post-Gloria et photo-interprétation), ce qui a conduit à une légère modification du méandrage du lit d'étiage, mais également un ajustement du profil en long (ajustement de la hauteur des ouvrages de calage du profil en long) ;
- Les enjeux écologiques pour épargner la ripisylve lorsque cela est possible, mais en gardant en mémoire que la ripisylve en place actuellement dépérit avec des sujets arborés dans le lit mineur / moyen de la Têt alors que naturellement elle devrait présenter une plus grande variété d'essences.

3.2 DESCRIPTION DETAILLEE DES AMENAGEMENTS

3.2.1 En longitudinal

a) Reconstitution du matelas alluvial

Le guide de Restauration hydromorphologique des cours d'eau préconise a minima une épaisseur moyenne de 50 cm quelle que soit la taille du cours d'eau pour permettre un rétablissement de certaines fonctions écologiques notamment pour les habitats, la faune benthique et l'enracinement de nombreuses espèces rivulaires. Néanmoins, il nous semble primordial de disposer d'une marge au-delà de ce minimum requis pour s'assurer de stopper la tendance à l'incision.

En effet, dans le cas de la Têt, il est considéré que la respiration du lit produit des mouvements sur 60 cm à 1,20 m. D'autre part, un tri granulométrique de la couche de surface du lit se produira durant les premières années après les travaux et pourra conduire à un armurage caractérisé par l'absence de sédiments plus fins dans la couche de surface. Ce départ de matériaux se traduira par un amincissement du matelas alluvial pouvant atteindre 30% selon la granulométrie des matériaux de remblais. Il a donc été décidé de reconstituer un matelas alluvial d'environ 80 cm.

Pour cela, l'incision dans le substratum sera au préalable remblayée avec du tout-venant et des sédiments fins compactés (argiles, limons). Cette couche de remblai sera ensuite recouverte par une épaisseur de graves, d'une granulométrie plus importante que celle du matelas alluvial, et insérée dans une matrice limono-argileuse sur 20 à 30 cm pour renforcer le compactage de la couche de remblai et assurer la protection de cette dernière en reproduisant un pavage de surface.

Pour finir une couche de 80 cm d'épaisseur, avec une gamme granulométrique proche de la partie amont de référence, constituera le matelas alluvial. La granulométrie et la caractérisation des matériaux employés seront présentées dans la section 3.3.3.

Le matelas alluvial ne présentera pas une granulométrie homogène sur son profil en travers. En effet, il sera nécessaire de mettre en place un classement granulométrique selon la sinuosité du cours d'eau. Ainsi sur un secteur rectiligne, la granulométrie diminuera du centre vers les bords. Dans le cas d'un méandre, la répartition granulométrique s'organise différemment en fonction des vitesses. Ainsi à l'extrados où les lignes de courant sont plus fortes, la granulométrie sera plus grossière qu'à l'intrados d'un méandre où les vitesses sont plus faibles (Figure 3-3). Sur les secteurs où un bras secondaire peut être mis en place, la granulométrie présentera une variation spatiale de l'amont vers l'aval en plus de la variation transversale (Figure 3-4).

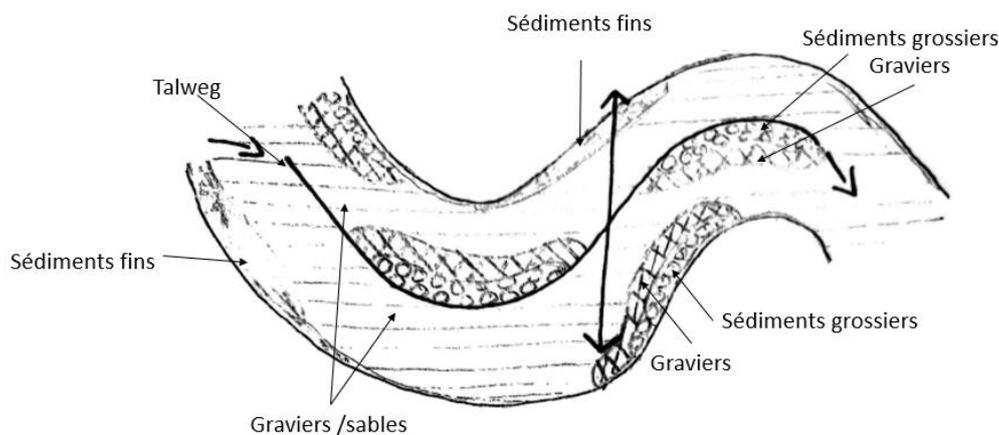


Figure 3-3. Répartition granulométrique dans le cas d'un méandre.

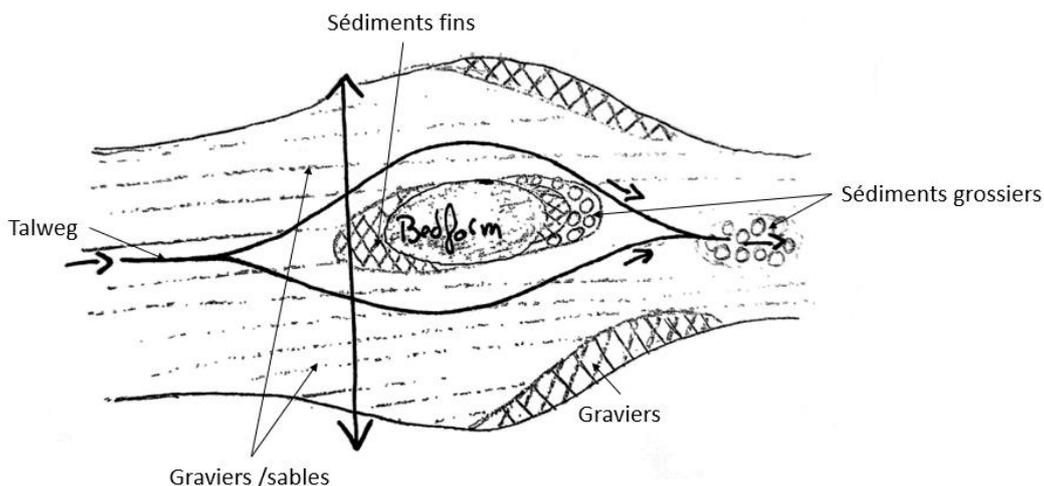


Figure 3-4. Répartition granulométrique dans une configuration présentant un bras secondaire.

b) Retour à une pente d'équilibre

La pente d'équilibre théorique a été définie à 0,35% en fonction de la capacité de transport et du type de matériaux présents. Cependant, les contraintes topographiques, la présence du substratum et l'optimisation des sections afin de ne pas aggraver le risque inondation ont conduit à la mise en place de 2 tronçons de pente différente (Figure 3-5) :

- Un tronçon amont (entre le seuil de Saint-Féliu-d'Amont et le seuil du Soler 3 amont) avec une pente légèrement plus forte que la pente d'équilibre théorique de 0,38% ;
- Un tronçon aval (entre le seuil du Soler 3 amont et l'A9) avec une pente de 0,35% équivalente à la pente d'équilibre théorique.

Des ouvrages de calage du profil en long ont également été disposés à l'emplacement des seuils actuels pour permettre la continuité piscicole et le transit des matériaux. Le descriptif de ces ouvrages sera apporté dans les sections suivantes.

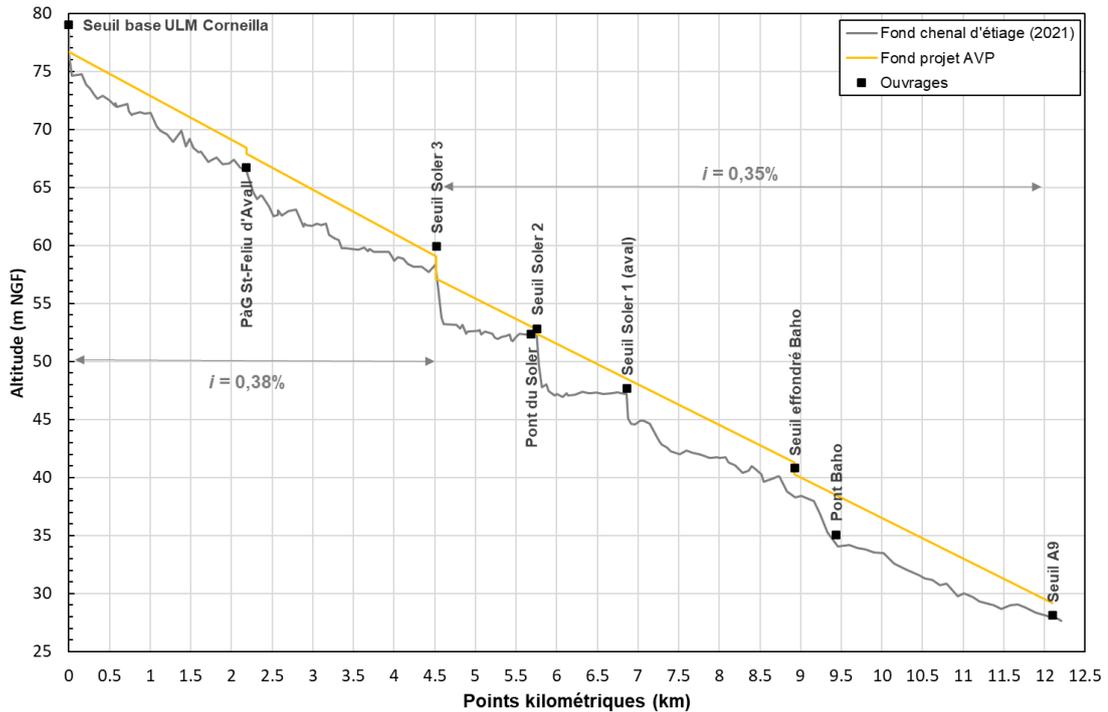


Figure 3-5. Localisation des tronçons de pente différente.

c) Augmentation de la sinuosité

La sinuosité du lit d'étiage a été définie en fonction des contraintes locales telles que (i) la présence d'affleurements du substratum (ii) les zones d'érosion et les ouvrages de protection de la RN116 en rive droite, et (iii) les zones identifiées comme polluées sur la berge rive gauche (gravière / déchèterie).

Ainsi, le tracé projet de la Têt a été décalé vers la rive gauche et les méandres ont été accentués afin de correspondre au méandrage amont des secteurs présentant un bon fonctionnement hydromorphologique (Figure 3-6).

L'augmentation de la sinuosité a permis d'allonger le chemin hydraulique de 530 m et de réduire la pente. La valeur du coefficient de sinuosité (SI) projet sera de 1,06 afin de se rapprocher de la sinuosité du tronçon de référence à l'amont (SI = 1,05).



Figure 3-6. Comparaison de la sinuosité actuelle (1,01) à la sinuosité projet (1,06).

d) Alternance de faciès

Le faciès constitue le milieu physique de la rivière qui est étroitement lié à la biologie et à la dynamique du cours d'eau. Les processus régissant les fonctions entre transfert, érosion et dépôt de sédiment engendrent une alternance de formes constituant le lit des cours d'eau. Ainsi une diversité de faciès permet de présenter une diversité d'habitats induisant une diversité d'espèces pour la faune ou la flore.

En observant les secteurs amont présentant un bon fonctionnement morphologique, on note, contrairement au secteur incisé, une diversité de faciès avec une alternance régulière (tous les 200 m environ). La restauration morphologique comprend donc la mise en place d'une alternance de faciès en se basant sur le secteur amont (Figure 3-7). L'alternance proposée sur le secteur de l'AVP reprend pour principe le maintien de la pente d'équilibre entre deux ouvrages de calage de fond. Elle tient compte également des possibilités altitudinales localement. En effet, dans les zones où les affleurements du toit du Pliocène sont trop proches par rapport au manteau alluvial recréé, il sera privilégié des faciès moins dynamiques et où les forces tractrices seront moindres. Ils seront également adaptés aux contraintes des ouvrages de calage en aval, où dans ces secteurs, dans le but de récupérer la chute aval un faciès de type rapide sera privilégié avec une granulométrie plus grossière.

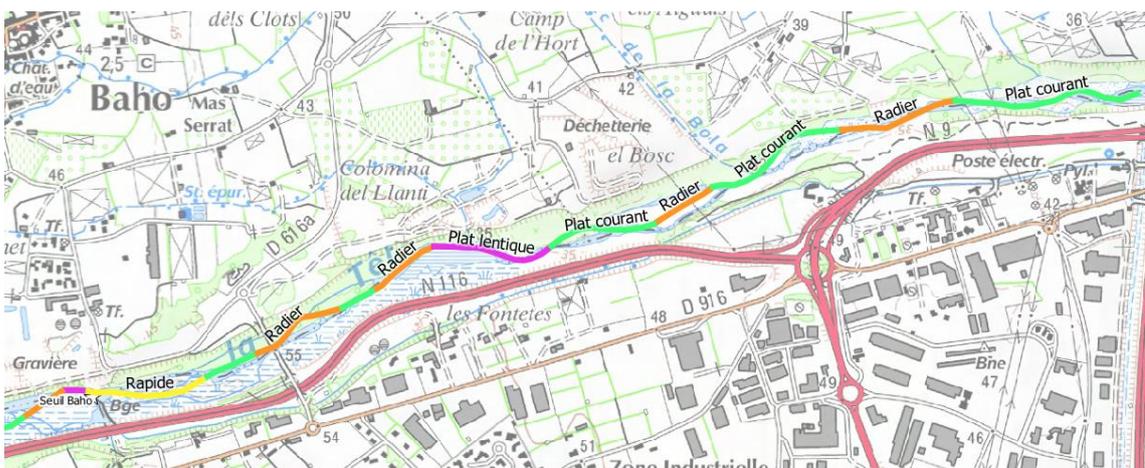
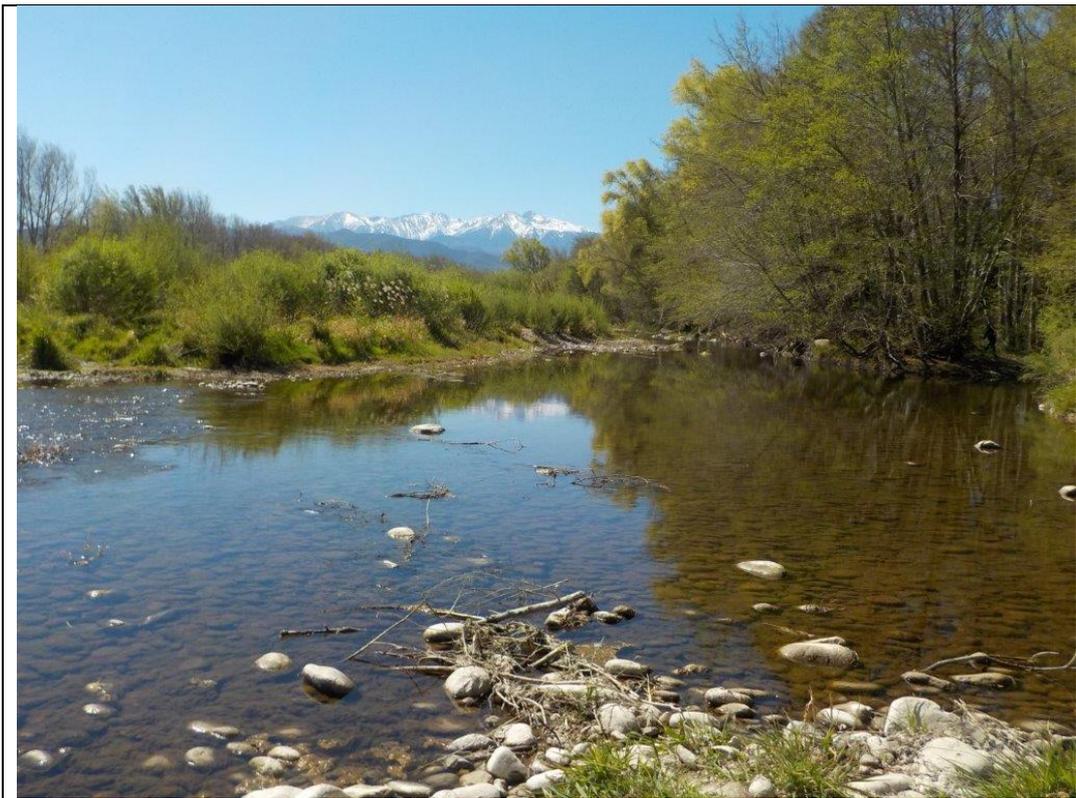


Figure 3-7. Alternance des faciès morphologiques qui seront mis en place lors de la réalisation des aménagements.

Les faciès d'écoulement de la Têt sont répartis en quatre catégories selon la classification de Bravard (Malavoi et Souchon, 2002) (fonction de la profondeur d'écoulement, de la proximité du toit pliocène, de la pente d'équilibre et de la vitesse d'écoulement). Ainsi les faciès à mettre en place alternent entre :

- Plat lentique : faciès caractérisé par des écoulements lents ($< 30 \text{ cm.s}^{-1}$) et des profondeurs généralement faibles ($< 60 \text{ cm}$). Ce type de faciès se retrouve généralement en amont d'un obstacle (naturel ou anthropique) ou d'un faciès de type radier ou rapide ;
- Plat courant : faciès caractérisé par une pente douce et des vitesses de courant modérées ($> 30 \text{ cm.s}^{-1}$). La granulométrie en présence est plus graveleuse que le plat lentique. La ligne d'eau est marquée par la présence de vaguelettes plus ou moins formées en relation avec les caractéristiques des sédiments constituant le fond du lit ;
- Radier : faciès caractérisé par une rupture locale de la pente et une contraction du lit d'étiage. Les écoulements sont plus rapides et plus turbulents en raison de la présence d'affleurements du substratum. La présence de gros blocs émergents est parfois notable ;
- Rapide : faciès caractérisé par une pente très forte et une forte turbulence matérialisée par de l'écume blanche. Ces faciès sont souvent localisés en aval d'ouvrages transversaux ou de zones contraintes lithologiquement.



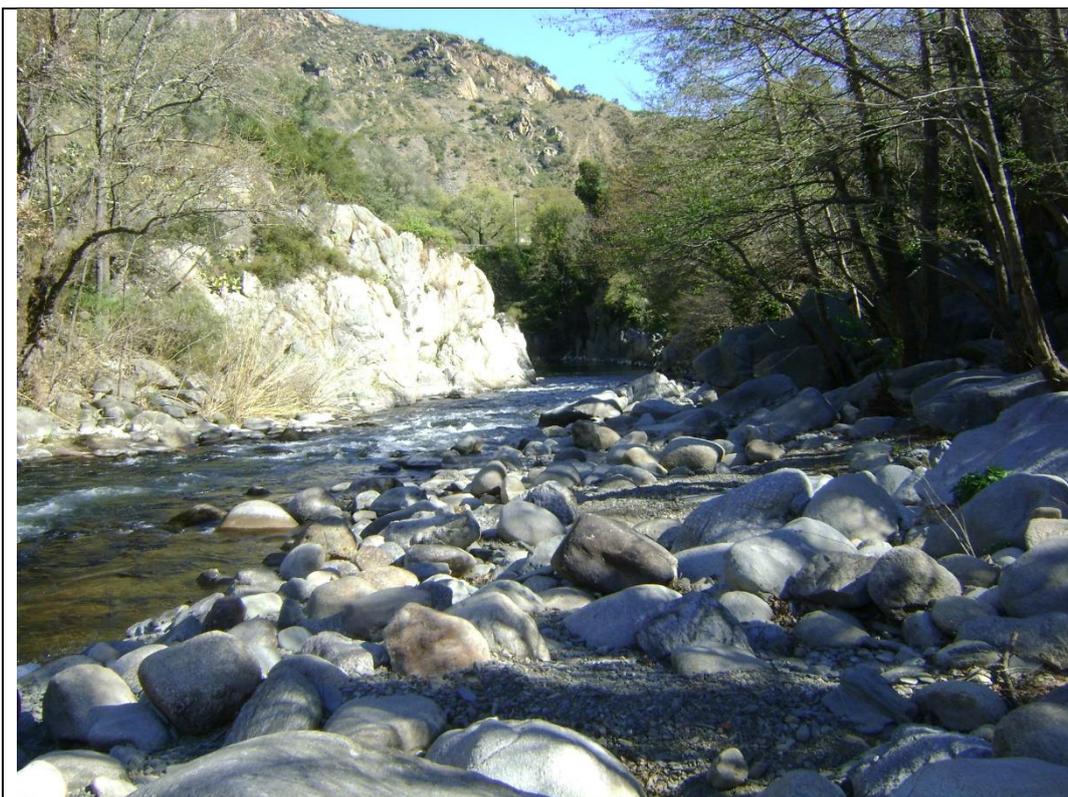
Plat lentique



Plat courant



Radier



Rapide



Alternance : plat courant (1), chute (2), radier (3), plat lentique (4)

Figure 3-8 : Les faciès d'écoulement recherchés pour les travaux de restauration.

La localisation de l'ensemble des faciès le long du linéaire AVP est présentée en Annexe 1.

Afin d'obtenir ces faciès d'écoulement, la pente d'équilibre a été légèrement et localement modifiée afin d'établir le régime d'écoulement adapté au faciès dans le lit d'étiage (Figure 3-9). Ainsi, elle a été augmentée pour obtenir des rapides et a été revue à la baisse pour constituer des plats lenticulaires ou des plats courants (la pente moyenne sur le linéaire reste celle de l'objectif du tronçon).

Une attention particulière a également été portée sur la profondeur du substratum. En effet, quand cela était possible et nécessaire, des ajustements localisés ont permis d'augmenter l'espace entre le substratum et le fond du lit d'étiage projet.

Pour synthétiser, la création d'une alternance de faciès va permettre de réduire sur certains tronçons les volumes de remblai, mais également de remonter localement la cote du fond du lit lorsque le toit du substratum est trop proche et limiterait l'épaisseur du matelas alluvial. L'alternance de faciès permettra également de diversifier les habitats et donc les espèces présentes.

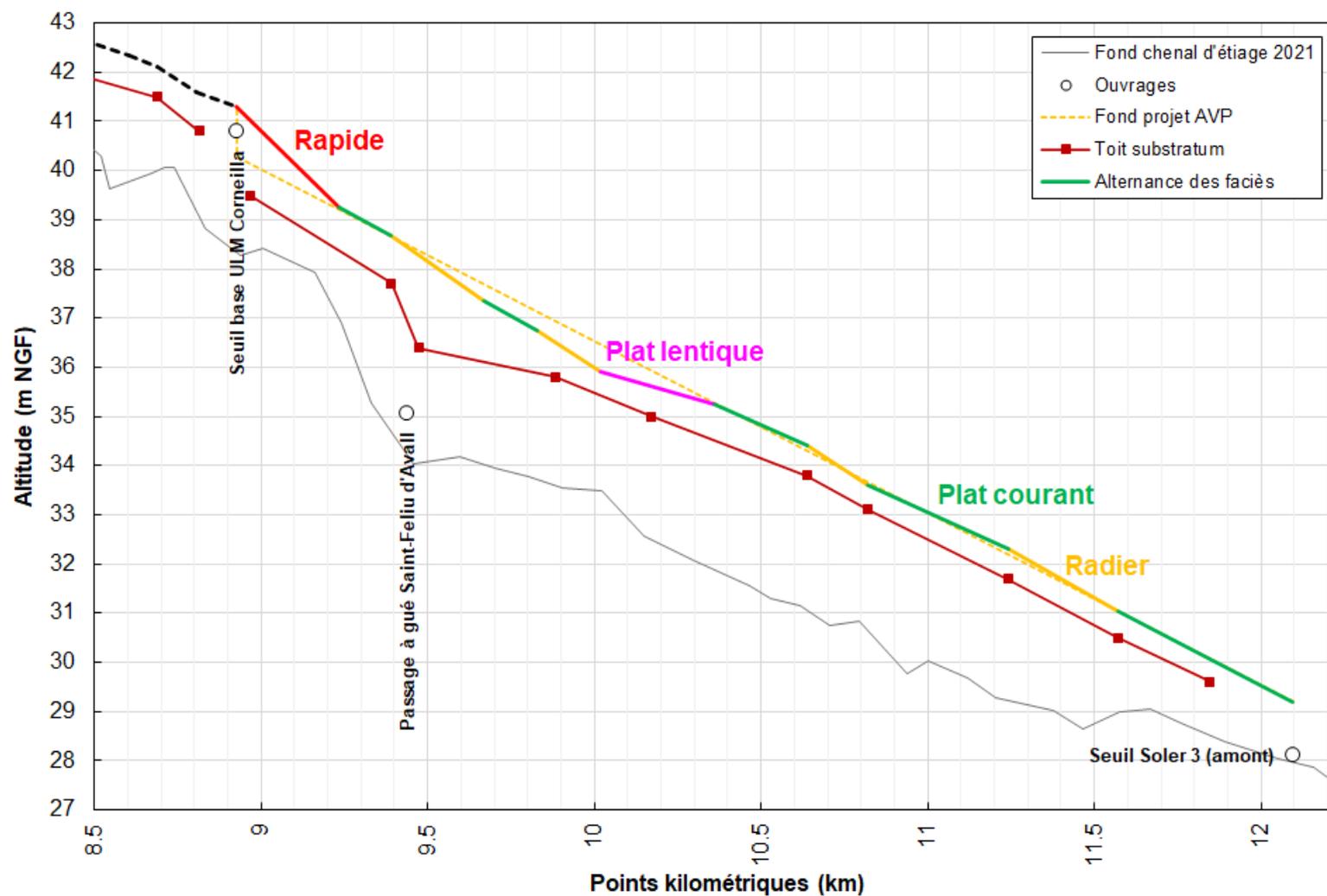


Figure 3-9. Ajustement de la pente entre les faciès morphologiques dans le secteur en aval de l'ancien seuil de Baho.

e) Conservation, restauration et aménagement d'ouvrages

Les aménagements envisagés dans le cadre du projet de restauration peuvent être séparés en trois groupes : (i) les ouvrages à conserver en l'état (ii) les ouvrages à restaurer, et (iii) les ouvrages à créer. Dans le détail, les ouvrages sont les suivants :

- Un ouvrage à conserver en l'état : le seuil de Saint-Féliu-d'Amont / base ULM de Corneilla-la-Rivière sur lequel vient s'appuyer l'extrémité amont du linéaire AVP ;
- Un ouvrage à restaurer : l'ancien seuil de Baho qui s'est effondré à la suite des crues de novembre 2013 et 2015 ;
- Les ouvrages à créer : ils sont nombreux et peuvent être différenciés selon leur fonctionnalité. On distingue ainsi les ouvrages de calage du profil en long et les ouvrages de fond.

Les ouvrages de calage du profil en long sont des rampes en enrochement permettant d'adapter le profil en long à l'emplacement des seuils actuels afin de ne pas aggraver l'inondabilité par la création d'une rupture de pente. Ils doivent permettre de protéger le lit contre l'incision sans toutefois bloquer les matériaux arrivant de l'amont. Ces ouvrages seront au nombre de cinq et seront positionnés d'amont vers l'aval :

- Au droit du passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall avec un dénivelé de 0,5 m ;
- Au droit du seuil du Soler 3 avec un dénivelé de 1,90 m ;
- Au droit du seuil du Soler 2 avec un dénivelé de 0,40 m ;
- Au droit de l'ancien seuil de Baho avec un dénivelé de 1 m ;
- En amont du pont de l'A9 avec un dénivelé de 1,20 m.

Leurs dimensions sont les suivantes :

Nom	Dénivelé (m)	Longueur (m)	Largeur (m)	Pente (%)	Epaisseur d'enrochement (m)
OCPL Saint-Féliu-d'Avall	0.5	17	232	3	1
OCPL Soler 3	1.9	64	174	3	1
OCPL Soler 2	0.4	13	156	3	1
OCPL Baho	1	34	148	3	1
OCPL amont A9	1.2	40	146	3	1

Enfin, l'ouvrage au droit du seuil du Soler 3 est celui qui présente le dénivelé le plus important pour limiter l'impact hydraulique. Ainsi, l'ouvrage se différencie par sa longueur (64 m) et nécessite la mise en place d'une passe à poissons. Selon l'observatoire des coûts Agence de l'eau RMC, le coût d'une passe à poissons oscille entre 20 000 et 80 000 € HT le mètre de chute. L'ouvrage de calage du profil en long prévu au Soler 3 présente une hauteur de chute de 1 m et devrait donc avoir un coût compris entre ces montants. La phase suivante, devra cependant permettre d'affiner son coût en adaptant sa conception aux deux espèces cibles de la Têt que sont l'Anguille et l'Alose. À noter que l'ouvrage en amont de l'A9 est le seul à ne reposer sur aucun seuil existant et sera donc à concevoir entièrement dans le cadre de la mission 4 (PRO). À titre d'exemple, une coupe de l'ouvrage de calage qui sera positionné à l'emplacement du seuil du Soler 2 est présentée en Figure 3-10. La crête de l'ouvrage est calée au fil d'eau et présente une pente supérieure à la pente d'équilibre d'environ 3%. L'ouvrage comportera un sabot et son édification pourra se faire en partie avec les enrochements des seuils existants auxquels ils viendront se

substituer. À noter que ces ouvrages devront permettre la continuité piscicole et être transparent au transit des sédiments pour être compatible avec les objectifs du projet.

Cette structure sera réalisée sur toute la largeur du lit mineur. Le dénivelé est adapté avec une pente permettant la mise en place d'une alternance de faciès allant du plat courant au rapide. Cette configuration est donc également propice pour assurer la continuité piscicole, mais également la continuité du transit sédimentaire. En première approche, et afin d'assurer la pérennité de l'ouvrage tout en laissant la possibilité de réutiliser les enrochements des seuils en place actuellement (qui sont en lieu et place des ouvrages de calage de profil en long), ces ouvrages sont constitués en enrochements. Pour faciliter l'estimation des coûts à ce stade de l'étude, tous les ouvrages présentent les mêmes dimensions (à l'exception du dénivelé). Le dimensionnement devra être précisé en fonction des contraintes locales au stade PRO.

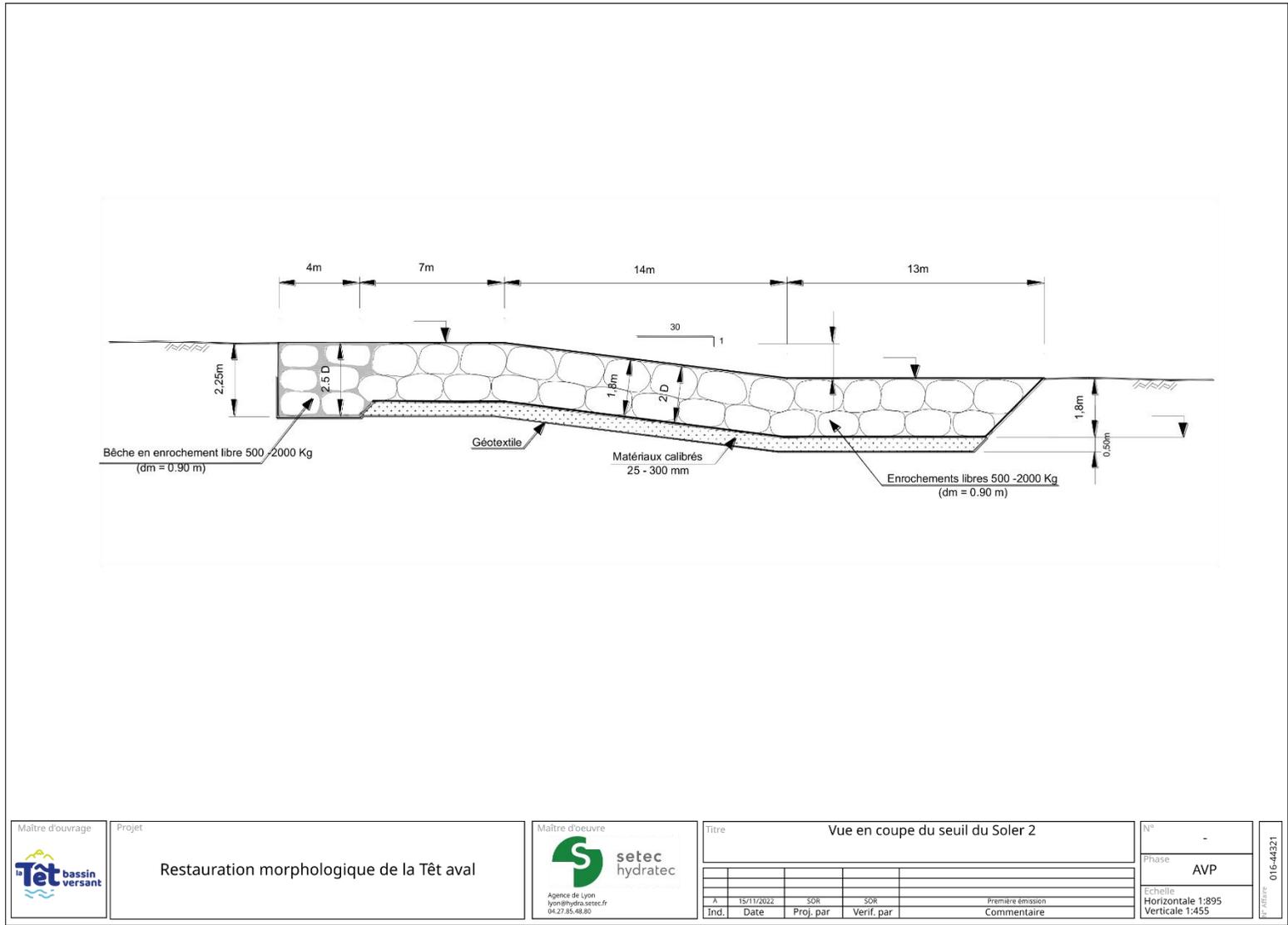


Figure 3-10. Exemple d'une vue en coupe de l'ouvrage de calage du profil en long localisé au droit du seuil du Soler 2.

Les ouvrages de fond sont constitués de pieux en bois régulièrement espacés et disposés sous le matelas alluvial afin de protéger le substratum de l'incision. Ces pieux sont plantés verticalement dans le substratum et sont reliés entre eux par un tressage ou des rondins de bois pour assurer le maintien de la couche de remblai sus-jacente destinée à combler l'incision du chenal d'étiage. Cette couche de remblai pourra être composée de tout-venant ainsi que de matériaux fins. Les ouvrages de fond sont particulièrement importants dans les secteurs les plus critiques où le profil en long n'a pas pu être remonté pour ne pas aggraver le risque inondation.

Sur une coupe en travers, ces ouvrages sont localisés au droit du lit d'étiage et du lit mineur, sur les secteurs proches du substratum, soit sur une largeur moyenne de l'ordre de 60 m (Figure 3-11). Leur mise en place ne devient plus nécessaire dès lors que l'épaisseur de la couche de remblai devient supérieure à 1,5 m.

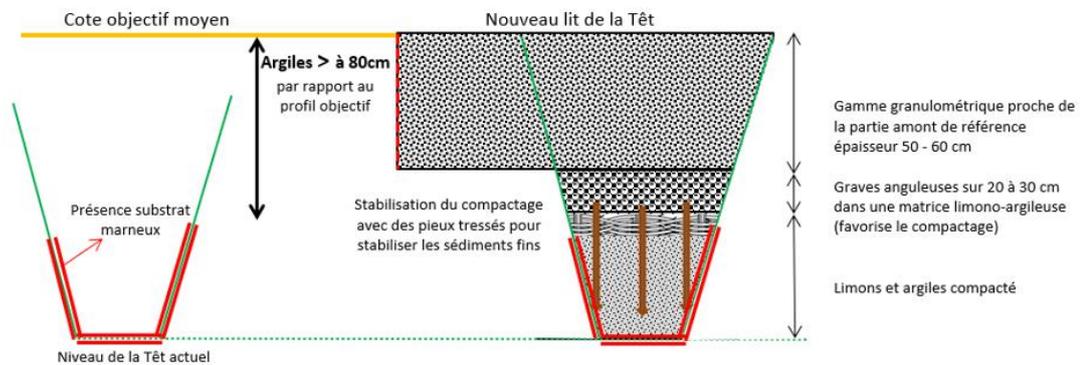


Figure 3-11. Vue en coupe détaillant les éléments composant un ouvrage de fond.

Les ouvrages de fond s'intercalent avec les ouvrages de calage de profil en long et sont positionnés en amont et/ou en aval des alternances de faciès, notamment des rapides où les forces tractrices sont plus fortes et susceptibles d'entraîner une nouvelle incision. Au total, la mise en place de 31 ouvrages de fond a été identifiée. Leur localisation sur le profil en long est présentée en Figure 3-12 et leur profondeur d'implantation sera précisée au stade PRO en fonction de la position du toit du substratum.

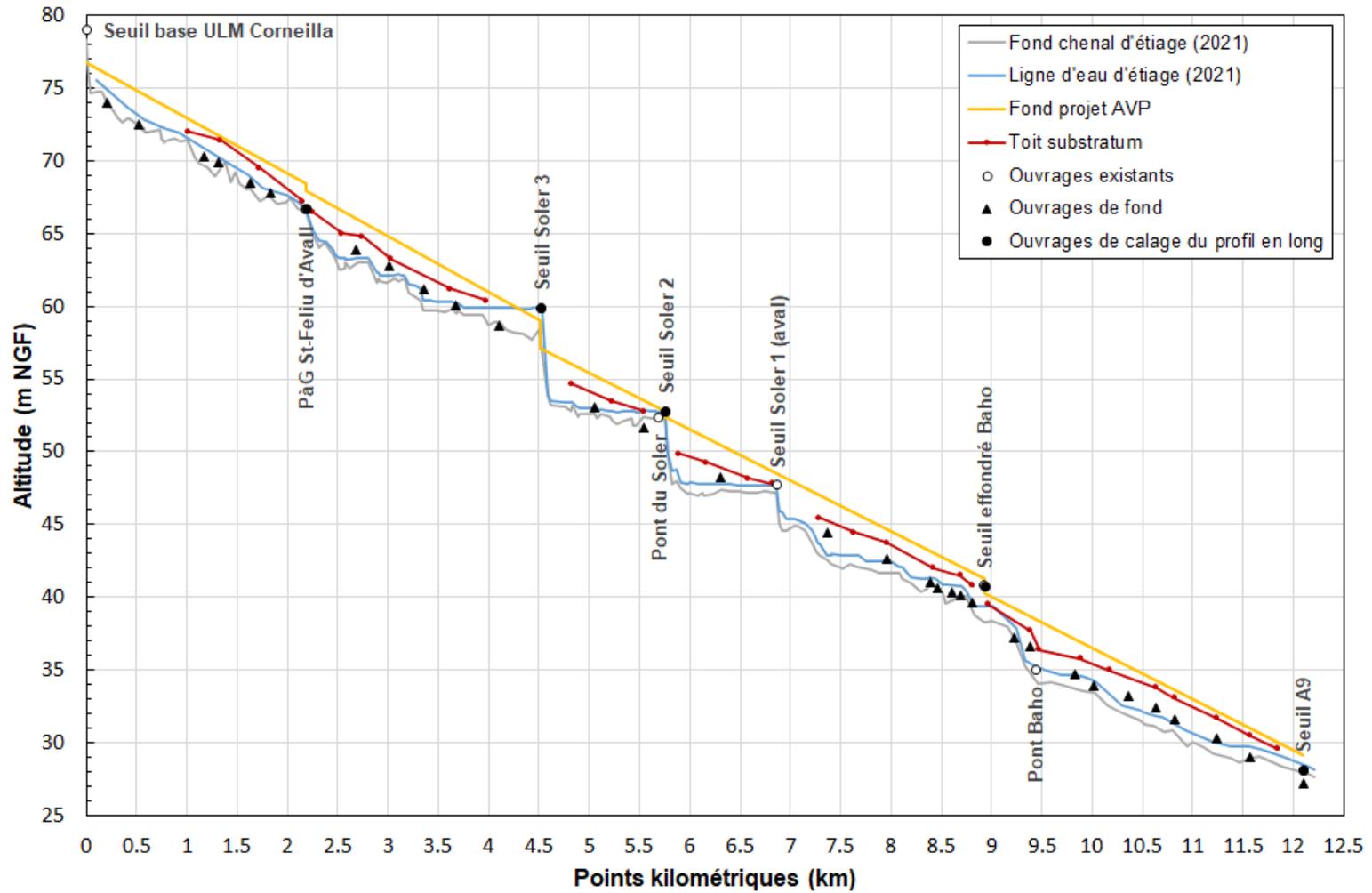


Figure 3-12. Localisation des 5 ouvrages de calage du profil en long et des 31 ouvrages de fond le long du linéaire AVP.

3.2.2 En transversal

Sur une vue en travers, les aménagements prendront la forme de lits étagés (lit d'étiage, lit mineur et lit moyen). Leurs dimensions a été déterminées sur la base des sections hydrauliques nécessaire pour faire passer le débit moyen annuel ($QMNA_5$) pour le lit d'étiage, le débit de premier débordement (Q_5 à Perpignan, $530 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) pour le lit mineur et le débit de plein bord (entre 680 et $830 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) pour le lit moyen (Figure 3-13).

L'aménagement de risbermes permettra de maintenir la sinuosité du lit d'étiage, mais également d'assurer une protection supplémentaire en pied de talus de la RN 116. Ainsi, les profils en travers ont été optimisés par un élargissement en rive gauche, avec la création d'une ou deux risbermes quand la section hydraulique le permet, afin de contenir un débit comparable à l'état initial, dans le lit mineur de la Têt. La section hydraulique recherchée est de 500 m^2 sur l'amont et de 600 à 650 m^2 sur le secteur aval.

Cet élargissement généralisé de la bande active favorisera le renouvellement des milieux aquatiques et terrestres et permettra de se rapprocher de l'espace de bon fonctionnement nécessaire à la Têt. Si la récurrence des crues n'est pas suffisante, un programme d'entretien de la végétation devra être envisagé pour éviter que la végétation fixe les berges et que le cours d'eau se rétracte de nouveau.

Les secteurs élargis sont, de façon généralisée, entre le passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall et le Seuil du Soler 3, et, de façon ponctuelle, entre le seuil du Soler 3 et l'ancien seuil de Baho, pour limiter l'impact sur les parcelles agricoles à enjeux forts. Sur les secteurs contraints, en amont de l'A9, les profils en travers ont été retravaillés afin d'augmenter la capacité du lit de la Têt grâce à une optimisation des lits étagés.

Les pentes de berges ont été définies afin d'assurer une capacité hydraulique et afin d'avoir une stabilité naturelle ($3H/2V$) pour assurer l'aménagement d'une ripisylve classique étagée du lit mineur au lit moyen. Pour cela, l'état aménagé théorique prévoit des pentes nulles sur chacun des lits prédéfinis (lit d'étiage, lit mineur et lit moyen) afin de laisser le cours d'eau s'exprimer après les travaux et favoriser la mise en place de milieux de transition.

Les profils en travers ont été initialement définis sur la base de la section hydraulique nécessaire afin de ne pas aggraver le risque inondation pour la crue de référence (crue de type 1940). Leur reprofilage a conduit à (i) combler le fond du lit d'étiage par des remblais jusqu'au niveau de la cote du profil en long projet (ii) élargir les sections sur chaque rive (iii) mettre en place des lits étagés et des risbermes, et (iv) intégrer la sinuosité du lit. La figure suivante illustre le reprofilage d'un profil en travers avec la topographie post-Gloria (2021).

Un cahier de profil en travers sur l'ensemble du linéaire de l'AVP est disponible en Annexe 2.

Ce reprofilage schématique nécessitera d'être retravaillé au stade PRO afin de donner un aspect plus naturel à l'aménagement.

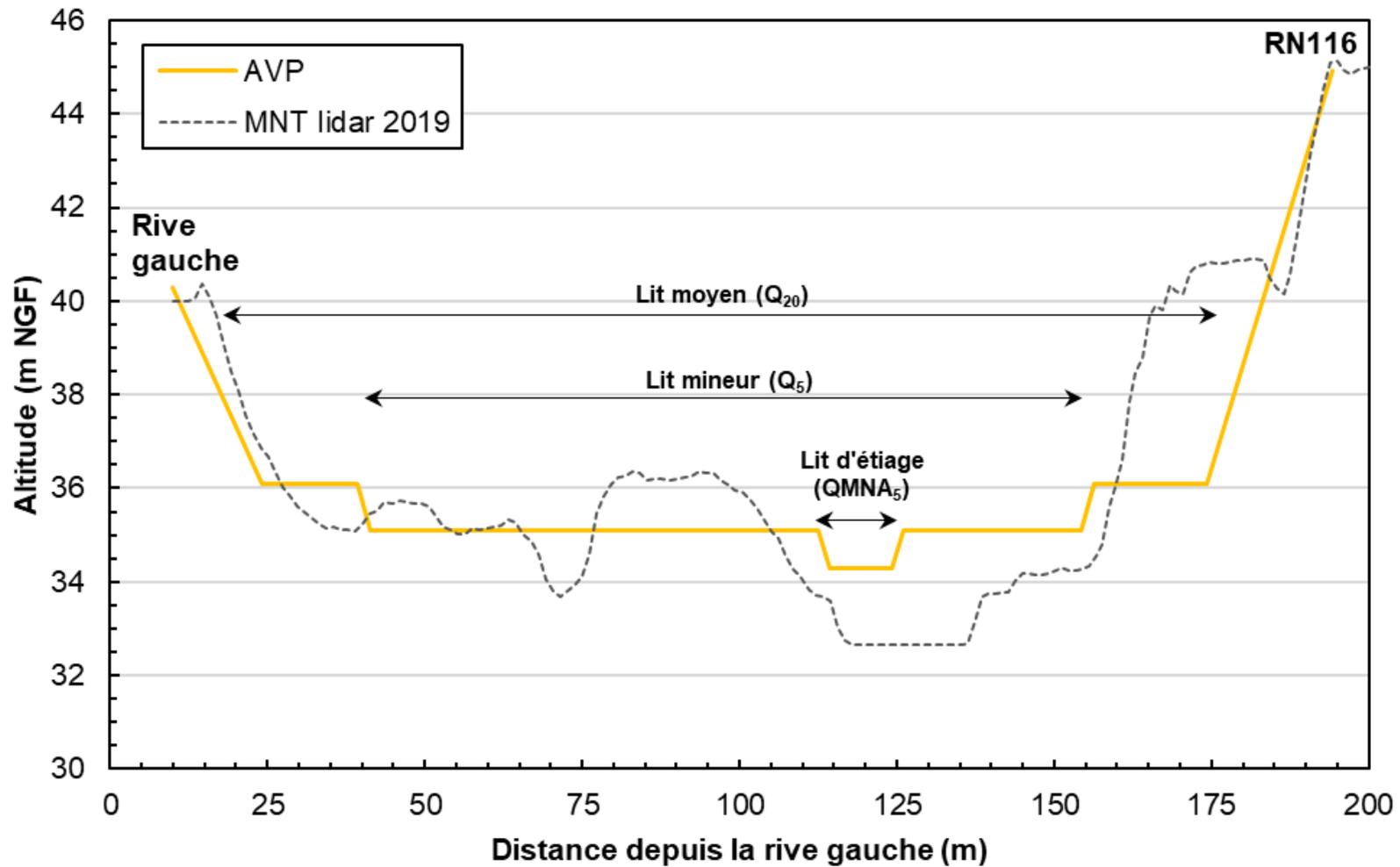


Figure 3-13. Superposition du profil en travers n°95 et des aménagements envisagés avec la mise en place des lits étagés sur une vue en travers. La topographie utilisée est celle acquise après le passage de la crue de la tempête Gloria.

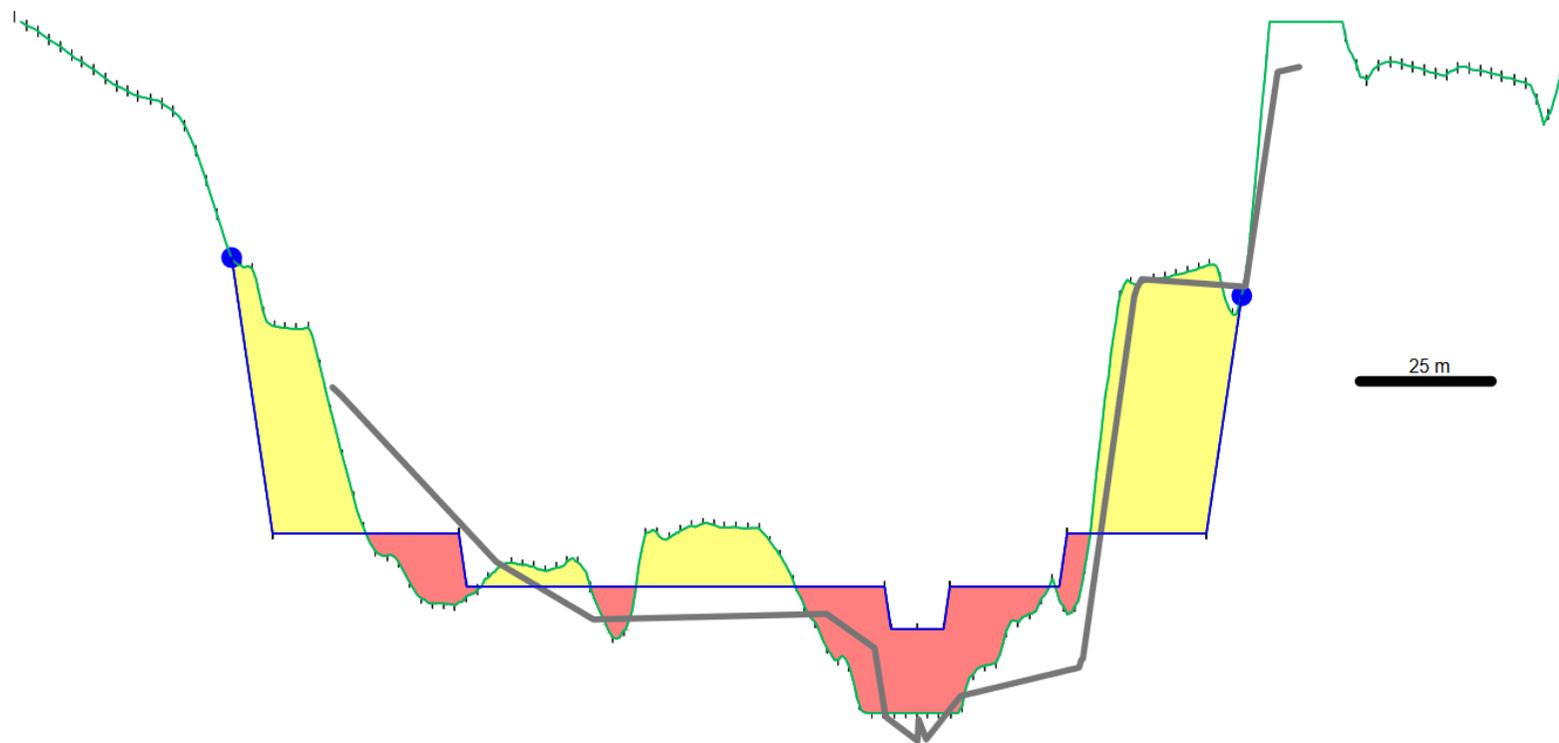


Figure 3-14. Répartition des déblais (jaune) et des remblais (rouge) pour le profil en travers 95. La topographie utilisée est celle acquise avant le passage de la crue de la tempête Gloria.

Compte tenu de la proximité de la RN116 et des éventuelles évolutions morphologiques, des ouvrages de protection de berge en génie végétale seront déployés en rive droite. Ces dernières sont utilisées pour stabiliser les berges et les protéger de l'érosion tout en recréant une diversité d'essences indigènes adaptées aux bords des cours d'eau. Cependant, l'érosion des berges est un phénomène naturel contribuant au transit sédimentaire indispensable au bon fonctionnement des cours d'eau. Leur stabilisation ne doit s'effectuer que lorsqu'il y a un enjeu très fort à défendre et pour des niveaux d'eau correspondant à une crue de période de retour définie. Ainsi, pour stabiliser les berges et protéger la RN 116, il a été défini la mise en place de 2 techniques en fonction du besoin de protection :

- Sur les secteurs les plus contraints, il a été envisagé de mettre en place des caissons végétalisés sur un linéaire total cumulé de l'ordre de 3 km (Figure 3-15). Cette technique nécessite l'utilisation de bois, en tant qu'armature de soutien, et de plantes, qui permettent la stabilisation durable des talus. L'aménagement des caissons en bois a été déterminé sur une hauteur de 2 m. Sur la partie supérieure, moins soumise aux forces d'érosion l'aménagement comprend un talutage en pente douce avec la mise en place d'une protection en toile de coco et un ensemencement.



Figure 3-15. (a) Schéma détaillant la structure composant un caisson végétalisé et (b et c) des photographies illustrant la mise en place de ces caissons sur différents cours d'eau.

- Sur les secteurs intermédiaires (linéaire de 800 m), qui nécessitent une légère protection de berge, l'utilisation de techniques végétales plus classiques telle que le fascinage sera envisagé (Figure 3-16). Cette dernière est une technique de protection de pied de berge réalisée par la mise en place de branches vivantes de saules (fascine), en alternance avec des matériaux terreux compactés, entre deux rangées de pieux battus mécaniquement. L'aménagement de la berge comprend un talutage en pente douce avec la mise en place d'une protection en toile de coco et un ensemencement.

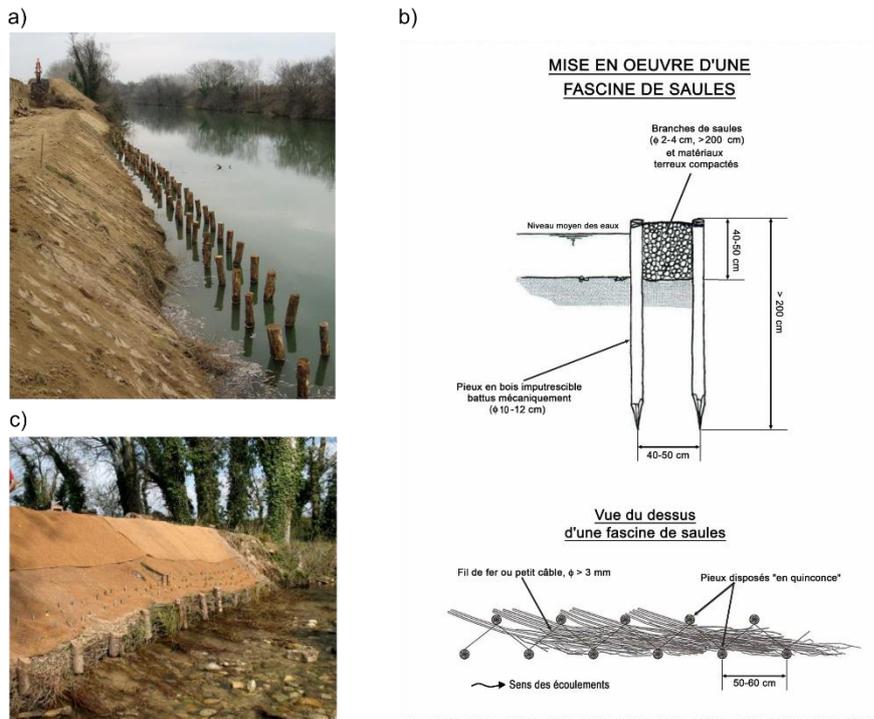


Figure 3-16. Photographies et schéma illustrant la mise en œuvre de fascines de saules sur les berges d'un cours d'eau.

Pour synthétiser, le reprofilage du profil en travers de la Têt conduit donc :

- Au comblement du fond du lit d'étiage par des remblais, jusqu'au niveau de la cote du profil en long défini en fonction de la pente d'équilibre théorique ;
- À l'élargissement des profils en travers en rive droite et en rive gauche ;
- À l'aménagement de lits étagés ;
- À la prise en compte de la sinuosité projet du lit d'étiage.

L'emprise des aménagements est comprise sur une largeur variant entre 200 et 250 m sur le secteur en amont du seuil du Soler 3 (amont / prise d'eau du canal de Vernet et Pia) et pourra atteindre localement 280 m en cas d'aménagement d'une risberme. Sur le secteur aval, plus contraint, l'emprise est comprise entre 150 et 200 m de large.

Les figures suivantes présentent une vue en plan des aménagements permettant de visualiser la localisation et l'emprise des aménagements.

Vue en plan des aménagements

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

Bilan des terrassements

- Déblai
- Remblai

Aménagements

- ▲▲ Ouvrage de protection de berge de la RN116

- +— Ouvrage de fond
- ▨ Ouvrage de calage du profil en long
- Risbermes
- Limites du toit du substratum
- Emprise AVP

Canaux d'irrigation

- Réseau principal
- Réseau secondaire



Vue en plan des aménagements

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

Bilan des terrassements

- Déblai
- Remblai

Aménagements

- ▲▲ Ouvrage de protection de berge de la RN116

- +— Ouvrage de fond
- ▨ Ouvrage de calage du profil en long
- Risbermes
- Limites du toit du substratum
- Emprise AVP

Canaux d'irrigation

- Réseau principal
- Réseau secondaire



Figure 3-18. Vue en plan des aménagements AVP dans le secteur du seuil du Soler 3.

Vue en plan des aménagements

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

Bilan des terrassements

- Déblai
- Remblai

Aménagements

- ▲▲ Ouvrage de protection de berge de la RN116

- +— Ouvrage de fond

- ▨ Ouvrage de calage du profil en long

- Risbermes

- Limites du toit du substratum

- Emprise AVP

Canaux d'irrigation

- Réseau principal

- Réseau secondaire



Vue en plan des aménagements

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

Bilan des terrassements

- Déblai
- Remblai

Aménagements

- ▲▲ Ouvrage de protection de berge de la RN116

- +— Ouvrage de fond
- ▨ Ouvrage de calage du profil en long
- Risbermes
- Limites du toit du substratum
- Emprise AVP

Canaux d'irrigation

- Réseau principal
- Réseau secondaire



3.2.3 Reconnexion à l'existant et aménagements externes

a) Rétablissement des confluences

Les confluences impactées par le projet sont, d'amont vers l'aval :

- Le Clot d'en Godall en rive gauche ;
- La Berne en rive gauche ;
- Le Rec de Castelnou en rive droite ;
- Le Rec de Manadell en rive gauche ;
- Le Còrrec de la Bola en rive gauche.

Avec la mise en place des aménagements présentés précédemment, les affluents confluent au droit du lit mineur de la Têt ou d'une risberme, ce qui crée un dénivelé plus ou moins important au droit de la confluence.

Sur Le Clot de Godall, le dénivelé atteint 30 cm et est récupérable en aménageant une pente douce à l'aide d'un léger remblaiement.

Sur la Berne, le dénivelé entre le fond du lit de l'affluent et la risberme à l'état projet atteint 1 m. Afin de ne pas aggraver le risque inondation, il est prévu de réaliser une ouverture dans la risberme pour permettre une reconnexion progressive de la Berne au lit de la Têt. De plus, un chenal d'étiage sera tracé dans le lit mineur de la Têt pour permettre une reconnexion au lit d'étiage de la Têt. Sur le Rec de Castelnou, il existe déjà un ouvrage avec 2 chutes. À l'état projet, la chute est accentuée par l'abaissement du fond au droit de la confluence sur une hauteur de 1,2 m. Cet abaissement conduit donc à un risque de déstabilisation de l'ouvrage existant. Ainsi il est nécessaire de conforter l'ouvrage existant et d'assurer la régulation de la chute sans utiliser l'espace dans le lit moyen / mineur de la Têt. Un aménagement en pente douce afin de rétablir la connexion des profils en long semble donc peu réaliste. L'aménagement envisagé à ce stade de la mission comprend donc la réalisation d'un ouvrage en enrochement sur la largeur du Castelnou.



Taken Date: 15/07/2020 14:23:25

Figure 3-21. Photographie des chutes sur Le Castellnou.

Sur le Rec de Manadell, le dénivelé entre le fond du lit du Rec et la risberme projet est de 90 cm. Afin de ne pas aggraver le risque inondation, il est prévu un abaissement du fond du lit sur environ 20 m vers l'amont et sur la largeur de l'affluent afin que le fil d'eau se connecte progressivement à la risberme de la Têt.

Enfin, sur Le Còrrec de la Bola, le fil d'eau projet est 25 cm plus haut que le fil d'eau au droit de la confluence. La risberme rive gauche est quant à elle 1 m plus haute que le fil d'eau de l'affluent. La risberme sera donc légèrement aménagée afin de ne pas bloquer les écoulements vers le lit d'étiage de la Têt.

b) Infrastructures routières

Les infrastructures routières impactées par le projet sont les suivantes :

- Le passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall ;
- Le pont du Soler ;
- Le pont de Baho ;
- Le pont de l'autoroute A9.

Le passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall est remblayé sur une hauteur de l'ordre de 1,70 m (cote du fond du lit projeté à 68,4 m NGF) rendant la route hors d'usage. Une estimation approximative de la réalisation d'un ouvrage d'art sur l'ensemble de l'emprise projet devra être considérée.

Un comblement des piles du pont du Soler sur une hauteur de l'ordre de 1,2 m (cote du fond du lit projeté à 53,5 m NGF) sera réalisé sans impact pour son usage. Néanmoins, ce remblaiement est susceptible d'entraîner une augmentation des épaisseurs sur la semelle. Cette augmentation aurait pour conséquences des descentes de charges susceptibles de déstabiliser l'ouvrage, une augmentation de la ligne d'eau et des risques de chocs dus à des embâcles. Pour ces raisons, une mission complémentaire analysant la structure et la stabilité du pont est préconisée.

Les piles du pont de Baho seront également comblées, mais sur une hauteur presque trois fois plus grande que pour le pont du Soler 3 de l'ordre de 3,30 m. À l'instar du pont du Soler 3, une étude de la structure et de la stabilité est fortement recommandée.

Le raccordement de l'aménagement au pont de l'A9 se fera latéralement et longitudinalement de façon progressive sur une centaine de mètres en amont du pont afin de ne pas impacter l'ouvrage. La confluence avec le fossé béton qui longe l'A9 en rive droite ne sera également pas impactée. La hauteur de chute entre le projet et l'existant est de 1,2 m entraînant localement une augmentation de la pente à 1,2 %. Afin de récupérer progressivement la pente aval sans augmenter significativement les vitesses d'écoulement, un ouvrage de raccordement longitudinal est privilégié. Un ouvrage de décharge en rive droite pourra également être proposé en phase PRO pour réduire la vitesse du courant en répartissant l'écoulement.

c) **Prise en considération des usages existants**

Les principaux usages existants qui sont impactés par le projet sont :

- Les prises d'eau des canaux d'irrigation de Bouzigues et de Vernet et Pia ;
- Les canaux d'irrigation de Bouzigues, du Vernet et Pia et des Quatre Cazals ;
- Les retours des canaux d'irrigation existants ;
- Les stations de pompage ;
- Les chemins existants ;
- Les réseaux humides et secs ;
- La déchèterie et la gravière.

L'estimation financière comprend donc :

- L'aménagement (en déblai) des canaux d'irrigation afin de rétablir leur gabarit hydraulique, ainsi que le déplacement des prises d'eau existantes au plus proche de l'état actuel. L'aménagement décidé au stade PRO permettra de définir précisément la cote altimétrique de la prise d'eau ainsi que la nécessité éventuelle de l'aménagement d'un chenal d'amener entre le lit d'étiage et la prise d'eau ;
- Comme pour les confluences, les retours de canaux d'irrigation arrivent généralement au-dessus de la cote de l'aménagement de la risberme, il sera donc nécessaire de prévoir un dénivelé en pente douce si la hauteur de chute est faible ou un aménagement en techniques plus lourdes si le dénivelé est important ou si l'espace disponible est réduit.
- Le long de la Têt, de nombreux chemins ont été identifiés, il sera nécessaire d'en recenser l'usage, afin de s'assurer de la nécessité de les rétablir. À ce stade, il a été estimé un peu plus de 3 km de chemin à rétablir.
- Des réseaux ont été identifiés notamment lorsque le projet se situe à proximité d'une station d'épuration ou d'une station de pompage. Ainsi une première enveloppe financière sur les réseaux a été estimée. Toutefois il sera nécessaire d'affiner ces éléments au stade PRO en précisant :
 - La localisation de l'ensemble des réseaux à l'aide des DT/DICT ;
 - L'usage, ce qui pourrait engendrer une reconstruction à l'identique, une amélioration souhaitée ou une suppression ;

- Le linéaire impacté ;
- S'il est nécessaire de modifier les réseaux existants au-delà de l'aménagement envisagé (reprise d'une canalisation afin de modifier la pente liée à l'altitude du point de rejet imposé par le projet).
- La proximité de la gravière et de la déchèterie laisse entrevoir la possibilité d'une pollution. En effet les analyses des sondages à la pelle réalisés sur ce secteur, confirment la présence de polluants, de remblais tout venant et de plastiques. Les volumes de déblai concernés ne pourront être réutilisés sur place (en remblai) et devront être évacués en décharge (avec un coût plus important). L'estimation financière a donc été réalisée sur la base de cette analyse avec les hypothèses suivantes :
 - 30% (545 000 m³) du volume de déblai ne pourra être réutilisé, il sera donc mis en décharge ;
 - 70% (1 350 000 m³) du volume de déblai peut être réutilisé dont une partie (de l'ordre de 90 000 m³) correspondra à la recharge sédimentaire du fond du lit avec criblage ;
 - Le reste de remblai nécessaire (270 000 m³) sera complété par des matériaux d'apport.

3.3 ESTIMATION DES VOLUMES ET DE LA DISPONIBILITE DES MATERIAUX

3.3.1 Estimation des volumes

Sur la base des aménagements définis en section 3.2 les volumes de déblai et de remblai nécessaires ont pu être déterminés sur l'ensemble du linéaire AVP par comparaison avec les levés topo-bathymétriques de la Têt avant la tempête Gloria (combinaison des profils en travers du PPRi et du MNT avant Gloria).

L'analyse des cubatures a été réalisée avec la méthode de Gulden sur le logiciel COVADIS. Les volumes obtenus sont les suivants :

- Déblais : 1,81 millions m³ ;
- Remblais : 1,6 millions m³.

Les volumes calculés sont du même ordre de grandeur et présentent même un excédent de matériaux de 210 000 m³, soit une marge de 11 % qui pourra être utilisée si la nature et la qualité des matériaux ne sont pas conformes. Si le bilan des volumes est plutôt à l'équilibre sur l'ensemble du linéaire AVP, la répartition d'un secteur à l'autre varie fortement (Tableau 2).

Ainsi, les secteurs aux extrémités amont et aval sont fortement excédentaires sur des linéaires de respectivement 2,4 et 2 km. À l'inverse, les secteurs compris entre le passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall et du Petit Ribéral sont déficitaires en remblai, particulièrement pour le tronçon compris entre le pont du Soler et le Petit Ribéral pour lequel le besoin en matériaux supplémentaires a été évalué à 265 000 m³. Enfin, les secteurs compris entre Le Bosc et le pont de Baho sont globalement à l'équilibre.

Si sur le plan volumique, les calculs sont favorables pour la faisabilité des travaux sur le linéaire PRO ; de l'ancien seuil de Baho jusqu'au pont de l'autoroute A9, il faudra pour les secteurs en amont envisagés de combler les déficits par des apports en matériaux extérieurs au linéaire AVP.

De plus, l'estimation de ces volumes a été réalisée à partir de données topographiques acquises avant la tempête Gloria qui ne correspondent donc plus à l'état actuel. En effet, cette dernière a généré une crue d'occurrence cinquantennale et a été suivie par une autre crue morphogène entre le 22 et 23 avril 2020. À la suite de ces crues, le SMTBV a missionné l'Avion Jaune pour l'acquisition de nouveaux levés topobathymétriques (couplage LIDAR / profils en travers au DGPS) et le bureau d'étude Morph'eau pour l'analyse des évolutions morphologiques du lit. Les conclusions de cette mission ont mis en évidence un remaniement profond du lit de la Têt avec comme principales conséquences :

- une accélération de l'incision avec un abaissement moyen de 40 cm et pouvant atteindre localement 2,6 m (fosse en amont de la confluence avec le ruisseau de la Boule) ;
- un élargissement de la bande active de 15 m en moyenne (45%), particulièrement sur le tronçon compris entre les prises d'eau des canaux de Corneilla-la-Rivière et de Pézilla-la-Rivière pour lequel la largeur a doublé ;
- une perte en matériaux évaluée à 620 000 m³ entre 2018 et 2020 avec des atterrissements de matériaux grossiers dans la traversée de Perpignan et en aval ;
- la rupture partielle de deux seuils de la DIRSO au Soler et à Millas.

Il conviendra donc au stade PRO de mettre à jour la présente estimation des volumes, car les volumes de remblai présentés seront très probablement réévalués à la hausse.

Tableau 2. Répartition des volumes de déblais/remblais sur l'ensemble du linéaire AVP.

Secteur	linéaire	déblais	remblais	remblais - déblais
Seuil de Corneilla -base ULM / Pag	2400	672 308.39	257 490.47	- 414 817.92
Pag / soler 3 (amont)	1500	177 792.61	348 979.12	171 186.52
Amont Soler 3	450	52 359.60	19 724.40	- 32 635.19
Aval soler 3 / grand ribéral	650	16 329.50	146 118.47	129 788.97
Etang du soler	500	55 271.69	36 804.64	- 18 467.05
Pont du soler / petit Ribéral	2400	129 599.86	393 745.56	264 145.70
Le Bosc / gravière	1200	135 851.11	68 011.99	- 67 839.12
Pont de Baho	1300	80 510.27	134 646.39	54 136.12
Déchetterie / A9	1900	514 393.31	129 425.04	- 384 968.27

3.3.2 Disponibilité des matériaux

Au vu de l'ambition du programme de restauration, l'un des premiers points à étudier pour s'assurer de la faisabilité du projet est la disponibilité des matériaux sur le linéaire AVP.

En effet, les premiers volumes avancés durant cette mission font état d'un besoin en sédiments grossiers de l'ordre de 1,6 million de m³ de matériaux pour permettre un retour à l'état d'équilibre du système.

Néanmoins, la disponibilité des matériaux grossiers sur l'emprise du linéaire AVP est à ce jour inconnue, mais peut-être évaluée à partir d'une analyse géologique de la zone étude. L'objectif de cette analyse est de déterminer la localisation et l'épaisseur de la couche de matériaux pouvant être utilisées dans le cadre du projet pour permettre le remblaiement et/ou la reconstitution du matelas alluvial et ainsi définir la ou les méthodes d'investigation nécessaires (i.e., géotechniques et géophysiques) ainsi que leur localisation. Avant de détailler cette analyse, les paragraphes suivants s'attacheront à présenter brièvement le contexte géologique de la région.

Le bassin versant de la Têt peut-être séparé en deux domaines géologiques avec (i) à l'amont le domaine de socle essentiellement composé de roches métamorphiques, de roches magmatiques et de dépôts sédimentaires et (ii) à l'aval le bassin du Roussillon (domaine plioquaternaire) bordé par deux failles majeures (la faille d'Albères au sud et la faille de Prades au nord). Dans le bassin du Roussillon où est localisée la zone d'étude, le log stratigraphique théorique, représentant la succession des dépôts sur la verticale, contient des dépôts des périodes suivantes : le Pliocène, le Pléistocène et l'Holocène (Figure 3-22).

Les dépôts du Pliocène ont été mis en place de façon synchrone de l'aval vers l'amont lors de la dernière remontée du niveau marin il y a 18 000 ans avec : des dépôts marins argileux, des dépôts marins sableux et des dépôts continentaux de type argilomarneux alternant avec des couches sableuses (Figure 3-23). L'épaisseur totale de ces formations dans le bassin du Roussillon augmente de l'amont (Millas) vers l'aval (avec une épaisseur maximale de 300 mètres sur la frange littorale). Des nappes captives sont également observables dans les différents niveaux sableux connectés.

À l'ère du Quaternaire (Pléistocène et Holocène), les alluvions modernes se déposent, sur les formations du Pliocène, dans les vallées incisées et les canyons, en créant de larges terrasses étagées au-dessus des cours d'eau actuels. Ces dépôts récents correspondent à deux périodes différentes. La première période est le Pléistocène durant laquelle des terrasses étagées se sont formées après le creusement et le remblaiement des vallées dans les dépôts pliocènes. Ces dépôts sont principalement éoliens et composés de galets siliceux éolisés et de galets moins altérés représentatifs des terrains de l'arrière-pays de socle. La seconde période est l'Holocène caractérisé par une remontée du niveau marin (transgression) durant laquelle des dépôts marins et continentaux (faciès fluviatiles à lagunaires) se sont mis en place. L'épaisseur de cette formation est de 5 à 15 m, au-dessus du toit du pliocène. Ainsi le substratum est entre 5 et 15 m de profondeur. Des nappes sont également présentes dans ces formations. Pour les distinguer des nappes du Pliocène, elles sont nommées « nappes quaternaires ».

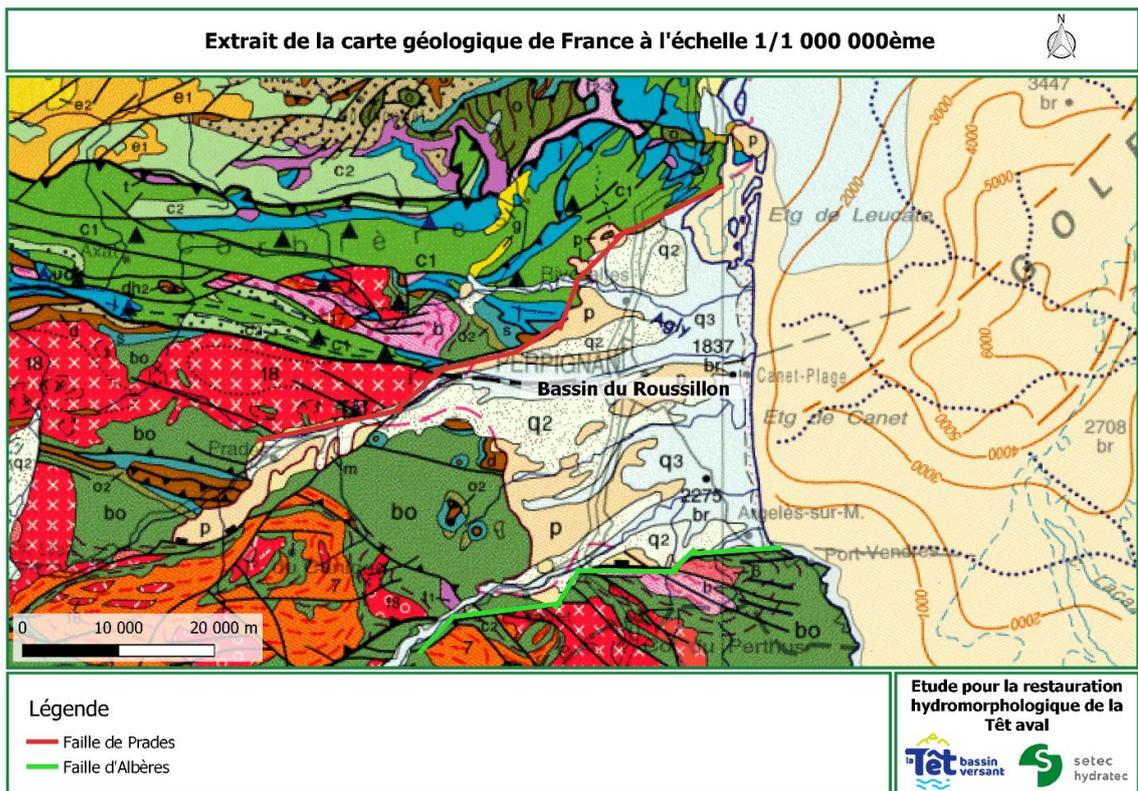


Figure 3-22. Extrait de la carte géologique de France à l'échelle 1/1 000 000 (source: BRGM).

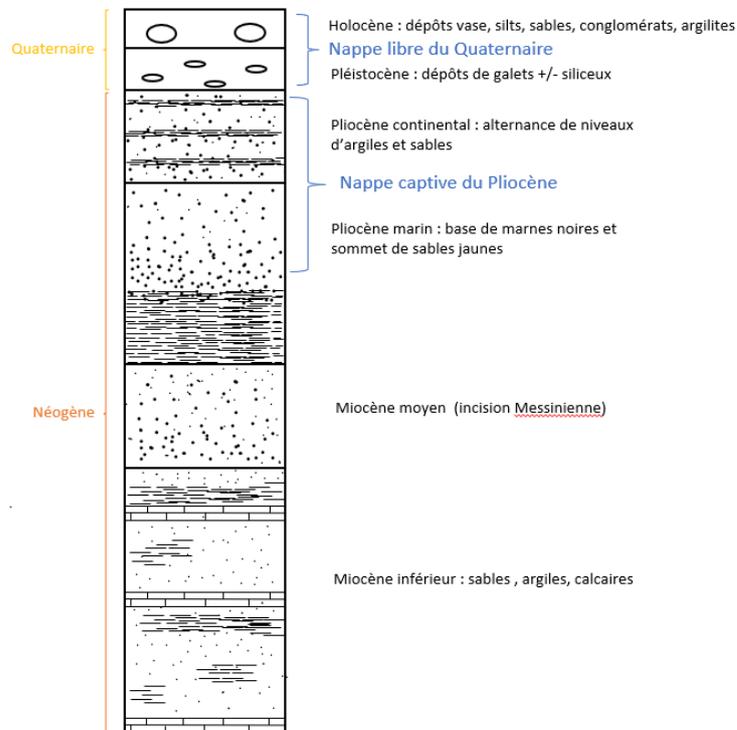


Figure 3-23. Log stratigraphique théorique du bassin du Roussillon.

L'analyse géologique doit fournir :

- La localisation des zones d'alluvions récentes dont la granulométrie correspondrait à celle recherchée pour la reconstruction du matelas alluvial ;
- La profondeur du toit du substratum qui conditionne l'épaisseur de la couche d'alluvions sus-jacente et permet donc d'identifier les secteurs pour lesquels l'extraction de matériaux sera limitée.

L'analyse repose donc sur l'interprétation des coupes lithologiques et leur croisement avec la topographie. Les coupes lithologiques ont été établies par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) grâce à des ouvrages souterrains permettant d'identifier les profondeurs des différentes formations géologiques. Afin de déterminer le toit des formations Pliocène au droit de la Têt et de son lit majeur, seuls les ouvrages traversant les mêmes formations (alluvions récentes (Fza) et pliocènes) ont été retenus. Ces ouvrages sont localisés en Figure 3-24.

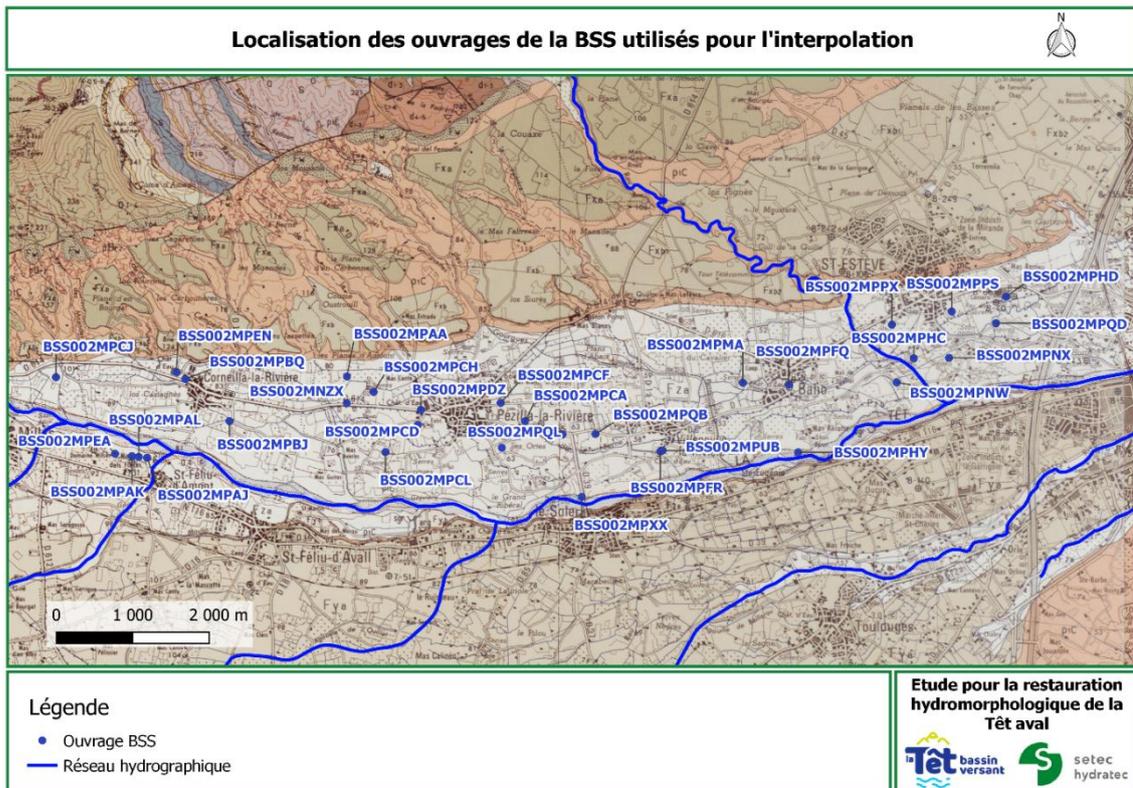


Figure 3-24. Localisation des ouvrages utilisés pour l'interpolation et issus de la Banque de données du sous-sol (source : infoterre BRGM).

Les profondeurs issues des coupes lithologiques de ces ouvrages ont ensuite été interpolées et soustraites au MNT connu. Les résultats sont présentés sur les figures suivantes qui représentent la profondeur du toit du substratum sur l'emprise du linéaire AVP. Pour plus de lisibilité, la cartographie de la profondeur a été séparée en trois parties avec la représentation des localisations lorsque le toit du substratum est affleurant (Figure 3-25), lorsqu'il est compris entre la cote du terrain naturel et jusqu'à 5 m de profondeur (Figure 3-26) et lorsque le toit est observé pour des profondeurs supérieures à 5 m (Figure 3-27).

Les résultats de cette interpolation sont les suivants:

- Le pendage du substratum fluctue en fonction des zones, il est donc difficile, avec l'analyse des données existantes d'estimer précisément le/les pendages du substratum par la méthode d'extrapolation ;
- Trois zones d'affleurement du substratum correspondant aux zones incisées de la Têt (remarque : Le substratum pliocène ne semble pas atteindre l'affleurement sur tout le linéaire de la Têt, cependant le manque de données lithologiques et la précision du MNT dans le cours d'eau ne permettent pas d'avoir une précision suffisante) ;
- Le toit du substratum est majoritairement compris entre 0 et 5 m de profondeur à proximité immédiate de la Têt en aval. Ainsi, durant la phase travaux, le déblaiement des matériaux ne devrait pas être perturbé par ce dernier. En amont de Saint-Feliu-d'Avall, le toit du substratum devient plus profond : 7 à 11,5 m de profondeur.

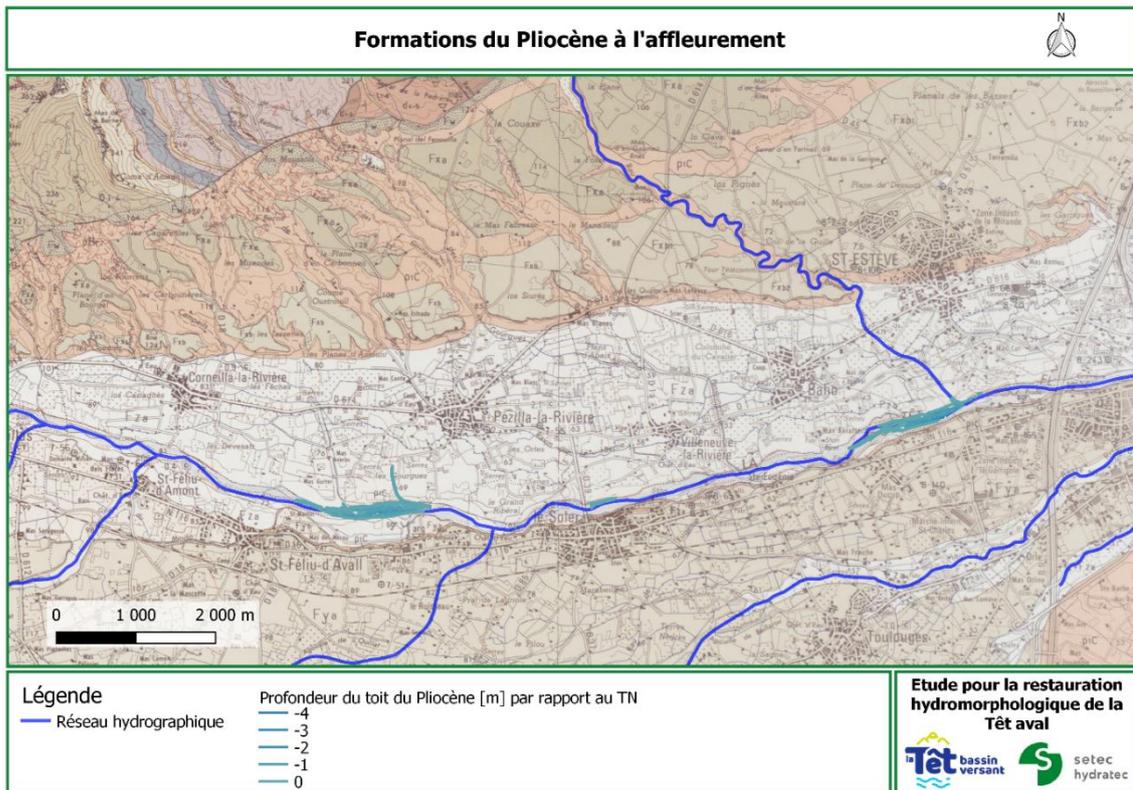


Figure 3-25. Localisation des zones où le toit du substratum est affleurant.

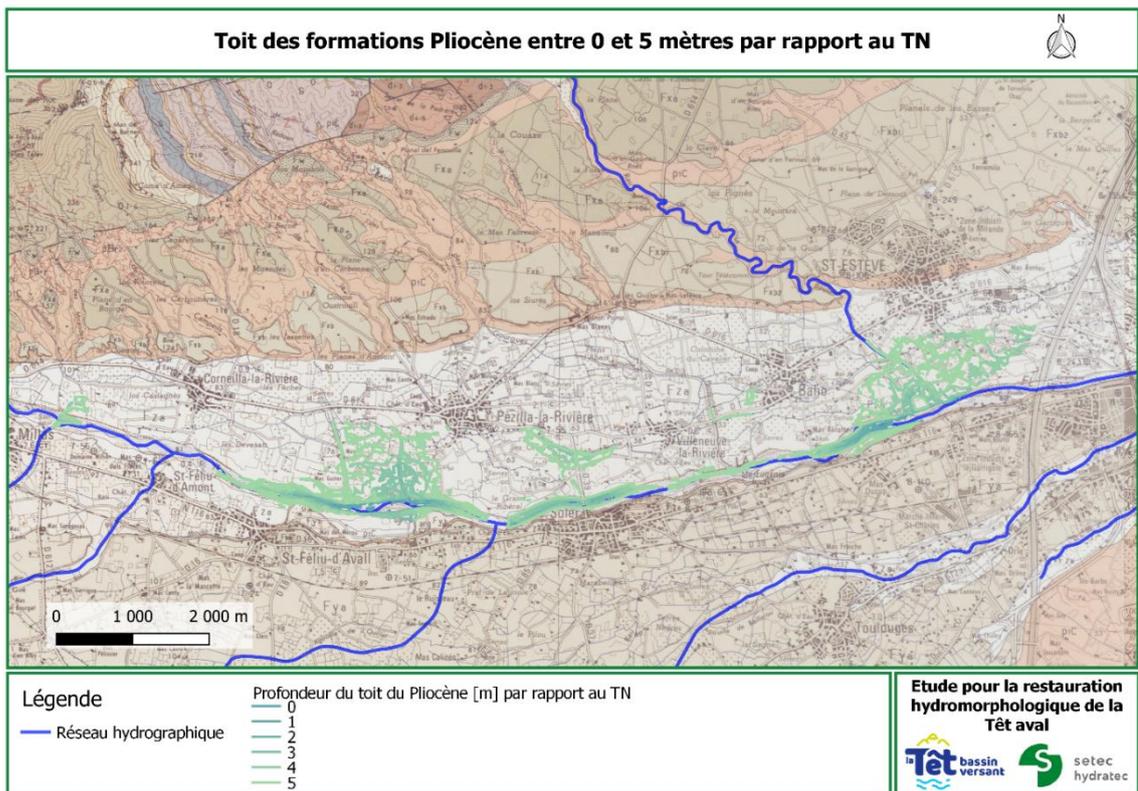


Figure 3-26. Localisation des zones où le toit du substratum est localisé entre la cote du terrain naturel et une profondeur de 5 m.

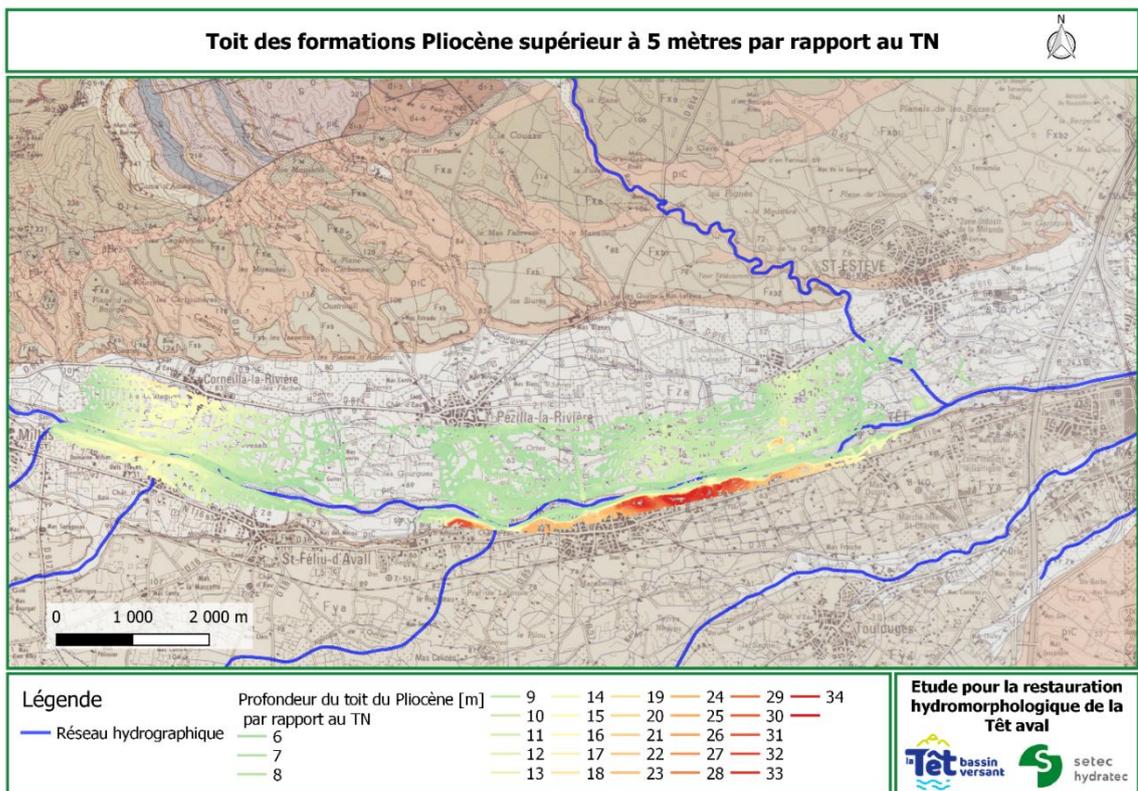


Figure 3-27. Localisation des zones où le toit du substratum est localisé à plus de 5 m de profondeur.

À ce stade de réflexion de la mission (linéaire d'étude important et faible degré de précision des aménagements) et au regard de l'analyse géologique et de la localisation du substratum, il en ressort que :

- Les sondages géotechniques permettront de déterminer les caractéristiques des matériaux prélevés et la profondeur du substratum si il est atteint pendant la fouille sur une profondeur allant jusqu'à 2,5-3 m de profondeur (profondeur maximale atteinte avec la pelle mécanique) ;
- Les mesures géophysiques qui permettent de localiser le substratum, ne sont pas nécessaires à ce stade, car :
 - o Le substratum semble suffisamment profond dès que l'on s'éloigne du lit mineur, et pour l'heure il n'est pas envisagé de terrasser sur des profondeurs supérieures à 3 m ;
 - o À proximité du lit mineur, la profondeur du substratum pourra être estimée avec les tests géotechniques, mais également à partir de la topographie sur les secteurs où le substratum est affleurant.

Lorsque le projet sera défini plus précisément, une nouvelle réflexion sera menée sur la nécessité de réaliser les tests géophysiques ainsi que leurs localisations précises.

3.3.3 Caractérisation et réemploi des matériaux

À présent que les principaux stocks d'alluvions ont pu être localisés et que la position du toit du substratum a pu être caractérisée sur l'ensemble du linéaire AVP, il est nécessaire de connaître la quantité et la qualité des matériaux disponibles. Ces résultats permettront de statuer sur le réemploi des matériaux dans le cadre des travaux de réaménagement et par conséquent d'évaluer la faisabilité du projet d'un point de vue sédimentaire.

Pour ce faire, une analyse des stocks sédimentaires a été menée afin de déterminer la localisation des sondages à réaliser. Ces derniers devront être positionnés de préférence à proximité des stocks de matériaux les plus importants.

Des études géotechniques seront ensuite réalisées sur les sondages afin de préciser les types de matériaux rencontrés dans les différents horizons et leur granulométrie. Ainsi, il sera possible :

- de déterminer la profondeur du substratum s'il est rencontré lors de la fouille ;
- d'établir la granulométrie des matériaux et de s'assurer de leur conformité avec l'aménagement ;
- de préciser le volume disponible de matériaux que ce soit par le jeu de déblai/remblai (à proximité de la Têt) ou par des apports extérieurs au linéaire AVP (en lit majeur de la Têt amont).

Remarque : avec l'avancement du projet, des analyses complémentaires pourront s'avérer nécessaires, notamment pour caractériser la pollution des sols.

a) Détermination de l'emplacement des sondages techniques à réaliser

Les sondages géotechniques ont été répartis sur 3 compartiments différents : le lit mineur/moyen du linéaire AVP (mission 3) (ii) le lit majeur en-dehors du linéaire AVP,

et (iii) le lit majeur en amont du linéaire AVP afin d'identifier d'autres sources de matériaux susceptibles d'être mobilisés durant les travaux (TO2) (Figure 3-28).

Pour le lit mineur/moyen, les matériaux sont directement représentatifs des conditions actuelles du transit sédimentaire du cours d'eau. Ainsi, les matériaux extraits lors des opérations de remodelage du lit de la Têt pourront faire l'objet d'une réinjection directe dans le lit de la rivière (à l'exclusion de la terre végétale). Le remodelage des profils en travers mobilisera également les matériaux des berges à proximité du cours d'eau. Ces derniers pourraient faire partie du stock mobilisable avec un traitement éventuel pour que la granulométrie corresponde au besoin de l'aménagement.

Au total 8 sondages ont été répartis dans le lit mineur/moyen au sein du linéaire AVP (Figure 3-28).

Le lit majeur de la Têt représente également une source de matériaux représentatifs du transport des sédiments des paléo-lit de la Têt. Ces sédiments caractéristiques du transport solide ancien sont encore aujourd'hui susceptibles de convenir pour une réinjection dans le lit. La détermination des stocks disponibles a été réalisée à partir d'une analyse différentielle de la topographie du lit majeur et des cartes des zones inondables pour la crue vicennale (Figure 3-29 et Figure 3-30). L'objectif est de déterminer la hauteur d'extraction maximale sans augmenter l'inondabilité du territoire pour les crues plus fréquentes. Afin d'estimer la profondeur potentielle d'extraction de granulats et ainsi le volume disponible, l'analyse a reposé sur les données de forages à proximité du site d'étude (source BRGM : <https://infoterre.brgm.fr/>).

L'horizon de matériaux a donc été estimé en considérant :

- une couche de terre végétale de surface comprise entre 50 cm et 1 m, non valorisable dans le cadre d'une recharge sédimentaire ;
- la position du toit du substratum (non valorisable).

Au total 6 sondages ont été identifiés pour déterminer les stocks sédimentaires potentiels en lit majeur (SP05, SP06, SP08, SP09, SP12 et SP14) dont 2 en rive droite (SP06 et SP14) (Figure 3-28).

Enfin, dans le cadre de la tranche optionnelle (TO2), 2 sondages ont également été identifiés en amont du linéaire AVP (SP15 et SP16, Figure 3-28) en se basant sur la même méthodologie que celle employée pour localiser des emplacements dans le lit majeur. Ces sondages ont pour objectif de trouver d'autres sources de matériaux mobilisables en cas de déficit sur les volumes de remblai ou en cas d'impossibilité de réemployer les matériaux déblayés dans le lit mineur.

- Sondage SP15 : localisé à l'amont immédiat du linéaire AVP, en rive gauche, à proximité de la confluence avec le Rec de Pesillà sur la commune de Corneilla-la-Rivière ;
- Sondage SP16 : localisé environ 4,4 km en amont en rive gauche à l'aval immédiat du passage à gué de Néfiach.

Au total 16 sondages ont été disposés sur le linéaire compris entre Néfiach et le pont de l'A9. Ce nombre de sondages est clairement insuffisant pour statuer sur la faisabilité avant les travaux, mais ils permettent à ce stade de l'étude de s'assurer de la conformité des matériaux dans le lit mineur pour reconstituer le matelas alluvial et d'identifier des stocks de matériaux supplémentaires en cas de déficit ou d'impossibilité de réemploi. Au stade PRO, il conviendra de réaliser un sondage géotechnique à minima tous les 10 000 m³ de déblai (soit environ 200 sondages) afin de s'assurer de la conformité des matériaux.

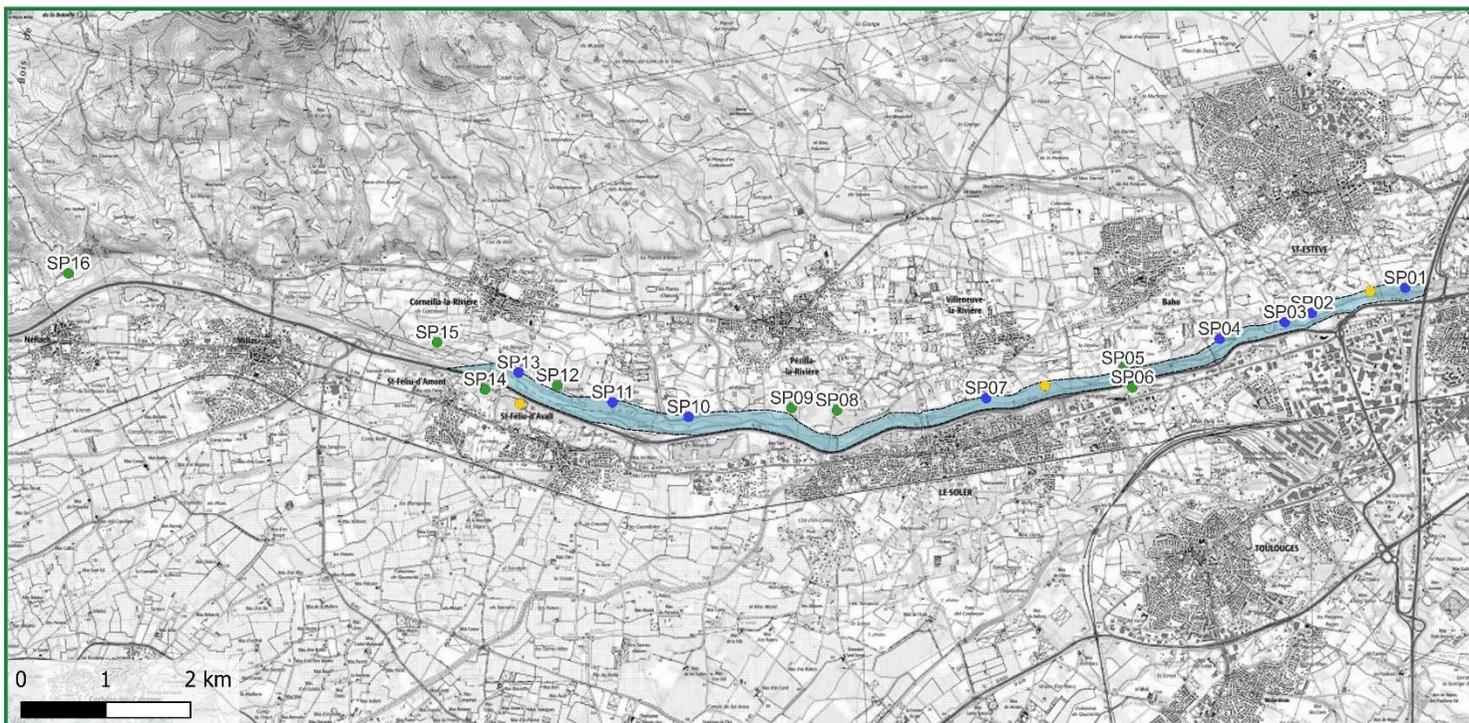
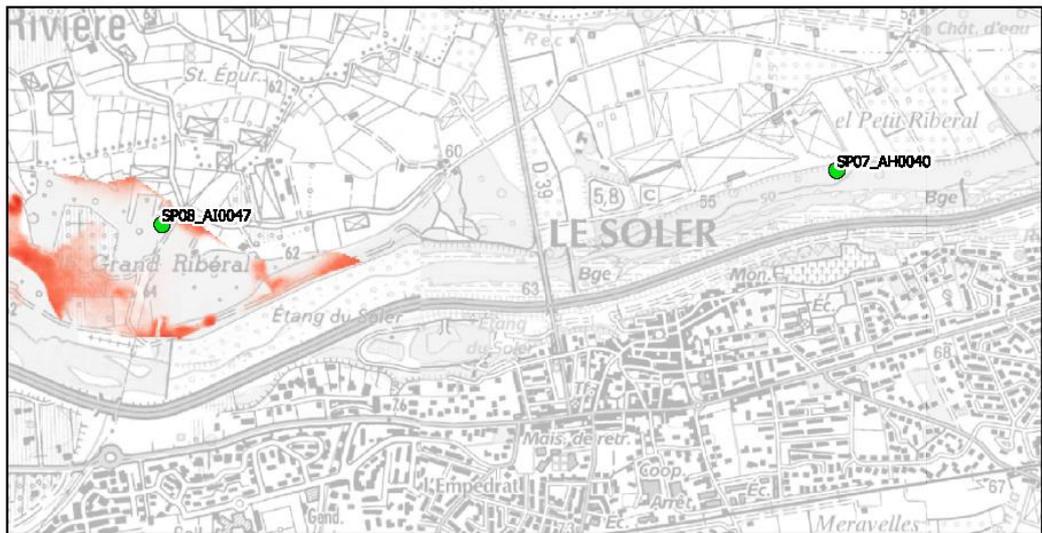
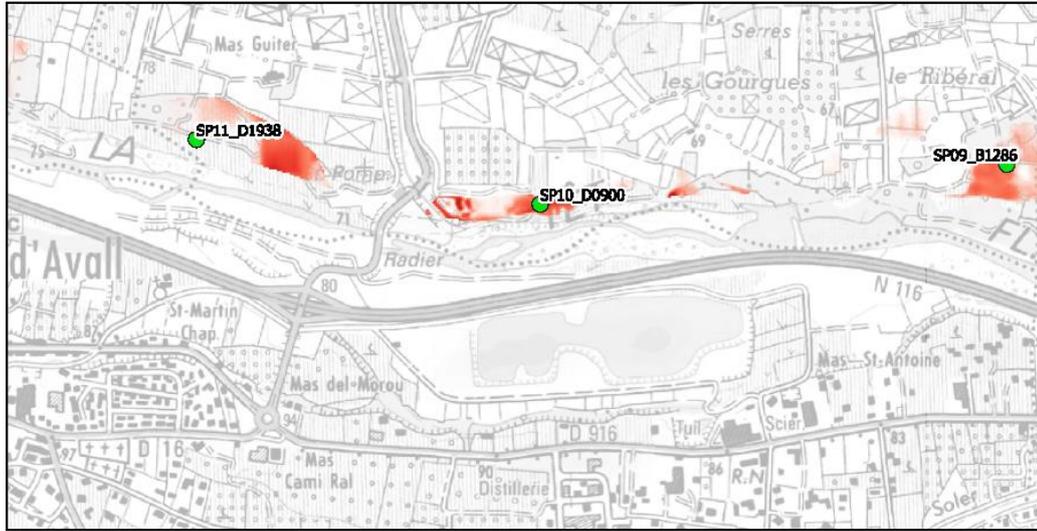
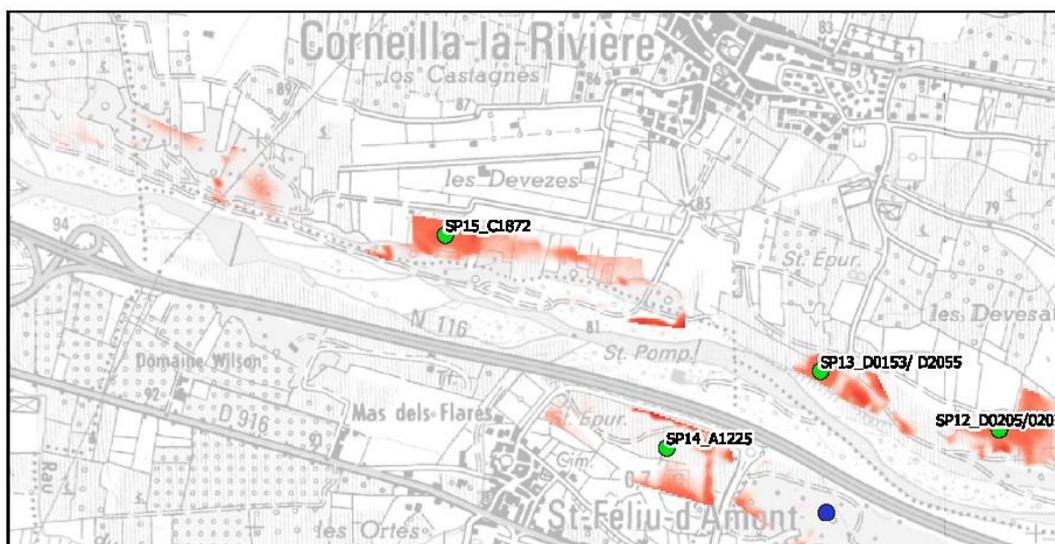
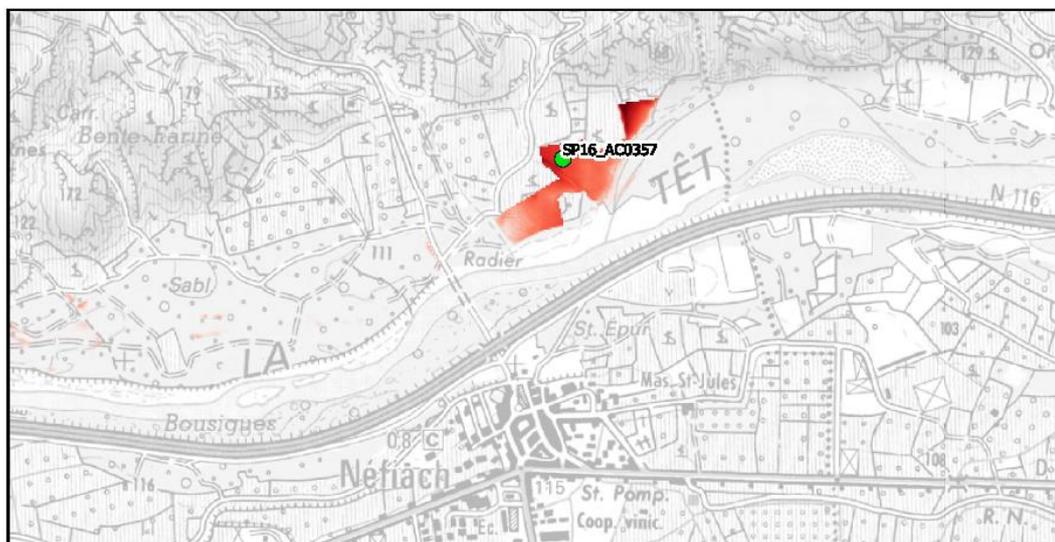


Figure 3-28. Localisation des sondages géotechniques sur et en dehors du linéaire AVP.



<p>Etude pour la restauration hydromorphologique de la Têt aval</p>	<p>Légende</p> <p>loc_site_mesure_geotech_VF</p> <ul style="list-style-type: none"> ● intervention possible ● Attente de retour - pas d'intervention 	<p>Site Géotech Stock sédimentaire</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 m 1 m 2 m 3 m 4 m 5 m

Figure 3-29. Localisation des stocks sédimentaires en lit majeur et des sondages géotechniques associés (SP07, SP08, SP09, SP10 et SP11).



<p>Etude pour la restauration hydromorphologique de la Têt aval</p>	<p>Légende</p> <p>Site de mesures loc_site_mesure_geotech_VF</p> <ul style="list-style-type: none"> ● intervention possible ● Attente de retour - pas d'intervention 	<p>Site Géotech Stock sédimentaire</p> <table border="1"> <tr><td></td><td>0 m</td></tr> <tr><td></td><td>1 m</td></tr> <tr><td></td><td>2 m</td></tr> <tr><td></td><td>3 m</td></tr> <tr><td></td><td>4 m</td></tr> <tr><td></td><td>5 m</td></tr> </table>		0 m		1 m		2 m		3 m		4 m		5 m
		0 m												
	1 m													
	2 m													
	3 m													
	4 m													
	5 m													

Figure 3-30. Localisation des stocks sédimentaires en lit majeur et des sondages géotechniques associés (SP12, SP13, SP14, SP15 et SP16).

b) Mission géotechnique : caractérisation et réemploi des matériaux

Les principaux objectifs de la mission géotechnique sont de connaître (i) la disponibilité des matériaux (ii) les éventuelles difficultés liées à leur extraction, ainsi que (iii) la qualité des sédiments pour leur réemploi lors du reprofilage des profils en travers de la Têt.

La mission a donc consisté à réaliser des investigations *in situ* (coupe détaillée des sols, tenus des parois et prélèvements d'échantillons remaniés) par des fouilles à la pelle mécanique sur les 16 sondages identifiés, mais également à effectuer des essais en laboratoire pour déterminer différents paramètres physico-chimiques du sol (Tableau 3).

Tableau 3. Paramètres physico-chimiques déterminés en laboratoire à partir d'échantillons de sol prélevés sur l'ensemble des sondages réalisés.

Identification des sols	Nombre d'échantillons	Norme
Teneur en eau pondérale (W)	3	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	3	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	3	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	3	NF P11-300
Indice Portant Immédiat (IPI)	3	NF P94-078

Sur les 16 sondages réalisés, 3 n'ont pas pu être réalisés soit en raison de l'absence d'accès (SP02 et SP10), soit en raison de l'absence d'accord d'intervention des propriétaires et/ou des riverains (SP07). À noter que les sondages SP09, SP11, SP13 et SP14 ont été réalisés à la tarière manuelle compte tenu des difficultés pour accéder sur les parcelles concernées (barrière, absence d'accès pour la tractopelle, etc..). Le tableau suivant synthétise les types de sondages réalisés.

Tableau 4. Répartition des sondages géotechniques réalisés selon la méthodologie de sondage employée (tractopelle ou tarière).

Type de sondage	Quantité	Sondages	Profondeur / au TN
Fouille à la tractopelle	9	SP01, SP03, SP04, SP05, SP06, SP08, SP12, SP15 et SP16	2,0 à 2,5 m (arrêt)
Sondage à la tarière	4	SP09, SP11, SP13 et SP14	0,1 à 0,6 m (refus)

La profondeur de fouille sur chaque sondage variait entre et 2 et 2,5 m, et a mis en évidence la succession des 2 horizons suivants :

- Horizon n°1 : des terrains de couverture en remblai ou en terre végétale ;
- Horizon n°2 : des formations alluvionnaires comprenant généralement un étage d'alluvions fines sur la partie superficielle et un étage d'alluvions plus grossières pour la partie en profondeur.

Les épaisseurs de chaque horizon ainsi que les profondeurs des toits des horizons rencontrés sur l'ensemble des sondages sont détaillées dans le Tableau 5. Son analyse fait ressortir les points suivants :

- Sur l'ensemble des sondages géotechniques, le substratum n'a jamais été identifié sur des profondeurs maximales variant de 2 à 2,5 m (à l'exception de la zone d'extraction de Néfiach, SP16, qui atteint localement 5 m) ;
- La hauteur de sédiments utilisables dans le cadre du projet est *a minima* 2 m en dessous du terrain naturel ;
- Très localement la profondeur de fouille est supérieure, soit parce que le terrain naturel présente un merlon de terre, soit parce que l'approfondissement est plus important (entre 2,5 et 3 m) en aval du pont de Soler.

Tableau 5. Épaisseur et profondeur du toit des différents horizons rencontrés sur l'ensemble des sondages géotechniques.

Sondages	Terrains de couverture		Alluvions fines		Alluvions grossières	
	Épaisseur (m)	Toit / TN (m)	Épaisseur (m)	Toit / TN (m)	Toit / TN (m)	Base / TN (m)
SP01	-	-	0,9	0,0	0,9	> 2,0
SP03	> 2,5	0,0	-	> 2,5	-	-
SP04	> 2,5	0,0	-	> 2,5	-	-
SP05	1,5	0,0	-	-	1,5	> 2,5
SP06	2,2	0,0	-	-	2,2	> 2,5
SP08	0,2	0,0	0,9	0,2	1,1	> 2,2
SP09	-	-	> 0,6	0,0	> 0,6	-
SP11	-	-	> 0,2	0,0	> 0,2	-
SP12	0,2	0,0	0,3	0,2	0,5	> 2,4
SP13	-	-	> 0,1	0,0	> 0,1	-
SP14	0,05	0,0	> 0,2	0,05	> 0,25	-
SP15	-	-	> 2,3	0,0	> 2,3	-
SP16	0,2	0,0	1,2	0,2	1,4	> 2,2

L'étude géotechnique permet également de préciser que la réalisation de déblai concernant les formations alluvionnaires et grossières ne présentera pas de difficultés particulières d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance jusqu'aux profondeurs reconnues.

Sur l'ensemble des sondages réalisés, seuls les sondages SP03 et SP05 contiennent des déchets empêchant leur utilisation pour reconstituer le matelas alluvial. Les matériaux prélevés ont été caractérisés selon les préconisations du GTR (guide LCPCSETRA 1994 – NF P11-300). Ils pourront être réutilisés pour des remblais ordinaires s'ils se trouvent dans des états hydriques équivalents.

D _{max}	Classe	Sous classe	Nature
≤ 50 mm	A Sols fins	A ₁	Limons peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques, ...
		A ₂	Sables fins argileux, limons argileux et marnes peu plastiques, arènes, ...
		A ₃	Argiles et argiles marneuses, limon très plastiques,
		A ₄	Argiles et argiles marneuses très plastiques,
	B Sols sableux et graveleux avec fines	B ₁	Sables silteux, ...
		B ₂	Sables argileux (peu argileux), ...
		B ₃	Graves silteuses,
		B ₄	Graves argileuses (peu argileuse), ...
		B ₅	Sables et graves très silteux, ...
		B ₆	Sables et graves argileux à très argileux

Figure 3-31. Classification des sols.

Pour les sondages réalisés en dehors du linéaire AVP (lit majeur et secteurs amonts), l'analyse géotechnique indique une possibilité d'exploitation pour SP08, SP12, SP15 et SP16 et une exploitation probable pour SP14 et SP09. En revanche, le sondage SP06 ne semble pas exploitable et est en outre localisé de l'autre côté de l'autoroute compliquant l'accès et le transport des matériaux. Le site ne sera donc pas retenu pour la suite de l'analyse.

Pour les sondages SP14 et SP09, la faible profondeur de fouille ne permet pas de confirmer l'exploitabilité des matériaux. La partie superficielle correspond à une couche peu compacte composée de sables fins limoneux avec présence de graves que l'on retrouve également sur la partie superficielle des autres sondages. L'exploitation de ces sites est donc incertaine, mais probable.

Les sondages exploitables (SP08, SP12, SP15 et SP16) présentent une couche superficielle de terre végétale (20 cm), puis une couche de limons sableux sur une épaisseur de l'ordre de 1 m et enfin une couche allant des sables fins aux graves sur une épaisseur moyenne de l'ordre de 1,2 m. La profondeur moyenne exploitable est de 2,2 m. Le substratum n'a été atteint pour aucun des sondages.

Une première estimation de la quantité de matériaux disponibles sur les sondages SP15 et SP16 a pu être effectuée sur la base des hypothèses suivantes :

- La profondeur d'extraction est égale à la profondeur moyenne des sondages, soit environ 2,2 m ;
- D'après l'analyse des échantillons, la part des sédiments fins et grossiers est respectivement de l'ordre de 45% et 55% ;
- La superficie d'extraction a été estimée sur la base de l'analyse du positionnement des sondages.

Combiné aux volumes estimés sur les sites des sondages SP08 et SP09, le volume total exploitable en dehors du linéaire AVP est donc de l'ordre de 460 000 m³ dont 260 000 m³ de matériaux plus grossiers (sables limoneux graveleux) plus propices à la reconstitution du matelas alluvial. Les sédiments fins restants pourront être utilisés pour combler l'incision sous les ouvrages de fond. À noter que ces volumes correspondent à des matériaux non mobilisés dans le cadre de l'élargissement du cours d'eau et qu'ils viendront s'ajouter à ces derniers.

Des analyses granulométriques ont également été réalisées, mais uniquement sur la fraction fine (diamètre inférieur à 1,25 mm) et présentent donc peu d'intérêt dans le cadre de cette étude. Toutefois ces matériaux pourront être utilisés pour combler l'incision sous les ouvrages de fond.

Le rapport complet des analyses géotechniques réalisées est disponible en Annexe 3.

3.3.4 Pérennité et entretien des aménagements

La pertinence et la pérennité d'une restauration morphologique d'un cours d'eau sont les principales problématiques que l'on doit évaluer pour estimer la probabilité du taux de réussite de l'opération d'un point de vue hydromorphologique. Il est d'autant plus difficile de répondre avec certitude à ces questions, car les retours d'expérience sur les projets de restauration manquent souvent par faute de moyens financiers.

Il y a néanmoins plusieurs variables majeures (apports solides amont, capacité de transport du cours d'eau, érodabilité des berges, emprise foncière disponible, etc.) qui permettent d'apprécier l'efficacité probable d'un projet. À ce stade de l'étude, il nous a semblé pertinent de nous focaliser sur les apports solides dont le déficit est la cause principale des dysfonctionnements morphologiques observés.

Le rapport de mission 1 (partie 1) a mis en évidence au travers du diagnostic de terrain, une forte incision dans le substratum induite par des interventions humaines simultanées avec (i) la construction du barrage de Vinça (mise en service en 1978) qui capte 65% des apports liquides du bassin versant et a eu pour effet de réduire drastiquement le transit sédimentaire, et (ii) la construction de la RN116 qui aura nécessité l'extraction d'environ 377 000 m³ de matériaux entre 1978 et 1997.

Cependant, les crues récentes survenues en janvier 2020 (d'occurrence cinquantennale) ont démontré la capacité de la Têt à mobiliser et déplacer des matériaux en quantité importante avec des pertes oscillant entre 3 000 et 138 000 m³ selon les secteurs (Rapport d'étude Morph'eau, 2022). Néanmoins, la majorité des dépôts ont eu lieu en aval de Perpignan et non à l'amont dans le secteur d'étude, très probablement en raison des caractéristiques morphologiques du lit dans ce dernier qui ne permet pas de capter les matériaux déplacés (i.e., forte pente, lit chenalisé et dépourvu de matériaux, et bande active réduite). Les analyses granulométriques des matériaux déposés après la crue indiquent une prédominance de cailloux grossiers (classe granulométrique 32-64 mm) qui aurait pu laisser entrevoir une alimentation des parties externes du matelas alluvial après sa reconstitution.

Le rapport de mission 1 (partie 2) a permis d'estimer le transport solide moyen annuel sur les différents affluents entre le barrage de Vinça et le linéaire AVP. Avec les érosions de berges de la Têt et des bancs végétalisés, les injections à l'aval du barrage sont les seules sources de sédiments susceptibles d'alimenter le matelas alluvial. Les principaux affluents sont de l'amont vers l'aval :

- la Rigarda (en rive droite) ;
- la Ribérette (en rive gauche) ;
- le Boulès (en rive droite) ;
- la Comelade (en rive droite).

Sur la base d'analyses granulométriques, le rapport a mis en évidence que les apports des affluents sont hétérogènes sur les volumes et la granulométrie. Ainsi, la Rigarda et la Ribérette présentent une certaine complémentarité dans leur contribution. Tandis

que le premier s'apparente plutôt à un fonctionnement torrentiel en déplaçant des volumes et des tailles importantes ponctuellement, le second fournit de façon plus régulière des éléments fins repris rapidement par la Têt. Le Boulès et la Comelade ont également tendance à fournir des éléments plus grossiers avec un diamètre moyen de l'ordre de 40 cm.

La quantification du transport solide sur ces différents affluents a été réalisée à partir de la pente, des analyses granulométriques et des débits classés calculés. Les formules utilisées sont celles de Lefort (1991), Rickenmann, Recking (2008) et Lefort (2015). Elles ont été utilisées selon leur domaine de validité avec des incertitudes inhérentes à leur application. Cette quantification propose donc plutôt un ordre de grandeur du transit sédimentaire. Il en ressort que le Boulès et la Ribérette sont potentiellement les plus gros contributeurs en sédiments avec des apports évalués respectivement à 3 200 et 1 700 m³.an⁻¹. Néanmoins, ces deux cours d'eau ont été fortement aménagés avec une artificialisation du lit mineur, une déconnexion du chenal et de sa plaine alluviale pour le Boulès et la disparition des connexions latérales entre la Têt et la Ribérette à la suite d'aménagements anthropiques.

Le même exercice a été réalisé sur 5 secteurs de la Têt entre le barrage de Vinça et le pont de l'autoroute A9. Les résultats indiquent une dynamique importante de la Têt avec un transport peu sélectif et une hétérogénéité des matériaux suggérant un rôle non négligeable des affluents sur le transit sédimentaire compte tenu des nombreuses déconnexions latérales existantes (e.g., digues, merlons, etc.). Le secteur compris entre la confluence avec la Ribérette et le seuil du Soler 3 constitue la transition entre une zone amont stable et une zone aval avec peu de matériaux et s'écoulant directement dans le substratum. Ce secteur présente un armurage important traduisant le départ cailloux les plus fins et les effets de l'érosion régressive qui ajuste le profil en long et entraîne des érosions des berges importantes.

Les bilans sédimentaires calculés sur les différents secteurs mettent en évidence que la contribution des affluents est inférieure au volume charrié annuellement par la Têt y compris pour des crues fréquentes. Cette observation suggère un déstockage des sédiments présents dans le lit de la Têt. Les écarts entre les volumes charriés moyens par les affluents et par la Têt pour les différents débits caractéristiques sont indiqués dans le Tableau 6. Leurs analyses permettent d'établir les conclusions suivantes :

- L'élargissement de la vallée et du plancher alluvial entre Boultèrnière et Néfiach permet un stockage temporaire des matériaux plus ou moins mobilisables selon la puissance des crues. Le secteur compris entre Néfiach et le seuil du Soler 3 permet dans une moindre mesure le stockage des matériaux pour les crues fréquentes et est relativement stable grâce à la présence des seuils ;
- La stabilité des secteurs compris entre le seuil du Soler 3 et l'autoroute A9 ;
- Si le secteur compris entre le seuil du Soler 3 et le pont de l'A9 présentait une relative stabilité depuis 2014, il a montré après la tempête Gloria que l'incision pouvait se poursuivre.

Tableau 6. Capacités de charriage annuelle de la Têt et de ses affluents.

Secteurs	Capacité de charriage annuelle de la Têt (m ³ .an ⁻¹)	Capacité de charriage annuelle des affluents (m ³ .an ⁻¹)	Bilan (m ³ .an ⁻¹)
1	3 650	500	- 3 150
2	900	1 700	+ 800
3	2 100	0	- 2100
4	2 200	3 900	+ 1 700
5	3 800	0	- 3 800

Comme indiqué précédemment, la présence de deux seuils d'arrêts en amont du barrage de Vinça évite son engrèvement, mais réduit drastiquement le transit sédimentaire. Le dégravolement de ces seuils est réalisé tous les 7-8 ans et permet de réinjecter une partie des matériaux à l'aval immédiat du barrage. Un premier programme de réinjection a eu lieu entre 2014 et 2018 avec (2000 t) de matériaux déposés annuellement sur 1 ou 2 des sites retenus pour ces opérations. En 2022, le dégravolement des seuils (12 000 m³) a permis une réinjection après criblage de (1800 t) de matériaux compris entre 1 et 10 cm. Au regard des besoins en aval, ces réinjections semblent largement insuffisantes et pourraient être augmentées et améliorées d'une part en intégrant l'ensemble des fractions granulométriques et en privilégiant des réinjections au plus proche du lit pour permettre une reprise rapide et complète des matériaux alors qu'actuellement les dépôts semblent être réalisés depuis une berge très haute par rapport au fond du lit (Figure 3-32).



Figure 3-32. Photographie illustrant une réinjection des matériaux en aval du barrage de Vinça.

Pour synthétiser, l'ensemble des observations précédentes, la Têt en aval du barrage de Vinça, est largement déficitaire en matériaux. Certains secteurs présentent des bilans sédimentaires stables ou excédentaires, mais globalement l'érosion régressive, bien que limitée par la présence des seuils, commence à impacter l'amont de la zone d'étude. À l'heure actuelle, ces déficits ne peuvent être totalement comblés par les apports des affluents et les réinjections en aval du barrage. À long terme, la pérennité des aménagements ne semble pas être garantie avec la configuration actuelle. Des recharges sédimentaires ponctuelles avec des matériaux provenant par exemple des bancs végétalisés pourraient être nécessaires après les travaux pour maintenir le matelas alluvial. Le volume et la fréquence de ces recharges sont impossibles à évaluer aujourd'hui, mais elles devront être planifiées et décidées sur la base des profils en long collectés si possible annuellement. Cependant, il est important de souligner qu'à court terme les aménagements permettront de limiter l'armurage qui se

produit sur les zones amont. De plus, la reconstitution du matelas alluvial (rugosité plus forte que le substratum) et l'élargissement de la bande active permettront de réduire les vitesses d'écoulement et de créer une zone tampon favorable au dépôt des matériaux. À long terme, les travaux couplés à une meilleure gestion des programmes de réinjection en aval du barrage et à des programmes de renaturation des affluents fortement aménagés (La Ribérette et le Boulès) pourraient grandement améliorer le transit sédimentaire sur la Têt.

Au second plan, la pérennité des aménagements pourra passer par la mise en place d'un programme de gestion de la ripisylve avec pour objectif de favoriser l'écoulement en crue, rajeunir les peuplements en place et préserver la faune et la flore en supprimant les arbres à risques, en enlevant certains embâcles et en nettoyant les dépôts sauvages. Ce programme permettra ainsi de limiter le risque d'une nouvelle réduction de la bande active et de maintenir une diversité des peuplements qui sera détaillé dans la section 4.3.

3.3.5 Traitement de la végétation

La réalisation de l'aménagement nécessitera d'abattre des surfaces de végétation (arbres, arbustes et Cannes de Provence) afin principalement de recréer de la biodiversité en améliorant les fonctions biologiques de la végétation, mais également pour assurer l'écoulement des eaux en limitant le risque d'embâcles et pour assurer la stabilité des berges. L'impact des travaux sur le compartiment écologique, plus particulièrement les habitats et la flore sera discuté en section 4.3. L'objectif de cette section est de déterminer les superficies totales de chaque type de végétation de berges afin d'identifier les traitements nécessaires et les coûts associés.

Au bord de la Têt, l'espace est actuellement occupé par une ripisylve déperissante dont certains arbres peuvent avoir de gros diamètre. Dans le cadre de cette phase AVP, l'estimation des surfaces a été réalisée sans distinction d'espèces pour avoir un premier ordre de grandeur sur le chiffrage. Seule la Canne de Provence a été séparée des autres espèces, car contrairement à ce qu'indique son nom il s'agit d'une espèce envahissante qui nécessite donc un traitement particulier pour éviter qu'elle ne recolonise les berges et le lit, et qu'elle laisse l'espace nouvellement aménagé pour le développement de nouvelles essences en adéquation avec le milieu rivulaire.

Une première estimation des superficies occupées par les arbres et les arbustes, et des Cannes de Provence post-tempête Gloria a été réalisée à partir de photo-interprétations. Les valeurs obtenues sont les suivantes :

- 108 ha occupés par des arbres et les arbustes ;
- 21,5 ha occupés par de la Canne de Provence.

À noter que ces valeurs correspondent à un état de la Têt avant le passage de la tempête Gloria. La crue générée par le passage de la tempête a élargi la bande active et arraché beaucoup de végétaux. Dans la zone d'étude, le tronçon le plus impacté est celui situé au début du linéaire AVP compris entre le seuil de Saint-Féliu-d'Amont et la station d'épuration de Saint-Féliu-d'Avall et pour lequel la bande active a évolué de 72%. Les superficies annoncées, et par conséquent les coûts, seront donc plus basses que celles annoncées.

Dans le cadre du chiffrage qui est présenté en fin de rapport, la surface d'arbres et d'arbustes a été convertie en nombre de sujets par comptage depuis une photographie aérienne en infra-rouge. Le résultat a abouti à une quantité de 105 sujets par hectare.

Concernant le traitement de la végétation, on peut distinguer :

- Les bois issus des travaux de restauration seront triés et valorisés sous les formes suivantes lorsque les conditions le permettent : en bois de chauffage, en pâte à papier, pour la fabrication de contreplaqués pour les gros diamètres ou encore en bois d'œuvre pour les essences telles que l'aulne, le frêne, le merisier ou le bouleau ;
- La Canne de Provence forme le long des berges des structures buissonnantes très denses (plusieurs dizaines par m²) d'une hauteur très élevée (6 à 7 m) lui permettant de concurrencer les espèces indigènes. De plus, elles jouent un rôle négatif sur l'érosion des berges en contraignant l'écoulement et sont susceptibles de former des embâcles denses lorsqu'elles sont arrachées en période de crue. La Canne de Provence n'est pas considérée comme un déchet inerte et doit donc être dirigée vers des filières de compostage dont le coût du traitement est très élevé (80-90 €/m³). Pour être efficace à moindre coût, il est proposé d'extraire la Canne de Provence sur 50 cm de profondeur et de l'enfouir à plus de 1 m en profondeur si possible dans la nappe pour être en milieu anoxique. Un criblage à 20 mm de 30 cm de la couche sous-jacente sera également réalisé pour maximiser l'extraction des rhizomes. Cette méthode permet de s'affranchir des étapes de concassage/broyage ou du bâchage. Néanmoins, un suivi post-travaux devra être mis en place pour éradiquer l'espèce dans ces premiers stades de développement en cas de reprise et ainsi favoriser la compétition avec les espèces locales pour conduire à une réduction progressive des surfaces occupées exclusivement par la Canne. L'enfouissement est actuellement mise en pratique sur le Tech et présente des résultats très positifs.

3.4 INTEGRATION AVEC LES PROJETS EN COURS OU EN PROJET

Le projet de restauration hydromorphologique de la Têt aval devra s'intégrer avec des projets en cours ou futurs parfois à proximité de l'emprise du linéaire AVP. Ces projets sont détaillés ci-dessous de l'amont vers l'aval et sont cartographiés en Figure 3-33.

Projet n°1 : Actualisation du programme de réinjection des matériaux issus du barrage de Vinça.

L'actualisation du programme de réinjection des matériaux accumulés par les seuils d'arrêt en amont du barrage de Vinça est le projet le plus distant de notre site d'étude, mais dont l'impact est non négligeable sur la pérennité des aménagements. Cette actualisation fait suite à la situation post crues 2020 avec un premier seuil d'arrêt rempli de matériaux (donc ne faisant plus office de limiter l'engravement de la retenue) et la programmation d'un dégravolement à l'hiver 2022 de ce seuil. L'étude réalisée par le SMTBV et accompagnée par le Département propriétaire du barrage et l'Agence de l'eau a conclu à revoir les modalités de réinjection des matériaux dans la Têt aval. Désormais les préconisations issues de l'analyse des matériaux et des capacités de transport de la Têt aval consistent à :

- Réinjecter la totalité des matériaux issus du barrage de Vinça (env. 13 000 m³ tous les 7-10 ans). Autrement dit sans réaliser de criblage et en remettant au cours l'ensemble de la granulométrie ;
- Réinjecter sur 1 à 2 sites (au niveau des secteurs à plus forte capacité de transport, l'un étant situé à la sortie immédiate du barrage), en respectant la capacité de transport moyenne annuelle (6000 m³ soit une

réinjection en 2 fois) par dépôt dans le lit mouillé sous forme de bancs pour faciliter la reprise par la Têt en crue ;

L'étude actualisant les modalités de réinjection des matériaux de Vinça a également mis en lumière l'existence d'un gisement important de matériaux sous forme d'atterrissements déconnectés et végétalisés, donc inaccessibles par la Têt en crue. Entre la fontaine St Jules à Ille-sur-Têt et la confluence Têt-Berne le volume est sommairement évalué à 250 000 m³. Une remobilisation de ces gisements, de façon articulée aux aménagements, couplée à la réinjection des sédiments issus du barrage permettraient d'assurer en partie la pérennité des aménagements.

Projet n°2 : Programme d'Aménagement d'itinéraire (PAI) de la RN116.

Fin 2021, la DIRSO avait sollicité la Direction des Infrastructures de Transport au niveau du Ministère pour un PAI sur la RN116 de 5 ans avec un budget prévisionnel total de 12M€. L'objectif de ce PAI était de compléter les travaux d'urgence réalisés en 2020 et 2021 (6M€) sur les deux seuils du Soler 3 et Millas et les portions de talus attenantes par des travaux de gestion de l'ensemble des seuils (7) et des enrochements du talus, ainsi que de l'aménagement d'accès sécurisés sur le talus (aujourd'hui absents). Ce PAI devait introduire la nécessité d'entretien des enrochements linéaires (rive droite) actuellement très fortement boisés par défaut d'entretien régulier depuis leur création. Ce projet est resté lettre morte suite aux démarches de la Région puis du Département de candidater au transfert de la gestion de la RN116. Si aucune gestion n'est programmée sur le talus routier et les seuils de stabilisation par le nouveau gestionnaire (le Département au 1^{er} janvier 2024) le risque de déstabilisation et de rupture de ces ouvrages reste entier.

Projet n°3 : Confortement du seuil de Millas et restauration de la continuité écologique.

Localisé à 14 km en aval du barrage de Vinça, ce seuil avait été identifié comme prioritaire en termes de restauration de la continuité écologique dans le cadre du Grenelle de l'Environnement (2013). Des travaux ont été réalisés en 2018, et repris en 2019, avec l'aménagement de deux passes à anguilles sur chaque rive tout en limitant l'abaissement de la ligne d'eau (prise d'eau canal Corneilla). À la suite du passage de la crue de la tempête Gloria, le seuil s'est partiellement effondré.

Dès février 2020, l'ASA a aménagé un nouveau seuil fusible en rivière (700 m en amont) et creusé un chenal d'amenée au milieu d'une zone humide alluviale pour pouvoir maintenir l'alimentation du canal de Corneilla

Sur le seuil de Millas partiellement rompu, deux phases de travaux d'urgence ont été réalisées par la DIRSO :

- Sept-nov. 2020 : confortement provisoire à mi hauteur par enrochements libres et protection de berge en rive gauche sur 180ml. A 550ml en amont du seuil, déviation de la Têt en rive gauche par la mise en place d'un merlon sur le chenal sud ;
- Été 2021 : reconstruction provisoire et partielle du seuil pour revenir à la ligne d'eau avant dégât. Retour à la cote initiale du seuil par enrochement libre en attendant un projet de reconstruction définitive. Tentative de reconnexion de la rampe à anguille en rive droite.

La situation actuelle du seuil de Millas n'est pas satisfaisante. En effet, les continuités sédimentaire et piscicole ne sont pas rétablies sur cet ouvrage qui est fusible (situation identique sur le seuil de l'ASA du canal de Corneilla la R.). Par ailleurs, des risques

résiduels perdurent : le talus de la RN116 en amont reste menacé sur 600m à court et moyen terme en cas de nouvelle rupture.

La DIRSO a remis un AVP en septembre 2023 pour la reconstruction du seuil avec une passe à poisson et la restauration du lit amont jusqu'au passage à gué de Néfiach. La différence de fond de lit entre l'amont et l'aval du seuil (4m) ne permet pas d'envisager un aménagement de type « ouvrage de calage du profil en long », soit une rampe en enrochements libres de 3% qui permettrait de rétablir une continuité.

Le transfert de la RN116 au 1^{er} janvier 2024 implique que la suite donnée à ce projet reviendra désormais au Département. Le SMTBV encourage ce dernier à poursuivre la recherche d'une solution pérenne sur ce secteur étant donné la vulnérabilité du seuil et les risques en cascade que sa rupture entraînerait.

Parallèlement l'ASA du canal de Corneilla-la-Rivière a engagé une étude sur le fonctionnement du canal qui vise à analyser plusieurs solutions d'alimentation pérenne.

Projet n°4 : Confortement du pont de Millas.

Comme pour le seuil de Millas, le passage de la crue de la tempête Gloria a généré des dégâts importants sur l'ouvrage avec une incision en rive droite qui a mis en évidence la fondation d'une des piles du pont sur 1,5m.

Une solution temporaire de recharge sédimentaire avec des matériaux situés en amont (début 2021) suivi de la mise en place de deux rangs de gabions d'1m de haut à l'aval des 3 arches centrales (sept. 2021) a été mis en œuvre pour protéger l'ouvrage pour de petits coups d'eau. Le retour d'expérience est intéressant, même si à remettre au regard de l'hydrologie particulière de la Têt depuis deux ans (pas de coup d'eau).

Une étude de faisabilité de renforcement de l'ouvrage par deux petits seuils aval comblés a été menée mais les coûts sont très importants et sensiblement équivalents à la reconstruction d'un pont (3M€) et le projet proposé présente trop d'incertitude sur sa pérennité.

Actuellement le Département attend l'avis d'un expert géotechnicien du CEREMA pour évaluer le risque de péril de l'ouvrage. Si l'avis du CEREMA écarte le risque de péril, le Département se dirigera vers une solution de restauration systématique d'un matelas alluvial après chaque coup d'eau en remobilisant les matériaux présents localement. En effet, le Département est frileux à la mise en place d'une solution couteuse qui risque de ne pas être pérenne.

Le projet de restauration hydromorphologique ne devra pas être impacté par ces travaux très localisés et pour l'instant de petite dimension. De surcroît, les réflexions d'aménagement poursuivent un objectif commun avec la volonté de tenir le profil en long et limiter l'incision.

Projet n°5 : Étude pour l'alimentation du canal des 4 Cazals.

Depuis l'effondrement du seuil de Baho à la suite des crues de novembre 2013 et 2015, la prise d'eau du canal dépend d'une ras close déposée directement sur la roche-mère, qui est régulièrement ruinée entraînant la déconnexion du canal de la Têt. Selon un article de L'Indépendant, l'absence d'écoulement d'eau engendre diverses nuisances dans le quartier de la gare (odeurs, moustiques, rats, etc.).

La reconstruction du seuil de Baho devra donc intégrer l'enjeu de la prise d'eau pour le canal des 4 Cazals. Le projet de sa réalimentation pérenne est porté par l'Association Syndicale Autorisée (ASA) du canal des 4 Cazals.

À noter que l'ouvrage actuel se situe en rive droite et se matérialise par une vanne martellière de 1,3 m de haut et de 2 m de large alimentée par entonnement gravitaire. Le droit d'eau pour ce canal a été défini à 600 l.s^{-1} pour l'irrigation de 5 ha. Le dossier de consultation des entreprises est actuellement en cours d'élaboration. L'ASA est accompagnée par la Chambre d'agriculture.

Le projet de restauration du lit de la Têt devra veiller à ne pas perturber le fonctionnement de la nouvelle prise d'eau.

Projet n°6 : Plan d'eau multifonctionnel à l'amont de Perpignan.

À l'aval immédiat du linéaire AVP, une étude d'opportunité d'un projet de plan d'eau multifonctionnel à vocation paysagère ou récréative à l'entrée de Perpignan vient de se terminer sous maîtrise d'ouvrage du SMTBV.

La compatibilité du projet avec celui de la restauration hydromorphologique de la Têt pose question notamment sur le risque de capture du plan d'eau et la gestion du transport solide.

Projets n°7 et 8 : Aménagement des radiers des ponts de Joffre et du pont SNCF.

Toujours à l'aval du linéaire AVP, des travaux de rétablissement de la continuité écologique viennent de s'achever avec la mise en place d'une passe à poisson centrale sur le radier du pont Joffre et de deux passages latéraux sur l'ancien passage à gué du Palais des Expositions par rattrapage du profil en long et amélioration de la rugosité du fond dans l'ouvrage. Ces travaux ont été portés par Perpignan Méditerranée Métropole (PMM), en co-maitrise d'ouvrage avec le SMTBV pour le renforcement de la berge en rive gauche entre les deux ouvrages (présence d'une digue) par enrochement et génie écologique. L'intervention a été complétée par un recentrage de l'écoulement principal via déplacement local des matériaux. Des travaux de restauration de la continuité écologique sur le radier du pont SNCF sont prévus à l'été 2025. Le fonctionnement de ces aménagements ne devrait pas être perturbé par les aménagements amont et réciproquement, d'autant que la pente du lit est différente à partir du pont de l'A9.

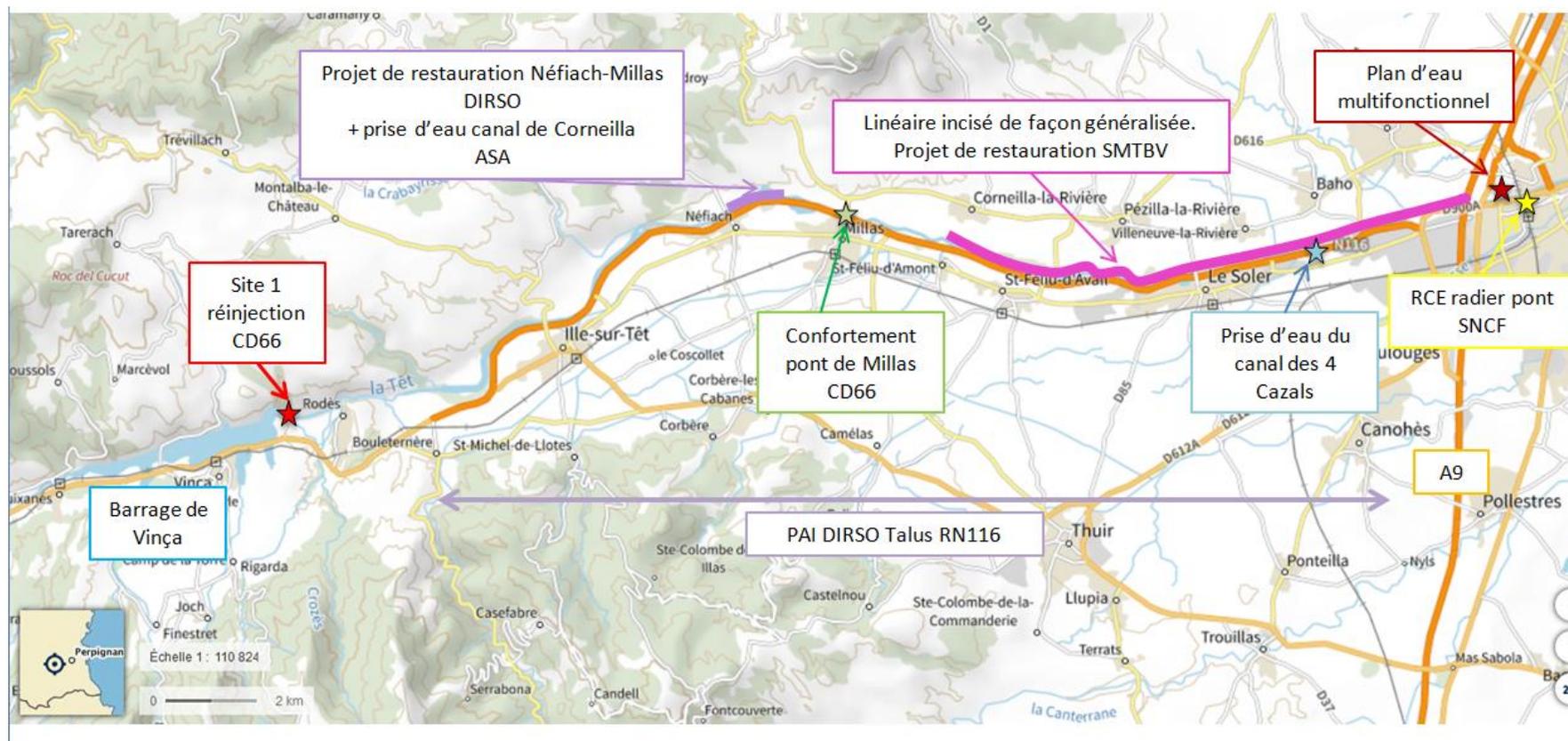


Figure 3-33. Localisation des projets en cours ou futurs sur la Têt.

4. ANALYSE DES IMPACTS

4.1 IMPACT HYDRAULIQUE

4.1.1 Modifications du modèle hydraulique

L'intégration des aménagements ajustés dans le modèle s'est matérialisée de la façon suivante :

- Ajout des ouvrages de calage du profil en long. À noter que la sinuosité du lit d'étiage n'a pas été représentée, car elle n'est pas visible pour les crues modélisées supérieures à la crue quinquennale ;
- Élargissement des profils en travers dans le domaine 1D, correspondant à l'élargissement de la bande active sur les 3 secteurs nécessitant d'augmenter la capacité du lit ;
- Modification des profils en travers du domaine 1D afin d'augmenter la capacité du lit de la Têt sur les secteurs contraints en amont de l'A9.

Les nouvelles simulations à partir de ce modèle ajusté ont consisté à le comparer avec l'état actuel modélisé dans le cadre de la mission 1 (profils en travers issus du PPRi et MNT RGE alti 2019) afin de définir l'impact du projet de restauration pour différentes périodes de retour de crue (530 et 3500 m³.s⁻¹). L'analyse des impacts sur l'emprise du linéaire AVP sera découpée en 3 secteurs : (i) entre le passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall et le seuil du Soler 3, (ii) entre le seuil du Soler 3 et le seuil du Soler 1, et (iii) entre le seuil du Soler 1 et le pont de l'autoroute A9.

A noter que ces modifications du maillage conduisent à créer localement des artefacts lors du calcul des écarts de hauteurs d'eau (Figure 4-2, en rive gauche dans le secteur des Gorgues entre les profils en travers 68 et 69). Il est donc important de considérer les variations des lignes d'eau entre l'état initial et l'état AVP à l'échelle d'un secteur et non à l'échelle de la maille.

4.1.2 Analyse des impacts

a) Entre le passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall et le seuil du Soler 3

Dans ce secteur long de 2,2 km, le profil en long présente une pente de 0,38% et est caractérisé par la présence de 2 ouvrages de calage du profil en long à ses extrémités : au droit du passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall et au droit du seuil du Soler 3.

Comme indiqué dans les paragraphes précédents, l'élargissement de la bande active a principalement impacté la rive gauche avec des valeurs comprises entre 50 et 80 m et un approfondissement de 1,5 m par rapport au terrain naturel entre la base ULM et l'amont du seuil du Soler 3. En rive droite, l'espace a été optimisé tout en conservant des pentes de berge de 3H/2V pour ne pas venir déstabiliser la RN116.

Ces modifications ont ainsi conduit à effacer les digues existantes sur ce linéaire (e.g., digues au droit du petit Riberal) et à conserver une section hydraulique du lit mineur/moyen comparable à celle de l'état actuel (de l'ordre de 500 m²).

Les gains de l'élargissement dans ce secteur sont multiples :

- Augmentation de la capacité hydraulique du lit mineur (+100 à 150 m³.s⁻¹) proche de celle observée actuellement ;
- Réduction des contraintes hydrauliques dans les anses d'érosion ;
- Augmentation de la mobilité latérale par l'activation de chenaux secondaires lors de crues débordantes ;
- Réduction de la dangerosité des inondations par l'effacement de digues susceptibles de rompre.

L'analyse des résultats des simulations intégrant les ajustements présentés pour la crue de référence (type 1940) montre :

- Un abaissement des niveaux d'eau en lit majeur rive gauche, de -20 à -40 cm environ par rapport à la situation initiale. Les enjeux ne sont ainsi plus impactés (Figure 4-1).
- Un léger exhaussement de la ligne d'eau qui conduit à une surverse sur la berge en rive gauche au droit du secteur des Gorgues avec +10 à +20 cm par rapport à la situation actuelle (Figure 4-2). Cependant, le secteur ne touche aucun enjeu, est essentiellement occupé par des terres agricoles et présente pour avec la configuration actuelle des hauteurs d'eau en zone inondée oscillant autour de 70 cm ;
- Une légère diminution de la revanche (35 cm) sous le pont du Soler (RD39) passant de 3,09 m à 2,74 m. La cote du tablier est à 60,45 m NGF ;
- L'absence de surverses de la RN116 (Figure 4-3).

Le secteur au droit de Pézilla-la-Rivière en rive gauche est le seul secteur débordant pour des crues faibles (530 m³.s⁻¹, Q₅) à l'état actuel (Figure 4-4 et Figure 4-5). L'analyse de l'impact de l'état aménagé pour des crues inférieures à la crue PPRi (830 m³.s⁻¹, Q₂₀ et 1000 m³.s⁻¹, Q₅₀) montre que la restauration morphologique de la Têt définie comme précédemment induit :

- L'activation du chenal d'écoulement en rive gauche avec un point de débordement situé plus en amont du point de débordement actuel, secteur qui présentait initialement une digue, l'arasement de la digue conduit à restituer l'hydrodynamisme naturel du cours d'eau sur ce secteur ;
- Que ces débordements amont, entraînent une légère augmentation de la zone inondée en amont de la D39, au sud de Pézilla-la-Rivière (inondation de serres, terres agricoles), toutefois aucun enjeu fort est touché et au-delà de l'axe d'écoulement naturel réactivé, les hauteurs d'eau et les vitesses sont faibles (fonctionnement comme un champ d'expansion de crue) ;
- La réduction de l'emprise inondée en aval de la D39 par rapport à la situation actuelle.

Remarque : la station d'épuration est en limite de l'inondation, mais n'est pas inondée. Les hauteurs d'eau à proximité sont inférieures à 5cm pour 830 m³.s⁻¹ et inférieures à 10 cm pour la crue de 1000 m³.s⁻¹.

Les figures pages suivantes, sont des cartographies comparatives de l'inondation pour 830 m³.s⁻¹ (Q₂₀) et 1000 m³.s⁻¹ (Q₅₀) entre l'état initial et l'état projet avec l'aménagement état AVP.

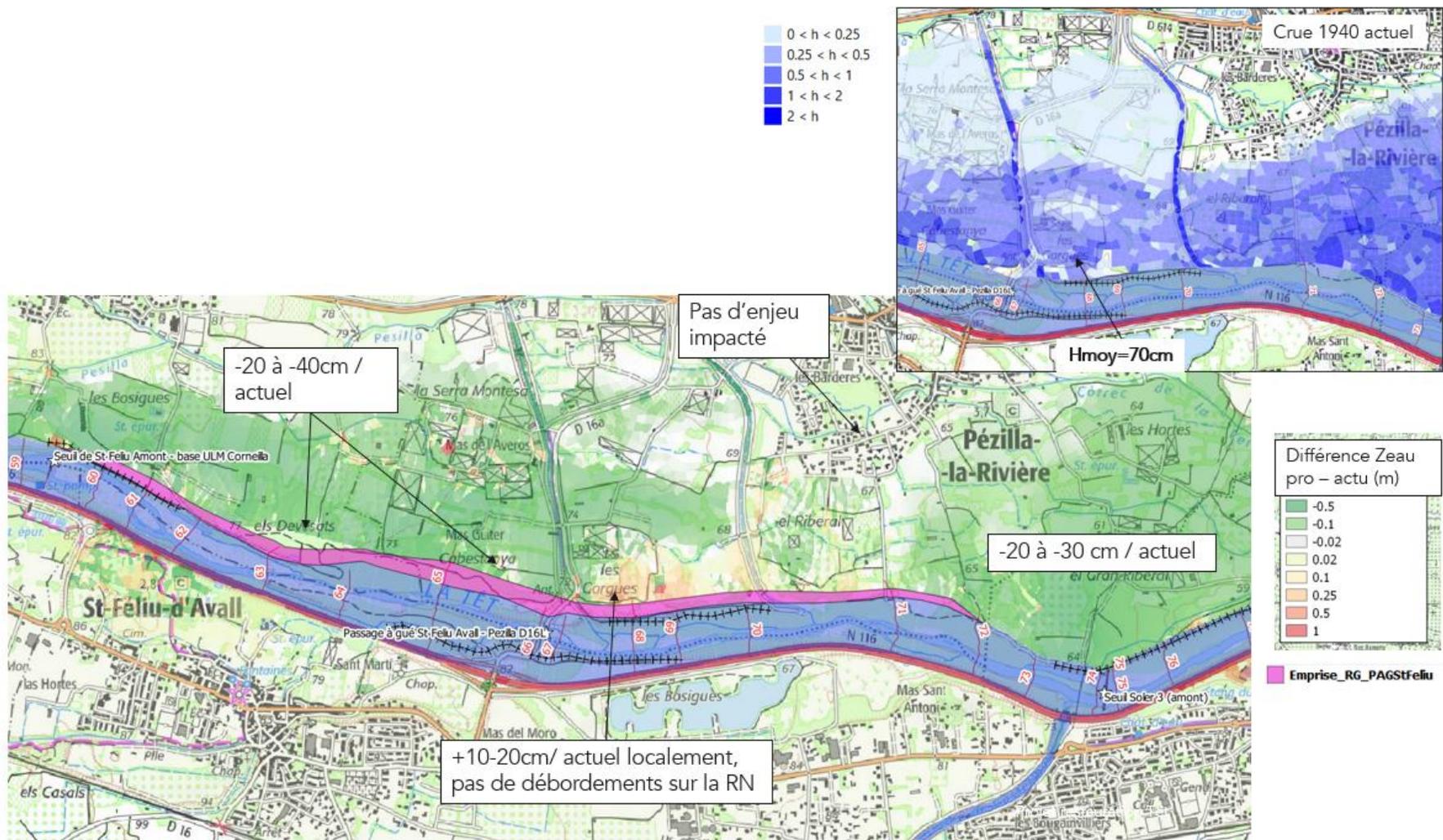


Figure 4-1. Carte d'impact sur les hauteurs d'eau pour la crue de 1940 à l'état AVP intégrant les aménagements.

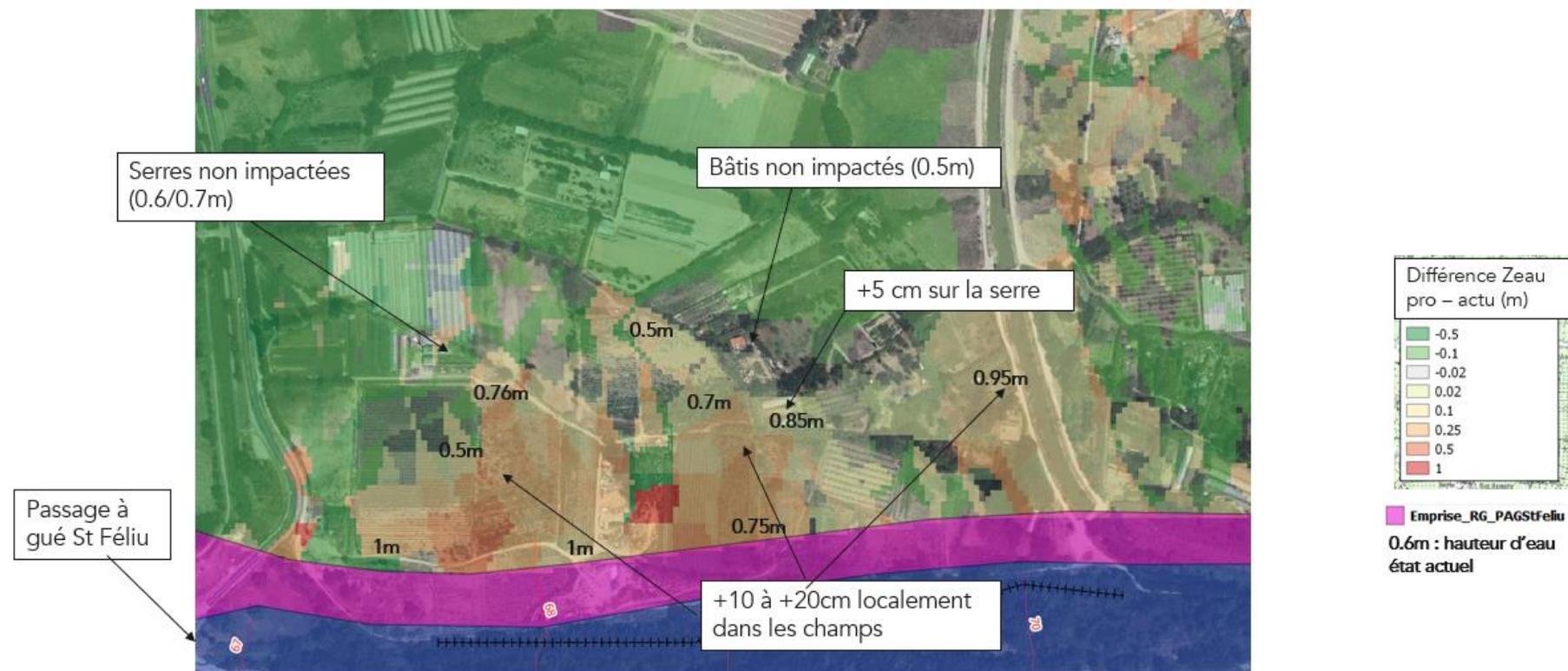


Figure 4-2. Zoom sur le secteur au droit du secteur des Gorgues pour lequel les aménagements induisent un impact négatif pour la crue de 1940.

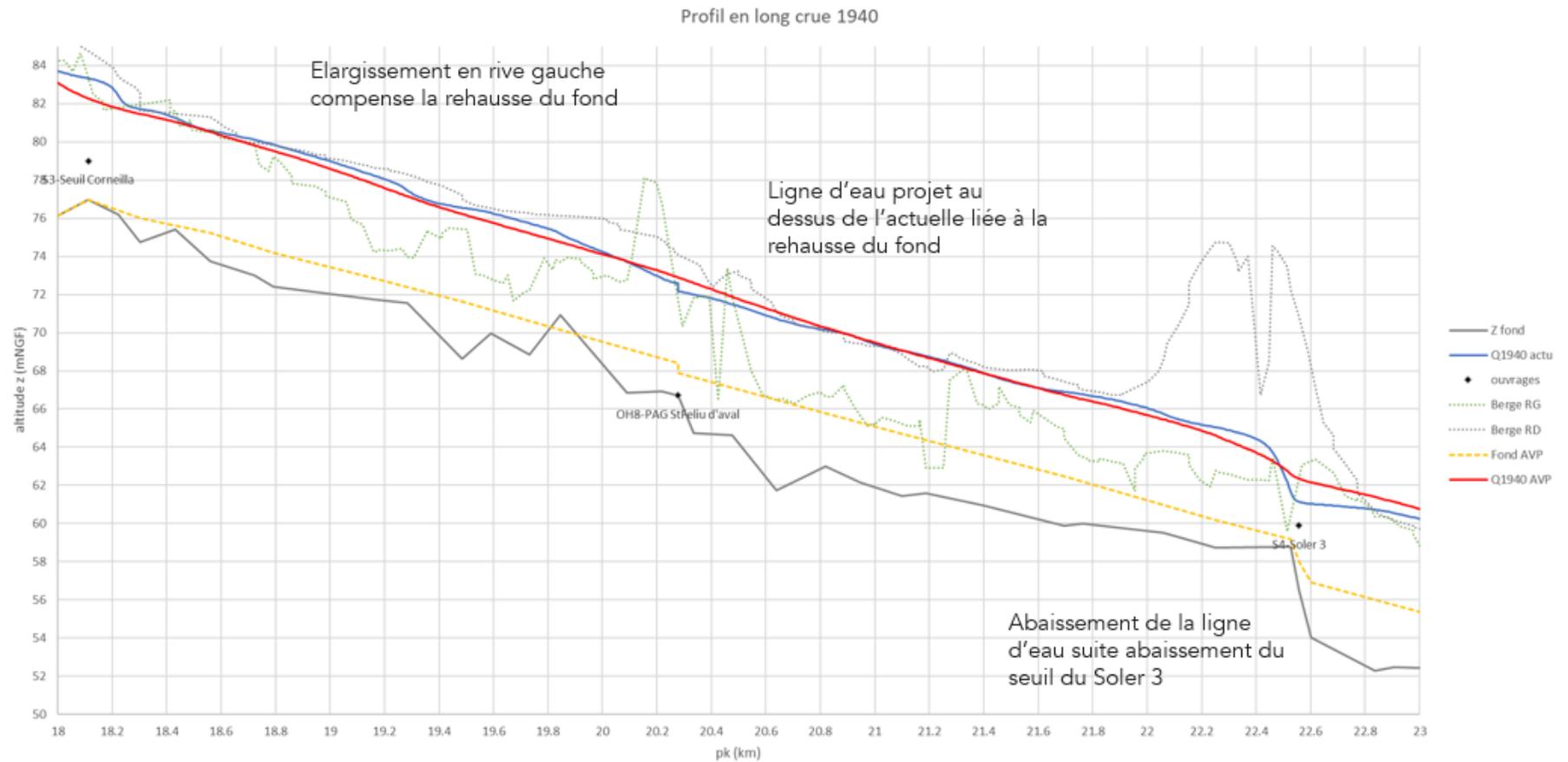


Figure 4-3. Comparaison des lignes d'eau pour la crue de 1940 entre l'état initial et l'état AVP intégrant les aménagements.

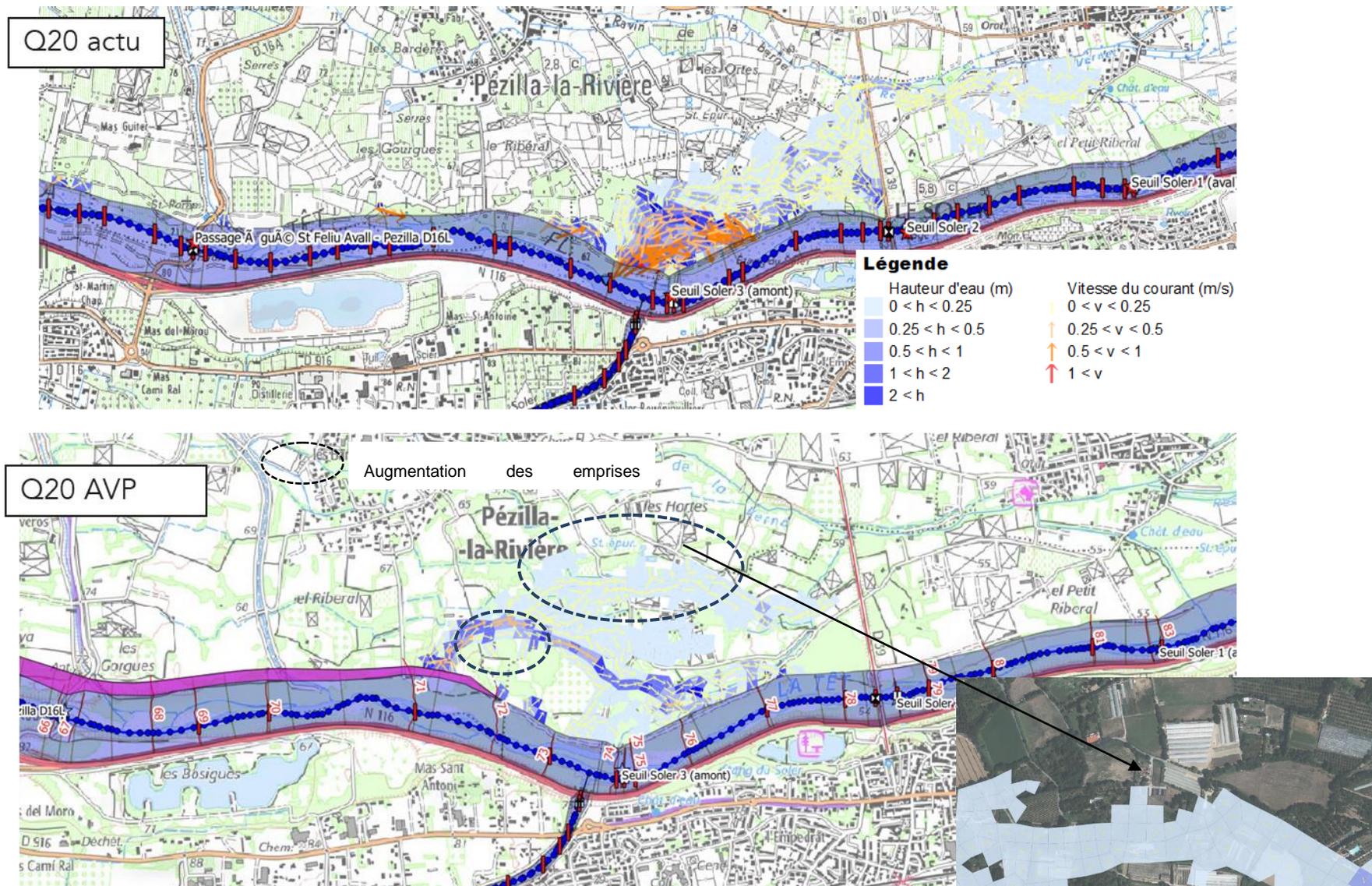


Figure 4-4. Comparaison des zones inondables pour la crue de $830 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q20).

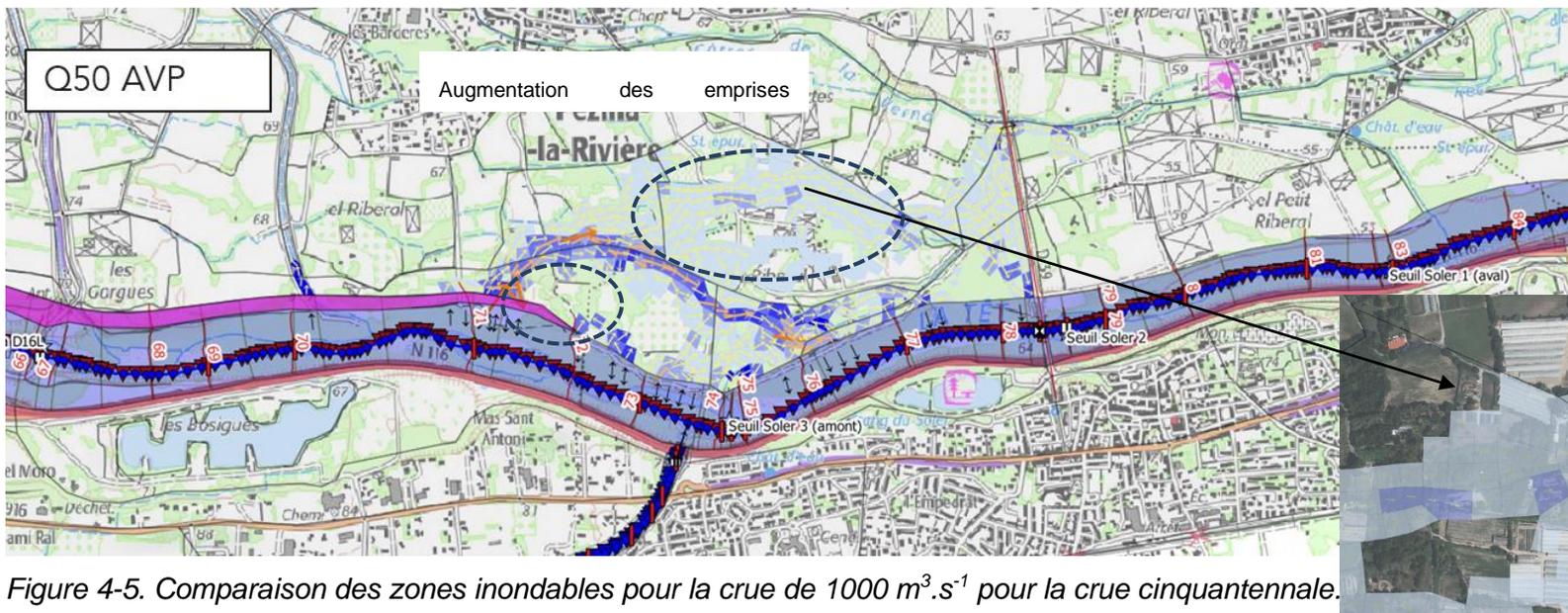
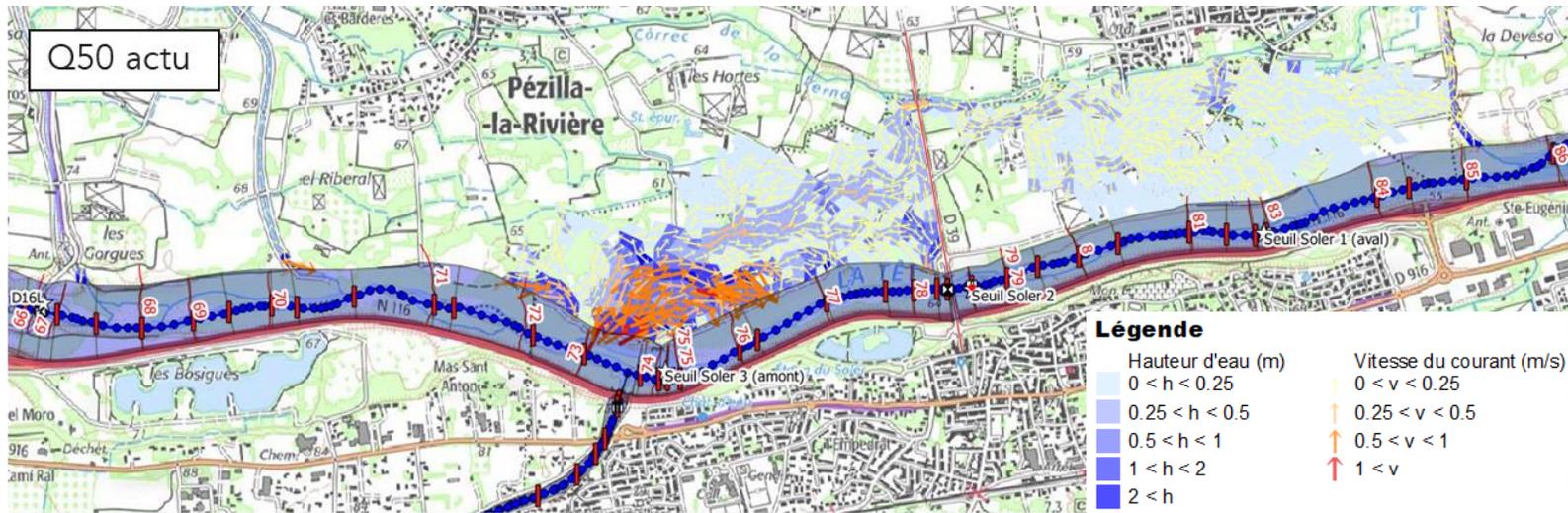


Figure 4-5. Comparaison des zones inondables pour la crue de $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pour la crue cinquantennale.

b) Entre le seuil du Soler 3 et le seuil du Soler 1

Dans ce secteur long de 2,2 km, le profil en long présente une pente de 0,35% et est caractérisé par la présence de 2 ouvrages de calage du profil en long : au droit du seuil de Soler 3 (dénivelé de 1,9 m) à l'extrémité amont et au droit du seuil du Soler 2 (dénivelé de 40 cm) 1,1 km en aval. Le seuil du Soler 1 à l'extrémité aval est comblé avec une épaisseur de 80 cm.

Comme pour le secteur précédent, l'espace en rive droite a été optimisé, tout en conservant des pentes de berge de 3H/2V pour ne pas venir déstabiliser la berge rive droite sur laquelle s'appuie la RN 116.

Les élargissements supplémentaires sont progressifs jusqu'à une largeur maximale de 50 m et sont très localisés afin de ne pas impacter les parcelles agricoles à sensibilité forte. Comme pour le secteur précédent, ces derniers permettent d'avoir une section hydraulique proche de celle observée actuellement (~ 500 m²) et de supprimer les obstacles à la divagation latérale (digues / merlons) présents en haut de berge.

La modélisation de l'aménagement AVP combinant optimisation du fond du lit et élargissement supplémentaire conduit pour la crue référence (type 1940) :

- À un abaissement des lignes d'eau en lit majeur rive gauche, de -15 à -30 cm environ par rapport à la situation actuelle (Figure 4-6) ;
- À un exhaussement de la ligne d'eau qui conduit à augmenter les débits surversés en rive gauche et rive droite sur un linéaire d'environ 1,5 km contribuant à augmenter les hauteurs d'eau :
 - o De +10 à +30 cm sur le secteur du Petit Ribéral en rive gauche pour lequel l'élargissement de la bande active n'est pas réalisable en raison des enjeux (parcelles agricoles à sensibilités forte et très forte). La déchetterie, des serres et des cabanes qui présentaient des hauteurs d'eau de l'ordre de 50-60 cm à l'état actuel sont également touchées (Figure 4-7) ;
 - o De +1 à +6 cm en lit majeur rive gauche sur le secteur du Petit Ribéral. Cependant, au regard d'une part des incertitudes liées au modèle et d'autre part des hauteurs d'eau simulées à l'état actuel (entre 30 et 50 cm), cette augmentation du niveau d'eau ne semble pas significative. Les enjeux touchés sont des champs, des serres, des bâtiments, et une station d'épuration ;

De +40 cm sur la RN116 et sur l'étang en rive droite. Cependant, dans ce secteur l'aléa était déjà initialement fort pour la configuration actuelle avec des hauteurs d'eau comprises entre 0,85 et 1 m (Figure 4-8). L'analyse de l'impact de l'état aménagé pour des crues faibles (Q_5) et des crues inférieures à la crue PPRi ($830 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, Q_{20} et $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, Q_{50}) montre que la restauration morphologique de la Têt permet de limiter les débordements par surverse sur la route de Pézilla (D39) en rive gauche (Figure 4-4 et Figure 4-5).

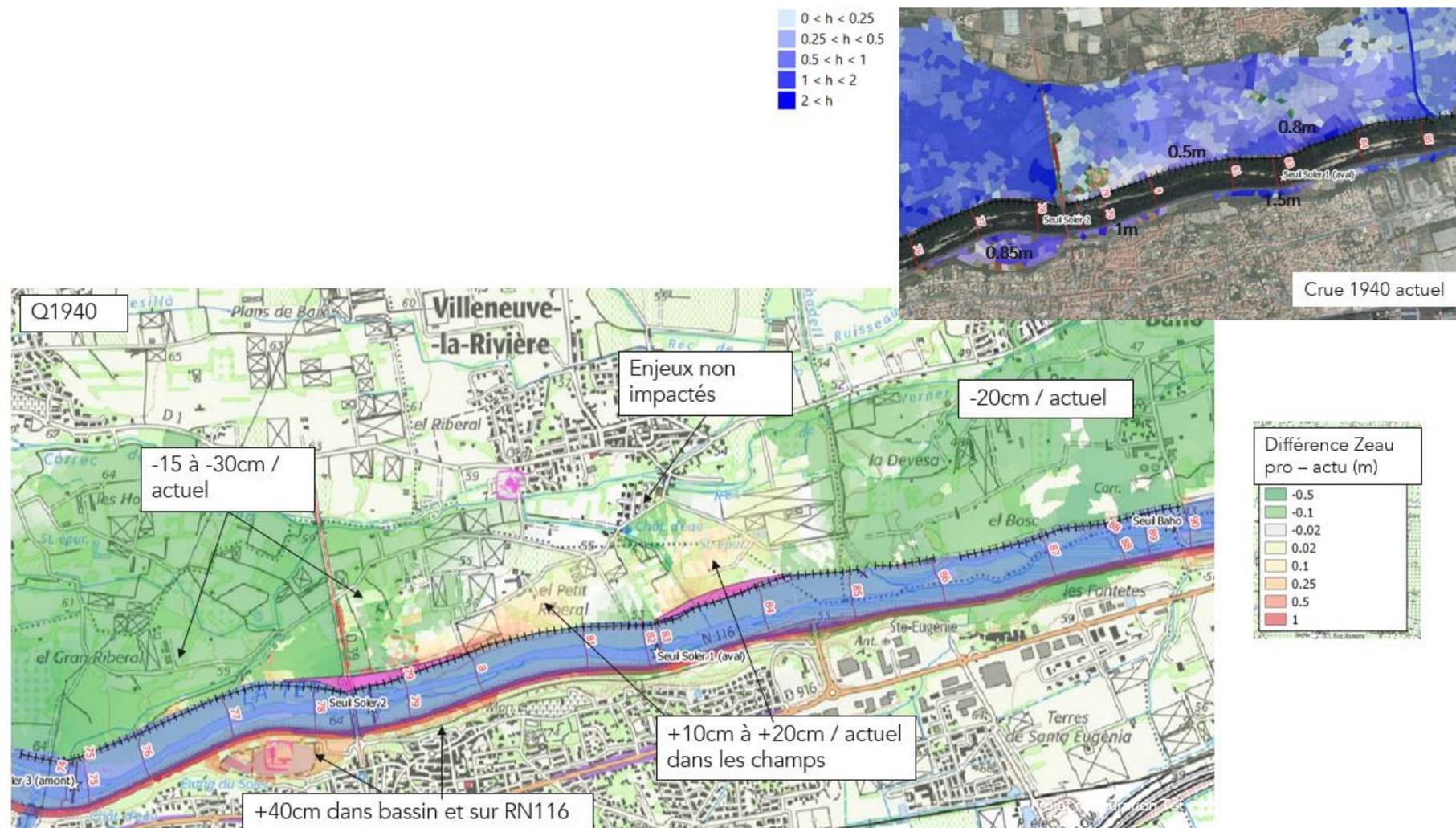


Figure 4-6 Carte d'impact sur les hauteurs d'eau pour la crue de 1940 pour l'état AVP avec les aménagements.

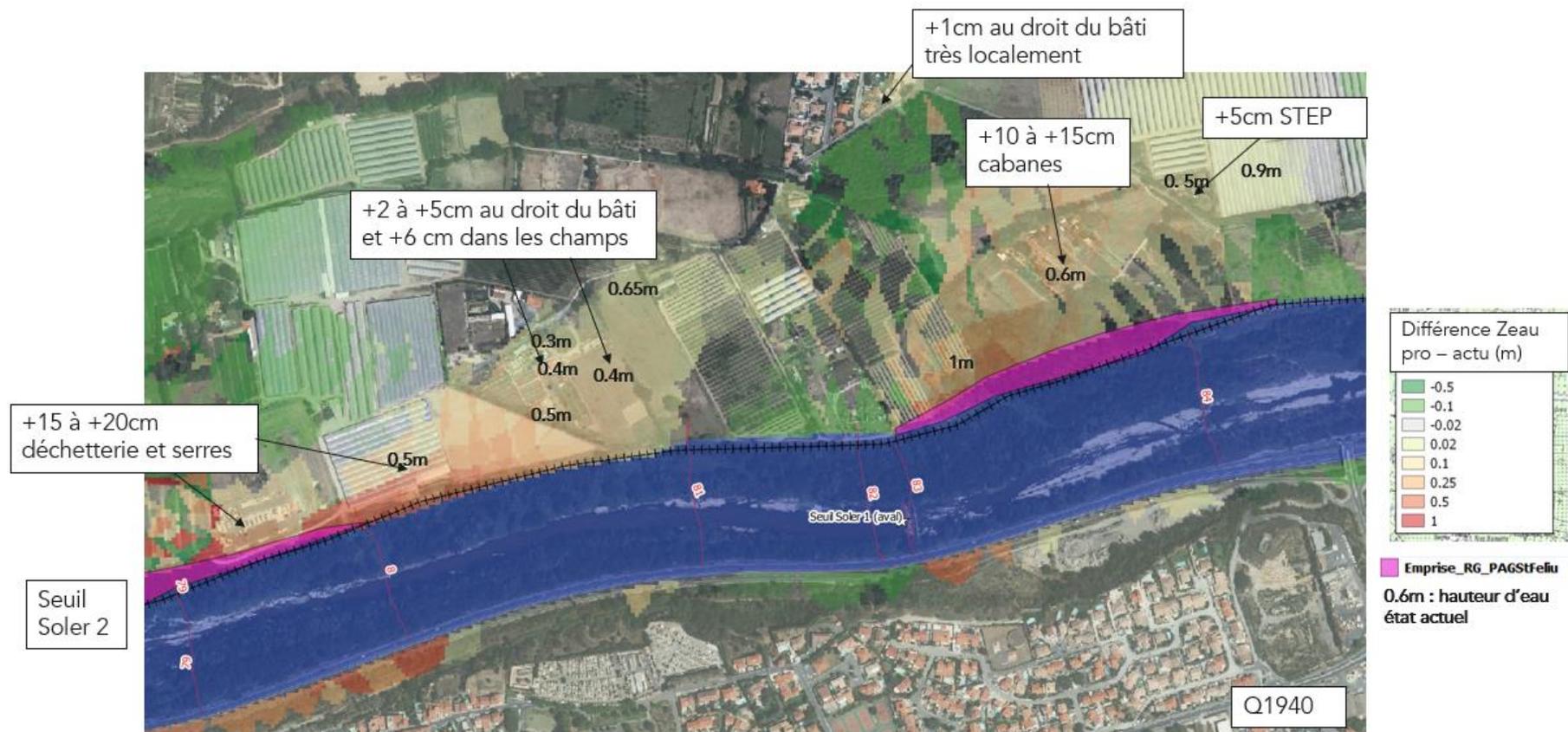


Figure 4-7. Zoom sur les enjeux impactés pour la crue type 1940 pour l'aménagement AVP.

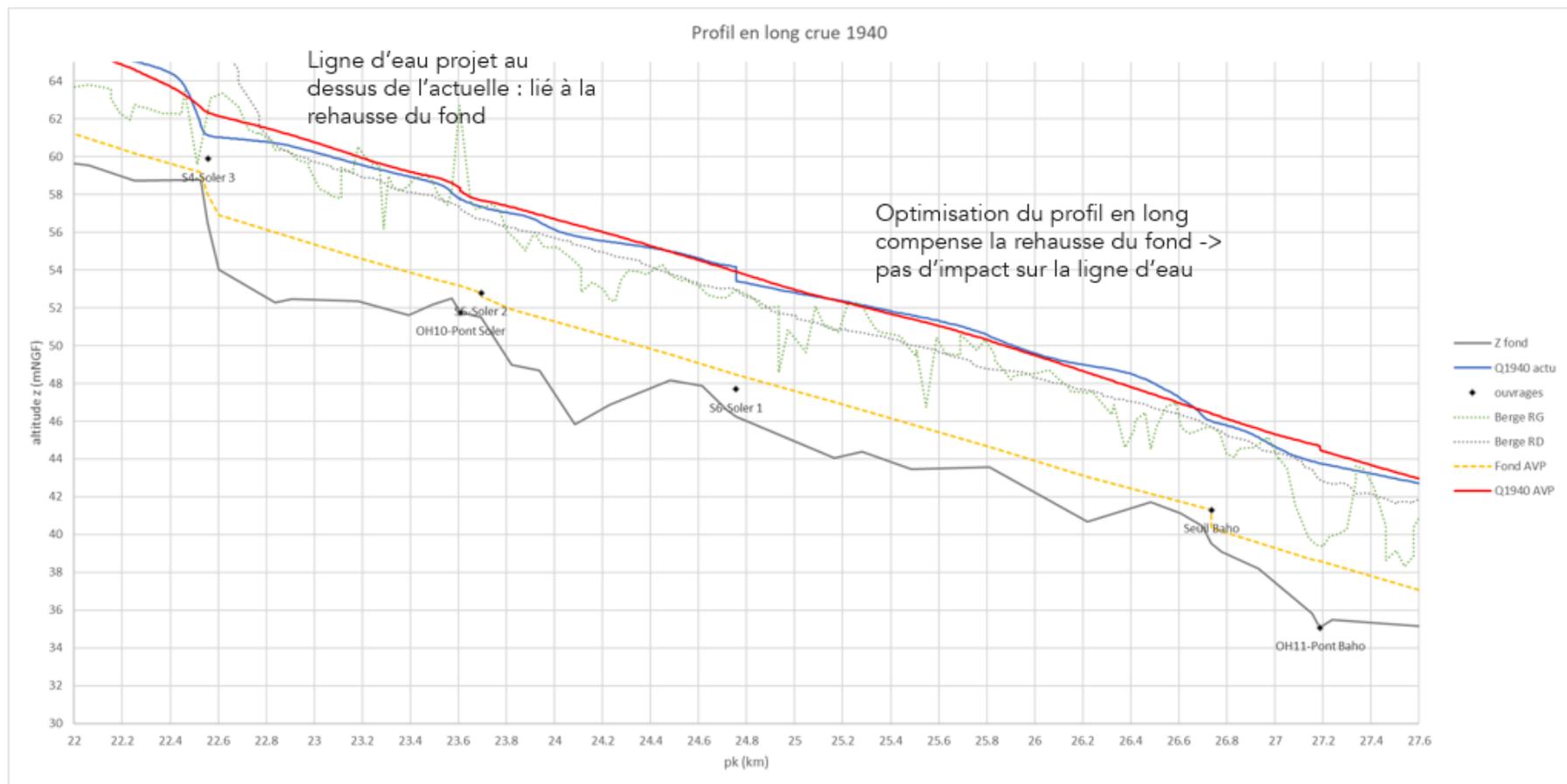


Figure 4-8. Comparaison des lignes d'eau pour la crue de type 1940 entre l'état initial (actuel en bleu), l'état projet AVP (en rouge).

c) Entre le seuil du Soler 1 et l'amont du pont de l'A9

Dans ce secteur long d'environ 5 km, le profil en long présente une pente de 0,35% et est caractérisé par la présence de 2 ouvrages de calage du profil en long : à l'emplacement de l'ancien seuil de Baho (dénivelé de 1 m) et à l'extrémité aval environ 100 m en amont du pont de l'A9 (dénivelé de 1,2 m) avec la création d'un nouvel ouvrage. À l'emplacement de l'ancien seuil de Baho, le remblaiement nécessitera une surélévation du profil en long de l'ordre de 3,5 m.

Comme sur le secteur plus en amont, l'espace en rive droite a été optimisé, tout en conservant, au mieux, des pentes de berge douce pour ne pas venir déstabiliser le talus de la RN116 (voire réduire les sollicitations sur cette berge).

Le secteur présente des contraintes foncières importantes et l'abaissement du profil en long (par rapport au premier scénario sans ouvrages de calage de profil en long) conduit déjà à un réel gain sur l'impact hydraulique en lit majeur. Il a donc été fait le choix de tester une optimisation des profils en travers afin de ne pas impacter davantage la rive gauche.

La section hydraulique recherchée par optimisation des lits étagés est comparable à la section actuelle qui est comprise entre 650 et 700 m², soit 150 à 200 m² de plus que l'amont.

La modélisation de ce scénario combinant optimisation du fond du lit et des profils en travers pour la crue de référence (type 1940) montre (Figure 4-9) :

- Un abaissement des lignes d'eau en lit majeur rive gauche, de -15 à -25 cm par rapport à la situation actuelle.
- Une élévation des lignes d'eau induite par la réhausse des fonds conduisant :
 - o À réduire la revanche sous le pont de Baho à 1,45 m ;
 - o À augmenter sur un linéaire de 200 à 400 m, la surverse sur la RN116 de +30 cm. Cependant, cette dernière était initialement inondée à l'état actuel avec des hauteurs d'eau de l'ordre de 1 m en aval et en amont de l'ancien seuil de Baho (Figure 4-10).

En amont immédiat de l'autoroute, au droit des enjeux, le fonctionnement hydraulique est conservé et ne présente pas d'impact. Cela se traduit d'une part par la conservation du principe d'étalement des eaux le long de l'A9 et d'autre part par l'absence de modification des hauteurs d'eau dans le lit majeur (Figure 4-11).

À l'état AVP, l'hydrogramme au droit de l'A9 est comparable à celui de l'état actuel suggérant l'absence d'accélération des écoulements dans le lit mineur / lit moyen de la Têt (Figure 4-12).

Les lignes d'eau du profil en long sont également comparables, ainsi les hauteurs d'eau à dans le lit mineur/ moyen à l'état AVP et à l'état actuel sont semblables (Figure 4-10).

L'analyse de l'impact de l'état aménagé pour des crues faibles (Q_5) et des crues inférieures à la crue PPRi ($830 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, Q_{20} et $1000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, Q_{50}) montre que la restauration morphologique de la Têt n'induit pas d'impact sur les lignes d'eau dans ce secteur.

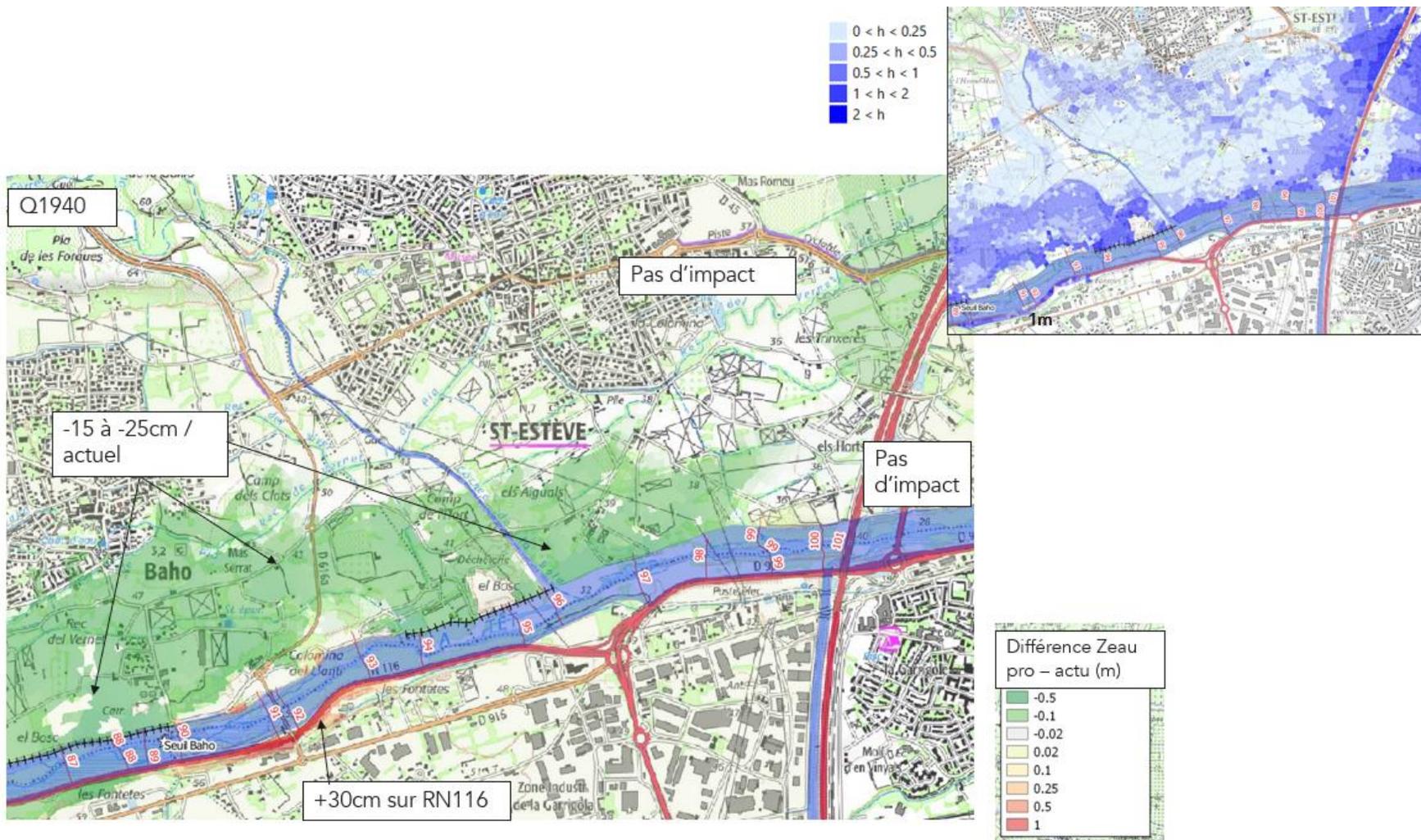


Figure 4-9. Carte d'impact sur les hauteurs d'eau pour la crue de 1940 à l'état AVP comprenant les aménagements.

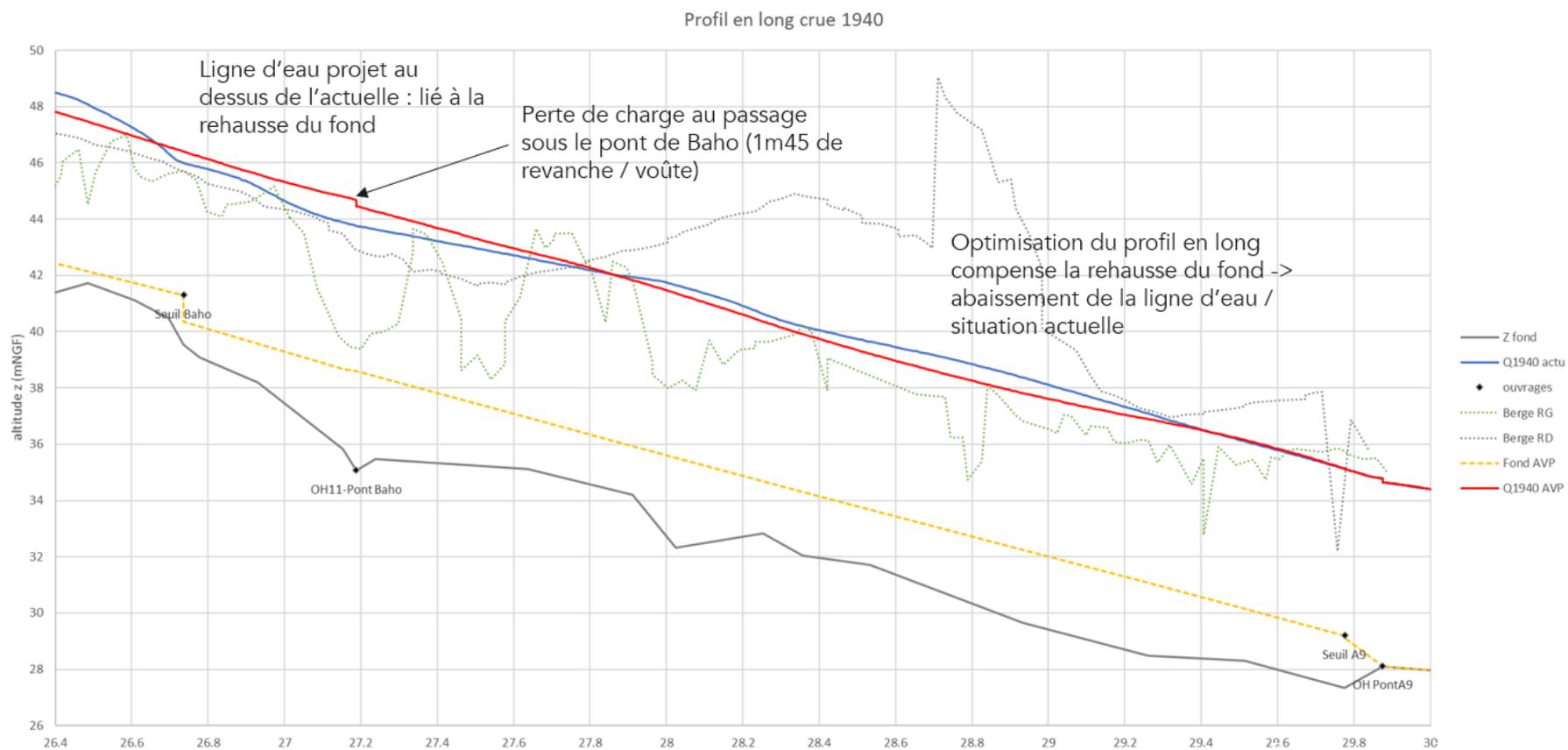


Figure 4-10. Comparaison des lignes d'eau pour la crue de 1940 entre l'état actuel et l'état AVP intégrant les aménagements.

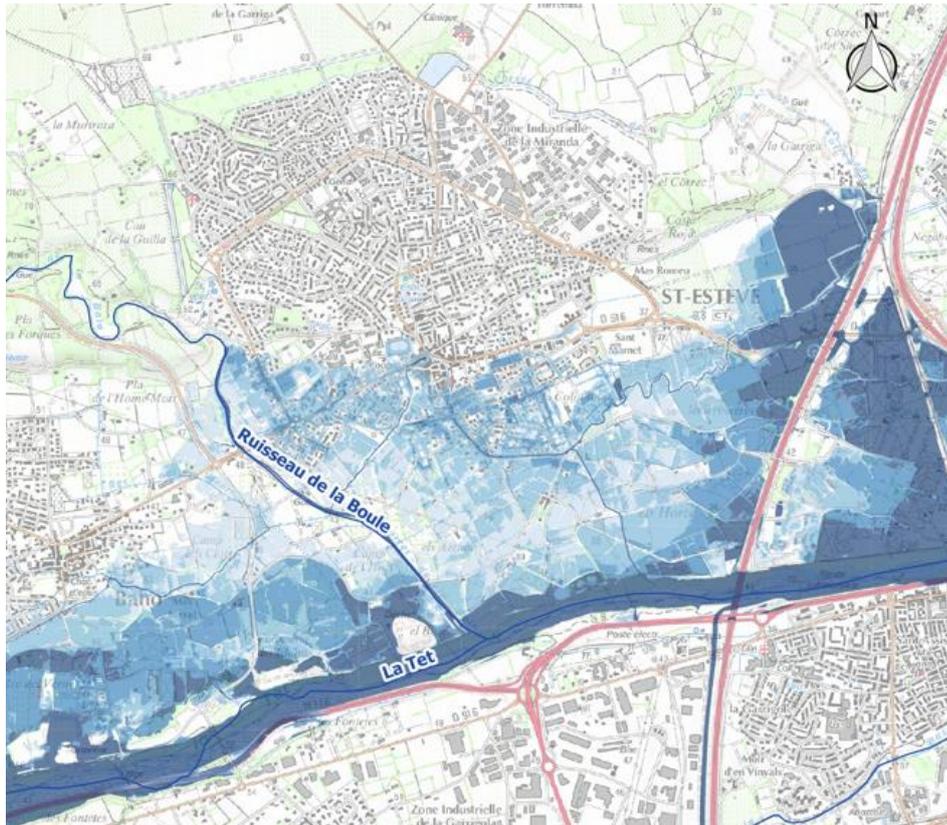


Figure 4-11. Emprise des zones inondées en amont de l'autoroute A9 pour la crue de référence (type 1940).

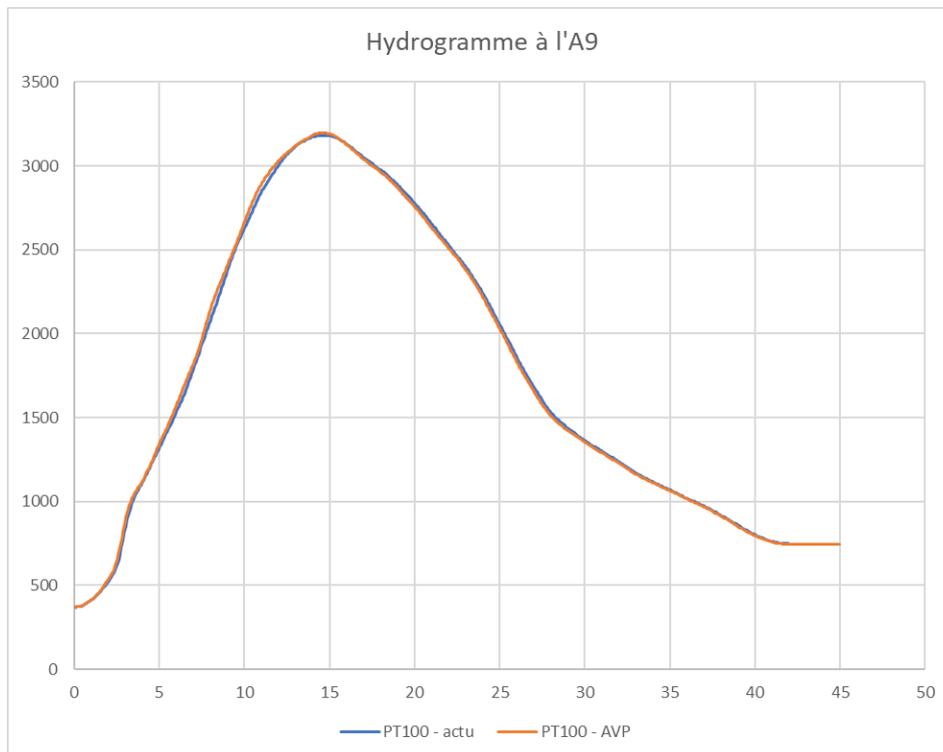


Figure 4-12. Comparaison des hydrogrammes de crue (type 1940) entre l'état actuel et l'état AVP au droit de l'A9.

4.1.3 Incidence du projet de restauration hydrogéomorphologique du lit de la Têt aval sur les affluents en rive gauche (Cereg, 2023)

Lors d'une présentation devant les principaux élus du syndicat, il a été évoqué le rôle important des affluents de la rive gauche sur l'inondabilité des communes et donc la possibilité d'aggraver le risque inondation pour ces dernières après avoir réhaussé les fonds dans le cadre du projet de restauration hydromorphologique de la Têt.

Une nouvelle étude a été réalisée par Cereg pour analyser l'influence du projet de restauration hydromorphologique de la Têt sur l'emprise des zones inondables du Clot d'en Godail, de la Berne, du Manadeil et de La Boule.

Cette étude a été réalisée à l'aide d'un modèle hydraulique 2D construit avec la suite TELEMAC-MASCARET dont le code résout les équations d'écoulements à surface libre (i.e., équations de Saint-Venant) par la méthode des éléments finis. Cette dernière permet une représentation fiable des variations topographiques dans le cours d'eau. Les domaines sont ainsi discrétisés sur des maillages non structurés composés d'éléments triangulaires (Figure 4-13). Le modèle a été préalablement construit par Cereg dans le cadre du schéma de protection contre les crues du Manadeil et a été étendu jusqu'aux confluences des quatre affluents et jusqu'au Clot d'en Godail pour les besoins de l'étude.

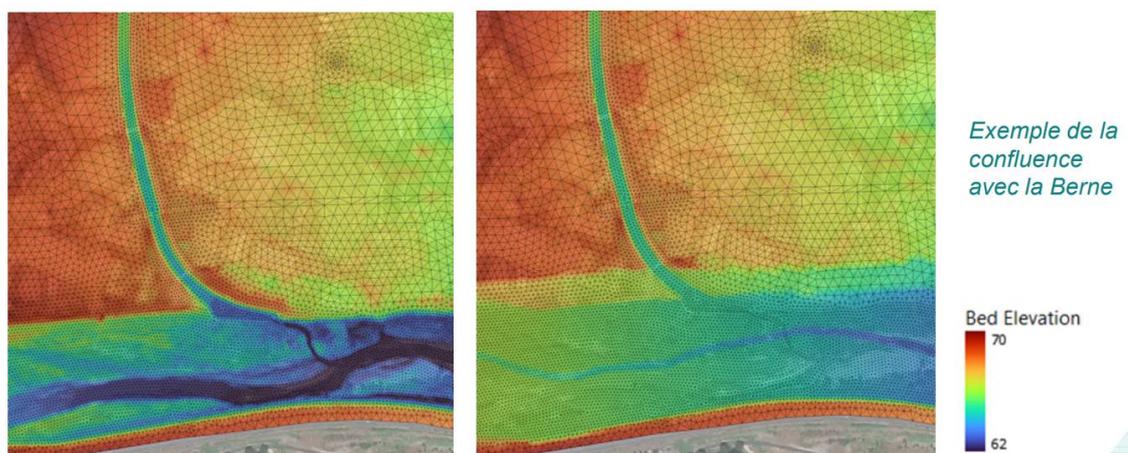


Figure 4-13. Maillage dans le secteur de la confluence avec la Berne à l'état actuel (gauche) et à l'état projet (droite).

Le projet AVP de restauration hydromorphologique de la Têt se caractérise aux confluences par des modifications des fonds impliquant de retravailler localement la topographie pour ne pas perturber l'écoulement naturel de l'eau vers le lit de la Têt (Figure 4-14).

Ainsi pour le Clot d'en Godail, la cote actuelle étant plus haute que la cote projet, un aménagement en pente douce sera réalisé pour rétablir la confluence.

A l'inverse, pour La Berne, Le Manadeil et La Boule, la cote projet du lit de la Têt est supérieure à celle du lit des affluents. Pour ne pas entraver l'écoulement et assurer la connexion des fils d'eau, des ouvertures seront réalisées dans les risbermes présentes (Figure 4-13).

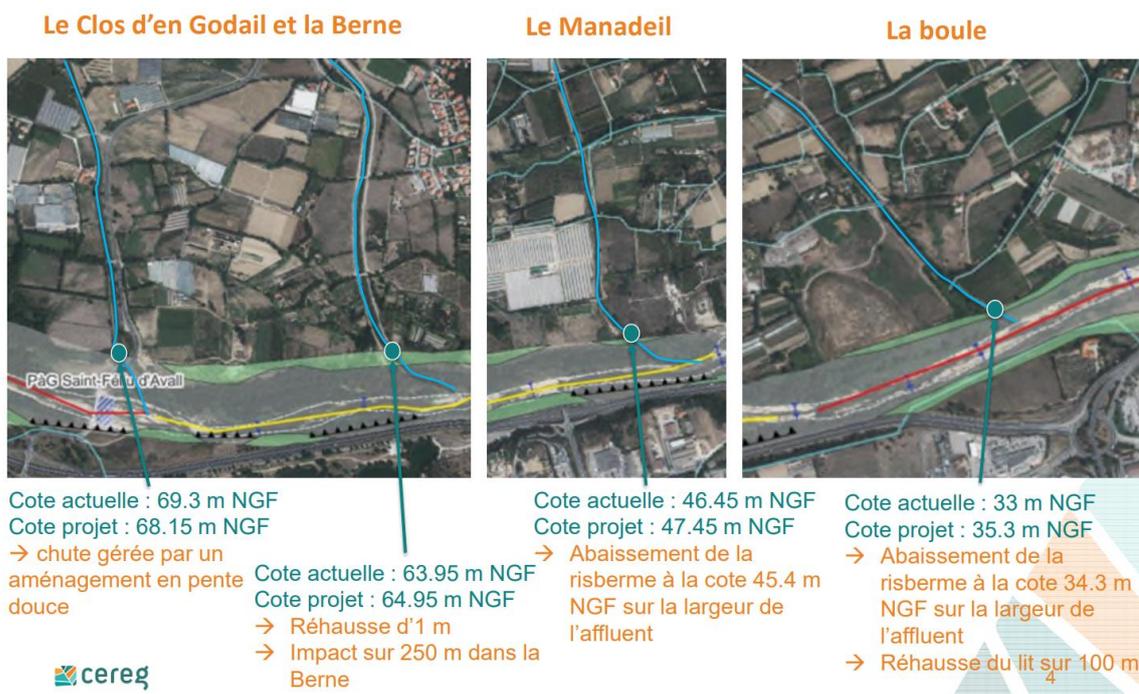


Figure 4-14. Cotes à l'état actuel et à l'état projet aux confluences des affluents de la rive gauche.

L'incidence du projet est analysée pour les deux scénarios suivant :

- Scénario A : Incidence du projet pour une crue quinquennale de la Têt et une crue trentennale des affluents ;
- Scénario B : Incidence du projet pour une crue trentennale de la Têt et une crue centennale des affluents correspondant au scénario du PPRi de la Têt moyenne.

La méthodologie mise en place a consisté à imposer aux conditions limites aval des casiers dans lesquels est modélisée la Têt, la cote de la ligne d'eau au droit des affluents modélisée à l'état actuel et à l'état projet. Ces cotes sont extraites des modélisations réalisées par Setec Hydratec dans le cadre de la présente étude. Cette méthode permet d'avoir une condition limite aval aux affluents qui correspond au niveau d'eau dans la Têt à sa pointe de crue et ainsi d'estimer l'influence des aménagements sur le risque inondation par les affluents. A noter, que ce niveau d'eau constant dans chaque casier ne permet pas de représenter correctement les variations de la ligne d'eau en crue dans la Têt et induit des hauteurs d'eau faibles voire nulles en amont des confluences. Cette limite n'a cependant pas d'influence sur l'objet de l'étude puisque la cote de la ligne d'eau au droit de la confluence est bien celle de la Têt pour la période de retour simulée.

a) Scénario A : Incidence du projet pour une crue quinquennale de la Têt et trentennale des affluents.

Pour des crues plutôt fréquentes, la modélisation hydraulique n'a mis en évidence aucune incidence négative du projet au-delà du lit mineur des affluents (Figure 4-15). Seule une incidence modérée dans le lit de la Berne est à noter : elle demeure cependant inférieure à 10 cm au-delà du secteur de la confluence.

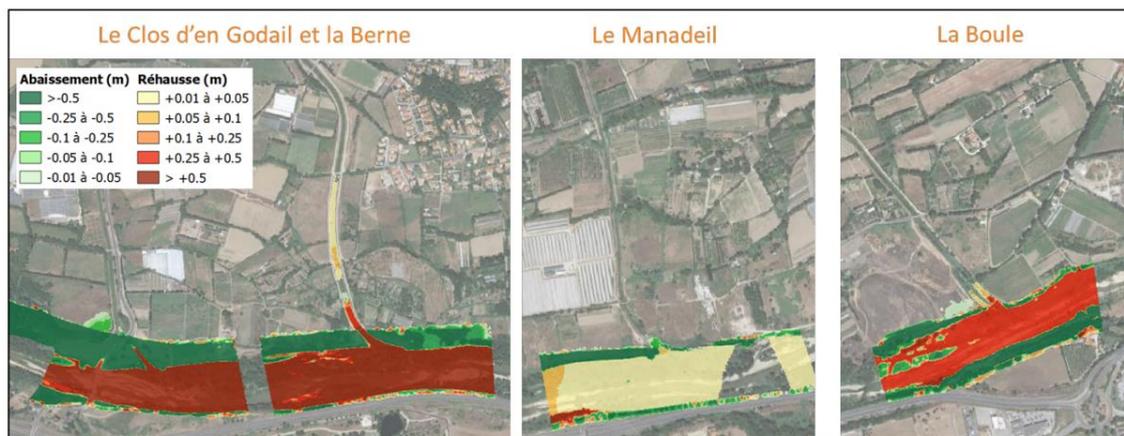


Figure 4-15. Incidences du projet sur les niveaux d'eau pour une crue quinquennale de la Têt et trentennale des affluents.

La Figure 4-16 présente les hauteurs d'eau sur l'ensemble du domaine pour le scénario A.

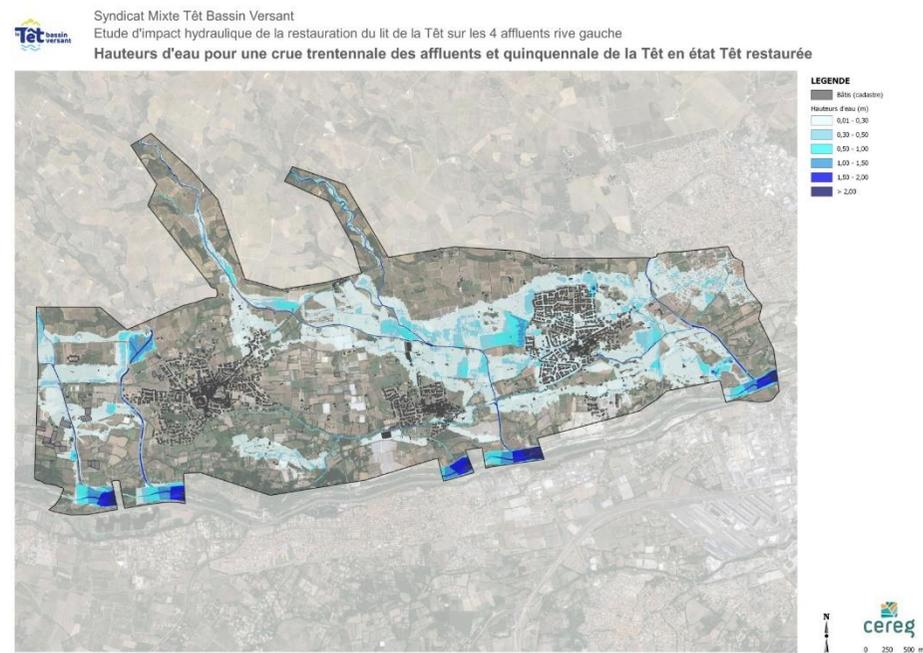


Figure 4-16. Cartographie des hauteurs d'eau à l'état actuel (gauche) et à l'état projet (droite) pour une crue trentennale des affluents et quinquennale de la Têt.

b) Scénario B : Incidence du projet pour une crue trentennale de la Têt et centennale des affluents (scénario PPRi).

Pour des crues rares, les résultats des modélisations ne montrent pas d'incidence négative du projet au-delà du lit mineur des affluents (Figure 4-17).

L'incidence est modérée dans le lit de la Berne uniquement, mais les écarts entre les hauteurs d'eau sont inférieures à 10 cm au-delà du secteur de la confluence.

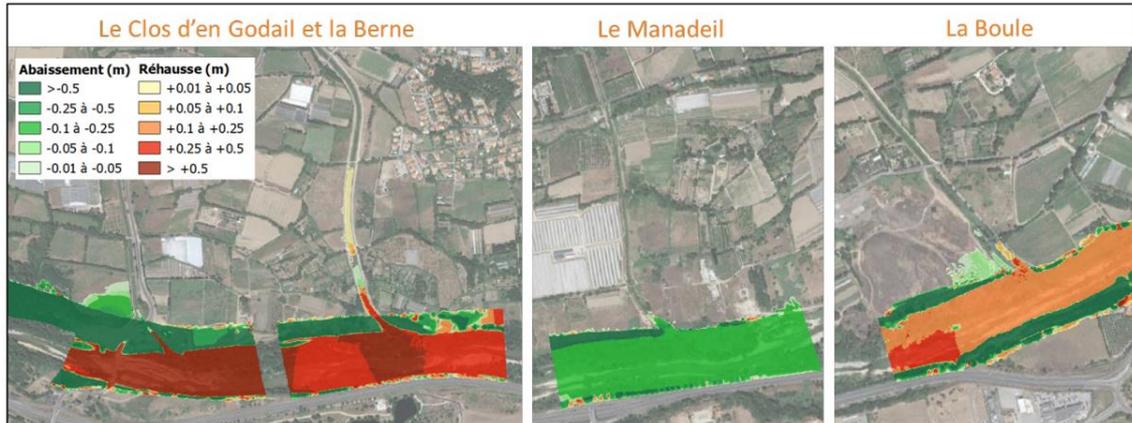


Figure 4-17: Incidences du projet sur les niveaux d'eau pour une crue trentennale de la Têt et centennale des affluents (PPRi Têt moyenne).

La Figure 4-18 présente les hauteurs d'eau sur l'ensemble du domaine pour le scénario B.

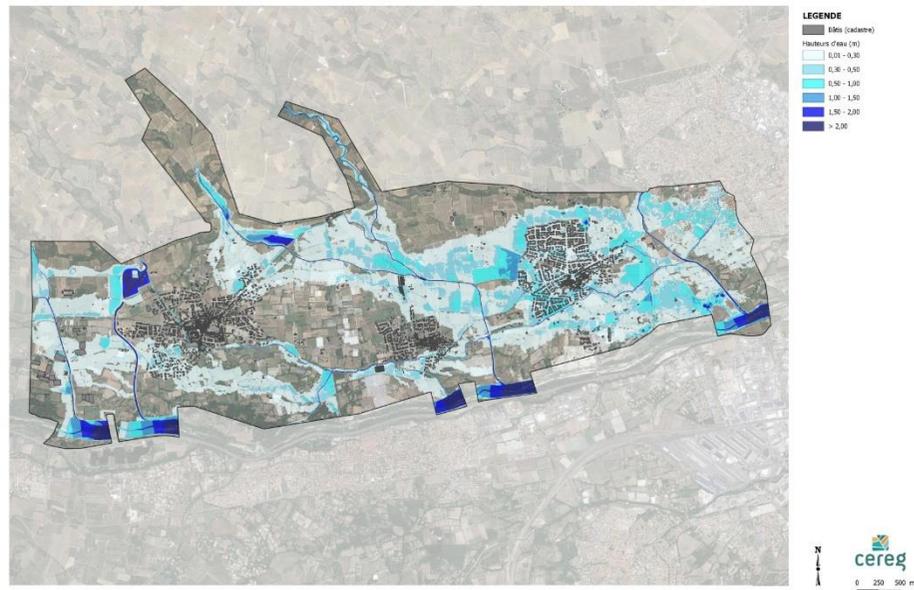


Figure 4-18. Cartographie des hauteurs d'eau à l'état actuel (gauche) et à l'état projet (droite) pour une crue centennale des affluents et trentennale de la Têt.

4.1.4 Conclusion et adaptations envisageables au regard des enjeux

Les résultats de la modélisation du scénario intégrant les aménagements ajustés pour la crue de référence (crue de 1940) permettent de mettre en avant les éléments suivants :

- L'importance des ouvrages de calage du profil en long dans la réduction des lignes d'eau sur les différents secteurs. L'abaissement du profil en long à l'emplacement des seuils n'est néanmoins pas suffisant et est parfois limité par la présence du toit du substratum;
- Combinés à l'ajout des ouvrages, l'élargissement et l'optimisation des profils en travers permettent de supprimer la quasi-totalité des impacts en augmentant la capacité du lit. L'abaissement des lignes d'eau atteint 30 cm sur plusieurs secteurs de la rive gauche (à l'amont du passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall) ;
- Le secteur compris entre les seuils du Soler 2 et 1 reste impacté sur les deux rives. L'élargissement dans ce secteur très contraint permettrait de réduire, voire supprimer l'impact, toutefois, les sensibilités forte et très forte des parcelles agricoles rendent cet ajustement plus complexe et devront donc être mises en relation avec l'acceptabilité de l'impact. Sans élargissement, l'impact sur les lignes d'eau se traduit par une élévation de +15 cm au droit de la déchetterie.
- La majeure partie des zones agricoles à sensibilité forte à très fortes a été évitée au maximum.
- L'aménagement d'une risberme en rive gauche pourrait être restitué à l'agriculture afin de poursuivre l'exploitation en cohérence avec les fréquences d'inondabilité.

De plus, les résultats de l'étude de l'incidence du projet de restauration hydromorphologique sur l'inondabilité des lits majeurs des affluents de la rive gauche ne montre pas d'incidences négatives sur les hauteurs d'eau et les vitesses du courant. Seules les hauteurs d'eau dans le lit mineur de la Berne présentent des écarts significatifs. Néanmoins, au-delà du secteur de la confluence ces écarts restent inférieurs à 10 cm pour les deux scénarios modélisés.

4.2 IMPACT MORPHOLOGIQUE

Avant de présenter les effets attendus à la suite des travaux de restauration, la section suivante décrira brièvement les concepts fondamentaux de l'hydromorphologie fluviale. Une large partie des informations données dans cette section proviennent des guides de l'Onema sur l'hydromorphologie fluviale et la gestion du transport solide en rivière rédigé par Malavoi J-R.

4.2.1 Concepts fondamentaux de l'hydromorphologie fluviale

Dans le cadre des projets de restauration de cours d'eau, il est souvent fait référence à une notion « d'équilibre dynamique » pour formaliser la dimension temporelle du système. Cet équilibre se définit comme un ajustement permanent autour d'un état moyen. Ici la notion d'équilibre ne correspond donc pas à une absence de modifications des caractéristiques physiques, mais traduit au contraire une certaine dynamique du cours d'eau. Il est également important de pouvoir identifier les

évolutions qui relèvent de cette dynamique de celles qui indiquent au contraire un dysfonctionnement.

Les évolutions de la rivière sont principalement contrôlées par deux variables de contrôle que sont le débit liquide (Q) et le débit solide (Q_s) ; elles-mêmes sous influence de variables de contrôle complémentaire telles que le climat, la géologie et l'occupation du sol. Ainsi, naturellement une relation s'établit entre la capacité de transport et la fourniture sédimentaire entraînant un ajustement continu de la morphologie du lit via la mobilisation des sédiments par des processus d'érosion ou de dépôt. Ce principe fondamental est celui de la balance de Lane représentée en Figure 4-19.

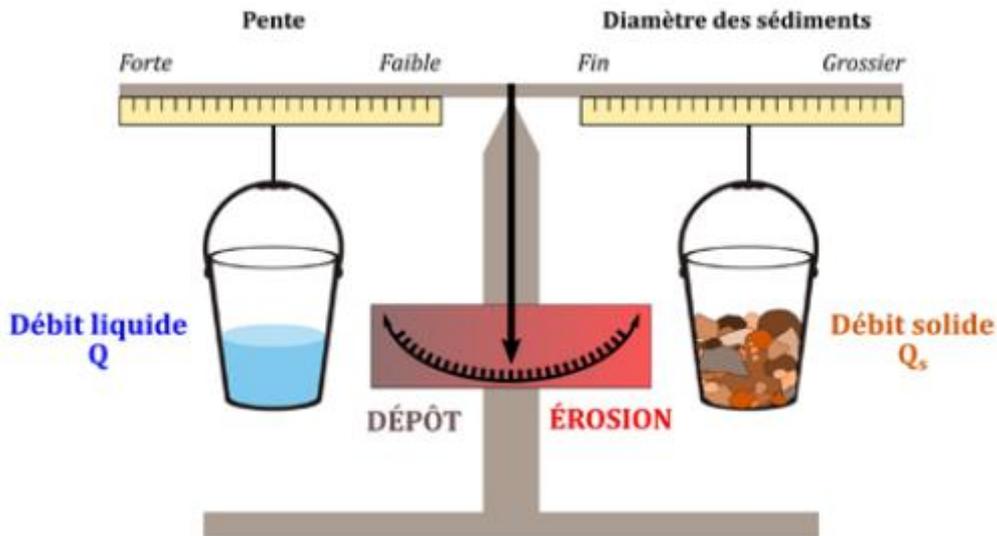


Figure 4-19. Principe de la balance de Lane illustrant l'équilibre dynamique des cours d'eau sous influence des variables de contrôle que sont le débit liquide et le solide.

La réponse morphologique à ces oscillations se traduit également par un ajustement des variables de réponse qui correspondent aux principaux paramètres physiques du cours d'eau tel que le profil en long, la largeur de la bande active ou encore le style fluvial. Les variables de contrôle imposent donc à la rivière son évolution physique avec néanmoins un déphasage temporel entre le moment de la modification de la variable de contrôle et le retour à l'équilibre dynamique. La durée du temps de réponse dépend ainsi du temps de réaction correspondant à la période nécessaire à la mise en œuvre de l'ajustement et du temps de relaxation correspondant au temps nécessaire au rétablissement d'un équilibre dynamique (Figure 4-20).

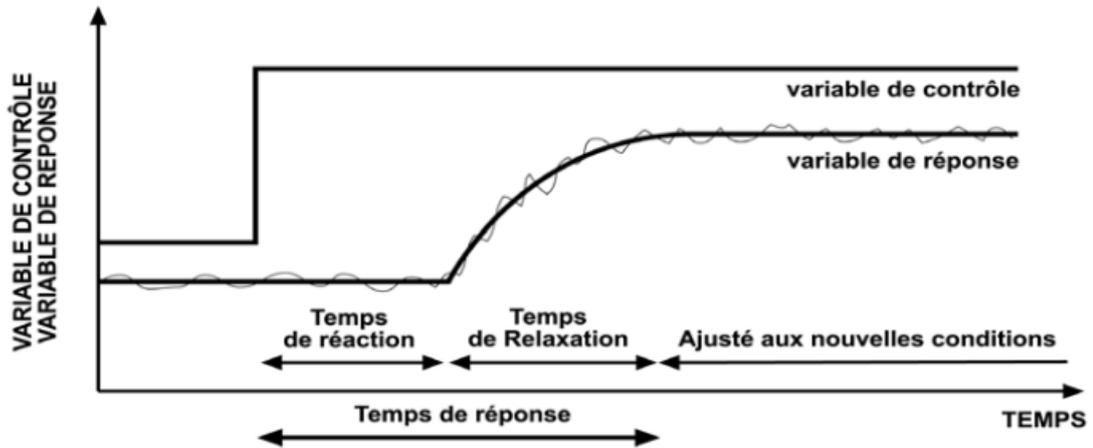


Figure 4-20. Représentation théorique de la réponse fluviale à une modification brutale d'une variable de contrôle (d'après Knighton, 1998).

Les évolutions morphologiques provoquées par la modification des variables de contrôle se traduisent également à différentes échelles spatio-temporelles (Figure 4-21). Ainsi, à l'échelle d'une crue ou d'une saison (oscillation de courte durée) l'évolution du fond va se traduire par l'évolution des macroformes du lit ou encore la largeur et la profondeur du ou des chenaux. À l'échelle décennale ou séculaire, les oscillations majeures de longue durée vont affecter en profondeur la morphologie à travers le style fluvial ou le tracé en plan du cours d'eau. Les temps de réponse du cours d'eau sont évidemment proportionnels à la durée et l'amplitude des oscillations imposées (i.e., modification des variables de contrôle).

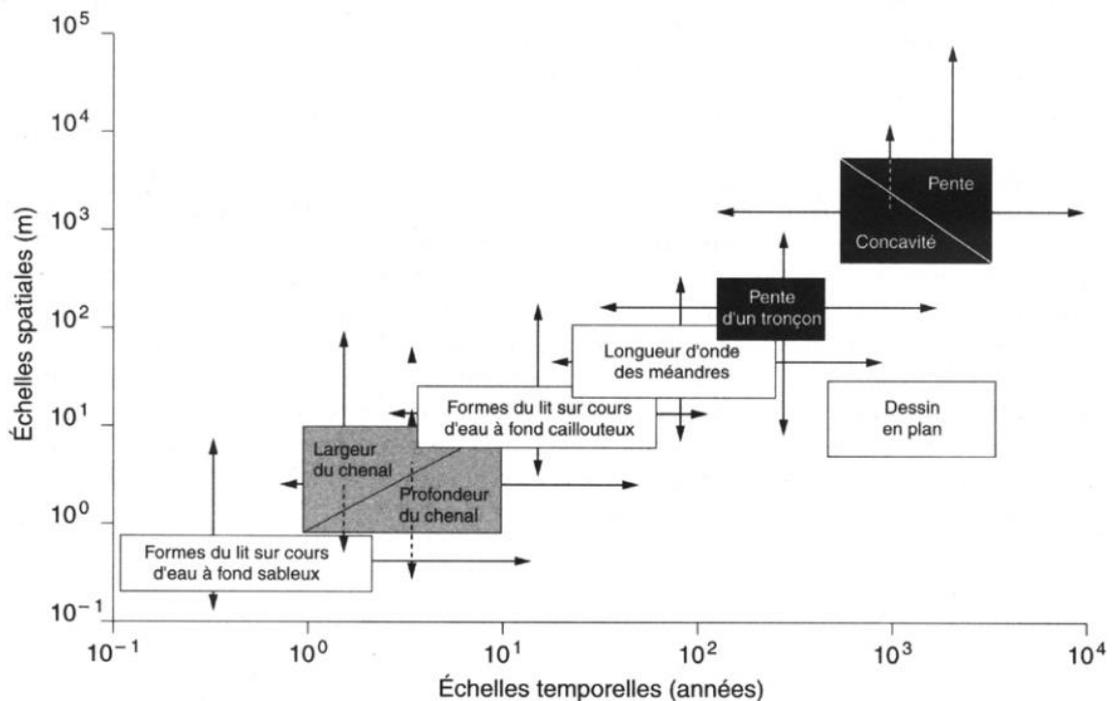


Figure 4-21. Échelles spatio-temporelles du réajustement des composantes hydromorphologiques du chenal (d'après Knighton, 1998 et extrait de Liébault, 2003).

Dans le cas de la Têt, nous avons pu voir que la construction du barrage couplée à couplée aux extractions de matériaux pour la construction de la RN116 ont conduit le fleuve à modification de son style fluvial auparavant caractérisé par de grands méandres sinueux qui se déplaçaient au sein d'une bande active d'une largeur d'environ 250 m. Aujourd'hui, le lit est caractérisé par un chenal unique relativement rectiligne et très incisé réduisant considérablement la largeur de la bande active (30-50 m) et le développement de la ripisylve.

4.2.2 Évolution attendue des variables de réponse dans le cas de la Têt.

a) Retour vers un profil en long d'équilibre

La réhausse du fond sur l'ensemble du linéaire AVP permettra de tendre vers un profil long d'équilibre présentant une forme plus concave et moins irrégulière (sous l'influence des seuils). La tenue de ce profil traduira l'équilibre entre la capacité de transport et la fourniture sédimentaire. Cette dernière pourra être apportée l'érosion des berges qui ne sont actuellement peu voire plus sollicitées.

Les aménagements proposés permettent de réinscrire le fleuve dans ses horizons alluvionnaires érodables : la recharge sédimentaire d'une part, mais également les ouvrages de calage du profil en long, les ouvrages de fond, et le seuil aval. Tous ont pour objectif de « tenir » le profil en long suffisamment haut, suffisamment longtemps pour que les processus érosifs latéraux compensent au moins partiellement le déficit amont actuel. De plus, la présence en berge de matériaux érodables, de nature sablo-graveleuse, est un point positif vis-à-vis de la durabilité de l'aménagement.

À noter que le temps d'ajustement du profil en long est généralement long (de l'ordre de la décennie) et directement dépendant des variations des débits liquide et solide.

b) Maintien d'un espace de bon fonctionnement

L'objectif principal de l'élargissement de la bande active est de pouvoir sécuriser un nouvel espace de bon fonctionnement pour améliorer la mobilité latérale de la Têt. D'un point de vue morphologique, l'élargissement de la bande active et la reconstitution des berges permettront de diminuer la capacité de transport de la rivière en réduisant sur la section les vitesses du courant et par conséquent les forces tractrices.

Couplé à la reconstitution du matelas alluvial, l'élargissement de la bande active favorisera dans une certaine mesure l'érosion des berges. Ce processus joue un rôle crucial dans la régulation du transit des matériaux, mais également sur la dissipation de l'énergie des crues par la charge de fond. Les berges doivent être mobiles et participer à l'équilibre morpho-dynamique du cours d'eau. La végétation qui s'y développe doit également permettre d'assurer une protection contre les érosions excessives. Avec le temps des zones préférentielles de dépôt et d'érosion se mettront en place selon la position du ou des bras traduisant le bon fonctionnement du cours d'eau.

Le suivi topographique post-travaux permettra de s'assurer que ces processus soient relativement équilibrés et qu'une nouvelle tendance érosive généralisée ne se mette pas en place. L'incertitude réside sur l'hydrologie des prochaines décennies qui déterminera la capacité de la Têt à auto-entretenir son lit en érodant ses berges et en régénérant ses bancs alluviaux. La gamme de débits permettant de façonner la

géométrie du lit mineur en mettant en mouvement régulièrement les matériaux correspond sensiblement au débit de plein bord.

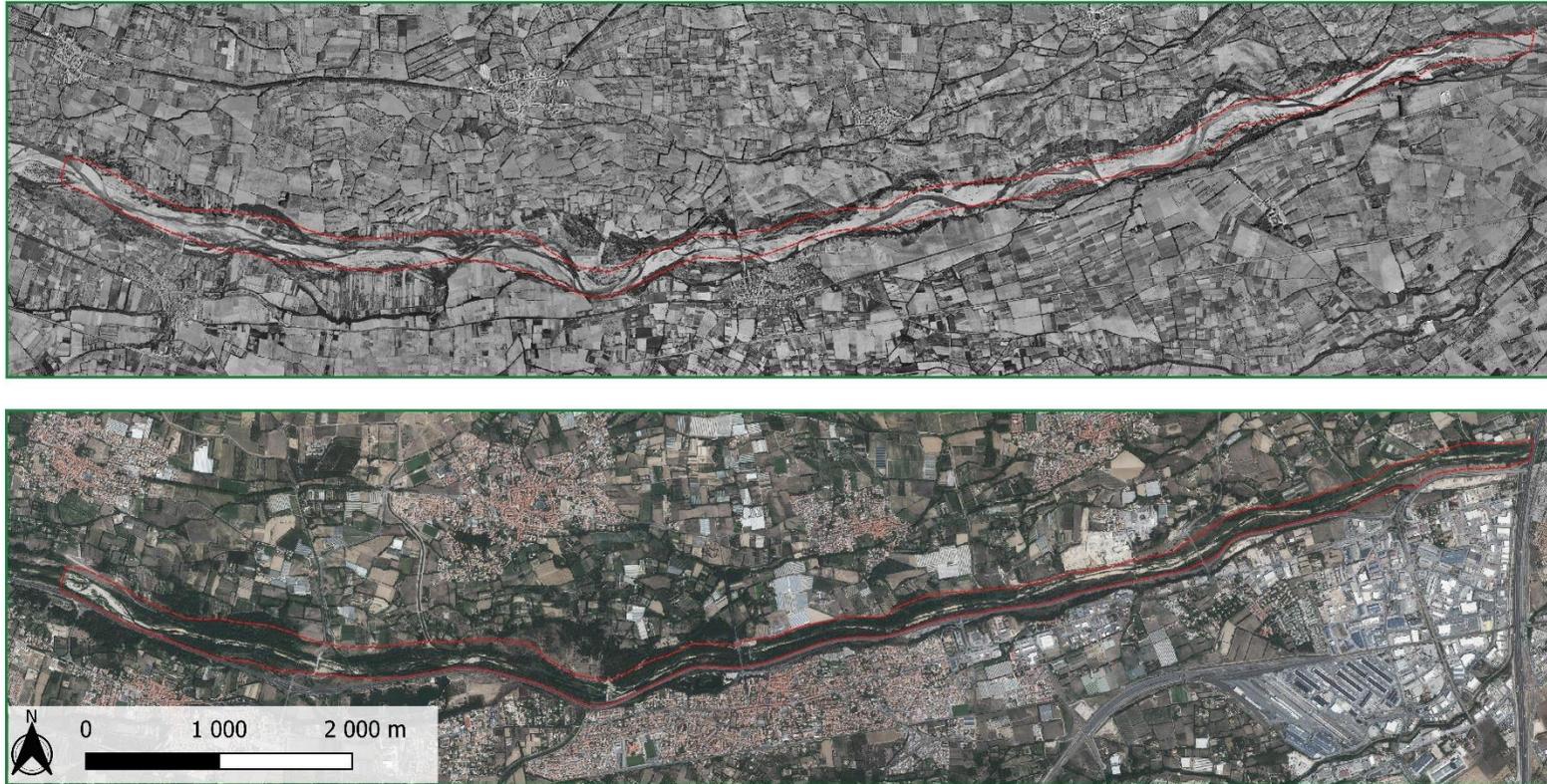
c) Modification du style fluvial

À travers les aménagements décrits dans ce rapport, les travaux de restauration hydromorphologique de la Têt ont pour objectif de tendre vers le style fluvial d'origine à savoir des méandres libres et sinueux (indice de sinuosité compris entre 1,05 et 1,5) (Figure 4-22).

Ces méandres se forment généralement dans les plaines alluviales où les pentes sont relativement faibles. Ils sont générés par des processus d'érosion et de dépôt respectivement dans les zones concave et convexe des berges et migrent progressivement vers l'aval. Pour se maintenir, ils ont besoin d'un espace de mobilité suffisant pour ajuster leur sinuosité, d'une pente suffisamment douce, et de variations de rugosité sur les berges et le fond.

Evolution morphologique de la Têt (1950-65/2022)

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

□ Emprise AVP



Figure 4-22. Évolution morphologique de la Têt le long de l'emprise AVP entre 1950-65 et 2022.

4.2.3 Continuité du transport solide

Le rétablissement de la continuité du transport solide est attendu grâce à la mise en place des ouvrages de calage du profil en long dont la pente plus douce que celle des seuils actuellement en place permettra le déplacement des gammes granulométriques les plus grossières.

Cette continuité se traduira par la mise en place de macroformes sédimentaires mises en place par le charriage lors des crues, qui migrent vers l'aval et que l'on nomme « bancs ». Leur quantité, leur forme et leur répartition spatiale seront fonction des apports en matériaux.

Cependant, une partie de la charge de fond migrant dans le cours d'eau pourra aussi être stockée naturellement dans la partie interne des bancs par le développement progressif de la végétation. La durée de ce stockage sera dépendante de l'activité du cours d'eau (i.e., l'occurrence des crues) et de la translation des méandres qui en découle.

4.2.4 Les effets sur la nappe

Les nappes de la plaine du Roussillon constituent un vaste réservoir d'eau douce permettant l'alimentation en eau potable de 98% de la population et constituant également une ressource nécessaire aux activités agricoles et touristiques du territoire.

L'accentuation de l'incision de la Têt dans son substratum avec les crues de 2020 a rappelé le risque de voir localement (e.g., Millas, Pézilla-la-Rivière, etc.) le cours d'eau entrer en contact avec les nappes profondes prises dans les niveaux sableux du Pliocène. Le jaillissement de ces nappes dans la Têt conduirait à leur drainage, à un abaissement considérable de leur niveau et les exposerait à des risques de contamination.

L'installation d'ouvrages de fond couplée au comblement de l'incision dans le chenal d'étiage et à la reconstitution du matelas alluvial sur 80 cm permettra de se prémunir d'éventuelles connexions et ainsi préserver les nappes des écoulements de surface.

4.3 IMPACT ECOLOGIQUE

Un premier diagnostic écologique a été réalisé en parallèle de la mission 1 sur le périmètre d'étude. Il s'est traduit par l'inventaire des espèces de différents compartiments biologiques (e.g., mammifères, insectes, poissons, etc.) présentes sur le linéaire AVP et d'en faire ressortir les enjeux vis-à-vis du projet de restauration.

Les sections suivantes s'attacheront à restituer les principaux résultats de ce diagnostic sur ces différents compartiments.

La cartographie des habitats et des espèces contactées et leur enjeu de conservation local sont disponibles en Annexe 4.

4.3.1 Périmètres environnementaux et de gestion

La Têt intercepte plusieurs périmètres d'inventaires et de gestion. Ainsi, le linéaire de l'aval du barrage de Vinça jusqu'à Perpignan est une Zones Naturelles d'Intérêt

Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I présentant des espèces rares ou menacées et/ou de diversité d'écosystèmes.

En revanche, aucun périmètre de gestion type Natura 2000 n'a été répertorié sur la Têt.

Le linéaire AVP est concerné par des Plans d'Actions Nationaux (PNA) visant à définir les actions nécessaires à la conservation et la restauration des espèces les plus menacées telles que l'émyde lépreuse, le lézard ocellé, la loutre et certaines libellules.

Enfin, les Trames Verte et Bleue créant un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par le Schéma Régional de Cohérence Ecologique, les documents de l'état, les collectivités territoriales et leurs groupements. L'emprise AVP est comprise au sein de l'ensemble n°8 « La plaine du Roussillon » et plus précisément, au sein des unités paysagères de « l'agglomération de Perpignan » et du « Ribéral ». De par son urbanisation et le nombre important d'infrastructures, la plaine du Roussillon est caractérisée par des espaces fragmentés et une faible présence d'espaces naturels. Cependant, certains milieux à forte importance ressortent comme la Têt qui constitue un réservoir de biodiversité et un corridor écologique. Par conséquent, l'enjeu relatif aux trames verte et bleu est très fort sur la zone d'étude.

4.3.2 Résultats des inventaires et enjeux pour le projet

a) Méthodologie

La méthodologie employée a reposé sur une analyse bibliographique et des prospections de terrain pour recenser les espèces présentes. La prospection s'est déroulée sur un cycle annuel allant du mois de mars au mois de novembre 2019.

Les habitats naturels et semi-naturels ont été cartographiés à partir d'un relevé des espèces et des groupements végétaux. Ils ont ensuite été classés selon la nomenclature CORINE Biotopes et le code Natura 2000 pour les habitats d'intérêt communautaire. En parallèle, les relevés floristiques ont été effectués par habitats homogènes et les prospections ont ciblé les espèces présentant un intérêt patrimonial (possédant un statut législatif de protection et/ou de rareté) dans les habitats les plus favorables à leur développement.

Pour la faune, quatre compartiments biologiques ont été étudiés : les insectes, les amphibiens, les reptiles, les poissons et les mammifères. Pour les insectes, les prospections ont essentiellement porté sur les espèces bénéficiant d'un statut réglementaire ou d'un statut d'évaluation de leur population et concernent les rhopalocères (papillons de jour), les odonates (libellules), les orthoptères (criquets et sauterelles) et quelques groupes de coléoptères. Pour les amphibiens, les prospections ont été effectuées selon plusieurs modes opératoires tels que l'observation visuelle directe, la recherche dans les gîtes terrestres, les prospections à l'épuisette ou les écoutes nocturnes dans les milieux susceptibles d'en abriter (bras secondaires, mares, annexes fluviales, etc.). Pour les reptiles, les relevés ont été orientés sur des secteurs d'habitats propices (lisières, talus, bordures de pistes, secteurs de gîtes, etc.) par temps chaud et ensoleillé. Pour le compartiment piscicole, l'étude s'est reposée sur les données bibliographiques et aucune prospection n'a été réalisée. Enfin, la recherche de mammifères a porté sur les mammifères terrestres et les chiroptères. Pour ces derniers, les objectifs ont été d'établir la richesse spécifique de la zone d'étude et de qualifier l'activité et l'utilisation des milieux (i.e., lisières et

ripisylves) en réalisant une première évaluation de la fréquentation Chiroptérologique en période estivale et automnale à l'aide d'enregistrements ultra-son.

Une fois les relevés effectués, la méthode de hiérarchisation repose sur une notion plus objective que celle relative à l'intérêt patrimonial : l'enjeu local de conservation qui consiste à assumer localement la conservation d'une espèce ou d'un habitat par rapport à une échelle biogéographique cohérente en tenant compte de plusieurs critères scientifiques tels que l'abondance, l'aire de répartition, la vulnérabilité biologique ou encore les menaces qui pèsent sur l'espèce.

b) Habitats

La Têt aval présente une diversité d'habitats se présentant parfois sous forme de mosaïque allant de la zone de substratum marneux/limoneux nu aux cultures en passant par les forêts alluviales.

Des habitats remarquables à enjeu local de conservation très fort (galerie d'aulnes nord ibérique, parfois inondée) à fort (ripisylve à peupliers, saulaie à saule blanc, vieille chênaie pubescente attenante à la ripisylve) sont observables. La présence de mares, de bras morts et de petits cours d'eau, ainsi que des formations d'accumulations sédimentaires à enjeu de conservation modéré sont également notables.

c) Flore

Les inventaires indiquent une flore bien diversifiée, mais les espèces remarquables sont rares et ne présentent pas de caractères d'espèces menacées. Seule l'euphorbe de Terracine, très commune sur le littoral et qui est protégée au niveau régional a pu être observée.

D'une manière générale la ripisylve de la Têt héberge des espèces des milieux humides présentant un intérêt en raison du contexte méditerranéen dans lequel ils sont installés.

Néanmoins, les quatre Espèces Végétales Exotiques Envahissantes (EVEE) suivantes ont été observées sur le linéaire AVP : la canne de Provence, le buddleia de David, la jussie et le robinier faux-acacia. Elles constituent un enjeu négatif fort en raison du nombre assez élevé d'espèces signalées et de leur taux d'envahissement, particulièrement important pour la canne de Provence. Cette dernière recouvre des vastes superficies qui devraient être occupées par les formations rivulaires. Un examen des photographies aériennes post-Gloria montre une destruction importante d'arbres et un rajeunissement des certaines formations dont les massifs de cannes. Avec cet évènement il est à craindre que la canne de Provence en profite pour s'étendre encore plus qu'elle ne l'est déjà.

d) Faune

Pour les insectes, les enjeux les plus importants concernent les libellules avec la présence d'espèces remarquables (e.g., cordulie à corps fin, agrion de Mercure, gomphe à crochets, gomphe à pinces méridional). Leurs habitats sont dans un état de conservation mauvais à moyen dû à un faible développement de la végétation aquatique. Pour les papillons et les orthoptères, le cortège reste assez diversifié et les espèces rencontrées sont communes et ne sont pas menacées.

Pour les amphibiens, la Têt présente plusieurs zones d'habitat servant de refuges telles que les mares et les bras morts. Ils décrivent une belle population parfois très abondante comme pour les grenouilles vertes et dans une moindre mesure le triton palmé et la rainette méridionale.

Les reptiles montrent une population diversifiée, mais des peuplements globalement peu abondants. La présence de l'émyde lépreuse entre Saint-Féliu-d'Amont et le Soler constitue un enjeu de conservation très fort à l'échelle régionale.

Pour les poissons, la bibliographie fait état de la présence de nombreuses espèces à enjeu de conservation très fort et fort arrivant à se maintenir malgré des aires de répartition très réduite (e.g., la Lamproie de Planer, la Loche léopard, l'Anguille européenne et l'Alose feinte bloquée en aval). La présence de seuils et le déficit sédimentaire sur la Têt a fortement altéré le développement et les habitats de certaines espèces dont l'état de conservation est défavorable et peu propice à leur maintien sur le long terme.

Les mammifères sont largement représentés par la Loutre d'Europe sur la quasi-totalité du linéaire et dont l'enjeu de conservation à l'échelle régional est fort. Concernant les chiroptères, 5 à 6 espèces à enjeu fort ont pu être relevées. En effet, la ripisylve de la Têt constitue un corridor de déplacement majeur dans la plaine du Roussillon et un territoire de chasse privilégié. Enfin la présence de vieux arbres à cavité au sein de la ripisylve offre une potentialité en gîte pour les espèces arboricoles.

En conclusion, la partie amont de l'aire d'étude, de Saint Féliu-d'Amont jusqu'au seuil amont du Soler, présente les plus forts enjeux écologiques, avec la présence de quelques espèces de la faune à fort et très fort enjeu écologique.

4.3.3 Impacts des travaux

Le déclassement de l'état écologique de la Têt étant attribué principalement à une dégradation de son état physique, le projet de restauration aura donc pour objectif d'augmenter la diversité des habitats et d'améliorer les interconnexions entre ces derniers. A moyen terme, les différents gains envisageables sur le compartiment écologique sont :

- La limitation de l'extension et de la dissémination des espèces exotiques envahissantes par reconstitution de la ripisylve. Cette dernière favorisera également l'ombrage pour limiter les risques d'eutrophisation dans les eaux stagnantes ;
- Le renforcement et la diversification des zones propices au développement des larves d'insectes et par conséquent la densité et la diversité de leur peuplement. Cette diversification sera également favorable aux amphibiens et aux poissons ;
- L'extension des zones de reproduction pour la faune benthique et les poissons grâce à la reconstruction du matelas alluvial ;
- Renforcement et maintien du corridor de déplacement des chiroptères et des oiseaux par l'élargissement et la densification de la ripisylve ;
- Le maintien des vieux arbres à cavités qui même morts sont des gîtes potentiels pour les chiroptères et qui sont également l'habitat de tout ou partie du cycle de vie d'insectes xylophages.

Bien que le projet ait un objectif vertueux morphologiquement et écologiquement, il occasionnera à court terme des impacts négatifs forts en phase travaux. En effet, le projet prévoit de retravailler / d'aménager l'ensemble des compartiments du cours d'eau :

- Le chenal d'étiage et les bancs alluviaux pour le comblement de l'incision et les terrassements ;
- La ripisylve et les cultures existantes dans le cadre de l'élargissement de l'emprise pour redonner de l'espace de liberté à la rivière.

Quel que soit le compartiment, les impacts sont présents sur tout le linéaire (cartes en annexe 4).

Sur les habitats les enjeux les plus forts sont globalement localisés entre Saint-Féliu-d'Amont et le Soler avec l'aulnaie à Aulne glutineux, les chênaies pubescentes, les saulaies à Saules blancs et les ripisylves à peupliers. A l'aval de ce secteur, la canne de Provence envahit la ripisylve qui devient plus étroite, voire discontinue.

Concernant la flore, aucun enjeu et aucune contrainte susceptibles d'entraver la réalisation du projet n'ont été relevés. Les enjeux concernent plus le traitement des quatre espèces d'EVEE dont le taux d'envahissement est très élevé.

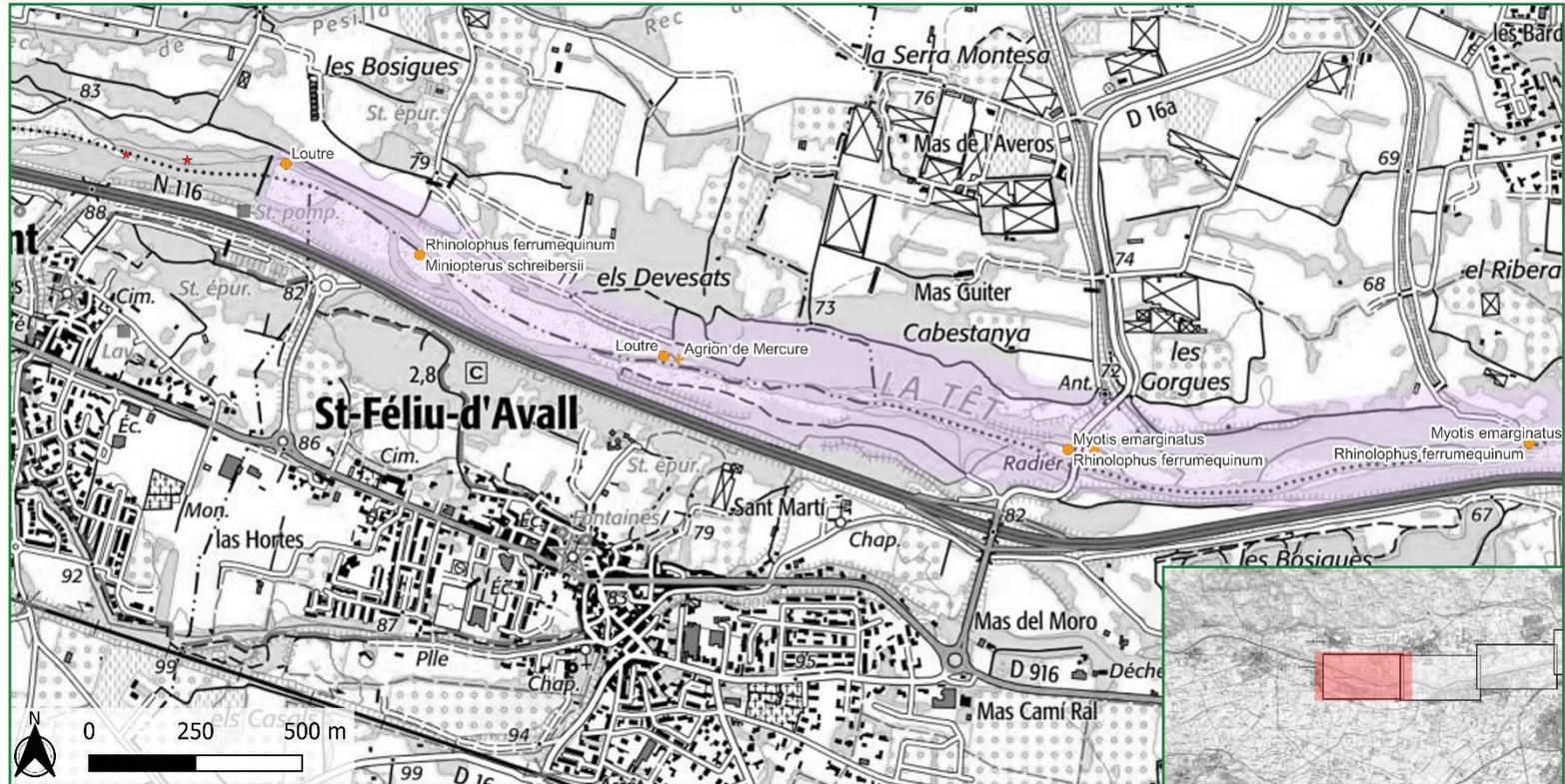
Pour la faune, les enjeux les plus forts concernent les compartiments suivants. Bien souvent, le mauvais état de conservation de leur habitat est à l'origine de la diminution ou de l'homogénéisation des populations.

- Les reptiles avec l'émyde lépreuse et le lézard ocellé (très fort et fort) ;
- Les libellules avec l'agrion de Mercure et la cordulie à corps fin (fort) ;
- Les poissons avec la lamproie de Planer, la loche léopard et l'anguille Européenne (très fort) ;
- Les mammifères avec la loutre d'Europe (fort) ;

Les chiroptères avec 5 à 6 espèces utilisant la Têt comme un corridor de déplacement et un territoire de chasse (fort).

Faune à enjeux de conservation local fort et très fort

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

Emprise AVP

Reptiles

★ Émyde lépeuse

Mammifères

- Chiroptère sp.
- Grand Rhinolophe
- Loutre
- Minioptère de Schreibers

● Murin à Oeilles échancrées

● Murin de grande taille

Insectes

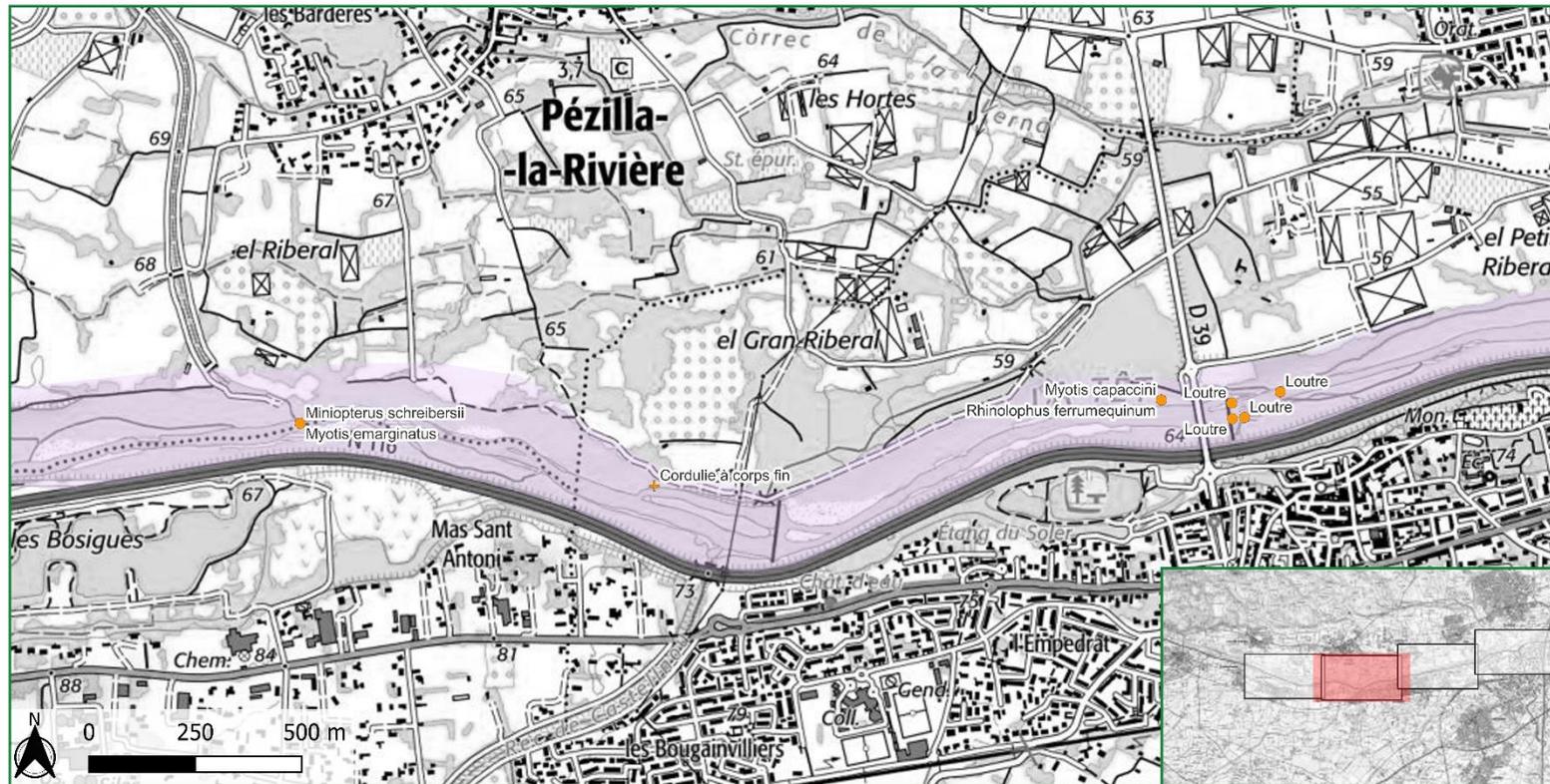
+ Agrion de Mercure



Figure 4-23. Localisation des espèces à enjeux de conservation local fort et très fort dans le secteur de Saint-Félic-d'Avall.

Faune à enjeux de conservation local fort et très fort

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

Emprise AVP

Mammifères

- Chiroptère sp.
- Grand Rhinolophe
- Loutre
- Minioptère de Schreibers

● Murin à Oeilles échancrées

● Murin de Capaccini

Insectes

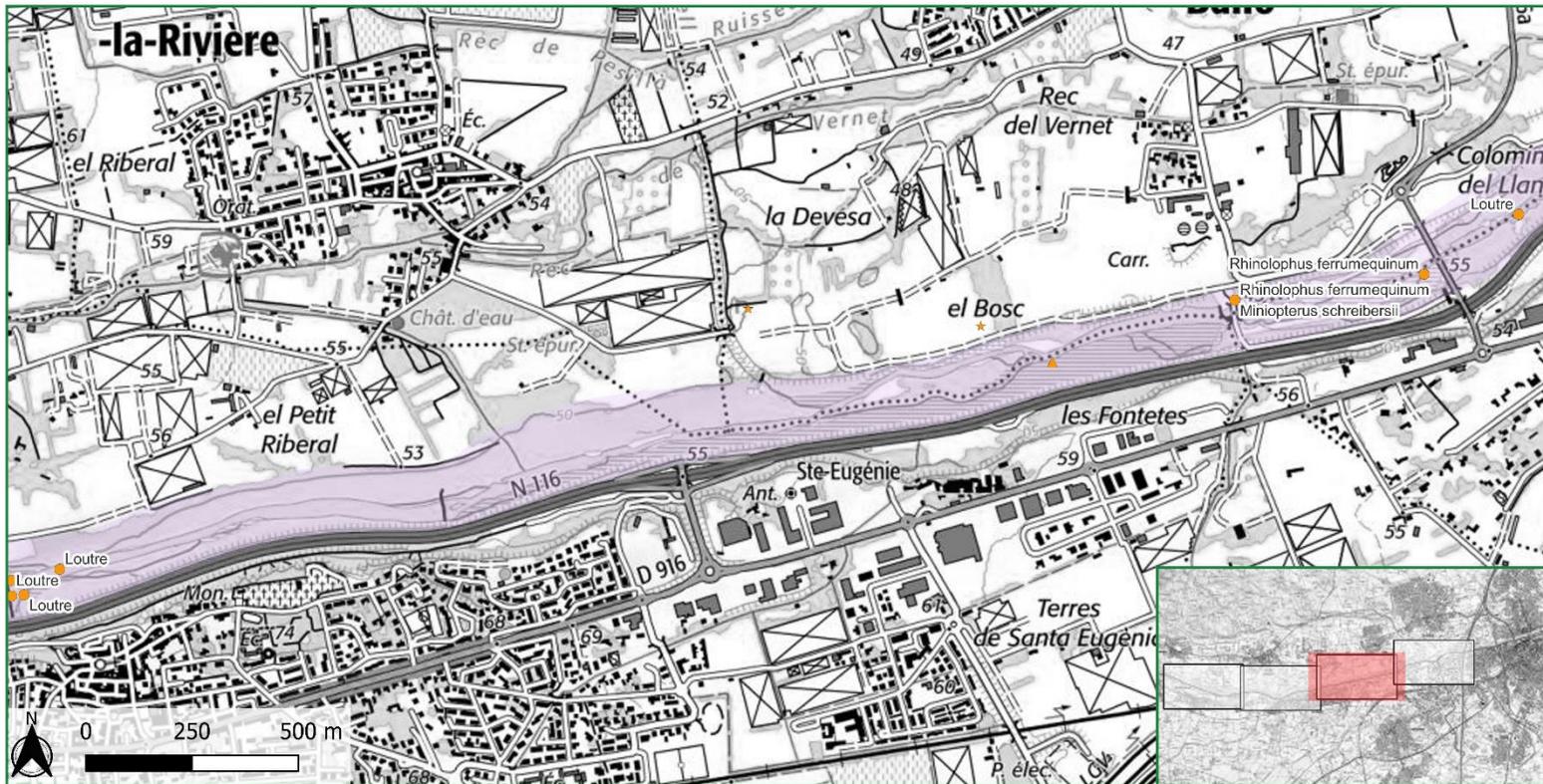
+ Cordulie à corps fin



Figure 4-24. Localisation des espèces à enjeux de conservation local fort et très fort dans le secteur de Pézilla-la-Rivière et à l'amont du Soler.

Faune à enjeux de conservation local fort et très fort

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

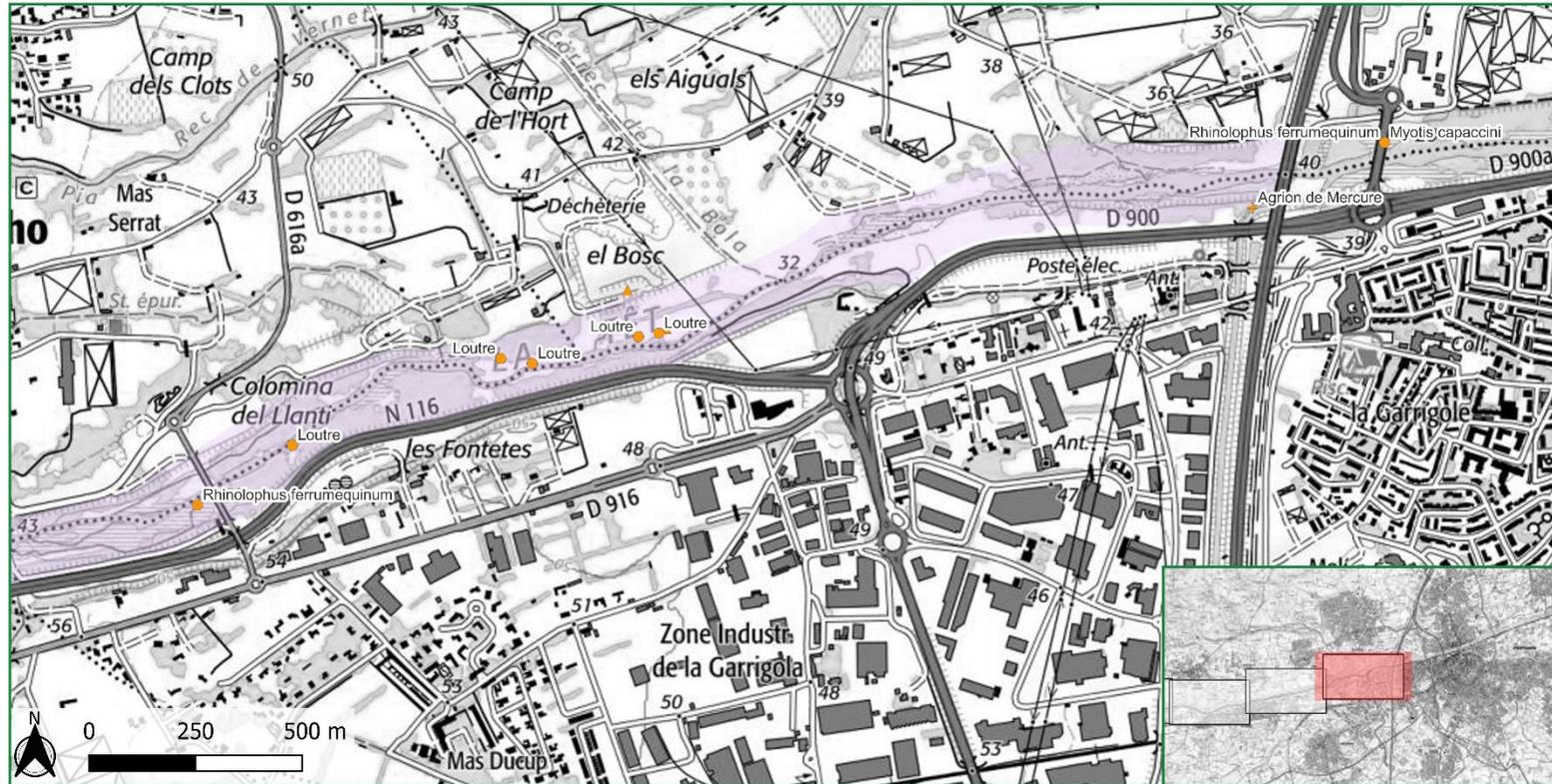
- | | | |
|-----------------|-------------------|-------------------------|
| Emprise AVP | Mammifères | Miniopère de Schreibers |
| Reptiles | Chiroptère sp. | Flore |
| Lézard ocellé | Grand Rhinolophe | Euphorbe de terracine |
| | Loutre | |



Figure 4-25. Localisation des espèces à enjeux de conservation local fort et très fort dans le secteur en aval du Soler.

Faune à enjeux de conservation local fort et très fort

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

- | | | |
|---|--|---|
|  Emprise AVP | Mammifères |  Murin de Capaccini |
| |  Chiroptère sp. | |
| |  Grand Rhinolophe | Insectes |
| |  Loutre |  Agrion de Mercure |
| | | Flore |
| | |  Euphorbe de terracine |



Figure 4-26. Localisation des espèces à enjeux de conservation local fort et très fort dans le secteur en aval de Baho.

4.3.4 Mesures pour Eviter, Réduire et Compenser (ERC)

Les sections précédentes ont montré qu'il n'y a pas d'enjeux écologiques bloquants sur l'ensemble du linéaire AVP, mais que certaines espèces présentent un enjeu de conservation régional très fort. Par conséquent, les impacts des travaux devront être limités en appliquant le principe Eviter, Réduire et Compenser (ERC).

En effet, tout projet ou programme portant atteinte aux espèces, aux habitats et à la fonctionnalité des milieux, doit répondre aux exigences suivantes, par ordre de priorité décroissante :

1. Éviter l'impact ;
2. Réduire l'impact ;
3. S'il subsiste des impacts résiduels, ensuite et seulement, compenser le dommage résiduel identifié.

Ces mesures devront être précisées lors des études PRO sur la base d'un diagnostic écologique complémentaire, avec la réalisation d'un inventaire 4 saisons. Néanmoins, sur la base des connaissances écologiques actuelles, certaines mesures peuvent déjà être envisagées ; elles sont retranscrites dans le tableau ci-dessous :

Tableau 7. Exemples de mesures de réduction et d'accompagnement écologiques susceptibles d'être utilisées dans le cadre du projet de restauration hydromorphologique de la Têt.

Type de mesures	Caractéristiques de la mesure	Cibles	Objectif
Mesures de réduction			
MR1	Travaux en dehors des périodes sensibles	Espèces cibles : oiseaux, reptiles, amphibiens, mammifères Espèces bénéficiaires : chiroptères	Planifier le démarrage des travaux afin de limiter les impacts pendant des périodes sensibles, de reproduction en particulier
MR2	Limitation maximale de l'emprise du chantier	Destruction/altération de l'habitat avec restauration morphologique possible Traitement des espèces envahissantes (limiter la prolifération) Destruction, dégradation altération d'individus d'une espèce patrimoniale ou à enjeu fort pendant la phase travaux Dérangement pendant la phase travaux	Limiter au maximum l'emprise du chantier afin de réduire les diverses incidences sur les habitats naturels et les habitats d'espèces
MR3	Balisage des zones écologiques sensibles	Reptiles, amphibiens, mammifères, zones humides, flore	Protéger physiquement la zone aménagée par la mise en place de filet ou de piquet bois avec fil de fer en fonction des espèces cibles.
MR4	Limiter les impacts sur les arbres gîtes	Insectes / oiseaux / mammifères	Limiter les impacts sur les arbres gîtes (notamment leur système racinaire et les cavités dans les parties aériennes)
MR5	Débroussaillage préventif	Reptiles	Eloigner les espèces à faible mobilité de la zone de travaux afin d'éviter la destruction d'individus par la mise en place d'un pré-débroussaillage manuel
MR6	Création de gîtes et refuges en amont de travaux	Reptiles	Offrir des gîtes alternatifs à ceux détruits pour la durée des travaux, voire au-delà

Type de mesures	Caractéristiques de la mesure	Cibles	Objectif
Mesures de réduction			
MR7	Création de mares de substitution	Amphibiens	Créer un habitat de reproduction de substitution pour les amphibiens et veiller au maintien de populations fonctionnelles d'amphibiens dans le secteur
MR8	Dispositif d'exclusion de la faune en phase chantier	Reptiles, amphibiens	Clôturer la zone de stockage du chantier pour éviter que la faune s'y installe (piège écologique)
MR9	Démantèlement minutieux des gîtes et refuges	Tous les reptiles	Eloigner les reptiles de la zone de travaux afin d'éviter la destruction d'individus
MR10	Lutte contre les pollution accidentelles et diffuses	Toutes	Lutter contre les pollutions accidentelles et chroniques lors des travaux
MR11	Gestion des macrodéchets	Toutes	Gérer les macrodéchets existants et futurs
MR12	Améliorer l'existant	Reptiles, amphibiens, insectes	Intégrer la partie déjà construite dans les mesures de réduction en limitant la destruction d'espèces

4.4 IMPACT FONCIER

4.4.1 Méthodologie

Un des enjeux majeurs dans ce type de projet, en dehors de l'acceptation du projet par l'ensemble des acteurs, est la maîtrise foncière des parcelles supportant les aménagements.

Le périmètre d'étude étant relativement large au début de la mission, il n'a pas été mené une analyse précise du foncier. Toutefois, une attention particulière a été portée sur l'occupation des sols afin d'identifier notamment les activités associées aux parcelles qui pouvaient être impactées par le projet.

Ces dernières sont essentiellement agricoles, mais également de loisir avec notamment le projet Es-Têt. On notera également la proximité de 2 sites classés ICPE ; une déchèterie vers le Petit Ribéral et une gravière vers Baho. La RN116 longeant la Têt sur tout le linéaire AVP, seules les activités en rive gauche sont concernées.

Lorsque le projet se précisera et plus particulièrement sur le périmètre du site pilote, une analyse foncière plus détaillée sera nécessaire avec notamment la réalisation d'un dossier d'enquête parcellaire.

L'enquête parcellaire est destinée à vérifier l'identité des propriétaires, titulaires de droits réels (détenteurs d'usufruit, bénéficiaires de servitude, preneurs à bail) et autres intéressés (non titrés aux services de la publicité foncière) directement concernés par le projet, en application de l'article R. 131-1 du code de l'expropriation pour cause d'utilité publique. L'enquête parcellaire a également pour but la détermination des parcelles de terrain nécessaires à la réalisation du projet ou la définition précise des terrains et immeubles à acquérir pour la réalisation du projet.

Cette enquête détermine notamment (i) la désignation cadastrale (ii) la nature du terrain (iii) la superficie des parcelles (iv) l'emprise à acquérir et l'emprise restante. Ce dossier pourra être mené en parallèle des dossiers réglementaires afin de coordonner la période d'instruction des dossiers aux enquêtes publiques.

4.4.2 Gestion foncière

Dans le cas où les terrains n'appartiennent pas au maître d'ouvrage, il existe différents outils de maîtrise foncière dans les espaces naturels (Figure 4-27). Bien souvent le porteur de projet usera sur un même site de plusieurs de ces outils pour s'adapter en fonction du contexte et des interlocuteurs.

NATURE DE L'OUTIL	DESCRIPTION	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
 ACQUISITION	Acte d'achat d'un terrain	<ul style="list-style-type: none"> Grande stabilité Valeur juridique forte 	<ul style="list-style-type: none"> Coût
 BAIL EMPHYTÉOTIQUE	Bail d'une durée de 18 à 99 ans en échange d'un loyer modique	<ul style="list-style-type: none"> Confère un droit réel sur le bien Acte notarié fort et stable Le contrat subsiste en cas de décès de l'une ou l'autre des parties 	<ul style="list-style-type: none"> Paiement des charges Frais notariés Reconduction tacite impossible
 BAIL CIVIL	Contrat à durée libre avec tacite reconduction possible	<ul style="list-style-type: none"> Durée libre Bail souple Contrat stable Encadrement juridique fort Pacte de préférence possible 	<ul style="list-style-type: none"> Durée libre mais reste temporaire Droits du locataire insuffisants Pour un bail supérieur à 12 ans, frais notariés à payer
 PRÊT À USAGE OU COMMODAT	Contrat par lequel quelqu'un livre une chose à l'autre pour s'en servir, à la charge du preneur de la rendre après s'en être servi / essentiellement gratuit sans durée minimale ni maximale	<ul style="list-style-type: none"> Souple Gratuit Le bien ne peut être repris qu'à des conditions strictes Pacte de préférence possible 	<ul style="list-style-type: none"> Maîtrise du foncier à court ou à moyen terme Responsabilité du preneur peut être facilement engagée
 CONVENTION DE GESTION	Contrat de mise à disposition d'un bien en convenant d'une gestion définie	<ul style="list-style-type: none"> Pas de formalisme Souple À titre gratuit ou somme modique Gestion convenue avec le propriétaire 	<ul style="list-style-type: none"> Valeur et sécurité juridique faibles Frais de gestion induits
 ACCORD VERBAL	Autorisation donnée par le propriétaire de façon orale	<ul style="list-style-type: none"> Grande souplesse 	<ul style="list-style-type: none"> Pas de contrat écrit Risque important de contentieux Aucune vision dans le temps
 AUTORISATION OU CONVENTION D'OCCUPATION TEMPORAIRE	Autorisation révoicable d'occupation privative et personnelle d'un élément du domaine public	<ul style="list-style-type: none"> Permet la gestion d'un terrain domanial Peut être conclue à titre gratuit 	<ul style="list-style-type: none"> Révoicable Le bien doit être remis en l'état à l'issue de la date limite de l'autorisation

Figure 4-27. Principaux outils de la maîtrise foncière dans les espaces naturels (source : <http://www.espaces-naturels.info>)

4.4.3 Impact sur le parcellaire agricole

La définition de l'emprise du projet a permis de mettre en évidence les parcelles agricoles impactées par le projet. La sensibilité de ces dernières a été définie dans le cadre d'une étude menée par la Chambre d'Agriculture des Pyrénées-Orientales en 2018. La méthodologie a consisté à établir 5 niveaux de sensibilité allant de « Très Forte » à « Nulle » pour caractériser les enjeux agricoles en fonction des 3 critères suivants : l'occupation des sols, la raison sociale ou l'âge des exploitants et la structure et les aménagements fonciers. Sur le linéaire de l'AVP, 117,05 ha répartis sur 62 parcelles agricoles sont concernés. La répartition des parcelles selon leur sensibilité est la suivante :

- 88,4 % des parcelles à sensibilité faible ;
- 10,2 % des parcelles à sensibilité nulle ;
- 1,1 % des parcelles à sensibilité très fortes (10 parcelles) ;
- 0,3 % des parcelles à sensibilité modérée ;
- 1 parcelle à sensibilité forte.

L'analyse de la surface impactée par rapport à la surface totale des parcelles selon leur niveau de sensibilité met en évidence que les parcelles de sensibilité dite nulle à faible sont fortement impactées avec des moyennes de respectivement 77,6 et 62,5% de surface impactée (Tableau 8). À l'inverse, les parcelles de sensibilité dite très forte sont beaucoup moins impactées avec une moyenne de 18,7% et une valeur maximale de 34,8%. Quant à l'unique parcelle de sensibilité forte elle n'est quasiment pas impactée (0,5%).

Tableau 8. Proportions minimale, moyenne et maximale des surfaces de parcelles impactées par l'aménagement par rapport à la surface totale des parcelles selon le niveau de sensibilité.

Sensibilité	Nombre de parcelles	Pourcentage de surface impactée par rapport à la surface totale (%)		
		Moyenne	Minimum	Maximum
Nulle	30	77.6	2.4	100.0
Faible	23	62.5	0.6	100.0
Modérée	3	16.7	9.2	24.4
Forte	1	0.5	0.5	0.5
Très forte	5	18.7	6.9	34.8

À noter que pour tous les niveaux de sensibilité excepté celui de sensibilité faible les parcelles ont des surfaces variant entre 1 et 2 ha (Tableau 9). En revanche, pour ce dernier niveau de sensibilité, les parcelles sont de très grandes dimensions avec une dispersion relativement forte (14,4 ha) autour de la moyenne (9,47 ha).

Tableau 9. Surfaces des parcelles agricoles impactées par les aménagements.

Sensibilité	Nombre de parcelles	Surface des parcelles (ha)			
		Moyenne	Minimum	Maximum	Écart-type
Nulle	30	1.33	0.00	14.72	3.0
Faible	23	9.47	0.03	61.18	14.4
Modérée	3	0.91	0.40	1.23	0.4
Forte	1	1.35	1.35	1.35	-
Très forte	5	1.74	0.14	4.82	1.8

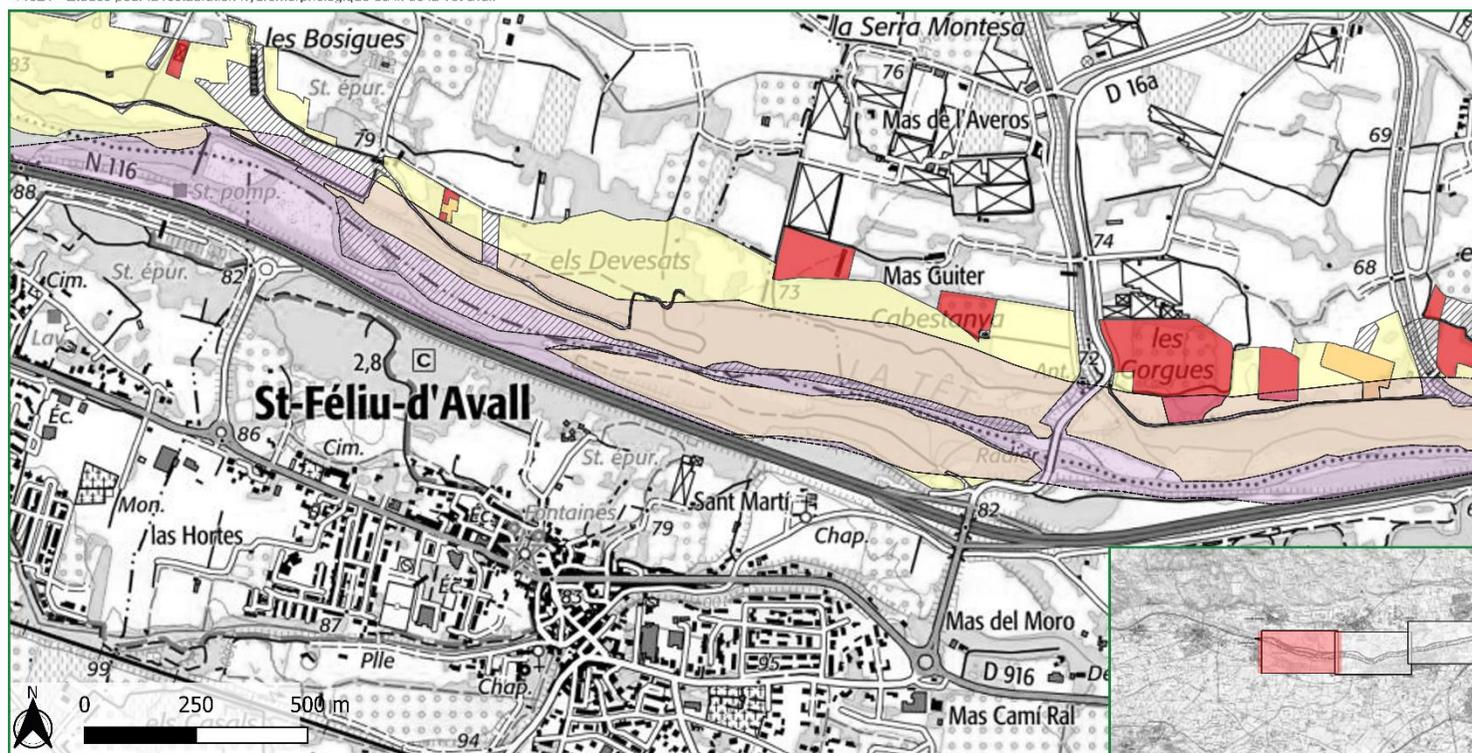
Les parcelles dont la sensibilité varie de modérée à très forte sont concentrées dans deux secteurs :

- En aval du passage à gué de Saint-Féliu-d'Avall (vers le secteur Les Gourgues) ;
- En aval du seuil du Soler 2 (pont) ; vers le secteur du petit Ribéral.

Les cartographies suivantes localisent les parcelles à sensibilité modérée à très forte impactée par le projet de restauration de la Têt.

Parcelles agricoles impactées par le projet

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

Sensibilité des enjeux

-  Nulle
-  Faible
-  Moyenne
-  Très forte

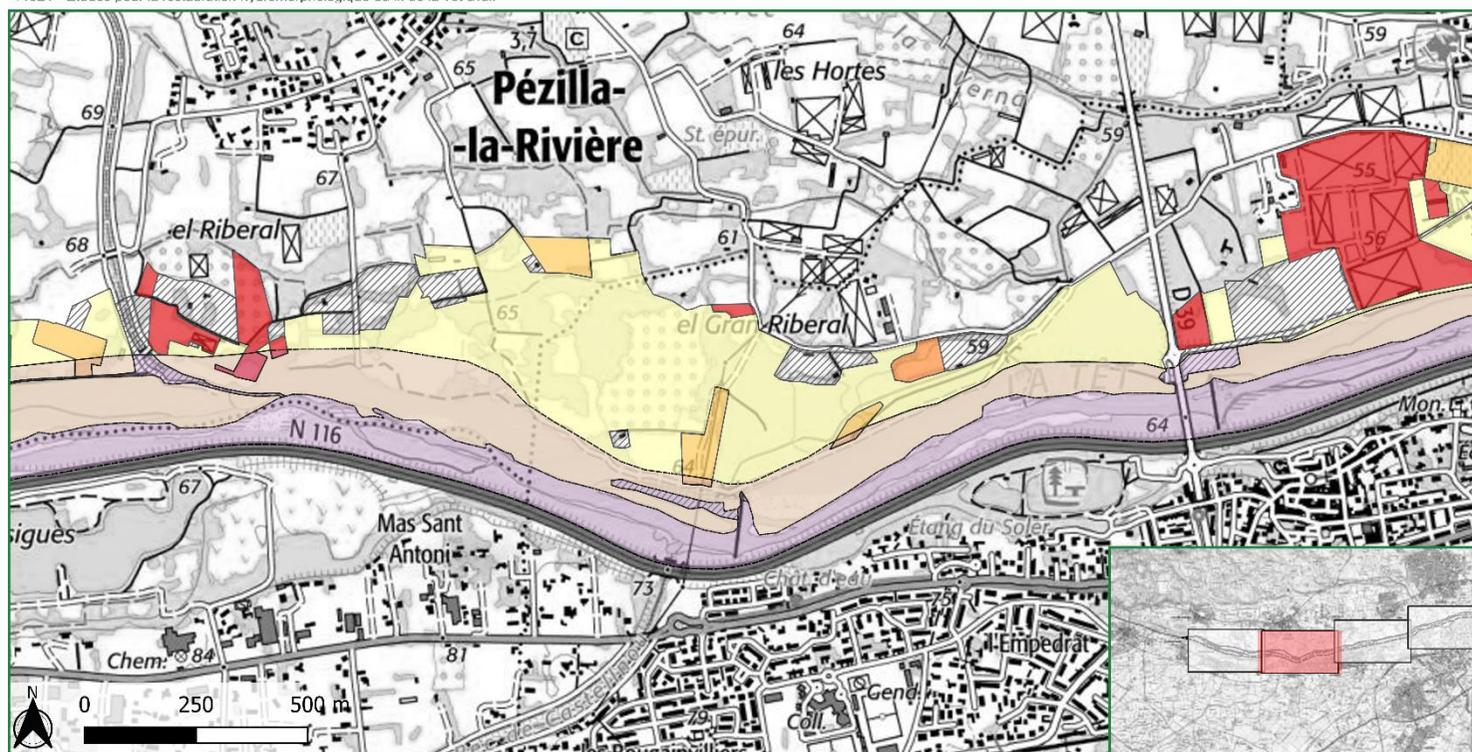
 Emprise AVP



Figure 4-28. Localisation et niveau de sensibilité des enjeux des parcelles agricoles impactées par le projet dans le secteur de Saint-Félic-d'Avall.

Parcelles agricoles impactées par le projet

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

Sensibilité des enjeux

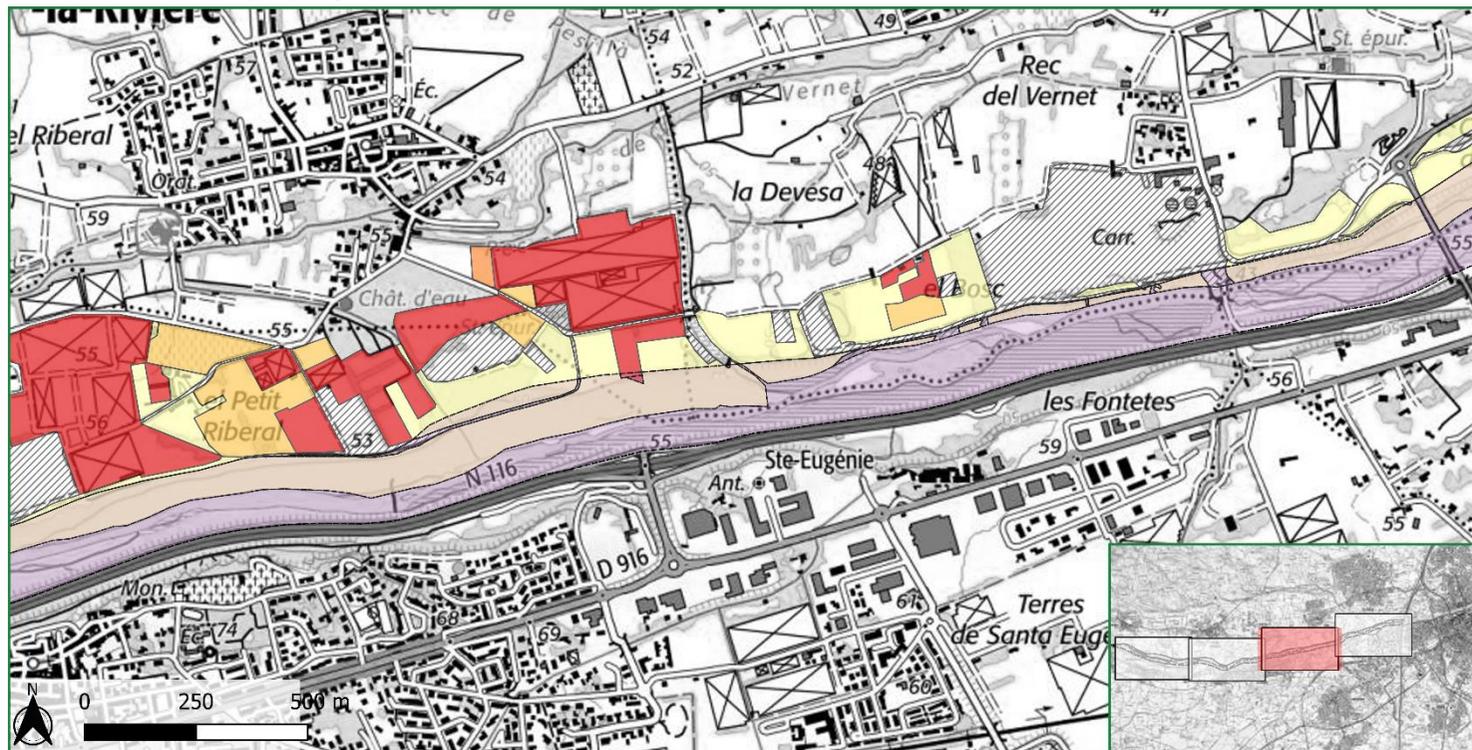
- Nulle
- Faible
- Moyenne
- Forte
- Très forte

Emprise AVP



Parcelles agricoles impactées par le projet

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

Sensibilité des enjeux	
	Nulle
	Faible
	Moyenne
	Forte
	Très forte

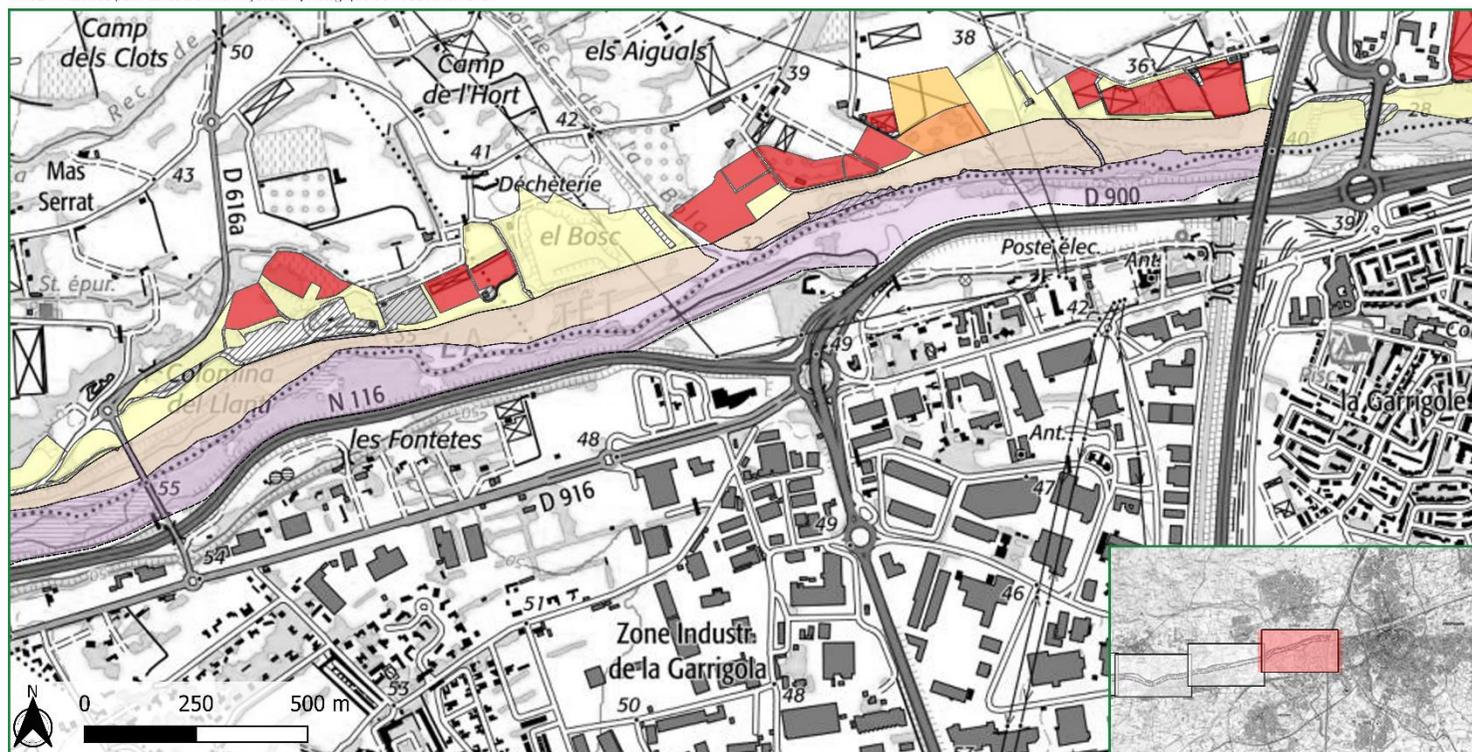
Emprise AVP



Figure 4-30. Localisation et niveau de sensibilité des enjeux des parcelles agricoles impactées par le projet dans le secteur en aval du Soler.

Parcelles agricoles impactées par le projet

44321 - Etudes pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval.



Légende

Sensibilité des enjeux

-  Nulle
-  Faible
-  Moyenne
-  Forte
-  Très forte

 Emprise AVP



Figure 4-31. Localisation et niveau de sensibilité des enjeux des parcelles agricoles impactées par le projet dans le secteur en aval de Baho.

5. ETUDES COMPLEMENTAIRES ET PRECONISATIONS POUR LES TRAVAUX

5.1 LES ETUDES COMPLEMENTAIRES A LA PHASE AVP

Des études complémentaires seront nécessaires afin de pouvoir affiner la description des aménagements au stade PRO. Ces dernières, listées ci-dessous, se veulent le plus exhaustives possible afin de prendre en compte l'ensemble des problématiques sur le linéaire d'étude :

- Études géotechniques pour caractériser la nature et la qualité des matériaux extraits. L'analyse devra permettre de définir plus précisément la filière de destination des matériaux et en conséquence les coûts engendrés : réutilisation en remblai technique ou en remblai pour le projet, mise en centre de stockage, valorisation pour optimiser le bilan déblais/remblais ;
- En cas de présomption de pollution des matériaux, des études spécifiques de sites et sols pollués seront effectuées avec : une analyse historique, des mesures qualité, un estimatif des quantités à traiter, l'identification d'une filière d'évacuation ou de valorisation si possible, l'identification des sites pouvant recevoir les matériaux non inertes et les coûts associés. Ne disposant pas d'éléments sur la nature des polluants, le chiffrage de cette étude au stade AVP n'est pas réalisable et est donc intégré dans le poste « Imprévu » représentant 10% du montant total des travaux.;
- Études géophysiques pour localiser précisément la profondeur du substratum afin d'adapter si nécessaire le projet pour ne pas impacter la roche ou limiter son impact ;
- Compléments topographiques et bornage de la situation actuelle, indispensable pour affiner les aménagements en coupe, en plan et en volume, pour préciser le chiffrage et élaborer les plans PRO ;
- La stratégie foncière mise en œuvre consistera à réaliser une enquête parcellaire sur l'emprise du linéaire AVP dès l'année 2023, afin de pouvoir lancer les procédures d'acquisition sur le linéaire PRO durant l'année 2024. La stratégie pourra également intégrer une étude de l'impact des aménagements sur les exploitations agricoles afin de compléter le diagnostic agricole déjà réalisé par la Chambre d'agriculture en 2018 ;
- Des études géotechniques sur la structure des ouvrages existants (seuils, ponts, passages à gué et RN116) afin d'en déterminer la stabilité. Ces études permettront de confirmer ou d'adapter les aménagements envisagés, mais également de définir de nouvelles mesures correctives (analyse bibliographique, visite et éventuellement réalisation de mesures in situ et/ou en laboratoire) ;
- Complément d'inventaire faune-flore avec la réalisation d'un inventaire 4 saisons permettant de décrire l'état initial du site avant les travaux et recenser les espèces, particulièrement celles protégées, les habitats naturels et les zones humides impactées par le projet ;
- Études hydrogéologiques pour suivre l'évolution après les travaux (optionnel).

5.2 ÉLABORATION DES DOSSIERS REGLEMENTAIRES

L'impact sur le milieu impose la réalisation de dossiers réglementaires au regard du code de l'environnement.

De façon générale, les études réglementaires nécessaires sont :

- Dossier d'autorisation environnementale au titre de l'article R.214-1 du code de l'environnement (anciennement dossier Loi sur l'Eau). L'instruction du dossier sera plus approfondie avec la réalisation d'une enquête publique et aboutira à un arrêté d'autorisation pour réaliser les travaux ;
- Dossier de demande d'examen au cas par cas, pouvant aboutir à la nécessité d'un dossier d'évaluation environnementale (ex-étude d'impact) permettant d'apprécier les effets du projet sur l'environnement et de proposer des mesures visant à compenser ou corriger ces effets (mesures ERC) ;
- Dossier d'incidence Natura 2000 permettant de vérifier la compatibilité d'une activité avec les objectifs de conservation du ou des sites Natura 2000 à proximité. Dans le cas où une première analyse conclura à l'absence d'incidence significative sur les sites Natura 2000, le contenu du dossier pourra se limiter à la présentation et à l'exposé définis au I de l'article R. 414-23 ;
- Dossiers de demande de dérogation pour la perturbation et la destruction/altération d'habitats d'espèces protégées, dit dossier CNPN ou DEP. Il constitue l'ultime étape de la séquence ERC. En accord avec l'article L. 411-2 du Code de l'environnement, après validation de l'autorité administrative ce dossier permet d'autoriser exceptionnellement la destruction d'espèces protégées ;
- Enquête parcellaire sur l'emprise du linéaire AVP pour déterminer avec précision les biens situés dans l'emprise du projet et d'identifier exactement leurs propriétaires. Elle devra être réalisée simultanément à l'enquête préalable à la Déclaration d'Utilité Publique (DUP) décrite ci-après dès l'année 2023, afin de pouvoir lancer les procédures d'acquisition sur le linéaire PRO durant l'année 2024 ;
- Une Déclaration de Travaux (DT) et une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) pour lister les réseaux compris dans l'emprise et informer les propriétaires ;

Le statut foncier des parcelles cadastrales concernées, pour partie privées, pourra en outre imposer d'autres études et procédures :

- La Déclaration d'Intérêt Général (DIG) est une procédure qui permet au maître d'ouvrage d'entreprendre sur foncier privé, l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, ouvrages et installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence, visant l'aménagement et la gestion de l'eau (art. L. 211-7 du code de l'environnement) ; le recours à cette procédure permet notamment d'accéder aux propriétés privées riveraines des cours d'eau. Elle nécessite une enquête publique susceptible d'allonger les délais ;
- L'acquisition foncière de certaines parcelles privées sera très probablement nécessaire en amont de la phase travaux pour la réalisation de ceux-ci, mais également pour l'entretien. Une étude d'enquête parcellaire sera donc nécessaire à ce titre. Le projet pourrait être soumis à enquête publique préalable à la Déclaration d'Utilité Publique (DUP) en vue d'expropriations, si aucune acquisition amiable n'était possible.

À noter que l'arrêté de prescription du 30 juin 2020 définissant les travaux de restauration des fonctionnalités naturelles des milieux aquatiques comme relevant de la rubrique 3.3.5.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement a été annulé par le Conseil d'État. C'est également le cas pour l'alinéa h de l'article 3 du décret n°2020-828 du 30 juin 2020 qui permettait de modifier la nomenclature et la procédure en matière de police de l'eau (possibilité de réaliser des travaux de restauration sous un régime de déclaration). L'annulation prendra effet le 1^{er} mars 2023.

5.3 PRECONISATIONS POUR LA REALISATION DES TRAVAUX

À ce stade de l'étude, il est possible d'émettre des préconisations pour la réalisation des travaux qui seront à affiner et à recontextualiser en fonction du secteur :

- Travaux hors période de crue ou avec un système de vigilance ;
- Stockage des engins / des matériaux hors zone inondable ;
- Occupation temporaire de travaux : convention avec les privés pour autoriser le passage des engins de chantier sur leur parcelle ;
- Des arrêtés de voirie pour les passages communaux seront demandés au préalable pour tout travaux de déviation, fermeture de routes communales ;
- Préparation des éventuelles servitudes de passage (par exemple lorsqu'on reprend une canalisation) ;

Sur les aspects écologiques, il sera nécessaire :

- De réaliser des pêches électriques de sauvegarde ;
- De prendre en compte l'ensemble du contexte et de travailler sur des phases préparatoires de chantier, la chronologie et la synchronisation possible afin de réduire les impacts sur les habitats, la faune et la flore en phase travaux ;
- De fractionner géographiquement les travaux pour préserver des habitats fonctionnels de façon continue (principe d'alternance) : réaliser les aménagements depuis le lit actuel vers les berges par alternance afin d'assurer une continuité des écoulements, avant la mise en service du tronçon complet et l'activation du nouveau lit d'étiage.

La stratégie habituelle est de préférer la réalisation de la totalité des travaux à impact fort en dehors des périodes sensibles pour les espèces présentes sur le site. Nous pouvons citer les principales contraintes suivantes :

- L'automne est généralement moins favorable aux mammifères, car ils sont encore mobiles ;
- Pour les oiseaux, la période de reproduction (mars à juin) et la période d'élevage des jeunes (s'étend globalement jusqu'à mi-juillet/mi-août) est défavorable au démarrage des travaux ; le reste de l'année réduit fortement l'impact sur les individus, tous en capacité de fuir ;
- Pour les reptiles, les individus occupent le site toute l'année ; l'automne est moins défavorable, car les jeunes ont grandi et les adultes ne sont pas encore en hivernage ; tous conservent une capacité de fuite suffisante ;
- Les amphibiens se reproduisent principalement en début et milieu de printemps ; les larves arrivent à l'âge adulte dans le courant de l'été ;

- Pour les poissons, la reproduction des espèces repères s'échelonne principalement entre fin novembre (Truite fario) et mars (Brochet).

Le tableau ci-dessous représente synthétiquement les impacts sur les trois premiers groupes cités en fonction de la période de travaux (rouge : impact fort, orange : impact moyen, vert : impact faible) :



Figure 5-1. Schéma synthétique des impacts sur les 3 premiers compartiments biologiques en fonction de la période de travaux.

L'idéal sera donc de commencer les travaux à l'automne, qui est le moins impactant pour l'ensemble des compartiments. Toutefois, une planification avec des phases préparatoires (par exemple le déboisement) contribue à rendre le milieu défavorable, les espèces ne sont plus amenées à fréquenter les zones de chantier et le reste des travaux pourra se poursuivre hors des périodes à impacts forts. Comme l'aménagement présente pour objectif principal la restauration morphologique du cours d'eau et vise donc à améliorer la diversité d'habitat, une fois la phase travaux terminée, le milieu sera fortement favorable à la colonisation de la faune et de la flore.

L'inventaire 4 saisons devra préciser les mesures d'ERC (Eviter, Réduire, Compenser) spécifiques à chaque secteur d'étude, en fonction des espèces à enjeux, et une attention particulière devra donc être portée sur la planification des travaux et plus particulièrement sur la possibilité des travaux préparatoires.

Ces travaux pourront ajouter des délais supplémentaires au planning, mais sont indispensables pour réduire les impacts écologiques. Des exemples de travaux préparatoires sont listés ci-dessous :

- Déboisement anticipé ;
- Récolte des graines et conservation pour les réimplanter une fois la phase travaux terminés ;
- Mise en réserve des couches superficielles de sol, au droit des secteurs à enjeu pour la flore en particulier, pour remise en œuvre à l'issue des travaux
- Identification des arbres à conserver (de plus forts diamètres a priori) même si les pieds/collets sont remblayés et que leur survie semble peu probable ou impossible : leur conservation et leur évolution en bois mort sur pied permettra la création d'habitats pour les insectes xylophages et les mammifères et oiseaux cavicoles ; une attention sera portée à leur localisation et à leur gestion (élagage/...) afin de ne pas aggraver le risque de formation d'embâcles.

Dans le cadre de la sécurisation du chantier en phase travaux, l'entreprise devra prendre toutes les précautions nécessaires pour garantir l'intégrité du site, qu'il s'agisse des travaux proches des opérations de terrassement et de restauration ou des alentours plus éloignés. Une attention devra être portée pour éviter toute dégradation d'infrastructures, de plantation ou d'arbres à préserver.

6. PLANNING PREVISIONNEL EST ESTIMATION FINANCIERE

6.1 PLANNING

L'établissement d'un planning des aménagements à ce stade de l'étude est un peu prématuré en raison des incertitudes sur les délais de réalisation. Néanmoins, sur la base des volumes de matériaux déplacés, des acquisitions foncières, de l'établissement des dossiers réglementaires et de leur instruction, le délai global de l'opération sur le linéaire AVP est estimé à environ 10 ans (Figure 6-1). Il faut compter entre 3 et 4 ans de travaux pour un linéaire de 3 km.

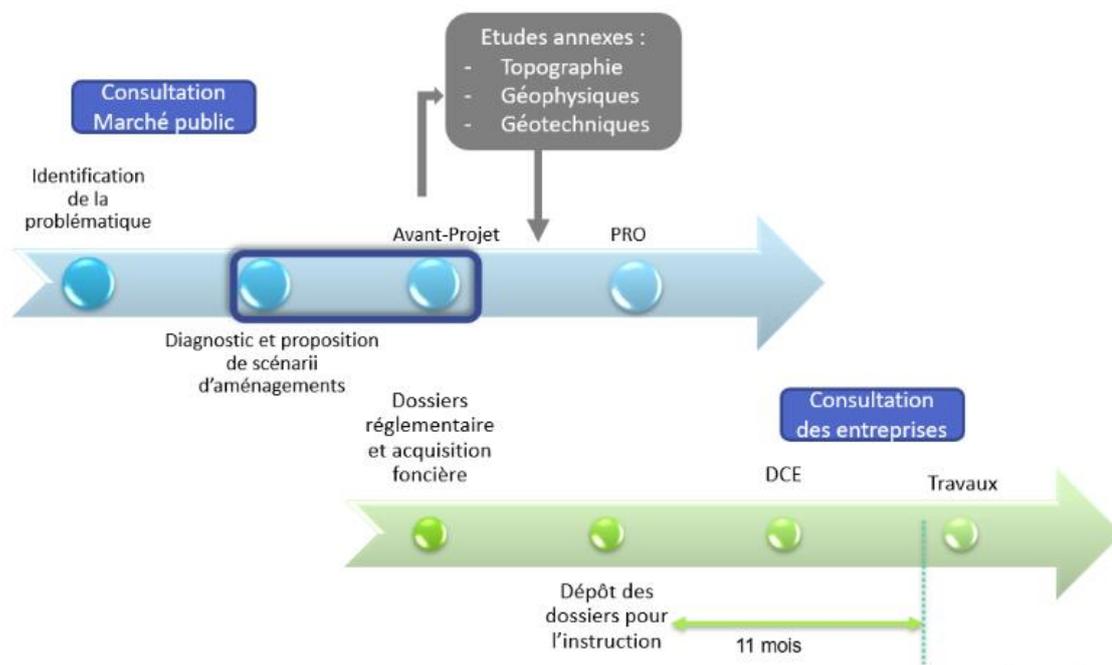


Figure 6-1. Schéma conceptuel représentant les grandes étapes d'un projet en partant de l'étude jusqu'à la réalisation des travaux.

6.2 HYPOTHESES DE CHIFFRAGE

Les hypothèses de chiffrage sont décrites dans le paragraphe précédent, ainsi que les hypothèses prises pour l'estimation.

Les hypothèses de chiffrage ne prennent pas en compte :

- Des sujétions particulières de franchissement ou dévoiement des réseaux existants non chiffrées ;
- Des contraintes particulières de construction, telles que la tenue au séisme, les zones ATEX, et hormis celles décrites dans les paragraphes précédents ;
- Pas de reprise structurelle (GC et fondations notamment) des ouvrages existants hormis ceux décrits dans le chapitre précédent ;

- Les coûts organiques internes de projet ;
- Les aménagements hors zone d'étude nécessaires pour les amenées de fluides et des accès routiers ;
- Les éventuelles déposes de réseaux ou ouvrages anciens pouvant être mis à jour lors des terrassements préparatoires du chantier de construction ;
- Les études géotechniques ou fouilles de reconnaissance (archéologie préventive) pour les études de réalisations ;
- Les exigences constructives particulières découlant des études géotechniques et/ou des études d'impact / de dangers et/ou des études architecturales, etc. (hypothèse de chiffrage : fondations superficielles) ;
- Les relations avec les organismes officiels (DREAL, Agence de l'Eau, etc.)
- Les études architecturales complémentaires éventuelles, et/ou la prise en compte d'exigences architecturales non explicitées à ce jour ;
- Les coûts des prestations de service : mission de maîtrise d'œuvre, de contrôle technique réglementaire, de prévention sécurité, de géomètre, etc. ;
- Les frais de préparation et de mise à disposition des ouvrages et installations existantes, pour les besoins des travaux d'aménagement :
 - o Mises à disposition des ouvrages existants (mise hors tension ou hors fluide process, vidange, dégazage, nettoyage, décontamination)
 - o Installations provisoires éventuelles pour maintien en marche des installations
- Toute sujétion de servitude non explicitée.

À noter que le coût total des travaux d'urgence effectués après le passage de la crue de la tempête Gloria et détaillés ci-dessous a atteint 5 millions d'euros (hors désembâclements).

- Construction d'un nouveau seuil 700 m en amont du seuil de Millas à la suite de sa destruction et surcreusement du canal de Corneilla pour permettre son alimentation;
- Réfection du seuil du Soler 3 en raison de la formation d'une brèche ;
- Mise en place de protections et de rang en gabions pour stopper l'affouillement observé sur une des piles du pont de Millas.

6.3 ACQUISITION FONCIERE

Au regard des enjeux et notamment agricoles, à ce stade nous avons réalisé une première estimation financière des acquisitions foncières. Pour cela, nous avons établi un prix moyen à l'hectare en fonction de l'occupation du sol. Ainsi, les parcelles impactées sont occupées par des terres enherbées, de la ripisylve, des vergers ou des cultures.

En première approche, le coût moyen a été estimé à 9 500€/ha. Ce coût ne considère pas la prise en compte de cultures spécifiques ou de vignes AOC.

Ainsi, avec une superficie de 117,05 ha impactés, le coût de l'acquisition foncière est estimé à 1 111 975€ /HT, sur le linéaire AVP.

6.4 ESTIMATION DES COÛTS D'INVESTISSEMENT

La mission d'AVP a permis d'affiner le scénario retenu et d'obtenir une estimation financière de 80,6 millions d'euros sur 13 km de cours d'eau, soit environ 6,2 millions d'euros le km sans prise en compte des spécificités de chaque tronçon.

Le détail quantitatif et qualitatif de l'AVP est joint en Annexe 5.

Les principaux postes de dépense sont le terrassement (42%), la construction d'un pont (13%) et le traitement de la végétation (7%) et la construction des ouvrages de calage du profil en long et des ouvrages de fond (6%).

L'acquisition foncière constitue également un coût non négligeable avec une estimation de 1,1 millions d'euro/HT. Ce montant a été obtenu à partir d'un prix moyen à l'hectare en fonction de l'occupation du sol et des parcelles impactées (e.g., terres enherbées, ripisylve, vergers ou cultures) et ne considère pas la prise en compte de cultures spécifiques ou de vignes AOC.

Le tableau suivant fournit une évaluation préliminaire des investissements supplémentaires nécessaires. Pour le tronçon pilote, l'estimation s'élève à 20,4 millions € /HT sur quatre ans (Tableau 10).

Le détail quantitatif et qualitatif de l'AVP pour le site pilote est joint en Annexe 6. Il prend en compte les spécificités du tronçon avec la réalisation d'aménagements annexes tels que la gestion d'un retour d'irrigation avec la pose d'enrochements libres en pente douce, la pose de remblai à la confluence avec La Boule, ainsi que la reconstitution de la prise d'eau du canal des 4 Cazals qui depuis l'effondrement du seuil de Baho n'est plus alimenté comme il l'était.

À titre de comparaison, le montant total des travaux de restauration du Drac amont se sont élevés à 4,8 millions €, soit environ 1,3 million € /km, répartis de la manière suivante :

- Coût de l'étude préalable : 174 850 € HT ;
- Coût des acquisitions foncières (59 ha) : 210 000 € HT ;
- Coût de la maîtrise d'œuvre : 224 240 € HT ;
- Coût des travaux et aménagements : 4 142 920 € HT, dont 420 000 € HT pour la réhausse et l'équipement d'un seuil ;
- Coût de la valorisation : 50 000 € HT.

L'écart avec les estimations obtenues pour la Têt aval s'explique principalement par l'hypothèse de la mise en décharge d'une partie des déblais faisant doubler le montant pour les terrassements (11,3 millions € contre 3,72 millions € pour le Drac amont) et dans une moindre mesure la gestion de la végétation (non détaillée pour le Drac amont), le coût des études préalables (2,3 millions € contre 175k €), et la réalisation d'ouvrages (1,6 millions € contre 420 k €).

Tableau 10. Programme pluriannuel d'investissement depuis les études complémentaires AVP jusqu'à la réalisation des travaux.

Thématiques et projets	Montants (HT)	2024				2025				2026				2027			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Linéaire AVP (13 km)																	
Définition et suivi des études complémentaires au stade AVP	80 000 €	27k €				27k €				27k €							
Etude géophysique pour localiser la profondeur du substratum	35 000 €	35k €															
Sondages géotechniques complémentaires (caractérisation des matériaux)	400 000 €	250k €				150k €											
Etudes G2, stabilité RN116 et ouvrages	90 000 €	30k €				60k €											
<i>Protocole de suivi de la nappe et étude hydrogéologique</i>																	
Compléments topographiques et bornage	80 000 €					80k €											
Etudes foncières et complément diagnostic agricole	100 000 €	35k €				35k € 30k €											
Acquisition foncière	1 111 975 €					867k €				1 734k €							
Compléments d'inventaire faune-flore	180 000 €	90k €				90k €											
Concertation préalable et communication	80 000 €	40k €				40k €											
Linéaire PRO (3 km)																	
Etudes PRO DCE	100 000 €									100k €							
Marché de maîtrise d'œuvre travaux (DCE cahier des charges et analyse d'offres ACT)	20 000 €													20k €			
Elaboration et suivi des dossiers réglementaires (DAUE, DUP, DIG, CNPN, etc.)	180 000 €					120k €				60k €							
Travaux sur l'emprise PRO	18 000 000 €													18 000k €			
Total	20 456 975 €	472 000 €				1 469 000 €				1 941 000 €				18 000 000 €			



ANNEXES

ANNEXE 1

ALTERNANCE DES FACIES : VUE EN PLAN ET PROFIL EN LONG

ANNEXE 2

CAHIER DES PROFILS EN TRAVERS AMENAGES (AVP)

ANNEXE 3

RAPPORT DE LA MISSION GEOTECHNIQUE

ANNEXE 4

CARTOGRAPHIE DES IMPACTS ECOLOGIQUES

ANNEXE 5

DQE