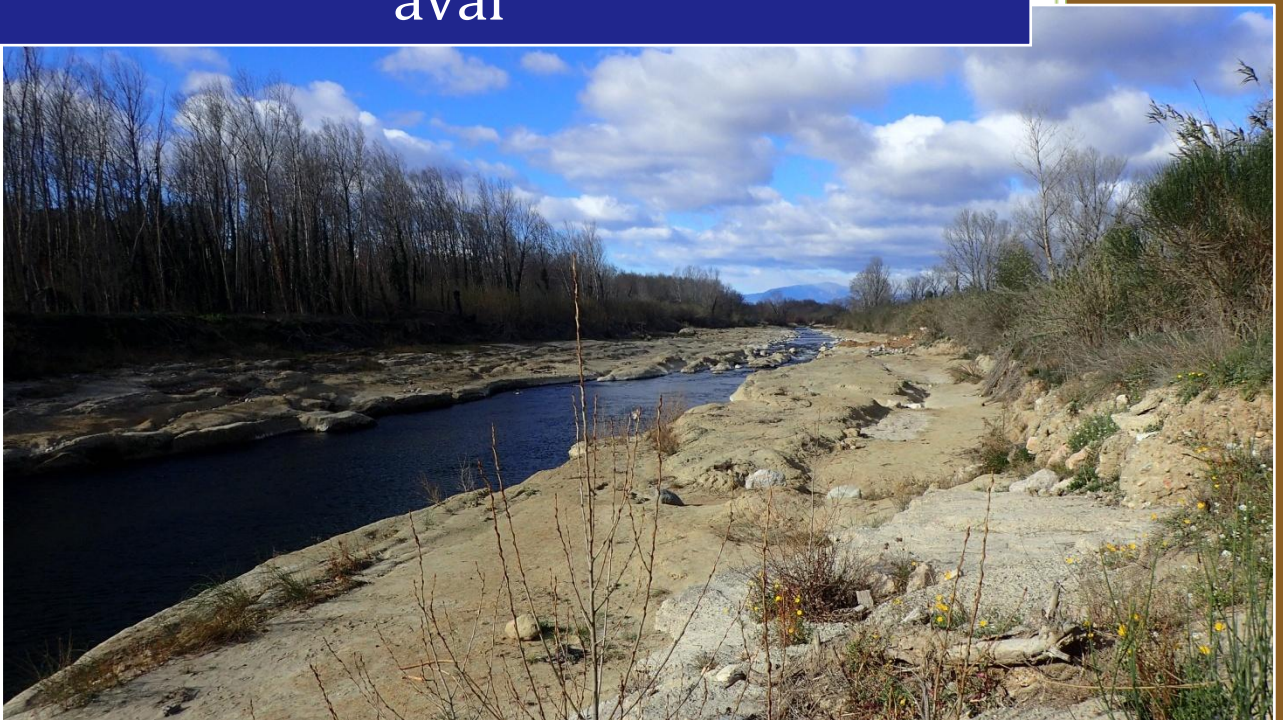


Acquisition de données, interprétation
et analyses diachroniques pour la mise
à niveau des connaissances sur
l'évolution morphologique de la Têt
aval



Rapport d'étude

Cette étude a été réalisée avec le soutien financier de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse et de la Région Occitanie



Table des matières

1	Contexte de l'étude	6
1.1	Objectifs de l'étude	6
1.2	Site d'étude.....	7
2	Méthodologie	9
2.1	Tronçons homogènes	9
2.2	Synthèse des données topographiques.....	10
2.2.1	Anciens profils en long	10
2.2.2	Données PPRI.....	11
2.2.3	Exametrics 2017	12
2.2.4	RGE-ALTI	13
2.2.5	Orthophotographies 2021	13
2.2.6	Levé LIDAR-2021	13
2.2.7	Topographie terrestre 2021	15
2.2.8	Synthèse des données utilisées dans cette étude	17
2.3	Comparaison des profils en long	17
2.4	Comparaison des profils en travers	19
2.5	Réalignement des MNTs et création de différentiels topographiques.....	19
2.6	Evolution de la bande active.....	20
2.7	Synthèse des types d'analyse effectuée	21
4	Impacts de la crue de 2020.....	22
4.1	Hydrologie.....	22
4.2	Chronologie des événements depuis la tempête Gloria.....	24
4.3	Changements morphologiques sur la Têt aval.....	25
4.3.1	Evolution de la bande active	25
4.3.2	Evolution du profil en long	26
4.3.3	Bilans sédimentaires.....	27
4.3.4	Têt aval 1 – Du barrage de Vinça à la sortie des gorges	29
4.3.5	Têt aval 2 – De la sortie des gorges à l'aval du pont d'Ille-sur-Têt.....	29
4.3.6	Têt aval 3 – De l'aval du pont d'Ille-sur-Têt au passage à gué de Néfiach	30
4.3.7	Têt aval 4 – Du passage à gué de Néfiach au seuil de Millas (Prise d'eau canal de Corneilla).....	30
4.3.8	Têt aval 5 – Du seuil de Millas (prise d'eau canal de Corneilla) au seuil de Millas (prise d'eau canal de Pezilla).....	35
4.3.9	Têt aval 6a – Du seuil de la prise d'eau canal de Pezilla (Millas) au seuil de St	

Feliu Amont - Base ULM.....	37
4.3.10 Têt aval 6b– Du seuil de St-Feliu-Amont - Base ULM à l’amont de la station d’épuration de Saint-Féliu-d’Avall	37
4.3.11 Têt aval 7 – De l’amont de la station d’épuration de Saint-Féliu-d’Avall au seuil Soler 3 - prise d'eau du canal de Vernet Pia.....	39
4.3.12 Têt aval 8a – Du seuil Soler 3 - prise d'eau du canal de Vernet Pia à l’ancien passage à gué de la gravière – Baho.....	39
4.3.13 Têt aval 8b – De l’ancien passage à gué de la gravière – Baho au pont de l’A943	
4.3.14 Têt aval 9 à Têt aval 12 - Du pont de l’A9 à la confluence.....	44
4.4 Préconisation de suivi par tronçon homogène	46
4.5 Conclusion.....	46
4.6 Sources bibliographiques.....	47

Liste des figures

Figure 1. Effondrement partiel du seuil de Millas Source : Association Icare, 2020	6
Figure 2. Bassin versant de la Têt et localisation du secteur d’étude.....	8
Figure 3 : Illustration d’un profil en long des Grandes Forces Hydrauliques sur l’aval de la Têt.	10
Figure 4. Illustration des données topographiques réalisées par BCEOM en 2013 (profils de berge et en travers). On peut clairement observer qu’aucun point n’a été mesuré dans les surfaces immergées.	11
Figure 5. Comparaison entre les données Exametrics de 2017 et le MNT RGE alti de 2017 (MNTs avec ombrage et profil en travers)	12
Figure 6. Erreur sur le profil en travers n° 137. Le complément de la topographie terrestre par le LiDAR en rive droite aurait permis de bien prendre le compte le chenal, visible sur les données LIDAR de 2021.....	16
Figure 7. Détail de la chronique hydrologique de la Têt à Perpignan lors de la Tempête Gloria (Pont Joffre) (Source : Banque Hydro)	22
Figure 8. Chronique hydrologique de la Têt à Perpignan (Pont Joffre) entre 2010 et 2021 avec indication des dates des levés (Source : Banque Hydro)	23
Figure 9. Chronologie des événements (travaux, acquisition de données) du lit de la Têt depuis la crue de janvier 2020 Source : SMTBV, 2022.....	24
Figure 10. Illustration du seuil de Millas détruit Source : Association Icare 2020 (haut) ; Setec,	

Hydratec, 2021 (bas)	31
Figure 11. Evolution du profil en long entre 2018 et 2021 sur les tronçons 4 et 5.	35
Figure 12 . Piles déchaussées du pont de Millas (Photographies CD66 à droite, Setec Hydratec à gauche, 2021)	36
Figure 13. : Affleurement du substratum en aval du pont de Millas (SMTBV, 2021).	37
Figure 14 ; Evolution du profil en long entre 2011 et 2021 sur les tronçons 8a et b. A : Fosse locale	43
Figure 15. Illustration de la morphologie type « canyon » avec affleurement du substratum argilo-marneux sur le tronçon Têt aval 8 Source : SMTVB, 2021	44

Liste des tableaux

Tableau 1 : Limites des tronçons homogènes	9
Tableau 2. Synthèse des profils en long historiques	11
Tableau 3. Caractéristiques du vol LiDAR de l'Avion Jaune 2021	15
Tableau 4. Liste des données utilisées dans cette étude.	17
Tableau 5. Liste des profils en long utilisés dans cette étude.	18
Tableau 6. Tableau synthétisant les différentes analyses effectuées.....	21
Tableau 7. Evolution de la largeur de la bande active entre 2018 et 2021.....	26
Tableau 8 : Différences altimétriques entre 2018 ou 2013 (extraits du LiDAR) et 2021 (profils en long de fil d'eau de 3DSI)	27
Tableau 9 : Bilan sédimentaire par tronçon et pour le secteur d'étude.	28
Tableau 10. Bilan sédimentaire par mètre linéaire par tronçon et pour le secteur d'étude.	29

Un *atlas cartographique* accompagne ce rapport d'étude. Il y regroupe la quasi-totalité des cartes, présentées dans ce rapport, au format A3. Les numéros de planche cités dans le rapport font référence aux planches de l'atlas.

Annexe 1 : Graphiques de superposition des profils en long

1 Contexte de l'étude

1.1 Objectifs de l'étude

La tempête Gloria a frappé le bassin versant de la Têt aval du 20 au 23 janvier 2020 avec de forts cumuls de pluie (309 mm enregistré à Rodes sur 72 h). Ceci a engendré une crue majeure de la Têt avec un débit instantané maximal de 1 280 m³/s le 23 janvier équivalent à une crue de période de retour supérieure à 50 ans (Banque Hydro, station de Perpignan-pont Joffre). Une deuxième crue de période de retour supérieure à 20 ans a eu lieu la même année le 22 avril (débit instantané maximal de 918 m³/s, Banque Hydro, station de Perpignan-pont Joffre). Ces fortes crues ont provoqué d'importants changements morphologiques du lit de la Têt et d'importants dégâts sur les infrastructures (*Figure 1*).



Figure 1. Effondrement partiel du seuil de Millas
Source : Association Icare, 2020

Dans ce cadre, le syndicat mixte de la Têt-bassin versant (SMTVB) a souhaité réaliser un suivi topographique et orthophotographique du lit de la Têt aval (du barrage de Vinça à son embouchure), soit un linéaire d'environ 45 km.

Ce suivi a fait appel à différentes techniques d'acquisition :

- Un levé LiDAR et l'acquisition d'une orthophotographie, réalisés par l'Avion Jaune en juillet 2021 ;
- L'acquisition topo-bathymétrique d'un profil en long et de profils en travers réalisée par

Hydrogéosphère/3DSI entre fin juillet 2021 et début novembre 2021 complétée en janvier 2022.

Ces levés ont fait l'objet de rapports méthodologiques spécifiques.

L'objectif de ce présent rapport est de traiter ces données et de les comparer avec les données historiques afin d'étudier les changements morphologiques suites aux crues morphogènes de 2020 et de mieux comprendre le fonctionnement hydromorphologique de la Têt aval et, in fine, de réaliser un programme de restauration afin d'améliorer son fonctionnement notamment lors des crues.

1.2 Site d'étude

D'une longueur de 115 km, la Têt prend sa source au pied du massif de Carlit sur la commune d'Angoustrine-Villeneuve-des-Escalades pour déboucher dans la mer Méditerranée sur la commune de Canet-en-Roussillon.

Le périmètre d'étude concerne la Têt en aval de la sortie des gorges d'Ille-sur-Têt, en aval du barrage de Vinça, jusqu'à son embouchure, soit un linéaire de 45 km (*Figure 2*). Ce tronçon présente de nombreux dysfonctionnements en raison :

- de la présence du barrage de Vinça qui modifie le régime hydrologique et bloque le transit sédimentaire ;
- de l'extraction des matériaux entre 1940 et 1990 ;
- du corsetage de la Têt (RN116, merlons) entraînant une réduction de la mobilité latérale ;
- du piégeage des matériaux par la végétalisation des bancs (induite notamment par la modification du régime hydrologique du fait du barrage).

En conséquence, ce tronçon présente une incision généralisée et un écoulement sur le substratum argilo-marneux sur 13 km entre l'aérodrome de Corneilla-la-Rivière et le pont de l'A9 à Perpignan.

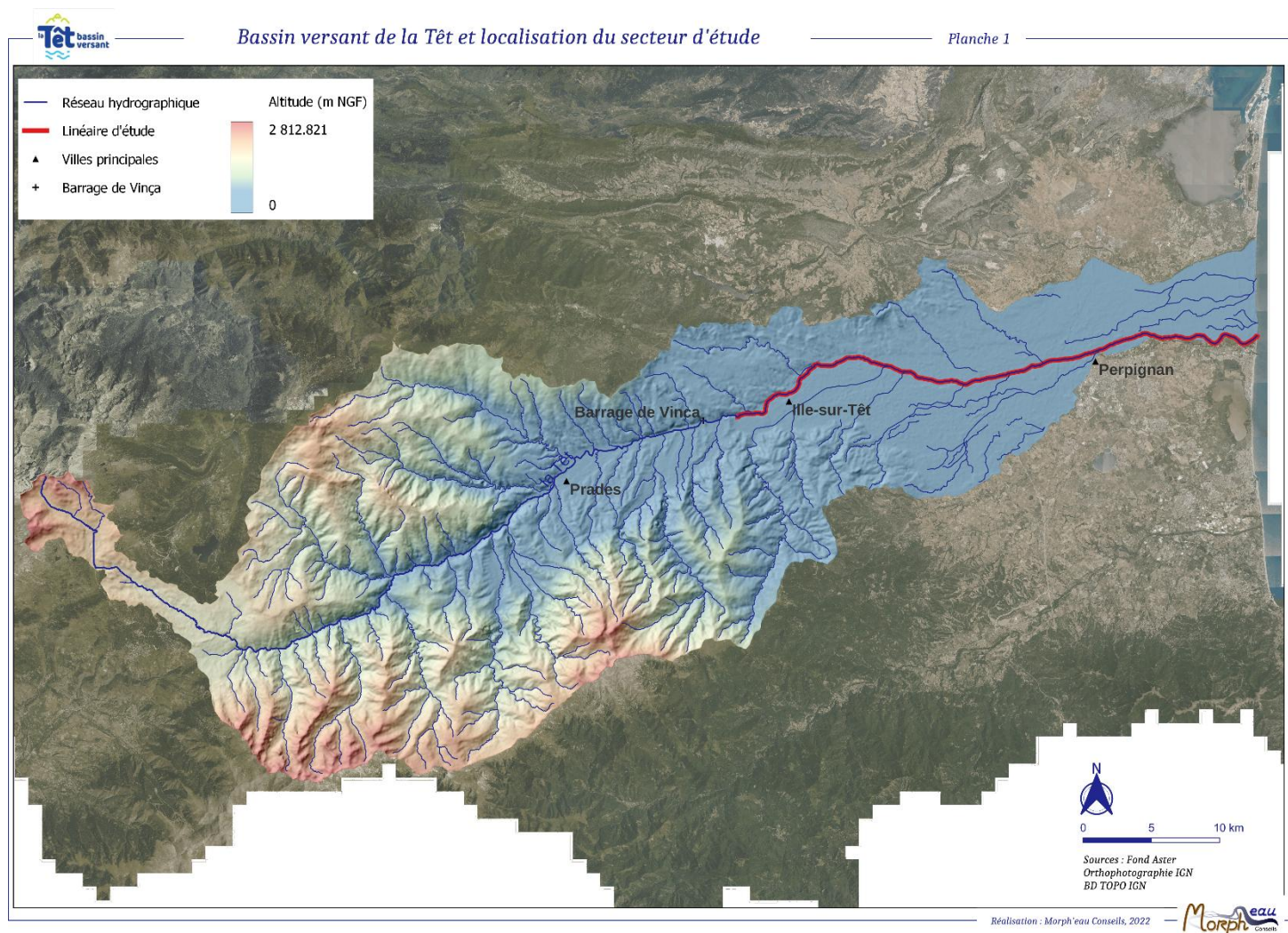


Figure 2. Bassin versant de la Têt et localisation du secteur d'étude.

2 Méthodologie

2.1 Tronçons homogènes

L'étude morphologique a été effectuée à l'échelle des tronçons homogènes vis-à-vis de leur fonctionnement hydromorphologique, définis par l'étude CCeau, Burgeap, 2014 et légèrement modifiés pour s'adapter aux futurs enjeux du projet de restauration de la Têt.

Les limites de tronçon sont décrites dans le tableau suivant et cartographiés sur la *planche 2* de l'atlas. La dernière colonne correspond à la trajectoire morphologique des tronçons définie par CCeau, Burgeap en 2014.

Tableau 1 : Limites des tronçons homogènes

Tronçon homogène	Limite amont	Limite aval	Trajectoire morphologique (CCeau/Burgeap)
Têt aval 1	Barrage de Vinça	Sortie des gorges (Fontaine St-Jules)	Stable
Têt aval 2	Sortie des gorges (Fontaine St-Jules)	Aval du pont d'Ille-sur-Têt	Stable
Têt aval 3	Aval du pont d'Ille-sur-Têt	Passage à gué de Néfiach	Stable
Têt aval 4	Passage à gué de Néfiach	Seuil de Millas - Prise d'eau canal de Corneilla	Déficit
Têt aval 5	Seuil de Millas - Prise d'eau canal de Corneilla	Seuil de Millas - Prise d'eau canal de Pezilla	Stable
Têt aval 6a	Seuil de Millas - Prise d'eau canal de Pezilla	Seuil de St Feliu Amont - Base ULM	Stable
Têt aval 6b	Seuil de St Feliu Amont - Base ULM	Amont de la station d'épuration de Saint-Féliu-d'Avall	Stable
Têt aval 7	Amont de la station d'épuration de Saint-Féliu-d'Avall	Seuil Soler 3 - prise d'eau du canal de Vernet Pia	Déficit
Têt aval 8a	Seuil Soler 3 - prise d'eau du canal de Vernet Pia	Ancien passage à gué de la gravière - Baho	Déficit
Têt aval 8b	Ancien passage à gué de la gravière - Baho	Pont A9	Déficit
Têt aval 9	Pont A9	Pont Joffre	Stable
Têt aval 10	Pont Joffre	Sablrière des Graves	Sur-sédimentation
Têt aval 11	Sablrière des Graves	Lieu-dit Hort d'Anams	Stable
Têt aval 12	Lieu-dit Hort d'Anams	Embouchure	Stable

↑ Incision généralisée-affleurement du substratum ↓

Le tronçon Têt aval 1 n'a été étudié qu'à partir du pont de Rodès, la zone amont étant des gorges.

2.2 Synthèse des données topographiques

2.2.1 Anciens profils en long

Des analyses diachroniques du profil en long avaient été réalisées par ISL du barrage de Vinça à Millas (2011, CONSEIL DEPARTEMENTAL 66), et par BRL (2010) de Vinça à la mer. Celles-ci ont été reprises puis complétées par l'étude Burgeap-CCEau en 2014 entre le barrage de Vinça et l'embouchure. Le fichier excel de comparaison des profils fait état de plusieurs levés de profils en long :

- Le profil en long levé par le Service de Nivellement Général de la France pour le compte des Grandes Forces Hydrauliques (GFH). Il a été réalisé en 1937 et correspond au fil d'eau ;

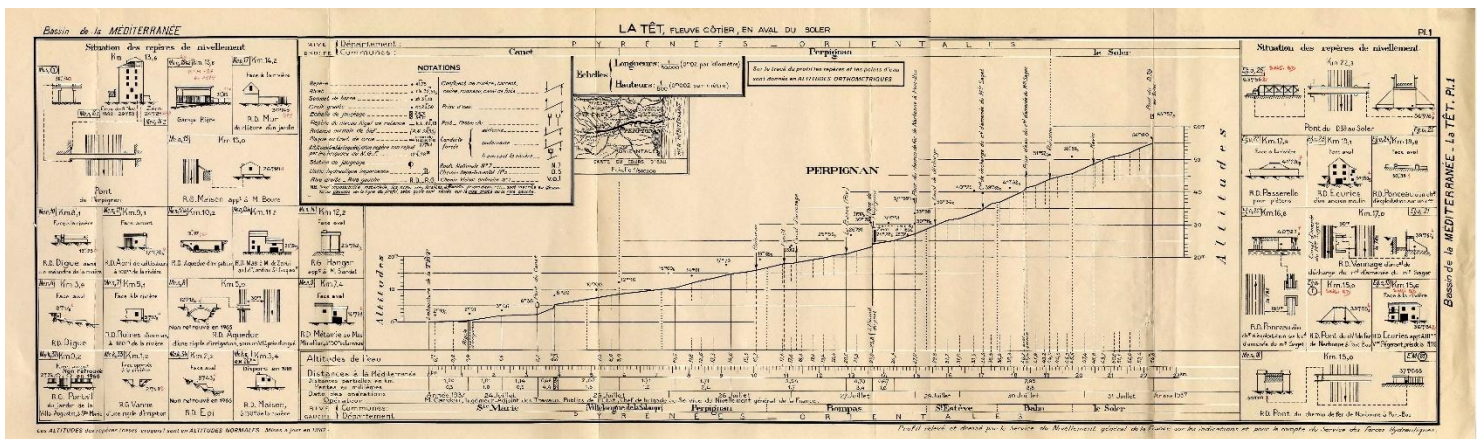


Figure 3 : Illustration d'un profil en long des Grandes Forces Hydrauliques sur l'aval de la Têt.

- Le profil en long de 1978 ;
- Le profil en long de 1992 par BCEOM ;
- Le profil en long levé en 2003 par SIEE ;
- Le profil issu du MNT réalisé par ISL sur la base des données Gaïa datant de 2005-2006 ;
- Le profil en long d'Exametrics 2017 ;
- Le profil en long extrait des données de PPri de 2011. Le profil en long a été reconstruit à partir des points les plus bas des profils en travers de SELARL Bottraud – Barbaroux. Ce profil est un profil de fond du lit.
- Le profil en long extrait des données de PPri de 2013. Burgeap, 2014 a reconstruit le profil en long à partir des points les plus bas des profils en travers de BE2T. Ce profil en long est donc un profil en long de fil d'eau comme précisé dans le paragraphe 2.2.2.

Les profils en long disponibles correspondent à la fois à des profils en long de fil d'eau (noté FE) et de fond (FD) (**Tableau 2**). Dans certains cas, le type de profil n'est pas précisé. Le fil d'eau correspond à la cote du niveau d'eau pour un débit donné. Sont concernés les levés des Grandes Forces Hydrauliques, les profils dérivés des données LiDAR et certains profils terrestres. Les profils en long de fond correspondent à la cote du fond du chenal principal et concernent les topographies terrestres.

Les profils en long de fil d'eau sont dépendants des débits. Ainsi, les différences de débit entre les levés peuvent induire des erreurs d'interprétation des évolutions altimétriques, qui peuvent être liées seulement à une différence de hauteur d'eau entre les levés.

Tableau 2. Synthèse des profils en long historiques

Date	Origine de la donnée	Type de profil en long
1937	GFH	Fil d'eau
1978		?
1992	BCEOM	?
2003	SIEE	?
2005-2006	ISL/Gaïa	Fil d'eau
2011	Burgeap/SELARL Bottraud-Barbaroux	Fond
2013	Burgeap/BE2T	Fil d'eau

2.2.2 Données PPRI

Pour l'élaboration des PPRI sur la Têt aval, deux levés LIDAR ont été effectués :

- Entre le barrage de Vinça et le pont de l'Autoroute A9, en 2011. Des levés terrestres de profils en travers du lit (101 profils), d'ouvrage (21) et de seuils (7) accompagnent cette donnée (Géomètre SELARL Bottraud - Barbaroux et associés). Ces levés terrestres ont été acquis entre le 10/01 et 16/02/2011.
- Du pont de l'autoroute A9 à l'embouchure, le 13/12/2013 par SINTEGRA. Les données ont été contrôlées par des levés dGPS au sol sur 6 surfaces réparties le long de la Têt (soit 181 pts). L'Erreur Moyenne Quadratique de la différence d'altitude entre les points de contrôle et les points LiDAR est de 0,021 m. Des profils en travers ont été levés en mai 2013 par BE2T. La méthodologie d'acquisition de ces profils n'est pas connue et aucun point de fond du lit n'a été mesuré (*Figure 4*). Des profils de berge ont été levés mais aucun profil en long de la Têt.

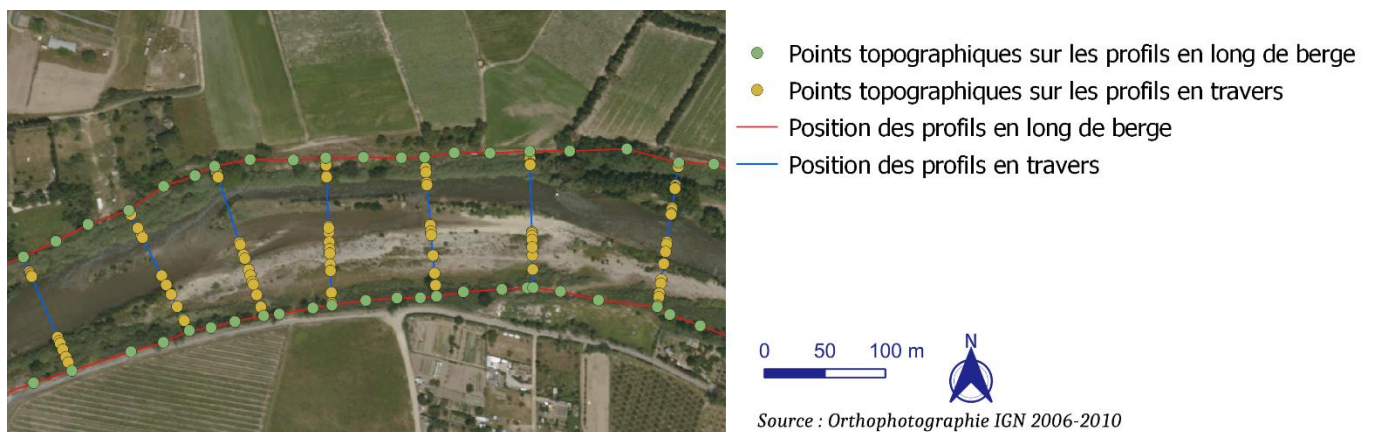


Figure 4. Illustration des données topographiques réalisées par BCEOM en 2013 (profils de berge et en travers). On peut clairement observer qu'aucun point n'a été mesuré dans les surfaces immergées.

2.2.3 Exametrics 2017

Les données topographiques d'Exametrics de 2017 ont été acquises majoritairement par la technique de la photogrammétrie à partir de photographies aériennes en couleur ou en proche infrarouge prises par ULM ou par drone.

La bathymétrie est issue de la photogrammétrie sur les secteurs où le fond était visible et contrôlé par des mesures ponctuelles pédestres. Dans les autres secteurs, les données ont été complétées par un drone muni d'un échosondeur ou par des acquisitions pédestres avec un dGPS.

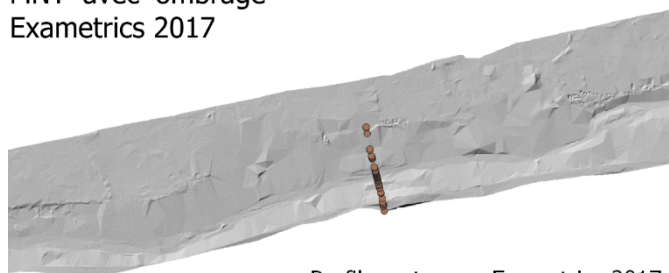
Des zones manquantes ont été topographiées par mobile mapping (scanner mobile).

Les données ont été contrôlées par 84 points au sol levés au dGPS, répartis le long du linéaire.

L'ensemble de ces données a été compilé pour créer un MNS (Modèle Numérique de Surface) et un MNT (Modèle Numérique de Terrain) d'une résolution d'1 m. Le profil en long a été dérivé de ce MNT en prenant les points les plus profonds. 51 profils en travers ont aussi été extraits du MNT.

Cependant, le MNT fourni par Exametrics en 2017 a une résolution très faible avec des points tous les 30 à 50 m. La qualité de la donnée est donc très dégradée (Figure 5). 3DSi a envisagé de retravailler à partir des données brutes pour recompiler le modèle photogrammétrique mais les données brutes récupérées sont partielles (absence de nombreux points de contrôle, absence des données de topographie terrestre). Ainsi il est apparu que la création d'un nouvel MNT serait un travail fastidieux pour au final obtenir un MNT, proche de celui du RGE Alti levé en 2018 entre le barrage de Vinça et le pont de l'autoroute A9. En effet, les données récupérées ne permettent pas d'établir la bathymétrie de la Têt, données qui auraient été une plus-value par rapport au RGE Alti.

MNT avec ombrage
Exametrics 2017



MNT avec ombrage
RGE Alti 2018

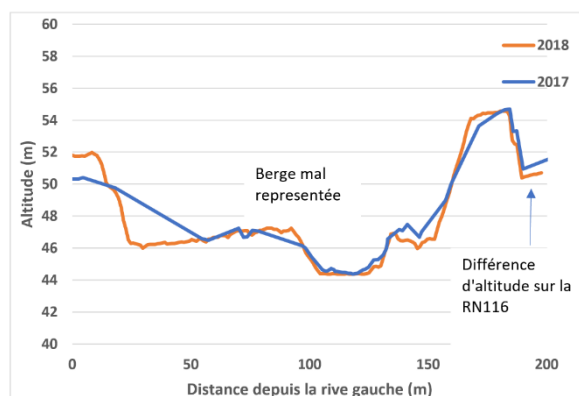
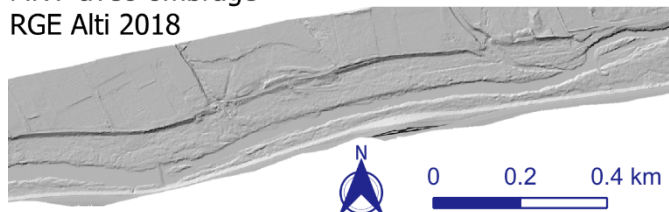


Figure 5. Comparaison entre les données Exametrics de 2017 et le MNT RGE alti de 2017 (MNTs avec ombrage et profil en travers)

Les profils en travers ont été comparés à ceux de 2021 et des écarts significatifs sont observés sur des zones considérées comme stable entre les deux levés (ex. route nationale RN116 longeant la Têt). De plus, la topographie des berges est mal représentée (*Figure 5*). Le profil en long a aussi été comparé aux autres levés et des écarts non expliqués sont aussi observés.

Ces données ne seront donc pas utilisées pour cette étude.

2.2.4 RGE-ALTI

Le RGE ALTI® est un modèle numérique de terrain fourni par l'IGN avec une résolution d'1 ou 5 m. Il se compose de levés obtenus par LIDAR aéroporté ou par corrélation d'images aériennes. Il est mis à jour en fonction des nouvelles acquisitions. Sur la Têt aval, le RGE-ALTI se compose de 3 types de données différentes avec des dates d'acquisitions différentes :

- Du barrage de Vinça à Perpignan : données LiDAR levées par SINTEGRA du 23 au 24 janvier 2018 ;
- Traversée de Perpignan : données mixtes datant entre 2010 et 2018.
- De l'aval de Perpignan à l'embouchure : données LiDAR levées par l'IGN d'avril à juillet 2010.

Pour cette étude, le RGE ALTI d'1m a été utilisé seulement entre le barrage de Vinça et à Perpignan. Ce levé de 2018 permet d'avoir un bon état d'avant crues 2020. Les spécificités du RGE Alti sont une densité de points de 2 pts/m² et une Erreur Moyenne Quadratique inférieure à 0,2 m en z voir inférieure à 0,1 m dans la pratique (Source : RGE ALTI®, descriptif du contenu, IGN).

2.2.5 Orthophotographies 2021

Une orthophotographie à 5 cm de résolution a été produite par la société L'Avion Jaune. Le vol d'acquisition a été effectué le 22 juillet 2021.

2.2.6 Levé LIDAR-2021

L'Avion Jaune a réalisé un levé LiDAR. Cette mission a nécessité de nombreux aller-retour entre L'Avion Jaune, le SMTVB et les autres membres du groupement pour obtenir des données en adéquation avec les besoins de l'étude. La durée de la mission en a été donc été d'autant allongée.

Les différents problèmes sont décrits plus précisément ci-après :

- Le rendu des données LiDAR suite au premier vol, réalisé le 23/04/2021 a été contrôlé par Morph'eau Conseils par comparaison avec des données LiDAR plus anciennes (RGE ALTI 2018, LiDAR des PPri). Ce contrôle a montré des écarts significatifs anormaux sur les routes (> 20 cm), qui peuvent être considérées comme des zones stables. Il est bien noté que le RGE Alti ne peut être une source de validation des données LiDAR car la précision de ces données est plus faible et plus ancienne (discussion avec L'Avion Jaune). Pour expliquer ces écarts anormaux, Morph'eau Conseils a demandé un contrôle du levé par des points de contrôle au sol pour attester de la précision du levé LiDAR. L'Avion Jaune a donc réalisé un levé de points

topographiques au GNSS RTK qui a révélé un défaut matériel du scanner utilisé lors de l'acquisition, celui-ci a donc été renvoyé au constructeur pour réparation et un nouveau vol a été programmé le 2 juillet 2021 ;

- L'Avion Jaune rappelle qu'il est important de noter que la comparaison avec les données de l'IGN ne constitue pas en elle-même une validation. En effet, un contrôle de la précision doit se faire à partir d'une source actuelle dont la précision est supérieure à celle du MNT à contrôler. A priori le scanner YellowScan Explorer peut fournir des données d'une précision de 10 cm ou meilleure, et la densité de points sur la zone était en moyenne de 20 points par mètre carré. Or le RGEAlti sur le secteur d'étude est composé d'une donnée LIDAR de 2018 et de 2010 jointe par un MNT issu de la photogrammétrie. Comme précisé ci-dessus, le levé LIDAR utilisé avait une densité de 2 points par mètre carré. La précision annoncée par l'IGN pour ce produit est de 20 cm en Z et 60 cm en XY. Ce qui signifie qu'un point pris sur le RGE Alti peut correspondre à un point de la réalité situé à plus ou moins 60 cm de celui-ci en planimétrie et plus ou moins 20 cm en altimétrie. Il ne peut donc pas servir de validation pour des données de précision de 10 cm ou meilleure. Seules des données topographiques levées avec un système topographique précis (GNSS RTK ou la station totale) peuvent servir à la validation de cette acquisition.
- Le rendu des données LiDAR suite au deuxième vol a encore montré des écarts d'altitude significatifs avec le RGE ALTI sur certaines zones. La réalisation de points de contrôles topographiques complémentaires au sol par l'Avion Jaune a montré que la donnée de ce second vol était conforme à la précision annoncée. Toutefois l'Avion Jaune a revu la méthodologie de post-traitement en se recalant sur ces points et sur le RGE ALTI (pour faciliter le travail de comparaison, Cf. rapport Avion Jaune).
- Avant le deuxième vol, le SMBTV a demandé un léger élargissement de l'emprise d'acquisition. En raison de la modification hâtive du plan de vol en conséquence par l'équipe air de l'Avion Jaune et d'une information erronée sur la fauchée du scanner (communiquée par le constructeur), les données issues de cette deuxième acquisition présentaient un manque de recouvrement entre certaines lignes de vol. Ces lacunes représentent 30,2 hectares soit 2% de la surface totale, 5,4 hectares sont dans le lit du fleuve soit 0.4% de la surface totale. Ces zones ont été comblées à partir de données photogrammétriques obtenues par l'acquisition photographique. La photogrammétrie ne permettant pas de représenter la topographie sous la végétation, ces zones ne sont donc pas utilisables pour l'étude dans les zones végétalisées.
- La filtration des données LiDAR étant réalisée de façon automatique, cette filtration a nécessité plusieurs reprises manuelles par l'Avion Jaune en particulier au niveau des ouvrages et des berges.
- Les caractéristiques des rendus respectent le cahier des charges avec une densité de points de 20,9 pts/m² avant filtration et 9,8 pts/m² classé sol. Cependant, la densité de points au sol (et donc la résolution du MNT en résultant) est insuffisante pour les besoins de l'étude, en particulier sur les berges végétalisées (étude des érosions de berge et calcul des bilans sédimentaires).

L'Avion Jaune a bien souligné que le MNT du RGE ALTI a une précision plus faible que le MNT acquis par cette mission. Cependant, des écarts très significatifs entre les deux MNT s'expliquent

difficilement. C'est pourquoi la réalisation de points de contrôle au sol a été cruciale pour le bon calage du MNT de l'Avion Jaune.

En retour d'expérience de cette mission, on peut noter :

- Une nécessité de réaliser des surfaces de contrôle au sol pour valider les données LiDAR. Des points topographiques sont mesurés par des techniques de levé topographiques précises (GNSS RTK ou station totale) sur des surfaces de contrôle réparties le long du linéaire. En effet, la précision des données LiDAR varie le long du linéaire en fonction des variations des conditions d'acquisition.
- Une attention particulière à la filtration des données avec une filtration manuelle importante. Ce temps de traitement doit être prévu dans le budget.
- Le capteur LiDAR utilisé n'est pas un LIDAR à retour d'onde complet mais avec un retour de 5 échos. Pour ce type de capteur, un vol avec une végétation moins développée aurait peut-être permis une meilleure qualité pour le MNT sous la végétation.
- Préciser dans le cahier des charges, l'importance d'une bonne qualité du MNT (densité de point et filtration) sous la végétation et en particulier des berges pour bien visualiser les processus d'érosion de berge et minimiser les erreurs dans le calcul des bilans sédimentaires.

Les caractéristiques du vol sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 3. Caractéristiques du vol LiDAR de l'Avion Jaune 2021

Paramètres	Valeur
Date	02/07/2021
Météorologie	Absence de précipitations et de nuages. Vent < 10 kts
Avion	Avion ultra-léger de type ICP Savannah 912 S
Lidar	LIDAR YellowScan Explorer
Hauteur de vol	200 m
Nombre de ligne de vol	3 à 5
Densité de points total	20,9 pts/m ²
Densité de points sol	9,8 pts/m ²
Précision en z (écart type)	0.055 m

2.2.7 Topographie terrestre 2021

En complément du levé LiDAR, les profils en long du fil d'eau et du fond du lit et 140 profils en travers ont été levés par topographie terrestre par Hydrogéosphère/3DSI entre fin juillet 2021 et début novembre 2021, ainsi qu'au mois de janvier 2022. Les levés ont été réalisés par :

- GPS différentiel, constitué d'une antenne fixe et d'une antenne mobile ;
- GPS en temps réel, constitué d'une antenne mobile.

Les mesures terrestres des profils en travers ont été effectuées dans les chenaux en eau et complétées par le LiDAR de l'Avion Jaune pour obtenir des profils en travers sur l'ensemble du lit majeur. Ce travail a été effectué à partir du nuage de points brut du LiDAR pour en extraire

manuellement les points définis comme sol.

En retour d'expérience, on peut noter :

- L'extraction manuelle des points sol à partir du nuage de points LiDAR pour compléter les données terrestres a amené à l'exclusion d'un chenal secondaire sur le profil en travers 137 en raison d'une erreur d'interprétation (*Figure 6*).

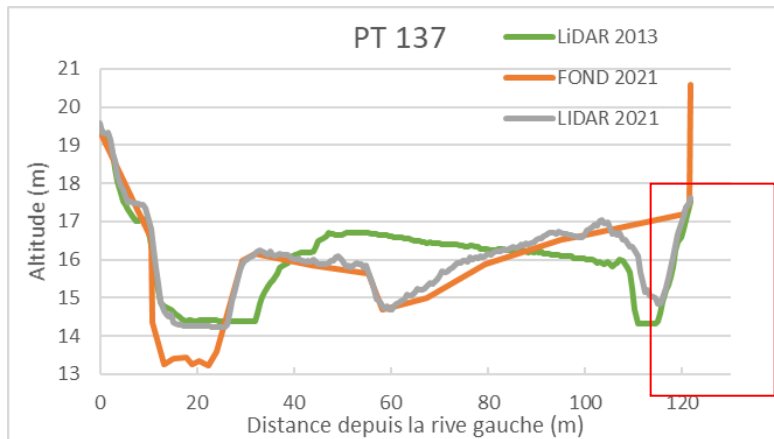


Figure 6. Erreur sur le profil en travers n° 137. Le complément de la topographie terrestre par le LiDAR en rive droite aurait permis de bien prendre le compte le chenal, visible sur les données LIDAR de 2021.

Pour les prochains suivis, l'extraction automatique à partir du MNT du LiDAR des zones non levés sur le terrain (en raison de la végétation) permettrait d'exclure ce type de problème.

- Les profils en travers ont été complétés par le levé Lidar 2021 sur les zones en dehors de la bande active. Or le Lidar 2021 présente une mauvaise qualité à certains endroits en particulier dans les zones où il y avait des lacunes lors du vol, qui ont été complétées par de la photogrammétrie. Le profil résultant présente donc des anomalies à ces endroits (profil n°8 entre les points 34 et 36).
- Les levés devront être effectués à l'étiage pour uniformiser les débits entre les différentes campagnes pour faciliter l'interprétation et permettre une meilleure accessibilité des zones profondes.

2.2.8 Synthèse des données utilisées dans cette étude

Afin de caractériser l'impact des crues de 2020 sur la topographie du lit de la Têt, les données suivantes ont été comparées :

Tableau 4. Liste des données utilisées dans cette étude.

Date	Source	Prestataire	Technique	Données disponibles	Débit moyen journalier(m ³ /s) (Perpignan/pont Joffre)	Emprise des données	
						Barrage de Vinça au pont de l'autoroute A9	Pont de l'autoroute A9 à l'embouchure
2011	PPRI Têt Moyenne	Geophenix	LiDAR	MNT/MNS		✓	
Du 10/01 au 16/02/2011	PPRI Têt Moyenne	Bottraud - Barbaroux et associés	Topographie terrestre	Profils en travers		✓	
13/12/2013	PPRI Têt Aval	SINTEGRA	LiDAR	MNT/MNS	5.99		✓
23-24/01/2018	RGE ALTI	SINTEGRA	LiDAR	MNT/MNS	7.29 /5.890	✓	
02/07/2021	SMTBV	AVION JAUNE	LiDAR	MNT/MNS	2.21	✓	✓
Fin juil. à début nov. 2021 (complément Janv. 2022)	SMTBV	Hydrogéosphère	Topographie terrestre	Profils en long / Profils en travers	20.2	✓	✓

Les données disponibles sont majoritairement des données LiDAR. Les profils en long, en travers et les MNTs dérivés des données LiDAR permettent de mesurer les surfaces émergées mais pas la bathymétrie. Les surfaces immergées peuvent cependant être caractérisées par l'altitude de la surface en eau. Ces données sont donc dépendantes des débits lors des levés. Les levés Lidar du RGE Alti et l'Avion Jaune ont été faits à des débits relativement faibles avec 7,29-5,890 m³/s pour 2018 et 2,21 m³/s pour 2021. Les levés d'Hydrogéosphère n'ont pas été levés à l'étiage mais à un débit plus élevé de 20,2 m³/s. Ainsi les lignes d'eau levés par Hydrogéosphère sont plus élevées que celles des autres données.

Les données permettant de connaître les altitudes du fond du lit sont :

- Entre le barrage et le pont de l'autoroute A9 : les profils en long et travers de 2011 et 2021 ;
- Entre le pont de l'autoroute A 9 et l'embouchure, seuls les profils en long et travers de 2021 sont disponibles. Aucune donnée de fond du lit avant crue n'est donc disponible.

Les données sont localisées sur les *planches 3.1 à 3.9* de l'atlas cartographique.

2.3 Comparaison des profils en long

Des analyses diachroniques du profil en long avaient été réalisées par ISL du barrage de Vinça à Millas (2011, CONSEIL DEPARTEMENTAL 66), et par BRL (2010) de Vinça à la mer. Celles-ci ont été reprises puis complétées par l'étude Burgeap-CCeau en 2014 entre le barrage de Vinça et l'embouchure. Cette analyse a fait l'objet d'un fichier excel de comparaison des profils en long qui intègre l'ensemble des levés historiques (Cf. § 2.2.1).

Aucune précision n'est indiquée sur la méthode de recalage des profils en long entre eux. En effet, le linéaire de cours d'eau étant variable d'un levé à l'autre en fonction des changements morphologiques, le recalage des données doit s'effectuer à partir de repères fixes et les différences

de longueur entre ses repères doivent être ajustées. Les repères indiqués sur les différents levés ne possèdent par ailleurs par la même distance par rapport au barrage, ce qui rend difficile l'ajout de nouvelles données. L'ajout des profils en long de 2021 a tout de même été effectué pour pouvoir le comparer aux anciens profils même si le recalage est approximatif.

Aujourd'hui, avec les données topographiques géoréférencées (x, y, z), une projection des données sur un linéaire de référence permet une parfaite comparaison des données. C'est pourquoi, il a été décidé d'utiliser cette méthode pour la comparaison des données récentes pour étudier avec précision l'impact des crues de 2020. Ce linéaire de référence correspond à l'axe général de la rivière en suivant les méandres stables. Les profils en long projetés sur cet axe sont parfaitement comparables, indépendamment des changements de tracé entre les levés. L'origine de cet axe est le barrage de Vinça.

A partir des données disponibles en x, y, z, les profils suivants ont été comparés :

- Le profil en long de 2011 (FD) ;
- Le profil en long de 2013 (FE), qui a été reconstruit à partir des données LIDAR pour avoir une plus grande densité de points qu'à partir des profils en travers.
- Le profil en long de 2018 (FE) entre le barrage de Vinça et le pont de l'A9, extrait du MNT RGE Alti.
- Les profils en long de 2021 (FE et FD) d'Hydrogéosphère/3DSI.

Le profil des Grandes Forces Hydrauliques de 1937 a aussi été intégré car les graphiques ont de nombreux repères fixes comme des repères géodésiques ou des ponts. Le linéaire entre chaque point fixe a été ajusté. Il s'agit d'un profil de fil d'eau. Ce travail n'a pas pu être effectué sur les autres données historiques, les données brutes n'étant pas disponibles.

L'ensemble des profils pour étudier l'impact des crues de 2020 sont synthétisés ci-dessous :

Tableau 5. Liste des profils en long utilisés dans cette étude.

Date	Source	Prestataire	Technique	Type de profil	Débit moyen journalier(m ³ /s) (Perpignan/pont Joffre)	Emprise des données	
						Barrage de Vinça au pont de l'autoroute A9	Pont de l'autoroute A9 à l'embouchure
1937		GFH		Fil d'eau		✓	✓
Du 10/01 au 16/02/2011	PPRi Têt Moyenne	Bottraud - Barbaroux et associés	Topographie terrestre : profil en long reconstruit à partir des profils en travers	Fond		✓	
13/12/2013	PPRi Têt Aval	SINTEGRA	LIDAR	Fil d'eau	5.99		✓
23-24/01/2018	RGE ALTI	SINTEGRA	LIDAR	Fil d'eau	7.29 /5.890	✓	
Fin juil. à début nov. 2021 (complément Janv. 2022)	SMTBV	Hydrogéosphère	Topographie terrestre	Fil d'eau et fond du lit	20.2	✓	✓

Pour visualiser les évolutions topographiques, des cartographies de différence d'altitude ont été effectuées pour chaque période. Pour cela, pour chaque année les altitudes ont été interpolées tous les 200 m le long du linéaire de référence pour obtenir des valeurs d'altitude aux mêmes endroits d'une année à l'autre puis les valeurs des deux années ont été soustraites. Cette représentation cartographique permet d'observer les tendances à l'exhaussement ou à l'incision à l'échelle de la rivière mais ne permet pas de conclure à une échelle locale. En effet, le pas de distance étant de 200

m, des variations locales peuvent être omises entre deux points ou au contraire la différence d'altitude observée peut être une variation très localisée.

2.4 Comparaison des profils en travers

La comparaison des profils en travers a été réalisée par Hydrogéopshère/3DSI sur Autocad. Les profils en travers de 2021 levés par Hydrogéopshère/3DSI qui correspondent au fond du lit avec indication du niveau d'eau ont été comparés :

- Aux profils en travers de 2011 entre le barrage de Vinça et le pont de l'A9. Seuls 29 profils de 2011 proches de ceux de 2021 ont été comparés. Les profils de 2011 mesurent le fond du lit.
- Aux profils en travers extraits du MNT RGE ALTI de 2018 entre le barrage de Vinça et le pont de l'A9. L'ensemble des profils de cette zones ont été comparés. Les profils de 2018 mesurent l'altitude de l'eau dans les zones immergées car il s'agit de données LiDAR.

Les profils en travers extraits des LiDAR ne permettent pas de caractériser la bathymétrie mais l'altitude des surfaces en eau. Ainsi, les changements morphologiques sous la surface en eau ne sont pas connus.

Le travail de comparaison avait été réalisé avec les profils en travers d'Exametrics 2017 mais la qualité de la donnée s'est avérée douteuse voir § 2.2.3.

2.5 Réalignement des MNTs et création de différentiels topographiques

Pour mettre en évidence les changements morphologiques entre deux campagnes de mesure LiDAR, les MNTs ont été soustraits pour créer un différentiel topographique (différence d'altitude entre les deux dates pour chaque pixel). Afin d'étudier l'impact des crues de 2020, il a été choisi de créer les différentiels suivants :

- Du barrage de Vinça à l'autoroute A9 : différentiel entre 2018 et 2021 ;
- De l'autoroute A9 à l'embouchure : différentiel entre 2013 et 2021 (aucun MNT intermédiaire n'existant).

Les différentiels permettent de :

- Différencier et localiser les secteurs de stockage (zone de dépôt sédimentaire), des secteurs de déstockage (zone d'érosion),
- Calculer les volumes de matériaux stockés ou déstockés.

Les MNTs ont été préalablement réalignés entre eux. En effet, il a été montré que deux levés LiDAR parfaitement géoréférencés montraient un léger décalage de quelques centimètres en altitude pouvant provoquer une mauvaise interprétation des changements morphologiques mais surtout des bilans sédimentaires erronés (Thèse S. Tacon, 2015). Ce décalage est de plus variable dans l'espace. Ce travail a été réalisé sur Cloud Compare en prenant des zones dites stables pour effectuer le réalignement. Il a été décidé de ne pas choisir la donnée de 2021 comme donnée de référence, à la

vue des nombreuses difficultés rencontrées par le prestataire lors de l'acquisition.

Les bilans sédimentaires ont été réalisés à l'échelle de la zone d'étude et des tronçons homogènes entre les différentes dates disponibles à partir des MNTs de différence. Pour établir des bilans sédimentaires fiables, la zone correspondante aux changements morphologiques effectifs a été cartographiée pour chaque période et le bilan sédimentaire a été calculé sur cette zone.

Une limite de détection de 10 cm a été utilisée pour calculer les bilans sédimentaires. Ainsi les différences d'altitudes comprises entre -10 et 10 cm n'ont pas été comptabilisées dans le calcul du bilan sédimentaire.

Les différentiels étant réalisés à partir de données LiDAR, les changements morphologiques sous les surfaces en eau sont minimisés. C'est pourquoi les levés doivent être effectués à basses eaux.

2.6 Evolution de la bande active

La bande active correspond à l'espace occupé par les chenaux en eau et les bancs de graviers non végétalisés. La bande active de la sortie des gorges de la Têt à l'embouchure a été cartographiée à partir de l'orthophotographie de l'IGN acquise le 23/07/2018 à un débit moyen journalier de 3,29 m³/s et de l'orthophotographie de l'Avion Jaune levé le 22/07/2021 à un débit moyen journalier de 1,7 m³/s. Sa largeur a été mesurée en 2018 et 2021 tous les 250 m le long du linéaire afin d'étudier l'évolution de la largeur entre les deux années.

2.7 Synthèse des types d'analyse effectuée

Tableau 6. Tableau synthétisant les différentes analyses effectuées

Secteur	Type d'analyse	Limites
Barrage de Vinça au pont de l'autoroute A9	Comparaion des MNT 2018 (RGE ALTI) et 2021 (Avion Jaune) et bilan sédimentaire	Données LiDAR : non prise en compte de la bathymétrie, Altitudes des surfaces en eau dépendantes des débits lors du levé
	Comparaion des profils en long 2011 (extrait des profils en travers), 2018 (extrait du MNT RGE ALTI), 2021 (topographie 3DSI)	2011 et 2021 fond du lit ; 2018 : fil d'eau 2011 : peu de profils au emplacement des profils de 2021
	Comparaion des profils en travers 2011 (topographie Bottraud), 2018 (extrait du MNT RGE ALTI), 2021 (topographie 3DSI)	2011 et 2021 fond du lit ; 2018 : bathymétrie non caractérisée
	Digitalisation des bandes actives de 2018 et 2021	
Pont de l'autoroute A9 à l'embouchure	Comparaion des MNT 2013 (PPri) et 2021 (Avion Jaune) et bilan sédimentaire	Données LiDAR : non prise en compte de la bathymétrie, Altitudes des surfaces en eau dépendantes des débits lors du levé
	Comparaion des profils en long 2013 (extrait du MNT PPri), 2021 (topographie 3DSI)	Comparaison des fils d'eau, dépendants des débits lors des levés
	Digitalisation des bandes actives de 2018 et 2021	Comparaison des fils d'eau, dépendants des débits lors des levés

4 Impacts de la crue de 2020

Après la présentation des évènements hydrologiques ayant eu lieu ces dernières années et en particulier en 2020, les évolutions morphologiques ont été étudiées sur l'ensemble du linéaire par l'étude de l'évolution de la bande active, de l'évolution des profils en long et le calcul des bilans sédimentaires. Dans un deuxième temps les changements sont décrits à l'échelle des tronçons.

4.1 Hydrologie

En 2020, plusieurs crues de période de retour élevée ont eu lieu sur la Têt avec :

- Du 21 au 27 janvier, un évènement hydrologique lié à la tempête Gloria (20 au 23 janvier) avec plusieurs pics successifs de période de retour 5 ans, supérieure à 30 ans, et enfin supérieure à 50 ans (débit instantané maximal de 1 280 m³/s à la station de Perpignan-Pont Joffre) (Figure 7) ;
- Le 22 avril, une crue de période de retour 20 ans (débit instantané maximal de 918 m³/s à la station de Perpignan-Pont Joffre) (Figure 8).

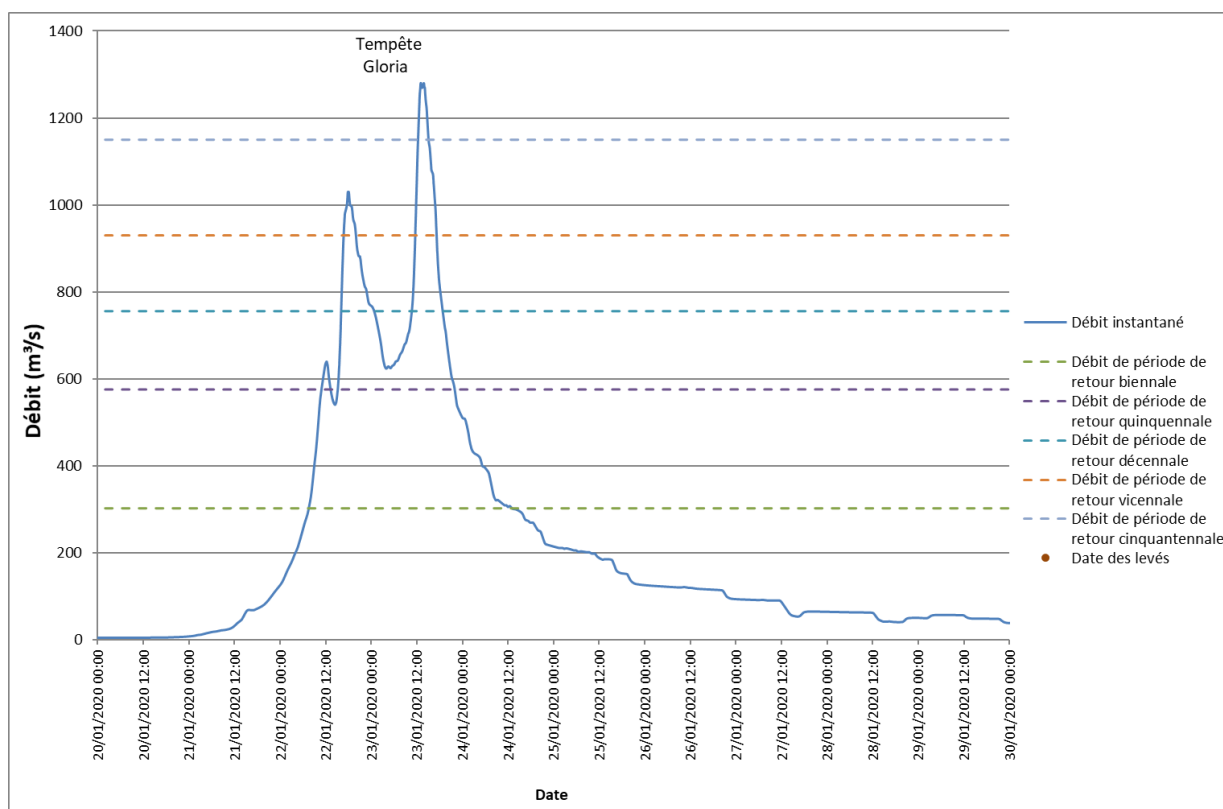
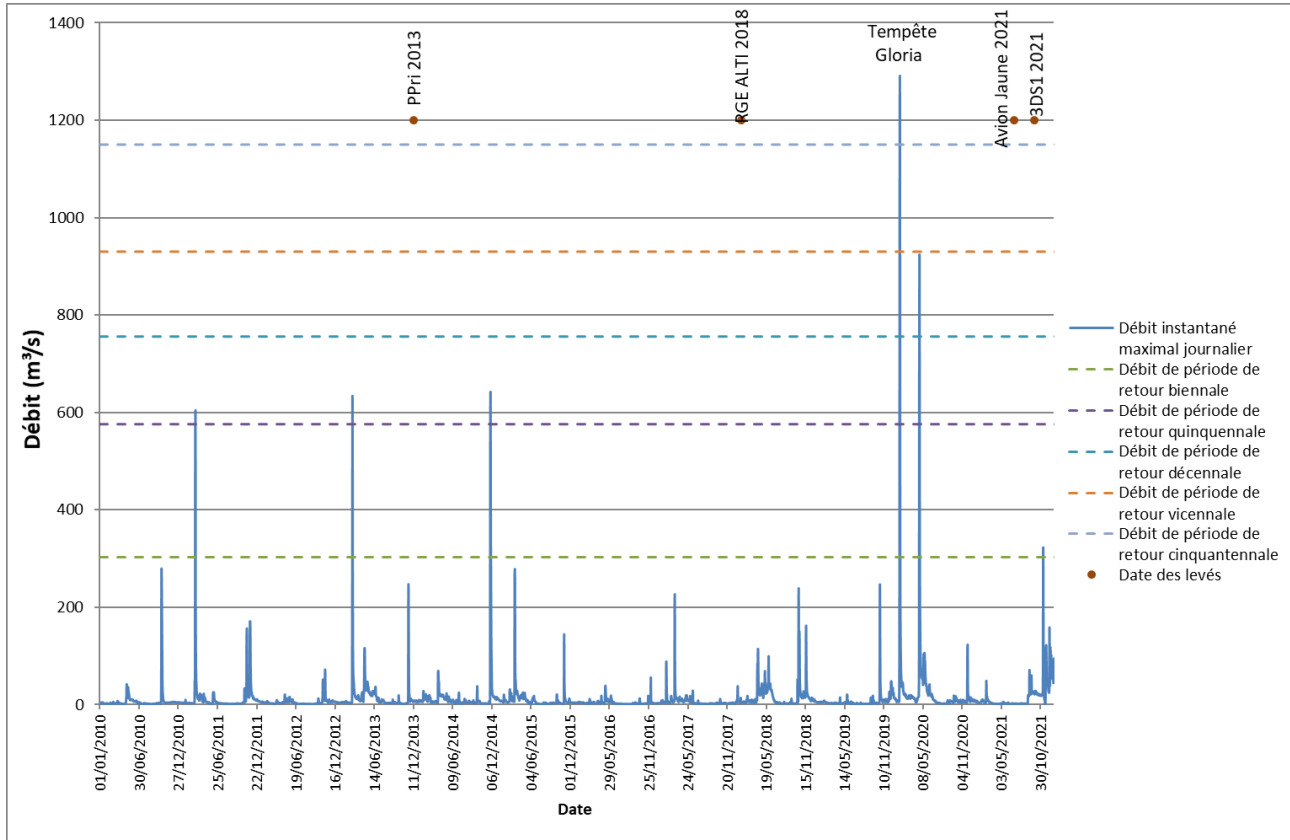


Figure 7. Détail de la chronique hydrologique de la Têt à Perpignan lors de la Tempête Gloria (Pont Joffre)
(Source : Banque Hydro)



Entre le barrage de Vinça et le pont de l'autoroute A 9, les données étudiées de 2018 et 2021 permettent de bien d'encadrer ces deux évènements. Entre le pont de l'autoroute A 9 et l'embouchure, la donnée ante-cruée date de 2013. La période étudiée englobe donc les deux crues de 2020 et une crue plus faible de période de retour 5 ans (Figure 8). Cependant, on peut considérer que les changements observés sont majoritairement liés aux crues de 2020, étant donné leurs puissances plus élevées.

4.2 Chronologie des événements depuis la tempête Gloria

La chronologie ci-dessous synthétise les travaux réalisés dans le lit Têt depuis la tempête Gloria.

Chronologie des événements (travaux, acquisition de données) du lit de la Têt aval depuis la crue de janvier 2020 (Gloria)

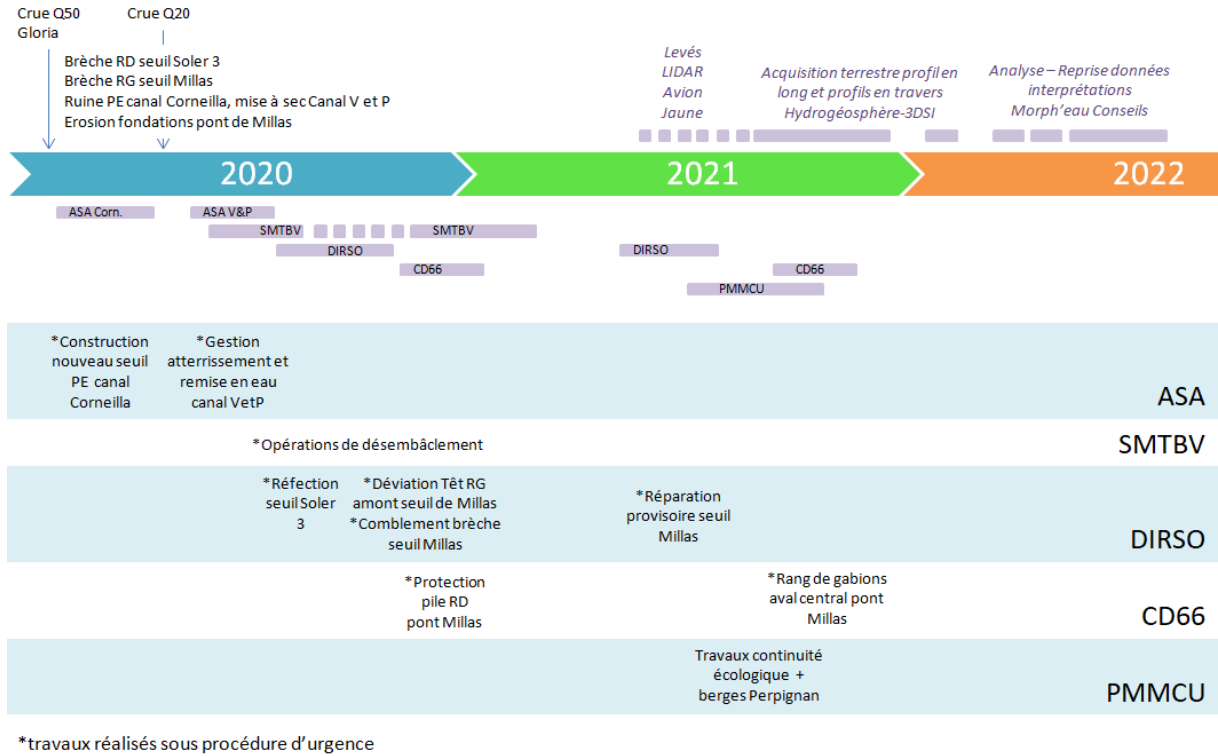


Figure 9. Chronologie des événements (travaux, acquisition de données) du lit de la Têt depuis la crue de janvier 2020
Source : SMTBV, 2022

Plusieurs travaux d'urgence ont eu lieu :

- Au droit du seuil de Millas en raison de sa destruction lors de la crue de la tempête Gloria avec la construction d'un nouveau seuil 700 m en amont, le surcreusement du canal de Corneilla, et la réparation temporaire du seuil de Millas ;
- Au droit du seuil de Soler 3 avec la réfection du seuil en raison d'une brèche ;
- Au droit du pont Millas (protection de la pile, rang de gabions) en raison de l'affouillement d'une pile.

Des travaux de la continuité écologique ont aussi été entrepris à Perpignan.

4.3 Changements morphologiques sur la Têt aval

Un atlas cartographique accompagne ce diagnostic :

- La **planche 2** présente le tableau d'assemblage de l'atlas et les limites des tronçons homogènes ;
- Les **planches 4.1 à 4.9** présentent les cartographies d'évolution de la bande active entre 2018 et 2021 ;
- Les **planches 5.1a à 5.6a** présentent l'évolution du profil en long entre 2011 et 2021 de la sortie des gorges au pont de l'autoroute A9 avec les périodes étudiées : 2018-2021 et 2011-2021 ;
- Les **planches 5.6b à 5.9b** présentent l'évolution du profil en long entre 2013 et 2021 du pont de l'autoroute A9 à l'embouchure ;
- Les **planches 6.1a à 6.6a** présentent les différentiels topographiques entre 2018 et 2021 de la sortie des gorges au pont de l'autoroute A9 avec des exemples d'évolution de profils en travers. Les profils en travers sont extraits de différents types de données avec des profils extraits de données LiDAR qui ne mesurent pas la bathymétrie et des profils en travers terrestres qui mesurent la bathymétrie ;
- Les **planches 6.6b à 6.9b** présentent les différentiels topographiques entre 2013 et 2021 du pont de l'autoroute A9 à l'embouchure avec des exemples d'évolution de profils en travers.

4.3.1 Evolution de la bande active

Les crues de 2020 ont largement élargi la bande active sur l'ensemble de la Têt aval passant d'une largeur moyenne de 37,2 à 53,8 m soit une augmentation de 44,7 %. Le **tableau ci-dessous** montre l'évolution des valeurs moyennes par tronçon et les planches **4.1 à 4.9 de l'atlas** montrent la cartographie de la bande active pour 2018 et 2021 avec des zooms sur certains secteurs.

Les tronçons ayant le plus été impactés sont les tronçons de 2 à 6b et le tronçon 10 avec un élargissement de 87 % et 90 % respectivement pour les tronçons 3 et 5. L'élargissement de la bande active sur le tronçon 5 est la conséquence de la destruction du seuil de Millas pendant la crue de janvier 2020. Les autres tronçons présentent des élargissements tout de même importants entre 20% et 45% avec de plus faibles valeurs pour le tronçon 1 (20%) dont une partie correspond aux gorges et le tronçon 8b (25 %) où la Têt s'écoule dans un chenal très incisé dans son substratum argilo-marneux. Le tronçon en amont de l'embouchure (tronçon 12) a quant-à-lui peu évolué avec un élargissement de 5 %.

Tableau 7. Evolution de la largeur de la bande active entre 2018 et 2021.

Tronçon homogène	Largeur de la bande active (m)		
	2018	2021	% Evolution
Têt aval 1	23.7	28.4	20
Têt aval 2	36.2	48.5	34
Têt aval 3	32.7	61.3	87
Têt aval 4	36.6	59.4	62
Têt aval 5	35.0	66.6	90
Têt aval 6a	46.0	71.1	55
Têt aval 6b	53.6	92.4	72
Têt aval 7	40.3	58.3	45
Têt aval 8a	31.5	42.4	35
Têt aval 8b	34.9	43.6	25
Têt aval 9	36.0	47.8	33
Têt aval 10	36.7	61.0	66
Têt aval 11	34.4	46.2	34
Têt aval 12	61.5	64.2	5

L'élargissement de la bande active par érosion latérale suite à une crue morphogènes est un fonctionnement normal d'une rivière. Celle-ci se rétracte ensuite progressivement par végétalisation. L'érosion latérale permet le renouvellement des milieux aquatiques et terrestres. Il est donc important de laisser un espace de fonctionnement à la Têt pour permettre ces processus morphologiques nécessaires à son bon fonctionnement.

4.3.2 Evolution du profil en long

L'évolution altitudinale du profil en long a été analysée en extrapolant les données des levés de profils en long tous les 200 m. Les résultats sont présentés dans le [tableau ci-dessous](#) présentant la distribution des différences altitudinales des profils en long pour chaque tronçon. Ils permettent de comparer les évolutions entre les tronçons.

Les [planches 5.1a à 5.6a](#) de l'atlas montrent les différences altimétriques entre 2018 et 2021 de la sortie des gorges au pont de l'A9 et les [planches 5.6b à 5.9b](#) entre 2013 et 2021 du pont de l'autoroute à l'embouchure. Les valeurs sont des différences altimétriques entre des profils en long de fil d'eau.

Tableau 8 : Différences altimétriques entre 2018 ou 2013 (extraits du LiDAR) et 2021 (profils en long de fil d'eau de 3DSI)

Tronçon homogène	Evolution du profil en long (2018-2021)			Evolution du profil en long (2013-2021)		
	Evolution moyenne (m)	Incision max (m)	Exhaussement max (m)	Evolution moyenne (m)	Incision max (m)	Exhaussement max (m)
Têt aval 1	-0.27	-0.63	0.57			
Têt aval 2	-0.39	-1.68	1.11			
Têt aval 3	-0.64	-1.89	0.27			
Têt aval 4	-1.17	-2.62	0.29			
Têt aval 5	-0.29	-1.68	0.75			
Têt aval 6a	-0.09	-0.68	0.28			
Têt aval 6b	-0.44	-1.54	0.02			
Têt aval 7	-0.16	-0.65	0.42			
Têt aval 8a	-0.50	-1.59	0.31			
Têt aval 8b	-0.38	-0.95	0.40			
Têt aval 9				-0.21	-0.62	0.05
Têt aval 10				-0.17	-0.90	1.18
Têt aval 11				-0.40	-0.82	0.01
Têt aval 12				0.15	-0.40	0.45

Tous les tronçons sauf le 12 ont une tendance plus ou moins forte à l'incision. Etant donné que le débit lors du levé topographique terrestre de 2021 (autour des 20 m³/s à Perpignan) est largement au-dessus de celui lors du levé LiDAR de 2018 (autour des 6-7 m³/s), ces valeurs sont mêmes sous-estimées. Le tronçon Têt aval 4 présente les valeurs moyenne et maximale d'incision les plus importantes avec -1,2 m d'incision en moyenne et -2,62 d'incision max. En effet, ce tronçon de faible longueur est concerné majoritairement par l'évacuation des matériaux sédimentaires vers l'aval en raison de la destruction du seuil Millas. La valeur maximale sur le tronçon Têt aval 5 correspond à l'aval du pont de Millas, où le substratum argilo-marneux a été découvert.

Les exhaussements maximaux se situent sur le tronçon 2 dans le méandre en aval de la confluence avec le ruisseau de Bellàgre et le tronçon 10 en aval du pont Joffre, lié aux travaux de continuité écologique réalisés par la PMMCU.

4.3.3 Bilans sédimentaires

Les bilans sédimentaires ont été calculés par tronçon et pour l'ensemble du secteur d'étude. Le bilan sédimentaire net correspond aux volumes déposés moins les volumes déstockés. Les résultats sont présentés dans le [Tableau 9](#). Pour pouvoir comparer les tronçons entre eux, les volumes ont été rapportés à la longueur du tronçon ([Tableau 10](#)). Au regard de la qualité des données et à la légère différence de hauteur d'eau entre les levés LiDAR, ces valeurs sont à analyser comme des ordres de grandeur.

Les bilans sédimentaires nets sont négatifs pour l'ensemble des tronçons sauf pour les tronçons aval Têt aval 10 et 12. Les tronçons 3 à 8 b ont le plus déstockés avec -180 000m³ pour le tronçon 3 en raison d'érosions de berges sur l'ensemble du linéaire et -169 000m³ en raison des fortes érosions

en aval du seuil de Millas engendrées par sa destruction. Les volumes déposés sont les plus élevés sur les tronçons 2 et 10 (secteur impacté par les travaux de continuité écologique réalisés par la PMMCU).

Pour le tronçon 12, le bilan sédimentaire net positif de 90 000 m³ est lié au niveau haut de la mer pendant la crue qui a facilité les dépôts.

Le secteur d'étude est nettement déficitaire avec – 620 000 m³

Ce volume peut être modéré par la différence de débit entre les deux levés avec une hauteur d'eau plus élevée en 2018 qu'en 2021 (le débit de la Têt lors du levé LiDAR 2018 étant supérieur à celui lors du LiDAR 2021) soit des volumes déstockés liés seulement à cette différence de hauteur d'eau. Ce volume peut être estimé grossièrement entre 130 000 et 260 000 m³ pour une différence de hauteur d'eau estimée entre 0,10 et 0,20 m. A la station hydrologique de Perpignan-Joffre, cette différence de hauteur d'eau s'estime à env. 0,15 m. Même en tenant compte de ce volume, le bilan sédimentaire reste nettement déficitaire entre – 490 000 et – 360 000 m³ avec une évacuation des matériaux vers la mer (la limite aval du tronçon 12 correspondant à la limite aval du lit de la Têt, [Planche 6.9b](#)).

Les différentes mesures et modélisation de l'UPVD-CEFREM ont estimé un transport de l'embouchure à la mer de 210 000t lors de Gloria (janv.) et 130 000t lors de Vera (avril 2020) essentiellement constitués de fines (90% avec 80% MES et 10% sables), soit un total de 340 000t (170 000m³ environ). La différence de valeur entre les deux études est à rechercher dans les approches de quantification différente et les difficultés de mesure du transport solide.

Tableau 9 : Bilan sédimentaire par tronçon et pour le secteur d'étude.

Tronçon homogène	Bilan sédimentaire (2018-2021)			Bilan sédimentaire (2013-2021)		
	Volume destocké (m ³)	Volume déposé (m ³)	Bilan sédimentaire net (m ³)	Volume destocké (m ³)	Volume déposé (m ³)	Bilan sédimentaire net m ³)
Têt aval 1	12 692	2 468	-10 224			
Têt aval 2	70 195	67 378	-2 817			
Têt aval 3	179 742	41 523	-138 219			
Têt aval 4	93 432	14 657	-78 776			
Têt aval 5	169 383	35 055	-134 328			
Têt aval 6a	81 697	18 879	-62 819			
Têt aval 6b	54 243	29 639	-24 605			
Têt aval 7	76 984	16 434	-60 551			
Têt aval 8a	125 074	12 623	-112 450			
Têt aval 8b	67 661	7 826	-59 835			
Têt aval 9				40 840	16 300	-24 540
Têt aval 10				81 337	118 221	36 883
Têt aval 11				90 148	46 445	-43 703
Têt aval 12				15 024	107 425	92 401
TOTAL	931 104	246 480	-684 623	227 349	288 390	61 041

Tableau 10. Bilan sédimentaire par mètre linéaire par tronçon et pour le secteur d'étude.

Tronçon homogène	Bilan sédimentaire (2018-2021)			Bilan sédimentaire (2013-2021)		
	Volume destocké (m ³ /m linéaire)	Volume déposé (m ³ /m linéaire)	Bilan sédimentaire net (m ³ /m linéaire)	Volume destocké (m ³ /m linéaire)	Volume déposé (m ³ /m linéaire)	Bilan sédimentaire net (m ³ /m linéaire)
Têt aval 1	12	2	-9			
Têt aval 2	17	17	-1			
Têt aval 3	41	10	-32			
Têt aval 4	66	10	-56			
Têt aval 5	57	12	-45			
Têt aval 6a	67	16	-52			
Têt aval 6b	68	37	-31			
Têt aval 7	22	5	-17			
Têt aval 8a	30	3	-27			
Têt aval 8b	21	2	-19			
Têt aval 9				16	6	-10
Têt aval 10				15	22	7
Têt aval 11				20	10	-10
Têt aval 12				4	32	27

4.3.4 Têt aval 1 – Du barrage de Vinça à la sortie des gorges

De l'aval du barrage de Vinça au pont de Rodès, la Têt traverse des gorges. Ce tronçon n'a donc été étudié qu'à partir du pont de Rodès. Les premiers changements ont eu lieu dans le méandre en aval de la prise du canal d'Ille-sur-Têt avec une érosion dans l'extrados et un dépôt sédimentaire dans l'intrados. En aval de la prise d'eau du canal de Thuir, la banquette entre le lit de la Têt et le canal a été bien érodée (*Planche 6.1a*).

Entre le pont de Rodès et la fin du tronçon, la bande active s'est élargie de 20 %.

4.3.5 Têt aval 2 – De la sortie des gorges à l'aval du pont d'Ille-sur-Têt

Les changements morphologiques sur le tronçon Têt aval 2 sont importants avec :

- Une forte augmentation de la largeur de la bande active passant de 36,2 à 48,5 m soit une augmentation de 34 % avec l'observation de nombreuses érosions de berge ;
- De nombreux dépôts sédimentaires sur 950 m dans le méandre en aval du ruisseau de Bellàgre avec un profil en long en exhaussement ;
- Le profil en long montre tout-de-même une incision sur la quasi-totalité du linéaire avec une moyenne de -0,39 m avec des plus fortes valeurs au droit de la confluence avec le ruisseau de Bellàgre et sur 1 km en amont du seuil du plan d'eau d'Ille-sur-Têt.
- Sur ce tronçon le phénomène de déstockage sédimentaire a quasiment été contrebalancé par les dépôts avec un bilan sédimentaire net négatif faible (-2 900 m³) ;

- Un affleurement du substratum est observé en aval du tronçon et sa progression dans le temps est à surveiller.

4.3.6 Têt aval 3 – De l'aval du pont d'Ille-sur-Têt au passage à gué de Néfiach

Sur le tronçon Têt aval 3, la largeur de la bande active a été augmentée de 87 % passant de 32,7 à 61,3 m en moyenne avec de fortes érosions de berges sur l'ensemble du tronçon. Le profil en long s'est fortement incisé avec une moyenne de -0.6 m et un maximal de -1.90 m. L'incision du profil en long concerne presque la totalité du tronçon. L'affleurement du substratum est visible en amont du tronçon. Cette forte incision et l'apparition du substratum en amont du tronçon amènent à revoir la trajectoire morphologique stable défini par CCeau/Burgeap en 2014 vers un état déficitaire.

4.3.7 Têt aval 4 – Du passage à gué de Néfiach au seuil de Millas (Prise d'eau canal de Corneilla)

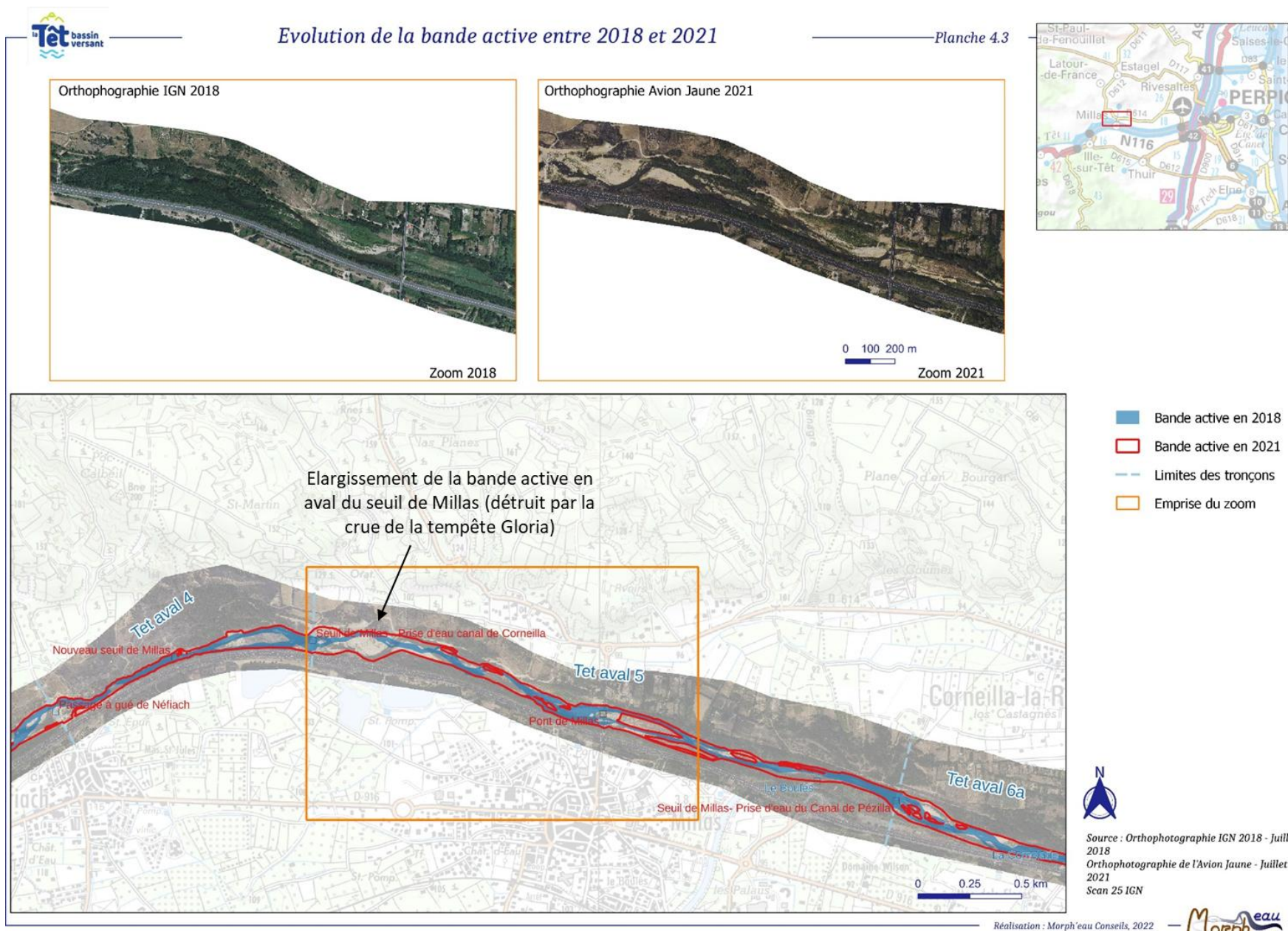
La bande active de tronçon Têt aval 4 s'est aussi fortement élargie avec 36,6 m en 2018 contre 59,4 m en 2021 soit 62 % d'élargissement. L'incision du profil en long est la plus forte avec - 1,2 m en moyenne et - 2,6 m au maximum. C'est le résultat de la destruction du seuil de Millas présent en limite aval du tronçon. Ce seuil a été détruit par la crue de la tempête Gloria. Cette destruction a provoqué un déstockage des sédiments présents en amont du seuil. Les volumes déstockés par ce tronçon sont les plus forts relativement à sa faible longueur (-93 000 m³ pour un tronçon d'1,4 km).

Un nouveau seuil a été construit environ 700 m en amont du seuil détruit pour alimenter le canal de Corneilla, qui a été surcreusé. Et la DIRSO a également procédé à une réparation temporaire sur le seuil de Millas à l'été 2021 en attendant de réaliser des travaux de réfection de l'ouvrage plus importants (en cours d'étude) lesquels comprendront nécessairement des aménagements au niveau du lit pour assurer la pérennité de l'ouvrage.



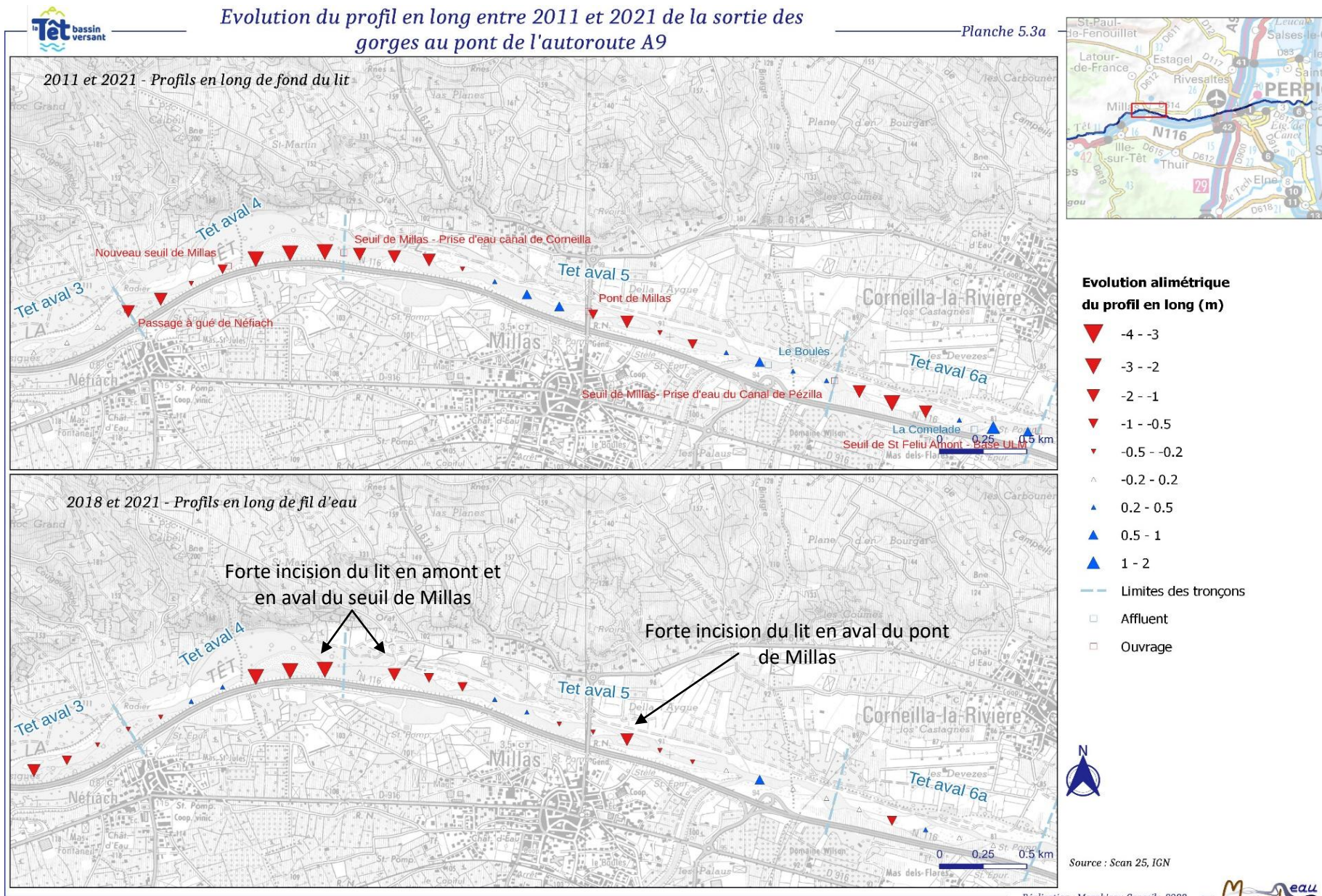
Figure 10. Illustration du seuil de Millas détruit
Source : Association Icare 2020 (haut) ; Setec, Hydratec, 2021 (bas)

Les figures suivantes montrent l'évolution de la bande active, l'évolution du profil en long et les changements morphologiques pour les tronçons 4, 5 et 6a.



Evolution du profil en long entre 2011 et 2021 de la sortie des gorges au pont de l'autoroute A9

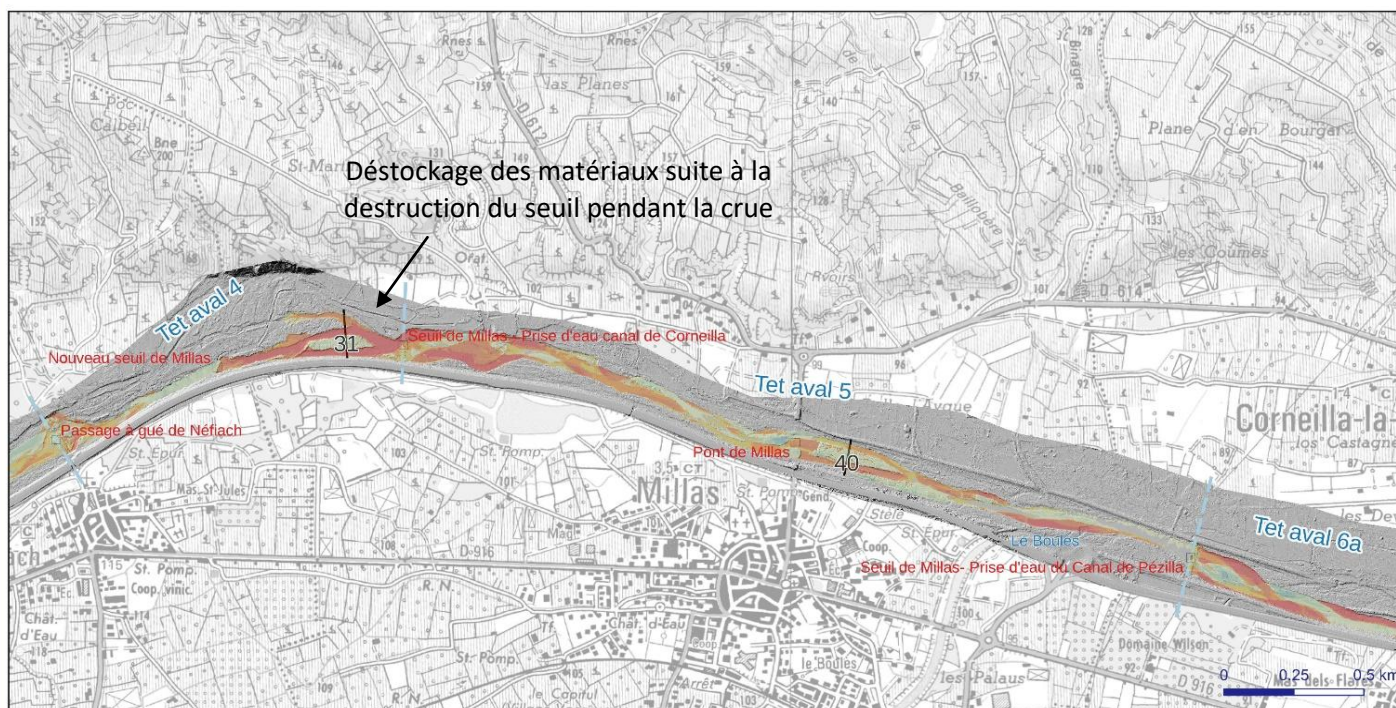
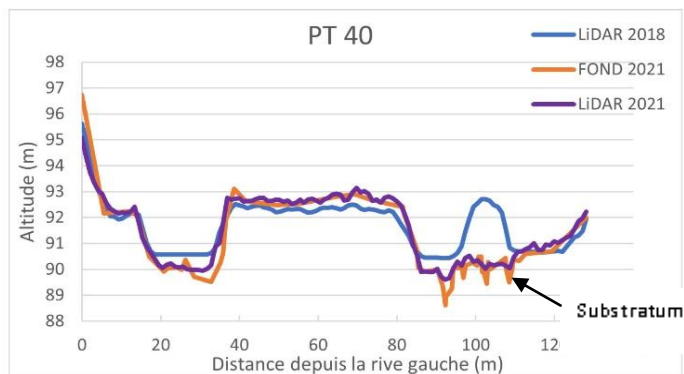
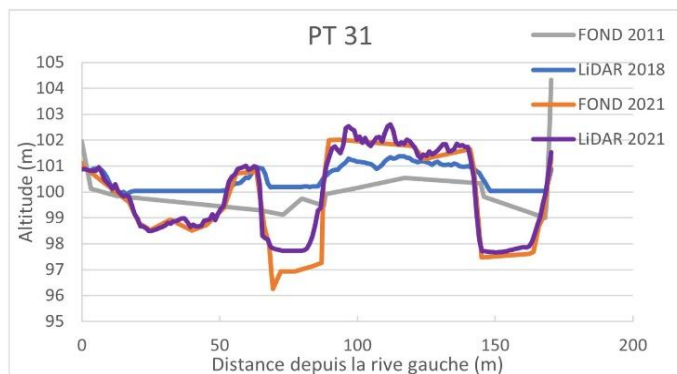
Planche 5.3a



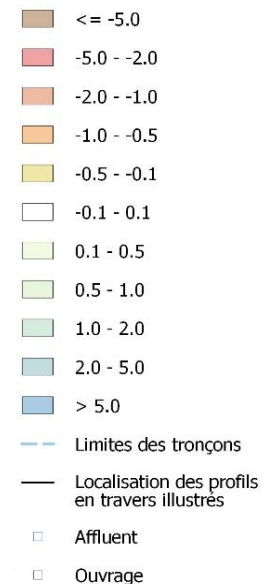


Changements morphologiques entre 2018 et 2021 Différentiels de MNTs 2018-2021 et Profils en travers

Planche 6.3a



Différentiel altimétrique entre 2018 et 2021 (m)



Source : MNT Avion Jaune 2021 avec ombrage Scan 25 IGN



4.3.8 Têt aval 5 – Du seuil de Millas (prise d'eau canal de Corneilla) au seuil de Millas (prise d'eau canal de Pezilla)

La destruction du seuil de Millas présent en amont du tronçon (Figure 10) a provoqué une forte érosion des berges en aval du seuil avec un élargissement de la bande active passant de 13,6 à 135,7 m à l'endroit le plus large en aval du seuil (Planche 4.3).

Le profil en long en aval du seuil s'est fortement incisé env. -1,10 m en aval immédiat du seuil (Planche 5.3a).

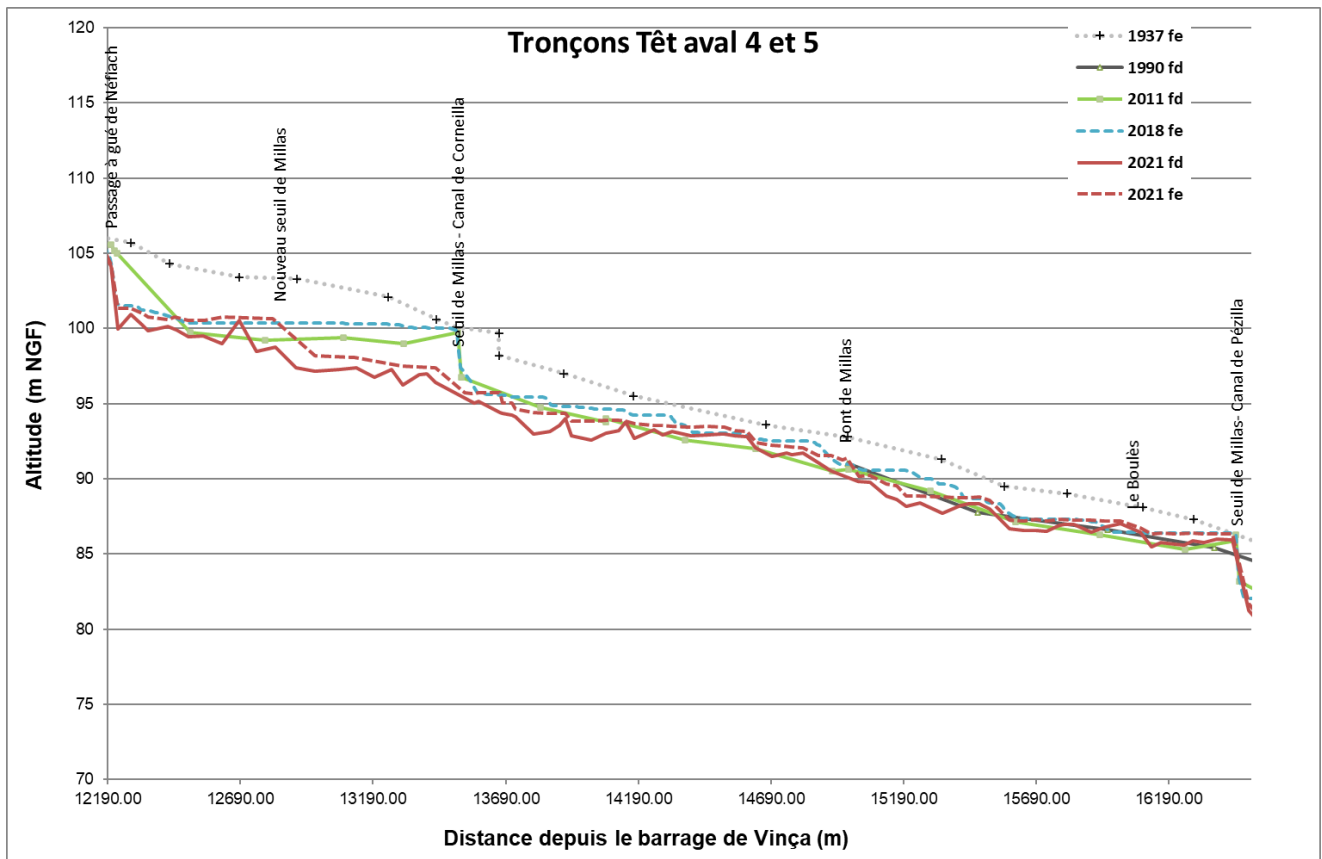


Figure 11. Evolution du profil en long entre 2018 et 2021 sur les tronçons 4 et 5.

En amont du pont de Millas, un dépôt sédimentaire conséquent d'une hauteur d'environ 2 m s'est déposé en rive gauche en amont immédiat du pont forçant les écoulements en rive droite du pont pendant l'évènement, ce qui a produit une incision du lit en rive droite (Planche 5.3a). Cet atterrissement a en partie été remobilisé par le CD66 à l'automne 2020 jusqu'au fil d'eau pour protéger les piles du pont en RD. Ainsi ce banc devait être encore plus haut que les valeurs observées sur le MNT de 2021.

En aval du pont, en 2018, le chenal se divisait en deux bras avec le bras principal localisé en rive gauche avant les crues. Lors des crues de 2020 une forte érosion s'est produite dans le chenal en rive droite. Dans ce chenal en rive droite, les matériaux alluviaux ont totalement été évacués laissant apparaître le substratum argilo-marneux sous-jacent sur un linéaire de 500 m (Figure 13). Le MNT différentiel montre une valeur d'érosion max d'-1,7 m (Planche 6.3a).

Deux piles du pont en rive droite ont été déchaussées sur plusieurs dizaines de cm, ceci a été constaté par Setec dès l'été 2020 (Setec, Hydratec, 2021). Le creusement est estimé à 3,5 m entre 1870 et 2020 (Egis, CD 66) (**Figure 12**). Des travaux (2020-2021, CD66) ont consisté à protéger la pile de rive droite par une recharge sédimentaire au droit de la pile. Ces matériaux ont été récupérés au niveau des bancs situés juste en amont et en aval du pont. Ces travaux sont très localement visibles sur le différentiel de MNT et ne correspondent pas aux effets de la crue. En effet, des interventions sur les matériaux ont eu lieu localement en octobre 2020, soit quelques mois avant les acquisitions de données topographiques.

En aval, des érosions de berges sont observées en rive droite et rive gauche.

Ce tronçon est celui dont la bande active s'est le plus élargie avec une augmentation de 90% passant de 35 à 66,6 m en moyenne.



Figure 12 . Piles déchaussées du pont de Millas (Photographies CD66 à droite, Setec Hydratec à gauche, 2021)



Figure 13. : Affleurement du substratum en aval du pont de Millas (SMTBV, 2021).

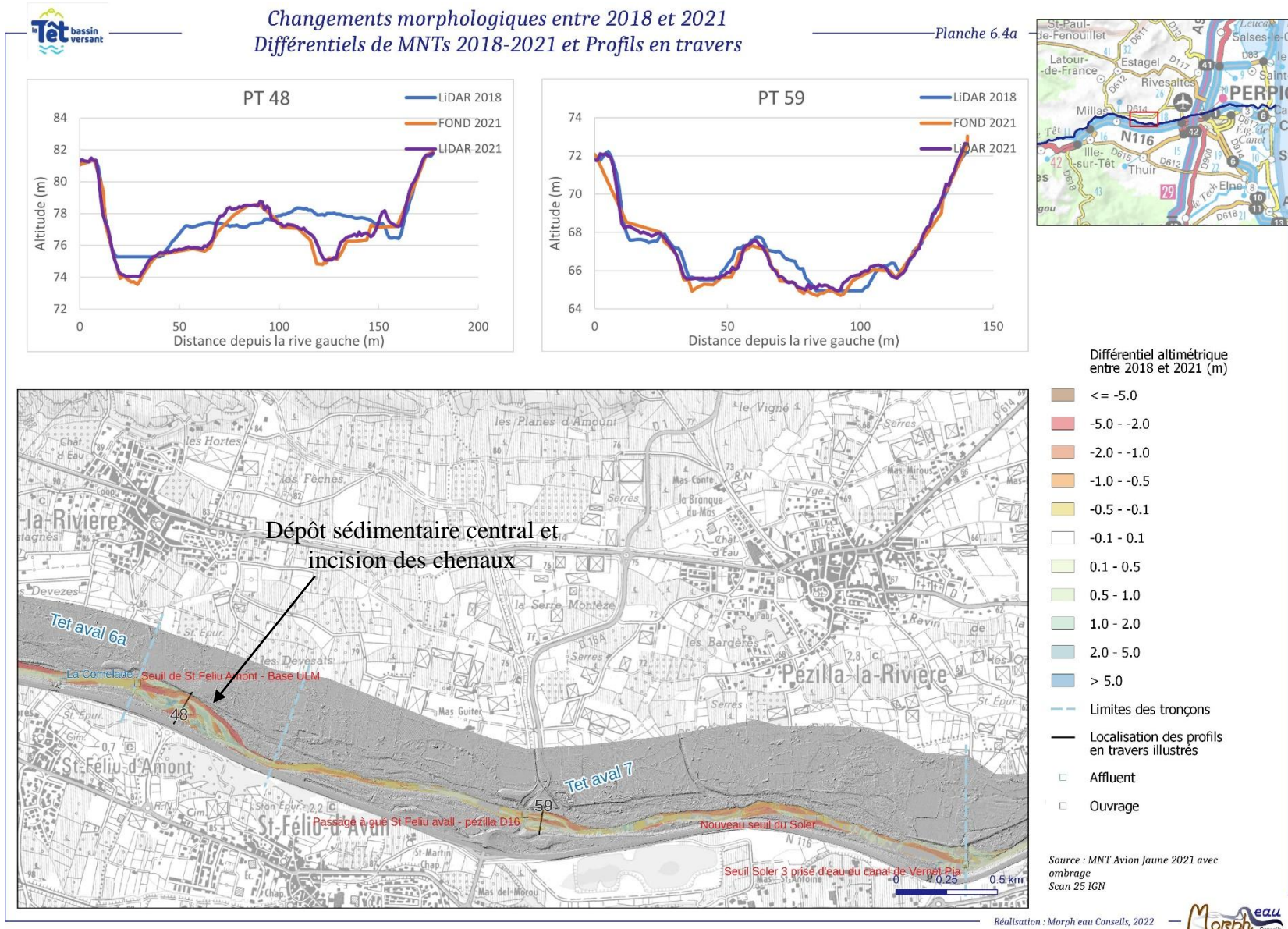
Pour disposer rapidement d'une protection temporaire pour les petites crues, des travaux ont consisté en septembre 2021 (CG66) au dépôt de 2 rangs de gabions (1m de haut) à l'aval au niveau des 3 arches centrales du pont et au régalage des matériaux de l'atterrissement pour conserver 80cm de matériaux sur la roche mère.

4.3.9 Têt aval 6a – Du seuil de la prise d'eau canal de Pezilla (Millas) au seuil de St Feliu Amont - Base ULM

En aval du seuil de Millas pour la prise d'eau du canal de Pezilla, les changements morphologiques ont été forts avec des érosions de berge. Les deux chenaux présents en rives gauche et droite se sont incisés avec un dépôt sédimentaire sur le banc central déjà présent (*Planche 6.3a, p33*).

4.3.10 Têt aval 6b– Du seuil de St-Feliu-Amont - Base ULM à l'amont de la station d'épuration de Saint-Féliu-d'Avall

En aval du seuil de St-Feliu-Amont, les changements morphologiques ont été importants avec un dépôt sédimentaire central et l'incision de deux chenaux. Le banc central et les bancs latéraux fortement végétalisés en 2018 ont été érodés provoquant un important élargissement de la bande active (augmentation de 72%) (*Planche 6.4a*).



4.3.11 Têt aval 7 – De l'amont de la station d'épuration de Saint-Féliu-d'Avall au seuil Soler 3 - prise d'eau du canal de Vernet Pia

Ce tronçon marque le début de l'affleurement généralisé des argiles du Pliocène sur l'ensemble du lit mineur jusqu'au pont de l'autoroute A9. Les érosions de berges, y ont été fortes, avec une augmentation de la bande active de 45 % passant de 40,3 à 58,3 m (*Planche 6.4a*). En 2018, sur l'amont du tronçon, l'affleurement concernait la totalité du lit puis en aval du passage à gué de St-Féliu-d'Avall, l'affleurement du substratum était moins important. Avec les crues de 2020, cette situation s'est légèrement aggravée sur ce secteur aval avec l'augmentation des affleurements. Cependant, des bancs sédimentaires sont tout de même encore présents.

En limite aval, le seuil du Soler 3 a été éventré en rive droite par la crue de la tempête Gloria. Le banc central situé en amont a été érodé.

4.3.12 Têt aval 8a – Du seuil Soler 3 - prise d'eau du canal de Vernet Pia à l'ancien passage à gué de la gravière – Baho

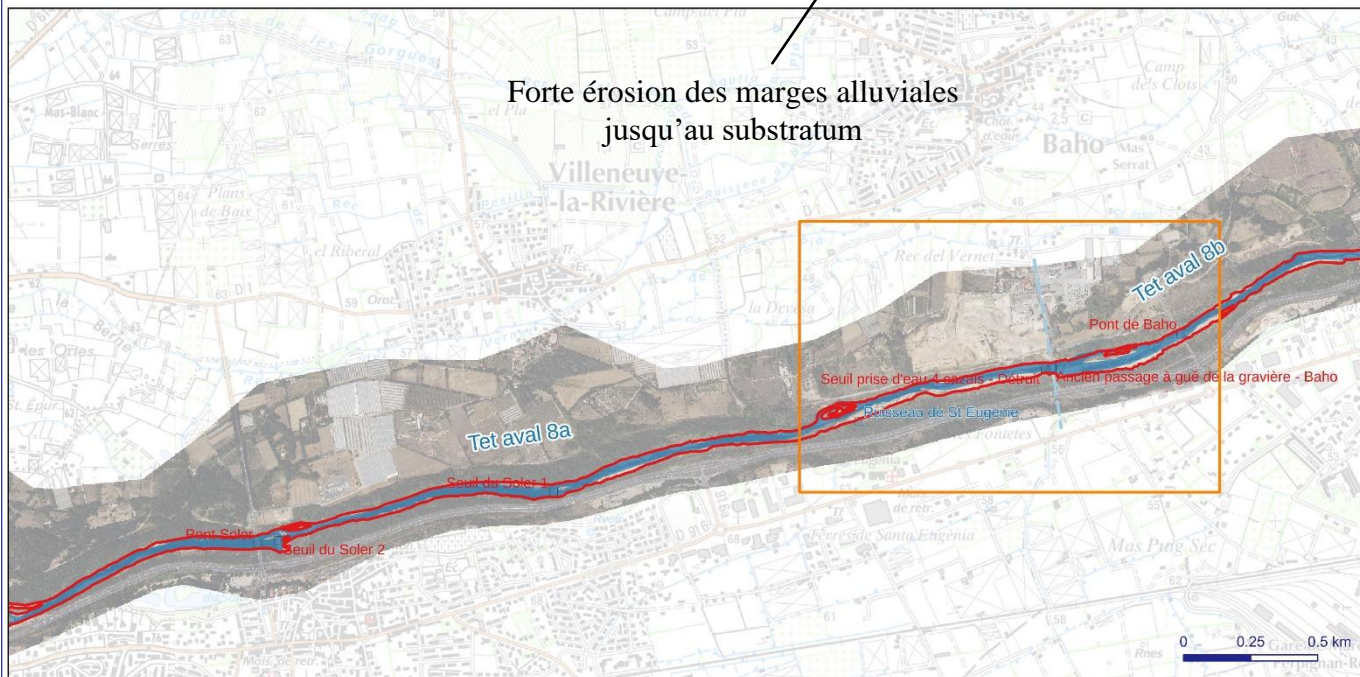
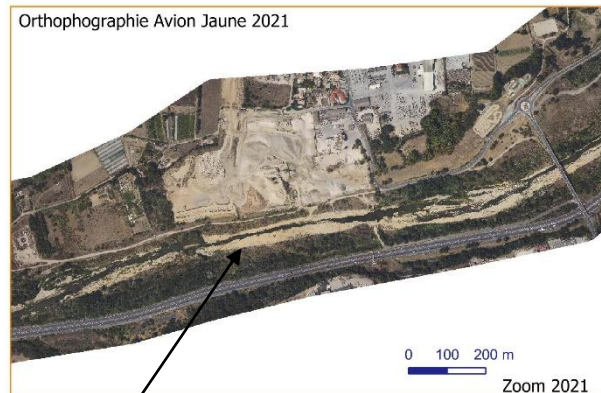
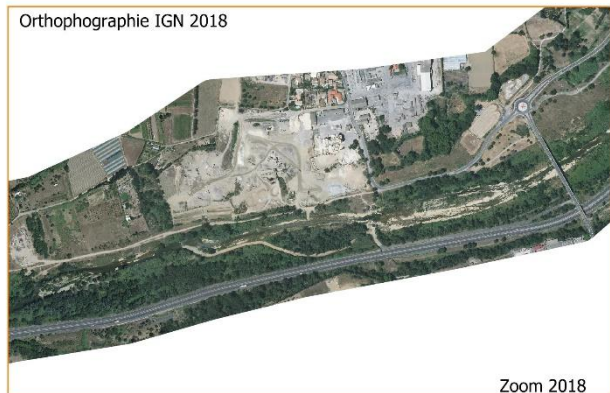
Sur ce secteur, la Têt s'écoulait dans un chenal incisé dans le substratum argilo-marneux. Ce phénomène s'est aggravé par l'élargissement et l'enfoncement de ce chenal et par l'érosion des berges végétalisées jusqu'au substratum. L'incision max sur ce tronçon est d'1,59 m.

Ces phénomènes sont clairement observables sur les profils en travers et le différentiel altimétrique de la figure suivante. Les figures suivantes montrent l'évolution de la bande active, l'évolution du profil en long et les changements morphologiques pour les tronçons 8a et 8b.



Evolution de la bande active entre 2018 et 2021

Planche 4.5



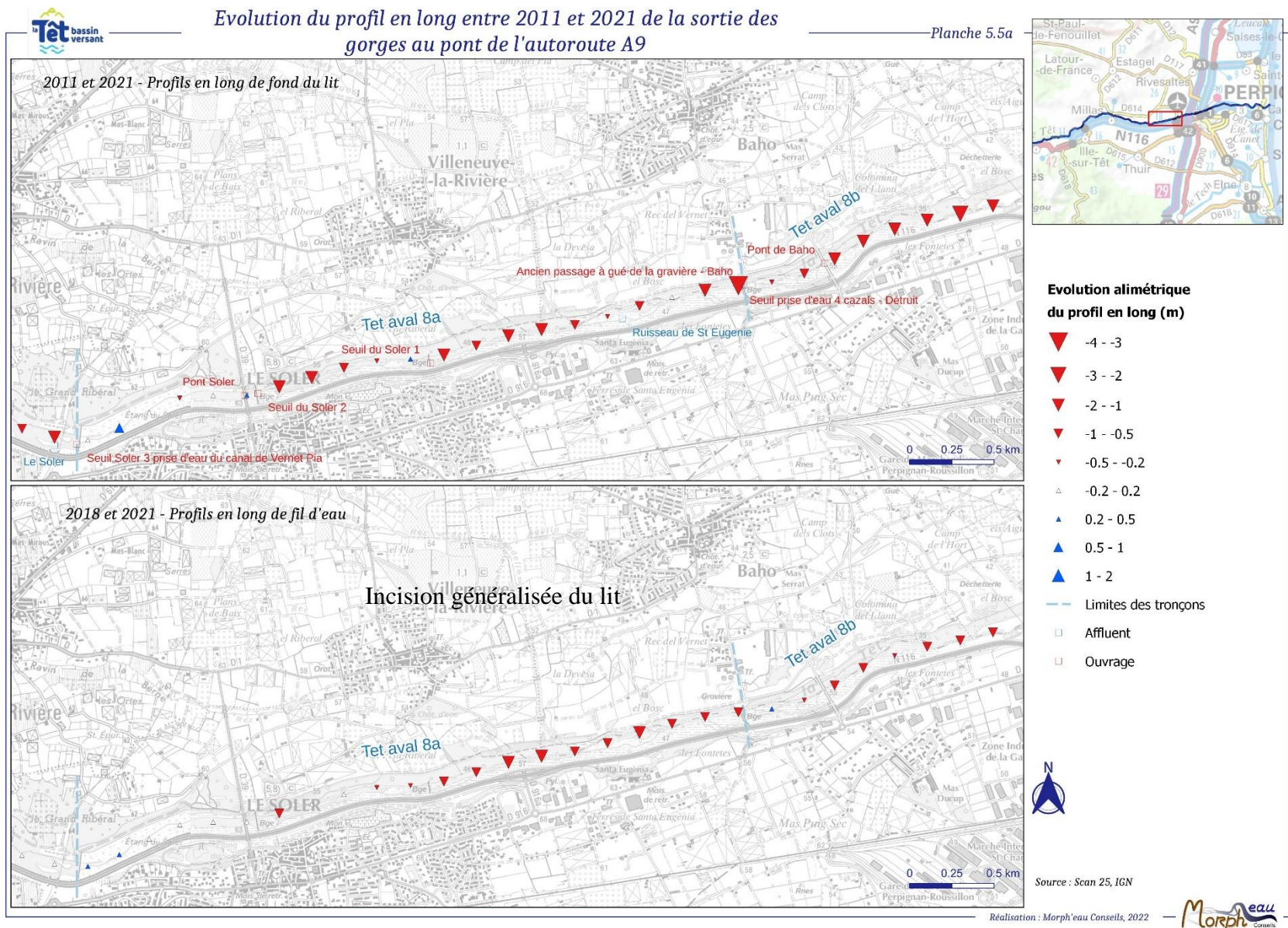
- Bande active en 2018
- Bande active en 2021
- Limites de tronçons
- Emprise du zoom



Source : Orthophotographie IGN 2018 - Juillet 2018
 Orthophotographie de l'Avion Jaune - Juillet 2021
 Scan 25 IGN

Réalisation : Morph'eau Conseils, 2022

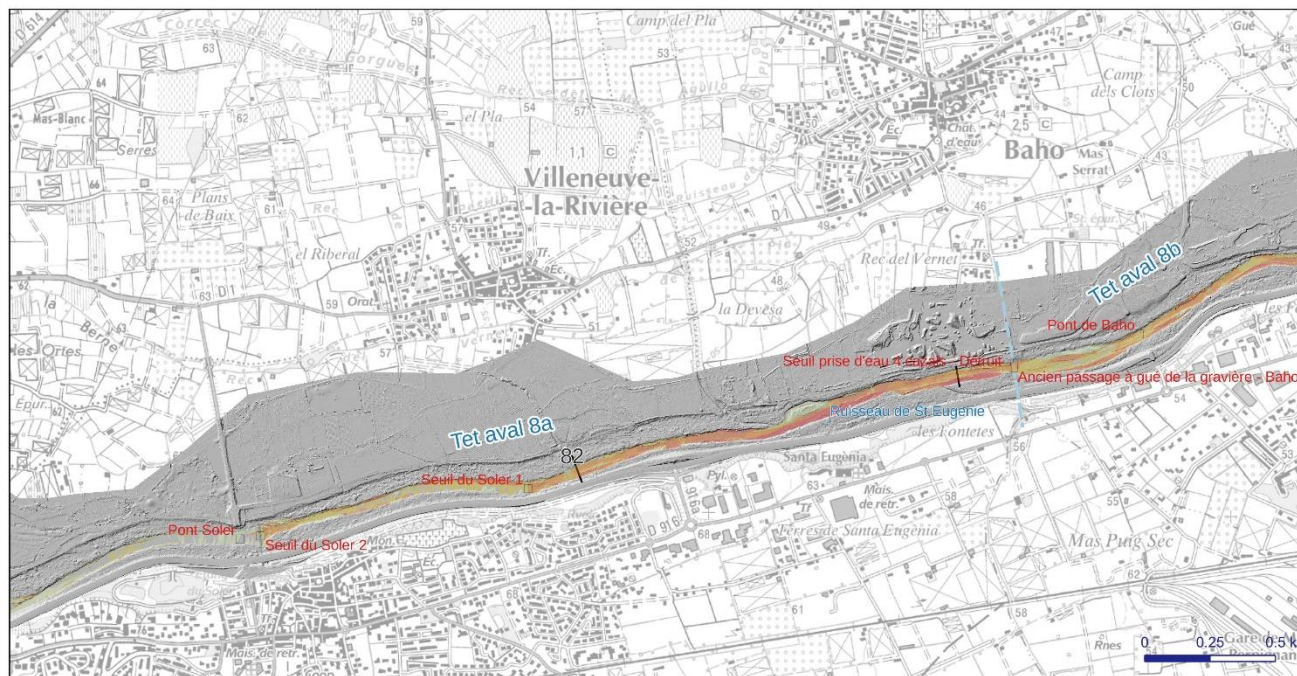
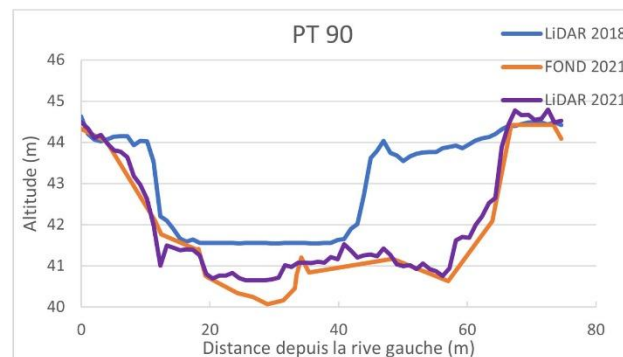
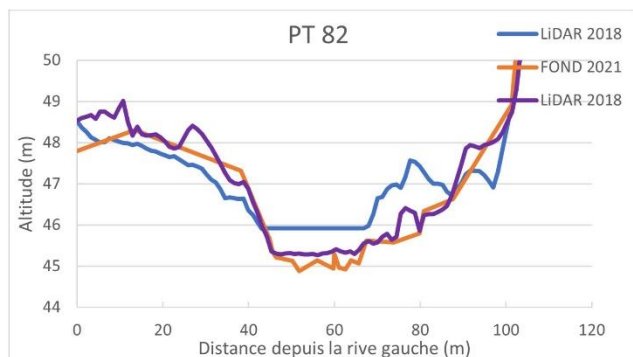






Changements morphologiques entre 2018 et 2021 Différentiels de MNTs 2018-2021 et Profils en travers

Planche 6.5a



Différentiel altimétrique entre 2018 et 2021 (m)

- <= -5.0
- 5.0 - -2.0
- 2.0 - -1.0
- 1.0 - -0.5
- 0.5 - -0.1
- 0.1 - 0.1
- 0.1 - 0.5
- 0.5 - 1.0
- 1.0 - 2.0
- 2.0 - 5.0
- > 5.0
- Limites des tronçons
- Localisation des profils en travers illustrés
- Affluent
- Ouvrage

Source : MNT Avion Jaune 2021 avec ombrage Scan 25 IGN

4.3.13 Têt aval 8b – De l'ancien passage à gué de la gravière – Baho au pont de l'A9

Entre l'ancien passage à gué de la gravière Baho et le pont de Baho, le banc végétalisé central présent en 2018 a été entièrement érodé et le lit s'est fortement élargi par l'érosion des berges notamment en rive droite. Sur ces zones, les matériaux ont été déstockés jusqu'au substratum argilo-marneux. L'affleurement du substratum est passé d'une largeur moyenne de 34,9 en 2018 à 43,6 m en 2021 soit une augmentation de 25% (*Planche 4.5*).

Comme sur le tronçon précédant, les eaux de Têt s'écoulent dans un « canyon » très profond (2,5 m) bordé par des banquettes argilo-marneuses elles-mêmes incisées dans des anciennes terrasses arborées. (*Figure 15*). Des fosses en eau localement très profondes (2,5 m) sont présentes comme en amont de la confluence avec la Boule visible sur le graphique ci-dessous (indiqué par la lettre **A**) et correspondant au profil n°105.

Le lit a aussi subi une incision généralisée entre le pont Baho et la confluence avec la Boule avec env. -0,7 m entre 2018 et 2021. Etant donné que cette valeur est inférieure à l'incision moyenne totale d'1,5 entre 2011 et 2021, cela montre que le phénomène d'incision avait déjà débuté avant la crue de 2020. (*Planche 5.5a et Figure 14*). Ceci est clairement observable sur l'évolution du profil en long (*Figure 14*) où le fond du lit de 2021 est bien au-dessous de 2011 et le fil d'eau de 2021 est bien en dessous de celui de 2018.

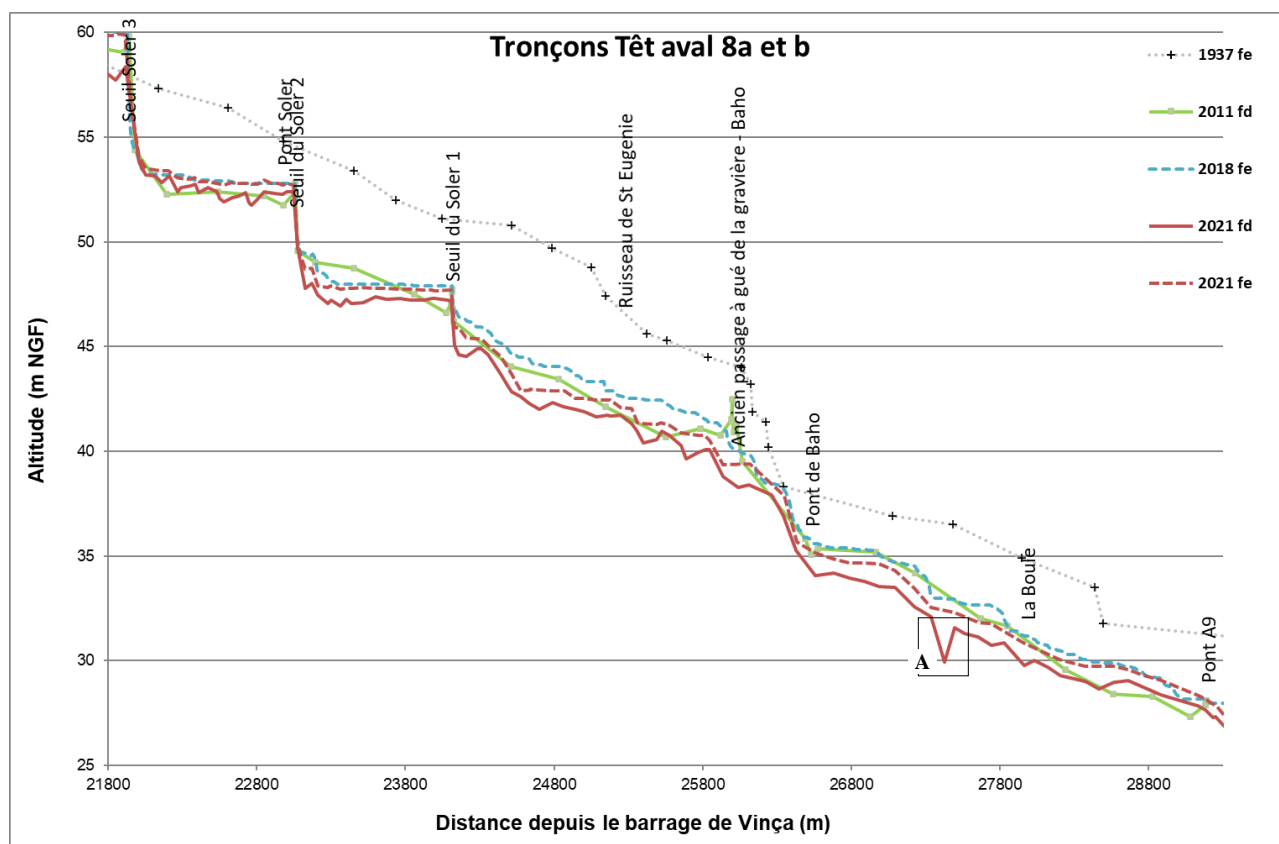


Figure 14 ; Evolution du profil en long entre 2011 et 2021 sur les tronçons 8a et b. A : Fosse locale



Figure 15. Illustration de la morphologie type « canyon » avec affleurement du substratum argilo-marneux sur le tronçon Têt aval 8
Source : SMTVB, 2021

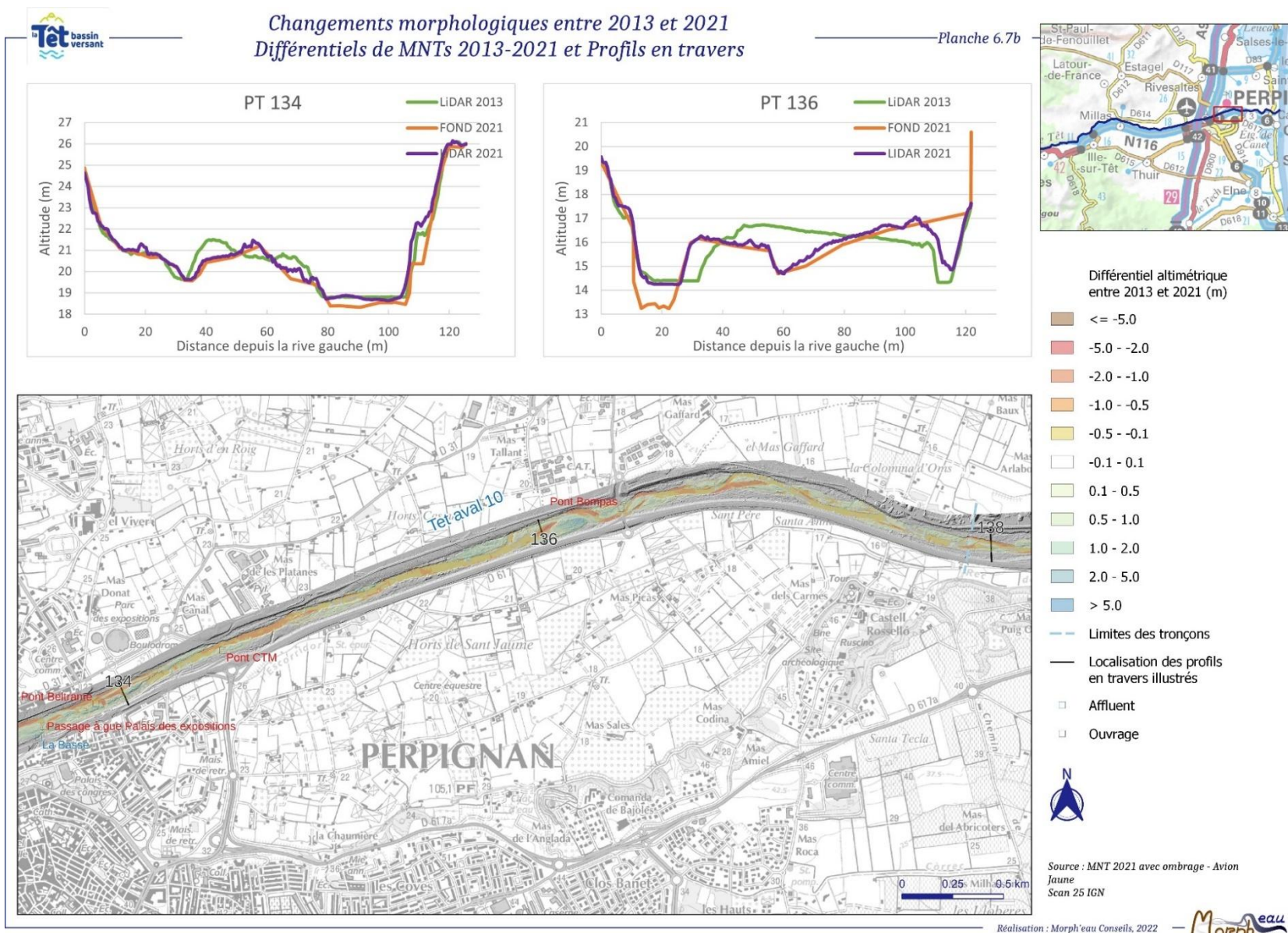
4.3.14 Têt aval 9 à Têt aval 12 - Du pont de l'A9 à la confluence

Entre le pont de l'A9 et la confluence, le profil en long a moins évolué entre 2013 et 2021 que sur le reste de la Têt aval. Des incisions sont observées au niveau du pont de Bompas sur le tronçon 10 et en amont et en aval du pont de Villelongue sur le tronçon 11 avec des incisions maximales de 90 et 82 cm pour ces deux tronçons respectivement.

Des processus d'érosion de berge et de dévégétalisation des bancs a eu lieu pendant les crues qui ont permis une augmentation de la bande active surtout sur le tronçon 10 passant de 36,7 à 61 m en moyenne soit un gain de 66 %. Des dépôts sédimentaires localisés sont observés, comme à l'amont du pont de Bompas (*Cf. figure ci-dessous*).

Ces phénomènes sont cependant très modérés au regard des faibles valeurs de bilan sédimentaire sur ces tronçons par rapport au reste des tronçons de la Têt. A noter que les bilans sédimentaires nets des tronçons 10 et 12 sont positifs.

Le tronçon 12 a des résultats à l'opposé du reste de la Têt avec un profil en exhaussement et un bilan sédimentaire positif. Le niveau haut de la mer (tempête marine) pendant la crue a en effet favorisé les dépôts sédimentaires.



4.4 Préconisation de suivi par tronçon homogène

Au regard des fortes évolutions morphologiques, en particulier en aval des ouvrages tels que les ponts et les seuils, et l'aggravation des processus déjà en cours d'incision dans le substratum argilo-marneux, un suivi topographique est conseillé de l'amont du tronçon 4 à l'aval du tronçon 8b soit du passage à gué de Néfiach au pont de l'A9. Ce suivi est à réaliser après chaque crue morphogène ou tous les 5 ans maximum. Ce suivi permettra de suivre les processus en particulier l'incision du profil en long.

La méthodologie pourra être identique à cette étude : un levé LiDAR à basse-eaux complété par un levé topographique terrestre avec un profil en long de fond et de fil d'eau et des profils en travers. Dans le cadre d'un simple suivi, le nombre de profil en travers pourra être revu à la baisse en sélectionnant les profils aux endroits critiques (proximité des enjeux, processus d'incision en cours).

Cependant, de nombreux points peuvent être améliorés par rapport à la campagne 2021 :

- Une qualité plus élevée du MNT dérivé du LIDAR (densité de points plus élevée sous la végétation pour bien représenter les berges). Au regard des résultats de cette mission, l'acquisition devra être effectuée hors période de feuille sur les arbres et un effort de filtration manuelle est à prendre en considération.
- Pour compléter les profils en travers levés par topographie terrestre avec les données LiDAR, il serait plus simple d'extraire systématiquement l'altitude de points régulièrement espacés (par ex. 1 m) à partir du MNT sur les zones ne pouvant pas être mesurées sur le terrain pour obtenir un profil en travers représentant l'ensemble des ruptures de pente. Certes une certaine perte d'information est engendrée par rapport à l'utilisation du nuage de point brut mais cette méthode est nettement plus simple et suffisante pour l'analyse. Cela permettrait d'éviter des erreurs d'interprétation comme sur le profil n° 137, où un chenal secondaire a été mal interprété et omis du profil.
- Des levés topographiques terrestres à réaliser à basses-eaux pour faciliter l'interprétation des résultats avec la campagne d'acquisition LiDAR et entre les différentes campagnes d'acquisition. Les levés topographiques terrestres peuvent être réalisés en même temps que l'acquisition LiDAR.

Il serait par ailleurs intéressant :

- De détailler l'impact des crues sur l'évolution des surfaces d'affleurement du substratum par cartographie plus précise des surfaces avant/après crue (analyse de photographie aériennes en basses eaux par drone par exemple). Ce travail peut déjà être effectué sur les photographies aériennes de 2018 et 2021.
- D'étudier plus en détail le degré d'érodabilité du substratum par des suivis topographiques réguliers.

4.5 Conclusion

Les deux crues de 2020 de période de retour > 50 ans et 20 ans ont déstocké les stocks sédimentaires internes de la Têt aval par érosion des berges, du lit et des bancs sédimentaires. La deuxième crue a probablement aussi évacué les dépôts sédimentaires déposés par la première crue. La bande active a été largement élargie sur l'ensemble du linéaire. Les processus déjà en cours sur la Têt ont nettement été aggravés avec une incision généralisée du lit et une augmentation des surfaces des affleurements du substratum. Les dégâts sur les ouvrages (destruction/rupture partielle) ont engendré de fortes perturbations pendant les crues avec des processus d'érosion accrus au droit des ouvrages.

Les fortes intensités des crues de 2020 ont considérablement modifié la morphologie de la Têt

(incision/élargissement de la bande active). L'ensemble des tronçons entre la sortie des gorges et le pont de l'A9 sont concernés par une incision du lit, y compris les tronçons dont la trajectoire hydromorphologique était définie comme stable en 2014 par CCEau/Burgeap. Ceci traduit un déficit sédimentaire sur l'ensemble du linéaire de la Têt aval sur ce secteur.

Le travail d'analyse morphologique diachronique a permis de clarifier les usages possibles des données historiques et de remettre à plat les besoins du suivi. Les prochaines campagnes d'acquisition et d'analyse permettront d'affiner la description des phénomènes.

4.6 Sources bibliographiques

Etude globale du bassin versant de la Têt et du Bourdigou, SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DE LA TET, BRL, 2010

Etude du transfert des matériaux depuis l'amont du barrage de Vinça vers l'aval, CONSEIL DEPARTEMENTAL 66, ISL Ingénierie, 2011

Etude multifonctionnelle et plan de gestion - Définition d'un plan pluriannuel de restauration et d'entretien des cours d'eau –DOSSIER 1 - Etat des lieux et diagnostic - Tome 1 - Hydromorphologie et continuité sédimentaire, SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DE LA TET, BURGEAP, CCEAU, 2014

Etude pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval, Rapport de Mission 1 - Partie 1, Etat initial et diagnostic hydro-sédimentaire, SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DE LA TET, Setec Hydratec, déc. 2020

Etude pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval, Rapport de Mission 1 - Partie 2, Etat initial et diagnostic hydro-sédimentaire, SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DE LA TET, Setec Hydratec, janv. 2021

Etude pour la restauration hydromorphologique du lit de la Têt aval, Note d'expertise hydromorphologique à la suite de la tempête Gloria, SYNDICAT MIXTE DU BASSIN VERSANT DE LA TET, Setec Hydratec, janv.2021

Annexe 1 : Graphiques de superposition des profils en long

