



# **PAPI – PPRI** de la Canche



## **Partie 1. Diagnostic territorial** **Volet 2. Caractérisation des aléas** **LCOM13.3** **Aléas déterminés par analyse** **hydrogéomorphologique**





Immeuble Central Seine  
42-52 quai de la Rapée  
75582 Paris Cedex 12  
Email : hydra@hydra.setec.fr  
T : 01 82 51 64 02  
F : 01 82 51 41 39

Directeur d'affaire : BST  
Responsable d'affaire : LPU  
N°affaire : 37093  
Fichier : 37093\_LCOM13-3\_Hydrogeomorpho\_v1.docx

Version	Date	Etabli par	Vérfié par	Nb pages	Observations / Visa
1	26/04/2017	LPU TBV	BST	16	-

# Table des matières

1	CADRE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	6
1.1	Contexte de l'étude.....	6
1.2	Objectifs de l'étude.....	6
1.3	Déroulé de l'étude.....	7
1.4	Objet du présent livrable.....	8
2	ANALYSE HYDROGEOMORPHOLOGIQUE (HGM).....	9
2.1	Méthodologie mise en œuvre.....	9
2.1.1	Traitement préalable du LIDAR.....	10
2.1.2	Identification du lit majeur exceptionnel (LME).....	11
2.1.3	Identification du lit majeur courant.....	13
2.2	Cartographie des hauteurs d'eau et des aléas.....	15
2.2.1	Détermination des hauteurs d'eau.....	15
2.2.2	Détermination des aléas.....	16

## Table des illustrations

Figure 2-1 : Etendue de la modélisation hydraulique	9
Figure 2-2 : Grid des cotes du TN (LIDAR) et profils en travers	10
Figure 2-3 : Grid des hauteurs du TN relatives au point bas des vallées	11
Figure 2-4 : Hauteur du LME par rapport au fond de vallée, par tronçons homogènes	12
Figure 2-5 : Grid des hauteurs d'eau de l'enveloppe de la crue exceptionnelle	12
Figure 2-6 : Tracé de plusieurs zones inondables sous le plan d'eau d'extension exceptionnel	13
Figure 2-8 : Typologie des vallons secs et des vallées principales	15
Figure 2-7 : Grid des hauteurs d'eau de l'enveloppe de crue moyenne	15
Figure 2-9 : Grille de classification de l'aléa déterminé par méthode hydrogéomorphologique	16

# 1 Cadre et objectifs de l'étude

## 1.1 Contexte de l'étude

Le bassin versant de la Canche, d'une superficie de 1 275 km<sup>2</sup>, situé dans le Pas de Calais, regroupe 203 communes pour 104 500 habitants et 12 communautés de communes.

Des inondations ont touché tout ou partie du territoire en : 1988, 1993, 1994, 1999, 2002, et plus récemment 2012 et 2013.

Suite à la crue de décembre 1994, la DDTM62 a réalisé le PPRI de 21 communes situées en aval de la Canche exposées au risque d'inondation par débordement de la Canche. Ce « PPRI de la Canche aval » a été approuvé par le Préfet en 2003.

En parallèle, les Etablissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) du bassin versant de la Canche ont réalisé des aménagements pour la protection des populations contre les crues (dans la vallée / dans les bassins versants, des ouvrages légers / des ouvrages structurants...). Cependant, la récurrence des épisodes d'inondation a fait émerger la nécessité d'une démarche coordonnée et cohérente à l'échelle du bassin versant entier, qui se concrétisa dans le « PAPI d'Intention » de la Canche, porté par le Sycméa, labellisé en 2014. Le PAPI d'intention est une première étape, qui vise à établir un premier diagnostic du territoire et permet de mobiliser les maîtres d'ouvrage en vue de la réalisation du « PAPI Complet ».

Le Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) est un outil contractuel entre les collectivités locales et l'Etat, qui décline un ensemble d'actions visant à réduire l'aléa ou la vulnérabilité des personnes et des biens de manière progressive, cohérente et durable. Ces actions doivent être déclinées en 7 axes, de façon équilibrée :

- Axe 1 - L'amélioration de la connaissance et de la conscience du risque,
- Axe 2 - La surveillance, la prévision des crues et des inondations,
- Axe 3 - L'alerte et la gestion de crise,
- Axe 4 - La prise en compte du risque inondation dans l'urbanisme,
- Axe 5 - Les actions de réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens,
- Axe 6 - Le ralentissement des écoulements,
- Axe 7 - La gestion des ouvrages de protection hydraulique.

Le PAPI est élaboré par les collectivités locales dans le cadre de l'appel à projet lancé en 2002 par le ministère de l'écologie et du développement durable, prolongé en 2011 par un nouvel appel à projets PAPI. Pour bénéficier de l'appui de l'État, notamment via le fond de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM), le projet doit être labellisé par un comité partenarial au niveau national ou local, regroupant entre autres des représentants de l'État et des collectivités locales.

Parallèlement, et suite aux épisodes d'inondation de 2012, les services de l'Etat ont réalisé une analyse de la procédure du PPR approuvé et ont programmé l'acquisition de données topographiques fines (de type LIDAR) sur l'ensemble du bassin versant de la Canche. A l'issue de ces démarches, une procédure de révision du PPRI a été engagée.

## 1.2 Objectifs de l'étude

Aujourd'hui, le Sycméa et la DDTM62 associent leurs démarches.

L'étude a pour objet la réalisation conjointe DDTM62/Sycméa du PAPI complet de la Canche et d'un nouveau PPRI de la Canche sur la base d'un diagnostic approfondi et partagé.

L'étude porte sur l'ensemble des problématiques inondation pouvant affecter le territoire : les ruissellements sur les versants, les débordements de cours d'eau (Canche et affluents), les remontées de nappe, et l'influence maritime, et ce, sur l'ensemble du bassin versant de la Canche.

Les temps forts de réalisation du PAPI concernent :

- L'établissement et le partage du diagnostic,

- La rédaction et la présentation des actions envisagées dans le cadre du cahier des charges PAPI selon 7 axes,
- La labellisation.

La révision attendue du PPR comprend :

- la définition des aléas et des enjeux pour les communes concernées par la procédure administrative,
- l'élaboration des documents réglementaires du PPRI (note de présentation, cartes du zonage réglementaire, règlement, bilan de la concertation).

Les objectifs finaux de labellisation du PAPI et de mise en place des PPRI passent par la mise en place d'une concertation active pour que les deux projets soient partagés et acceptés.

### 1.3 Déroulé de l'étude

L'étude se déroule en 3 parties :

- Partie 1 : Le diagnostic territorial, socle commun aux parties 2 et 3,
- Partie 2 : PAPI,
- Partie 3 : PPR.

La première partie de diagnostic territorial se décompose en 4 volets :

- Volet 1 : Diagnostic initial du fonctionnement du bassin versant et connaissance des phénomènes historiques
- Volet 2 : Caractérisation des aléas
- Volet 3 : Caractérisation des enjeux exposés
- Volet 4 : Evaluation du risque inondation sur le bassin versant de la Canche

Le deuxième volet de diagnostic initial du fonctionnement du bassin versant et connaissance des phénomènes historiques comprend 4 livrables :

- Livrable LCOM12 : Méthode de détermination des aléas

Ce livrable présente les méthodes retenues, sur la base de la phase de recueil de données, pour l'analyse hydrologique ainsi que pour la qualification de l'aléa ruissellement sur les parties amont du bassin versant et de l'aléa débordement pour les vallées et les secteurs aval. Pour ce dernier, le facteur aggravant des remontées de nappes sera pris en compte si nécessaire.

- Livrable LCOM13 : Rapport sur les aléas déterminés

Ce livrable prend la forme d'un dossier explicitant la méthode de détermination des aléas, justifiant et commentant les scénarios choisis et leurs résultats. Il est subdivisé en 5 sous-parties :

- LCOM13.1 : Analyse hydrologique ;
- LCOM13.2 : Aléas débordement par modélisation hydrologique et hydraulique ;
- LCOM13.3 : Aléas débordement et ruissellement par analyse hydrogéomorphologique ;
- LCOM 13.4 : Aléa remontée de nappe ;
- LCOM 13.5 : Aléa submersion marine
- Livrable LCOM 14 : Les cartes des aléas première version

Il s'agit de la cartographie des aléas ruissellement, débordement, remontée de nappe et submersion marine.

- Livrable LCOM15 : Études complémentaires

L'analyse des aléas obtenus permet de dégager les éventuelles études complémentaires à mettre en œuvre pour améliorer la qualité des résultats. Celles-ci sont hiérarchisées en fonction des besoins.

## **1.4 Objet du présent livrable**

La présente note constitue un rapport intermédiaire du livrable LCOM13 : LCOM13-3 : Aléas débordement et ruissellement par analyse hydrogéomorphologique.

Ce document présente l'analyse hydrogéomorphologique mise en œuvre pour établir les cartographies de zones inondables et d'aléas par débordement de cours d'eau et par ruissellement pour une crue moyenne et pour une crue exceptionnelle. Le corps du rapport expose la méthode employée de façon illustrée. Les cartes résultantes sont insérées en annexe.

## 2 Analyse hydrogéomorphologique (HGM)

L'analyse hydrogéomorphologique permet de définir les zones inondables en amont des vallées modélisées. Son étendue est présentée en rouge sur la figure ci-dessous. Elle couvre les vallées principales comportant des enjeux, et en particulier celles pour lesquelles des problèmes d'inondation ont été signalés lors des enquêtes du volet 1 de l'étude.

Méthodes de caractérisation des aléas hors zones modélisées

PAPI – PPRI  
de la Canche

Symc3a  
Agir ensemble pour la Canche et ses affluents

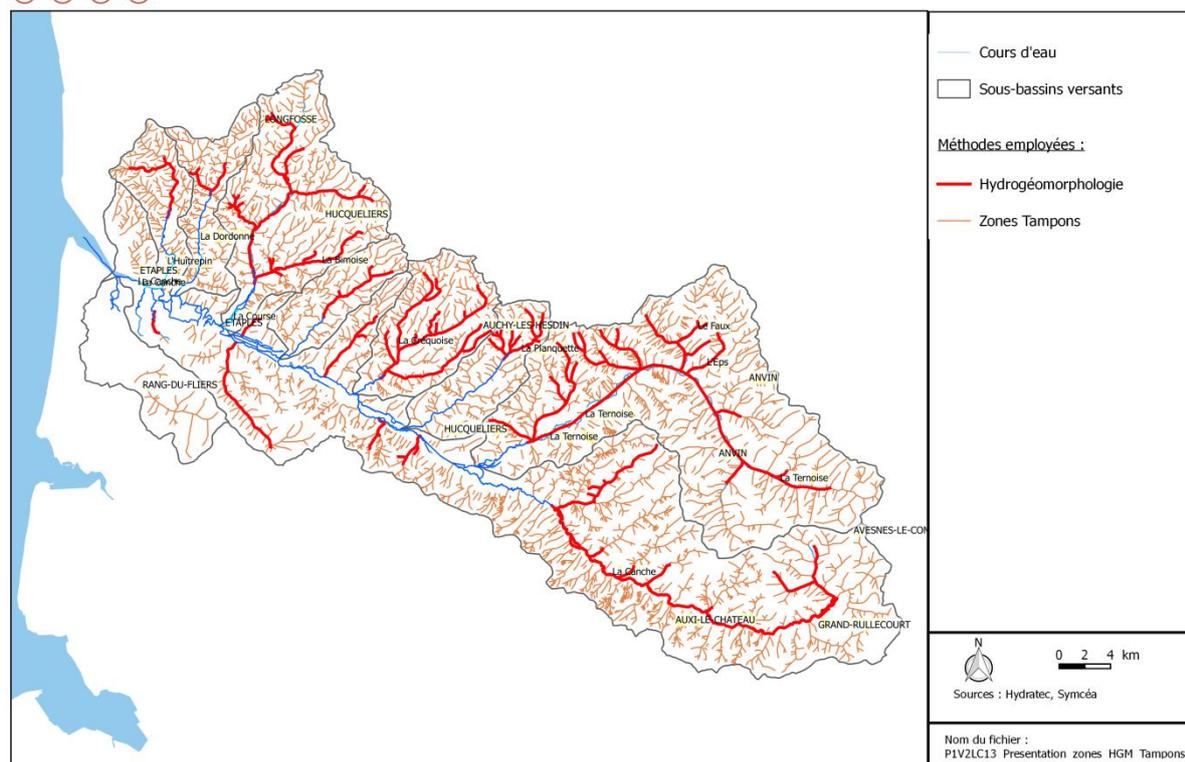


Figure 2-1 : Etendue de la modélisation hydraulique

En amont des zones couvertes par la méthode hydrogéomorphologique, les zones inondables sont cartographiées par une zone tampon de largeur donnée.

### 2.1 Méthodologie mise en œuvre

La méthode employée est une méthode d'hydrogéomorphologie numérique.

Il s'agit dans un premier temps de déterminer l'enveloppe de la crue exceptionnelle, encore appelée lit majeur exceptionnel (LME), qui correspond approximativement à l'enveloppe de crue millénaire.

Le LME peut être déterminé par deux critères :

- un critère géologique : la limite externe des alluvions modernes Fz et des limons de lavage LV,
- un critère topographique : l'inflexion des pentes au pied des versants, au flanc des vallées.

Dans le cas du bassin versant de la Canche, le tracé des alluvions de la carte géologique au 1/50 000<sup>ème</sup> n'est pas suffisamment précis pour les besoins recherchés. L'analyse topographique sur la base du LIDAR lui est donc préférée pour déterminer le LME.

Dans un second temps, l'extension du lit majeur moyen est déterminée, correspondant peu ou prou à l'enveloppe de crue centennale. Elle est choisie parmi plusieurs tests de sensibilité à l'abaissement du LME, de façon à

concorde avec des calculs locaux de Manning-Strickler réalisés à des endroits représentatifs des vallées et vallons secs.

Les paragraphes qui suivent détaillent les étapes réalisées pour mettre en œuvre les principes énoncés ci-dessus.

### 2.1.1 Traitement préalable du LIDAR

Pour pouvoir visualiser l'inflexion des pentes au pied des versants simultanément sur l'ensemble du linéaire, le grid LIDAR, qui affiche des cotes (grandeur absolue, donc très variable de l'amont vers l'aval), est transformé en grid des hauteurs relatives par rapport au fond de vallée et de vallons secs (donc homogène de l'amont vers l'aval).

Pour cela, on procède en 3 étapes sur l'ensemble du linéaire d'étude :

1. Création de profils en travers perpendiculaires aux vallées et vallons secs. Ils sont suffisamment rapprochés (quelques centaines de mètres au maximum) pour retranscrire les ruptures de pente longitudinale.  
Chaque profil en travers se voit attribuer la cote minimale intersectée, c'est à dire la cote de fond de vallée.

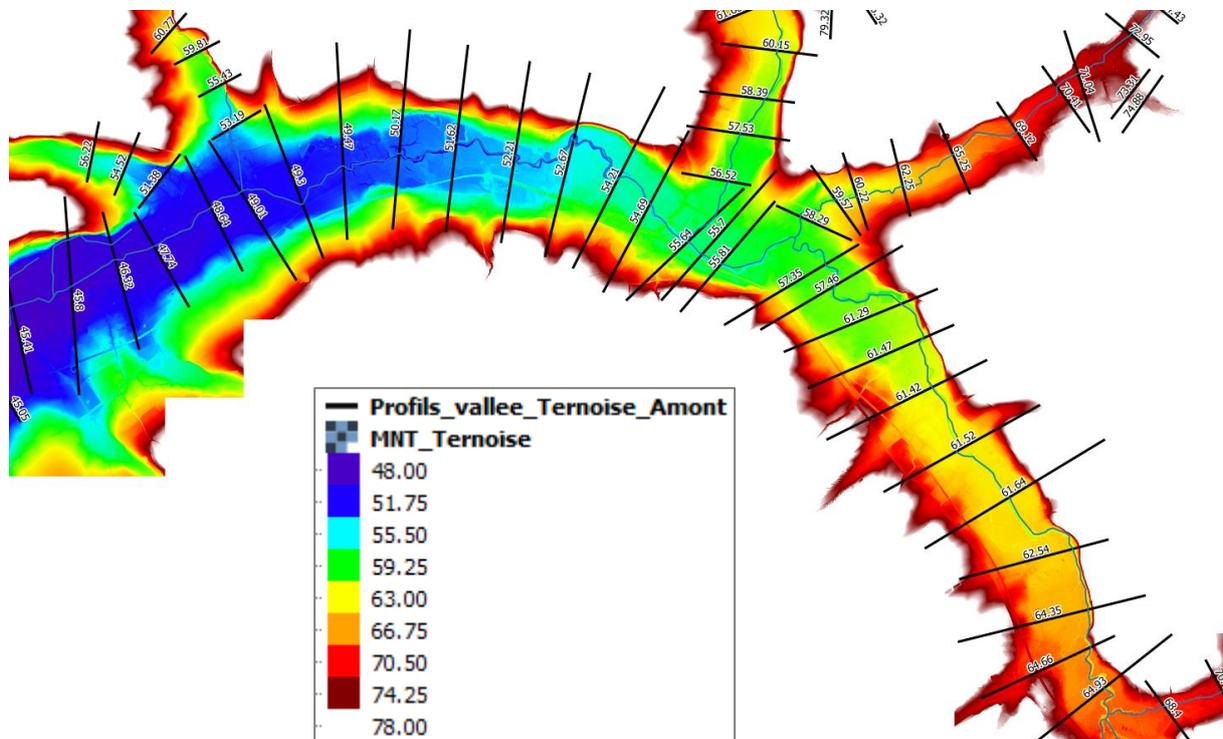


Figure 2-2 : Grid des cotes du TN (LIDAR) et profils en travers

2. A partir de ces profils en travers, création d'un plan d'altitude le fond des vallées/vallons par interpolation.
3. Soustraction de ce plan au MNT Lidar, ce qui produit en tout point un grid des hauteurs relatives au fond de vallée.

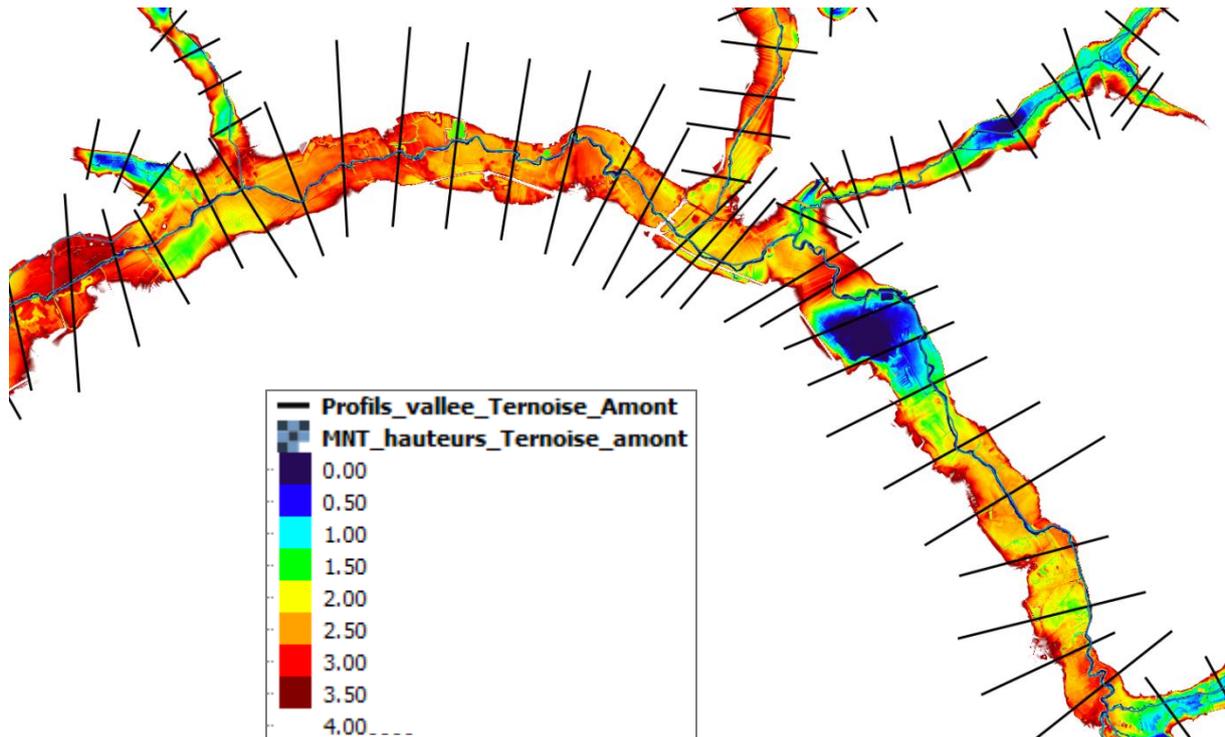


Figure 2-3 : Grid des hauteurs du TN relatives au point bas des vallées

→ La couche obtenue s'appelle dans l'exemple fourni : MNT\_hauteurs\_Ternoise\_amont.asc.

### 2.1.2 Identification du lit majeur exceptionnel (LME)

Une gamme de couleurs marquées est choisie afin de mettre en valeur les hauteurs relatives obtenues. Cette palette de couleurs est identique sur l'ensemble de la vallée (cf. figure précédente)

Elle permet de mettre en évidence les structures géomorphologiques (pied de versant, talus, etc.), et les éléments anthropiques (remblais, digues, etc.), et de positionner la limite du lit majeur exceptionnel. L'identification des ruptures de pentes est par ailleurs affinée par l'analyse de coupes en travers du MNT des hauteurs.

La position du LME est caractérisée, par tronçons homogènes, en hauteur relative par rapport au fond de vallée. L'annexe LCOM13\_Hydrogeomorpho\_Annexe\_v1 présente des exemples de coupes de vallée et la position du LME associée. Cette position est arrondie par pas de 50cm.

L'analyse montre que sur le bassin versant de la Ternoise, la hauteur d'eau maximale par rapport au fond de vallée varie entre 1.5 et 3 m dans la vallée de la Ternoise, et entre 0.5 et 2 m dans les vallons secs ou présentant un cours d'eau temporaire.

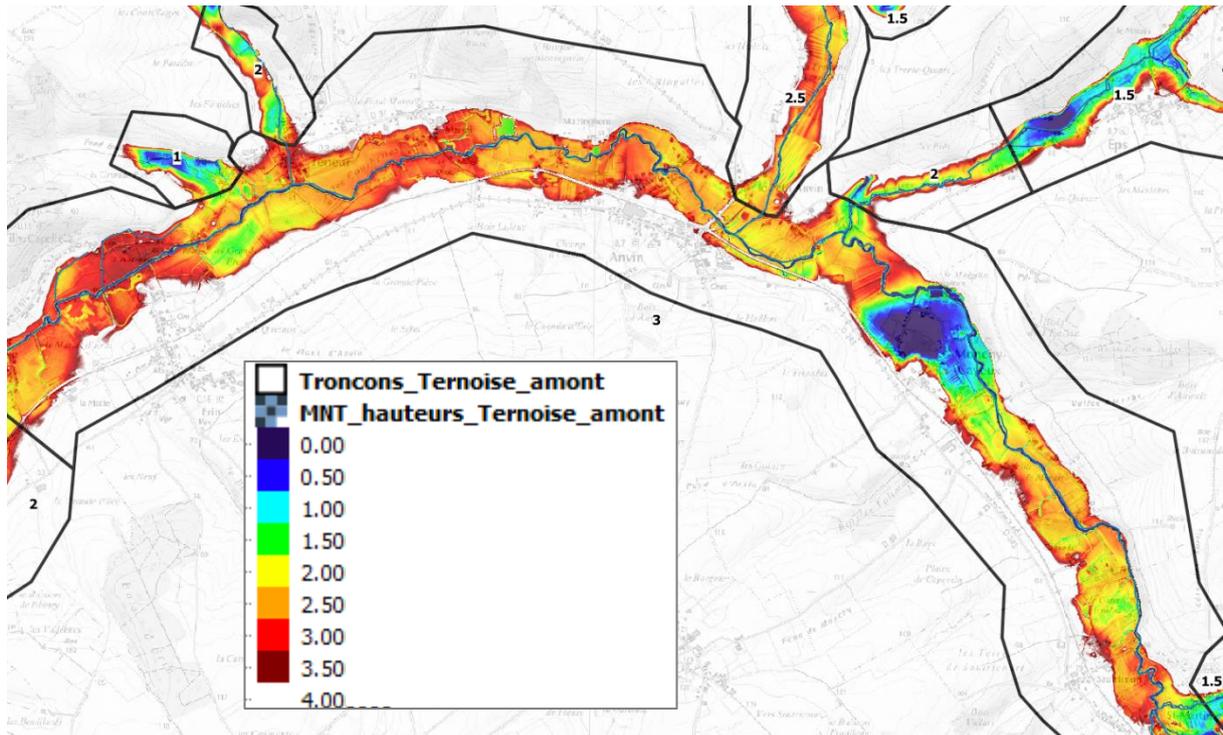


Figure 2-4 : Hauteur du LME par rapport au fond de vallée, par tronçons homogènes

→ La couche obtenue s'appelle dans l'exemple fourni : Troncons\_Ternoise\_amont.shp.

Sur chaque tronçon homogène, on ajoute la hauteur relative du LME au grid des hauteurs, ce qui produit un grid des altitudes du plan d'eau d'extension exceptionnelle, encore appelé Modèle Numérique d'Eau (MNE).

On soustrait ensuite le MNE au MNT LIDAR pour visualiser le Grid des hauteurs d'eau de l'enveloppe de la crue exceptionnelle.

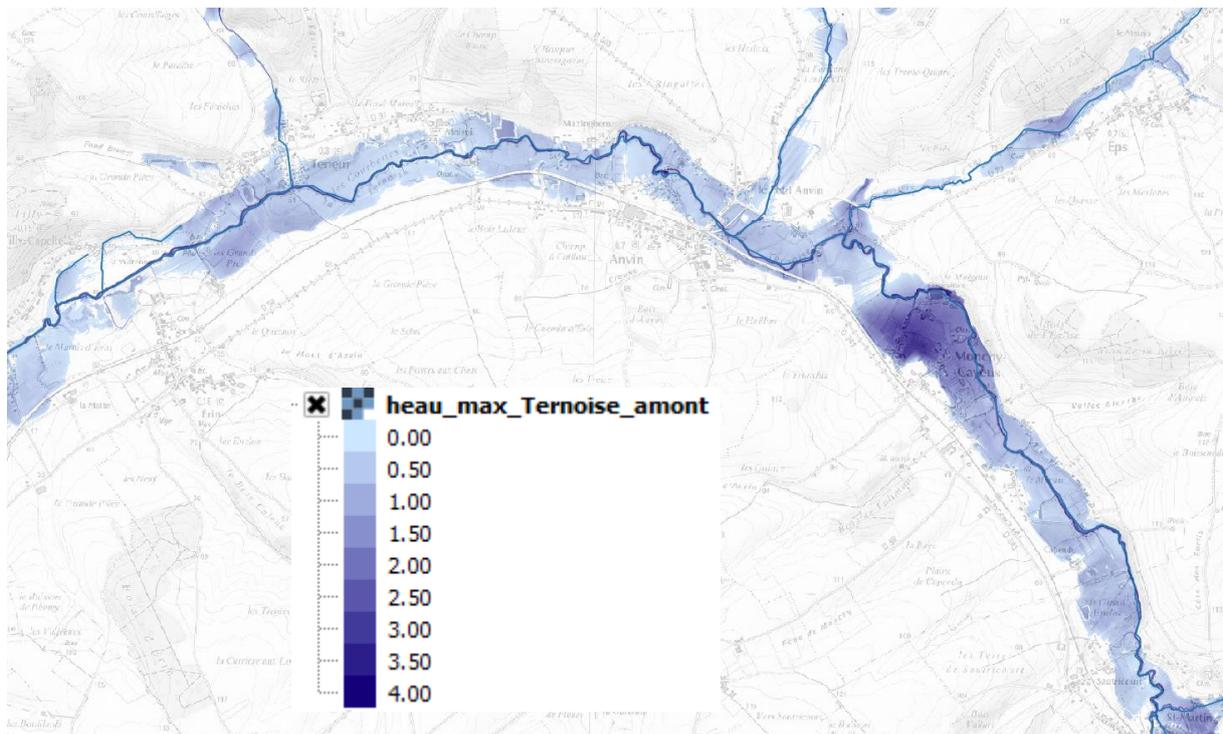


Figure 2-5 : Grid des hauteurs d'eau de l'enveloppe de la crue exceptionnelle

→ La couche obtenue s'appelle dans l'exemple fourni : heau\_max\_Ternoise\_amont.asc.

### 2.1.3 Identification du lit majeur courant

Pour déterminer l'extension du lit majeur courant, trois étapes préalables sont nécessaires :

- Calcul du débit moyen (centennal) à différents endroits représentatifs de la vallée. Les débits centennaux ont été préalablement calculés à l'exutoire des principaux cours d'eau lors de l'analyse hydrologique (cf. rapport LCOM 13.1). En raison de la marge d'erreur inhérente à la méthode par hydrogéomorphologie, la valeur obtenue par la méthode de Crupedix est préférée à celle obtenue par les autres méthodes pour ce calcul car elle est sécuritaire. L'ensemble des débits centennaux retenus sont présentés dans le tableau suivant :

	Q <sub>100</sub> – CRUPEDIX (en m <sup>3</sup> /s)
HUITREPIN	15
DORDONNE	19
COURSE	17
BRAS BRONNE	18
CREQUOISE	29
PLANQUETTE	22
TERNOISE	89
CANCHE AMONT	84

Tableau 1 - Débits moyens retenus pour l'analyse HGM

Le débit centennal au droit de chaque section de calcul en est déduit par la formule de Crupedix (rapport des surfaces des bassins versants interceptés à la puissance 0.8).

- Calcul de la hauteur d'eau puis de la largeur d'inondation au droit de sections représentatives des tronçons de vallée, à l'aide de la formule de Manning Strickler pour ce débit de crue.
- Tracé de plusieurs zones inondables, dont la hauteur du plan d'eau est 0.25, 0.5, 0.75 et 1.0 m sous le plan d'eau d'extension exceptionnel.

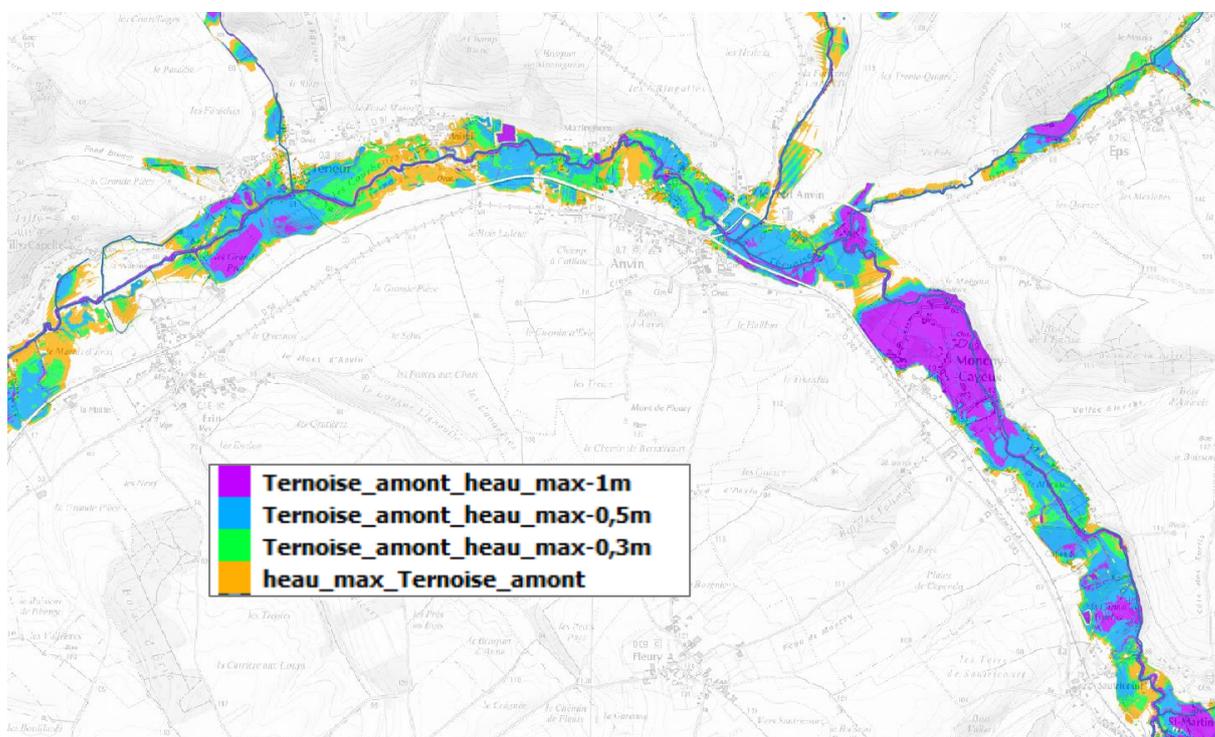


Figure 2-6 : Tracé de plusieurs zones inondables sous le plan d'eau d'extension exceptionnel

- Les couches obtenues s'appellent dans l'exemple fourni : Ternoise\_amont\_heau\_max-0,3m.shp, xxx-0,5m.shp, xxx-1m.shp.

Pour chaque tronçon homogène préalablement défini, on détermine à quelle zone inondable correspond la crue moyenne (parmi les 4 tracées), de façon à ce que le résultat soit conforme aux calculs de Manning Strickler réalisés.

Dans le cas du bassin versant de la Ternoise, l'emprise de la crue moyenne est :

- 25 cm sous l'emprise de la crue millénale dans les vallées sèches et intermittentes (couche verte sur la figure ci-dessus),
- 50 cm sous l'emprise de la crue millénale dans la vallée de la Ternoise (couche bleue), sauf sur les 2.5 derniers km, où elle est égale à l'emprise de la crue millénale (couche orange).

Ce résultat s'explique par une typologie distincte de ces deux types de vallées ; dans les vallées principales, en forme de U, le lit majeur est plat et les débordements atteignent rapidement le pied des versants. A contrario, dans les vallons secs, en forme de V, la largeur inondée est plus sensible à la variation de débit et de cote d'eau.

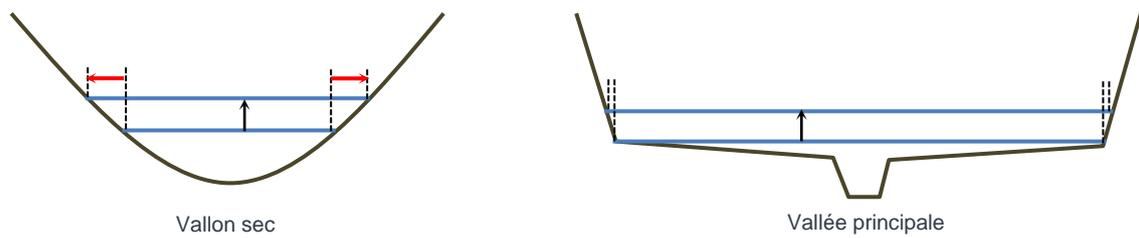


Figure 2-7 : Typologie des vallons secs et des vallées principales

## 2.2 Cartographie des hauteurs d'eau et des aléas

### 2.2.1 Détermination des hauteurs d'eau

Le Grid des hauteurs d'eau de l'enveloppe de crue moyenne est généré sur cette base. Un atlas A3 au 1/25000<sup>ème</sup> le présente en détail (LCOM14), et un extrait est inséré ci-après. Les classes de hauteur sont reprises des grilles d'aléa de la DDTM62.

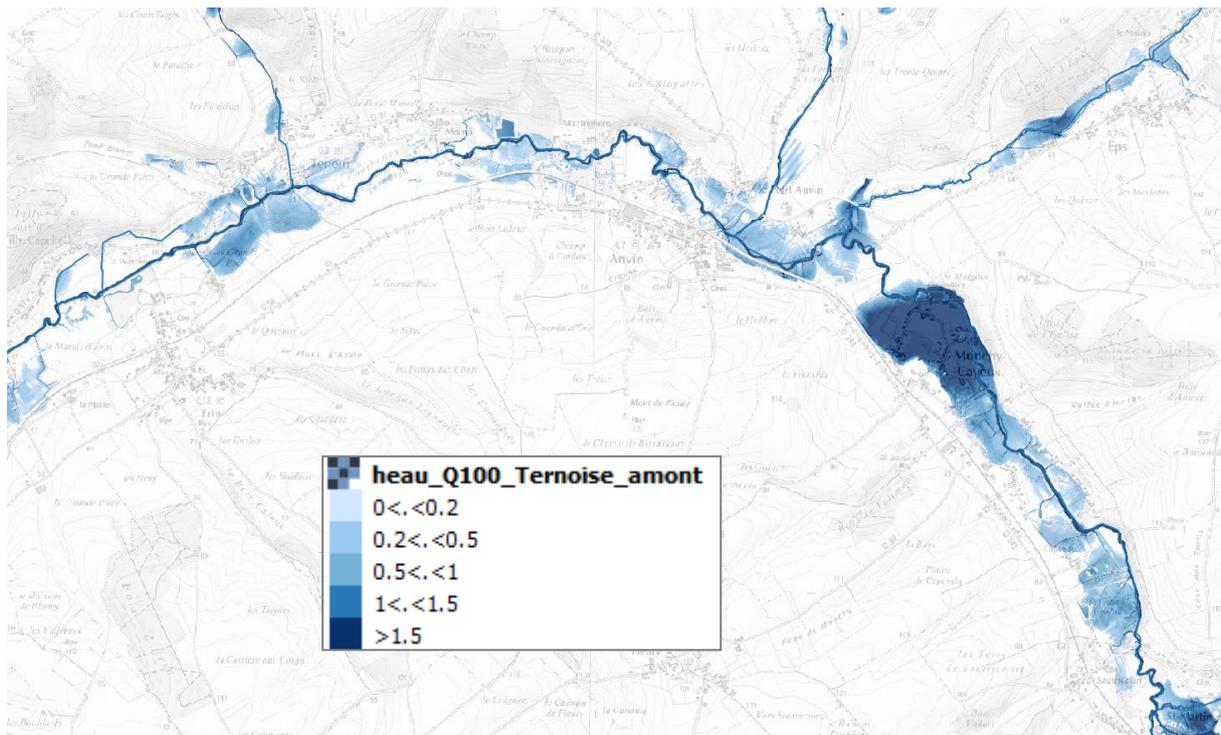


Figure 2-8 : Grid des hauteurs d'eau de l'enveloppe de crue moyenne

➔ La couche obtenue s'appelle dans l'exemple fourni : eau\_Q100\_Ternoise\_amont.asc.

## 2.2.2 Détermination des aléas

Dans les zones couvertes par l'analyse HGM, les aléas sont définis par la grille suivante, correspondant aux colonnes 1 et 3 de la grille DDTM62. Ce classement dépend du type de vallée :

- les vallées peu pentues pour lesquelles les vitesses d'écoulement sont relativement faibles,
- les vallées plus pentues pour lesquelles les vitesses d'écoulement sont plus importantes,

Hauteur de submersion	Aléa dans les vallées peu pentues	Aléa dans les vallées plus pentues
1.5 m < h	Très fort	Très fort
1 m < h < 1.50 m	Fort	Très fort
50 cm < h < 1 m	Moyen	Fort
20 cm < h < 50 cm	Faible	Fort
h < 20 cm	Faible	Fort

Figure 2-9 : Grille de classification de l'aléa déterminé par méthode hydrogéomorphologique

Le caractère «peu pentu» et «plus pentu» des vallées est déterminé globalement, de façon à ce que, conformément à la grille d'aléas de la DDTM62, les vitesses moyennes d'écoulement soient généralement inférieures à 0.35m/s dans les vallées peu pentues et supérieures à 0.35m/s dans les vallées plus pentues.

Pour ce faire, des calculs de vitesse moyenne d'écoulement sont effectués par la formule de Manning-Strickler sur un panel de tronçons représentatifs de l'ensemble des vallées du bassin versant de la Canche, ce qui permet de quantifier la valeur pivot des pentes de vallée à considérer. Après harmonisation des résultats, le critère suivant est retenu :

- La vallée est dite « peu pentue » si la pente est inférieure à 0.75%
- La vallée est dite « plus pentue » si la pente est supérieure à 0.75%

La carte des aléas ainsi définis sera produite après validation des cartes de hauteurs d'inondations présentées.