

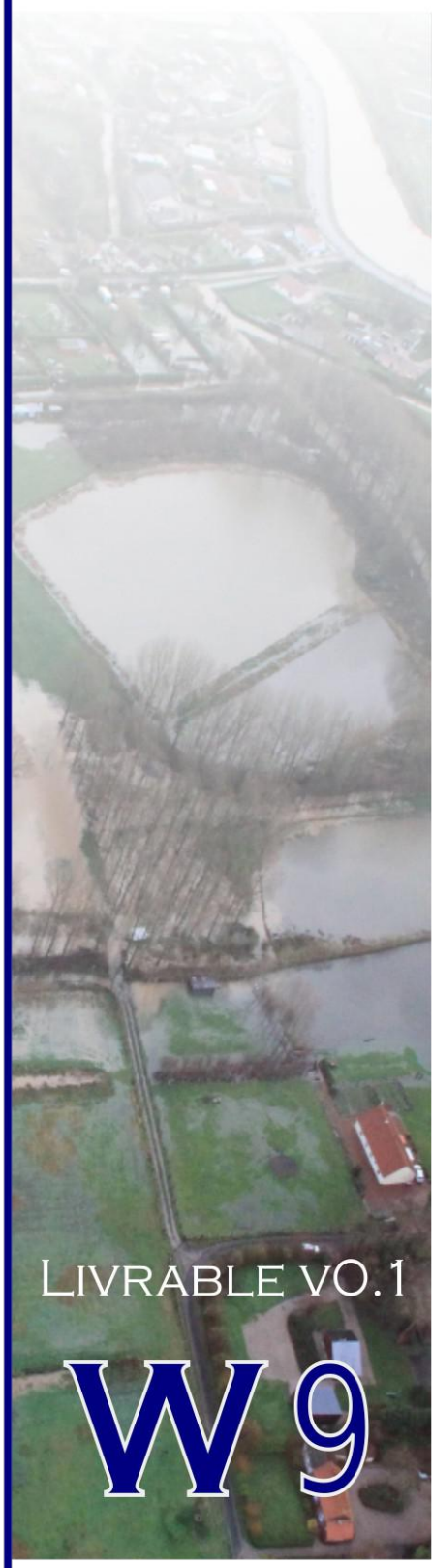
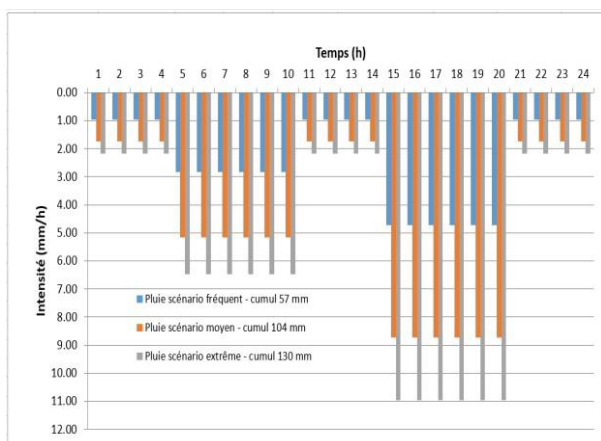
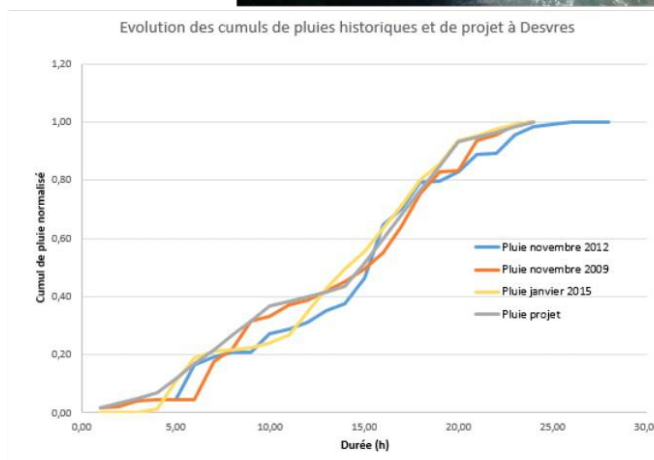
PAPI / PPRI DU BOULONNAIS



DDTM DU PAS-DE-CALAIS / SYMSAGEB RAPPORT ET CARTOGRAPHIE SUR LES ALÉAS DÉTERMINÉS



PARTIE 1 - PHASE 1



LIVRABLE VO.1

W9

Table des matières

Préambule.....	4
Partie - 1 Aléas.....	6
1.1 Définition des scénarios de référence.....	7
1.1.1 Synthèse de l'étude statistique réalisée en 2014.....	7
1.1.2 Définition des scénarios.....	8
Partie - 2 Définition des aléas.....	14
Partie - 3 Méthodologie d'élaboration des cartes.....	17
3.1 Création des contours de hauteurs et de vitesses.....	18
3.2 Continuité entre carte d'aléa débordement de cours d'eau et carte d'aléa ruissellement. . .	19
3.3 Format des rendus et exemples.....	19

Index des illustrations

Figure 1 : Évolution des cumuls de pluies historiques et de projet à Desvres.....	9
Figure 2 : Pluies de projets suivants les différents scénarios (Cumul à Desvres).....	10
Figure 3 : Répartition spatiale des pluies basée sur une moyenne des événements historiques.....	11
Figure 4 : Marégramme de projet à Boulogne-sur-Mer (marée moyenne).....	12
Figure 5 : Influence du niveau marin sur la ligne d'eau pour un scénario moyen.....	13
Figure 6 : Possibilités de déplacement des personnes en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement (Source : DDT Vaucluse).....	15
Figure 7 : Grille d'aléa proposée pour les phénomènes de débordement de cours d'eau et de ruissellement.....	16

Index des tables

Tableau 1 : Débits statistiques du Wimereux à Wimille.....	7
Tableau 2 : Débits objectifs pour les trois scénarios de référence.....	8

Préambule

L'objectif du présent livrable est de définir les scénarios retenus afin de caractériser l'aléa sur le bassin versant du Wimereux, ainsi que la méthodologie mise en place pour cartographier ces derniers.

Le présent document se décompose ainsi en trois parties :

- la première partie est consacrée à la description des scénarios de référence retenus pour caractériser l'aléa. Le modèle, réalisé lors de la phase 1 et décrit dans le livrable W4-W8, a été utilisé ;
- la seconde partie propose une grille d'aléa pour les phénomènes de ruissellement et débordement ;
- la troisième présente quant à elle la méthodologie retenue pour élaborer les cartes réglementaires.

Le logiciel utilisé pour construire les modèles hydrologiques et hydrauliques (débordement et ruissellement) du bassin versant de la Liane est le logiciel ICM V6,5 développé par INNOVYZE.

Partie - 1 Aléas

1.1 Définition des scénarios de référence

Il convient dorénavant de caractériser les débits et niveaux pour différents scénarios de crue d'ampleur croissante. Cette évaluation et la cartographie des zones inondables qui en résultera seront issues d'une modélisation hydrologique (transformation de la pluie en débit) et hydraulique (transformation du débit en niveaux d'eau dans le cours d'eau).

1.1.1 Synthèse de l'étude statistique réalisée en 2014

Au cours de l'étude réalisée en 2014 par PROLOG INGENIERIE pour le compte de la DDTM62, une analyse statistique des débits du Wimereux avait été effectuée.

Cette analyse avait mis en évidence que les cours d'eau du Boulonnais répondaient à des épisodes prolongés de pluie de type automnale et hivernal. Le tableau ci-après récapitule les estimations des débits instantanés maximaux selon différentes périodes de retour (10, 50, 100 et 1000 ans) pour le Wimereux à Wimille. Figurent aussi les débits spécifiques, débits par km² de bassin versant. Ces valeurs sont également comparées aux toutes dernières estimations de la DREAL Hauts-de-France. Les écarts sont liés à des méthodes d'ajustement différentes, mais les ordres de grandeur sont cohérents et dans la fourchette d'incertitude usuelle pour ce type d'analyse fréquentielle.

Cours d'eau		Wimereux à Wimille
Superficie (km ²)		78
T = 10 ans	Débit (m ³ /s)	31
	Débit spécifique (m ³ /s/km ²)	0.40
T = 50 ans PROLOG	Débit (m ³ /s)	54 - 59
	Débit spécifique (m ³ /s/km ²)	0.69 - 0.76
T = 50 ans DREAL	Débit (m ³ /s)	68
	Débit spécifique (m ³ /s/km ²)	0.87
T = 100 ans PROLOG	Débit (m ³ /s)	64 - 71
	Débit spécifique (m ³ /s/km ²)	0.82 - 0.91
T = 100 ans DREAL	Débit (m ³ /s)	88
	Débit spécifique (m ³ /s/km ²)	1.13
T = 1000 ans PROLOG	Débit (m ³ /s)	108 - 117
	Débit spécifique (m ³ /s/km ²)	1.38 - 1.50

Tableau 1 : Débits statistiques du Wimereux à Wimille

1.1.2 Définition des scénarios

Sachant les incertitudes liées à l'extrapolation des débits rares, fortement dépendants de la méthode utilisée, l'approche retenue vise à se rapprocher de celle demandée par la Directive Inondation en raisonnant sur la base de trois scénarios de référence à savoir :

- fréquent (10 - 30 ans) ;
- moyen (100 - 300 ans) ;
- extrême (> 500 ans).

Les hypothèses retenues sur la définition de ces scénarios sont les suivantes :

- les conditions pluvieuses antécédentes retenues sont identiques à celles du calage des événements de novembre 2009 et 2012, la catégorie CIII est donc affectée aux CN (cf. livrable W4-W8) ;
- les cumuls sont les suivants :
 - **scénario fréquent : cumul à Desvres de 57 mm** équivalent à un cumul moyenné de 42 mm sur le bassin versant du Wimereux ;
 - **scénario moyen : un cumul moyenné de 76,5 mm**, afin d'être homogène avec le scénario de référence de la Slack, Desvres combien 104 mm;
 - **scénario extrême : un cumul à Desvres de 130 mm** correspondant à un cumul moyenné de 96 mm sur le bassin versant du Wimereux.

	Débit du Wimereux à Wimille (m ³ /s)	Débit modélisé (m ³ /s)	Cumul moyenné sur la bassin versant (mm)	Cumul à Desvres (mm)
Scénario fréquent (T = 10 ans)	31	33	42	57
Scénario moyen (T = 100 ans)	64 - 71	82	76,5	104
Scénario extrême (T = 1000 ans)	108 - 117	108	96	130

Tableau 2 : Débits objectifs pour les trois scénarios de référence

- la durée et la forme des pluies caractéristiques de ces trois scénarios hydrologiques est déduite des pluies réelles historiques. La figure ci-dessous représente l'évolution des cumuls de pluies (historiques et projet, normalisés) et montre bien la cohérence des pluies.

Evolution des cumuls de pluies historiques et de projet à Desvres

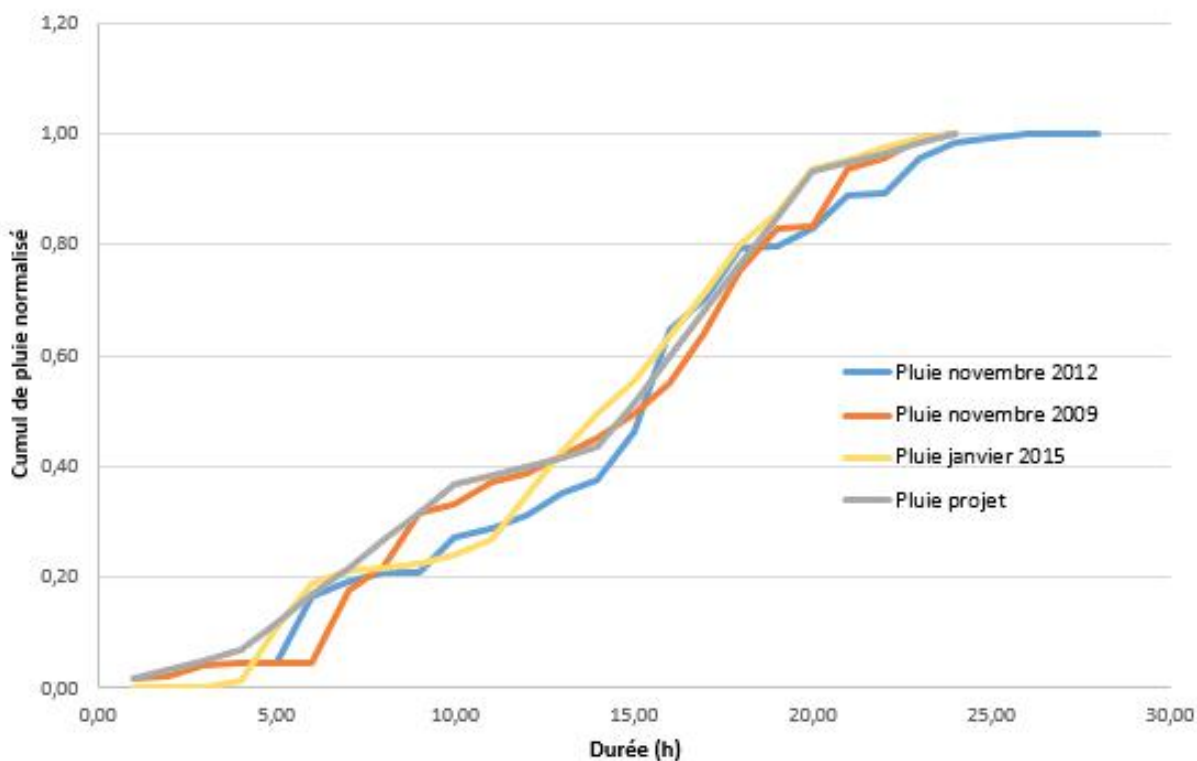


Figure 1 : Évolution des cumuls de pluies historiques et de projet à Desvres

- Sur cette base, il est donc proposé une pluie d'une durée de 24h, comportant deux périodes intenses de 6h réparties dans la journée et représentant 80 % du cumul total de l'événement.

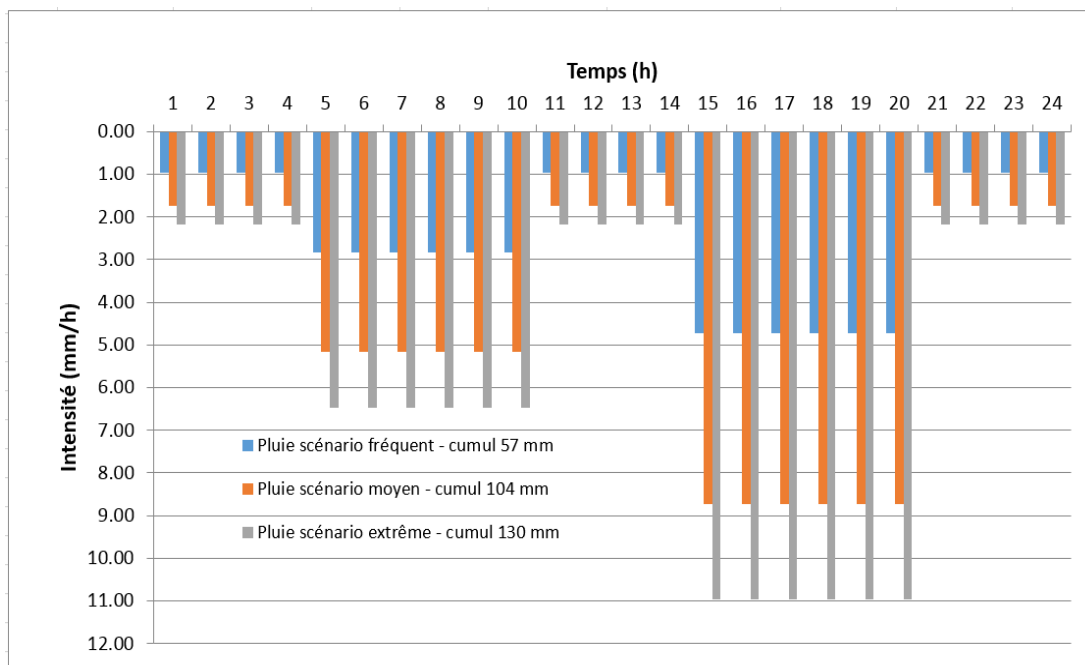


Figure 2 : Pluies de projets suivant les différents scénarios (Cumul à Desvres)

- La station de Desvres, possédant la plus longue chronique de pluie, est choisie comme station de référence. Les quantités de pluie associées aux différentes périodes de retour retenues précédemment sont indiqués sur la figure précédente. Néanmoins, ces pluies ne sont pas appliquées de manière uniforme à l'échelle des deux bassins versants.
- Une hypothèse quant à la répartition spatiale de la pluie par le biais des images RADAR, technologie permettant la mesure de la quantité d'eau dans les nuages. Cela permet d'avoir une représentation réaliste par rapport à l'application d'une pluie uniforme basée sur les seuls statistiques de Desvres qui aurait eu tendance à surévaluer les précipitations. Les images RADAR des principaux événements de crue précédemment évoqués ont ainsi été utilisées de manière à évaluer les écarts (en pourcentage) entre la pluviométrie mesurée à Desvres qui aurait eu tendance à surévaluer les précipitations.

Les images RADAR des principaux événements de crue précédemment évoqués ont ainsi été utilisées de manière à évaluer en tout point des trois bassins versants pour chaque événement. Ensuite, une moyenne des écarts est faite sur cinq événements, comme présenté sur la figure suivante. Aussi, à titre d'illustration s'il pleut 100 mm à Desvres, il pleuvra 70 à 90 mm sur les zones de couleur jaune à rouge et 50 à 60 mm sur les zones de couleur verte.

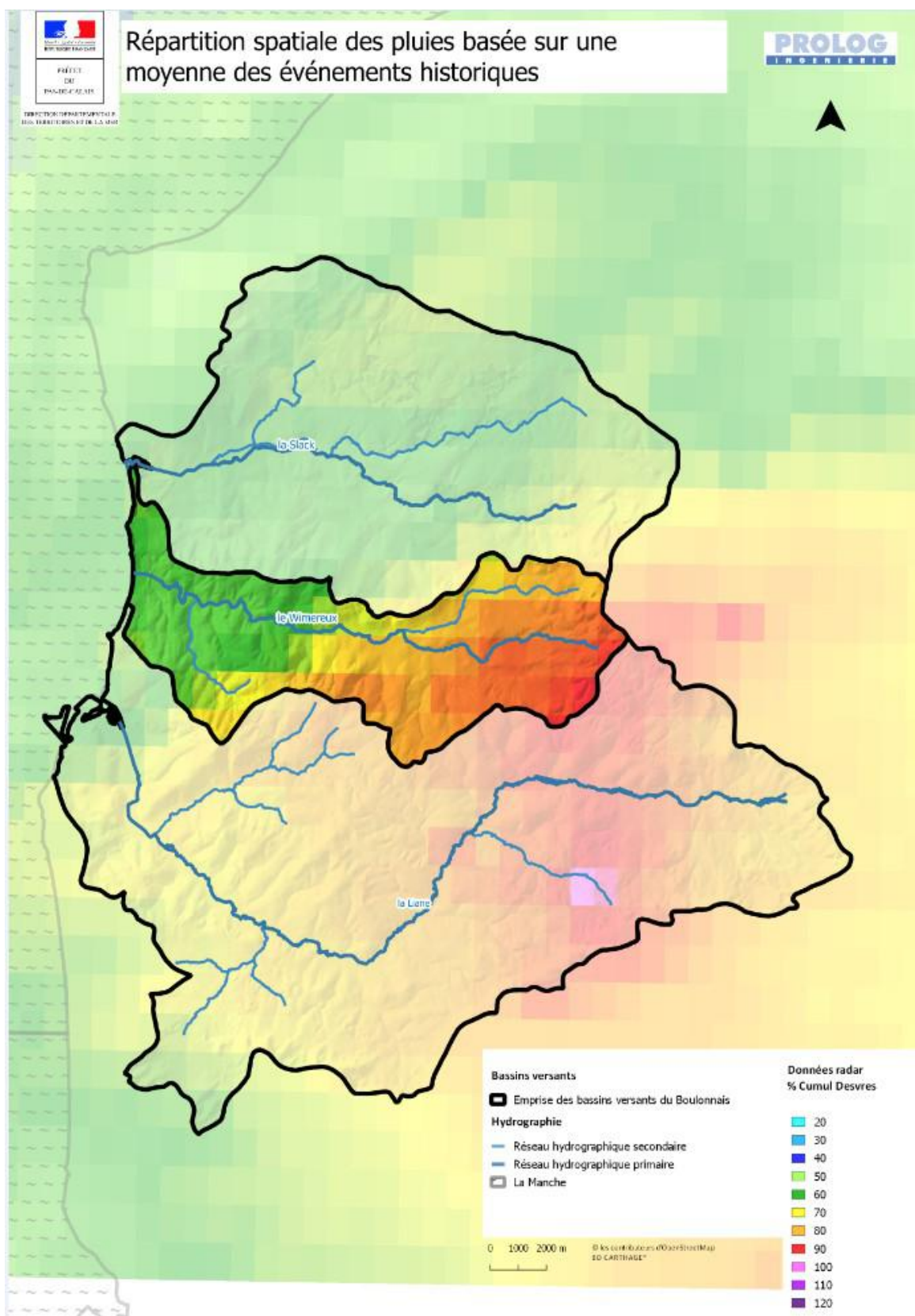


Figure 3 : Répartition spatiale des pluies basée sur une moyenne des événements historiques

- Concernant le niveau de la mer, un test de sensibilité a été réalisé au cours de l'étude de 2014 sur le Wimereux pour le scénario moyen afin d'estimer l'influence de la marée sur les crues fluviales (cf. ci-dessous). Les conditions marines testées sont les suivantes :
 - une marée faible (coefficient 45) ;
 - une marée moyenne (coefficient 70) ;
 - un niveau de mer de période de retour 100 ans (équivalent à une marée forte, à laquelle s'ajoute une surcote météorologique) ;

Le pic de crue fluviale coïncide avec celui de la marée dans les trois cas.

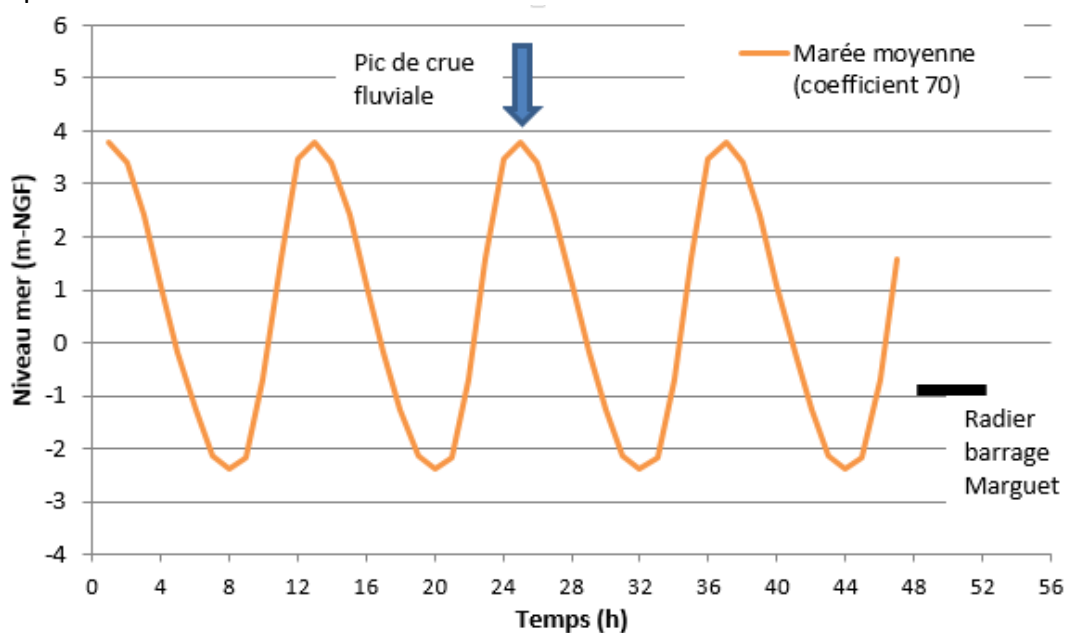


Figure 4 : Marégramme de projet à Boulogne-sur-Mer (marée moyenne)

D'après les calculs, l'influence du niveau marin remonte principalement jusqu'au pont d'Houlouve pour un scénario moyen (cf. ligne d'eau page suivante). Les emprises inondées sont comparables sauf en rive gauche à l'amont immédiat de la voie SNCF (limite ouest de la commune de Wimille), ces différentes emprises sont présentées en annexe du présent livrable. **L'influence du niveau marin est donc relativement faible en crue** : une marée moyenne a ainsi été retenue.

**Profils en long de la crue moyenne (100 - 300 ans)
pour différents niveaux de mer**

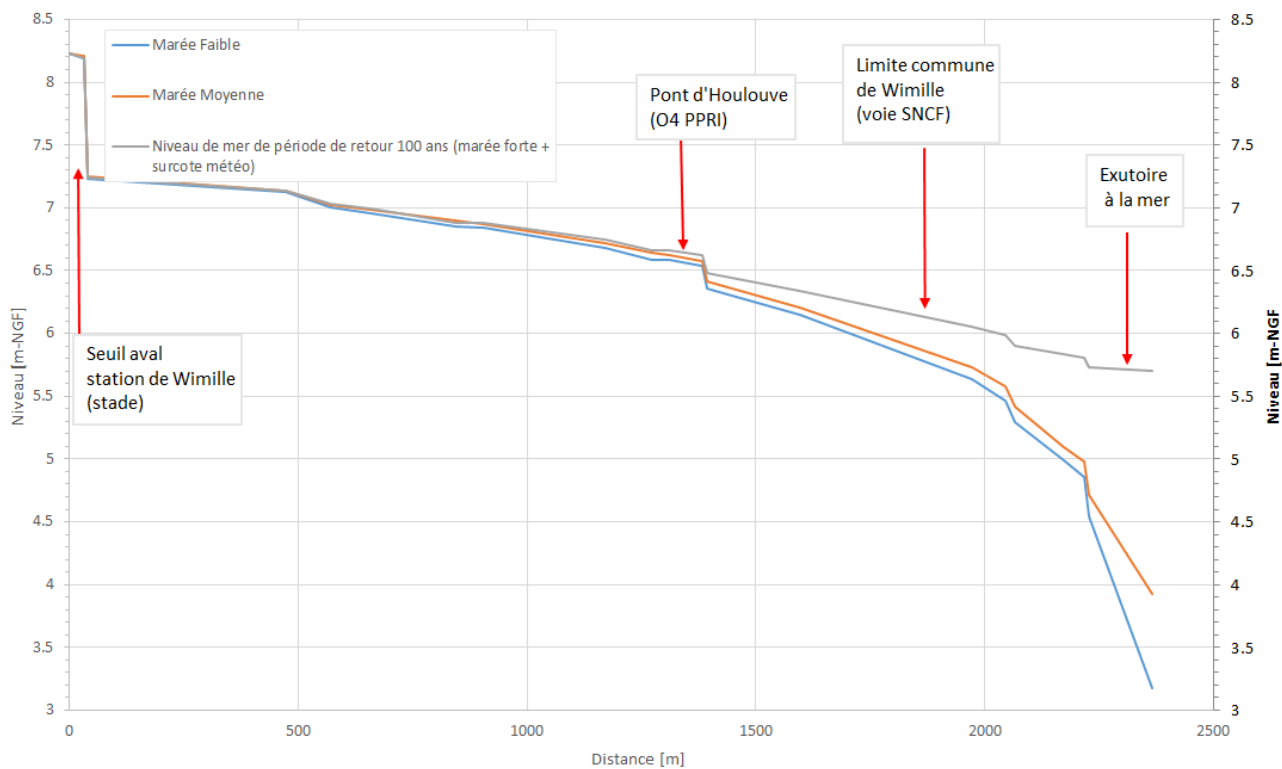


Figure 5 : Influence du niveau marin sur la ligne d'eau pour un scénario moyen

Partie - 2 Définition des aléas

La modélisation des événements de référence, débordement de cours d'eau et ruissellement, permet d'accéder aux hauteurs de submersion maximales et aux vitesses maximales d'écoulement.

L'aléa de référence repose donc sur un croisement entre :

- **les hauteurs de submersion**, divisées en 4 classes :
 - inférieures à 50 cm, hauteurs d'eau faibles ;
 - comprises entre 50 cm et 1 m, hauteurs d'eau moyennes ;
 - comprises entre 1 m et 1,5 m, fortes hauteurs d'eau,
 - supérieures à 1,5 m, très fortes hauteurs d'eau.
- **les vitesses d'écoulements**, divisées en 4 classes :
 - inférieures à 0,2 m/s, faibles vitesses d'écoulement ;
 - comprises entre 0,2 et 0,5 m/s, vitesses d'écoulement moyennes ;
 - comprises entre 0,5 et 1m/s, fortes vitesses d'écoulement ;
 - supérieures à 1 m/s, très fortes vitesses d'écoulement.

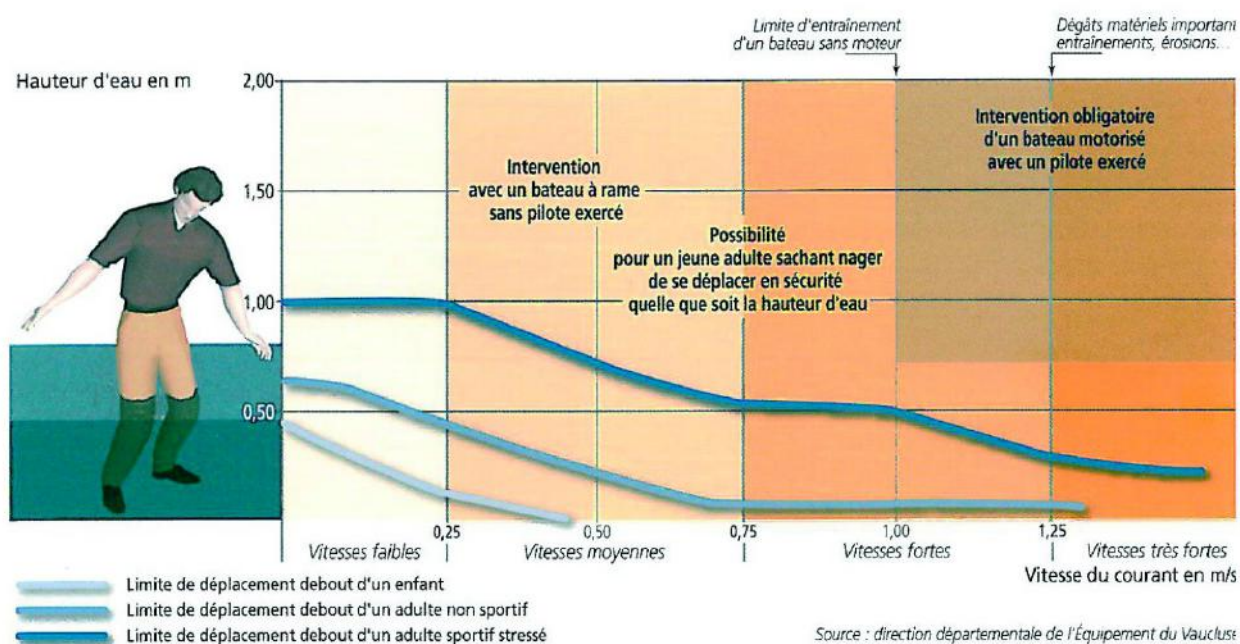


Figure 6 : Possibilités de déplacement des personnes en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement (Source : DDT Vaucluse)

C'est bien le croisement entre ces deux paramètres qui conditionne le risque sur une zone donnée. En effet, le même niveau d'aléa peut être induit par de fortes hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulements faibles et par de faibles hauteurs d'eau mais des vitesses d'écoulements élevées. La figure ci-dessous illustre l'impact du couplage de ces deux paramètres sur les possibilités de déplacement des personnes en fonction de leur âge.

La grille d'aléa proposée à la fois pour l'aléa débordement de cours d'eau et pour l'aléa ruissellement est présentée ci-dessous.

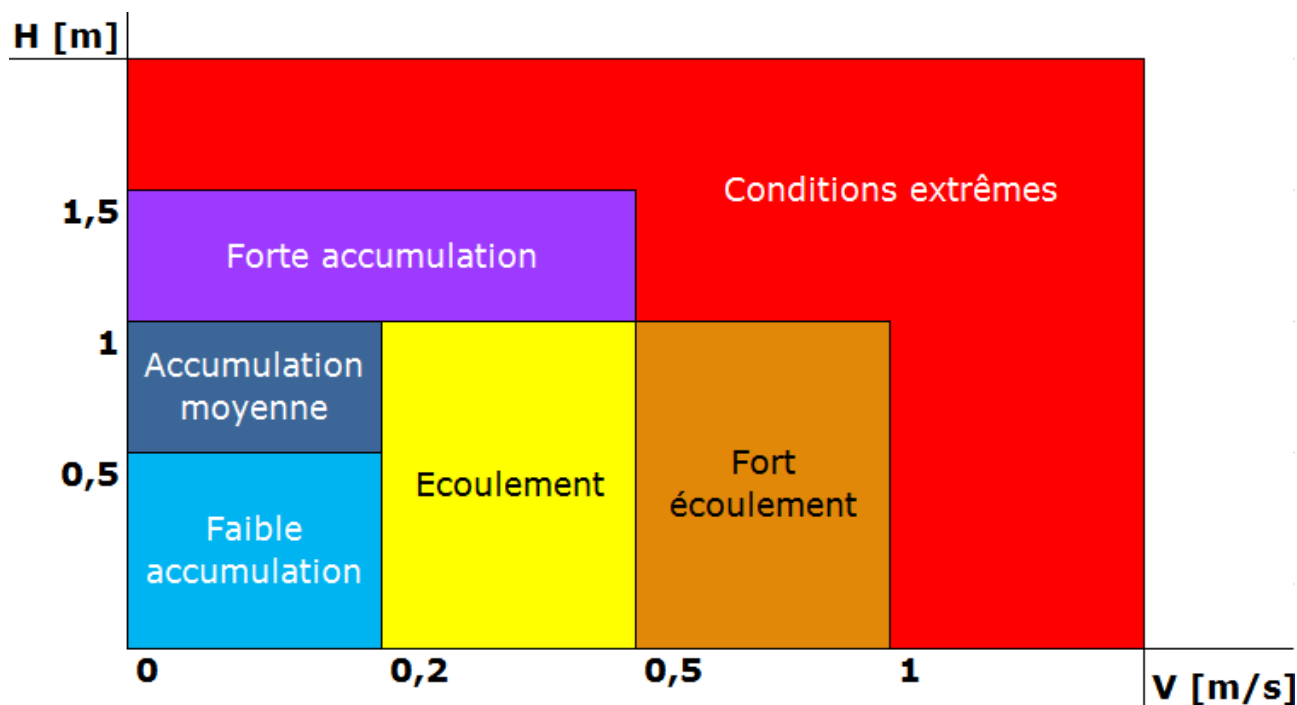


Figure 7 : Grille d'aléa proposée pour les phénomènes de débordement de cours d'eau et de ruissellement

Cette grille d'aléa ne qualifie pas le risque en termes de gravité (« aléa classique » faible, moyen ou fort) mais plutôt en termes de fonctionnement hydraulique et de phénomènes prépondérants entre l'écoulement, l'accumulation voire les deux en même temps, pour une meilleure compréhension globale et lecture des cartes.

Cette grille conserve tout de même les mêmes classes de hauteurs et de vitesses qu'une grille « d'aléa classique ».

Partie - 3 Méthodologie d'élaboration des cartes

3.1 Création des contours de hauteurs et de vitesses

Les résultats bruts extraits d'ICM ont été traités à l'aide du logiciel SIG GrassGIS (version 7.2.0) afin d'obtenir les couches SIG de classes de hauteurs et de vitesses fournies. Les traitements cartographiques réalisés intègrent à la fois les résultats hydrauliques au niveau des mailles 2D du modèle mais aussi ceux calculés par le modèle au niveau des profils en travers. Cela permet de cartographier l'intégralité de l'emprise inondable.

Un travail de nettoyage et de lissage des couches SIG produites a été réalisé, afin de restreindre le poids des fichiers géomatiques produits en sortie et de conserver uniquement les informations pertinentes portées par les couches SIG.

En particulier, pour la problématique ruissellement, la pluie est appliquée sur tout le territoire. En termes de cartographie, cela se manifeste par la création de multiples zones inondées de petite taille (cuvettes) qui nuisent à la lecture globale de la carte et qui ne représentent pas réellement un risque à l'échelle du territoire. Cette problématique, rencontrée dans le cadre de l'élaboration du PPRI ruissellement de NO Lille, a conduit à définir plusieurs critères de filtrage des résultats de modélisation :

- un critère de hauteur d'eau minimum pour filtrer les zones non significatives, un seuil de 1 cm de hauteur a été retenu ;
- un critère de surface inondée minimum pour filtrer les zones de connexion ou d'accumulation de petite taille, isolées et présentant de faibles hauteurs d'eau. Il est proposé ici de filtrer toutes les surfaces inondées de superficie inférieures à 500 m².

De même, pour le débordement, les petits polygones de surfaces inférieures à 50 m² ont été supprimés pour la cartographie de l'aléa inondation.

Enfin, un lissage des limites de polygones a été fait afin de supprimer l'effet de « crénelage » lié à l'interpolation des résultats bruts de modélisation hydraulique.

3.2 Continuité entre carte d'aléa débordement de cours d'eau et carte d'aléa ruissellement

L'objectif de la présente étude est d'élaborer, par commune, une carte d'aléa de référence unique qui synthétise à la fois les phénomènes de débordement des cours d'eau et ceux de ruissellement. Le principe général sera de retenir l'aléa le plus pénalisant sur les secteurs touchés à la fois par des débordements et par le ruissellement.

3.3 Format des rendus et exemples

Deux formats de rendu sont proposés pour l'ensemble des cartographies produites :

- au 1/5000è, à l'échelle communale, sur fond cadastral. Les communes n'ayant pas toute la même emprise, le format des cartes sera adapté (A0, A1, A2, A3 ou A4) pour que l'échelle de rendu soit respectée ;
- au 1/25000è, à l'échelle du bassin versant, sur fond SCAN 25.

Les cartographies suivantes seront produites (à la fois pour les problématiques débordement de cours d'eau et ruissellement sachant que pour les communes impactées par les deux phénomènes , elles seront représentées sur une seule et même carte) :

- la cartographie des hauteurs de submersion maximales ;
- la cartographie des vitesses maximales d'écoulement ;
- la cartographie de l'aléa.

Les cartes figurent en annexe du rapport.

De plus, les synthèses communales (réalisées au cours de la partie 1) seront complétées pour y ajouter la cartographie des aléas.

L'analyse des résultats de l'aléa sera réalisée au sein du livrable W5 « Analyse du fonctionnement hydraulique et diagnostic du bassin versant du Wimereux ».