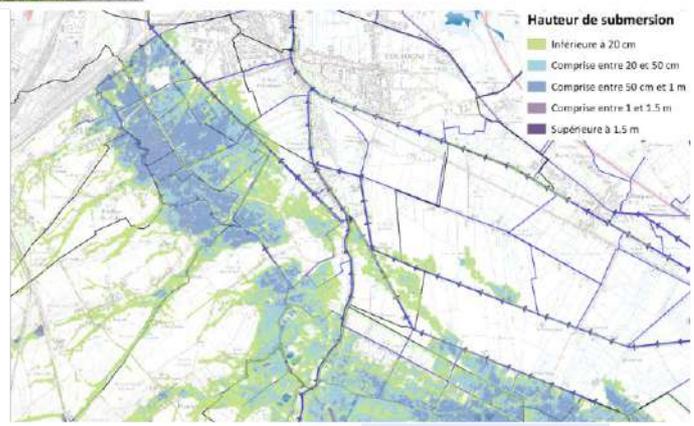
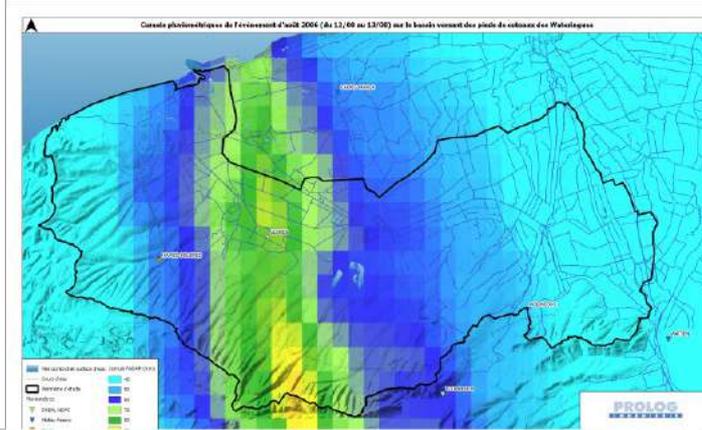


DIRECTION DÉPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER PAS-DE-CALAIS



ALÉAS

"DIRECTIVE INONDATION"



PHASE 2



LIVRABLE VO.1

L10

Table des matières

Préambule.....	4
Partie - 1 Définition et analyse des scénarios de la Directive Inondation	6
1.1 Présentation des hypothèses retenues.....	7
1.2 Présentation des principaux résultats.....	9
1.2.1 Scénario fréquent.....	9
1.2.2 Scénario extrême.....	11
Partie - 2 Cartographie des aléas.....	15
2.1 Création des contours de hauteurs et de vitesses.....	16
2.2 Continuité entre débordement de cours d'eau et ruissellement.....	16
2.3 Format des rendus et exemples.....	17

Index des illustrations

Figure 1 : Hydrogrammes injectés (Hem et Aa à Watten) pour les scénarios de type hivernal de la DI	8
Figure 2 : Cycle de marée appliqué aux exutoires du modèle.....	9

Index des tables

Tableau 1 : Cumuls pluviométriques retenus pour les scénarios de la DI.....	7
Tableau 2 : Comparaison des niveaux d'eau au sein des canaux entre le scénario de référence et le scénario fréquent.....	10
Tableau 3 : Comparaison des emprises inondables entre le scénario de référence et le scénario fréquent.....	11
Tableau 4 : Comparaison des niveaux d'eau au sein des canaux entre le scénario de référence et le scénario extrême.....	12
Tableau 5 : Comparaison des emprises inondables entre le scénario de référence et le scénario extrême – hauteurs de submersion propres au scénario extrême.....	13
Tableau 6 : Comparaison des emprises inondables entre le scénario de référence et le scénario extrême – hauteurs de submersion propres au scénario extrême (suite).....	14

Préambule

L'objectif du présent livrable est de définir les scénarios retenus afin de caractériser les aléas fréquent et extrême relatifs à la Directive Inondation sur le territoire des pieds de coteaux des Wateringues, ainsi que la mise en place de la méthode utilisée pour cartographier ces derniers.

Ce document se décompose en 2 parties :

- la première est consacrée à la définition (hypothèses retenues) et l'analyse des scénarios fréquent et extrême de la Directive Inondation ;
- la seconde s'attache à décrire les moyens mis en œuvre pour réaliser la cartographie de ces aléas.

Le logiciel utilisé pour construire les modèles hydrologiques et hydrauliques (débordement et ruissellement) du secteur d'étude est le logiciel ICM V6,5 développé par INNOVYZE.

Partie - 1 Définition et analyse des scénarios de la Directive Inondation

1.1 Présentation des hypothèses retenues

Cette partie s'attache à 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).

Afin de répondre au cahier des charges établi par la Directive Inondation (DI), les scénarios retenus doivent répondre aux occurrences suivantes :

- scénario fréquent (10 - 30 ans) ;
- scénario moyen (100 ans cf. livrable 8) ;
- scénario extrême (> 500 ans).

Comme pour le scénario de référence du PPRi, les scénarios fréquent et extrême résultent de la fusion de deux type d'épisodes de crues (« estival » et « hivernal ») afin de pouvoir caractériser au mieux les phénomènes de ruissellement et de débordement des cours d'eau.

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

- les cumuls de pluie sont présentés au sein du tableau ci-dessous, la pluie est appliquée uniformément sur l'ensemble du territoire d'étude ;

	Type hivernal	Type estival
Scénario fréquent (T = 10 ans)	Cumul décennal à Calais sur 4 jours (90,6 mm)	Cumul décennal à Calais sur 3 heures (30 mm)
Scénario extrême (T = 1000 ans)	Cumul centennal à Calais sur 4 jours (136 mm)	Cumul de pluie de 70 mm enregistré en 4 heures à Guînes lors de l'épisode d'août 2006 (cumuls supérieurs à 100 ans)

Tableau 1 : Cumuls pluviométriques retenus pour les scénarios de la DI

- concernant les hydrogrammes injectés au sein des cours d'eau (Hem et Aa) intéressant le territoire d'étude, ces derniers ne varient pas en fonction de l'occurrence des scénarios considérés :
 - pour les scénarios de type hivernal, ces derniers correspondent aux débits mesurés lors de l'épisode de crues de novembre 2009 :
 - une crue de la Hem avec un débit de pointe de 26 m³/s ;
 - une crue de l'Aa avec un débit de pointe de 40 m³/s à Wizernes avant d'être écrêté à l'aval de Watten à 24 m³/s ;

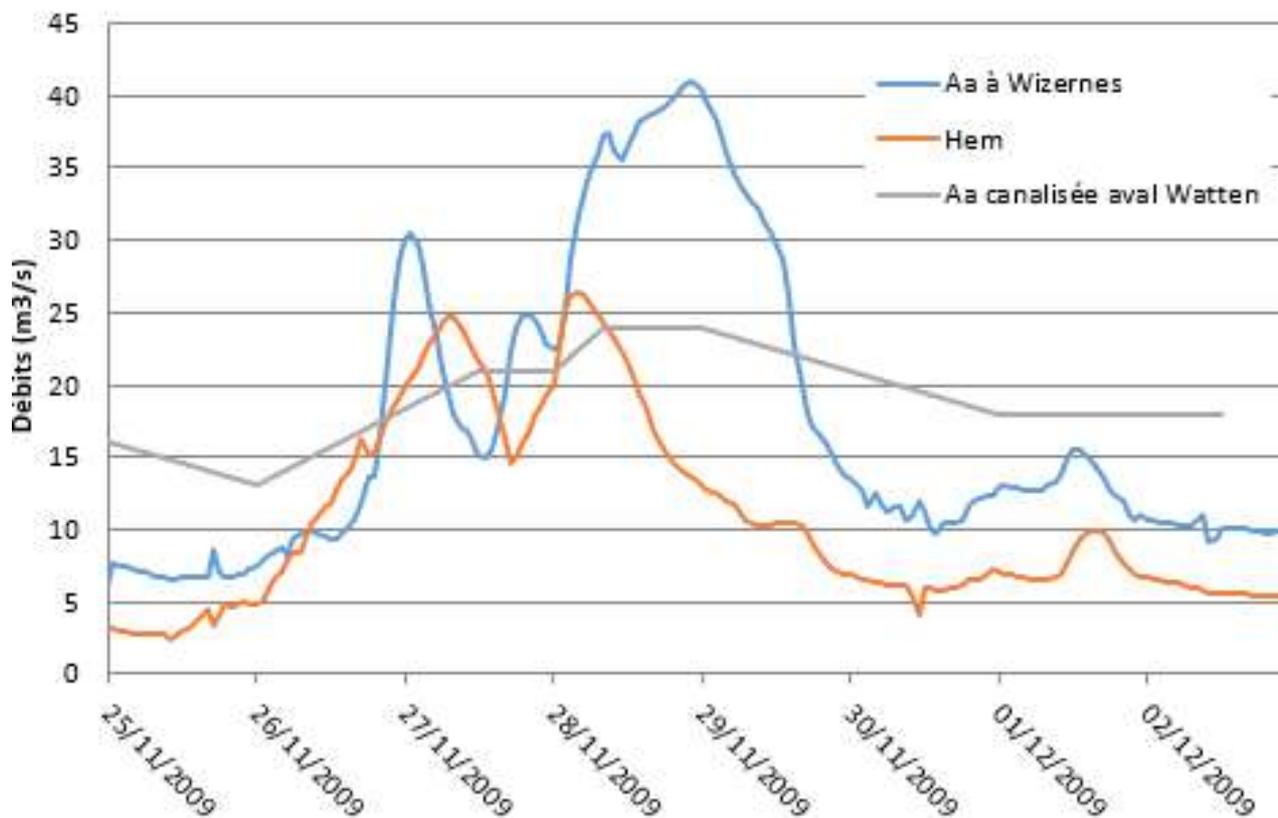


Figure 1 : Hydrogrammes injectés (Hem et Aa à Watten) pour les scénarios de type hivernal de la DI

- pour les scénarios de type estival :
 - le débit mesuré sur la Hem à Guémy, dont le débit de pointe estimé est de 52 m³/s, suite aux précipitations importantes enregistrées à Licques en août 2006 (cumuls supérieurs à 100 ans) ;
 - le module interannuel à la station de Wizernes pour l'Aa ;
- la condition aval appliquée aux exutoires du canal de Calais et du canal des Pierrettes est une marée moyenne (coefficient 72) avec surcote météorologique de 50 cm où le pic de crue fluviale est concomitant avec le pic de marée ; ces hypothèses sont identiques à celles prises pour l'aléa de référence et cohérentes avec celles du PAPI du delta de l'Aa.

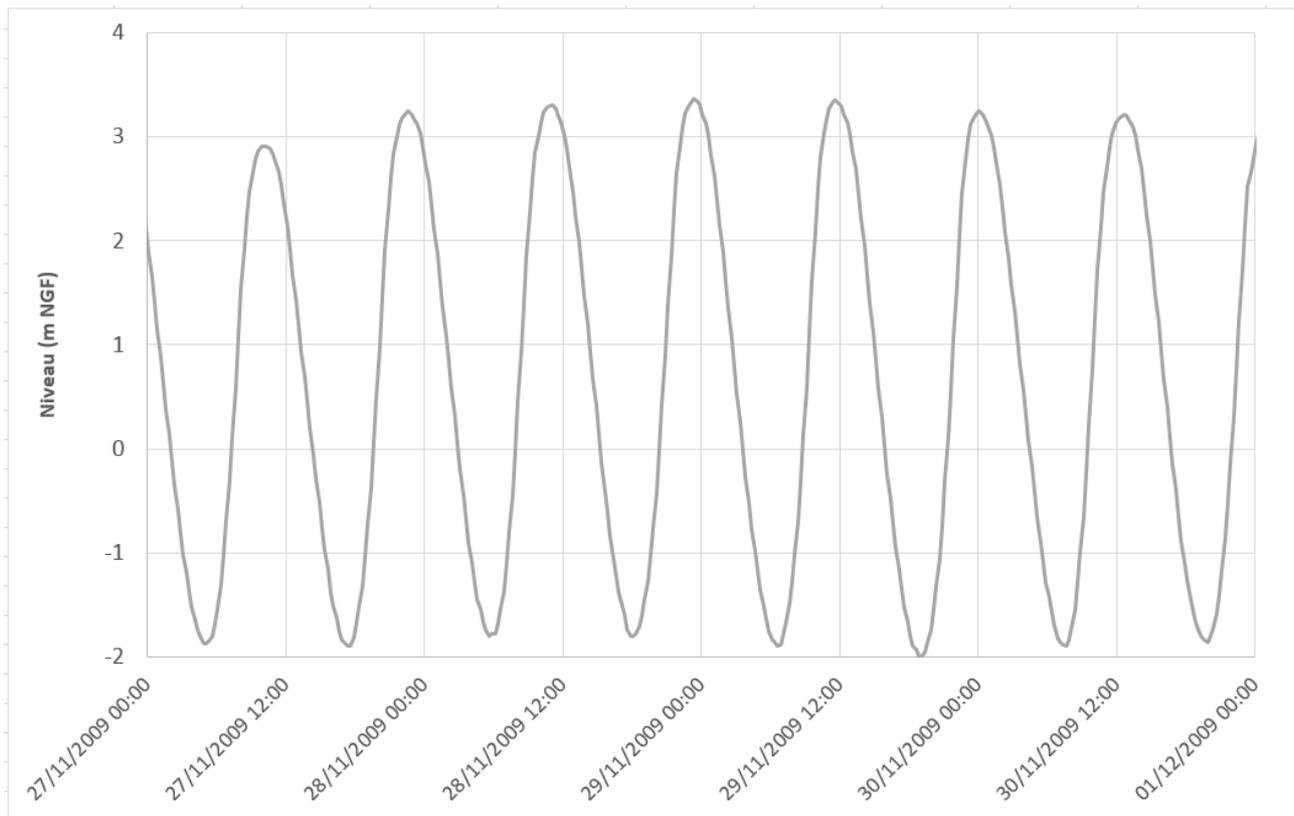


Figure 2 : Cycle de marée appliqué aux exutoires du modèle

- enfin, les ouvrages (stations de pompage à Calais et dans la plaine des Wateringues et vannes) ne présentent aucun dysfonctionnement excepté pour le scénario extrême de type hivernal pour lequel une défaillance généralisée des stations de pompage (à Calais et dans la plaine – les vannes sont manœuvrables) pendant tout l'événement a été retenu.

1.2 Présentation des principaux résultats

1.2.1 Scénario fréquent

Lorsque le scénario fréquent est comparé au scénario de référence, il est logique que les niveaux au sein du canal des Pierrettes et du canal de Calais soient nettement inférieurs comme l'indique le tableau ci-après.

	Niveau max simulé aléa réf. (m NGF)	Niveau max simulé aléa fréquent (m NGF)	Différence (cm)
Station des Attaques (canal de Calais)	1,69	1,60	- 9
Écluse carrée (canal des Pierrettes)	0,77	0,60	- 17

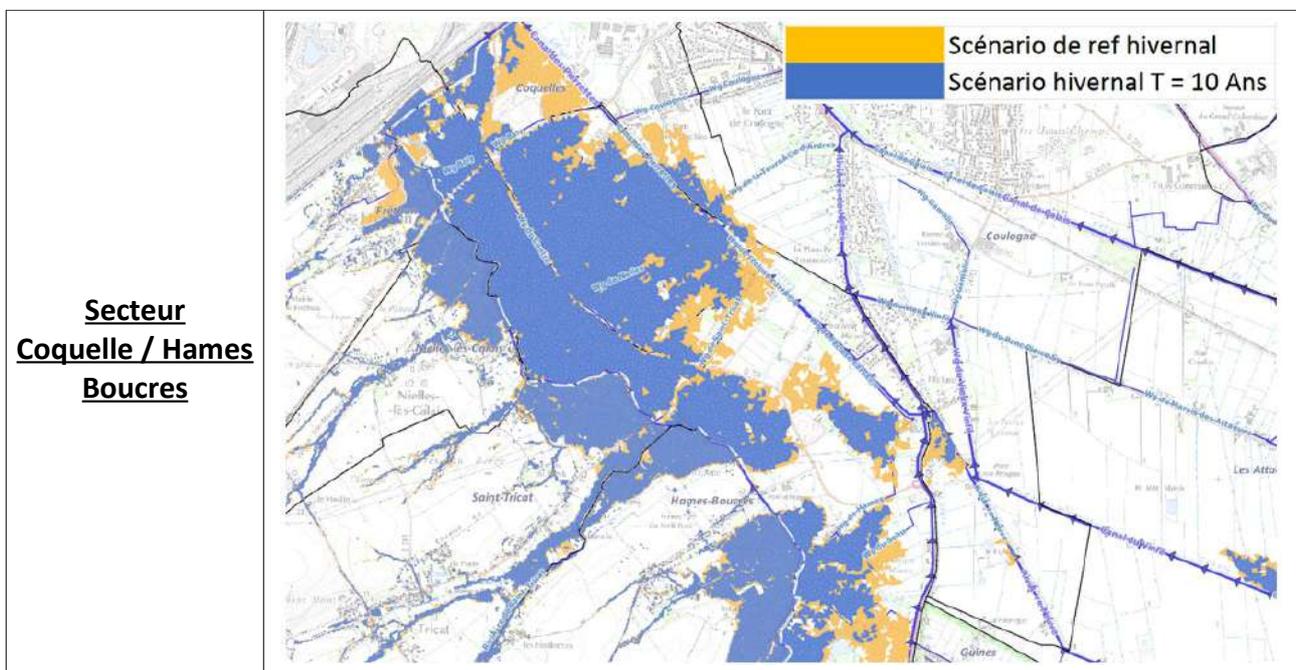
Tableau 2 : Comparaison des niveaux d'eau au sein des canaux entre le scénario de référence et le scénario fréquent

Le niveau au sein du canal de Calais est plus faible d'une dizaine de centimètres. En effet, les précipitations sont plus faibles et engendrent donc une modification dans le mode de fonctionnement des pompes diminuant dès lors les apports vers le canal. Ce dernier ne déborde plus en aval de l'écluse d'Hennuin sur la commune de Nortkerque.

Pour le système des Pierrettes, le niveau modélisé est bien plus bas (environ 20 cm), cela est directement lié aux précipitations plus faibles pour ce scénario.

Enfin sur les coteaux, les axes de ruissellement sont proches de ceux de l'aléa de référence, en effet les emprises inondables sont similaires, car les talwegs sont marqués et peu de zones naturelles de stockage sont présentes sur le territoire, hormis à l'amont de la voie SNCF traversant les coteaux.

L'ensemble de ces propos est illustré dans le tableau ci-après :



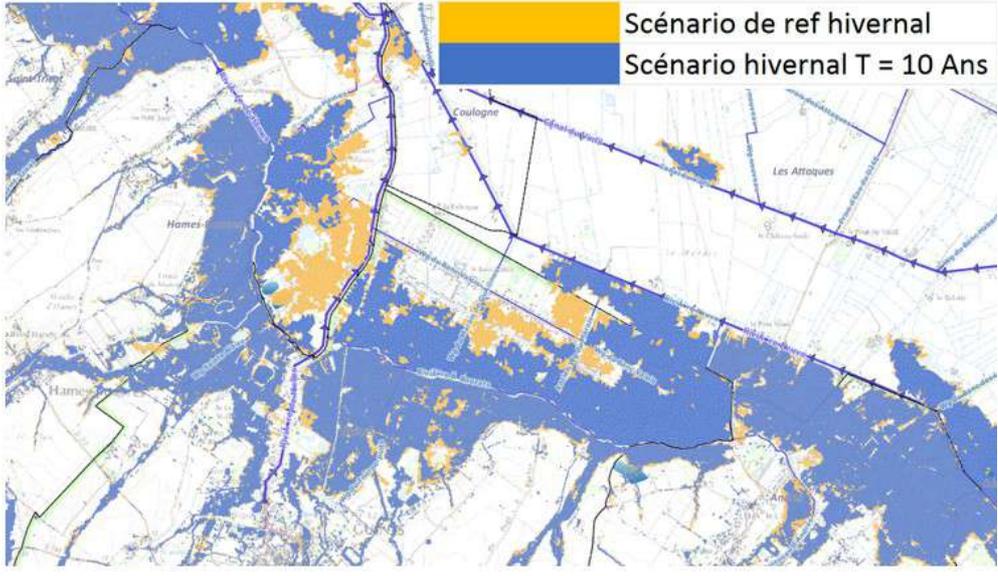
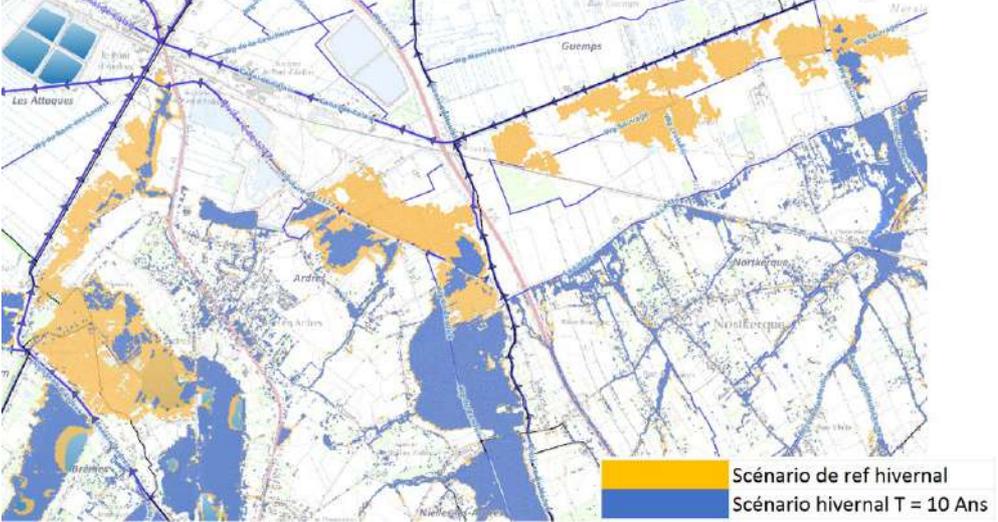
<p><u>Emprises inondables :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - marais de Guînes peu modifiée par rapport au scénario de référence ; - absence de débordement en rive gauche du canal de Guînes 	
<p><u>Commune Ardres :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - moins touchée par les eaux ; - débordements persistants du lac d'Ardres et du Watergang du Zandick <p><u>Commune de Nortkerque :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> absence de débordement du canal de Calais 	

Tableau 3 : Comparaison des emprises inondables entre le scénario de référence et le scénario fréquent

1.2.2 Scénario extrême

Le scénario extrême, caractérisé par une défaillance générale des stations de pompage à calais et dans la plaine, se traduit par une saturation de cette dernière (hauteurs de submersion pouvant être supérieures à 1,5 m sur la commune de Nortkerque par exemple).

L'évacuation des masses d'eau en aval ne s'effectuant que gravitairement, le niveau au sein de ces derniers augmente fortement, comme l'indique le tableau ci-dessous.

	Niveau max simulé aléa réf. (m NGF)	Niveau max simulé aléa extrême (m NGF)	Différence (cm)
Station des Attaques (canal de Calais)	1,69	1,77	+ 8
Écluse carrée (canal des Pierrettes)	0,77	0,98	+ 21

Tableau 4 : Comparaison des niveaux d'eau au sein des canaux entre le scénario de référence et le scénario extrême

L'élévation du niveau d'eau pour le canal de Calais est limitée car bien que l'évacuation par pompage soit impossible, les apports sont également bien moins importants car les stations de pompage de la plaine du territoire d'étude sont également hors service.

Pour le système des Pierrettes, la vidange des canaux n'est que gravitaire alors que les apports sont quant à eux identiques à ceux du scénario moyen. Les niveaux sont dès lors nettement plus hauts dans la plaine (comme dans le marais de Guînes par exemple).

Des exemples sont présentés au sein du tableau ci-après. Ce tableau représente les emprises inondables pour les deux scénarios ainsi que les hauteurs de submersion. Les vitesses ne sont pas représentées dans le sens où la plaine est une zone d'accumulation (caractérisée par des hauteurs de submersion importantes).

Enfin sur les coteaux, les axes de ruissellement sont identiques car le scénario retenu pour les coteaux est le même que celui de l'aléa de référence.

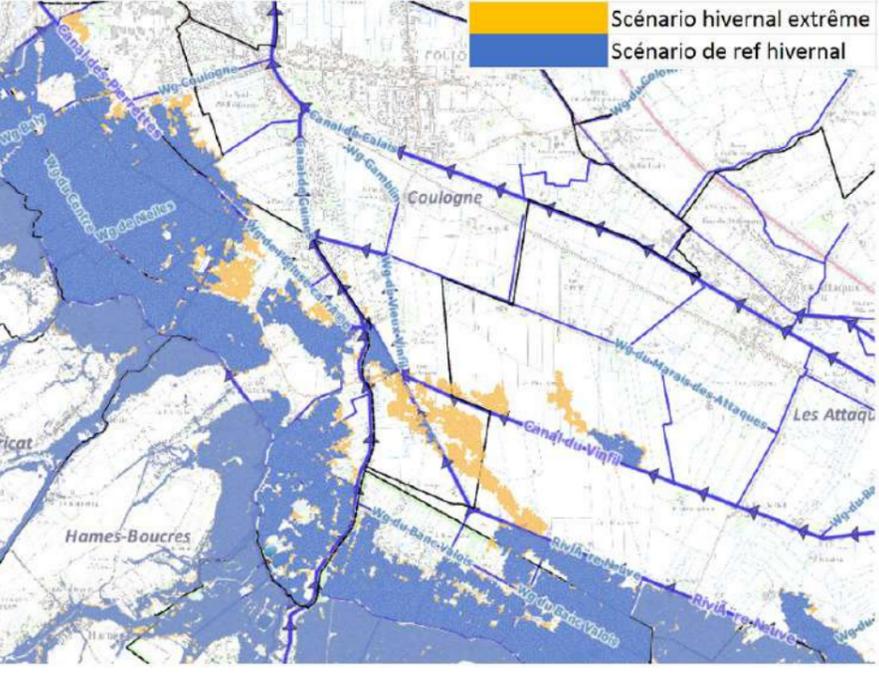
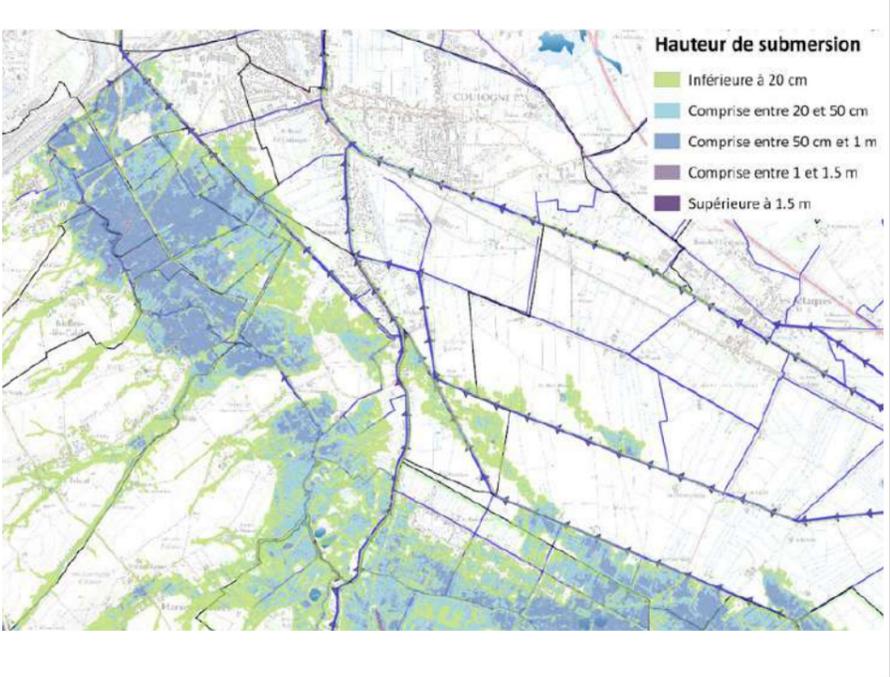
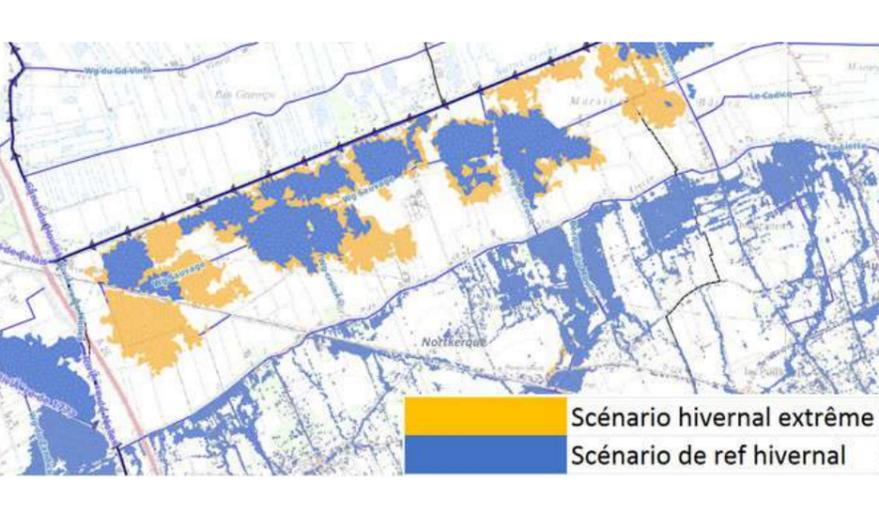
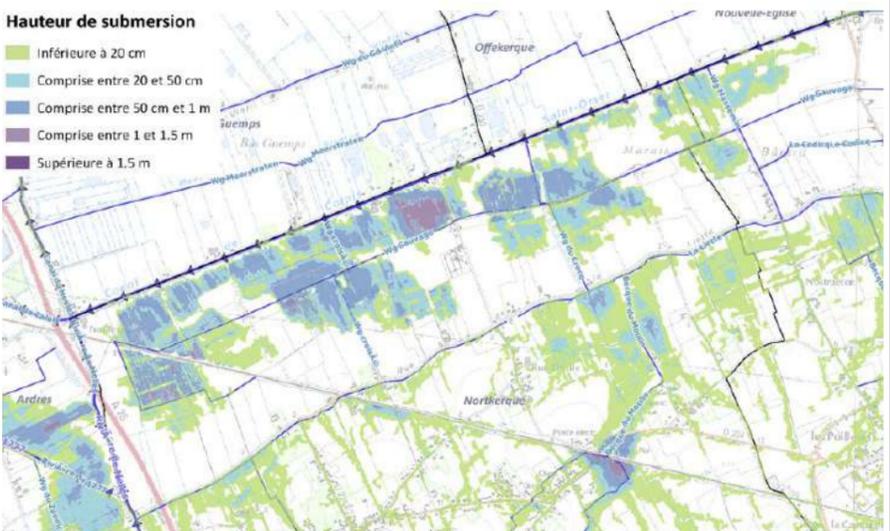
Commentaires	Emprises inondables	Hauteurs de submersion
<p>Système des Pierrettes :</p> <ul style="list-style-type: none"> la plaine est saturée ; les débordements de la Rivière Neuve sont plus marqués en amont de l'écluse carrée, ainsi que dans le canal du vieux Vinfil 	 <p>Scénario hivernal extrême Scénario de ref hivernal</p>	 <p>Hauteur de submersion</p> <ul style="list-style-type: none"> Inférieure à 20 cm Comprise entre 20 et 50 cm Comprise entre 50 cm et 1 m Comprise entre 1 et 1.5 m Supérieure à 1.5 m
<p>Canal de Calais :</p> <p>Les débordements sont plus importants sur la commune de Nortkerque.</p>	 <p>Scénario hivernal extrême Scénario de ref hivernal</p>	 <p>Hauteur de submersion</p> <ul style="list-style-type: none"> Inférieure à 20 cm Comprise entre 20 et 50 cm Comprise entre 50 cm et 1 m Comprise entre 1 et 1.5 m Supérieure à 1.5 m

Tableau 5 : Comparaison des emprises inondables entre le scénario de référence et le scénario extrême – hauteurs de submersion propres au scénario extrême

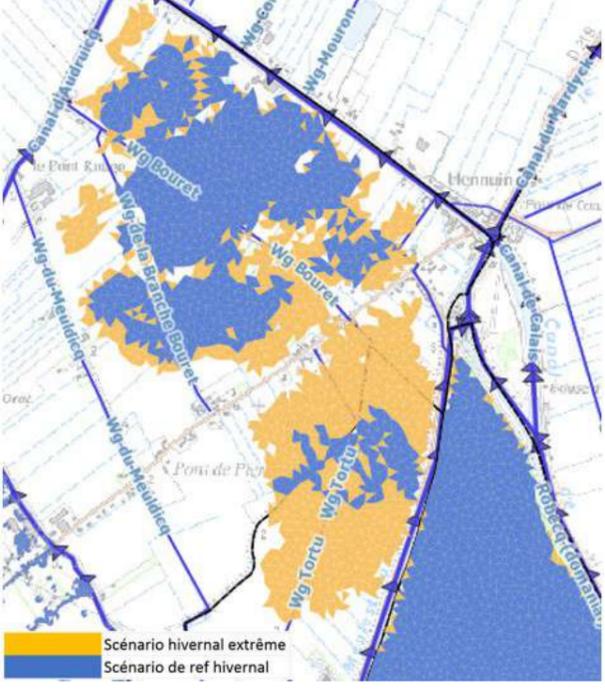
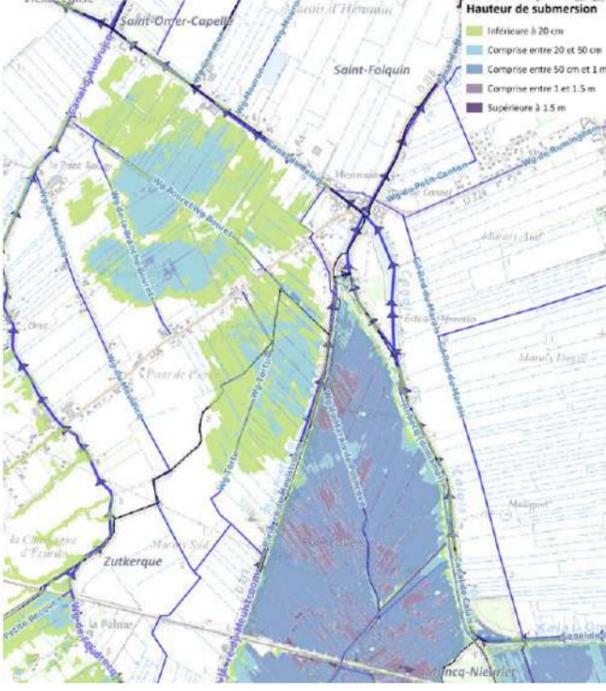
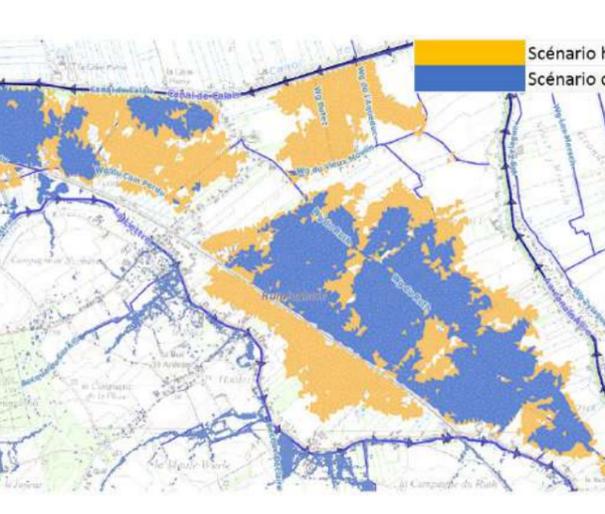
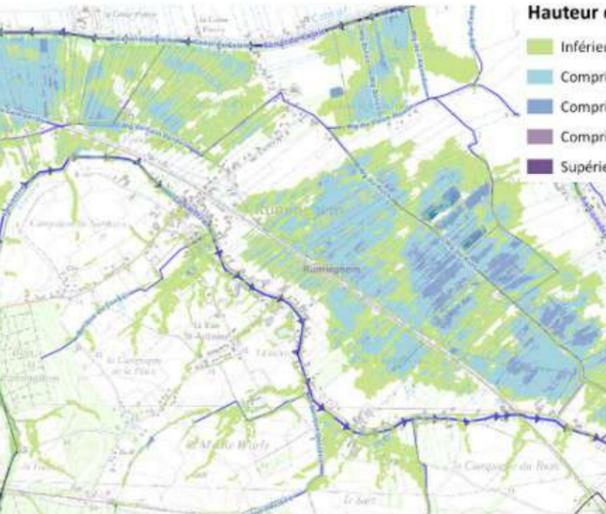
Commentaires	Emprises inondables	Hauteurs de submersion
<p>Secteur d'Audruicq : Le stockage dans la plaine est plus grand dans le secteur du watergang de Tortu. Cela est directement lié au dysfonctionnement de la station de pompage de Tortu (pompage de la plaine vers le Meulstroom).</p>		
<p>Commune de Ruminghem Une augmentation de l'emprise inondable dans la plaine est visible suite aux défaillances des stations de pompage.</p>		

Tableau 6 : Comparaison des emprises inondables entre le scénario de référence et le scénario extrême – hauteurs de submersion propres au scénario extrême (suite)

Partie - 2 Cartographie des aléas

2.1 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, 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 de PPRI de type ruissellement, a conduit à définir plusieurs critères de filtrage des résultats de modélisation, en concertation avec la DDTM62 :

- 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 de 500 m² pour filtrer les zones de connexion ou d'accumulation de petite taille, isolées et présentant de faibles hauteurs d'eau.

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.

2.2 Continuité entre débordement de cours d'eau et 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 est de retenir l'aléa le plus pénalisant sur les secteurs touchés à la fois par des débordements et par le ruissellement.

2.3 Format des rendus et exemples

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

- au 1/50000^e, 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 1/25000^e, à l'échelle du bassin versant, sur fond SCAN 25.

Les cartographies suivantes ont été produites :

- les hauteurs de submersion maximales divisés en 5 classes ;
 - inférieures à 20 cm, hauteurs d'eau très faibles ;
 - comprises entre 20 et 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 maximales d'écoulement 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..

Les cartes figurent en annexe du rapport.