

## Etude hydrologique et hydraulique sur les bassins versants du Boulonnais



PHASE 1  
Note pédagogique

Affaire n° 14-391-01			
Version	Date	Rédigé par	Validé par
0	10/02/2015	F. DOUSSIÈRE	M. DELBEC
Remarques :			

# Table des matières

<u>1 -Contexte et objectifs de l'étude.....</u>	<u>3</u>
<u>2 -La situation des bassins versants du Boulonnais en termes de prévention des risques.....</u>	<u>4</u>
<u>3 -Les conditions de formation des crues sur le Boulonnais.....</u>	<u>5</u>
<u>4 -Mise à jour des statistiques des débits.....</u>	<u>7</u>
<u>5 -Propositions d'hypothèses pour la suite de l'étude.....</u>	<u>8</u>

# Index des illustrations

Figure 1 - La démarche adoptée dans le cadre de l'étude.....	4
Figure 2 - Recensement des principales crues historiques.....	6
Figure 3 - Pluies de projet suivant différents scénarios.....	8
Figure 4 - Proposition de répartition spatiale des pluies basée sur une moyenne des événements historiques.....	9
Figure 5 - Marégrammes de projet à Boulogne-sur-Mer suivant différents scénarios.....	10

# Index des tables

Tableau 1 - Nombre de communes du Boulonnais concernées par un risque naturel (Source : PAGD du SAGE du Boulonnais, 2013).....	4
Tableau 2 - Pluie journalière calculée pour différentes périodes de retour de 1995 à 2013.....	5
Tableau 3 - Caractéristiques des événements récents.....	6
Tableau 4 : Estimation des débits caractéristiques des cours d'eau du Boulonnais au cours de différentes études.....	7
Tableau 5 : Estimation des débits caractéristiques des cours d'eau du Boulonnais.....	7
Tableau 6 : Niveaux de la mer pour différents scénarios (Source : Détermination de l'aléa de submersion marine, DHI, 2013).....	10

## 1 - Contexte et objectifs de l'étude

Le territoire du boulonnais est régulièrement et fortement exposé aux inondations : sur la période récente des 20 dernières années, on peut citer les événements de décembre 1994, novembre 1998, novembre 2000, décembre 2006, novembre 2009, novembre 2012, et enfin tout récemment début novembre 2014.

Ce constat a conduit les acteurs locaux à se lancer dans plusieurs démarches de prévention ou de protection contre ces inondations :

- x le SAGE du boulonnais, porté par le SYMSAGEB, approuvé dans sa version actuelle en janvier 2013, a fait de « *la gestion de l'espace et la maîtrise des écoulements* » l'un de ses enjeux majeurs, avec l'objectif d'appliquer « *une politique solidaire amont-aval autour du thème de l'hydraulique pour la maîtrise du ruissellement, la lutte contre l'érosion des sols et les inondations* » ;
- x le SYMSAGEB a déjà réalisé un certain nombre de travaux d'aménagements : bassins d'écrêtement sur les secteurs amont, réaménagement du lit des cours d'eau, etc. ;
- x le syndicat est actuellement engagé dans une démarche PAPI (Programme d'Actions de Prévention des Inondations) au stade intention, afin d'aller vers un PAPI complet et de nouvelles actions prochainement ;
- x l'État a approuvé le PPRI de la Liane le 16 février 1999, modifié le 21/07/2004 ;
- x l'État a prescrit le PPRI du Wimereux le 30/08/2010.

Cette étude s'inscrit donc dans ce contexte et a pour objectifs de contribuer à la mise à jour de la connaissance du fonctionnement hydrologique et hydraulique des principaux cours d'eau du Boulonnais (Liane, Wimereux, Slack), et ce afin de constituer un socle commun et partagé par tous pour les démarches en cours ou à venir (PAPI, révision ou approbation des PPRI, etc.).

Rappelons que des interrogations de certains élus avaient émergé à l'occasion des études relatives à l'élaboration du PPRI du Wimereux en 2009-2010, notamment sur les débits caractéristiques des crues estimés sur ce cours d'eau par comparaison avec ceux connus sur la Liane, ou encore sur le choix des hypothèses quant au niveau marin.

L'objectif de la présente étude est bien de mettre à jour l'ensemble de ces hypothèses et de traiter les trois cours d'eau principaux sur des bases communes et sur des approches homogènes.

Elle se déroule en 5 phases :

- **phase 1** : analyse hydrologique des bassins versants de la Liane, du Wimereux et de la Slack ;
- **phase 2** : modélisation hydraulique du Wimereux ;
- **phase 3** : modélisation hydraulique de la Liane ;
- **phase 4** : évaluation de l'impact des ouvrages et aménagements réalisés sur les crues de la Liane ;
- **phase 5** : **Tranche conditionnelle** – intégration des ouvrages et travaux envisagés sur le bassin versant de la Liane et évaluation de leur incidence sur les crues.

Le présent document est une synthèse du rapport de phase 1 présentant l'analyse préliminaire faite sur les données disponibles et les dernières grandes crues recensées.

La démarche adoptée sur les trois cours d'eau est similaire, elle vise à caractériser la transformation de la pluie en débits aux exutoires des bassins versants (volet hydrologie) puis à représenter la propagation des crues au sein du réseau hydrographique, c'est-à-dire le passage des débits en niveaux d'eau (volet hydraulique).

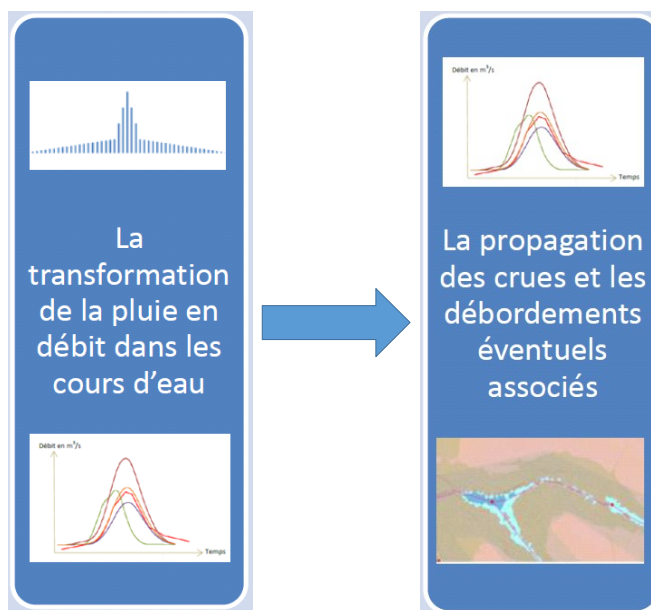


Figure 1 - La démarche adoptée dans le cadre de l'étude

## 2 - La situation des bassins versants du Boulonnais en termes de prévention des risques

Le bassin côtier du Boulonnais est touché par différents types de risques naturels, dont le risque inondation, qui constitue un risque majeur dans la mesure où il concerne la moitié des communes du bassin côtier comme le présente le tableau ci-après.

Type de risque	Nombre de communes	Nb total communes
Inondations	41	
Mouvement de terrain	23	
Risques Industriels	2	
Transport de matières dangereuses	78	81

Tableau 1 - Nombre de communes du Boulonnais concernées par un risque naturel (Source : PAGD du SAGE du Boulonnais, 2013)

L'importance du risque inondation est due en particulier à un ruissellement important sur tout le bassin côtier, induit par la géologie et la topographie de la zone, et également à des débordements des cours d'eau en lit majeur. Conjugués à une forte occupation des plaines d'inondation des trois rivières principales du bassin côtier, ces débordements concernent des enjeux socio-économiques importants.

Plusieurs PPRI ont ainsi été élaborés ou sont en cours d'élaboration pour les différents bassins versants du Boulonnais.

Pour la Liane, le PPRI a été approuvé en 1999 et révisé en 2004, permettant ainsi sa mise en application. Il concerne 13 communes, de Bournonville à l'amont à Saint-Léonard à l'aval. L'épisode de référence retenu sur la Liane est une crue centennale, c'est-à-dire ayant une chance sur cent d'intervenir chaque année. Le débit correspondant a alors été estimé à 70 m<sup>3</sup>/s à Wirwignes. Les niveaux de référence tout au long de ce secteur ont été calculés à partir d'une modélisation hydraulique, préalablement calée sur l'événement de décembre 1994.

Pour le Wimereux, le PPRI a été prescrit le 30 août 2010 mais n'a pas encore été approuvé. Il concerne 12 communes, de Colembert à l'amont à Wimereux à l'aval. L'épisode de référence retenu est également une crue centennale de débit estimé à 100 m<sup>3</sup>/s à Wimille. Les niveaux de référence sont issus d'une modélisation hydraulique.

Pour la Slack, il n'existe actuellement aucun PPRI.

### 3 - Les conditions de formation des crues sur le Boulonnais

Tout d'abord, si l'on se place d'un point de vue historique, on observe ces dernières années :

- une augmentation des statistiques de pluie comme le montre le tableau ci-dessous. Par exemple, la pluie journalière centennale a été estimée à 60 mm par la LHF en 1995, 60 mm (sur 20 heures) par SOGREAH en 2008 et aux alentours de 100 mm en 2013 par la DREAL Nord-Pas-de-Calais.

Période de retour (ans)	LHF 1995 Pluie journalière (mm)	SOGREAH 2008 Pluie en 20h (mm)	Statistiques DREAL NDPC 2013		
			Pluie journalière Desvres (mm)	Pluie journalière Henneveux (mm)	Pluie journalière Wirwignes (mm)
2	35	26	38	34.6	39.2
5	42	36	48	47	51.2
10	46	45	56	57.6	61.2
20	51	50	65	69.9	72.5
50	-	54	78.9	90	90.4
100	61	60	91.1	108.7	106.6

Tableau 2 - Pluie journalière calculée pour différentes périodes de retour de 1995 à 2013

- une succession d'événements importants depuis 1994 et représentée sur la frise ci-dessous. Les crues les plus fortes sont en orange et celles moyennes en vert.

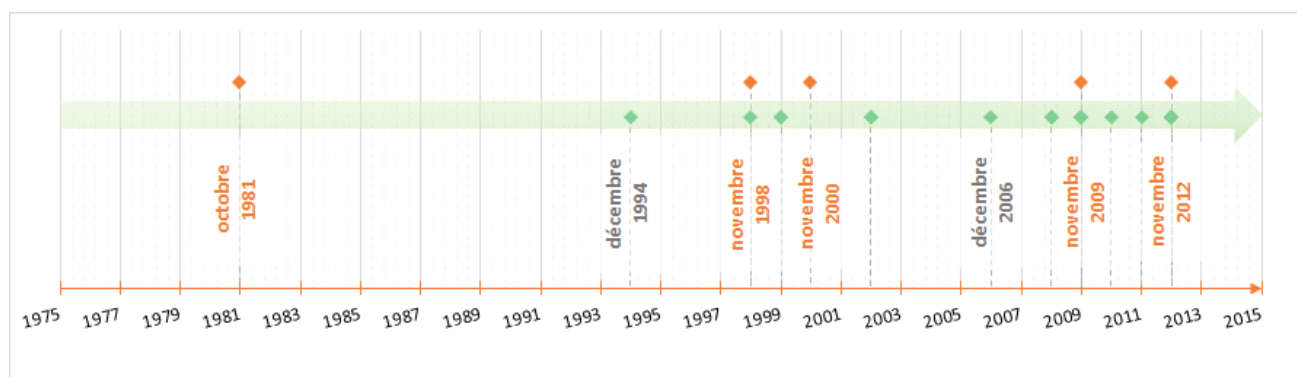


Figure 2 - Recensement des principales crues historiques

Mêmes si les crues du Boulonnais semblent plus fréquentes ces dernières années, le contexte usuel à l'origine de celles-ci reste le même. En effet, avant l'arrivée d'une crue forte, on observe toujours une succession d'événements pluvieux conduisant à la saturation des bassins versants. A partir de ce moment-là, les cours d'eau réagissent rapidement et chaque nouvel épisode de pluie donne alors naissance à une crue importante.

Nous nous sommes ainsi intéressés aux événements récents de novembre 2012, novembre 2009, décembre 2006, novembre 2000 et octobre-novembre 1998. Le tableau ci-après synthétise les caractéristiques de chaque événement en termes de pluie et de débit. Les pluies ont une durée comprise entre 13h et 27h. La période de retour associée varie entre 2 et 25 ans, le plus souvent autour de 5-10 ans.

B : Boulogne-sur-Mer D : Desvres H : Henneveux W : Wirwignes	Caractéristiques de l'évènement			
	Pluie	Débit maximum		
		Cumul	Liane Wirwignes	Wimereux Wimille
Novembre 2012	B : 25 mm D H W : 45-60 mm (5-10 ans)	56 m <sup>3</sup> /s (10 ans)	33 m <sup>3</sup> /s (10 ans)	33 m <sup>3</sup> /s (50 ans)
Novembre 2009	B : 20 mm D H W : 45-60 mm (2-10 ans)	46 m <sup>3</sup> /s (4 ans)	30 m <sup>3</sup> /s (9 ans)	17 m <sup>3</sup> /s (4 ans)
Décembre 2006	B : 40 mm H W : 40-50 mm (2-5 ans)	46 m <sup>3</sup> /s (4 ans)	28 m <sup>3</sup> /s (8 ans)	16 m <sup>3</sup> /s (3 ans)
Novembre 2000	B : 40 mm D W : 25 - 55 mm (2-10 ans)	52 m <sup>3</sup> /s (8 ans)	52 m <sup>3</sup> /s (40 ans)	16 m <sup>3</sup> /s (3 ans)
Octobre- Novembre 1998	B : 45 mm D H W : 50-70 mm (5-25 ans)	56 m <sup>3</sup> /s (10 ans)	25 m <sup>3</sup> /s (5 ans)	-

Tableau 3 - Caractéristiques des événements récents

## 4 - Mise à jour des statistiques des débits

Différentes études ont estimé les débits de crue des cours d'eau du Boulonnais par des méthodes statistiques. Le tableau suivant récapitule ces estimations et les études associées.

Cours d'eau		Liane à Wirwignes (100 km <sup>2</sup> )			Wimereux à Wimille (78 km <sup>2</sup> )			Slack à Rinxent (38 km <sup>2</sup> )	
Etude hydraulique		LHF 1995	SOGREAH 2008	SAGE 2013	SOGREAH 1994	PPRI 2010	SAGE 2013	ISL 1996	SAGE 2013
T = 10 ans	Débit (m <sup>3</sup> /s)	51	55	55	20	24	29	18	17
T = 50 ans	Débit (m <sup>3</sup> /s)	-	65	74	-	-	40		-
T = 100 ans	Débit (m <sup>3</sup> /s)	70	72	-	30	100	-	35	-

Tableau 4 : Estimation des débits caractéristiques des cours d'eau du Boulonnais au cours de différentes études

Dans le cadre de la présente, l'analyse statistique des débits a été mise à jour et **permet de dégager des valeurs de débits caractéristiques cohérentes entre elles d'un bassin versant à l'autre.**

Le tableau ci-après récapitule les estimations des débits instantanés maximaux selon des périodes de retour de 10, 50 et 100 ans pour la Liane à Wirwignes, le Wimereux à Wimille et la Slack à Rinxent. Figurent aussi les débits spécifiques, débits par km<sup>2</sup> de bassin versant, qui permettent de comparer les cours d'eau entre eux. Ces valeurs sont également comparées aux toutes dernières estimations de la DREAL Nord-Pas-de-Calais. Les écarts sont liés à des méthodes d'ajustement différentes, mais les ordres de grandeur sont cohérents et dans la fourchette d'incertitude usuelle.

Cours d'eau		Liane à Wirwignes	Wimereux à Wimille	Slack à Rinxent
Superficie (km <sup>2</sup> )		100	78	38
T = 10 ans	Débit (m <sup>3</sup> /s)	57	31	21
	Débit spécifique (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.57	0.40	0.55
T = 50 ans PROLOG	Débit (m <sup>3</sup> /s)	84 - 89	54 - 59	31 - 35
	Débit spécifique (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.84 - 0.89	0.69 - 0.76	0.82 - 0.92
T = 50 ans DREAL	Débit (m <sup>3</sup> /s)	106	68	46
	Débit spécifique (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	1.06	0.87	1.21
T = 100 ans PROLOG	Débit (m <sup>3</sup> /s)	99 - 107	64 - 71	37 - 42
	Débit spécifique (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	0.99 - 1.07	0.82 - 0.91	0.97 - 1.11
T = 100 ans DREAL	Débit (m <sup>3</sup> /s)	134	88	60
	Débit spécifique (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	1.34	1.13	1.58

Tableau 5 : Estimation des débits caractéristiques des cours d'eau du Boulonnais

A la vue des résultats, on peut tirer les conclusions suivantes :

- le Wimereux présente des débits spécifiques légèrement inférieurs à ceux de la Liane et de la Slack mais l'ensemble reste cohérent ;
- sur la Liane à Wirwignes, le débit décennal est estimé à 57 m<sup>3</sup>/s ; rappelons que sur 40 ans, on a mesuré 4 fois des débits supérieurs à 52 m<sup>3</sup>/s ;



- même dans l'hypothèse basse, le débit centennal estimé de la Liane à Wirwignes ( $99 \text{ m}^3/\text{s}$ ) est supérieur au débit centennal défini dans le PPRI ( $70 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ;
- même dans l'hypothèse haute, le débit centennal estimé du Wimereux à Wimille ( $88 \text{ m}^3/\text{s}$ ) est inférieur au débit centennal défini dans le PPRI ( $100 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

## 5 - Propositions d'hypothèses pour la suite de l'étude

La suite de l'étude a pour objectif 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 issus d'une modélisation hydrologique (transformation de la pluie en débit) et hydraulique (transformation du débit en niveaux d'eau dans le cours d'eau). Rappelons que la modélisation hydraulique ne concerne dans cette étude que la Liane et le Wimereux. La modélisation hydraulique de la Slack est prévue dans l'étude du SYMSAGEB.

Dans ce cadre, plusieurs hypothèses doivent être faites. Nos propositions sont les suivantes :

- Sachant les incertitudes liées à l'extrapolation des débits rares, fortement dépendants de la méthode utilisée (voir paragraphe précédent), notre approche viserait à se rapprocher de celle demandée par la Directive Inondation, en raisonnant sur la base de trois scénarios : fréquent (10 – 30 ans) / moyen (50 – 100 ans) / extrême (500 – 1000 ans) et non pas sur une multitude d'épisodes de périodes de retour fixées ;
- La durée et la forme des pluies caractéristiques de ces trois scénarios hydrologiques est déduite des pluies réelles historiques. Sur cette base, nous proposons ainsi une durée de 24h, avec deux périodes intenses de 6h réparties dans la journée et représentant 80% du cumul total de l'événement.

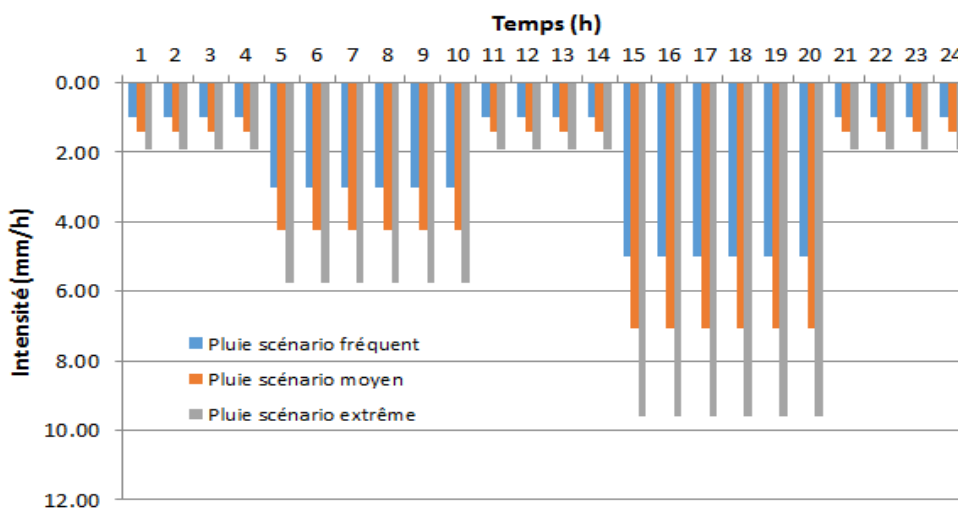


Figure 3 - Pluies de projet suivant différents scénarios

- La station de Desvres, possédant la plus longue chronique de pluie, est choisie comme station de référence. Les quantités de pluie associées à différentes périodes de retour sont indiquées dans le tableau 3. Néanmoins elle n'est pas appliquée de manière uniforme à l'échelle des trois bassins versants et une hypothèse quant à la répartition spatiale des précipitations est proposée ci-après.

- La répartition géographique des pluies est déduite des images RADAR, technologie permettant la mesure de la quantité d'eau dans les nuages. Les images RADAR des principaux événements de crue précédemment évoqués ont été utilisées de manière à évaluer les écarts (en pourcentage) entre la pluviométrie mesurée à Desvres et la pluviométrie estimée en tout point des trois bassins versants pour chaque événement. Ensuite, une moyenne des écarts est faite sur cinq événements, comme représenté sur la figure suivante. Par exemple, 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.

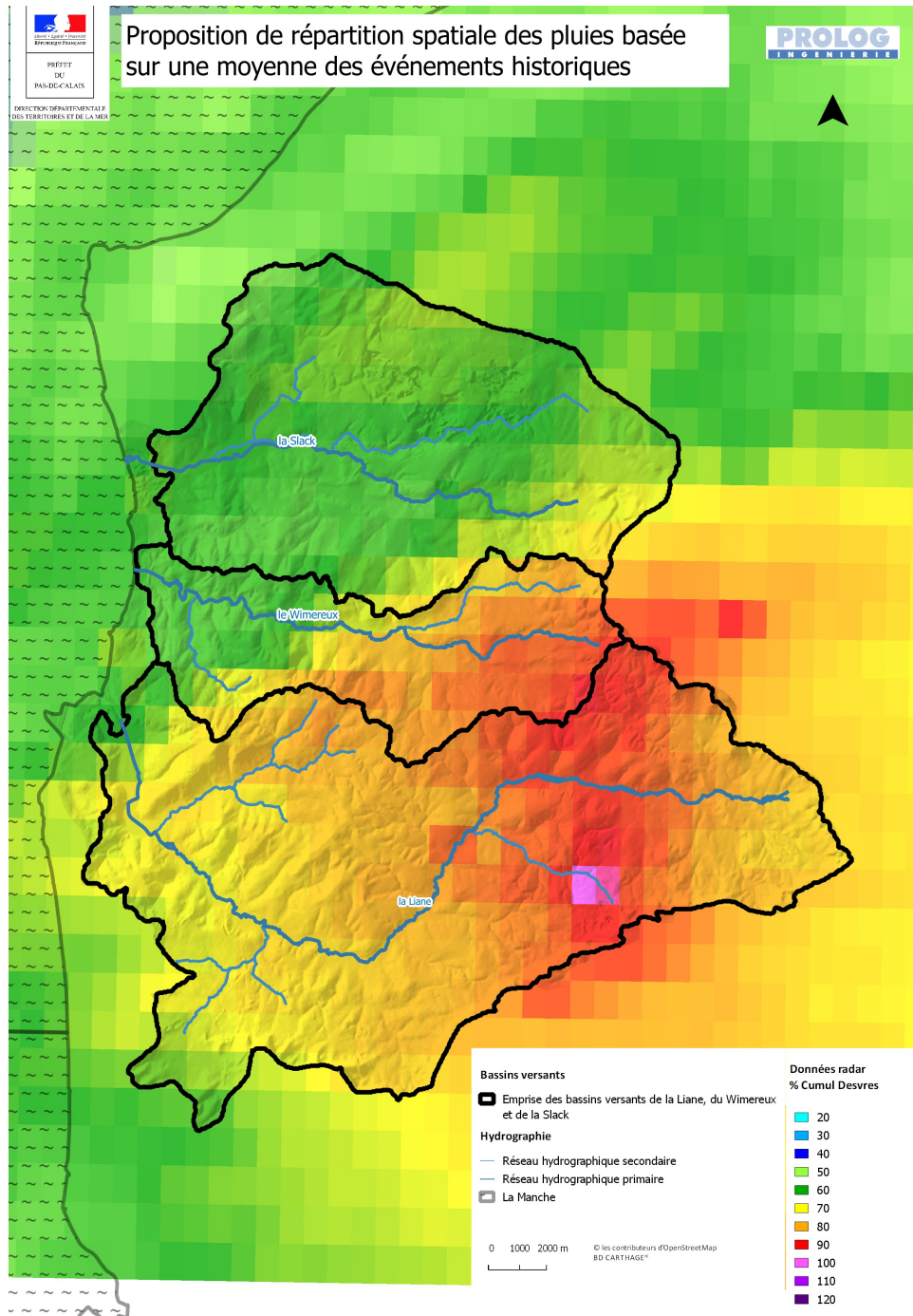


Figure 4 - Proposition de répartition spatiale des pluies basée sur une moyenne des événements historiques

- Concernant le niveau de la mer, les niveaux de référence utilisés dans le cadre du PPRNL (Risques Naturels Littoraux), et intégrant à la fois l'effet de la marée et les phénomènes météorologiques, seront pris en compte, selon les hypothèses suivantes :
  - scénario de crue fréquent : niveau de mer fréquent ;
  - scénario de crue moyen : niveau de mer fréquent ;
  - scénario de crue extrême : niveau de mer moyen ;
  - dans chaque cas, le niveau marin évolue dans le temps et le pic de crue fluviale coïncide avec le pic de marée. L'influence du décalage entre les deux pics sur l'évacuation des crues de la Liane pourra être testée.

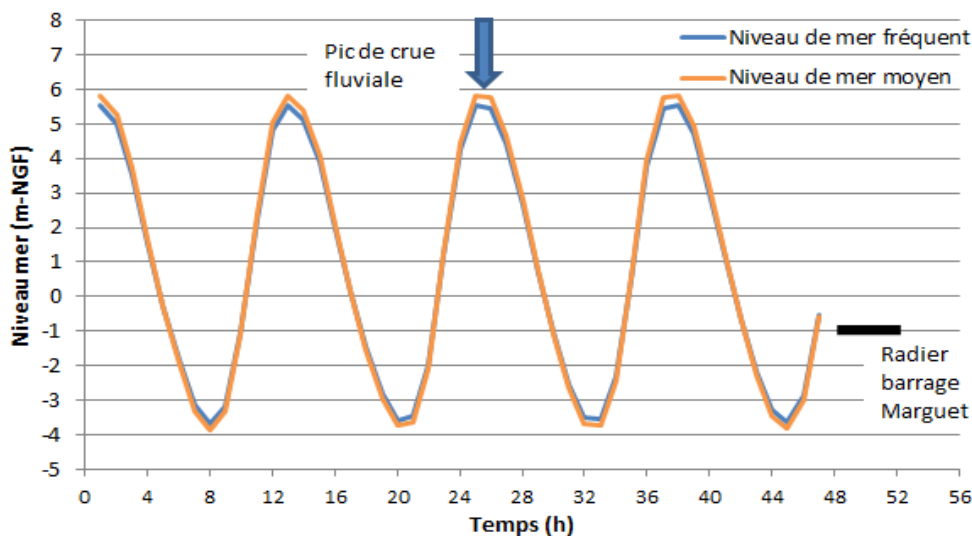


Figure 5 - Marégrammes de projet à Boulogne-sur-Mer suivant différents scénarios

- en ce qui concerne la Liane : le barrage Marguet est supposé grand ouvert pendant toute la durée de la crue. L'effet de la gestion du barrage pourra être testée pour voir l'influence de cet ouvrage sur l'évacuation des crues de la Liane.

Cours d'eau		Liane	Wimereux	Slack
<b>T = 10 ans (fréquent)</b>	Niveau mer (m-NGF)	5.55	5.40	5.40
<b>T = 100 ans (moyen)</b>	Niveau mer (m-NGF)	5.83	5.70	5.60

Tableau 6 : Niveaux de la mer pour différents scénarios (Source : Détermination de l'aléa de submersion marine, DHI, 2013)