

Maître d'ouvrage



# Plan de Prévention des Risques Littoraux **PPRL du secteur du calaisis**



## Note de présentation

Maître d'œuvre



*Approbation*



# SOMMAIRE

## LA GESTION DU RISQUE

<b>1 - Preamble.....</b>	<b>7</b>
<b>2 - Un processus global porté par l'ensemble des acteurs du territoire.....</b>	<b>7</b>
2.1 - Les principes de la gestion des risques naturels.....	7
2.2 - Le citoyen.....	8
2.3 - Les collectivités.....	9
2.4 - L'État.....	9
2.5 - Responsabilités.....	9
<b>3 - Un outil de gestion du risque : le Plan de Prévention des Risques Naturels.....</b>	<b>10</b>
3.1 - Les objectifs du PPRN.....	10
3.2 - La procédure d'élaboration d'un PPRN.....	10
3.3 - Contenu d'un PPRN.....	11
3.4 - Les implications d'un PPRN.....	11
3.4.a - Accès au Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs ou Fonds Barrière.....	11
3.4.b - Le citoyen.....	11
3.4.c - La collectivité.....	12
3.4.d - L'État.....	12
3.4.e - En matière d'assurances.....	12

## ÉLÉMENTS DE CONTEXTE ET SECTEUR GÉOGRAPHIQUE CONCERNÉ

<b>1 - Contexte national.....</b>	<b>13</b>
<b>2 - Contexte régional.....</b>	<b>13</b>
2.1 - Une grande région urbaine.....	13
2.2 - Une région densément peuplée.....	13
<b>3 - Contexte local.....</b>	<b>14</b>
3.1 - Un territoire vulnérable.....	14
3.2 - Les événements historiques.....	14
3.2.a - Les raisons d'une étude historique.....	14
Entretien de la mémoire du risque.....	14
Localiser les sites à risque.....	14
Connaître le dysfonctionnement du littoral.....	15
Déterminer l'aléa de référence.....	15
3.2.b - Les principaux événements marquants.....	15

## LA PRESCRIPTION DU PPRL

<b>1 - Les raisons.....</b>	<b>17</b>
<b>2 - Le périmètre de l'arrêté de prescription.....</b>	<b>17</b>
2.1 - Le premier arrêté de prescription.....	17
2.2 - Le second arrêté de prescription.....	17
<b>3 - Modalités d'association et de concertation.....</b>	<b>18</b>

## L'ALÉA DU PPRL : LA SUBMERSION MARINE

<b>1 - Une conjonction d'événements.....</b>	<b>19</b>
1.1 - La marée.....	19
1.2 - La surcote météorologique.....	20
1.3 - Houle et surcote de déferlement.....	20
<b>2 - Étude de l'aléa.....</b>	<b>21</b>
2.1 - Historique de l'étude d'aléa.....	21
2.2 - Identification des zones exposées.....	21
2.2.a - Principes retenus.....	21
2.2.b - Secteurs étudiés.....	22
Secteur Marck : débordement.....	22
Secteur Calais : débordement de quais portuaires.....	22
Secteur Blériot-plage : rupture du cordon dunaire.....	23
Secteur Sangatte : rupture du cordon dunaire.....	23
Secteur Sangatte : rupture de digue.....	23
2.3 - La détermination des niveaux marins.....	23
2.3.a - Statistique des niveaux marins extrêmes de pleine mer.....	23
Origine des données.....	23
Niveaux marins retenus.....	24
2.3.b - Prise en compte de la surcote de déferlement.....	25
2.3.c - La prise en compte du changement climatique dans l'étude et la prévention de la submersion marine.....	25
Le niveau de la mer.....	25
Impact sur les niveaux marins de référence.....	25
<b>3 - Modélisation du phénomène de submersion.....</b>	<b>26</b>
3.1 - Une représentation issue d'un modèle hydraulique.....	26
3.2 - Principes retenus pour l'étude de l'aléa de référence.....	26
3.2.a - Caractéristique des brèches.....	26
3.2.b - Qualification de l'aléa.....	27
3.3 - La dynamique de submersion.....	27
3.3.a - Secteur Marck.....	27
3.3.b - Secteur Calais.....	27
3.3.c - Secteur Blériot-Plage.....	28
3.3.d - Secteur Sangatte.....	28
Rupture du cordon dunaire.....	28
Rupture de digue.....	28
<b>4 - Représentations cartographiques.....</b>	<b>31</b>
4.1 - Représentation de l'aléa.....	31
4.2 - Représentation de la bande de précaution débordement / rupture.....	32

## LES ENJEUX DU PPRL

<b>1 - Le premier zonage des enjeux.....</b>	<b>33</b>
1.1 - Principes généraux.....	33
1.1.a - Les zones bâties.....	33
1.1.b - Les centres urbains.....	33
1.1.c - Les zones non bâties.....	33
1.2 - Méthode.....	33
1.2.a - Traitement des dents creuses.....	34
1.2.b - Les fonds de parcelles.....	34
1.2.c - Les campings et les terrains de sports.....	35
1.2.d - Les zones rurales.....	35
<b>2 - Affinage des enjeux.....</b>	<b>35</b>
2.1 - Présentation des cartographies brutes.....	35
2.2 - Remarques formulées et réponses apportées.....	36
2.2.a - Zonage des enjeux supérieures à l'enveloppe d'aléa.....	36
2.2.b - Prise en compte des constructions récentes.....	36
2.2.c - Prise en compte des permis déjà accordés.....	36
<b>3 - Représentation cartographique.....</b>	<b>36</b>

## LES DOCUMENTS OPPOSABLES DU PPRL

<b>1 - Le zonage réglementaire et le règlement.....</b>	<b>37</b>
1.1 - Zonage brut et objectifs de prévention.....	37
1.1.a - Le croisement aléas / enjeux.....	37
1.1.b - Les objectifs de prévention.....	38
En partie actuellement urbanisée.....	38
En partie non actuellement non urbanisée.....	38
1.1.c - Cas de la bande de débordement – rupture.....	38
1.2 - Le règlement.....	39
1.2.a - Organisation.....	39
1.2.b - Réglementer les projets.....	39
1.2.c - Diminuer la vulnérabilité de l'existant.....	39
<b>2 - Les cotes de référence.....</b>	<b>41</b>
2.1 - Méthode de définition.....	41
2.2 - Représentation graphique.....	42

## ANNEXE



# LA GESTION DU RISQUE

## 1 - Préambule

Le **risque** est considéré comme le résultat du croisement de l'**aléa** et des **enjeux**.

L'**aléa** est le phénomène en question (pour l'exemple ci-dessous il s'agit d'une inondation par débordement de cours d'eau). Il peut être caractérisé par :

- son type : naturel, technologique, sismique...
- sa probabilité d'occurrence, appelée aussi période de retour. On parle d'aléa décennal, vicennal, centennal<sup>1</sup>, millénal...). Plus la période de retour est longue plus l'aléa est intense (par exemple un aléa millénal est plus intense qu'un aléa centennal)
- mais également par l'intensité du phénomène (la hauteur d'eau, la vitesse du courant...)

Les **enjeux** sont représentés par les constructions et activités se développant sur le territoire, il s'agit par exemple de l'habitat, des activités économiques...



Agir sur le risque c'est donc agir :

- sur l'aléa : en le définissant et en tentant de le limiter<sup>2</sup>
- sur les enjeux : en diminuant leur nombre ou leur vulnérabilité

La gestion du risque ne peut-être représenté que par un système global

## 2 - Un processus global porté par l'ensemble des acteurs du territoire

### 2.1 - Les principes de la gestion des risques naturels

La gestion des risques naturels majeurs a pour objectif d'assurer la sécurité des personnes et de limiter les dommages faits aux biens dans les territoires exposés. Elle repose sur 4 principes : la connaissance et l'information sur le risque, la prévention, la gestion de crise et la protection.

1 - Un événement centennal a une probabilité sur 100 de se produire chaque année.

2 - Les ouvrages de protection sont dimensionnés pour une période de retour donnée très souvent inférieure à 100 ans. La limitation de l'aléa est donc conditionnée par ce dimensionnement.

**La connaissance et l'information sur le risque** appelée aussi « information préventive » ont pour objectif d'informer et de responsabiliser le citoyen. En effet chaque citoyen a droit à une information sur les risques auxquels il est exposé et sur les mesures de sauvegarde mises en œuvre ou susceptibles de l'être. Cette information est donnée dans le cadre supra-communal et communal au travers des documents suivants :

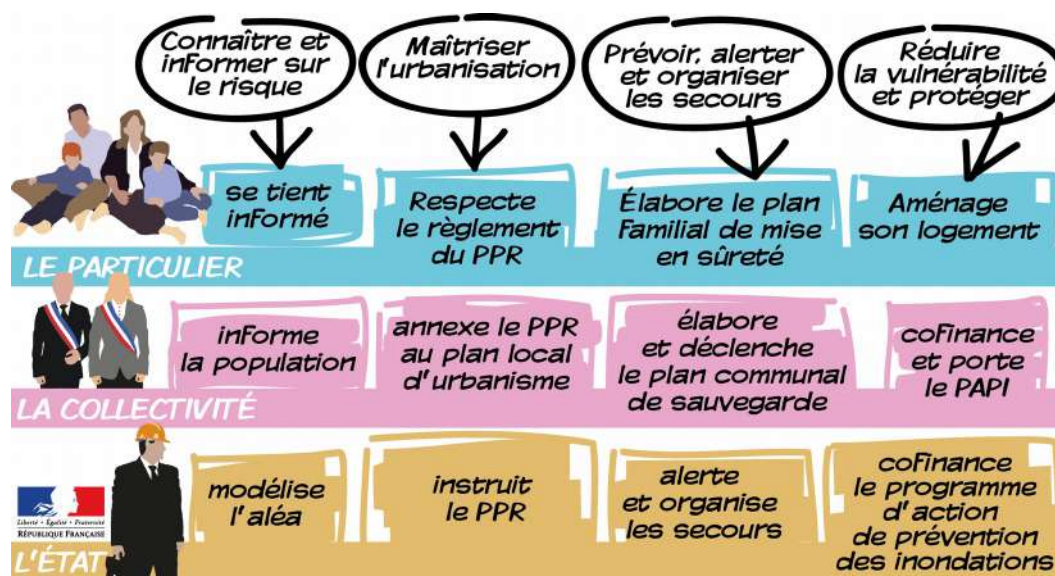
- dossier départemental des risques majeurs (DDRM), élaboré par les services de l'État et disponible sur le site internet de la préfecture
- dossier d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM) disponible en mairie
- sites internet : Préfecture, Georisques.gouv.fr...

**La prévention** vise à limiter les enjeux dans les zones soumises au phénomène naturel et à ne pas aggraver l'aléa. Elle repose sur la connaissance des phénomènes physiques et sur la prise en compte du risque dans l'aménagement du territoire. Il s'agit de prendre en compte le risque pour ne pas exposer de nouveaux biens et personnes et de ne pas aggraver les risques, c'est la **maîtrise de l'urbanisation** et le rôle principal du Plan de Prévention des Risques (PPR).

**La prévision, l'alerte et l'organisation des secours ou gestion de crise** ont pour objectif de rendre les secours, l'évacuation et la gestion des phénomènes les plus efficaces possibles dès lors que le phénomène se déclenche. Cela passe par la mise en place de procédures d'alerte pour réduire les conséquences par des mesures temporaires (évacuation, etc.), ainsi que par la préparation de la gestion de la catastrophe et l'organisation prévisionnelle des secours (plan ORSEC).

**La protection** vise à limiter les conséquences du phénomène naturel sur les personnes et les biens. Il s'agit alors de travaux de réduction de la vulnérabilité. Cet aspect est limité par son coût et par l'étendue du territoire à traiter, et ne sera donc mise en place que pour des enjeux déjà exposés et réellement importants. Ces travaux n'annulent cependant pas le risque et ils ne doivent pas avoir pour conséquence d'inciter à urbaniser davantage les espaces ainsi protégés.

Ces quatre principes sont portés par l'ensemble des acteurs du territoire : l'État, les collectivités (commune, EPCI...) mais aussi les particuliers.



La gestion du risque est l'affaire de tous

## 2.2 - Le citoyen

Le citoyen qui a connaissance d'un risque a le devoir d'en informer le Maire, et a aussi le devoir de ne pas s'exposer sciemment à des risques naturels, en vérifiant notamment que les conditions de sécurité au regard de ces risques soient bien remplies, comme l'y incite le Code Civil.

C'est au propriétaire d'un terrain concerné par un risque que peut revenir la responsabilité des travaux de protection contre les risques de lieux habités.



## 2.3 - Les collectivités

Comme l'État, les Maires ou Présidents de structures intercommunales ont un devoir d'information de leurs administrés (Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs) à qui ils doivent faire connaître les risques.

La maîtrise de l'occupation du sol et sa mise en cohérence avec les risques identifiés, à travers l'élaboration des PLU, font également partie de ce rôle de prévention.

Dans l'exercice de ses compétences en matière d'urbanisme, si celles-ci lui ont été transférées, le Maire conserve la possibilité de recourir à l'article R.111-2 du Code de l'Urbanisme relatif à la sécurité publique. Cet article stipule que « *le projet peut être refusé ou n'être accepté que sous réserve de l'observation de prescriptions spéciales s'il est de nature à porter atteinte à la salubrité ou à la sécurité publique du fait de sa situation, de ses caractéristiques, de son importance, ou de son implantation à proximité d'autres installations.* »

Les collectivités locales et territoriales peuvent aussi réaliser des travaux de protection des lieux habités et réduire ainsi la vulnérabilité, s'ils présentent un caractère d'intérêt général.

Le Maire est en premier lieu le responsable de la gestion de crise (organisation et direction des secours) sur sa commune. Il tient le Préfet informé de son action. Ce dernier peut se substituer au Maire si le phénomène dépasse le cadre communal, si les moyens de la commune ne suffisent pas ou en cas de carence.

En vertu du Code Général des Collectivités Territoriales, le Maire peut avoir l'obligation de prendre les mesures nécessaires afin de prévenir les atteintes à la sécurité publique résultant de risques naturels, dans l'exercice de ses pouvoirs ordinaires de police. L'État peut se substituer à lui en cas de carence.

Le Maire contribuera à mettre en place une réserve communale de sécurité civile dont l'objectif est d'aider les secouristes et les pompiers en cas de catastrophe naturelle. Il s'agit d'effectuer les missions les plus simples pour permettre aux secouristes et aux pompiers de se consacrer aux missions complexes, dangereuses ou urgentes. Les missions susceptibles d'être confiées sont :

- la surveillance des cours d'eau ou des digues ;
- l'orientation des habitants en cas d'évacuation d'un lieu ;
- le maintien d'un cordon de sécurité interdisant l'accès à un endroit ;
- l'assistance aux formalités administratives des sinistrés...

## 2.4 - L'État

La loi du 30 juillet 2003<sup>3</sup> stipule que "l'organisation de la surveillance de la prévision et de la transmission de l'information sur les crues est assurée par l'État".

Un des premiers rôles de l'État (représenté par le Préfet) est donc celui d'informer les élus et les citoyens des risques dont il a connaissance (DDRM<sup>4</sup>, liste des arrêtés portant constatation de l'état de catastrophe naturelle, Porter à Connaissance des documents d'urbanisme...).

L'État en liaison avec les autres acteurs, assure par ailleurs la surveillance des phénomènes, l'alerte et l'organisation des plans de secours, lorsque le problème concerne plusieurs communes ou que l'événement entraîne le déclenchement d'un plan départemental de secours ou le plan ORSEC départemental.

## 2.5 - Responsabilités

Chacun des acteurs précités peut-être responsable à son niveau en cas de non-respect des règles édictées en matière de risque. Plus d'information sur ce sujet est disponible sur le site internet : <http://www.legifrance.gouv.fr>

3 - Article L.564-1 du Code de l'Environnement  
4 - Dossier Départemental des Risques Majeurs

### 3 - Un outil de gestion du risque : le Plan de Prévention des Risques Naturels

Ici sera considéré un aléa de type naturel, on parlera donc de Plan de Prévention des Risques Naturels ou PPRN.

#### 3.1 - Les objectifs du PPRN

Un Plan de Prévention des Risques Naturel<sup>5</sup> est un document de prévention des risques qui a pour objectif la sécurité des personnes et des biens, ainsi que la réduction des dommages en cas de crise (catastrophe naturelle). Le premier critère qui est retenu pour élaborer un PPRN est le risque pour la vie humaine.

Réalisé par les services de l'État, un PPRN constitue en tout premier lieu, un outil de sensibilisation à la culture du risque de la population résidentielle. Il informe sur les risques encourus et sur les moyens de s'en prémunir en apportant une meilleure connaissance des phénomènes et de leurs incidences. De plus, à travers le respect de prescriptions dans les zones à risques, il permet d'orienter les choix d'aménagement sur les secteurs non ou peu exposés pour réduire les dommages aux personnes et aux biens.

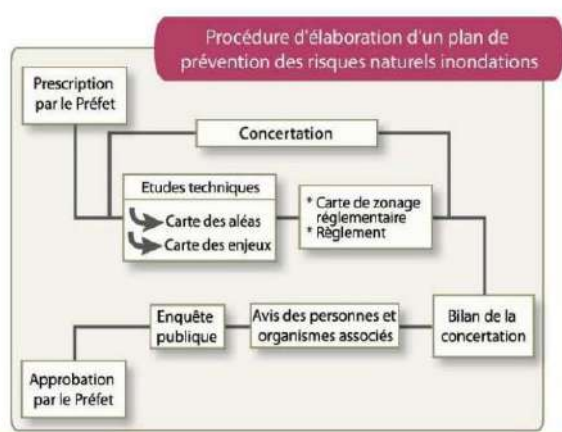
Selon l'article L.562.1.II du code de l'environnement un PPRN a pour objet :

- De délimiter les zones exposées aux risques, en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle, notamment afin de pas aggraver le risque pour les vies humaines ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;
- De délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou des prescriptions telles que prévues au 1° ;
- De définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;
- De définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2°, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs.

En tant qu'outil de prévention, le PPRN ne constitue pas un programme de travaux, ni un protocole de gestion de crise.

Le PPRN n'annule en rien le risque, mais a pour vocation d'en limiter les conséquences sur les biens et activités humaines.

#### 3.2 - La procédure d'élaboration d'un PPRN



Le décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 modifié par le décret n°2005-3 du 4 janvier 2005 définit la procédure d'élaboration des PPRN. La procédure définie est la suivante :

- prescription du PPRN
- élaboration du PPRN : connaissance du territoire, caractérisation et qualification de l'aléa, analyse des enjeux, élaboration du dossier réglementaire
- consultation des services et des collectivités
- enquête publique
- approbation du PPRN par arrêté préfectoral

5 - Issus des lois n°2003-699 du 30 juillet 2003 (relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages) et n°2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile ainsi qu'aux décrets d'application y afférant, les textes de référence relatifs aux risques naturels sont codifiés aux articles L.561.1 à L562.5, L562.8 à L562.9 et R.526.1 à R.562-10 du code de l'environnement

### 3.3 - Contenu d'un PPRN

Le décret n°95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux Plans de Prévention des Risques Naturels, modifié par le décret n°2005-3 du 4 janvier 2005 fixe le contenu des documents réglementaires du PPRN :

- un rapport de présentation qui motive l'élaboration du Plan de Prévention des Risques
- un document graphique délimitant les zones exposées aux risques en distinguant plusieurs niveaux d'aléa et identifiant les zones déjà urbanisées faisant l'objet de dispositions particulières
- un règlement qui définit :
  - les conditions de réalisation d'aménagements ou de constructions dans la zone exposée
  - les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde, ainsi que les mesures d'aménagement

### 3.4 - Les implications d'un PPRN

Un PPRN approuvé permet l'accès au Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs appelé aussi Fonds Barnier. En contre-partie, il impose un certain nombre d'obligations incombant à l'ensemble des acteurs de la gestion du risque.

#### 3.4.a - Accès au Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs ou Fonds Barnier

Les mesures prescrites par un PPRN peuvent être financées par le fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM), conformément à l'article L.561-3 du code de l'environnement. Les taux de financement maximum sont de :

- 40 % pour les biens à usage d'habitation ou à usage mixte
- 20 % pour les biens à usage professionnel (entreprises de moins de vingt salariés)

Les financements sont calculés sur des coûts TTC (ou HT si le maître d'ouvrage récupère la TVA). Ce sont uniquement les prescriptions obligatoires (à réaliser dans un délai maximal de 5 ans ou moins si spécification contraire) qui sont finançables, alors que les mesures simplement recommandées ne le sont pas. Pour les propriétés privées, le montant des mesures rendues obligatoires est limité à 10 % de la valeur vénale des biens exposés<sup>6</sup>.

Pour bénéficier d'un financement et avant tout démarrage des travaux, il est nécessaire au préalable de déposer un dossier complet auprès de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer.

#### 3.4.b - Le citoyen

En respectant les dispositions du PPR, le citoyen :

- intègre le risque à son habitation, ce qui permet de mettre en sécurité ses occupants. En cas de cession du bien, la mise en avant des travaux de réduction de la vulnérabilité peut aussi constituer un véritable argument de vente
- limite ou annule l'augmentation du risque par ailleurs
- ne s'expose pas à des sanctions

L'article L.562-5 du code de l'environnement envisage deux types de situations susceptibles d'entraîner les sanctions prévues à l'article L.480-4 du code de l'urbanisme :

- le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone interdite par un P.P.R. approuvé
- le fait de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par le PPR

La violation délibérée des prescriptions d'un PPR. est susceptible d'engager la responsabilité du contrevenant pour mise en danger délibérée de la personne d'autrui ou, selon les conséquences dommageables, pour homicide ou blessures involontaires.

Enfin, le citoyen propriétaire ou bailleur d'un bien immobilier réglementé par un PPR prescrit ou, approuvé, a le devoir d'informer l'acheteur ou le locataire de l'existence des risques naturels et/ou technologiques auxquels ses biens sont exposés (Information Acquéreur Locataire).

---

6 - Conformément à l'article R 562-5 du code de l'environnement et à l'article 5 du décret du 5 octobre 1995

### 3.4.c - La collectivité

La loi du 30 juillet 2003 a renforcé le dispositif antérieur en précisant que dans les communes sur le territoire desquelles a été prescrit ou approuvé un PPR, le Maire informe la population au moins une fois tous les 2 ans, par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, sur :

- les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune,
- les mesures de prévention et de sauvegarde possibles,
- les dispositions du plan, les modalités d'alerte,
- l'organisation des secours,
- les mesures prises par la commune pour gérer le risque
- ainsi que sur les garanties prévues par l'article L 125-1 du Code des Assurances.

De plus la loi relative à la modernisation de la sécurité civile du 13 août 2004 rend obligatoire l'élaboration d'un Plan Communal de Sauvegarde (PCS) dans les communes dotées d'un PPR approuvé. Ce PCS regroupe l'ensemble des documents de compétence communale contribuant à l'information préventive et à la protection des populations.

### 3.4.d - L'État

En cas de non annexion du PPR au document d'urbanisme, l'article L.126-1 du code de l'urbanisme fait obligation au Préfet de mettre en demeure le Maire (ou le Président de l'établissement public compétent) d'annexer le PPR au PLU. Si cette mise en demeure n'est pas suivie d'effet dans un délai de trois mois, le Préfet procède d'office à l'annexion.

### 3.4.e - En matière d'assurances

Selon l'article L.125-6 du code des assurances, un assureur n'est pas tenu de garantir son assuré contre les effets des catastrophes naturelles s'agissant :

- des biens et activités situés sur des terrains classés inconstructibles par un P.P.R. (sauf pour les biens et activités existant avant la publication du P.P.R.) ;
- des biens construits et des activités exercées en violation des règles administratives en vigueur lors de leur implantation et tendant à prévenir les dommages causés par une catastrophe naturelle.

Les entreprises d'assurance ne peuvent toutefois se soustraire à cette obligation que lors de la conclusion initiale ou du renouvellement du contrat.

En outre, la garantie obligatoire due par l'assureur peut, de façon exceptionnelle, sur décision du bureau central de tarification, excepter certains biens mentionnés au contrat d'assurance ou opérer des abattements différents de ceux fixés dans les clauses types lorsque plusieurs conditions sont réunies :

- les biens et activités doivent être situés sur des terrains couverts par un PPR
- le propriétaire ou l'exploitant ne se conforme pas, dans un délai de cinq ans, aux mesures de prévention, de protection et de sauvegarde prescrites par un P.P.R. pour les biens et activités existants à la date d'approbation du plan (C.envir. art. L.562-1-4°).

Le préfet ou le président de la caisse centrale de réassurance peuvent saisir ce bureau central de tarification lorsqu'ils estiment que les conditions dans lesquelles un bien (ou une activité) bénéficie de la garantie prévue de l'article L.125-1 du code des assurances leur paraissent injustifiées eu égard :

- au comportement de l'assuré ;
- à l'absence de toute mesure de protection de nature à réduire la vulnérabilité de ce bien ou de cette activité.

Dans ces deux derniers cas de figure, le bureau central de tarification applique à l'indemnité des abattements spéciaux pour tenir compte des manquements de l'assuré.

# ÉLÉMENTS DE CONTEXTE ET SECTEUR GÉOGRAPHIQUE CONCERNÉ

## 1 - Contexte national

Les événements dramatiques<sup>7</sup> survenus le 27 février 2010 lors du passage de la tempête Xynthia sur une partie de la façade Atlantique ont mis en évidence la nécessité de renforcer la politique de prévention des risques de submersions rapides. Suite à cet événement l'État a mené plusieurs actions parmi lesquelles :

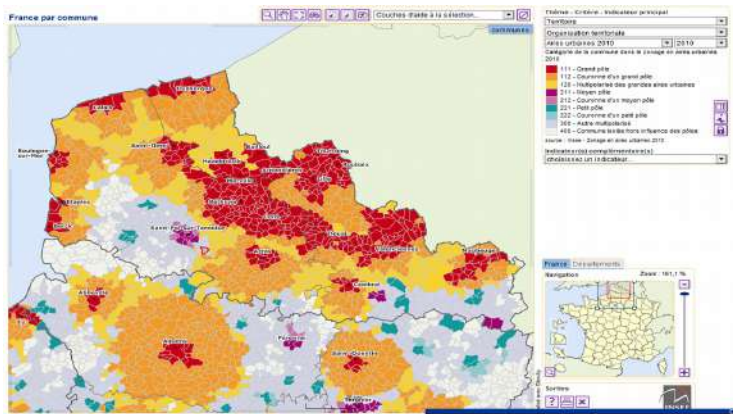


Exemple d'une vigilance « vague submersion » rouge sur le littoral Nord-Pas-de-Calais

- une amélioration de l'éducation aux risques notamment via le portail Géorisques<sup>8</sup>. Il permet à chacun de voir la situation de sa maison face au risque.
- la mise en place par Météo-France d'une vigilance spécifique météo « vague submersion » opérationnelle depuis octobre 2011 sur l'ensemble du littoral de métropole
- l'accélération de l'élaboration des Plans de Prévention des Risques Littoraux
- la parution du guide méthodologique Plan de Prévention des Risques Littoraux

## 2 - Contexte régional

### 2.1 - Une grande région urbaine



Carte des zones urbaines en Nord-Pas-de-Calais (INSEE)

Le secteur du Calaisis est considéré comme un des « Grands pôles »

Les départements du Nord et du Pas-de-Calais représentent le deuxième territoire le plus artificialisé de France, avec un taux d'urbanisation près de deux fois plus important que la moyenne nationale :

- 17,2 % contre 9,3 % nationalement
- plus de 9 habitants sur 10 vivent en milieu urbain.

Si six grandes agglomérations comptent plus de 100 000 habitants, la population est essentiellement répartie dans les zones péri-urbaines, qui se sont largement développées dans les années 1970.

### 2.2 - Une région densément peuplée

Le littoral des départements du Nord et du Pas-de-Calais est la deuxième région côtière la plus densément peuplée, avec environ 700 habitants/km<sup>2</sup>. C'est un espace particulier qui se trouve soumis à une très forte pression anthropique et urbaine, avec notamment une augmentation des espaces urbanisés de 14 % entre 1990 et 2006. Cependant il y a également une forte volonté de conserver les espaces naturels pour maintenir et renforcer l'attractivité touristique du territoire, la pression foncière y est donc très importante.

7 - La tempête Xynthia qui a causé la mort de 53 personnes, 79 blessés et plus de 2,5 milliards d'euros de dégâts

8 - <http://www.georisques.gouv.fr/>

## 3 - Contexte local

### 3.1 - Un territoire vulnérable

Entre Sangatte et Bray-Dunes, le rivage s'étend sur une soixantaine de kilomètre. Les dunes de morphologie flamande forment un bourrelet littoral unique orienté Ouest-Sud-Ouest – Est-Nord-Est dans le sens des vents dominants. Il est généralement étroit et peu élevé. Ce bourrelet dunaire est interrompu par des zones industrialo-portuaires comme Calais. Le rivage est par ailleurs artificialisé par des ouvrages de défense côtière devant les secteurs urbanisés comme Sangatte



Les secteurs dunaires qui subsistent sont pour la plupart propriétés du Conservatoire du Littoral et sont donc de ce fait protégés de l'extension urbaine. Entre Sangatte et Calais, ils couvrent une surface de 80 ha sur 7,5 km de rivage.

Les ouvrages de défense côtière ainsi que la barrière du cordon dunaire constituent une véritable protection contre les pénétrations marine dans la plaine maritime flamande. Cet arrière-pays agricole, de faible altitude est établi sur des polders et pénètre jusqu'à 35km à l'intérieur des terres. La plaine maritime qui correspond au vaste delta de l'Aa est drainée par un réseau puissant et complexe de fossés rejetant l'eau dans des canaux débouchant à la mer au niveau des agglomérations de Calais, Dunkerque et Gravelines.

### 3.2 - Les événements historiques

#### 3.2.a - Les raisons d'une étude historique

##### *Entretenir la mémoire du risque*

La connaissance des phénomènes historiques sur un site est nécessaire pour permettre, aux populations entre autre, de se saisir du risque d'apparition de ce phénomène. Ceci est d'autant plus important lorsqu'il s'agit d'un phénomène dont la possibilité d'occurrence est très variable ou faible, par exemple dans le cas où il est conditionné par la rupture d'un ouvrage (qui ne s'est pas produite depuis longtemps). De plus, les populations peuvent ne pas avoir connu d'aléa, ce qui remet en question la notion de culture du risque attachée au territoire.

Un inventaire des phénomènes passés permet alors de remettre en mémoire ce risque, et ainsi permettre la mise en place d'une prévention du risque. L'élaboration du PPRL est donc un instant privilégié pour développer la culture du risque.

##### *Localiser les sites à risque*

Connaître les phénomènes passés permet également de localiser les sites qui ont été soumis à l'aléa et dans quelle mesure. Il est d'autant plus important de définir ces sites que certains ont pu être urbanisés entre temps, et ne constituent alors pas les mêmes enjeux. Cependant il s'agit là d'être vigilant aux changements significatifs qu'a pu connaître le territoire, particulièrement si le pas de temps depuis le dernier événement est important. En effet des éléments du site ont pu disparaître et d'autre apparaître, modifiant ainsi les conditions dans lesquelles l'aléa peut se produire : il peut être diminué, mais également amplifié.

### **Connaître le dysfonctionnement du littoral**

La réalisation d'un inventaire des phénomènes et l'étude de leurs caractéristiques permet de définir le fonctionnement du littoral en cas d'événement tempétueux et de connaître les conditions météo-marines pouvant l'engendrer. Cela permet ainsi aux autorités publiques de mettre en place une prévention du risque et d'aménager l'espace littoral de façon à le réduire, qu'il s'agisse de diminuer la vulnérabilité ou de « contrer » l'aléa.

### **Déterminer l'aléa de référence**

Étudier les événements passés permet de comprendre comment fonctionne le littoral lorsqu'il est soumis au phénomène afin de définir un aléa de référence qui va servir de base pour les modélisations et la réalisation du plan de prévention des risques. Ces événements peuvent également servir à la validation des modèles en les comparant, mais il est nécessaire de tenir compte du fait que ces modèles peuvent également apporter de nouveaux éléments concernant le risque.

### **3.2.b - Les principaux événements marquants**

Les événements qui ont marqué le territoire ont été recensés lors de l'étape 1 de « détermination de l'aléa submersion marine intégrant les conséquences du changement climatique en région Nord-Pas-de-Calais : compréhension du fonctionnement littoral » réalisé par les bureaux d'études GEOS et DHI.

Ce document est téléchargeable sur le site de la DREAL Nord/Pas-de-Calais/Picardie. À chacun des événements listés ci-dessous se rapporte une fiche de description de l'événement.

Date	Commune	Dommages provoqués
1607	Sangatte	Submersion de la plaine maritime
1614		La digue s'écroule en partie, la mer courait jusqu'à Guines, rendant pour plusieurs années le marais improductif
1720		Une tempête ouvre une brèche de 20 toises (40m) et ruine 7 fermes et 30 maisons
27 février 1736		Brèche dans le cordon dunaire
27 février 1738		Submersion de la plaine maritime
Janvier 1764		Submersion du polder de Sangatte
1767		Une tempête ouvre une brèche
20 octobre 1795		Submersion, brèche dans digue et la dune
25-28 novembre 1795		Inondation de 40 à 50 ha de terres agricoles
10-11 octobre 1813		Brèche dans la digue de Sangatte
1825		Une tempête ouvre une brèche
19-21 janvier 1863		Sangatte
1899	Une tempête ouvre une brèche	
7 janvier 1905	Ouverture de brèches dans la digue, et à l'extrémité de la digue, la dune a été rongée sur 5 à 6m de profondeur. En plusieurs endroits, la mer passa par-dessus la digue dont elle ravine la plate-forme et rendit intenable pendant environ une demi-heure une partie du chemin de la grande communication n°119	
1 <sup>er</sup> novembre 1921	Marée de vive eau. Recul de la dune de 6 à 8m sur 600m de long. Abaissement du niveau de l'estran de 1,5m	
31 décembre 1921	Recul de la dune de 10m sur une longueur de 500m, baisse du niveau des l'estran de 1m. Deux brèches importantes sont ouvertes dans la digue de Sangatte. Coefficient de marée de 95 et surcote de 1m à Calais	
Octobre et novembre 1925	La grande digue qui avait résisté jusqu'à présent aux tempêtes vient de subir e, moins de deux mois trois avaries assez graves...le pied de la digue est en fort mauvais état, et maintenant qu'il est soumis à l'action directe des lames, il ne peut résister aux fortes tempêtes. Il s'ensuit des affaissements locaux, dont le dernier en date (27 novembre) intéresserait une surface d'au moins 150m <sup>2</sup> .	

Plan de Prévention des Risques Littoraux du secteur du Calaisis

10-11 décembre 1925		5 brèches d'une surface totale d'environ 1200 m <sup>2</sup> se sont ouvertes simultanément dans le perré de la digue... le remblai de sable qui forme le corps de la digue a été mis à nu et un éboulement de plus de 100 m <sup>3</sup> s'est produit dans la dernière brèche de l'Est.
31 janvier, 1 <sup>er</sup> et 2 février 1953	Marck	La mer a ouvert plusieurs brèches dans la Digue Taaf, sur une longueur totale de 80m environ, à proximité de la limite des communes de Calais et de Marck. Par ces brèches l'eau de mer a pénétré dans les terres et a inondé des exploitations agricoles de cultivateurs, route de Gravelines. Par ailleurs, une chasse et un chalet situés en avant de la digue Taaf donc non protégés contre l'invasion par la mer ont été inondés (...) On s'aperçoit que l'eau tient à peu près la généralité des garennes, s'étendant de la route devant la digue Taaf jusqu'à la mer.
	Calais	Dégâts aux ouvrages portuaires de Calais : brèche de 400m <sup>2</sup> ouverte dans la digue à la mer, plusieurs brèches ouvertes dans le brise-lame NE et dans le brise-lame SE, dans le perré Ouest et dans le perré en enrochements de la jetée Ouest. Dégradation des écluses de 21m ; 14m et de 17m, des quais et des terres plains ainsi que du bureau du port. La mer a baigné les quais et les terres plains. Toutes les cabines de bain ainsi que les caves ont été envahies par la mer et le sable : portes enfoncées, meubles cassés...
	Sangatte	La digue, quoique sérieusement affaiblie, a tenu et il n'y a pas eu invasion des eaux dans la zone qu'elle protège qui comprend notamment le village de Sangatte. La mer a ouvert deux brèches : <ul style="list-style-type: none"> <li>– sur 30m immédiatement à l'Est de la digue de Sangatte. Elle a entraîné la submersion de 15ha environ de labours</li> <li>– sur une dizaine de mètres de largeur à 200m environ à l'Est de l'extrémité Est de la digue de Sangatte. On peut estimer à une vingtaine d'hectares la superficie totale des terres qui ont été légèrement submergés pendant un laps de temps qui avait été relativement court et variable selon les zones. L'eau arrivait de la Route Nationale et envahit quelque peu les maisons portant les n°27 et 29 de la RN.</li> </ul>
7 mars 1954	Sangatte	Pendant la pleine mer, une brèche a été ouverte dans la digue de Sangatte. Cette brèche a une longueur de 15m environ. Elle est située à l'extrême Est de la digue et fait suite à celle ouverte par la tempête de l'année précédente.
26, 27 et 28 février 1990	Sangatte	Affaissement (sur 50m) et dégradation (20m) de la digue.



# LA PRESCRIPTION DU PPRL

Ci-après, sera traité le cas d'un PPRN particulier consacré aux phénomènes littoraux. On parlera donc de Plan de Prévention des Risques Littoraux ou PPRL.

## 1 - Les raisons

L'étude des événements historiques montre que certaines communes du littoral du Calaisis sont sensibles au risque de submersion marine. Cette sensibilité peut s'expliquer par le fait qu'une partie de leur territoire est située à des altitudes très basses protégé par des digues ou des cordons dunaires.

Ces communes subissent une pression foncière significative, tant pour les besoins en habitat que pour les activités économiques (agriculture, commerce, tourisme, artisanat et industrie). L'urbanisme dans les zones à risque devait donc être encadré.

La tempête Xynthia a, quant à elle, joué le rôle de catalyseur.

## 2 - Le périmètre de l'arrêté de prescription

### 2.1 - Le premier arrêté de prescription

Un premier arrêté de prescription a été signé le 13 septembre 2011 pour la réalisation d'un PPRL sur le territoire du Calaisis. Il concernait les communes de :

- CALAIS
- ESCALLES
- SANGATTE
- COQUELLES
- MARCK

### 2.2 - Le second arrêté de prescription

Le périmètre de cet arrêté signé le 10 mai 2016 a été réduit au regard de la qualification de l'aléa défini par les études techniques préliminaires au PPRL. La commune de Escalles a été retirée de ce périmètre du fait qu'elle n'était pas concernée par le risque de submersion marine d'une part et que l'aléa érosion ait été abandonné d'autre part.

Ce nouveau périmètre est établi sur la base d'études prenant en compte le changement climatique à l'horizon 2100, soit une hausse du niveau de la mer de 20 cm sur l'aléa de référence et de 60 cm sur l'aléa 2100 ans.

Le nouvel arrêté concerne les communes de :

- CALAIS
- COQUELLES
- MARCK
- SANGATTE

### **3 - Modalités d'association et de concertation**

Les modalités d'association sont prévues par l'article 6 de l'arrêté de prescription du PPRL du Calaisis du 10 mai 2016.

Des réunions de travail ont été organisées aux étapes suivantes :

- présentation initiale de la démarche PPRL
- pendant l'élaboration du PPRL, présentation des objectifs de prévention et du projet de zonage
- avant consultation officielle et enquête publique, présentation du projet de plan de prévention des risques littoraux
- après enquête publique, présentation du projet de plan aux acteurs locaux, après reprise éventuelle des documents d'étude
- Les modalités de concertation avec le public sont fixées par l'article 7 de l'arrêté de prescription du PPRL du Calaisis du 10 mai 2016.
- les documents d'étude sont mis en ligne sur le site internet des services de l'État dans le département du Pas-de-Calais
- des plaquettes de communication sont remises aux élus concernés pour diffusion auprès de la population exposée aux risques
- des éléments sont mis à la disposition des collectivités pour insérer une information relative au projet de plan dans leurs supports de communication réguliers.

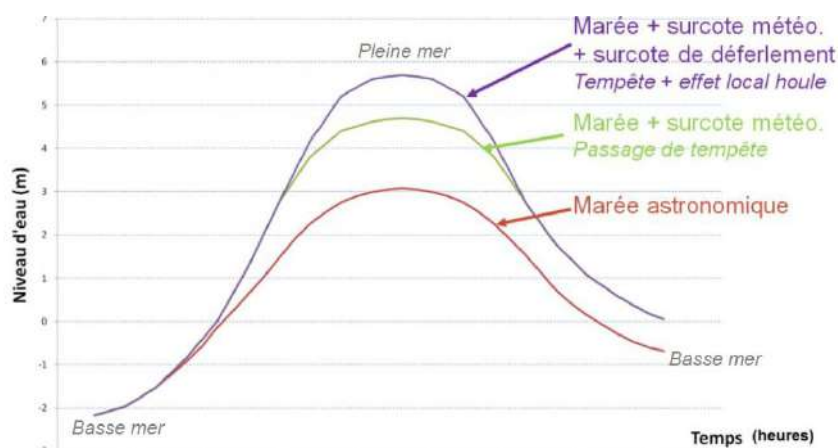
# L'ALÉA DU PPRL : LA SUBMERSION MARINE

La submersion marine est un phénomène d'inondation temporaire de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques défavorables (surcote due aux fortes dépressions et vents de mer) et marégraphiques sévères engendrant des niveaux marins importants et des conditions d'état de mer défavorables, provoquant des ondes de tempêtes.

## 1 - Une conjonction d'événements

Le risque de submersion marine résulte de la conjonction entre une marée importante et des conditions climatiques défavorables de type tempête qui engendrent une surcote dite surcote météorologique. Certaines configurations de la frange littorales engendrent une surcote supplémentaire appelée surcote de déferlement.

Le niveau marin exceptionnel qui résulte de l'addition de la marée et des différentes surcote est de nature à provoquer des submersions marines par débordement ou franchissement et à endommager voire à faire rompre les ouvrages de protection, tels les cordons dunaires ou les digues.



Effet d'une surcote météorologique et d'une surcote de déferlement sur le niveau de pleine mer

Les éléments contribuant à atteindre le niveau marin exceptionnel, marée, onde de tempête et houle, sont explicités ci-dessous.

### 1.1 - La marée

La marée astronomique est un processus important dans l'hydrodynamisme des environnements littoraux. Il s'agit d'une variation du niveau de la mer due à l'action gravitationnelle de la lune et du soleil.

Le régime tidal est composé de deux périodicités :

- une composante lunaire semi-diurne avec deux basses mers et deux pleines mers par jour
- une composante bimensuelle pour les vives eaux et les mortes eaux.

La circulation des masses d'eau est caractérisée par l'alternance de deux courants qui évoluent parallèlement au littoral : le courant de flot (marée montante) et le courant de jusant (marée descendante).

L'amplitude du marnage<sup>9</sup> varie pour chaque marée. Le coefficient de marée (compris en 20 et 120) est un indicateur de cette amplitude. Les marées de vives-eaux où les plus hauts niveaux marins peuvent survenir à pleine-mer sont des marées à fort coefficient, plus de 70, avec un coefficient moyen autour de 95. Les marées de mortes-eaux au contraire ont des coefficients inférieurs à 70 avec un coefficient moyen autour de 45.

La puissance de la marée est un facteur contributeur clef dans la constitution du niveau marin exceptionnel.

9 - Le marnage est la différence entre une pleine mer et une basse mer successives.

## 1.2 - La surcote météorologique

Il y a une grande variabilité inter-annuelle des tempêtes dans le Nord Pas-de-Calais, mais elles ont majoritairement lieu en hiver.

Le passage d'une tempête au-dessus de la mer provoque une onde de tempête, une surélévation du niveau de la mer. Cette surélévation est due à l'action conjointe de la forte baisse des pressions dans la zone affectée et à l'action des vents qui vont pousser et accumuler l'eau selon leur direction. Elle dépend fortement de la configuration du littoral, de la topographie des fonds marins et du déplacement relatif du cyclone par rapport à la côte.

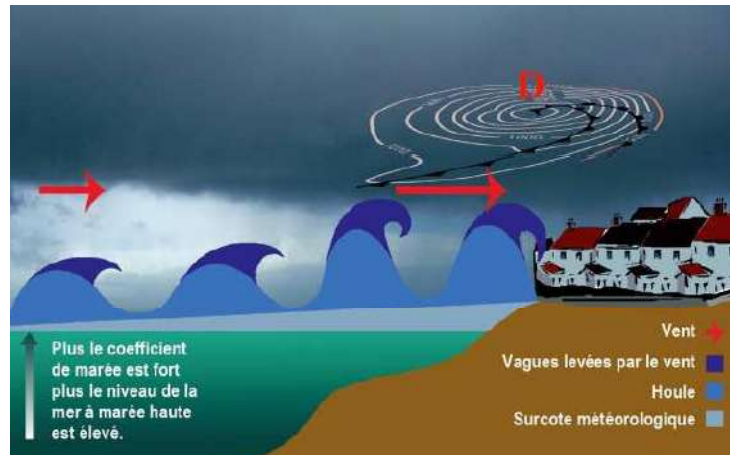
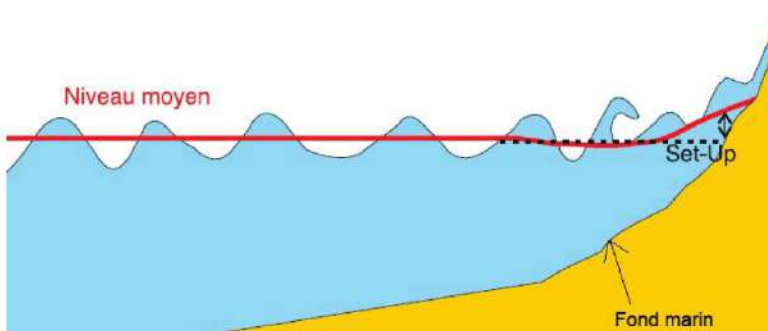


Schéma représentant l'influence des conditions météorologiques sur le phénomène de submersion marine : source Météo France

On parle de surcote atmosphérique ou météorologique pour qualifier la surélévation du niveau de la mer due au passage de la tempête.

## 1.3 - Houle et surcote de déferlement

La houle est l'action du vent sur la surface de l'eau, c'est un courant parallèle à la côte dans la zone de déferlement, dont l'intensité dépend de son obliquité par rapport au rivage. Elle se propage dans trois domaines avant d'atteindre le littoral : la zone de levée où l'amplitude augmente progressivement, la zone de déferlement où la vague est au maximum de son gonflement, devient instable et s'effondre, la zone de surf où l'énergie du déferlement est dispersée vers le rivage. La zone de jet de rive correspond à l'espace de plage successivement immergé par la propagation de l'eau liée au déferlement.



La figure ci-contre représente la surcote de déferlement (set-up) qui correspond à une surélévation du niveau moyen due au déferlement des vagues. Cette surcote s'applique à chaque site significativement exposé à la houle.

## 2 - Étude de l'aléa

### 2.1 - Historique de l'étude d'aléa

L'élaboration du PPRL s'est basée sur l'étude « Détermination de l'aléa de submersion marine intégrant les conséquences du changement climatique en région Nord-Pas-de-Calais<sup>10</sup> », réalisée par le bureau d'études DHI, pour le compte de la DREAL<sup>11</sup> Nord-Pas-de-Calais. Débutée en 2008, cette étude a été entreprise pour améliorer la connaissance du risque de submersion marine sur le littoral Nord-Pas-de-Calais.

En 2010 sont produits les premiers résultats, sous la forme d'une cartographie de l'aléa centennal modélisé. Les objectifs sont revus à la hausse après la tempête Xynthia (28 février 2010), dans le but de réaliser des Plans de Prévention des Risques Littoraux (PPRL). Dans le contexte fortement évolutif de l'après-Xynthia, les différentes consignes ministérielles ont été progressivement intégrées (circulaire du 7 avril 2010 relative à la prise en compte du changement climatique, circulaire du 27 juillet 2011 sur l'élaboration des PPRL). Pour ces raisons, mais aussi pour tenir compte des observations recueillies lors des étapes de concertation avec les collectivités du territoire, les hypothèses et méthodes de modélisation ont donc beaucoup évolué.

En octobre 2013, les résultats ont été validés par la DREAL, ils ont été présentés en collectivité le 5 novembre 2013.

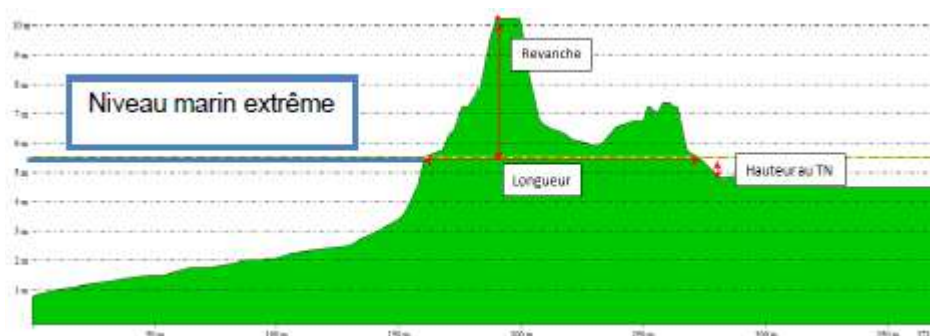
Les paragraphes suivants résument les principaux éléments méthodologiques de l'étude. Pour aller plus loin :

- le rapport complet de l'étude est accessible sur le site de la DREAL Nord-Pas-de-Calais-Picardie. La rubrique comprend également les supports de présentation utilisés lors des réunions de restitution de l'étude.
- la note d'accompagnement du rapport est jointe en annexe page 43 de la note de présentation : elle présente l'historique de la conduite de l'étude et ses principales évolutions entre 2011 et 2013.

### 2.2 - Identification des zones exposées

#### 2.2.a - Principes retenus

Une fois les niveaux marins déterminés, il s'agit d'identifier les zones qui peuvent être exposées à la submersion marine. Pour ce faire, la topographie du site a été définie à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) du littoral, en y ajoutant les ouvrages hydrauliques. La topographie ainsi réalisée est comparée aux niveaux marins extrêmes afin de déterminer quels peuvent être les points de débordement, mais aussi quels ouvrages (digues, cordons dunaires...) seraient en situation de franchissement (par paquets de mer) ou de rupture. La topographie en retrait du littoral a également été prise en compte par une étude morphologique, en effet une topographie haute en retrait des ouvrages peut limiter l'étendue des inondations.






L'étude VSC (Visite Simplifiée Comparée) a aussi permis d'identifier les sites présentant un potentiel risque de rupture.

10 - Étape 2.2 : Modélisation des aléas littoraux actuels et à l'horizon 2100

11 - Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement

L'ensemble de la façade littorale a ainsi été examinée, et les sites à risques identifiés selon les critères suivants :

<p><b>Débordements</b> : la mer envahit les terres situées sous le niveau exceptionnel de la mer. Ce phénomène est aussi appelé « surverse ».</p>	
<p><b>Franchissements</b> : les terres situées au-dessus du niveau de la mer peuvent parfois aussi être inondées lorsque des projections d'eau de mer franchissent les ouvrages de protection sous l'effet de la houle.</p>	
<p><b>Ruptures</b> : les protections telles que les digues et les cordons dunaires peuvent céder sous l'effet de la mer et créer un raz-de-marée.</p>	

## 2.2.b - Secteurs étudiés

### **Secteur Marck : débordement**

L'analyse topographique a montré qu'il existait, pour des niveaux marins élevés, un risque de débordement sur les terres situées en retrait des marais. Le site étant exposé à la houle, la modélisation est réalisée en considérant une surélévation du niveau de la mer due à la surcote de déferlement.

### **Secteur Calais : débordement de quais portuaires**

L'analyse des données topographiques a montré que les quais du port de Calais étaient potentiellement submersibles lors d'un événement de niveau marin extrême de période de retour supérieur à 100 ans. En 1953, la mer a baigné les quais et les terres plains ce qui a causé de nombreux affaissements de pavages et revêtements bitumeux.

Le débordement étudié se situant à l'intérieur des infrastructures portuaires, c'est-à-dire à l'abri de la houle, la surcote de déferlement n'est pas considérée sur ce site. Les événements historiques ont cependant montré qu'il pouvait exister une surcote dans les enceintes portuaires, sans qu'il n'y ait de déferlement de houle. À l'heure actuelle, ce type de surcote est mal connu et ne peut être quantifié. Les statistiques sur les niveaux marins extrêmes étant issues des mesures de niveau effectuées dans les ports, on peut cependant considérer que les niveaux statistiques considérés tiennent compte de ce type de surcote. D'autre part, l'écluse entre le port d'échouage et le bassin des chasses de l'Ouest appelé l'écluse de 10 mètres a déjà fait l'objet d'une défaillance par le passé. Néanmoins, des travaux de confortement de l'ouvrage ont été menés ce qui permet de considérer un scénario « porte fermée ».

### **Secteur Blériot-plage : rupture du cordon dunaire**

L'analyse des données topographiques ainsi que l'étude « Visite Simplifiée Comparée » ont montré qu'il existait un point bas dans le cordon dunaire correspondant à un chemin d'accès à la plage. Ce secteur a également subi des dégâts lors de la tempête de 1953.

Compte tenu de la géographie du site et des caractéristiques des ruptures de cordons dunaires historiques dans la région, une brèche de 100 mètres a été retenue pour la modélisation. Ce choix résulte des retours d'expérience concernant les dunes de la région. Aucun débordement par-dessus la dune n'est pris en compte du fait de sa hauteur importante. Le niveau de la mer ici considéré tient compte de la surcote de déferlement.

### **Secteur Sangatte : rupture du cordon dunaire**

En 1953, une brèche de 30 mètres dans le cordon dunaire a entraîné la submersion d'une vingtaine d'hectares de terre agricole. Depuis la dune s'est considérablement engraisée mais le risque existe encore immédiatement à l'Est de la digue de Sangatte où le cordon dunaire est plus mince.

Compte tenu de la géographie du site et des caractéristiques historiques de la rupture du cordon dunaire, une brèche de 100 mètres a été retenue pour la modélisation, comme préconisé par la circulaire du 27 juillet 2011. Par ailleurs, la dune étant élevée, aucun débordement par-dessus la digue n'est modélisé.

Le site étant exposé à la houle, le niveau de la mer tient compte de la surcote de déferlement.

### **Secteur Sangatte : rupture de digue**

L'analyse des données topographiques a montré qu'il existait un point bas sur la digue de Sangatte. Bien que ce point n'ait pas été repéré par l'étude VSC, l'hypothèse d'une brèche dans cet ouvrage a été retenue pour la modélisation. En effet, la digue de Sangatte a connu de nombreux événements occasionnant des submersions marines, notamment en 1953 où une brèche de 15m de large a permis à la mer de submerger la route nationale par 40cm d'eau et les champs à l'arrière.

La largeur de brèche retenue pour la modélisation est de 100 mètres. La surcote de déferlement est par ailleurs prise en compte. Il est difficile de définir *a priori* où précisément la brèche sera susceptible de se produire sur l'ensemble de la digue. Aussi, trois positions de brèche distinctes ont été simulées sur ce secteur. Les résultats présentés sont alors une combinaison des résultats obtenus pour chacune des trois simulations.

Enfin compte tenu de la cote relativement élevée de la digue, le débordement par-dessus celle-ci n'est pas pris en compte.

## **2.3 - La détermination des niveaux marins**

### **2.3.a - Statistique des niveaux marins extrêmes de pleine mer**

#### **Origine des données**

Dans le cadre de l'étude de l'aléa submersion marine, un niveau marin centennal a été retenu. Ce niveau marin centennal est issu des travaux<sup>12</sup> du SHOM<sup>13</sup> réalisés en 2008 et actualisé en 2012 qui ont pour fondement une analyse statistique des niveaux marégraphiques.

**Les niveaux extrêmes de pleine mer rassemblent les phénomènes statiques (comme la marée) et les phénomènes dynamiques de grande ampleur de type météorologique (vent et pression atmosphérique) à l'origine des surcotes ou décotes.**

Ainsi, on peut par exemple tirer de ces travaux, pour les ports de Boulogne-sur-Mer, Calais et Dunkerque, les valeurs ci-après exprimées dans le système IGN69. Pour rappel :

- les altitudes sont mesurées dans le système IGN69 par rapport au niveau moyen de la mer à Marseille
- les altitudes exprimées dans le système Cote Marine (CM) sont mesurées par rapport au niveau des plus basses mers dans le port le plus proche.

L'écart entre les deux systèmes est également indiqué dans le tableau ci-après, ainsi que les différences de niveaux extrêmes aux ports de référence.

12 - « Statistique des niveaux marins extrêmes de pleine mer en Manche et Atlantique » (© CETMEF/SHOM 2008)

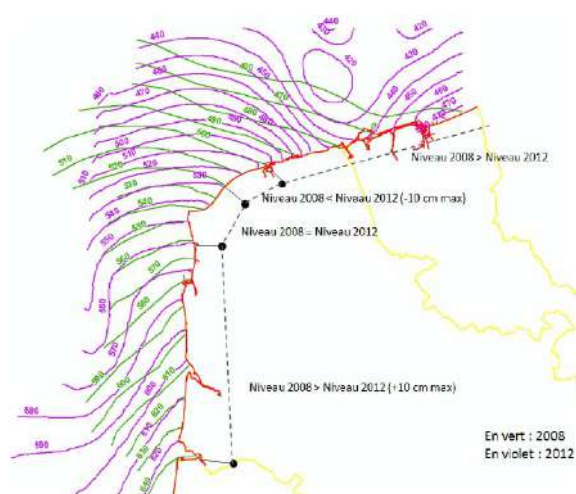
13 - Service Hydrographique et Océanographique de la Marine

## Plan de Prévention des Risques Littoraux du secteur du Calaisis

Ports	Différence entre l'altitude en CM et en IGN69	Période de retour							
		10 ans		20 ans		50 ans		100 ans	
		2008	2012	2008	2012	2008	2012	2008	2012
Boulogne-sur-Mer	-4,388	5,55	5,49	5,63	5,57	5,75	5,66	5,83	5,74
Calais	-3,459	4,72	4,77	4,80	4,85	4,90	4,96	4,97	5,04
Dunkerque	-2,693	4,42	4,40	4,50	4,49	4,63	4,61	4,74	4,70

### Niveaux marins retenus

La comparaison des interpolations spatiales entre les versions de 2008 et 2012 montre des différences notables entre Calais et la frontière Belge, expliquées principalement par la prise en compte des points secondaires forçant l'interpolation spatiale.



*Comparaison des niveaux marins centennaux de pleine mer issus des données SHOM*

Les niveaux finaux retenus pour la modélisation des submersions marines sont :

- les niveaux de 2012 pour les ports de référence (Dunkerque, Calais et Boulogne)
- les plus forts niveaux entre les versions de 2008 et de 2012 pour les autres sites conformément aux instructions du SHOM et du CETMEF.

Ces niveaux marins extrêmes sont établis à partir des mesures effectuées en dehors des zones d'influence de la houle, et ne tiennent donc pas compte de la surcote de déferlement. Pour les sites étudiés exposés à la houle, il convient donc d'ajouter à ces niveaux extrêmes une surélévation due à la surcote de déferlement.

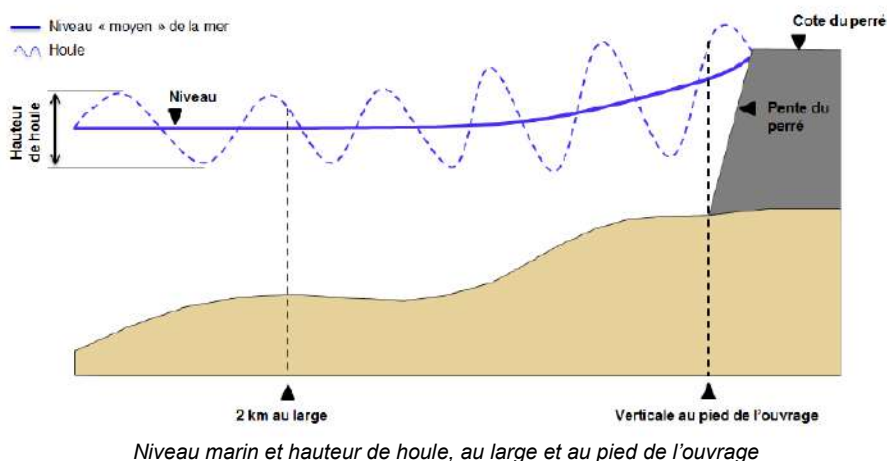
Sites	Niveau d'eau le plus pénalisant (version)	Niveau extrême centennal de pleine mer retenu
Mark	2008	4,90 m IGN69
Calais	Données du marégraphe du port	5,04 m IGN69
Blériot-plage	2012	5,10 m IGN69
Sangatte	2012	5,20 m IGN69

*Tableau récapitulatif des niveaux marins retenus (sans prise en compte du changement climatique)*

Ces niveaux marins extrêmes sont établis à partir des mesures effectuées en dehors des zones d'influence de la houle, et ne tiennent donc pas compte de la surcote de déferlement. Pour les sites étudiés exposés à la houle, il convient donc d'ajouter à ces niveaux extrêmes une surélévation due à la surcote de déferlement.



### 2.3.b - Prise en compte de la surcote de déferlement



La surcote de déferlement a été calculée à partir des profils de l'ouvrage (pente et cote du perré), des profils bathymétriques et de la houle. À cette surcote calcul ont été ajoutés quelques centimètres afin de prendre en compte l'incertitude sur le calcul. Au total la surcote, variable selon les sites, est de l'ordre d'une dizaine de centimètres.

### 2.3.c - La prise en compte du changement climatique dans l'étude et la prévention de la submersion marine

#### *Le niveau de la mer*

Dans son document de synthèse « Prise en compte de l'élévation du niveau de la mer en vue de l'estimation des impacts du changement climatique et des mesures d'adaptation possible » publié en février 2010, l'ONERC<sup>14</sup> définit trois hypothèses de prise en compte de l'impact du changement climatique sur l'évolution du niveau de la mer. Elles sont basées sur les scénarii suivants :

- hypothèse optimiste : scénario d'émission de gaz à effet de serre (GES) les plus bas retenu par le GIEC<sup>15</sup> dans son dernier rapport
- hypothèse pessimiste : scénario d'émission de GES le plus élevé du dernier rapport du GIEC
- hypothèse extrême : prise en compte d'une possible accélération de la perte de masse de glace en Antarctique et au Groënland, qui aboutirait à une augmentation du niveau de la mer plus forte que prévue

Hypothèse	2030	2050	2100
Optimiste	10	17	40
Pessimiste	14	25	<b>60</b>
Extrême	22	41	100

*Hausse du niveau de la mer en fonction des hypothèses et à l'horizon 2030, 2050 et 2100*

Selon la circulaire du 27 juillet 2011<sup>16</sup> indique que l'hypothèse retenue est l'hypothèse pessimiste de l'ONERC qui correspond à une augmentation de 60cm du niveau marin à l'horizon 2100.

#### *Impact sur les niveaux marins de référence*

Conformément à la circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans PPRL, l'intégration de la hausse du niveau marin provoquée par le réchauffement climatique s'effectue en deux étapes :

- intégration au niveau marin de référence d'une surcote de 20 cm constituant une première étape vers l'adaptation au changement climatique
- constitution d'un aléa à l'horizon 2100 intégrant une augmentation du niveau marin de 60 cm (soit 40 cm de plus que le niveau marin de référence)

14 - Observatoire National des Effets du Réchauffement Climatique

15 - Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

16 - Relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les PPRL

Le tableau suivant récapitule les différents niveaux marins utilisés pour modéliser l'aléa submersion marine (colonne 3 et 4)

Sites	Niveau extrême centennal de pleine mer retenu	Niveau extrême centennal de pleine mer retenu après prise en compte de la première étape vers l'adaptation au changement climatique <sup>17</sup> et de la surcote de déferlement	Niveau extrême centennal de pleine mer retenu à l'horizon 2100
Mark	4,90 m IGN69	5,25 m IGN69	5,59 m IGN69
Calais	5,04 m IGN69	5,24 m IGN69	5,64 m IGN69
Blériot-plage	5,10 m IGN69	5,47 m IGN69	5,78 m IGN69
Sangatte digue	5,20 m IGN69	5,65 m IGN69	5,94 m IGN69
Sangatte dune	5,20 m IGN69	5,59 m IGN69	5,89 m IGN69

### 3 - Modélisation du phénomène de submersion

#### 3.1 - Une représentation issue d'un modèle hydraulique

Il s'agit ici de représenter la propagation des eaux une fois que la submersion s'est produite. Le modèle construit permet de représenter les écoulements en deux dimensions, afin d'en restituer correctement la complexité.

Les paramètres suivants sont renseignés et déterminent le fonctionnement du modèle :

- la topographie via le modèle numérique de terrain
- la rugosité du sol<sup>18</sup>
- le nombre de cycles de marée
- pour les sites à rupture : la géométrie de la brèche, l'instant de rupture par rapport à la marée, la vitesse de rupture. Les débits pénétrants sur le site sont calculés en fonction de la topographie et des caractéristiques de la brèche.

Les simulations se font sur deux cycles de marée (environ une journée), en considérant que l'essentiel des volumes pénètre lors du premier cycle, le second cycle étant atténué (tempête en cours d'éloignement).

#### 3.2 - Principes retenus pour l'étude de l'aléa de référence

L'aléa le plus important est ici l'aléa centennal avec changement climatique. C'est cet aléa qui a été utilisé pour définir le nouveau périmètre de prescription du PPRL.

##### 3.2.a - Caractéristique des brèches

Conformément au guide méthodologique « Plan de Prévention des Risques Littoraux », et suite au retour d'expérience de la tempête Xynthia, la longueur des brèches est forfaitisée à 100 mètres. Pour rappel, des brèches sont simulées à Blériot-plage et Sangatte. Les brèches sont représentées dans le modèle de façon simplifiée, car les conditions de rupture et d'écoulement dépendent de l'état de l'ouvrage et des conditions de mer. Dans cette étude, il est considéré que les ouvrages commencent à rompre 1 h avant la pleine mer, et que la brèche se forme en 15 minutes. Il s'agit là d'un scénario sécurisant, pris dans le cadre de la politique nationale de prévention des risques.

<sup>17</sup> - Cette donnée correspond au profil d'ouvrage le plus pénalisant. Elle intègre la surcote de déferlement.

<sup>18</sup> - Ce paramètre permet de rendre compte de l'occupation du sol et donc des capacités d'infiltration

### 3.2.b - Qualification de l'aléa

En tout point du territoire, les paramètres de hauteur d'eau et de vitesse sont enregistrés au cours de deux simulations : le scénario de référence et le scénario à l'horizon 2100.

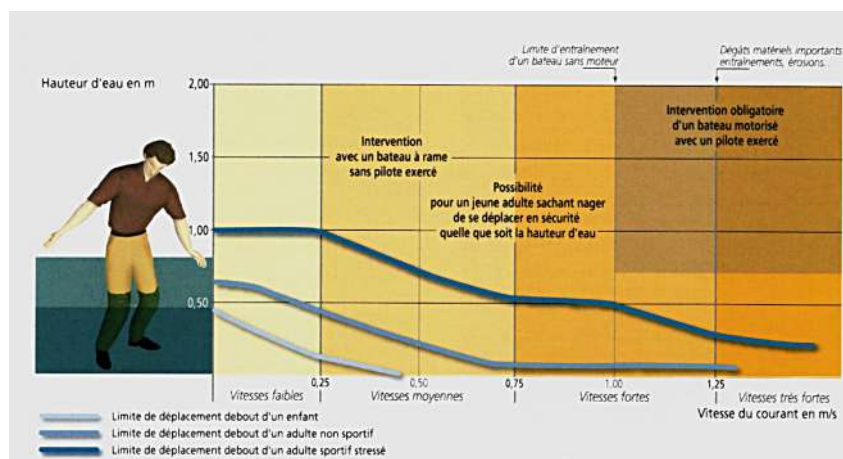
La gravité de l'aléa est déterminée en tout point du territoire, en fonction de l'intensité des valeurs prises par des paramètres physiques de la submersion distinctement pour les deux scénarios. Ces paramètres sont ici :

- les hauteurs de submersions
- les vitesses d'écoulement,

Les niveaux d'aléas sont donc construits à partir d'un croisement en différentes classes de vitesses d'écoulements, comme reporté dans le tableau suivant :

Aléa submersion marine		Dynamique de submersion (V)		
		V < 0,2 m/s	0,2 < V < 0,5 m/s	V > 0,5 m/s
Hauteur d'eau (H)	H < 0,50 m	Faible	Moyen	Fort
	0,5 < H < 1 m	Moyen	Moyen	Fort
	H > 1 m	Fort	Fort	Très fort

Définition de l'aléa en fonction des hauteurs et vitesses



Possibilité de déplacement en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse de courant

### 3.3 - La dynamique de submersion

Les dynamiques de submersion sont décrites ici indépendamment les unes des autres. Les cartographies quant à elles représentent un aléa combiné c'est-à-dire qui superpose l'ensemble des événements quelle que soit leur origine.

#### 3.3.a - Secteur Marck

Pour les deux événements modélisés, la digue bordant les marais empêche l'entrée de la mer sur les terres, l'inondation reste en conséquence confinée à la zone des marais. Les hauteurs d'eau maximales sont élevées dans les petits bassins, et les vitesses maximales sont élevées entre les bassins, aboutissant à un aléa globalement fort dans la zone de marais à l'Est. L'aléa est plus faible sur le côté Ouest et au plus près de la digue. Pour l'aléa centennal à l'horizon 2100, l'inondation se propage davantage vers l'ouest des marais que pour l'aléa de référence, et les écoulements vers le sud viennent se bloquer contre la digue.

#### 3.3.b - Secteur Calais

Les événements modélisés ne touchent que les infrastructures portuaires et n'appellent pas de remarques particulières.

### 3.3.c - Secteur Blériot-Plage

Dans le cas du scénario d'occurrence centennale, l'inondation s'étend à partir du parking situé à l'extrémité de la rue de la mer. Elle se propage par le côté Ouest jusqu'à la rue du Fort Lapin, et par le côté Est où elle surverse par-dessus la RD940 1h45 après la rupture du cordon dunaire et se propage sur le parking en rive gauche du canal des Pierrettes. L'inondation se propage également vers le sud jusqu'à l'encontre du remblai formé par la digue Mouron, les écoulements se font alors vers l'Ouest juste en dessous des quartiers Sud et vers le Sud le long de la digue.

Pour le scénario incluant le changement climatique, l'inondation s'écoule dans un premier temps librement en suivant les points bas de la topographie. Elle atteint la limite Sud de la commune où elle est contrainte par la digue Mouron 1h après l'ouverture de la brèche dans le cordon dunaire. L'eau suit ensuite cette digue vers l'Ouest jusqu'au chemin de la Française qu'elle vient surverser 2h30 après l'ouverture de la brèche et se stocke dans le bassin. À l'Est, l'inondation traverse la rue de Verdun pour submerger une partie des quais situés rive gauche du canal des Pierrettes. D'importantes hauteurs d'eau sont stockées le long de la digue Mouron.

### 3.3.d - Secteur Sangatte

#### *Rupture du cordon dunaire*

La propagation de l'inondation pour l'événement centennal est limitée par la présence de la digue Royal au Sud. L'eau s'écoule alors en partie en direction de l'étang situé à l'Est de la brèche. Suite à l'ouverture de la brèche (et principalement son extrémité Ouest), une partie des écoulements se fait à l'Ouest de la digue Camin, et se propage sur les terrains au Nord de la partie Est de la rue Roll avec une hauteur très faible (centimétrique).

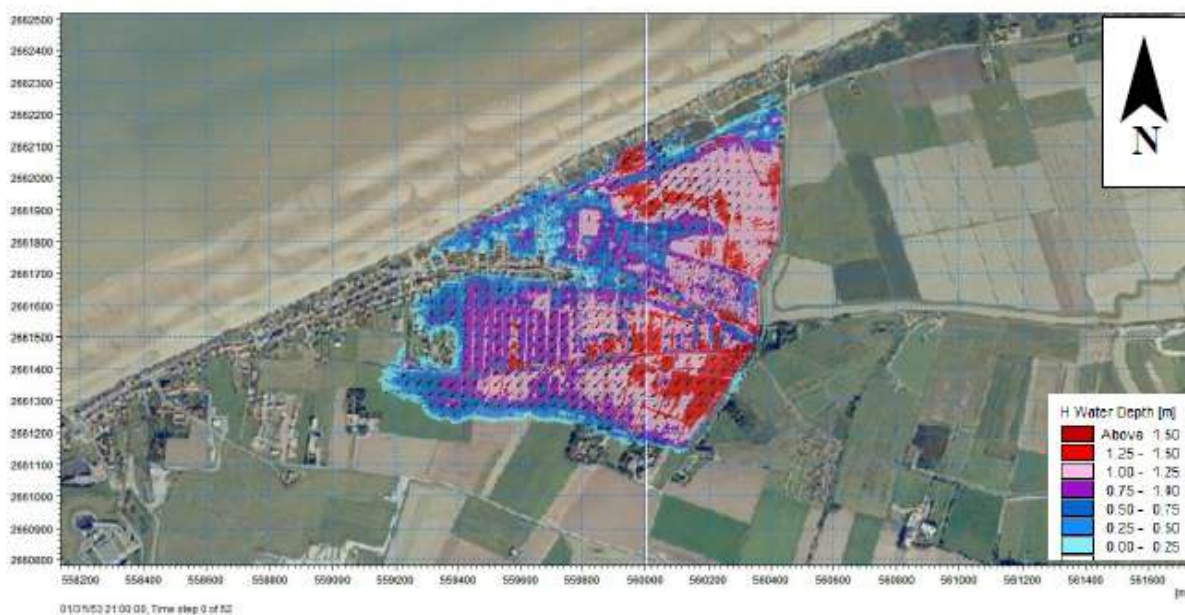
Pour l'événement centennal à l'horizon 2100, l'inondation provoquée par la brèche du côté Ouest de la digue Camin se propage davantage vers le Sud que pour l'événement centennal. Elle longe la digue Camin vers le Sud et se propage vers l'Ouest par le biais du Watergang de Sangatte. Du côté Est de la digue Camin, l'emprise de l'inondation est toujours contrôlée par la digue Royale au Sud, mais se propage davantage vers l'Est jusqu'à la rive gauche du canal des Pierrettes via le petit canal au Sud de la digue Mouron.

#### *Rupture de digue*

Trois positions de brèches distinctes ont été étudiées pour la digue de Sangatte. Ces diverses positions permettent de tenir compte de la variabilité des inondations en fonction de l'emplacement des brèches, dans la mesure où les brèches peuvent apparaître en des points quelconques de la digue. Les résultats sont alors obtenus séparément pour les trois positions de brèche. Les cartographies représentent l'aléa quelle que soit la position de la brèche considérée.

Dans un premier temps, l'inondation se propage librement en suivant la topographie du site, sans rencontrer d'obstacle majeur. 45 minutes après l'apparition de la brèche, l'extension de l'inondation est contrainte par la digue Camin, et est déjà proche de l'extension maximale sur le secteur compris entre la mer et la digue.

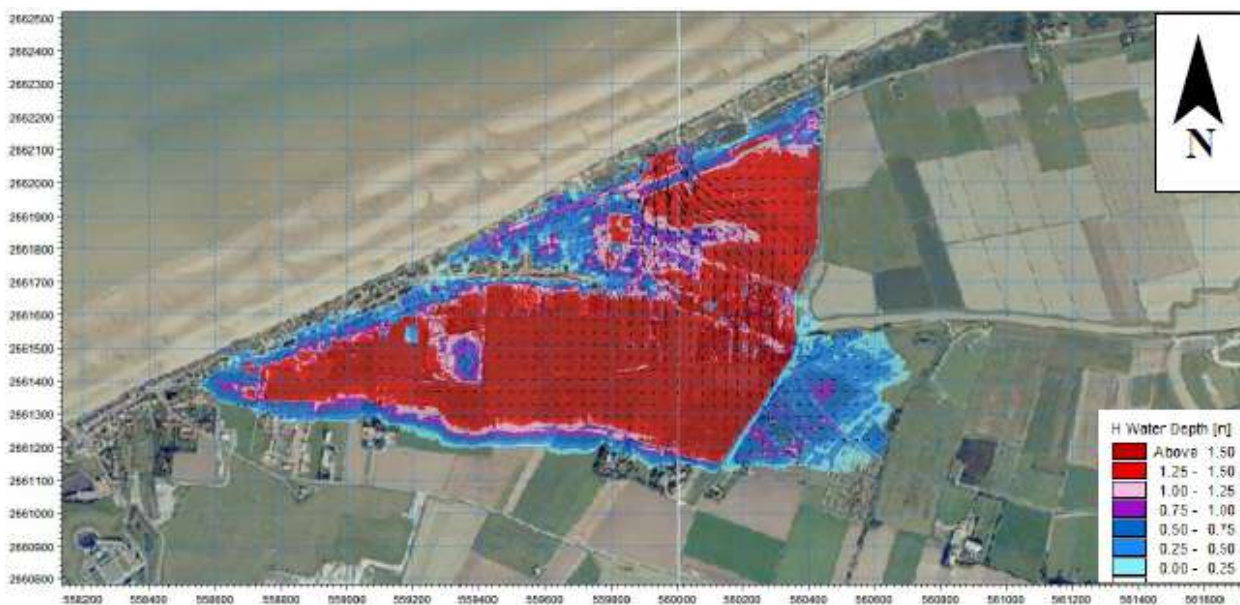
## Plan de Prévention des Risques Littoraux du secteur du Calaisis



*État des inondations 45 min après l'apparition de la brèche coté Est*

*(hauteur d'eau pour un aléa de référence sans prise en compte du changement climatique à l'horizon 2100)*

Les vitesses d'écoulement près de la digue deviennent temporairement faibles du fait de la présence de la digue, et le niveau d'eau monte de manière continue durant 30 minutes. 1H15 après l'apparition de la brèche, l'eau commence alors à s'écouler par-dessus la digue, comme présenté sur la figure suivante pour l'événement centennial.

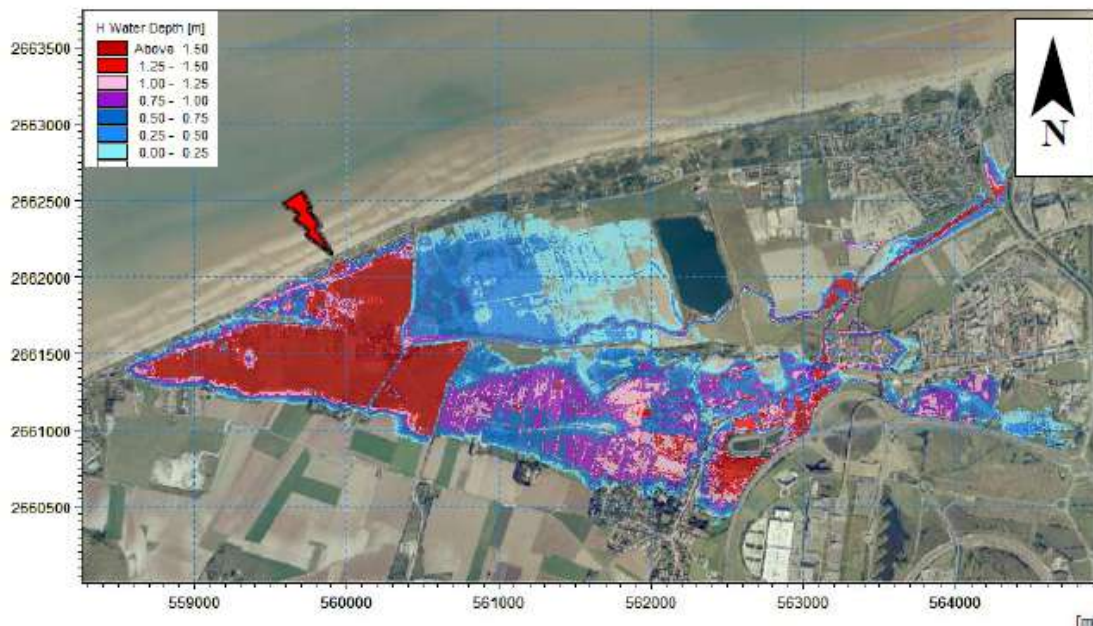


*État des inondations 1h15 après l'apparition de la brèche coté Est*

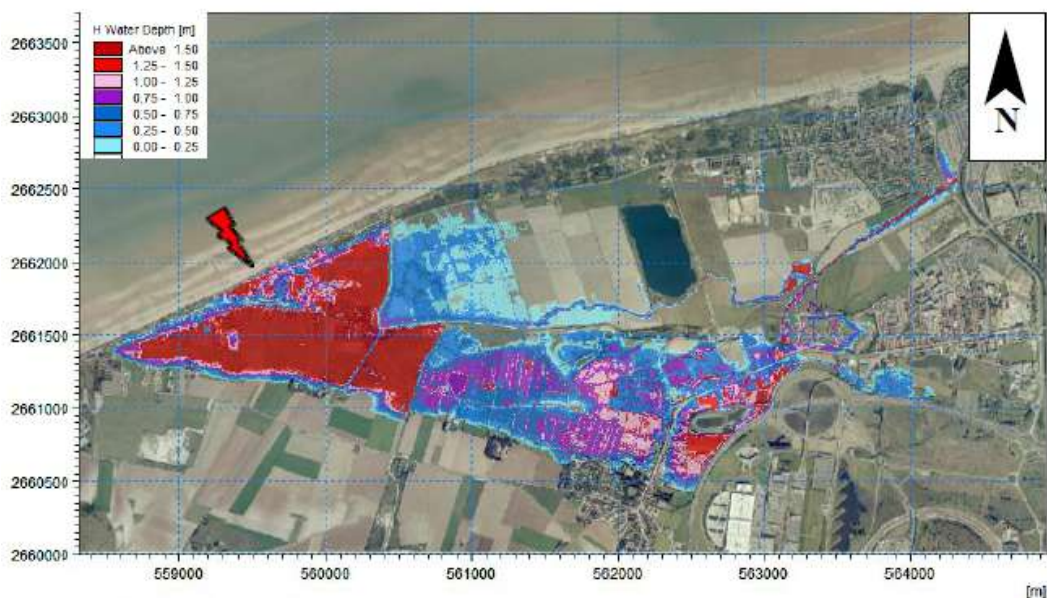
*(hauteur d'eau pour un aléa de référence sans prise en compte du changement climatique à l'horizon 2100)*

Dès lors, le niveau d'eau entre la digue et la mer évolue peu, mais l'inondation s'étend désormais progressivement en direction de Coquelles. Sa propagation est néanmoins légèrement ralentie par la présence d'une seconde digue au-delà de la digue Camin. L'inondation se propage alors en suivant les points bas topographiques, et s'étend jusqu'à Coquelles où elle est stoppée par la digue artificielle formée par l'avenue Charles De Gaulle. Néanmoins, il apparaît une surverse au-dessus de cette avenue plus au Nord, au niveau de la zone commerciale, inondant le secteur proche de l'autoroute et les premiers quartiers Nord-Est de Coquelles.

L'inondation se propage également au Sud-Est de la citadelle, avec de faibles hauteurs d'eau, et n'atteint pas la rue de Verdun. Les inondations au Nord continuent à se propager vers l'Est via les points bas au Sud de la digue Mouron jusqu'à atteindre les abords du canal des Pierrettes.

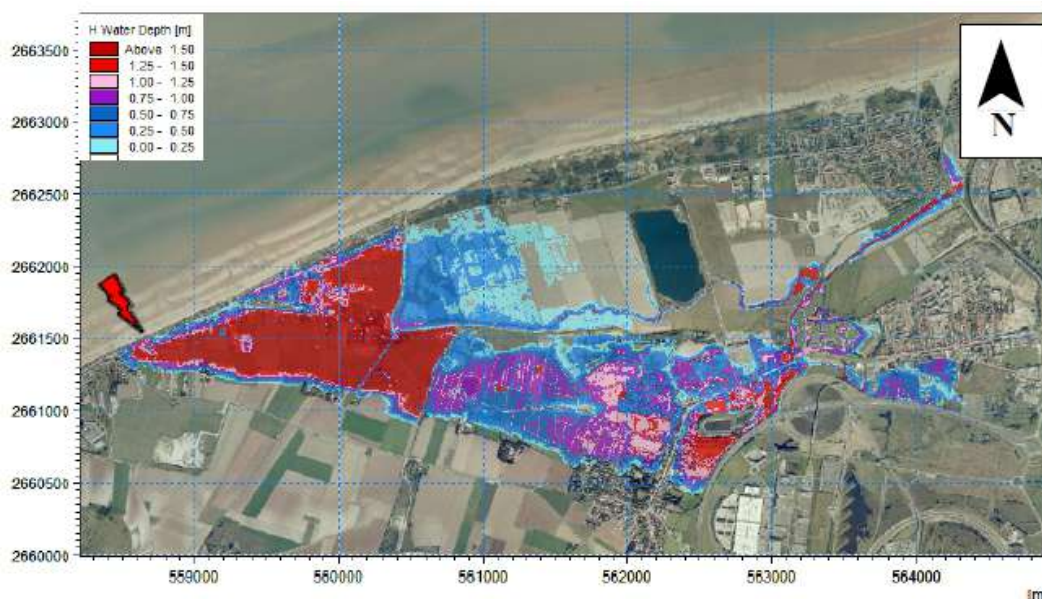


*Hauteurs d'eau maximales de submersion issues d'une brèche dans la partie Est de la digue  
(aléa de référence sans prise en compte du changement climatique à l'horizon 2100)*



*Hauteurs d'eau maximales de submersion issues d'une brèche située dans la partie centrale de la digue  
(aléa de référence sans prise en compte du changement climatique à l'horizon 2100)*

Pour l'aléa centennal à l'horizon 2100, l'inondation à l'Est de la digue Camin recouvre les terres à l'Ouest du bassin. Elle se propage au Sud-Est de la citadelle jusqu'à atteindre le rond-point sous l'A16, qui permet alors les écoulements sur les terrains au Sud de cette route. La propagation vers l'Est des écoulements près du rond-point provoque une entrée d'eau dans le canal des Pierrettes, en volumes faibles devant la capacité de stockage du canal avec débordement.



*Hauteurs d'eau maximales de submersion issues d'une brèche située dans la partie Ouest de la digue  
(aléa de référence sans prise en compte du changement climatique à l'horizon 2100)*

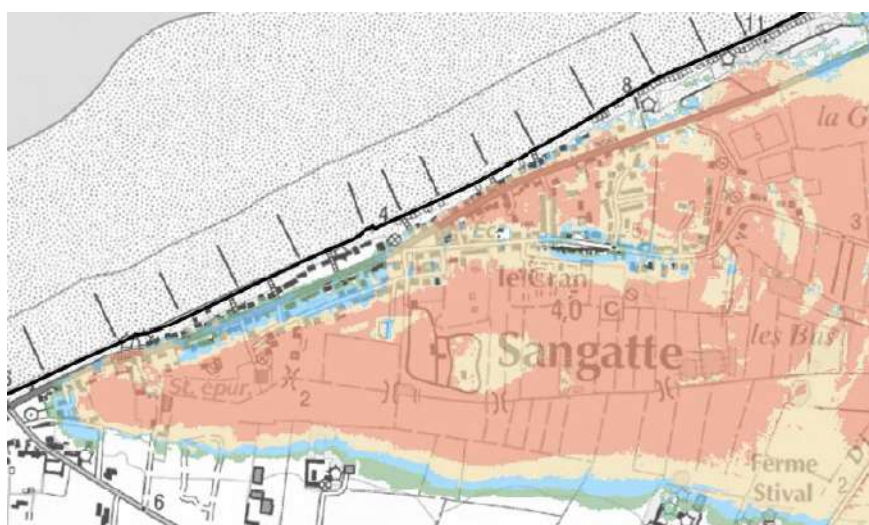
## 4 - Représentations cartographiques

### 4.1 - Représentation de l'aléa

Dans le cadre du présent PPRL, deux cartes d'aléa ont été produites :

- une carte pour l'aléa de référence
- une carte pour l'aléa de référence à l'horizon 2100

Aléa	Très fort	Fort	Moyen	Faible
Code couleur				

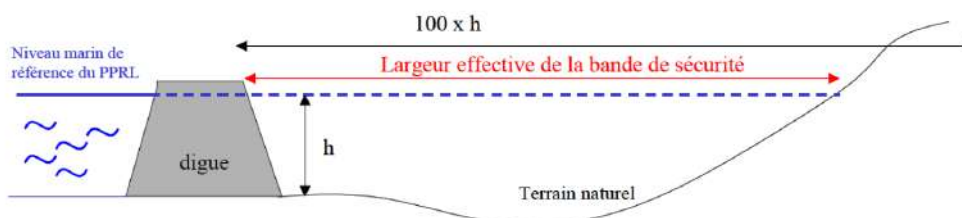


*Extrait de la carte d'aléa de référence (Sangatte)*

Les cartes d'aléas sont définies à une échelle globale (1/10000ème) et ont une valeur informative.

## 4.2 - Représentation de la bande de précaution débordement / rupture

La bande de précaution derrière les digues est définie sur la base des règles de la circulaire du 30 avril 2002, reprises par la circulaire du 27 juillet 2011 relative aux PPRL (voir schéma ci-dessous). Le principe est qu'une zone endiguée reste soumise au risque.



L'ajout de cette bande de précaution provient de la méthodologie de définition des points de rupture. Les points de rupture de digue étant assez espacés sur l'ensemble du linéaire de la digue, la bande de précaution détermine un espace pouvant être impacté par la submersion en cas de défaillance.

Les bandes de précaution derrière les structures peuvent être soumises à des écoulements rapides, essentiellement en cas de surverse ou de brèche.

De ce fait, la bande de précaution est considérée comme une zone d'aléa fort. Théoriquement, la largeur dépend de l'écart entre le niveau d'eau côté mer et le niveau du terrain en arrière de la structure (l'espace protégé). **Dans le cadre du présent PPRL une largeur forfaitaire de 100 mètres a été appliquée.**

Aléa	Très fort	Fort	Moyen	Faible
Code couleur				

*Représentation de la bande de précaution débordement-rupture en fonction de l'aléa de référence*

La bande de précaution débordement-rupture est représentée sur la carte de zonage réglementaire.



# LES ENJEUX DU PPRL

En matière de risques d'inondations par submersion marine, les enjeux sont les personnes, biens et activités exposés au phénomène d'inondation.

## 1 - Le premier zonage des enjeux

### 1.1 - Principes généraux

Il s'agit de différencier les zones bâties et les zones non bâties dans l'emprise des aléas.

#### 1.1.a - Les zones bâties

Les zones bâties sont définies par l'article L111-1-4 du code de l'urbanisme et par la circulaire n°96-32 du 13 mai 1996.

La distinction doit s'apprécier sur la réalité physique : « Le caractère urbanisé ou non d'un espace doit s'apprécier au regard de la réalité physique et non en fonction des limites de l'agglomération au sens du Code de la voirie routière ni du zonage opéré par un plan d'occupation des sols. La réalité physique de l'urbanisation s'apprécie au travers d'un faisceau d'indices :

- nombre de constructions existantes,
- distance du terrain en cause par rapport à ce bâti existant,
- contiguïté avec des parcelles bâties, niveau de desserte par les équipements.

L'ensemble de ces critères a été dégagé par la jurisprudence relative à la notion des parties actuellement urbanisées introduite en 1983 où s'applique le principe de constructibilité limitée dans les communes non couvertes par un POS ».

Les zones bâties sont habituellement dénommées « parties actuellement urbanisées » ou PAU dans le cadre des PPR.

#### 1.1.b - Les centres urbains

Au sein des parties actuellement urbanisées, peuvent être différenciés des centres urbains. Ces secteurs doivent répondre aux critères suivants :

- densité de constructions importante,
- continuité du bâti,
- mixité des usages (commerces, habitations et services),
- une occupation des sols historique.

**Dans le cadre du présent PPR aucun centre urbain n'a été défini car aucun secteur ne répond à ces quatre critères.**

#### 1.1.c - Les zones non bâties

Représentées par l'ensemble des terrains non compris en parties actuellement urbanisées ou en centres urbains, il s'agit normalement des secteurs non ou peu bâtis comme les hameaux, les espaces verts, les terrains agricoles, les zones boisées, les terrains de sports... Ces secteurs seront regroupés au sein des parties non actuellement urbanisées (PNAU).

## 1.2 - Méthode

La délimitation des différents secteurs est réalisée sous un logiciel de traitement de l'information géographique et les bases de données (BD) suivantes ont été utilisées :

- la BD parcellaire de 2013 de l'IGN<sup>19</sup> : permet de localiser les constructions et les limites de parcelles qui dans la plupart des cas matérialisent la frontière entre zones naturelles (classées en PNAU) et parties actuellement urbanisées (PAU)
- le SCAN25 et la BD ortho de 2009 de l'IGN : permettent de vérifier la nature des constructions et de déterminer l'utilisation de la parcelle (culture, élevage, jardin, bois, dunes, marais...).
- La BD Topo de 2012 de l'IGN

---

19 - Institut national de l'information géographique et forestière

Il est nécessaire de vérifier la nature des constructions car, outre les bâtiments classiques, la BD parcellaire englobe des ouvrages militaires de la seconde guerre mondiale, des cabines de plage, et d'autres constructions légères sans lien avec l'urbanisation.

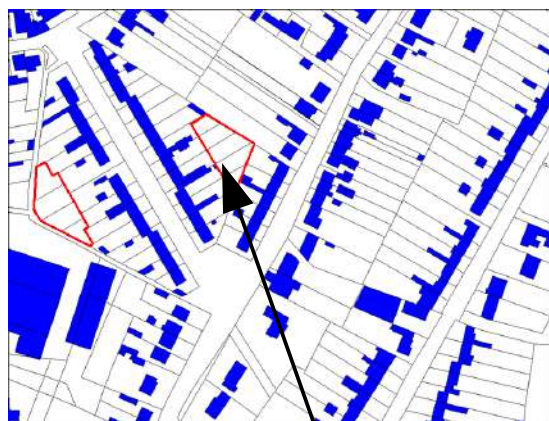


Extrait de la BD Parcellaire (IGN) : en bleu sont représentées les constructions



La BD Ortho montre que les constructions les plus au Nord sont des blockhaus et des cabines de plage

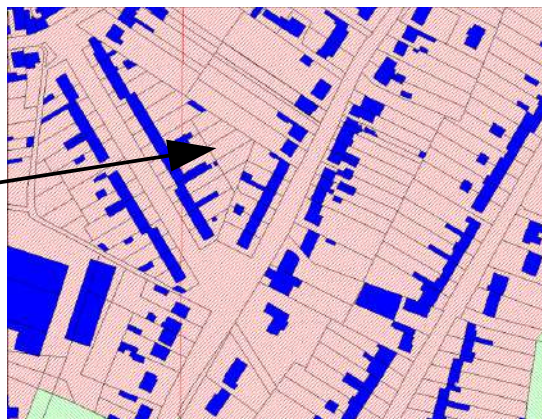
### 1.2.a - Traitement des dents creuses



Les parcelles repérées en rouge sont intégrées à la partie actuellement urbanisée

Les dents creuses sont des parcelles non bâties au sein d'un espace urbanisé. Elles sont incluses dans les parties actuellement urbanisées dans les deux cas suivants :

- la parcelle non bâtie est entourée de parcelles bâties, et la surface de la parcelle non bâtie n'excède pas la surface moyenne des parcelles mitoyennes,
- le front de parcelle débouche directement sur le réseau routier, la parcelle non bâtie est mitoyenne de parcelles bâties, la largeur du front de parcelle n'excède pas 45 m.



### 1.2.b - Les fonds de parcelles

Les grandes parcelles situées en limite de partie actuellement urbanisée doivent être en partie intégrées à la partie non actuellement urbanisée voisine. La portion de parcelle concernée est obligatoirement non bâtie.

Afin d'adapter le découpage au contexte local deux configurations peuvent être adoptées :

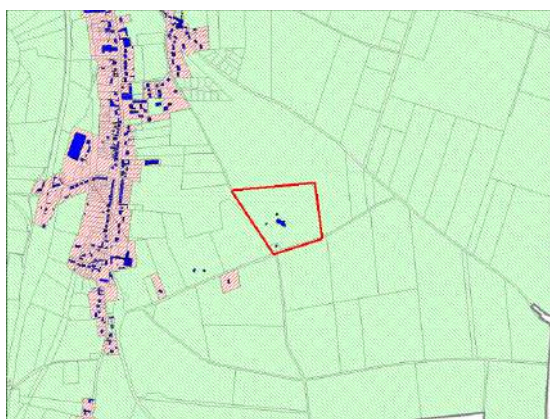
- le découpage prolonge les limites de la ou des parcelles mitoyennes,
- en l'absence de parcelle mitoyenne de taille moyenne, la longueur de la portion intégrée aux parties actuellement urbanisées correspond à la longueur moyenne des parcelles du secteur.



Les grandes parcelles repérées en rouge sur l'image de gauche sont découpées dans le prolongement de la parcelle moyenne mitoyenne repérée en bleu. Sur l'image de droite, le fond des grandes parcelles est intégré à la PNAU hachuré en vert.

### 1.2.c - Les campings et les terrains de sports

Les terrains de sports et les parcelles occupés par un camping ne sont pas considérés comme des parties actuellement urbanisées. Toutefois lorsque la zone bâtie de ce type de parcelle se trouve dans la continuité d'une partie actuellement urbanisée mitoyenne, elle y est intégrée.



Le camping repéré en rouge est isolé, il est intégré à une PNAU (hachures vertes)



Les zones bâties du camping repérées en rouge sont mitoyennes de la partie actuellement urbanisées et y sont intégrées (hachure rouge)

### 1.2.d - Les zones rurales

L'urbanisation en zone rurale est composée essentiellement de hameaux et de fermes isolées. Il s'agit d'une urbanisation peu dense qui est intégrée aux PNAU. Sont aussi compris dans cette zone les jardins familiaux.

## 2 - Affinage des enjeux

### 2.1 - Présentation des cartographies brutes

Les cartes d'enjeu ont été réalisées par le Cerema<sup>20</sup> sur la base de la méthodologie précédemment décrite. Ces cartes ont été présentées lors de réunions bilatérales à l'ensemble des communes selon le calendrier suivant :

CALAIS	24 octobre 2014	SANGATTE	12 juin 2014
COQUELLES	23 octobre 2014		

Ces réunions ont permis d'une part de préciser et de mettre à jour les cartes d'enjeu mais aussi de recenser et d'échanger sur les projets afin d'en étudier la faisabilité au titre du risque.

<sup>20</sup> - Centre d'étude et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

## 2.2 - Remarques formulées et réponses apportées

### 2.2.a - Zonage des enjeux supérieures à l'enveloppe d'aléa



Extrait de la carte d'enjeux brute : en orangé la PAU, en vert la PNAU, en hachuré bleu, l'enveloppe d'aléa

L'étude des enjeux a été réalisée sur un périmètre supérieur au périmètre concerné par l'aléa submersion marine (par exemple au niveau de la zone cerclée). Ceci n'aura aucune incidence sur le zonage réglementaire. Le risque étant défini comme la combinaison d'un aléa et d'un enjeu si l'aléa est nul, le risque l'est aussi.

Les parcelles uniquement concernées par le zonage des enjeux ne sont pas soumises au PPRL.

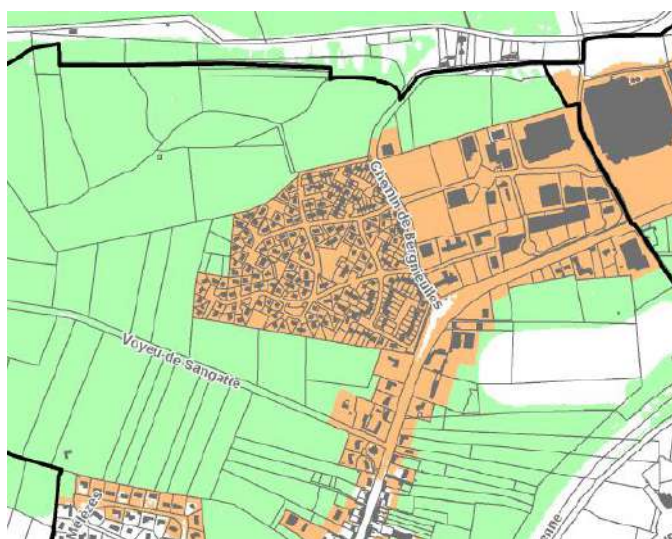
### 2.2.b - Prise en compte des constructions récentes

L'étude des enjeux a été réalisée à partir de base de données de 2009, 2012 et 2013. Les « nouveaux » bâtiments non recensés dans la base de données, ont été inventoriés sur les cartes de travail et les parcelles concernées ont été intégrées à la PAU.

### 2.2.c - Prise en compte des permis déjà accordés

Un certain nombre de parcelles non construites mais où une autorisation d'urbanisme a été accordée a été intégré à la PAU. En effet, la circulaire du 24 janvier 1994, précise que les opérations déjà autorisées soient prises en compte après avoir examiné les possibilités de diminuer leur vulnérabilité. De ce fait, les parcelles pour lesquelles une autorisation a été délivrée ont été intégrées à la PAU moyennant le respect de prescriptions permettant de diminuer la vulnérabilité du projet.

## 3 - Représentation cartographique



Extrait de la carte des enjeux (Coquelles)

Le caractère urbanisé ou non est représenté par le code couleur suivant :

	Partie Actuellement Urbanisée	Partie Non actuellement urbanisée
Code couleur		

Les cartes d'enjeux sont définies à une échelle globale (1/10000ème) et ont une valeur informative. N'apparaissent sur les cartographies que les enjeux touchés par l'aléa submersion marine (les parties non colorées sont hors aléa).

# LES DOCUMENTS OPPOSABLES DU PPRL

Comme exposé précédemment, le risque est établi par croisement entre l'aléa et les enjeux du territoire. L'objectif du zonage réglementaire est d'informer sur le risque encouru et d'identifier des zones homogènes pour lesquelles le règlement édicte des mesures de prévention, protection ou de sauvegarde.

Chacune des zones se voit donc identifiée de manière homogène par :

- un niveau d'aléa (faible, moyen, fort ou très fort) ;
- un objectif de prévention ;
- des mesures réglementaires permettant d'assurer la mise en œuvre des objectifs précédemment identifiés.
- le zonage réglementaire est étudié et représenté pour chaque commune au 1/5 000 sur fond cadastral.

## 1 - Le zonage réglementaire et le règlement

### 1.1 - Zonage brut et objectifs de prévention

Le PPRL poursuit les objectifs généraux de prévention suivants :

- préserver les zones d'expansion marines actuelles afin de ne pas aggraver les impacts des inondations ;
- cesser l'implantation de constructions et de logements dans les zones urbanisées les plus exposées (aléa fort et très fort) ;
- réglementer la construction dans les zones urbanisées moins exposées, de sorte que la vulnérabilité des nouveaux enjeux (humains ou matériels) soit maîtrisée ;
- réduire la vulnérabilité des enjeux existants.

#### 1.1.a - Le croisement aléas / enjeux

Les modalités de passage des aléas et des enjeux au plan de zonage réglementaire traduit les objectifs de prévention du PPRL. La difficulté était de prendre en compte deux aléas, un aléa de référence et un aléa à l'horizon 2100. Néanmoins la circulaire du 27 juillet 2011<sup>21</sup> permettait de répondre partiellement à cette difficulté par les objectifs fixés suivants :

- zone non urbanisée : inconstructibilité sur la base de l'aléa 2100 au moins en cas d'aléa fort de manière à encourager l'implantation des nouveaux projets hors des zones soumises à un risque potentiel futur
- zone déjà urbanisée : le caractère inconstructible est décidé sur la base de l'aléa de référence. Aucune zone déjà urbanisée ne sera rendue inconstructible sur la base de l'aléa 2100.

Un travail de synthèse sur les objectifs de prévention a permis de définir 4 zones différentes qui présentent les mêmes objectifs. Ainsi, le zonage PPRL est obtenu par l'application du tableau de croisement suivant :

Aléa		Enjeux	
Aléa de référence	Aléa 2100	Partie Actuellement Urbanisée	Partie Non Actuellement Urbanisée
Fort à très fort	Fort à très fort	Rouge	Vert foncé
	Faible à moyen		
Faible à moyen	Fort à très fort	Bleu	
	Faible à moyen		
Nul	Fort à très fort		
	Faible à moyen		

21 - Relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques littoraux

## 1.1.b - Les objectifs de prévention

Ainsi le PPRL identifie quatre zones par quatre couleurs :

### **En partie actuellement urbanisée**

En zone **rouge** :

L'objectif recherché est de rendre inconstructible les secteurs urbanisés les plus dangereux tout en permettant une diminution de la vulnérabilité de l'existant. Compte tenu des vitesses importantes pouvant emporter des objets volumineux telles que des voitures, l'objectif principal est de pouvoir circonscrire ces objets même si ceux-ci devaient s'en retrouver inutilisable à la suite de l'événement.

En zone **bleu** :

L'objectif recherché est de permettre une urbanisation limitée, sécurisée et adaptée aux évolutions engendrées par le changement climatique tout en permettant une diminution de la vulnérabilité de l'existant. L'implantation des ERP les plus vulnérables ainsi que les équipements intervenant dans la gestion de crise y est interdite mais leur extension autorisée dans le cadre d'une diminution de leur vulnérabilité. La limitation des volumes d'eau soustrait à l'inondation est recherchée.

### **En partie non actuellement non urbanisée**

En zone **vert foncé** :

L'objectif principal est d'interdire toute nouvelle implantation d'enjeu et toute ouverture à l'urbanisation afin de préserver les capacités d'expansion marine. Il est aussi nécessaire de préserver les activités existantes et de permettre leur développement sous réserve d'une diminution de leur vulnérabilité.

En zone **vert clair** :

L'objectif principal est de permettre une urbanisation adaptée aux contraintes futures exercées sur le territoire. Cette urbanisation pérenne dans le temps devra préserver au maximum les capacités d'expansion marine. Cette adaptation passe par une préservation des capacités et des moyens de sécurité civile, en interdisant toute nouvelle implantation dans les zones à risques. Il est aussi nécessaire de préserver les activités existantes et de permettre leur développement sous réserve d'une diminution de leur vulnérabilité et de leur impact sur le l'aléa.

Pour déterminer à quelle zone appartient un territoire et pour appliquer ce règlement, il convient de se reporter au plan communal à l'échelle 1/5 000, seul format juridiquement opposable au tiers.

Les cartes d'aléa et d'enjeux ont une valeur strictement informative.

## 1.1.c - Cas de la bande de débordement – rupture



Extrait de la carte de zonage réglementaire au niveau de Blériot-plage  
(en violet la bande de débordement-rupture)

La bande de précaution à l'arrière des secteurs en débordement et/ou rupture fait l'objet d'un affichage et de mesures réglementaires particulières. Cette bande vient masquer le zonage réglementaire sous-jacent

Cette bande de précaution est rendue inconstructible, toutefois et afin de permettre une diminution de la vulnérabilité de l'existant, certains projets peuvent être autorisés :

- moyennant le respect des prescriptions relatives au respect de la cote de référence (ici égale au niveau marin centennal à l'horizon 2100)
- après s'être assuré que les constructions existantes et / ou projetées puissent résister aux vitesses de courant

## 1.2 - Le règlement

Le règlement précise les règles s'appliquant à chaque zone (**Rouge**, **Bleu**, **Vert foncé**, **Vert clair**) et à la bande de débordement-rupture (**Violet**).

Il définit ainsi les conditions de réalisation de tout projet, les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux particuliers ou aux collectivités, mais aussi les mesures applicables aux biens et activités existants.

Le règlement édicte des prescriptions ou émet des recommandations au titre du Code de l'Urbanisme et du Code de la Construction notamment. En cas de non-respect des prescriptions définies par le PPRL, les modalités d'assurance des biens et personnes sont susceptibles d'être modifiées. Les recommandations n'ont pas de caractère réglementaire.

### 1.2.a - Organisation

Le règlement est composé de 5 grandes parties :

- le **Titre I** : présente les dispositions générales ainsi que les effets du PPR et les sanctions liées au non-respect de celui-ci
- le **Titre II** définit l'ensemble des termes et notions utilisés dans le PPR. Il s'agit ici de reprendre les termes définis au titre de la réglementation (par exemple par le code de l'urbanisme) ou de définir sans équivoque les notions utilisées au titre du PPR. Par exemple la notion « d'emprise au sol » au titre du code de l'urbanisme est différente de la notion « d'emprise au sol soustrayant du volume à l'inondation » utilisée dans le PPR.
- le **Titre III** spécifie pour chaque zone les conditions de réalisation des projets. En règle générale :
  - en zone Rouge, Vert foncé et violet : tout ce qui n'est pas autorisé est interdit
  - en zone Bleu et vert clair : tout ce qui n'est pas strictement interdit ou réglementé est autorisé
- les **Titres IV et V** s'intéressent aux mesures rendues obligatoires à l'approbation des PPR.

### 1.2.b - Réglementer les projets

Le règlement distingue deux catégories de projets :

- les projets nouveaux, c'est-à-dire l'ensemble des constructions, aménagements et activités projetés sur une parcelle ou une unité foncière vierge de toute construction ou de tout aménagement. Pour ces derniers, l'objectif recherché est d'aboutir à un projet prenant en compte le risque de la manière la plus optimale.
- les projets nouveaux liés à l'existant représentés par les projets d'extension, d'annexe... pour lesquels il est nécessaire de prendre en compte l'existant. L'objectif recherché est ici de diminuer la vulnérabilité de la construction existante. Il s'agira par exemple de créer un niveau refuge hors d'eau lors de la construction d'une extension.

Chaque projet est soumis à des règles d'urbanisme, de construction et les règles d'exploitation et d'utilisation ainsi que les recommandations.

### 1.2.c - Diminuer la vulnérabilité de l'existant

La diminution de la vulnérabilité du territoire au risque de submersion marine peut s'opérer de deux manière différentes :

- à l'occasion de projet nécessitant un acte d'urbanisme (permis de construire, d'aménager...)
- en rendant obligatoire certaines mesures, aménagement ou organisation pour l'existant.

Au travers des **Titres IV** (à destination des collectivités et des activités économiques) et **V** (à destination des particuliers) le PPR rend obligatoire, le plus généralement dans un délai de 5 ans<sup>22</sup> les mesures suivantes :

Public visé	Mesure obligatoire	Délai
Collectivités (propriétaire ou gestionnaire)	<b>Affichage des cotes de référence</b> sur les bâtiments publics	5 ans
	<b>Gestion des espaces publics</b> : interdiction des accès soumis au risque, affichage d'un panneau d'information...	5 ans
	<b>Tenue d'un registre des personnes vulnérables</b>	1 an
	<b>Réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité des établissements</b> scolaires, d'accueil d'enfant, de personnes âgées et / ou handicapés situés en zone à risque	2 ans
	<b>Réalisation d'un plan de mise en sécurité</b> des ERP accueillant des personnes vulnérables et situés en zone rouge ou au niveau des bandes de débordement-rupture	2 ans

<sup>22</sup> - Dans certains cas, ce délai est raccourci pour souligner l'urgence de la mesure ou en cas de facilité de mise en place.

Plan de Prévention des Risques Littoraux du secteur du Calaisis

	<b>Obligation d'information des riverains</b> sur le Plan Familial de Mise en Sécurité	5 ans
	<b>Mise en sécurité du réseau d'assainissement</b> : verrouillage ou dispositif de protection des tampons	5 ans
Activités économiques (propriétaire ou gestionnaire)	<b>Réalisation d'un diagnostic de vulnérabilité</b>	3 ans
	<b>Arrimage des citernes</b>	5 ans
	<b>Mise hors d'eau ou en site étanche des stockages</b>	5 ans
	<b>Fixation ou arrimage</b> des caravanes et autres Habitations Légères de Loisirs présentes à l'année	5 ans
	<b>Campings et aires d'accueil des gens du voyage</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• installation d'un panneau d'information sur le risque de submersion marine</li> <li>• la diffusion d'un message d'alerte à destination des usagers en cas de mise en vigilance « vague-submersion » de niveau orange</li> <li>• l'évacuation ou la mise en sécurité (au-dessus de la cote de référence en zone submersible ou en zone non inondable) des usagers en période de vigilance de niveau rouge</li> </ul>	5 ans
	<b>Diagnostic des réseaux</b> : s'assurer qu'ils peuvent résister aux conséquences d'une inondation, assurer la continuité du service, faciliter le retour à la normale	5 ans
Particuliers	<b>Réalisation d'une zone refuge</b> pour les habitations situées en zone rouge ou dans la bande de débordement-rupture	5 ans (2 ans dans la bande de débordement de Sangatte)
	<b>Installation d'un détecteur d'eau</b> au rez-de-chaussée des habitations	5 ans - 2 ans pour les habitations situées en zone rouge ou violette
	<b>Mise en place sur tous les ouvrants et portes d'un dispositif d'ouverture manuel</b> (zone rouge et violette)	5 ans
	<b>Fixation ou déplacement au-dessus de la cote des citernes de produits polluants ou toxiques</b>	5 ans
	<b>Mise en sécurité des piscines</b>	5 ans

À ces mesures obligatoires s'ajoutent des mesures recommandées qui n'ont donc pas un caractère impératif.

Les mesures recommandées pour les biens et activités existantes à la date d'approbation du PPRL, ont pour but de permettre aux habitants et aux activités déjà existantes situés en zone inondable de poursuivre l'occupation normale des locaux, en prenant des dispositions permettant de limiter les dégradations éventuelles.

Ces mesures sont prises en application du 4° du II de l'article L.562-1 du code de l'environnement. Elles sont mises en œuvre par les personnes physiques ou morales propriétaires, exploitant ou utilisateurs de biens concernés.

Les mesures rendues obligatoires sont subventionnables (les mesures recommandées ne le sont pas) par le Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs : voir chapitre 3.4.a.



## 2 - Les cotes de référence

La modélisation de l'aléa permet de définir pour chaque point du territoire une cote maximale d'inondation, c'est-à-dire l'altitude sous laquelle le terrain est inondé.

Ces cotes de référence ont été définies à partir de l'aléa de référence à l'horizon 2100 conformément à la circulaire du 27 juillet 2011<sup>23</sup>, qui indique qu'« il convient de prendre dès maintenant les mesures nécessaires pour limiter la vulnérabilité future des territoires au risque de submersion marine face à l'augmentation prévisible du niveau marin sur le littoral français ».

En fonction de l'aléa, de la topographie des terrains et de la présence d'ouvrage cette cote de référence peut varier.

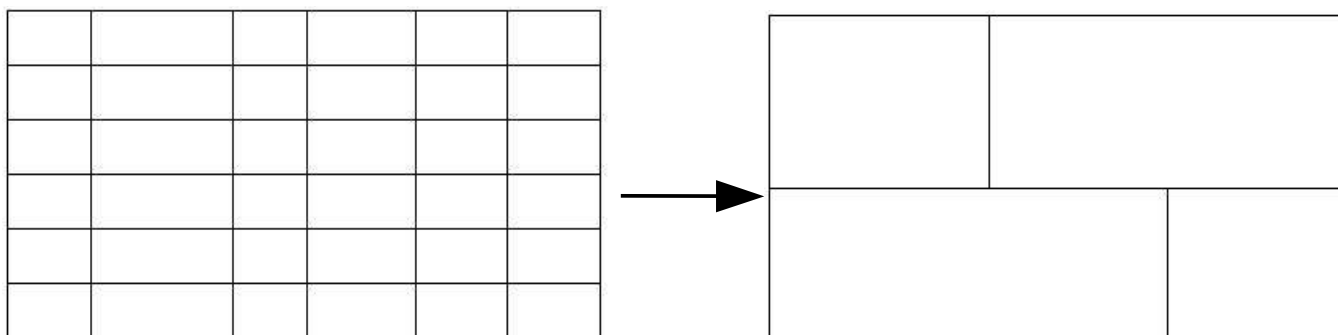
Cette cote **opposable au même titre que le zonage réglementaire** fixe l'altitude minimale à laquelle doivent se situer les surfaces de plancher.

### 2.1 - Méthode de définition

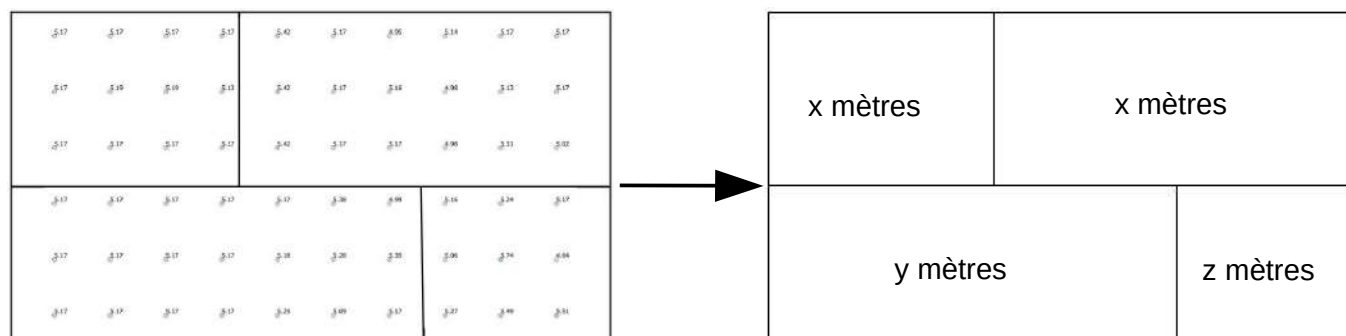
Les données brutes issues de la modélisation permettent de connaître en de nombreux points la cote de référence maximale<sup>24</sup>. Sur une même parcelle, différentes altitudes peuvent être définies.

Afin de faciliter le travail des instructeurs en droit des sols, et dans une logique urbanistique et de prévention des risques les données brutes ont été retravaillées selon les étapes suivantes :

- étape 1 : définition de manière automatique par un traitement SIG d'îlots de parcelles



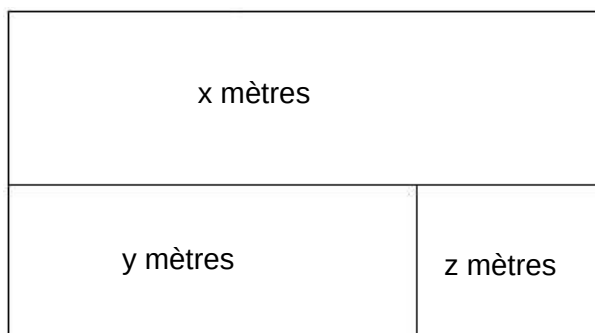
- étape 2 : ventilation sur ces îlots de parcelles d'une moyenne des cotes de référence



23 - Relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux

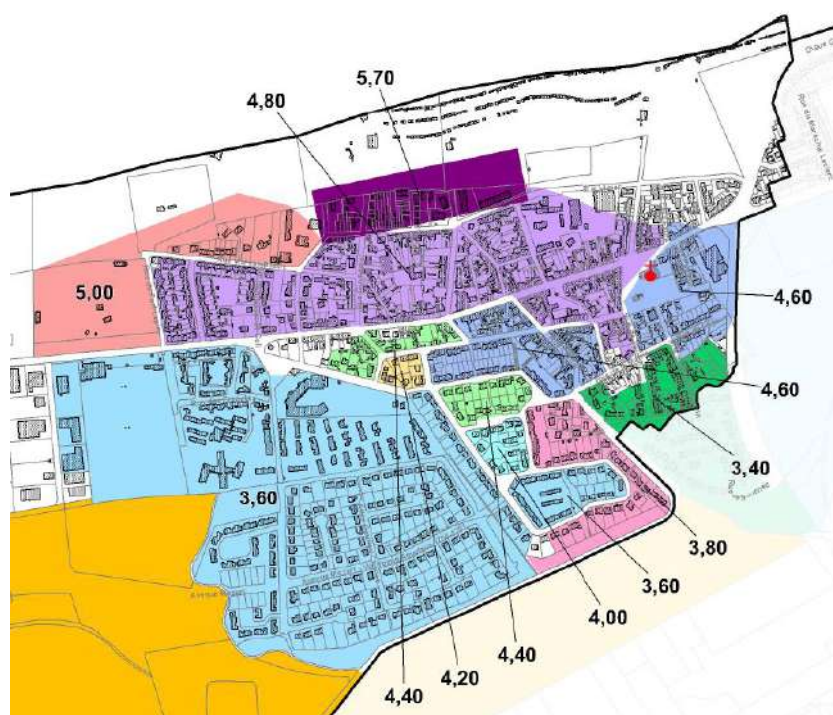
24 - Exprimée dans le système NGF-IGN69

- étape 3 : assemblage des îlots ayant la même cote de référence



## 2.2 - Représentation graphique

Les cotes de référence sont définies à la commune à l'échelle 1/5000.



*Extrait de la carte des cotes de référence au niveau de Blériot-Plage*

Au niveau de la bande de précaution débordement-rupture, la cote de référence est forfaitisée et correspond au niveau marin centennal à l'horizon 2100.

# ANNEXE



Direction régionale  
de l'environnement,  
de l'aménagement  
et du logement Nord  
– Pas de Calais

Direction  
départementale des  
territoires et de la  
mer du Nord

Direction  
départementale des  
territoires et de la  
mer du Pas-de-  
Calais

**Note d'accompagnement au  
rapport final sur l'étude  
régionale Nord Pas de Calais  
sur la submersion marine**

Le 29 septembre 2013

## Préambule

La présente note accompagne le rapport final de l'étude régionale sur la submersion marine. De nombreuses évolutions ont eu lieu depuis le lancement de cette étude, notamment suite aux derniers temps de concertation (2011-2012). Cette note a pour objectif de faciliter la lecture du rapport, en synthétisant les principales hypothèses et méthodes qui ont été choisies. En revanche, cette note n'a pas pour vocation de reprendre de manière exhaustive les paramètres de l'ensemble des sites, qui sont tous précisés dans le corps du rapport.

## I- Historique

L'étude submersion marine a été entreprise pour améliorer la connaissance du risque submersion marine actuel ainsi que celui intégrant le changement climatique<sup>1</sup> dans la région Nord - Pas de Calais.

Le bureau d'étude DHI a été retenu pour la réalisation de cette étude, qui a débuté en décembre 2008. Ses objectifs ont été adaptés dans le cadre de la prescription de Plans de Prévention des Risques Littoraux (PPRL) suite à la tempête Xynthia, afin de répondre aux nouvelles exigences de la circulaire du 7 avril 2010, qui a entre autres systématisé la prise en considération des conséquences du changement climatique<sup>2</sup>.

L'étude était programmée en 3 phases :

### 1. Compréhension du fonctionnement littoral général par une analyse historique

Les résultats de cette phase 1 ont été présentés aux collectivités en janvier 2010 (ndlr : la tempête Xynthia s'est produite en mars 2010).

### 2. Modélisation des aléas littoraux actuels

- a. Premiers résultats produits en août 2010 et première concertation avec les élus en octobre 2010 (cartes non publiques) ;
  - b. Deuxième concertation avec les élus en juin 2011 (avec Porter à connaissance et publication sur internet), et recueil des réactions jusqu'en octobre 2011 ;
  - c. Rapport provisoire DHI de la phase 2 remis en octobre 2011 ;
  - d. A la demande des élus, des réunions de concertation complémentaires ont été réalisées avec les collectivités (Oye-plage, Wimereux...).
1. Un certain nombre de remarques ont été émises lors de cette concertation, et il a été décidé au printemps 2012 de reprendre certaines hypothèses de la modélisation.

### 3. Caractérisation de l'aléa submersion marine pour des tempêtes intégrant des scénarios de changement climatique de référence

La phase 3 est produite conjointement aux compléments de la phase 2.

Ainsi, le résultat des phases 2 et 3 sont l'objet du rapport que la présente note accompagne.

<sup>1</sup> A l'horizon 2050 et 2100, et selon les 3 scénarios du GIEC (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat).

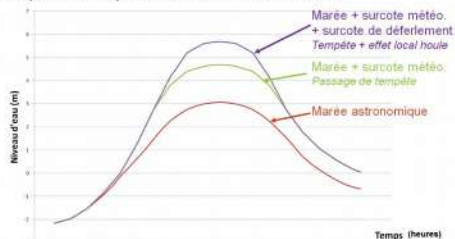
<sup>2</sup> La circulaire du 27 juillet 2011 est venue affiner cette prise en compte, en instaurant la prise en considération de deux aléas pour l'élaboration des PPRL : un aléa de référence (actuel) et un aléa avec changement climatique (à l'horizon 2100).

## II- Evolution des hypothèses de niveau marin de référence

### (1) Rappel des phénomènes en présence

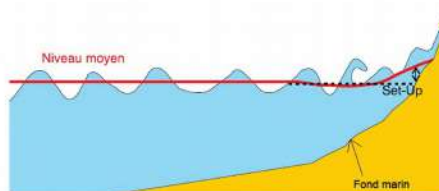
- La figure ci-dessous rappelle les principales composantes du niveau marin :

- une marée astronomique (marée « théorique », sans effet de la tempête), en rouge ;
- une marée présentant une surcote météorologique liée au passage de la tempête, en vert ;
- une marée présentant une surcote météorologique et une surcote de déferlement, en violet.



- C'est ce niveau qui conditionne les phénomènes de submersion au droit du littoral (débordement, franchissement, etc.).

- La surcote de déferlement (set-up) correspond à la surélévation du niveau moyen due au déferlement des vagues (voir schéma ci-contre). Elle est directement dépendante du profil des fonds marins, et au niveau moyen au large (un accroissement du niveau moyen se traduisant par une tendance à la diminution du set-up).



### (2) Évolutions globales pour l'aléa de référence centennale

Ces évolutions s'appliquent à tous les sites modélisés.

Composantes	2010	2013
<b>Niveau marin centennal au large (marée + surcote météo)</b>	Les données SHOM/CETMEF <sup>3</sup> donnent un comportement statistique représentatif de la combinaison marée et surcote atmosphérique sur chaque site.  Version la plus récente disponible : 2008	- Dans les ports de référence (Dunkerque, Calais, Boulogne-sur-Mer) : données 2012. - Dans les autres sites : maximum entre les données 2008 et 2012 par principe de précaution. <sup>4</sup>
<b>Prise en compte du changement climatique « actuel »</b>	Pas de prise en compte.	Majoration de 20 cm du niveau marin centennal statistique, soit une première étape de prise en compte du changement climatique à court terme. <sup>5</sup>

<sup>3</sup> Service hydrographique et océanographique de la marine et Centre d'études techniques maritimes et fluviales

<sup>4</sup> D'après une préconisation faite dans une note conjointe signée des 2 directeurs du SHOM et du CETMEF en janvier 2013, annexée au rapport de l'étude de submersion marine.

<sup>5</sup> Le Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC) a comme objectif d'anticiper les conséquences de la montée du niveau de la mer. Ce dernier stipule que le niveau marin s'élèvera au moins de 20 à 60 cm d'ici la fin du siècle. Certaines prévisions avancent même une hausse de l'ordre de 100 cm si la fonte des glaciers et calottes polaires s'accélère. Enfin rappelons que le Schéma régional du climat de l'air et de l'énergie Nord Pas de Calais, document stratégique de référence, réaffirme ces hypothèses au cœur de son document d'orientations.

## Plan de Prévention des Risques Littoraux du secteur du Calaisis

<b>Niveau marin à la côte (avec surcote de déferlement ou set-up)</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dans les sites soumis au déferlement : set-up uniforme de 1m.</li><li>- Dans les baies (non soumises au déferlement) : absence de set-up.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Évaluation du set-up par une modélisation hydrodynamique fine et locale des phénomènes de déferlement<sup>6</sup>, puis évaluation de l'incertitude (entre 2 et 8 cm).</li><li>- Le set-up retenu correspond au set-up modélisé auquel est rajoutée l'incertitude (soit un set-up total entre 12 et 70 cm).</li></ul>
---	---	---

### (3) *Évolutions locales pour l'aléa de référence centennale*

En complément des évolutions décrites précédemment, d'autres aspects de l'étude ont fait l'objet d'approfondissements locaux.

- Hypothèses de scénario et méthodes de modélisation
- Au regard de l'évolution des niveaux marins, la validité des hypothèses précédemment adoptées a été passée en revue, et celles-ci ont été modifiées lorsque nécessaire.
  - L'hypothèse de rupture des sites et ouvrages de protection, naturels (cordon dunaire) ou artificiels, a été ajustée aux caractéristiques des sites<sup>7</sup>.
  - La modélisation des canaux des Wateringues a été approfondie en intégrant une représentation fine et réaliste des cours d'eau, et des conditions dans lesquelles ils subissent la propagation de l'onde de submersion.
- Données topographiques
- Certaines données topographiques ont été complétées, sur la base des suggestions des collectivités, comme par exemple :
  - les données topographiques des berges de l'Aa ;
  - les profils d'ouvrages, qui ont été vérifiés sur l'ensemble des sites soumis à des phénomènes de franchissement ;
  - la prise en compte du perré de Wimereux ;
  - les profils bathymétriques intégrés à la modélisation du canal exutoire, ainsi que l'ensemble des canaux impactés par la propagation de l'onde de submersion issue de la rupture de la digue des Alliés à Dunkerque ;
  - les connexions latérales au canal de Furnes, des reconnaissances de terrain ayant permis une amélioration de la modélisation.

### (4) *Aléa à l'horizon 2100*

Le scénario centennal à l'horizon 2100<sup>8</sup> reprend les principes de construction évoqués précédemment. En raison du changement climatique, seule l'élévation du niveau de la mer est modifiée : + 60 cm pour l'aléa 2100 au lieu de +20 cm pour l'aléa de référence centennal. Ceci a pour conséquence de diminuer légèrement le set-up, alors compris entre 8 et 66 cm.

La situation particulière de chaque site sera abordée de manière détaillée lors des réunions de concertation organisées à l'automne 2013 : un point complet des évolutions apportées à l'étude et des hypothèses adoptées sera fait à cette occasion, et le bureau d'études DHI ainsi que les services de l'État pourront répondre aux éventuelles questions.

<sup>6</sup> L'hypothèse forfaitaire appliquée en 2010 sur-évaluait les niveaux et les débits par rapport à la réalité.

<sup>7</sup> À titre d'exemple, la largeur de la brèche du cordon dunaire à Grand-Fort-Philippe a été diminuée de 100m à 15m, afin de tenir compte de la configuration particulière du site (chemin d'accès à la plage de quelques mètres de large). Une fragilité similaire a été décelée et prise en compte sur le cordon dunaire à Groffliers.

<sup>8</sup> La circulaire précise par ailleurs que dans le cadre des PPRL, l'aléa « à l'horizon 2100 », « qui n'aura pas d'impact sur la constructibilité des zones urbanisées, permettra, via les prescriptions sur les nouvelles habitations, de prendre dès maintenant les mesures nécessaires pour limiter la vulnérabilité future des territoires au risque de submersion marine face à l'augmentation prévisible du niveau marin sur le littoral français. »



---

**Direction Départementale des Territoires et de la Mer  
du Pas-de-Calais**

100 avenue Winston Churchill – CS 10 007  
62 022 ARRAS CEDEX  
Tél : 33 (03) 21 22 99 99  
<http://www.pas-de-calais.gouv.fr/>