

# NOTE

CETE  
Normandie Centre

Laboratoire Régional  
de BLOIS

décembre 2013

## DREAL Basse Normandie

# Cartographie de l'aléa submersion marine sur les TRI de Cherbourg, de Dives – Ouistreham et de Caen

## Estimation de la surcote de houle centennale



MINISTÈRE  
DE L'ÉGALITÉ  
DES TERRITOIRES  
ET DU LOGEMENT

MINISTÈRE  
DE L'ÉCOLOGIE,  
DU DÉVELOPPEMENT  
DURABLE  
ET DE L'ÉNERGIE

Ministère de l'Égalité des territoires et du Logement  
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

## Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
0	11/09/2013	Version provisoire
1	20/12/2013	Version définitive

## Affaire suivie par

<b>Pauline PREL</b> - Laboratoire Régional de BLOIS
<i>Tél. : 02 54 55 49 16/ Fax : 02 54 55 48 71</i>
<i>Courriel : pauline.prel@developpement-durable.gouv.fr</i>

<b>Arnaud BONTEMPS</b> - Laboratoire Régional de BLOIS
<i>Tél. : 02 54 55 49 44 / Fax : 02 54 55 48 71</i>
<i>Courriel : arnaud.bontemps@developpement-durable.gouv.fr</i>

## Rédacteurs

**Pauline PREL et Arnaud BONTEMPS** – Groupe « environnement et risques »

# SOMMAIRE

<b>1.CONTEXTE.....</b>	<b>4</b>
<b>2.PRINCIPE : APPLICATION DES FORMULES EMPIRIQUES DE STOCKDON ET AL. (2006)...</b>	<b>5</b>
<b>3.DONNÉES DE HOULE.....</b>	<b>5</b>
<b>4.PENTE DE PLAGE.....</b>	<b>6</b>
4.1.La méthode par la pente de marnage.....	6
4.2.La méthode par l'analyse du MNT.....	7
<b>5.CALCUL DU SET-UP.....</b>	<b>8</b>

## Index des illustrations

Illustration 1: largeurs intertidales sur les deux secteurs d'étude.....	6
Illustration 2: exemple de profils sur Cherbourg - partie ouest.....	7
Illustration 3: exemple de profils sur Cherbourg - partie est.....	7
Illustration 4: exemple de profils sur le secteur de Caen.....	8

# 1. Contexte

Les territoires à risque important d'inondation (TRI) de Cherbourg, Caen et Dives – Ouistreham sont soumis à l'aléa submersion marine. En l'absence de données sur un événement historique de période de retour très faible ( $Tr \geq 1000$  ans), il a été décidé en comité technique du 15 avril 2013 de projeter le niveau marin de référence sur le modèle numérique de terrain. Ce niveau est défini par l'addition :

- du niveau de pleine mer astronomique (PHMA – Plus Hautes Mers Astronomiques) ;
- de l'estimation de la surcote météorologique de période de retour  $Tr=1000$  ans ;
- d'une marge de sécurité prenant en compte les phénomènes locaux tels que la surcote liée aux vagues.

Le niveau des plus hautes mers astronomiques est défini au droit de chacun des ports principaux et secondaires dans le « Références altimétriques maritimes (RAM) – Ports de France métropolitaine et d'outre-mer – Cote du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée » édité par le SHOM (version 2012).

La surcote de houle de période de retour 1000 ans a été déterminée dans les ports de référence dans l'étude [1] « Analyse des surcotes extrêmes le long des côtes métropolitaines » (CETMEF et CETE Méditerranée, 2013). Cette étude a estimé la surcote millénale en extrapolant les données existantes selon deux lois d'ajustement statistique (GPD et exponentielle). Cherbourg est un port de référence. Pour les TRI ne disposant pas de port de référence, la doctrine recommande de considérer le port de référence le plus proche. Pour le secteur de Dives – Ouistreham, il s'agit du port du Havre.

Cette note présente la méthode d'estimation de la surcote de houle centennale au droit des TRI de Cherbourg et de Dives – Ouistreham.

## 2. Principe : application des formules empiriques de Stockdon et al. (2006)

Soit :  $\beta$  la pente avant la plage entre le trait de côte (point atteint par le niveau d'eau au moment de l'événement) et la ligne de déferlement, parfois marquée par une barre (dépendant du type déferlement et la profondeur d'eau d) ;

$H_s$  la hauteur significative de vague : c'est la valeur équivalente au large qui est généralement prise, donc corrigée des effets de propagation, notamment réfraction ;

$L_s$  la longueur d'onde significative de vague :  $L_s = \frac{H_s}{\gamma}$

$\gamma$  avec la cambrure de vague (valeur par défaut : 0,05).

$\xi_s$  Nombre d'Iribaren, paramètre de similarité du déferlement, définissant le type de déferlement et les conditions de dissipation et de réflexion des vagues et donc, le cas échéant, des modifications des formes des fonds meubles (abaissement du profil de plage en tempête, apparition de barre(s) de déferlement..):

$$\xi_s = \tan \frac{(\beta)}{\sqrt{\frac{H_s}{L_s}}}$$

1) Pour :  $\xi_s > 0,3$

$$\text{run-up 2\% : } R_{w,2} = 1,1 \left( 0,35 \beta \sqrt{H_s L_s} + \sqrt{H_s L_s} \frac{(\sqrt{0,563 \beta^2 + 0,004})}{2} \right)$$

$$\text{set-up max : } zS_{\max} = 0,35 \beta \sqrt{H_s L_s}$$

2) Pour  $\xi_s < 0,3$  conditions extrêmement dissipatives au large :

$$\text{run-up 2\% : } R_{w,2} = 0,043 \sqrt{H_s L_s}$$

$$\text{set-up max : } zS_{\max} = 0,016 \sqrt{H_s L_s}$$

Source : Premiers éléments méthodologiques pour l'élaboration des PPRL, Juillet 2011

## 3. Données de houle

Pour la houle, nous avons utilisé les données issues d'ANEMOC.

Nous avons considéré les points 2394, 2791, 2379 pour Cherbourg et 1890, 2577 pour Caen. Pour chacun de ces points, nous disposons d'ajustement statistique à deux lois (Loi exponentielle et distribution généralisée de Pareto) et de l'estimation des valeurs de houle de période de retour 1an, 10 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans. À chaque fois, sont fournies les bornes supérieures et inférieures de l'intervalle à 70 %.

La surcote de vent et la surcote de houle sont des événements de concomitance forte puisqu'elles ont les mêmes origines (vent notamment). Nous avons donc choisi de considérer la houle centennale (plus forte période de retour connues).

Pour chaque site, nous avons considéré la plus petite valeur de la borne inférieure de l'intervalle de confiance à 70 % et la plus grande valeur de l'intervalle de confiance à 70 % pour les ajustements qui semblaient les plus adaptés.

On obtient sur Cherbourg une houle qui varie entre 6,2 et 11,3 m et pour Caen entre 5 m

et 8,83 m. Nous leur avons associé une période pour calculer la longueur d'onde au large. Les périodes associés vont de 8 à 12 secondes pour Cherbourg et de 7 à 9 secondes pour Caen.

## 4. Pente de plage

Nous avons utilisé deux méthodes pour le calcul de la pente de plage : la méthode par la pente de marnage et la méthode via analyse du MNT.

### 4.1. La méthode par la pente de marnage

Nous avons calculé à partir de la BD Topo (Produit Hydrographie/Tronçons\_laisse) la largeur intertidale, que nous avons divisé par le marnage.

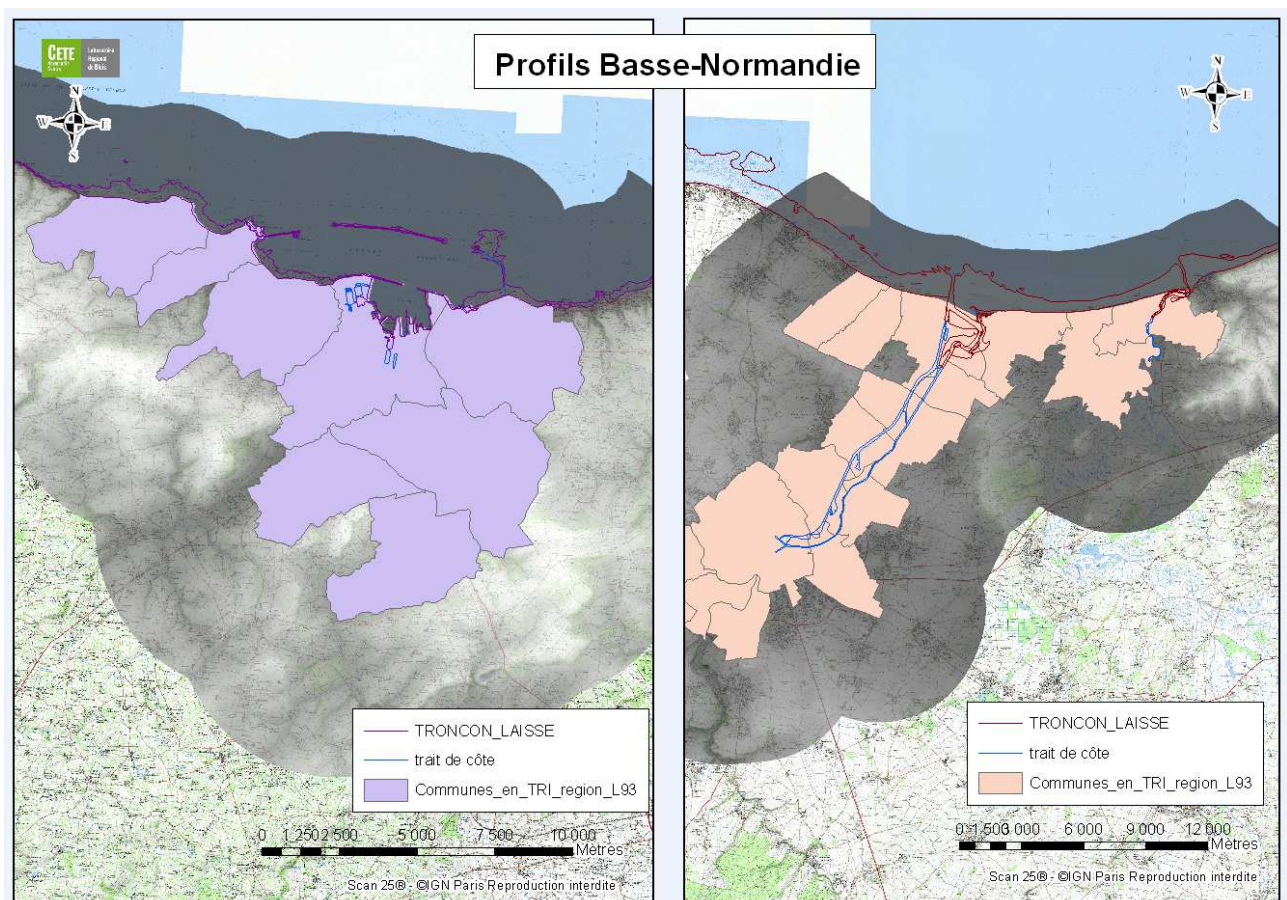


Illustration 1: largeurs intertidales sur les deux secteurs d'étude

Les largeurs intertidales sur Caen varient entre 300 et 1,2 km environ, avec un marnage qui varie de 7.68 m à Courseulles à 8.63 m à Trouville. On obtient par cette méthode des pentes de plage qui varient de 0,5 à 2,9 %.

Les largeurs intertidales à Cherbourg varient entre 200 et 500 m pour un marnage de l'ordre de 6,72 m. On obtient par cette méthode des pentes de plages qui varient de 1,4 à 3,4 %. On observe aux extrémités de la zone de Cherbourg un raidissement important des pentes (3 à 9 %) - la largeur intertidale pouvant descendre jusqu'à 60 m.



## 4.2. La méthode par l'analyse du MNT

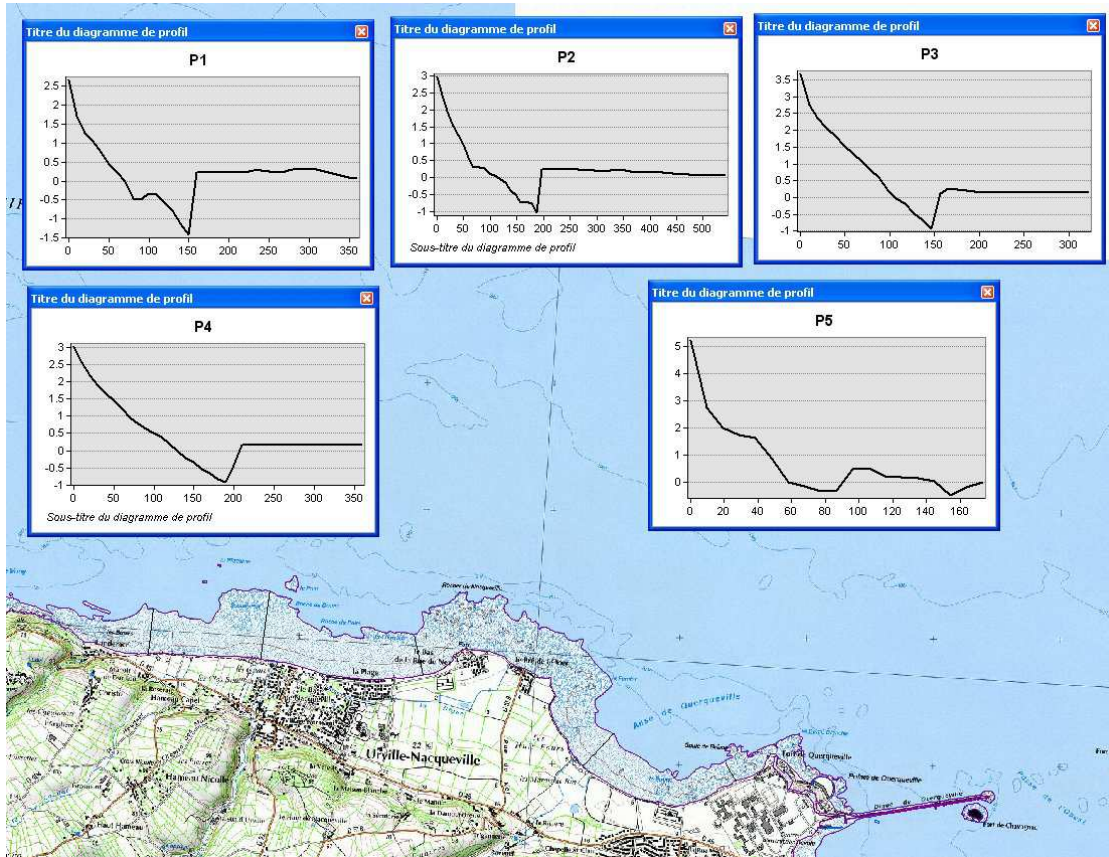


Illustration 2: exemple de profils sur Cherbourg - partie ouest

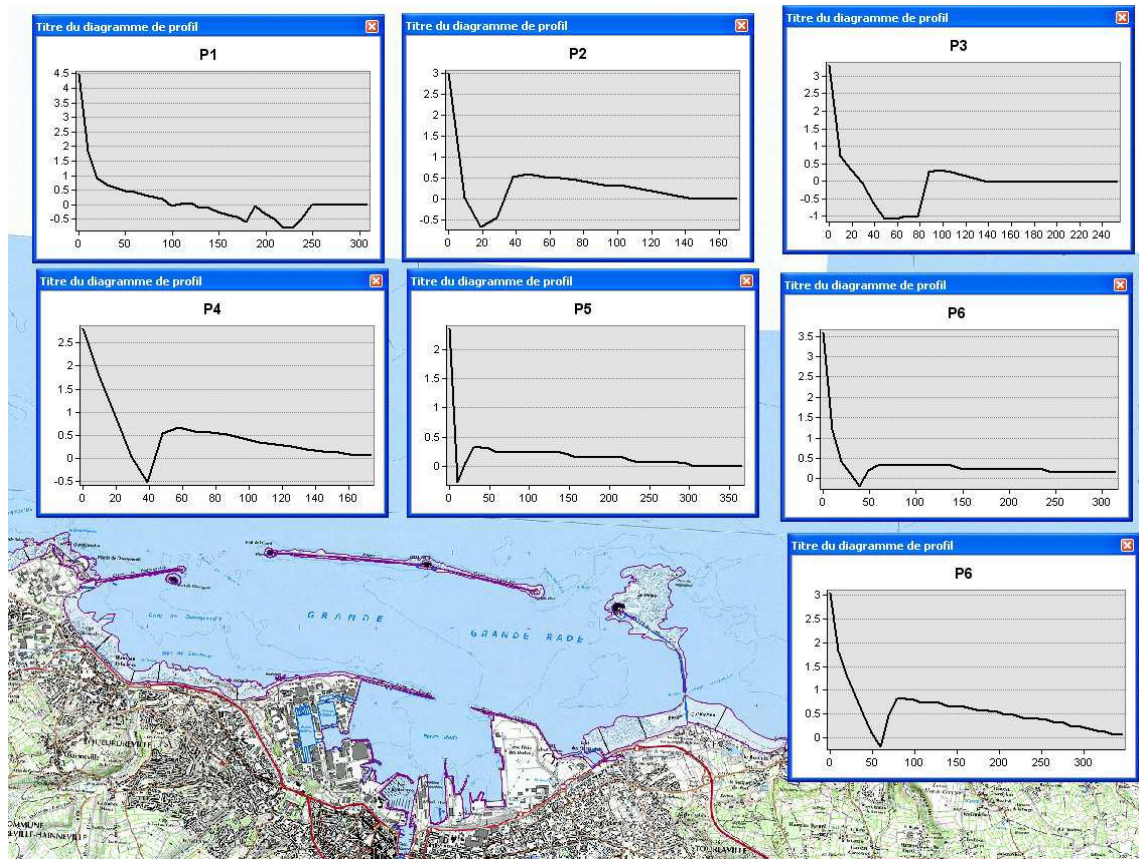


Illustration 3: exemple de profils sur Cherbourg - partie est

Les pentes obtenues sur le MNT paraissent souvent étranges, nous avons accordé un crédit moindre à ces résultats.

Nous avons évalué la pente de la plage entre 6 et -1 m NGF en général.

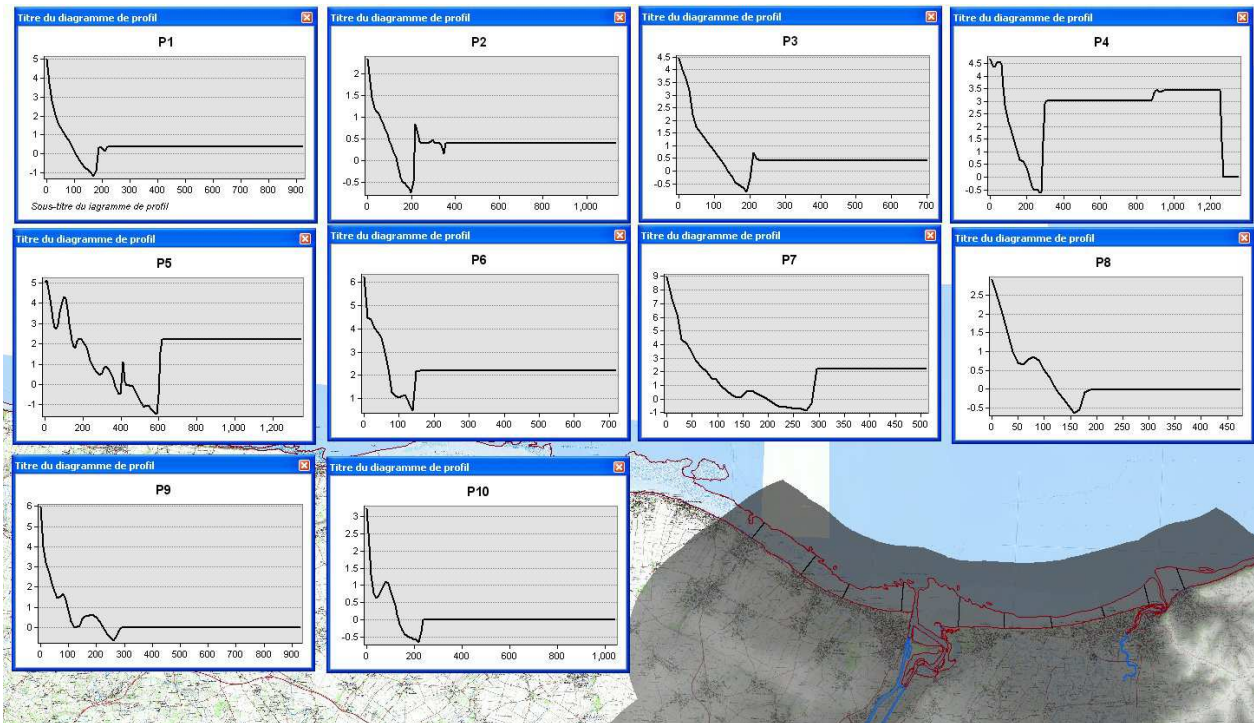


Illustration 4: exemple de profils sur le secteur de Caen

Pour Cherbourg, on obtient des pentes comprises entre 1,7 et 3,5 %.

Pour Caen, on obtient des pentes entre 1,0 et 3,0 % à l'exception de deux profils qui montrent des pentes très importantes (5 et 12 %) dont nous mettons en question la validité.

**Au final, on retient des pentes de l'ordre de 1,4 à 3,5 % sur Cherbourg et de 0,5 à 3 % sur Caen.**

## 5. Calcul du set-up

D'après les pentes et houles considérées, les plages des deux zones de TRI sont plutôt dissipatives avec un nombre d'Iribaren inférieur à 0,3. Le *set-up* ne dépend donc plus de la pente mais uniquement des conditions de houle au large.

**On obtient un *set-up* de l'ordre de 40 à 80 cm sur Cherbourg et de 32 à 55 cm sur Caen.**

Pour Caen, cette valeur est plus faible que la majoration lié à l'intervalle de confiance à 70 % sur la surcote atmosphérique.

Pour Cherbourg en revanche, la valeur du *wave set-up* est plus importante.