Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DES ALPES-MARITIMES

LITTORAL DES ALPES-MARITIMES

COMMUNE DE NICE

CARACTERISATION DES NIVEAUX MARINS ACTUELS / HORIZON 2100

PORTER A CONNAISSANCE

NOTE DE PRESENTATION

Pour le Préfet,
Le Secrétaire Général
DTION-G 3663

Frédéric MAC KAIN

Novembre 2017

DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER
ALPES-MARITIMES
SERVICE DEPLACEMENTS RISQUES SECURITE

Note de présentation

Table des matières

1. Généralités....2
1.1. Introduction....2
1.2. Effet du porter à connaissance (PAC)....2
2. Historique et contexte....2
3. Définition....3
4. Caractérisation du niveau marin....3
4.1 Détermination du niveau marin....3
4.1.1 Les structures jouant un rôle de protection « résistant à l'aléa de référence »...4
4.1.2 Sectorisation des calculs....4
4.1.3 Cas des falaises et des ports....4
4.1.4 Cas des plages....4
4.2 Période de retour de l'événement de référence....5
5. Détermination des différentes composantes des niveaux extrêmes....5
5.1 Niveaux statiques sans la contribution des vagues....5
5.1.1 La marée....5
5.1.2 Surcotes....6
5.2 Elévations locales liées au déferlement : le set-up....6
5.2.1 Formulation empirique....7
5.2.2 Détermination de la pente des plages....8
6. Synthèse de la caractérisation du niveau marin à l'échelon régional....10
7. Incertitudes....11
8. Méthode de qualification et de cartographie des niveaux marins....11
8.1. Les recommandations du PAC....12
8.1.1. Les recommandations applicables en zones h ref> 1 m....12
8.1.2. Les recommandations applicables en zone 0,5 m <h ref< 1 m....12
8.1.3. Les recommandations applicables en zone 0 m <h ref< 0,5 m....12
8.1.4. Les recommandations applicables en zone 0 m <h ref et h2100> 0 m....12
8.2. La cartographie du PAC....13

1. Généralités

1.1. Introduction

La prise en compte des risques dans l'urbanisme constitue un enjeu majeur de la protection des biens et des personnes et relève d'une responsabilité partagée entre l'État et les collectivités. D'une part, l'État affiche les risques qu'il connaît en déterminant leurs localisations et leurs caractéristiques et en veillant à ce que les autres acteurs les prennent en compte. D'autre part, les communes ou leurs groupements ont l'obligation de prendre en considération l'existence des risques naturels sur leur territoire, notamment lors de l'élaboration de documents d'urbanisme et de l'examen des demandes d'autorisation d'occupation ou d'utilisation des sols.

1.2. Effet du porter à connaissance (PAC)

En application des articles L.132-2 et R.132-1 du code de l'urbanisme, le préfet porte à la connaissance des collectivités ayant en charge d'élaborer ou réviser un schéma de cohérence territoriale, un plan local d'urbanisme ou une carte communale, les études techniques nécessaires à l'exercice de leur compétence en matière d'urbanisme dont il dispose. Les porter à connaissance sont tenus à la disposition du public par les communes ou leurs groupements compétents.

Lorsque des éléments de connaissance sont disponibles, il est nécessaire de recourir à l'article R.111-2 du code de l'urbanisme pour réglementer l'occupation des sols en fonction du niveau de risque auquel est ou serait exposée la population.

Cet article est opposable dans toutes les situations. Il permet de refuser ou d'assortir de prescriptions un projet soumis à permis de construire, à permis d'aménager ou à déclaration préalable qui comporterait un risque pour la sécurité publique. Il prévoit ainsi que « *Le projet [de construction ou d'aménagement] 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* ».

En matière d'inondation et de submersion marine, « *l'atteinte à la sécurité publique* » peut résulter, soit du danger auquel seraient exposés les futurs occupants d'une construction projetée, soit de l'aggravation des risques ou de la création de nouveaux risques que pourrait entraîner, eu égard à sa situation, la présence de la construction projetée sur les constructions existantes situées en amont ou en aval de la zone inondable. Les constructions même temporaires, résidences démontables et certains aménagements de loisirs (terrains de campings,...) sont concernés.

L'article R.111-2 peut être invoqué par l'autorité compétente pour refuser l'autorisation d'urbanisme ou par le préfet au titre du contrôle de légalité des actes des collectivités, si le projet porte atteinte à la sécurité publique.

2. Historique et contexte

Un porter à connaissance (PAC) qualifiant les aléas de submersion marine sur le littoral de la commune de Nice a été diffusé le 23 janvier 2015 aux collectivités compétentes en urbanisme et en aménagement du territoire. Ce PAC traduit les études d'aléas de submersion marine qui ont été réalisées dans le cadre de l'application de la Directive Inondation sur le territoire à risque important (TRI) de Mandelieu-Cannes-Nice, défini par l'arrêté du préfet coordonnateur de bassin n°13-416 bis du 20 décembre 2013.

La doctrine ministérielle pour les études de submersion marine pour la façade méditerranéenne prévoit que le niveau marin de référence pour l'élaboration des études de submersion marine, notamment pour les territoires ne disposant pas d'étude locale précise des aléas, est de + 2 m NGF.

De plus, l'aléa à échéance 100 ans prenant en compte le changement climatique à long terme, doit être étudié et faire l'objet d'une cartographie dans le cadre des PPR submersion marine. Cet aléa, appelé aléa 2100, est déterminé à partir du niveau marin de référence, auquel est ajouté une élévation du niveau marin de 40 cm à horizon 2100, conformément à la circulaire du 27 juillet 2011. Le niveau marin de référence 2100 à prendre en compte est ainsi de + 2,40 m NGF.

Les services de l'État ont engagé des études complémentaires durant les années 2016 et 2017 pour affiner la compréhension des dynamiques de submersion et prendre en compte les spécificités locales sur les côtes rocheuses régionales de Cassis (13) à Menton (06). Cette étude intitulée « *Caractérisation de l'aléa submersion marine sur le périmètre régional Provence-Alpes-Côte d'Azur* » est disponible sur le site de l'Observatoire régional des risques majeurs (ORRM) sous l'url : http://www.paca.developpement-durable.gouv.fr/observatoire-regional-des-risques-majeurs-r1484.html.

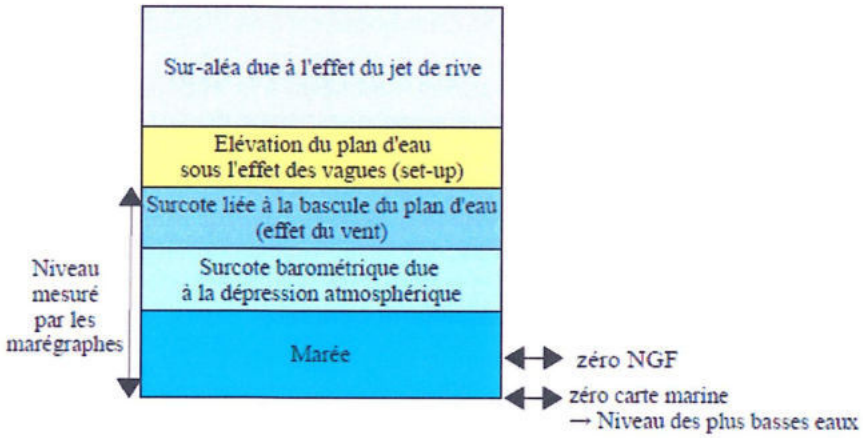
Cette étude est traduite dans le présent PAC qui annule et remplace le précédent.

Cette nouvelle connaissance du risque de submersion marine est à prendre en compte dans les documents et les actes d'urbanisme.

3. Définition

Moins présents dans la conscience locale que le risque inondation par débordement de cours d'eau, les risques littoraux n'en demeurent pas moins des risques naturels majeurs, tout particulièrement dans les secteurs où l'urbanisation ou l'occupation ont fortement artificialisé le littoral.

La submersion marine désigne une inondation temporaire de la zone côtière par la mer dans des conditions météorologiques extrêmes, où la surélévation du niveau moyen de la mer est provoquée par les effets de la dépression atmosphérique, des vents violents, de la forte houle et de la marée astronomique.



La détermination de l'aléa de submersion marine repose sur l'identification des composantes suivantes :

– la surcote de référence en tenant compte de la houle,
– le sur-aléa lié à la prise en compte de l'action mécanique des vagues,
– la surélévation liée à la prise en compte du changement climatique à l'horizon 2100.

4. Caractérisation du niveau marin

4.1 Détermination du niveau marin

La détermination du niveau marin passe par l'évaluation et/ou le calcul de ses différentes composantes, qui sont :

- le niveau statique qui est fonction :
  - du niveau de marée,
  - de la surcote atmosphérique,
  - de la surcote liée aux vagues (*wave set-up*);
- le niveau instantané maximal atteint par le jet de rive sur la plage (*wave run-up*).

4.1.1 Les structures jouant un rôle de protection « résistant à l'aléa de référence »

Les ouvrages de protection ont vocation à protéger les populations existantes. Ils permettent notamment, sous réserve qu'ils soient conçus dans les règles de l'art et correctement entretenus, de jouer un rôle pour les personnes habitant dans la zone protégée pour des événements fréquents ou des événements plus rares. Pour autant, le principe général reste qu'aucun ouvrage ne peut être considéré comme infaillible, quelles que soient ses caractéristiques et sa résistance présumée.

Le guide méthodologique des PPR littoraux présente une méthode pour caractériser un ouvrage jouant un rôle de protection.

Au stade du présent PAC, aucun ouvrage n'est considéré comme pouvant jouer un rôle de protection.

4.1.2 Sectorisation des calculs

Cette détermination est fonction de la nature des environnements littoraux, plages ouvertes, linéaire rocheux et domaine portuaire. Les effets des vagues (*wave set-up et wave run-up)* ne sont calculés que sur les zones de plages, à l'aide d'une formulation empirique.

Pour les zones de falaises rocheuses et pour les zones portuaires, il n'est pas ajouté de composantes liées aux vagues :

- en raison de la remontée rapide de l'altitude des falaises rocheuses et par conséquent de leur faible vulnérabilité à la submersion marine;
- dans les zones portuaires, l'utilisation des formulations empiriques est inappropriée (hors cadre d'application), et l'évaluation du set-up nécessite des modélisations d'agitation portuaires spécifiques.

Les calculs des hauteurs d'eau dans les zones exposées à la submersion marine s'effectuent sur les différents secteurs de manière séparée, mais avec des zones de superposition entre les secteurs voisins.

Les résultats par secteurs contigus homogènes (plage, falaise, ports) sont par la suite agrégés dans une couche d'information des hauteurs d'eau. Pour obtenir un continuum progressif des valeurs le long du littoral, une moyenne des hauteurs d'eau sera réalisée au niveau des zones de superposition entre deux zones contiguës plage/falaise ou plage/zone portuaire.

4.1.3 Cas des falaises et des ports

Pour les zones portuaires et de falaises, c'est la cote du niveau statique sans la contribution des vagues qui est retenue, elle sera déterminée par addition :
- du niveau de marée du marégraphe de référence du secteur ;
- de la valeur de la surcote centennale déterminée au même marégraphe.

4.1.4 Cas des plages

Dans le cas des plages, la cote retenue est celle du niveau statique additionnée de l'effet des vagues (wave set-up), qui est calculée par l'utilisation de formules empiriques qui dépendent des caractéristiques de la houle au large et des caractéristiques de la topographie littorale.

Les différentes étapes de la méthodologie retenue pour le calcul sur ces secteurs sont résumées dans l'Illustration 1.

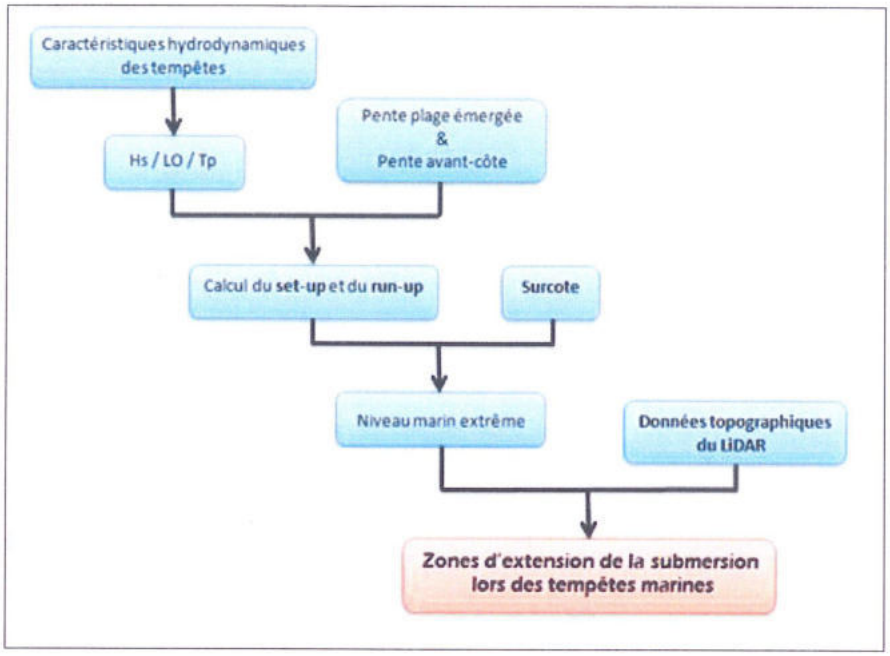


Illustration 1 – Principe méthodologique pour une évaluation de la submersion marine en zone côtière lors des tempêtes marines

La composante du run-up ne sera pas prise en compte en raison des incertitudes qui pèsent sur son estimation. La grande diversité des aménagements du haut de plage (murs, falaises, perrés) conditionnent fortement la propagation des submersions par franchissement et l'extension maximale du *run-up* calculé n'est donc pas représentative des phénomènes.

4.2 Période de retour de l'événement de référence

En termes de forçages hydrodynamiques (marée, surcote, vagues), les différentes composantes constituant les niveaux de référence sont estimées à l'occurrence centennale.

A la différence des côtes de la façade atlantique et de la Manche (SHOM/CETMEF, 2012 et CETMEF, 2013a), il n'existe pas d'études de référence des niveaux extrêmes atteints par la mer en Méditerranée. Aussi, la cote centennale du niveau d'eau sera-t-elle déterminée sur le littoral maralpin, par addition :

- d'une composante de marée déterminée sur la base des données marégraphiques à Nice (SHOM, 2013) ;
- d'une composante liée à la surcote centennale calculée par analyse statistique des données marégraphiques à Nice (CETMEF, 2013b) ;
- d'une composante liée à la surcote liée aux vagues (set-up) pour une tempête d'occurrence centennale (définie par la hauteur significative de la houle centennale et la période de pic associée).

La détermination des différentes composantes et les niveaux retenus dans le cadre du présent rapport sont détaillés au paragraphe 5.

5. Détermination des différentes composantes des niveaux extrêmes

5.1 Niveaux statiques sans la contribution des vagues

5.1.1 La marée

La marée astronomique est faible en Méditerranée. Le marnage maximal mesuré est de (SHOM, 2013) :

- 0,43 m à Marseille ;
- 0,47 m à Toulon ;
- 0,49 m à Nice.

Le niveau des Plus Hautes Marées Astronomiques (PHMA), le niveau des Pleines Mers de Vive-Eau (PMVE, marée de coefficient 95-100), le niveau moyen (NM) et le niveau des Plus Basses Marées Astronomiques (PBMA), sont indiqués pour ces trois marégraphes dans l'Illustration 2.

	Cote en m NGF/IGN69			
	PHMA	PMVE	NM	PBMA
Marseille	+0,37	+ 0,25	+0,16	-0,06
Toulon	+0,39	+ 0,24	+0,17	-0,08
Nice	+0,36	+ 0,24	+0,13	-0,13

Illustration 2 - Valeurs de référence de la marée astronomique à Marseille, Toulon, et Nice (Source : SHOM,2013, pour PHMA, NM et PBMA, et DREAL LR / CETE pour PMVE).

Pour être en cohérence avec les démarches conduites dans l'élaboration de la première étape de la Directive Inondation en 2013 (DREAL LR et CETE, 2013), les valeurs de référence de la composante de marée retenues correspondent à une cote de pleine mer pour une marée moyenne de vives eaux (PMVE), soit **0,24 m NGF/IGN69**.

5.1.2 Surcotes

Une estimation des surcotes extrêmes jusqu'à une période de retour de 100 ans a été réalisée par le CETMEF (2013b). Ces estimations ont été faites pour les sites métropolitains disposant d'au moins 10 ans d'observations marégraphiques et ont été établies par une méthode d'analyse statistique des extrêmes. L'Illustration 3 rassemble les valeurs des surcotes horaires centennales pour les trois marégraphes principaux de la région PACA. La valeur retenue est pour la surcote marégraphique sur le littoral maralpin est de **0,65 m**.

	Surcote T100 m
Marseille	1,11
Toulon	0,64
Nice	0,65

Illustration 3 -Estimation des surcotes horaires de période de retour 100 ans (T100) aux marégraphes de Marseille, Toulon et Nice (d'après CETMEF, 2013b).

5.2 Elévations locales liées au déferlement : le set-up

Le phénomène de *set-up* est une surélévation du niveau de la mer due au déferlement des vagues. Cette surélévation est localisée entre le point de déferlement et la côte et peut atteindre plusieurs dizaines de centimètres. La surface concernée va alors s'étendre sur la partie maritime comprise entre la zone de déferlement et la ligne d'eau, la valeur maximale se situant proche de la ligne d'eau (cf. Illustration 4).

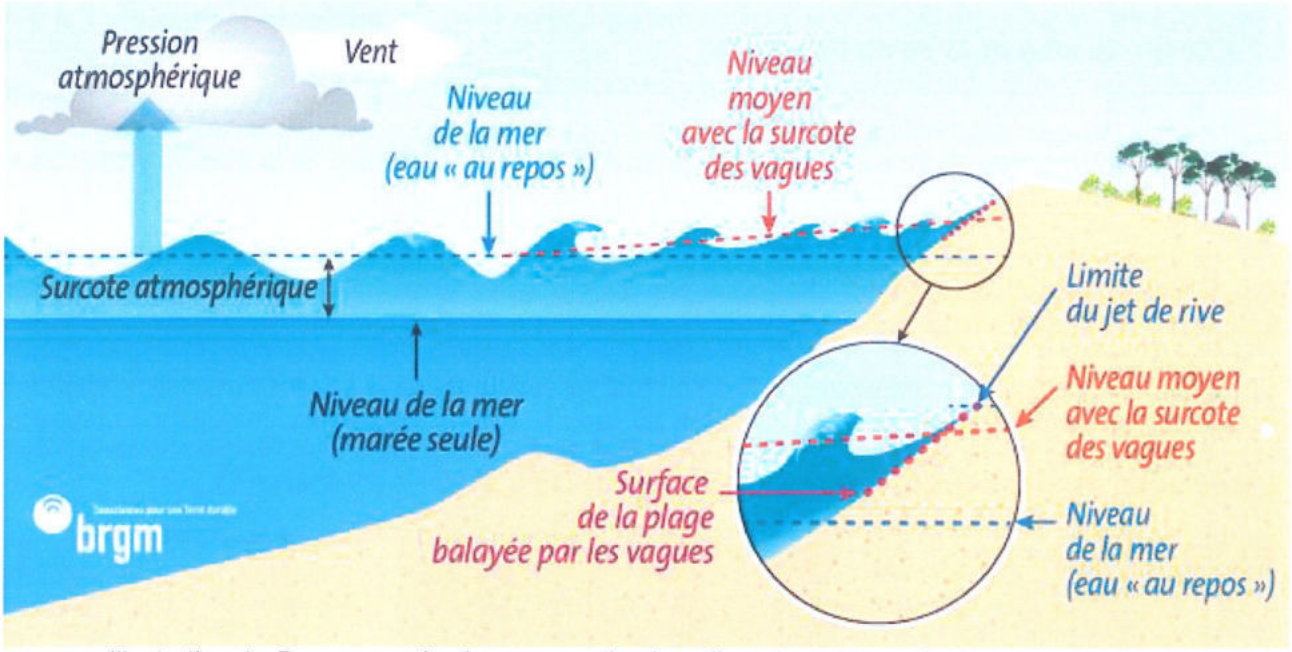


Illustration 4 - Processus physiques en action lors d'une tempête : agitation et surélévation du plan d'eau (Source BRGM).

Les processus en jeu dans la zone de jet de rive sont particulièrement complexes, et la modélisation physique de ces phénomènes ne peut pas, à l'heure actuelle, être réalisée à des échelles régionales. Plusieurs auteurs ont toutefois développé des méthodes semi-empiriques permettant de relier les hauteurs de *run-up* et de *set-up* aux conditions météo-marines au large. C'est le cas de Stockdon *et al.* (2006), qui ont pu obtenir de bons résultats en comparant leur prévision à l'aide de données au large avec des observations vidéo de ces niveaux sur la plage.

5.2.1 Formulation empirique

Le calcul du set-up est donc abordé par la formule empririque de Stockdon *et al.* (2006) qui calcule les valeurs de *set-up* et *run-up* via la relation :

$$R_{max} = Setup + Runup = 1.1\left(\underbrace{0.35\beta_f (H_0 L_0)^{1/2}}_{\text{Estimation du set-up avec la pente de l'avant-côte}} + \underbrace{\frac{\left[H_0 L_0 \left(0.563\beta_f^2 + 0.004\right)\right]^{1/2}}{2}}_{\text{Estimation du run-up avec la pente de la plage émergée}}\right)$$

avec :

- L_0 : la longueur d'onde des vagues au large définie comme étant une fonction de la période des vagues $L_0 = \frac{gT_0^2}{2\pi}$;
- T_0 : la période des vagues (constante quelle que soit la profondeur) ;
- H_0 : la hauteur significative des vague de la houle au large ;
- β_f : paramètre de pente de la plage et de l'avant-côte.

Cette formulation a été validée par des observations de terrain dans des environnements où la houle est plus ou moins normale à la côte et pour des valeurs de hauteur de vagues moyennes au large comprises entre 0,4 et 4 m (Stockdon *et al.*, 2006). Dans cette formule, les caractéristiques géomorphologiques du littoral sont prises en compte par le calcul des pentes de la plage émergée et immergée.

Comme précisé précédemment, le calcul du *run-up* a été négligé compte tenu de la bathymétrie du littoral maralpin.

5.2.2 Détermination de la pente des plages

La haute résolution de données topo-bathymétriques de bonne précision (Litto3D), permet d'extraire les données morphologiques nécessaires à l'application du modèle de Stockdon *et al.* (2006) et calculer ainsi le *set-up* et par conséquent le niveau d'eau moyen au niveau de la côte au cours d'une tempête.

La discrétisation du littoral en profils espacés régulièrement est réalisée à l'aide du logiciel DSAS (Digital Shoreline Analysis System) développé par l'USGS (US Geological Survey), et qui fonctionne avec ArcGIS (© 2009 ESRI).

Ce logiciel, conçu pour déterminer le recul du trait de côte entre deux ou plusieurs dates distinctes permet de concevoir les profils perpendiculaires au trait de côte et de calculer la distance comprise entre deux courbes de niveaux afin de déterminer une pente. Les pentes utilisées pour le calcul des niveaux d'eau sont la pente de l'avant-côte et la pente de la plage active (Illustration 5).



Illustration 5 – Utilisation du levé Lidar pour le calcul des variables morphologiques : a) extrait du modèle numérique de terrain ; b) discrétisation du littoral tous les 50 m et ; c) variables morphologiques utilisées (Balouin et al., 2011).

Ce paramètre varie d'une portion du littoral à l'autre. Sur chaque plage, il est déterminé la zone de plage active sur laquelle est réalisé le calcul des pentes à partir de l'analyse de données topo-bathymétriques. Afin de prendre en compte les variabilités locales des effets des houles de tempêtes, les hauteurs de surcote liées aux vagues (*set-up*) sont calculées tous les 50 m.

La pente est alors calculée de manière automatique suivant des profils sériés sur la plage émergée et sur l'avant-côte, au niveau de la plage sous-marine (Illustration 6).

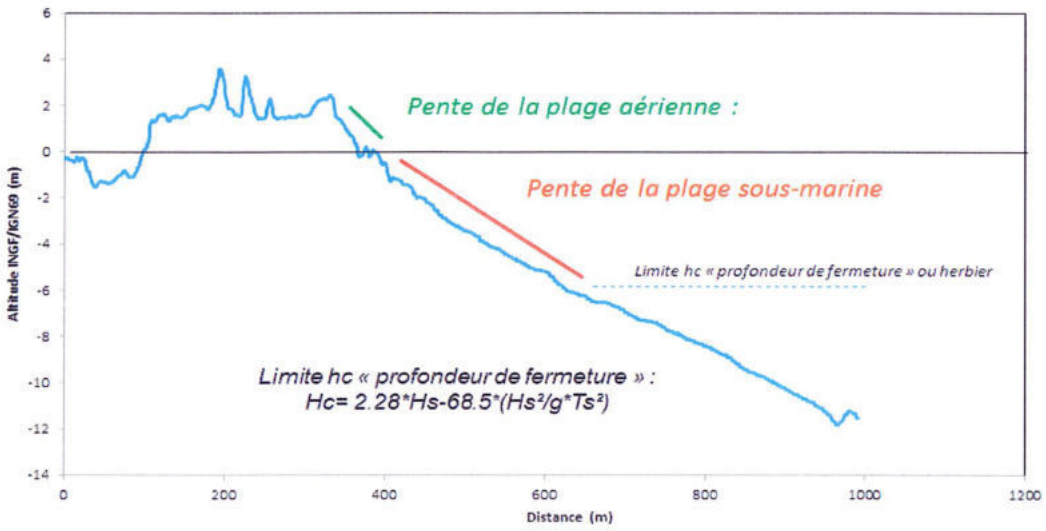


Illustration 6 - Calcul des pentes sur le profil des plages (MNT Litto3D) et formulation d'Hallermeier (1981)

- Pour la limite supérieure :

o au niveau de la cote 0 NGF quand la pente sous-marine est régulière ;

o soit au niveau de la cote du talus de collision (changement brutal de pente au niveau de la ligne de rivage) dans les faibles profondeurs d'eau, situé généralement entre la cote -0.25 et -0,5 m NGF en fonction des plages.

- Pour la limite inférieure :

o au niveau de la profondeur de fermeture hc; (*)

o ou à la limite supérieure de l'herbier de posidonies si celui-ci est présent avant la profondeur de fermeture.

o ou à une profondeur plus importante, fixée localement en fonction des caractéristiques du profil de plage et des données bathymétriques disponibles suivant la profondeur, dans le cas où le profil présente des profils à deux pentes sur le littoral (Illustration 7).

La profondeur de fermeture hc est calculée en utilisant la formule suivante (Hallermeier, 1981) :

$$hc = 2{,}28 \times Hs - 68{,}5\left(\frac{Hs^2}{g}\right) \times Ts^2$$

avec :

- H_s : *Hauteur significative de la houle au large (m), dépassée 12 h/t ;*
- T_s : *période de la houle associée ;*
- g : *accélération de la gravité.*
- T : *période ou échelle temporelle d'intérêt en fonction des phénomènes étudiés ; ici t=1 an.*

(*) Profondeur de fermeture : profondeur limite de remaniement des sédiments par les agents hydrodynamiques (vagues) entrainant une évolution morphologique résiduelle. Cette profondeur, que l'on peut observer sur des séries temporelles de profils bathymétriques, est fonction des caractéristiques des vagues et des sédiments et des facteurs locaux. Elle est ici calculée par la formule théorique d'Hallermeier (1981).

Pour le calcul de la profondeur de fermeture, la valeur de la houle de période de retour centennale au large et la période associée ont été retenues. Cette partie du profil correspond à la partie active de la plage sous-marine, qui présente une évolution morphologique, et qui est de fait la plus dynamique, et sur laquelle se dissipe l'énergie des vagues lors de leur propagation à la côte.

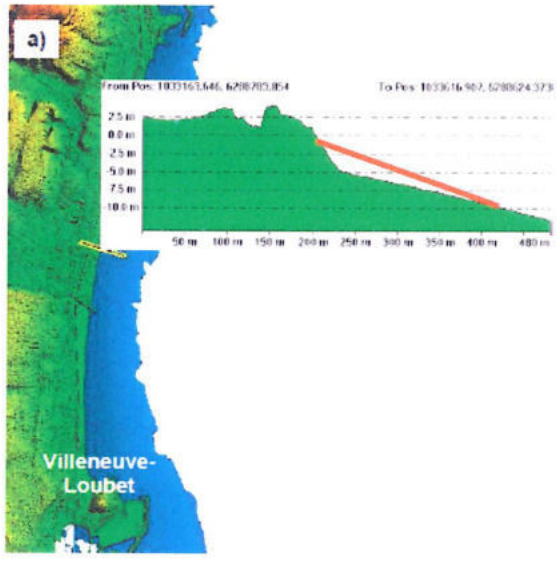


Illustration 7 - Limite externe des profils pour le calcul de la pente. a) cas des plages à deux pentes – Exemple Villeneuve-Loubet.

Dans le cas des profils à deux pentes (un talus fort et un replat à pente douce), la limite externe pour le calcul de la pente moyenne est considérée aux alentours de -10 m. Au-delà, sur les plages des Alpes Maritimes, une rupture bathymétrique avec un approfondissement rapide est souvent présente.

6. Synthèse de la caractérisation du niveau marin à l'échelon régional

Afin de prendre en compte la variabilité des niveaux marins le long du littoral régional, le calcul des niveaux marins statiques (sans *wave set-up*) est réalisé en sectorisant le trait de côte en trois grands tronçons. Chaque tronçon est affecté à un marégraphe de référence à partir duquel le niveau statique (cote du niveau d'eau permanente lors d'une tempête) à appliquer à l'ensemble du tronçon est calculé par addition :

- du niveau de marée (PMVE) ;
- de la valeur de la surcote centennale (T100).

L'Illustration 8 présente la sectorisation retenue et les valeurs de niveaux associés et en particulier les valeurs du marégraphe de Nice qui s'appliquent de Ramatuelle à Menton et la frontière franco-italienne. La décomposition de ces niveaux est précisée dans l'Illustration 9.

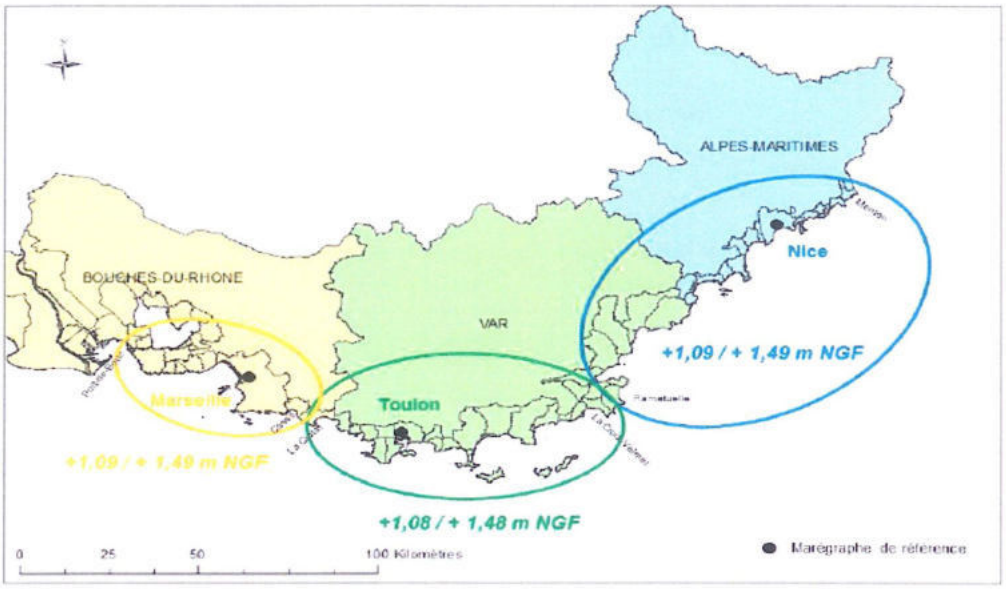


Illustration 8 - Sectorisation du littoral régional et niveaux statiques sans la contribution des vagues retenus pour la « situation actuelle » et pour la situation 2100 (actuelle / 2100).

	PMVE	Surcote centennale T_{100}	Niveau marin centennal NM T_{100}	Aléa actuel NMT_{100} + 0,2 m	Aléa 2100 NM T_{100} + 0,6 m
	m NGF/IGN69	m	m NGF/IGN69	m NGF/IGN69	m NGF/IGN69
Marseille	+ 0,25	0,64	+ 0,89	+ 1,09	+ 1,49
Toulon	+ 0,24	0,64	+ 0,88	+ 1,08	+ 1,48
Nice	+ 0,24	0,65	+0,89	+1,09	+ 1,49

Illustration 9 - Tableau de synthèse des composantes des niveaux d'eau statique pour les échéances actuel et 2100.

A ces valeurs, doit être rajoutée la contribution du set-up lié au déferlement des vagues sur les plages suivant la formulation de Stockdon et al. (2006).

7. Incertitudes

Cette méthodologie présente cependant quelques incertitudes liées tout d'abord à l'exploitation des formules empiriques :

- L'utilisation des formulations de Stockdon *et al.* (2006) est validée sur des plages ouvertes avec une houle frontale, et une gamme de hauteur de vagues au large entre 0,4 et 4 m. Il sera donc fait comme hypothèse que les vagues sont frontales au littoral pendant l'événement de tempête, et ceci pour l'ensemble du littoral.
- Un paramètre essentiel pour le calcul des niveaux marins à la côte est la valeur de la pente de plage considérée. Il est possible de calculer cette pente à partir d'un profil transversal de plage. Or un tel profil est un instantané et il est nécessaire de s'assurer qu'il est représentatif des conditions morphologiques courantes de la plage étudiée. La mise en place de la méthodologie de calcul des pentes selon des profils sériés, permet de prendre en compte un critère de pente moyen à l'échelle de la plage.
- En raison de la grande diversité des aménagements du haut de plage (murs, falaises, perrés), les calculs de propagation du jet-de rive ne sont pas intégrés (*run-up*). De plus, en raison du caractère intermittent de ces processus dynamiques, la superficie des zones inondées pourraient être surestimées.

Par ailleurs, le croisement du niveau d'eau statique avec le MNT peut induire des incertitudes. Les incertitudes liées aux données topographiques sont de l'ordre de +/- 0,15 m à +/- 0,20 m (à 95%) selon les spécifications techniques de Litto3D9 sur les parties terrestres (IGN-SHOM).

Pour les zones portuaires, une réhausse de 0,20 mètre a été ajoutée aux niveaux marins actuel et à l'horizon 2100, afin de tenir compte de ces incertitudes.

Enfin, l'étude menée caractérise un niveau marin sans calcul de la vitesse associée.

8. Méthode de qualification et de cartographie des niveaux marins

Les incertitudes nécessitent de caractériser à travers le PAC des niveaux marins de référence actuelles et à l'horizon 2100 en incluant les hausses dûes au changement climatique et non des aléas de submersion. Ces niveaux marins sont à comparer avec des relevés topographiques précis à l'initiative des porteurs de projets.

La méthode est précisée avec le schéma suivant :

hauteur de submersion h	=	**côtes du niveau marin** données dans le PAC (transects)	–	**côtes du projet** (relevé topographique précis)

↓

Zones de prescriptions définies selon la valeur de la hauteur de submersion
pour le niveau marin de référence et pour le niveau marin horizon 2100

$h_{ref} > 1$ m	zone de hauteur de référence de niveau fort
0,5 m < h_{ref} < 1 m	zone de hauteur de référence de niveau moyen
0 m < h_{ref} < 0,5 m	zone de hauteur de référence de niveau faible
$h_{ref} < 0$ et $h_{2100} > 0$	zone soumise à l'horizon **2100** et hors zone soumise à la hauteur de référence

8.1. Les recommandations du PAC

8.1.1. Les recommandations applicables en zones h_{ref} > 1 m

Ces secteurs sont exposés à des niveaux marins de référence forts. De manière générale, les recommandations consistent à rendre ce secteur inconstructible pour ne pas augmenter sa vulnérabilité. Des exceptions peuvent être prévues sous réserve de l'édiction de prescriptions adaptées.

8.1.2. Les recommandations applicables en zone 0,5 m <h_{ref}< 1 m

Ces secteurs sont exposés à des niveaux marins de référence moyens.Le même principe que celui du paragraphe 5.1 prévaut sur ce secteur et les recommandations sont similaires, en y ajoutant la possibilité d'une extension mesurée de 20 m² de surface de plancher à condition que le premier niveau aménageable ou utilisable soit fixé au-dessus de la cote de submersion.

8.1.3. Les recommandations applicables en zone 0 m <h_{ref}< 0,5 m

Ces secteurs sont exposés à des niveaux marins de référence faibles. Dans ces zones, les aménagements et les constructions peuvent être autorisés sous réserve que le premier niveau aménageable soit fixé au-dessus de la cote de submersion pour assurer la sécurité des personnes et des biens.

Les parkings et les sous-sols souterrains sont interdits sauf si des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde pour assurer l'étanchéité et l'organisation des secours sont mises en œuvre.

Les constructions d'établissements sensibles (*) et celles d'établissements indispensables à la sécurité publique et stratégiques pour la gestion des crises (**), sont interdites.

8.1.4. Les recommandations applicables en zone 0 m <h_{ref} et h_{2100}> 0 m

Ces secteurs ne sont pas exposés à des niveaux marins de référence mais sont soumis à des niveaux marins à l'horizon 2100. Dans ces zones, les aménagements et les constructions sont autorisés. Seuls sont interdits les établissements indispensables à la sécurité publique et stratégiques pour la gestion des crises (**), afin d'assurer l'organisation des secours en cas de crises.

(*) Les établissements dits « sensibles » désignent :

- des établissements recevant du public dont la capacité d'accueil représente une préoccupation particulière en cas de submersion, à savoir notamment :
  - les établissements recevant du public des 1ère, 2e et 3e catégories,
  - les bâtiments à usage d'activités pouvant recevoir plus de 150 employés
  - les autres bâtiments pouvant accueillir simultanément plus de 300 personnes
- des établissements recevant du public dont la vulnérabilité inhérente aux personnes accueillies représente une préoccupation particulière en cas de submersion, comme :
  - les maisons de retraite,
  - les résidences séniors
  - les prisons et maisons d'arrêt
  - les campings, les caravanings
  - les crèches, les haltes-garderies
  - les écoles maternelles, primaires, les collèges et lycées
  - etc.
- les bâtiments accueillant une activité dont la nature est susceptible de porter atteinte à la sécurité publique ou d'occasionner un risque sanitaire ou une pollution environnementale significatifs en cas de submersion

(**) Les établissements indispensables à la sécurité publique et stratégiques pour la gestion des crises désignent les bâtiments dont la protection est primordiale pour les besoins de la sécurité civile et de la défense nationale ainsi que pour le maintien de l'ordre public. Ils comprennent notamment :

- les bâtiments abritant les moyens de secours en personnels et matériels et présentant un caractère opérationnel,
- les bâtiments abritant le personnel et le matériel de la défense et présentant un caractère opérationnel,
- les bâtiments contribuant au maintien des communications,
- les bâtiments des établissements de santé qui dispensent des soins de courte durée ou concernant des affections graves pendant leur phase aiguë en médecine,
- les établissements de chirurgie et d'obstétrique,
- les bâtiments de production ou de stockage d'eau potable,
- les bâtiments des centres de distribution publique de l'énergie,
- les bâtiments des centres météorologiques.

8.2. La cartographie du PAC

La cartographie du PAC définit les hauteurs de niveaux marins incluant le changement climatique, en prenant comme limite terrestre la cote 2,80 m NGF, niveau maximal de submersion issu de la directive Inondations. Elle précise :

- les niveaux marins pour les falaises, actuel et à l'horizon 2100 respectivement de 1,09 m NGF et 1,49 m NGF (en vert),
- les niveaux marins pour les zones portuaires, actuel et à l'horizon 2100, avec une réhausse de 0,20 m pour assurer la sécurité des personnes et des biens, respectivement de 1,29 m NGF et 1,69 m NGF (en jaune),
- les niveaux marins sur les plages par transects de 50 mètres (en violet).