

DDTM

Réponse étude CASAGEC



N° HYN21668L

17/06/2016

Informations qualité

Contrôle qualité

Version	Date	Co-rédigé par
Rapport	17/06/2016	G.GHESQUIERE (EGIS); ML. BOSSIS (EGIS); Céline PERHERIN (CEREMA)

Destinataires

Envoyé à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :
DDTM		17/06/2016

Copie à :		
Nom	Organisme	Envoyé le :

Table des matières

1.	Préambule.....	1
2.	Evaluation de l'évènement de référence à la côte.....	2
2.1	Construction des évènements historiques centennaux	2
2.1.1	Définition des niveaux d'eau extrêmes	2
2.1.2	Détermination des houles extrêmes au large	3
2.1.3	Probabilité conjointes entre niveaux d'eau et houles extrêmes.....	3
2.2	Recueil des tempêtes historiques.....	4
2.3	Modélisation des niveaux d'eau et des vagues à la côte.....	6
2.3.1	Les courants ne sont pas pris en compte.....	6
2.3.2	La déformation du plan d'eau n'est pas prise en compte	6
2.3.3	Le calcul des mers de vent n'est pas cohérent avec l'analyse statistique	7
2.3.4	Les résultats des points d'extraction ne sont parfois pas représentatifs sur tous les secteurs adjacents	7
2.3.5	Le calcul des vagues au pied des ouvrages de protection est mal représenté.....	8
2.3.6	L'incertitude de 25 cm est prise en compte pour les évènements historiques.....	9
2.3.7	Une correction du marégraphe de Concarneau a été ajoutée sur chaque commune de manière parfois arbitraire	10
2.3.8	Les niveaux d'eau dans les estuaires sont simplifiés, sans vérification.....	11
2.3.9	Aucune validation des modèles n'a été mise en place.....	12
2.4	Calcul des franchissements par paquets de mer	13
3.	Modélisation de la submersion à terre – Caractérisation de l'aléa... 14	14
3.1	Evaluation des méthodes et discussion.....	14
3.1.1	Remarques générales	14
3.1.2	La méthode de superposition topographique	14
3.1.3	La méthode des modèles à casier	15
3.1.4	La méthode de modélisation bi-dimensionnelle	16
3.1.4.1	Le modèle utilisé.....	16
3.1.4.2	Les maillages et modèles numériques de terrain	17
3.1.4.3	Représentation des entrées d'eau par les brèches ou les surverses	17
3.1.4.4	Représentation des franchissements par paquets de mer.....	19
3.1.4.5	Coefficient de rugosité.....	19

	3.1.4.6	Prise en compte du bâti	20
	3.1.4.7	Validation des modèles	21
	3.1.4.8	Incohérences sur les cartes d'aléa	23
	3.1.4.9	Anomalies hydrauliques	24
3.2		Evaluation des bandes de précaution	26
	3.2.1	La bande de précaution liée aux ruptures d'ouvrages	26
	3.2.1.1	Dune de la plage du Teven	27
	3.2.1.2	Digue de Kermor	28
	3.2.1.3	Port Larvor.....	29
	3.2.1.4	Lodonnec.....	30
	3.2.1.1	Ster Kerdour	31
	3.2.1.2	Léchiagat	32
	3.2.1.3	Port de Kerity	34
	3.2.1.4	Dunes de la Joie.....	35
	3.2.2	La bande de précaution liée aux vagues.....	37
	3.2.2.1	Remarques générales.....	37
	3.2.2.2	Langoz SC7a	38
	3.2.2.3	Langoz SC7b2	38
	3.2.2.4	Pointe de Kerafédé (SC7e).....	39
	3.2.2.5	De la corniche de Penhador à la pointe de Kerafédé (SC9).....	39
	3.2.2.6	Du phare d'Eckmül au port de Kerity.....	40
4.		Analyse du scénario de défaillance des ouvrages de protection.....	41
	4.1	Remarques générales.....	41
	4.1.1	Les hypothèses de formation de brèche.....	41
	4.1.2	La méthode FEMA.....	44
	4.2	ANALYSE DES DEFAILLANCES SUR LA COMMUNE DE L'ILE-TUDY	45
	4.2.1	Ruine de la digue de Kermor (EST3).....	45
	4.2.2	Ruine du cordon dunaire de la plage du Teven (CD3).....	46
	4.3	ANALYSE DES DEFAILLANCES SUR LA COMMUNE DE LOCTUDY	47
	4.3.1	Brèche sur le secteur de la plage de Langoz Nord (SC7b1)	47
	4.3.2	Défaillances sur le secteur de la plage de Kervilzic (SC7d).....	49
	4.3.3	Brèche sur le secteur de la plage de Lodonnec et Ezer (CD8)	52
	4.3.4	Brèches sur le secteur de la plage du Poulluen – Port Larvor (SC11a).....	55
	4.3.5	Défaillances sur les Sables Blancs et Ster Kerdour (CD13 et EST6)	56
	4.4	ANALYSE DES DEFAILLANCES SUR COMMUNE DE TREFFIAGAT	59
	4.4.1	Défaillance sur le secteur de Kersauz (CD17)	59
	4.4.2	Défaillances sur la plage de Léhan (CD18, CD19 et SC20).....	61
	4.4.3	Défaillance sur le secteur de Porz Treillen (CD21).....	62
	4.5	ANALYSE DES DEFAILLANCES SUR COMMUNE DE PENMARC'H	65

4.5.1	Défaillances sur le secteur de la Grève Blanche à Kerity (CD27, CD28 et CD29)	65
4.5.2	Défaillances sur le secteur de Saint-Pierre à Saint-Guérolé (CD31, CD32a et SC32b)	68
5.	EVALUATION DE L'ALEA EROSION.....	73
5.1	Analyse des résultats	73
5.2	Evaluation générale de la méthode.....	74

1. Préambule

Suite aux remarques du rapport d'étude CASAGEC, il est apparu pertinent de proposer un préambule, sur la démarche d'élaboration des PPRL, et notamment celle de l'aléa.

Celui-ci a été rédigé par Mme Perherin, du CEREMA (assistance à maîtrise d'ouvrage de la DDTM), également auteur du guide « MATE/METL (1999) Plans de Prévention des Risques Naturels Prévisibles. Guide général. La Documentation Française. »

L'étude des aléas naturels réalisée dans le cadre des PPR est généralement réalisée à une échelle proche du 1/10 000e qui ne correspond pas à une analyse "à la parcelle" mais qui permet un niveau de connaissance suffisant pour baser une réflexion générale de prévention des risques.

Le choix de cette échelle de travail fait suite à l'analyse de l'échec de la mise en œuvre des PER, réalisée au début des années 90, et qui a donné naissance aux PPR en lieu et place des PER.

Les PER étaient, comme les PPR, réalisés sur la base d'une étude d'aléas. L'élaboration des PER se voulaient scientifique, se basant sur des connaissances indiscutables. L'élaboration de ce document était cependant vue comme peu souple, trop directement corrélée à la carte d'aléa, trop "technocratique" et insuffisamment concertée. Les études d'aléas menées dans le cadre des PER ont été jugées alors "trop précises et coûteuses" par rapport à l'objectif.

La démarche d'élaboration des PPRL contrairement à celle des PER se veut plus "pragmatique". "Leurs études doivent être menées avec un souci d'efficacité, sans complexité inutile, pour aboutir directement à des propositions de mesures appropriées à l'importance des risques et proportionnées à l'objectif de prévention recherché" (MATE/METL, 1999, p 3).

La démarche se base sur une connaissance générale des aléas, par ailleurs souvent soumise à de fortes incertitudes, et laisse une place prépondérante à la concertation.

Ainsi, la phase de concertation importante, qui a eu lieu avec les communes dans le cadre de la définition des aléas, a permis de préciser certaines hypothèses et de faire évoluer les cartes d'aléas vers une plus grande adaptation aux risques.

Il est également important de rappeler que la définition des aléas est le résultat d'un travail collaboratif, entre le bureau d'étude EGIS et les services de l'Etat (DDTM et CEREMA). Ceci est notamment passé par une validation des hypothèses, outils et méthodes utilisées sur chacune des principales étapes et une participation active de ces 3 partenaires à la définition des hypothèses de défaillance des structures de protection.

De la même manière, les réponses au rapport d'étude CASAGEC ont été coécrites par le bureau d'étude et le CEREMA (assistant à maîtrise d'ouvrage de la DDTM).

2. Evaluation de l'évènement de référence à la côte

2.1 Construction des évènements historiques centennaux

2.1.1 Définition des niveaux d'eau extrêmes

Remarque étude CASAGEC

Il est clairement indiqué dans la note du SHOM - CETMEF de 2012, que les travaux de définition des niveaux d'eau extrêmes sont soumis à des incertitudes dès lors que l'on s'éloigne des points de mesure (Concarneau et Bénodet pour notre cas), il est par conséquent nécessaire de contrôler ces niveaux d'eau par d'autres observations.

Réponse

Nous avons retenu la valeur maximum entre le niveau marin proposé dans le produit de 2008 et celui du produit 2012 comme il l'est demandé dans la note du CEREMA intitulée :

Objet : Note méthodologique relative au produit « Statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France » Edition 2012

- **retenir les valeurs des estimations de niveaux marins du produit 2012 aux ports principaux et en dehors de ces ports, par sécurité, retenir la valeur maximum entre le niveau marin proposé dans le produit de 2008 et celui du produit 2012.**

Au début du PPRL, il avait en effet été soulevé le fait que certaines valeurs de niveaux d'eau en 2012 étaient bien plus faibles que celles de 2008. Il a été acté avec la DDTM et le CEREMA qu'il était nécessaire de suivre la démarche de la note méthodologique Cerema et donc de prendre la valeur la plus haute entre 2008 et 2012 pour les ports secondaires, comme base des niveaux d'eau extrêmes.

Remarque étude CASAGEC

Il faut noter également qu'une seule valeur a été conservée pour chaque commune et que les hauteurs ont été systématiquement arrondies à la valeur supérieure. Par exemple, pour la commune de Penmarc'h, la valeur retenue pour le niveau d'eau centennal est de 3,9 m NGF alors que sur l'extrémité Est de la commune, le niveau d'eau serait plutôt égal à 3,7 m NGF.

Réponse

La cellule submersion situé à l'ouest de Penmarc'h est bien concernée par des niveaux marins extrêmes de 3.90m NGF à minima, voir même plus.

La grande cellule de submersion située au sud est concernée par des cotes allant de 3.70 à 3.90m NGF en niveau extrêmes. La question de la modulation se pose. Cependant, il a en effet été retenu un niveau commun sur l'ensemble de la cellule de submersion, basé sur la cote 3.90m NGF, plus sécuritaire.

2.1.2 Détermination des houles extrêmes au large

Remarque étude CASAGEC

La méthode, mise en place pour déterminer les houles extrêmes au large, semblent être adaptée bien qu'aucune vérification n'ait été faite sur des observations réelles. Le houlographe le plus proche étant « Les Pierres Noires » (réseau Candhis), situé au large du Conquet, soit à une distance relativement éloignée du site d'étude et avec une orientation différente. Cela justifie l'absence de validation sur des observations réelles pour le calcul des houles au large.

Réponse

Ce n'est pas parce que la bouée des Pierres Noires est éloignée du site d'étude qu'il n'y a pas eu de calage/vérification.

Aucune vérification n'a été possible puisque les données du houlographe « Les Pierres Noires » n'étaient pas disponibles durant la période des valeurs de houle ANEMOC

Pour déterminer les évènements centennaux statistiques, il est nécessaire de disposer de données sur le plus long terme possible afin que les valeurs de houles pour les plus grands périodes de retour soient cohérentes. Les données ANEMOC sont disponibles sur environ 24 ans (1979-2002) et les données CANDHIS aux Pierres Noires sur environ 9 ans (2005-2014) avec des coupures au milieu.

2.1.3 Probabilité conjointes entre niveaux d'eau et houles extrêmes

Pas de remarque particulière de CASAGEC sur ce chapitre.

2.2 Recueil des tempêtes historiques

Remarque étude CASAGEC

Pour bien caractériser ces tempêtes, il est donc nécessaire de mettre en œuvre une modélisation intégralement couplée (modèle hydraulique d'écoulement à surface libre couplé à un modèle de propagation de houle) calée sur le marégraphe de Concarneau pour bien caractériser la répartition des hauteurs d'eau sur la zone d'étude avec la prise en compte directe des setup induits par la houle. Ici, le bureau d'étude a simplement considéré une différence de hauteur d'eau avec les niveaux de marée théoriques du SHOM (cf. 2.2.3.7) pour une marée de vive-eau (coef. 95), ce qui ne correspond en aucun cas à la réalité. En effet, le plan d'eau se déforme en fonction des vents, des vagues et des gradients de pression atmosphérique. Ce phénomène peut s'accroître dans les baies et estuaires. Cela a été le cas par exemple dans les pertuis Charentais lors de la tempête Xynthia où des surcotes localisées de plus d'1,5 m ont été observées avec des variations géographiques de plus d'1 m sur un linéaire de moins de 30 Km (Bertin et al., 2012). Ces variations ne se font en aucun cas de manière homogène en accord avec les marées théoriques du SHOM.

Réponse

Nous sommes d'accord avec les remarques de CASAGEC

Néanmoins, il n'est pas demandé dans le cadre du guide du PPRL ni du CCTP de l'étude de réaliser un modèle intégralement couplé tel que suggère CASAGEC. L'analyse des phénomènes en lien avec la configuration des côtes conduit à estimer que ce type d'analyse n'apporterait pas une précision supplémentaire significative au regard de la lourdeur de la méthode.

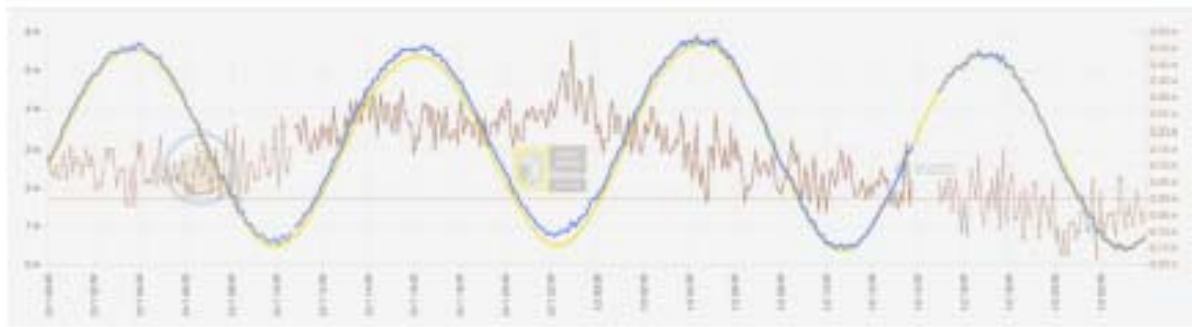
Les propositions proposées par CASAGEC ne correspondent pas au besoin et seraient adaptées pour une échelle bien plus faible de précision et un objectif distinct (cf. préambule).

Cette méthode complexe peut cependant être nécessaire dans d'autres cas, comme le pertuis Charentais. CASAGEC met en lien la cote Finistérienne avec le pertuis Charentais pour justifier que la méthode appliquée aurait dû être la même. Ces deux secteurs maritimes ne sont cependant en rien similaires. L'un se situe dans un « pertuis » avec la présence des îles de Ré et d'Oléron qui impacte, les courants et qui peut en effet présenter des incidences sur les niveaux d'eau.

La côte Finistérienne est une cote ouverte et globalement homogène dans l'approche des courants. Il n'est absolument pas justifié de comparer les 2 pour appuyer la mise en œuvre d'outils plus complexes.

Remarque étude CASAGEC

Aucune analyse n'a été réalisée pour caractériser l'influence du setup au marégraphe de Concarneau lors de ces tempêtes. Pourtant, en analysant les enregistrements du marégraphe (exemple sur la figure ci-dessous pour la tempête Nadja), la non-linéarité du signal indique que l'influence des vagues est prise en compte.



Réponse

Concernant les données enregistrées au marégraphe de Concarneau, CASAGEC dit que les enregistrements prennent en compte déjà les valeurs de setup vu qu'il y a des variations du niveau d'eau sur les enregistrements. Or ce n'est pas forcément le setup qui est visualisé sur les enregistrements. Il est plus probable que ce soit un effet d'ensachage, et/ou effet de sèche, résonance dans le bassin portuaire au vue de la période des ondes.

La courbe (bleue) exploitée ne permet en aucun cas d'appuyer l'affirmation de CASAGEC.

Le marégraphe est situé dans le port de Concarneau et non sur la façade littorale et n'est donc pas exposé aux houles de la même manière et intensité.



Dans un port, il peut y avoir du wave setup mais celui-ci est généralement négligeable (très peu d'agitation) et la configuration géométrique du port de Concarneau invite à penser que c'est le cas ici. Même si une composante de set-up minime était enregistrée, elle serait très différente en ampleur des valeurs enregistrées sur les plages voisines. La surcote liée aux vagues est très dépendant des caractéristiques des vagues et des pentes des fonds, elle varie donc très fortement le long du linéaire côtier. Seule une étude complète des niveaux d'eau dans le port permettrait comme le suggère CASAGEC d'identifier la part de set-up enregistrée dans le signal marégraphique. Cette étude lourde apparaît inutile au regard de l'objectif recherché comme le souligne le guide méthodologique national (page 71) « En faisant l'hypothèse sécuritaire que les observations marégraphiques n'intègrent pas la composante de surcote liée aux vagues, les mesures maregraphiques permettent de déterminer la composante de surcote météorologique ». Ainsi, il est nécessaire de déterminer le wave setup lié au déferlement des houles via le modèle SWAN pour chaque secteur et l'ajout du wave setup calculé n'est en aucun cas compté deux fois avec les valeurs enregistrées au marégraphe de Concarneau.

2.3 Modélisation des niveaux d'eau et des vagues à la côte

2.3.1 Les courants ne sont pas pris en compte

Remarque étude CASAGEC

Les courants ne sont pas pris en compte dans le calcul. Pourtant, sur certains secteurs comme les embouchures, les pointes, les estrans..., les courants de marée et les courants induits par les vagues peuvent avoir une importance non-négligeable (réfraction et dissipation).

Réponse

Nous renvoyons au chapitre 2.2 en préambule de cette réponse.

Nous rappelons de manière générale le côté ouvert de la côte Finistérienne, qui ne justifie pas d'utiliser un modèle complexe de prise en compte des courants pour affiner les niveaux d'eau au large.

En ce qui concerne l'impact des courants à la côte, cette modélisation aurait éventuellement pu amener à la prise en compte de niveaux marins plus élevés. En effet, lorsque les courants arrivent perpendiculairement à la côte, ils peuvent engendrer une surélévation des niveaux d'eau. Ceci est notamment à mettre en relation avec l'application des 25 cm d'incertitude (cf. chapitre 2.3.6)

2.3.2 La déformation du plan d'eau n'est pas prise en compte

Remarque étude CASAGEC

Les plans d'eau sont considérés comme étant constants sur l'étendue de la zone modélisée. Ainsi, les niveaux d'eau les plus élevés pour chaque modèle sont retenus (cf. rapport de phase 2 du PPRL-1 p.62).

Cette hypothèse peut donner des approximations importantes car, étant donnée l'étendue des modèles de propagation (60 x 45 Km), les différences des niveaux d'eau réel et modélisés peuvent être importantes.

Par conséquent, le calcul de hauteur des vagues peut être surestimé sur certain secteur.

Réponse

Les modèles numériques représentent une grande emprise liée à la grandeur du littoral d'étude. De ce fait, nous avons réalisé un modèle imbriqué pour plus de précision au niveau du littoral.

Les modèles 1 et 2 regroupent plusieurs communes car il n'est pas envisageable à l'échelle du PPRL de réaliser un modèle spécifique pour chaque commune. Afin de disposer d'une méthode compatible avec l'échelle de travail et avec l'objectif sécuritaire,, il a été acté et validé la prise en compte en

données d'entrée les niveaux d'eaux les plus élevés sur le littoral (modèle 1 : Forêt-Fouesnant, modèle 2 : Penmarc'h).

2.3.3 Le calcul des mers de vent n'est pas cohérent avec l'analyse statistique

Remarque étude CASAGEC

Les niveaux d'eau centennaux ne peuvent donc en aucun cas être concomitants avec des vents de terre très forts qui souffleraient suffisamment longtemps pour générer des mers de vents conséquentes, comme décrits par le bureau d'étude pour le PPRL-1.

Réponse

Tous les cas ont été étudiés à savoir : niveaux d'eau/houles, et niveaux d'eau/mers du vent. Sur le littoral Finistérien, ce sont logiquement les cas houles/niveaux d'eaux qui sont les plus contraignants.

Il n'a en aucun cas été réalisé de concomitance entre des niveaux d'eau centennaux et les mers du vent. L'interprétation du rapport de phase 2, sur ce point n'est pas correcte.

2.3.4 Les résultats des points d'extraction ne sont parfois pas représentatifs sur tous les secteurs adjacents

Remarque étude CASAGEC

Les points d'extraction des résultats de vagues ont été choisis en fonction des secteurs homogènes et sont situés à 180 m au large des côtes. 33 points d'extraction ont été retenus. Il aurait dû être retenu plus de point d'extraction pour tenir compte des spécificités locales des sites. Certains exemple sont cités pour illustrer le propo.



Réponse

Cette remarque sur le nombre de point d'extraction renvoie à notre préambule sur l'échelle de précision du PPRL.

Bien entendu, toujours à cause de l'échelle d'étude des PPRL, il a dû être considéré un certain nombre de points représentatifs des différents secteurs littoraux.

Ce découpage représente le meilleur compromis entre la qualité des résultats et les objectifs de l'étude.

Effectivement, sur certaines zones d'un secteur les conditions de houle peuvent être légèrement surestimées localement mais de la même manière elles peuvent être également légèrement sous-estimées. Un équilibre s'opère naturellement lié à l'échelle d'analyse des résultats.

Dans le cadre d'une étude de détail avec une descente d'échelle, les résultats pourraient être raffinés avec un maillage de points de sorties plus dense.

2.3.5 Le calcul des vagues au pied des ouvrages de protection est mal représenté

Remarque étude CASAGEC

Afin de calculer les franchissements par paquets de mer, il est nécessaire de ramener la hauteur des vagues au pied des ouvrages. Le modèle de propagation (SWAN - Booij, 1999) utilisé ne permet pas de faire cela.

Une formule empirique, dite « méthode de GODA » (cf. rapport de phase 2 du PPRL-1 p. 83) a donc été utilisée pour réaliser cette étape de calcul. Cependant cette méthode est valable pour des lignes bathymétriques rectilignes et parallèles (Goda, 2000). Or, sur les sites d'études du PPRL-1, les nombreuses baies, les récifs, les pointes génèrent des irrégularités importantes dans la propagation de la houle, qui ne sont pas prises en compte. De plus, Goda (2000) suggère que cette formule numérique peut surestimer les hauteurs significatives de plus de 10%.

Réponse

Les irrégularités telles que mentionnées (baie, pointes, etc..) **sont prises en compte** dans le cadre du modèle SWAN qui s'étend de la côte jusqu'à plus de 30 km au large. En effet, les valeurs de houle sont extraites du modèle à une distance proche de la côte (180 m) avant d'être propagées jusqu'au pied des ouvrages suivant la méthode de GODA.

Sur un tronçon aussi court de propagation (180 m maximum), les fonds peuvent tout à fait être considérés comme étant cylindriques permettant d'utiliser la formule de GODA.

La méthode de GODA n'a été donc utilisée que sur les 180 derniers mètres.

Quant à l'incertitude de 10% sur la méthode utilisée, il est utile de rappeler que n'importe quel modèle numérique présente une incertitude intrinsèque de cet ordre de grandeur là (même SWAN).

2.3.6 L'incertitude de 25 cm est prise en compte pour les évènements historiques

Remarque étude CASAGEC

Afin de compenser les incertitudes de la chaîne de calcul, une marge de sécurité de 0,25 m a été prise en compte sur les niveaux d'eau à la côte. Les justifications des incertitudes sont décrites dans le rapport de phase 2 du PPRL-1 p.73. Il est clairement indiqué que ces incertitudes sont liées aux calculs statistiques de détermination des niveaux d'eau et des hauteurs de houle (rapport de phase 2 du PPRL-1 p.73).

Néanmoins, ces incertitudes ont également été appliquées aux évènements historiques, qui pourtant eux sont bien renseignés au niveau des données, il n'y a pas lieu de rajouter une marge de sécurité de 0,25 m.

Réponse

Les évènements historiques sont bien renseignés au niveau de Concarneau pour les niveaux d'eau mais pas pour les autres communes d'où la nécessité d'intégrer une marge d'incertitude aux estimations des niveaux d'eau des communes adjacentes.

De plus, les valeurs de houle des évènements historiques sont enregistrées au houlographe les Pierres noires et comme l'a bien signalé CASAGEC à la page 12, chapitre 2.2.1.2, ce houlographe est loin du secteur d'étude et donc une marge d'incertitude doit être prise en compte sur les valeurs enregistrées.

Ainsi, l'incertitude de 25 cm est pleinement justifiée pour les évènements historiques et en accord avec les recommandations du guide PPRL dans le cas de données insuffisamment précises pour le secteur étudié (page 75).

Extrait du guide PPRL 2014 :

Si les incertitudes de certaines méthodes ou données apparaissent trop fortes, ces données peuvent être écartées. **Les incertitudes sont à évaluer et à prendre en compte dans l'estimation du niveau marin de référence. Dans le cas où cette estimation n'est pas possible, une marge de 25 cm est rajoutée au niveau marin de référence** (pour un événement théorique centennal de même que pour un événement historique).

D'une manière générale, en dehors des incertitudes liées au niveau marin de référence, les incertitudes qui pèsent sur chacune des hypothèses prises dans l'ensemble de la démarche doivent être qualifiées et quantifiées si possible.

Ces incertitudes permettent la prise en compte de phénomènes non envisagés ou non pris en compte du fait de la méthode retenue dans lesquelles s'intègrent entre autre, les incertitudes citées au chapitre 2.3.1 concernant l'impact de courants à la côte.

2.3.7 Une correction du marégraphe de Concarneau a été ajoutée sur chaque commune de manière parfois arbitraire

Remarque étude CASAGEC

Pour les cas de calculs concernant les évènements de tempêtes historiques, il a été ajouté le différentiel de niveau de PMVE entre Concarneau et chacune des communes du PPRL sachant que le niveau des 4 évènements tempétueux ont été enregistrés au marégraphe de Concarneau (cf. rapport de phase 2 du PPRL-1 p.73). Les correctifs appliqués sont détaillés dans le tableau suivant.

Cette méthode ne correspond en aucun cas à l'état de l'art et est sans fondement.

En effet, chaque tempête a ses caractéristiques (vitesse et direction du vent / gradient de pression atmosphérique / hauteur, période, direction des vagues / marée astronomique) qui contribuent à générer une déformation du plan d'eau (ou surcote de tempête). De ce fait, chaque surcote de tempête est différente et la déformation du plan d'une commune à l'autre et d'une tempête à l'autre peut être très différente. Il est donc nécessaire de réaliser une modélisation rigoureuse qui prend en compte tous ces processus physiques. Ce n'est pas le cas pour le PPRL-1.

Réponse

Effectivement, si cette approche est peu documentée, elle n'en est pas moins couramment employée et suffisamment rigoureuse dans la mesure où une onde de tempête génère à la côte une surcote météorologique relativement comparable sur un secteur de l'ordre de celui du PPRL1. De ce fait, les écarts de niveaux d'eau sont essentiellement dus à la déformation du plan d'eau liée à la marée, ce qui a été pris en compte via la méthode appliquée. L'incertitude de 25 cm permet finalement de compenser les éventuels écarts de niveaux d'eau en tempête entre les communes (cf. point précédent).

Il est demandé par CASAGEC une modélisation prenant en compte l'ensemble des processus physiques suivants : vitesse et direction du vent / gradient de pression atmosphérique / hauteur, période, direction des vagues / marée astronomique. Ce type de modélisation est réalisable et pertinente pour une étude locale mais ne correspond pas aux attentes dans le cadre d'une étude PPRL (cf. guide PPRL).

La méthode appliquée est donc en accord avec la précision attendue dans les études PPRL (cf. préambule).

De plus, comme indiqué dans les documents de référence les **tables altimétriques considérées sont celles de 2011** (début de l'étude en 2012) pour lesquelles les écarts retenus correspondent bien aux écarts de niveau de PMVE avec Concarneau qui sont indiqués dans notre rapport. CASAGEC ayant quant à lui réalisé sa comparaison des cotes de PMVE sur la base des données SHOM de 2014, non disponible au moment où EGIS a traité l'aspect maritime de la seconde phase du PPRL.

Le choix est donc cohérent.

En revanche, l'étude CASAGEC nous aura permis de repérer une erreur humaine, sur la définition des correctifs pour 2 communes. En effet, nous avons pour 2 secteurs :

- point extraction maritime S22 sur Lesconil correspondant aux tronçons TR16 sur Lesconil
- point extraction S13 et S14 sur Bénodet, correspondant aux tronçons SC54, SC55 a, SC55b, SC56), établit les correctifs sur la base des données cotes marines et non des données en m NGF. Pour Bénodet, nous renvoyons au rapport de réponse au PV synthèse du commissaire enquêteur pour le PPRL2.

Sur Lesconil, pour le secteur S22 et donc le tronçon TR16, la modification du correctif sur la base des données du SHOM de 2011 utilisé par Egis, en cohérence avec les autres secteurs du PPRL, amène à augmenter la cote de l'évènement de référence de + 12 cm supplémentaire (le correctif passant de +0.05 à +0.17m). cependant, le TR16 ne présente aucun phénomène de submersion et la mise en œuvre d'un correctif plus élevé de 12 cm ne présente aucune incidence.

2.3.8 Les niveaux d'eau dans les estuaires sont simplifiés, sans vérification

Remarque étude CASAGEC

Pour les estuaires, une approche simplifiée a été mise en place pour déterminer les niveaux d'eau (p. 76 du rapport de phase 2 du PPRL-1). Cette approche est « à dire d'expert » sans se baser sur des observations ou à minima sur des modèles numériques. Le potentiel d'erreur sur ces secteurs est donc important. Il aurait été nécessaire de mettre en place un modèle numérique pour analyser la répartition des masses d'eau sous l'influence de conditions de tempêtes.

Réponse

Les estuaires étudiés sont uniquement les embouchures sous influence maritime prédominante. La mise en place de modèle numérique couplant débit des cours d'eau et niveau marin, indispensable pour la partie des estuaires sous-double influence, est inutile ici.

2.3.9 Aucune validation des modèles n'a été mise en place

Remarque étude CASAGEC

Il est reproché le manque d'étape de calage de la méthode sur la base de mesures, observations, laisses de tempête, emprises de submersion...

Réponse

Une étape de calage aurait effectivement été nécessaire. Il n'est cependant pas possible d'effectuer de validation/calage des niveaux puisque pour les tempêtes historiques en question, nous ne disposons uniquement que des données de niveaux d'eau du marégraphe de Concarneau et pas d'observations en d'autres points de la côte. Le manque d'observations d'événements historiques, permettant de valider l'étape de calage, est courant dans le cadre de ce type d'études.

Remarque étude CASAGEC

Pour le PPRL-1, les incertitudes et les marges de sécurité se cumulent. L'évènement marin de référence (tempête du 10 mars 2008, de période de retour estimée supérieure à 100 ans) est finalement supérieur de plus de 60-100 cm par rapport à la mesure maximale enregistrée (4,63 m NGF à Penmarc'h contre 3,58 m NGF enregistré au marégraphe de Concarneau). Si ces différences sont justifiées, il aurait été nécessaire de le démontrer via des comparaisons avec des observations.

Réponse

L'écart entre la cote retenue pour l'évènement de référence à Penmarc'h (4,63m NGF) et le niveau de 2008 enregistré au marégraphe de Concarneau (3,58m NGF) n'est pas comparable.

Pour comparer ces 2 cotes, il est déjà nécessaire de supprimer la marge de prise en compte de l'élévation du niveau marin (20 cm) et de la prise en compte des incertitudes (25 cm).

Ensuite, tous les calculs amenant à la définition précise de la cote de l'évènement de référence ont été détaillé dans le rapport de phase 2.

En l'occurrence, on peut exprimer, de manière très synthétique, que le site de Penmarc'h est bien plus exposé au setup que Concarneau et les niveaux de PMVE sont également bien plus hauts.

2.4 Calcul des franchissements par paquets de mer

Remarque étude CASAGEC

Le calcul des franchissements par paquets de mer s'est fait avec les résultats de la chaîne de calcul décrite ci-avant. Les formules de calcul (Eurotop, 2007) sont en accord avec l'état de l'art et semblent être bien appliquées.

Cependant, les résultats des calculs ne sont pas détaillés :

- Ils sont donnés uniquement par secteurs homogènes, or il existe de nombreuses discontinuités dans les secteurs censés être homogènes (accès plage, récifs, ouvrages de protection hétérogènes...),
- Ils sont donnés uniquement pour 3 classes

Réponse

Le découpage de secteur homogène est adapté à l'échelle du PPRL et à la morphologie littorale ainsi qu'à la typologie des protections.

Une descente d'échelle à la parcelle ou même à chaque type de protection de parcelle n'est pas adaptée à l'échelle de réalisation de ce PPRL qui est au 1/5000^{ème}. C'est pour cela que des méthodes simplifiées sont préconisées dans les guides PPRL et nous avons suivis ces méthodes simplifiées.

Concernant les 3 classes de franchissements : idem remarque ci-avant.

Quant aux cas des tronçons SC7a et SC7B1, il est pris en compte conformément au guide PPRL l'élévation future du niveau de la mer ce qui explique que les résultats peuvent être différents de ceux observés lors de la tempête prise en compte par CASAGEC.

Remarque étude CASAGEC

De plus, aucune validation de la méthode n'a été présentée. Cette méthode de calcul est pourtant très sensible et il est nécessaire de comparer les résultats par rapport à des événements historiques récents. Il existe de nombreux événements récents qui sont suffisamment documentés pour réaliser un calage (Saint-Guénolé 2014, port de Kerity 2014, plage de Langoz 2014...) avec des emprises de submersion dans des cuvettes ou des rues situées en arrière des protections.

Réponse

Enfin, CASAGEC fait référence à des validations d'évènements se basant sur des données 2014 alors qu'à la date de rédaction du PPR ces données n'étaient pas disponibles et qu'elles sont de plus incomplètes et n'auraient pas permis la validation.

3. Modélisation de la submersion à terre – Caractérisation de l'aléa

3.1 Evaluation des méthodes et discussion

3.1.1 Remarques générales

Remarque étude CASAGEC

L'analyse de la géomorphologie des cordons dunaires et des digues existants sur le littoral d'étude du PPRL-1 est faite à partir du levé topo-bathymétrique du LIDAR de mars 2012 (rapport de phase 2 du PPRL-1 p. 126, 190,...). Pourtant, ces données ont été actualisées et la base de données Litto3D® 2014 est disponible gratuitement sur l'espace de téléchargement « data.shom.fr ».

Il est donc fort probable que des secteurs aient été modifiés entre les deux levés. Il aurait été nécessaire de prendre les données les plus récentes, étant donné qu'elles étaient disponibles.

Réponse

En effet, les données LIDAR utilisées par CASAJEC ne correspondent pas à la version utilisée dans le cadre du PPRL29

La version LIDAR 03/2012 a été utilisée, seule version terrestre valable au moment de la réalisation du PPRL29.

Il est sorti en 2014 une version bathymétrique disponible sur le SHOM. Cependant, la partie terrestre de cette version, n'avait pas subi de traitement adéquat en 2014 et pouvait, donc, naturellement présenter des incohérences. C'est ce qui a d'ailleurs été formulé par le Conseil Départemental, comme préconisation d'utilisation des données du LIDAR 2014 disponibles sur le site du SHOM.

Casagec a donc utilisé cette base de données, mais nous ne savons pas si ce traitement a été réalisé depuis.

Le LIDAR 03/2012 reste donc la référence utilisée pour le PPRL29.

3.1.2 La méthode de superposition topographique

Pas de remarque spécifique de CASAGEC.

3.1.3 La méthode des modèles à casier

Remarque étude CASAGEC

La méthode des modèles à casier se résume à une répartition des volumes d'eau dans le bassin de risques. Une analyse de la topographie est réalisée pour repérer les obstacles aux écoulements (cf. rapport de phase 2 du PPRL-1 p.188) et les prendre en compte dans la modélisation.

Cependant, les résultats indiquent que dans la plupart des cas du PPRL-1, les modèles à casier reviennent à faire de la superposition topographique.

Réponse

La superposition topographique est réalisée soit, lorsqu'il n'existe aucun doute sur le remplissage de la zone basse, soit lorsqu'on observe une topographie montante.

Auquel cas, il est possible de réaliser un transfert de cote via un logiciel SIG ou Global Mapper.

En effet, à partir d'une loi de seuil qui définit le volume d'eau entrant et d'un outil de traitement des lois hauteur /surface, il est possible de réaliser la même cartographie qu'avec un modèle à casier.

L'outil de modélisation à casier a été utilisé pour son ergonomie.

Cette méthodologie étant, bien sûr, valable uniquement si la zone basse ne présente pas de contrainte à l'écoulement des eaux, ayant comme conséquence d'engendrer des écarts de cotes d'eau entre 2 zones. Ce postulat est respecté sur tous les modèles à casiers qui ont été réalisés. Nous répondrons à la remarque de CASAGEC sur Lodonnet dans le paragraphe à suivre.

Remarque étude CASAGEC

Dans de nombreux cas, un modèle 2D aurait été nécessaire pour bien représenter la submersion à terre.

Par exemple, sur le secteur de la plage de Lodonnet, la méthode de modélisation par casier n'est pas adaptée ou n'a pas été bien mise en place car la propagation de l'onde de submersion aurait dû s'arrêter à minima à la route de Larvor, où l'altitude de la chaussée est située à 4,6 m NGF, supérieure à la cote d'eau finale. Par conséquent, la cote d'inondation annoncée à 4,23 NGF ne peut passer ce point haut (cf. figure ci-dessous).

De plus, cette erreur se retrouve dans le zonage réglementaire.

Réponse

CASAGEC annonce que le modèle 2D aurait été plus adapté que le modèle à casier dans de nombreux cas.

Cependant, seul le secteur de Lodonnet est cité ici en exemple dans ce paragraphe. Les éléments de réponse à cette remarque sont présentés au chapitre 4.3.3 du présent rapport.

On note également dans le reste du rapport une demande de mise en place de modélisation 2D sur le secteur de Ster Kerdour / Sables Blancs. Les éléments de réponse à cette remarque sont présentés au chapitre 4.3.5 du présent rapport.

3.1.4 La méthode de modélisation bi-dimensionnelle

3.1.4.1 Le modèle utilisé

Remarque étude CASAGEC

Le logiciel « InfoWorks Rs » de la société Innowyze est présenté comme étant « destiné aux rivières ou système de rivières » (source : Innowyze).

On peut alors s'interroger sur la capacité de ce logiciel à bien effectuer le travail de modélisation côtière.

Réponse

La rupture d'une digue maritime présente le même mécanisme que la rupture d'une digue fluviale car que ce qui se passe en arrière (inondation) est absolument identique et répond aux mêmes équations.

Par ailleurs ce même outil de modélisation a notamment permis de réaliser les études visant à définir les protections de Charente maritime suite à l'évènement Xynthia.

Enfin, la **Suite InfoWorks** éditée par Innowyze est n°1 mondial du marché des logiciels de modélisation dans le cycle de l'eau et représente l'état de l'art actuel de ces modèles.

Remarque étude CASAGEC

De plus aucune calibration ni de validation n'a été réalisée dans le cadre de cette étude.

Réponse

Nous renvoyons à la réponse du chapitre 3.1.4.7 qui expose la même remarque.

3.1.4.2 Les maillages et modèles numériques de terrain

Remarque étude CASAGEC

Les maillages utilisés ne sont pas présentés dans le rapport. Seules, quelques indications sur la taille des mailles sont données mais elles ne suffisent pas pour évaluer la bonne représentation du terrain réel.

Réponse

En effet, seule la taille des mailles est fournie. La visualisation sur un A4 n'apportera pas de plus-value, par rapport à l'information sur la taille des mailles. Seul le fichier brut peut apporter des éléments d'analyse.

La taille des mailles est adaptée aux zones d'écoulement et aux zones de stockage. Elles sont plus lâches dans les zones de stockage (15m maximum) et sont resserrées dans les zones d'écoulement (entre 2 et 5m).

3.1.4.3 Représentation des entrées d'eau par les brèches ou les surverses

Remarque étude CASAGEC

Les volumes d'eau injectés dans les bassins de risques, qu'ils soient issus d'une surverse ou de l'ouverture d'une brèche, sont calculés par une loi de seuil basique. Ces formules appliquées prennent en compte la hauteur d'eau variable dans le temps, la cote d'arase et un « coefficient de débit ».

Cette méthode permet uniquement de faire rentrer de l'eau et en aucun cas l'eau ne peut sortir. De récentes études (Kai Li et al., 2013, Bertin et al., 2012 et Dugor et al. 2014) ont montré que la modélisation des propagations d'ondes de submersion à terre peut engendrer des surestimations si un couplage rigoureux n'est pas effectué entre le modèle maritime et le modèle terrestre. En effet, lors de l'ouverture d'une brèche de 100 m ou d'une ruine généralisée de digue ou de cordon dunaire de plusieurs centaines de mètres, un volume d'eau considérable (plusieurs centaines de milliers de m³) est déversé dans la partie terrestre. Il est donc nécessaire de s'assurer que la frontière océanique du modèle soit placée suffisamment loin du secteur de submersion pour prendre en compte les phénomènes de pertes de charges hydrauliques. La méthode de ces lois de seuil ne prend absolument pas ce phénomène en compte.

Dans le PPRL-1, les pertes de charge hydraulique proches des défaillances ne sont pas prises en compte. L'onde de submersion est donc surestimée.

Réponse

Les modèles 2D mis en œuvre prennent en compte ce phénomène de perte de charge hydraulique dans la brèche. Les limites des modèles sont adaptées avec un calage de la frontière océanique placé suffisamment loin du secteur de submersion pour rendre compte de ces phénomènes.

Les modèles qu'ils soient à casier ou 2D, permettent bien entendu, de faire rentrer et sortir l'eau. C'est d'ailleurs ce phénomène qui permet sur le secteur de Ster Kerdour de présenter un niveau d'eau à terre inférieur au niveau d'eau en mer ; l'eau ressortant par la brèche de la digue de Ster Kerdour.

Remarque étude CASAGEC

En ce qui concerne les tests de sensibilité sur les systèmes de protection, on peut dire que les différences observées sur les résultats de ces tests montrent des différences non-négligeables dans les volumes entrants, notamment pour la dynamique de rupture. Cela confirme donc qu'il est très important de bien définir les modalités de rupture des structures de protection. Or, dans le PPRL-1, ces modalités sont fixes et communes à chaque défaillance, quelle que soit la nature de la protection ou les sollicitations hydrauliques appliquées sur celle-ci.

La littérature (Kortenhaus et al, 2009; Morris et al., 2005, 2006 et 2008; Dugor et al. 2014) montre pourtant que ces paramètres sont propres à chaque type de structure et sont également dépendant des sollicitations hydrauliques.

De plus, ces tests ont été appliqués uniquement sur le tronçon CD27 du bassin de risques de Penmarc'h Sud. Plusieurs tests auraient été nécessaires pour bien caractériser l'importance de ces paramètres.

Réponse

En effet, les tests de sensibilité ont montré que les 2 paramètres, pente de talus de la brèche et rugosité de la brèche présentent peu d'impact sur les volumes entrants (autour de 5% en moyenne de variation dans le volume).

Les tests de sensibilité ont également montré que le paramètre dynamique de rupture a une incidence plus marquée. La dynamique de rupture correspond à la durée d'affaissement du cordon. L'hypothèse retenue dans le cadre du PPRL est homogène pour toutes les structures et correspond à ½ heure entre le début et la fin de l'affaissement. Si l'on fait varier ce paramètre de l'ordre de 100%, à savoir un doublement de la durée d'affaissement (de 1/2h à 1h), on observe en effet des variations importantes (11% pour le CD27 par exemple, mais qui peuvent être plus ou moins importantes sur d'autres structure de protection et atteindre jusqu'à 20% de variation de volume).

Cependant, en ce qui concerne ce paramètre (impactant les volumes), il est important de préciser les points suivants :

- Tous les PPRL réalisés sur le territoire Français prennent en compte un temps d'affaissement des structures, inférieur ou égal à 1/2h.
- Nous confirmons, comme le spécifie CASAGEC dans son rapport, qu'il existe de la bibliographie sur le sujet, permettant de définir plus précisément les temps d'affaissement d'une structure de protection.

Cependant, pour cela, il est nécessaire de maîtriser « finement » 2 éléments :

- la connaissance exacte des cordons, y compris « interne » et du sous-sol (nécessitant des sondages)
- les sollicitations hydrauliques qui sont variables pour chaque évènement ; sachant que l'évènement qui va engendrer le volume d'eau entrant le plus important n'est pas obligatoirement celui qui va présenter les sollicitations hydrodynamiques les plus importantes.

Ces 2 éléments ne sont pas finement maîtrisés dans le cadre d'un Plan de prévention des risques littoral.

De plus, la rupture peut arriver rapidement (dans les prochaines années) ou dans quelques décennies, l'ouvrage et son « environnement immédiat » peuvent donc « évoluer ».

Pour ces différentes raisons, la simplification prônée dans le guide méthodologique du PPRL est donc nécessaire. Et la dynamique de rupture doit rester homogène à l'échelle de l'ensemble de ce PPRL et cohérente avec les autres PPRL. C'est pour cette raison que la durée d'1/2h a été retenue.

3.1.4.4 Représentation des franchissements par paquets de mer

Remarque étude CASAGEC

Les franchissements par paquets de mer sont intégrés simplement via une injection de volume d'eau supplémentaire dans le bassin de risques.

Les volumes ont été calculés par pas de temps de 30 minutes (cf. rapport de phase 2 PPRL-1 p.188) mais, comme les hydrogrammes, ils ne sont pas présentés dans les rapports du PPRL-1.

De plus et comme pour les volumes d'eau injectés par les défaillances, ces volumes d'eau sont uniquement rentrants et ne peuvent pas sortir du modèle. Or, dans le cas des franchissements par paquets de mer, les volumes d'eau importants déversés sur les quais repartent en majorité à la mer entre deux séries de vagues.

Des surestimations de volumes d'eau injectés sont également probables lors de cette étape de calcul. Pourtant, aucune validation de la méthode n'est présentée dans les rapports du PPRL-1.

Réponse

Sur les mêmes bases que la réponse précédente, nous affirmons que les modèles permettent de faire ressortir l'eau qui rentre.

Les franchissements qui rentrent dans une zone basse en ressortiront éventuellement via la brèche de la structure de protection ou alors via un réseau d'eaux pluviales.

Pour les franchissements qui ont lieu sur les quais ou tout autre zone plane, ce qui est le cas de la majorité du linéaire concerné par les franchissements sur le PPRL du Finistère, ceux-ci n'ont pas fait l'objet de modélisation.

En effet, la modélisation 2D n'aurait strictement rien apporté puisqu'elle a pour objet de modéliser les écoulements, et comme le signale CASAGEC, la majorité de ces volumes repart en mer entre 2 séries de vagues.

Ils ont donc été définis de façon empirique, via l'application d'une méthode forfaitaire de largeur de bande de franchissement en fonction de leur intensité, pour représenter la puissance du franchissement sur la cote (volume et distance possible de projection).

3.1.4.5 Coefficient de rugosité

Remarque étude CASAGEC

Des coefficients de rugosité sont attribués aux différents types de terrain submersible. Un test de sensibilité de ces coefficients a été réalisé avec + ou - 10% de leur valeur initiale. Les résultats donnent des variations de l'ordre de 2 % des niveaux d'eau en tout point du maillage (cf. rapport de phase 2 du PPRL-1 p.193).

Cependant, ces tests de sensibilité concernent uniquement le bassin de risques de Combrit / Ile-Tudy. Ce bassin de risques est rempli par deux ruines d'ouvrages (digue de Kermor : 530 m et cordon dunaire de la plage du Teven : 1050 m). Il est donc rempli très rapidement et les coefficients de frottement n'ont de ce fait pas vraiment d'influence. Il aurait été plus judicieux de réaliser les tests de sensibilité sur des secteurs où la lame d'eau se propage sur des longues distances planes et où la hauteur d'eau finale n'est pas importante. Ce test de sensibilité n'a pas d'intérêt.

Il aurait été nécessaire de réaliser ces tests sur des événements réels (Saint Guénoles 2014, Langoz 2014, Kervily 2014...).

Réponse

L'objectif de ce test avait pour but de démontrer le faible impact des variations de coefficients de rugosité sur les résultats.

En effet, il aurait dû être présenté un test sur une zone de stockage, comme proposé et un test sur une zone d'écoulement, ce qui n'a pas été fait.

Ces tests ont pourtant indirectement été réalisés dans le cadre du calage des zones d'écoulement des modèles 2D. Il s'agit des 2 zones d'écoulement de St-Guérolé et de Lechiaggat.

Les coefficients de rugosité ont fait l'objet de variation sur les routes notamment, qui représentent des axes majeurs d'écoulement. Les coefficients ont ainsi variés de 0.015 à 0,03, afin de retrouver des emprises de zones inondables et des hauteurs d'eau cohérentes avec les observations.

De la même manière, la représentation des bâtis dans les zones d'écoulement est importante et traitée au chapitre suivant.

3.1.4.6 Prise en compte du bâti

Remarque étude CASAGEC

Il est spécifié à la page 191 du rapport de phase 2 du PPRL-1 que « les modèles réalisés prennent en compte les zones bâties soit à l'échelle du bâtiment, soit à l'échelle de l'ilot de maisons par une modulation du coefficient de frottement en fonction du rôle de la zone dans l'écoulement des eaux ».

L'intégration des bâtiments dans le maillage n'est pas très claire. A la lecture du rapport, il semble que dans les zones urbaines denses, le bâti a été enlevé du maillage.

Dans ce cas, bien que l'écoulement puisse être largement modifié par la présence de bâtiments, ils sont eux-mêmes submersibles et représentent un volume de stockage non négligeable dans les zones urbanisées. Enlever le bâti dans une zone submersible revient à enlever des volumes de stockage, ce qui peut engendrer des surestimations importantes en termes d'emprise de submersion.

Réponse

En effet, la prise en compte des bâtiments est importante à la fois pour les zones d'écoulement et pour les zones de stockage.

Pour les zones d'écoulement, la représentation du bâti doit être adaptée en fonction des cas :

- Pour représenter des bâtiments surélevés par rapport au terrain naturel, qui ne seront pas inondés par la lame d'eau, alors il est préférable de sortir complètement les bâtiments du maillage
- Pour représenter des bâtiments qui permettent un passage d'eau, bien que très ralenti, les bâtiments doivent alors être conservés dans le maillage et leur porosité peut être adaptée.

Pour les zones de stockage, les bâtiments ont toujours été conservés dans le maillage afin, en effet, d'éviter de supprimer un volume de stockage et ainsi d'éviter de surestimer les cotes d'eau.

3.1.4.7 Validation des modèles

Remarque étude CASAGEC

Aucune validation des modèles n'a été réalisée.

Néanmoins, l'utilisation de modèles hydrauliques nécessite des étapes de calages et de validations, avec des observations réelles.

Il est dit à la page 192 du rapport de phase 2 du PPRL que les données sont insuffisantes pour réaliser un calage.

Pourtant les épisodes de tempêtes de l'hiver 2013/2014 ont provoqué de nombreux débordements, de nombreux franchissements par paquets de mer et des zones de submersion (centre nautique au niveau des dunes de Toul ar Ster, le port de Kerity, la pointe du phare d'Eckmül, le port de Saint Guénolé, la plage de Langoz, Le Centre-Bourg de l'Île-Tudy, la plage de Kervilzic...). Tous ces événements auraient pu être représentés par le bureau d'étude pour s'assurer que les outils mis en place sont bien calibrés pour représenter la submersion à terre.

De plus, au moins trois événements de l'hiver 2013/2014 ont une période de retour qui a été estimée égale ou supérieure à 100 ans. Ces événements sont bien renseignés, de nombreux témoignages, photos, mesures... ont été relevés et présentés dans les rapports du PPRL-1. Les conditions océano-climatologique sont également bien connues.

Le choix de ne pas effectuer ces étapes de validation permet au bureau d'étude de justifier les choix des hypothèses privilégiant les marges de sécurité importantes, en se référant au guide PPRL (cf. p. 192 rapport de phase 2 du PPRL-1).

Réponse

En effet, le problème du calage a été mis en évidence dans le rapport de phase 2 p.192. Nous avons extrait ci-après les éléments d'explication du rapport qui permettent de répondre à la question posée.

La mise en œuvre de modèles numériques demande en effet une phase de calage afin d'adapter l'ensemble des paramètres (frottement, résolution de la topographie, prise en compte du bâti, prise en compte des ouvrages de protection ou d'autres obstacles...) au site.

Idéalement, ce calage implique de recourir à l'exploitation d'un événement particulier fournissant des données d'entrée et des conséquences en termes d'inondation.

La phase 1 de ce PPRLN a permis de présenter de nombreux événements historiques de submersion.

Parmi ces événements recensés depuis les années 1850 et pouvant éventuellement permettre un calage, on peut séparer :

Les événements ayant engendré des conséquences majeures en terme de submersion, via des ruptures de structures de protection (de type cordon) :

- Ceux-ci sont anciens dans les mémoires et n'ont donc pas pu permettre la définition d'un contour de zone inondée ou de cote en m NGF.
- De plus, ces événements anciens n'ont pas fait l'objet d'enregistrement de conditions météoro-océanographiques.

En conséquence aucun calage ne peut être réalisé sur ces événements. C'est pourquoi seul des tests de sensibilité ont pu être réalisés. Ce sujet est abordé dans le chapitre 3.1.4.3 de ce présent rapport

Les évènements plus récents ayant engendré uniquement des submersions par débordement (et non rupture) ou franchissement par paquets de mer.

Pour ces évènements plus récents (mars 2008, hiver 2013/2014 notamment), les contours de zones inondées n'ont pas pu être rapportés à un des évènements incidents traités dans le PPRLN, y compris pour les inondations de l'hiver 2013/2014. Ceci s'explique d'autant plus en raison de la rapide succession des évènements.

Aussi, à défaut de détenir des données de calage, les modèles hydrauliques réalisés ont fait l'objet de d'une analyse critique des résultats au regard des contours de zones inondées cartographiées en phase 1.

Seuls 2 secteurs modélisés en 2D, remplissent les conditions d'une analyse critique : le secteur de St-Guénolé et le secteur de Lechiaggat. Ces secteurs sont concernés par les franchissements par paquets de mer.

Ainsi, par exemple l'analyse critique pour le secteur de St-Guénolé a été menée de la manière suivante.

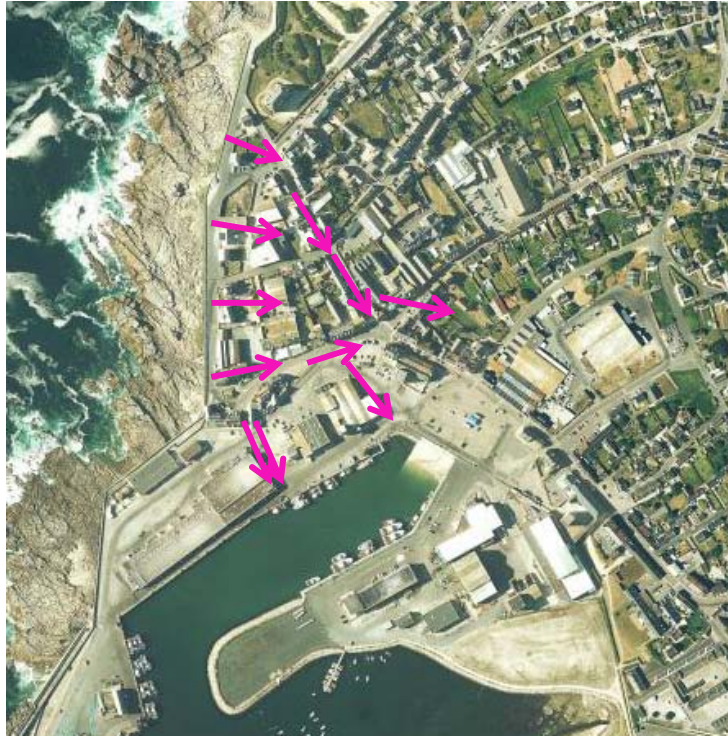
Un contour de zone inondée a pu être déterminé pour les évènements de l'hiver 2013 – 2014. Cependant, ce contour de zone inondable correspond à la somme des contours de l'ensemble des évènements de cet hiver 2013/2014 ; plusieurs ayant provoqués des franchissements par paquets de mer.

En ce qui concerne, la hauteur d'eau annoncée par les riverains. Celle-ci est très variable et non cohérente (entre 5 et 50 cm) sur la rue Francois Perron, un des axes d'écoulement principaux et il n'est pas possible de rattacher une hauteur d'eau à un des nombreux évènements de l'hiver 2013-2014. Aussi, la notion de hauteur d'eau ne peut être déterminante dans le calage.

Il reste donc uniquement la possibilité de caler en lien avec une emprise maximum de contour de zone inondable qui ne correspond pas pour autant à un évènement donné.

Sur le secteur de St-Guénolé, l'évènement le plus contraignant pour les franchissements correspond à mars 2008.

Aussi, il a été modélisé l'incidence à terre pour les franchissements calculés pour l'évènement de 2008 (évènement de référence moins les 20 cm de réchauffement climatique). Nous n'avons pas observé de différence majeure dans l'emprise de la zone inondable, qui reste cohérente dans l'ensemble avec celle de l'évènement historique. L'emprise est similaire à celle proposée dans la carte d'aléa. En effet, la variation de volume franchis n'entraîne pas de modification de l'emprise de la zone inondable, mais uniquement de la hauteur d'eau.



Cette réflexion montre la très grande difficulté de calage d'un phénomène de franchissements par paquets de mer.

NB : Nous rappelons que toutes les zones concernées par le franchissement par paquets de mer sur des quais ou des zones planes, n'ont pas fait l'objet de modélisation 2D, mais d'une définition par une méthode empirique. Nous renvoyons au chapitre 3.1.4.4. du présent rapport pour la représentation des franchissements par paquets de mer. Il n'y a donc pas de notion de calage et validation d'un modèle pour ces autres secteurs.

3.1.4.8 Incohérences sur les cartes d'aléa

Remarque étude CASAGEC

Sur les cartes d'aléas, il y a de nombreux secteurs où l'aléa submersion ne semble pas être connecté aux emprises de submersion (exemple sur la figure ci-dessous). On peut alors s'interroger sur la valeur des modèles mis en place par le bureau d'étude.

Réponse

Les outils utilisés correspondent, soit au SIG, soit au modèle casier, soit au modèle bi dimensionnel (2D) en fonction du fonctionnement hydraulique du bassin de risque.

Avec le SIG ou le modèle à casier, il s'agit de définir une cote à partir d'un volume d'eau entrant. L'outil répartit le volume d'eau dans une zone dont les contours sont définis manuellement. Une emprise de zone inondable est ainsi dessinée.

Il est précisé en effet dans le guide, qu'il doit être procédé à une vérification des connexions hydraulique afin d'éviter de représenter une zone en eau alors que celle-ci n'est pas en lien avec le phénomène de submersion.

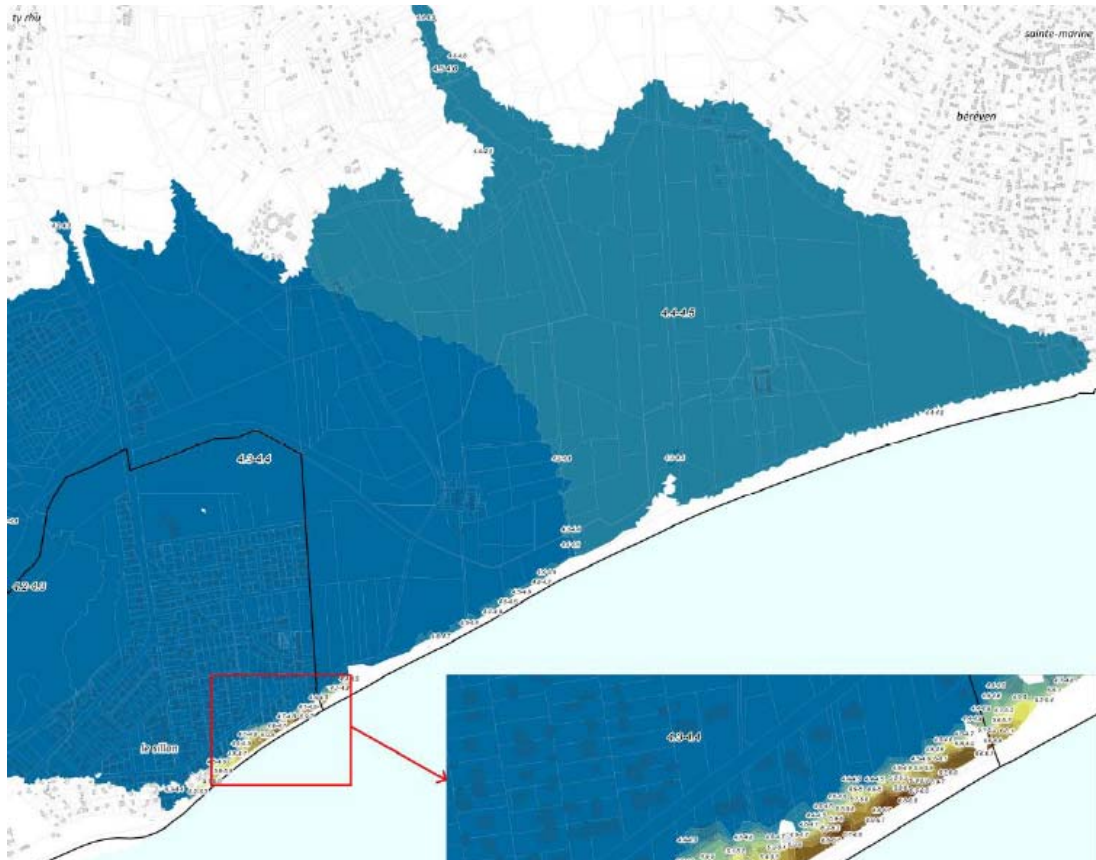
Ce nettoyage de la couche d'aléa a été fait manuellement, cependant, il s'avère qu'il reste de petites zones basses non connectées. Cette zone basse sera en effet supprimée. Pour autant, au vu de la précision du LIDAR, il existe encore de très nombreuses petites zones (de quelques m² ou are) qui ne pourront pas être nettoyées. A l'échelle du rendu au 1/5000^{ème}, elles ne sont souvent pas visibles.

3.1.4.9 Anomalies hydrauliques

Remarque étude CASAGEC

Bassin de risques de Combrit/ Ile-Tudy

Les cotes d'eau au Nord-est du bassin de risques sont supérieures à des cotes d'eau qui sont situées au droit de la défaillance (ruine du cordon dunaire CD3). Ces résultats paraissent surprenants et sont probablement dus à la disparition soudaine (1/2 heure) du cordon dunaire entier (1050 m) qui est physiquement impossible. De plus, les pertes de charge hydraulique n'étant pas représentées, les niveaux d'eau au niveau des défaillances ne sont pas réalistes.



Extrait de la carte des cotes d'eau sur le bassin de risques Combrit/Ile-Tudy

Réponse

La zone présentée sur la carte par CASAGEC ne correspond pas à la brèche du cordon mais à une zone de franchissements par paquets de mer sur le tronçon voisin. La remarque n'est donc pas fondée.

Remarque étude CASAGEC

Bassin de Risques de Ster Kerdour

La cote d'eau retenue dans le bassin de risques entier de Ster Kerdour est de 4,19 m NGF (cf. figure ci-dessous) alors que le niveau d'eau dans l'estuaire, en face de la digue de Ster Kerdour est de 4,05 m NGF. Il y a donc une incohérence hydraulique sur ce secteur.

Ce résultat incohérent est probablement causé par l'utilisation du modèle à casier sur ce bassin de risques.

Cette méthode n'est pas adaptée au secteur car le modèle à casier ne permet pas de représenter fidèlement les pertes de charges liées aux différentes frontières (estuaire et cordon dunaire) du bassin de risques.

Réponse

Cette remarque trouve sa réponse au chapitre 4.3.5 pour éviter les redites. Il s'agit également d'une remarque non fondée.

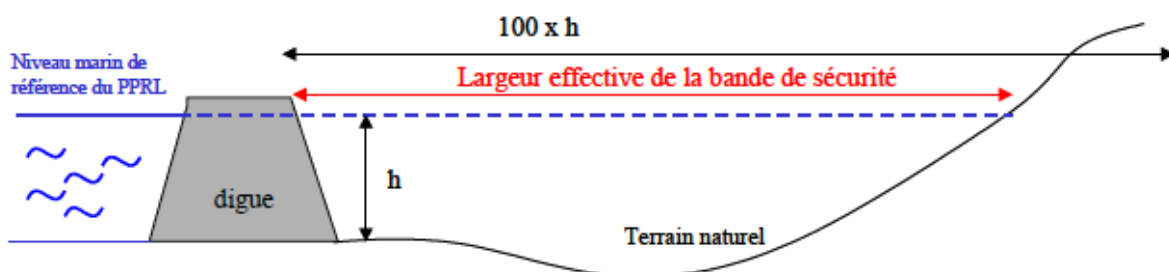
3.2 Evaluation des bandes de précaution

3.2.1 La bande de précaution liée aux ruptures d'ouvrages

Les bandes de précaution sont réalisées conformément à la méthode proposée dans le guide méthodologique.

Elles sont mises en œuvre derrière toutes les structures de protection contre la submersion marine jouant un rôle d'obstacle à l'écoulement et supposées faillibles (ruine ou brèche)

La méthode de détermination de la bande de précaution est empirique et conforme au guide méthodologique du PPRL. Le schéma joint en rappelle le principe.



En ce qui concerne la bande de précaution, **nous avons dans un premier temps (version 1 de la carte d'aléa) réalisé un tracé des bandes de précaution, à l'échelle du tronçon homogène. Cela signifie qu'il avait été défini une bande de largeur homogène sur l'ensemble d'un tronçon. Ce qui veut dire que les différences morphologiques au sein d'une même tronçon n'étaient pas prises en compte.**

En effet, le découpage très hétérogène des côtes a nécessité de déterminer des tronçons homogènes sur l'ensemble de la cote Finistérienne concerné par les PPRL pour permettre de définir les conditions maritimes entrantes (niveau / volume franchis), mais également de travailler sur les hypothèses prises en compte pour les structures de protection.

Cependant, bien que l'échelle de travail retenu soit le tronçon homogène, l'analyse des défaillances des structures de protection (dont la bande de précaution est une conséquence) a été analysé plus finement du fait des conséquences en termes d'entrées d'eau. Les résultats de cette analyse se sont traduits dans une seconde version des cartes d'aléas.

Nous avons donc défini une bande de précaution pour les systèmes de protection susceptible de subir des défaillances par rupture, en travaillant sur un pas d'échelle de 150m, qui a été adapté lorsque des grosses variations de topographie étaient observées. L'analyse des défaillances ne peut être réalisée via des outils informatiques. Elle demande obligatoirement l'approche d'un ingénieur. Une

méthodologie identique a été élaborée et mise en œuvre à l'échelle du PPRL pour identifier les mécanismes de défaillances et ainsi la possibilité d'une rupture brutale de structures justifiant la bande de précaution.

Elle représente avant tout un phénomène physique, qui correspond au risque de rupture de la structure de protection. En cas de rupture, il existe donc une onde qui se propage. C'est cette onde qui est représentée par un arc de cercle au bout de la structure de protection. Ces arcs de cercle ont également parfois dû être adaptés en fonction de la topographie.

Nous rappelons également que les données LIDAR utilisées par CASAGEC ne correspondent pas à la version utilisée par Egis.

Egis a utilisé la version LIDAR 03/2012, seule version terrestre valable au moment de la réalisation du PPRL29. Il est sorti en 2014 une version bathymétrique disponible sur le SHOM. Cependant, la partie terrestre de cette version, n'avait pas subi de traitement idoine en 2014 et donc pouvait naturellement présenter des incohérences.

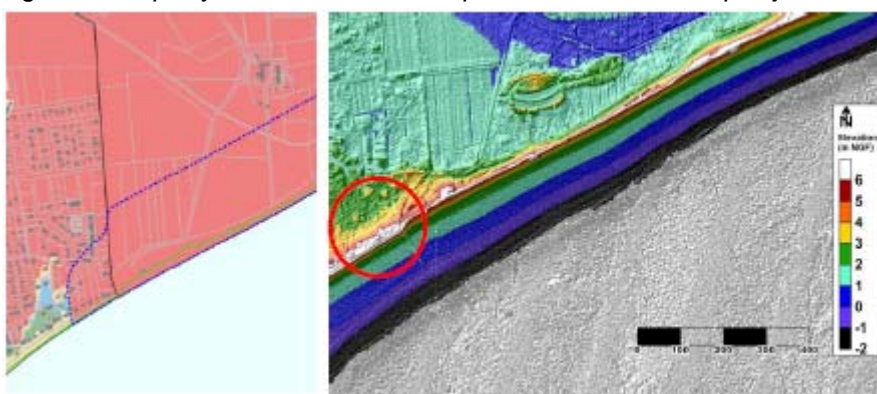
Casagec a donc utilisé cette base de données, mais nous ne savons pas si ce traitement a été réalisé depuis.

Le LIDAR 03/2012 reste donc la référence utilisée pour le PPRL29.

3.2.1.1 Dune de la plage du Teven

Remarque étude CASAGEC

La topographie sur le secteur localisé ci-après est haute et les risques d'écoulements violents liés à la rupture d'ouvrage ne sont pas justifiés. La bande de précaution n'est donc pas justifiée.

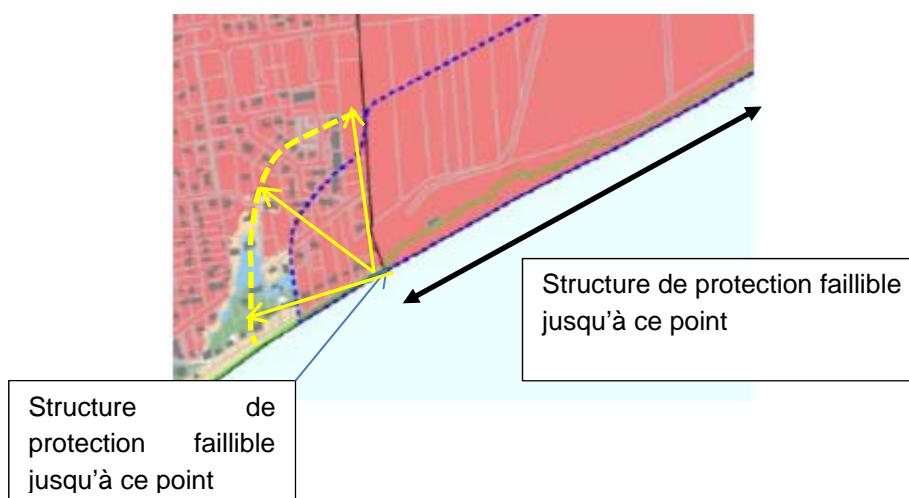


Réponse

Les risques d'écoulement violents sont justifiés, à partir du moment où l'on suppose que cet ouvrage est faillible, ce qui est le cas. La bande de précaution est mise en œuvre sur l'ensemble du système de protection.

Comme le précise le paragraphe 3.2.1 ci avant, les bandes de précaution sont arrêtées en arc-de-cercle.

La fermeture de la bande de précaution est en lien, justement, avec la topographie qui monte assez rapidement. La bande de précaution a été réduite sur ce secteur pour représenter ce phénomène. Elle aurait été plus grande dans le cas contraire (cf. zone en jaune).



Aucune modification de la bande de précaution ne sera prise en compte

3.2.1.2 Digue de Kermor

Remarque étude CASAGEC

La bande de précaution en arrière de la digue de Kermor fait environ 250 m de large. La largeur est justifiée mais elle visiblement trop étendue au Nord. Elle s'étend en effet sur des terrains plus hauts, qui ne sont pas soumis à des risques de fortes dynamiques de submersion en cas de rupture.



Réponse

La zone signalée (cercle rouge) correspond à une partie de terrain naturel, contiguë à la digue. Ce terrain naturel est plus bas que la digue. Il représente justement un point de fragilité du système de protection. En cas de submersion, l'écoulement se concentrera d'abord sur ce premier point et donc présentera de très fortes vitesses d'écoulement.

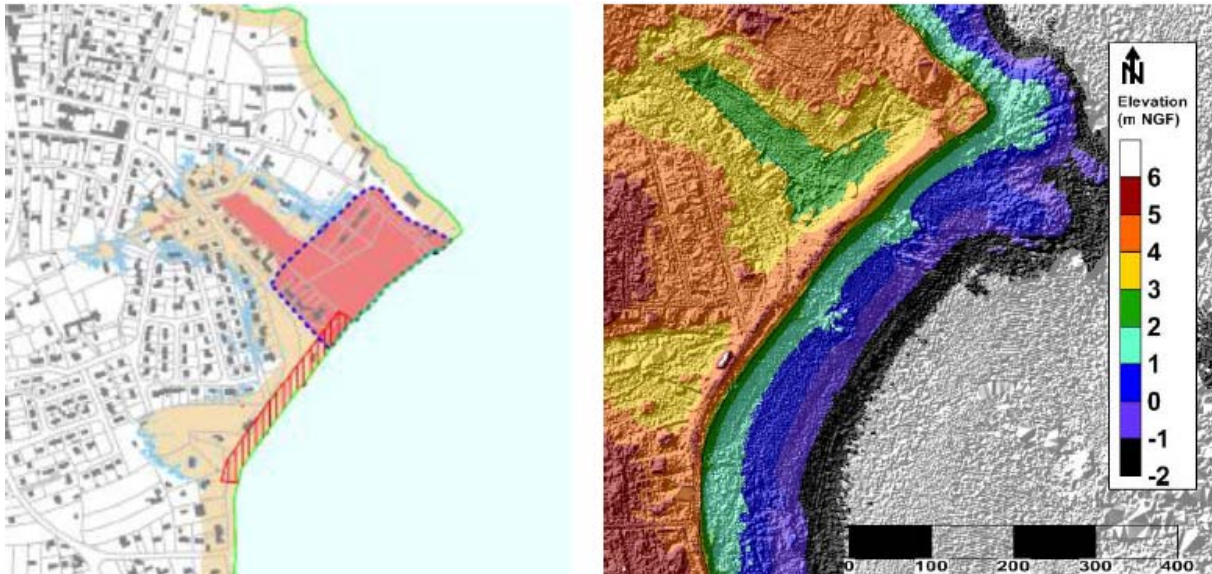
Pour ces 2 raisons, ce petit secteur a donc été intégré à la bande de précaution.

Aucune modification de la bande de précaution ne sera prise en compte

3.2.1.3 Port Larvor

Remarque étude CASAGEC

La bande de précaution en arrière de la plage de Langoz fait environ 150 m de large. La largeur est constante alors que la topographie en arrière du cordon de protection ne l'est pas. La largeur de la bande de précaution devrait donc tenir compte de cette variation de topographie, ce qui n'est pas le cas.



Réponse

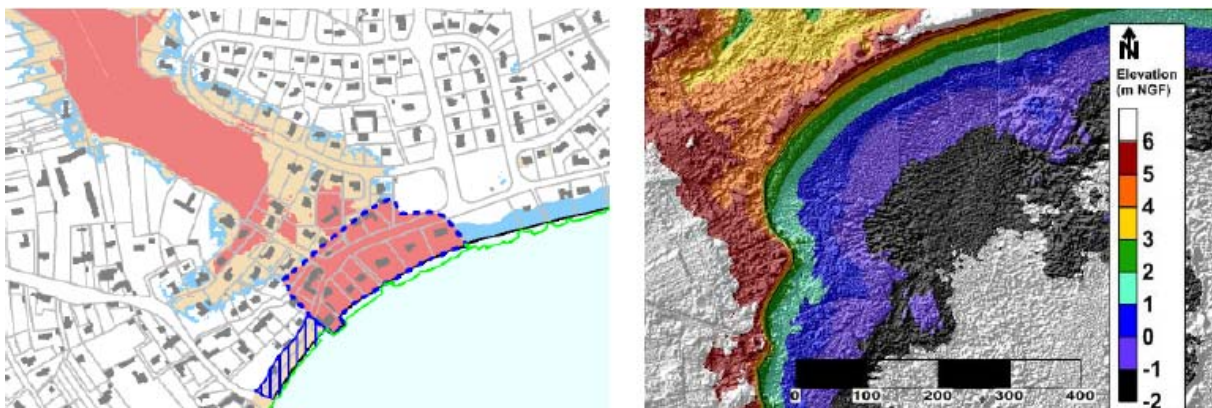
Sur ce secteur, il aurait en effet été opportun de mieux prendre en compte les variations topographiques pour établir la bande de précaution.

La bande de précaution sera modifiée dans la carte d'aléa n°10 ; le zonage réglementaire sera modifié si nécessaire.

3.2.1.4 Lodonnec

Remarque étude CASAGEC

La bande de précaution en arrière de la plage de Lodonnec fait presque 100 m de large. Cependant, la topographie sur ce secteur est haute et les risques d'écoulements violents liés à la rupture d'ouvrage ne sont pas justifiés. CASAGEC réfute donc la mise en œuvre de la bande de précaution sur ce secteur.



Réponse

Nous renvoyons aux hypothèses des structures de protection (cf.4.3.3) qui justifie le risque de défaillance de cet ouvrage et qui donc engendre la mise en œuvre d'une bande de précaution. En effet, nous rappelons que la mise en œuvre de la bande de précaution, sujet de ce chapitre de remarque, est liée à l'hypothèse de défaillance des systèmes de protection.

Aucune modification de la bande de précaution ne sera prise en compte

3.2.1.1 Ster Kerdour

Remarque étude CASAGEC

La forme de la bande de précaution ne correspond pas à la topographie du terrain en s'étendant de manière plus large au nord

Réponse

La bande de précaution de Ster kerdour reprend à la fois celle du cordon dunaire et celle de la digue de Ster Kerdour ce qui justifie sa forme (cf. schéma ci-après).



Remarque étude CASAGEC

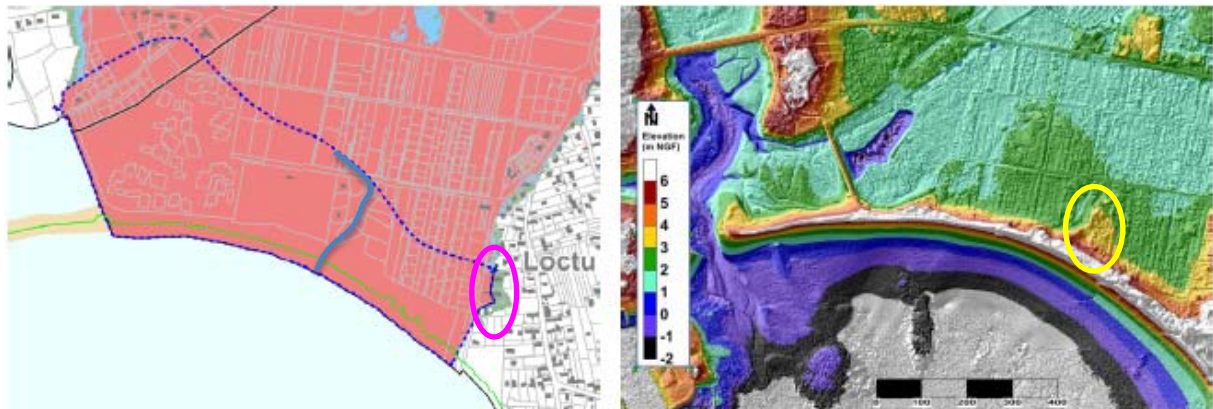
Sur la partie Sud, la bande de précaution s'étend également derrière des dunes qui sont élevées et larges. Ces secteurs de cordons dunaires résistent à l'évènement de référence (cf. rapport de phase 2 de PPRL-1). De plus, si le cordon dunaire, ce sera forcément en premier sur la partie Ouest (plus fragile) et donc les écoulements violents liés à la rupture auront lieu uniquement sur le secteur Ouest de la dune.

Réponse

En effet, la partie Ouest est plus résistante, et le cordon dunaire ne fait d'ailleurs pas l'objet de brèche sur le tronçon CD12 situé à l'Ouest.

On observe en effet une zone topographiquement plus élevée (zone entourée en jaune), qui ralentit les vitesses d'écoulement.

La bande de précaution sera donc modifiée sur la partie Est du cordon dunaire. La bande viendra s'arrêter sur la zone topographiquement plus haute (cercle en jaune sur la carte de droite) et prendra la forme approximativement dessinée en bleu sur la carte de gauche.

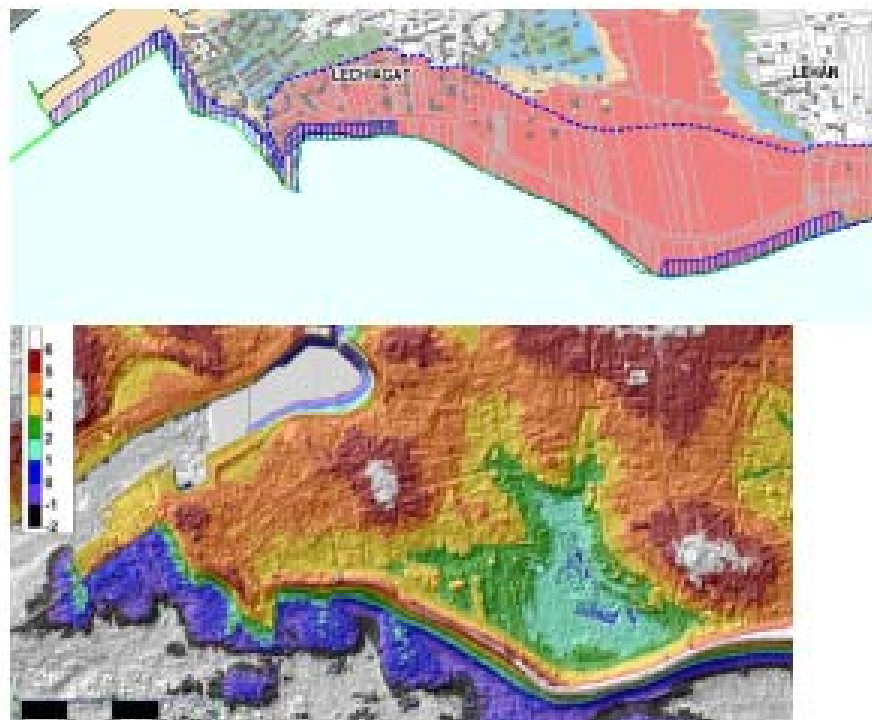


La bande de précaution sera modifiée dans la carte d'aléa N°7 et 9 sur laquelle on voit apparaître cette bande ; le zonage réglementaire sera modifié en conséquence.

3.2.1.2 Léchiagat

Remarque étude CASAGEC

A l'Ouest de la commune de Tréffiagat, la bande de précaution s'étend sur la zone urbaine, derrière la plage de Porz Treillen. Pourtant, sur ce secteur, les terrains sont plus hauts et ne sont pas soumis aux fortes dynamiques de submersion via une rupture de protection côtière. L'extrémité Ouest de cette bande de précaution n'est donc pas justifiée.



Réponse

Casagec laisse sous-entendre qu'il n'y a pas de structure de protection contre la submersion marine sur ce secteur (terrain plus hauts). Nous confirmons l'existence d'un cordon dunaire confortée susceptible d'être endommagé (cf. explication § 4.4.3) et maintenons l'hypothèse d'une brèche de 100m sur la partie ouest du tronçon et donc d'une bande de précaution associée.

Aucune modification de la bande de précaution ne sera prise en compte

3.2.1.3 Port de Kerity

Remarque étude CASAGEC

Au niveau du port de Kerity, l'extrémité Ouest de la bande de précaution dépasse la digue Est du port. De plus la bande de précaution fait environ 200 m de large, cela ne semble pas correspondre à la topographie.

Réponse

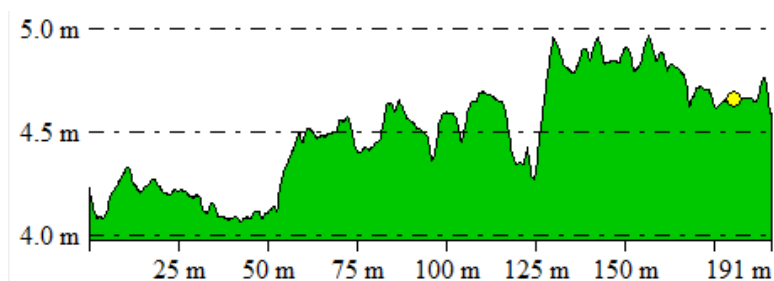
La brèche correspondant au tronçon de cordon dunaire CD29 a été positionnée à l'extrémité Est du cordon.

Au regard de la position de la brèche, et du principe d'onde de submersion en cas de rupture, la bande de précaution aurait été en théorie celle signalée en jaune via les flèches.

Cependant, au vu de la topographie montante (cf. profil en travers sur la base du trait rose), nous avons réduit la largeur de la bande de précaution sur ce secteur, dans la limite de la prise en compte du risque.



En effet, après avoir considéré les arguments fournis, il paraît opportun de reconsidérer la bande de précaution. Elle sera retravaillée sur le principe du contour en bleu, car après une nouvelle visite de site, il apparaît en effet non adapté de prendre en compte le quai de l'autre côté de la digue, car celui-ci présente une topographie montante (cf. profil en long en rose sur la carte, présenté ci-après).



Profil en long signalé en rose sur la carte

La bande de précaution sera modifiée dans la carte d'aléa n°3 ; le zonage réglementaire sera modifié en conséquence.

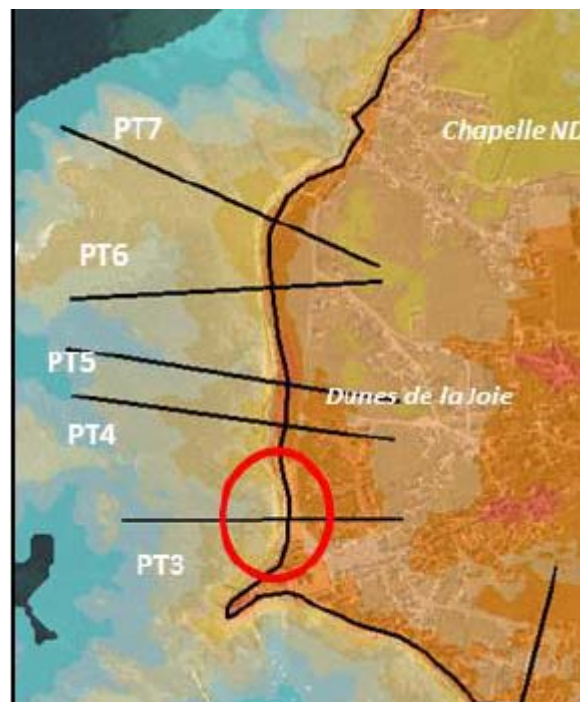
3.2.1.4 Dunes de la Joie

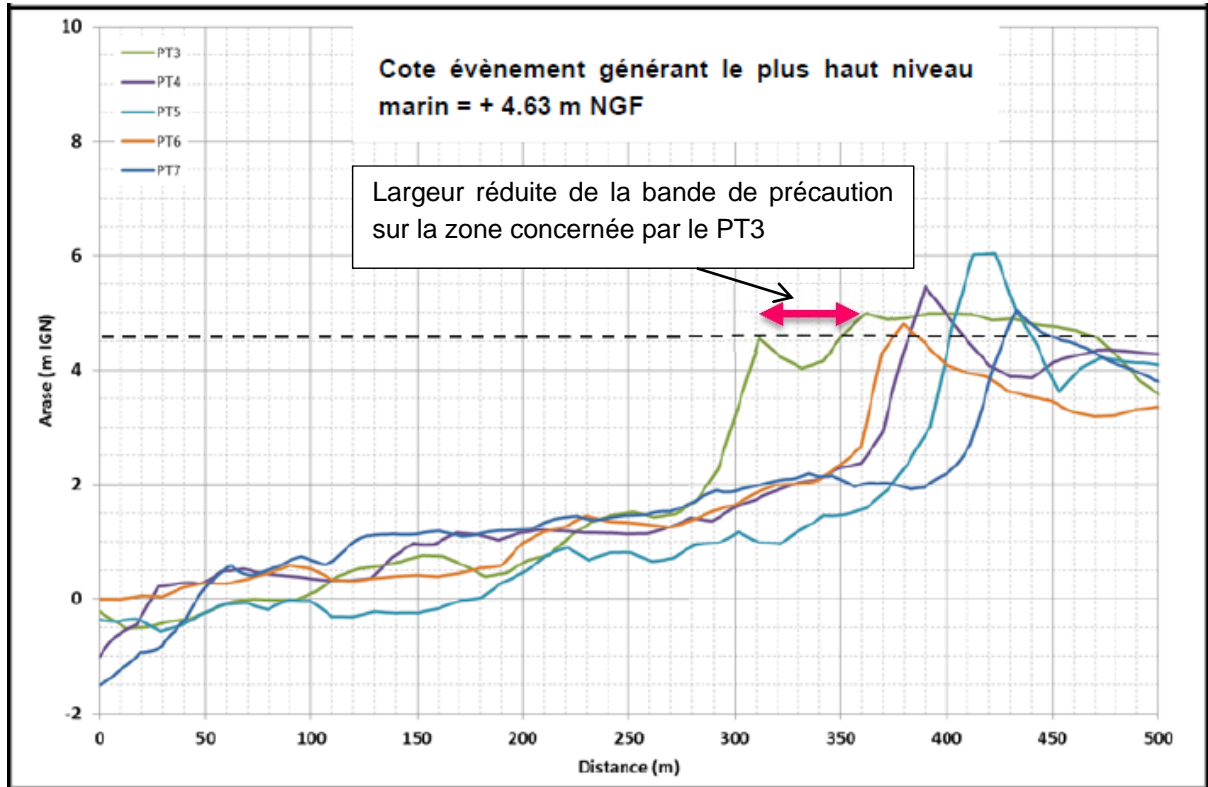
Remarque étude CASAGEC

Le terrain naturel est à la même hauteur que la crête des cordons. Ce ne sont donc pas forcément des ouvrages de protection. Le risque de rupture ne permet pas d'envisager des survitesses. La bande de précaution n'est donc pas nécessaire

Réponse

Les profils ci-après PT 4, 5, 6 et 7 montrent clairement l'existence d'un cordon dunaire. En cas de rupture de ces systèmes de protection très minces, il y aura donc un effet de survitesse. Seul le profil PT3 met en évidence, en effet un risque de survitesse uniquement entre le petit bout de cordon dunaire et la zone topographiquement plus haute située en arrière immédiat (cf. profil en travers figure ci-après). C'est pour cette raison que la bande de précaution a d'ailleurs été circonscrite entre le littoral et la zone topographiquement plus haute.





Aucune modification de la bande de précaution ne sera prise en compte

3.2.2 La bande de précaution liée aux vagues

3.2.2.1 Remarques générales

Nous listons ci-après les remarques de l'étude CASAGEC communes aux différents tronçons et formulons les réponses associées.

Nous ne répondrons pas à nouveau à ces remarques pour chacun des tronçons sous détaillés dans les paragraphes suivants.

CASAGEC émet à plusieurs reprises, un avis sur le calcul des vagues en pied d'ouvrages ou des volumes franchis en les définissant comme « probablement surestimés ».

Nous constatons que cette remarque n'est jamais appuyée d'un résultat de calcul permettant de justifier leur remarque.

CASAGEC s'appuie notamment :

- *sur le fait que le calcul réalisé utilise parfois des points beaucoup plus exposés que le tronçon qu'elle représente.*
- *Sur la critique de la formule de calcul utilisé (GODA), qui n'est applicable selon leur remarque qu'aux profils de plage rectiligne et homogène, ce qui n'est pas le cas sur les secteurs concernés.*

Nous renvoyons pour répondre à ces 2 remarques au chapitre 2.4. de ce présent rapport

CASAGEC fait également remarquer à plusieurs reprises que la bande de franchissement homogène sur l'ensemble d'un tronçon, n'est pas représentative de la réalité du littoral, présentant des ouvrages de protection hétérogènes.

La définition des bandes soumise aux chocs de vagues nécessite de connaître les caractéristiques des vagues à la côte ainsi que la géomorphologie des côtes et ses éventuelles protections. L'analyse qui permet de définir une exposition au chocs de vagues tient compte de ces caractéristiques. La largeur de cette bande a pas été modulée pour chaque tronçon. Une plus ample modulation nécessiterait des moyens qui ne sont pas en lien avec les objectifs et l'échelle de travail du document.

=.

Aussi, il est évident qu'une analyse fine des franchissements par paquets de mer sur ces tronçons dans le cadre d'une étude de génie côtier n'apporterait pas les mêmes réponses que ce PPRL.

3.2.2.2 Langoz SC7a

Remarque étude CASAGEC

CASAGEC, au-delà des remarques générales formulées dans le 3.2.2.1, précise que selon les retours d'expérience, aucun franchissement n'a jamais été observé sur ce secteur au vu de l'orientation de la cote, moins exposée.

Réponse

La non observation d'inondation historique ne peut justifier la non adéquation de la méthode ou de ses résultats. En effet, l'intérêt du PPRL est de s'intéresser à des phénomènes rares mais susceptible de se produire avec une certaine probabilité.

La bande de franchissement ne sera pas modifiée.

3.2.2.3 Langoz SC7b2

Remarque étude CASAGEC

L'observation de projection de galet n'est pas approuvée par la collectivité

Réponse

Aucune bande de « choc mécanique et projection » de galet n'a été localisée sur cette zone. Seule une bande de « choc mécanique » a été localisée.

La bande de choc mécanique ne sera pas modifiée.

3.2.2.4 Pointe de Kerafédé (SC7e)

Remarque étude CASAGEC

Il est observé que les dégâts ont lieu plutôt sur la façade sud, côté exposé aux vagues, et non nord de la pointe

Réponse

En effet la partie sud est soumise aux houles. Cependant, l'intensité des franchissements est également liée à la cote en m NGF de la côte. Cette cote est sensiblement plus basse sur la partie nord (6m) que sur la partie sud (8m) de la pointe. Aussi, les bandes de franchissement sont totalement cohérente.

La bande de franchissement ne sera pas modifiée.

3.2.2.5 De la corniche de Penhador à la pointe de Kerafédé (SC9)

Remarque étude CASAGEC

Le secteur Sud de cette zone est peu soumis aux franchissements, bien plus protégé. Les calculs de franchissements déterminés sur ce secteur sont pourtant homogènes et probablement surestimés.



Réponse

La zone concernée peut faire l'objet de houle Sud / Sud-Est dont l'intensité permet de justifier le classement homogène de l'aléa sur ce tronçon. En revanche, la bande de franchissement a été emmené environ 40m trop loin sur les parcelles situées au bout de la pointe

La bande de franchissement sera modifiée sur la carte d'aléa n°9.

3.2.2.6 Du phare d'Eckmül au port de Kerity

Remarque étude CASAGEC

Le retour d'expérience montre que le secteur est soumis aux franchissements par paquets de mer. Cependant, la bande de franchissement d'une largeur de 50 m ne correspond pas toujours à la topographie locale.



Réponse

La topographie sur cette zone est très homogène depuis le port de Kerity au phare d'Eckmül et les franchissements présente partout une intensité supérieure à 100l/s/ml. De plus, si l'on regarde depuis la mer vers la terre, on observe une pente qui descend vers les zones basses situées en retrait.

La bande de franchissement ne sera pas modifiée.

4. Analyse du scénario de défaillance des ouvrages de protection

4.1 Remarques générales

4.1.1 Les hypothèses de formation de brèche

Remarque étude CASAGEC

Les communes n'ont pas été sollicitées suffisamment par le bureau d'études pour retrouver les éléments techniques des ouvrages de protection.

Réponse

Cette remarque n'est absolument pas justifiée. Plusieurs relances et demande de complément sur les ouvrages en place ont été effectuées. Les demandes de données ont été faites par la DDTM.

Remarque étude CASAGEC

Les vitesses de formation (1/2 heure) et le moment d'initialisation (PM – 1 h) des défaillances sont constants pour toutes les structures de protection quelles que soient leurs tailles, leurs caractéristiques et les sollicitations hydrauliques. La vitesse de formation des brèches d'une demi-heure a été choisie selon la bibliographie, pour les digues en terre. Or cette vitesse peut varier fortement en fonction de la nature des matériaux, selon qu'ils soient cohésifs ou non, selon la méthode de construction des digues (cf. section 3.2.4.3)...

Réponse

Nous renvoyons sur ce point à tous les éléments de réponses formulés dans le chapitre 3.1.4.3.

Remarque étude CASAGEC

La longueur des brèches est toujours égale à 100 m sinon ce sont des ruines. Or dans certains cas, la configuration des sites n'autorise pas de considérer des brèches de 100 m. Il est pourtant spécifié dans le guide PPRL de mai 2014, qu'il est possible de prendre en compte des brèches de 50 m.

Réponse

En effet il est précisé dans le guide méthodologique, qu'il est possible sous certaines conditions de réduire les brèches à une largeur de 50m.

La formulation du guide est la suivante : « dans le cas d'un ouvrage dit « résistant à l'aléa de référence » (cf. chapitre 6.2.2 de la circulaire du 27 juillet 2011 repris ci-dessous) et à condition que le gestionnaire fournisse les études techniques nécessaires, la largeur de brèche peut être inférieure à 100 m, sans toutefois être inférieure à 50 m. »

Cette formulation illustre la philosophie du PPRL.

Dans les cas qui nous occupent, nous avons analysé le risque de défaillance à l'aléa référence et nous l'avons justifié.

De plus, seules 2 structures, les digues de Ster kerdour et de Kermor présentent un gestionnaire qui gère l'ouvrage au sens d'une structure de protection (classement digue). Les autres structures de protection sont des cordons dunaires et ne présentent pas de gestionnaire du cordon en tant que structure de protection.

Enfin, pour les 2 digues de Ster Kerdour et de Kemor, l'ensemble des études techniques nécessaires à l'analyse complète des digues n'étaient pas disponibles (pas d'étude géotechnique sur la digue de Kermor (manque souligné dans l'étude de danger) et pas d'étude de danger sur la digue de Ster Kerdour).

Pour ces raisons, il a donc été retenu de partir sur une brèche conforme aux recommandations du guide méthodologique, à savoir 100m.

Remarque étude CASAGEC

Il n'est pas précisé quelles sont les cotes d'arase finales adoptées sur chaque défaillance. Il est simplement dit que les défaillances s'arrêtent au terrain naturel en arrière. Dans de nombreux cas, le terrain arrière peut être très différent que l'on soit directement en arrière de la crête ou à une distance de plusieurs centaines de mètres de celle-ci.

Réponse

Les cotes d'arase des digues ne représentent pas un sujet puisque les pieds des 2 digues de Kermor et Ster kerdour sont très clairement identifiés et homogènes sur l'ensemble de la digue.

En revanche, pour les cordons dunaires le choix des cotes d'arase a posé question lors de l'élaboration du PPRL.

Suite à une demande du CEREMA, Egis a travaillé sur la définition d'une cote d'arase à partir la stabilité interne des cordons. Après exploitation des formules de Lane et Blight (conformément à la demande du CEREMA), nous avons estimé que l'application de ces formules n'est pas adéquate pour le PPRL29 (pas de prise en compte des attaques liées à la houle dans la formule ni des volumes franchis, pas de prise en compte de la hauteur du cordon...). Cette appréciation de la cote d'arase via des éléments techniques justifiables n'est pas possible.

Comme pour la bande de précaution, la cote d'arase ne peut être définie via un outil informatique. Cette analyse est réalisée au cas par cas par un ingénieur à partir de l'analyse des profils en travers du tronçon de cordon. Sur chaque profil en travers (environ 1 profil tous les 150m, sur le même principe que la bande de précaution), une cote d'arase est définie à partir de la largeur du cordon et des ruptures de pente observées. Un choix est ensuite fait à l'échelle du tronçon, puisqu'une seule cote d'arase est ensuite définie homogène à l'échelle de la brèche ou de la ruine définie pour chaque tronçon.

L'analyse étant basée sur l'observation de la topographie, il a donc été réalisé des tests de sensibilité à la variation des cotes d'arase.

Il a été testé, sur chaque bassin de risque, des cotes d'arase différentes :

- La cote d'arase définie objectivement à partir de l'analyse des profils en travers
- Une cote d'arase équivalent à celle définie + 50 cm.

Dans la majorité des cas, la variation de la cote d'arase n'a aucun impact sur le niveau d'eau dans le bassin de risque. Ce niveau d'eau est similaire, soit parce que le volume de la zone basse est faible, soit parce que des ruines sont prises en compte sur des tronçons dont le linéaire est important.

Les seuls bassins de risque sur lesquels des variations de cote d'arase ont un impact sont ceux de Tréffiagat et Penmar'ch La Joie pour le PPRL1 avec des écarts sont inférieurs à 5 cm, donc négligeables à l'échelle du PPR.

4.1.2 La méthode FEMA

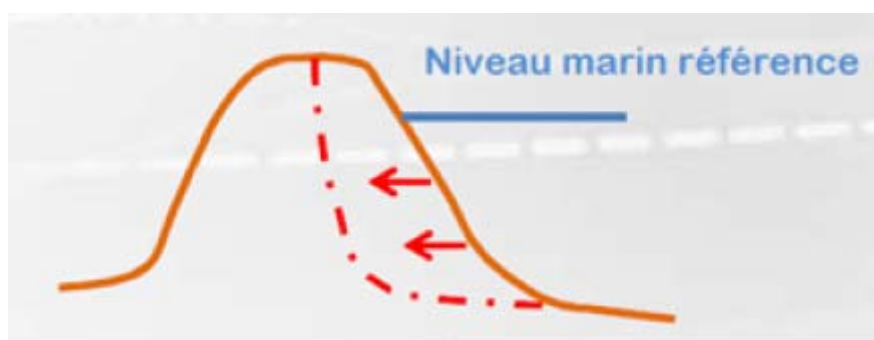
Remarque étude CASAGEC

La méthode du FEMA est dite « non applicable » et « ne présentant aucun sens physique ».

Réponse

Sur ce point, nous renvoyons au guide méthodologique du PPRL qui préconise la formule empirique de la méthode du FEMA, pour approcher le recul dunaire, p.49 du guide.

Cette méthode est adaptée pour les cordons dunaires naturels non protégés. Cette formule a été utilisée dans l'objectif d'écarter le risque de rupture du cordon par amaigrissement de celui-ci pour certains cordons dunaires anthropisés (protégés partiellement sur leur face avant et/ou supérieure), dont le recul pendant une tempête serait inférieur à celui touchant un cordon non protégé. Il s'agit d'un phénomène d'érosion de contact (cf. principe de l'érosion de contact sur le schéma ci-après).



4.2 ANALYSE DES DEFAILLANCES SUR LA COMMUNE DE L'ILE-TUDY

4.2.1 Ruine de la digue de Kermor (EST3)

Remarque étude CASAGEC

CASAGEC remet en cause le fait que les hypothèses de rupture de l'étude de danger de 2011 (brèche de 30 m par 1 m au moment de la surverse (3,8 m NGF) sur la partie Sud de l'ouvrage soit une brèche à mi-marée de 30 m par 1,5 m) n'ait pas été prises en compte.

De plus, d'après la méthode décrite dans le PPRL-1 sur le choix des défaillances des digues, les éléments techniques existants (études de dangers) auraient dû servir de base pour définir le scénario de brèche. Ce choix montre encore l'incohérence du scénario de défaillance et la volonté de prendre en compte la transparence des ouvrages.

Réponse

En effet, il a été fait le choix de ne pas retenir les hypothèses de l'étude de danger. Deux raisons à ceci :

- L'étude de danger se base sur des niveaux d'évènement de référence qui ne sont pas similaires à ceux du PPRL, avec 45 cm d'écart sur les niveaux. Ceci justifie pleinement de reconsidérer les hypothèses de défaillance.
- De plus, l'étude de danger mettait en évidence la nécessité de faire réaliser des études géotechniques complémentaires pour affiner l'analyse du risque.

Remarque étude CASAGEC

Il existe également une incohérence dans le scénario de défaillance du PPRL-1 qui prévoit une ruine de l'ouvrage 1h avant la pleine mer liée à la surverse car à PM-1h, le niveau de la mer est à environ 3,65 m NGF selon le marégramme fourni au R2.p82 et donc la surverse n'est que de 5 cm. Or d'après la méthode décrite dans le PPRL-1, la ruine de l'ouvrage s'effectue lorsque la surverse est supérieure à 20 cm.

Le scénario de défaillance appliqué à la digue de Kermor revient donc à considérer une transparence de l'ouvrage. Ce scénario n'est pas réaliste et surestime donc l'aléa submersion dans le bassin de risques en arrière.

Réponse

Le fait de supposer une ruine de l'ouvrage 1h avant la pleine mer ne revient pas à « supposer la transparence de l'ouvrage ».

Cette formulation correspond à un raccourci.

Il a en effet été retenu de choisir de manière homogène à l'ensemble du PPRL une rupture des systèmes de protection 1h avant la pleine mer de manière homogène.

Nous renvoyons pour ceci à notre réponse formulée aux chapitres 3.1.4.3 et au 4.1.1.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

4.2.2 Ruine du cordon dunaire de la plage du Teven (CD3)

Remarque étude CASAGEC

Le secteur est sensible et présente un réel risque de défaillance vis-à-vis de l'érosion de la face dunaire et du franchissement des vagues. Il est possible qu'une brèche apparaisse sur le point le plus sensible avant l'évènement de période de retour centennal.

Cependant, le scénario de ruine généralisée n'est pas adapté à ce cordon dunaire long de 1050 m.

Une brèche de 100 à 200 m, soit la longueur du secteur sensible, serait plus réaliste.

En effet, les règles de défaillances définies dans le guide des PPRL (MEDDE 2014) préconisent de séparer les secteurs homogènes. Or l'ensemble du cordon dunaire CD3, tel qu'il a été identifié par le bureau d'étude, présente des secteurs où la largeur et la crête de dune sont élevées et n'autorisent pas la formation de brèche à l'échelle d'une marée.

Réponse

L'analyse de la sensibilité à l'érosion de contact par la méthode du FEMA, démontre démontre un risque de rupture sur l'ensemble du tronçon y compris cette partie plus large avec une crête plus haute.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

4.3 ANALYSE DES DEFAILLANCES SUR LA COMMUNE DE LOCTUDY

4.3.1 Brèche sur le secteur de la plage de Langoz Nord (SC7b1)

Remarque étude CASAGEC

Le secteur est soumis aux franchissements par paquets de mer, notamment par la rue du phare. La zone basse en arrière constitue donc un bassin de risque potentiel.

Cependant, le scénario de brèche de 100 m n'est pas adapté à cette structure de protection aux regards de la configuration du site et des sollicitations hydrauliques.

En effet, le calcul des franchissements par paquets de mer réalisé par le bureau d'études donne des surverses et des volumes de franchissements supérieurs à 100 l/s/m. Ces valeurs sont probablement surestimées car :

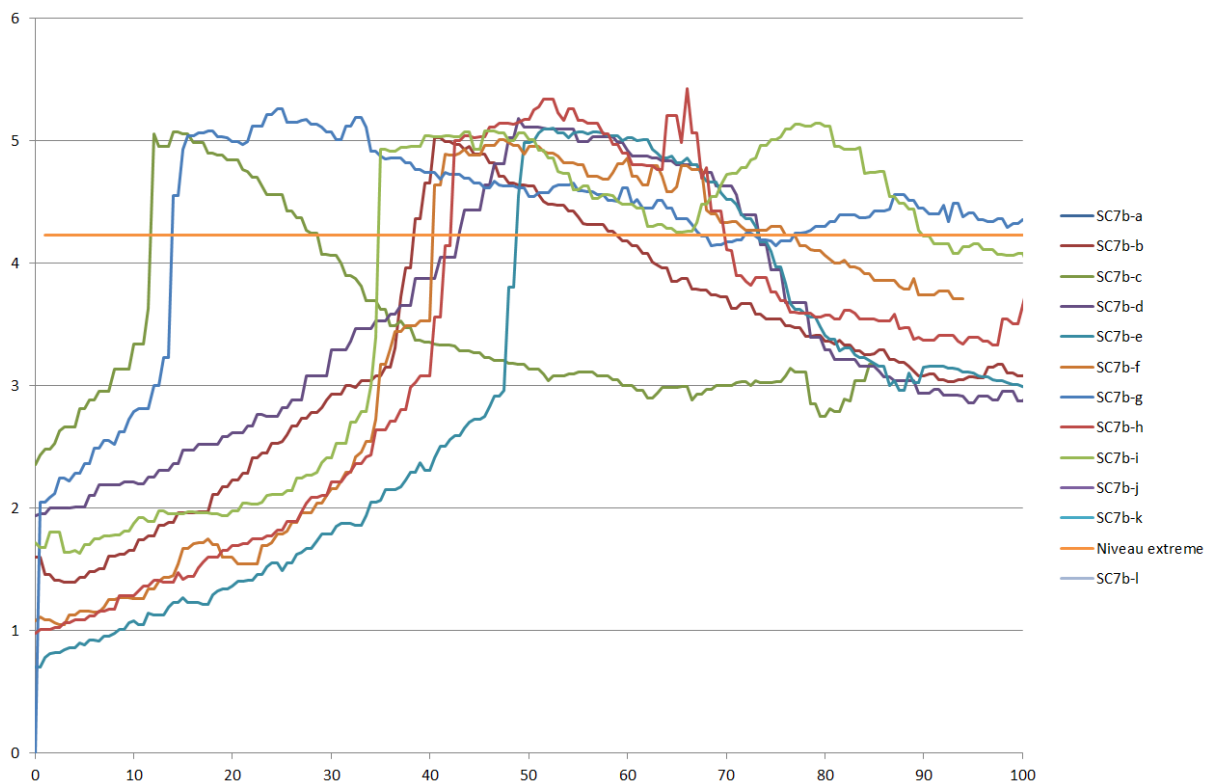
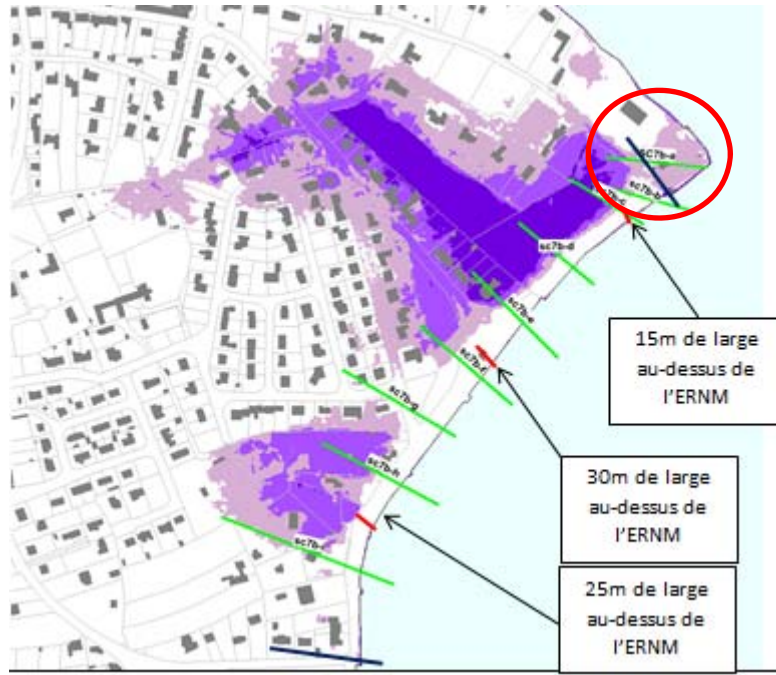
- L'analyse topographique du Litto3D © 2014 montre qu'il n'y a pas de surverse pour l'évènement marin de référence,*
- Le calcul de la hauteur des vagues en pied d'ouvrage est probablement surestimé. Le calcul réalisé par le bureau d'études utilise un point au large, beaucoup plus exposé (point S20 – rapport PPRL-1 phase 2 p.67) et situé à 180 m des côtes. La hauteur des vagues à ce point est ensuite ramenée au pied de l'ouvrage avec une formule empirique (Goda, rapport PPRL-1 phase 2 p.83). Cette formule est uniquement applicable aux profils de plage rectiligne et homogène, ce qui n'est pas le cas ici,*
- Le retour d'expérience montre qu'il a déjà été observé des franchissements par paquets de mer en 2014 mais que les volumes sont bien moins forts que ceux proposés par le bureau d'études. Il aurait d'ailleurs été nécessaire de réaliser un calage de la méthode de calcul des franchissements par paquets de mer avec les évènements de l'hiver 2014. Par ailleurs, il n'y a pas eu de franchissement dans ce secteur pour l'évènement du 10 mars 2008 d'après M. J. Piété (ancien Maire).*

De plus, la méthode FEMA a été appliquée par le bureau d'étude pour caractériser la capacité de la protection à résister à l'évènement de référence. Cette méthode ne peut être appliquée sur une protection côtière comprenant un mur en maçonnerie.

Réponse

Le profil en long n'a en effet pas été mis à jour sur le rapport et présente des cotes en m NGF trop basse.

Les profils en travers ci-après ont été réalisés pour l'analyse plus précise des risques de ruptures pour les cordons anthropisés qui a été menée l'été 2015, conjointement avec les services de la DDTM et le CEREMA.



Pour ce tronçon, le risque de rupture par érosion de contact est considéré comme très important car :

- la largeur du cordon est mince sur cette zone (env.15m au niveau de la cote de l'évènement référence)
- on note l'ancienneté, la non homogénéité des ouvrages et le manque de connaissance sur la résistance des ouvrages.

Le risque de rupture ne peut donc être écarté.

Le risque de rupture par érosion de la crête et de la face arrière du cordon est également justifié via les franchissements pas paquets de mer, dont l'intensité est supérieur à 100l/s/ml.

Sur la base de ces 2 critères, il est donc considéré comme approprié le choix de la brèche de 100m.

Pour complément d'information, la surverse n'a pas lieu sur la partie du cordon représentée par CASAGEC, mais sur la pointe au Nord-Est. La carte présentée ci-avant représente les zones situées sous le niveau marin. On note bien une surverse et entrée d'eau par cette zone (entourée en rouge sur la carte).

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

4.3.2 Défaillances sur le secteur de la plage de Kervilzic (SC7d)

Remarque étude CASAGEC

Le secteur est soumis aux franchissements par paquets de mer, notamment par les accès plages. La zone basse en arrière constitue donc un bassin de risques potentiel.

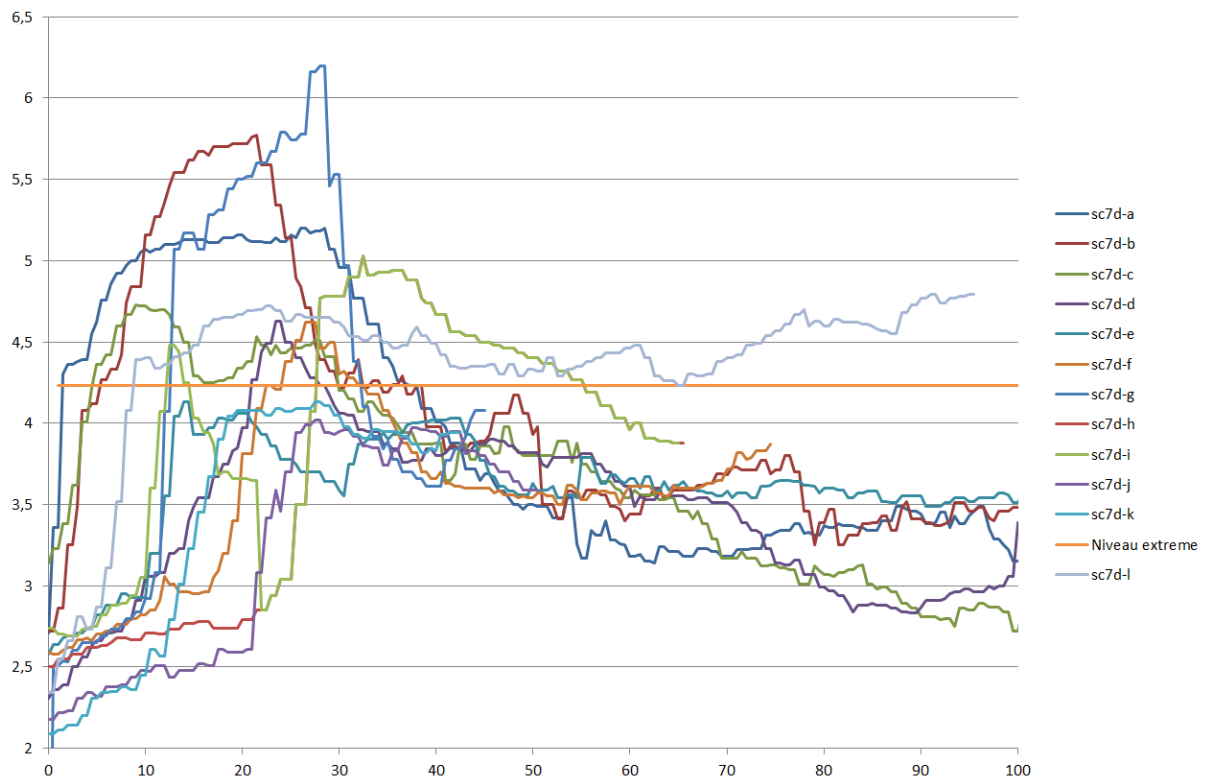
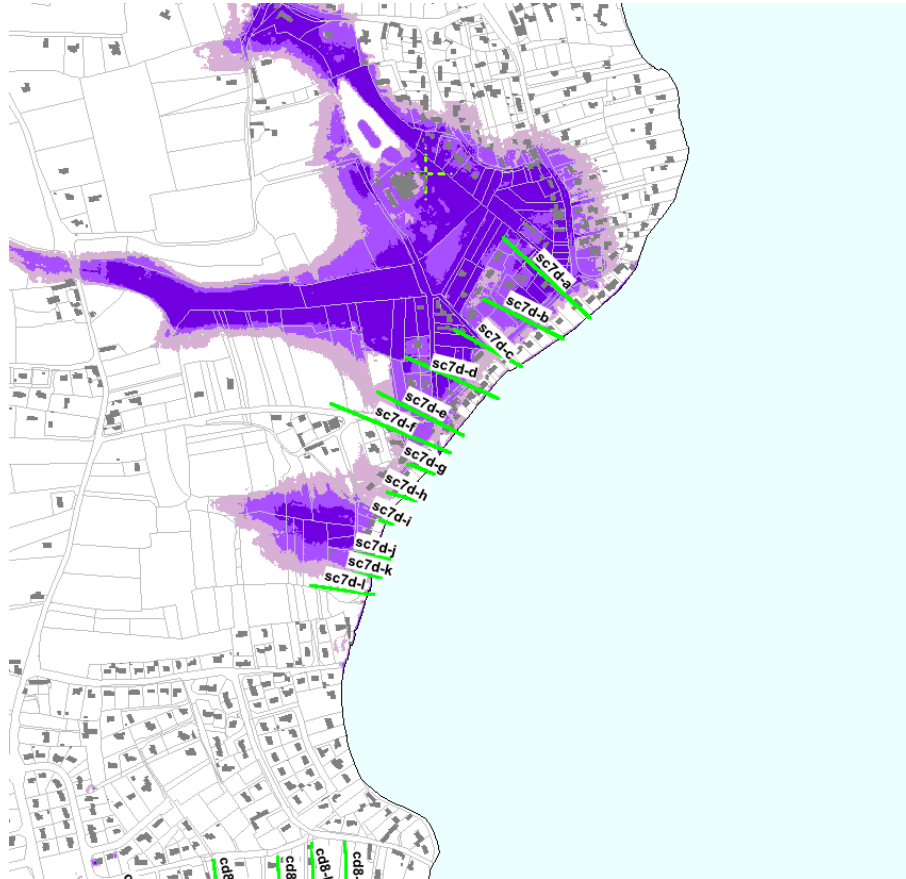
L'étude prend en compte « un abaissement de 1 m de la crête du cordon dunaire entre les habitations et ce, sur les zones concernées par la surverse situées principalement au Sud du cordon ». Les caractéristiques de cette défaillance ne sont pas bien renseignées. Malgré ce manque d'information, deux questions se posent concernant cette défaillance :

- Comment se réalise l'abaissement de crête ? Si l'érosion de crête de 1 m s'effectue sur les chemins goudronnés de 50 m de long et 5 m de large, ce processus de défaillance semble mal adapté.*
- Comment se remplit le bassin de risques ? D'après l'analyse du Litto3D®, les zones de surverses sont localisées uniquement au niveau des accès plages. Étant donnée la largeur de ces accès, il semble impossible de remplir le bassin de risques en une seule marée par ces accès. Le volume d'eau injecté, qui permet de représenter la carte d'aléa est d'environ 340 000 m³, il faudrait par exemple un débit d'environ 30 m³/s par accès pendant 1h, soit 30 000 l/s.*

Cette hypothèse ne paraît donc pas cohérente et des questions se posent concernant le scénario de défaillance.

Réponse

La carte ci-dessous illustre la zone située sous la cote de 4,23 m NGF, cote du niveau référence en mer. On observe au droit des profils « e, j et k », d'après le LIDAR version 2012, des surverses possibles. Les profils en travers suivants illustrent ce point.



L'abaissement de la crête a lieu via une érosion de crête et de la face arrière du cordon, en lien avec les très importants volumes franchis (supérieur à 100l/s/ml).

En effet, l'abaissement est supposé sur les espaces en herbe situés entre chaque maison et sur un passage goudronné de 10m de large. Au total, on calcul 60m de passage possible entre les maisons. Sur cette zone avec une profondeur d'1m, cela représente un débit de pointe d'environ $90\text{m}^3/\text{s}$, ce qui permet en effet d'atteindre environ $320\,000\text{m}^3$ dans la zone basse sur la durée de l'évènement.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

De plus, l'entrée d'eau par l'autre petite zone basse, plus au sud, est également légèrement en connexion avec cette zone au nord, ce qui engendre également un volume entrant supplémentaire.



De plus, sur cette zone basse on observe un phénomène de ruissellement. Pour une crue décennale, avec une superficie de bassin versant d'environ $1,8\text{ km}^2$ et un coefficient de ruissellement moyen de 0,4, on estime à plus de $20\,000\text{ m}^3$ le volume arrivant par ruissellement.

Pour autant, la cote à terre atteignant déjà la cote en mer de 4,23m NGF, le niveau s'équilibre et n'est donc pas supérieur à 4,23m NGF à terre.

4.3.3 Brèche sur le secteur de la plage de Lodonnec et Ezer (CD8)

Remarque étude CASAGEC

La buse d'évacuation des eaux pluviales se situe à 85 m à l'Est du secteur le plus bas et traverse le cordon dunaire sur une zone dont la crête (8,5 m NGF) et la largeur (50 m) sont bien plus importantes. Cet ouvrage hydraulique n'est donc pas sur le secteur de la brèche, et ne doit donc pas être pris en compte dans les critères d'attribution de cette brèche.

Réponse

Nous notons que la buse des eaux pluviales est décalée par rapport au point bas. Il n'est donc pas adapté de retenir ce critère pour définir l'hypothèse de défaillance

Remarque étude CASAGEC

La méthode FEMA n'est en aucun cas applicable à ce secteur. En effet le cordon dunaire est protégé en crête et sur sa face arrière. De plus, la face externe est végétalisée. L'estran est composé d'affleurements rocheux ce qui rend encore moins applicable cette méthode.

Réponse

Nous renvoyons sur ce point concernant la méthode du FEMA, à la réponse formulée au chapitre 4.1.2.

Remarque étude CASAGEC

Les franchissements par paquets de mer sont très faibles (< 10 l/s/m) et sont probablement surestimés car la baie est protégée et il y a une présence de récifs sur l'estran qui ont pour effet de dissiper la houle au pied de la dune, ce qui n'est pas pris en compte par la formule de Goda. Aucune calibration n'a été faite pour les franchissements par paquets de mer sur les cordons dunaires.

Réponse

Pour ce qui concerne cette remarque, nous renvoyons au chapitre 2.3.5 et 2.4 correspondant aux calculs des franchissements et aux méthodes mises en œuvre.

Remarque étude CASAGEC

La méthode de modélisation par casier n'est pas adaptée ou n'a pas été bien mise en place car la propagation de l'onde de submersion aurait dû s'arrêter à minima à la route de Larvor dont l'altitude de la chaussée est située à 4,6 m NGF et par conséquent, la cote d'inondation annoncée à 4,23 NGF ne peut passer ce point haut.

Réponse

En effet, nous confirmons que la route n'a pas été intégrée dans le modèle dans son état actuel, et ce volontairement.

Le guide méthodologique du PPRL indique que « Dans le cadre de l'élaboration d'un PPRL, ces remblais établis en zone inondable ou submersibles ne peuvent pas être considérés comme des ouvrages de protection contre les inondations ou les submersions sauf s'ils ont été conçus dès l'origine ou sont aménagés pour remplir cette fonction. Les remblais, qui ne sont pas des ouvrages de protection, ont cependant un impact sur la propagation des écoulements et donc sur l'inondation. Ils doivent donc faire l'objet d'une attention particulière. Leur impact à l'amont et à l'aval de l'écoulement doit être étudié selon différents scénarios.

Un scénario de non défaillance, considérant les remblais comme un élément de topographie, est systématiquement à étudier, étudiant ainsi les accumulations d'eau en amont (mise en charge), ainsi que les écoulements rapides potentiellement générés par les ouvertures existantes au niveau ou sous les remblais (drainages et rétablissements hydrauliques).

De plus, à minima un scénario de défaillance est à étudier. Les hypothèses de défaillance retenues peuvent s'inspirer des hypothèses proposées pour les ouvrages de protection.

La cartographie de l'aléa résulte de la combinaison la plus défavorable issue des deux scénarios étudiés précédemment. »

Dans le cas de ce bassin de risque, le scénario de défaillance de cet ouvrage a été pris en compte dans le modèle à casier, justement, par la non intégration de la route. Il s'agit du résultat présenté sur la carte d'aléa.

Le scénario de non défaillance permet en effet d'éviter la submersion de la zone située en amont. Cependant, sur la base d'un coefficient de ruissellement de 0,3 et d'une superficie de 1,5 km² en amont de la route, le volume d'eau arrivant est d'environ 15000m³.

Le volume de la zone basse étant d'environ 1500 m³ la conséquence en terme d'emprise de la zone inondable serait même bien supérieure. Cependant, n'ayant pas d'information détaillée sur les réseaux et les passages sous route dans ce secteur, il a été acté avec la DDTM et le CEREMA de ne pas proposer de côte supérieure au niveau marin.

C'est donc le scénario de défaillance du remblai qui a été retenu.

L'hypothèse de défaillance du remblai ne sera pas modifiée

Remarque étude CASAGEC

En résumé, la défaillance prévue sur ce secteur n'est pas justifiée et la propagation de l'onde de submersion est mal représentée.

Réponse

En effet, comme nous l'avons noté, l'exutoire pluvial est situé à 85m du secteur le plus bas et non pas à 50m. La largeur du cordon et la hauteur du cordon au droit du de l'exutoire sont plus importantes.

La méthode de définition des hypothèses de défaillance des structures de protection de type cordon dunaire non protégé par un ouvrage (ce qui est le cas du CD8) est la suivante :

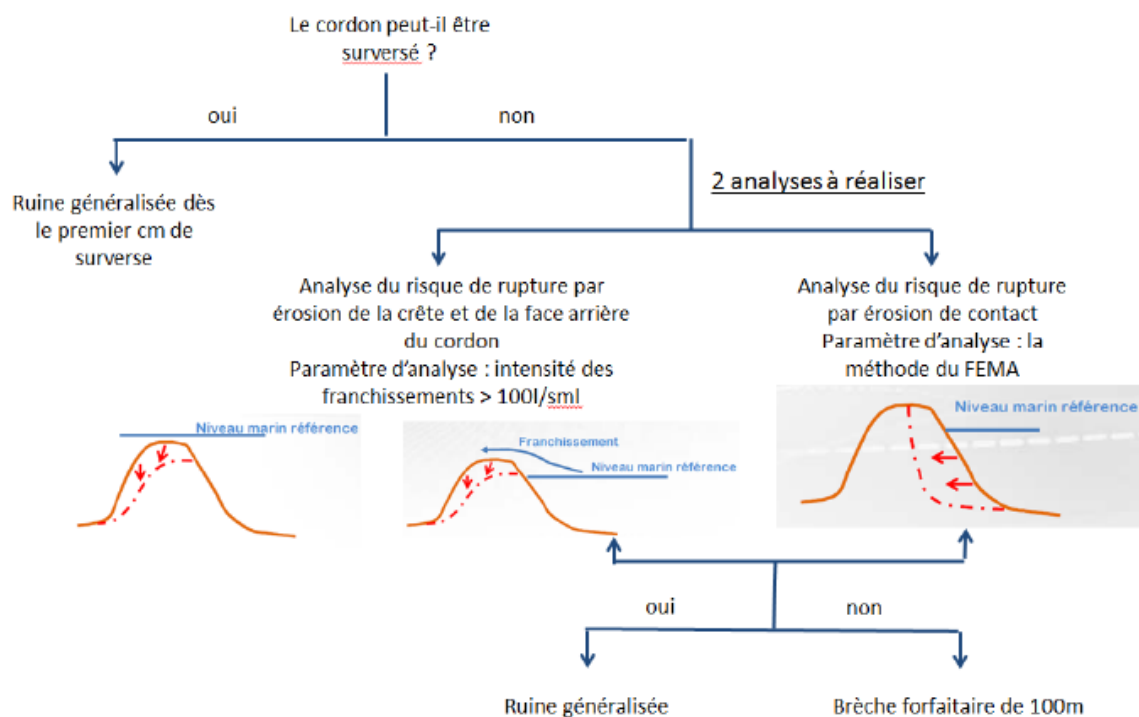


Figure 27 : Démarche simplifiée de prise en compte des cordons dunaires (source : Guide PPRLN mai 2014 – schéma adapté pour prendre en compte la démarche spécifique du PPRL du Finistère)

D'après cette méthode, définie en partenariat avec le CEREMA dans le cadre du PPRL, nous notons que la structure de protection analysée est sensible à une rupture par érosion de contact et ce sur l'ensemble de son linéaire, y compris à l'endroit où se situe l'exutoire d'eau pluviale.

En revanche, au vu de l'intensité des franchissements elle n'est pas sensible à une rupture par érosion de la crête.

Au global, le risque de rupture par érosion de contact ayant été acté, il a été retenu une rupture d'une largeur de 100m au droit du point bas du cordon, conforme à la largeur de brèche prise en compte pour l'ensemble de cordons dunaires (cf. chapitre 4.1.1).

L'hypothèse de défaillance de la structure de protection ne sera pas modifiée

4.3.4 Brèches sur le secteur de la plage du Poulluen – Port Larvor (SC11a)

Remarque étude CASAGEC

Le secteur SC11a est un tronçon de plusieurs protections relativement hétérogènes (mur en béton banché, enrochements, cordon dunaire...). Il aurait été judicieux de subdiviser ce tronçon en secteurs homogènes.

Le calcul de franchissements par paquets de mer est donc très simplifié et il n'est pas précisé sur quelle base il a été réalisé. Il est d'ailleurs spécifié qu'une surverse est prise en compte sur ce secteur. De plus, il est probable que les franchissements soient surestimés car la plage est protégée par des récifs en bas d'estran qui ont pour effet de dissiper la houle au pied des ouvrages, ce qui n'est pas pris en compte par la formule de Goda.

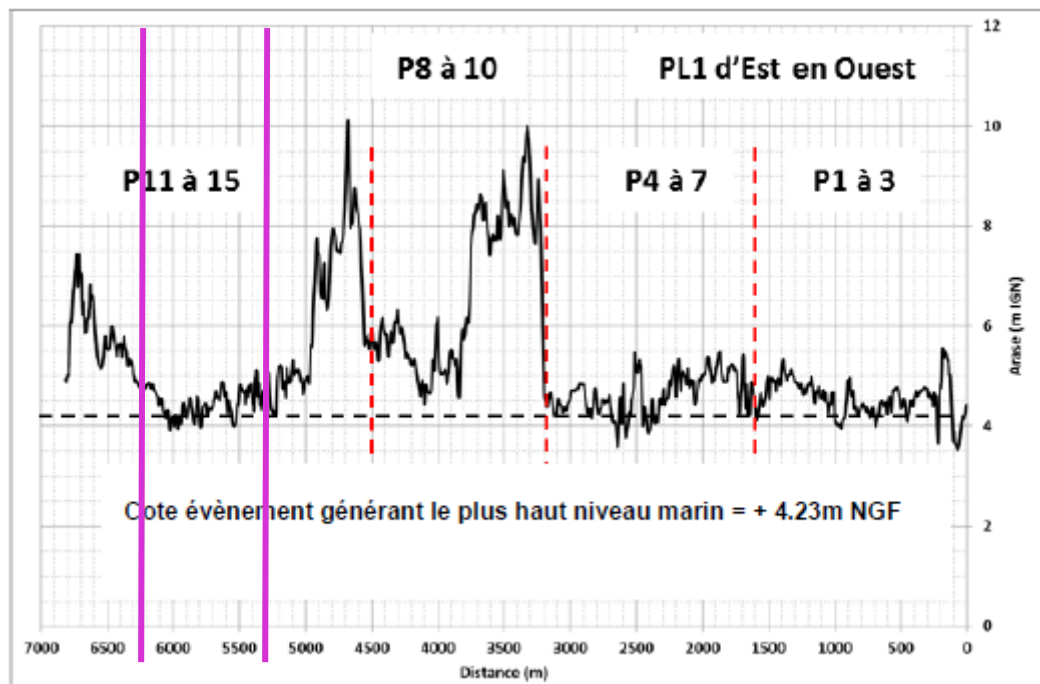
Aucune calibration n'a été faite pour les franchissements par paquets de mer sur ce secteur, or le retour d'expérience (photos, récifs...) aurait permis d'effectuer une telle évaluation.

La méthode FEMA, évoquée dans l'argumentaire du choix de brèche, n'est en aucun cas applicable à ce secteur. La méthode FEMA est applicable pour les cordons dunaires naturels à granulométrie fixe. Ici, la méthode FEMA est appliquée sur des murs de protection, des enrochements...

Réponse

Ces remarques renvoient à 2 sujets généraux : les franchissements et la méthode du FEMA. Les réponses à ces sujets sont formulées aux chapitres 2.3.5 et 2.4 pour les franchissements et au chapitre 4.1.2 pour la méthode du FEMA.

De plus, en ce qui concerne les franchissements, il est précisé que ce tronçon aurait pu être sous-découpé. Pour ce tronçon représenté ici entre les 2 barres violettes, certes la topographie varie, mais pas suffisamment pour présenter des classes d'intensité des franchissements différents.



Aussi, la bande de franchissement et l'hypothèse de défaillance ne seront pas modifiées.

4.3.5 Défaillances sur les Sables Blancs et Ster Kerdour (CD13 et EST6)

CD13

Remarque étude CASAGEC

Les calculs du bureau d'étude donnent pas ou très peu de franchissements par paquets de mer sur le cordon dunaire CD 13. Or selon la méthode définie dans le rapport de phase du PPRL-1 au chapitre 6.1, le cordon dunaire ne devrait pas subir de ruine mais uniquement une brèche. L'hypothèse adoptée ici n'est donc pas compatible avec la méthode présentée.

De plus, la méthode FEMA n'est en aucun cas applicable à ce secteur. En effet le cordon dunaire est anthropisé (dune artificiel, géotextiles...). De plus, la face externe est végétalisée. L'estran est composé d'affleurements rocheux, ce qui rend encore moins applicable cette méthode.

Les données sur les brèches historiques (1865 et 1974) sont peu nombreuses et mal renseignées. Il est donc difficile de donner du crédit à ces informations.

Réponse

En effet, les seuls critères érosion de contact (méthode FEMA) et érosion de la crête et de la face arrière du cordon dunaire (aspects notamment en lien avec les franchissements), n'ont pas été les paramètres discriminants amenant à choisir la ruine de ce tronçon.

La méthode définie au chapitre 6.1 p.122 du rapport de phase 2 PPR1, présente en effet les critères permettant de juger des scénarios de défaillance sur les cordons dunaires naturels.

Il est notamment précisé un paramètre complémentaire pouvant amener à la ruine du système de protection. Il s'agit de l'analyse de l'évolution future du trait de côte : si une forte dynamique d'érosion est observée, alors la ruine peut être retenue.

Nous notons que les données sur les brèches historiques (1865 et 1974) sont peu nombreuses et mal renseignées. Cependant, il n'est pas envisageable de ne pas tenir compte de ces informations dans le cadre du PPRL, même si elles sont dites « mal renseignées » au regard du faible nombre d'informations collectées pour ces événements anciens.

Aussi, sur ces bases, nous maintiendrons l'hypothèse de défaillance proposée.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

EST6

Remarque étude CASAGEC

Une erreur sur la cote de la crête de l'ouvrage a été commise par le bureau d'étude pour définir la défaillance. En effet, à la page 153 du rapport de phase 2 du PPRL-1, la cote annoncée est de 3,8 m NGF, ce qui entraîne plus de 20 cm de surverse et donc la ruine de l'ouvrage. Or, il est annoncé aux pages 117 et 118 dans le rapport de phase 1 en annexe 8, une altitude minimale de 4,27 m NGF. Nous avons vérifié sur le Litto3D® de 2014 et cette dernière information est la bonne. Il n'y a donc pas lieu de considérer une ruine sur ce secteur.

Réponse

En effet, nous notons une erreur significative sur la cote prise en compte pour cette digue. La définition de la défaillance doit évidemment être revue.

Les éléments à notre disposition sont donc :

- Un ouvrage de classe C au titre du décret N°2007 – 1735 du 11 décembre 2007
- Une crête calée à la cote 4.27m NGF et un niveau d'eau à la cote 4.05m, donc pas de surverse
- Pas de franchissement pas paquets de mer , sur cette zone estuarienne protégée
- Une inspection périodique réalisée par la DDTM en2012 qui fait état d'une absence totale d'entretien et de surveillance de l'ouvrage par le gestionnaire, mais qui note un état apparemment satisfaisant de l'ouvrage d'un point de vue visuel
- Aucune défaillance ou surverse n'a été recensée par le passé
- Aucune étude de danger à disposition

En cohérence, avec ces éléments, il sera retenu une brèche de 100m sur cet ouvrage de 125m de long. Ce choix est notamment en lien avec le principe de base de la défaillance des ouvrages dans le

cadre du PPRL et l'absence d'étude de danger ne permettant pas de réduire la taille de la brèche prise en compte à 50m.

Remarque étude CASAGEC

La cote d'eau retenue dans le bassin de risque entier est de 4,19 m NGF alors que le niveau d'eau dans l'estuaire, en face de la digue de Ster Kerdour est de 4,05 m NGF. Il y a donc une incohérence hydraulique sur ce secteur.

La modélisation par la méthode des casiers avec transfert des volumes est mal adaptée sur ce bassin de risques car il y a de nombreuses discontinuités avec des points hauts (cf. figure suivante). Il serait donc nécessaire de mettre en place une modélisation bidimensionnelle.

Réponse

Le volume d'eau entrant dans cette zone basse est très élevé. Il comprend :

- le volume entrant par la ruine considérée sur le cordon dunaire CD13. On note un débit de pointe d'à peine 2000m³/s avec une cote d'arase fixé à 2.3m NGF sur ce cordon.
- le volume entrant par la défaillance de Ster Kerdour (cote d'arase à 1m NGF, en pied d'ouvrage) avec un débit de pointe de 900m³/s avec une brèche de 100m et de 1100m³/s pour une ruine sur 123m de long.

Le volume entrant par la ruine du cordon dunaire suffit à lui seul à engendrer le remplissage du bassin de risque.

Ensuite, c'est justement la présence de la brèche dans la digue de Ster Kerdour qui permet à l'eau (en provenance de la brèche du cordon dunaire) de s'évacuer puisque le niveau dans l'estuaire est plus faible de 23 cm (4.28 – 4.05 m NGF).

Plus la brèche est grande, plus le volume peut s'évacuer et donc plus le niveau dans la zone basse peut justement diminuer.

On note des variations très faibles : lorsque la brèche est de 123m de long, la cote dans la zone basse est de 4.19m NGF. Lorsque la brèche est de 100m de long, la cote dans la zone basse est de 4.22m NGF.

Aussi, la définition de l'hypothèse sera modifiée dans le rapport de phase 2 du PPRL2 (page 153 et page 154) avec passage d'une ruine de la digue à une brèche de 100M. Cependant au vu du faible impact sur les cotes d'eau à terre (réhausse de 4 centimètres du niveau d'eau avec une brèche de 100m), la carte d'aléa et la cote de référence à terre ne seront pas modifiées.

En ce qui concerne le type de modélisation, la modélisation n'apportera aucune information complémentaire : Le modèle 2D a pour objectif de définir les vitesses d'écoulement notamment sur des zones d'écoulement complexe. L'information vitesse d'écoulement n'apportera aucune valeur ajoutée ici dans la définition de l'aléa. En effet, le critère hauteur d'eau est déjà à lui seul sur ce secteur un paramètre déclassant avec plus d'1.5m d'eau sur une grande partie de la zone basse. De plus, la ruine du CD12 étant importante les vitesses seront quasiment partout supérieures à 0.5m/s ; seule exception peut-être tout au fond de la zone dans les petits talwegs.

L'utilisation des outils de modélisation doit toujours être mise en relation avec la plus-value sur la définition l'aléa.

Il ne sera donc pas réalisé de modélisation 2D de ce bassin de risque

4.4 ANALYSE DES DEFAILLANCES SUR COMMUNE DE TREFFIAGAT

4.4.1 Défaillance sur le secteur de Kersauz (CD17)

Remarque étude CASAGEC

Une brèche de 100 m sur ce secteur n'est pas adaptée, au vu de la largeur et de la hauteur du cordon dunaire.

Etant donnée la présence d'un ouvrage hydraulique reliant le bassin de risques à l'estran et en accord avec la méthode décrite dans le PPRL-1 (cf. section 4.1.4), une défaillance uniquement de l'ouvrage aurait dû être considérée.

Il est d'ailleurs spécifié à la page 125 du rapport de phase 2 du PPRL-1 que « pour les ouvrages hydrauliques associés au système de protection, de type buse, vanne, clapet..., il sera à minima pris en compte une défaillance de l'ouvrage hydraulique. L'hypothèse prise en compte sera le maintien en ouverture maximale de l'ouvrage d'évacuation sur la totalité du cycle de l'évènement. »

La méthode décrite dans le rapport n'est donc correctement appliquée sur ce secteur.

Réponse

Nous sommes d'accord avec les caractéristiques décrites pour le cordon dunaire. En effet, au regard du faible risque d'érosion de contact et d'érosion de la crête, et de la face arrière, il s'agit d'une hypothèse sécuritaire.

Le cordon est sensible à la rupture par érosion de contact (cf. méthode du FEMA) sur la zone concernée par l'exutoire, soit environ 25m de large.

La défaillance ne devrait donc pas faire 100m de large comme proposé, car en effet, le reste du cordon est résistant à l'érosion de contact.

Aussi, il sera retenu une brèche de 25m de large.

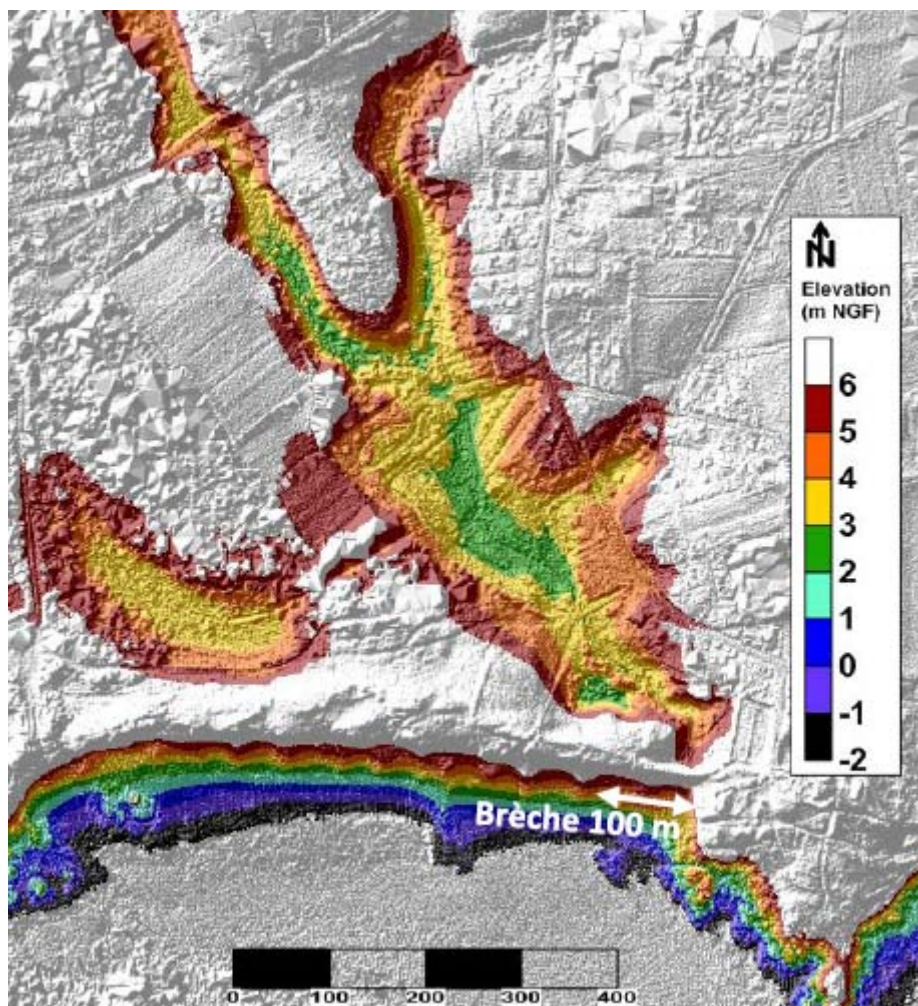
De plus, ce bassin de risque est sensible au ruissellement. Si l'on considère une pluie décennale avec une superficie de bassin versant de 1,7 km² et un coefficient de ruissellement de 0,3, on estime à 17000m³, le volume ruisselé.

Le volume de la zone basse sous la cote 4,28m NGF est de 42000m³.

Il a été modélisé à nouveau la submersion dans ce casier sur la base de ces paramètres (brèche de 25m et ruissellement pour une Q10). La cote atteinte est de 4,28m NGF.

Aussi, l'aléa n'est pas modifié.

L'hypothèse de défaillance sera modifiée dans le rapport de phase 2 – PPRL1 p.158 et 161. La carte d'aléa ne se verra pas modifiée pour les raisons précisées ci-avant.



Remarque étude CASAGEC

De plus, une deuxième cuvette plus à l'Ouest est inondée par cette défaillance. La connexion hydraulique entre ces deux cuvettes n'est pas décrite mais d'après le Litto3D®, elle n'existe pas. L'utilisation de la méthode à casier est probablement responsable de cette erreur.

Réponse

En effet, il n'existe pas de réseau de fossé suffisant d'après le LIDAR pour permettre le lien entre ces deux zones basses. Nous précisons qu'aucune visite de contrôle n'a pu être réalisée entre le 7 et le 17 juin pour permettre de vérifier cette information topographique.

Cette zone basse située à l'ouest sera retirée de la carte d'aléa (concerne les carte n°6 et 7).

4.4.2 Défaillances sur la plage de Léhan (CD18, CD19 et SC20)

CD18

Remarque étude CASAGEC

Cette brèche est justifiée uniquement par les brèches historiques recensées dans le rapport de phase 1 du PPRL-1.

Or, ces informations sont anciennes et incomplètes. Il est donc difficile de donner du crédit à ces informations (localisation exacte des brèches, configuration de la dune à cette époque...).

De plus, les calculs de franchissement et d'érosion de contact indiquent qu'il n'y a pas de risque sur ce tronçon de protection. Cette défaillance n'est donc pas justifiée.

Réponse

Certes les informations historiques ne sont pas très bien renseignées, mais elles existent et ne peuvent être omises. Elles confirment l'existence de brèches historiques ayant générées des entrées d'eau sur le bassin de risque à l'est du Léhan.

De plus, cette partie du tronçon de cordon est sensible à l'érosion de contact (cf. méthode du FEMA). Aussi, à partir de ce constat morphologique et d'informations historiques, bien qu'anciennes et mal renseignées, il a été fait le choix d'un risque de brèche sur la partie ouest du cordon.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

CD19

Remarque étude CASAGEC

Le cordon dunaire qui protège le lieu-dit du Léhan (CD19) est une zone sensible car la largeur de crête est faible. Des franchissements par paquets de mer et l'érosion de la face dunaire peuvent déclencher une brèche rapidement lors de fortes tempêtes.

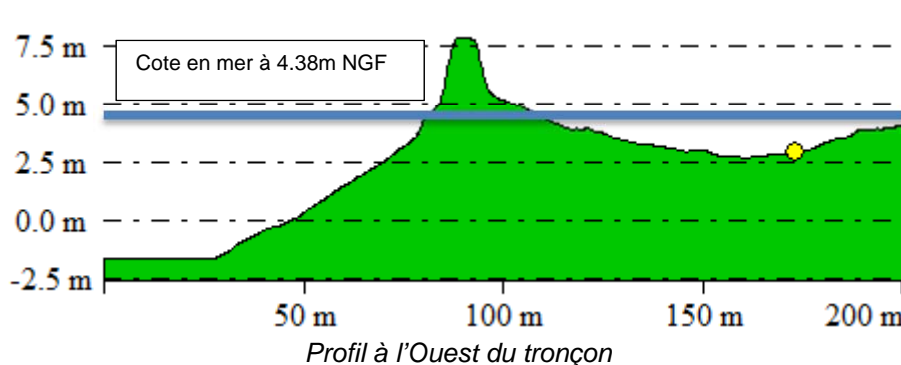
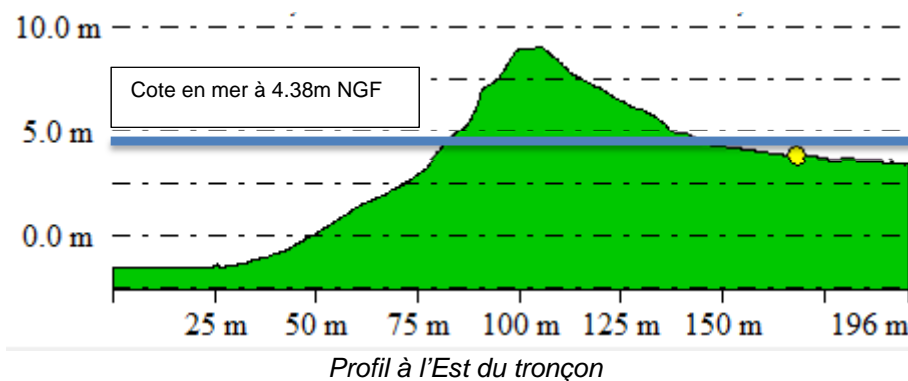
Cependant, la largeur du cordon dunaire sur la partie Est du tronçon s'élargit considérablement. A 200 m à l'Est de l'enrochement SC20, la largeur du cordon est comprise entre 50 et 60 m.

Il aurait donc été justifié de considérer une brèche d'une largeur de 200 m, là où la largeur du cordon permet une rupture de la protection.

En outre, sur la partie Est du cordon, une érosion de 50 à 60 m (largeur du cordon dunaire) n'est pas possible à l'échelle d'une ou deux marées.

Réponse

Ce cordon correspond à un des points de fragilité du système de protection qui a été le plus sollicitée pendant les derniers événements de 2008 et de l'hiver 2013/2014. A la suite de l'hiver 2013/2014, le cordon dunaire était extrêmement mince (moins de 5m) et menaçait de rupture, malgré les travaux d'urgence réalisés pendant la tempête.



En effet, la largeur du cordon est plus importante à l'extrémité Est. Cependant, en cas de brèche, celle-ci débiterait près de la section enrochée (tronçon SC20) et s'étendrait rapidement vers l'Est, via le phénomène d'érosion de contact et celui d'érosion de la crête et de la face arrière du cordon dunaire. En effet, ce cordon, même plus large avec une base de 50m, reste défaillant sur la base de ces 2 critères.

Aussi, l'hypothèse de ruine est maintenue sur l'ensemble du tronçon.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

4.4.3 Défaillance sur le secteur de Porz Treillen (CD21)

Remarque étude CASAGEC

Le secteur Est du tronçon est soumis aux franchissements par paquets de mer et les habitations en première ligne sont soumises à l'aléa submersion (cf. tempêtes de 2013/2014).

Cependant, les caractéristiques de la brèche de 100 m ne sont pas claires aux vues des nombreuses constructions présentes en crête du cordon et de la largeur du remblai.

La méthode FEMA, évoquée dans l'argumentaire du choix de brèche, n'est en aucun cas applicable à ce secteur. En effet le secteur n'est pas un cordon dunaire qui serait applicable à cette méthode.

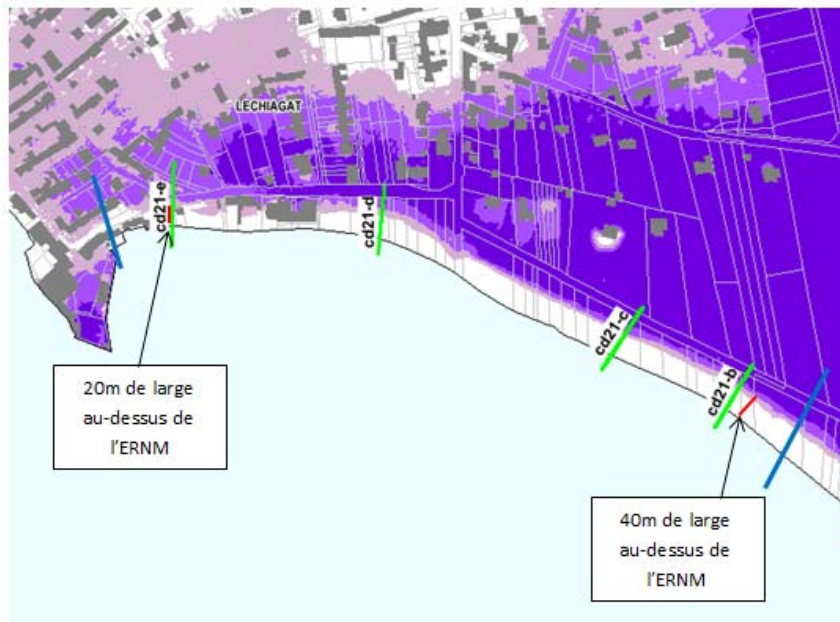
De plus, les franchissements par paquets de mer sont probablement surestimés car la zone est protégée par des récifs sur l'estran qui ont pour effet de dissiper la houle au pied de la structure, ce qui n'est pas pris en compte par la formule de Goda. Aucune calibration n'a été faite pour les franchissements par paquets de mer sur ce secteur.

Réponse

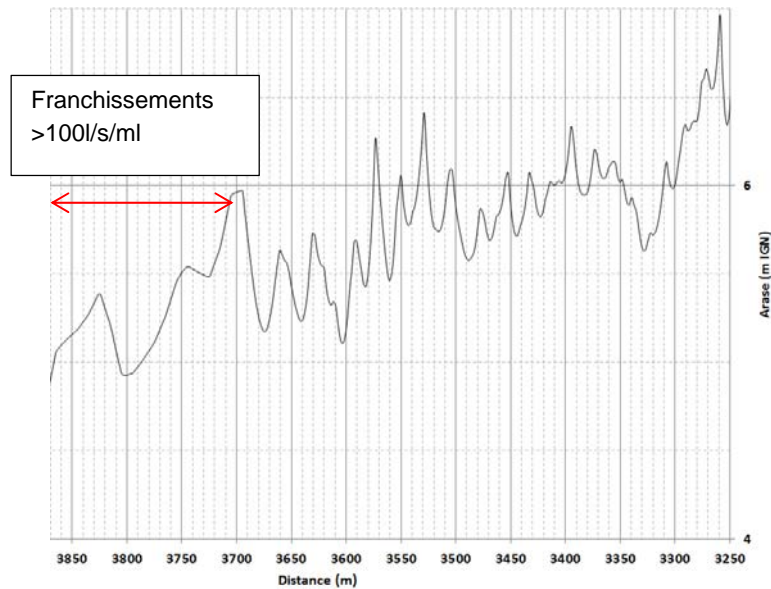
Le cordon peut être scindé en 2 sous-trançons. Celui situé à l'Est et celui situé à l'Ouest.



La carte suivante illustre les zones en eau sous la cote du niveau marin à 4.38m NGF (évènement référence). On observe une largeur moindre (20m environ sur la partie Ouest).



Le profil en long met en évidence une cote plus basse de cette portion du tronçon, présentant des franchissements par paquets de mer très importants (>100l/s/ml).



Aussi, l'érosion de la crête et de la face arrière du cordon par érosion régressive (la pente à l'arrière du cordon étant de 7%) est un scénario de rupture envisageable pour ce cordon.

Par ailleurs, l'érosion de contact est également un mode de rupture envisageable pour cet ouvrage. En effet, cette portion du linéaire à l'Ouest n'est plus protégée par l'ouvrage en gabion qui existe sur la partie Est. De plus, le stock sédimentaire est très nettement insuffisant (FEMA) et le cordon faiblement arasé.

Aussi, l'hypothèse de brèche de 100m est maintenue sur l'Ouest du tronçon sur la base d'un risque de rupture à la fois par érosion de contact mais également par érosion de la crête et de la face arrière du cordon.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

4.5 ANALYSE DES DEFAILLANCES SUR COMMUNE DE PENMARC'H

4.5.1 Défaillances sur le secteur de la Grève Blanche à Kerity (CD27, CD28 et CD29)

CD27

Remarque étude CASAGEC

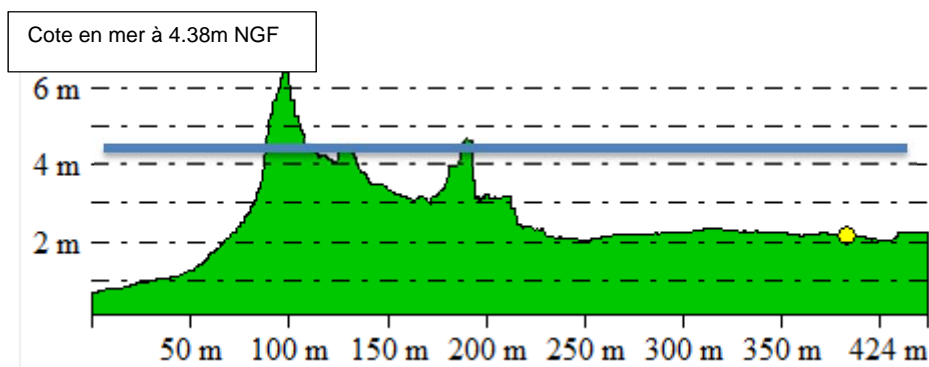
La brèche de 100 m est en accord avec la localisation du secteur sensible au niveau de l'accès plage. Il serait nécessaire de vérifier si 1 h avant la pleine mer, les franchissements par paquets de mer sont suffisants pour initialiser la défaillance.

Réponse

1h avant la pleine mer, les débits franchissants au point bas, sont proches de 80l/s/ml. Ils atteignent en effet 100l/s/ml ½h avant la pleine mer.

Cependant le risque de rupture par érosion de la crête et de la face arrière du cordon n'est pas le seul risque présent pour ce tronçon de cordon.

L'érosion de contact pourrait également engendrer la rupture du tronçon CD27. On note un cordon qui fait entre 25 et 40m de large au niveau de la cote de l'évènement de référence (comme l'illustre le profil ci-après), dont le stock sédimentaire est insuffisant (méthode FEMA).



L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

CD28

Remarque étude CASAGEC

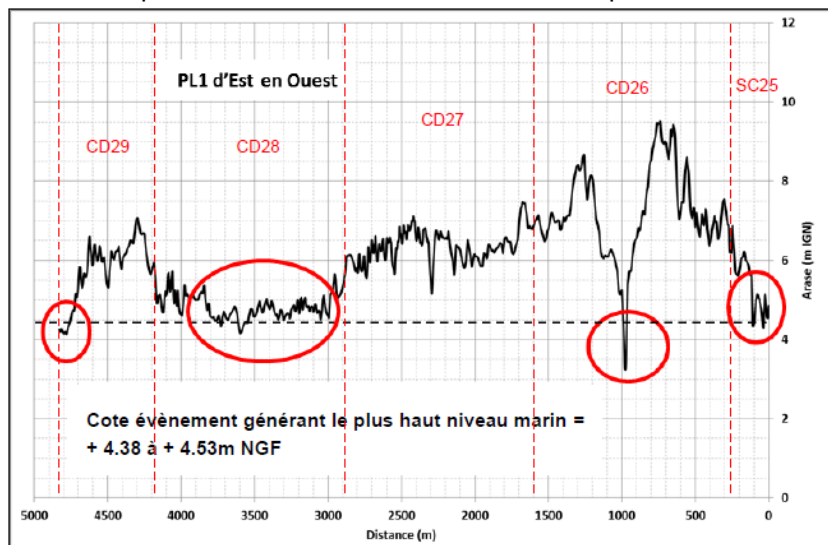
La ruine généralisée du cordon dunaire de 1300 m est considérée avec une initialisation 1 heure avant la pleine mer.

En accord avec la remarque sur le tronçon CD27, il conviendrait de vérifier que les franchissements par paquets de mer et le niveau d'eau soient suffisamment élevés 1 h avant la pleine mer pour déclencher la défaillance.

Réponse

Sur ce tronçon, la cote est faiblement arasée entre 4 et 5m NGF. On observe ainsi une surverse sur un linéaire de 30m environ sur 1300m de tronçon, et des franchissements extrêmement importants, étant à la limite de la surverse sur le reste du tronçon.

1h avant la pleine mer, les franchissements sont supérieurs à 100l/s/ml.



L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

Remarque étude CASAGEC

De plus, une défaillance de cette ampleur n'a jamais été observée. Cette hypothèse n'est pas réaliste.

Réponse

Il n'est pas possible de définir la réalité d'une hypothèse de défaillance sur le fait qu'aucune défaillance de cette ampleur n'est jamais été observée. Le PPRL a pour vocation de projeter l'aléa consécutif à un événement de référence, celui-ci n'ayant pas obligatoirement été observé. C'est d'ailleurs le cas ici.

Remarque étude CASAGEC

La cote d'arase finale n'est pas spécifiée. Il serait pourtant important de connaître la cote qui a été retenue, car le terrain naturel à l'arrière de la dune est relativement hétérogène.

Réponse

La cote d'arase retenue est de 3.5m NGF. Il s'agit en effet d'une moyenne.

Remarque étude CASAGEC

Selon la méthode définie dans le rapport de phase du PPRL-1 au chapitre 6.1, le cordon dunaire subit une ruine généralisée car il est soumis à des surverses localisées.

Cependant, étant donné que la crête de la dune est étroite sur ce secteur, l'analyse du Lidar avec un profil en long (cf. rapport de phase 2 du PPRL-1 p. 167) est sujette à de mauvaises interprétations. En regardant en détail le Litto3D® sur ce secteur, aucune zone n'est soumise aux surverses. Le cordon de dune ne devrait donc pas subir de ruine mais uniquement une brèche.

L'analyse du Lidar a donc mal été traitée sur ce secteur, d'ailleurs, les profils en travers présentés à la page 168 du rapport de phase 2 du PPRL-1 ne montrent aucune crête en dessous du niveau marin de référence.

Réponse

En effet, comme précisé dans le rapport de phase 2, la surverse est extrêmement limitée puisqu'elle concerne uniquement un linéaire de 30m environ sur 1300m de tronçon sur la base des données LIDAR 2012. Le reste du tronçon est concerné par des franchissements >100l/s/ml, qui engendre un risque de rupture par érosion de la crête et qui justifie donc l'hypothèse de ruine sur ce tronçon, d'après la méthode précisée au chapitre 6.1 du rapport de phase 2.

Aussi, l'hypothèse de brèche de ruine de ce tronçon est maintenue sur la base d'un risque de rupture à la fois par érosion de contact mais également par érosion de la crête et de la face arrière du cordon.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

CD29

Remarque étude CASAGEC

Il serait nécessaire de vérifier si 1 h avant la pleine mer, les franchissements par paquets de mer sont suffisants pour initialiser la défaillance.

Réponse

Oui, les franchissements 1h avant la pleine mer atteignent déjà les 100l/s/ml.

Remarque étude CASAGEC

Il aurait d'ailleurs été nécessaire de caler la méthode de calcul des franchissements par paquets de mer sur ce secteur. En effet, les observations de franchissements qui ont eu lieu sur ce secteur lors des évènements de l'hiver 2013/2014 sont plutôt bien renseignées.

Réponse

Nous renvoyons vers le chapitre 2.4 et 3.2.2.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

4.5.2 Défaillances sur le secteur de Saint-Pierre à Saint-Guérolé (CD31, CD32a et SC32b)

CD31

Remarque étude CASAGEC

Le choix de la ruine du cordon dunaire CD31 n'est pas très clair. De plus, une incohérence dans le rapport de phase 2 du PPRL-1 a été remarquée à la page 179 du rapport de phase du PPRL-1. Le cordon CD31 est localisé entre le PK 1870 à 2500 m. Or, il est décrit comme ayant un linéaire de 1100 m dont 1000 m soumis au phénomène de surverse. La crête du tronçon est beaucoup plus haute que celle décrite dans le rapport du PPRL-1 (cf. Figure 86). Pourtant, cette erreur a été utilisée pour attribuer la ruine généralisée du cordon dunaire entier. Il convient donc de revoir cette défaillance car :

- *Le cordon ne subit pas de surverse et doit donc se voir attribuer au pire une brèche de 100m en accord avec le chapitre 6.1 du PPRL1.*
- *L'étude historique ne montre pas de franchissement sur cette zone. Les inondations qui ont eu lieu sur les zones basses en arrière sont issues des zones plus basses, situées au Nord et au Sud du tronçon.*

De plus, la méthode FEMA n'est en aucun cas applicable à ce secteur. En effet le cordon dunaire est anthropisé et est composé de granulométrie mixte.

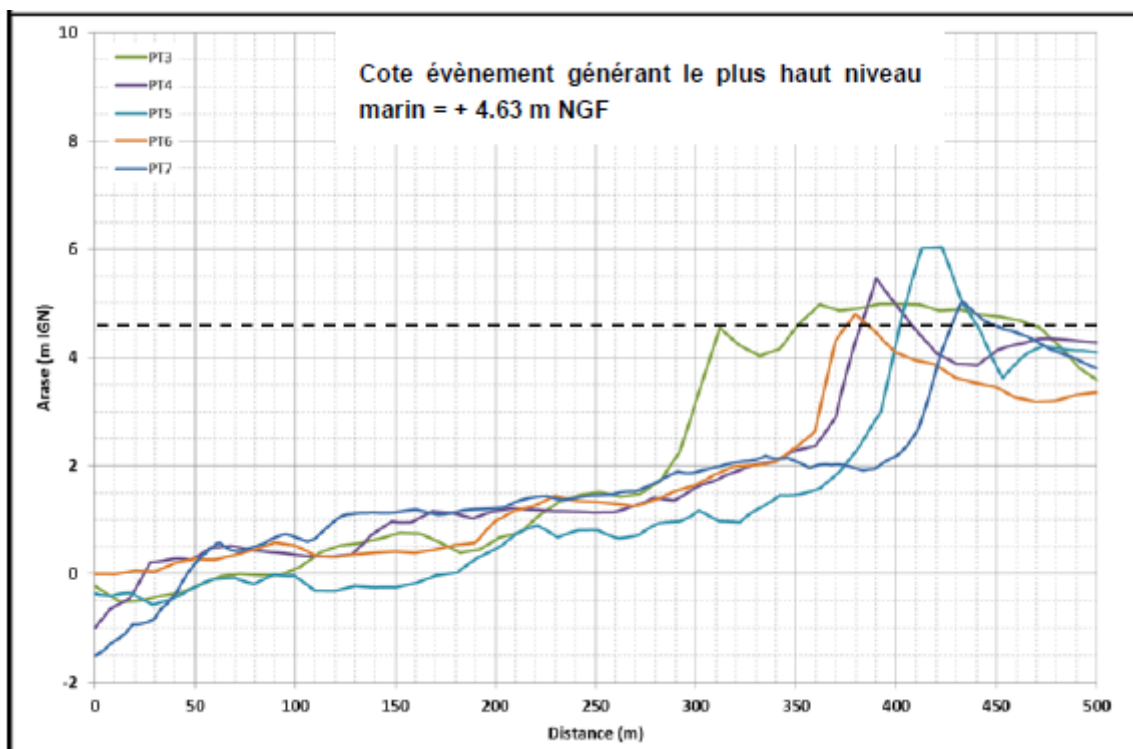
Réponse

En effet il existe une incohérence d'écriture, puisqu'il a été formulé dans le rapport qu'il existait un risque de surverse ou de franchissement par paquets de mer >100l/s/ml sur un linéaire de 1000m sur 1100m.

Cette phrase sera remplacée par la phrase suivante page 179 du rapport de phase 2 du PPRL1 « il existe un risque de franchissements par paquets de mer d'intensité supérieure à 100l/s/ml sur un linéaire de 550m sur les 630m du cordon dunaire. »

Dans le profil en long présenté il existe un point bas à la cote 4,5m NGF qui correspond bien aux données du LIDAR 2012 exploité. Le reste du linéaire est bien situé à la cote 4,7m NGF comme signalé par CASGEC. En ce qui concerne le LIDAR pris en compte, nous renvoyons vers le chapitre 3.1.1.

La réponse à la remarque sur la méthode du FEMA est précisée chapitre 4.1.2 du présent rapport. Nous appuyons également sur le fait que ce cordon dunaire est parmi les cordons les moins résistants à l'érosion de contact sur l'ensemble du PPRL. Les profils en travers suivants l'attestent. On observe des cordons dunaires dont la largeur au-dessus du niveau des eaux atteints seulement entre 5 et 30m selon les endroits. La méthode FEMA ne permet donc pas d'exclure la ruine ici.



En synthèse il apparaît sur ce tronçon que :

- les franchissements sont très importants (> 100L/s/ml)
- le stock sédimentaire est faible

Le risque de défaillance ne peut donc être écarté.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

CD32a

Remarque étude CASAGEC

Ce tronçon est considéré par le bureau d'étude comme étant un cordon dunaire, or c'est un mur de protection en maçonnerie. Des plans et des éléments techniques ont été fournis par la commune.

Réponse

Nous validons bien que ce cordon dunaire est protégé par un mur de protection en maçonnerie. Les plans de l'ouvrage mettent en évidence un ouvrage qui semble adapté aux conditions océanographiques. Ce cordon n'est en effet pas sensible à une rupture par érosion de contact.

Cependant ce système de protection reste un cordon dunaire et non pas une digue. La protection de cet ouvrage est uniquement une protection de sa face avant. Le cordon dunaire n'est pas anthropisé sur sa crête ni sur sa face arrière.

Remarque étude CASAGEC

De plus, la cote d'arase de l'ouvrage a été sous-estimée, ce qui conduit à une surestimation des calculs de franchissements par paquets de mer.

Réponse

En effet, comme le précise CASAGEC, le profil en long qui illustre la cote de la crête du cordon a été pris légèrement trop en arrière de la mince crête de ce cordon dunaire, affichant ainsi des cotes en m NGF trop basses.

Le profil en long sera rectifié sur le rapport de phase 2 du PPRL1 p.174, pour mettre en évidence les cotes correctes. Le rapport de phase 2 du PPRL 1 sera également modifié aux pages 86, 178 et 180.

La cote de la crête du cordon est bien à l'altitude 5,2m NGF, soit environ 50 cm au-dessus du niveau de l'évènement référence. Les franchissements qui avaient été calculés sur une cote moyenne à 5m ont été recalculés. Les résultats de calculs classent encore ce tronçon avec une intensité liée aux franchissements supérieure à 100l/s/ml. Aussi, cela ne présente aucune incidence sur le risque identifié, d'érosion de la crête.

Remarque étude CASAGEC

La ruine de ce tronçon est justifiée par le bureau d'étude avec le mode de rupture par érosion de crête. Cependant, la crête est protégée et la pente en arrière de la protection est quasiment nulle.

Réponse

La crête de ce cordon se situe avant la route, côté mer. Comme l'illustre la photo ci-après cette zone entre le littoral et la route, correspond uniquement à la dune végétalisée. Aussi, l'érosion de la crête peut bien avoir lieu sur ce tronçon de cordon.



Remarque étude CASAGEC

Le bureau d'étude applique la méthode FEMA sur ce mur de protection, ces résultats ne peuvent être pris en compte car ils n'ont aucun sens.

Réponse

La réponse à la remarque sur la méthode du FEMA est précisée chapitre 4.1.2 du présent rapport.

En synthèse, comme il est indiqué au chapitre 6.1 du rapport de phase 2 – PPRL1 (figure 39), la méthodologie présentée dans le guide méthodologique amène à une défaillance du système de protection de type ruine.

Ceci s'explique par :

- le risque de rupture liée à l'érosion de la crête et de la face arrière du cordon provoqué par les franchissements d'intensité importante. Cette érosion peut amener à une érosion régressive et ainsi à la rupture du système de protection
- le risque de rupture par érosion de contact (cf.méthode du FEMA) - la largeur du cordon sous le niveau marin est très mince (de 8 à 15m).

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

SC32b

Remarque étude CASAGEC

Le mode de rupture retenu est l'affaissement de la crête par érosion de crête en rapport avec les franchissements par paquets de mer, la pente de la face interne et l'artificialisation de la crête. Le bureau d'étude donne des zones de surverse localisées, or, après analyse du Litto3D®, aucune partie de la crête est inférieure à la cote 5 m NGF (cf. figure ci-contre). Les calculs de franchissements par paquets de mer sont donc probablement surestimés.

Réponse

En effet, comme CASAGEC le fait remarquer, on observe bien sur le LIDAR 2012, un point plus bas qui approche la cote 5m mais n'atteint pas la cote du niveau marin à 4.63m NGF., comme cela a été précisé dans le rapport.

La cote du point bas sera modifiée dans le rapport de phase 2 PPRL1 p. 174 pour le profil en long et p178 et 180 dans le texte.

Cependant, le calcul des franchissements par paquets de mer présente un débit franchis supérieur à 100l/s/ml dès la cote 5.5m NGF.

Aussi, la classe d'intensité des franchissements par paquets de mer est confirmée.

Remarque étude CASAGEC

Le bureau d'étude applique la méthode FEMA sur ce mur de protection, ces résultats ne peuvent être pris en compte car ils n'ont aucun sens.

Réponse

La méthode FEMA est utilisée à titre indicatif dans l'analyse sur les cordons dunaires anthropisés comme c'est le cas ici.

L'analyse du risque de rupture par érosion de contact se base, sur les cordons anthropisés (cf. page 124 du rapport de phase 2 – PPRL1), sur :

- Recul par la méthode du FEMA : cette méthode permet de déterminer si le stock sédimentaire présent sur le cordon dunaire est suffisant face à la tempête considérée.
- Largeur du cordon dunaire au-dessus du niveau de l'évènement de référence(m).
- Lmax : notion de recul maximal du cordon dunaire lors d'un évènement de référence.
- Le recul du trait de côte à 100 ans : permet d'apporter un critère d'analyse supplémentaire par rapport à l'érodabilité dans le temps du secteur étudié.
- Les caractéristiques de l'ouvrage (mur ou enrochement) présent sur le cordon dunaire sur la base de plans fournis par les communes.

Les critères d'analyses de l'ouvrage sont décrits à suivre sur cette même page 124 du rapport de phase 2 – PPRL1.

L'hypothèse d'affaissement du cordon dunaire sur les 2 tronçons les plus sensibles aux franchissements est conservée comme hypothèse de défaillance.

L'hypothèse de défaillance ne sera pas modifiée

5. EVALUATION DE L'ALEA EROSION

5.1 Analyse des résultats

Remarque étude CASAGEC

De manière générale, la méthode pour caractériser l'aléa érosion de référence est cohérente et correspond aux descriptions du guide méthodologique des PPRL.

Cependant, l'incertitude de +/- 10m a été prise en compte pour tous les secteurs alors qu'elle est justifiée uniquement pour le calcul des Tx avec la digitalisation des traits de côte sur les orthophotographies historiques.

Réponse

Les incertitudes ont été supprimées uniquement sur :

- les côtes rocheuses
- les côtes basses meubles présentant un ouvrage bétonné.

Pour les secteurs cités, les éléments suivants ont justifiés le fait de ne pas supprimer les incertitudes :

- Ile-Tudy - Le Sillon (SC4) : l'enrochement du sillon présente une largeur totale de 10 mètres dont nous ne connaissons pas sa position avec précision d'après les orthophotos.
- Loctudy Nord ; Loctudy le reste du trait de côte artificialisé ; Léchiagat : Ces cotes basses meubles, présentent une succession de murets appartenant à des propriétaires différents, dont il n'est pas possible de juger de l'entretien futur. Dans ce cas, il ne s'agit d'une justification sur la base des incertitudes de tracé, mais plus d'un risque de disparition des murets par manque d'entretien qui pourrait alors engendrer une érosion dans l'avenir, même supérieure à celle affichée sur les cartes d'aléa. En effet, le rapport n'est pas explicite sur ce point et mélange un principe d'incertitude de tracé avec un risque de manque d'entretien dans le futur.

Dans les 2 cas, Ile Tudy, comme Loctudy, le rapport de phase 2 du PPRL1 n'est pas suffisamment précis sur ce point et sera repris dans sa rédaction p. 92, 93, 101, 102.

5.2 Evaluation générale de la méthode

Remarque étude CASAGEC

Pour la prise en compte du changement climatique, une méthode originale a été proposée par le bureau d'étude. CASAGEC met en évidence que celle-ci n'est pas adaptée aux secteurs en question.

Il est spécifié clairement dans le guide PPRL (p. 58 Guide PPRL, 2014) que la prise en compte en compte du changement climatique n'a pas de caractère obligatoire. Ce travail d'analyse doit être réalisé uniquement lorsque que le changement climatique provoquera des évolutions prévisibles. Or ce n'est absolument pas le cas sur tous les secteurs.

Réponse

La méthode utilisée correspond à la méthode proposée dans la première version du guide méthodologique (version 2011). Cette version était en application lors de la définition de l'aléa érosion sur le PPRL29 début 2014, suites aux tempêtes de l'hiver 2013 – 2014.

Certes, cette méthode a disparue du guide méthodologique version mai 2014.

Extrait du guide PPRL 2011 :

Il n'existe pas de méthode unique adaptée pour déterminer la zone qui pourrait être érodée du fait du changement climatique. Suivant les types de côtes et les facteurs à l'origine du recul du trait de côte, la méthode la plus adaptée pourra être retenue. La prise en compte du recul du trait de côte lié au changement climatique (principalement l'élévation du niveau de la mer) du fait de l'état de l'art actuel, sera de fait arbitraire. En effet, les méthodes de type Loi de Brunn qui sont actuellement mobilisées pour évaluer le recul du trait de côte lors de tempêtes avec surcotes, ne permettent d'évaluer ce recul qu'à géomorphologie constante et de ce fait ne sont pas pertinentes à l'échéance de 100 ans. Il est ainsi par exemple proposé :

- de manière générale, de s'appuyer sur le fait qu'une élévation du niveau moyen de la mer de 20 cm a été constatée le siècle dernier et que le changement climatique et son impact sur le recul du trait de côte est implicitement pris en compte dans les évolutions passées. Pour estimer l'impact d'une élévation du niveau moyen de la mer de 60 cm sur le trait de côte, une simple « règle de trois » peut ainsi être proposée, lorsque d'autres facteurs de recul n'ont pas été identifiés.
- pour les côtes basses meubles sur lesquelles le trait de côte n'aurait pas subi d'évolution historique récente (tendance à long terme), le recul à échéance 100 ans pourrait être calculé sur la base des reculs occasion-

nés par des événements tempétueux majeurs dans le passé, majorés d'un facteur 3 (règle de trois entre les + 60 cm d'élévation du niveau de la mer attendu pour 2100 et les + 20 cm enregistrés le siècle dernier).

- pour les zones non soumises à l'érosion, c'est à dire les zones basses meubles protégées de l'action érosive de la mer (cas des fonds de baie, rivages des lagunes et étangs côtiers) ou des zones basses rocheuses (platiers), la montée progressive du niveau moyen de la mer (+ 60 cm à échéance 2100) conduira à un déplacement du trait de côte vers l'intérieur des terres sans érosion (l'érosion est prise ici au sens de « perte de sédiments ») ou remodelage de la topographie. La délimitation de ces zones est alors faite sur une base altimétrique, en référence au niveau marin à échéance 100 ans. Ces zones peuvent ne pas être en contact direct avec le plan d'eau lagune ou mer ; la mise en eau pouvant se faire par le biais de la remontée des nappes.

Extrait du guide PPRL version mai 2014 :

Les méthodes permettant d'estimer les évolutions du trait de côte sous l'effet de l'impact du changement climatique ont fortement évolué récemment. Elles se basent sur une plus ample prise en compte des phénomènes impactant l'évolution du trait de côte, l'impact des vagues notamment. Plusieurs types de modèles existent (Ranasinghe, 2011 ; Patterson, 2009 ; Huxley, 2010). Ils peuvent s'appliquer à des linéaires allant d'un profil de plage à un linéaire régional, à des échelles de temps allant de l'heure à une centaine d'années, et permettent de prendre en compte les évolutions liées à l'évolution du niveau moyen de la mer ou des conditions hydrodynamiques. Ces méthodes, plus proches des principaux phénomènes naturels en jeu que la loi de Bruun, encore peu utilisées de manière opérationnelle mais rendues possibles grâce à une disponibilité des données de plus en plus grande, vont être amenées à fortement se développer. Elles permettent d'estimer des tendances d'évolution futures, sur les dizaines d'années à venir, mais sont à prendre avec un recul important du fait des fortes incertitudes.

La méthode de Bruun en premier ordre de grandeur, l'utilisation de modèles, couplés à une analyse géomorphologique et confrontés aux données de terrain (levés d'indicateur de trait de côte et de mouvements sédimentaires), font aujourd'hui partie des outils d'aide à la décision concernant les impacts du changement climatique.

La disparition de cette méthode simplifiée, dans la nouvelle version du guide méthodologique des PPRL (mai 2014), a également eu comme conséquence sur le PPRL29, de ne pas retenir l'aléa à 100 ans intégrant le changement climatique, pour établir le zonage réglementaire.

L'aléa érosion retenu est celui sans prise en compte du changement climatique.

L'aléa érosion à 100 ans avec prise en compte du changement climatique ne correspond donc pas à l'aléa référence retenu pour la carte réglementaire. Aussi, ces approximations concernant l'impact du changement climatique sur l'aléa érosion, n'ont pas d'incidence sur le zonage réglementaire. Aucune modification des cartes d'aléa et du zonage réglementaire n'est donc nécessaire.

Le rapport de phase 2 du PPRL1 sera repris p.93 et 94 dans sa rédaction pour préciser ces points.