

Synthèse des travaux du comité scientifique

Expertise de données et modélisations ayant permis d'élaborer le PPR submersion marine du marais de Dol Comité scientifique 4 février et 25 mars 2015

Étaient présents (voir fin de texte)
Questions posées (voir fin de texte)

Introduction portant sur le rôle attendu du comité scientifique par les représentants de l'État et du Conseil général d'Ille-et-Vilaine

Rappel des données et des méthodes utilisées pour définir le niveau marin de référence du PPR SM.

Présentation de la modélisation hydraulique et des modalités de construction des cartes de zones inondées.

1- Détermination du niveau marin de référence

La détermination précise des cotes de marée astronomique nécessite au moins 3 mois d'enregistrement continu des hauteurs d'eau pour caler un site par rapport à un point de référence (Saint-Malo par ex.). Par exemple, une année de mesures à Granville a permis de rectifier le niveau des plus hautes mers astronomiques de 7,88 à 7,63 m NGF (source SHOM, Références altimétriques maritimes 2014, ouvrage disponible en ligne sur <http://diffusion.shom.fr/produits/references-verticales/references-altimetriques-maritimes-ram.html>). Le niveau au Mont Saint-Michel a été précisé à 8,12 m NGF.

La valeur en référence NGF du niveau de la plus haute mer astronomique varie le long de la côte. Le choix de la valeur de 8,12 m est plutôt majorant, en particulier pour la partie ouest de la digue de la duchesse Anne. Le niveau d'eau a été mesuré 5 à 10 cm plus haut à la chapelle Sainte-Anne par rapport à Saint-Benoît-des-Ondes (vérification mesures DDTM 35).

L'augmentation du niveau moyen de la mer à Saint-Malo est équivalent à celle relevée à Brest sur la période 1980-2005 (exploitation des données par G Wöppelman, LIENSs, Université de La Rochelle).

L'élévation des niveaux extrêmes par rapport au niveau moyen de la mer, dans la gamme 0 / + 0,50 m a été expertisée comme étant de même ampleur à l'occasion des études sur le RCM¹.

Les travaux de Lenôtre (1999) évaluent à 0,5 mm/an la subsidence des terrains du nord-est de l'Ille-et-Vilaine, soit 5 cm d'ici 2100. Un récepteur GPS permanent est implanté sur le marégraphe de Saint-Malo depuis 2010 et permettra de préciser cette valeur d'ici 5 ans.

2- Calcul de la surcote (effet de la pression atmosphérique et du vent)

L'équivalent des 5,2 années de suivi au Mont-Saint-Michel est précieux, mais limite la validité des extrapolations, en particulier pour la valeur centennale de surcote.

Après vérification des données, les surcotes déterminées à la chapelle Saint-Aubert sont des valeurs de pleine mer, ce qui est pertinent pour la détermination de la cote de référence du PPR. L'appareil ne pouvait enregistrer que les niveaux supérieurs à 5,5 m NGF (soit 245 marées par an). La surcote du 30 octobre 2000 a été contrôlée.

1 RCM : Rétablissement du caractère maritime du Mont-Saint-Michel

Le comité note que ces valeurs de surcote au Mont-Saint-Michel sont fondées par comparaison avec les valeurs de hauteur de marée calculées par le SHOM. La DDE de la Manche corrigeait pour sa part ces cotes selon une formule empirique ($PM \text{ en NGF } 69 = PM \text{ du SHOM} - 5,59 \text{ m}$), ce qui aboutissait à des surcotes systématiquement plus faibles.

Deux hypothèses de traitement ont été envisagées par Hydratec :

- utiliser le maximum du 30-10-2000 et retenir au final une valeur de surcote centennale de 2,04 m
- écarter ce maximum, ce qui aboutit à ne pas avoir de surcote supérieure à 1 m sur la période, ce qui paraît faible. La valeur centennale retenue ensuite pour les calculs est de 1,44 m. Ainsi, toute la série de données est comprise dans l'intervalle de confiance à 70 % de la loi statistique utilisée.

Ce choix est discuté : le maximum de 2000 est également observé, avec une valeur élevée, à Saint-Malo. La situation météorologique n'apparaît pas exceptionnelle ce jour-là. Sa mise à l'écart minore la valeur retenue pour le niveau de référence.

La méthode utilisée pour définir les niveaux d'eau en baie est utilisable dans des configurations de côte simples, et quand les surcotes et le niveau de marée sont indépendants, ce qui n'est pas le cas en baie du Mont-Saint-Michel. C'est toutefois la méthode recommandée pour les sites à fort marnage (source : Analyse statistique des niveaux d'eau extrêmes – environnements maritime et estuarien. CETMEF avril 2013 <http://www.eau-mer-fleuves.cerema.fr/analyse-statistique-des-niveaux-d-eau-extremes-a1096.html>), même si elle conduit à majorer le niveau d'eau, une fois l'échantillonnage réduit retenu. À noter également que, faute de données disponibles, la détermination des couples centennaux hauteur de vague / niveau d'eau repose sur une méthode simplifiée d'analyse des concomitances majorante. Le point le plus limitant est bien la faible durée d'observation disponible à la chapelle Saint-Aubert. Il serait judicieux de disposer d'une série d'observations plus longue, et d'optimiser l'ajustement statistique. Une modélisation ne permettrait pas de gagner significativement en précision.

L'analyse statistique pour traiter les surcotes n'a pas respecté les meilleures pratiques, mais ce dans un contexte très singulier. Globalement, les choix d'Hydratec minorent plutôt le résultat.

Il est recommandé de remettre en place une observation des niveaux marins au Mont-Saint-Michel pour augmenter l'échantillon disponible, pendant 5 ans au moins, permettre un traitement statistique plus robuste et des extrapolations plus fiables.

3- Climat de houle, impact du vent

Les données utilisées pour la houle au large peuvent être remplacées par des informations plus récentes qui viennent d'être publiées (Bulteau et al. 2013 <http://infoterre.brgm.fr/rapports/RP-62730-FR.pdf>). Les résultats recoupant mesures (bouée de Minquiers) et modélisation (ANEMOC) conduisent à un relèvement de 0,60 m de la hauteur significative des vagues pour l'événement trentenal. L'étude minore donc le phénomène entrant.

L'hypothèse de stationnarité des vents forts n'est pas remise en cause à moyen terme, les prévisions du GIEC ne donnant pas d'indication d'une évolution significative et partagée dans ce domaine.

C'est l'orientation régionale du vent qui compte pour provoquer des surcotes dans la configuration géométrique du golf normand-breton, en particulier l'effet de blocage de la côte du Cotentin pour des vents de secteur ouest, et non pas, comme certains ont pu le dire une orientation limitée au NW-NE.

L'orientation locale du vent peut par contre jouer sur l'agitation (effet de fetch) comme il a pu être constaté lors de coups de vent de NE à Saint-Benoît-des-Ondes.

L'implantation d'une station météorologique sur la côte n'apportera pas de précision supplémentaire significative, compte tenu de la densité du réseau existant et de la qualité des

modèles aujourd'hui disponibles en météorologie. Les données acquises lors de l'expérimentation conduite par l'EPHE serviront à un recouplement.

La lettre de commande de la ministre évoque la possibilité, s'il n'y avait pas de conditions atmosphériques agitées lors des grandes marées de cet hiver, de rejouer un événement passé pour évaluer les vagues et les surcotes.

Météo-France a procédé à une modélisation des vagues en baie, en utilisant un modèle à haute résolution (maille de 200m) WW3 forcé avec les résultats d'HYCOM (niveaux d'eau), coproduit avec le SHOM.² L'événement fictif a été constitué de la tempête du 13 février 2005, avec un vent de nord-ouest, de force 9 Beaufort, sur une durée longue et pression atmosphérique 1015 mb, sur la marée du 11 février, de coefficient 108.

Cet événement théorique a une fréquence de retour comprise entre 10 et 20 ans.

La hauteur des vagues (H1/3) atteint 2 m à 2,5 m face à Cherrueix, à 2 km de la digue, avec une période de 6 à 7 s. La surcote atteint 62 cm en baie, 48 cm à Granville d'après le modèle HYCOM. Cette modélisation montre que les hauteurs de vagues, bien qu'atténuées, sont encore élevées et explique des événements de grande ampleur comme la rupture du grand cordon de Vildé-Hirel lors de la tempête Johanna de 2008 (estimation de H1/3 de 1,1 m et période pic de 15 s face à Hirel, point IOWAGA SA1: <http://wwz.ifremer.fr/iowaga>). L'affirmation de la faible énergie de houle doit être nuancée sur des situations rares.

La détermination du set-up par Hydratec paraît sensiblement sous évaluée. Des incohérences de raisonnement (choix du coefficient γ peu pertinent, valeurs de longueur d'onde des vagues non cohérent avec leur fréquence...) ont été soulignées. La fourchette proposée va de 18 à 29 cm, et non 12 comme proposé.

Il est fait remarquer que l'atténuation de l'énergie par les bancs coquilliers se traduira simultanément par une augmentation du set up.

L'estimation du niveau résultant de la somme de la marée astronomique, de la surcote atmosphérique et du set-up est sans doute améliorable. La valeur proposée par Hydratec est plutôt trop faible d'une dizaine de cm (set up sous estimé, surcote sous déterminée, calcul de convolution surestimant le résultat). Mais ces données sont toutes assorties d'un intervalle de confiance.

La circulaire sur l'élaboration des PPR littoraux, en proposant de retenir la valeur centrale, et d'y ajouter une marge forfaitaire de 25 cm, assume cette situation.

Le comité note que les valeurs retenues par l'autorité administrative en ce qui concerne l'élévation du niveau de la mer et l'incertitude sur les calculs de surcote sont choisies à l'intérieur des gammes fondées scientifiquement.

D'une manière générale, l'énergie des vagues à la côte reste modérée, même avec une surcote importante.

Au final, le comité scientifique n'a aucun doute sur le fait qu'en l'état actuel de la topographie de la cote de la digue de la duchesse Anne, un événement centennal dépasserait celle-ci dans plusieurs secteurs

4- Suivi des grandes marées 2015 (séance du 4 février 2015)

Météo-France propose d'organiser des échanges avec la DDTM sur la prévision les jours précédents les grandes marées.

Les services de l'État comptent placer 2 capteurs en continu (Cancale et Roche Torin) et récupérer les enregistrements des capteurs de l'ASA (Le Vivier et Saint-Benoît) et du syndicat mixte RCM (La Caserne). Les trois jours de coefficient maximal, une série de 5 points d'observation visuels est prévue.

² Rapport d'une étude de modélisation des états de mer et du niveau marin lors d'une tempête fictive dans la baie du Mont Saint Michel, A Dalphinnet, D Paradis, L Aouf Météo-France ; A Pasquet, H Michaud, R Bataille, D Jourdan SHOM ; avril 2015

Le suivi sera plutôt vidéo que photo et avec marquage des niveaux extrêmes, puis nivellement.

Un survol hélicoptère a été réalisé avec prise de vues obliques le samedi 21 février, quasiment à l'étale de pleine mer.

Pour évaluer l'impact des tempêtes de l'hiver 2014 sur les bancs coquilliers, il serait utile que les photos satellites puissent être acquises, en complément du levé topographique réalisé par l'EPHE à l'occasion de l'expérimentation.

L'EPHE a été retenu par le conseil général comme prestataire d'une étude sur la contribution de la configuration sédimentaire du moyen et du haut estran sur l'atténuation de la houle, et à apprécier sa durabilité.

7 transects type ont été étudiés durant les grandes marées de février et mars, avec différentes configurations du schorre et des bancs coquilliers.

Le comité recommande :

- de disposer si possible d'une mesure de marée au Mont-Saint-Michel ;
- de retenir un profil sans herbu ni banc coquillier ;
- d'augmenter la fréquence de mesure à 4 Hz pour mieux traiter le signal de vague.

Les données acquises devraient permettre, outre leur objet principal, d'évaluer le set up, d'apprécier l'amortissement de la houle dans la zone des bouchots, des bancs coquilliers et au schorre, enfin d'apprécier la cote du maximum du plan d'eau le long du littoral en complément des mesures terrestres.

Premiers résultats (26 mars 2015)

Les données mentionnées ci-après sont indicatives et devront être confirmées suite aux analyses complètes, et lors de la publication.

En février, l'agitation a été modérée : faible gradient de pression, vent de SW basculant NW 4 à 5 Beaufort le 20, les conditions de vent devenant prépondérantes le lundi soir avec 7 B le soir. La surcote observée est de 10 cm environ le 21 matin, et de 16 cm le dimanche à la pleine mer.

En mars, les conditions anticycloniques ont prédominé (1025 mb, 3 à 4 B de vent de NE), avec une sous cote de 10 à 15 cm observée.

Les 30 capteurs posés en février, puis mars ont été retrouvés. Les capteurs installés au large en février ont été replacés dans le bas estran en mars.

L'agitation mesurée au large est très proche des résultats des modèles (Hs 0,5 m PREVIMER (<http://www.previmer.org>)).

Plus la hauteur de l'eau est importante, plus la hauteur des vagues arrivant à la côte grandit.

Les bancs coquilliers et le schorre ont un effet d'atténuation important, entre 86 et 99 % selon les situations topographiques et de niveau d'eau atteint. En leur absence, l'atténuation liée à la faible pente de l'estran est plus modeste, 64 à 90 % selon les conditions de hauteur d'eau. Un recouvrement d'eau important réduit leur effet atténuateur.

Le comité recommande au Conseil général :

- de lancer la tranche conditionnelle de l'étude confiée à l'EPHE, en poursuivant la collaboration avec Météo-France pour mettre les matériels en place en conditions de surcote prévisible, dès les coefficients supérieurs à 105.
- de mettre en place un transect au droit du bourg de Cherruix ou Hirel (sur les secteurs où il est constaté une interruption des bancs coquilliers).

5- Sédimentologie de la baie

Deux régimes hydro-sédimentaires coexistent dans la baie :

* Au nord-est, entre la chapelle Sainte-Anne et les falaises de Champeaux, les courants de marée sont alternatifs (flot portant vers le sud-est et jusant au nord-ouest), dans l'axe de la baie et se

renforcent dans les chenaux de la zone estuarienne que forment les 3 fleuves côtiers (Sée, Sélune et Couesnon). Les sédiments de l'estran sont des sables fins à moyens, voire grossiers dans les chenaux, et les vases plus fines occupent le haut estran couvert par les herbues. La prolifération récente du chiendent sur les herbues autour du Mont se traduit par une rétention sédimentaire plus importante sur l'herbu, avec des effets sur l'écosystème du marais salé et sur la sédimentation encore mal connus. Les taux d'accrétion sédimentaire sont très variables selon le contexte morpho-sédimentaire de la haute slikke : de quelques mm/an dans les parties les plus hautes de l'herbu à plusieurs cm/an sur la haute slikke et/ou les berges des chenaux estuariens divagants.

* A l'ouest, entre Cancale et la chapelle Sainte-Anne, les courants de marée plus faibles sont giratoires et ralentis par la présence de la pointe du Grouin de Cancale qui amortit également les houles de Nord-Ouest qui pénètrent dans la baie. De ce fait, la sédimentation dans ce secteur occidental est plus fine que dans la zone estuarienne avec un dépôt de vases très fines (mud-flat) entre Cancale et Saint-Benoît des Ondes qui passe à une sédimentation sablo-vaseuse dans la partie centrale (de Vildé-Hirel au Vivier sur mer) et à des dépôts de sables fins à moyens à partir de Cherrueix et jusqu'à La Chapelle Sainte-Anne. La sédimentation est plus faible, avec des remaniements sédimentaires superficiels de l'ordre de quelques mm/an qui varient dans le temps et dans l'espace selon l'orientation des vents.

Globalement, à l'échelle des 7000 dernières années, l'évolution des fonds suit celle du niveau de la mer. Le graphique dessiné par A L'Homer ne peut toutefois être utilisé sans précaution, et mentionne des fluctuations en pointillé, qui illustrent les périodes moins connues. Le cordon littoral se forme dès le IV^e siècle, il se renforce entre le VII^e et le X^e siècle. À partir du XI^e siècle, il est probablement renforcé par l'action de l'homme pour l'édification de la digue de la Duchesse Anne qui isole le marais de Dol des incursions marines.

Des bancs de sable coquillier se forment sur le moyen estran et progressent vers le haut estran sous l'action des houles. Ils s'enrichissent alors progressivement en coquilles entières et s'épaississent jusqu'à former une barrière littorale discontinue de quelques mètres d'épaisseur en bordure du schorre. Leur composition en débris coquilliers varie d'ouest en est et ceux de Saint-Benoît-des-Ondes sont moins alimentés que ceux de Cherrueix ou de La chapelle Sainte-Anne. L'altitude des crêtes de bancs diminue d'ouest en est. Les bancs de Vildé sont rarement submergés lors des pleines mers de grande vive eau (coefficient 115 théorique sans agitation ni surcote). Cependant, des coups de vent successifs, comme en 2014, peuvent provoquer des remaniements des cordons avec formation de brèches et étalement des sables coquilliers sur l'herbu à l'intérieur duquel ils sont progressivement intégrés et colonisés par la végétation.

L'analyse des photos aériennes depuis 1950 montre la progression des bancs depuis le moyen estran et les étapes de la constitution de la barrière littorale discontinue actuelle. Les prélèvements de sable coquillier pour l'amendement des terres agricoles trop acides et les aménagements du haut estran pour les activités de loisir (char à voile) sont de nature à diminuer les stocks sédimentaires disponibles et à fragiliser le rôle de protection des bancs coquilliers. Cette barrière littorale que forment les grands bancs coquilliers du haut estran occidental de la baie peut perdre de la hauteur et du volume entraînant une réduction de sa capacité d'amortisseur des plus fortes houles.

Les apports de matériaux en baie ont deux origines :

- 50 % d'origine biologique. Le développement des cultures marines, la prolifération de la crépidule (stock de l'ordre de 220 000 t sur les fonds de l'avant baie) renforcent plutôt les apports ;
- 50 % d'origine silicoclastique. Or le réservoir sédimentaire est aujourd'hui quasi-épuisé.

L'acidification des océans, qui pourrait réduire l'apport biologique semble pour l'instant négligeable compte tenu de l'agitation de la Manche.

Il est toutefois indécidable de répondre à la question de ce qu'il va advenir d'ici 2100, avec une remontée rapide de la mer de 3 mm/an, puis plus vite après 2070.

Une thèse vient d'être lancée pour mieux connaître l'évolution de la sédimentation de la partie ouest de la baie depuis 200 ans, et pronostiquer celle-ci jusqu'en 2100. Les résultats pourront être utilisables pour une révision du PPR SM après réhaussement et confortement de la digue.

En conclusion, les sédimentologues ne s'estiment pas en mesure de pronostiquer un maintien de la hauteur d'eau libre en fort coefficient, ou une augmentation de celle-ci par moindre vitesse de la sédimentation par rapport à l'élévation du niveau marin. Ils insistent sur la nécessité de ne pas exporter de matériau hors de l'estran, et d'essayer de garder un bourrelet sédimentaire devant la digue le plus important possible. En effet, la sollicitation mécanique de la digue est d'autant plus importante que la bathymétrie de pied est importante.

6- Géotechnique de la digue

Les informations disponibles sur la nature des matériaux et les caractéristiques mécaniques, géotechniques et hydrauliques du pied et du corps de digue sont insuffisantes pour apprécier la stabilité d'ensemble de l'ouvrage.

La transmissivité est élevée dans le pied de digue, comme le montre l'ennoiement des sous-sols en bordure de digue côté terre sur certains secteurs (maison du terroir à Cherrueix lors des grandes marées, notamment).

Sur les rares mesures disponibles, la résistance de pointe mesurée au pénétromètre statique est très faible.

Cette connaissance géotechnique (nature des matériaux, répartition spatiale, caractéristiques mécaniques et paramètres d'état) est un préalable indispensable à la définition des travaux de renforcement de la digue.

En ce qui concerne l'érosion par surverse, le critère de rupture au-delà d'une lame d'eau de 20 cm est valide. Les néerlandais conduisent des expérimentations sur les conditions de rupture par surverse qui montrent l'importance de la nature et du revers de digue. Un film réalisé par une unité de recherche du département de l'agriculture des États-Unis (USDA) est tout à fait intéressant, et il serait judicieux de demander le droit de l'utiliser à des fins pédagogiques.

L'énergie des vagues à la côte est faible, et ne constitue pas, dans les conditions de bathymétrie actuelle un risque d'érosion, puis de destruction dès lors que le perré ne présente pas de désordres (pierres manquantes, cavités en arrière, affaissements...). Le perré doit donc être régulièrement surveillé et entretenu.

D'autres phénomènes de rupture sont possibles, qu'il s'agisse d'érosion interne ou de stabilité générale. Une première approche simplifiée des phénomènes d'érosion interne a été réalisée à partir de l'application des règles de Blight et Lane, pour deux types de matériaux constitutifs du corps de digue (sables fins et très fins). Diverses coupes considérées comme potentiellement critiques ont été testées, avec des cheminements hydrauliques variés. Il en est tiré un premier critère de sûreté, soit une largeur de digue supérieure à 30 m à la cote 8m NGF. La réalisation d'essais spécifiques in situ ou en laboratoire pourra permettre de resserrer ce critère (HET Hole Erosion test ; Crumble test ; MoJet...). Dans tous les cas, la connaissance des conditions géotechniques du corps de digue, de ses variations et des zones de transition ou d'interface (ouvrages traversants, inclusions dans le corps de digue, changement de nature des matériaux, ...), propices à l'érosion interne et aux instabilités de toutes natures, est indispensable à l'analyse de la sûreté de l'ouvrage et à la définition de critères plus précis, fiables et adaptés au contexte.

Une compilation des données de brèches sur le littoral est en cours de publication par le CEREMA, qui précise la médiane et la moyenne des brèches observées sur les digues en France.

7- Modélisation des écoulements à travers les brèches et dans le marais

Le modèle utilisé pour propager l'eau à travers, puis au-delà de la brèche, est adapté à l'objectif. Les coefficients de Manning Strickler utilisés sont pertinents. L'occupation du sol a été déterminée à partir de l'orthophotoplan. La hauteur d'eau minimale gérée par le modèle est de 5 cm. Les casiers peuvent alternativement être ennoyés ou mis au sec.

Les exports pour figurer les espaces inondés au pas de temps une heure ont été réalisés, mais n'ont pas été mis en forme. Les volumes écoulés par les brèches peuvent être calculés. L'hypothèse selon laquelle le plancher de la brèche est égal à la cote de haut de plage est bienveillant, si le terrain naturel côté marais est sensiblement plus bas.

Le comité n'a pas relevé d'anomalies majeures, et certaines questions posées ci après ont reçu une réponse qui montre leur non pertinence.

Références bibliographiques consultables sur le site : www.paralia.fr/jngcgc 2002, 2006 et 2012.

C. BONNOT-COURTOIS, J.E. LEVASSEUR Mesures in situ de la sédimentation au front des schorres aux abords du Mont-Saint-Michel (pp. 137-144) – DOI:10.5150/jngcgc.2002.014-B.

BONNOT-COURTOIS C., BASSOULLET P., LE HIR P., TESSIER B., CAYOCCA F., BALTZER A. Évolution et mobilité des sédiments superficiels de l'estran occidental de la baie du Mont-Saint-Michel (pp. 137-144) – DOI:10.5150/jngcgc.2006.014-B.

Chantal BONNOT-COURTOIS en hommage à A. L'HOMER. Dynamique sédimentaire intertidale en baie du Mont-Saint-Michel entre évolution naturelle et aménagements anthropiques (pp. 187-222) – DOI:10.5150/jngcgc.2012.021-B.

Séance du 4 février 2014

LEFEUVRE	Jean-Claude	Pdt conseil scientifique CELRL	présent
PEDREROS	Rodrigo	BRGM	présent
OLIVEROS	Carlos	BRGM	présent
BARAER	Franck	MétéoFrance bureau d'études et climatologie Dir Ouest	présent
DENIAUD	Yann	CEREMA	présent
CAYOCCA	Florence	IFREMER labo PHYSED	excusée
BONNOT-COURTOIS	Chantal	Directeur de recherche CNRS – UMR 8586 Prodig	présente
VERGER	Fernand	Professeur émérite ENS	présent
TESSIER	Bernadette	Université de Caen Basse-Normandie – UMR 6143	présente
ROBIN	Marc	Directeur de l'UMR 6554	excusé
ETIENNE	Samuel	Directeur du laboratoire de géomorphologie et Environnement et Environnement Littoral	présent
CRAVE	Alain	Université Rennes 1 - UMR 6118	présent
PRONOST	Ronan	SHOM	présent
FORRAY	Nicolas	CGEDD	présent
MARBOUTY	Dominique	CGEDD	présent
ALLAIN - ANDRE	Christine	CG 35	présente
ROBIN	Thierry	CG 35	présent
COLLIN	Antoine	MCF EPHE	Assistait également
PEINTURIER	Cédric	DDTM 35	Assistait également

Séance du 25 mars 2015

LEFEUVRE	Jean-Claude	Pdt conseil scientifique CELRL	présent
PEDREROS	Rodrigo	BRGM	présent
OLIVEROS	Carlos	BRGM	présent
BARAER	Franck	MétéoFrance bureau d'études et climatologie Dir Ouest	présent
LE CAM	Hervé	Météofrance	présent
DENIAUD	Yann	CEREMA	présent
CAYOCCA	Florence	IFREMER labo PHYSED	excusée
BONNOT-COURTOIS	Chantal	Directeur de recherche CNRS – UMR 8586 Prodig	présente
VERGER	Fernand	Professeur émérite ENS	présent
TESSIER	Bernadette	Université de Caen Basse-Normandie – UMR 6143	présente
ETIENNE	Samuel	Directeur du laboratoire de géomorphologie et Environnement et Environnement Littoral	présent
CRAVE	Alain	Université Rennes 1 - UMR 6118	présent
PRONOST	Ronan	SHOM	présent
FORRAY	Nicolas	CGEDD	présent
MARBOUTY	Dominique	CGEDD	présent
ALLAIN - ANDRE	Christine	CG 35	présente
ROBIN	Thierry	CG 35	présent
JEANSON	Matthieu	MCF EPHE	Assistait également
PEINTURIER	Cédric	DDTM 35	Assistait également

Expertise du dossier de PPR submersion marine du Marais de Dol (35)
Questions au comité scientifique du 4 février 2015

L'événement de référence centennal est construit à partir d'un calcul de convolution de la combinaison d'événements astronomiques (la marée), atmosphériques (pression, vents : force, orientation), topographiques (forme de la côte, bathymétrie) qui modifie la houle.

Or la baie du Mont est incontestablement un cas singulier sous tous ces aspects.

Rapport PPR , phase 1, et annexe phase 2

Une vérification de la meilleure actualité des données et des méthodes utilisées, de leur mise en œuvre selon des méthodes connues, et de l'incertitude sur les résultats dans le cas particulier de la baie du Mont est attendue (SHOM, Météo-France, CEREMA, BRGM, IFREMER).

Plus particulièrement, quelques questions sont posées :

- compte tenu de la forme de la baie, la cote maximale astronomique est-elle identique sur tout son pourtour. Le cas échéant, quel appareillage simple pourrait permettre de préciser l'ampleur de cette hétérogénéité ?
- avec le relèvement du niveau de la mer, doit-on considérer que l'amplitude des marées augmente, reste équivalente ou se réduit, à horizon 2050, 2100 ? (SHOM, CEREMA).

Peut-on obtenir des précisions sur les mouvements verticaux terrestres (surrection/subsidence) évoqués dans le dossier de PPRSM (caractérisation de l'aléa, page 9), le territoire de la baie aurait tendance à s'enfoncer contrairement au territoire du Finistère. De combien ? Connaît-on les facteurs agissants sur cette dynamique ? A-t-on des précisions sur la situation actuelle et des prévisions d'ici 2100 ?

- si l'élévation du fond de la baie par sédimentation est plus lente que l'élévation du niveau marin, quel serait l'effet sur la hauteur de houle, puis du set up, à envisager en 2100 ? Le cas échéant, s'il y a augmentation de l'énergie des vagues à la côte, faut-il, au moins dans certains secteurs, envisager à terme un run up ? (ces questions dépendent en partie de l'expertise demandée sur l'évolution de la sédimentation dans la partie ouest de la baie) ;

- la forme de la baie peut-elle amplifier les surcotes liées au vent, à la pression atmosphérique (SHOM, Météo-France, IFREMER) ;

- pour les simulations de houle, quelles sont les données ou méthodes de calcul rapides à mettre en œuvre (quelques mois) qui pourraient améliorer significativement la précision des résultats. (SHOM, Météo-France, IFREMER)

- des bancs coquilliers se forment en avant de la digue de la duchesse Anne, et tendent à rejoindre le haut d'estran par progradation. Ces bancs jouent-ils un rôle particulier d'atténuation des houles ? Pour le compte du Département, le laboratoire de géomorphologie et environnement littoral de Dinard va installer des capteurs ? Est-ce suffisant ? Quel dispositif de mesure supplémentaire serait à mettre en place, le cas échéant sur le moyen voire le plus long terme ?

- la réalisation d'un lever lidar des vagues lors des grandes marées serait-il de nature à remettre en cause les valeurs d'atténuation des houles, ou à les préciser utilement, ou serait de peu d'utilité ?

La sédimentation est particulièrement active en baie (universités, IFREMER)

- sur les années passées, l'élévation des fonds est-elle homogène dans la partie ouest, de château Richeux à la chapelle St Anne ? Sinon, existe-t-il des données qui précisent par secteur les phénomènes observés ?

- avec l'élévation du niveau marin, le volume de sédiment déposé va-t-il croître, être constant, se réduire ?

- avec l'élévation du niveau de la mer, a-t-on un pronostic sur l'ampleur de l'élévation de l'estran d'ici à 2100, et les éventuelles hétérogénéités spatiales de celle-ci (plus rapide, moins rapide, équivalent, spatialement réparti, préférentielle sur certaines zones ?)

La définition des scénarios du PPR repose sur un certain nombre d'événements, dont les simulations orientent la définition du risque (CEREMA, BRGM).

Certains paramètres ont été définis nationalement, par exemple l'élévation du niveau marin de 60 cm en 2100 par rapport à aujourd'hui, ou le fait qu'une digue peut toujours rompre.

Dans la version actuelle, le PPR envisage le dysfonctionnement des ouvrages des exutoires à la mer, la surverse (la digue est par endroit à peine plus haute que la cote maximale astronomique), la formation de brèches (désordre

interne, car la géotechnique des digues est mal connue, érosion interne, animaux fouisseurs, passage de réseaux...).

- le principe de rupture dès que la surverse dépasse 20 cm est-il pertinent ?
 - les critères (cf PPR rapport phase 2 p 12) qui définissent le risque de brèche sont-ils pertinents : la hauteur de la crête de la digue, sa largeur en pied, l'état de perré de protection, la hauteur entre le haut de plage et la cote de référence ?
 - la largeur des brèches envisagées selon les caractéristiques de la digue est-elle conforme à l'expérience ? Faut-il prendre en compte la nature des matériaux constitutifs de la digue (cf étude CETE, sur trois secteurs) ?
- Concernant la modélisation des brèches : le marégramme utilisé est-il pertinent (cf PPR rapport phase 2 p14) ? La détermination des débits entrants est-elle correctement modélisée ? Le modèle utilisé répond-il à l'état de l'art ?
- Divers renseignements ont été demandés à Hydratec, pour enrichir le questionnement
- existe-t-il des références bibliographiques à l'échelle internationale des ruptures de digues à la mer, analysant causes et ampleur ?

Avis sur :

1- le dispositif de suivi envisagé par la DDTM pour la baie (et **protocole d'échantillonnage**) ;
utilité d'un suivi à 5 ans ?

Utilisation de ces données ?

2- étude des services éco-systémiques de protection des dépôts sédimentaires en baie du Mont-Saint-Michel conduite par le Laboratoire de géomorphologie et environnement littoral de Dinard ;

3- en cas d'absence de paramètres climatiques contrastés en début 2015, intérêt d'une modélisation d'une tempête conjuguée avec les grandes marées de 2015 (SHOM et MF) ;

4- définir la station météo la plus proche, voire installer une station temporaire pour l'année 2015, marquée par de très nombreuses grandes marées (MF) ;

5- quelles sont les recherches bibliographiques et l'état de la connaissance à engager et à prioriser pour enrichir et améliorer l'expertise (mission contenue dans le CCTP du CG35)..

Nota : les points en gras sont mentionnés dans le courrier de la ministre comme prestation attendues des établissements publics.

Comité scientifique pour le PPR submersion marine du marais de Dol
Réunion du 25 mars 2015

• **Bilan des grandes marées de février :**

- le contexte météo (Météo-France)
- marée, surcotes (SHOM)
- les observations directes (DDTM 35)
- Résultats de l'étude sur les dépôts sédimentaires (EPHE)

• **Suivi des grandes marées de mars**

- le contexte météo (Météo-France)
- marée, surcotes (SHOM)
- Les observations directes (DDTM 35)
- Protocole de suivi des dépôts sédimentaires mis en place en mars (adaptation méthodologique par rapport aux marées de février -EPHE).

3- **Modélisation des vagues et houles en baie du Mont Saint Michel : état d'avancement**

4- **Examen des réponses fournies par Hydratec**

5- **Questionnements**

- Intérêt de poursuivre les investigations lors des grandes marées d'automne ?
- Sédimentologie :
 - la stabilisation des bancs coquilliers au XI^e siècles, sur lesquels se sont implantés les bourgs de Cherrueix, du Vivier, Hirel, est-elle à mettre en relation avec une période de niveau marin plus haut qu'aujourd'hui, suivi d'une période de baisse modérée du niveau (utilisation du graphique de L'Homer et al) ?
 - Quelle est l'origine des interruptions des bancs coquilliers devant Hirel et Cherrueix ?
 - Quel est l'impact sur la sédimentation des endiguements réalisés pour protéger les installations conchylicoles en avant de la digue ?
 - Est-il nécessaire de suivre sur la durée la dynamique hydro-sédimentaire en baie ? avec quels outils et moyens ? (suivi de terrain, cartographique, modélisation, autres investigations ?)
- Dignes :
 - Quelles sont les causes de rupture ?
 - Quelle est la limite entre tertre et digues ?
 - Comment prendre en compte la durée limitée de mise en eau sur le risque de rupture ?
 - Quel est l'état de nos connaissances sur la géophysique et la géotechnique de la digue ? Est-il nécessaire de prévoir des investigations supplémentaires dans ces domaines (en complément de l'étude de dangers) ?