

Directive inondations

Bassin Loire-Bretagne

Rapport de présentation de la cartographie du risque de submersion marine sur le secteur Noirmoutier – Saint Jean de Monts

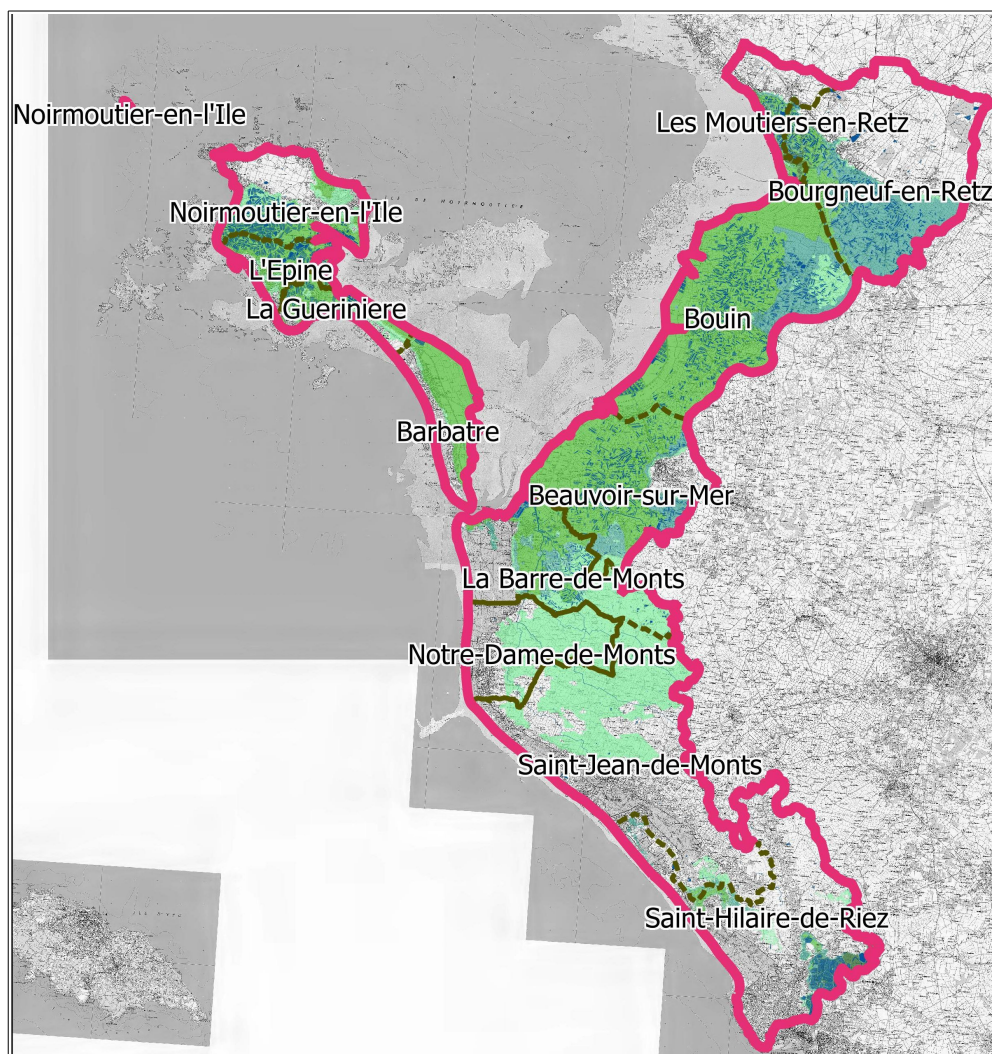


Table des matières

1 - Introduction.....	4
2 - Présentation générale du sous-bassin des côtiers Vendéens et du marais Poitevin.....	5
2-1 Le sous-bassin des côtiers Vendéens et du marais Poitevin.....	5
2-2 Le TRI de la Baie de Bourgneuf.....	7
3 - Caractérisation des submersions marines sur le secteur de La Baie de Bourgneuf.....	13
3-1 La submersion marine.....	13
3-2 Les submersions marine sur le secteur de la baie de Bourgneuf.....	15
4 - Historique des submersions marines sur le secteur de La baie de Bourgneuf.....	16
Pour le secteur continental du TRI :.....	16
Pour l'Île de Noirmoutier :.....	23
5 - Études sur les inondations dans le secteur de la Baie de Bourgneuf.....	28
6 - Qualification des événements d'inondation.....	29
Méthodologie mise en place par IMDC sur les zones nord et sud :	29
Méthodologie mise en place par ISL sur le secteur central et l'île de Noirmoutier.....	31
6-1 Événement fréquent.....	33
6-2 Événement moyen.....	35
6-3 Événement moyen plus changement climatique.....	37
6-4 Événement exceptionnel.....	37
7 - Limites des résultats obtenus.....	40
8 - Qualification des enjeux et sources de données utilisées.....	41
9 - Analyse des enjeux.....	42
9-1 Événement fréquent.....	42
9-2 Événement moyen.....	43
9-3 Événement moyen + Changement climatique.....	44
9-4 Événement exceptionnel.....	45
10 - Cartographie.....	48
10 – 1 Cartes de synthèse des inondations.....	49
10 – 2 Cartes des hauteurs d'eau.....	50
10 - 3 Cartes d'exposition aux risques.....	51
11 - Annexes nécessaires à une compréhension approfondie des cartes.....	52
11-1 Bases de données nationales utilisées dans l'analyse des enjeux.....	52
11-2 Métadonnées simplifiées sur les bases de données nationales utilisées.....	55
12- Glossaire.....	57

Rapport de présentation de la cartographie du risque de submersion marine sur le secteur Noirmoutier- Saint Jean de Monts

1 - Introduction

Dans le cadre de la directive inondation, l'exploitation des connaissances rassemblées dans l'évaluation préliminaire des risques d'inondation du bassin Loire-Bretagne, arrêtée fin décembre 2011 (arrêté n° 11-261 du 12 décembre 2011), a conduit à identifier 22 Territoires à Risque Important (TRI) d'inondation. Au vu des enjeux liés aux risques de submersion marines, le secteur de La Baie de Bourgneuf est l'un d'entre eux. La qualification d'un territoire en TRI implique une nécessaire réduction de son exposition au risque d'inondation, et engage l'ensemble des pouvoirs publics concernés territorialement dans la recherche de cet objectif.

À cette fin, une ou plusieurs stratégies locales de gestion du risque d'inondation devront être mises en œuvre sur chaque TRI. Leurs objectifs, avec leurs délais d'élaboration, devront être arrêtés par le préfet coordonnateur de bassin, en tenant compte des priorités de la stratégie nationale de gestion du risque d'inondation et de sa déclinaison dans le Plan de Gestion du Risque d'Inondation (PGRI) du bassin Loire-Bretagne.

Afin d'éclairer les choix à faire et partager les priorités, la connaissance des inondations sur les TRI doit être approfondie, en réalisant une cartographie des risques pour 4 scénarios basés sur :

- les événements fréquents,
- les événements moyens,
- les événements moyens plus le changement climatique
- les événements exceptionnels.

C'est l'objet des cartographies présentées dans ce rapport sur le TRI du secteur de la Baie de Bourgneuf. Les 2 communes de Loire-Atlantique et les 10 communes de Vendée incluses dans le TRI sont les suivantes :

BARBATRE, BEAUVOIR-SUR-MER, BOUIN, BOURGNEUF-EN-RETZ, LA BARRE-DE-MONT, LA GUERINIERE, L'EPINE, LES MOUTIERS-EN-RETZ, NOIRMOUTIER-EN-L'ILE, NOTRE-DAME-DE-MONTS, SAINT-HILAIRE-DE-RIEZ, SAINT-JEAN-DE-MONTS

2 - Présentation générale du sous-bassin des côtiers Vendéens et du marais Poitevin

Le bassin hydrographique de la Loire s'étend sur 117 800 km² du Massif Central (Loire supérieure) au sud du Bassin Parisien (Loire moyenne), et au sud-est du Massif Armoricain (basse Loire). Il est constitué de 5 sous-bassins, dont deux présentant un littoral maritime.

Le TRI de La Baie de Bourgneuf est compris dans le sous-bassin des côtiers Vendéens et du marais Poitevin.

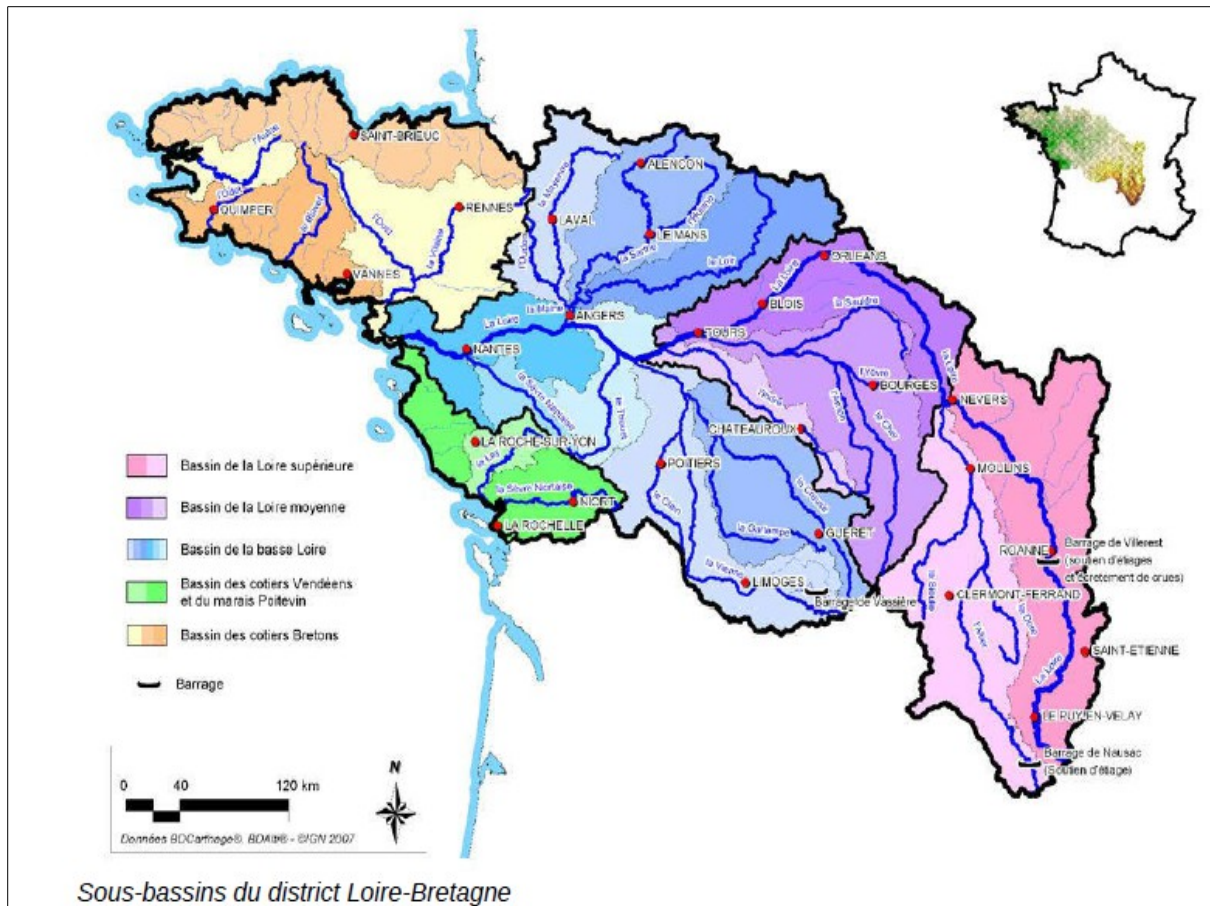


Illustration 1 : Localisation du bassin de la Loire et de ses sous-bassins [source : DREAL Centre - 2011]

2-1 Le sous-bassin des côtiers Vendéens et du marais Poitevin

La pointe méridionale du Massif Armoricain est à l'origine de la formation des hauteurs du bocage Vendéen et des Gâtines. Cette ligne de collines qui culmine à moins de 300 mètres donne naissance à un bassin hydraulique de 8 900 km² au sud de la Loire.

Le nord du bassin est drainé par plusieurs petits cours d'eau côtiers comme la Vie, l'Auzance, le Falleron. Le sud est occupé par le marais poitevin dont le bassin versant de 350 km² est drainé principalement par le Lay, la Sèvre Niortaise et son affluent, la Vendée. Les eaux de ces rivières rejoignent l'océan Atlantique, au nord de la Rochelle, dans la baie de l'Aiguillon.

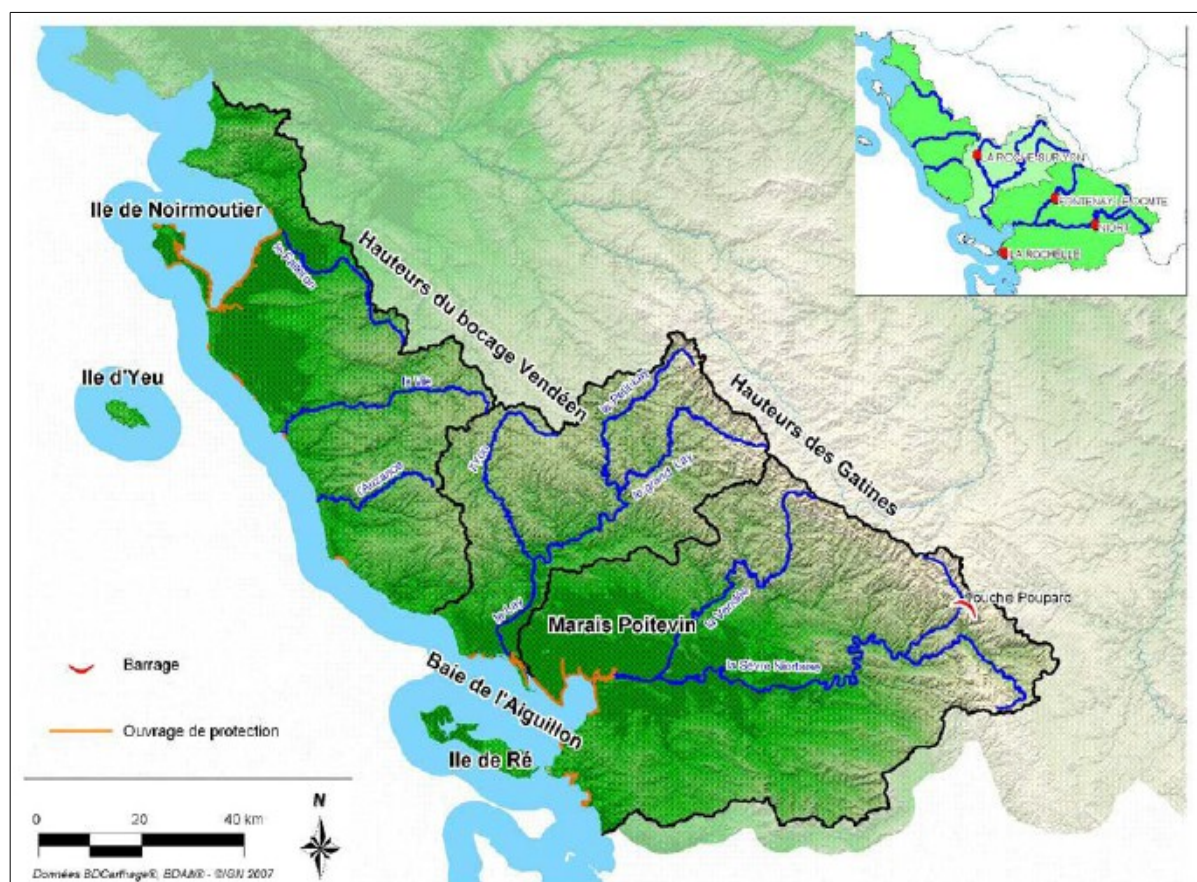


Illustration 2 : Sous-bassin des côtières Vendéens et du marais Poitevin [source : DREAL Centre- 2011]

Le littoral vendéen se décompose selon trois types de physionomie :

- le littoral sableux qui représente 40 % du linéaire ;
- les côtes rocheuses, localisées principalement entre Saint-Gilles-Croix-de-Vie et Brétignolles-sur-Mer et entre les Sables-d'Olonne et Jard-sur-Mer ; elles représentent 23 % du linéaire ;
- le rivage artificialisé pour les 37 % du linéaire restant ; il s'agit principalement des zones polderisées de Noirmoutier, du marais Breton au nord, et du marais Poitevin au sud. Si initialement ces digues avaient pour objet l'exploitation de terrain à des fins agricoles, aujourd'hui elles protègent de nombreuses zones résidentielles qui se sont développées.

Entre les deux grands polders vendéens, le littoral est interrompu par l'embouchure des fleuves côtiers.

La majorité de ces étiers et rivières est régulée par des vannes ou barrages et présente un fonctionnement hydraulique fortement influencé par les niveaux marins.

Trois îles sont liées à ce littoral : l'île de Ré et l'île de Noirmoutier, qui possèdent un relief peu marqué, l'île d'Yeu avec une topographie plus élevée.

Un seul barrage d'une hauteur supérieure à 20 mètres (classe A) et d'un volume supérieur à 15 Mm³ est présent sur le bassin des côtiers Vendéens et du marais poitevin.

Cependant, il existe une douzaine d'autres ouvrages sur les rivières de ce bassin qui créent des retenues d'eau destinées principalement à l'alimentation en eau potable. Les deux principaux sont le barrage de Mervent sur la Vendée avec une retenue de 8 Mm³, et le barrage du Marillet, affluent du Grand Lay, avec une retenue de 7 Mm³.

2-2 Le TRI de la Baie de Bourgneuf

Le TRI de La Baie de Bourgneuf est situé sur deux départements avec notamment 10 communes du nord du département de la Vendée et seulement deux communes du sud de la Loire-Atlantique.

Caractéristiques géologiques et sédimentaires de nord de la Vendée

Le département de la Vendée se situe à la limite méridionale du Massif Armoricaire. Plusieurs marais desséchés sont présents le long du littoral : le marais Breton au Nord, le marais Vie et Jaunay, le marais des Olonnes, le marais de Talmont et enfin le marais Poitevin au Sud. Ces marais sont des zones basses inondables caractérisées par des alluvions plus ou moins récentes.



Illustration 3 : Diversité paysagère en Vendée [source : CAUE de Vendée (Vendéoscope 2007-2008)]

A nord de la zone du TRI on trouve la Baie de Bourgneuf qui est située au Sud de l'embouchure de la Loire. Elle couvre une superficie de 300 km² entre le continent et l'île de Noirmoutier qui la sépare de l'Océan Atlantique. Elle présente une forme en « entonnoir » de 30 km de long et communique avec l'Océan avec deux ouvertures de largeurs différentes :

- 12 kilomètres au Nord, entre l'Herbaudière et la Pointe de Saint-Gildas ;
- 800 mètres au Sud, au niveau du Goulet de Fromentine.

Un axe rocheux central qui s'étend depuis Noirmoutier-en-l'Île jusqu'au port du Collet (débouché du Falleron qui constitue la limite administrative entre les départements de la Vendée et de la Loire-Atlantique) sépare la Baie de Bourgneuf en deux secteurs distincts (l'un au Nord, l'autre au Sud). Cet affleurement rocheux calcaire tertiaire constitué par les rochers de la Vendette et de la Préoire du côté de l'île de Noirmoutier et par les rochers de Bouin à proximité du continent forme une sorte de goulet (le chenal du Fain) qui ne laisse qu'un passage franc aux eaux de 2,5 km de large.

- Dans le secteur Nord, les profondeurs décroissent depuis l'entrée de la Baie (entre – 5 et –15 m le plus souvent) vers la « barrière rocheuse » (environ –1 à –2 m). Par ailleurs, l'estran est bien développé dans la partie orientale où il s'élargit du Nord (environ 500 m à la Bernerie) vers le Sud (3,5 km au Collet).
- Dans le secteur Sud, l'estran, large et vaseux, est beaucoup plus développé. La majorité des fonds découvrent à marée basse, ils sont situés le plus souvent entre +1 m et +3 m.



Illustration 4: Le haut fond du gois[source : Etude DHI/GEOS sur l'érosion sur le littoral vendéen (2007)]

Au sud du goulet de Fromentine, le cadre géomorphologique change complètement et des cordons littoraux sableux quaternaires recouvrent les formations éocènes calcaires du Pont-

d'Yeu. D'orientation Nord-Nord-Ouest / Sud-Sud-Est, elles protègent les zones marécageuses situées en arrières. D'après l'étude de GEOS/DHI (2008), ces flèches sableuses se sont développées au cours de la transgression flandrienne et sont composées d'un matériel grossier.

Au sommet de ces cordons littoraux se trouve un ensemble dunaire composés de sables remaniés crétacés, éocènes et pliocènes provenant du bassin de Challans.

Enfin, la façade atlantique de l'île de Noirmoutier qui s'étire sur une longueur de 19 km selon un axe Nord-Ouest/Sud-Est entre la Pointe de l'Herbaudière et le goulet de Fromentine est bordée par un cordon dunaire qui isole de la mer des terres qui ont été polderisées ou exploitées sous forme de marais salants, et se prolonge au Sud par une flèche sableuse. Ce cordon s'est aussi formé lors de la transgression flandrienne grâce à la présence d'un socle rocheux qui a permis le piégeage et l'accumulation des apports sableux.

La côte

Le littoral sableux représente 40 % du linéaire côtier total de la Vendée mais il, est très fortement représenté dans la zone du TRI, car les grands ensembles dunaires sont localisés au niveau de :

- la façade Atlantique de Noirmoutier qui est bordée, en presque totalité, par un cordon dunaire qui au Nord, isole de la mer un secteur dépressionnaire occupé par des marais salants, et se prolonge au Sud par une flèche sableuse. 3 secteurs se distinguent :
 - de l'Herbaudière à la pointe du Devin, le cordon dunaire s'étend sur une longueur de 4 km et sur une largeur variant de 400 m au Nord à 60 m au Sud ;
 - le cordon dunaire de l'Epine se développe sur 5 km et atteint une épaisseur de 1 200 m dans l'axe La Matinière / le Bois-Garnier et de 700 m au droit de la pointe de la Loire ;
 - de la pointe de la Loire à la pointe de la Fosse, la flèche sableuse s'étire sur près de 12 km et atteint une largeur maximale de 1000 m au niveau de la Maison Rouge.
- les dunes du Pays de Monts entre Fromentine et Saint-Gilles-Croix-de-Vie
La frange littorale, qui borde au Sud-ouest le Marais Breton, est formée sur 26 km par un cordon sableux d'une hauteur le plus souvent d'une dizaine de mètres et rarement plus de 15 à 20 mètres. Sa largeur maximale est de 2 km au Nord, de 3 km au Sud et de 700 m au niveau du Pont d'Yeu.

A l'inverse le littoral rocheux (23 % du linéaire de côte de la Vendée) n'est quasiment pas représenté dans la zone du TRI de la baie de Bourgneuf.

Enfin, la part du rivage artificialisé (37 % du linéaire total départemental), est elle aussi très importante sur ce TRI avec deux typologies d'ouvrages :

- des digues au niveau des zones basses :
 - de la Baie de Bourgneuf (façade orientale de Noirmoutier et bordure du Marais Breton)
 - en avant des zones de marais de Noirmoutier.

- des ouvrages de défense côtière (enrochements, perrés, épis) en avant des zones urbanisées de Saint-Jean-de-Monts,

Du plateau continental à l'avant-côte

La plate-forme sous-marine, étagée en gradins, s'abaisse doucement sous les eaux de l'Océan Atlantique selon une pente plutôt faible, donc favorable aux réfractions de la houle.

De Noirmoutier à Saint-Vincent-sur-Jard, l'isobathe de 40 m se trouve à une distance d'environ 30 à 40 km de la côte. Cependant la topographie de la zone immergée constitue généralement le prolongement naturel de la zone émergée.

- Les fonds marins de la Baie de Bourgneuf sont, pour la plus grande partie, inférieurs à 5 m. L'estran est très développé, sa largeur atteint 2 à 3 km.
- Entre l'île d'Yeu et Noirmoutier, les fonds sont plutôt plats (−10 m à environ 10 km de la côte et −20 m à 15 km) tandis qu'entre l'île d'Yeu et le continent on note la présence d'un haut fond d'environ −6 m.
- Entre Notre-Dame-de-Monts et les Sables d'Olonne, la pente moyenne des fonds augmente progressivement du Nord vers le Sud : l'isobathe -20 se situe à 15 km face à Saint-Jean-de-Monts et à 5 km de la côte au droit des Sables d'Olonne.

Exposition des côtes

L'orientation du trait de côte envers les conditions hydrodynamiques au large (l'angle d'incidence de la houle dominante approchant la côte) est un premier élément déterminant le degré d'exposition de la côte. L'analyse des données hydrodynamiques disponibles sur le secteur indique une forte dominance de la houle provenant des secteurs directionnels de 225° à 270° par rapport au Nord (les directions du Sud-Ouest).

Les plages d'orientation face à ces directions (exemples : plage des Demoiselles, Grande Plage) peuvent être plus exposées à l'action des vagues que les plages d'une autre orientation. La houle approchant la côte peut tout de même légèrement changer de direction sous l'effet de la réfraction et de la diffraction.

Les obstacles, tels que l'île d'Yeu, et surtout l'île de Noirmoutier, sont un deuxième élément essentiel pilotant l'exposition des côtes sur ce TRI, en mettant une grande partie du littoral de ce secteur à l'abri des houles.

Caractéristiques des agents hydrométéorologiques sur le littoral vendéen

Températures

La côte vendéenne est soumise à un climat océanique. D'après l'étude de GEOS/DHI (2007), la température moyenne annuelle est de 12,8 °C, la moyenne annuelle des températures maximales est de 16,1°C et la moyenne annuelle des températures minimales est de 9,5°C. Les mois les plus chauds sont juillet et août et le mois le plus froid est janvier. Il

Il y a en moyenne 25 jours de gel par an ce qui a une influence considérée comme négligeable sur les processus d'érosion des falaises.

Précipitations

Les précipitations sont fréquentes en automne et au printemps. Les précipitations annuelles varient entre 435 mm/an (en 1953) et 1644 mm/an (en 1994). Le mois de juin est en moyenne le plus sec de l'année (44mm), alors que décembre est en moyenne le plus humide (111 mm). Les précipitations ont une influence notable sur les processus d'érosion des falaises, que ce soit par ruissellement ou par infiltration.

Vent

D'après l'étude de GEOS/DHI (2007), les vents de Nord-Ouest à Sud-Ouest sont prédominants dans le secteur d'étude. En hiver (septembre à février), le vent provient surtout des secteurs Ouest à Sud-Ouest. En été (mars à août), le vent provient surtout des secteurs Ouest à Nord-Ouest.

Marée théorique et courants de marée

La marée théorique est brièvement décrite ci-dessous à partir de l'ouvrage des Références Altimétriques Maritimes (2011) et de l'Atlas des marées de Saint-Nazaire à Royan (2001) du SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine).

La marée est de type semi-diurne (période de 12 h 25). L'onde de marée se propage du Sud vers le Nord sur toute la façade Atlantique. Elle est hétérogène sur la région, en raison de son interaction avec les fonds lors de sa propagation. La différence tidale est d'environ 5,2 m lors des vives-eaux et 4,2 m lors des mortes-eaux.

Les courants généraux sur la frange côtière sont alternatifs et orientés vers l'Est au flot et vers l'Ouest au jusant. La circulation résiduelle est complexe à cause de la bathymétrie et de la géométrie complexe de la côte. Les courants de marée ont une intensité plutôt faible le long du littoral vendéen, atteignant seulement 0,3 m/s en vive eau aux Sables-d'Olonne.

Les Houles

Direction des houles au large :

Il apparaît sur la rose des houles au point ANEMOC 0843 (situé au large de l'île de Noirmoutier) que :

- les houles les plus fréquentes proviennent du secteur Ouest à Nord-Ouest,
- les houles de plus forte amplitude (supérieures à 6 mètres) proviennent du secteur Ouest à Sud-Ouest.

On peut noter qu'il y a peu de variations entre les roses des houles aux différents points ANEMOC 0843, 0308 (au large des Sables d'Olonnes) et 0203 (au large de l'île d'Oléron). La direction de propagation privilégiée reste l'Ouest /Nord-ouest et les plus fortes houles proviennent toujours de l'Ouest / Sud-ouest.

Hauteur des houles au large :

L'analyse des données au point 0843 à une profondeur de 75 m indique sur la période de 1979 à 2001:

- 2,9 % de mers ridées ou belles correspondant à des houles dont la hauteur significative est inférieure à 0,5 m,
- 31,3 % de mers peu agitées (hauteurs significatives de la houle comprises entre 0,5 m et 1,25 m),
- 39,6 % de mers agitées (hauteurs significatives comprises entre 1,25 m et 2,5 m),
- 17,7 % de mers fortes (hauteurs significatives comprises entre 2,5 m et 4 m),
- 6,6 % de mers très fortes à grosses (hauteurs significatives comprises entre 4 m et 6 m),
- 1,9 % de mers grosses (hauteurs significatives supérieures à 6 m).

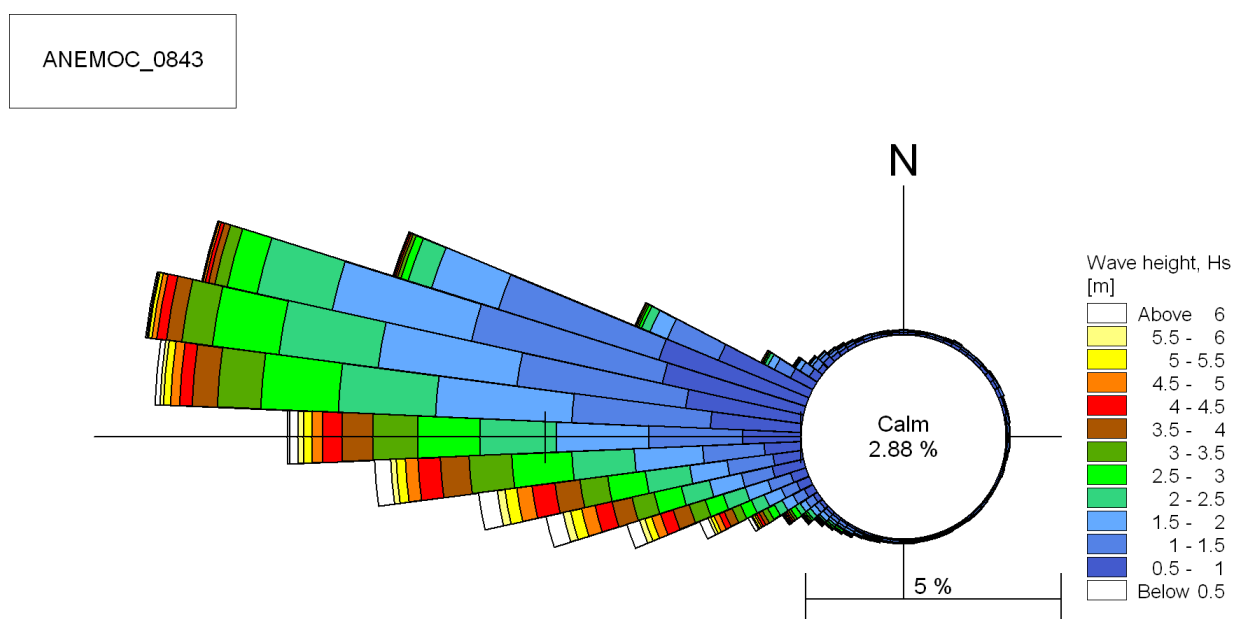


Illustration 5 : Rose des houles au point 0843 [source : Atlas Numérique d'Etats de mer Océanique et Côtier ; Cerema]

3 - Caractérisation des submersions marines sur le secteur de La Baie de Bourgneuf

3-1 La submersion marine

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par les eaux de mer. Leur origine est liée à une élévation temporaire du niveau de la mer et à son état d'agitation.

Le niveau de la mer à un moment donné est le résultat de 3 composantes :

- **le niveau moyen** : grandeur caractéristique d'un lieu, il est souvent considéré comme une constante. Cependant, ce niveau reste soumis à des variations sur de longues périodes. Actuellement, le changement climatique observé s'accompagne d'une période d'élévation de ce niveau. À l'horizon 2100, les scientifiques prévoient une augmentation comprise entre 0,60 m et 1,50 m par rapport au niveau actuel.
- **la marée théorique** : c'est le phénomène prévisible du mouvement de flux et reflux des eaux de la mer. Elle trouve son origine dans l'effet conjugué des forces de gravitation de la lune et du soleil et se traduit deux fois par jour par un état de pleine mer et, un peu plus de 6 heures après, par un état de basse mer. Lorsque le soleil et la lune agissent de concert, notamment aux équinoxes, les marées sont de grande amplitude. Le niveau des plus hautes mers astronomiques (PHMA), correspondant au niveau maximum susceptible d'être atteint par la marée théorique, est affecté d'un coefficient de marée égal à 120. Le niveau minimum est quant à lui affecté du coefficient 20. Sur le littoral du district, le marnage moyen est de l'ordre de 3 à 5 m (par comparaison, il peut atteindre 13 m dans la baie du Mont Saint-Michel).
- **la surcote** : elle est définie comme la différence entre le niveau de la mer observé et le niveau de la marée théorique. Cette différence est d'origine météorologique. Elle est induite par la variation de la pression atmosphérique (une baisse de 1 hPa engendre une augmentation de 1 cm), l'action du vent sur la surface de la mer et la vitesse de déplacement de la perturbation. Sur le littoral atlantique, lors des tempêtes, les vents peuvent atteindre des vitesses de l'ordre de 150 à 200 km/h et des surcotes supérieures à 1,50 m ont déjà été enregistrées.

Les niveaux marins sont exceptionnellement élevés lorsque ces composantes se conjuguent : une marée de grande amplitude qui s'accompagne aux heures de pleine mer du passage d'une dépression très marquée sous forme de tempête. Les niveaux marins exceptionnels restent cependant des phénomènes de courte durée. En effet, dès le reflux de la marée, le niveau baisse.

L'**état de la mer** correspond à son agitation due à la superposition du vent et de la houle. Les vagues qui se forment en mer se propagent à la côte en subissant l'influence de la bathymétrie et des obstacles. Lorsque la profondeur d'eau diminue et devient du même ordre de grandeur que leur hauteur, les vagues deviennent instables et déferlent. Le transfert d'énergie provoque alors une surélévation du plan d'eau, appelée « set-up ». Puis, l'énergie finit par se dissiper sur le littoral sous la forme de jets de rive. La hauteur maximale atteinte par une vague, appelée « run-up », est composée d'une part du « set-up » et d'autre part du jet de rive.

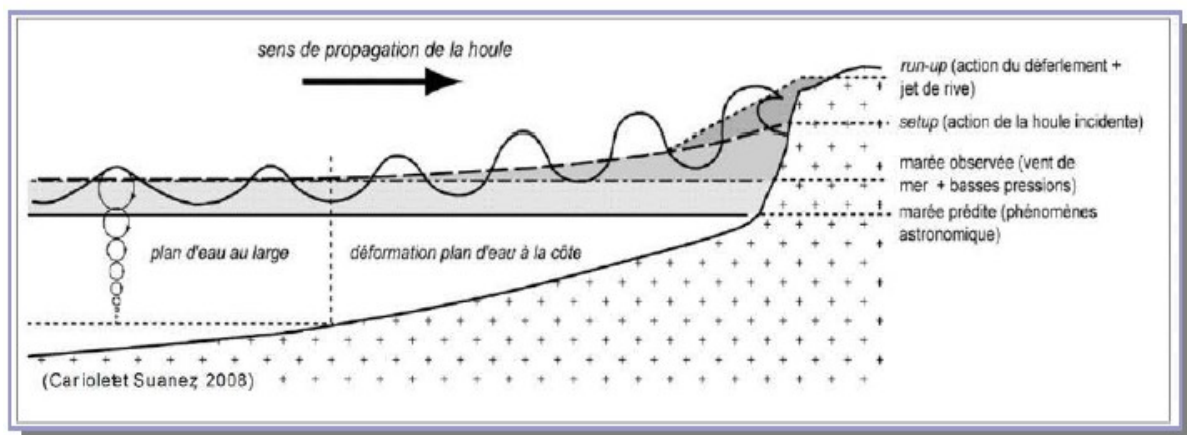


Illustration 4 : Paramètres entrant en compte dans l'évaluation des niveaux marins [source : BRGM]

Lors d'une submersion marine liée au passage d'une tempête, les ouvrages de protection sont soumis à la fois à un niveau de la mer élevé et à l'action dynamique des vagues. L'intrusion d'eau de mer au-delà du cordon littoral et/ou des ouvrages de protection peut alors survenir de trois manières :

- par ouverture de brèches et rupture des ouvrages de protection du littoral ou du cordon dunaire ;
- par débordement des ouvrages de protection, le niveau de la mer ayant une cote supérieure à celle des ouvrages ;
- par franchissement dû au déferlement des vagues (effet de run-up) par-dessus les ouvrages, le niveau de la mer restant inférieur au niveau des ouvrages, également appelé franchissement par paquet de mer.

Sur le district Loire-Bretagne, l'ensemble de la façade littorale atlantique du marais poitevin, de la Vendée jusqu'à l'estuaire de la Loire, est régulièrement exposé aux tempêtes océaniques provoquant, en l'absence de relief, des submersions marines importantes. La tempête Xynthia du 28 février 2010 (coefficient de 102, surcote de 1,50 m, niveau marin de plus de 4,50 m NGF en sud Vendée), qui a impacté l'intégralité du littoral vendéen et la baie

de l'Aiguillon a été à l'origine de submersions marines aux conséquences dramatiques, malgré les dispositifs de protection en place.

3-2 Les submersions marine sur le secteur de La Baie de Bourgneuf

Les submersions marines, appelées vimers localement, se produisent généralement lors des tempêtes hivernales, et sont d'autant plus importantes que l'altitude du littoral Vendéen est relativement faible, avec la présence de nombreux marais. Ainsi dans le marais breton et sur l'île de Noirmoutier, une partie des terres gagnées sur la mer sont parfois situées en dessous du niveau de la mer. Les digues côtières, leur hauteur, leur qualité et leur entretien sont des éléments essentiels de la vulnérabilité de ces territoires. La rupture ou la surverse de ces digues entraînent des dégâts économiques et parfois humains considérables.

Les tempêtes automnales, si elles produisent moins de submersions, fragilisent souvent les protections littorales, qui sont alors plus vulnérables aux tempêtes suivantes.

4 - Historique des submersions marines sur le secteur de La baie de Bourgneuf

Les événements historiques témoignent des phénomènes en présence et de leurs conséquences. Les archives relatent ainsi de nombreuses submersions depuis le VI^e siècle, dont quelques une sont données dans les tableaux suivants.

Pour le secteur continental du TRI :

17 Juin 567	Ile de Bouin	Grand raz de marée.
1382	Les Moutiers en Retz	Tempête.
1407	Port du Collet	Vimer – Vaisseau Quimper Corentin coulé ; 2 morts.
1476	Marais de Bourgneuf	Inondation des marais salants
1511	Bouin	Inondations.
1548	Les Moutiers en Retz	Tempête et inondations des cultures.
1556 – 1563 – 1571 – 1572 – 1575 – 1589 - 1593	Baie de Bourgneuf	Vimer et inondations des cultures.
3 Décembre 1598	Marais	Vimer – Désertion de l'île de Bouin par les habitants – Inondation de la basse rue de Bourgneuf en Retz.
16 Janvier 1699	Bouin	Vimer avec inondations.
1705	Bouin et Bourgneuf en Retz	Vimer et lame de fond avec inondations.
1712 – 1716 – 1724 - 1735	Marais Breton	Tempêtes avec inondations.
14 et 15 Mars 1791	Baie de Bourgneuf	Typhon – inondations sur plusieurs centaines d'hectares (1m de hauteur à certains endroits).
1751	Baie de Bourgneuf	Typhon avec submersion impactant particulièrement Bouin et Les Moutiers en Retz.
1 ^{er} Novembre 1755	Baie de Bourgneuf	Submersion par une vague de 3m de haut provoquée par un

		tremblement de terre à Lisbonne.
1791 - 1798	Baie de Bourgneuf	Submersion par un raz de marée.
1802	Marais de Bourgneuf	Submersions touchant particulièrement les Moutiers en Retz.
5 Février 1811	La Crosnière (près du Gois)	Submersion avec inondation sur 2m de haut.
24 au 26 Février 1820	Baie de Bourgneuf	Fortes marées avec brèches. Submersion de la Crosnière et de Bouin.
24 au 26 Février 1838	Les Moutiers en Retz	Fortes marées avec brèches - inondation du marais - disparition de 25 habitations.
24 au 25 Avril 1853	Marais de Bourgneuf et Moutiers en Retz	Fortes marées et brèches - Route de Bourgneuf en Retz à Bouin coupée.
23 et 24 Novembre 1854	Baie de Bourgneuf	Tempête avec submersions d'habitations.
15 Octobre 1856	Bourgneuf en Retz	Grandes marées et brèches - inondation du marais et coupure de la route de Bourgneuf en Retz à Bouin.
25 Octobre 1859	Des Moutiers en Retz à Bouin	Tempête et brèches.
7 au 8 Mars 1864	Les Moutiers en Retz	Submersion avec arasement des dunes - évacuation des habitations et inondation des marais.
1866 – 1867 – 1868 – Janviers 1869 – 27 Septembre 1871 – 11 Novembre 1875 – 12 au 14 Mars 1876	Les Moutiers en Retz et Bouin	Grandes marées et brèches.
1 ^{er} Janvier 1877	Baie de Bourgneuf	Raz de marée avec surverse.
28 Janvier 1881	Les Moutiers en Retz	Submersion de la ferme du Collet par l'ouverture de brèches dans l'écluse alors en travaux.

29 Septembre 1882	Baie de Bourgneuf Nord	Grande marée et tempête - affaissement des ouvrages de protection du Collet.
Mars 1888 – Janvier 1890 – 1893 – 1894 - 1896	Baie de Bourgneuf Nord	Tempêtes et brèches - inondation sur 390 ha en 1894.
1910	Baie de Bourgneuf Sud	Tempête avec inondation des cultures.
1917	Les Moutiers en Retz	Submersion par arasement des dunes.
11 Novembre 1940	Les Moutiers en Retz, Bouin et Beauvoir sur Mer	Vimer - raz de marée (surcote de 1m, dépression atmosphérique brutale, coefficient de marée de 85) - ruptures de digues et destruction partielle. 2000 ha inondés.
27/10/1961, 01/1962, 15/10/1962, 18/01/1963	Bouin et Beauvoir sur Mer	Tempête avec brèches.
Novembre 1975	Bouin	Rupture de digue et submersion des ouvrages - 800 ha submergés.
1983 - 1984	Beauvoir sur Mer	Submersion par surverse au-dessus des quais du Port du Bec.
6 Février 1990	Les Moutiers en Retz	Submersion due à une tempête tornade extrêmement violente.
25 Décembre 1999	Baie de Bourgneuf	Inondations par submersions marines - vents de 150 km/h, surcote de 1.35 à 1.40m.

Tableau 1 : Épisodes passés de submersion marine [source : PAPI d'intention 2012 de la baie de bourgneuf]

Description des submersions marquantes les plus récentes :

- **Submersion du 16 novembre 1940:**

Vimer atypique.

" Dans l'après-midi, en l'espace de deux heures, le baromètre fit une chute brutale de 762 mm à 728 mm. Au moment de la pleine mer à seize heures, la mer se déchaîna et monta d'un mètre. Les vagues se ruèrent à l'assaut des digues et les coupèrent en plusieurs endroits. Les polders furent inondés. Celui du Collet se trouva sous deux mètres d'eau. Aux Moutiers, l'eau déferlait dans l'avenue de la mer et les goémons arrivèrent jusqu'à la gare. La voie ferrée Nantes Pornic servit d'ultime rempart. Entre l'Epoids et la Bernerie, ce fut un vrai désastre. Les bateaux de pêche de l'Epoids furent projetés au sommet des digues. Certains canots atterrirent dans les polders voisins. La plupart des poteaux électriques et téléphoniques étaient abattus et leurs fils arrachés. Beaucoup d'arbres gisaient au sol. La mer avait envahi les terrains bas jusqu'à la route de Bourgneuf à Bouin." (source : <http://www.abatonsrompus.com>)

La mer a atteint la route reliant la Tranche à la Grière à l'arrière de l'Anse du Maupas. On signale aussi d'importantes inondations à l'Aiguillon, la Faute et la Tranche suite à la rupture de la digue et à une forte marée (85) conjuguée à une forte dépression . A l'Aiguillon, la digue du Maroc a été rompue, plus de 1000 ha ont été inondés. Ce phénomène est ressenti sur toute la côte vendéenne de Bouin à l'Aiguillon.

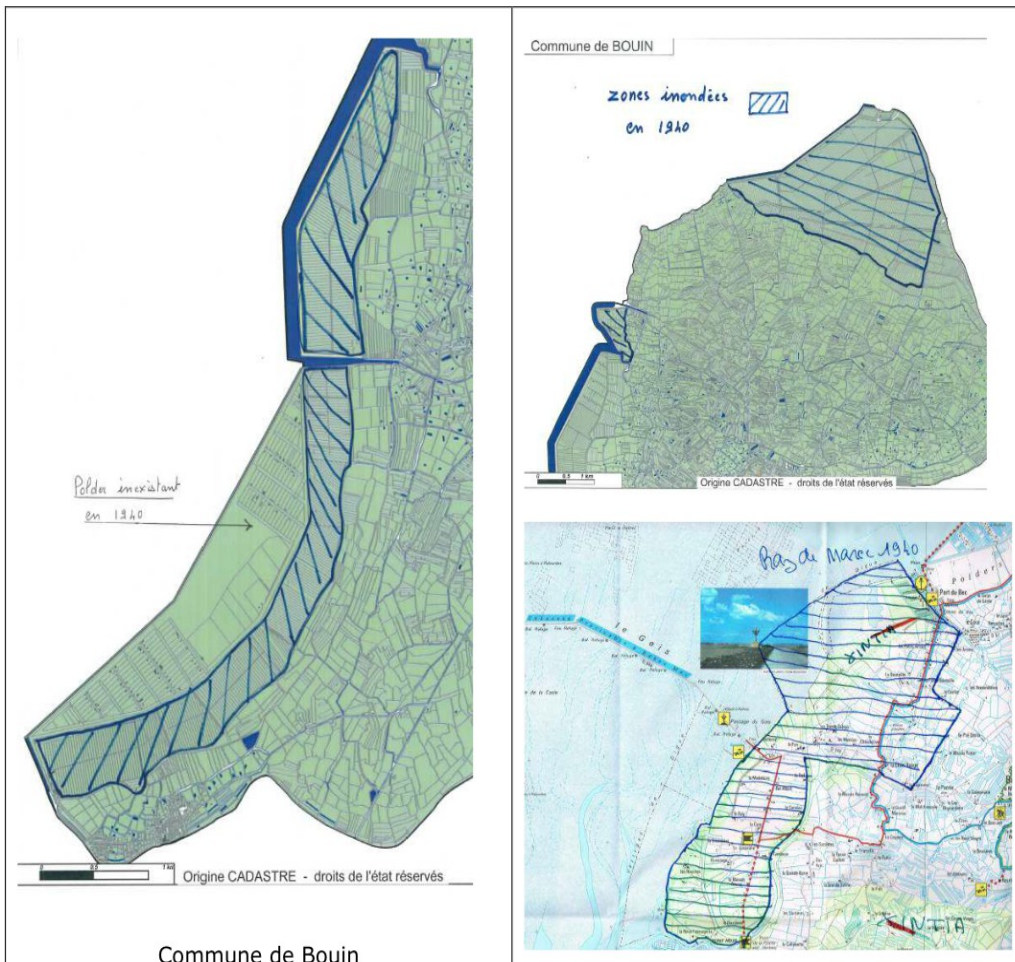


Illustration 6 : Secteurs affectés par le Vimer de 1940 sur les communes de Beauvoir et de Bouin [source : Communauté de communes Océan Marais de Monts 2013]

- **Tempête Xynthia de février 2010**

La tempête Xynthia a traversé la France entre 01h00 et 17h00 le dimanche 28 Février 2010.

Frappant la côte atlantique des Pyrénées jusqu'à la Normandie et surtout le littoral compris entre Loire et Gironde au maximum de son creusement, elle a poursuivi son chemin en remontant vers la Normandie puis les Ardennes, selon un axe Sud-ouest/Nord-est.

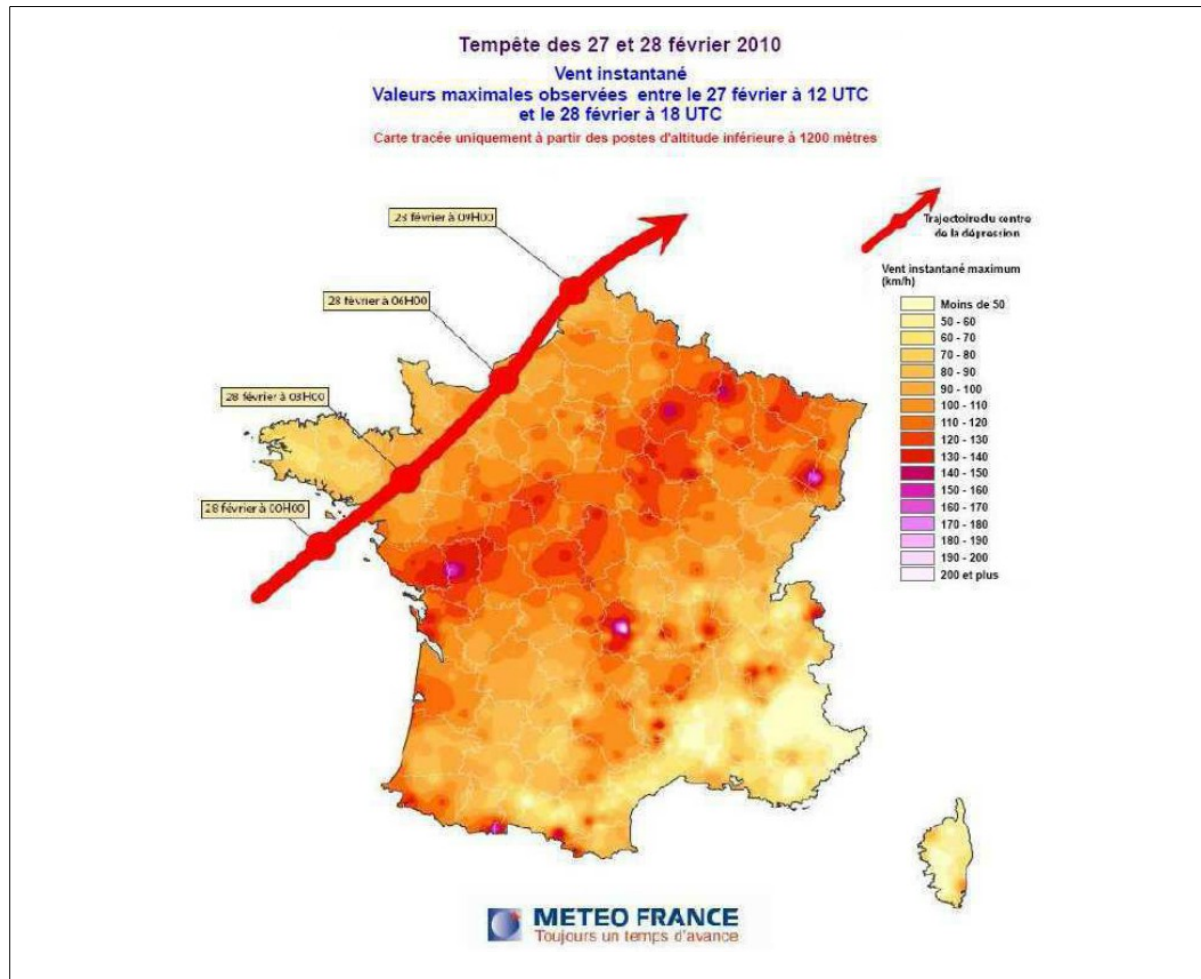


Illustration 7 : Trajectoire et vent instantané - Xynthia [source : Météo France 2010]

Il s'agit d'un événement de forte énergie certes, mais in fine assez banal au regard des échanges d'air chaud tropical et d'air froid d'origine polaire dans l'hémisphère Nord en cette saison.

Cet événement météo-marin s'est produit alors que :

- Xynthia est moins creusée que les 2 dernières tempêtes, puisque son minimum est de 977 hPa à la Rochelle, contre 966 hPa pour Klaus en 2009 et 961 hPa pour Lothar en 1999 ;

- Le coefficient de marée (102 à la Rochelle), certes important n'a pas été exceptionnel, il a même atteint le 2 mars suivant, la valeur de 116 ;
- Les hauteurs de houle relevées correspondent à des niveaux de houle de période de retour proche d'un an seulement ;
- La vitesse des vents enregistrée les 27 et 28 février 2010 est modérée comparé aux tempêtes Klaus et Lothar, la dépression à l'origine de la tempête Xynthia ayant généré des vents de 158 km/h en rafales sur les îles de Charente-Maritime, et de plus de 130 km/h sur le littoral Sud-vendéen. A titre de comparaison, les vents lors des tempêtes de 1999 et 2009 atteignirent une vitesse voisine de 200 km/h.

Ces éléments de constat et d'analyse laissent penser que la survenance d'un événement d'ampleur supérieure à celle de Xynthia n'est pas à exclure. Toutefois, le caractère singulier de Xynthia provient de la concomitance d'un état de tempête et d'une pleine mer d'un fort coefficient de marée, à l'origine de phénomènes de submersion et d'érosion d'une rare intensité.

En effet, si les vents enregistrés lors de la tempête demeurent plus faibles que lors des événements de 1999 et 2009, leur direction était inhabituelle et leurs impacts sur le littoral se sont avérés particulièrement violents. Ces effets ont encore été amplifiés par le fait que la tempête a atteint les côtes au plus haut d'une grande marée de vives-eaux. Ainsi, le marégraphe de La Pallice a enregistré une surcote de 1,53 m (différence entre la hauteur d'eau mesurée et la hauteur d'eau prédite). C'est la première fois qu'une telle surcote de pleine mer est enregistrée depuis l'installation du marégraphe en 1997.

Des débordements se sont ainsi produits sur de nombreux points du littoral vendéen et de Loire-Atlantique. Conjuguées à l'impact des vagues, ces surverses ont parfois provoqué des ruptures sur le même ouvrage, occasionnant des vitesses d'écoulement très importantes. De grandes vagues se sont, à leur tour, frayées un chemin pour toucher des secteurs jusqu'alors épargnés. Elles ont fortement amplifié les inondations et provoqué des dégâts sur les ouvrages et le trait de côte naturel. Les hauteurs d'eau relevées sur la façade littorale de la région des Pays de la Loire confirment la trajectoire de la tempête Xynthia. En effet, les données de surcotes de pleine mer laissent apparaître une différence sensible entre le Nord et le Sud du littoral, avec des hauteurs variant entre 0,9m et 1,16m pour la Loire-Atlantique et une hauteur de 1,53m constatée au marégraphe de la Rochelle.

Pour l'île de Noirmoutier :

1075	Un fort "vimer" envahit les champs au Both et au Fier.
1351	Reprise par la mer de très grands territoires dans toute la plaine de Barbâtre.
1509	Ouragan, la mer rompt la digue de Pulant et envahit la plaine de la Guérinière.
1638	Raz-de-marée : une partie de l'île est inondée.
1705	A la Guérinière, où la largeur de l'île ne dépasse pas 500 m, un « vimer » ouvre une brèche dans la dune et l'océan en furie s'élance par ce passage. Tout au long du 18ème s., il y a à cet endroit de nombreuses alertes de ce genre et les insulaires reconstruisant infatigablement quelques chaussées pour empêcher la dune de reculer, colmatant les rèches, craignent surtout de voir l'île séparée en deux. <i>Eva Péniisson « Une île sous la mer », p.13. Editions UPCP / Geste Paysanne.</i>
1762	Nouveau désastre, l'île est menacée d'une inondation générale.
1763	Le 3 février, brèche aux dunes du Devin. Les digues de la Frandière sont rompues en trois endroits : la mer noie toutes les terres de la Fosse, de la Frandière et des Onchères : le moulin des Onchères, un certain nombre de maisons, dont une dizaine du bourg, sont englouties et dévastées. <i>Pages d'Histoire noirmoutrine – Fernand Guillet, 1948</i>
1838	Destruction des digues privées sur la côte de Pulant, inondations catastrophiques à la Guérinière. Il faut des barques pour passer d'une maison à l'autre. Ceci se situe après la tempête de février 1838, quand la mer ayant rongé les dunes, emporté le moulin à vent de Pulant, envahit une partie de la plaine de la Guérinière. A cette époque, d'importants travaux sont effectués. <i>Clément Corbrejeau « A travers la Guérinière », p.10</i>
1882	Les travaux d'endiguement au niveau du village de la Guérinière sont insuffisants contre les tempêtes du Sud-Ouest. Déjà la mer y est arrivée avec un courant de foudre et presque toujours en pleine nuit, envahissant l'église, la cure et les maisons voisines. Le 27 octobre 1882, elle est montée à 45 cm dans les maisons, réveillant les habitants en sursaut et courant se perdre dans les marais voisins ; le vent ayant tourné subitement, la digue des Isleaux, du côté Nord-Est, est renversée à son tour et les deux flots marchèrent à la rencontre l'un de l'autre. Si l'on n'y prend pas garde, l'île sera coupée quelque jour en ce point. <i>Vantier d'Ambroyse : « le littoral de la France. Côtes vendéennes », Paris, Sanard et Derangeon – 1892</i>
1926	Le 20 novembre, « lors d'une effroyable tempête, la mer coupe les dunes de Bressuire (l'Epine) et rentre à flots jusqu'aux abords du village ».
1937	Rupture de la digue à la Tresson, la mer atteint la route (N 148), 130 ha inondés. Dans la nuit du 13 au 14 mars, les habitants de l'île de Noirmoutier et des communes du marais de Monts et de Bouin furent alertés par le tocsin. Coefficient

	de marée de 85, le baromètre descend brusquement, surcote d'au moins 1 m. Le danger est encore plus grand à l'île de Noirmoutier car non seulement la mer a envahi des polders à la Tresson et dans les environs de la Fosse, mais l'île elle-même est menacée en deux points : dans sa partie la plus étroite (la Tresson) et à la pointe du Devin. A la Frandière, les digues ont cédé en 3 points, 60 ha sont envahis. A la Guérinière, du côté Sud, l'océan a rongé la dune et fait son chemin au bois de pins de la Cour. A l'Epine, les assauts furieux de la vague ont eu raison des points vulnérables de la pointe du Devin. Aux Ilots, entre l'étier des Coëfs et la Guérinière, la mer franchit les digues et inonde une trentaine d'hectares. <i>Henri Martin « Noirmoutier presque île », p.92. Les Amis de Noirmoutier.</i> « De nouveau se trouvait donc brutalement posé le grave problème de la défense du littoral, lié à des conditions géographiques et historiques précises qu'on avait quelque peu négligées devant l'illusion d'une sécurité définitive ». <i>J.M. Bourdeau (agréé de l'université), janvier 1939</i>
1970	En février, rupture des perrés à la pointe du Devin.
1972	Le 13 février : Cyclone, rupture des perrés à la pointe de Devin.
1978	Rupture au Polder de Sébastopol. Inondation de la plaine de Barbâtre.
1996	Vents violents et mer très forte. Durant les mois de janvier et de février, (en particulier le 7 février), toutes les côtes de l'île subissent des dégâts importants.
1998	Du 2 au 4 janvier : des vents violents abattent des pylônes électriques et provoquent une forte érosion des dunes de la côte Ouest.
1999	Le 24 octobre. La conjonction d'une forte dépression, d'un coefficient de marée élevé (coefficient de 102, hauteur d'eau de 6,15 m à Saint-Nazaire soit environ 5,75 dans le port de Noirmoutier) et de vents violents de secteur Ouest-Sud-Ouest provoque une surcote exceptionnelle d'environ 0,9 m. Les digues sont touchées et des débordements ont lieu au niveau des berges d'étiers et sur les quais du port de Noirmoutier.
1999	Les 26 et 27 décembre. Même scénario, le coefficient supérieur à 100 qui accompagne la tempête amplifie l'action érosive de la mer. De nombreux secteurs de la côte sont touchés. <i>Bulletin du District.</i>
2010	Le 28 février. Passage de la tempête Xynthia. Débordement des digues inférieures à 4,20 m NGF.

Tableau 2 : Épisodes passés de submersion marine [source : PAPI complet 2012 de l'île de Noirmoutier]

Description des submersions marquantes les plus récentes :

Parmi la liste d'événements historiques présentés ci-dessus, trois catastrophes ont plus particulièrement marqué les esprits ces 40 dernières années.

- en 1978, lors du réveillon du nouvel an, une tempête importante a frappé l'île et a créé une brèche d'environ 80 m de large dans la digue du Gois, sur la côte est de la commune de Barbâtre. Toute la partie est de Barbâtre, jusqu'à la route départementale, a été inondée. Une zone d'environ 300 ha, principalement dédiée à la culture de pommes de terre, a été submergée pendant plusieurs semaines, le temps que la brèche soit comblée. En raison de l'impact du sel, les terrains agricoles sont devenus incultivables pendant 5 à 10 ans.
- en 1999, une tempête a fortement endommagé les ouvrages de protection de l'île et a eu des impacts significatifs sur le recul du trait de côte. Les dégâts se sont principalement fait sentir sur la côte Ouest. Les impacts sur les zones habitées sont toutefois restés limités.
- en février 2010, la tempête Xynthia a eu des impacts sur la façade nord-est de l'île. L'eau est entrée dans le Port de Noirmoutier et les habitations avoisinantes, a fortement impacté les fermes aquacoles de France-Turbot, derrière la Cabana Coco, et est entrée dans un lotissement aux Sableaux, impactant une trentaine de maisons. Toutefois, sur ce secteur, les surcotes et niveaux marins enregistrés lors de Xynthia ont été significativement moins importants que dans le sud de la Vendée (à la Faute-sur-mer et l'Aiguillon-sur-mer notamment) et un travail continu de restauration et d'entretien des ouvrages de protection a été mis en place depuis des années, ce qui a eu pour conséquence de limiter les dommages générés par cette tempête sur l'île de Noirmoutier.

La Carte 25 présente les différents secteurs pour lesquels une surverse a été constatée sur l'île, selon les services de la CCIN et les retours des acteurs locaux.

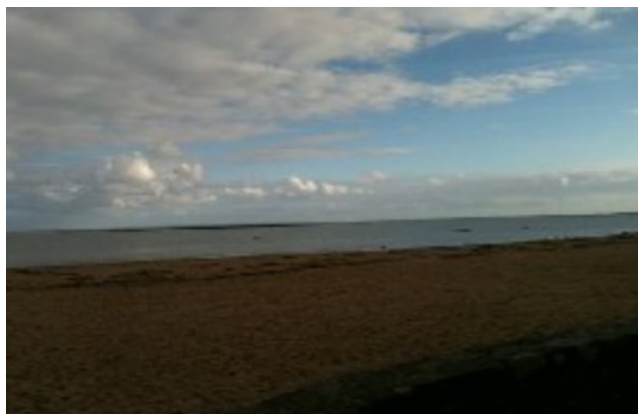


Illustration 8 : Le Port de Noirmoutier : submergé pendant Xynthia. [source : PAPI complet 2012 de l'île de Noirmoutier]



Illustration 9 : La jetée Jacobsen, après les travaux de consolidation et de rehausse menés par la CCN en 2011. [source : PAPI complet 2012 de l'île de Noirmoutier]

Noirmoutier]



*Illustrations 10 & 11 : Les Sableaux : des lotissements inondés lors de la tempête de février 2010.
[source : PAPI complet 2012 de l'île de Noirmoutier]*

5 - Études sur les inondations dans le secteur de la Baie de Bourgneuf

Plusieurs études ont été conduites sur le secteur du TRI afin de caractériser les submersions marines :

- 2000 : Etudes des risques de submersion marine sur le littoral vendéen. SOGREAH.
- 2008 : Atlas des zones inondables des fleuves côtiers vendéens, Lot 3 : Jaunay et Vie. CETE de l'Ouest.
- 2008 : Atlas des zones inondables des fleuves côtiers vendéens, Lot 4 : L'Auzance, la Ciboule et la Vertonne. CETE de l'Ouest.
- 2008 : Atlas des zones inondables des fleuves côtiers vendéens, Lot 6 : Le Payré Talmont. DDE85/CETE de l'Ouest.
- 2009 : Etude des risques de submersion de l'île de Noirmoutier. CCIN.
- 2009 : Projet d'observatoire du littoral Communauté de Communes Océan-Marais de Monts : Inventaire des données existantes. Communauté de Communes Océan-Marais de Monts, Université de Nantes.
- 2010 : La crise Xynthia à l'aube de l'histoire ; enseignements et enjeux contemporains d'une histoire des submersions. Garnier, E. et al.
- 2011 : La catastrophe Xynthia : un processus d'urbanisation littorale face à un fait de nature. Chauveau et al ; Cahier Nantais 2011-1.
- 2012 : La tempête Xynthia du 28 février 2010, Retour d'expérience en Loire-Atlantique et en Vendée. DREAL Pays de la Loire/CETE de l'Ouest.
- 2012 : Étude Statistique des niveaux marins extrêmes des côtes de France – SHOM/CETMEF
- 2012 : Programme d'Actions et de Préventions Des Inondations – PAPI Complet de l'île de Noirmoutier – Communauté de Communes de l'île de Noirmoutier – Rapport phase 1A.
- 2013 : Recensement des ouvrages de protection contre la mer. DDTM de Vendée.
- 2013 : Cartographie des aléas littoraux sur l'île de Noirmoutier et Baie de Bourgneuf dans le cadre des études PPRL. DDTM85.
- 2013 : Cartographie des aléas littoraux en Loire Atlantique dans le cadre des futurs PPRL. DDTM44
- 2013 : Cartographie des aléas littoraux dans le cadre des études PPRL Pays de Monts, Pays d'Olonne et Pays Talmondaïs. DDTM85.
- 2013 : Programme d'Actions et de Préventions Des Inondations – PAPI Complet de la Baie de Bourgneuf – Communauté de Communes Océans-Marais de Monts.

6 - Qualification des événements d'inondation

Pour cette partie, le TRI de la Baie de Bourgneuf peut être divisé en quatre parties :

- une partie nord, correspondant aux deux communes du département de la Loire-Atlantique : Bourgneuf-en-Retz et Moutiers-en-Retz,
- une partie centrale, correspondant aux communes de Bouin, Beauvoir-sur-mer et la Barre-de-mont en Vendée
- une partie sud, allant de Notre-Dame-de-Monts à Saint-Hilaire-de-Riez toujours en Vendée
- et enfin l'ensemble des communes de l'île de Noirmoutier.

Le principe retenu pour cartographier l'aléa lié aux différents scénarios de submersion marine dans le cadre de la directive inondation, est de réutiliser au maximum les modélisations existantes issues des études de submersion des PPRL en cours d'élaboration par les DDTM (réalisées par le bureau d'étude IMDC sur la partie Loire-Atlantique et la partie Sud du TRI, par le bureau d'étude ISL sur la partie centrale du TRI et enfin par ISL et DHI sur Noirmoutier).

Les événements fréquents, moyens et exceptionnels sont, lorsqu'ils existent, interprétés directement à partir des niveaux d'eau fournis par ces études.

A nord et au sud du TRI les niveaux d'eau des différents scénarios sont le résultat d'un couplage d'une approche statistique et d'une modélisation hydro-météorologique (IMDC) alors que pour la zone centrale et l'île de Noirmoutier les niveaux d'eau des scénarios sont basés sur les niveaux observés lors de Xynthia majorés le cas échéant par des valeurs forfaitaires pour la prise en compte du réchauffement climatique (ISL).

Les hauteurs d'eau sont différenciées avec les intervalles $[0, 0,5\text{m}[$, $[0,5\text{m}, 1\text{m}[$, $[1\text{m}, \infty[$ pour finaliser la carte d'aléas associée à l'événement d'inondation. L'échelle de présentation retenue est le 1/25 000. Enfin, les emprises inondées par les 3 événements de submersion sont reportées sur une carte de synthèse des aléas d'inondation.

Il est à noter qu'à l'heure de finalisation du présent rapport, les cartes des hauteurs d'eau de l'événement moyen avec changement climatique à horizon 2100 « Xynthia+60cm » n'étant disponibles, elles n'ont pu être intégrées sur certains secteurs du TRI (pas de cartographie sur l'île de Noirmoutier, et cartographie uniquement de l'emprise maximale – sans hauteur d'eau – sur les communes de Bouin, Beauvoir-sur-mer et la Barre-de-Monts.)

Méthodologie mise en place par IMDC sur les zones nord et sud :

La méthodologie utilisée par ce bureau d'étude est basée sur l'utilisation de différents modèles numériques :

- un modèle numérique hydrométéorologique « coté mer » permettant de quantifier les phénomènes marins et de déterminer le niveau de la mer à la côte pour les différents événements à prendre en compte (logiciels THOMAWAC et SWAN)
- un modèle numérique « terrestre » permettant de calculer la propagation et la transformation de ces niveaux d'eau coté terre en utilisant le logiciel infoworks

- les logiciels duro-plus et durosta couplés avec le modèle de Houle Swan sont en outre utilisés pour réaliser des tests de résistance au franchissement des dunes et des digues permettant ainsi de déterminer la localisation des brèches dans ce type d'ouvrage.

Elle repose aussi sur l'identification des zones les plus sensibles du cordon défensif de la côte. Il s'agit des cordons dunaires bas/étroits, des digues à protection basse, des secteurs sans protection, des secteurs situés dans des positions moins favorables vis-à-vis des phénomènes hydrométéorologiques, des secteurs faibles (constatés par occurrence répétée des intrusions) et des ouvrages faibles (fréquemment endommagés/submergés).

Une approche statistique complexe a été mise en place pour déterminer un événement de période de retour centennale qui a ensuite permis de retenir Xynthia comme événement de référence pour le PPRL. Cet événement est aussi l'événement moyen au sens de la directive inondation.

En effet l'événement de référence dans le cadre des futurs PPRL est défini comme «un événement centennal ou un événement historique si celui-ci est supérieur» ce qui est finalement le cas de la tempête Xynthia dans ce secteur (illustration 12).

Les événements extrêmes seront caractérisés par au moins deux paramètres: le niveau marin à la côte et la hauteur significative de la houle. La définition des événements extrêmes consistera donc à identifier plusieurs couples du niveau d'eau (Z0) et de la houle (Hm0) de la période de retour recherchée. Selon les situations, l'un ou l'autre sera le plus défavorable vis-à-vis des débits vers l'arrière pays.

Comme cela a déjà été vu plus haut, dans le cas d'une submersion marine, le niveau marin total (à la côte) est produit par:

- la marée ;
- la surcote atmosphérique ;
- le set-up créé par la houle (Zs).

Localement sur la plage, la houle cause aussi du run-up. Une marge de sécurité peut être ajoutée afin de prendre en compte les incertitudes telles que la précision des mesures, des extrapolations statistiques, des interpolations des niveaux d'eau, etc

La même méthode statistique est ensuite utilisée pour définir les niveaux d'eau fréquent et exceptionnel.

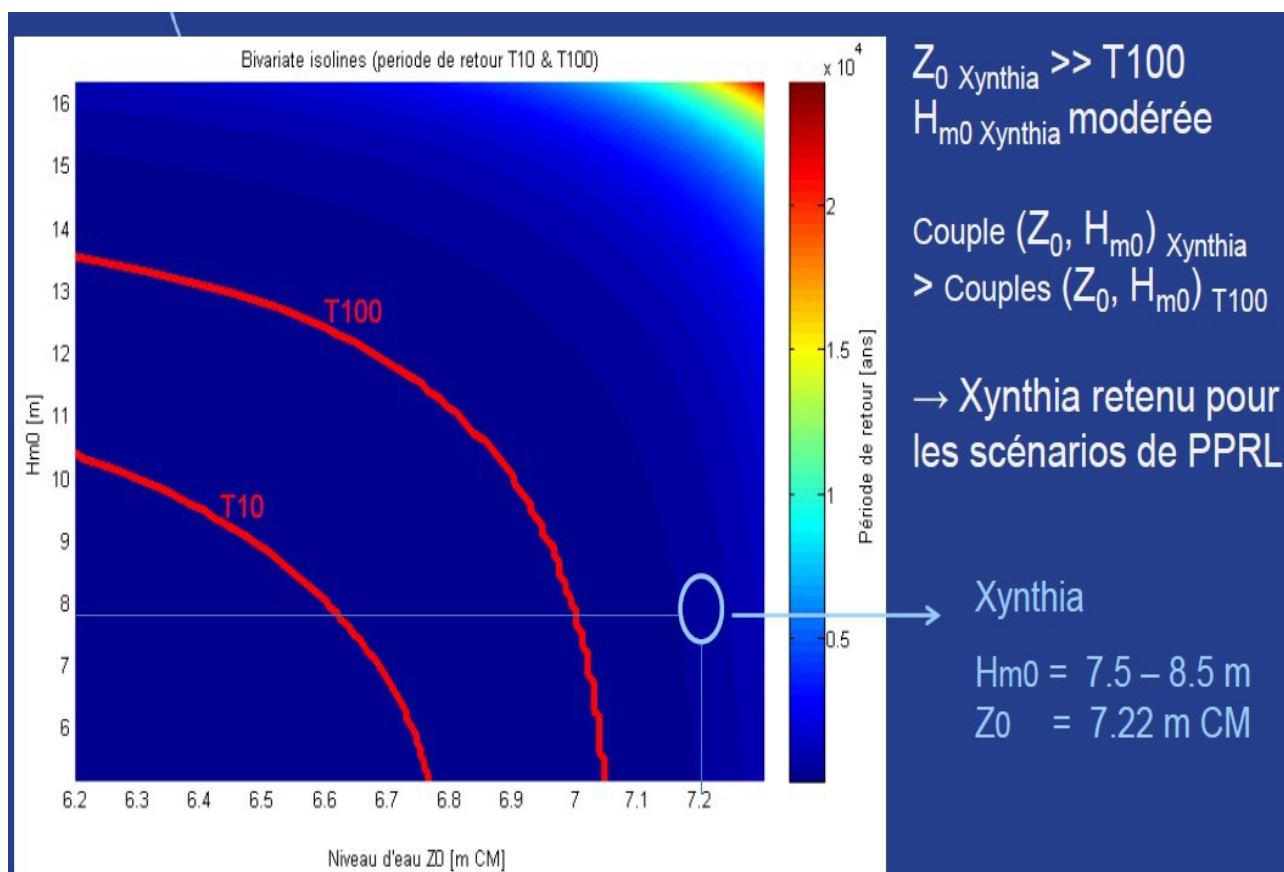


Illustration 12 : Sélection des couples sur la courbe d'isoprobabilité de $T=100$ ans. Les conditions Xynthia ($Z_0=7.22 \text{ m CM}$; $H_{m0}=7.5$ à 8.5 m ; indiquées en bleu) tombent en dehors de cette ligne et sont donc un événement supérieur à T100. Source Rapport Methodologie Phase 2 IMDC.

Méthodologie mise en place par ISL sur le secteur central .

Pour le secteur central (Bouin, Beauvoir et la Barre de mont), une autre méthodologie a été mise en place par le bureau d'étude ISL dans le cadre des études PPRL conduites depuis 2010.

En ce qui concerne le niveau marin, la tempête Xynthia de 2010 est choisie comme aléa marin de référence en tant que marée la plus haute connue et bien documentée, les marégraphes de Saint-Nazaire et des Sables-d'Olonne fournissant notamment des enregistrements des niveaux marins atteints dans la nuit du 27 au 28 février 2010.

Pour calculer la propagation et la transformation de ces niveaux d'eau coté terre deux modèles ont été bâtis pour estimer l'effet des scénarios de submersion :

- Le modèle RUBAR20 développé par IRSTEA. Le logiciel RUBAR20 résout les équations de Barré-de-Saint-Venant en 2 dimensions horizontales, il a été développé pour les études de rupture de barrage et plus généralement, il est adapté aux simulations d'inondations et de submersions. Le code de calcul s'appuie sur un maillage régulier formé de quadrangles et de triangles. Il résout les équations 2D par la méthode des volumes finis. La topographie utilisée est issue du MNT revisitée afin de bien prendre en compte les limites de casiers hydrauliques,

- Le modèle TELEMAC 2D développé par EDF résout les équations de Barré de Saint-Venant à deux dimensions horizontales. Le code de calcul s'appuie sur une méthode d'éléments finis sur des maillages non structurés constitués d'éléments triangulaires. La topographie utilisée est issue du LIDAR.

Le modèle Rubar a été retenu pour la simulation et la réalisation des cartes d'aléa. Le modèle Telemac est utilisé pour quelques analyses de sensibilité.

Sur ce secteur, un gros travail a aussi été mené pour la prise en compte de brèches dans les systèmes de protection, la doctrine PPR impliquant l'existence d'au moins une brèche dans chaque système de protection définissant un casier hydraulique.

Ces études PPRL vont se poursuivre, dans le cadre des échanges en cours entre l'État et les collectivités locales. A l'heure de la finalisation du présent rapport « directive inondation », il a été fait le choix de s'appuyer sur les résultats des études disponibles (celles de 2013 - ISL), étant entendu que de nouveaux résultats sont attendus courant 2015, dans le cadre du PPRL.

Méthodologie mise en place par DHI en 2014 sur Noirmoutier.

Sur ce secteur ou une première étude a été menée par ISL à partir de 2010 avec une méthodologie identique à celle du secteur central, il a été décidé en 2013 de relancer une étude des aléas sur des bases mieux partagées entre l'Etat et la Communauté de Commune de l'Ile de Noirmoutier.

Le PPRL de cette zone étant prescrit depuis le 06/01/2011, il n'a pas bénéficié du cadrage méthodologique qui s'est mis en place progressivement dans le cadre de la généralisation des PPRL suite à Xynthia, depuis 2012, la nouvelle étude réalisée récemment par DHI a conduit à confirmer le niveau marin de 4,2 mNGF retenu dans la précédente étude ISL.

Dans le cadre de la méthodologie mise en place par le bureau d'étude DHI, une modélisation hydrométéorologique a quand même été menée à l'aide du Logiciel Mike 21 et notamment des module MIKE 21 SW pour la propagation des houles et MIKE 21 HD pour les calculs hydrodynamiques qui permet de simuler les variations du niveau de la surface libre et des courants moyennés sur la colonne d'eau, en fonction des paramètres de forçage des zones côtières et du large. Les résultats de cette modélisation permettent de confirmer la valeur de 4,20 m NGF comme niveau de référence pour le PPRL et donc comme événement moyen de la DI sur ce secteur.

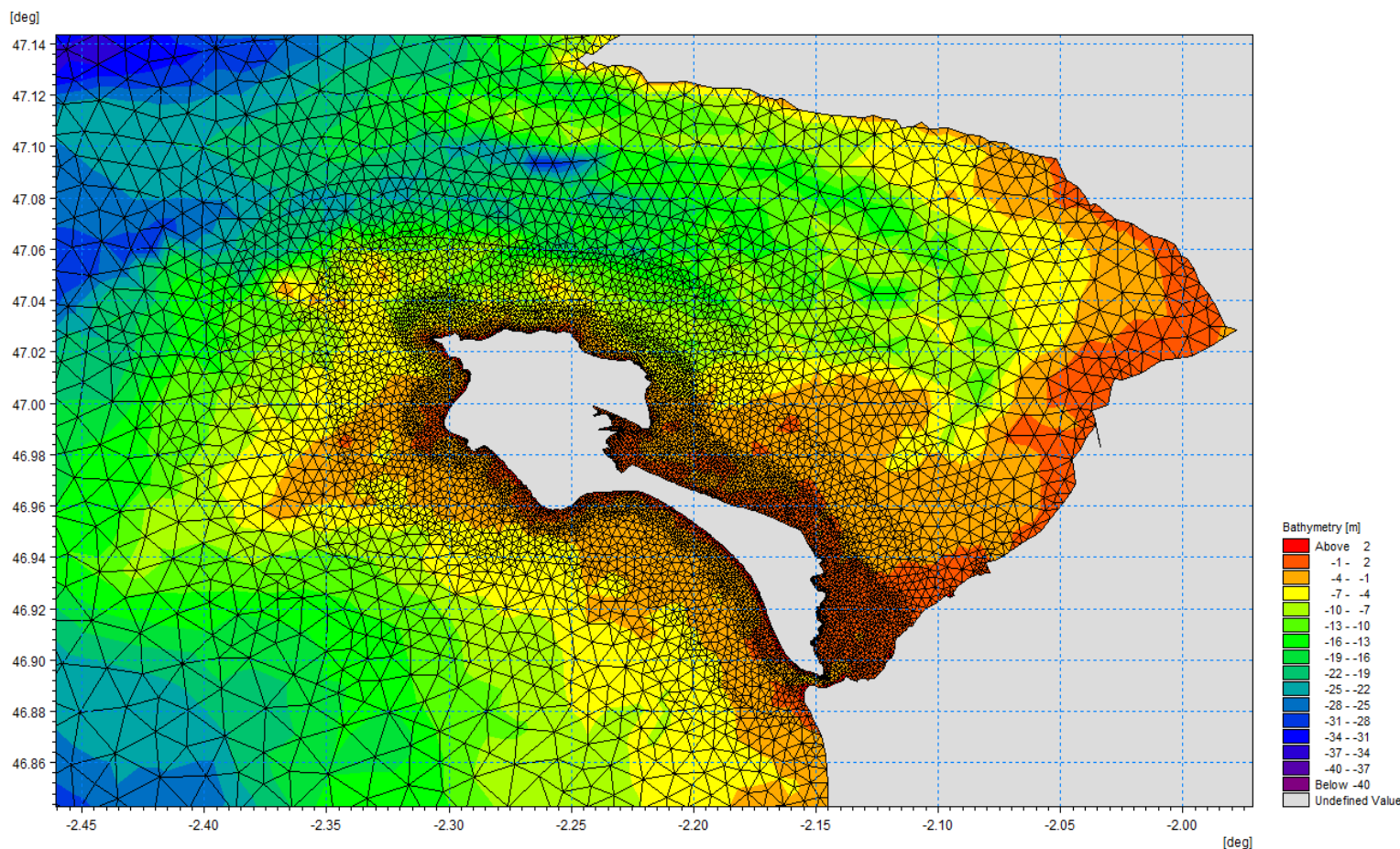


Illustration 14 : Maillage et bathymétrie du modèle local « Noirmoutier ». Zoom sur Noirmoutier.
Source Rapport DHI 2014 Étude de l'Aléa submersion marine sur l'île de Noirmoutier .

Pour la transformation à terre et le calcul de la propagation de ce niveau d'eau, les logiciels MIKE 21 (2D) et MIKE 11 (1D) sont couplés à l'aide de l'outil MIKE FLOOD qui permet de représenter une partie des écoulements par un modèle 2D fournissant le champ des vitesses, les hauteurs de submersion contrairement à un modèle 1D qui ne fournit qu'une vitesse moyenne et une surface libre horizontale, ainsi que les durées de submersion.

Le Module « Dambreak » (rupture de barrage) de MIKE 11 qui est un modèle 1D est spécifiquement utilisé pour calculer l'écoulement au travers d'une brèche. Il prend notamment en compte le fait que la crête de digue rétrécit lorsque la brèche s'élargit, et permet de faire la distinction entre la surverse sur la crête de digue et l'écoulement au travers de la brèche.

6-1 Événement fréquent

L'événement fréquent peut être défini par un événement historique ou par un événement causant les premiers dommages de $10 < T_r < 30$ ans. Par défaut comme cela est préconisé dans les cadrages nationaux, la période de retour calculée statistiquement pour cet événement peut être prise à 10 ans.

Pour ce TRI, on disposera uniquement de cartographie de l'aléa fréquent pour les secteurs Nord et Sud sur lesquels le bureau d'étude IMDC a calculé un niveau marin correspondant à un événement de période de retour 10 ans.

Un exemple des résultats obtenus pour le niveau d'eau total (avant la prise en compte du Set up) dans l'étude des PPRL de Loire Atlantique est donnée dans l'illustration 15.

tempête	H_{m0} [m]	Tréhi-guier	Le Croisic	Le Pouli-guen	Porni-chet	Saint Nazaire	Pornic	Fro-men-tine
Transformation du niveau d'eau (Z0) vers les autres port de référence								
niveau d'eau (marée + surcote) (M CM)		6.50	6.40	6.40	6.50	6.80	6.80	6.20
Autres éléments pour le niveau d'eau total								
effet du vent [m]		0.10	0.15	0.00	0.00	0.00	0.15	0.15
incertitude à la côte + effets dans les ports		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Niveau d'eau total (avant effets du set-up de la houle dans les eau peu profonds)		6.65	6.60	6.45	6.55	6.85	7.00	6.40
Set-up de la houle		Sera pris en compte avec les modèles numériques dans le test des digues et le test des dunes						

Illustration 15 : Niveau d'eau total pour couple k1 et T10 (en mètres cotes marines), Source Rapport Méthodologique Phase 2 IMDC.

Dans ce tableau, on peut notamment s'intéresser à la valeur donnée pour Fromentine, de 6,4 m Cote Marine que l'on peut convertir en 3,6 mNGF. Celle-ci peut être comparée à la valeur de niveau d'eau (avant application d'un set up) issue du PAPI de Noirmoutier pour la façade sud est de l'île, pour un événement décennal et qui est de 3,4 mNGF (illustration 16). Ces valeurs très proches (à peine 20 cm d'écart) et qui sont cohérentes avec la valeur de niveau extrême du SHOM pour une période de retour de 10 ans (3,4 m NGF), permettent de valider les hypothèses prises par IMDC.

Pour les secteurs nord et sud du TRI, les aléas issus de modélisation pour un événement décennal seront donc utilisés sachant que l'extension des zones touchées est très faible et limitée aux zones basses correspondant aux marais de Bourgneuf par exemple.

Pour le secteur central et l'île de Noirmoutier, les études PPRL réalisées ne se sont pas intéressées à des événements fréquents, il n'existe donc pas d'élément de cartographie sur ces deux secteurs. Par contre comme nous l'avons vu ces événements ont fait l'objet d'une prise en considération dans les études PAPI de Noirmoutier et de la Baie de Bourgneuf.

En partant du principe que les ouvrages sont pleinement fonctionnels pour ce type d'événement (principe national par défaut pour l'étude de l'aléa fréquent), ces deux études arrivent à la conclusion qu'un événement de type décennal n'occasionne aucune submersion pour ces deux secteurs du TRI. Cette hypothèse a été vérifiée durant les tempêtes hivernales 2013-2014, durant lesquelles le niveau marin décennal a été atteint sans générer de débordement significatif. Sur ces deux secteurs aucun aléa submersion marine ne sera donc représenté pour cet aléa fréquent décennal.

Conclusion :

Secteur	Aléa retenu
Secteur Nord	Modélisation IMDC période de retour 10 ans
Secteur Central	Hypothèse aucun débordement
Ile de Noirmoutier	Hypothèse aucun débordement
Secteur Sud	Modélisation IMDC période de retour 10 ans

6-2 Événement moyen

L'événement moyen de période de retour entre 100 et 300 ans doit, lorsqu'il existe un PPRL en cours dans le secteur du TRI, correspondre à l'événement de référence du PPRL. Comme cela a été démontré pour les secteurs nord et sud, il s'agit ici de la tempête Xynthia (événement historique supérieur à un événement centennal). L'illustration 17 donne les niveaux d'eau retenus à la côte dans le cadre de l'étude PPRL en cours en Loire-Atlantique issu des résultats de la modélisation qui permet de calculer finement le niveau d'eau en tout point du littoral.

tempête	H _{m0} [m]	Tréhi- guier	Le Croisic	Le Pouli- guen	Porni- chet	Saint Nazaire	Pornic	Fro- men- tine
Observation								
Xynthia	7.5 à 8.5					4.06		
Transformation du niveau d'eau (Z0) vers les autres port de référence								
surcote St. Nazaire (Refmar) [m]		1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04	1.04
Marée (coefficient 102) [m NGF]		2.98	2.88	2.86	2.88	3.02	2.91	2.78
niveau d'eau (marée + surcote) [m NGF]		4.02	3.92	3.9	3.92	4.06	3.95	3.82
Autres éléments pour le niveau d'eau total								
effet du vent [m]		0.15	0.20	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30
marge d'ncertitude		0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Niveau d'eau total (avant effets du set-up de la houle dans les eau peu profonds)		4.27	4.22	4.00	4.02	4.16	4.35	4.22
Niveau d'eau total PPRL (+0.20cm)		4.47	4.42	4.20	4.22	4.36	4.55	4.42
Niveau d'eau total PPRL (+0.20cm) en m CM		7.40	7.28	7.12	7.15	7.54	7.75	7.23
Set-up de la houle	Sera pris en compte avec les modèles numériques dans le test des digues et le test des dunes							

Illustration 16: Liste des niveaux d'eau de référence par port de référence, Source Rapport Méthodologique Phase 2 IMDC.

Pour le secteur Central c'est aussi un niveau d'eau correspondant à Xynthia qui a été retenu sachant qu'en l'absence de modélisation hydrométéorologique un même niveau a été retenu pour l'intégralité du secteur. Pour Noirmoutier la modélisation hydrométéorologique réalisée récemment par DHI a conduit à confirmer le niveau statique retenu dans la précédente étude d'ISL. Pour les deux secteurs la valeur retenue est donc de 4,20 mNGF ce qui est parfaitement cohérent avec la valeur de 4,22 mNGF du niveau d'eau total obtenue avec le Modèle IMDC pour Fromentine (illustration 16).

il y a malgré tout deux paramètres qui doivent être pris en compte et qui vont créer des différences entre les secteurs :

- L'élévation du niveau de la mer liée au réchauffement climatique : Une marge d'élévation du niveau de la mer de 20 cm doit être rajoutée au niveau d'eau de référence (pour le scénario à court terme). Si c'est effectivement le cas pour les trois secteurs continentaux, ce n'est pas le cas pour l'île de Noirmoutier pour laquelle seul le niveau Xynthia est pris en compte.
- La prise en compte du set up : qui varie d'une étude à l'autre et peut par exemple atteindre environ 40 cm sur la façade Est de Noirmoutier (d'après l'étude PAPI) et qui ne sera considérée que dans les secteurs nord et sud grâce à des modèles numériques, et non pris en compte dans le secteur central et sur l'île de Noirmoutier compte tenu du niveau statique retenu.

Il est donc possible de considérer que les niveaux pris en compte entre les différents secteurs sont, pour l'événement moyen, globalement cohérents mais pas strictement identiques, sans que cela n'induisse d'écart significatif à l'échelle de travail retenue dans le présent rapport (échelle de travail au 1/25 000ième).

Remarque : Pour les scénarios moyens et extrême les ouvrages sont réputés faillibles (cadres nationaux), voire ruinés en cas de déversement de plus de 20 cm. C'est bien le cas de l'ensemble des secteurs même si la méthodologie de définition et de positionnement des brèches diffère d'un secteur à l'autre en fonction des études techniques disponibles sur chaque secteur (étude de danger, diagnostic,...).

Conclusion :

Secteur	Aléa retenu
Secteur Nord	Modélisation IMDC Xynthia (modélisé) + 20 cm, prise en compte des brèches par secteurs homogènes
Secteur Central	Modélisation ISL Xynthia (4,20 mNGF) + 20 cm, prise en compte des brèches définies sur la base des études de dangers
Ile de Noirmoutier	Modélisation DHI Xynthia (4,20 mNGF), prise en compte des brèches définies sur la base des études de dangers
Secteur Sud	Modélisation IMDC Xynthia (modélisé) + 20 cm, prise en

	compte des brèches par secteurs homogènes
--	---

6-3 Événement moyen plus changement climatique

Cet événement est déterminé de façon identique à l'événement moyen sachant qu'au lieu de 20 cm, une marge d'élévation du niveau de la mer de 60 cm est rajoutée au niveau d'eau de référence, selon le « scénario pessimiste » de l'ONERC (pour le scénario à long terme ; à échéance 100 ans)

L'ensemble des remarques faites dans le cadre de l'événement moyen peuvent donc être reprises pour cet événement.

S'agissant du secteur central (Bouin, Beauvoir, la Barre-de-Mont), à l'heure de finalisation du présent rapport, seules les cartes d'emprises maximales ont été présentées, les cartes de hauteur d'eau n'étant pas disponibles pour cet aléa « moyen + changement climatique ».

S'agissant du secteur de l'Ile de Noirmoutier : à l'heure de finalisation du présent rapport, les modélisations de l'aléa « moyen + changement climatique » ne sont pas disponibles (ni en terme d'emprise, ni en terme de hauteur d'eau) et ne sont donc pas présentées dans le présent rapport « directive inondation ».

Conclusion :

Secteur	Aléa retenu
Secteur Nord	Modélisation IMDC Xynthia (modélisé) + 60 cm, prise en compte des brèches par secteurs homogènes
Secteur Central	Modélisation ISL Xynthia (4,20 mNGF) + 60 cm, prise en compte des brèches définies sur la base des études de dangers – emprise seulement
Ile de Noirmoutier	Donnée non disponible
Secteur Sud	Modélisation IMDC Xynthia (modélisé) + 60 cm, prise en compte des brèches par secteurs homogènes

6-4 Événement exceptionnel

Pour la détermination de l'événement exceptionnel (période de retour supérieur ou égale à 1000 ans) le courrier de la DGPR en date du 19 avril 2013 (DGPR, 2013) propose l'approche suivante dans le cadre de la directive « inondations » :

Il s'agit de définir le niveau d'eau extrême par l'addition :

- du niveau des plus hautes mers astronomiques (PHMA) dans le référentiel altimétrique ad hoc au point d'étude considéré ;
- de l'estimation de la surcote « mesurée » (différence entre le niveau marin mesuré et le niveau de marée prédite) de probabilité de dépassement de 1/1 000 par an au point de mesure le plus proche ;

- et d'une marge de sécurité (valeur à définir pour prendre en compte l'ensemble des incertitudes liées à la méthode statistique et d'autres phénomènes).

Les PHMA des ports de référence sont disponibles dans le document SHOM (2011).

Cette démarche est donc celle qui est appliquée dans les secteurs Nord et Sud du TRI pour définir l'événement exceptionnel qui est dans le cas présent d'une occurrence supérieure à 1000 ans. L'illustration 17 permet de connaître la valeur du niveau d'eau avant set up qui est de l'ordre 8 mCM soit 5,2 mNGF.

tempête	H _{m0} [m]	Tréhi-guier	Le Croisic	Le Pouliguen	Pornichet	Saint Nazaire	Pornic	Fro-mentine
Transformation du niveau d'eau (Z0) vers les autres port de référence								
niveau d'eau (marée + surcote) (M CM)		7.76	7.53	7.55	7.62	7.99	7.94	7.41
Autres éléments pour le niveau d'eau total								
effet du vent [m]		0.20	0.25	0.00	0.00	0.00	0.45	0.45
incertitude à la côte + effets dans les ports		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Niveau d'eau total (avant effets du set-up de la houle dans les eau peu profonds)								
		8.11	7.93	7.70	7.77	8.14	8.32	8.01
Set-up de la houle	Sera prise en compte avec les modèles numériques dans le test des digues et le test des dunes							

Illustration 17 : Niveau d'eau total pour l'approche DGPR : PHMA + surcote T1000 + incertitudes (en mètres cotes marines), Source Rapport Méthodologique Phase 2 IMDC.

Cette valeur de 5,2 mNGF est, une nouvelle fois, très cohérente avec le scénario retenu pour le secteur central et l'île de Noirmoutier, à savoir, les scénarios basés sur un niveau d'eau 5,2 mNGF (correspondant au scénario Xynthia+1m étudié en 2011 par ISL). Il a donc logiquement été décidé de retenir un scénario reprenant un niveau 5,2 mNGF pour cartographier l'événement exceptionnel de ces deux secteurs.

Il y a malgré tout, à nouveau, deux paramètres qui doivent être pris en compte et qui peuvent créer des légères différences entre les secteurs :

- La prise en compte du set up qui peut atteindre environ 40 cm sur la façade Est de Noirmoutier (d'après l'étude PAPI) et qui ne sera considérée que dans les secteurs nord et sud et non pris en compte dans le secteur central et sur l'île de Noirmoutier, faute de modélisation disponible.
- La prise en compte des ouvrages de protection, aux travers des brèches ou de ruine généralisée des ouvrages en fonction du niveau de service des ouvrages.

Il est donc, à nouveau possible de considérer que les niveaux pris en compte et les méthodes de modélisation entre les différents secteurs sont, pour l'événement exceptionnel, globalement cohérents mais pas strictement identiques, sans que cela n'induisse d'écart significatif à l'échelle de travail retenue dans le présent rapport (échelle de travail au 1/25 000ième).

Conclusion :

Secteur	Aléa retenu
Secteur Nord	Modélisation IMDC période de retour supérieure à 1000 ans (5,20mNGF), prise en compte du set-up et de brèches dans les ouvrages par secteurs homogènes, ruine généralisée des zones surversées par 20 cm d'eau.
Secteur Central	Modélisation ISL Xynthya + 1m (5,20mNGF), ruine généralisée des ouvrages
Ile de Noirmoutier	Modélisation ISL Xynthia + 1m (5,20mNGF), prise en compte de brèches de 100 m dans les ouvrages.
Secteur Sud	Modélisation IMDC période de retour supérieure à 1000 ans (5,20mNGF), prise en compte du set-up et de brèches dans les ouvrages par secteurs homogènes, ruine généralisée des zones surversées par 20 cm d'eau.

7 - Limites des résultats obtenus

Différentes incertitudes sont attachées à la méthode utilisée pour définir les zones inondées.

La représentation de la topographie s'appuie sur un Modèle Numérique de Terrain (MNT) qui se présente sous la forme d'un assemblage de pixels de 1 m x 1 m et dont l'altimétrie est interpolée à partir d'un levé topographique de type « LIDAR » avec une incertitude propre de l'ordre de 15 centimètres.

Des incertitudes sont également présentes sur les modélisations hydrauliques, les périodes de retours et le calage des modèles.

Il existe également des incertitudes (difficilement quantifiable) attachées au choix des hypothèses de faillibilité des ouvrages de protection (approche très optimiste pour le fréquent, et plutôt sécuritaire pour le moyen et l'exceptionnel selon les cadrages nationaux).

De ce fait, au-delà des incertitudes relatives à la période de retour des événements, les incertitudes moyennes sur la ligne d'eau pour les événements retenus sont dans les secteurs ou elles sont les plus importantes :

- de l'ordre de 20 à 30 cm pour la submersion fréquente,
- de l'ordre de 20 à 50 cm pour la submersion moyenne,
- d'au moins 50 cm pour la submersion exceptionnelle.

8 - Qualification des enjeux et sources de données utilisées

La carte de synthèse des aléas d'inondation est complétée avec différents enjeux présents dans les zones inondables.

Les enjeux reportés sont :

- la population et les emplois ainsi que le bâti concerné,
- les zones d'activités,
- les patrimoines naturel et culturel,
- les installations polluantes et dangereuses (dites IPPC¹ et SEVESO AS²),
- les stations d'épurations,
- les installations et bâtiments sensibles.

Les bases de données mobilisées dans ce cadre sont :

- la BD topo de l'IGN pour identifier les bâtiments et les installations sensibles ou utiles à la gestion de crises,
- S3IC et BDERU du Ministère de l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie pour les installations polluantes ou dangereuses et les stations d'épuration,
- les éléments issus du rapportage de la directive cadre sur l'eau pour le patrimoine naturel (cf annexe).

Ces bases de données nationales ont été complétées par des bases locales (base ERP, zones d'activité, base établissements du rectorat Poitou-Charentes) ou plus spécifiques (base FINESS du Ministère de la santé), ainsi que par les documents d'urbanisme existants (PLU et POS des communes numérisés au 31/12/2011).

Par ailleurs, les emplois³ et la population sont issus de bases de données spécifiques dont le traitement et les extractions par commune ont été réalisés par le Cerema, Direction territoriale Méditerranée (ex CETE Méditerranée).

Le taux de population saisonnière a été estimé à partir des données INSEE tourisme (campings, résidences de vacances, hôtels, ports de plaisance,...), et des données de la DGI (résidences secondaires) agrégées et modulées⁴ selon les capacités des établissements.

Les enjeux ont par ailleurs été complétés ou confirmés à partir des documents réglementaires (PPRL, PLU), contractuels (PAPI) ou informatifs (site internet, plans des communes ..).

1 Les « IPPC » sont les installations classées pour la protection de l'environnement potentiellement les plus polluantes

2 Les « SEVESO AS » sont les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) potentiellement les plus dangereuses

3 Une incertitude de l'ordre de 20 % est attachée au calcul des emplois impactés. Les chiffres cités ci-après et sur les cartes sont des valeurs moyennes de l'estimation. Les résultats détaillés (fourchettes de valeurs) par commune et agrégés sur le TRI sont joints sur le tableau de synthèse en annexe p 103.

4 Voir détail en annexe p 102

9 - Analyse des enjeux

Il est important de noter que la fréquentation touristique sur le TRI est très importante, avec une estimation du taux d'habitants saisonniers de 552 % pour l'ensemble du TRI, et plus de 700 % pour les communes de La Guérinière, Notre-Dame-de-Monts et Saint-Jean-de-Monts.

Ces taux sont donnés pour l'ensemble de la commune, et l'estimation des populations selon les scénarios ne concernent que la population permanente.

Les analyses conduites permettent notamment de mettre en évidence les enjeux définis précédemment selon les différents scénarios.

9-1 Événement fréquent

Pour ce scénario, les zones touchées sont localisées à l'extrême nord et à l'extrême sud du TRI, respectivement sur les communes des Moutiers-en-Retz, Bourgneuf-en-Retz et Saint-Hilaire-de-Riez et concernent essentiellement des zones de marais.

Les enjeux humains : moins de 20 personnes et aucun emploi sont susceptibles d'être impactés directement.

TRI_NOIRMOUTIER-ST_JEAN_DE_MONTS		Habitants permanents en 2010	Habitants saisonniers	Taux d'habitants saisonniers (%)	Événement fréquent		
					Habitants permanents impactés	Nombre minimum d'emplois impactés	Nombre maximum d'emplois impactés
44021	BOURGNEUF-EN-RETZ	3408	2203	64,6	<20	0	0
44106	LES MOUTIERS-EN-RETZ	1316	5374	408,4	<20	0	0
85011	BARBATRE	1793	11157	622,3	<20	0	0
85012	LA BARRE-DE-MONTS	2157	13946	646,5	<20	0	0
85018	BEAUVOIR-SUR-MER	3904	1555	39,8	<20	0	0
85029	BOUIN	2200	1421	64,6	<20	0	0
85083	L'EPINE	1743	7829	449,2	<20	0	0
85106	LA GUERINIERE	1478	11157	754,9	<20	0	0
85163	NOIRMOUTIER-EN-L'ILE	4567	27494	602,0	<20	0	0
85164	NOTRE-DAME-DE-MONTS	1876	14717	784,5	<20	0	0
85226	SAINT-HILAIRE-DE-RIEZ	10488	66592	634,9	<20	0	0
85234	SAINT-JEAN-DE-MONTS	8192	74381	908,0	<20	0	0

Tableau 1 : Estimations des populations impactées pour le scénario fréquent.

Établissements ou Installations sensibles : aucune installation sensible n'est impactée par ce scénario.

Infrastructures de transports : aucun réseau ne se situe en zone inondable.

Zone d'activité économique : aucune zone d'activité économique recensée pour cet événement.

Installations polluantes (IPPC) : aucune IPPC n'est située dans une zone inondable pour ce scénario.

Stations de traitement des eaux usées (STEU) : aucune STEU de capacité supérieure à 2 000 Équivalent Habitants (EH) n'est située dans une zone inondable pour ce scénario.

Zones protégées pouvant être impactées : sans objet car pas d'IPPC et de STEU recensés.

Patrimoine culturel : pas de patrimoine recensé.

9-2 Événement moyen

Pour ce scénario, la submersion impacte l'ensemble des communes du TRI (exception faite de la commune de Notre-Dame-de-Monts) et l'importance de la surface de la zone submergée est à noter sur l'Île de Noirmoutier ainsi que sur les communes de Beauvoir-sur-mer et Bouin où elle représente plus des ¾ des surfaces communales.

Les enjeux humains : environ 6700 personnes et 4090 emplois sont susceptibles d'être impactés directement, principalement sur Noirmoutier-en-l'Île (579 habitants et 1283 emplois) et la commune de Bouin (1415 habitants et 602 emplois).

TRI_NOIRMOUTIER-ST_JEAN_DE_MONTS		Habitants permanents en 2010	Habitants saisonniers	Taux d'habitants saisonniers (%)	Événement moyen		
					Habitants permanents impactés	Nombre minimum d'emplois impactés	Nombre maximum d'emplois impactés
44021	BOURGNEUF-EN-RETZ	3408	2203	64,6	69	6	6
44106	LES MOUTIERS-EN-RETZ	1316	5374	408,4	137	53	64
85011	BARBATRE	1793	11157	622,3	1021	206	269
85012	LA BARRE-DE-MONTS	2157	13946	646,5	859	395	548
85018	BEAUVOIR-SUR-MER	3904	1555	39,8	811	359	547
85029	BOUIN	2200	1421	64,6	1415	522	682
85083	L'EPINE	1743	7829	449,2	999	312	428
85106	LA GUERINIERE	1478	11157	754,9	786	478	719
85163	NOIRMOUTIER-EN-L'ILE	4567	27494	602,0	579	1012	1554
85164	NOTRE-DAME-DE-MONTS	1876	14717	784,5	<20	0	0
85226	SAINT-HILAIRE-DE-RIEZ	10488	66592	634,9	<20	8	9
85234	SAINT-JEAN-DE-MONTS	8192	74381	908,0	<20	0	0

Tableau 2 : Estimations des populations impactées pour le scénario moyen.

Outre les enjeux impactés dès l'évènement fréquent et détaillés en 9-1, les enjeux ci-dessous pourront être touchés lors d'un évènement moyen.

Établissements ou Installations sensibles :

Sur la commune des Moutiers-en-Retz, l'école primaire Saint-Thérèse, la gare ainsi que le camping « l'Ermitage des dunes » et le camping « le village de la mer » seraient touchés par la submersion.

Plus au sud, sur la commune de Beauvoir-sur-mer, un poste de transformation électrique, une prise d'eau potable ainsi qu'un hélicoptère se situeraient en zone submergée.

Sur l'île de Noirmoutier ,

- dans la commune de Noirmoutier-en-l'Île : quatre campings, une école et une maison de retraite ainsi que la caserne des Pompiers sont en zones inondables ;

- sur la commune de L'Épine, une école (école communale des Tilleuls),
- à La Guérinière, un poste de transformation électrique,
- à Barbâtre la mairie annexe et le centre de loisirs seraient impactés par ce scénario.

À la Barre-de-Monts, une maison de retraite, une école et trois campings se situent en zone susceptible d'être submergée par ce type d'événement. À l'extrême sud du TRI sur la commune de Saint-Hilaire-de-Riez, cinq campings tous situés entre les lieux-dits « La Pège » et « Chaume des Roselières » se trouveraient dans la zone de submersion.

Infrastructures de transports : La voie ferrée qui relie le bourg de Bourgneuf-en-Retz à celui des Moutiers-en-Retz serait impacté par ce scénario. Le réseau des routes départementales est également fortement impacté principalement dans la moitié nord du TRI sur l'Île de Noirmoutier (D38, D948 et D5) ainsi que sur les communes de La Barre-de-Monts, Beauvoir-sur-mer, Bouin, Bourgneuf-en-Retz (D21, D22 et D758). Au sud, la D123 est submergée à la hauteur du lieu-dit La Pège » sur la commune de Saint-Hilaire-de-Riez. Sur l'Île de Noirmoutier, toutes les routes départementales sont impactées par ce scénario (D5, D38 et D948).

Zone d'activité économique : aucune zone d'activité économique recensée pour cet événement.

Installations polluantes (IPPC) : aucune IPPC n'est située dans une zone inondable pour ce scénario.

Stations de traitement des eaux usées (STEU) : aucune STEU de capacité supérieure à 2 000 Équivalent Habitants (EH) n'est située dans une zone inondable pour ce scénario.

Zones protégées pouvant être impactées : sans objet car pas d'IPPC et de STEU recensés.

Patrimoine culturel : pas de patrimoine recensé.

9-3 Événement moyen + Changement climatique

Pour ce scénario, les zones nouvellement touchées concernent principalement les communes déjà fortement impactées par le scénario précédent et surtout la commune de Bourgneuf-en-Retz qui voit la zone de submersion s'étendre largement à l'intérieur des terres en direction du sud-est.

Les enjeux humains : environ 5250 personnes et 2400 emplois sont susceptibles d'être impactés directement : les communes les plus touchées sont La Barre-de-Monts, Bouin et Beauvoir-sur-Mer avec plus de 1000 habitants et de 550 à 980 emplois.

TRI_NOIRMOUTIER-ST_JEAN_DE_MONTS		Habitants permanents en 2010	Habitants saisonniers	Taux d'habitants saisonniers (%)	Événement Moyen + changement climatique		
					Habitants permanents impactés	Nombre minimum d'emplois impactés	Nombre maximum d'emplois impactés
44021	BOURGNEUF-EN-RETZ	3408	2203	64,6	513	71	81
44106	LES MOUTIERS-EN-RETZ	1316	5374	408,4	219	63	75
85011	BARBATRE	1793	11157	622,3	Pas de données pour ce scénario		
85012	LA BARRE-DE-MONTS	2157	13946	646,5	1264	496	673
85018	BEAUVOIR-SUR-MER	3904	1555	39,8	1122	439	659
85029	BOUIN	2200	1421	64,6	1883	810	1162
85083	L'EPINE	1743	7829	449,2	Pas de données pour ce scénario		
85106	LA GUERINIERE	1478	11157	754,9	Pas de données pour ce scénario		
85163	NOIRMOUTIER-EN-L'ILE	4567	27494	602,0	Pas de données pour ce scénario		
85164	NOTRE-DAME-DE-MONTS	1876	14717	784,5	<20	0	0
85226	SAINT-HILAIRE-DE-RIEZ	10488	66592	634,9	247	112	164
85234	SAINT-JEAN-DE-MONTS	8192	74381	908,0	<20	0	0

Tableau 3 : Estimations des populations impactées pour le scénario moyen plus changement climatique.

Outre les enjeux impactés dès l'évènement moyen et détaillés en 9-2, les enjeux ci-dessous pourront être touchés lors d'un évènement moyen qui prend en compte le changement climatique.

Établissements ou Installations sensibles :

A Bouin, l'école maternelle publique, l'EHPAD « La Reynerie » et l'hôpital et la caserne des pompiers sont situés en zone inondable.

Sur la commune de La Barre-de-Monts, un camping au lieu-dit « Le Corsive » dans la forêt domaniale, une école (Notre Dame du Sacré Cœur) seraient submergés pour ce scénario.

A Beauvoir-sur-Mer, deux camping seraient également impactés au lieu-dit « la petite Maladrie », l'école publique « Le Gosi » également.

Infrastructures de transports : la voie ferrée au nord-est du centre-ville de Saint-Hilaire-de-Riez est susceptible d'être impactée, à Bourgneuf-en-Retz, le rond-point à l'intersection de la D13 et de la D758 serait inondé.

Zone d'activité économique : sur la commune de Saint-Hilaire-de-Riez à l'est du centre-ville deux zones industrielles se situent en zone submergée.

Installations polluantes (IPPC) : aucune IPPC n'est située dans une zone inondable pour ce scénario.

Stations de traitement des eaux usées (STEU) : trois STEU de capacité supérieure à 2 000 Équivalent Habitants (EH) sont situées dans une zone inondable pour ce scénario. Elles se situent sur les communes des Moutiers-en-Retz, Beauvoir-sur-mer et Saint-Hilaire-de-Riez.

Zones protégées pouvant être impactées : les zones impactées indirectement par les STEU inondées sont le Marais Breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts (FR5212009 et FR5200653) au titre et de la directive "Oiseaux" et de la directive "Habitats, faune, flore".

Patrimoine culturel : deux centres culturels (l'écomusée du marais vendéen et le centre de découverte du marais) seraient impactés sur la commune de La Barre-de-Monts.

9-4 Événement exceptionnel

Pour ce scénario, les zones submergées se situent d'une part en marge des zones impactées par l'évènement moyen et le changement climatique sur les communes des Moutiers-en-Retz et de Bourgneuf-en-Retz au nord du TRI et d'autre part dans des proportions plus importantes sur les autres communes du TRI avec en particulier des surfaces inondées d'ampleur assez grande sur les communes de La Barre-de-Monts, Notre-Dame-de-Monts et Saint-Jean-de-Monts.

Les enjeux humains : environ 13 600 personnes et 6 900 emplois sont susceptibles d'être impactés directement. Les communes les plus touchées sont les mêmes que celles touchées par l'évènement moyen plus changement climatique à savoir La Barre-de-Monts, Bouin et Beauvoir-sur-Mer mais également toutes les communes de l'Île de Noirmoutier. Bouin, Noirmoutier-en-l'Île et La Barre-de-Monts dépassent les 1800 habitants permanents impactés par ce scénario. En termes d'emploi, Noirmoutier-en-l'Île est la plus touchée avec en moyenne 1760 emplois impactés.

TRI_NOIRMOUTIER-ST_JEAN_DE_MONTS		Habitants permanents en 2010	Habitants saisonniers	Taux d'habitants saisonniers (%)	Événement exceptionnel		
					Habitants permanents impactés	Nombre minimum d'emplois impactés	Nombre maximum d'emplois impactés
44021	BOURGNEUF-EN-RETZ	3408	2203	64,6	765	198	317
44106	LES MOUTIERS-EN-RETZ	1316	5374	408,4	262	106	133
85011	BARBATRE	1793	11157	622,3	1272	273	352
85012	LA BARRE-DE-MONTS	2157	13946	646,5	1824	539	723
85018	BEAUVOIR-SUR-MER	3904	1555	39,8	1343	503	746
85029	BOUIN	2200	1421	64,6	2115	907	1290
85083	L'EPINE	1743	7829	449,2	1464	484	680
85106	LA GUERINIERE	1478	11157	754,9	1224	657	973
85163	NOIRMOUTIER-EN-L'ILE	4567	27494	602,0	1851	1444	2091
85164	NOTRE-DAME-DE-MONTS	1876	14717	784,5	395	188	275
85226	SAINT-HILAIRE-DE-RIEZ	10488	66592	634,9	310	157	230
85234	SAINT-JEAN-DE-MONTS	8192	74381	908,0	781	239	311

Tableau 4 : Estimations des populations impactées pour le scénario extrême

Outre les enjeux impactés lors des événements précédents et détaillés en 9-1, 9-2 et 9-3, les enjeux ci-dessous pourront être touchés lors d'un événement exceptionnel.

Établissements ou Installations sensibles :

A Bourgneuf-en-Retz l'hôpital serait submergé.

A Bouin, l'école primaire « Jeanne d'Arc » et sur la commune de Beauvoir-sur-Mer l'école Saint-Joseph sont susceptibles d'être inondées.

Sur l'île de Noirmoutiers ,

- dans la commune de Noirmoutier-en-l'Île : un camping, une station d'eau potable et la gendarmerie sont en zones inondables ;
- sur la commune de L'Épine, à La Bosse, la mairie, la station d'eau potable et un camping, à La Guérinière la mairie, une école et deux campings, ainsi que la mairie de Barbâtre seraient impactés par ce scénario.

Infrastructures de transports : la voie ferrée de Bourgneuf-en-Retz serait à son tour en zone inondable. La D51 serait également impactée sur les communes de La Barre-de-Monts, Notre-Dame-Monts et Saint-Jean-de-Monts.

Zone d'activité économique : une zone d'activité industrielle est impactée sur la commune de Saint-Hilaire-de-Riez.

Installations polluantes (IPPC) : aucune IPPC n'est située dans une zone inondable pour ce scénario.

Stations de traitement des eaux usées (STEU) : sur la commune de Barbâtre la station de la pointe de la Casie et sur la commune de Noirmoutier-en-l'Île, la station des cinq chemins seraient en zone inondée.

Zones protégées pouvant être impactées : les zones impactées indirectement par les STEU inondées sont le Marais Breton, baie de Bourgneuf, île de Noirmoutier et forêt de Monts (FR5212009 et FR5200653) au titre et de la directive "Oiseaux" et de la directive "Habitats, faune, flore".

Patrimoine culturel : l'église des Moutiers-en-Retz serait en zone submergée.

L'ensemble des enjeux recensés pour chaque événement est synthétisé dans le tableau 5 ci-après.

D.I. TRI DE NOIRMOUTIERS : analyse des enjeux

COMMUNES du TRI

[illegible]

Enjeux cumulés : Enj. Evt exceptionnel = (Enj. Evt fréquent + Enj. Evt moyen + Enj. Evt moyen Cc + Enj. Evt exceptionnel)

Pas de données

Tableau 5 : Synthèse par événement des enjeux concernés pour chaque commune