

Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN)

Risques littoraux (érosion littorale et submersion marine) et incendie de forêt

Île de Ré

Commune de Saint Martin de Ré

PPRN approuvé le **15 FEV. 2018**

Note de présentation

Direction Départementale de Territoire et de la Mer
de la Charente-Maritime



Agence de Bordeaux
Avenue des Satellites
33 187 Le Haillan

Vu pour être annexé
à l'arrêté préfectoral
du **15 FEV. 2018**
LE PRÉFET

Fabrice RIGOUTET-ROZE

Sommaire

I.LE PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS (PPRN) : INFORMATIONS GÉNÉRALES.....	9
I.1.Contexte législatif et réglementaire.....	9
I.2.Objet d'un PPRN.....	10
I.3.Procédures relatives au PPRN.....	10
I.3.I.L'élaboration d'un PPRN.....	10
I.3.II.La révision d'un PPRN.....	11
I.3.III.La modification d'un PPRN.....	11
I.3.IV.L'évaluation environnementale d'un PPRN.....	11
I.4.Effets et portée d'un PPRN.....	12
I.4.I.Un PPRN approuvé est une servitude d'utilité publique.....	12
I.4.II.Conséquences du non respect d'un PPRN.....	12
I.4.III.Conséquences en matière d'assurance.....	13
I.4.IV.Obligations.....	13
I.4.V.PPRN et autres actions.....	13
I.5.Méthode d'élaboration d'un PPRN.....	14
I.6.La concertation avec la population.....	16
II.LE CONTEXTE DU BASSIN D'ÉTUDE : « l'île de Ré »...	17
II.1.Documents de référence.....	17
II.2.Pourquoi prescrire la révision des PPRN sur le bassin de l'« Île de Ré »?.....	17
II.3.Présentation du périmètre d'études.....	19
II.4.Méthode d'élaboration des PPRN : Association des Collectivités et concertation avec la population.....	20
Association des collectivités.....	20
Concertation avec la population.....	20
III.Études techniques d'élaboration du PPRN.....	23
III.1.Détermination des aléas par érosion du trait de côte sur l'Île de Ré.....	23

III.1.I.Facteurs en jeu dans le régime littoral.....	23
III.1.I.1.Identification de tous les facteurs d'influence	23
III.1.I.2.Facteurs fondamentaux.....	25
III.1.I.3.Géomorphologie.....	25
III.1.I.3.1.Agitation.....	25
III.1.I.3.2.Sédimentologie.....	26
III.1.I.3.3.Ouvrages de défense ou d'aménagement	26
III.1.I.4.Facteurs secondaires.....	26
III.1.I.5.Régime littoral.....	27
III.1.I.6.Sensibilité du littoral.....	27
III.1.II.Trait de côte historique et événement de références.....	27
III.1.II.1.Généralités : les secteurs homogènes initiaux.....	28
III.1.II.2.Les données disponibles.....	28
III.1.III.Détermination de l'aléa érosion côtière prévisible à 100 ans.....	29
III.2.Connaissance des événements historiques de submersion marine.....	30
III.2.I.Le contexte des protections érigées sur l'Île de Ré.....	30
III.2.II.Historique des submersions (vimers) identifiés sur l'Île de Ré.....	31
III.2.II.1.De l'antiquité au Moyen Âge.....	31
III.2.II.2.Les submersions lors de l'époque moderne (1492-1789).....	32
III.2.II.3.Les submersions lors de l'époque contemporaine (1789 à nos jours).....	32

III.2.II.3.1.Période antérieure à la réalisation du système d'endiguement à la mer actuel (1789-1850 environ).....	33
III.2.II.3.2.Période postérieure à la réalisation du système d'endiguement à la mer actuel (1850 à aujourd'hui).....	33
III.2.II.4.Synthèse des informations.....	37
III.2.II.4.1.Périodes où se produisent les vimers..	37
III.2.II.4.2.Nombre de vimers par périodes de 50 ans.....	38
III.2.II.4.3.Communes touchées par les vimers...	38
III.3.La détermination des aléas par submersion marine	39
III.3.I.Le phénomène de submersion marine.....	39
III.3.II.Modélisation des écoulements.....	43
III.3.II.1.Outils de modélisation.....	43
III.3.II.2.Zone modélisée.....	44
III.3.II.2.1.Emprise maritime.....	44
III.3.II.2.2.Emprise terrestre.....	45
III.3.II.2.3.Bathymétrie et topographie.....	46
III.3.III.Calage du modèle.....	46
III.3.III.1.Calage du modèle maritime.....	47
III.3.III.1.1.Calage pour des conditions usuelles de marée.....	47
III.3.III.1.2.Calage pour la tempête Martin.....	48
III.3.III.1.3.Calage de la tempête Xynthia.....	50
III.3.III.2.Calage du modèle terrestre.....	56
III.3.III.2.1.Principes.....	56
III.3.III.2.2.Remarques.....	57
III.3.III.3.Comparaison des résultats du modèle et des observations.....	58

III.3.III.3.1.Synthèse sur le calage du modèle.....	59
III.3.IV.Définition des scénarios de référence pour l'élaboration des futurs PPR.....	59
III.3.IV.1.L'événement de référence.....	59
III.3.IV.2.Les aléas de référence à retenir.....	59
III.3.IV.3.Prise en compte des ouvrages de protection sur l'ensemble du littoral.....	60
III.3.IV.3.1.Identification de l'ensemble des ouvrages constituant le système de protection l'île	60
III.3.V.Cartographie des aléas court et long termes. .	71
III.3.V.1.Cartographie des hauteurs d'eau.....	71
III.3.V.2.Cartographie des vitesses d'écoulement...	72
III.3.V.3.Cartographie de l'aléa de référence.....	72
III.4.Détermination de l'aléa incendie de forêt.....	72
III.4.I.Analyse des événements historiques.....	72
III.4.II.Cartographie des peuplements forestiers.....	73
III.4.II.1.Rappel méthodologique.....	73
III.4.II.2.Comparaison des peuplements forestiers entre 2002 et 2012.....	73
III.4.III.Analyse des interfaces Forêts / Habitats.....	74
III.4.IV.Analyse de l'éclosion potentielle.....	74
III.4.V.Analyse de l'aléa lissé.....	75
III.4.VI.Analyse de la défendabilité.....	77
III.5.Recensement et cartographie des enjeux.....	78
III.5.I.Méthodologie.....	78
III.5.II.Synthèse générale des enjeux sur l'île.....	80
III.5.III.Synthèse des enjeux de la commune de Saint Martin de Ré.....	81
IV.L'élaboration du PPR.....	82
IV.1.Zonages et principes réglementaires.....	83

IV.1.I.Établissement d'un plan de zonage réglementaire.....	83
IV.1.II.Les grands principes réglementaires.....	88
V.Documents annexes.....	90

SECTION V. Documents annexes

Annexe n°1 : Arrêté préfectoral du 28 novembre 2014

Annexe n°2 : L'érosion côtière

2-1 - Tableau d'identification du taux d'érosion

2-2 – Carte du taux d'évolution du trait de côte (Secteur Nord)

2-3 – Carte du taux d'évolution du trait de côte (Secteur Sud)

2-4 – Carte de la position du trait de côte 2110 (Secteur Nord)

2-5 – Carte de la position du trait de côte 2110 (Secteur Sud)

2-6 – Carte de l'aléa érosion côtière

Annexe n°3 : Historique des vimers

Annexe n°4 : Retour d'expérience de l'événement Xynthia

Annexe n°5 : Calage de l'événement Xynthia

Annexe n°6 : Tableau des hypothèses de défaillances des ouvrages de protection

Annexe n°7 : Carte des aléas submersion marine

7-1 – Carte de l'aléa naturel court terme (sans ouvrage de protection)

7-2 – Cartes de l'événement court terme (hauteur, vitesse et aléa)

7-3 – Cartes de l'événement long terme (hauteur, vitesse et aléa)

7-4 – Cartes informatives PAPI de l'événement court terme (hauteur, vitesse et aléa)

Annexe n°8 : Carte de l'aléa incendie de forêts

Annexe n°8-1 : Carte de défendabilité

Annexe n°9 : Carte des enjeux

GLOSSAIRE

I. LE PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS (PPRN) : INFORMATIONS GÉNÉRALES

I.1. Contexte législatif et réglementaire

Divers lois, décrets (dont certains sont codifiés) et circulaires régissent la prévention des risques (naturels, technologiques), et définissent notamment les procédures d'élaboration des plans de prévention des risques correspondants :

La loi n° 2003-699 du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages.

La loi n° 2004-811 du 13 août 2004 sur la modernisation de la sécurité publique.

Cette loi institue les plans communaux de sauvegarde (PCS) à caractère obligatoire pour les communes dotées d'un PPRN. Ces plans sont un outil utile au maire dans son rôle de partenaire majeur de la gestion d'un événement relevant de la sécurité civile.

Les articles L562-1 à L562-9 du Code de l'environnement relatifs aux plans de prévention des risques naturels prévisibles (loi n° 95-101 du 2 février 1995 modifiée).

Ces dispositions législatives précisent :

L'État élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou cyclones.

Le PPRN a pour objet, en tant que de besoin :

- de délimiter les zones exposées aux risques, d'y interdire tout « type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle », ou dans le cas où il pourrait être autorisé, prescrire les conditions de réalisation ou d'exploitation,
- de délimiter les zones non exposées aux risques mais dans lesquelles les utilisations du sol doivent être réglementées pour éviter l'aggravation des risques dans les zones exposées,
- de définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui incombent aux particuliers et aux collectivités publiques, et qui doivent être prises pour éviter l'aggravation des risques et limiter les dommages,
- dans les parties submersibles des vallées et dans les autres zones inondables, les plans de prévention des risques naturels prévisibles définissent en tant que de besoin les interdictions et les prescriptions techniques à respecter afin d'assurer le libre écoulement des eaux et la conservation, la restauration ou l'extension des champs d'inondation.

Les articles L.561-1 à L.561-5 et R.561-1 à R.561-17 du Code de l'environnement relatifs à l'expropriation des biens exposés à certains risques naturels majeurs menaçant gravement des vies humaines ainsi qu'aux modalités de gestion du fonds de prévention des risques naturels majeurs (FPRNM).

Les articles R.562-1 à R.562-10.2 du Code de l'environnement relatifs aux dispositions d'élaboration des plans de prévention des risques naturels prévisibles et à leurs modalités d'application (décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 modifié).

Ces articles prescrivent les dispositions relatives à la procédure d'élaboration des PPRN et précisent les documents qui constituent le projet de plan : une note de présentation, des documents cartographiques et un règlement.

Les principales circulaires :

- circulaire du 24 janvier 1994 des ministres de l'Intérieur, de l'Équipement et de l'Environnement relative à la prévention des inondations et à la gestion des zones inondables (J.O. du 10 avril 1994), dont les principaux objectifs à atteindre sont :
 - interdire les implantations humaines dans les zones dangereuses où, quels que soient les aménagements, la sécurité des personnes ne peut être garantie intégralement,
 - préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des inondations qui amène à contrôler strictement l'extension de l'urbanisation dans ces zones,
- circulaire n° 94-56 du 19 juillet 1994 du ministre de l'Environnement relative à la relance de la cartographie réglementaire des risques naturels prévisibles,
- circulaire du 24 avril 1996 relative aux dispositions applicables au bâti et aux ouvrages existants en zones inondables,
- circulaire n° 97-106 du 25 novembre 1997 relative à l'application de la réglementation spécifique aux terrains de camping situés dans les zones à risques et l'instruction du gouvernement du 6 octobre 2014 relative à l'application de la réglementation spécifique aux terrains de camping et de caravanage situés dans les zones de submersion rapide,
- circulaire interministérielle du 30 avril 2002 relative à la politique de l'État en matière de risques naturels prévisibles et de gestion des espaces situés derrière les digues de protection contre les inondations et les submersions marines,
- circulaire du 3 juillet 2007 relative à la consultation des acteurs, à la concertation avec la population et à l'association des collectivités territoriales dans les plans de prévention des risques naturels prévisibles,
- circulaire du 7 avril 2010 sur les mesures à prendre suite à la tempête Xynthia du 28 février 2010,
- le plan submersion rapide validé au conseil des ministres le 13 juin 2010,
- circulaire du 25 juin 2010 sur les mesures à prendre en matière de risque inondation suite aux intempéries dans le Var les 15 et 16 juin 2010,
- circulaire du 2 août 2011 relative à la mise en œuvre des plans de prévention des risques naturels littoraux,
- circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux.

I.2. Objet d'un PPRN

Le PPRN constitue un des outils d'une politique plus globale de prévention, mise en place par le Gouvernement. Cette politique qui vise notamment à sécuriser les populations et les biens, doit aussi permettre un développement durable des territoires, en engageant les actions suivantes :

- mieux connaître les phénomènes et leurs incidences,
- assurer, lorsque cela est possible, une surveillance des phénomènes naturels,
- sensibiliser et informer les populations sur les risques les concernant et sur les moyens de s'en protéger,
- prendre en compte les risques dans les décisions d'aménagement et les actes d'urbanisme,
- protéger et adapter les installations actuelles et futures,
- tirer les leçons des événements naturels dommageables lorsqu'ils se produisent.
- Le PPRN est un des outils privilégiés de cette politique.

I.3. Procédures relatives au PPRN

I.3.1. L'élaboration d'un PPRN

La Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) est chargée, sous l'autorité du préfet, représentant de l'État dans le département de la Charente-Maritime, d'instruire l'élaboration du projet de plan de prévention des risques naturels (PPRN) et d'assurer les consultations nécessaires.

Le PPRN fait l'objet d'un arrêté préfectoral de prescription (Cf. annexe 1) déterminant le périmètre mis à l'étude et la nature des risques pris en compte. Il désigne également le service déconcentré de l'État en charge de l'instruction du projet et précise si le plan est sujet à évaluation environnementale. Enfin, il définit les modalités de la concertation. Les collectivités territoriales et les établissements publics de coopération intercommunale concernés sont associés à l'élaboration de ce projet.

Le PPRN est soumis à l'avis du conseil municipal de la ou des communes sur le territoire desquelles le plan sera applicable, à ceux d'autres collectivités territoriales (Conseil Départemental, Conseil Régional, Communautés de Communes concernées) ainsi qu'à ceux de différents services et organismes dont notamment la Chambre d'Agriculture, le Service Départemental d'Incendie et Secours (SDIS), la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL).

Le projet de PPRN est également soumis, par le préfet, à une enquête publique dans les formes prévues par le chapitre III du Titre II du livre Ier du code de l'environnement. Les modalités de l'enquête publique sont précisées par arrêté préfectoral.

Le projet de PPRN peut faire l'objet de modifications pour tenir compte des avis recueillis lors des consultations et de l'enquête publique. Ces modifications restent ponctuelles et ne peuvent remettre en cause les principes généraux de zonage et de réglementation. Elles ne peuvent conduire à changer de façon substantielle l'économie du projet, sauf à soumettre de nouveau le projet à enquête publique.

Le PPRN est approuvé par arrêté préfectoral.

Le PPRN est un document évolutif. Il peut être révisé ou modifié à l'occasion de l'apparition de nouveaux phénomènes historiques ou après la mise en place de mesures compensatoires conduisant à une modification du niveau de l'aléa. Comme pour son élaboration et sa mise en œuvre, l'État est compétent pour la révision ou la modification du PPRN.

I.3.II. La révision d'un PPRN

Selon l'article R.562-10 du Code de l'environnement, le PPRN peut être révisé selon la même procédure que celle suivie pour son élaboration (articles R.562-1 à R.562-9 du Code de l'environnement).

L'approbation du nouveau plan, ainsi modifié, emporte abrogation des dispositions correspondantes de l'ancien plan.

I.3.III. La modification d'un PPRN

Selon l'article R.562-10-1 du Code de l'environnement, le PPRN peut-être modifié à condition que cette modification ne porte pas atteinte à l'économie générale du plan. La procédure de modification peut être notamment utilisée pour :

- rectifier une erreur matérielle,
- modifier un élément mineur du règlement ou de la note de présentation,
- modifier les documents graphiques délimitant les zones mentionnées aux 1° et 2° du II de l'article L.562-1 du Code de l'environnement, pour prendre en compte un changement dans les circonstances de fait.

La modification du PPRN s'effectue selon la procédure définie à l'article R.562-10-2 du Code de l'environnement.

I.3.IV. L'évaluation environnementale d'un PPRN

Au titre de son article R. 122-18, le code de l'environnement impose un examen au cas par cas sur la nécessité d'avoir recours à une évaluation environnementale pour l'élaboration ou la révision de PPRN.

Aussi, par arrêté préfectoral en date du 27 novembre 2014, l'autorité environnementale a jugé que la présente révision du PPRN de l'île de Ré n'était pas susceptible d'avoir une incidence notable sur l'environnement et ne nécessitait donc pas la conduite d'une évaluation environnementale.

I.4. Effets et portée d'un PPRN

I.4.I. Un PPRN approuvé est une servitude d'utilité publique

Après approbation, le PPRN vaut servitude d'utilité publique conformément aux dispositions de l'article L562-4 du Code de l'environnement. À ce titre, pour les communes dotées d'un plan local d'urbanisme (PLU), il doit être annexé à ce document sans délai par l'autorité compétente en matière d'urbanisme conformément à l'article L.153-60 du Code de l'urbanisme. L'annexion du PPR au document d'urbanisme s'effectue par une mise à jour en application du même article.

Cette annexion du PPRN approuvé est essentielle pour conserver son opposabilité aux demandes d'occupation du sol régies par le Code de l'urbanisme. Les dispositions du PPRN prévalent sur celles du Plan d'Occupation des Sols en cas de dispositions contradictoires, et s'imposent à tout document d'urbanisme existant.

La mise en conformité des documents d'urbanisme avec les dispositions du PPRN approuvé n'est, réglementairement, pas obligatoire, mais elle apparaît nécessaire pour rendre les règles de gestion du sol cohérentes, lorsque celles-ci sont divergentes dans les deux documents.

Il peut arriver que les règles d'un document d'urbanisme soient plus contraignantes que celles du PPRN. En effet, une zone non urbanisée soumise à des risques naturels peut aussi être un espace à préserver de toute construction, en raison de la qualité de ses paysages, de l'intérêt de ses milieux naturels, de nuisances particulières (odeurs, bruits), ou parce que d'autres servitudes d'utilité publique interdisent la construction. Par ailleurs, en zone urbanisée soumise à des risques naturels, la prise en compte de la forme urbaine, de la qualité du bâti, de projets d'aménagement d'espaces publics peut aussi conduire, dans les documents d'urbanisme, à des règles plus strictes que celles du PPRN.

I.4.II. Conséquences du non respect d'un PPRN

Le fait de construire ou d'aménager un terrain dans une zone interdite par un PPRN approuvé ou de ne pas respecter les conditions de réalisation, d'utilisation ou d'exploitation prescrites par ce plan est puni des peines prévues à l'article L.480-4 du Code de l'urbanisme (article L.562-5 du Code de l'environnement).

Les maîtres d'ouvrage qui s'engagent à respecter les règles de construction lors du dépôt de permis de construire, et les professionnels chargés de réaliser les projets, sont responsables des études ou dispositions qui relèvent du Code de la construction et de l'habitation en application de son article R.126-1.

Le PPRN peut aussi rendre obligatoire, dans un délai maximal de cinq ans, la réalisation de certaines mesures de prévention, de protection et de sauvegarde ou de mesures applicables à l'existant. À défaut de mise en conformité dans le délai prévu, le préfet peut, après mise en demeure non suivie d'effet, ordonner la réalisation de ces mesures aux frais du propriétaire, de l'exploitant ou de l'utilisateur (article L.562-1-III du Code de l'environnement).

I.4.III. Conséquences en matière d'assurance

L'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles est régie par la loi n° 82-600 du 13 juillet 1982, qui impose aux assureurs, pour tout contrat d'assurance « dommages aux biens ou aux véhicules », d'étendre leur garantie aux effets des catastrophes naturelles, qu'ils soient ou non situés dans un secteur couvert par un PPRN.

Lorsqu'un PPRN approuvé existe, le Code des assurances, par son article L.125-6, précise que l'obligation de garantie ne s'impose pas dans les terrains classés inconstructibles par le PPRN sauf pour les « biens et activités existant antérieurement à la publication de ce plan ».

Toutefois, les assureurs ne peuvent se soustraire à cette obligation qu'à la date normale de renouvellement d'un contrat ou à la signature d'un nouveau contrat.

Enfin, les assureurs peuvent, sous certaines conditions, déroger à l'obligation de garantie, lorsque le propriétaire ou l'exploitant ne se sera pas conformé dans un délai de cinq ans aux prescriptions imposées par le PPRN.

En cas de différend avec l'assureur, l'assuré peut recourir à l'intervention du bureau central de tarification (BCT).

I.4.IV. Obligations

En application de l'article L.125-2 du Code de l'environnement, pour les communes dotées d'un PPRN prescrit ou approuvé, le maire a l'obligation d'informer la population au moins une fois tous les deux ans, par des réunions publiques communales ou tout autre moyen approprié, sur les caractéristiques du ou des risques naturels connus dans la commune, les mesures de prévention et de sauvegarde possibles, les dispositions du plan, les modalités d'alerte, l'organisation des secours, les mesures prises par la commune pour gérer le risque ainsi que sur les garanties prévues à l'article L.125-1 du Code des assurances.

En application de l'article 13 de la loi n° 2004-811 du 13 août 2004 de modernisation de la sécurité civile, le maire de la commune a l'obligation d'élaborer un plan communal de sauvegarde (PCS) dans le délai de deux ans à compter de la date d'approbation du PPRN.

En application de l'article L.125-5 du Code de l'environnement, les acquéreurs ou locataires de biens immobiliers situés dans des zones couvertes par un PPRN prescrit ou approuvé doivent être informés par le vendeur ou le bailleur de l'existence des risques naturels prévisibles.

I.4.V. PPRN et autres actions

Le PPRN contribue à une amélioration de la connaissance des risques naturels qui doit être intégrée dans d'autres actions destinées à assurer la sécurité publique ou à limiter les risques et leurs effets, telles que :

- les procédures d'information préventive : Dossier Départemental sur les Risques Majeurs (DDRM), Transmission des Informations aux Maires (T I M) pour la réalisation de leur Dossier d'Information Communal sur les Risques Majeurs (DICRIM),
- les procédures de maîtrise des risques (plans ORSEC et POLMAR, plan hébergement, plan évacuation des populations sinistrées).

À cet effet, dès son approbation, le Préfet adressera à chacun des services compétents en matière de gestion de crise ainsi qu'à chacun des concessionnaires de réseaux, le dossier de PPRN afin de faciliter la mise en place des procédures liées aux mesures de sécurité.

I.5. Méthode d'élaboration d'un PPRN

La méthode d'élaboration d'un PPRN est présentée dans le présent chapitre de façon synthétique, chacune des phases faisant l'objet par la suite d'un développement adapté tant au niveau du type de risque étudié que du territoire concerné.

La phase technique de l'élaboration du PPRN commence par le recueil et l'analyse de données historiques. Dès lors qu'elles sont exploitables, les données correspondant à l'événement historique majeur font l'objet d'un examen particulier afin de définir sa période de retour¹, lorsqu'elle existe de par la nature du phénomène. Si cette période de retour est qualifiée comme étant au moins centennale, cet événement historique sera retenu en tant qu'événement de référence² pour l'élaboration du PPRN. À défaut, il sera procédé à un calcul ou à une modélisation d'un événement théorique présentant une période de retour centennale, et qui constituera alors l'événement de référence.

La définition des aléas permet d'afficher la localisation et la hiérarchisation des zones exposées au phénomène potentiel retenu, traduites par une carte des aléas.

L'identification des enjeux se fait en recensant et en situant, dans les territoires soumis aux aléas, les enjeux actuels et futurs.

La carte réglementaire résulte du croisement de la carte des aléas et de l'appréciation des enjeux. Elle divise le territoire en différentes zones précisément délimitées pour lesquelles sont définis des règlements dédiés.

Pour chaque type de zone, un règlement est élaboré qui interdit ou définit des règles d'urbanisme, de construction, d'utilisation et d'exploitation pour tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle.

Par ailleurs, le règlement définit les mesures de prévention, de protection ou de sauvegarde pour les constructions, ouvrages, espaces mis en culture ou plantés, existants à la date d'approbation du PPRN, qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers. De plus, il définit les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs. La réalisation de ces mesures peut être rendue obligatoire dans un délai maximum de cinq ans.

Les travaux de prévention imposés à des biens construits ou aménagés conformément aux dispositions du Code de l'urbanisme avant l'approbation du plan et mis à la charge des propriétaires, exploitants ou utilisateurs, ne peuvent porter que sur des aménagements limités dont le coût est inférieur à 10 % de la valeur vénale ou estimée du bien à la date d'approbation du plan (article R562-5 du Code de l'environnement).

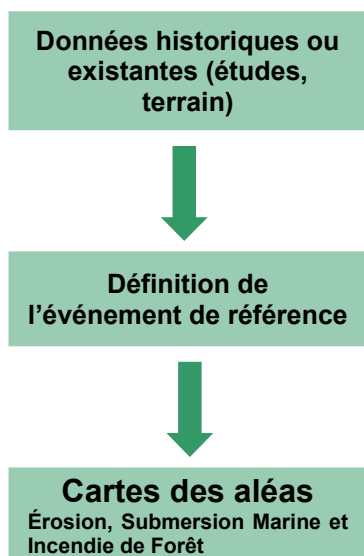
Les collectivités territoriales sont associées étroitement à l'ensemble de ces phases d'études et des actions spécifiques sont menées, tout au long de la démarche, pour la concertation avec la population.

L'ensemble des phases de la démarche d'élaboration d'un PPRN est illustré ci-après.

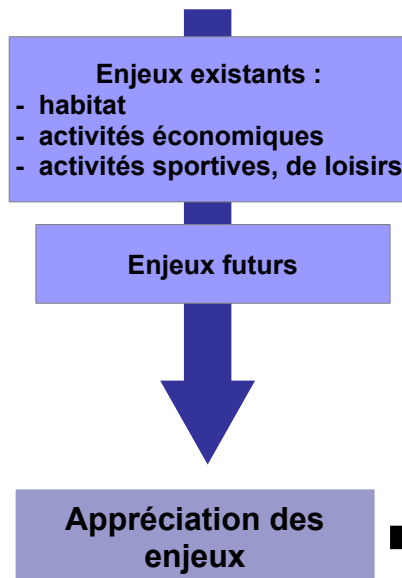
1 La période de retour associée à un événement est un indicateur statistique, obtenu après une longue période d'observation d'un phénomène. Elle peut être assimilée à la moyenne à long terme du temps ou du nombre d'années séparant un événement de grandeur donnée d'un second événement d'une grandeur égale.

2 L'événement de référence est l'événement naturel retenu, dans un secteur d'étude cohérent vis-à-vis de l'analyse du risque associé à un phénomène (bassin de risque), parmi les différents événements dommageables survenus dans le passé ou ceux statistiquement prévisibles, dont l'impact est le plus pénalisant.

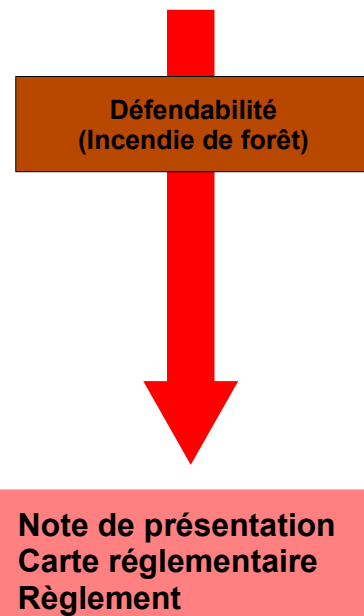
Étude des phénomènes par bassin de risque



Identification des enjeux



Documents réglementaires



Enquête publique

Association des Collectivités Territoriales et concertation avec la population

I.6. La concertation avec la population

Les modalités de concertation avec la population mises en œuvre sont les suivantes :

- la tenue d'une réunion publique pour présenter les aléas sur les trois risques,
- la tenue, préalablement à l'enquête publique, d'une réunion publique pour présenter le projet de PPRN,
- la mise à disposition dans chaque commune, tout au long de la procédure jusqu'à l'enquête publique, d'un cahier à idées et de panneaux présentant les différentes phases d'analyses,
- l'élaboration d'un flash info et de panneaux d'informations préalablement aux réunions publiques,
- le déroulement d'une enquête publique conformément à l'article R.562-8 du code de l'environnement,

L'objectif recherché était de sensibiliser et d'informer la population sur la réalisation du PPRN qui concerne son territoire et de recueillir ses observations sur le projet.

L'ensemble de la concertation mise en œuvre est présentée à la section 5. La formalisation et le compte-rendu de la concertation menée depuis le début de la démarche d'élaboration du PPRN jusqu'à l'enquête publique, sont détaillés dans le cadre d'un bilan obligatoire intitulé « bilan de la concertation », conformément à l'article R123-8 du code de l'environnement.

II. LE CONTEXTE DU BASSIN D'ÉTUDE : « l'île de Ré »

II.1. Documents de référence

L'étude a été menée en s'appuyant sur des documents de référence généraux (édités par le ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer) et sur des documents plus spécifiquement relatifs à la zone d'étude.

Les documents de référence généraux relatifs à l'établissement des plans de prévention des risques naturels sont :

- le guide général des plans de prévention des risques naturels prévisibles (1997),
- le guide d'élaboration des Plans de Prévention des Risques Littoraux, édité à la Documentation Française par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement et le Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, en novembre 1997,
- le guide méthodologique plan de prévention des risques littoraux (mai 2014),
- le guide général des plans de prévention des risques naturels prévisibles (décembre 2016),
- la circulaire du 30 avril 2002 relative à la politique de l'État en matière de risques naturels prévisibles et de gestion des espaces situés derrière les digues de protection contre les inondations et les submersions marines,
- la circulaire du 2 août 2011 relative à la mise en œuvre des plans de prévention des risques naturels littoraux,
- la circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque de submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux,
- Le guide méthodologique PPRIF,
- La note technique du 29 juillet 2015 relative à la prise en compte du risque incendie de forêt dans les documents de prévention et d'aménagement du territoire.

Les documents de références spécifiquement relatifs au secteur d'étude sont :

- l'atlas des risques littoraux en Charente-Maritime – DDE 17 (1999),
- Éléments de mémoire sur la tempête du 27 décembre 1999 – DDE 17,
- Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia des 27 et 28 février 2010 en Charente-Maritime – SOGREAH (Mars 2011),
- Le Plan de Prévention des Risques Naturels du 19 juillet 2002.

II.2. Pourquoi prescrire la révision des PPRN sur le bassin de l'« Île de Ré »?

Dans le cadre de la Prévention des Risques Naturels, le Préfet de la Charente-Maritime a prescrit, par arrêtés du 28 novembre 2014 (cf. annexe n°1), la révision du Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN) du 19 juillet 2002, risques Littoraux (érosion littorale et submersion marine) et Incendie de Forêt, pour les 10 communes de l'île de Ré.

En effet, face aux événements tempétueux répétés, une grande partie du littoral français (façades de la Manche, de l'Atlantique et de la Méditerranée) est concernée par les risques d'érosion littorale et de submersion marine.

Cela a notamment été le cas, en Charente-Maritime, lors des événements hydrométéorologiques du 27 au 28 février 2010 (tempête Xynthia) et du 27 décembre 1999 (tempête Martin) qui ont engendré de nombreux dégâts sur l'ensemble de la façade Atlantique et de ses terres basses (surverse par-dessus les protections ou par destruction de celles-ci et submersions généralisées sur l'ensemble des zones basses du territoire).

Sur les 10 communes de l'île de Ré, différents critères ont conduit les services de l'État à décider d'élaborer un plan de prévention des risques naturels (PPRN) sur chaque commune afin que le document réglementaire prenant en compte le risque permette la gestion des demandes d'occupation

des sols sur ce territoire.

Sur toutes les communes, trois phénomènes naturels sont étudiés :

- le recul du trait de côte par l'**érosion littorale**,
- **la submersion marine** (submersion temporaire par la mer des terres situées en dessous des niveaux des plus hautes eaux marines) provoquée par franchissement de paquets de mer ou la surverse sur les protections existantes,
- les **incendies de forêt** en raison de la présence de massifs boisés importants,

La Direction Départementale des Territoires et de la Mer (DDTM) de la Charente-Maritime a été chargée de l'instruction du projet sous l'autorité du préfet.

Afin de réaliser les parties techniques de ce document, et après consultation, le Bureau d'études ARTELIA a été retenu pour déterminer les aléas érosion littorale et submersion marine puis élaborer le document. L'aléa feu de forêt à quant à lui à été déterminé par l'ONF et intégré par ARTELIA aux documents réglementaires.

II.3. Présentation du périmètre d'études

Le secteur concerne l'ensemble de l'île de Ré, soit les 10 communes suivantes :

- Ars-en-Ré,
- Bois-Plage-en-Ré,
- La Couarde-sur-Mer,
- La Flotte-en-Ré,
- Les Portes-en-Ré,
- Loix,
- Rivedoux-Plage,
- Saint-Clément-des-Baleines,
- Sainte-Marie-de-Ré,
- Saint-Martin-de-Ré.

Sur ces communes, le risque d'érosion littorale, le risque de submersion marine et le risque incendie de forêt ont été analysés pour délimiter les zones soumises à un ou plusieurs aléas dans le cadre de ce PPRN.

Précisons ici que globalement la démarche présentée dans le présent rapport a été réalisée de manière homogène sur l'ensemble des communes concernées par ces risques à l'exception de quelques points comme notamment le recensement des enjeux qui fait l'objet d'une adaptation à la commune.



II.4. Méthode d'élaboration des PPRN : Association des Collectivités et concertation avec la population

Dans le cadre de l'élaboration des PPRN du présent bassin, un dialogue a été mené tout au long de l'étude entre l'État et les différents acteurs. Il convient de distinguer la démarche d'association des collectivités de celle concernant la concertation avec la population.

Association des collectivités

Les services de l'État ont constitués un comité technique (COTECH) et un comité de pilotage (COPIL) en charge du suivi des études liées à l'élaboration de ce document. Pour les COPIL, toutes les collectivités parties prenantes dans le secteur, sont invitées et représentées.

Pour les communes, des réunions plénières et bilatérales se sont tenues selon les thématiques traitées. Les réunions plénières portaient globalement sur des thèmes généraux concernant l'ensemble des communes, les réunions bilatérales étant destinées à des sujets spécifiques au territoire de chaque commune. Les établissements publics de coopération intercommunale concernés étaient en principe conviés aux réunions plénières.

L'association des personnes publiques et organismes associés à la démarche d'élaboration du PPR

Ont été associés à l'élaboration du PPRN les représentants des collectivités et organismes suivants :

- les dix communes concernées,
- la Communauté de Communes de l'Île de Ré,
- le Conseil Départemental de la Charente-Maritime,
- le Conseil Régional Poitou-Charentes (puis nouvelle Aquitaine),
- le Service Départemental d'Incendie et de Secours,
- la Chambre d'Agriculture de la Charente-Maritime,
- la Chambre de Commerce et de l'Industrie de la Charente-Maritime,
- Le Comité Régional de la Conchyliculture.

Conformément aux modalités de l'arrêté de prescription, la phase proprement-dite dédiée à l'élaboration des documents réglementaires (zonage et règlement) a fait l'objet de différentes réunions.

Concertation avec la population

Les modalités de la concertation avec la population ont été définies dans l'arrêté de prescription de chaque PPRN du présent bassin. Chacune des actions est rappelée ci-après, étant précisé que l'ensemble de cette concertation fait l'objet d'un document distinct, par commune, intitulé « bilan de la concertation » qui est remis au(x) commissaire(s) enquêteur(s) préalablement à l'enquête publique de chaque PPRN. Ce document est joint au PPRN approuvé. Il reprend les échanges établis tout au long des études et intègre des exemples de supports de communication.

Deux séries de réunions publiques ont été organisées :

- une première reprenant la démarche des PPRN jusqu'à la présentation des cartes d'aléas, les :
 - 9 décembre 2014 à Ars-en-Ré pour les communes du secteur Nord ;
 - 14 décembre 2014 à Bois-Plage en Ré pour les communes du secteur Sud.
- une deuxième exposant l'intégralité de la démarche des PPRN, jusqu'à l'aboutissement des projets de cartes réglementaires et de règlements, les :

- 6 mars 2017 au Bois-Plage en Ré pour les communes du secteur Sud ;
- 8 mars à Ars-en-Ré pour les communes du secteur Nord.

Ces réunions publiques ont fait l'objet de publicité et d'articles dans la presse (Sud-Ouest et Phare de Ré).

En complément de ces réunions, des documents pédagogiques spécifiques ont été élaborés et mis à la disposition du public.

Ainsi, pour chacune des 10 communes, chaque phase de l'élaboration des PPRN fait l'objet d'un panneau dédié, exposé en mairie. Ainsi auront été réalisés :

- un panneau n° 1 « Un PPR pour quoi faire et comment ? »,
- un panneau n° 2 « Pourquoi une révision du PPRN approuvé 2002 ? »,
- un panneau n° 3 « PPRN et PAPI : quelles articulations ? »,
- un panneau n° 4 « Connaissance des événements historiques »,
- un panneau n° 5 « Événement de référence et aléas »,
- un panneau n° 6 « Inventaire des enjeux »
- un panneau n° 7 « Définitions du zonage et règlement ».

Des flash-infos ont été élaborés afin d'informer les populations concernées de la démarche des PPRN du présent bassin, de la mise à disposition des panneaux d'information dans les locaux des mairies et de la tenue des réunions publiques. Ces flashs ont été distribués/affichés par les services municipaux à leurs habitants et dans la mesure du possible mis en ligne sur les sites internet des communes.

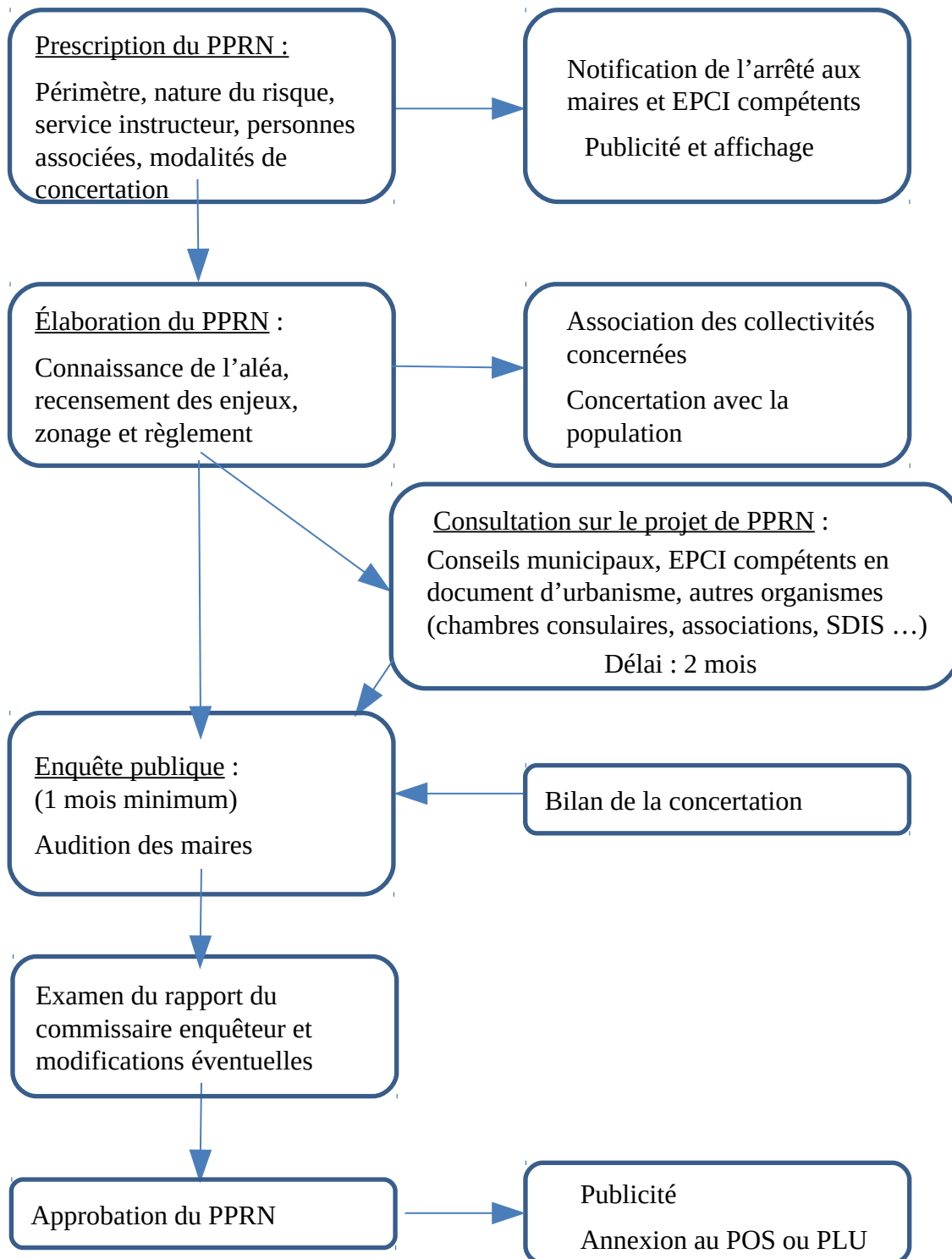
Un « cahier à idées » a été mis à disposition du public, dans chaque mairie, afin de pouvoir déposer d'éventuelles remarques et observations.

Des informations ont aussi été mises en ligne sur le site internet de la DDTM 17 à l'adresse suivante :

<http://www.charente-maritime.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Risques-naturels-et-technologiques/Les-plans-de-prevention-des-risques-naturels-PPRN-a-l-etude/Ile-de-Re>

La formalisation et le compte-rendu de la concertation menée depuis le début de la démarche d'élaboration du PPRN jusqu'à l'enquête publique sont détaillés dans le cadre d'un bilan obligatoire intitulé « bilan de la concertation » qui sera joint au dossier mis à l'enquête, conformément à l'article R123-8 du code de l'environnement.

En Résumé, le schéma suivant présente la procédure d'élaboration d'un PPRN.



III. Études techniques d'élaboration du PPRN

III.1. Détermination des aléas par érosion du trait de côte sur l'Île de Ré

III.1.1. Facteurs en jeu dans le régime littoral

III.1.1.1. Identification de tous les facteurs d'influence

L'idée est ici d'identifier et de caractériser les principaux facteurs qui ont permis, dans le passé, d'influer sur la dynamique littorale de l'île ; cette identification ne va pas influencer sur les résultats à prendre en compte dans le cadre du PPR, mais va permettre de les expliquer au vu des causes possibles influant sur cette dynamique.

Le tableau 1 suivant présente les facteurs principaux en jeu dans le régime du littoral autour de l'île de Ré.

Quatre facteurs ont un rôle prépondérant :

- facteurs naturels : **la géomorphologie, l'agitation et la sédimentologie**, vont directement intervenir sur la dynamique sédimentaire, permettant d'expliciter la plus grande partie des évolutions constatées,
- facteurs humains : **les ouvrages de défense ou d'aménagement** vont permettre, au fil de leurs constitutions ou évolutions, de créer des linéaires de rigidification du littoral qui vont figer le littoral (sous réserve d'une gestion suivie de ceux-ci) pour les prochaines années, et qui sera à prendre en compte dans le cadre des évolutions à 100 ans.

Parmi les facteurs secondaires, dont le rôle reste moins important mais tout de même notable sur les évolutions, il faut citer :

- le vent,
- la bathymétrie et les courants, qui influent sur la propagation des vagues et de la marée,
- les dégradations dunaires par l'occupation temporaire touristique importante,
- la poldérisation du Fier d'Ars et de la fosse de Loix qui, depuis des années, réduit le volume oscillant dans ces secteurs et donc, de fait, les vitesses, ce qui favorise la sédimentation et l'exhaussement des fonds dans ces zones,
- la nature des sédiments qui sont plus ou moins sensibles aux processus de déplacement.

Les autres facteurs intervenant sur la dynamique côtière de l'île sont également identifiés dans le tableau suivant.

Tableau. 1 - Principaux facteurs d'influence du régime du littoral

FACTEURS	MODES D'ACTION FONDAMENTAUX POUR L'ÎLE DE RÉ	IMPORTANCE ³
1) NATURELS		
Géomorphologie géologie	Définissent le « squelette » du littoral et des fonds et donc, commandent pour une large part, le mode et l'intensité des facteurs en jeu dans la dynamique sédimentaire	XXX
Climatologie : vents	Générateur des vagues et des transports éoliens. Construction et érosion des dunes	XX
Biologie	Érosion des platiers	X
Bathymétrie	Propagation des vagues. Estran large et rocheux fréquent limitant les évolutions des profils des plages (cas de l'île de Ré)	XX
Océanographie :		
Fluctuation de niveau	Propagation des vagues. Courants de marée	X
Agitation	Moteur essentiel des mouvements sédimentaires et des processus d'attaque du littoral	XXX
Courants	Transport de matières en suspension. Mouvements sédimentaires dans le Fier	XX
Sédimentologie :		
Nature des sédiments	Le mode de transport sédimentaire (charriage, suspension) dépend du type de sédiments (vase, sable, galets) et aussi des vagues et des courants	XX
Mouvements des sédiments	Mécanismes fondamentaux du régime littoral : mouvements dans le profil, transit littoral	XXX
2) HUMAINS		
Ouvrages longitudinaux	Fixent le trait de côte. Interdisent les relations dunes-plages	XXX
Ouvrages transversaux	Effets positifs à l'amont (sédimentation) et négatifs à l'aval (par rapport au sens du transport)	X
Dégradation des dunes	Favorise la déflation éolienne	XX
Poldérisation	Favorise le colmatage des zones concernées	XX
Écluses	Actions « brise-lames » et d'accumulation (sauf lors de niveaux très exceptionnels)	X

3 XXX = Très important ; XX = Important ; X = Moindre importance

III.1.1.2. Facteurs fondamentaux

Ce chapitre décrit les principaux facteurs identifiés précédemment et leur influence sur l'évolution historique des fonds.

III.1.1.3. Géomorphologie

La géomorphologie du littoral résulte du modelage du fond géologique et sédimentologique (type de sédiments) de l'île par les agents "moteurs" : agitation, courant, vent pour l'essentiel.

- à la fin de la transgression flandrienne, l'île de Ré comprenait en fait quatre îles formées par des plateaux calcaires se prolongeant en mer par des platiers rocheux :
 - à l'ouest, les îles d'Ars, des Portes et de Loix, d'altitudes peu élevées (le plus souvent inférieures à +6 m IGN 69) ; elles enserrant deux zones dépressionnaires qui sont le Fier d'Ars et la fosse de Loix,
 - à l'est, l'île de Saint Martin dont l'altitude s'élève progressivement de la Couarde (+6 m IGN 69) à Rivedoux (~ +15 m IGN 69).

L'évolution ultérieure a été :

- la liaison entre les îles par :
 - deux cordons littoraux : entre les îles d'Ars et des Portes (cordon de la Conche des Baleines) et entre les îles d'Ars et de Saint Martin (cordon littoral - aujourd'hui disparu - de Martray),
 - un colmatage avec des matériaux sablo-vaseux entre les îles de Loix et de Saint-Martin-de-Ré.
- le colmatage naturel, mais aussi celui favorisé par les actions de poldérisation, du Fier d'Ars et de la fosse de Loix,
- le développement de deux flèches littorales sableuses : à Trousse Chemise et à Sablanceaux,
- le développement de formations dunaires sur les plateaux calcaires de la majeure partie du littoral occidental et dans la partie est du cordon littoral de la Conche des Baleines et sur la flèche littorale de Trousse-Chemise.

En conclusion notons sur l'île :

- sur la façade occidentale, le platier rocheux (large souvent d'au moins 500 m) avec en arrière des formations dunaires, est présent sur la majorité du littoral, sauf dans l'anse de Martray, ancienne zone de communication sud entre le Fier et la mer,
- les dunes en bordure nord du littoral font place aux falaises avec anses dans la partie sud (des Grenettes à la Pointe Chauveau),
- sur la façade orientale, en dehors des zones du Fier et de la fosse de Loix, le platier rocheux affleure abondamment, mais les formations dunaires ne sont présentes que dans la zone de Trousse-Chemise ; les falaises bordent la quasi-totalité du littoral entre La Flotte et Rivedoux et sont discrètes dans la zone Saint Martin-la Flotte,
- les formations franchement sableuses qui sont celles de la Conche des Baleines (avec dunes), de Trousse-Chemise (avec dunes) et de Sablanceaux (sans dunes),
- les zones dépressionnaires inondables du Fier et de la fosse de Loix.

III.1.1.3.1. Agitation

L'agitation est le moteur essentiel du régime littoral tant dans ses aspects négatifs (érosion) que positifs (construction des cordons littoraux et des flèches sableuses). Cela s'est encore

vérifié lors des deux dernières tempêtes majeures (Martin en décembre 1999 et Xynthia en février 2010), mais également lors de forts coups de vent récents, comme celui de mi-décembre 2012.

L'agitation affectant le littoral de l'île est de deux natures : océanique et locale.

- l'agitation océanique comprend les houles et surtout les mers de vents caractérisées par des vagues ayant des périodes de l'ordre de 5 à 12 s et des hauteurs de 1 à 5 m (86 % < 2,5 m).

Au large, l'agitation (houles et mers de vents moyennes à fortes) provient surtout des secteurs Sud-Ouest à Nord-Ouest, ce dernier secteur étant prédominant (37 %) avec ceux de l'Ouest (26 %). Compte tenu de l'orientation de l'île, l'agitation océanique concerne franchement la côte ouest. La côte nord (Conche des Baleines) et la partie nord de la côte est (Lizay - Fier) sont concernées par une agitation océanique réfractée et atténuée. La côte sud (Sablonceaux) reçoit l'agitation réfractée du sud-ouest.

- l'agitation locale (clapots) est principalement générée par les vents de secteur Nord Est. Les vagues ont des périodes de l'ordre de 3 à 5 s et des hauteurs le plus souvent de 0,3 à 0,5 m mais pouvant atteindre et dépasser 1 m. Elle concerne la côte orientale de l'île.

III.1.1.3.2. Sédimentologie

La majorité des sédiments en jeu dans la dynamique sédimentaire sont des sables. À ceux-ci, s'ajoutent des galets en haut de plage dans la zone à falaises. Dans le Fier d'Ars et la fosse de Loix, les matériaux sont à dominante vaseuse.

Pour l'essentiel, hormis pour les galets, les matériaux n'ont pas une origine actuelle mais ancienne (« géologique »).

III.1.1.3.3. Ouvrages de défense ou d'aménagement

La sensibilité de l'île aux actions de la mer, notamment dans sa partie ouest dont 70 % de la surface est située sous le niveau des plus hautes mers, mais aussi la protection des conquêtes humaines sur la mer (dans le Fier et dans la fosse de Loix) ont entraîné la réalisation de nombreux ouvrages.

- digues à la mer construites en bordure du littoral, surtout dans l'ouest de l'île,
- digues communales (gestion actuelle par la Communauté de Communes de l'île de Ré) protégeant les polders du Fier et de la fosse de Loix,
- ouvrages longitudinaux en majorité en enrochements (7,5 km),
- épis qui peuvent participer localement à la protection.

Au total, sur une longueur de littoral de 96 km (incluant les zones du Fier et de Loix), 61,5 km (64 %) du littoral sont concernés par des ouvrages.

III.1.1.4. Facteurs secondaires

Les facteurs secondaires sont nombreux (ex : gel, érosion biologique de platiers, etc...).

Deux sont à dégager : le vent et la dégradation humaine des dunes.

- le vent : le vent a été à l'origine de l'édification des dunes, particulièrement sur la façade occidentale exposée aux vents marins qui sont dominants et régnants. Mais ces vents sont également à l'origine du processus d'érosion de ces espaces dès lors que le couvert végétal est dégradé par les actions humaines ou océaniques.
- les dégradations humaines : la fréquentation sauvage des dunes a entraîné la dégradation du couvert végétal favorisant la déflation éolienne. Ainsi, les dunes, éléments de stabilité du régime littoral, peuvent être facilement érodées. Dans les dernières décennies des efforts significatifs ont été faits par l'O.N.F., les communes

et la Communauté de Communes (CDC) pour lutter contre ces dégradations.

III.1.I.5. Régime littoral

Le régime du littoral résulte des actions des facteurs naturels et humains sur le "squelette" de l'île caractérisé par sa géomorphologie. Les points essentiels sont :

- une sédimentation à dominante sableuse hormis :
 - les zones de falaises où les galets forment le haut estran,
 - le Fier et la fosse de Loix où apparaissent les formations vaseuses et vaso-sableuses.
- un transport de sédiment sous l'action de l'agitation (transit littoral) portant globalement du "nord" vers le "sud" (Pointe de Sablanceaux) de l'île tant sur la côte occidentale qu'orientale.

Il faut noter qu'il s'agit d'une tendance générale du sens de transport mais non d'un transport continu.

L'ordre de grandeur du transit littoral est de 30 000 m³/an dans les zones sableuses de l'île exposées à des agitations significatives : façade occidentale sud, et de la pointe des Baleines au fier d'Ars. Toutefois, il s'agit là d'une estimation globale car les valeurs du transit fluctuent en fonction des conditions locales bathymétriques et géomorphologiques (notamment dans la zone Grenette- Pointe de Chauveaux).

Sur la façade orientale, au sud du Fier, qui est moins exposée à l'agitation et où les falaises et les galets abondent, le transit peut être de l'ordre de 5000 m³/an.

- une tendance générale à l'érosion du littoral avec des modifications plus importantes dans les zones de cordons littoraux ou de flèches sableuses.
Cette tendance à l'érosion est toutefois stoppée en de nombreux endroits (27 km environ) où des ouvrages longitudinaux ont été établis et où le littoral est manifestement rigidifié de façon pérenne.
- une tendance au colmatage des zones dépressionnaires du Fier et de la fosse de Loix par des matériaux vaseux.

III.1.I.6. Sensibilité du littoral

Sur la base des divers facteurs entrant en jeu dans la vie du littoral, les différentes composantes principales du littoral ont été identifiées dans 3 niveaux de sensibilité dépendant complètement du contexte local :

- les digues et les falaises sont considérées comme des secteurs peu sensibles à l'érosion,
- les platiers avec dunes constituent des secteurs moyennement sensibles à l'érosion,
- les cordons littoraux sableux sans platiers constituent des secteurs très sensibles à l'érosion.

Les investigations menées ci-après vont permettre de vérifier la sensibilité du littoral mise en avant ici par une identification cartographique du trait de côte pour deux périodes différentes.

III.1.II. Trait de côte historique et événement de références

En matière d'érosion côtière, l'événement de référence est défini comme le taux moyen annuel d'évolution du trait de côte pouvant se présenter sous la forme d'une accrétion (avancée du trait de côte sur la mer) ou d'une érosion (recul du trait de côte sur la terre).

Afin d'évaluer le taux moyen annuel d'évolution du trait de côte, une analyse du littoral a été menée sur :

- la définition en secteur homogène du trait de côte,
- l'analyse des traits de côte historiques disponibles.

III.1.II.1. Généralités : les secteurs homogènes initiaux

En regard des facteurs identifiés précédemment comme influant sur la dynamique côtière, il a été décidé de s'appuyer sur la détermination des secteurs homogènes réalisée par la DREAL segmentant le littoral en **345 secteurs homogènes**.

L'homogénéité de ces secteurs, sur les 96 km de côte, est appréciée en regard de différents critères dont :

- le type de défense (présence d'un ouvrage longitudinal de rigidification du trait de côte ou côte « naturelle »),
- la nature de la défense de côtes :
 - falaise ou micro-falaise (défendue ou non),
 - cordon dunaire (défendu ou non),
 - cordon de galets ou remblais.

et pour les secteurs avec ouvrages, la prise en compte du type d'ouvrage (maçonné ou en enrochements).

Par ailleurs, pour les secteurs présentant un ouvrage, il est identifié également s'il y a présence de parapets ou non.

Enfin, les secteurs où la topographie en arrière de l'ouvrage est surélevée (dunes, falaises), au même niveau ou plus basse, sont également identifiés afin de juger de la pérennité de la côte hors présence des ouvrages.

À l'issue d'une phase de concertation entre les services de l'État, les techniciens de la communauté de communes de l'île de Ré, du conseil départemental et du bureau d'études Artélia, le littoral a été segmenté en **147 secteurs homogènes**.

Ces 147 secteurs sont présentés dans le tableau de l'annexe 2-1 qui identifie, par secteur, les critères énoncés précédemment (type et nature de la défense, présence d'un parapet et dénivelée avec terrain en arrière), auxquels nous avons ajouté :

- la longueur du tronçon concerné et son nom,
- l'identification de la valeur du recul ou de l'accrétion du trait de côte entre 1950 et 2010 (cf. chapitre 4),
- la valeur du taux moyen annuel de recul ou d'accrétion identifiée à partir des valeurs précédentes,
- la présence ou non d'un ouvrage longitudinal de rigidification du littoral (à noter ici que ces ouvrages sont régulièrement entretenus par le Conseil Départemental ou la CDC de l'île de Ré),
- le taux d'érosion retenu au final, notamment en fonction de la prise en compte ou non des ouvrages de rigidification,
- une colonne explicitant les modifications retenues dans les réflexions engagées.

III.1.II.2. Les données disponibles

Pour les besoins de cette étude, les données les plus pertinentes et les plus précises disponibles nous ont été fournies par les services de la DDTM de la Charente-Maritime :

- l'orthophotographie datant de 1999 (avant la tempête Martin de décembre 1999) ; les photographies sont géoréférencées et calées par l'IGN,

- l'orthophotographie datant de 2009 (avant la tempête Xynthia) ; ces dalles photographiques sont également géoréférencées et calées par l'IGN,
- l'orthophotographie datant d'avril 2010 (après la tempête Xynthia) ; ces dalles photographiques sont également géoréférencées et calées par l'IGN.

Aussi, il est à noter que compte-tenu de la précision des outils désormais disponibles, les données utilisées dans le cadre du PPRN de 2002 non pas été reprises à l'exception des tracés de Sablonceaux (1822) et de Trousse-Chemise (1791).

En effet, afin de disposer d'un trait de côte le plus ancien possible, les photographies de 1950 disponibles directement auprès de l'IGN ont été téléchargées sur leur site internet. Il s'agit de 20 dalles à échelle du 1/26 000 environ dont les prises de vue datent du 5 juin 1950. Ces fichiers informatiques, obtenus avec des moyens professionnels directement sur les épreuves originales, sont maintenant d'une qualité de détail largement plus importante que le travail qui avait pu être mené en 2000.

Ces dalles présentant une densité de rendu intéressante, il a été possible d'engager un calage de chacune en retrouvant, au plus près de la côte, des points de détail identiques sur ces photographies et sur l'orthophotoplan (calé) de 2010. Ainsi, en calant sur chaque photographie de 4 à 7 points, nous disposons maintenant de dalles calées et directement exploitables en coordonnées sous SIG Map Info. Notons que les points de calage ont été pris au plus près de la côte, et même au large, puisque certains points de calage ont été retenus sur les écluses.

Ainsi, en vue de l'analyse de l'évolution du trait de côte, les tracés des traits de côte suivants sont disponibles :

- 1791 à Trousse-Chemise (Les Portes-en-Ré) – tracé informatif,
- 1822 à Sablonceaux (Rivedoux) – tracé informatif,
- 1950 sur la totalité du pourtour de l'île,
- 1999 sur la totalité du pourtour de l'île,
- 2009 sur la totalité du pourtour de l'île,
- 2010 sur la totalité du pourtour de l'île.

Ces tracés ont été reportés sur les cartes 1 (partie Nord) et 2 (partie Sud) qui présentent le littoral à l'échelle du 1/10 000^e et sur fond orthophotographique de 2010.

III.1.III. Détermination de l'aléa érosion côtière prévisible à 100 ans

De manière générale, l'aléa érosion côtière correspond au taux moyen annuel d'évolution du trait de côte multiplié par 100 afin d'obtenir une prévision à l'échelle de 100 ans.

Par mesure sous le système informatique entre la position du trait de côte de 1950 et celui de 2010, l'érosion ou l'accrétion (en mètres) entre ces deux tracés ont été identifiées, avec à minima une mesure par secteur homogène décrit précédemment (plus pour des secteurs au linéaire important).

Cette mesure, reportée également par secteur sur le tableau de l'annexe 2-1, ayant été obtenue pour une période de mesure de 60 ans, permet d'identifier le taux moyen annuel de recul ou d'avancée de la côte en chaque point (valeur également pressentie dans le tableau dans la colonne « taux d'érosion brut »).

Par ailleurs, il faut signaler que l'érosion constatée par l'analyse précédente intègre l'historique des mises en œuvre des protections contre l'érosion tout au long de la côte ; ainsi, pour certains linéaires, des protections longitudinales (hors épis et éventuelles écluses) existaient déjà en 1950 alors que d'autres secteurs ont bénéficié de protections très récemment.

Pour tenir compte des éléments de rigidification (enrochements pérennes, digues maçonnées...) majeurs présents actuellement sur le territoire, les linéaires ainsi défendus ont été recensés. Ces linéaires sont également identifiés sur les deux cartes fournies et leur présence signalée dans la

colonne « ouvrage de rigidification du littoral » du tableau de l'annexe n°2-1. Signalons ici qu'ont été retenus les ouvrages linéaires ayant une pérennité avérée en raison de leur entretien et suivi réguliers par la communauté de communes ou le Conseil Départemental. Ces linéaires ont été validés par le Service Littoral de la DDTM de la Charente-Maritime.

En regard de ces linéaires actuellement défendus, et pour certains secteurs homogènes ayant pu être identifiés en érosion (l'ouvrage de rigidification est récent), le taux d'érosion retenu précédemment a été modifié pour prendre en compte la défense de côte et le taux d'érosion a ainsi été ramené à zéro.

Au final, la colonne « Taux d'érosion corrigé », qui présente des valeurs identiques pour la plupart des linéaires, identifie et prend en compte la rigidification actuelle constatée et validée de la côte pour d'autres secteurs.

Ces taux d'évolution (érosion ou accrétion) retenus au final ont été reportés sur les cartes 2-2 (Secteur Nord) et 2-3 (Secteur Sud) par zone homogène, en plusieurs points du secteur.

Enfin, l'aléa érosion côtière (position du trait de côte pour 2110) fait l'objet des cartes 2-4 (secteur Nord) et 2-5 (Secteur Sud). Sur ces cartes, toujours à échelle du 1/10 000^e, il a également été reporté les taux d'évolution corrigés par points d'identification.

III.2. Connaissance des événements historiques de submersion marine

III.2.1. Le contexte des protections érigées sur l'Île de Ré

L'histoire de l'île de Ré est liée à l'évolution des niveaux des marées océaniques autour de ces côtes et à la réalisation de travaux de défense contre la mer visant à enrayer le processus d'érosion du littoral, à protéger des zones occupées ou à conquérir pour réaliser des zones de développement liées notamment à la saliculture.

Ainsi, les premières digues cantonales de Fier d'Ars et de la fosse de Loix, appelées aussi digues levées, ont été édifiées dès le XI^{ème} siècle pour agrandir les terres cultivables (poldérisation) afin d'y établir des salines.

En revanche, ce n'est qu'au XVII^{ème} siècle qu'elles se sont étendues de façon importante de par la multiplication des prises sur la zone du Fier.

Les digues, liées à l'activité salicole qui a connu son maximum d'activité au XIX^{ème} siècle sur l'Île de Ré, ont été délaissées lors du début de ce siècle de par les guerres et la crise du sel. N'étant plus entretenues, elles se sont détériorées et sont alors devenues très vulnérables aux tempêtes importantes pouvant survenir sur la côte orientale de l'île.

Les tempêtes et niveaux exceptionnels (vimers) ont donc depuis longtemps créé des brèches et des dégâts sur ces protections. Certains de ces dégâts ont pu être répertoriés, comme ceux de 1711, 1936 ou 1941, qui ont certainement été les seuls à toucher des zones importantes et donc à avoir donné lieu à des cartographies des dégâts ou des zones inondées.

Ces brèches avant la guerre 39-45 ont été très nombreuses du fait de la constitution même des levées qui étaient extrêmement fragiles car constituées de bri. Seul le parement amont était perreyé à l'aide de moellons.

Après la deuxième guerre mondiale, les travaux principaux de confortement suivants ont été réalisés :

- réfection du parement amont en pavé (face au Fier et à la Fosse de Loix),
- consolidation de ce parement par mise en place d'une chape béton pour éviter le démantèlement des pavés et ensuite le délavage du bri de mer exposé aux clapots,
- réalisation de barrages à l'entrée de certains chenaux (chenaux du Vieux Port, du Roc et des Trois Amis aux Portes, Chenaux de la Groie et de la Prée à Ars, chenal des

Éveillards et de Louzon à Ars et à la Couarde-Loix) afin de réduire les longueurs de digues exposées et donc le coût d'entretien.

En 1947, le Département de la Charente-Maritime s'est substitué, par arrêté, aux communes pour l'entretien de l'ensemble de ces digues.

Actuellement, le Conseil Départemental cède progressivement (après remise en état) la gestion de l'ensemble des ouvrages de protection à la Communauté de Communes de l'île de Ré.

III.2.II. Historique des submersions (vimers) identifiés sur l'île de Ré

L'ensemble des documents recueillis nous a permis, après relevé exhaustif des dates des événements exceptionnels (appelés vimers sur l'île), de dresser un tableau de ceux-ci. Celui-ci fait l'objet de l'annexe 3. II, qui présente, outre la date du vimer, les communes touchées par l'événement, ou celles supposées avoir été touchées (selon les textes), la référence de l'information dans les archives, le type d'événement décrit également dans le texte et, au final, les dégâts inventoriés.

Notons que pour la plupart des vimers cités, la littérature ne permet pas de retrouver des informations sur les hauteurs atteintes par ceux-ci.

C'est ainsi que l'on cite souvent des « dégâts importants » ou des estimations assez imprécises que l'on ne peut relier à une cartographie précise des longueurs de digues détruites et encore moins à des estimations de surfaces inondées.

III.2.II.1. De l'antiquité au Moyen Âge

Les gaulois ont vraisemblablement été les premiers à occuper l'île de Ré, alors composées de 3 îles :

- l'île principale, composée de l'ancien canton sud (c'est-à-dire Rivedoux, La Flotte, Saint-Martin de Ré, Sainte-Marie de Ré, le Bois-Plage et La Couarde-sur-Mer),
- deux îles plus modestes : l'île de Loix et l'île d'Ars, elle-même composée des communes actuelles d'Ars-en-Ré, Saint-Clément des Baleines et Les Portes-en-Ré.

Le système d'endiguement, qui a abouti à la formation d'une île unique au XIX^{ème} siècle avec le raccordement de l'île de Loix à l'île de Ré, a certainement commencé au XI^{ème} siècle en ce qui concerne les levées (système d'endiguement des marais), afin de gagner des surfaces cultivables sur la mer. Concernant les digues « à la mer », le système d'endiguement a commencé aux alentours du XIV^{ème} siècle, en association avec la production intensive de sel dans l'actuel canton nord.

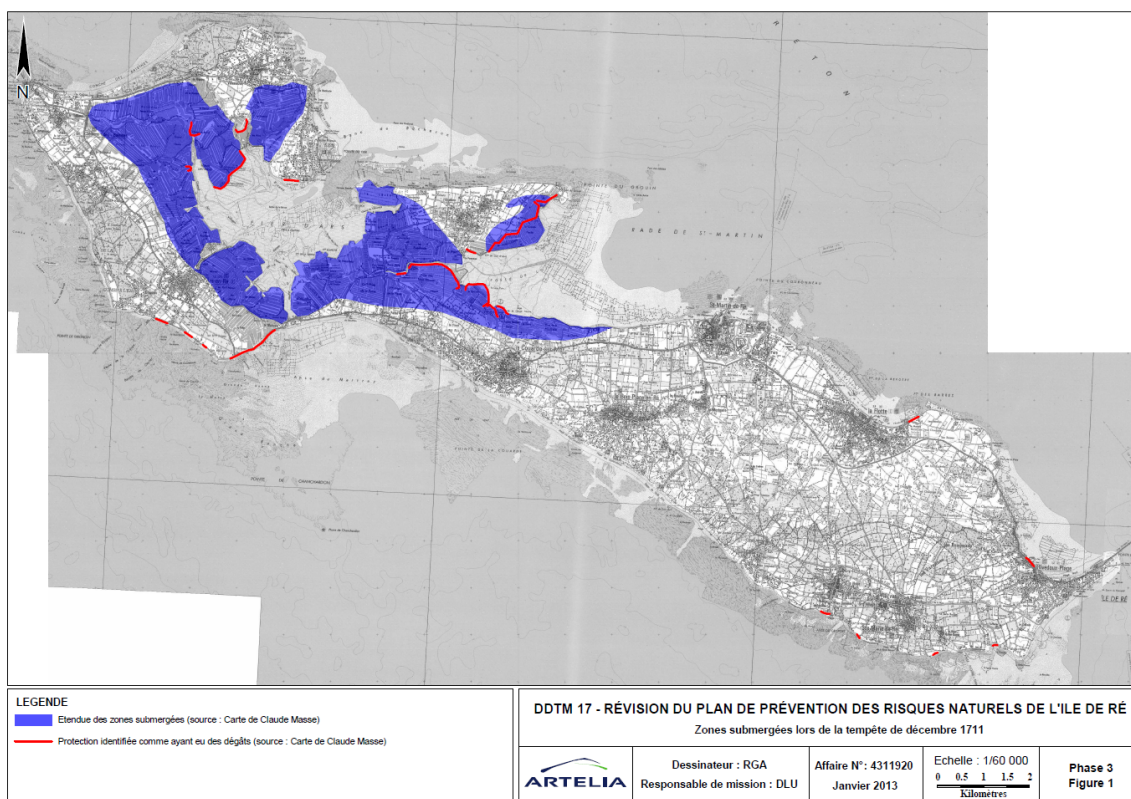
Les traces bibliographiques de vimers datant de cette époque sont peu nombreuses, du fait de destruction des ouvrages (incendie de l'abbaye de St-Michel en l'Herm, propriétaire de la partie nord de l'île au XII-XIII^{ème} siècle), mais également par le peu d'intérêt économique de ce territoire à cette époque.

III.2.II.2. Les submersions lors de l'époque moderne (1492-1789)

Les témoignages bibliographiques sont plus nombreux et relatent essentiellement les vimers touchant la partie nord de l'île, dont la production de sel devient de plus en plus importante.

Le vimer le plus important recensé est le vimer de 1711, dont la cartographie de la zone submergée a d'ailleurs été réalisée par Claude Masse et conservée jusqu'à aujourd'hui. À noter qu'il est néanmoins difficile de « classer » les vimers en termes d'importance, une certaine tendance à l'oubli et/ou à l'exagération pouvant être constatée dans les témoignages recueillis.

L'événement de 1711 selon la carte réalisée par Claude Masse a été reporté sur la carte de la figure suivante à l'échelle 1/60 000.



Zones submergées lors de la tempête de décembre 1711

III.2.II.3. Les submersions lors de l'époque contemporaine (1789 à nos jours)

L'époque contemporaine est divisée en deux parties : la première avant la réalisation du système d'endiguement « à la mer » actuel (digues de Saint-Clément des Baleines, de la façade sud d'Ars, de la façade nord de Loix) et la période postérieure à ces réalisations.

III.2.II.3.1. Période antérieure à la réalisation du système d'endiguement à la mer actuel (1789-1850 environ)

Les données recueillies relatent uniquement les vimers touchant la partie nord de l'île. Ceci est probablement dû à l'intérêt économique très important de la partie nord de l'île (production de sel, qui connaît alors son apogée), associé à la grande vulnérabilité de cette production.

Les vimers de 1811 et 1838 semblent avoir été les vimers les plus remarquables.

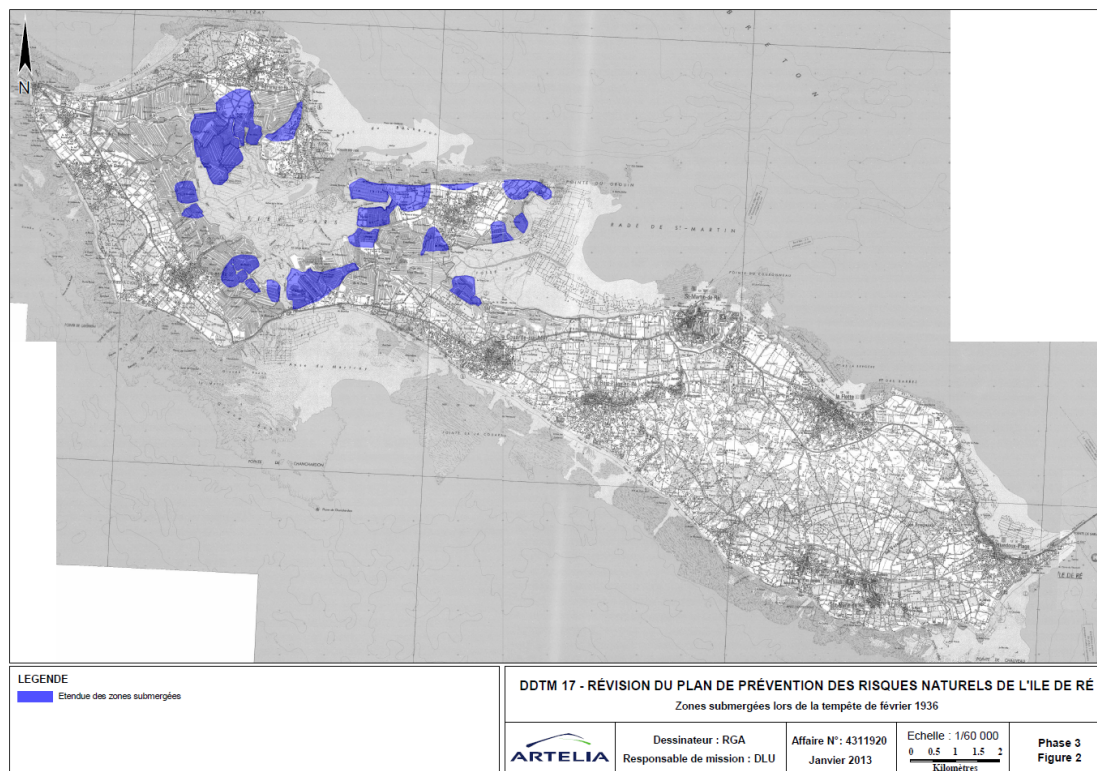
III.2.II.3.2. Période postérieure à la réalisation du système d'endiguement à la mer actuel (1850 à aujourd'hui)

L'île a été sujette à différentes submersions pendant cette période, avec les principaux vimers que sont ceux de 1936, 1941 et 2010 (Xynthia) ; notons également que la submersion de 1999 (Martin), a finalement peu touché le territoire insulaire.

Par ailleurs, les témoignages plus récents et plus précis recueillis lors de cette époque permettent de préciser les événements et, pour certains, de pouvoir identifier les zones submergées liées aux différents événements.

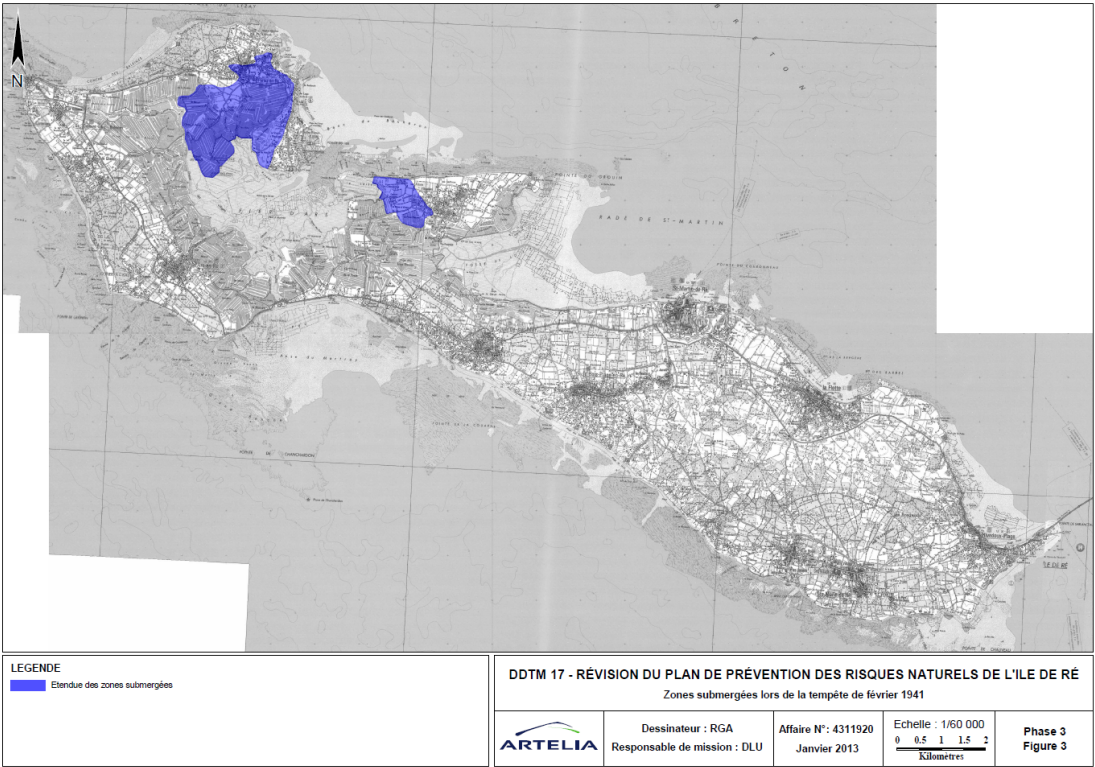
Ainsi, l'événement du 22 février 1936 a donné lieu à des cartographies établies par la Direction Départementale de l'Équipement d'Ars en Ré à l'époque et celui du 16 février 1941 est resté dans les mémoires collectives pour avoir inondé le centre urbanisé des Portes-en-Ré.

L'événement de 1936 a été reporté sur la carte de la figure suivante à l'échelle 1/60 000. Celle-ci indique les espaces inondés en arrière des protections. Remarquons sur cette carte qu'aucune zone habitée à l'époque n'avait été touchée par les eaux (hormis quelques maisons isolées).



Zones submergées lors de la tempête de février 1936

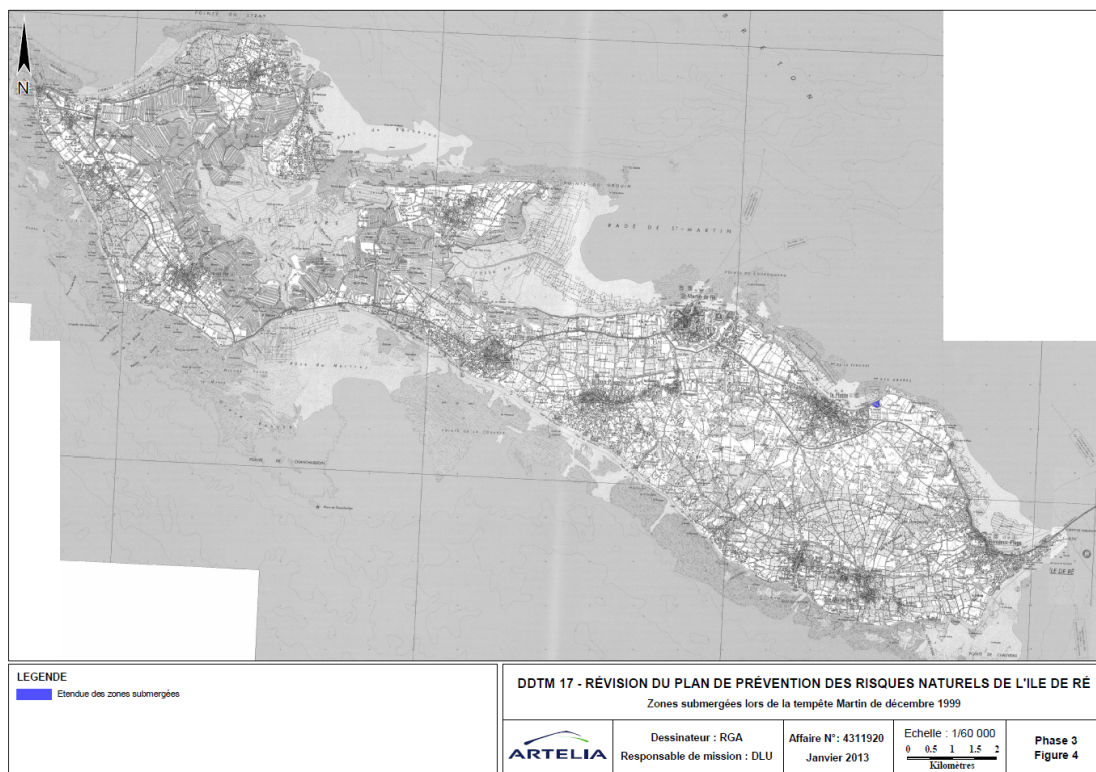
L'événement de 1941 n'a fait l'objet d'aucun relevé à l'époque, mais, grâce à quelques écrits et à des témoignages oraux, nous avons pu reconstituer les principales zones inondées (Les Portes et Loix – cf. carte de la figure suivante). Les zones urbanisées touchées ont été plus nombreuses pour cet événement, mais il semblerait qu'il se soit cantonné sur les deux communes précitées. Notons également la rupture indiquée dans certains textes de la digue du Martray lors de ce vimer.



Zones submergées lors de la tempête de février 1941

On notera également que :

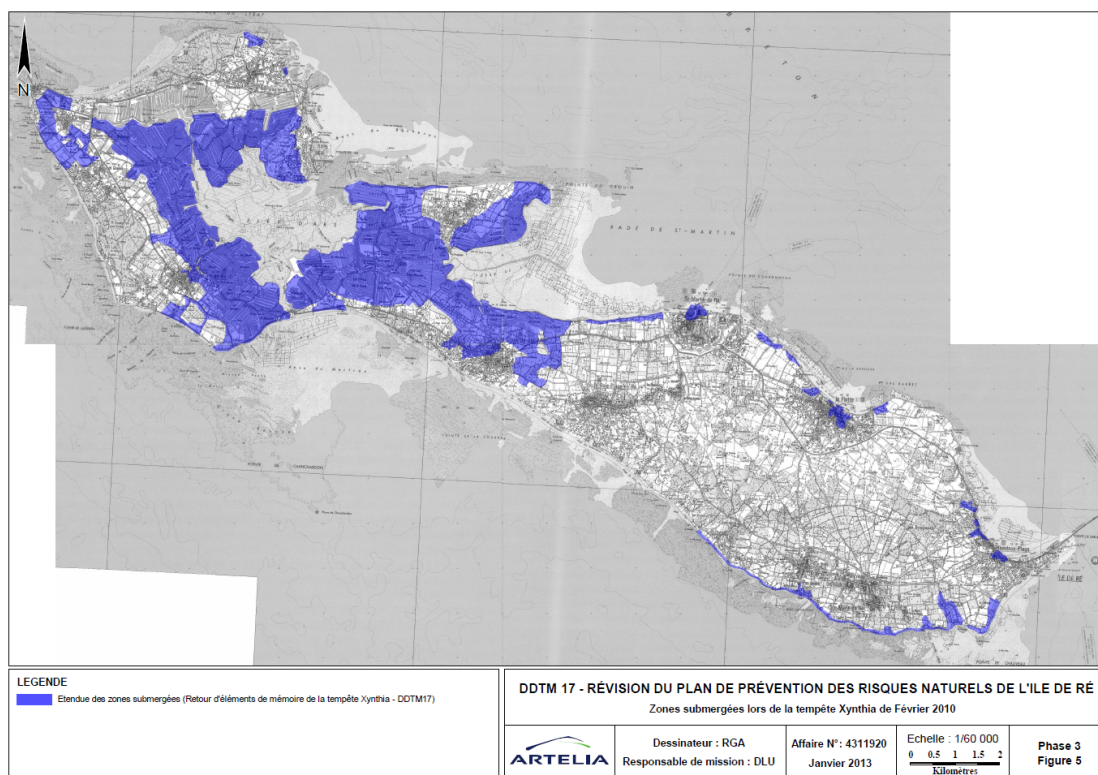
- des témoignages de vimers sont répertoriés maintenant pour la partie sud de l'île (Rivedoux, La Flotte, Saint-Martin de Ré),
- la période 1941-2010 est une période assez calme, sans vimers significatifs si l'on excepte celui de 1999 qui a finalement peu touché l'île de Ré (cf. figure suivante),



Zones submergées lors de la tempête de décembre 1999

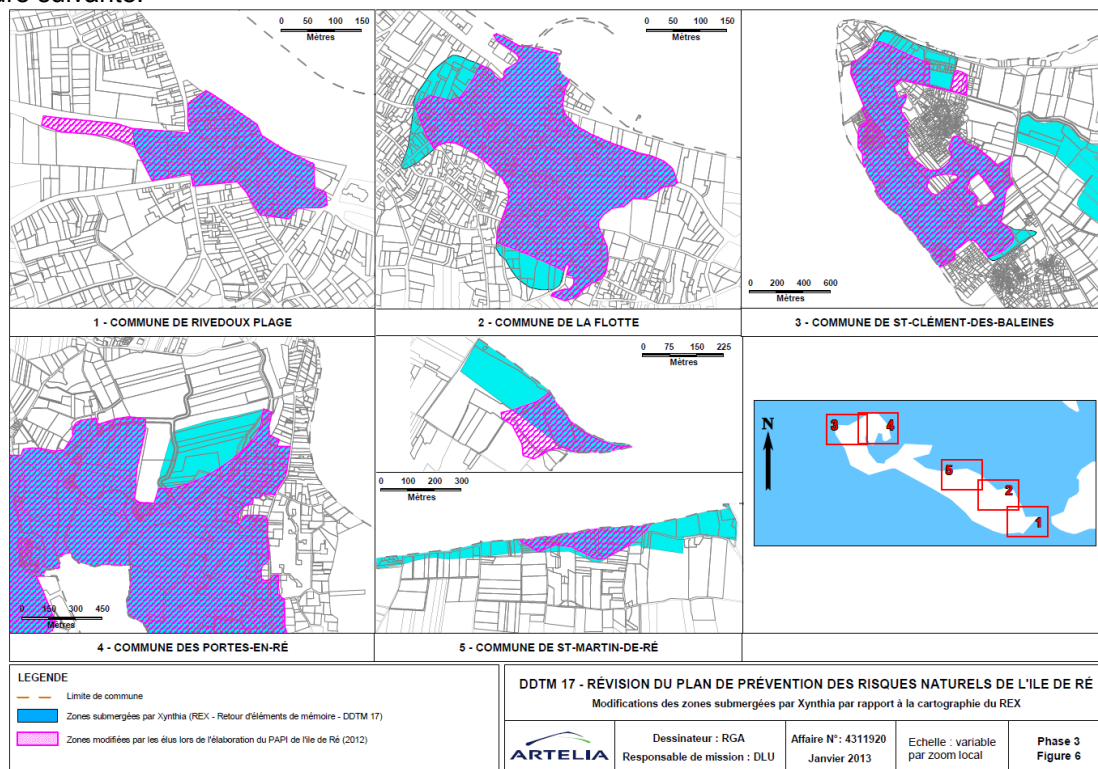
- l'événement Xynthia de février 2010, qui a touché la quasi-totalité des communes de l'île (excepté Le Bois-Plage), s'est caractérisé par la survenue de niveaux les plus hauts enregistrés, de mémoire des générations sur ces territoires submersibles.

La cartographie de cet événement, qui fait l'objet de la carte de la figure suivante, reprend exactement les informations recueillies et validées par les élus dans le document de retour d'expérience Xynthia établi pour l'État par SOGREAH en début 2011. Notons cependant que certaines limites ont, depuis, été précisées ponctuellement par certains élus lors de l'élaboration du PAPI de l'île de Ré (ARTELIA – 2012).



Zones submergées lors de la tempête Xynthia de février 2010

Ces modifications, non reportées sur cette carte, ont été portées par les élus de St-Clément des Baleines (nord du Gilleux), des Portes-en-Ré (petit secteur de marais non inondé), de St-Martin de Ré (zone des ostréiculteurs à l'ouest du centre-ville et zone du Préau), de La Flotte (limite de la zone inondée du centre-bourg) et Rivedoux (zone submergée en plus au centre-bourg). Ces modifications sont portées sur la figure suivante.



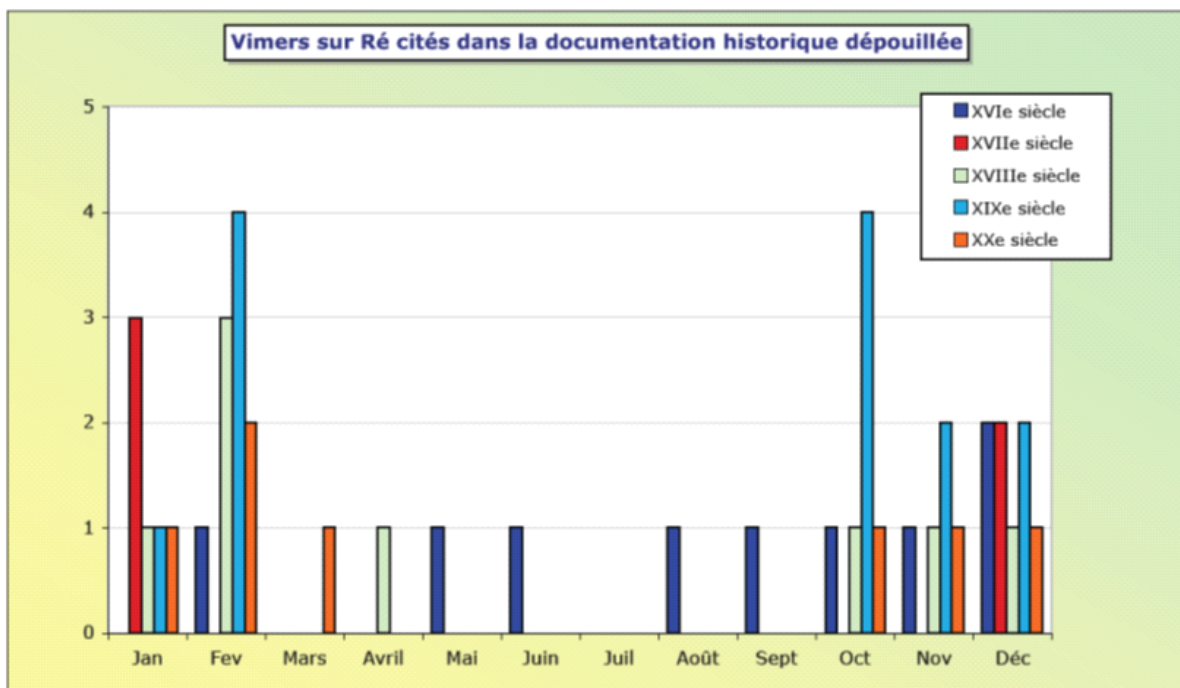
Modification des zones submergées par Xynthia par rapport au REX

III.2.II.4. Synthèse des informations

De l'ensemble de ces données, peuvent être issues deux analyses principales, exposées ci-après.

III.2.II.4.1. Périodes où se produisent les vimers

Le tableau ci-dessous est issu du document « Ré, une île face à la mer : les enseignements de Xynthia », réalisé par le Conseil de Développement de l'île de Ré en 2011 :



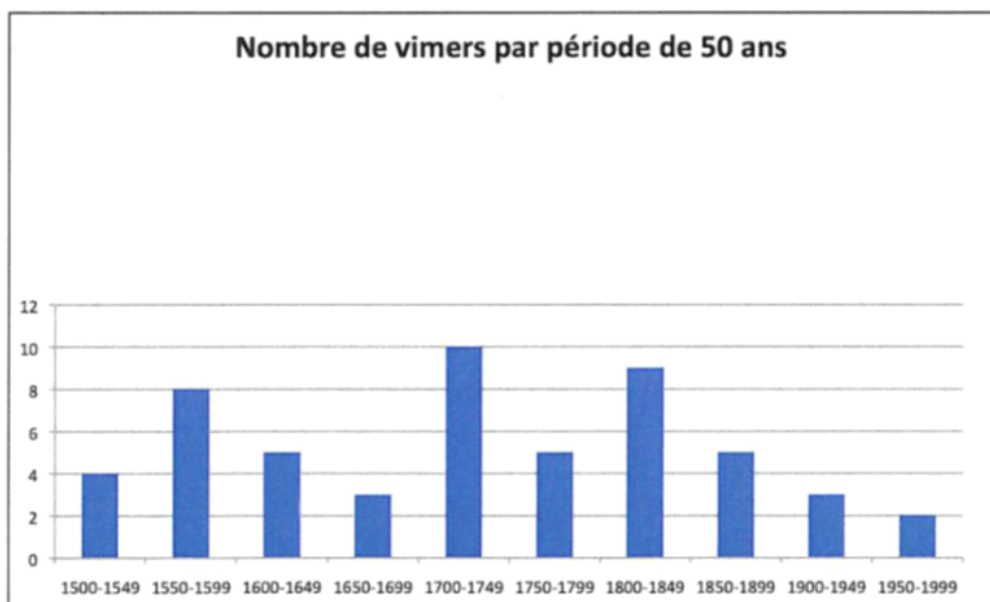
Indépendamment de l'importance du vimer considéré, cette figure montre que ces derniers peuvent se produire tout au long de l'année, avec tout de même un risque plus important lors de la période hivernale (octobre à février).

III.2.II.4.2. Nombre de vimers par périodes de 50 ans

Le tableau ci-dessous est également issu du document « Ré, une île face à la mer : les enseignements de Xynthia ».

PÉRIODE du vimers (documentés sur Ré)

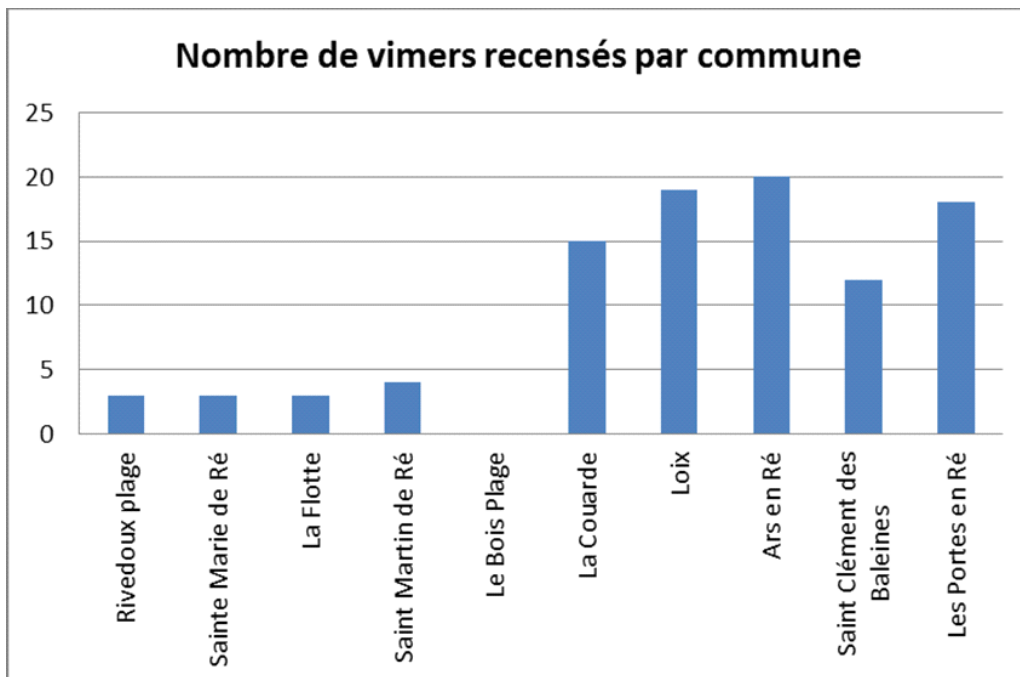
Période	1500- 1549	1550- 1599	1600- 1649	1650- 1699	1700- 1749	1750- 1799	1800- 1849	1850- 1899	1900- 1949	1950- 1999
Nbre de vimers	4	8	5	3	10	5	9	5	3	2



Indépendamment de l'importance du vimer considéré, et du caractère exhaustif des données recueillies, il apparaît que les vimers sont nombreux sur l'île de Ré. Nous pouvons constater que le dernier demi-siècle (1950-1999) a été particulièrement peu marqué par les submersions. Cela peut également être dû à l'état ou à l'altimétrie du système de protection actuel qui a fortement évolué pour protéger aujourd'hui beaucoup plus le territoire qu'il ne pouvait le faire à l'époque.

III.2.II.4.3. Communes touchées par les vimers

Cette analyse est issue du tableau de l'historique des vimers constitué dans le cadre du présent PPRN (voir tableau historique en annexe 3).



Les communes de la partie nord sont notablement plus touchées que celles de la partie sud. Aucun vimer n'a été recensé pour la commune du Bois-Plage.

Notons toutefois que les données historiques sont plus étayées pour la partie nord de l'île, étant donné les forts enjeux économiques de cette zone (production de sel), qui peuvent être touchés lors d'une submersion. Les vimers touchant la partie sud de l'île sont ainsi probablement sous-estimés dans le cadre de la littérature historique.

III.3. La détermination des aléas par submersion marine

III.3.1. Le phénomène de submersion marine

Les submersions marines sont des inondations temporaires de la zone côtière par des eaux d'origine marine lors de conditions météorologiques (forte dépression atmosphérique et vent de mer) et océanographiques (houle et marée) très sévères.

Elles affectent en général des terrains situés en-dessous du niveau des plus hautes mers et peuvent recouvrir, parfois, des terrains situés au-dessus du niveau des plus hautes mers dans certaines situations topographiques, notamment dans le cas de projections des eaux marines par projection de paquets de mer au-dessus des ouvrages de protection.



Submersion marine sur les communes de Saint Clément les Baleines et de Loix – 28 février 2010

Les mécanismes à l'origine de la submersion marine sont aujourd'hui connus.

L'arrivée d'un important système dépressionnaire s'accompagne d'une **élévation du niveau marin**, selon trois processus principaux :

- **la chute de pression atmosphérique** entraîne une surélévation du niveau du plan d'eau ; une diminution d'un hectopascal équivaut approximativement à une élévation d'un centimètre de niveau marin,
- le **vent** (force, direction) exerce une contrainte sur la surface de l'eau générant une modification du plan d'eau (surcote ou décote) et des courants,
- à l'approche des côtes, les **vagues créées par la tempête déferlent**. Elles transfèrent alors leur énergie sur la colonne d'eau, ce qui provoque une surélévation moyenne du niveau de la mer (surcote liée aux vagues ou "wave setup"), pouvant s'élever à plusieurs dizaines de centimètres.

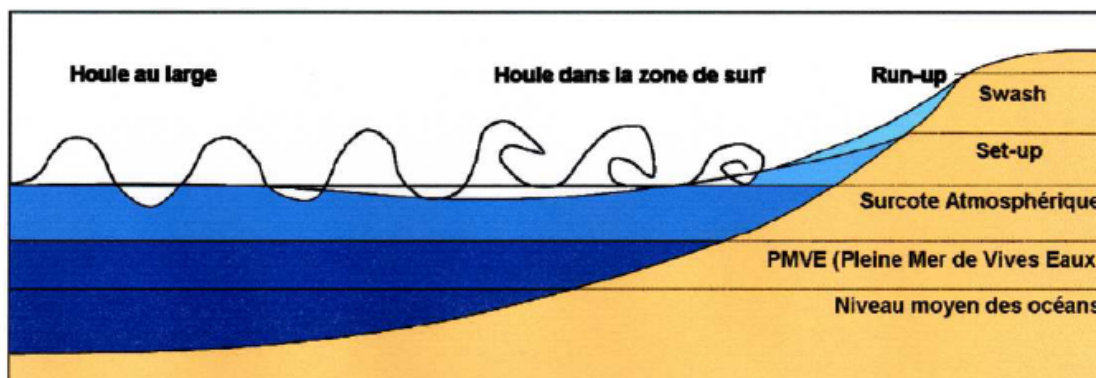


Schéma illustrant les principaux mécanismes à l'origine de l'élévation du niveau marin dans le cas d'une tempête (Source : BRGM)

On appelle "surcote atmosphérique" l'élévation du niveau de la mer causée par les deux premiers mécanismes. Cette surcote accompagne la tempête dans sa progression. Lorsqu'elle se rapproche de la côte, dans les zones où la profondeur d'eau diminue, sa progression est ralentie et sa hauteur augmente. Ce phénomène dépend de la topographie des fonds marins, de la vitesse et de la direction de l'onde. Le niveau moyen de la mer à la côte lors d'une tempête résulte de l'ensemble de ces contributions s'ajoutant à la marée. Pour obtenir le niveau maximal atteint par la mer, il faut aussi tenir compte du jet de rive ("swash"), c'est à dire le flux et le reflux des vagues. On appelle "Run-up" l'altitude maximale atteinte. Ces mécanismes sont illustrés sur la figure précédente.

La conjugaison de ces différents phénomènes provoque des submersions marines. L'action de la houle contribue par ailleurs à l'érosion du trait de côte, par arrachement de matériaux sableux, notamment aux plages et aux cordons dunaires.

La représentation fine des phénomènes de submersion à l'aide d'un outil de modélisation nécessite donc la parfaite représentation de l'ensemble de ces facteurs afin de s'approcher au mieux de la réalité physique du phénomène à étudier.

Les submersions marines ou littorales sont générées par la combinaison de différents facteurs liés entre eux pour certains et indépendants pour d'autres. Elles sont issues du croisement du niveau d'eau statique à la côte, de la houle à la côte (Run up) mais également du système de protection littorale.

Les submersions peuvent en effet être dues :

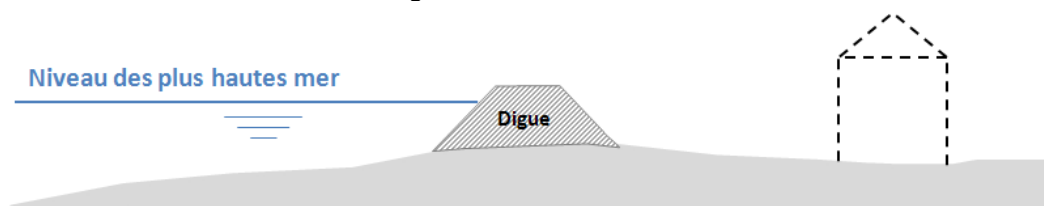
- à la rupture ou à la destruction des ouvrages de protection,
- au débordement par franchissement par paquets de mer ou par surverse de la mer sur les digues ou ouvrages de protection, le niveau de pleine mer ayant une cote supérieure à celle des crêtes des ouvrages,
- à la rupture ou à la destruction d'un cordon dunaire à la suite d'une érosion intensive.



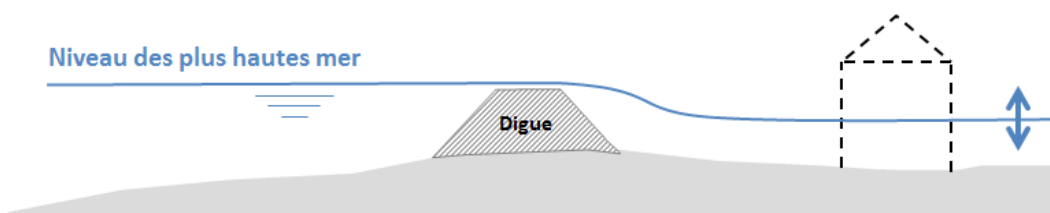
Submersion de la digue du Martray par rupture de la protection

En présence d'un linéaire de protection, il existe trois possibilités de submersion, comme présenté sur les schémas suivants sans considérer l'effet de vague sur l'ouvrage (Run-up) :

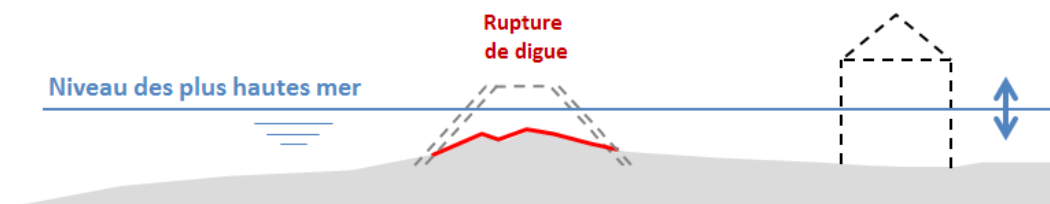
- la submersion devant la digue,



- la submersion derrière la digue par surverse, la cote du plan d'eau étant supérieure à celle du sommet de l'ouvrage,



- la submersion par rupture de la digue.

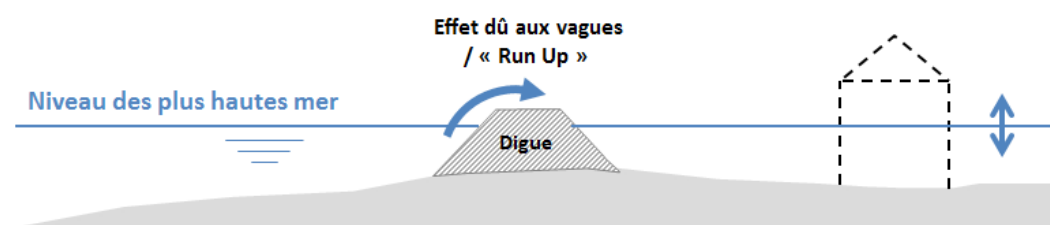


Lors des tempêtes marines, le niveau moyen de la mer augmente sous l'effet conjoint de la dépression atmosphérique et des vents (qui poussent l'eau vers la côte). De plus, l'érosion progressive des cordons dunaires par le vent ou par l'agression de la houle peut provoquer l'apparition de brèches qui menacent les terrains situés en arrière du littoral dont l'altimétrie est en-dessous du niveau atteint par la mer.

Ces submersions se propagent aussi à l'intérieur des marais connectés avec la mer par des chenaux ou canaux et peuvent donc inonder des terrains loin du bord de mer.

Les précédents schémas ne prennent pas en compte le déferlement des vagues sur le linéaire de protection. Ainsi, un autre schéma peut également être mis en avant, l'effet du Run-up dû aux vagues entraînant le remplissage derrière la digue :

- la cote du plan d'eau pouvant être plus haute que les plus hautes eaux marines en fonction du volume du casier à comparer avec les volumes ayant submergé la protection. Ce débordement, également appelé « overtopping », correspond à ce que nous appelons couramment « franchissement par paquets de mer ».



Une représentation fidèle de la protection (interface terre/mer) est également indispensable.

III.3.II. Modélisation des écoulements

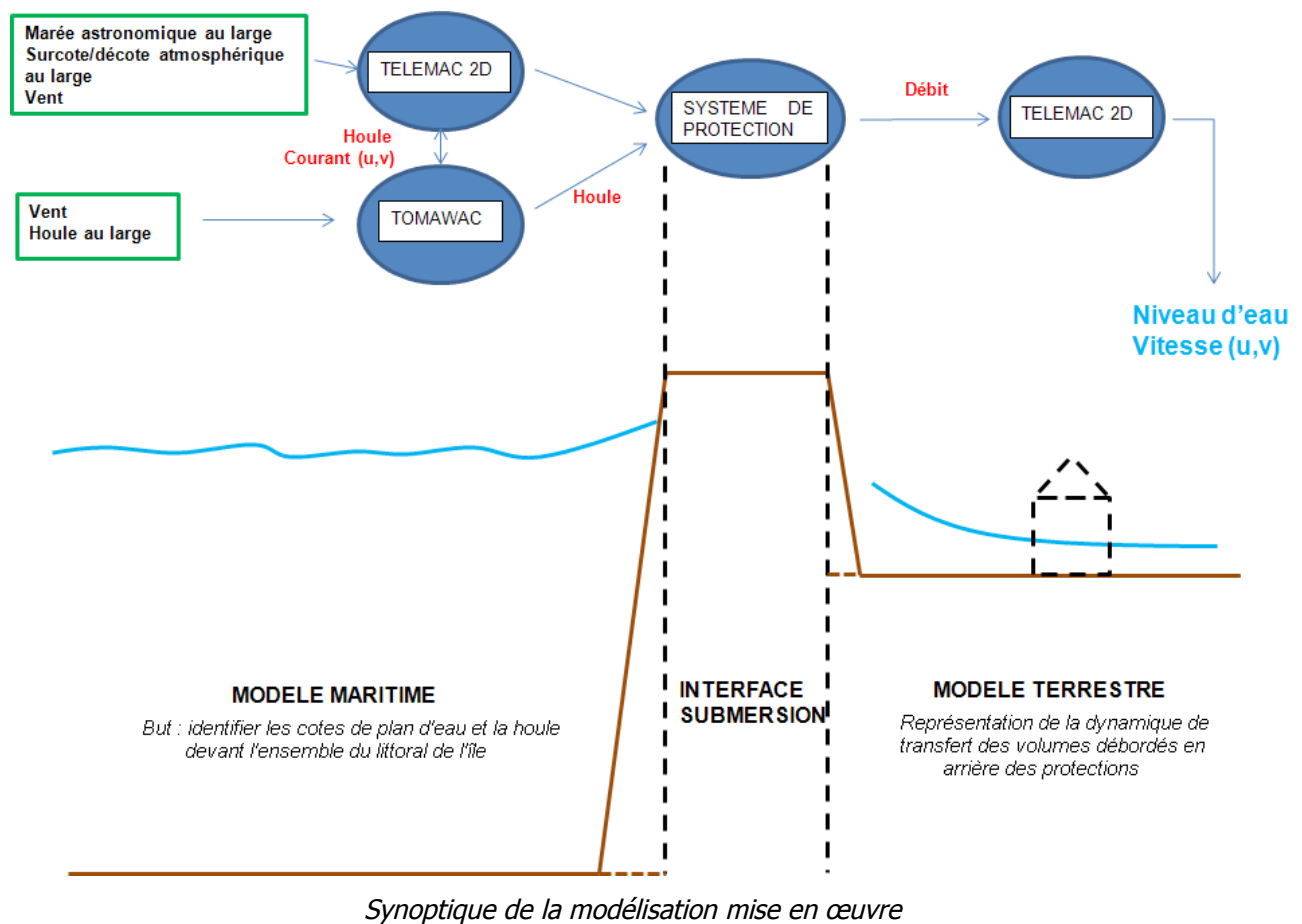
III.3.II.1. Outils de modélisation

Le modèle mis en œuvre a pour objectif de représenter finement le fonctionnement hydrodynamique côté maritime et terrestre sur l'Île de Ré lors d'événements importants de submersion marine.

Pour cela, trois outils de modélisations sont utilisés afin de reproduire :

- **la marée et la propagation de la houle** devant les protections,
- **les volumes de déversement par-dessus les digues** ou par les brèches ou ruptures de protection,
- **la propagation des volumes débordés** dans les zones potentiellement inondables et donc au final les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement dans ces secteurs.

Le schéma suivant présente la synoptique de l'enchaînement des différents calculs réalisés et des outils utilisés.



III.3.II.2. Zone modélisée

Le territoire inclus dans l'emprise de la zone modélisée est défini par des critères hydrauliques et topographiques pour la partie terrestre.

L'intégralité du territoire de l'île de Ré susceptible d'être inondée pour la configuration à étudier est donc intégrée dans l'emprise du modèle mis en œuvre.

Le modèle mis en œuvre dans le cadre de la révision du PPRN de l'île de Ré intègre donc :

- un modèle terrestre, représentant l'ensemble du territoire de l'île de Ré, situé sous 7,0 m NGF de manière à prendre en compte la totalité du territoire potentiellement inondable,
- un modèle maritime, représentant l'ensemble des pertuis Charentais, mais également une vaste zone allant de la côte Aquitaine au littoral Vendéen et permettant de représenter les cotes et surcotes marines.

Les emprises ainsi modélisées sont présentées sur les figures 6 et 7 suivantes.

III.3.II.2.1. Emprise maritime

L'emprise au large du modèle maritime se situe à environ 80 km au large de l'embouchure de la Charente, au-delà de l'isobathe -50,0 m NGF IGN 69.

La limite nord du modèle se situe au niveau des Sables d'Olonne, en Vendée, et la limite sud, au niveau de Vendays-Montalivet, le long des côtes Aquitaines en Gironde.

L'ensemble de la façade océanique du département de la Charente-Maritime est ainsi couverte par ce modèle comme le présente l'illustration suivante.

Les principaux fleuves côtiers sont intégrés dans l'emprise du modèle hydrodynamique. Il s'agit des fleuves suivants :

- le Lay,
- la Sèvre Niortaise,
- la Charente,
- la Seudre,
- la Gironde (puis la Garonne et la Dordogne en amont du bec d'Ambés).

Ce choix permet de s'assurer que les différents phénomènes hydrodynamiques sont correctement représentés par le modèle mis en œuvre et notamment l'influence des volumes oscillants de ces fleuves sur l'hydrodynamique des Pertuis.

La figure suivante présente l'emprise du modèle maritime modélisé.

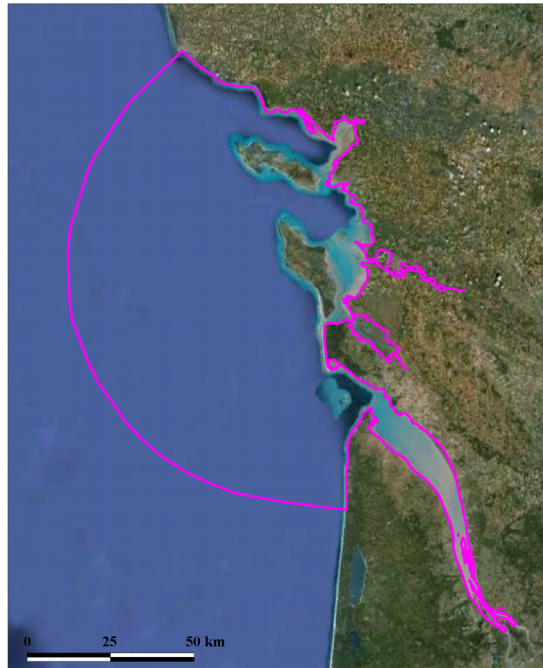


Figure 6 : Emprise du modèle maritime global

III.3.II.2.2. Emprise terrestre

L'emprise terrestre du modèle de l'Île de Ré repose essentiellement sur la ligne de niveau 7,00 m NGF afin d'intégrer l'ensemble des territoires situés sous le niveau d'eau à la cote maximale pouvant être atteinte par un événement à étudier dans le cadre de cette étude.

La prise en compte de cette limite implique un maillage sur des superficies relativement importantes, correspondant notamment à de vastes territoires de marais.

La figure suivante présente l'emprise du modèle terrestre modélisé sur l'Île de Ré.

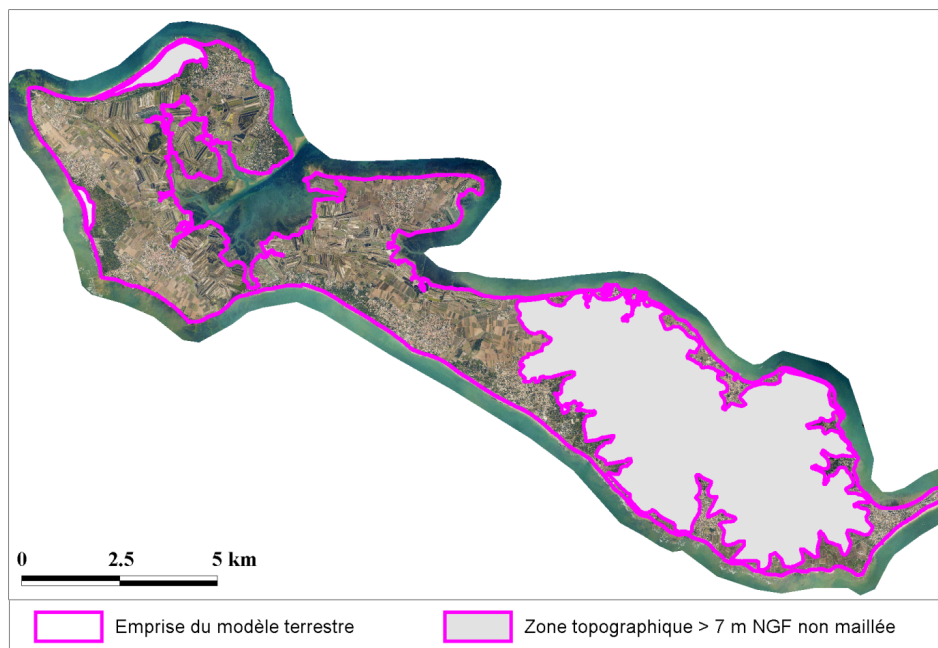


Figure 7 : Emprise du modèle terrestre

III.3.II.2.3. Bathymétrie et topographie

La bathymétrie de la partie maritime du modèle est issue, pour la plupart des zones représentées, des cartes du SHOM disponibles sur le secteur. Toutefois, pour certains secteurs et notamment au plus près de la frange littorale de l'île sur la bande découvrante, les données issues du Lidar ont été utilisées pour affiner la bathymétrie.

La topographie de la partie terrestre du modèle est issue :

- de l'interprétation et de l'exploitation des données LIDAR (LITTO 3D fourni par l'IGN) du secteur d'étude,
- des données topographiques fournies par la DDTM 17, notamment le long des routes ou digues principales à l'intérieur de l'île (levés issus du PPRN réalisé en 2002),
- des données topographiques des crêtes de protections issues des levés réalisés par le service Littoral de la DDTM 17 ;

Ces levés ont été réalisés entre 2007 et 2012 sur l'ensemble des protections littorales de l'île. Ils prennent par conséquent en compte les travaux réalisés après Xynthia sur ces ouvrages de protection.

Ces éléments ont également été complétés à partir des plans de recollement fourni par le Conseil Départemental (CD 17) de la Charente-Maritime.

Notons que ces données récentes ont été modifiées lors de la phase de calage afin de correspondre au mieux à l'altimétrie des digues existantes lors de la tempête Xynthia, cotes qui étaient pour certaines plus basses que celles actuelles dans les secteurs où des travaux ont été réalisés en urgence après l'événement.

L'ensemble de ces données et la finesse du modèle mis en œuvre permettent, par conséquent, une représentation fine de la topographie réelle et actuelle des sols.

III.3.III. Calage du modèle

Il s'agit ici de réaliser en premier lieu un calage de la partie maritime du modèle puis d'intégrer, pour les événements exceptionnels ayant affecté ces territoires, un calage des franchissements des protections et identifier au final les paramètres de rugosité permettant de montrer une bonne représentativité des niveaux observés dans les terres.

Le calage du modèle maritime a été réalisé en deux étapes. Il a notamment été vérifié dès le départ que le modèle d'ensemble du littoral permettait de bien représenter les conditions de marées courantes puis, en prenant en compte à partir du large les conditions de vent, de pression et de houles identifiées lors d'événements exceptionnels (Martin et Xynthia), les conditions océanographiques en termes de surcotes notamment pour ces événements.

Le modèle doit être ainsi capable au final de bien reproduire à la côte les niveaux réels générés au droit des marégraphes lors de ces épisodes, mais également devant l'ensemble du littoral et des protections présentes sur ce linéaire.

Une fois le modèle maritime calé et représentatif des niveaux observés lors des tempêtes passées, le calage du modèle terrestre a été réalisé afin de reproduire l'emprise et les niveaux observés dans l'île lors de la tempête Xynthia.

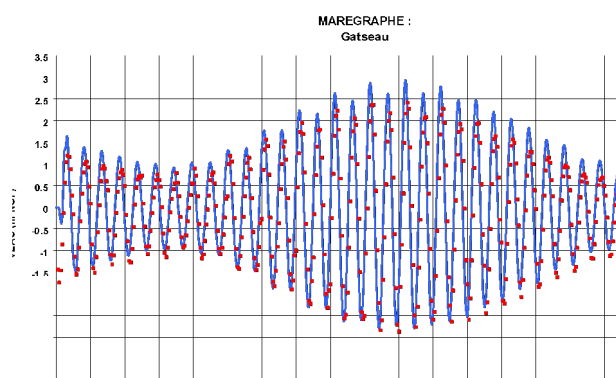
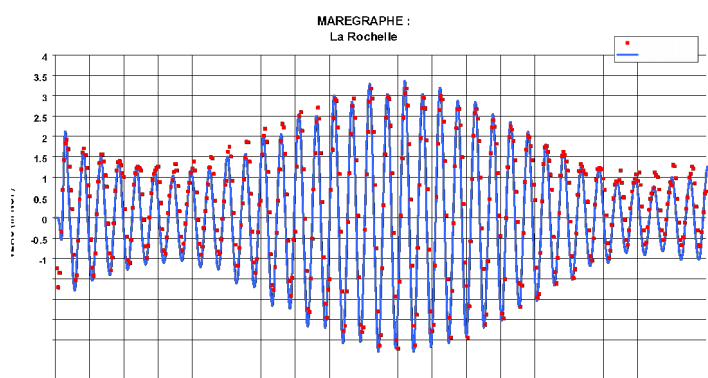
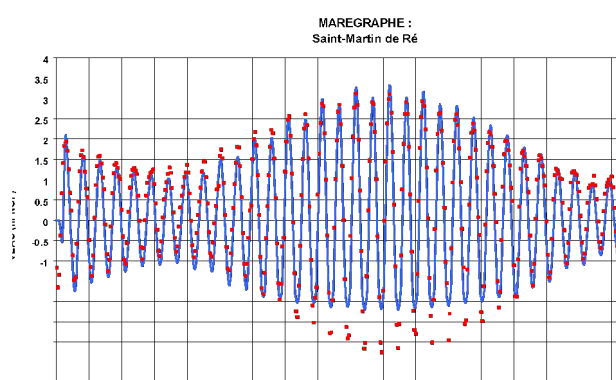
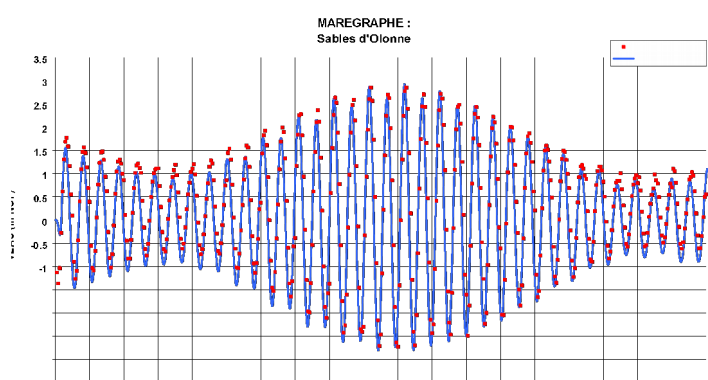
III.3.III.1. Calage du modèle maritime

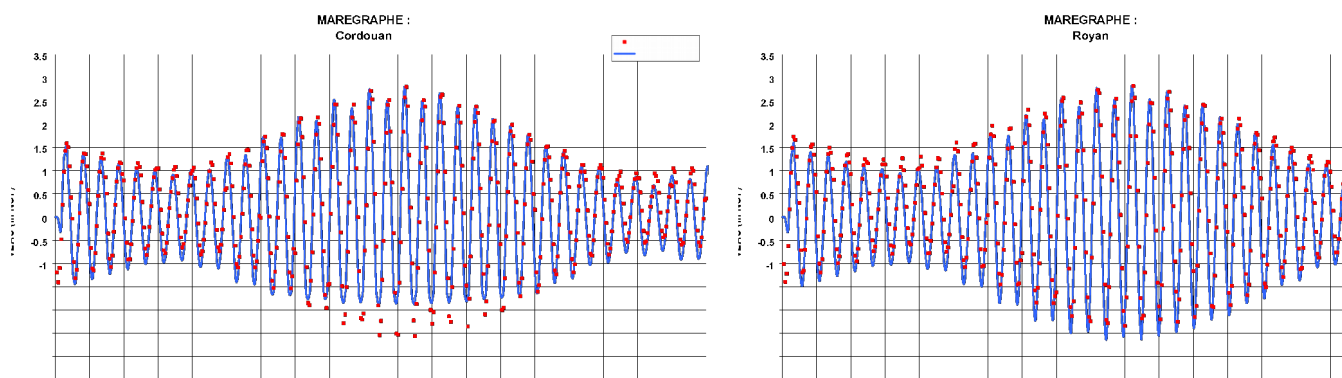
III.3.III.1.1. Calage pour des conditions usuelles de marée

Le modèle hydrodynamique est en premier lieu calé en niveau et en vitesse sur la partie maritime pour des événements « courants », c'est à dire ne présentant pas de paramètres hydro-météorologiques spécifiques (surcote, vent,...).

Ce calage est réalisé par comparaison entre les évolutions du niveau d'eau fournies par le modèle hydrodynamique pour un cycle de marée astronomique aux différents marégraphes du secteur d'étude et les prédictions fournies par le SHOM pour ces mêmes marégraphes.

Cette comparaison est faite sur 19 jours, du 20 février au 11 mars 2010, de manière à couvrir l'ensemble des conditions de marée pouvant être rencontrées à l'échelle annuelle sur le secteur d'étude. Les figures suivantes illustrent cette comparaison.





Comparaison de l'évolution des niveaux d'eau donnés par le modèle hydrodynamique et ceux prédits par le SHOM

Il est rappelé ici que les marées simulées, tout comme les prédictions du SHOM, correspondent aux marées astronomiques théoriques. Les paramètres météorologiques qui possèdent une influence sur les marées réelles observées (vents et pressions atmosphériques qui génèrent les surcotes et décotes à l'échelle plus vaste du Golfe de Gascogne) ne sont pas représentés dans le cadre de cette simulation des marées usuelles.

Notons ainsi que, la période de calage décrite intègre les dates de survenance de la tempête Xynthia qui n'est donc ici pas prise en compte. Les niveaux théoriques de marée prédits sur les marégraphes et reproduits dans le modèle sont bien inférieurs aux niveaux constatés lors de la tempête du fait des surélévations du niveau liées à la surcote atmosphérique et aux vents. Cela ne remet cependant pas en cause la validité du modèle pour la bonne représentation des champs de courants sur la zone.

En effet, l'évolution du niveau d'eau théorique fournie par le modèle sur tous les points de comparaison est très proche de celle prédite par le SHOM, aussi bien en ce qui concerne l'amplitude et les niveaux de pleine et basse-mer que sur le phasage de l'onde de marée.

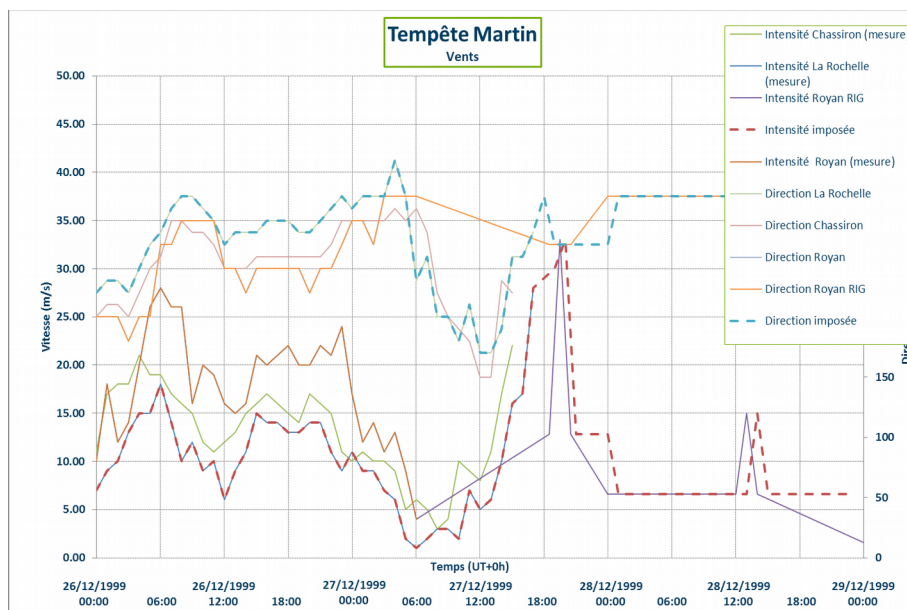
III.3.III.1.2. Calage pour la tempête Martin

Il a été réalisé en premier lieu un calage du modèle maritime par comparaison aux informations disponibles concernant la tempête Martin du 27/12/1999. Les informations recueillies ne concernent que la partie maritime du secteur d'étude.

Pour cette comparaison, l'influence des chroniques de vents ainsi que celle de la surcote océanique d'origine atmosphérique ont été imposées en plus de la représentation de la marée astronomique.

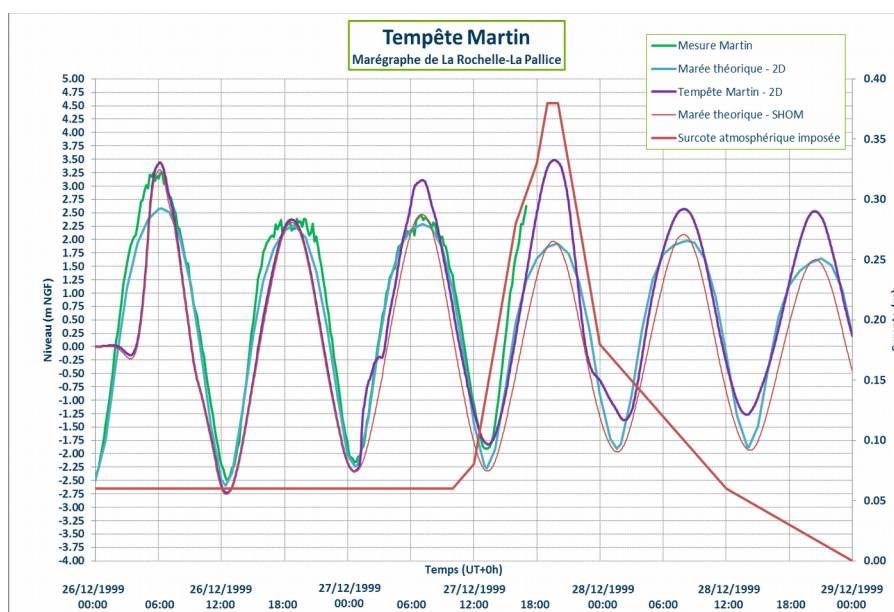
Faute d'informations exploitables, la houle n'a pas été considérée pour ce calcul.

La figure suivante présente l'ensemble des mesures recueillies pour cet événement au niveau des différentes stations de mesures de la façade atlantique. Elle présente également la chronique de vent qui a été retenue et imposée (intensité et direction) pour cette simulation.



Tempête Martin – Analyse des vents

La figure suivante présente la comparaison des niveaux d'eau observés et calculés pour la tempête Martin, ainsi que les marées théoriques (astronomiques) proposées par le SHOM et par notre modèle. La surcote atmosphérique, issue de la méthode du baromètre inversé, et appliquée à la frontière maritime du modèle est également présentée sur ce graphique.



Tempête Martin – Comparaison au marégraphe de La Rochelle

La surcote imposée pour cette tempête est concomitante avec la pleine-mer. Elle est de 37 cm au maximum.

Le marégraphe de La Pallice n'est pas fonctionnel au moment du pic. La cote maximale du niveau d'eau calculée est de 3,50 m NGF.

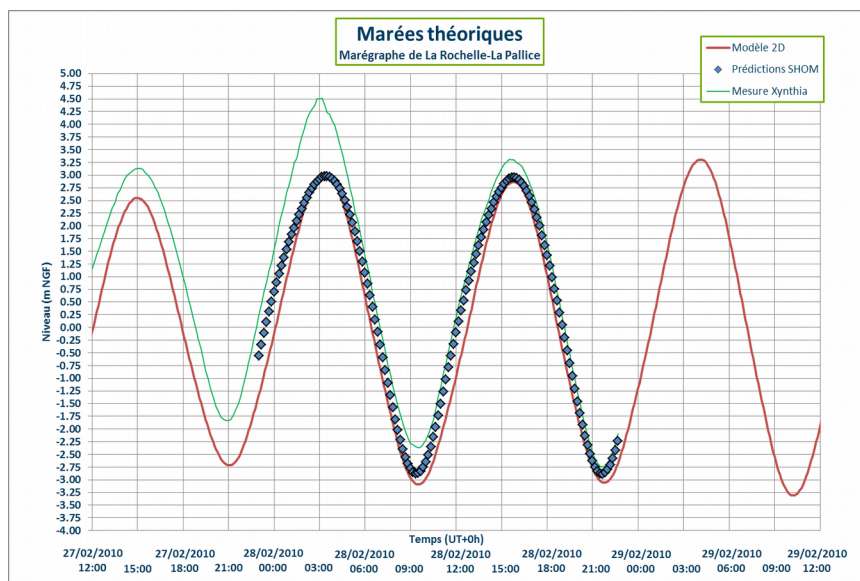
Faute d'informations exploitables pour cette tempête, il est délicat de se prononcer sur la représentativité de cette dernière par le modèle. Les niveaux d'eau calculés sont néanmoins cohérents avec les estimations des cotes maximales atteintes sur le secteur de La Rochelle pour cet événement.

III.3.III.1.3. Calage de la tempête Xynthia

A) Marée astronomique

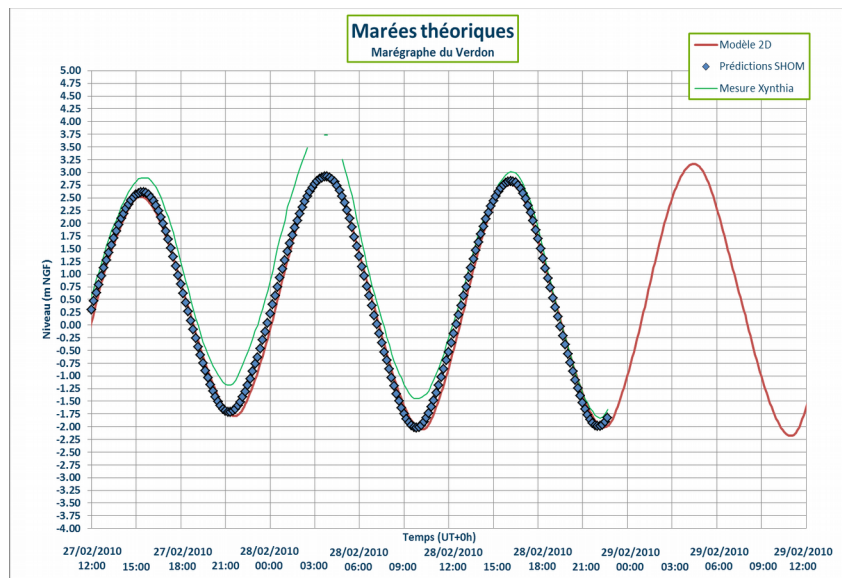
Le coefficient de marée pour le 28/02/2010 était de 102. Au marégraphe de La Rochelle-La Pallice, la marée théorique présente un niveau de pleine-mer de 6,49 m CM, soit 2,99 m NGF (contre environ 4,50 m NGF atteint lors de la tempête Xynthia).

Pour ce marégraphe, le modèle hydrodynamique 2D mis en œuvre dans le cadre de la présente étude permet de bien représenter l'évolution de la marée théorique, que ce soit sur la représentation de l'amplitude de l'onde de marée, que sur celle des niveaux atteints à pleine et basse mer et celle au phasage de l'onde de marée. Cette comparaison entre la marée théorique fournie par le SHOM et celle représentée par le modèle est présentée sur la figure suivante :



Tempête Xynthia - Marée astronomique – Comparaison au marégraphe de La Rochelle

La figure suivante illustre la comparaison de l'évolution du niveau d'eau prédit par le SHOM et calculé pour le modèle 2D pour la marée astronomique au marégraphe du Verdon, à l'entrée de l'estuaire de la Gironde. Pour ce marégraphe, la modèle représente parfaitement l'évolution de la marée théorique, en termes de niveaux de pleine et basse mer et pour le phasage de l'onde de marée.



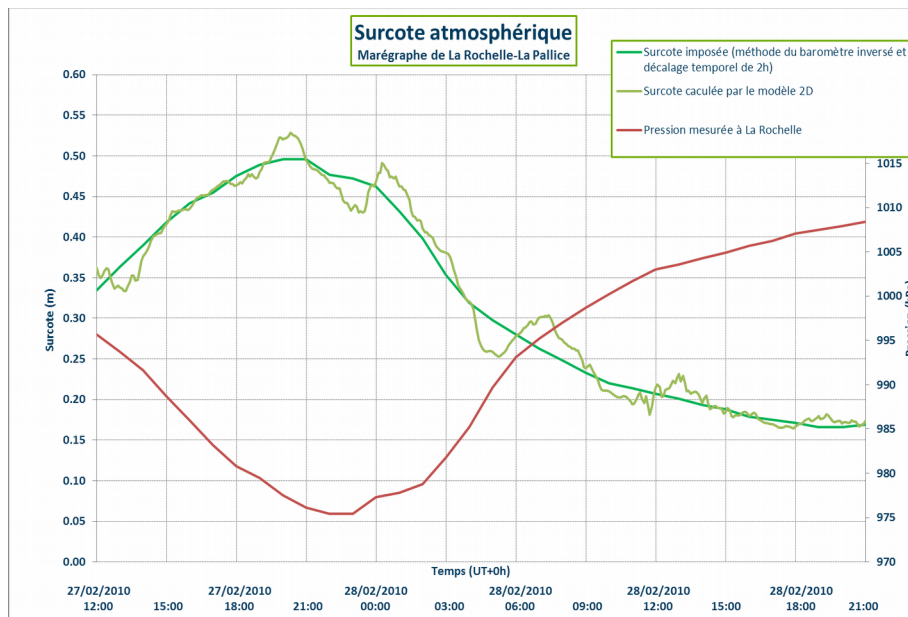
Tempête Xynthia - Marée astronomique - Comparaison au marégraphe du Verdon

Cette analyse permet de valider la représentation par le modèle de la marée astronomique sur la façade de la Charente-Maritime. À noter que le modèle représente de manière moins précise l'évolution de la marée dans l'estuaire de la Charente, sur une zone qui se situe en dehors de l'aire d'analyse dans le cadre de la présente étude.

B) Surcote « atmosphérique »

Afin de représenter l'événement réel tel qu'il a été observé in situ, différents paramètres hydro-météorologiques ont été intégrés à la modélisation mise en œuvre. Le premier d'entre eux est la représentation de l'évolution temporelle de la surcote au large. Cette surcote (ou décote selon les instants), se caractérise par l'évolution dans le temps du niveau d'eau moyen autour duquel oscille la marée astronomique. Cette variation du niveau moyen est principalement générée par la succession des dépressions et des anticyclones, et donc de la variation de la pression atmosphérique.

La chronique de la surcote imposée est déterminée par la méthode du baromètre inversé : on considère une élévation du niveau moyen de 1 cm pour une baisse de 1hPa de la pression au niveau de la mer. L'enregistrement de l'évolution de la pression atmosphérique à La Rochelle lors du passage de la tempête Xynthia est utilisé pour cela. Un décalage de 2 h est imposé pour considérer l'éloignement de la frontière au large du modèle (temps de propagation de la dépression). Cette méthode implique l'imposition d'une surcote maximale de près de 50 cm au large. Ceci est illustré sur la figure suivante où est également représentée la surcote calculée au niveau du marégraphe de La Rochelle. Il n'y a pas de phénomène d'amplification de la surcote au large sous l'effet de la bathymétrie à la côte.



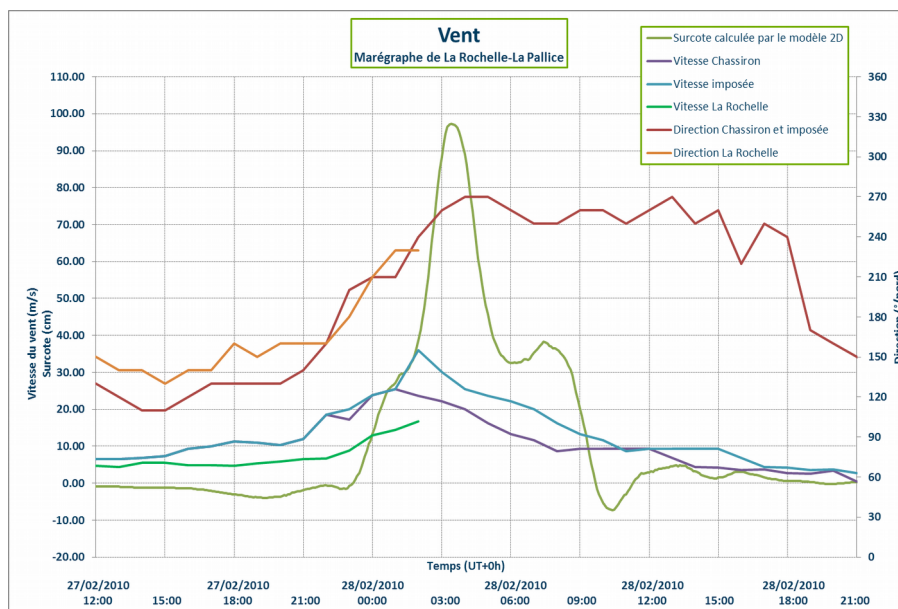
Tempête Xynthia – Surcote atmosphérique

C) Vents

Le second paramètre imposé pour la représentation de l'événement réel est l'influence du vent sur les masses d'eau. Il est imposé, dans le cadre de la présente étude, un vent variable dans le temps (intensité et direction) et spatialement uniforme : le vent imposé est identique sur l'ensemble de l'aire d'étude.

L'influence du vent n'est considérée que sur la partie maritime du modèle.

La chronique du vent finalement retenue et imposée a été définie par analyse des enregistrements disponibles aux stations de Chassiron (île d'Oléron) et de La Rochelle. Le sémaphore de La Rochelle a été hors service dès le début de la tempête. Cette chronique est présentée sur la figure suivante.



Tempête Xynthia – Vent

L'imposition de cette chronique de vent sur la partie maritime se traduit par une surcote maximale de près de 1,00 m au marégraphe de La Rochelle-La Pallice.

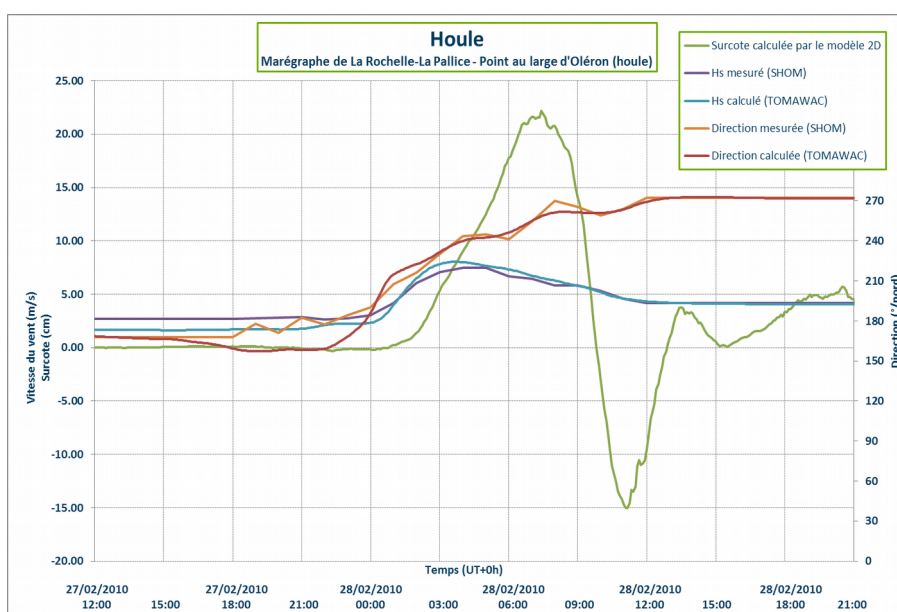
D) Houles

Le troisième paramètre intégré dans la modélisation de la tempête Xynthia est l'influence de la houle sur :

- la courantologie de la partie maritime,
- les volumes d'eau passant par-dessus les protections et inondant les secteurs terrestres en arrière.

Le modèle mis en œuvre dans le cadre de la présente étude prend en considération, et ce de manière couplée, l'influence de la houle sur les courants de marée qui génèrent le set-up et l'influence des courants de marée sur la propagation de la houle.

La chronique de houle imposée au large (direction, période et hauteur significatives) a été calée de manière à représenter correctement les enregistrements de la bouée houlographique du SHOM au large de l'île d'Oléron. Cette représentation est illustrée par la figure suivante.



Tempête Xynthia – Houle

La surcote due à la prise en compte de la houle dans les calculs hydrodynamiques est d'environ 22 cm au maximum au marégraphe de La Rochelle-La Pallice. Cette surcote maximale est observée 4 heures après le pic de l'événement, soit en plein jusant. À noter que la houle génère ensuite une décote de 15 cm au maximum 8 heures après le pic de la tempête Xynthia. L'évolution de la surcote générée par la houle au marégraphe de La Rochelle-La Pallice est présentée dans le paragraphe suivant.

E) Niveaux d'eau maximaux pour la tempête Xynthia aux marégraphes

Les figures suivantes présentent la comparaison aux marégraphes de La Rochelle-La Pallice, de Rochefort, du Verdon, de la Côtinière et de Royan, entre les enregistrements des marégraphes lors de cette tempête et les résultats du modèle intégrant la marée astronomique et les influences de la surcote au large, du vent et de la houle. La marée théorique obtenue avec le modèle 2D sur la même période est rappelée afin d'illustrer l'importance des surcotes générées à la côte pour les paramètres hydrométéorologiques associés à cette tempête.

Il ressort de l'analyse de ces graphiques les remarques suivantes :

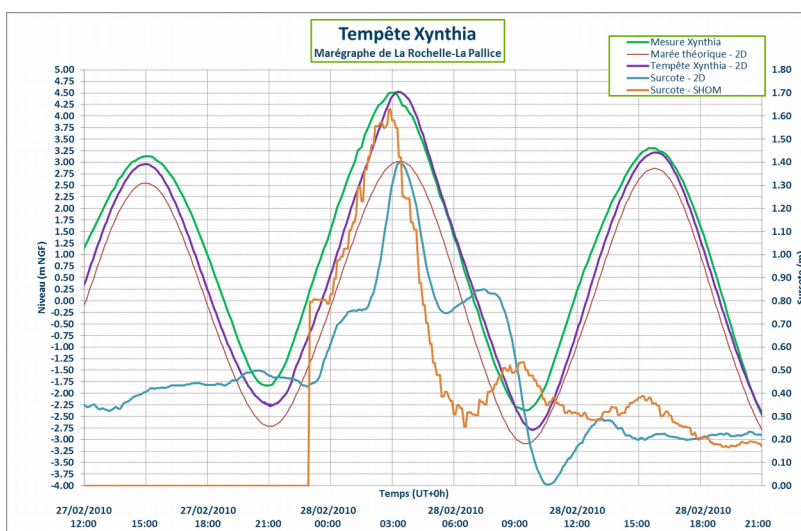
- l'évolution du niveau d'eau observée au marégraphe de La Rochelle-La Pallice est très bien représentée par le modèle. Il existe un léger déphasage lors du flot précédant le pic de l'événement,
- le modèle sous-estime le niveau du pic au marégraphe de Rochefort. Le déphasage

observé pour ce marégraphe est similaire à celui observé pour la marée astronomique,

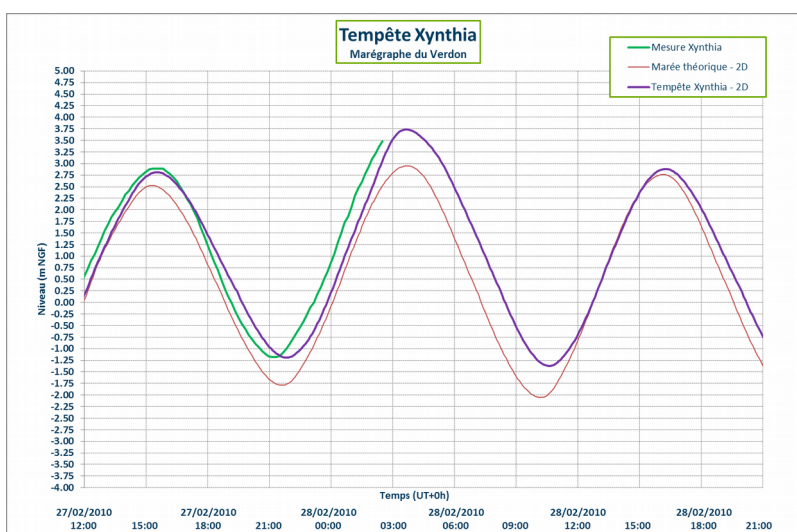
- le marégraphe du Verdon n'est pas exploitable pour le pic de l'événement Xynthia. La période exploitable de cet enregistrement montre la bonne représentativité de l'évolution du niveau d'eau pour le modèle,
- pour le marégraphe de la Côtinière, le modèle sous-estime d'environ 25 cm le niveau d'eau maximal observé lors de la tempête Xynthia. Un déphasage temporel est également observé pour ce marégraphe,
- l'enregistrement du marégraphe de Royan n'est pas cohérent avec celui du Verdon, situé en face, sur la rive gauche de l'estuaire.

Malgré le faible nombre des enregistrements exploitables, le modèle permet de représenter très précisément le niveau d'eau maximal mesuré au marégraphe de La Rochelle-La Pallice. En dehors du secteur d'étude, le modèle représente correctement l'évolution du niveau d'eau, sans toutefois proposer un niveau de précision aussi fin.

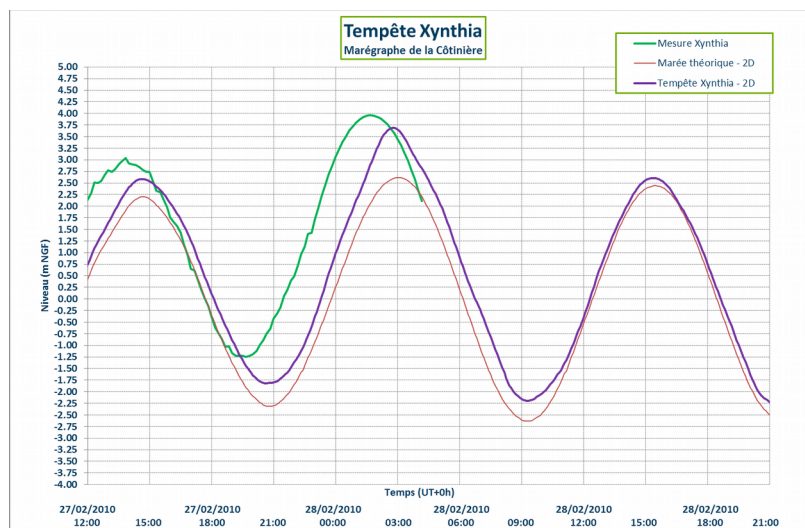
Le modèle mis en œuvre permet de représenter fidèlement l'influence des paramètres hydro-météorologiques sur l'évolution du niveau d'eau côté maritime.



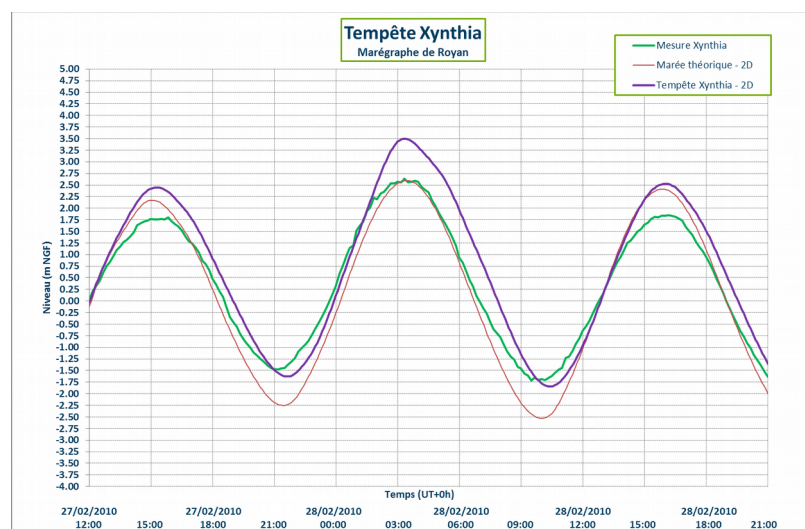
Tempête Xynthia – Comparaison au marégraphe de La Rochelle



Tempête Xynthia – Comparaison au marégraphe du Verdon



Tempête Xynthia – Comparaison au marégraphe de la Côtinière



Tempête Xynthia – Comparaison au marégraphe de Royan

III.3.III.2. Calage du modèle terrestre

III.3.III.2.1. Principes

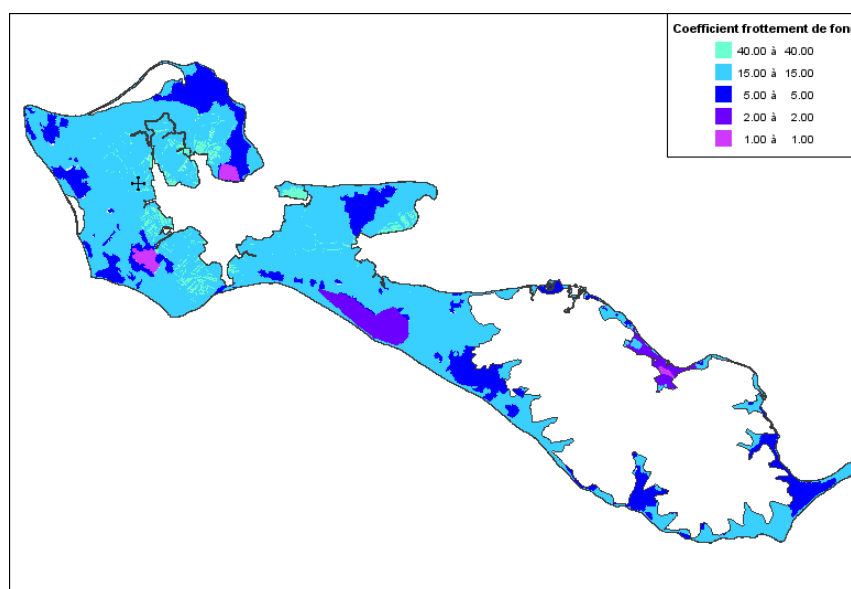
Le principe du calage consiste à reproduire le plus fidèlement possible les écoulements naturels observés, principalement par l'ajustement des coefficients de rugosité des sols (coefficient de Strickler) qui traduit le frottement plus ou moins important de l'eau sur le sol en fonction de l'état de la surface du terrain. **Le calage du modèle hydraulique à l'intérieur des terres constitue une étape essentielle de la modélisation car il conditionne la qualité et la validité des résultats ultérieurs du modèle.**

Dans le cas de la présente étude et au vu du nombre important d'informations disponibles (Éléments de mémoire de la tempête Xynthia), l'événement de la tempête Xynthia est retenu comme événement de calage du modèle dans sa partie terrestre.

En fonction de l'occupation des sols déterminée à partir de l'enquête de terrain et de l'analyse des photographies aériennes, un coefficient de rugosité a été affecté par secteur homogène du territoire (marais, zone urbaine, secteur rural ...). La rugosité exprime en effet l'état de surface d'un terrain. Les coefficients de rugosité sont alors ajustés, par essais successifs, afin de représenter correctement, à l'aide du modèle, les laisses de mer recensées, critiquées et validées le territoire concerné.

Notons que suite aux remarques du bureau d'études CASAGEC mandaté par la CDC de l'île de Ré, les coefficients de frottement ont été calés au plus près de la réalité des zones urbaines à partir de l'Orthophoto de 2010 (reprise du calage en octobre 2013). La carte ci-dessous présente les coefficients de Strickler finalement retenus.

Ainsi, dans l'ensemble, les coefficients de Strickler proposés par le bureau d'études CASAGEC ont été retenus, sauf dans trois secteurs, où le bureau d'études ARTELIA a proposé des coefficients plus appropriés : sur le secteur de la Patache, et dans les centres-bourg d'Ars et de la Flotte, des coefficients de Strickler de 1 ont été retenus, permettant de mieux représenter l'effet des murs et des rues sur les écoulements (freins importants).



Carte des coefficients de Strickler retenus

Pour cette analyse de la représentativité par le modèle des écoulements sur la partie terrestre et des niveaux atteints, la configuration des protections a été modifiée par rapport à celle actuellement observée : les altimétries des protections ont été abaissées à leur niveau avant Xynthia dans les secteurs où les protections ont été reconstruites à une altimétrie supérieure suite à la tempête.

Afin d'appréhender correctement les volumes d'eau qui ont submergé la partie terrestre, les ruptures et destructions d'ouvrages de protection ont été intégrées dans le modèle. Ces défaillances ont été définies sur la base du recensement réalisé et figurant sur le retour d'éléments de mémoire Xynthia, établi pour l'État par ARTELIA (anciennement SOGREAH) en début 2011.

Les cartographies issues du retour d'éléments de mémoire présentant les niveaux relevés associés à une fiche d'information et les dysfonctionnements observés sont rappelés pour mémoire en annexe n°4.

Rappelons que la cartographie de cet événement reprend exactement les informations recueillies et validées par les élus dans le document de retour d'expérience Xynthia. La cartographie des zones inondables indiquée dans ce document de mémoire est notamment issue de cartographies fournies par la Communauté de Communes de l'île de Ré, sur échelle cadastrale, tracées et validées par les élus en avril-mai 2010.

Notons cependant que certaines limites ont, depuis, été précisées ponctuellement par certains élus lors de l'élaboration du PAPI de l'Île de Ré (ARTELIA – 2012). Ces modifications, non reportées sur les cartographies du retour d'éléments de mémoire, ont été portées par les élus de Saint-Clément les Baleines (secteur nord du Gilieux), des Portes-en-Ré (petit secteur de marais non inondé), de Saint-Martin-de-Ré (zone des ostréiculteurs à l'ouest du centre-ville et zone du Préau), de la Flotte (limite de la zone inondée du centre bourg) et de Rivedoux (zone submergée en plus au centre bourg).

III.3.III.2.2. Remarques

La quantification de la bonne représentativité des conditions hydrodynamiques observées par le modèle se fait par la comparaison des résultats obtenus avec les informations disponibles et recueillies pour l'événement modélisé.

Il s'agit dans notre cas de laisses de mer qui indiquent le niveau maximal atteint ponctuellement par la submersion.

Rappelons qu'il existe différents degrés d'incertitudes sur les laisses de mer qui se révèlent plus ou moins fiables (degré de fiabilité). De plus, certaines informations correspondent à un niveau d'eau maximal atteint au cours de l'événement sous influence directe d'un élément structurant (mur créant un point d'arrêt...). Le niveau d'eau associé, bien qu'observé au cours de l'événement n'est pas représentatif du niveau d'eau maximal de la zone sous cet obstacle particulier.

Notons également différentes incertitudes sur les données initiales de l'événement de la tempête Xynthia :

- topographie précise des crêtes des protections existantes lors de l'événement : les cotes des protections ont pu évoluer avec les travaux entrepris post tempête,
- chronologie des défaillances dans les ouvrages de protection au cours de la tempête (dimensions exactes, temps de la rupture...),
- cotes de plans d'eau avant l'événement Xynthia dans les marais salants.

Ces éléments peuvent influencer sur la quantification des volumes débordés vers les zones terrestres et donc sur les cotes atteintes en certains points du modèle mis en œuvre.

III.3.III.3. Comparaison des résultats du modèle et des observations

Pour rappel, le calage du modèle a été réalisé sur l'événement de la tempête Xynthia à partir :

- des conditions hydrométéorologiques de la tempête Xynthia,
- des dégâts observés sur les protections lors de l'événement,
- de la rugosité des sols.

L'objectif de ce calage est de reproduire globalement l'ensemble des côtes et périmètres atteints par les débordements sur l'ensemble du territoire.

L'annexe n°5 présente le calage du modèle mis en œuvre pour la tempête Xynthia.

Cette annexe cartographique présente sur le même support :

- les hauteurs d'eau maximales atteintes au niveau du secteur terrestre pour la représentation par le modèle 2D de la tempête Xynthia,
- l'emprise de la zone inondée ou submergée issue de l'étude « Retour d'Expérience » (REX) menée sur le territoire de Charente-Maritime par ARTELIA, pour le compte de la DDTM 17,
- l'écart entre le niveau maximal relevé lors de l'étude du REX et celui fourni par la modélisation 2D.

Au final, environ 67 laisses de mer ont pu être confrontées aux résultats de la modélisation sur le territoire de la zone d'étude. **Malgré la grande disparité des informations, la précision du modèle est de -5 cm** en moyenne avec des écarts maximaux de +43 et -73 cm. En valeur absolue, les écarts sont en moyenne de 14 cm par rapport aux observations au niveau du secteur terrestre.

Cette analyse intègre notamment toutes les laisses de mer alors qu'une analyse de celles-ci montre que certaines pourraient facilement être écartées, car elles indiquent des incohérences manifestes sur un même secteur et pourraient donc de fait être écartées de l'analyse. Le retrait de ces laisses incohérentes permettrait donc de montrer que la précision du modèle en est encore amplifiée.

Le tableau suivant présente le récapitulatif, par commune, des comparaisons des résultats du modèle et des observations.

Comparaison des résultats du modèle et des observations – Tempête Xynthia

Commune	Nombre d'information	Moyenne (m)	Moyenne absolue (m)	Maximum (m)	Minimum (m)
ARS EN RE	9	-0.02	0.12	0.31	-0.40
LA COUARDE	9	-0.02	0.11	0.25	-0.37
LA FLOTTE	10	-0.03	0.08	0.17	-0.38
LES PORTES EN RE	10	-0.09	0.17	0.33	-0.72
LOIX	4	-0.16	0.17	0.01	-0.40
RIVEDOUX	11	0.06	0.10	0.42	-0.10
SAINTE MARIE	3	-0.12	0.12	-0.01	-0.32
ST CLEMENT	5	-0.23	0.23	0.01	-0.33
ST MARTIN	6	-0.16	0.21	0.16	-0.58
LE BOIS PLAGE	0	-	-	-	-
TOTAL	67	-0.06	0.14	0.42	-0.72

Le modèle représente correctement les niveaux d'eau maximaux sur l'ensemble de la zone d'étude. À noter que sur les secteurs bas en arrière des protections, la chronique de défaillance de l'ouvrage contrôle de manière importante la dynamique de remplissage des secteurs arrière, et donc le niveau d'eau maximal qui y est observé.

L'analyse des cartographies fournies en annexe n°5 montre d'autre part que l'emprise des secteurs inondés par submersion est correctement représentée par le modèle sur l'ensemble du territoire de l'étude.

Compte tenu des remarques précédentes, les écarts obtenus entre les laisses de mer observées et les résultats du modèle sur l'ensemble du territoire de l'île de Ré sont considérés comme bons. Le modèle mis en œuvre permet de représenter correctement l'emprise inondée lors de l'événement.

III.3.III.3.1. Synthèse sur le calage du modèle

L'ensemble des analyses menées et détaillées dans les paragraphes précédents permettent donc de considérer le modèle calé et validé pour la représentation des événements hydro-météorologiques importants générant des niveaux d'eau très forts dans les Pertuis ainsi que pour la représentation de la dynamique des submersions côté terrestre.

III.3.IV. Définition des scénarios de référence pour l'élaboration des futurs PPR

III.3.IV.1. L'événement de référence

La circulaire du 27 juillet 2011 identifie que l'événement de référence à retenir est l'événement historique le plus fort ayant affecté le territoire. Toutefois, il est précisé que cet événement doit être caractérisé en termes de période de retour et qu'il doit être au moins centennal. Si ce n'est pas le cas, un événement centennal devra être identifié et pris en compte.

Dans le cadre de cette étude, l'événement Xynthia a affecté récemment le territoire et s'avère être le plus fort événement vécu ou du moins connu, au regard des documents consultés ou des archives analysées.

Par ailleurs, la cote maximale atteinte par cet événement, 4,51 m NGF à La Rochelle (La Pallice) est à comparer à la cote centennale identifiée par les différentes études ou récemment par le SHOM, en prenant en compte cet événement dans les échantillons de mesures utilisés.

Ainsi, la dernière étude du SHOM identifie comme cote centennale à La Rochelle une valeur de 3,85 m NGF, alors que les études menées précédemment retenaient à une valeur de 3,80 m NGF. Même si cette valeur de cote centennale semble sous-évaluée en regard de l'historique des vimers dans le secteur, on peut toutefois considérer que Xynthia a présenté une cote maximale lui conférant une période de retour de plus de 100 ans. Cet événement peut donc être retenu comme événement de référence dans l'analyse à mener pour cette étude.

L'événement de référence de base à retenir correspond donc aux conditions océanographiques (vent, marée, surcote...) associées à l'événement de la tempête Xynthia.

III.3.IV.2. Les aléas de référence à retenir

La circulaire du 27 juillet 2011 identifie les aléas de référence à prendre en compte dans le cadre des cartographies de submersion à produire sur le territoire. **Ces événements prennent en compte l'impact du changement climatique à court et à long termes (hypothèses de**

surélévation du niveau de la mer).

Ainsi, sont à définir deux aléas à partir de l'événement de référence retenu :

- **l'aléa à court terme (événement de référence + 20 cm)**, défini à partir de l'événement de référence (Xynthia ici) auquel est ajouté, au large, une valeur de 0,20 m en chaque point du marégramme. Dans la démarche réglementaire, cet aléa permettra de définir la constructibilité des terrains.
- **l'aléa à 100 ans (événement de référence + 60 cm)**, toujours défini à partir de l'événement de référence Xynthia mais en ajoutant au large, à chaque point du marégramme, une valeur de 0,60 m. Cet aléa, quant à lui, permettra de définir le niveau des mesures de réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens (exemple : cote plancher) à mettre en œuvre dès lors que le projet sera admis au regard de l'aléa court terme ci-dessus.

Ces deux événements devront donc être modélisés pour que les emprises inondées associées soient identifiées.

Ainsi, la définition de l'aléa à modéliser permet de préciser les conditions hydrodynamiques à respecter, mais la circulaire précise également comment prendre en compte les ouvrages protections et donc les volumes de submersion les franchissant (Cf. chapitre suivant).

III.3.IV.3. Prise en compte des ouvrages de protection sur l'ensemble du littoral

Dans le cadre de ce chapitre, nous ne traiterons que de la prise en compte des ouvrages pour déterminer les zones submersibles et non de leur prise en compte dans le cadre du futur règlement du PPR.

III.3.IV.3.1. Identification de l'ensemble des ouvrages constituant le système de protection l'île

A) Généralités : les secteurs homogènes initiaux

Comme dans le cadre de la définition de l'aléa érosion côtière (Cf. § III.1II.1), le littoral a été segmenté en **147 tronçons homogènes**.

Ces 147 tronçons sont présentés dans le tableau de l'annexe 6 qui identifie, par secteur, différents critères (type et nature de la défense, présence d'un parapet et d'un dénivelé avec le terrain immédiatement en arrière) auxquels ont été ajoutés :

- la longueur du tronçon concerné et son nom,
- l'état du tronçon : cet état est basé sur l'état déclaré suite aux visites réalisées par le Centre d'Études Techniques de l'Équipement et la DREAL ainsi que sur l'état déclaré dans le PAPI de l'île de Ré réalisé en 2012. En l'absence d'information sur l'état de l'ouvrage ou dans le cas d'incertitudes, l'état visuel de l'ouvrage a été déterminé à partir de visites de terrain réalisées courant 2012 ;
- l'altimétrie du tronçon : L'altimétrie de l'ouvrage a été déterminée à partir des levés topographiques terrestres des crêtes de protections fournis par le service Littoral de la DDTM 17,

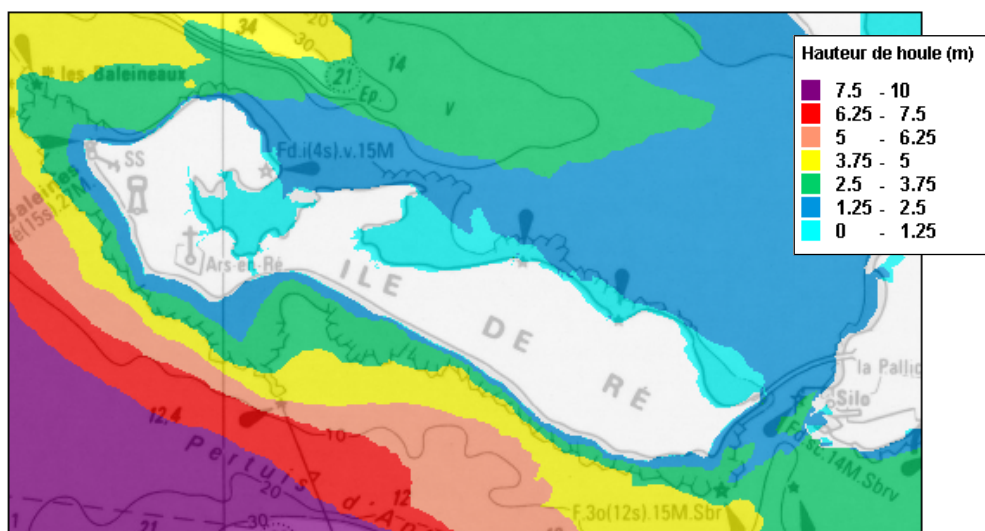
Ces levés ont été réalisés entre 2007 et 2012 sur l'ensemble des protections littorales de l'île. Ils prennent par conséquent en compte les travaux réalisés après Xynthia sur les différents tronçons d'ouvrages de protection.

Ces éléments topographiques ont également été complétés à partir des plans de recollement fourni par le Conseil Départemental de la Charente-Maritime et par des éléments fournis par la communauté de communes de l'île de Ré.

B) Prise en compte de la sollicitation à la houle des ouvrages

Le bureau d'études CASAGEC avait formulé en septembre 2013 des remarques concernant la prise en compte de la sollicitation des ouvrages à la houle. Il s'agit en effet d'une spécificité de l'Île de Ré : L'action des vagues n'est pas la même sur la façade océanique que sur le côté Nord Est de L'Île, notamment au fond du Fier d'Ars ou de la fosse de Loix comme le présente la carte suivante.

Cette différence de sollicitation entre la façade atlantique et la côte Est de L'Île, ainsi que la façade Nord des communes de la Flotte, de Saint-Martin-de-Ré et de Rivedoux, a donc été intégrée dans la prise en compte des hypothèses de défaillances des ouvrages de protection. Le critère d'exposition retenu pour chaque tronçon d'ouvrage figure au tableau de l'annexe 6.



Carte des hauteurs de houle maximales lors de la tempête Xynthia

C) Prise en compte de la protection

La circulaire du 27 juillet 2011 rappelle qu'« **aucun ouvrage ne peut être considéré comme infaillible, quelles que soient ses caractéristiques et sa résistance présumée. Dans le cadre du projet de PPR, le principe guidant les actions est qu'une zone protégée par une digue reste une zone inondable. ...** ».

Comme précisé au paragraphe A) Généralités : les secteurs homogènes initiaux, le littoral a été décomposé en 147 tronçons homogènes d'un point de vue :

- la morphologie de l'ouvrage (constitution homogène du corps de digue appréciée a minima par inspection visuelle à défaut de plans précis disponibles sur l'ouvrage,
- l'altimétrie de l'ouvrage qui permet de définir son niveau de surverse (± 20 cm) par rapport au niveau de plan d'eau de l'événement de référence considéré,
- l'état de l'ouvrage (appréciation principalement visuelle).

Ainsi, lorsque :

- la crête de la protection présente une cote la rendant submersible par plus de 0,20 m d'eau par l'aléa pris en compte (cote à identifier en bordure de côte),
- et/ou l'état de la protection est caractérisé (aspect visuel) par un état moyen ou dégradé,

la protection doit être considérée dans le calcul comme s'effaçant totalement sur le linéaire homogène total considéré.

Dans les autres cas (ouvrage en bon état non surversé ou surversé par moins de 0,20 m par l'aléa pris en compte), il conviendra de considérer une brèche dans les calculs. Comme précisé auparavant, le linéaire de brèche sera également dépendant du critère d'exposition à

la houle du tronçon d'ouvrage de protection.

Concernant les brèches, leur linéaire est défini forfaitairement en fonction de la longueur du tronçon d'ouvrage considéré et de son exposition à la houle. Par ailleurs, le forfait ainsi déterminé est modulé pour être amélioré, notamment lorsque les ouvrages ont fait l'objet de travaux sans toutefois être assortis d'une étude de danger dans le cadre du programme d'action de prévention des inondations (brèche PAPI / état de l'ouvrage très bon).

D) Niveau de protection retenu

La détermination de la cote de l'ouvrage de protection a un impact direct sur la prise en compte de cet ouvrage pour les différents événements de référence, étant donné que la surverse sur l'ouvrage est calculée à partir de ce niveau de protection.

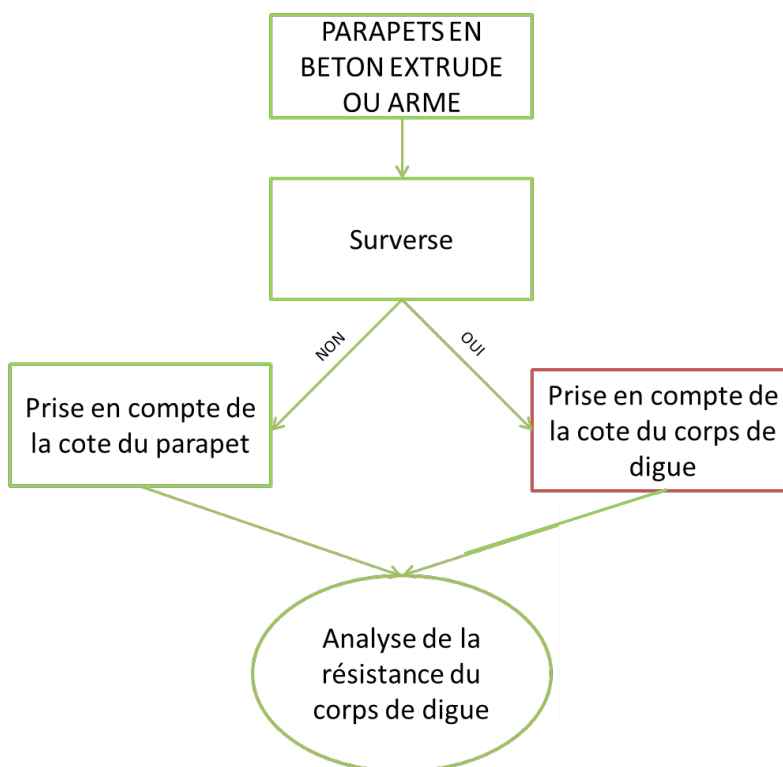
Or la cote de la protection retenue est liée à la prise en compte des éventuels parapets présents sur le corps de digue.

Initialement, les parapets considérés comme pérennes étaient uniquement les parapets en béton extrudé. Ainsi, la cote de l'ouvrage retenue était déterminée de la manière suivante :

- si le parapet était en béton extrudé, la cote de l'ouvrage de protection considérée était alors la cote du parapet,
- pour tout autre type de parapet, la cote de l'ouvrage de protection retenue était celle du corps de digue.

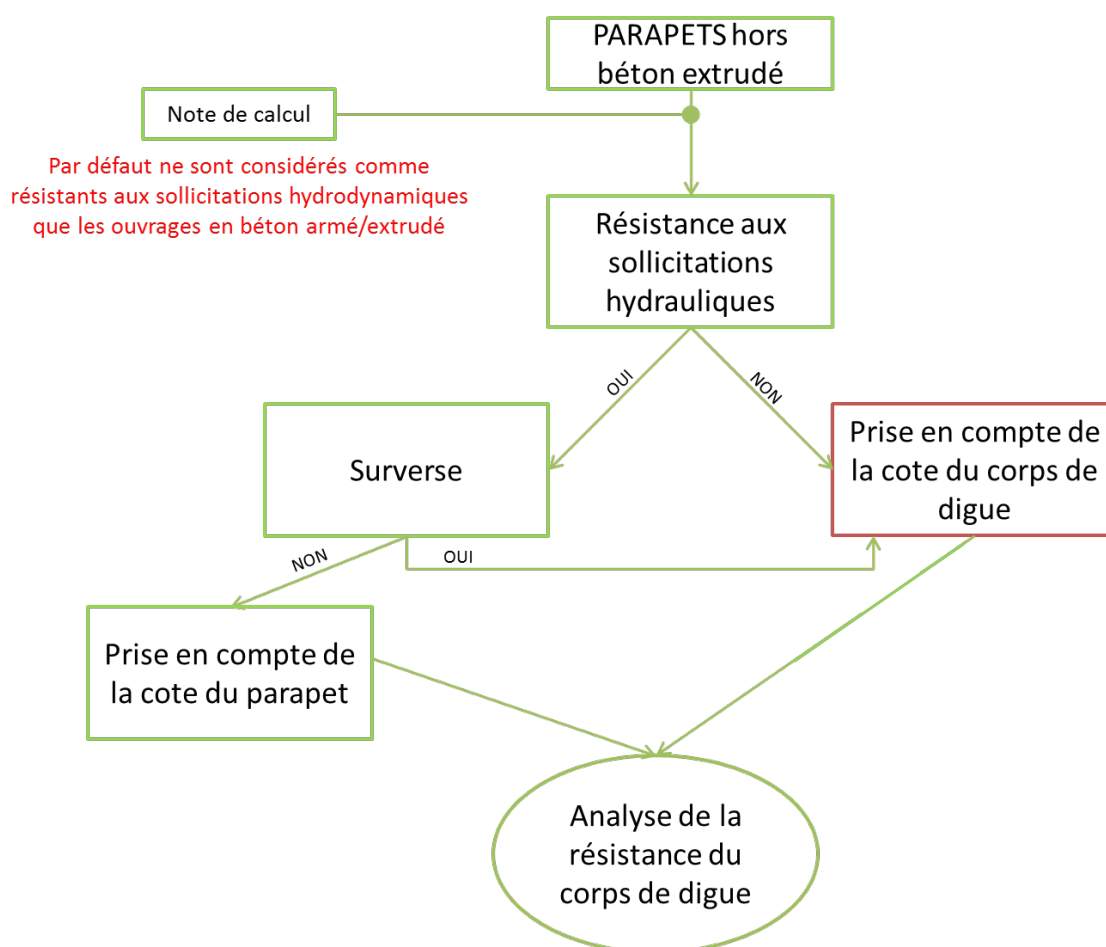
Cependant, suite aux nombreux échanges avec la CDC de L'Île de Ré d'une part et le groupe d'experts nationaux désignés par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer d'autre part, la prise en compte des parapets a évolué pour finalement être déterminée selon les axes suivants :

1) Parapet en béton extrudé



Arbre décisionnel pour la prise en compte des parapets en béton extrudé/armé dans la cote de protection

2) Autres natures de parapet (maçonné notamment)



Arbre décisionnel pour la prise en compte des parapets hors parapet en béton extrudé/armé dans la cote de protection

Concernant les parapets maçonnés, il a également été acté de retenir ceux présentant un bon état, non exposés à la houle et pour lequel le niveau d'eau pour l'événement de référence considéré n'atteint pas le pied du parapet (hors franchissement par paquets de mer).

Le tableau de l'annexe n°6 identifie, pour chaque tronçon homogène d'ouvrage de protection, la prise en compte dans les modélisations des parapets lorsque les tronçons d'ouvrage de protection en sont dotés.

E) Prise en compte des infrastructures linéaires en arrière des protections de bord de côte

Conformément aux textes en vigueur, il a été demandé par les services de l'État de considérer toute infrastructure linéaire (pistes cyclables, routes, etc...) en remblai située à moins de 150 m de la protection de bord de côte susceptible de se détruire lors de l'arrivée de l'onde de submersion générée par la rupture de la protection côtière.

Ainsi, toute infrastructure présentant un remblai conséquent dans cette bande de 150 m en arrière de la protection principale a été considérée dans le modèle comme arasée à la cote du terrain naturel de part et d'autre (arasement réalisé dès le début du calcul).

F) Prise en compte des portes de bassins portuaires

Dans le cadre du PAPI, certains systèmes d'endiguement et de protection vont comporter ou comportent des portes dites « anti-submersion » pour prévenir les entrées d'eau marine sur le territoire par les bassins portuaires.

Dans ce contexte, les portes sont dimensionnées de manière à résister a minima à l'aléa de référence du PPRN à court terme (Xynthia + 20 cm). Aussi, la défaillance qui pourrait être observée consiste en un défaut de manœuvre de la porte qui conduirait à ce qu'elle reste partiellement ou complètement ouverte.

Pour palier à cette éventuelle défaillance, des moyens de fermeture de secours sont intégrés à l'ouvrage et des exercices réguliers de manœuvre seront exercés par le gestionnaire de l'ouvrage conformément aux dispositions de l'étude de dangers disponible pour cet ouvrage.

D'autre part, à l'annonce de la vigilance vague submersion mise en place par Météo France au lendemain de la tempête Xynthia et selon les consignes de sécurité définies par le gestionnaire de l'ouvrage, la fermeture de la porte interviendra suffisamment en amont de l'événement. Ainsi, en cas de défaillance dans la fermeture de la porte, ce délai permettra d'anticiper la mise en sécurité des personnes par leur évacuation et leur regroupement dans les points de rassemblement prévus au plan communal de sauvegarde.

C'est pourquoi, au vu de ces différents critères, il a été retenu de ne pas pratiquer de défaillance des portes de bassins portuaires dans les modélisations des aléas de submersion marine. Ce principe vaut pour l'ensemble de ce type d'ouvrages du département de Charente-Maritime et plus particulièrement pour la commune de La Flotte à l'échelle du bassin de l'île de Ré.

G) Les cordons dunaires

Une analyse des taux d'évolution du trait de côte et notamment de l'impact d'une forte tempête de type Xynthia sur les cordons dunaires a conduit à définir que les cordons dunaires présentant une largeur résiduelle supérieure à 25 m prise au niveau de référence de l'aléa considéré, pouvaient être considérés comme pérennes.

Dans le cas de cordons dunaires minces (cordons de largeur inférieur à 25 m prise au niveau de référence de l'aléa considéré), une identification du scénario a été réalisée au cas par cas en fonction du risque d'érosion du secteur telle que :

- risque d'érosion faible à nul : ouvrage pérenne au regard du risque submersion : pas de brèches ni d'effacements
- risque d'érosion moyen à important (de l'ordre de 20 à 25 m dans les 100 prochaines années) : simulations de brèches sur le cordon.

H) Dynamique de constitution des brèches ou d'effacements d'ouvrages

La problématique de survenue de la dynamique d'arasement (à la cote du terrain naturel en arrière immédiat) influe sur les volumes entrant à l'intérieur des terres (et donc sur les cotes d'inondation dans ces secteurs), mais également sur la dynamique des vitesses d'écoulement.

Des analyses de sensibilité ayant été menées en 2012 lors de l'élaboration des études préalables au PPRN « Nord Département » ont précisé en détail la dynamique à retenir. Ces éléments, développés ci-après, ont été validés par le centre d'études techniques maritimes et fluviales (CETMEF) du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer et confirmés au cas d'espèce du bassin d'études de l'île de Ré.

Ainsi, les principes retenus quant à la dynamique de constitution des brèches ou d'effacements **d'ouvrages non constitués de bri** sont les suivants :

- brèche ou effacement se produisant **une heure avant la pleine mer** en tout point du linéaire pour les tronçons d'ouvrage de 1^{er} rang. Pour les tronçons d'ouvrage de 2nd rang, la rupture est simulée lorsque l'ouvrage se trouve à pleine charge.
- brèche ou effacement se produisant **instantanément** dans le calcul,
- brèche ou effacement se produisant jusqu'au niveau du terrain naturel ou de la route située immédiatement en arrière de la protection initiale.

Cette dynamique et ce scénario de rupture (brèche ou effacement) sont donc appliqués selon la configuration du tronçon d'ouvrage de protection et la longueur indiquées dans le tableau de l'annexe n°6 de l'ensemble des ouvrages hors ouvrages en bri, pour tous les calculs réalisés ci-après.

En outre, le bri étant un matériau peu érodable, la dynamique d'arasement des ouvrages en bri ne doit pas être considérée comme similaire à la dynamique d'arasement d'ouvrages quelconques. En effet, après discussion avec les différents acteurs concernés, il a été reconnu que ce type d'ouvrage supporte un temps de surverse plus long que les autres ouvrages, permettant ainsi l'inondation des terrains arrières. De part ce phénomène, la fonction érosive de la surverse de l'ouvrage se trouve réduite et il a donc été considéré de conserver, au final de l'événement, un merlon résiduel de la digue dont la hauteur peut être identifiée selon le diagramme suivant. La présence de ce merlon résiduel et sa hauteur ont été appréciées et calées par les experts du ministère selon les retours d'expérience faisant suite à la tempête Xynthia et l'exposition ou non de l'ouvrage à la houle.

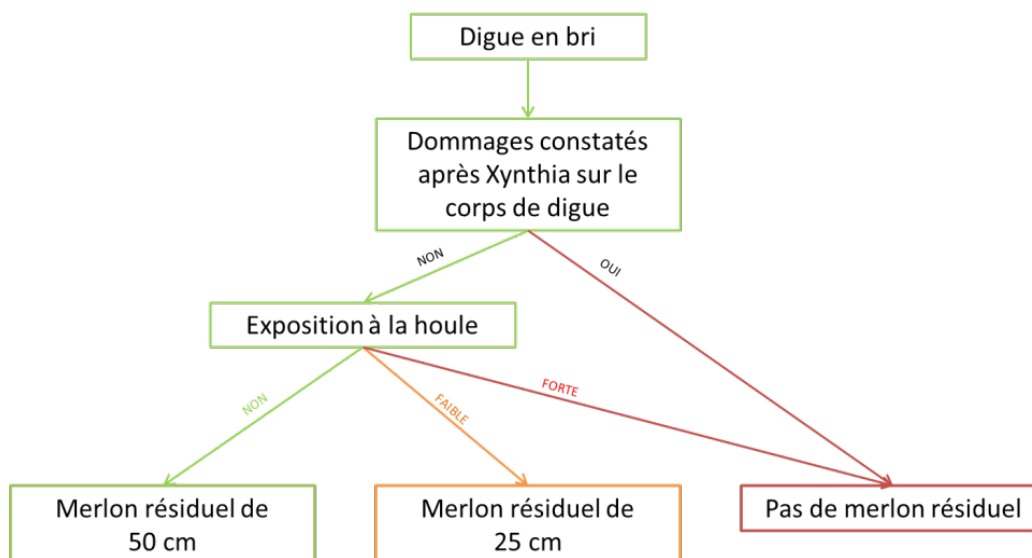


Diagramme de prise en compte du merlon résiduel pour les ouvrages en bri

I) Les ouvrages de protection réalisés dans le cadre du PAPI

Au travers de son axe 7, le programme d'actions de prévention des inondations porté par la communauté de communes de l'île de Ré et labélisé par la commission mixte inondation en Juillet 2012 prévoit la réalisation d'ouvrages de protection (digues) le long du littoral de l'île.

Dans ce cadre, les projets d'ouvrages font l'objet d'études de dangers qui permettent d'apprécier le comportement des ouvrages face à différents événements de référence. Ainsi, dans ces documents, des simulations de zones inondables sont simulées pour différents cas répondant à une rupture de l'ouvrage.

La circulaire du 27 juillet 2011 prévoit que le choix du scénario de défaillance de l'ouvrage

(rupture généralisée, brèche) doit provenir des éléments techniques fournis par le gestionnaire (dans le cadre de la réalisation des études de dangers).

Ainsi, dès lors que des études de dangers (EDD) sont disponibles, les services de l'État les ont analysées, de manière à faire évoluer le scénario de défaillance retenu forfaitairement.

Les éléments issus des études de dangers permettent :

- d'améliorer la définition des tronçons par une meilleure prise en compte de la zone homogène d'influence de la protection et une meilleure connaissance et définition de l'altimétrie et de la conception de l'ouvrage de protection.
- de faire évoluer le scénario de défaillance PPR au regard des défaillances étudiées dans l'EDD sur la base de leurs dimensions et de leurs emplacements dès lors que ces derniers restent conformes aux principes de la circulaire du 27 juillet 2011 à savoir :
 - une brèche minimum de 50 m par tronçon d'ouvrage. À ce titre, pour la définition des aléas, même en présence d'une EDD conclusive sur la non défaillance de l'ouvrage au regard de l'aléa de référence considéré, il sera retenu une brèche de 50 m par 500 m linéaire d'ouvrage ;
 - une localisation des brèches au droit des zones urbanisées (étude des localisations les plus défavorables).

Enfin, la circulaire du 27 juillet 2011 prévoit que les ouvrages doivent être pris en compte dans leur état existant au moment de l'approbation du PPRN. Ainsi, afin de pouvoir être pris en compte, l'ouvrage devra être achevé.

Par conséquent, seuls les ouvrages de protection dits « PAPI » dont l'achèvement est programmé de manière concomitante avec l'approbation du présent PPRN sont pris en compte dans l'élaboration des cartes d'aléas et des cartes réglementaires qui en découlent.

À l'échelle de l'île, il s'agit notamment des ouvrages suivants :

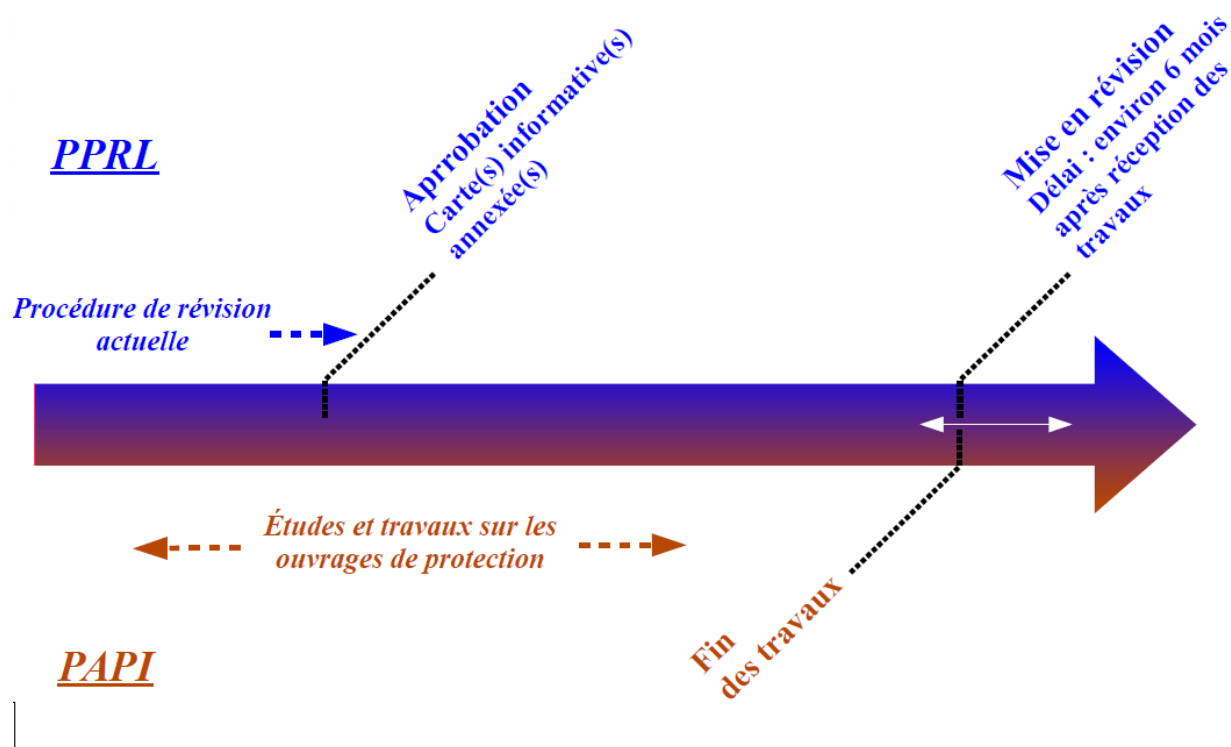
- la digue du Boutillon (Ars / La Couarde sur Mer),
- la digue de 1^{er} rang de la petite tonille et celle de 2nd rang du bourg (Loix),
- la digue des Doreaux (Saint Clément des Baleines),
- la porte du bassin à flot ainsi que les digues Est du port et de l'Arnérault (La Flotte),
- la digue du bourg (Rivedoux).

Dans les autres cas, si les calendriers de réalisation des ouvrages et d'approbation du PPRN ne sont pas compatibles, une carte informative PAPI est annexée à la présente note et le PPRN fera l'objet d'une révision selon la procédure énoncée au chapitre I.3. À l'échelle de l'île de Ré, des cartographies informatives intégrant les ouvrages non réalisés ou non achevés à la date d'approbation du présent PPRN ont été réalisées :

- Sur la commune de Saint Clément des Baleines : les projets relatifs aux tronçons d'ouvrages composant le système de protection notamment dans le Fier d'Ars n'étant pas suffisamment définis au moment de l'élaboration du présent PPRN, la cartographie informative (2014) de l'aléa court terme a été réalisée en intégrant des ouvrages de 1^{er} et de 2nd rang et en prenant comme hypothèses que ces derniers seraient insubmersibles. En fonction du projet de protection qui sera finalement retenu dans ce secteur, les cartes d'aléas PAPI seront amenées à évoluer et seront donc révisées.
- Sur les communes des Portes en Ré, Sainte Marie de Ré, Saint Martin de Ré et Ars en Ré, les projets d'ouvrage de protection n'étant pas suffisamment définis, une carte informative PAPI a été réalisée uniquement pour l'aléa court terme afin de procurer une visibilité sur la constructibilité suite aux travaux PAPI.
- Sur la commune de Loix : les cartes informatives PAPI court et long termes intègrent la levée de terre de la Tonille.
- Sur la commune de La Couarde sur Mer et du Bois-Plage en Ré : concernant la commune de La Couarde sur Mer, des cartes informatives PAPI court et long terme ont été réalisées en prenant en compte le projet d'ouvrage de protection de 1^{er} rang fourni par le Conseil Départemental 17. En l'absence d'études de dangers sur cet ouvrage, les cartes d'aléas PAPI ont été réalisées avec les hypothèses de défaillances forfaitaires « état très bon ». Ces hypothèses forfaitaires seront actualisées dès lors

que l'étude de dangers sera disponible et aura été validée par les services compétents de l'État. La zone de submersion ayant une influence sur la commune du Bois-Plage en Ré, des cartographies informatives PAPI court et long termes ont également été réalisées sur cette commune.

Enfin, compte-tenu de la connaissance de la date d'achèvement des travaux, le calendrier de la procédure de révision sera adapté de manière à aboutir à l'approbation de la révision du PPRN dans un délai de six mois suivant l'achèvement des travaux selon la chronologie suivante :



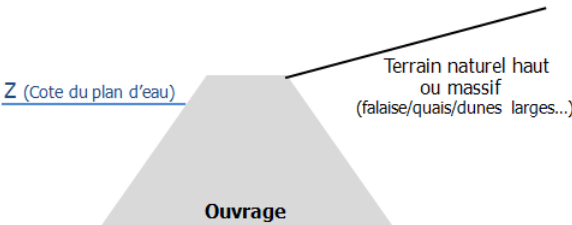
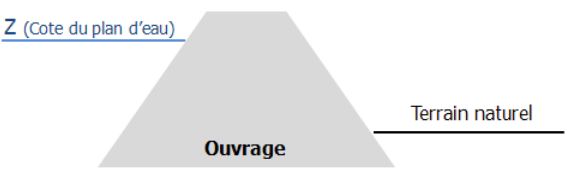
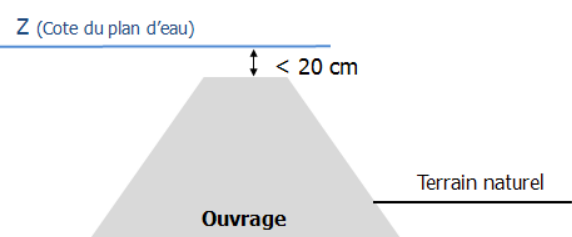
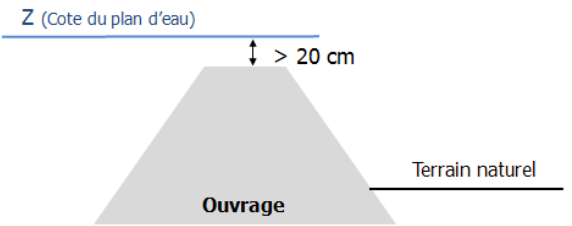
J) Synthèse de la prise en compte des ouvrages de protection

Le présent paragraphe résume les différentes situations rencontrées en matière d'hypothèses de défaillances des ouvrages de protection.

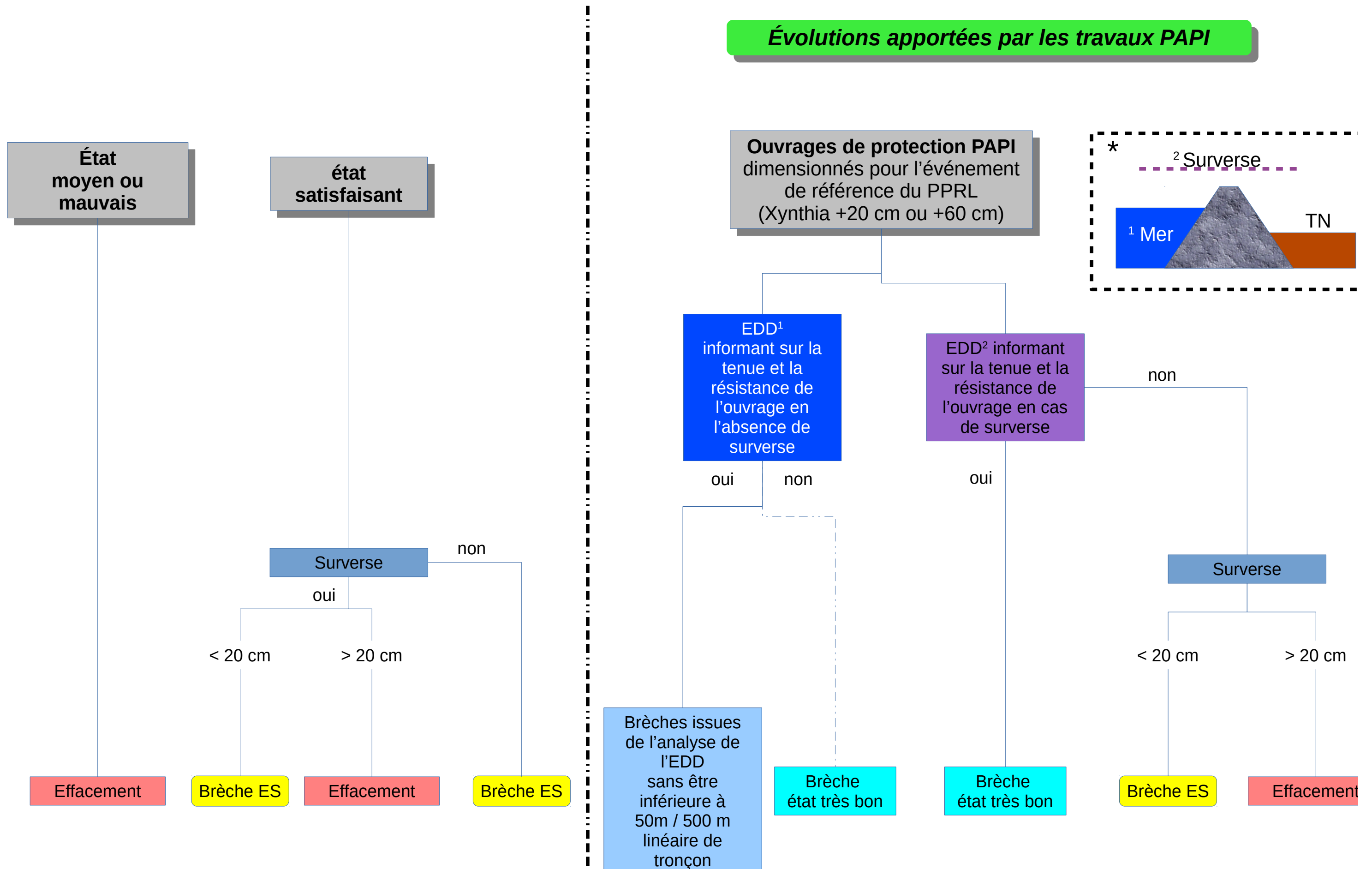
Par ailleurs, il est important de souligner que compte tenu de l'importance de l'aléa à prendre en compte, certains des tronçons pourront être soumis uniquement à des brèches pour l'aléa court terme (Xynthia +20 cm). Toutefois, en raison des cotes de niveaux de plans d'eau, plus hautes pour l'aléa long terme (Xynthia +60 cm), ces mêmes tronçons d'ouvrage de protection pourront être considérés en effacement.

Enfin, le principe des linéaires de brèches issus des hypothèses forfaitaires sont récapitulées ci-dessous. Le tableau de l'annexe 6 présente également les linéaires de défaillance retenus pour chaque tronçon d'ouvrage de protection.

Principes de prise en compte des ouvrages protections

Scénario de l'ouvrage / État de l'ouvrage	État satisfaisant	État moyen/dégradé
Secteurs de falaises, de quais, de terrains hauts à l'arrière de la protection ou de dunes larges (cordons de largeur > 25 m) 	Ouvrage pérenne en regard du risque submersion Pas de brèches ni d'effacement d'ouvrage	
Secteurs de protections pour lesquels la cote de protection est supérieure à la cote du plan d'eau 	Simulation de brèches	Simulation d'un effacement sur l'ensemble du linéaire
Secteurs de protections pour lesquels la cote de protection est supérieure <u>de moins</u> de 20 cm à la cote du plan d'eau 	Simulation de brèches	Simulation d'un effacement sur l'ensemble du linéaire
Secteurs de protections pour lesquels la cote de protection est supérieure <u>de plus</u> de 20 cm à la cote du plan d'eau 	Simulation d'un effacement sur l'ensemble du linéaire	Simulation d'un effacement sur l'ensemble du linéaire

Logigramme de prise en compte des ouvrages de protection dans les modélisations de submersion marine



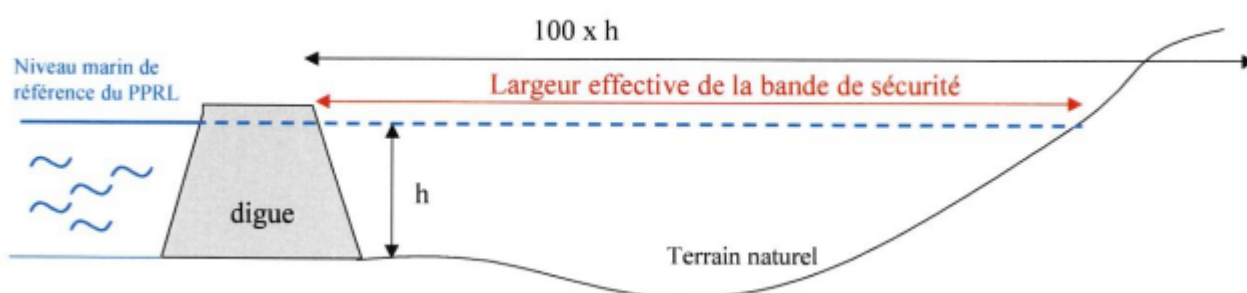
Linéaire de brèche appliqué en fonction de l'exposition à la houle

Brèche « état satisfaisant »				Brèche « état très bon »			
Exposition à la houle				Exposition à la houle			
OUI		NON		OUI		NON	
L tronçon	Brèches	L tronçon	Brèches	L tronçon	Brèches	L tronçon	Brèches
0 – 300 m	1 x 50 m	0 – 300 m	1 x 50 m	0 – 300 m	1 x 50 m	0 – 300 m	1 x 50 m
300 – 500 m	1 x 100 m	300 – 750 m	1 x 100 m	300 – 1000 m	1 x 100 m	300 – 1500 m	1 x 100 m
500 – 1000 m	2 x 100 m	750 – 1250 m	2 x 100 m	1000 – 2000 m	2 x 100 m	1500 – 3000 m	2 x 100 m
1000 – 1500 m	3 x 100 m	1250 – 2250 m	3 x 100 m	2000 – 3000 m	3 x 100 m	> 3000 m	3 x 100 m
1500 – 2000 m	4 x 100 m	2250 – 3250 m	4 x 100 m	3000 – 4000 m	4 x 100 m		
2000 – 2500 m	5 x 100 m	3250 – 4250 m	5 x 100 m	> 4000 m	5 x 100 m		
2500 – 3000 m	6 x 100 m	L > 4250 m	6 x 100 m				

K) La bande de précaution

En application de la circulaire du 27 juillet 2011, une bande de précaution doit être identifiée. Elle correspond à la zone située immédiatement en arrière des ouvrages de protection (Cf. chapitre « bande de précaution » de la circulaire du 27 juillet 2011), zone où la population serait en danger suite à une surverse, des brèches ou une rupture totale de l'ouvrage de protection, du fait des hauteurs ou des vitesses d'écoulement.

Comme le montre la figure suivante, la zone en arrière des protections, comprise entre la digue et une largeur de 100 fois la hauteur d'eau au droit de la protection, est située en bande de précaution, zone au sein de laquelle est retenu un principe d'inconstructibilité strict.



III.3.V. Cartographie des aléas court et long termes

Les différentes limites des paramètres retenus pour les cartographies des hauteurs d'eau (seuils de 0,5 et 1 m) et des vitesses d'écoulement (0,20 et 0,50 m/s) présentées dans les paragraphes suivants ont été identifiées selon les préconisations émises dans le cadre de la dernière circulaire du 27 juillet 2011 et du guide national d'élaboration des Plans de Préventions des Risques Littoraux (mai 2014).

III.3.V.1. Cartographie des hauteurs d'eau

Pour les deux scénarios alliant conditions hydrométéorologiques et prise en compte de la protection décrits précédemment, il a été réalisé, sur la base des résultats détaillés issus du modèle, un modèle numérique de terrain (MNT) décrivant le plan d'eau maximal obtenu en tout point de calcul.

Les deux plans d'eau ainsi générés identifient donc les niveaux pour :

- l'aléa à court terme (Xynthia +20 cm au large), intégrant les hypothèses de brèches et d'effacement des ouvrages de protection décrites dans le tableau de l'annexe n°6,
- l'aléa à long terme (Xynthia +60 cm au large), intégrant également les hypothèses de brèches et d'effacement des ouvrages de protection décrites dans le tableau de l'annexe n°6.

Ces résultats ont ensuite été projetés sur la topographie issue du Litto3D afin d'obtenir la hauteur d'eau en tout point du territoire (**hauteur d'eau = niveau du plan d'eau – topographie**

du terrain naturel)

Les hauteurs d'eau sont qualifiées de la manière suivante :

- $0 \leq H < 0,5$ m : hauteur faible,
- $0,5 \leq H < 1,0$ m : hauteur moyenne,
- $H \geq 1,0$ m : hauteur forte.

III.3.V.2. Cartographie des vitesses d'écoulement

Pour les deux mêmes scénarios décrits précédemment, il a été extrait des résultats détaillés du modèle une cartographie des vitesses d'écoulement horizontal.

Notons ici que, compte tenu du fait que les bâtiments ne sont pas décrits dans le modèle comme des obstacles en dur, la cartographie présentée doit être, dans les zones densément urbanisées, prise en compte comme identifiant ce paramètre à échelle globale et donc sans détailler les sur-vitesses ou zones d'ombre qui pourraient être très localement identifiées en considérant, avec un détail adapté, le bâti présent dans la zone.

Les vitesses d'écoulement sont qualifiées de la manière suivante :

- $0 \leq H < 0,20$ m/s : vitesse faible,
- $0,20 \leq H < 0,50$ m/s : vitesse moyenne,
- $H \geq 0,5$ m/s : vitesse élevée.

III.3.V.3. Cartographie de l'aléa de référence

Le tableau suivant, issu des directives nationales prises en considération par les services de l'État, identifie le croisement adopté pour qualifier les aléas de submersion marine.

Vitesse \ Hauteur d'eau	0 à 0,50 m	0,50 à 1 m	> à 1 m
0 à 0,20 m/s	Faible	Modéré	Fort
0,20 à 0,50 m/s	Modéré	Modéré	Fort
> à 0,50 m/s	Fort	Fort	Très fort

Pour les deux scénarios décrits précédemment, des cartographies lissées des aléas ont été réalisées (Cf. annexes 7-2 et 7-3).

Par ailleurs, une cartographie de l'aléa naturel (sans digues) a été réalisée pour l'événement de référence court terme (Xynthia + 20 cm) (Cf. annexe 7-1).

III.4. Détermination de l'aléa incendie de forêt

III.4.1. Analyse des événements historiques

L'objectif de cette première étape a été de recenser de manière exhaustive les départs de feux et

les surfaces brûlées des 50 dernières années sur l'ensemble de l'île.

Pour cela, un important travail bibliographique a été réalisé en étroite collaboration avec les personnels du SDIS 17.

Une analyse approfondie sur la nature des départs de feux a fait apparaître que plus de 75 % des incendies étaient d'origine inconnue et situés, pour 90 % d'entre eux, à moins de 200 m d'un axe de communication carrossable ou d'une zone bâtie.

Ces différents éléments nous ont ensuite servi pour l'analyse de l'occurrence spatiale et temporelle du phénomène incendie de forêts.

III.4.II. Cartographie des peuplements forestiers

III.4.II.1. Rappel méthodologique

La cartographie des peuplements forestiers des communes de l'Île de Ré a été réalisée en trois étapes :

- Pré-cartographie par télédétection (et/ou photo interprétation), via orthophoto IRC IGN 2010, et croisement des différentes bases de données déjà disponibles (IFN, ONF, IGN).
- Campagne terrain avec corrections et/ou enrichissements de la pré-cartographie à l'aide d'un GPS Trimble de précision métrique (description de la continuité verticale et horizontale de la végétation).
- Intégration des relevés de la campagne terrain dans la pré-cartographie et homogénéisation du rendu.

La typologie des peuplements est une simplification de la typologie (plus technique) utilisée pour la définition des niveaux d'inflammabilité et de combustibilité qui sont deux des éléments nécessaires pour obtenir l'indice d'aléa. L'objectif a été de différencier les peuplements en fonction de trois facteurs principaux :

- l'essence dominante,
- la continuité verticale de la végétation (continuité entre les trois strates),
- la densité ou continuité horizontale de la végétation.

Il est important de préciser que lors de la phase de concertation avec les services techniques de la commune, la cartographie a pu évoluer sur la base des informations complémentaires apportées et validées lors d'une visite terrain.

III.4.II.2. Comparaison des peuplements forestiers entre 2002 et 2012

La cartographie de l'évolution de la végétation entre 2002 & 2012 n'est transmise qu'à titre d'information et n'a été intégrée dans aucun traitement. En effet, compte-tenu de l'évolution en dix ans des méthodes de cartographie des peuplements forestiers, une comparaison des résultats obtenus de manière différente avec des niveaux de précision variables n'aurait pas de fondement scientifique. Cette carte permet uniquement de faire apparaître la tendance générale des boisements forestiers sur les 10 dernières années, à une échelle communale.

Pour simplifier la lecture de cette évolution, la carte des peuplements forestiers ne fait apparaître que deux classes :

- les zones boisées qui regroupent l'ensemble des différents types de peuplements forestiers relevés en 2002 et 2012,
- les friches forestières qui sont des peuplements naturels installés sur des terrains qui, auparavant, n'étaient pas en nature de bois.

III.4.III. Analyse des interfaces Forêts / Habitats

L'analyse des interfaces forêt/habitat a pour but de faire apparaître les zones directement impactées par le risque d'incendies de forêts. Cette cartographie permet aussi de localiser facilement les zones soumises à la réglementation concernant le débroussaillage (cf. code forestier et code de l'urbanisme).

Sans établir à ce stade une cartographie des enjeux à proprement dits comme cela sera précisément le cas dans une phase dédiée, l'identification des zones d'habitat est nécessaire, dès la phase d'analyse préalable, afin de préciser la notion d'interface forêt /habitat, éventuellement soumise à l'aléa :

- du fait de la présence de végétation combustible,
- du fait du phénomène de rayonnement du feu en cas de survenance d'un événement de forte intensité.

Après avoir obtenu une cartographie précise des peuplements forestiers, plusieurs traitements ont été réalisés à partir des bâtis présents sur l'île. Seuls les bâtis en dur > 30 m² ont été utilisés pour générer des zones d'habitat en se basant sur la méthodologie développée dans le cadre du projet européen de cartographie du risque incendies de forêts "PYROSUDOÉ".

Cette typologie de l'habitat est construite en prenant en compte différentes variables :

- densité de bâtis par zone,
- nombre de bâtis par zone,
- distance moyenne entre chaque bâti dans chaque zone,
- nature des bâtis.

Le résultat de ce traitement permet d'obtenir une typologie de l'habitat selon quatre classes :

- 1 - habitat isolé,
- 2 - habitat diffus,
- 3 - habitat groupé,
- 4 - habitat urbain.

Par ailleurs, les campings autorisés ont été identifiés (classe supplémentaire constituée à partir d'une photo interprétation de la BD ORTHO IGN 2010 transmise par la DDTM 17 et vérifiée par l'ONF sur le terrain).

III.4.IV. Analyse de l'éclosion potentielle

L'analyse de l'éclosion potentielle caractérise l'occurrence spatiale potentielle de départ et de propagation d'un feu de forêt.

L'occurrence spatiale du phénomène peut s'avérer difficile à modéliser avec précision et fiabilité du fait de la mauvaise connaissance des conditions de références à retenir (variabilité des conditions selon la saisonnalité des feux...), de la relative homogénéité de certains critères classiquement pris en considération (relief, exposition, végétation...), et de l'absence d'études scientifiques spécifiques. Ces éléments nous ont amené à préférer à la modélisation mathématique, une méthodologie indiciaire basée sur des croisements de variables.

Le résultat hiérarchisé en trois classes (faible, moyen, fort) est donc réalisé à partir du croisement des données relatives à l'analyse des départs de feu et à celle de l'indice d'inflammabilité qui découle directement de la cartographie des peuplements forestiers.

L'inflammabilité qualifie la facilité avec laquelle les éléments fins d'une espèce végétale donnée prennent feu. Elle est en particulier fonction des espèces végétales présentes dans les étages inférieurs (herbacés et broussailles). C'est en fait la capacité qu'a un feu à se déclarer.

La cartographie des départs de feu est basée sur l'analyse des événements historiques définie

précédemment.

Comme vu précédemment, le traitement statistique et géostatistique des départs de feu fait apparaître que plus de 90 % d'entre eux ont eu lieu dans une zone tampon de 200 m située autour des principaux axes routiers et des zones d'habitat (ex : un mégot de cigarette jeté sur le bord de la route ou un propriétaire qui brûle ses déchets au fond de son jardin). Pour le calcul de l'éclosion potentielle, un poids statistique supplémentaire a donc été donné à la variable des départs de feu.

La cartographie de l'éclosion potentielle caractérisant l'aléa induit sera considérée comme représentative de l'occurrence spatiale potentielle, et constituera le premier élément synthétique de constitution du niveau d'aléa.

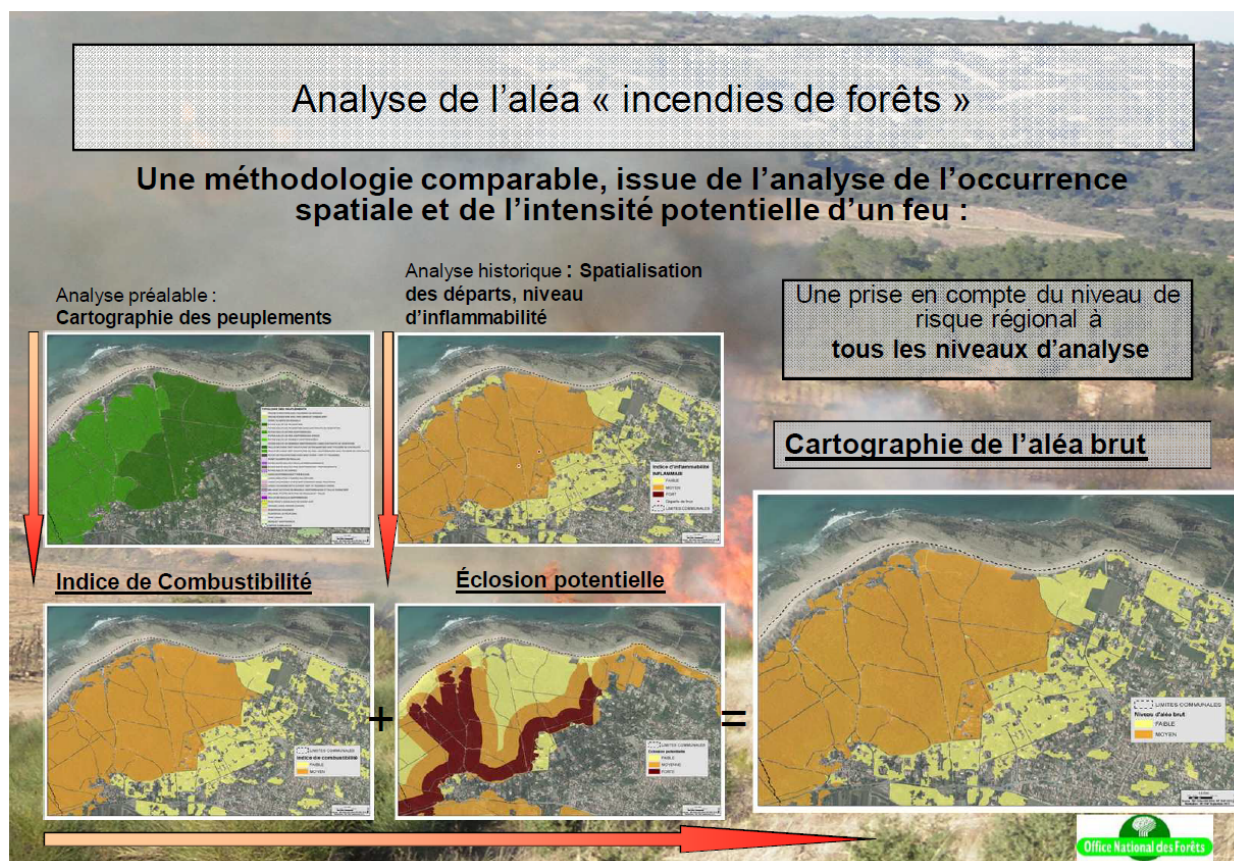
III.4.V. Analyse de l'aléa lissé

Le recours à la cartographie sous SIG permet d'obtenir directement la cartographie des niveaux d'aléa sur l'ensemble des zones naturelles boisées, par croisement des phénomènes d'intensité et d'occurrence précédemment obtenues, sur la base d'un tableau de croisement.

L'analyse de l'aléa incendie de forêts est la synthèse des variables suivantes :

- **la combustibilité** : ce critère caractérise la puissance de feu qu'une formation végétale donnée peut alimenter. Elle dépend principalement de la structure et de la nature des espèces dominantes de cette formation (ligneux bas et ligneux hauts), de leur état phénologique ainsi que de certains facteurs aggravants tels la présence importante de bois morts, le dépérissement de la végétation dominante, les branches basses et les contacts entre les différents étages de végétation. C'est en fait la quantité de masse combustible d'un peuplement.
- **l'éclosion potentielle** qui, comme définie précédemment, est générée à partir du croisement entre l'inflammabilité des peuplements et les départs de feu.

Le résultat de ces croisements a permis d'établir la cartographie de « l'aléa brut » (Cf. illustration ci-dessous).



L'aléa feu de forêt ne s'arrête pas à la lisière des peuplements forestiers. En effet, compte tenu d'une part de la continuité de la végétation à l'intérieur des zones urbanisées et, d'autre part, des effets du rayonnement, le risque de propagation du feu s'étend sur une profondeur plus ou moins importante à l'intérieur des zones non forestières (zones urbaines, agricoles, ...).

Afin d'en tenir compte, un lissage de l'aléa a été effectué à l'intérieur des zones non forestières, en s'appuyant sur l'analyse des interfaces précédemment réalisée et sur les connaissances à dire d'expert relatives à la prise en compte du phénomène de rayonnement en fonction de la puissance du feu représentatif du niveau d'aléa.

Ce lissage des différents niveaux d'aléa brut (faible, moyen, fort) permet ainsi d'obtenir la cartographie de « l'aléa lissé ».

Nous avons considéré que le calcul de l'aléa lissé ne serait effectué que sur des peuplements forestiers > 500 m² ce qui explique l'absence de quelques « bosquets » répertoriés dans la cartographie des peuplements mais non présents dans la cartographie de l'aléa.

Cette décision a été prise en rapportant le phénomène d'incendies de forêts de l'Île de Ré dans un contexte plus global. En effet, le risque d'incendies de forêts n'est pas un risque majeur sur le département de la Charente-Maritime en comparaison avec le Sud-Est de la France, par exemple.

III.4.VI. Analyse de la défendabilité

En préambule et pour précision, l'analyse de la défendabilité n'entre pas en compte dans les traitements de l'aléa. Cet indice permettra d'obtenir, dans un second temps, le zonage réglementaire du risque incendies de forêts.

Dans le cas spécifique de l'aléa incendies de forêts appliqué à une portion de territoire présentant des contraintes moindres (climat, topographie, gestion forestière...), il est indispensable de prendre en considération la notion de défendabilité du territoire dans la synthèse du niveau de risque, **afin de ne pas aboutir à la mise en place de contraintes d'urbanisme disproportionnées au regard du niveau de risque considéré.**

À partir de l'inventaire des équipements de défense contre l'incendie (accès, disponibilité en eau, moyens de surveillance) et de l'analyse sommaire de l'organisation des moyens de lutte (positionnement des centres de secours, types de véhicules utilisés...), nous avons qualifié la vulnérabilité du territoire en vue d'évaluer le niveau de protection des secteurs exposés à l'aléa feu de forêt.

Cette analyse de la défendabilité est la synthèse du croisement de plusieurs variables transmises par le SDIS 17 et mises à jour sur le terrain en cas de besoin :

- la disponibilité en eau à partir de la localisation des hydrants,
- l'accessibilité du territoire (synthèse des temps d'accès des véhicules de secours),
- les moyens de surveillance (facteur pris en considération uniquement si des zones d'ombre ou des difficultés spécifiques sont identifiées sur le terrain).

Le résultat de l'analyse de la défendabilité se fera sous forme cartographique sur l'ensemble des territoires communaux en 2 classes :

- bonne défendabilité,
- défendabilité moyenne.

III.5. Recensement et cartographie des enjeux

III.5.1. Méthodologie

Une des préoccupations essentielles dans l'élaboration du projet de PPR consiste à apprécier les enjeux, c'est-à-dire les modes d'occupation et d'utilisation du territoire dans la zone à risque. Cette démarche a pour objectifs :

- a) l'identification d'un point de vue qualitatif des enjeux existants et futurs,
- b) l'orientation des prescriptions réglementaires et des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui seront établies en phase réglementaire.

Le recueil des données nécessaires à la détermination des enjeux a été obtenu par :

- une synthèse des éléments disponibles,
- une visite sur le terrain,
- des échanges avec les services de la Communauté de Communes,
- une rencontre bilatérale organisée entre chaque commune et les services de l'État pour vérification de la carte des enjeux lors de la présentation du zonage réglementaire.

Les enjeux humains et socio-économiques sont analysés à l'intérieur de l'enveloppe maximale des secteurs classés en zone d'aléa pour les 3 risques identifiés.

La prise en compte des enjeux, amène à différencier dans la zone d'étude :

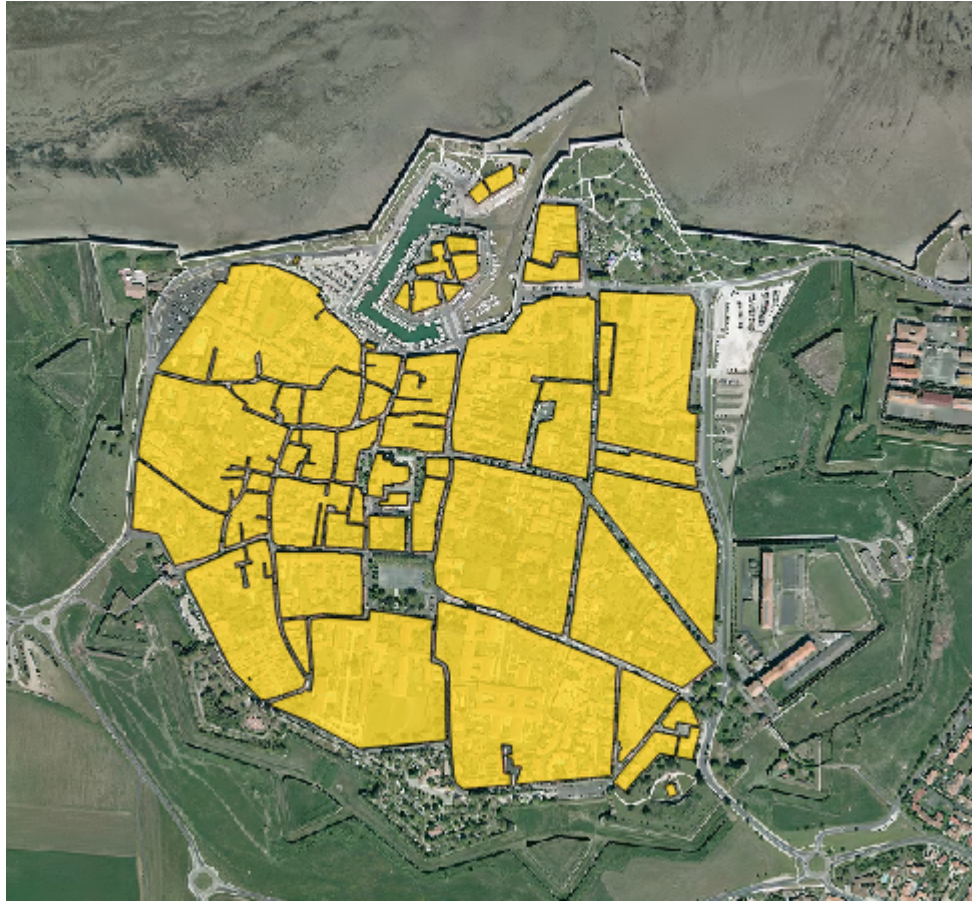
- les secteurs urbains, vulnérables en raison des enjeux humains et économiques qu'ils représentent ; il s'agit d'enjeux majeurs,
- les autres espaces. Il s'agit principalement des espaces agricoles, des prés et des espaces boisés.

Lors de cette phase, il a été regardé plus précisément la détermination des zones fortement urbanisées pour chaque commune. Après concertation avec la Communauté de Communes sur la règle à retenir pour déterminer celles-ci, il a été décidé :

- d'identifier les îlots urbains délimités par des routes, des chemins ou autres sur la base des fichiers cadastraux (Cf. figure ci-dessous),
- sur la base de ces îlots, déterminer le nombre de bâtiments en dur à l'hectare.

Les zones fortement urbanisées retenues correspondent aux zones comprenant plus de 20 bâtiments à l'hectare. Enfin, il est à noter que cette démarche a été menée sur la base des fichiers cadastraux datant de 2010, date de l'événement Xynthia.

De plus, à l'intérieur de ces zones fortement urbanisées, Les parcelles vierges de toute construction ont été identifiées et recensées. Ces données ont été fournies par la Communauté de Communes de l'île de Ré qui a réalisé ce travail sur la base des données cadastrales et des connaissances « terrain ».



Extrait de la carte des zones fortement urbanisées

III.5.II. Synthèse générale des enjeux sur l'île

Les enjeux répertoriés ci-après sont issus du recueil de données réalisé lors de la phase de recensement des enjeux. Les chiffres indiqués ci-après sont issus des données fournies par l'INSEE.

Le nombre d'habitants exposés aux risques a été déterminé à partir de la population municipale de 2014 (population résidente à l'année) et du nombre de bâtiments durs de plus de 50 m² identifiés sur le cadastre de 2015.

Le ratio du nombre d'habitants par bâtiment a permis d'estimer la population exposée au risque de submersion marine et au risque de feu de forêt à partir du décompte du nombre de bâtiments identifiés dans la zone à risque.

Les résultats de cette analyse globale sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Commune	Population municipale (2014)	Nb de bâtis durs > 50m ² (base cadastre 2015)	Ratio Hab/bâti	Feu de forêt		Submersion marine		Entreprises	
				Nb bâtiments > 50m ²	Nb habitants exposés	Nb bâtiments > 50m ²	Nb habitants exposés	Nb	Nb employés
La Couarde-sur-Mer	1213	2379	0.5	210	107	2322	1184	291	198
Ars-en-Ré	1282	1771	0.7	141	102	1184	857	291	321
Le Bois-Plage-en-Ré	2353	3273	0.7	382	275	61	44	397	343
La Flotte-en-Ré	2849	3061	0.9	319	297	614	571	455	2037
Loix	687	1235	0.6	4	2	368	205	125	87
Les Portes-en-Ré	616	2105	0.3	424	124	1928	564	167	84
Rivedoux-Plage	2295	2005	1.1	372	426	547	626	284	168
Saint-Clément-des-Baleines	632	1354	0.5	128	60	1290	602	96	80
Sainte-Marie-de-Ré	3382	3353	1.0	217	219	271	273	345	1180
Saint-Martin-de-Ré	2402	1662	1.4	42	61	145	210	549	871
TOTAL	17711	22198	0.8	2239	1672	8730	5136	3000	5369

Pour le risque d'Incendies de Forêts, environ 10 % de la population est exposée au risque. Ce constat est homogène sur les 5 communes du Sud de l'île (Rivedoux-Plage, La Flotte-en-Ré, Sainte-Marie-de-Ré, Bois-Plage en Ré et Saint-Martin-de-Ré) et sur les 5 communes du Nord (Loix, La Couarde-sur-Mer, Ars-en-Ré, Saint-Clément-des-Baleines et les Portes-en-Ré).

En ce qui concerne le risque submersion, la population exposée est nettement plus importante avec environ 30 % des résidents à l'année situés dans les zones à risque à l'échelle de l'île. La situation est très contrastée géographiquement :

- sur les communes du sud : environ 10-15 % des habitants permanents exposés,
- sur les communes du nord : environ 75 % des habitants permanents exposés.

De nombreuses entreprises sont également situées dans les secteurs d'aléas identifiés. Au total, environ 3 000 entreprises sont situées en zone à risque :

- sur les communes du Sud : environ 2 000 entreprises avec 2 600 employés estimés,
- sur les communes du Nord : environ 1 000 entreprises avec 800 employés estimés.

III.5.III. Synthèse des enjeux de la commune de Saint Martin de Ré

- Habitat :
 - ◆ 210 personnes vivent en permanence en zone inondable,
 - ◆ 60 personnes vivent en zone à risque Incendie de Forêt.
- Entreprises : 550 entreprises sont référencées en zone à risque représentant, selon les périodes, plus de 870 emplois.
- Campings : 3 campings sont situés en zone à risque.
- ERP : hôtels...
- Projets identifiés (enjeux futurs) :
 - ◆ extension de zones artisanales.

IV. L'élaboration du PPR

IV.1. Zonages et principes réglementaires

IV.1.I. Établissement d'un plan de zonage réglementaire

Le zonage et son règlement associé ont vocation à traduire les objectifs du PPR en s'appliquant non seulement aux biens et activités, mais aussi à toute autre occupation et utilisation des sols, qu'elle soit directement exposée ou de nature à modifier ou à aggraver les risques.

Le zonage réglementaire du PPR consiste à croiser l'aléa de référence cartographié pour chaque type de risque et les enjeux recensés par une analyse de l'occupation du sol et de sa vulnérabilité à la date de l'élaboration du PPR afin de définir des zones de réglementation en matière d'occupation du sol.

Le zonage du PPRN est élaboré par croisement entre :

- les aléas de référence soit :
 - l'aléa érosion marine ou recul du trait de côte,
 - l'aléa submersion de référence (aléa court terme ou long terme),
 - l'aléa incendie feu de forêt.

et :

- les enjeux recensés par une analyse de l'occupation du sol et de sa vulnérabilité à la date de l'élaboration du PPRN.

Dans le respect des objectifs visés ci-dessus et à l'échelle du bassin de l'île de Ré, le périmètre des PPRN, correspondant à l'ensemble des zones soumises aux aléas littoraux (érosion et submersion marines) ainsi qu'à l'aléa incendie feu de forêt définies dans la note de présentation, a été divisé en dix-sept zones selon le type et l'intensité du phénomène (aléa) et l'occupation du sol existante (enjeux) :

● **Risque érosion et submersion marines : 7 zones**

En ce qui concerne les risques littoraux (érosion côtière et submersion marine), le zonage du PPRN est élaboré sur la base des règles rappelées dans la circulaire du 27 juillet 2011 relative à la prise en compte du risque submersion marine dans les plans de prévention des risques naturels littoraux et ses annexes.

Circulaire du 27 juillet 2011 :

Le PPRL devra prendre en compte deux aléas distincts, l'aléa de référence [...] et un aléa à l'horizon 2100, avec une progressivité de la réglementation entre les deux conditionnée par le caractère urbanisé ou non de la zone considérée.

Pour mémoire :

- L'aléa court terme (Xynthia + 20 cm) permet de définir la constructibilité des terrains ;
- L'aléa long terme (Xynthia + 60 cm définit les mesures de réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens (exemple : cote plancher) à mettre en œuvre dès lors que le projet sera admis au regard de l'aléa court terme.

Ainsi, les zonages réglementaires liés aux seuls aléas littoraux (érosion côtière et submersion marine) sont :

- **la zone rouge Re**, qui concerne l'ensemble des zones soumises au risque d'érosion du littoral ;
 - **la zone rouge Rs1**, qui concerne l'ensemble des zones submersibles situées dans la bande de précaution en arrière des ouvrages de protection ou en zone de danger extrême, hors zone d'érosion identifiée en zone Re ;
 - **la zone rouge Rs2**, qui concerne toutes les zones submersibles en aléa très fort à court terme ;
 - **la zone rouge Rs3**, qui concerne :
 - les zones naturelles en aléas faible, modéré et fort pour l'aléa court terme et les zones naturelles hors aléa à court terme et en aléas modéré, fort et très fort pour l'aléa long terme ;
 - les zones urbanisées en aléa modéré et fort pour l'aléa court terme ;
 - **la zone orange Os**, qui concerne toutes les zones fortement urbanisées en aléa modéré à court terme ;
 - **la zone bleue Bs1**, qui concerne toutes les zones urbanisées en aléa faible à court terme ;
 - **la zone bleue claire Bs2**, qui concerne toutes les zones urbanisées comprises entre les limites des deux aléas (court terme et long terme), ainsi que les zones naturelles en aléa nul à court terme et faible à long terme.
- **Risque incendie de forêt : 2 zones**
 - **la zone rouge Rf**, concerne des zones soumises aux seuls aléas incendies de forêt. Elle comprend :
 - les zones qualifiées de naturelles (avec campings et activités éventuelles) soumises au risque incendie de forêt quel que soit le niveau d'aléa à l'exception des zones de débroussaillage ;
 - les zones urbanisées soumises à un aléa incendie de forêt en aléa modéré avec une défendabilité moyenne du territoire ou en aléa fort, quelle que soit la défendabilité du territoire.
 - **la zone verte Vf**, qui concerne toutes les zones urbanisées et d'activités économiques, ainsi que les campings et les activités de loisirs en zone urbanisée, soumises à un aléa incendie de forêt :
 - en aléa faible avec bonne ou moyenne défendabilité du territoire,
 - en aléa modéré, mais uniquement si la défendabilité du territoire est bonne.
 - **Les zones mixtes : 8 zones**
 - **la zone rouge hachurée en vert Ref**, qui concerne l'ensemble des zones Re, soumises au risque d'érosion du littoral, également soumises à un aléa quelconque au titre du risque incendie feu de forêt ;
 - **la zone rouge hachurée en vert Rs1f**, qui concerne l'ensemble des zones Rs1, zones submersibles dans la bande de précaution, également soumises à un aléa quelconque au titre du risque incendie feu de forêt ;
 - **la zone rouge hachurée en vert Rs2f**, qui concerne l'ensemble des zones Rs2, en aléa très fort à court terme pour le risque de la submersion marine, également soumises à un aléa quelconque au titre du risque incendie feu de forêt ;
 - **la zone rouge hachurée en vert Rs3f**, qui concerne l'ensemble des zones Rs3, également soumises à un aléa quelconque au titre du risque incendie feu de forêt ;

- **la zone rouge hachurée en bleu Rfs**, qui concerne l'ensemble des zones Rf, également soumises au risque submersion marine ;
- **la zone orange hachurée en vert Osf**, qui concerne l'ensemble des zones Os, également soumises à un aléa quelconque au titre du risque incendie feu de forêt ;
- **la zone bleue hachurée en vert Bs1f**, qui concerne l'ensemble des zones Bs1, également soumises au risque incendie de forêt dans toutes les zones urbanisées en aléa faible (quelle-que soit la défendabilité) ou modéré avec une bonne défendabilité du territoire ;
- **la zone Verte hachurée en bleu Vfs**, qui concerne l'ensemble des zones Bf, également soumises au risque submersion marine dans toutes les zones urbanisées comprises entre les limites des deux aléas (court terme et long termes), ainsi que les zones naturelles en aléa nul à court terme et faible à long terme.

Les tableaux de croisement qui ont permis de définir ces zones sont présentés ci-dessous :

Tableau de croisement Aléas / Enjeux pour le risque Incendie de Forêt

Enjeux	Aléa Incendie de Forêt			
	Faible		Modéré	
	DB	DM	DB	DM
Zone urbanisée et activités économiques	Vf		Vf	Rf
Camping en zone urbaine	Vf		Vf	Rf
Zone fortement urbanisée	Vf		Vf	Rf
Camping en zone naturelle	Rf		Rf	
Zone naturelle	Rf		Rf	

Tableau de croisement Aléas / Enjeux pour le risque Submersion Marine

Enjeux	Aléa Submersion Marine Court Terme				Aléa Submersion Marine Long Terme (quand aléa Court Terme « nul »)			
	Faible	Modéré	Fort	Très Fort	Faible	Modéré	Fort	Très Fort
Zone urbanisée et activités économiques	Bs1	Rs3	Rs3	Rs2	Bs2	Bs2	Bs2	Bs2
Camping en ZU	Bs1	Rs3	Rs3	Rs2	Bs2	Bs2	Bs2	Bs2
Zone fortement urbanisée	Bs1	Os	Rs3	Rs2	Bs2	Bs2	Bs2	Bs2
Camping en ZN	Rs3	Rs3	Rs3	Rs2	Bs2	Rs3	Rs3	Rs3
ZN	Rs3	Rs3	Rs3	Rs2	Bs2	Rs3	Rs3	Rs3

Ensuite, à partir des zones ainsi obtenues, un dernier tableau de croisement est utilisé afin d'intégrer le risque érosion côtière et de prendre en compte les cas de figures où les zones Incendie de Forêt croisent les zones Submersion Marine.

Du fait du degré d'importance du risque, la zone concernant le risque érosion (Re) puis la zone Rs1 représentant font l'objet de dispositions réglementaires plus restrictives que les autres.

	zones	Incendie de forêt	
		Vf	Rf
Érosion	Re	Ref	Ref
Bande précaution	Rs1	Rs1f	Rs1f
Submersion marine	Rs2	Rs2f	Rs2f
	Rs3	Rs3f	Rs3f
	Os	Osf	Osf
	Bs1	Bs1f	Bs1f
	Bs2	Vfs	Rfs

Tableau de croisement utilisé pour les cartes de zonage

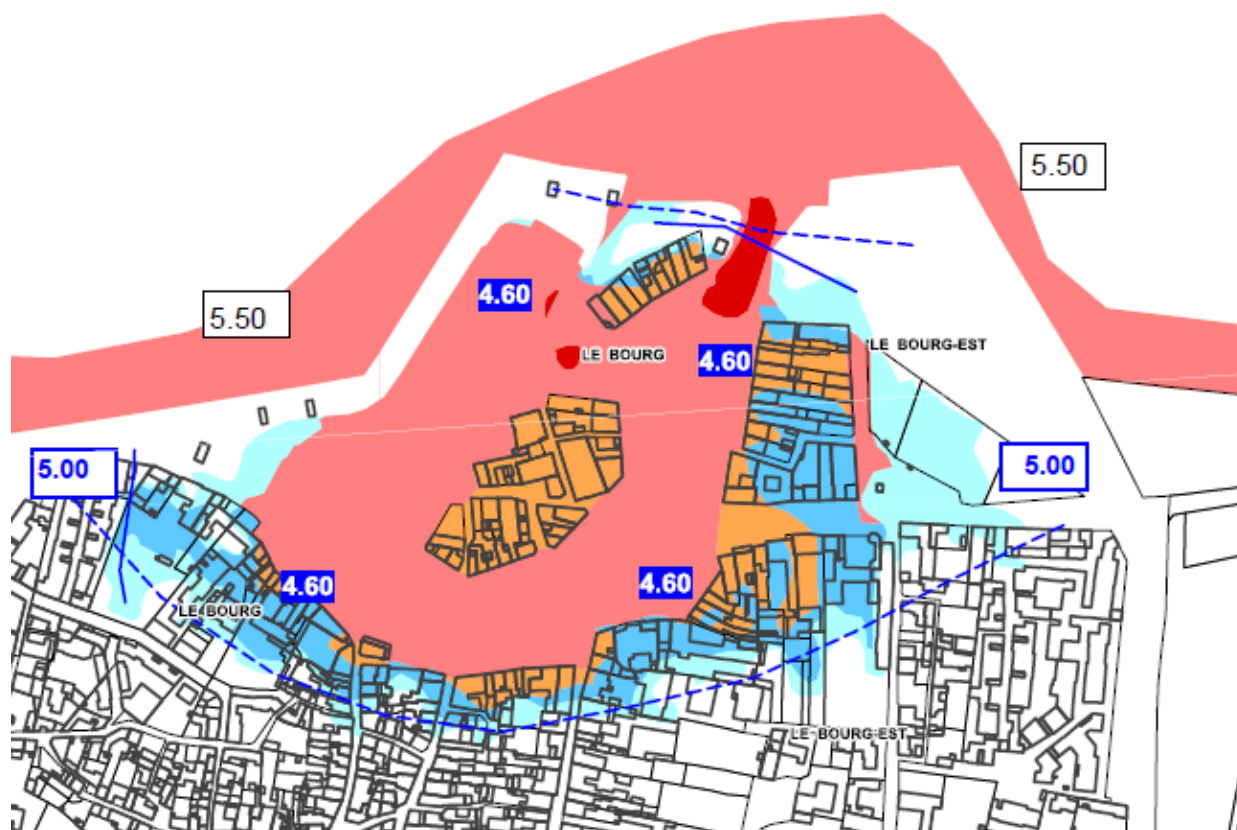
Le zonage réglementaire ainsi issu du croisement enjeux/aléas est cartographié sur fond de plan cadastral à l'échelle du 1/5 000^e.

À l'échelle de la commune de Saint Martin de Ré, la carte de zonage réglementaire comporte 11 zones et ne fait pas l'objet des zonages Rs1f, Rs2f, Rs3f, Osf, Bs1f et Vfs.

Le plan de zonage communal est intégré au projet de PPRN au même titre que la présente note de présentation et du règlement associé.

Cette cartographie présente :

- les zones réglementaires,
- des isocotes et des cotes de références en m NGF qui sont à retenir pour tout aménagement (cf. règlement).



Exemple de la cartographie du zonage réglementaire

IV.1.II. Les grands principes réglementaires

De manière générale, les principes réglementaires établis dans le présent PPRL visent à assurer la sécurité des personnes mais également à réduire la vulnérabilité des biens et faciliter le retour à la normale suite à un événement tout en s'adaptant à la fois à l'intensité du risque et à la nature des projets.

En matière d'enjeux agricoles, la création d'un siège d'exploitation s'accompagne généralement de la création d'un logement. Par ailleurs, une exploitation agricole a vocation à se situer en zone naturelle dans des secteurs isolés où l'accès par les secours en cas d'événement peut s'avérer problématique. C'est pourquoi, afin de limiter le développement d'habitat isolé en zone naturelle, le règlement du PPRL interdit la création de nouveaux sièges d'exploitation dès lors qu'ils s'accompagnent de la création d'un nouveau logement. De la même manière, lors d'une cession de siège, il arrive que le logement dédié à l'exploitation ne soit pas libéré et que le nouvel exploitant, ou bien un ouvrier, ait besoin de loger sur place pour les besoins de la surveillance animale par exemple. Dans ce contexte, pour les mêmes raisons qu'explicitées ci-avant, le règlement interdit la création de nouveaux logements qui pourraient également, à terme, au fil des successions, conduire à la création de hameau. C'est pourquoi, afin de répondre tout de même à la nécessité de disposer d'un lieu de sommeil sur place pour les besoins de l'exploitation, il est admis, en substitution d'un nouveau logement, de créer un « espace fonction » dont la vocation est de permettre de disposer d'un lieu de sommeil là où la surveillance animale ou bien le type d'activité nécessitent d'avoir une présence permanente sur le site de l'exploitation.

D'autre part, en Charente-Maritime, les campings constituent un enjeu particulier vulnérable face aux risques traités par le présent PPRN. Là encore, l'action qui guide les dispositions du règlement reste la protection de la population mais également la réduction de la vulnérabilité des biens. C'est pourquoi, dans les secteurs les plus à risque, la création de nouveau terrain de camping ou de parcs résidentiels de loisir sera interdite pour ne pas venir exposer davantage de population et de biens matériels. Seules des extensions limitées dans les secteurs les moins exposés seront admises.

De plus, en cas d'alerte, s'il peut être admis qu'il est envisageable de procéder à une évacuation des tentes et caravanes, il n'en est pas de même des résidences mobiles de loisirs et des habitations légères de loisir (HLL), qui par ailleurs, peuvent difficilement faire l'objet de mesures de réduction de la vulnérabilité permettant de se prémunir totalement des risques soit du risque de submersion et des vents violents accompagnant parfois ce phénomène ou des incendies de forêts. C'est pourquoi, de manière générale, l'augmentation du nombre d'emplacements et/ou le stationnement de nouvelles RML ou l'implantation de nouvelles HLL (hors renouvellement de l'existant) sera proscrit sauf s'il est démontré que la population n'est pas significativement augmentée.

Quand les projets sont autorisés par le règlement, ils doivent respecter des prescriptions afin de s'adapter aux risques. Voici quelques exemples de prescriptions :

Pour la submersion marine

- 50 % d'occupation du terrain d'assiette (bâtiments existants + projets) sauf pour la zone Bs2 ;
- Respect d'une cote de référence dite « cote plancher » :
 - Au terrain naturel pour les abris légers et les préaux,
 - À la cote de référence court terme (Xynthia + 20 cm) pour les annexes en dur,
 - À la cote de référence long terme (Xynthia + 60 cm) pour les nouveaux bâtiments et les extensions de bâtiments existants.

Pour l'incendie de forêt

- Emploi de matériaux résistants au feu ;
- Mise en place ou amélioration des moyens de défendabilité (borne incendie, etc.) ;
- Respect et/ou mise en œuvre des mesures de débroussaillage.

En zone multi-risques

- cumul des mesures de prescription.

Exemples de possibilités réglementaires :

Dans les zones bleues et vertes

Constructibilité admise sous réserve de 50 % d'emprise au sol du terrain d'assiette et du respect de la cote de référence selon la nature du projet localisé en aléa submersion marine et sous réserve d'emploi de matériaux résistant pour les secteurs soumis uniquement à l'aléa incendie de forêt.

Exemple de la zone Rs3 pour une habitation existante

Si en zone Rs3, l'inconstructibilité est la règle générale, plusieurs adaptations du bâti existant sont néanmoins permises :

- L'extension par surélévation limitée à 30 m²,
- L'extension au sol limitée à 30 m² à la cote long terme,
- Possibilité d'extension par surélévation limitée à 60 m² en cumulant extension au sol et par surélévation lorsque l'extension au sol n'est pas réalisée (30 + 30 = 60 m²),
- Annexe en dur limitée à 30 m² à la cote court terme,
- Annexe en matériaux légers limitée à 15 m² au niveau du terrain naturel,
- Préau fermé sur deux côtés au niveau du terrain naturel, piscine enterrée, etc.

Des dispositions spécifiques pour les bâtiments d'activités ostréicoles, nécessitant la proximité immédiate de l'eau ou agricole (Exemple en zone Rs3) :

- Création de nouveaux bâtiments ostréicoles limités à 500 m² au niveau du terrain naturel avec mise hors d'eau des équipements sensibles à la cote de référence court terme.
- Création de hangars agricoles de 1000 m² au niveau du terrain naturel.

La démolition / reconstruction est admise :

- Suite à un sinistre accidentel d'origine autre que les risques traités par le PPRN (hors zone Re et Ref) : reconstruction à l'identique avec recommandation de mise hors d'eau.
- Pour réduction de la vulnérabilité (à l'exception des zones Re, Ref, Rs1, Rs1f, Rs2 et Rs2f) : reconstruction à l'identique avec cote de référence long terme et implantation possible dans un secteur moins exposé
- Dans les 2 cas ci-dessus, possibilité d'assortir la reconstruction des possibilités d'extension au sol et par surélévation dans les conditions fixées par chaque zonage réglementaire.

V. Documents annexes

**Annexe n°1 : Arrêté préfectoral du
28 novembre 2014**

Annexe n°2 : L'érosion côtière

Annexe n°2-1

Tableau d'identification du taux d'érosion

Annexe n°2-2

Carte d'évolution du trait de côte (Secteur Nord)

Annexe n°2-3

Carte d'évolution du trait de côte (Secteur Sud)

Annexe n°2-4

Carte de la position du trait de côte 2110 (Secteur Nord)

Annexe n°2-5

Carte de la position du trait de côte 2110 (Secteur Sud)

Annexe n°2-6

Carte de l'aléa érosion côtière

Annexe n°3 : Historique des vimers

Annexe n°4 : Retour d'expérience de l'événement Xynthia

Annexe n°5 : Calage de l'événement Xynthia

Annexe n°6 : Tableau des défaillances

Annexe n°7 : Cartes des aléas submersion marine

Annexe n°7-1

Carte de l'aléa naturel à court terme (sans ouvrages de protection)

Annexe n°7-2

Carte de l'aléa court terme (Xynthia + 20 cm) (Hauteurs, Vitesses et Aléas)

Annexe n°7-3

Carte de l'aléa long (Xynthia + 60 cm) (Hauteurs, Vitesses et Aléas)

Annexe n°7-4

Carte informative de l'aléa court terme PAPI (Xynthia + 20 cm) (Hauteurs, Vitesses et Aléas)

**Annexe n°8 : Carte des aléas
incendie de forêt**

Annexe n°8-1 : Carte de défendabilité

Annexe n°9 : Carte des enjeux

Glossaire

Aléa	Phénomène naturel d'occurrence et d'intensité données. L'aléa doit ainsi être hiérarchisé et cartographié en plusieurs niveaux, en croisant l'intensité des phénomènes avec leur probabilité d'occurrence.
Anthropique	Qui est dû directement ou indirectement à l'action de l'homme.
Bassin versant	Zone limitée par une ligne de partage des eaux.
Cartographie	Opération qui consiste à transcrire sous la forme d'une carte une information. Cette opération permet donc de représenter la répartition spatiale d'un phénomène, ou d'une variable, ou d'attacher une information à un lieu donné.
Catastrophe naturelle	Phénomène naturel ou conjonction de phénomènes naturels, dont les effets sont particulièrement dommageables.
Centre urbain	Zone qui se caractérise notamment par son histoire, une occupation du sol importante, une continuité du bâti et une mixité des usages.
Champ d'inondation	Pour un événement donné, c'est l'ensemble des sols inondés, quelle que soit la hauteur d'eau les recouvrant.
Clôture transparente hydrauliquement	Clôture qui doit permettre à l'eau de circuler pratiquement librement entre un côté et l'autre de celle-ci.
Cote d'eau	C'est la cote maximale, calée sur le système IGN69 (Nivellement Général de la France), qui sera atteinte par les eaux de débordement.
Cote terrain naturel	Cote du terrain noté le plus souvent TN ; elle est mesurée dans le système IGN69.
Cote de référence	Cote atteinte par l'eau lors de la crue de référence. Dans le PPRn cette cote est rattachée au Nivellement Général de la France (NGF - IGN 69). Elle est indiquée au niveau de lignes isocotes (d'égale hauteur) figurant sur les plans d'aléa et de zonage. Elle permet de caler le niveau de plancher d'une construction ou d'une installation par rapport au terrain naturel.
Courbe de tarage	En un point donné d'un cours d'eau, c'est un graphique qui décrit l'évolution du débit en fonction des variations de la hauteur de l'eau.
Crue	Période de hautes eaux, de durée plus ou moins longue, consécutive à des averses plus ou moins importantes.
Crue décennale	Un débit de crue décennal (période de retour de 10 ans) est par définition un débit théorique qui a une probabilité d'une chance sur 10 d'être atteint ou dépassé dans une année ou d'être dépassé 10 fois en 100 ans d'observation.
Crue historique	Crue remarquable connue. La connaissance de ces crues est fondamentale pour les calculs des crues théoriques et l'évaluation des risques.

Crue centennale	Un débit de crue centennal (période de retour de 100 ans) est par définition un débit théorique qui a une probabilité d'une chance sur 100 d'être atteint ou dépassé dans une année ou d'être dépassé 1 fois en 100 ans d'observation.
Crue de référence	Selon la réglementation française, la crue de référence est la plus forte connue, autrement appelée Plus Hautes Eaux Connues (PHEC) ou, dans le cas où celle-ci serait inconnue ou plus faible que la crue centennale, cette dernière.
Débit	C'est la quantité d'eau en m ³ par seconde passant en un point donné d'un cours d'eau. L'unité de débit est le m ³ /s.
Échelle limnimétrique	Échelle graduée qui permet d'observer le niveau de l'eau dans une rivière.
Embâcle	Accumulation de matériaux transportés par les flots (végétation, rochers, véhicules automobiles, etc.) en amont d'un ouvrage (pont) ou bloqués dans des parties resserrées d'une vallée.
Emprise au sol	Superficie du sol occupée par un aménagement ayant un effet sur l'hydraulique, c'est-à-dire susceptible de diminuer le champ d'expansion des eaux et/ou de porter atteinte aux écoulements des eaux y compris de manière ponctuelle.
Enjeux	Personnes, biens, activités, moyens, patrimoine, etc. susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Les enjeux s'apprécient aussi bien pour le présent que pour le futur. Les biens et les activités peuvent être évalués monétairement, les personnes exposées dénombrées, sans préjuger toutefois de leur capacité à résister à la manifestation du phénomène pour l'aléa retenu.
Établissement sensible	Établissements recevant une population vulnérable : public jeune, personnes dépendantes (âgées ou handicapées). Sont considérés sensibles les établissements scolaires, les crèches, les centres de loisirs pour enfants, les maisons de retraites, les centres hospitaliers, les maisons d'accueil spécialisé, etc.
Établissement stratégique	Établissements nécessaires à la gestion de crise, à la défense et aux secours. Il s'agit des casernes de pompiers, des gendarmeries, des centres opérationnels pour la gestion de crise, etc.
Hauteur d'eau	Elle est calculée en faisant la différence entre la cote d'eau de la crue de référence et la cote du terrain naturel.
Hydrologie	Toute action, étude ou recherche qui se rapporte à l'eau, au cycle de l'eau et à leurs applications.
Inondation	Débordement d'eau qui submerge les terrains environnants.
Isocote	Ligne de même altimétrie atteinte par l'eau.
Laisses de crue	Informations ou traces laissées par une crue sur un ouvrage ou d'autres supports, indiquant le plus haut niveau atteint.
Levés topographiques	Résultat d'une action consistant à mesurer une surface géographique, en mesurant l'altitude de cette surface.
Lit majeur	Terrains inondables situés en dehors des berges. Zone d'extension maximale des inondations. Un lit majeur peut être très large et comporter lui-même tout un réseau de chenaux secondaires.
Lit mineur	Espace occupé en permanence par une rivière.

Maître d'ouvrage	Personne physique ou morale qui définit le programme d'un projet, à savoir les besoins, les données, les contraintes, les exigences et l'aspect financier.
Maître d'œuvre	Personne habilitée par le maître d'ouvrage à faire respecter le programme défini par le maître d'ouvrage.
N.G.F.	Nivellement Général de la France ; il est indiqué dans le système IGN69.
Période de retour	Durée moyenne séparant deux crues de même ampleur
PHEC	Plus Hautes Eaux Connues.
Pointe de crue	Niveau ou débit le plus haut atteint par une crue dans un cours d'eau.
Prévention	Ensemble des dispositions visant à prévenir et à réduire les incidences d'un phénomène naturel : connaissance des aléas, réglementation de l'occupation des sols, mesures actives et passives de protection, information préventive, prévisions, alertes, plan de secours et d'intervention.
Prévision	Estimation du moment de survenance et des caractéristiques (intensité, localisation) d'un phénomène naturel.
Pression hydrostatique	Pression verticale vers le bas exercée par l'eau située au-dessus de l'aménagement (1 bar/10 m)
Ripisylve	Formation végétale et arborée en bordure de cours d'eau, qui joue un rôle de transition entre le milieu terrestre et le milieu aquatique.
Risque majeur	Risque lié à un aléa d'origine naturelle ou anthropique, dont les effets prévisibles mettent en jeu un grand nombre de personnes, des dommages importants et dépassent les capacités de réaction des instances directement concernées.
Risque naturel	Risque lié à un aléa d'origine naturelle pouvant occasionner des pertes en vies humaines, en biens et en activités.
Risque naturel prévisible	Risque susceptible de survenir à l'échelle humaine.
Talweg	Ligne qui relie les points les plus bas d'une vallée.
Vulnérabilité	Caractérisation de la sensibilité des personnes, des activités et des biens à un risque. Elle est donc exclusivement liée à l'occupation du sol et à son usage.