



PRÉFET DE LA CHARENTE-MARITIME

Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN)

Risque submersion marine

Estuaire de la Charente

Commune de Tonnay-Charente

PPRN approuvé le

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

NOVEMBRE 2019

Sommaire

I.LE PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS (PPRN) : INFORMATIONS GÉNÉRALES.....	5
I.1.Contexte législatif et réglementaire.....	5
I.2.Objet d'un PPRN.....	6
I.3.Procédures relatives au PPRN.....	6
I.3.I.L'élaboration d'un PPRN.....	6
I.3.II.La révision d'un PPRN.....	7
I.3.III.La modification d'un PPRN.....	7
I.3.IV.L'évaluation environnementale d'un PPRN.....	7
I.4.Effets et portée d'un PPRN.....	8
I.4.I.Un PPRN approuvé est une servitude d'utilité publique.....	8
I.4.II.Conséquences du non respect d'un PPRN.....	8
I.4.III.Conséquences en matière d'assurance.....	8
I.4.IV.Obligations.....	9
I.4.V.PPRN et autres actions.....	9
I.5.Méthode d'élaboration d'un PPRN.....	10
I.6.La concertation avec la population.....	12
II.LE CONTEXTE DU BASSIN D'ÉTUDE : « l'estuaire de la Charente ».....	13
II.1.Documents de référence.....	13
II.2.Pourquoi prescrire la révision des PPRN sur le bassin de «l'estuaire de la Charente »?.....	13
II.3.Présentation du périmètre d'études.....	15
II.4.Méthode d'élaboration des PPRN : Association des Collectivités et concertation avec la population.....	16
Association des collectivités.....	16
Concertation avec la population.....	16
III.Études techniques d'élaboration du PPRN.....	19

III.1.Détermination des aléas submersion marine sur l'estuaire de la Charente.....	19
III.2.Recensement et cartographie des enjeux.....	20
III.2.I.Méthodologie.....	20
IV.L'élaboration du PPR.....	22
IV.1.Zonages et principes réglementaires.....	23
IV.1.I.Établissement d'un plan de zonage réglementaire.....	23
IV.1.II.Les grands principes réglementaires.....	26
IV.1.III.Le choix des variantes réglementaires.....	28
V.Documents annexes.....	31

SECTION V. Documents annexes

**Annexe n°1 : Arrêté préfectoral de prescription n°17-2561 du
18 décembre 2017**

Annexe n°2 : La submersion marine

**Rapport d'étude hydraulique « Étude des aléas submersion
marine et des enjeux du bassin de l'estuaire de la Charente »**

Annexe n°3 : Cartes des aléas submersion marine

3-1 – Cartes de l'aléa naturel * (Scénario Informatif)

Court terme Xynthia + 20cm (aléas, hauteurs, vitesses)

Long terme Xynthia + 60cm (aléas, hauteurs, vitesses)

*** ouvrages de protection non pris en compte**

3-2 – Cartes de l'événement court terme (hauteur, vitesse et aléa)

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

Annexe n°4 : Carte des enjeux

**Annexe n°5 : Tableaux des hauteurs d'eau à la côte :
événements de référence court et long terme**

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 ou d'agglomération 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 1er 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 décision en date du 20 juillet 2016, l'autorité environnementale du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD) a jugé que la présente révision du PPRN de l'estuaire de la Charente était soumise à évaluation environnementale en application de la section deux du chapitre II du titre II du livre premier du code de l'environnement.

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

Données historiques ou existantes (études, terrain)



Définition de l'événement de référence



Cartes des aléas
Érosion, Submersion Marine et/ou Inondation Fluviale

+

Identification des enjeux

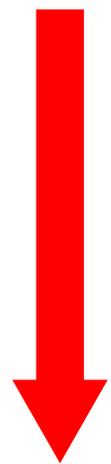
Enjeux existants :
- habitat
- activités économiques
- activités sportives, de loisirs

Enjeux futurs

Appréciation des enjeux



Documents réglementaires



Note de présentation
Carte réglementaire
Règlement



* Synoptique applicable pour l'ensemble des risques étudiés sur le bassin d'études de l'estuaire de la Charente.

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 risques concernés (érosion côtière et submersion marine, mouvements de terrain),
- 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 de plaquettes 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 6. 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'estuaire de la Charente »

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,

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),
- Les Plans de Prévention des Risques Naturels approuvés :
 - le 21 mars 2013 sur les communes de Breuil-Magné, Cabariot, Echillais, Saint-Hippolyte, Saint-Laurent-de-la-Prée, Saint-Nazaire-sur Charente, Soubise, Tonnay-Charente et Vergeroux,
 - le 13 octobre 2014 sur la commune de Port-des-Barques
 - le 12 février 2015 sur la commune de Rochefort,
- Les Plans de Prévention des Risques Littoraux appliqués par anticipation sur les communes de Fouras depuis le 27 juillet 2011 et sur l'île d'Aix depuis le 6 mars 2012.

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

Dans le cadre de la Prévention des Risques Naturels, le Préfet de la Charente-Maritime a prescrit, par arrêtés préfectoraux n°17-2557 à 2569 du 18 décembre 2017, la révision des Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN), (érosion littorale, submersion marine et mouvements de terrain), pour les 13 communes du bassin de « l'estuaire de la Charente ».

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 le bassin de l'estuaire de la Charente, différents critères ont conduit les services de l'État à décider de réviser les plans de prévention des risques naturels (PPRN) sur chaque commune du bassin :

- l'événement Xynthia et ses conséquences sur la population et les enjeux d'urbanisme et économiques générées,
- l'élaboration du schéma global de protection contre la submersion marine de l'estuaire de la Charente, action V.M.1 du programme d'actions de prévention des inondations (PAPI) et l'amélioration de la connaissance du phénomène de submersion marine apportée par cette étude.

La révision a été initiée dans le but d'élaborer par commune de nouveaux documents réglementaires plus adaptés à la nouvelle connaissance du **risque submersion marine**.

Sur toutes les communes du bassin, le phénomène naturel de **submersion marine** a été étudié : 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 par la surverse sur les protections existantes.

Les éléments relatifs aux aléas naturels du recul du trait de côte par **érosion côtière** (communes de Fouras, l'île d'Aix et Port-des-Barques) et **de mouvements de terrain** liés à la présence de carrières souterraines abandonnées (commune d'Echillais) n'ont pas fait l'objet de nouvelles études. Les dispositions des anciens PPRs seront reprises pour ces deux aléas.

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 de Charente-Maritime.

Afin de réaliser les parties techniques de ce document, et après consultation, le Bureau d'études ARTELIA a été retenu pour réviser l'aléa submersion marine.

II.3. Présentation du périmètre d'études

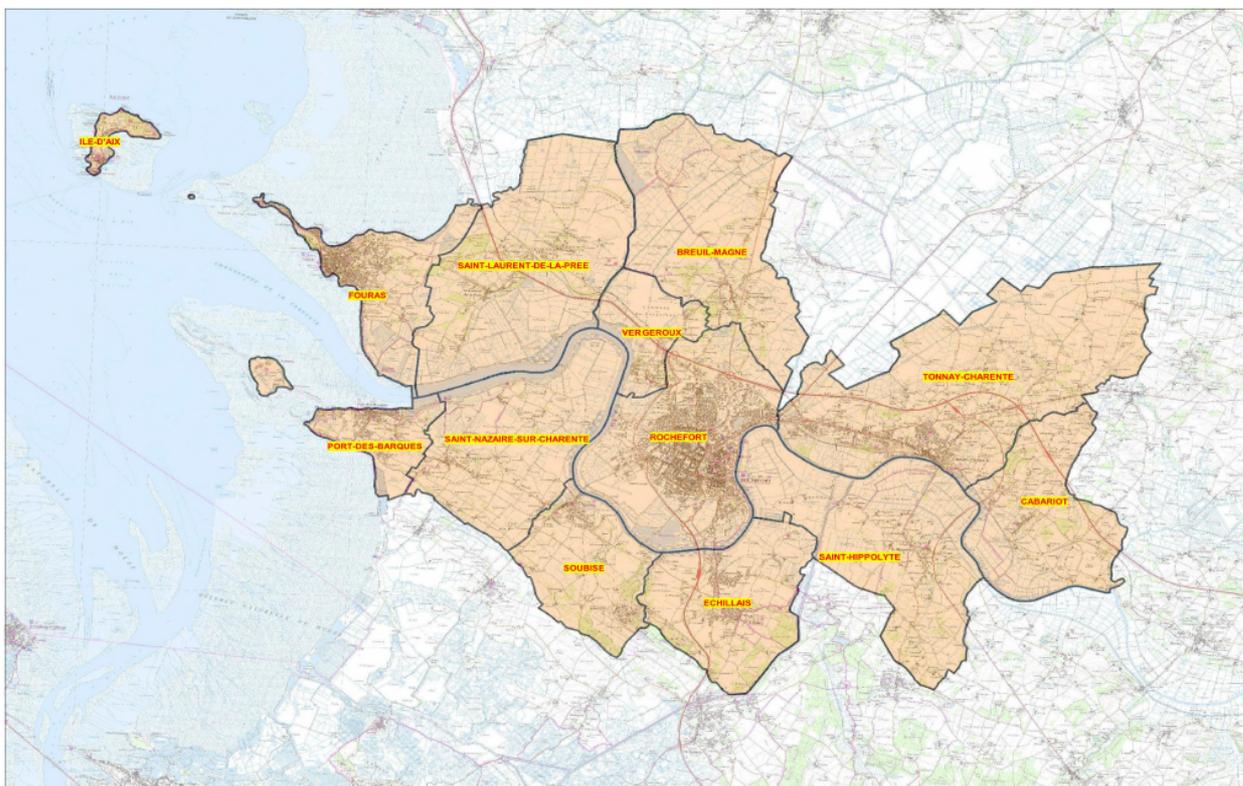
Le secteur concerne les 13 communes suivantes :

- Ile d'Aix,
- Fouras,
- Rochefort,
- Port-des-Barques,
- Saint-Nazaire-sur-Charente,
- Soubise,
- Echillais,
- Cabariot,
- Saint-Hippolyte,
- Tonnay-Charente,
- Vergeroux,
- Breuil-Magné,
- Saint-Laurent-de-la-Prée

Sur ces communes, seul le risque de submersion marine a été analysé dans le but d'élaborer à la commune de nouveaux plans plus adaptés à la nouvelle connaissance du risque de submersion.

Les dispositions relatives aux risques d'érosion côtière et de mouvement de terrain des PPRN actuellement opposables restent inchangées, à l'exception des prescriptions réglementaires relatives au risque d'érosion marine qui ont été adaptées afin de disposer de dispositions identiques sur l'ensemble des PPRN en cours d'élaboration.

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 treize communes concernées,
- la Communauté d'agglomération Rochefort Océan,
- le Conseil Départemental de la Charente-Maritime,
- le Service Départemental d'Incendie et de Secours,
- la Chambre d'Agriculture de la Charente-Maritime,
- l'Institution Interdépartementale d'Aménagement Fleuve Charente,
- l'Union des Marais de la Charente-Maritime,
- la Ligue de Protection des Oiseaux.

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 :
 - **23 juin 2016 sur Rochefort pour les communes de Rochefort et Tonnay-Charente ;**
 - 27 juin 2016 sur Port-des-Barques pour les communes de Port-des-Barques et Saint-Nazaire-sur-Charente;
 - 30 juin 2016 sur et pour la commune de l'Île d'Aix ;
 - 5 juillet 2016 sur Fouras pour les communes de Fouras, Saint-Laurent-de-la-Prée, Vergeroux et Breuil-Magné ;
 - 12 juillet 2016 sur Soubise pour les communes de Soubise, Echillais, Saint-Hippolyte et Cabariot.

- une deuxième exposant l'intégralité de la démarche des PPRN, jusqu'à l'aboutissement des projets de cartes réglementaires et de règlements, les :
 - 10 juillet 2017 sur et pour la commune de Fouras ;
 - 11 juillet 2017 sur et pour la commune de l'Île d'Aix ;
 - 10 octobre 2017 sur et pour la commune de Rochefort ;
 - 9 octobre 2019 sur Saint-Nazaire-sur-Charente pour les communes de Échillais, Port-des-Barques, Saint-Nazaire-sur-Charente, Saint-Hippolyte et Soubise ;
 - **14 octobre 2019 sur Tonnay-Charente pour les communes de Breuil-Magné, Cabariot, Saint-Laurent-de-la-Prée, Tonnay-Charente et Vergeroux.**

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

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

Ainsi, pour chacune des 13 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 ? »,
- un panneau n° 2 « Pourquoi et comment réviser un PPRN ? »,
- un panneau n° 3 « PPRN et PAPI : quelles articulations ? »,
- un panneau n° 4 « Historique des événements »,
- un panneau n° 5 « Événement de référence et aléa submersion marine »,
- un panneau n° 6 « Recensement des enjeux »
- un panneau n° 7 « Définitions du zonage et règlement ».

Des plaquettes d'information 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 plaquettes ont été distribuées/affichées par les services municipaux à leurs habitants et dans la mesure du possible mis en ligne sur les sites internet des communes.

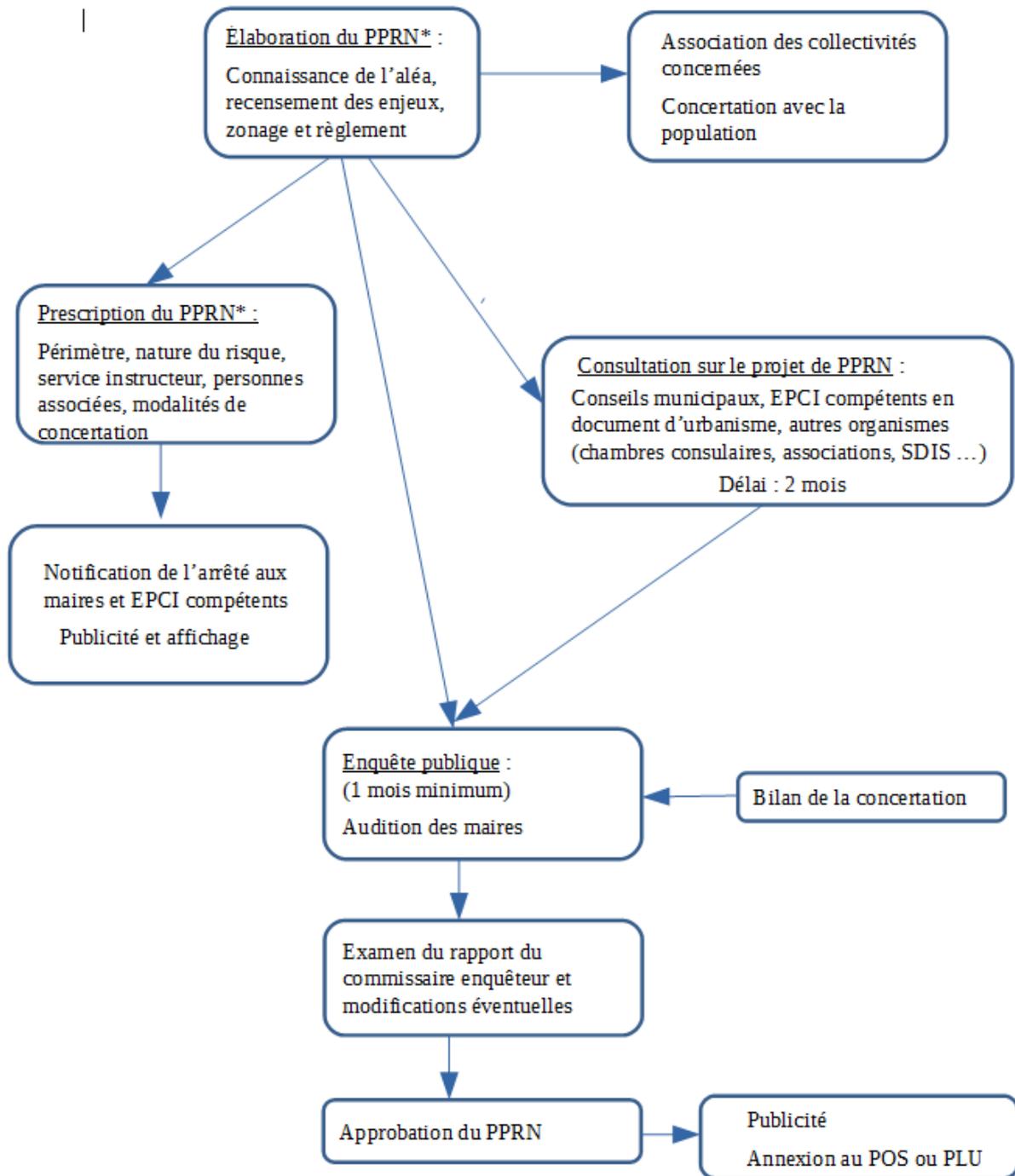
Un « cahier à idées » a été mis à disposition du public, dans chaque mairie, afin de pouvoir déposer d'éventuelles remarques et observations.

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/Estuaire Charente et Ile d'Aix>

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 est 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.



* Il est à noter que de manière générale, la prescription intervient préalablement à la définition des aléas. Toutefois, sur ce bassin, la prescription est intervenue après la caractérisation et la qualification des aléas. Cette méthodologie permet d'adapter le périmètre de prescription au plus de près de la zone impactée par les aléas et de procéder à l'information acquéreur locataire de manière plus juste sans inclure dans un périmètre d'étude large des parcelles qui ne seront au final pas concernées par les aléas et ainsi générer des effets négatifs sur le marché immobilier.

III. Études techniques d'élaboration du PPRN

III.1. Détermination des aléas submersion marine sur l'estuaire de la Charente

La note méthodologique jointe en **Annexe 2** - Rapport d'étude hydraulique « Étude des aléas submersion marine et des enjeux du bassin de l'estuaire de la Charente » décrit de manière exhaustive les études techniques qui ont conduit à la détermination des aléas de submersion marine et d'inondation sur le bassin d'études « Estuaire Charente ».

En synthèse, il est procédé ci-dessous à quelques rappels :

L'événement de référence des PPRN

Sur la base du recensement des événements historiques ayant affecté le bassin d'études, un événement de référence est déterminé.

Pour mémoire, dans le cadre des plans de prévention des risques littoraux et/ou inondation, l'événement de référence à retenir est l'événement historique le plus fort ayant affecté le territoire de période de retour au moins centennale ou à défaut un événement centennal calculé.

Au cas présent, les événements de référence retenue sur le bassin d'études sont :

- la tempête Xynthia de Février 2010 pour les secteurs sous influence maritime,
- la crue de 1982 pour les secteurs sous influence fluviale.

La définition des aléas de submersion marine et/ou d'inondation

Les études ont été menées sur la base des principes édictés par 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

La circulaire citée ci-dessus impose que deux aléas de référence soient étudiés afin de prendre en compte le changement climatique :

- un aléa court terme (CT) : événement de référence + 20 cm pour le niveau marin au large (définition de la constructibilité des projets),
- un aléa long terme (LT) : événement de référence + 60 cm pour le niveau marin au large (définition des mesures de réductions de la vulnérabilité ou « cote plancher »).

À partir de ces niveaux marins, la propagation des volumes franchissant les protections a été reproduite.

Les ouvrages de protection

La circulaire du 27 juillet 2011 rappelle qu'aucun ouvrage ne peut être considéré comme infaillible. Dès lors, des hypothèses forfaitaires de défaillance, basées sur l'état, l'altimétrie et l'exposition à la houle des ouvrages, ont été définies pour caractériser et qualifier les aléas de submersion/inondation.

L'ensemble de ces hypothèses sont détaillées en **Annexe 2** - Rapport d'étude hydraulique « Étude des aléas submersion marine et des enjeux du bassin de l'estuaire de la Charente ».

Aussi, il est rappelé que seul les ouvrages existants au moment de l'approbation des PPRN ont été pris en compte dans la définition des aléas et donc des zonages réglementaires. Les ouvrages qui seront achevés postérieurement à la date d'approbation du présent PPRN seront pris en compte dans le cadre d'une nouvelle révision du présent PPRN.

D'autre part, comme précisé dans la circulaire du 27 juillet 2011, lorsque le maître d'ouvrage de la protection (digue) disposent d'études techniques relatives à la tenue de l'ouvrage face à l'événement de référence du PPRN, ces dernières doivent être prises en compte pour définir le scénario de défaillance de l'ouvrage dans le PPRN. Ainsi, lorsque les ouvrages de protection disposent de ce type d'études ou d'études de danger, les services de l'Etat les ont analysés et ont retenu le cas échéant, les défaillances décrites dans ces études en lieu et place du forfait exposé ci-avant.

La caractérisation et la qualification des aléas

Les résultats des modélisations permettent de caractériser et de cartographier à l'échelle cadastrale les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement qui servent de base à la définition des aléas submersion/inondation.

L'aléa submersion marine est défini par deux composantes:

- la hauteur d'eau, obtenue par la comparaison des cotes d'eau atteintes et la topographie du terrain naturel (à défaut à partir du modèle numérique de terrain Litto3D),
- la vitesse d'écoulement maximale et la dynamique des eaux (déferlement vers l'arrière des ouvrages...).

Les résultats des modélisations permettent de caractériser et de cartographier à l'échelle cadastrale les hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement.

Pour les deux événements court et long termes, le croisement, selon le tableau suivant, des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement calculées, permet de qualifier les aléas selon quatre niveaux :

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

Par la suite, ces aléas sont cartographiés à l'échelle cadastrale et par commune.

III.2. Recensement et cartographie des enjeux

III.2.1. 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 (documents d'urbanisme, études coût/bénéfices, plan communaux de sauvegarde, etc...),

- 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 risques littoraux.

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 qui seront qualifiés de naturels dans la suite de l'exposé. Il s'agit principalement des espaces ostréicoles, agricoles, des prés et des espaces boisés.

Lors de cette phase, il a été également apprécié les zones fortement urbanisées pour chaque commune pour lesquelles des dispositions spécifiques seront définies au travers du règlement pour les secteurs en aléa modéré. Dès lors, ces zones fortement urbanisées ont été recensées par rapport aux documents d'urbanisme et en fonction des communes par analogie aux zones Ua.

De plus, à l'intérieur de ces zones fortement urbanisées, il a été demandé aux communes de procéder à un recensement des unités foncières vierges de toute construction. Dès lors que ce travail a été réalisé, les parcelles vierges sont matérialisées sur la carte réglementaire par un liseret pointillé vert foncé.

La carte des enjeux figure en **Annexe 4**.

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 PPRN 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 PPRN 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 PPRN afin de définir des zones de réglementation en matière d'occupation du sol.

Le zonage du PPRN de Tonnay-Charente est élaboré par croisement entre :

- l'aléa submersion marine de référence (aléa court terme ou long terme),

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 territoire de la commune de Tonnay-Charente le périmètre du PPRN, correspondant à l'ensemble des zones soumises à l'aléa submersion marine défini dans la note de présentation, a été divisé en **cinq zones** selon le type et l'intensité du phénomène (aléa) et l'occupation du sol existante (enjeux) :

● **Risque submersion marine : 5 zones**

Le zonage du PPRN de Tonnay-Charente 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 :

- La constructibilité des terrains est définie par :
 - l'aléa court terme (Xynthia + 20 cm) ;
 - l'aléa long terme (Xynthia +60 cm), pour les zones naturelles en aléas modéré, fort et très fort ;
- 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, sont définies par l'aléa long (Xynthia + 60 cm).

Ainsi, les zonages réglementaires liés au seul aléa submersion marine sont :

- **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. En effet, la politique nationale de prévention des risques prévoit que dans les secteurs naturels aujourd'hui dénués d'enjeux, il convient de ne pas implanter de nouveaux enjeux ou d'en augmenter leur nombre même dans les zones naturelles en aléa faible.
 - les zones urbanisées en aléa modéré et fort pour l'aléa court terme ;
- **la zone bleue Bs1**, qui concerne toutes les zones urbanisées en aléa faible à court terme ;
- **la zone bleue 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,
- **la zone bleue Bs3**, qui concerne le secteur d'activité du Port de Tonny-Charente, secteur soumis aux submersions marines en aléas faible à très fort à court terme.

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

Tableau de croisement Aléas / Enjeux pour le risque Submersion Marine

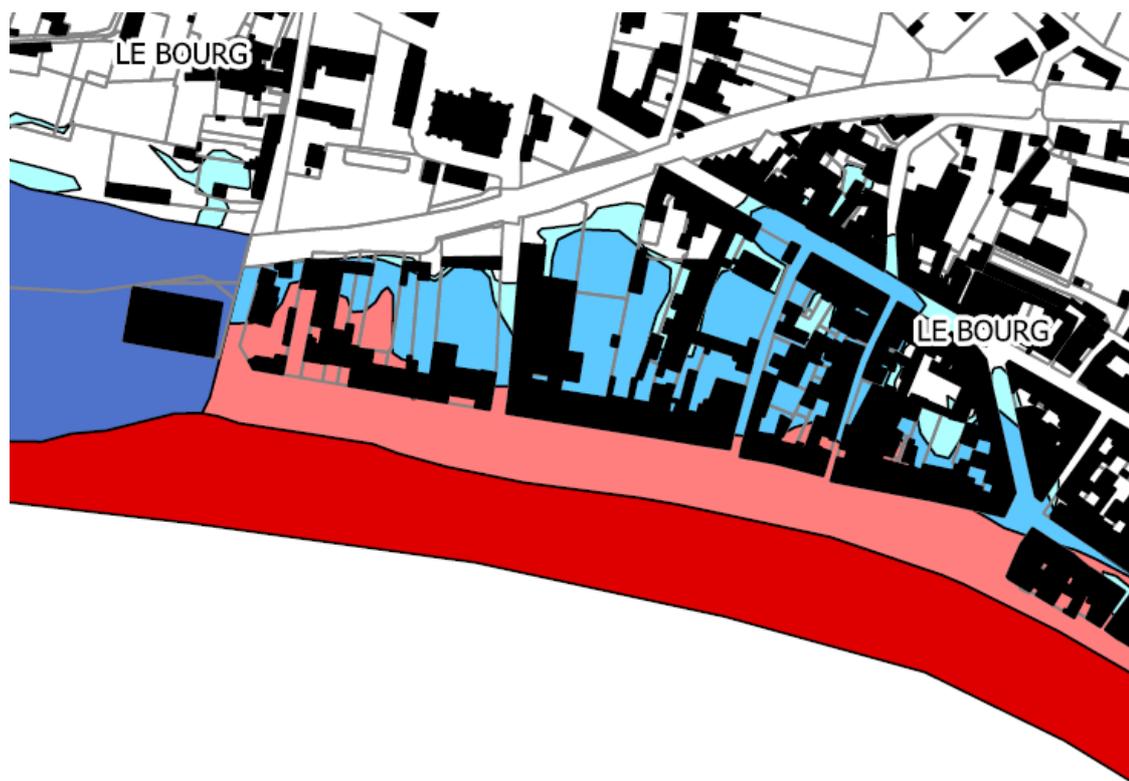
Nature de la zone	ALEA SUBMERSION							
	Zones soumises à l'aléa court terme (événement de référence +20cm)				Zones soumises à l'aléa long terme (événement de référence +60cm)			
	Faible	Modéré	Fort	Très Fort	Faible	Modéré	Fort	Très Fort
Zones naturelles	Rs3			Rs2		Rs3		
Zones urbanisées	Bs1	Rs3		Rs2	Bs2			
Port de Commerce	Bs3				Bs3			

Le zonage réglementaire ainsi issu du croisement enjeux/aléas est cartographié sur fond de plan cadastral à l'échelle du 1/5 000^e. 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 cotes de références exprimées en mètre NGF (IGN 69) qui sont à retenir pour tout aménagement (cf. règlement).

Exemple de la cartographie du zonage réglementaire



IV.1.II. Les grands principes réglementaires

L'adaptation des projets aux risques couverts le PPRN

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

De manière générale, les principes réglementaires établis dans le présent PPRN 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.

Quelques exemples non exhaustifs de prescriptions concernant le risque de submersion marine figurent ci-dessous :

- 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.

En limitant les emprises au sol, l'objectif recherché est d'une part de favoriser la transparence hydraulique et d'autre part de limiter l'augmentation de population en zone submersible. En effet, en cas de forte urbanisation d'un secteur, les eaux issues d'une submersion ne vont pas pouvoir s'épandre les terrains en question du fait des différents obstacles (bâtiments, murs de clôture, etc.) et vont, de fait, se reporter sur les secteurs avoisinants en augmentant ainsi leur niveau d'aléa.

Par ailleurs, la réduction de la vulnérabilité des personnes et des biens passe par la mise hors d'eau des bâtiments à des cotes différentes selon la nature des projets. Cette mise hors d'eau permet en premier lieu de disposer de bâtiment(s) ou partie(s) de bâtiment(s), dans le cas d'une extension d'un bâtiment existant, dans lesquels les populations peuvent rester à l'abri et en sécurité en cas d'événement. D'autre part, cette mise hors d'eau contribue à limiter le coût des dommages aux biens lors de la survenue d'une submersion en évitant que ces derniers ne soient altérés par les eaux de submersion. Enfin, les niveaux de mise hors d'eau sont prescrits à des cotes différentes pour tenir du type d'occupation des bâtiments et de leur contrainte d'exploitation. C'est pourquoi, les annexes doivent disposer d'une cote de référence à court terme et non pas à long terme. Du fait de leur usage principal de garage, leur mode d'accès nécessite de mettre en œuvre des moyens (rampes ou autres) non réaliste au regard de la cote de l'aléa long terme pour laquelle le différentiel avec le terrain naturel peut parfois dépasser le mètre. C'est pourquoi, de manière à tenir compte de cette contrainte tout en respectant le principe de réduction de vulnérabilité, la cote plancher pour les annexes a été abaissée à la cote court terme.

Dans le même ordre d'idée, des dispositions spécifiques sont prévues au travers du règlement pour les bâtiments nécessitant la proximité immédiate de l'eau et les bâtiments conchylicoles pour intégrer les spécificités liées à leur mode d'exploitation.

Par ailleurs, en zone submersible notamment, la réalisation des projets tels que les extensions et les annexes est conditionnée en matière d'emprise hydraulique au sol. En ce sens, des seuils de 15 m², 30 m², 50 m² ou 20 % de l'emprise hydraulique du bâtiment existant ont été définis dans le règlement selon la nature des projets. Là encore, tout en permettant une mise en sécurité des populations, ces derniers ont été établis afin de :

- favoriser la notion de transparence hydraulique explicité ci-dessus,
- limiter le coût des dommages et l'apport de population en zone à risque,
- faciliter la résilience des territoires.

Les dispositions réglementaires

Dans le règlement du PPRN, la constructibilité est conditionnée notamment au niveau d'aléa auquel sont exposées les différentes zones. C'est pourquoi, les différentes zones s'échelonnent des zones bleues où la constructibilité est admise sous conditions vers les zones rouges où en revanche le principe général retenu est l'inconstructibilité.

À titre d'exemple, en **zones bleues Bs1**, la constructibilité est admise sous réserve du respect de la règle des 50 % d'emprise au sol du terrain d'assiette et de la cote de référence selon la nature du projet localisé en aléa submersion marine.

En zone Rs3, l'inconstructibilité est la règle générale pour les nouveaux bâtiments. Toutefois, afin de permettre la vie et l'entretien des bâtiments existants, plusieurs adaptations du bâti existant sont néanmoins permises comme :

- l'extension par surélévation limitée à 30 m² de surface de plancher,
- l'extension au sol limitée à 30 m² d'emprise hydraulique à la cote long terme,
- la possibilité d'extension par surélévation limitée à 60 m² en cumulant les extensions au sol et par surélévation lorsque l'extension au sol n'est pas réalisée (30 + 30 = 60 m²),
- la création d'une annexe en dur limitée à 30 m² d'emprise hydraulique à la cote court terme,
- la création d'une annexe en matériaux légers limitée à 15 m² d'emprise hydraulique au niveau du terrain naturel,
- la création de préau fermé sur deux côtés au niveau du terrain naturel, piscine enterrée, etc...

De plus, comme évoqué dans le paragraphe précédent «L'adaptation des projets aux risques couverts le PPRN », des dispositions spécifiques sont définies pour les bâtiments, nécessitant la proximité immédiate de l'eau ou agricole. L'objectif de ces adaptations est de maintenir des activités qui ne peuvent pas être délocalisées tout en réduisant leur vulnérabilité. À titre d'exemple, en zone Rs3, il est possible de créer :

- de nouveaux bâtiments en vue de la création d'une nouvelle activité nécessitant la proximité immédiate de l'eau limités à 500 m² au niveau du terrain naturel avec mise hors d'eau des équipements sensibles et création d'une plate-forme intérieure de 30 m² à la cote de référence long terme.
- des hangars agricoles de 1000 m² au niveau du terrain naturel.

Concernant les zones les plus fortement exposées aux aléas comme les zones **Rs2 (aléa très fort de submersion marine)**, le principe d'inconstructibilité est davantage restrictif que dans les zones Rs3 du fait notamment de l'irréversibilité du phénomène en ce qui concerne la violence des aléas en zone de bande de précaution ou d'aléa très fort de submersion marine. Pour autant, des surélévations limitées restent possibles dans les zones submersibles de manière à permettre la mise en sécurité des personnes dans des espaces pouvant servir de zones refuges. En revanche, compte-tenu de l'intensité des phénomènes, toutes extensions au sol ou annexes sont proscrites.

Enfin, le principe de démolition / reconstruction est admis :

- Suite à un sinistre accidentel d'origine autre que les risques traités par le PPRN : reconstruction à l'identique avec recommandation de mise hors d'eau.
- Pour réduction de la vulnérabilité (à l'exception des zones Rs2) : 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.

Les terrains de campings

Des dispositions spécifiques sont définies pour les terrains de camping permettant de maintenir les activités tout en réduisant leur vulnérabilité. Il pourra donc être admis en zone Rs3 :

- la modernisation et la restructuration des terrains de camping existants seront admises sous réserve de diminuer la vulnérabilité des personnes et des biens, sans augmenter la capacité d'accueil ;
- La création d'un logement pour gardiennage par changement de destination d'un bâtiment existant.

Des zonages adaptés au territoire de Tonnay-Charente

À l'échelle de la commune de Tonnay-Charente un zonage spécifique Bs3 a été mis en place au niveau de la zone périportuaire. Dans ce secteur, les entreprises nécessitent une flexibilité en matière d'adaptation de leurs outils de productions. C'est pourquoi, des réflexions particulières ont eu lieu sur cette zone particulière.

Une réflexion globale a été menée par les services de la communauté d'agglomération de Rochefort Océan et du Syndicat Mixte des Ports de Commerce de Rochefort et Tonnay-Charente afin de présenter un schéma d'aménagement et de développement de la zone intégrant la prise en compte du risque de submersion marine. Ainsi, le pourcentage d'occupation des sols au titre du présent PPRN a été réfléchi et déterminé à l'échelle d'un périmètre global de la zone portuaire afin de laisser plus de flexibilité au développement des entreprises tout en maintenant l'impératif de libre écoulement des eaux et la non aggravation des risques sur les secteurs avoisinants.

IV.1.III. Le choix des variantes réglementaires

Les surfaces limites de 30m² autorisées dans le cadre des extensions par augmentation de l'emprise au sol ou par surélévation de bâtiments existants :

Il s'agit de pratiques et de règles nationales qui permettent à la fois de faire évoluer les bâtiments existants par la création d'une ou deux pièces supplémentaires tout en limitant l'apport de population en zone à risque. L'opportunité d'autoriser en extension un pourcentage du bâti existant n'a pas été retenue car elle pourrait potentiellement conduire à un apport de population conséquent. Cette règle des 30m² est usuellement utilisée dans les documents d'urbanisme.

Au cours d'échanges intervenus sur d'autres bassins d'études dans le département, il est apparu que 30 m² de surélévation n'était pas suffisant au regard de la superficie initiale importante des bâtiments et l'aspect architectural qui conduisait à avoir des effets de « tourelles » dans le paysage urbain. Ainsi, il a été proposé de pouvoir reporter la superficie d'extension au sol admise de 30 m² à l'étage de manière à pouvoir réaliser des surélévations de 60 m² de surface de plancher. Dès lors, l'effet de « tourelle » n'existe plus. Toutefois, il est à noter que cette disposition ne vaut que dans le cas où le pétitionnaire renonce à procéder à une extension au sol soit par impossibilité technique soit par choix personnel.

Les surfaces d'extensions des bâtiments d'activités autorisées (% de l'existant) et surfaces d'extensions des bâtiments agricoles élargies :

Ces dispositions visent à accompagner le développement de l'existant, en toute connaissance de cause vis-à-vis du risque inondation. Les possibilités d'extensions doivent permettre la pérennité d'une économie locale tout en s'assurant que les prescriptions de réduction de vulnérabilité des personnes et de biens soient respectées.

Ainsi, il a été choisi de prendre des critères qui permettent d'avoir des agrandissements de bâtiments cohérents avec leur superficie initiale existante. Pour les petits bâtiments, le critère ne devait pas conduire à obtenir des extensions démesurées au regard de l'existant et en revanche, pour les grands bâtiments, le critère ne devait pas conduire à retenir une superficie qui ne serait pas en

relation avec les besoins des activités et de fait rendre caduque les demandes d'extensions.

C'est pourquoi, pour les bâtiments de moins de 250 m², la superficie d'extension admise est définie en nombre de m² alors que pour les bâtiments de plus de 250 m², un pourcentage de la superficie existante a été retenu.

Les bâtiments agricoles et aquacoles :

Pour les bâtiments agricoles et aquacoles, le retour d'expérience de l'utilisation du porter à connaissance a très rapidement révélé que les superficies proposées de 50 m² et le respect des cotes planchers étaient en complète inadéquation avec les besoins des professions.

De plus, ces installations sont généralement implantées dans des secteurs naturels où :

- il n'existe pas d'alternative d'implantation de par la nature de leur activité
- l'emprise hydraulique des bâtiments n'a aucun impact les aléas touchant les enjeux les plus proches.

Dans ce cadre, il a été convenu avec les professions de réfléchir à une rédaction de règlement qui permet à la fois de concilier les besoins de développement des professionnels et la réduction de vulnérabilité de ces activités.

Ainsi, les seuils de superficie de bâtiments permettent des extensions ou des créations mesurées au regard des besoins de la profession tout en étant encadré et en réduisant la vulnérabilité comme par exemple la surélévation des planchers lorsqu'il s'agit de création ou d'extension de bâtiments d'élevage pour garantir la protection de la vie animale en cas d'événement.

Pour l'activité aquacole, le mode de production nécessite une présence en bord de mer et une implantation des bâtiments au niveau du terrain naturel. Dans ce cas, leur création ou extension s'accompagne de mesure compensatoire comme la limitation de la superficie des bâtiments en fonction de la zone, la mise hors d'eau des équipements sensibles, la pose de batardeaux, etc.

Les surfaces d'extensions autorisées sur le secteur spécifique de la zone portuaire :

Sur ce secteur, des projets de développement sont portés par la CARO et par le syndicat d'aménagement du Port de Rochefort-Tonnay-Charente dans une vision globale d'aménagement.

Par ailleurs, il s'agit d'une zone relativement vaste où le raisonnement du respect d'emprise hydraulique à la parcelle tel que mené pour de l'habitat n'apparaît pas pertinent.

C'est pourquoi, sur ce secteur, le taux d'occupation des sols est fixé à l'échelle de la zone réglementaire et non de chaque terrain d'assiette des projets. Cela permet à l'aménageur de disposer d'une plus grande souplesse dans ces choix et d'intégrer en amont des réflexions les impératifs de respect d'écoulement des eaux.

* Secteur du Port – Bs3 : (emprise de 32 ha)

Emprise des bâtiments existants en Bs3 : 0,8 ha soit environ 2,4 %,

Taux d'occupation des sols proposé de 15 %, soit une réserve de 4 ha.

La création d'annexes à la cote de référence court terme :

Au vu de l'expérience acquise au travers des dossiers de consultation sur les autorisations d'actes d'occupation des sols, il est apparu que le respect de la cote de référence long terme pour la création de garage posait difficulté du fait notamment d'un important différentiel entre le terrain naturel et la cote de référence rendant ainsi impossible l'accès aux extensions ou annexes par les véhicules.

C'est pourquoi, pour les annexes qui sont des dépendances accolées ou non au bâtiment principal et qui ne communiquent par l'intérieur avec ce dernier, il a été décidé de ramener la cote de référence à la cote court terme à condition qu'il ne soit pas créer de nouveaux logements dans ces annexes ou de pièces de vie pour ne pas créer de rupture d'égalité de traitement avec le cas des extensions pour lesquelles la cote de référence long terme est requise. En effet, l'extension communiquant avec l'intérieur du bâtiment principal, son usage ne peut ni être contrôlé ni être garanti dans le temps. C'est pourquoi, pour des impératifs de mise en sécurité des personnes, il est systématiquement requis le recours à la cote de référence long terme.

Les terrains de camping :

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 (RML) 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 en l'occurrence du risque de submersion et des vents violents accompagnant parfois ce phénomène. 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.

Les stationnements souterrains :

Lors de la création de bâtiments collectifs, la pérennité des projets repose sur la capacité du projet à disposer de suffisamment de stationnement notamment pour répondre aux contraintes des documents d'urbanisme. Ainsi, en interdisant la création de stationnement souterrain, cela conduit à un refus des projets alors même que le principe de la zone réglementaire dans lesquels ils se situent est la constructibilité générale d'où une problématique d'incohérence.

Par conséquent, dans les zones urbanisées les moins exposées (aléa faible) et dans le cas de démolition/reconstruction de bâtiments disposant d'ores et déjà de stationnement souterrain, il a été admis de maintenir de type d'équipement tout en encadrant très fortement leur réalisation notamment par des conditions d'étanchéité de structures et d'accès situés au-dessus de la cote de référence long terme. Ainsi, la vulnérabilité de ce type d'équipement se trouve réduite dans le cadre de la reconstruction.

Dans les autres niveaux d'aléas en zone urbaine, la création de stationnements souterrain est interdite compte-tenu d'un niveau de risque plus important.

Enfin, en ce qui concerne les secteurs urbains uniquement soumis à un aléa faible à long terme, le principe de création de stationnements souterrains est admis dans les mêmes conditions prescriptives strictes visées ci-avant. En effet, dans ces secteurs, le principe de constructibilité générale n'est pas remis en cause car il est rappelé que la constructibilité s'apprécie au regard de l'aléa à court terme et que ces zones en sont exemptes.

V. Documents annexes

**Annexe n°1 : Arrêté préfectoral de
prescription n°17-2561 du
18 décembre 2017**

Annexe n°2 : La submersion marine

Rapport d'étude hydraulique « Étude des aléas submersion marine et des enjeux du bassin de l'estuaire de la Charente »

**Annexe n°3 : Cartes des aléas
submersion marine**

Annexe n°3-1

Cartes de l'aléa naturel à court terme Scénario Informatif Xynthia +20cm (sans ouvrage de protection) (Hauteurs, Vitesses et Aléas)

Annexe n°3-1

Cartes de l'aléa naturel à long terme
Scénario Informatif Xynthia +60cm
(sans ouvrage de protection)
(Hauteurs, Vitesses et Aléas)

Annexe n°3-2

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

Annexe n°3-3

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

Annexe n°4 : Carte des enjeux

**Annexe n°5 : Hauteurs d'eau à la côte :
évènements de référence à court et
long terme**

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	<p>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.</p> <p>Elle permet de caler le niveau de plancher d'une construction ou d'une installation par rapport au terrain naturel.</p>
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 centennial (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.
Laissez 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.

**PLANS DE PRÉVENTION DES RISQUES
NATURELS PRÉVISIBLES**

COMMUNE DE TONNAY-CHARENTE

NOTE DE PRÉSENTATION

ANNEXES 1

**Arrêté préfectoral de prescription n°17-2561 du 18
décembre 2017**

PRÉFET DE LA CHARENTE-MARITIME

ARRÊTÉ N°17-2561 du 18 DEC. 2017

direction
départementale
des Territoires et de la Mer
Charente-Maritime

prescrivant la révision du plan de prévention des risques naturels (PPRN) portant sur le risque de submersion marine sur le territoire de la commune de Tonnay-Charente

service Urbanisme,
Aménagement, Risques
et Développement Durable
unité
Prévention des Risques

Le préfet de la Charente-Maritime
Chevalier de l'Ordre National du Mérite

Vu le Code de l'environnement et notamment les articles L.562-1 à L.562-9 et R.562-1 à R.562-11 relatifs aux plans de prévention des risques naturels prévisibles ;

Vu le Code de l'environnement et notamment les articles L.125-2 à L.125-5 et R.125-23 à R.125-27 relatifs à l'information préventive ;

Vu le Code de l'environnement et notamment les articles L.561-3 et L.561-5 et R.561-6 à R.561-17 relatifs au Fonds de Prévention des Risques Naturels Majeurs (FPRNM) ;

Vu le Code de la construction et de l'habitation ;

Vu l'arrêté du préfet coordonnateur du bassin en date du 01 décembre 2015 portant approbation du Plan de Gestion des Risques Inondations (PGR) sur le bassin Adour-Garonne ;

Vu la décision n° F-075-16-P-007 de l'Autorité Environnementale du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable en date du 20 juillet 2016 soumettant la procédure de révision des Plans de Prévention des Risques Naturels du bassin de l'estuaire de la Charente à évaluation environnementale suite à l'examen au cas par cas en application de l'article R122-18 du code de l'environnement ;

Vu l'arrêté préfectoral n°13-574 du 21 mars 2013 portant approbation du plan de prévention des risques naturels de la commune de Tonnay-Charente en ce qui concerne le risque de submersion marine ;

Considérant que sur le territoire de la commune de Tonnay-Charente a été recensé le risque naturel de submersion marine ;

Sur proposition du Directeur Départemental des Territoires et de la Mer de la Charente-Maritime ;

ARRÊTE

Article 1 : la révision du plan de prévention des risques naturels portant sur le risque de submersion marine est prescrite sur le territoire de la commune de Tonnay-Charente ;

Article 2 : le périmètre mis à l'étude correspond à celui défini sur la carte jointe en annexe 1 au présent arrêté ;

Article 3 : la direction départementale des territoires et de la mer (DDTM) est désignée en qualité de service déconcentré de l'État chargé d'instruire le projet, d'organiser l'association avec les collectivités, la concertation avec la population et d'assurer les consultations nécessaires ;

Article 4 : le plan de prévention des risques naturels comprendra :

- une note de présentation,
- des documents graphiques délimitant les secteurs à réglementer sur le territoire de la commune de Tonnay-Charente,
- un règlement précisant les mesures applicables dans les différentes zones concernées ;

Article 5 : le présent plan de prévention des risques naturels est soumis à évaluation environnementale. La décision de l'autorité environnementale est jointe en annexe 2 au présent arrêté ;

Article 6 : les modalités d'association des collectivités territoriales et de l'établissement public de coopération intercommunale concernés par le territoire du bassin d'études, consistent en :

- l'organisation de comités de pilotage présidés par Monsieur le Préfet, ou son représentant, en présence des services de la DDTM et du bureau d'études et associant l'ensemble des collectivités territoriales et l'établissement public de coopération intercommunale concernés par le présent bassin d'étude ;
- l'organisation de réunions bilatérales entre la commune de Tonnay-Charente, les services de la DDTM et le bureau d'études ;

Article 7 : les modalités de la concertation à assurer auprès de la population consistent en :

- l'organisation de réunions publiques associant les populations des 13 communes du bassin d'études dénommé « estuaire de la Charente » à savoir les communes de l'île d'Aix, Port-des-Barques, Fouras, Saint-Laurent-de-la-Prée, Vergeroux, Breuil-Magné, Tonnay-Charente, Cabariot, Saint-Hippolyte, Soubise, Echillais, Saint-Nazaire-sur-Charente et Rochefort.
- l'exposition, dans les locaux de la mairie de Tonnay-Charente, d'un classeur reprenant et illustrant les différentes phases de l'étude avec mise à disposition d'un cahier à remarques ;
- l'élaboration de flash(s) d'information sur la démarche de l'étude, dont la diffusion sera assurée dans un premier temps lors des réunions publiques puis à la mairie de Tonnay-Charente ;
- la mise en ligne sur le site internet des services de l'État (<http://www.charente-maritime.gouv.fr>) de toute ou partie des éléments visés ci-avant.

Article 8 : le PPRN doit être approuvé dans un délai de trois ans à compter de la date du présent arrêté. Ce délai est prorogeable une fois, dans la limite de dix-huit mois, par arrêté préfectoral motivé si les circonstances l'exigent, notamment pour prendre en compte la complexité du plan ou l'ampleur et la durée des consultations.

Article 9 : le présent arrêté sera :

- notifié au maire de la commune de Tonnay-Charente qui assurera son affichage pendant un mois en sa mairie,
- notifié au président de la communauté d'agglomération Rochefort Océan qui assurera son affichage pendant un mois au siège de son établissement,
- publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de la Charente-Maritime.

Il fera l'objet d'une mention en caractères apparents dans le journal *Sud-Ouest*.

Article 10 :

- le Secrétaire Général de la Préfecture,
 - le Sous-Préfet de l'arrondissement de Rochefort,
 - le Maire de la commune de Tonnay-Charente ,
 - le Président de la communauté d'agglomération Rochefort Océan,
 - le Directeur Départemental des Territoires et de la Mer,
- sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté.

La Rochelle, le **18 DEC. 2017**

Le Préfet



Fabrice RIGOULET-ROZE

Le présent arrêté pourra faire l'objet, dans le délai de deux mois à compter de sa notification, soit d'un recours gracieux auprès de Monsieur Le Préfet de la Charente-Maritime, soit d'un recours hiérarchique adressé au ministère de la Transition écologique et solidaire.

Il peut également faire l'objet d'un recours contentieux auprès du tribunal administratif de Poitiers soit directement, en l'absence de recours préalable (recours gracieux ou hiérarchique), dans le délai de deux mois à compter de la plus tardive des mesures de publicité prévues à l'article 9 ci-dessus, soit à l'issue d'un recours préalable, dans les deux mois à compter de la date de notification de la réponse obtenue de l'administration ou au terme d'un silence gardé par celle-ci pendant deux mois à compter de la réception de la demande.

Sous peine d'irrecevabilité du recours contentieux, la contribution pour l'aide juridique de 35 Euros prévue par l'article 1635 Q du code général des impôts devra être acquittée, sauf justification du dépôt d'une demande juridictionnelle.

Genouillé

Moragne

Lussant

Cabariot

Commune de Tonnay-Charente

Légende



Périmètre d'étude

Échelle: 1/25000

Muron

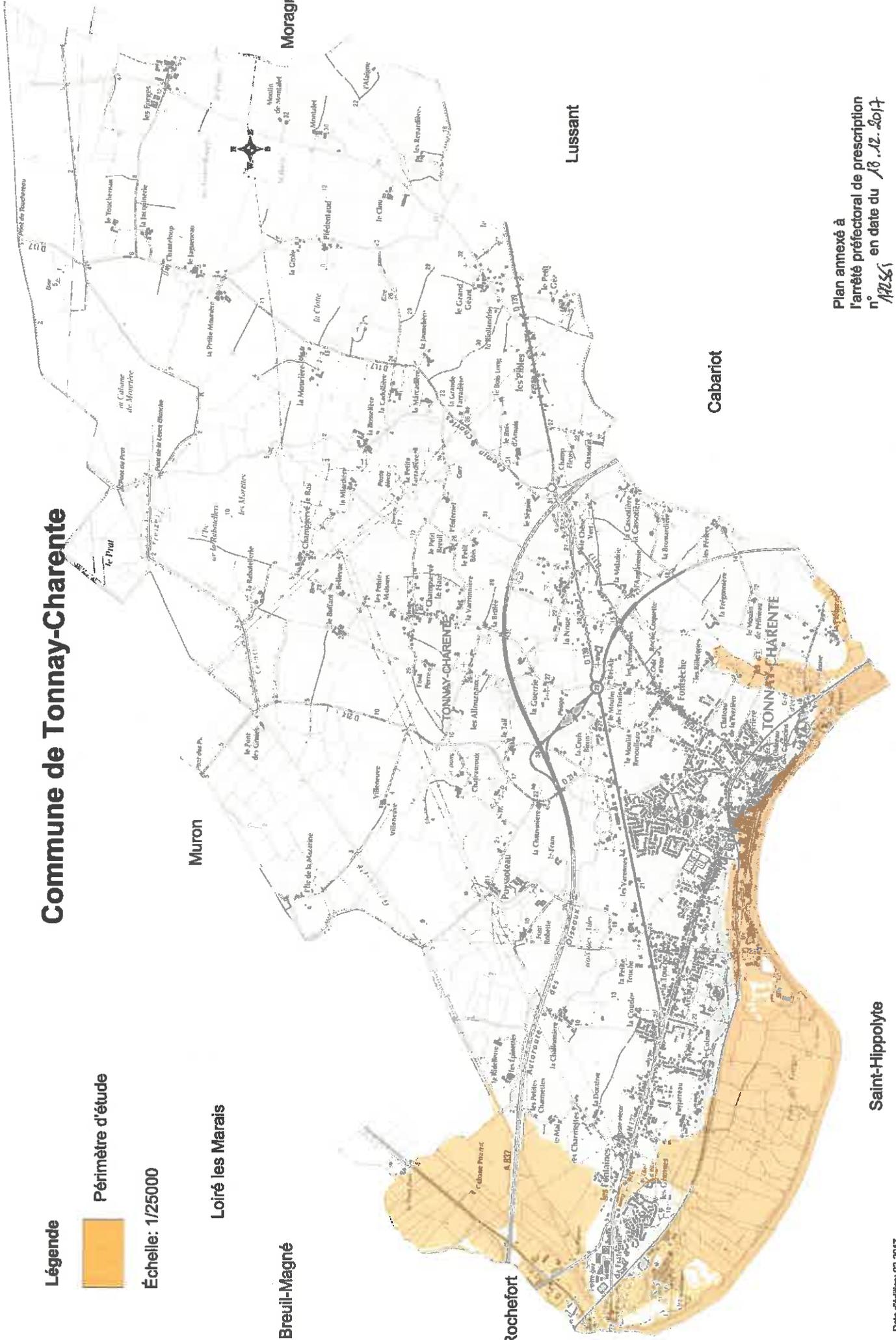
Loiré les Marais

Breuil-Magné

Rochefort

Saint-Hippolyte

Plan annexé à
l'arrêté préfectoral de prescription
n° 19255
en date du 18.12.2017





Autorité environnementale

conseil général de l'Environnement et du Développement durable

www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr

Décision de l'Autorité environnementale, après examen au cas par cas, sur la révision du plan de prévention des risques naturels de l'estuaire de la Charente (17)

n° : F-075-16-P-007

Décision du 20 juillet 2016
après examen au cas par cas
en application de l'article R. 122-17 du code de l'environnement

La formation d'autorité environnementale du conseil général de l'environnement et du développement durable, qui en a délibéré le 20 juillet 2016,

Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 122-4, R. 122-17 et R. 122-18 ;

Vu le décret n° 2015-1229 du 2 octobre 2015 modifié relatif au Conseil général de l'environnement et du développement durable ;

Vu l'arrêté du 12 mai 2016 portant approbation du règlement intérieur du conseil général de l'environnement et du développement durable ;

Vu la demande d'examen au cas par cas n° F-075-16-P-007 relative à la révision du plan de prévention des risques naturels de l'estuaire de la Charente, reçue complète de la direction départementale des territoires et de la mer de Charente-Maritime le 15 juin 2016 ;

La ministre chargée de la santé ayant été consultée par courrier en date du 15 juin 2016 ;

Considérant les caractéristiques de la révision du plan de prévention des risques naturels (PPRN) de l'estuaire de la Charente, qui :

- porte sur un territoire constitué de 13 communes, sur lequel des PPRN ont été prescrits en 2008, dont 11 sont aujourd'hui approuvés et 2 (Aix et Fouras) sont appliqués par anticipation,
- vise à prendre en compte les modélisations numériques de la submersion marine réalisées dans le cadre du programme d'actions de prévention des inondations (PAPI), lequel prévoit de mettre en place un « schéma global de protection contre la submersion marine », pour prendre en compte l'événement Xynthia, nouvel aléa de référence sur le territoire, ainsi que l'évolution du niveau de la mer, à court et long terme,

Considérant les caractéristiques des incidences et de la zone susceptible d'être touchée en particulier :

- les forts enjeux environnementaux et patrimoniaux de la zone, qui :
 - est largement couverte par deux sites Natura 2000 (estuaire et basse vallée de la Charente, et marais de Rochefort) désignés à la fois au titre de la directive Oiseaux et au titre de la directive Habitats, et bordée également par deux autres (marais de Brouage, et pertuis charentais),
 - est largement couverte par le site classé de l'estuaire de la Charente, et compte 79 monuments historiques,
 - compte 36 installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE),
- l'ampleur des surfaces concernées par l'aléa cartographié, susceptible d'engendrer des travaux importants peu définis à ce stade, étant précisé qu'une partie de ces surfaces sont urbanisées ;

Décide :

Article 1^{er}

En application de la section deux du chapitre II du titre II du livre premier du code de l'environnement, et sur la base des informations fournies par le pétitionnaire, la révision du plan de prévention des risques naturels de l'estuaire de la Charente, présentée par la direction départementale des territoires et de la mer de Charente-Maritime, n° F-075-16-P-007, est soumise à évaluation environnementale, dont le contenu est défini par l'article R. 122-20 du code de l'environnement.

Article 2

La présente décision sera publiée sur le site Internet de la formation d'autorité environnementale du conseil général de l'environnement et du développement durable.

Fait à la Défense, le 20 juillet 2016,

La formation d'autorité environnementale
du conseil général de l'environnement
et du développement durable,
représentée par son président



Philippe LEDENVIC

Voies et délais de recours

La présente décision peut faire l'objet d'un recours gracieux formé dans un délai de deux mois à compter de sa notification ou de sa mise en ligne sur internet.

Lorsqu'elle soumet un projet à évaluation environnementale, la présente décision peut également faire l'objet d'un recours contentieux formé dans les mêmes conditions. Sous peine d'irrecevabilité de ce recours, un recours administratif préalable est obligatoire (RAPO) conformément aux dispositions du IV de l'article R. 122-18 du code de l'environnement. Ce recours suspend le délai du recours contentieux.

Le recours gracieux ou le RAPO doit être adressé à :

Monsieur le président de l'autorité environnementale
Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer
Conseil général de l'Environnement et du Développement durable
Autorité environnementale
92055 La Défense CEDEX

Le recours contentieux doit être formé dans un délai de deux mois à compter du rejet du RAPO. Il doit être adressé à :

Monsieur le président du tribunal administratif de Cergy-Pontoise
2-4 Boulevard de l'Hautil
BP 30 322
95 027 Cergy-Pontoise CEDEX

PLANS DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS PRÉVISIBLES

COMMUNE DE TONNAY-CHARENTE

NOTE DE PRÉSENTATION

ANNEXE 2

**Etude des aléas et des enjeux du bassin de l'estuaire
de la Charente : rapport d'étude hydraulique**



Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

ÉTUDE COMPLÉMENTAIRE

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

ARTELIA

Agence de Bordeaux

Parc Sextant – Bâtiment D
6-8 avenue des Satellites – CS 70048
33187 LE HAILLAN Cedex

Tel. : 05 56 13 85 82

Fax : 05 56 13 85 63

DDTM DE LA CHARENTE-MARITIME

SOMMAIRE

Section 1	Construction du modèle	1
1.	CONTEXTE DE L'ÉTUDE	2
2.	LES PHÉNOMÈNES D'INONDATIONS	3
2.1.	INONDATIONS PAR SUBMERSION MARINE	3
2.1.1.	Origine de la submersion	3
2.1.2.	Le phénomène de submersion marine	4
2.2.	INONDATIONS PAR CRUE FLUVIALE	5
2.2.1.	Genèse des crues	5
2.2.2.	Formation et types des crues	5
2.2.3.	Fréquence des débordements	6
2.2.4.	L'écoulement des crues	7
3.	MODÉLISATION DES ÉCOULEMENTS	8
3.1.	OUTIL DE MODÉLISATION	8
3.1.1.	Présentation du logiciel : TELEMAC-2D	9
3.1.2.	Principes de calcul	10
3.1.2.1.	TELEMAC-2D : OUTIL DE MODÉLISATION HYDRAULIQUE	11
3.1.2.2.	TOMAWAC : OUTIL DE MODÉLISATION DE LA HOULE	12
3.1.2.3.	OUTIL DE MODÉLISATION DES PROTECTIONS	13
3.2.	CARACTÉRISTIQUES DU MODÈLE	14
3.2.1.	Système altimétrique et géo-référencement	14
3.2.2.	Le maillage : une représentation schématique de la réalité	14
3.2.2.1.	REMBLAIS ET DIGUES	14
3.2.2.2.	BÂTIMENTS ET ZONES URBAINES	16
3.2.2.3.	RÉSEAU DE RESSUYAGE ET OUVRAGES HYDRAULIQUES	16
3.2.3.	Données d'entrée	17
3.2.3.1.	TOPOGRAPHIE ET BATHYMÉTRIE	17
3.2.3.2.	OUVRAGES HYDRAULIQUES	17
3.2.4.	Description du maillage mis en œuvre	19
3.3.	HYPOTHÈSES ET LIMITES ASSOCIÉES	22
3.3.1.	Interpolation entre les points de calcul	22
3.3.2.	Cartographie des résultats	22
Section 2	Calage du modèle	23
4.	MÉTHODOLOGIE DE CALAGE	24
4.1.	PRINCIPES	24
4.2.	COEFFICIENTS DE FROTTEMENT RETENUS	24
4.3.	REMARQUES	25
5.	CALAGE D'UN ÉVÈNEMENT MARITIME	26
5.1.	CALAGE PRÉALABLE DE LA PARTIE MARITIME POUR DES CONDITIONS USUELLES DE MARÉE	26

5.2.	EVÈNEMENT MARITIME XYNTHIA	30
5.3.	DONNÉES HISTORIQUES UTILISÉES POUR LE CALAGE DE LA TEMPÊTE XYNTHIA	30
5.4.	COMPARAISON DES RÉSULTATS DU MODÈLE ET DES OBSERVATIONS	31
6.	CALAGE D'UN ÉVÈNEMENT FLUVIAL	36
6.1.	EVÈNEMENT FLUVIAL : LA CRUE DE DÉCEMBRE 1982	36
6.2.	DONNÉES HISTORIQUES	37
6.3.	COMPARAISON DES RÉSULTATS DU MODÈLE ET DES OBSERVATIONS	37
Section 3	Définition des scénarios de référence	39
7.	EVÈNEMENT DE RÉFÉRENCE	40
7.1.	SYNTHÈSE DES DONNÉES SUR LES ÉVÈNEMENTS HISTORIQUES	41
7.1.1.	Historique des niveaux marins exceptionnels	41
7.1.2.	Les tempêtes au XXème siècle en Charente-Maritime	43
7.1.3.	Analyse spécifique du phénomène Xynthia	45
7.1.3.1.	UN PHÉNOMÈNE MÉTÉOROLOGIQUE	46
7.1.3.2.	UNE CONJONCTION EXCEPTIONNELLE DU VENT ET DE LA MARÉE	48
7.2.	SIMULATION DE L'ÉVÈNEMENT DE RÉFÉRENCE DE L'ACTUEL PPRN	50
7.3.	ANALYSE DES PARAMÈTRES GÉNÉRATEURS DES NIVEAUX EXTRÊMES DANS L'ESTUAIRE	52
7.4.	CONCLUSION SUR L'ÉVÈNEMENT DE RÉFÉRENCE RETENU	53
8.	ALÉAS DE RÉFÉRENCE À RETENIR	53
9.	PRISE EN COMPTE DES OUVRAGES DE PROTECTION	54
9.1.	IDENTIFICATION DE L'ENSEMBLE DES OUVRAGES CONSTITUANT LE SYSTÈME DE PROTECTION	54
9.1.1.	Généralités : les secteurs homogènes initiaux	54
9.1.2.	Application pour l'élaboration du PPRN	54
9.2.	PRISE EN COMPTE DE LA SOLLICITATION À LA HOULE DES OUVRAGES	55
9.3.	PRISE EN COMPTE DE LA PROTECTION	56
9.4.	DYNAMIQUE DE CONSTITUTION DES BRÈCHES OU D'EFFACEMENT D'OUVRAGES	58
9.5.	SCÉNARIOS DE MISE EN ŒUVRE DES DÉFAILLANCES	60
10.	CARTOGRAPHIE DES DEUX ALÉAS DE RÉFÉRENCE DU FUTUR PPRN	61
10.1.	CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS D'EAU	61
10.2.	CARTOGRAPHIE DES VITESSES D'ÉCOULEMENT	61
10.3.	CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA DE RÉFÉRENCE	62

Section 4	Annexes	63
ANNEXE 0	Retour d'EXpérience de Xynthia	64
ANNEXE 1	Calage de Xynthia – Hauteurs d'eau	65
ANNEXE 2	Calage de Xynthia – Niveaux d'eau	66
ANNEXE 3	Calage de Xynthia – Tableau des lasses de crues	67
ANNEXE 4	Calage de la crue de 1982 – Profil en long	68
ANNEXE 5	Calage de la crue de 1982 – Emprise inondée	69
ANNEXE 6	Scénarios de défaillance	70

SECTION 1

CONSTRUCTION DU MODÈLE

1. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Le bassin de l'Estuaire de la Charente comprend 14 communes pour lesquelles les services de l'État de la préfecture de la Charente-Maritime a prescrit le 27 octobre 2008 la réalisation de PPR portant sur les risques littoraux.

A ce jour, les études réalisées sans modélisations spécifiques, ont permis aux services de l'État de la préfecture d'approuver les PPRL sur les 11 communes suivantes :

- St Laurent de la Prée,
- Breuil-Magné,
- Vergeroux,
- Port-des Barques,
- St Nazaire sur Charente,
- Soubise,
- Rochefort,
- Tonnay-Charente,
- Echillais,
- St Hippolyte,
- Cabariot.

Les communes de Aix, Fouras et Yves, également concernées par l'élaboration de ces documents, disposent actuellement de PPR appliqués par anticipation.

Par ailleurs, ARTELIA a réalisé entre 2013 et 2015 une étude pour le compte du Département de la Charente Maritime dans le cadre de l'élaboration du Programme d'Actions de Protection contre les Inondations (PAPI) de ce secteur porté par l'EPTB Charente. Dans le cadre de cette étude, ARTELIA a élaboré une modélisation mathématique permettant de simuler le comportement hydraulique et maritime des Pertuis Charentais et plus globalement entre la côte Vendéenne et la côte Aquitaine. Ce modèle intègre également, en fonction de données bathymétriques et topographiques (Lidar) récentes, la remontée et la possible expansion des crues et des marées entre l'Embouchure de la Charente et l'amont de Saintes.

Ce modèle a été calé à l'aide de nombreuses informations disponibles sur les événements maritime de 1999 (Martin) et de 2010 (Xynthia) mais également pour la crue fluviale de 1982 afin de représenter parfaitement le comportement hydraulique des interconnexions entre les marées et le débit sur le secteur aval de la Charente et donc sur l'ensemble du Bassin de l'Estuaire Charente défini par l'État.

Afin de valoriser les études et la nouvelle connaissance du comportement hydraulique sur ces secteurs et prendre en compte un événement de référence conforme aux dispositions de la circulaire du 27 juillet 2011 et découlant de la nouvelle connaissance amenée par la tempête Xynthia, la DDTM de la Charente Maritime a souhaité engager, avec le modèle ainsi représentatif, une étude complémentaire pour redéfinir les aléas inondation ou submersion sur le territoire du bassin de l'Estuaire de la Charente et identifier les enjeux soumis aux risques.

Notons également que la nouvelle connaissance des phénomènes de submersion marine apportée par les études récentes sur le département, a mis en évidence une déconnexion des phénomènes hydrauliques entre le bassin de la Charente et ses marais associés en aval et le territoire de la commune d'Yves qui ne peut être submergé que par les débordements des protections frontales océaniques de l'Ouest de la commune. Au vu de cette nouvelle connaissance, la commune d'Yves ne fait plus partie du bassin Estuaire Charente mais sera traitée par les services de l'Etat dans le cadre de l'élaboration des PPRL de l'agglomération Rochelaise.

2. LES PHÉNOMÈNES D'INONDATIONS

2.1. INONDATIONS PAR SUBMERSION MARINE

2.1.1. Origine de la submersion

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, dont la hauteur équilibre le déficit de pression atmosphérique ; une diminution d'un hectopascal équivaut approximativement à une élévation d'un centimètre de niveau marin,
- le **vent** (force, direction) exerce une contrainte à 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.

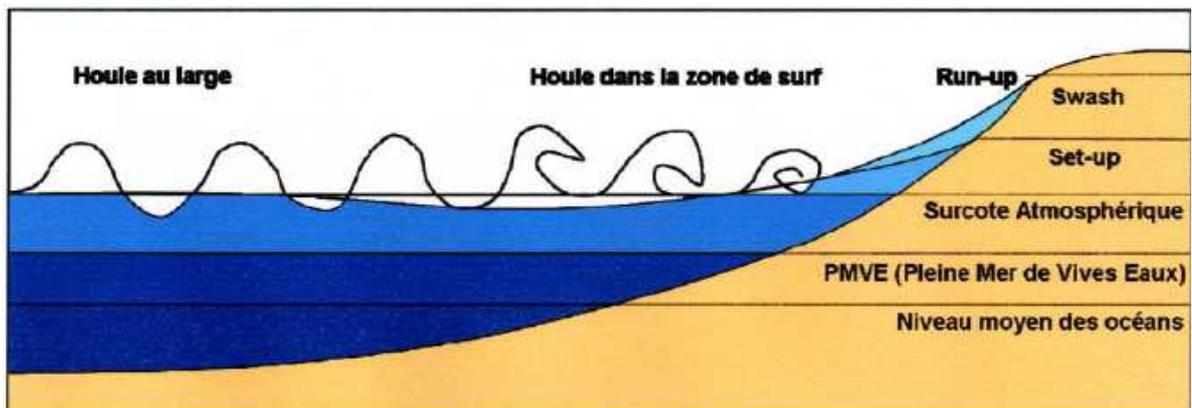


Schéma illustrant les principaux mécanismes à l'origine de l'élévation du niveau marin dans le cas d'une tempête (Source : BRGM)

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.

2.1.2. Le phénomène de submersion marine

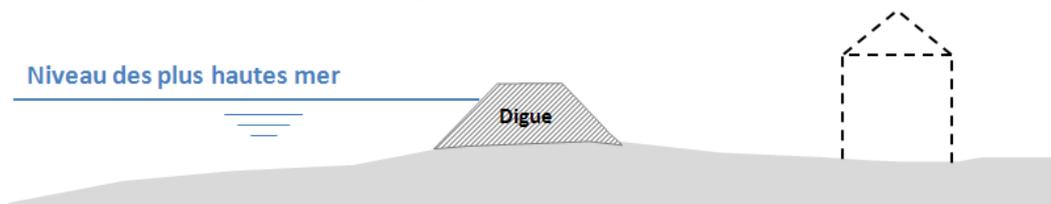
Les submersions marines ou littorales sont générées par la combinaison de différents facteurs liés entre eux pour certains et indépendants pour d'autres. Elles sont issues du croisement du niveau d'eau statistique à la côte, de la houle à la côte (Run up) mais également du système de protection littorale.

Les submersions peuvent en effet être dues :

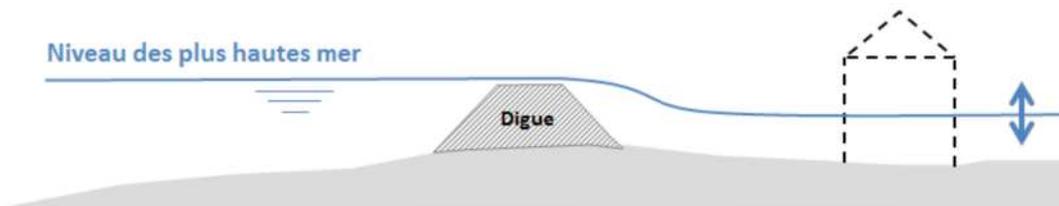
- à la rupture ou à la destruction des ouvrages de protection,
- au débordement par surverse de la mer sur les digues ou ouvrages de protection, le niveau de pleine mer ayant une cote supérieure à celle des crêtes des ouvrages,
- à la rupture ou à la destruction d'un cordon dunaire à la suite d'une érosion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

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.

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

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 :

- 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.

2.2. INONDATIONS PAR CRUE FLUVIALE

2.2.1. Genèse des crues

D'une manière générale, les crues de la Charente prennent naissance dans le haut-bassin, à l'amont de Mansle. Ces crues sont engendrées par des pluies relativement uniformément réparties sur l'ensemble du bassin. Ceci a pour conséquence, compte tenu de la superficie des différents sous-bassins alimentant la crue sur le parcours :

- un apport soutenu et progressif des affluents du tronçon Mansle-Angoulême,
- une relative coïncidence des hydrogrammes (même date de démarrage de la montée, même date de la pointe), entre celui de Mansle (Charente) et ceux des affluents à leur confluence avec la Charente.
- sur le secteur en aval de Saintes, les apports de la Boutonne et de la Seugne, sont des éléments pénalisant l'évacuation à l'océan des apports du bassin versant de la Charente en amont de Cognac. Ces apports précèdent de 1 à 4 jours le maximum de la crue de la Charente à Saintes et créent ainsi des conditions de remplissage des biefs qui sont pénalisantes pour favoriser l'évacuation vers l'aval des volumes exceptionnels.

2.2.2. Formation et types des crues

Les crues de la Charente et de ses affluents résultent d'épisodes pluvieux d'origine océanique et dont la répartition spatiale est généralement homogène sur le bassin. La réponse de celui-ci à la pluviométrie est essentiellement régie par les hauteurs d'eau précipitées. L'intensité des précipitations se fait toutefois également sentir en amont, et en particulier lorsque des événements de pluviométrie intense se cumulent avec des pluies de longue durée.

Le fait le plus marquant qui caractérise les crues du bassin réside dans leur caractère saisonnier, 80 % d'entre elles se produisant entre le 15 décembre et le 1^{er} avril de l'année suivante.

Ceci est dû en partie au régime des pluies, mais aussi à la capacité d'absorption des aquifères du bassin (alluviaux ou karstiques).

Par contre, la couverture végétale du bassin, qu'il s'agisse des strates naturelles ou des cultures, est trop pauvre pour assurer un stockage superficiel conséquent des eaux de pluie, excepté dans le haut bassin, soit moins de dix pour cent de l'ensemble.

La montée des eaux et la décrue sont lentes, entraînant des durées de submersion très longues (de 10 à 30 jours).

La forme ramassée du bassin à l'amont favorise l'émergence d'une onde de crue bien marquée par conjugaison des hydrogrammes de la Charente, du Bandiat et de la Tardoire.

Cette onde de crue, en se propageant vers l'aval, subit un important laminage, du fait des débordements dans un lit majeur souvent large. Ce laminage se traduit par un impact positif sur la crue, à savoir un écrêtement des débits de pointe et un déphasage retardé de l'onde. Le phénomène est particulièrement marqué entre Angoulême et Cognac.

Sur l'amont du secteur d'étude, les crues les plus importantes sont générées par des pluviométries longues (supérieures à une semaine) et soutenues.

L'onde de crue est étalée dans le temps à Angoulême sans pointe très marquée. En se propageant vers l'aval, elle se renforce des apports latéraux entretenus par la pluie persistante et vient s'ajouter aux crues des affluents aval, dont les débits sont toujours conséquents, du fait de la pluie qui n'a pas cessé. Le débit à Saintes peut alors atteindre des valeurs très importantes. Ce type d'événement conduit à des crues exceptionnelles à Saintes, et plus moyennes à Angoulême (ex. crues de janvier 1961 – décembre 1982 – janvier 1994).

2.2.3. Fréquence des débordements

Les lits mineurs de la Charente et de ses affluents sont remarquables par leur faible capacité. Les débordements sont donc fréquents, de l'ordre de une fois par an. Les durées annuelles moyennes des inondations sont de plus en plus longues, de l'amont vers l'aval :

- 9 jours à Mansle,
- 15 jours à Angoulême,
- 22 jours à Saintes.

2.2.4. L'écoulement des crues

De manière générale, et sur la majeure partie du réseau hydrographique, les conditions d'écoulement sont difficiles, notamment pour les raisons suivantes :

- lit mineur de faible capacité,
- pentes très faibles, en particulier en aval de Cognac,
- remontée de la marée dans la partie aval,
- méandrement localement développé et allongeant les trajets hydrauliques,
- lit mineur fréquemment encombré pour de multiples raisons : entretien insuffisant, ouvrages vétustes ou mal dimensionnés, occupation abusive du lit par certains aménagements, etc...
- lit majeur, dont la fonction de stockage hydraulique est parfois contrariée par des remblais, des constructions, etc...
- il est à noter toutefois que le ralentissement des écoulements en lit majeur, par des remblais perpendiculaires à l'axe du fleuve, n'est pas totalement négatif, puisqu'il contribue également à augmenter l'effet de laminage, en privilégiant des zones d'expansion sur les hauts bassins versants,
- enfin, présence de deux verrous topographiques (Cognac et Saintes), dont les effets aggravés par l'intervention humaine induisent un relèvement très net des lignes d'eau en crue.

3. MODÉLISATION DES ÉCOULEMENTS

3.1. OUTIL DE MODÉLISATION

Afin de déterminer avec précision le comportement hydrodynamique côté maritime et la propagation des écoulements côté terrestre sur l'ensemble notre zone d'étude, une modélisation mathématique bidimensionnelle a été mise en œuvre à l'aide du logiciel **TELEMAC-2D**.

Cette modélisation intègre :

- l'hydrodynamique maritime et terrestre,
- le calcul des débits de surverse au niveau de l'interface constitué par un système de protection littorale.

La réalité du terrain est représentée de manière schématique à l'aide d'un maillage, maquette virtuelle du secteur d'étude. Le maillage est composé de triangles de tailles variables dont les sommets servent de points de calculs. Chaque point de calcul possède une information de géo-référencement spatial (X et Y) et altimétrique (Z).

La modélisation mise en œuvre dans le cadre de l'étude est une modélisation hydrodynamique bidimensionnelle, ce qui signifie :

- hydrodynamique : les caractéristiques des écoulements (hauteur d'eau et vitesse) sont déterminées de manière dynamique, c'est-à-dire en chaque instant de l'évènement simulé,
- bidimensionnelle : le modèle fournit les vitesses de déplacement de la colonne d'eau (vitesses moyennées sur la verticale) dans l'espace (plan horizontal).

En chaque point de calcul et pour chaque instant de l'évènement modélisé, le niveau d'eau et la vitesse (intensité et direction) sont déterminés par calcul. À partir de ces informations et de la cote altimétrique de chaque point, les variables hydrauliques suivantes sont déterminées : hauteur d'eau (niveau d'eau – niveau du terrain naturel ou du lit de la rivière), débit linéique scalaire et vectoriel (vitesse x hauteur d'eau),...

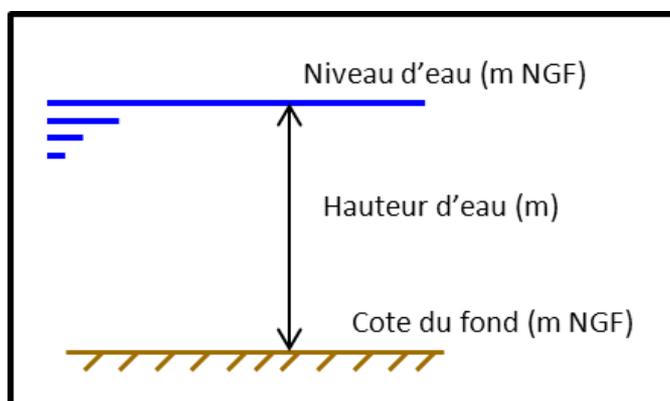


Fig. 1. Fond, hauteur d'eau, niveau d'eau

3.1.1. Présentation du logiciel : TELEMAC-2D

Le système TELEMAC (© EDF), dont fait partie TELEMAC-2D, est développé par le Laboratoire National d'Hydraulique et Environnement, en respect des procédures d'Assurance de la Qualité des Logiciels Scientifiques et Techniques d'EDF. Ce système logiciel est à présent mis à disposition gratuitement par EDF-DRD en open source et il peut être téléchargé sans aucun coût d'acquisition de licence.

C'est un puissant outil intégré de modélisation dans le domaine des écoulements à surface libre. Utilisé dans le cadre de très nombreuses études partout dans le monde (plusieurs centaines à l'heure actuelle), il est devenu l'un des grands standards dans son domaine.

La méthodologie de modélisation mise en œuvre présente les avantages suivants :

- le terrain est représenté par un assemblage de facettes triangulaires de tailles et de formes variables, nommé maillage. Ce maillage épouse avec fidélité les géométries complexes que l'on rencontre dans la nature, l'altimétrie, les chenaux préférentiels des courants, la définition précise des ouvrages du secteur (merlon, digues, ...)
- la possibilité de densifier le maillage et donc d'affiner les résultats fournis par le modèle dans les zones d'intérêt (centre urbain, enjeux...)
- une comparaison directe des résultats fournis par des calculs distincts en soustrayant les valeurs de l'un par rapport à l'autre, permettant ainsi une finesse d'analyse de l'incidence des aménagements.

La force de l'approche bidimensionnelle réside dans une représentation réaliste du terrain naturel et des éléments structurants du point de vue du comportement hydraulique par le modèle numérique de terrain associé au maillage du modèle.

Sur ce maillage, le logiciel TELEMAC résout les équations bidimensionnelles régissant la dynamique des écoulements. Il calcule donc, en chaque instant de la crue et en tout point de la zone d'étude, la hauteur d'eau et la vitesse de l'écoulement. Pour cette dernière variable, le calcul restitue à la fois l'intensité de la vitesse et la direction du courant.

La précision spatiale des résultats obtenus est fixée par la taille des mailles du modèle bidimensionnel. Le maillage peut donc être affiné dans les secteurs d'hydraulique complexe ou au niveau des zones d'intérêt.

Cette approche est donc parfaitement adaptée au secteur d'étude, à la représentation du comportement hydrodynamique côté maritime et la propagation des écoulements côté terrestre sur l'ensemble de la zone inondable de l'estuaire de la Charente.

3.1.2. Principes de calcul

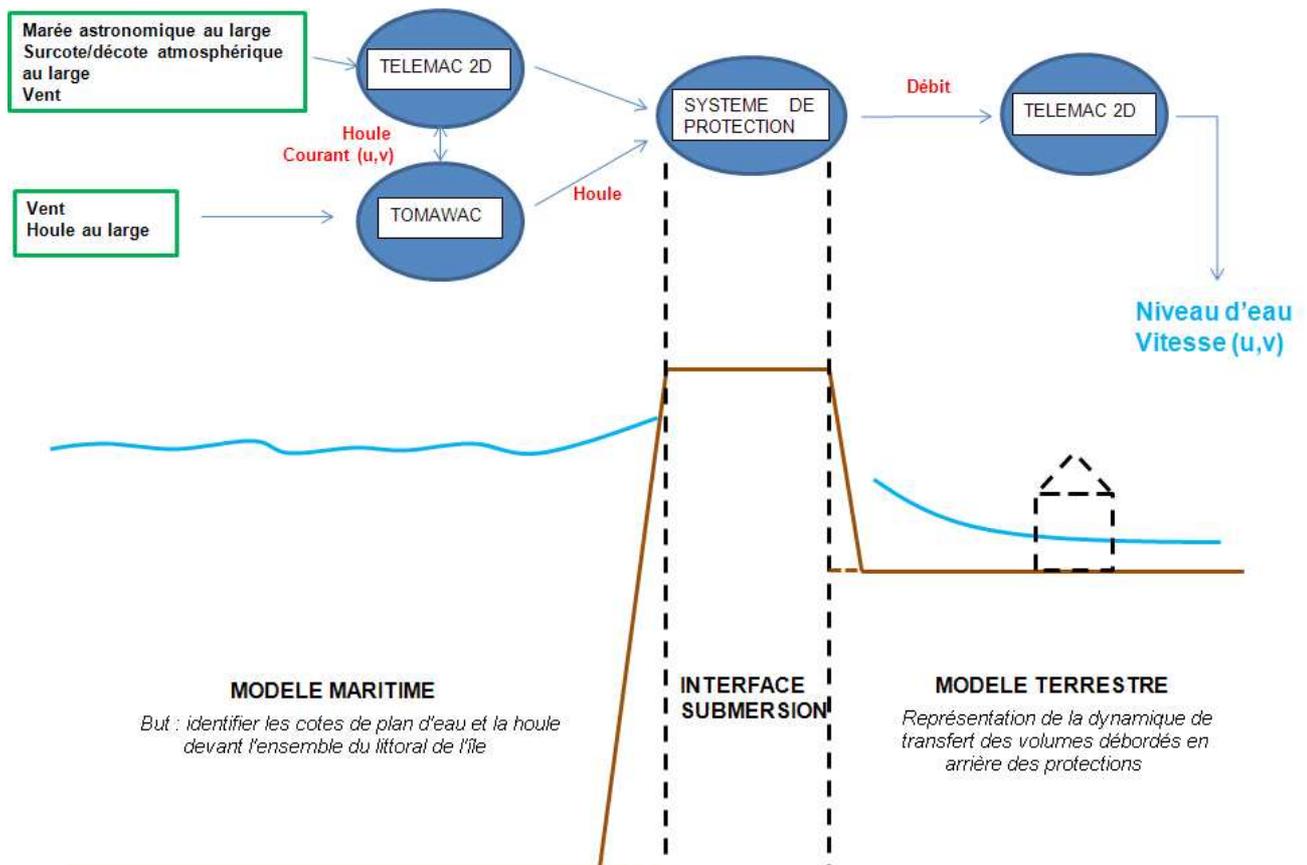
Le modèle mis en œuvre a pour objectif de représenter finement le fonctionnement hydrodynamique côté maritime et terrestre sur l'estuaire de la Charente lors d'événements importants de submersion marine.

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.

Ces différents outils seront ensuite explicités en détail dans les paragraphes suivants.



Synoptique de la modélisation mise en œuvre

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

3.1.2.1. TELEMAC-2D : OUTIL DE MODÉLISATION HYDRAULIQUE

Le module *TELEMAC-2D* permet de simuler les écoulements à surface libre à deux dimensions d'espace horizontales. Le logiciel calcule, en chaque point du maillage, la hauteur d'eau ainsi que les deux composantes de la vitesse.

TELEMAC-2D résout les équations de Saint-Venant à l'aide de la méthode des éléments finis sur une grille de calcul à éléments triangulaires. Il permet d'effectuer des simulations en régime transitoire aussi bien qu'en régime permanent.

TELEMAC-2D permet de prendre en compte les phénomènes physiques suivants :

- propagation des ondes longues avec prise en compte des effets non linéaires,
- frottement sur le fond,
- influence de la force de Coriolis,
- influence de phénomènes météorologiques : pression atmosphérique et vent,
- turbulence,
- écoulements torrentiels et fluviaux,
- influence de gradients horizontaux de température ou de salinité sur la densité,
- coordonnées cartésiennes ou sphériques pour les grands domaines,
- zones sèches dans le domaine de calcul : bancs découvrants et plaines inondables,
- entraînement par le courant et diffusion d'un traceur, avec des termes de création ou de disparition,
- suivi de flotteurs et dérives lagrangiennes,
- traitement de singularités : seuils, digues, buses.

Dans la présente étude, TELEMAC-2D permet de représenter l'évolution de l'hydrodynamique maritime et des débordements côté terrestre, ainsi que l'hydrodynamique fluviale, en intégrant :

- la marée théorique aux frontières maritimes du modèle,
- l'évolution de la surcote atmosphérique au large,
- l'influence du vent sur l'emprise maritime du modèle,
- l'influence de la houle sur l'hydrodynamique de la partie maritime. Cette influence, générée par les contraintes de radiation liées à la houle, peut se traduire par une rehausse du niveau d'eau à la côte (effet de set-up),
- les apports de débits provenant de la Charente et de la Boutonne.

3.1.2.2. TOMAWAC : OUTIL DE MODÉLISATION DE LA HOULE

La représentation des états de mer et de la propagation des houles est obtenue à l'aide du logiciel TOMAWAC de la chaîne de calcul TELEMAC. Il intègre :

- génération des vagues par le vent, dissipation par moutonnement et transferts d'énergie non linéaires au sein du spectre,
- gonflement et réfraction de la houle par les fonds marins et les courants,
- déferlement par courant contraire en cas de fort courant opposé aux vagues,
- frottement sur le fond,
- déferlement bathymétrique en faible profondeur d'eau,
- bancs découvrants (estrans).

Les équations sont résolues sur un maillage aux éléments finis, identique à celui utilisé pour la détermination des conditions hydrodynamiques. À chaque point du maillage de calcul, TOMAWAC calcule les informations suivantes :

- hauteur significative des vagues,
- fréquence moyenne de la houle,
- moyenne de direction des vagues,
- fréquence de la houle,
- contraintes de radiations.

Dans le cadre de la modélisation de l'ensemble de l'estuaire de la Charente, les calculs de propagation de la houle intègrent :

- la houle au large, définie par une direction de propagation, une hauteur significative, une période de pic,
- l'effet du vent sur la propagation de la houle,
- l'effet des courants et de l'évolution du niveau d'eau sous l'influence de la marée déterminées par TELEMAC-2D (marée « réelle » intégrant la marée astronomique, le vent, la surcote atmosphérique, ...), en termes d'évolution du niveau d'eau et des courants de marée associés.

3.1.2.3. OUTIL DE MODÉLISATION DES PROTECTIONS

Les protections littorales sont considérées dans la présente modélisation mise en œuvre comme une « **interface** » entre la partie maritime du modèle et la partie terrestre.

Ce même type d'interface est utilisée sur les parties estuarienne et fluviale entre le lit mineur endigué de la Charente et son lit majeur.

Au niveau de cette « interface », un développement spécifique a été réalisé afin de déterminer, à partir des conditions hydrodynamiques et de houles observées à la côte et le type de protection, le débit de franchissement qui arrive côté terrestre.

Le calcul des débits de franchissement prend en compte de manière très précise :

- la configuration structurelle des ouvrages (mur vertical, digue à talus simple, digue à talus + berme, couronnement supérieur de renvoi de la houle...),
- le type de matériau utilisé sur les parements exposés à la houle (parements rugueux, parements lisses),
- le niveau statique du plan d'eau,
- les conditions de houle,
- la configuration des fonds (influence sur les paramètres de gonflement de la houle et de déferlement).

3.2. CARACTÉRISTIQUES DU MODÈLE

3.2.1. Système altimétrique et géo-référencement

Le modèle mis en œuvre est géo-localisé dans le référentiel géographique Lambert II centre.

Le référencement altimétrique retenu est le système de Nivellement Géographique de la France IGN 69 (noté NGF dans la suite du rapport).

3.2.2. Le maillage : une représentation schématique de la réalité

Le maillage constitue une représentation schématique de la réalité. Du fait de cette schématisation, sa construction est une étape essentielle de la réalisation d'une étude de modélisation hydraulique.

Il est en effet indispensable que le maillage intègre et représente de manière la plus fidèle possible la réalité du terrain, et plus spécifiquement au niveau des éléments structurants. Ces éléments sont constitués par les particularités qui ont une influence sur le comportement des écoulements à leur niveau.

Sur le secteur d'étude, les éléments structurants sont nombreux et divers. Leur traitement et la manière de les représenter dans les modèles mis en œuvre sont détaillés dans les paragraphes ci-après.

3.2.2.1. REMBLAIS ET DIGUES

La représentation des remblais et des digues nécessite la bonne représentation du rôle d'obstacle aux écoulements et de leur caractère éventuellement submersible. Pour cela, il est nécessaire de représenter correctement de manière conjointe l'altimétrie des pieds de talus et celle du haut (crête).

Deux principes sont utilisés pour cela, selon la taille de l'obstacle et l'hétérogénéité altimétrique de sa crête :

- la première consiste à intégrer l'obstacle dans le maillage,
- la seconde consiste à représenter l'obstacle sous la forme de deux frontières du modèle et de calculer le débit éventuellement surversant sur l'obstacle à l'aide des lois « classiques » de l'hydraulique (lois de seuil).

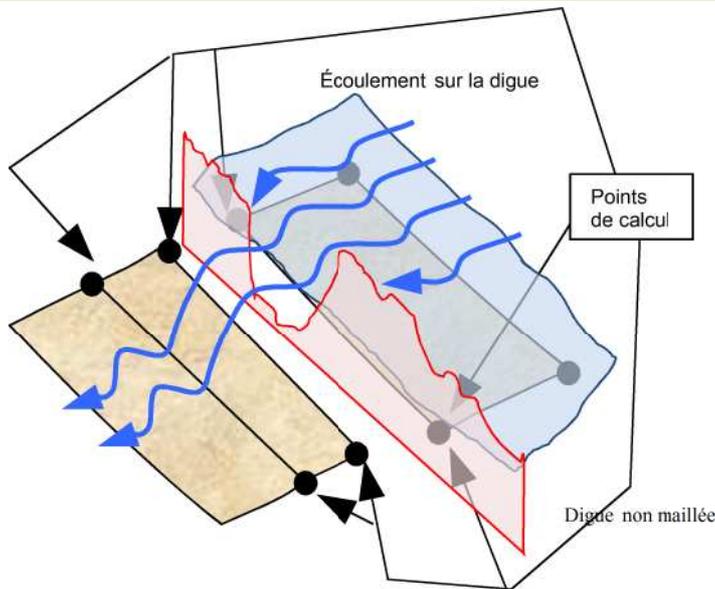
Cette dernière méthode a été retenue pour représenter l'ensemble des digues bordant l'aval de la Charente, de Port-des-Barques à Rochefort. Elle a pour avantage de pouvoir intégrer la représentation altimétrique de la crête du remblai à une échelle bien inférieure à la taille des mailles du maillage.

Par exemple, le levé topographique des protections présente un espacement moyen entre les points relevés de 5 à 10 m environ. Il a été intégralement pris en compte dans le modèle réalisé. Cette méthode permet donc de représenter le débit qui transite sur un point bas de la protection, quelle que soit sa largeur, sans nécessiter le raffinement du maillage sur le secteur en question.

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

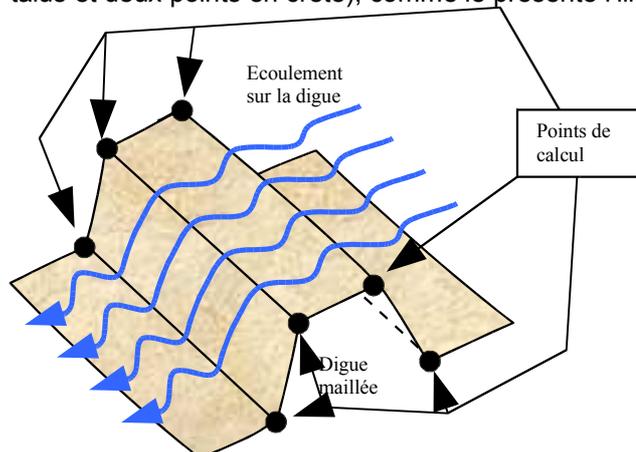
Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

**Représentation schématique des digues non-maillées**

Le modèle permet également de décrire la réalité physique des points singuliers pouvant influencer sur la propagation des volumes et débits débordés : routes en remblais, digues séparant les différents marais salants, digues de bord de marais....

Ces éléments sont intégrés dans le maillage mis en œuvre ; pour cela, le maillage est alors adapté à la forme trapézoïdale de l'ouvrage, décrite en 4 points de calcul minimum (deux points en pied de talus et deux points en crête), comme le présente l'illustration suivante.

**Représentation schématique des digues maillées**

Précisons que le modèle mis en œuvre n'intègre que les digues principales, jouant un rôle majeur dans la dynamique des écoulements en cas de submersion des digues littorales.

À noter également que les murs et murets dans le lit majeur n'ont pas été représentés dans le modèle, ces éléments n'ayant pas vocation à protéger des débordements.

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

3.2.2.2. BÂTIMENTS ET ZONES URBAINES

Les bâtiments possèdent un rôle hydraulique très important en zone urbaine, du fait du volume retiré à l'expansion de la crue et des effets de blocage et de déviation des écoulements.

Il a été fait le choix pour cette étude de ne pas représenter les bâtiments existant dans l'emprise de la zone d'étude.

Il convient cependant de noter que les bâtiments, qui peuvent jouer un rôle d'obstacle pour la progression locale des écoulements en secteur urbain dense, ont été en partie pris en compte par une modification locale de la rugosité du modèle (zone de frottement spécifique).

Une analyse de détail prenant en compte la réalité physique des murs des bâtiments n'est pas compatible avec l'emprise de la zone étudiée et donc avec l'échelle de résolution du modèle mis en œuvre ici. En effet, comme de nombreuses zones urbaines sont intégrées dans le maillage du modèle, ce détail de précision aurait nécessité des descriptions de mailles beaucoup plus denses (à l'échelle des rues avec plusieurs points de calcul par sections de voies) et donc, au final, un modèle d'une densité et avec des temps de calculs qui n'étaient plus en adéquation avec le nombre de tests à fournir et les délais identifiés pour cette prestation.

3.2.2.3. RÉSEAU DE RESSUYAGE ET OUVRAGES HYDRAULIQUES

Le réseau de ressuyage (fossés, canaux,...) principal est intégré dans les modèles mis en œuvre par le biais des ouvrages qui permettent le rejet en lit mineur.

De plus, les principaux franchissements des remblais routiers sont également intégrés au modèle.

La loi d'échange générique entre les 2 faces d'un ouvrage notées 1 et 2 est :

$$Q_{12} = S_{12} \sqrt{\frac{2g(\text{cote}_{\text{amont}} - \text{cote}_{\text{aval}})}{CS_2 + CE_1 + L_{12}}}$$

Avec

S la section

CE et CS les coefficients de perte de charge d'entrée et de sortie.

L le coefficient de perte de charge linéaire.

3.2.3. Données d'entrée

3.2.3.1. TOPOGRAPHIE ET BATHYMÉTRIE

Les données topographiques sur l'aval de la zone d'étude, entre Port-des-Barques et Tonnay-Charente, proviennent du LITTO 3D réalisé en 2010. A l'amont du modèle, de Tonnay-Charente à Saintes, la topographie est issue d'un LIDAR fourni par l'institution interdépartementale du fleuve Charente et ses affluents (EPTB Charente).

Les levés de la crête des digues proviennent de l'étude de l'UNIMA de 2010, avec par ailleurs des profils en travers des digues.

La bathymétrie est issue de différentes sources de données :

- EPTB Charente (2007, 2009, 2010),
- IFREMER (2008, 2010),
- Conseil Général 17.

Lorsque des tronçons présentaient plusieurs sources de données, les données les plus récentes étaient appliquées.

3.2.3.2. OUVRAGES HYDRAULIQUES

Une partie des ouvrages hydrauliques a été repérée lors du diagnostic de digues réalisé dans le cadre des études du Programme d'Actions de Protection contre les Inondations (PAPI). Il s'agit des ouvrages de ressuyage des zones de marais sur la partie aval de l'estuaire.

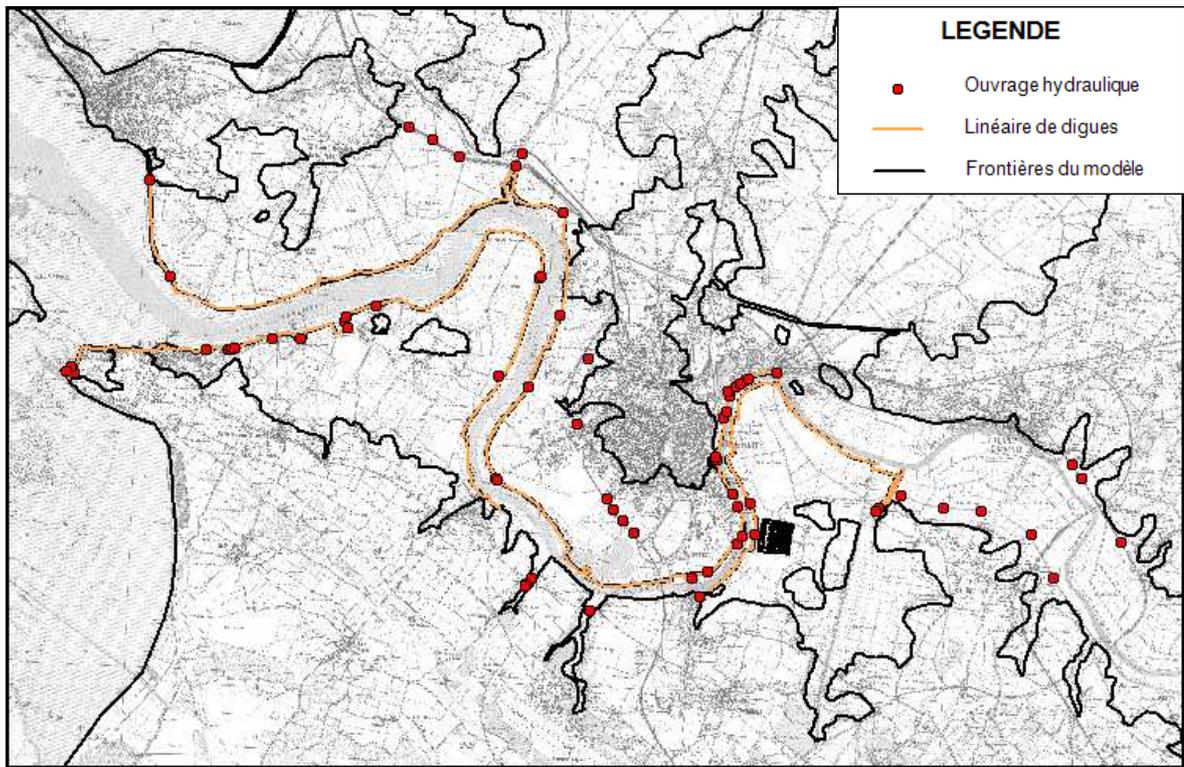
Les ouvrages en lit majeur ont ensuite été intégrés au cours du calage du modèle afin de bien représenter les échanges de part et d'autre des remblais en lit majeur. Le manque d'informations sur ces secteurs nous a conduit à proposer des sections hydrauliques pour affiner le calage du modèle.

Au total, 95 ouvrages ont été intégrés au modèle. Ils sont localisés sur les figures suivantes :

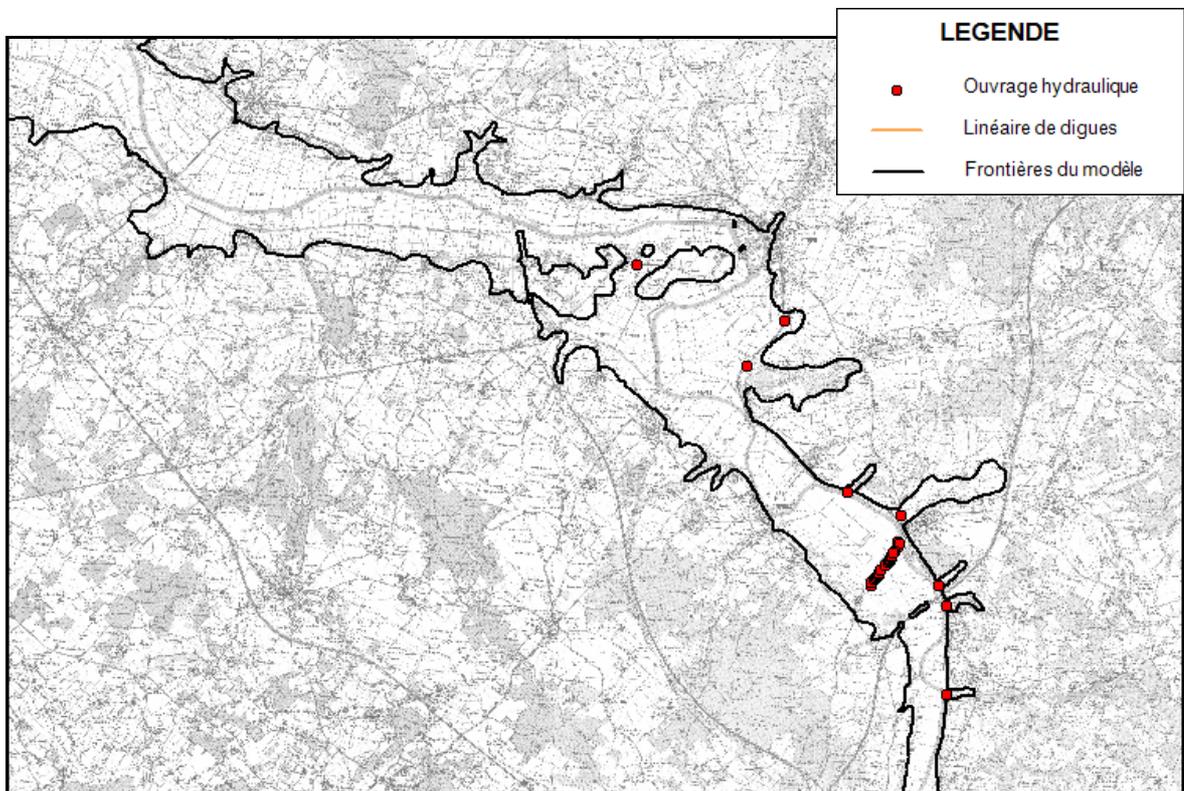
Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE



Localisation des ouvrages intégrés au modèle (secteur aval)



Localisation des ouvrages intégrés au modèle (secteur amont)

3.2.4. Description du maillage mis en œuvre

Le maillage des pertuis charentais possède 42 000 nœuds de calculs. La partie de l'estuaire de la Charente maillée provient majoritairement de l'étude du PAPI. Des secteurs ont été remaillés plus finement dans le cadre de cette étude des aléas : l'île d'Aix, la Pointe de la Fumée à Fouras, la zone urbaine de Rochefort (port de commerce en particulier), secteurs d'habitat regroupés...

Les marais d'Yves ont également été intégrés au modèle numérique dans la mesure où des échanges sont possibles entre ces 2 bassins de risque. Les communes les plus au sud sont également exposées aux risques des marais de Brouage qui a également été modélisé.

L'ensemble du maillage est donc constitué de 160 000 nœuds de calcul et de 300 000 mailles triangulaires.

Sur les secteurs d'étude, les tailles des mailles sont globalement comprises entre 1 et 100 m selon la nature de l'occupation des sols et les obstacles aux écoulements à représenter. La taille des mailles a été adaptée à la taille des éléments à représenter.

La taille des mailles du maillage maritime varie de 5 km au large à moins de 500 m sur le littoral. Précisons que le maillage maritime a été contraint de manière à représenter correctement les sections hydrauliques des nombreux chenaux et bancs existants sur ce secteur.

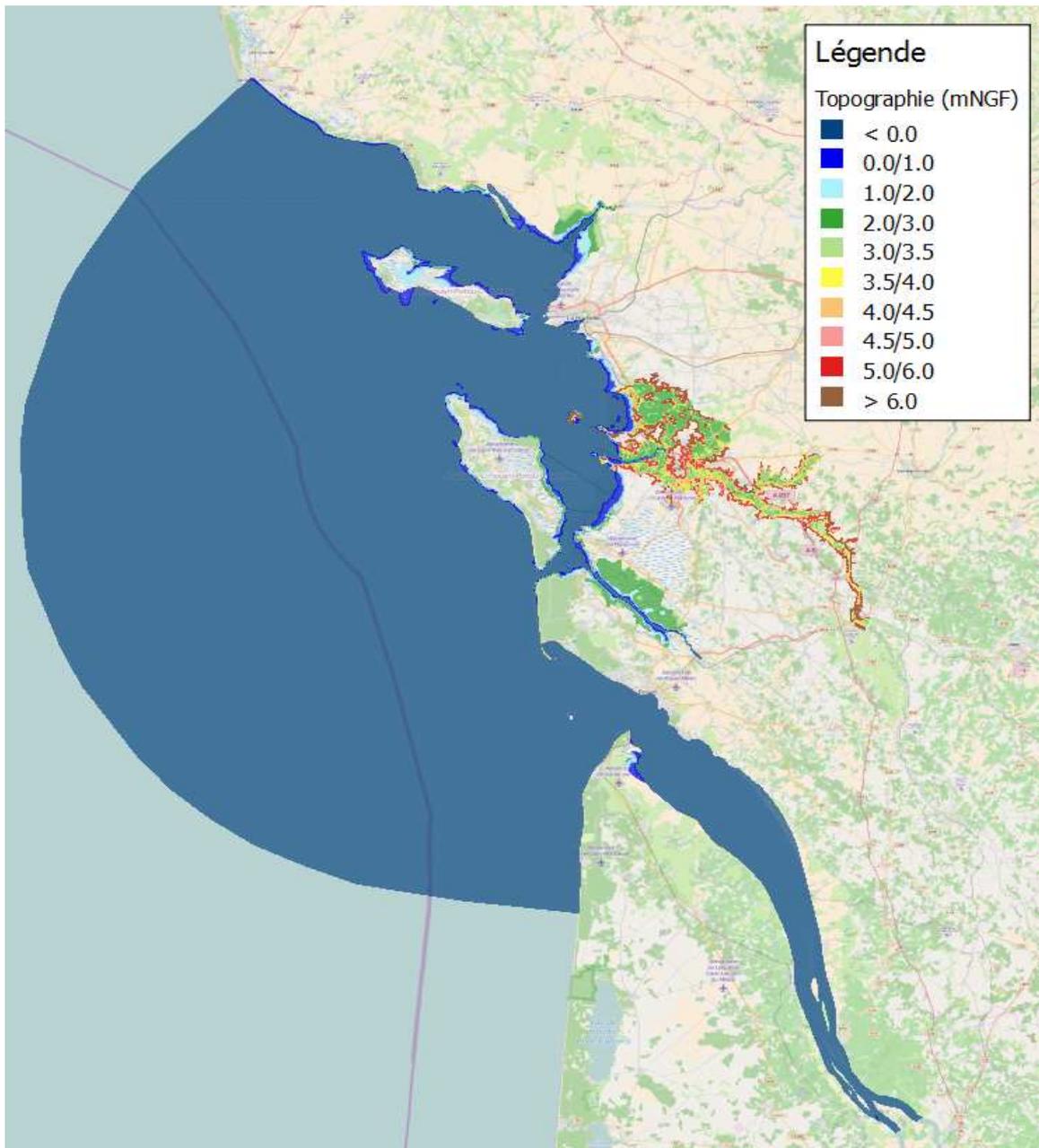
La prise en compte d'une emprise suffisamment étendue au large des côtes charentaises permet de prendre en compte l'influence de l'hydrodynamique des pertuis charentais sur les conditions d'écoulement dans l'estuaire de la Charente. A l'amont, le modèle remonte jusqu'au sud de Saintes, sur un secteur où la marée a une influence très limitée.

L'ensemble du maillage et un zoom sur des secteurs spécifiques est présenté ci-dessous.

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

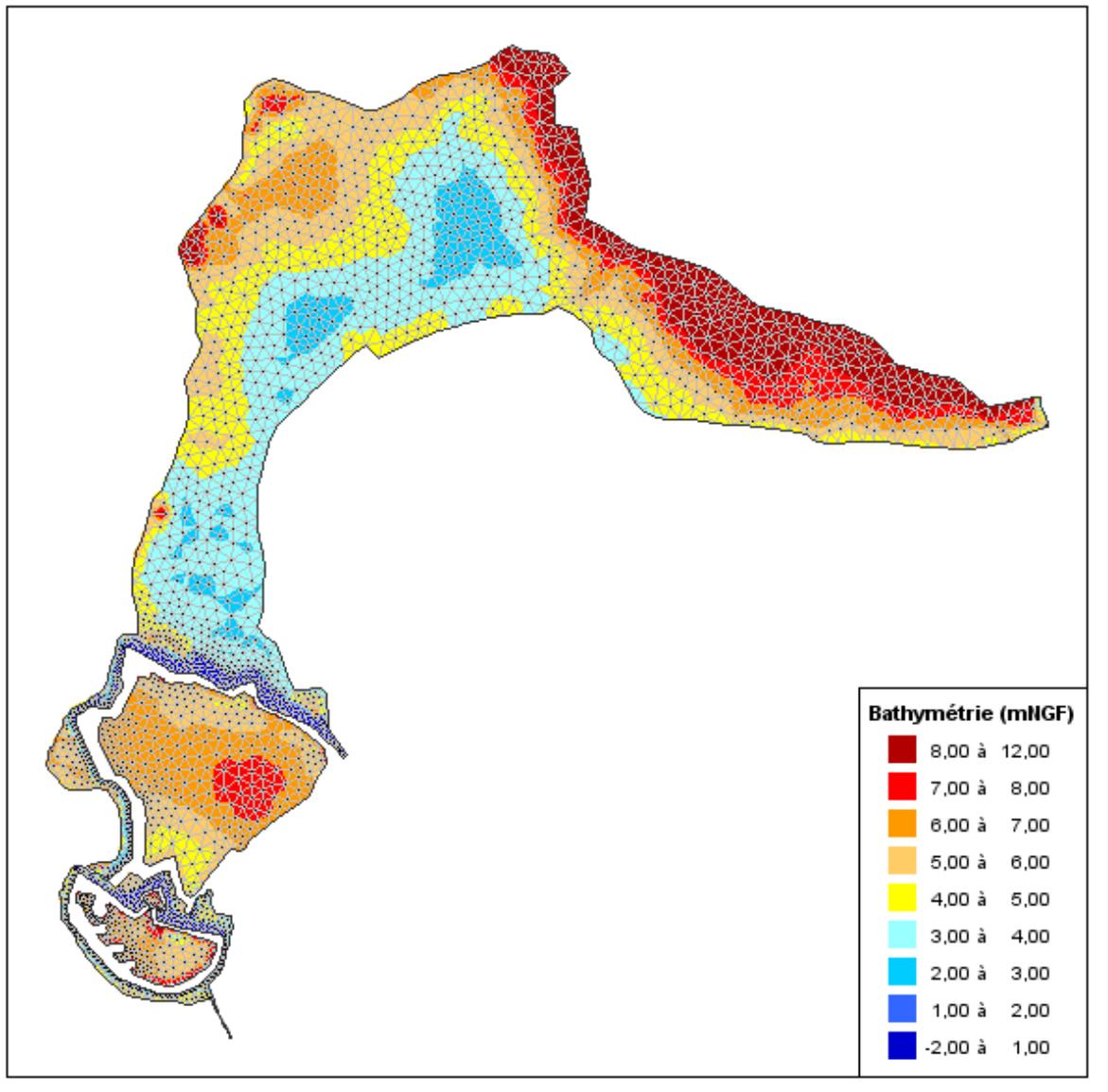


Maillage et topographie du modèle dans son intégralité.

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE



Maillage détaillée de l'île d'Aix

3.3. HYPOTHÈSES ET LIMITES ASSOCIÉES

3.3.1. Interpolation entre les points de calcul

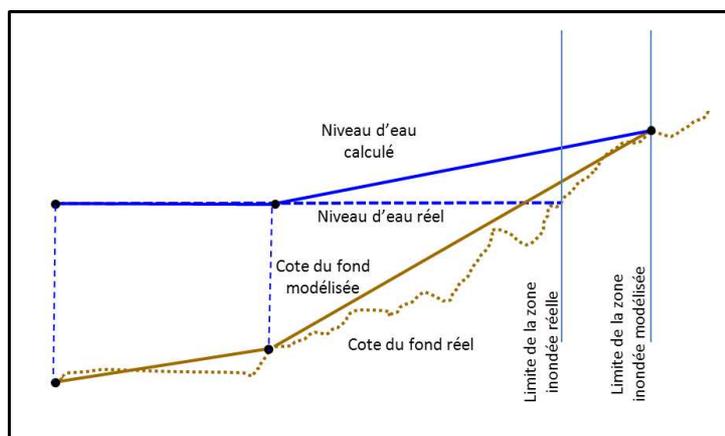
Les limites associées à la modélisation mise en œuvre sont liées aux hypothèses propres aux modèles bidimensionnels et à la précision des données de base qui ont servi à leur élaboration.

La précision des résultats obtenus (notamment sur les cartographies brutes) est directement liée à la précision :

- des données d'entrée,
- de la taille des mailles du maillage : les résultats obtenus à une échelle spatiale inférieure à la taille d'une maille sont directement interpolés à partir des résultats des points de calculs de la maille (sommet du triangle).

Ainsi, la limite de la zone inondée ne peut être déterminée (par exploitation directe) de manière précise avec un modèle présentant des mailles de taille trop importante. En effet, la limite inondable est déterminée en considérant la dernière maille en eau et la suivante, ce qui induit le calcul d'une rehausse artificielle du niveau d'eau lors de l'exploitation du modèle. Cette rehausse tend donc à surestimer l'emprise de la zone inondée.

Ce phénomène est illustré sur la figure suivante.



Interpolation du niveau d'eau entre deux points de calcul

Ainsi, il convient de retenir lors de la lecture des cartes de résultats bruts générés dans le cadre de cette prestation, que des effets de bord peuvent apparaître, ces effets étant d'origine purement numérique, et non des rehausses du niveau d'eau en bordure de zone inondable. Sur les zones d'intérêt, la taille des mailles a été diminuée afin de limiter ces effets.

3.3.2. Cartographie des résultats

Dans le cadre de la présente étude, les résultats obtenus ont permis, tout au long des différents réglages, l'élaboration de cartes présentant différents paramètres. Ces cartes ont mis en avant la représentation des hauteurs d'eau, des niveaux d'eau et des vitesses maximales. Elles ne constituent pas une « photographie » d'un instant de l'évènement, **mais traduisent les paramètres maximaux observés en chaque point d'étude tout au long de l'évènement.**

Les cartes présentées dans ce rapport sont les cartographies « brutes », c'est à dire non retouchées, des résultats des modélisations mises en œuvre.

SECTION 2

CALAGE DU MODÈLE

4. MÉTHODOLOGIE DE CALAGE

4.1. PRINCIPES

Le principe du calage consiste à reproduire le plus fidèlement possible les écoulements naturels observés en ajustant certains paramètres de modélisation. Le calage du modèle hydraulique constitue une étape essentielle de la modélisation qui conditionne la qualité et la validité des résultats ultérieurs du modèle.

Dans le cas de la présente étude et au vu de la présence de crues à la fois maritimes et fluviales, les événements retenus pour le calage du modèle sont la crue de 1982 (crue fluviale) et la tempête Xynthia (crue maritime).

Nous avons recherché au cours de ce calage un ajustement des paramètres qui permet à la fois d'obtenir une bonne représentativité des événements maritimes et fluviaux. Cet objectif nous a amené à engager le calage des événements maritimes et fluviaux simultanément.

Les principales étapes de la démarche qui a été suivie sont les suivantes :

- calage de la partie maritime pour des événements courants,
- calage de la tempête Xynthia au marégraphe de Rochefort (lit mineur aval),
- calage de la crue de 1982 (lit mineur et lit majeur amont),
- calage des laisses de mer de la tempête Xynthia (lit majeur).

4.2. COEFFICIENTS DE FROTTEMENT RETENUS

Dans le cadre de cette modélisation, 2 lois sont utilisées pour caractériser le frottement de l'eau sur les sols :

- la loi de Chézy sur la partie maritime (jusqu'à l'embouchure de la Charente),
- la loi de Strickler sur la partie terrestre.

En effet, de par notre connaissance du secteur d'étude, nous avons choisi de représenter l'hydrodynamique maritime à l'aide de la loi de Chézy.

Les coefficients de frottement ont alors été déterminés en fonction de la nature des sols (sables, vases, fond rocheux)

Sur le fleuve Charente et sur les parties terrestres, c'est la loi de Strickler qui a été utilisée.

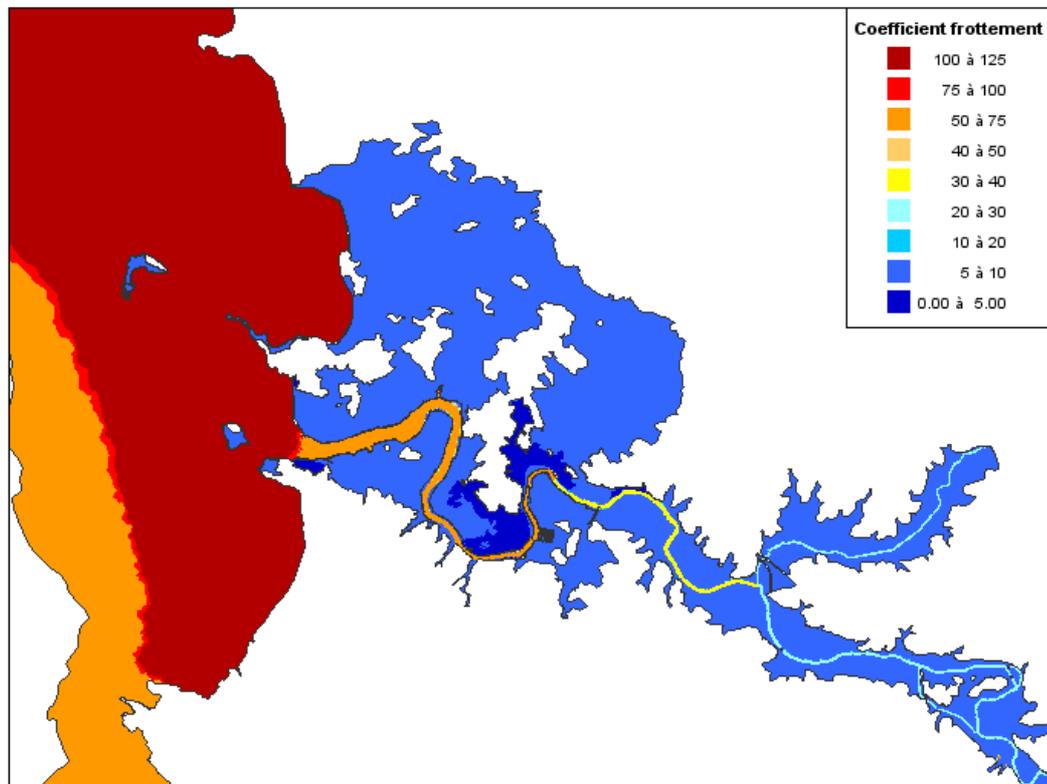
Dans le lit mineur, ce coefficient a été ajusté lors du calage pour ajuster la ligne d'eau aux laisses de crue recensées.

En lit majeur, 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 crue recensées, critiquées et validées sur le territoire concerné.

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

*Interpolation du niveau d'eau entre deux points de calcul***4.3. 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 hautes de mer qui indiquent le niveau maximal atteint ponctuellement par la submersion.

Rappelons qu'il existe différents degrés d'incertitudes sur les hautes 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.

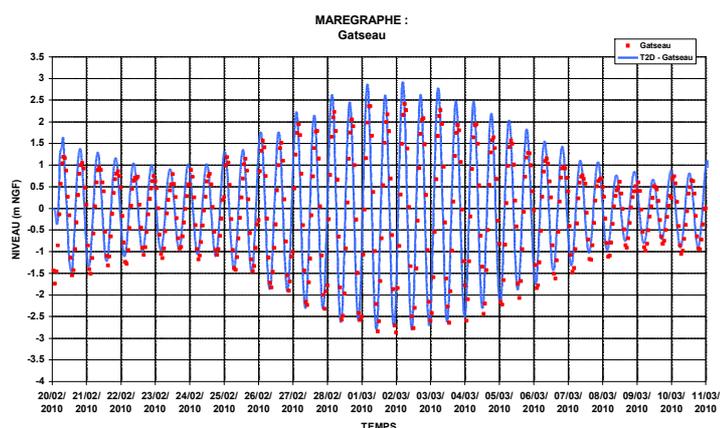
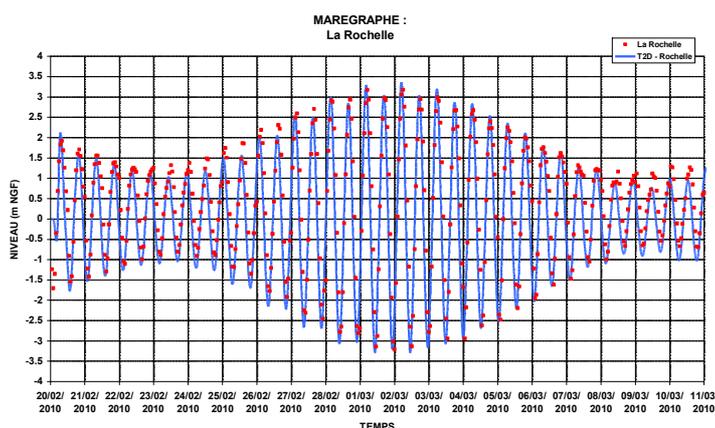
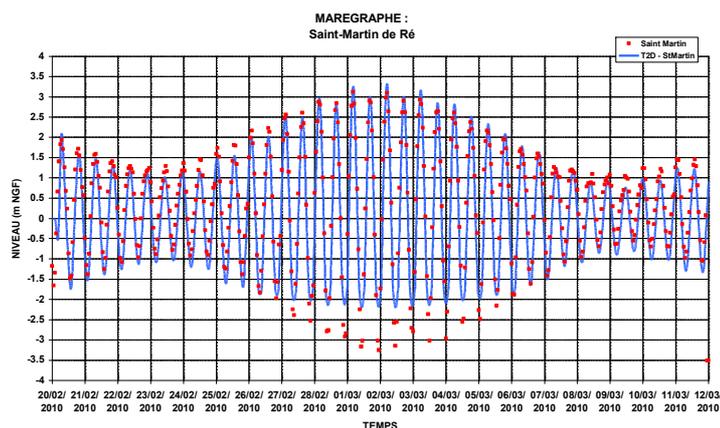
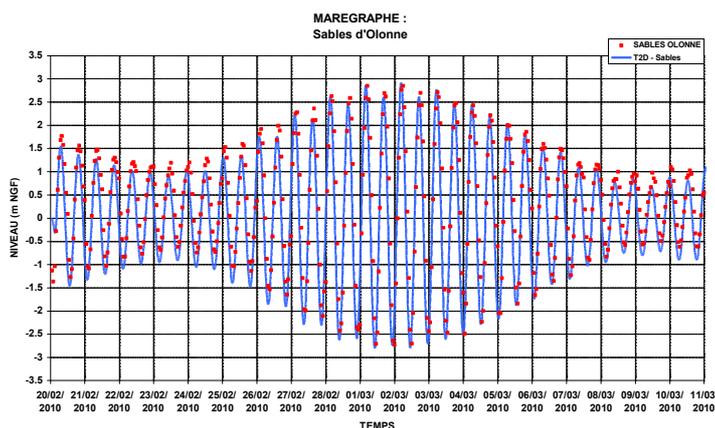
5. CALAGE D'UN ÉVÉNEMENT MARITIME

5.1. CALAGE PRÉALABLE DE LA PARTIE MARITIME 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 plusieurs jours aux différents marégraphes du secteur d'étude et les prédictions fournies par le SHOM pour ces mêmes marégraphes.

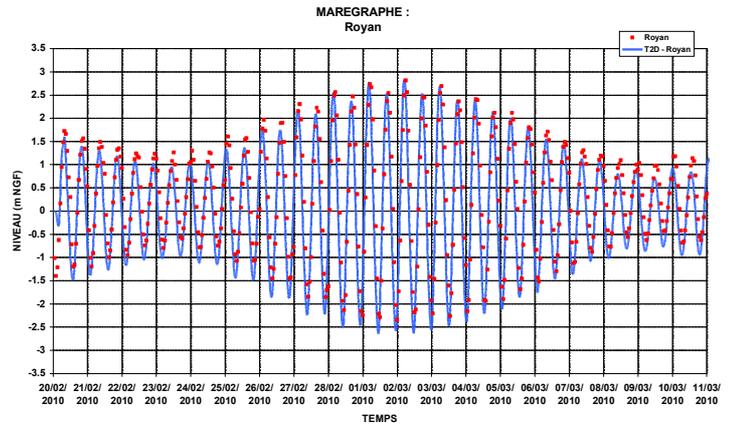
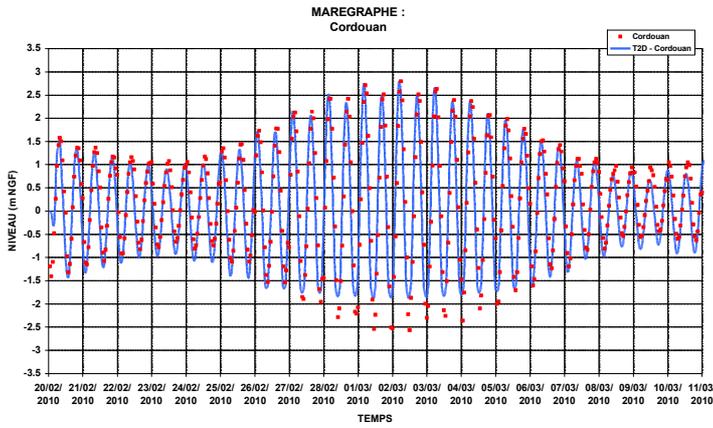
Cette comparaison est faite sur 19 jours, du 20 février au 11 mars 2010, de manière à couvrir l'ensemble des conditions de marée pouvant être rencontrées à l'échelle annuelle sur le secteur d'étude. Les figures suivantes illustrent cette comparaison.



Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE



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

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la CharenteÉtude complémentaire
RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

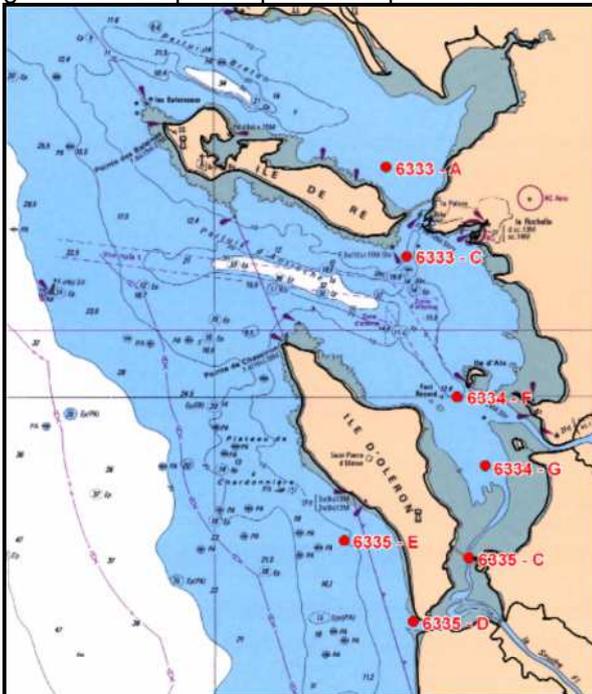
Il est rappelé ici que les marées simulées, tout comme les prédictions du SHOM, correspondent aux marées astronomiques théoriques. Les paramètres météorologiques qui possèdent une influence sur les marées réelles observées (vents et pressions atmosphériques qui génèrent les surcotes et décotes à l'échelle 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.

Les données de vitesses (direction et intensité) pour les marées caractéristiques (vive et morte-eau) indiquées sur les cartes SHOM disponibles sur le secteur d'étude sont également comparées aux résultats fournis par le modèle concernant les vitesses des courants de marée.

Ces comparaisons sont présentées sur les graphiques suivants. Les traits pleins correspondent aux résultats de modélisation et les points aux données du SHOM.

À noter que le SHOM fournit des valeurs de vitesse en nœuds (valeurs entières). Ces données correspondent aux vitesses de surface (problématique de navigation), ce qui rend difficilement comparables ces informations avec les résultats de modélisation qui correspondent aux valeurs de vitesses moyennées sur l'ensemble de la colonne d'eau. Les valeurs de vitesses en surface sont généralement plus importantes que les valeurs de vitesses moyennes.

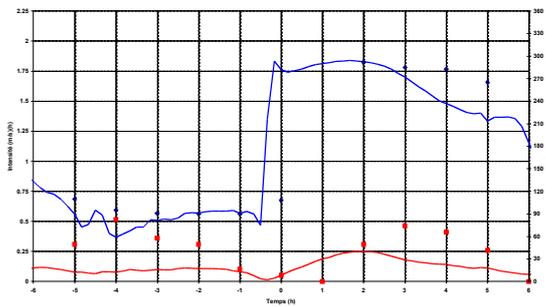


Localisation des points SHOM

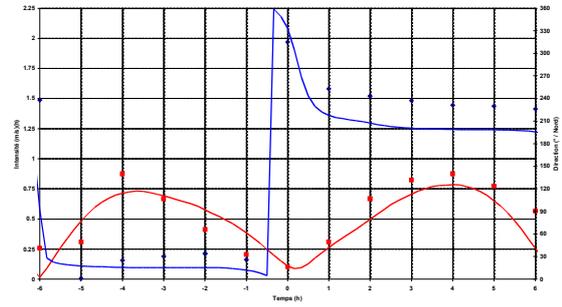
Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

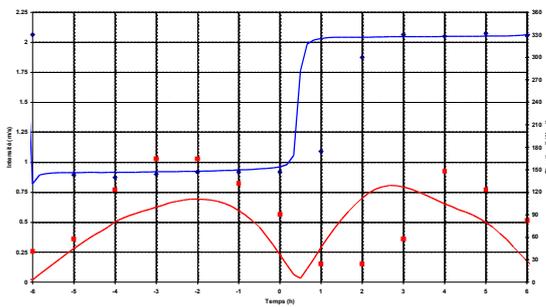
RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE



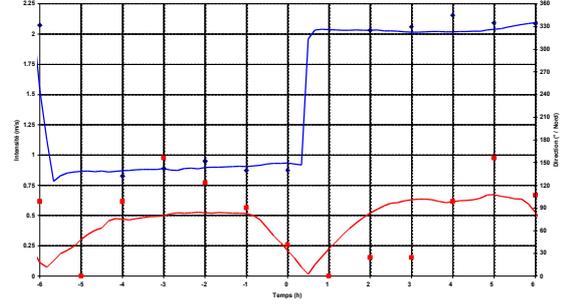
Station 6333 - A



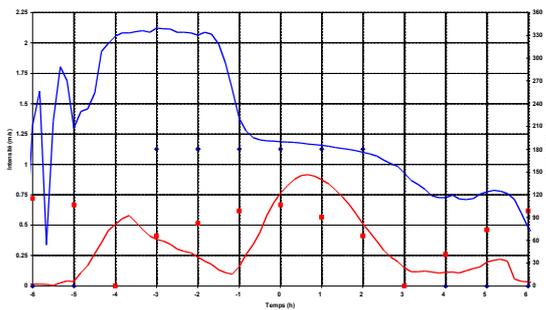
Station 6333 - C



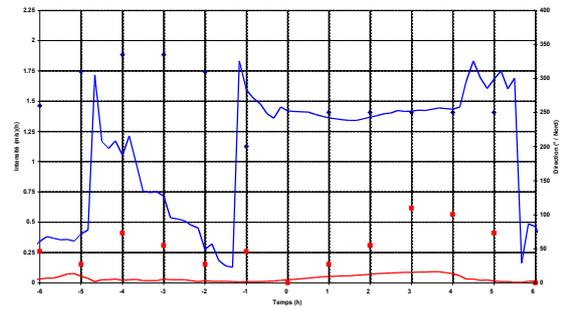
Station 6334 - F



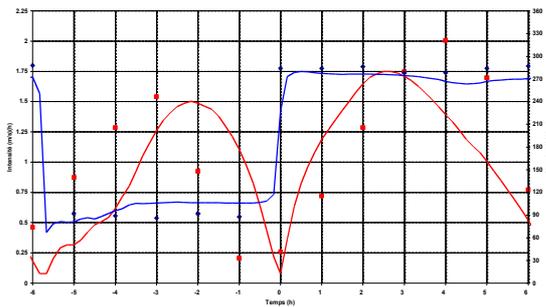
Station 6334 - G



Station 6335 - C



Station 6335 - E



Station 6335 - D

Comparaison des vitesses calculées et des indications fournies par le SHOM

Cette comparaison montre que le modèle calcule des vitesses de courant de marée conformes aux indications fournies par le SHOM, aussi bien en ce qui concerne les ordres de grandeur des vitesses des écoulements, que pour les instants de renverse et les directions associées aux écoulements.

Le modèle hydrodynamique mis en œuvre côté maritime présente un niveau de représentation correct des phénomènes hydrodynamiques associés aux marées pour les événements maritimes « courants ».

5.2. ÉVÉNEMENT MARITIME XYNTHIA

Afin de représenter correctement la tempête Xynthia avec le modèle précédemment construit, nous avons recherché les conditions limites caractéristiques de cet événement.

En ce qui concerne les débits imposés à l'amont des lits mineurs, nous avons choisi d'imposer des débits constants, ce paramètre hydro-maritime n'étant pas prépondérant dans la génération des événements d'origine maritime. Les débits suivants ont été retenus :

- Charente : 140 m³/s,
- Boutonne : 10 m³/s.

Sur la frontière maritime, nous imposons un niveau d'eau issu du modèle de marée mondiale FES 2004 qui détermine le niveau des marées théoriques en fonction des dates de l'évènement. Ce niveau est forcé par une évolution du niveau moyen de la marée qui intègre à la fois le niveau moyen du port de référence (choisi en fonction du secteur étudié) et l'évolution de la surcote liée à la pression atmosphérique.

Ici, nous avons choisi de retenir le niveau moyen indiqué par le SHOM au niveau de Rochefort soit 0,65 m NGF (source : Références Altimétriques Maritimes 2013). La surcote mesurée est ensuite ajoutée à ce niveau moyen.

Le modèle est également forcé par le vent (intensité et direction variable en temps mais uniforme spatialement) qui est imposé sur tout le domaine maritime jusqu'à l'embouchure du fleuve Charente. A ce titre, il ne constitue pas à proprement parler une condition limite mais plutôt un forçage appliqué spatialement.

5.3. DONNÉES HISTORIQUES UTILISÉES POUR LE CALAGE DE LA TEMPÊTE XYNTHIA

Les cartographies issues du retour d'éléments de mémoire présentant les niveaux relevés associés à une fiche d'information et les dysfonctionnements observés ont servi de base au calage du modèle. Rappelons que la cartographie de cet événement reprend exactement les informations recueillies et validées par les élus dans le document « Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia du 27 au 28 février 2010 ».

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'évènement 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'évènement 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'évènement 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'évènement de la tempête Xynthia, et notamment sur la topographie précise des crêtes des protections existantes lors de l'évènement : les cotes des protections ont pu légèrement évoluer suite aux phénomènes d'érosion ou d'affaissement. 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.

5.4. COMPARAISON DES RÉSULTATS DU MODÈLE ET DES OBSERVATIONS

Le calage du modèle a été réalisé sur l'événement de la tempête Xynthia à partir :

- des conditions hydro-météorologiques de la tempête Xynthia,
- des hautes de mer recueillies sur la zone d'étude,
- des mesures au marégraphe de Rochefort.

L'objectif de ce calage est de reproduire globalement l'ensemble des côtes et périmètres atteints par les débordements sur la zone d'étude.

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). Il n'y a pas de phénomène d'amplification de la surcote au large sous l'effet de la bathymétrie à la côte.

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.

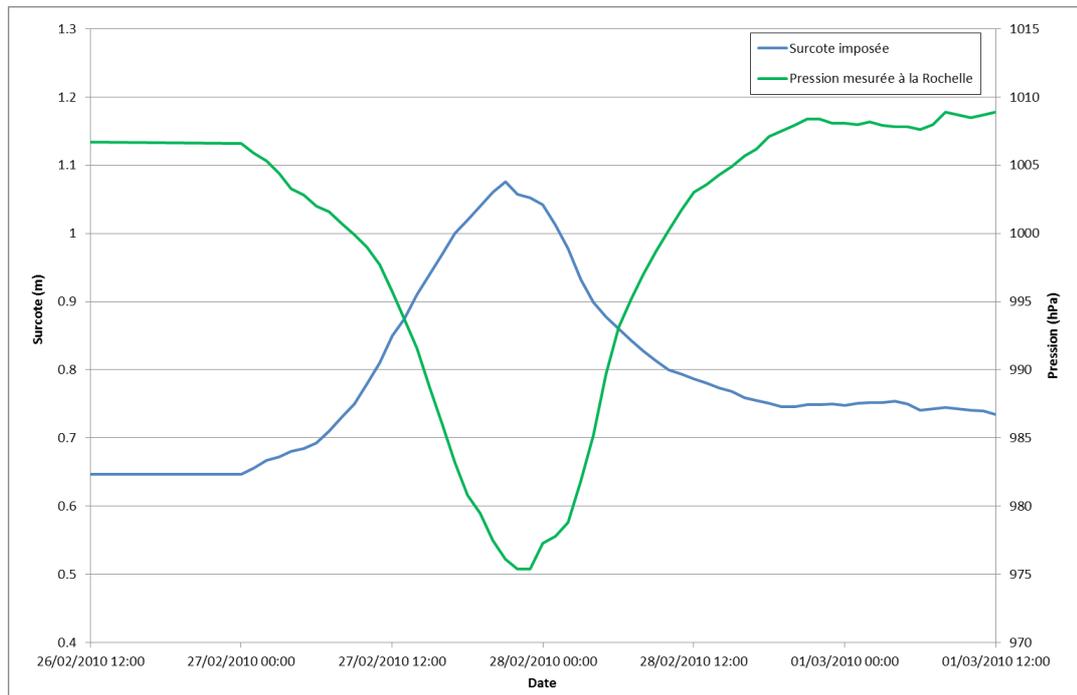
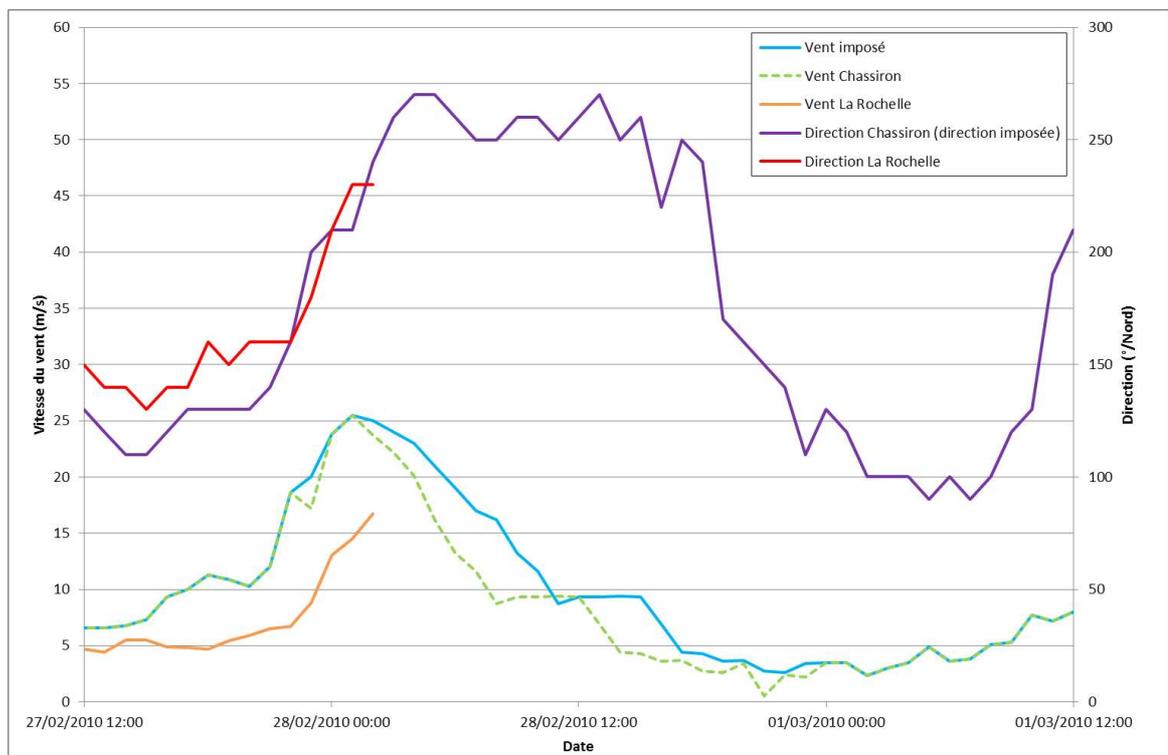
Les paramètres de calages étaient d'une part **les frottements**, aussi bien sur la partie maritime (loi de Chézy) que sur la partie terrestre et estuarienne (loi de Strickler), **la surcote**, et **le vent**. Les chroniques de surcote et de vent appliquées pour le calage maritime ont été reprises et légèrement adaptées afin d'obtenir un signal de marée correct au marégraphe de Rochefort.

En effet, une seule chronique de surcote et une seule chronique de vent (intensité et direction) sont imposées sur l'ensemble du modèle. Le choix de cette méthode de représentation nous pousse donc à adapter le signal imposé pour se rapprocher des observations et des mesures. Ces adaptations restent cependant relativement minimales par rapport aux données initiales.

Les graphiques suivants présentent les chroniques de surcote et de vent mesurées et celles finalement appliquées.

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE**Chronique de surcote imposée****Chronique de vent imposée**

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

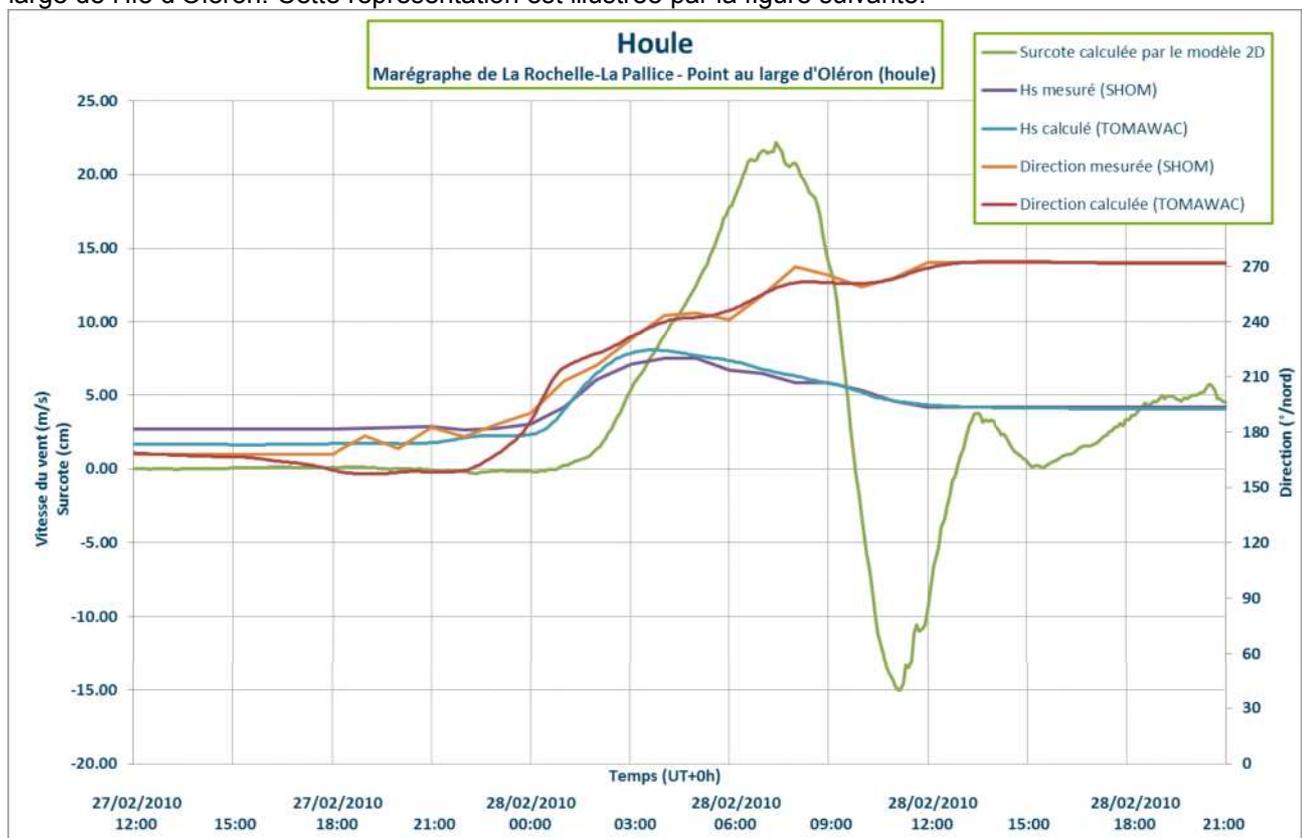
RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

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**

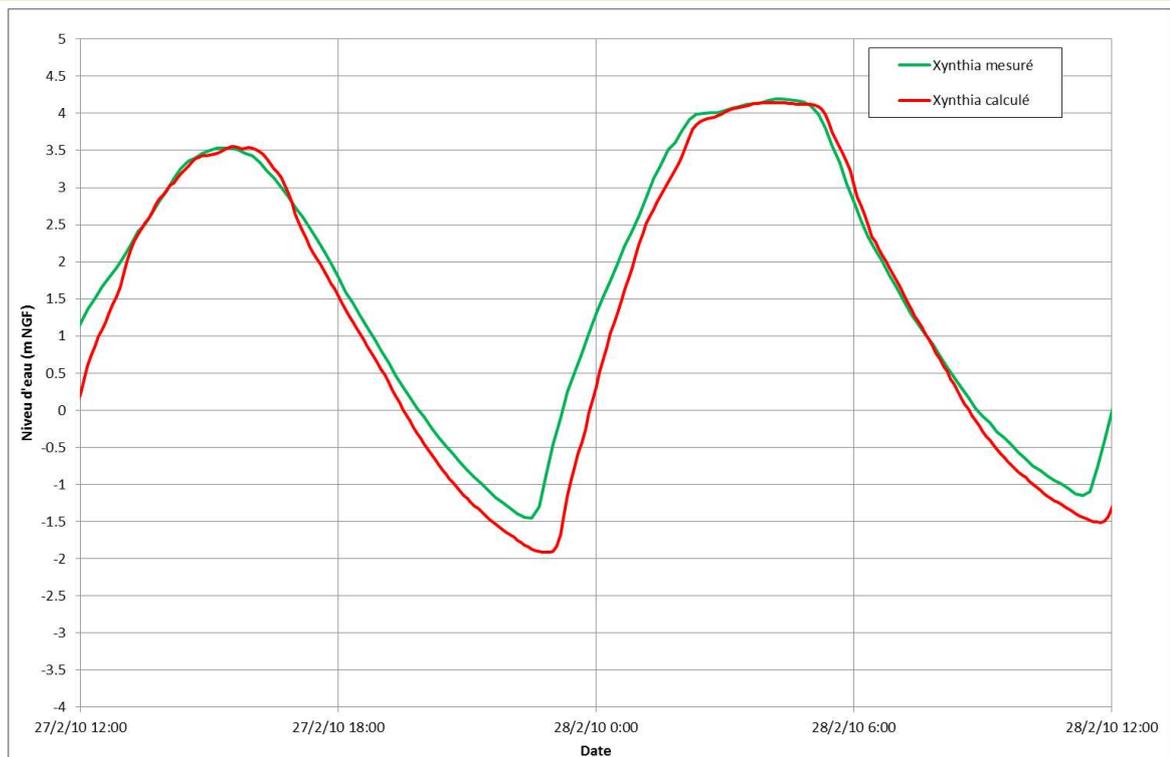
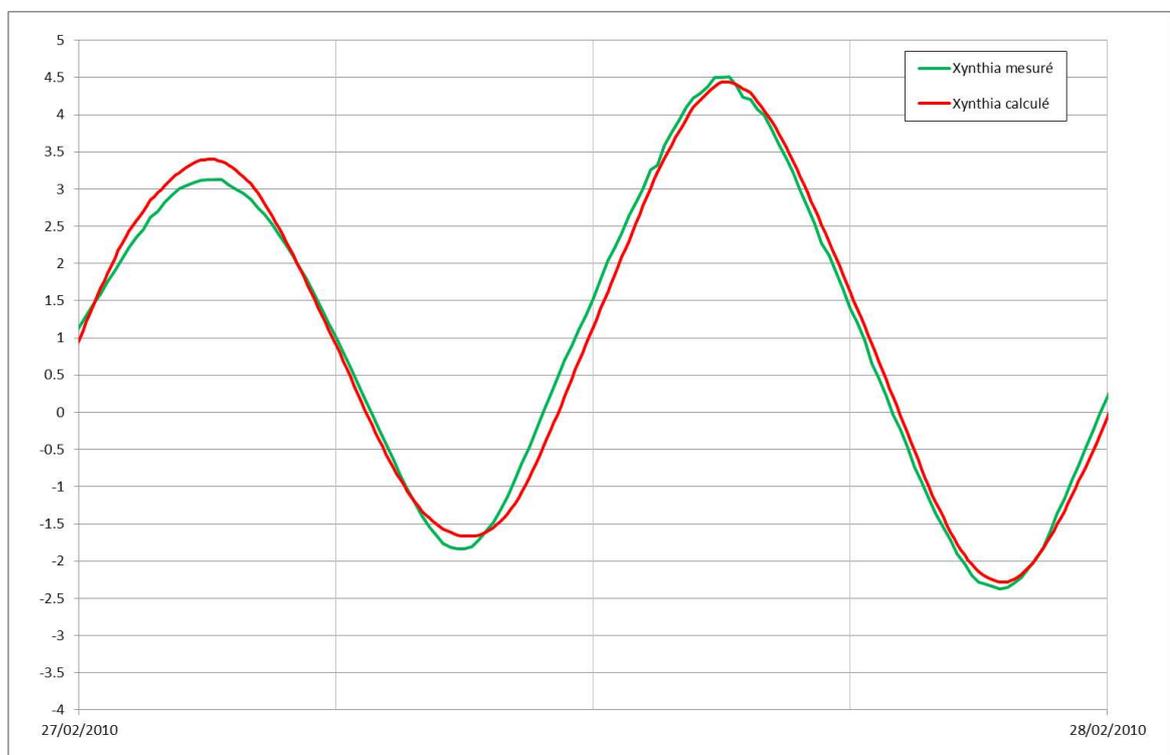
La surcote due à la prise en compte de la houle dans les calculs hydrodynamiques est d'environ 22 cm au maximum au marégraphe de La Rochelle-La Pallice. Cette surcote maximale est observée 4 heures après le pic de l'événement, soit en plein jusant. À noter que la houle génère ensuite une décote de 15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

Les évolutions des niveaux d'eau calculés et mesurés aux marégraphes de Rochefort et de La Pallice à la Rochelle sont également présentées ci-après.

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

**Évolution du niveau au marégraphe de Rochefort****Évolution du niveau au marégraphe de La Pallice à La Rochelle**

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

D'après le retour d'expérience, les ouvrages de protection présents sur le secteur d'étude n'ont subi que peu de brèches ou de rupture au cours de la tempête Xynthia (d'après le REX Xynthia). Quelques travaux d'urgence ont été réalisés sur les digues mais il semble qu'aucun changement de l'altimétrie des digues n'ait été réalisé.

Cependant, suite à la tempête Xynthia, des érosions des protections ont été constatés d'après le rapport PAPI rédigé par l'EPTB Charente et d'après le REX Xynthia. Cela veut donc dire que l'altimétrie de la crête des digues a pu bouger au cours de l'évènement (érosion de la crête) ou bien après la tempête (par exemple glissement du talus après érosion sur la face terrestre ou maritime de la digue).

L'analyse des résultats de simulation avec les levés 2011 des digues nous confirme cette tendance, avec des niveaux d'eau calculés plus importants par rapport aux laisses de crue et un niveau d'eau maximal sensiblement plus faible dans le lit mineur au marégraphe de Rochefort.

En l'absence de données sur l'importance des érosions, aucune modification de l'altimétrie des protections n'a été réalisée, les résultats restant suffisamment satisfaisants.

L'annexe n°1 en fin de rapport présente les résultats du calage 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.

En complément, l'annexe 2 présente les niveaux d'eau maximaux calculés et les compare aux niveaux des laisses de mer.

Au final, 132 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 9 cm** en moyenne avec des écarts extrêmes de +62 cm et -76 cm. En valeur absolue, les écarts sont en moyenne de 20 cm par rapport aux observations au niveau du secteur terrestre.

Globalement, le modèle représente correctement les niveaux d'eau maximaux sur l'ensemble de la zone d'étude.

L'analyse des cartographies fournies en annexes 1 et 2 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 observations précédentes, les écarts obtenus entre les laisses de mer observées et les résultats du modèle sur l'ensemble de la zone d'étude sont considérés comme bons.

Le modèle mis en œuvre permet de représenter correctement l'emprise inondée lors de l'évènement Xynthia.

6. CALAGE D'UN ÉVÈNEMENT FLUVIAL

Sur l'estuaire de la Charente, les niveaux extrêmes sont générés par les événements maritimes à l'aval et par les événements fluviaux à l'amont. Afin de caler précisément les limites d'influence de ces types d'événement, la modélisation a été réglée afin de représenter correctement ces 2 types d'événement.

6.1. ÉVÈNEMENT FLUVIAL : LA CRUE DE DÉCEMBRE 1982

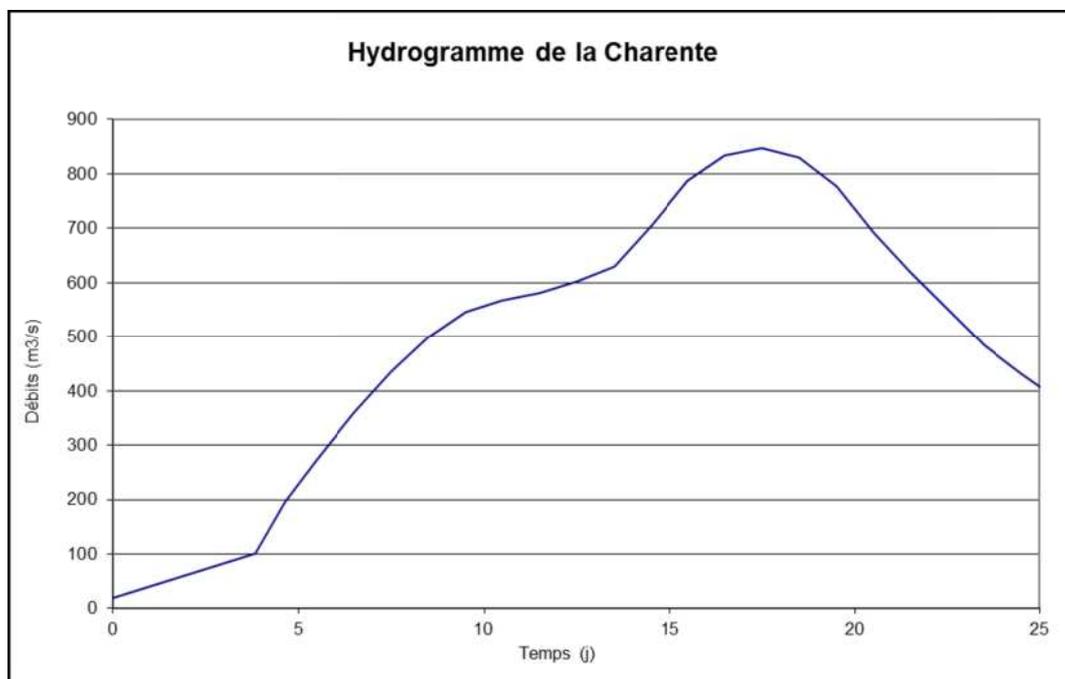
Comme pour la tempête Xynthia, nous imposons sur la frontière maritime un niveau d'eau issu du modèle de marée mondiale FES 2004 qui détermine le niveau des marées théoriques en fonction des dates de l'évènement.

Pour simuler la crue de 1982, les débits injectés dans le modèle ne sont plus constants. Nous avons repris les hydrogrammes de crue déterminés dans le cadre des précédentes études réalisées sur le secteur.

En particulier, l'hydrogramme de crue imposé sur la Charente est issu de l'étude du franchissement de la Charente à Saintes dans le cadre du projet RCEA (2006).

Sur la Boutonne, l'hydrogramme imposé provient d'une étude d'aménagement du fleuve Charente entre Saintes et Rochefort réalisée en 2004.

Les hydrogrammes de crue imposés aux frontières amont du modèle sont présentés ci-après :

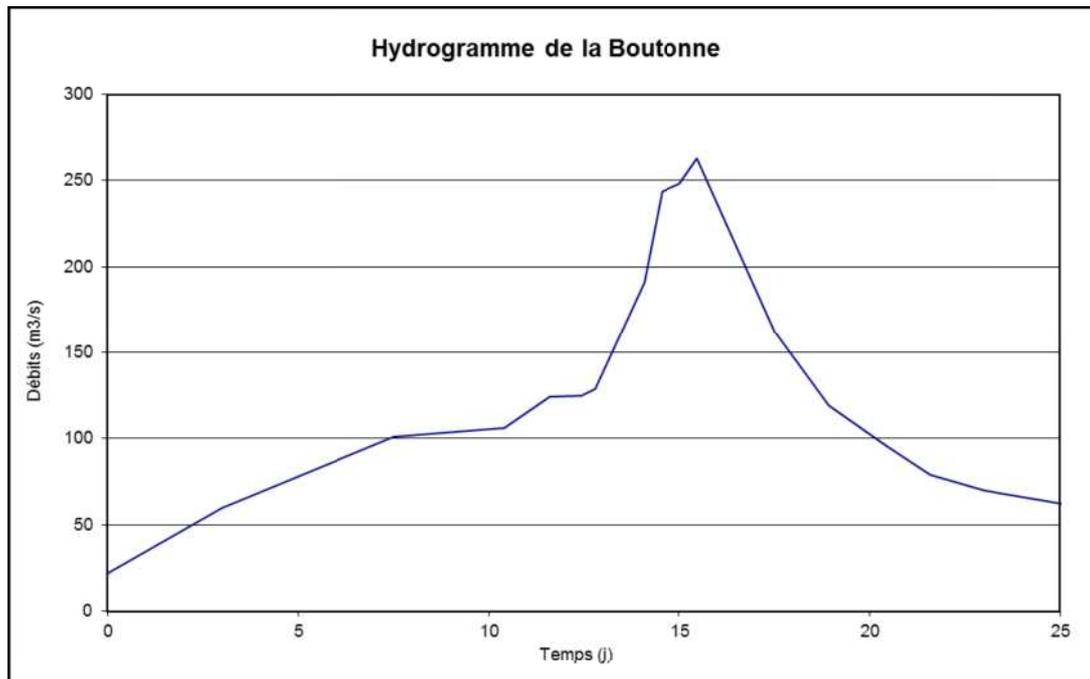


Hydrogramme de la crue de 1982 sur la Charente

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

**Hydrogramme de la crue de 1982 sur la Boutonne****6.2. DONNÉES HISTORIQUES**

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 crue qui indiquent le niveau maximal atteint ponctuellement par la submersion. Pour la crue de 1982, l'emprise des inondations n'a pas été évaluée.

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.

6.3. COMPARAISON DES RÉSULTATS DU MODÈLE ET DES OBSERVATIONS

Dans un second temps, le calage du modèle a été réalisé sur la crue de 1982 à partir :

- des hydrogrammes de la Charente à Saintes et de la Boutonne à Tonnay-Boutonne
- des laisses de crue recueillies sur la zone d'étude (analyse à la fois sur la vue en plan et sur le profil en long)

L'objectif de ce calage est de reproduire globalement l'ensemble des cotes et périmètres atteints par les débordements à l'amont de la zone d'étude entre Tonnay-Charente et Saintes.

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

Les paramètres de calages étaient d'une part **les coefficients frottements** sur la partie terrestre (loi de Strickler), **et les pertes de charge** au niveau des différents ponts présents sur la Charente.

En ce qui concerne les pertes de charges réglées au cours du calage, nous pouvons retenir le pont de la RD118 à L'Houmée, les deux barrages fixe et mobile de Saint-Savinien, et le pont de Taillebourg (avec la voie romaine).

Par ailleurs, quelques ouvrages ponctuels en lit majeur ont été ajoutés afin de représenter le passage des écoulements sous les éléments structurants en remblais (routes, voie ferrée...)

L'annexe 4 vient présenter le profil en long calculé en faisant apparaître les niveaux des laisses de crue réelles et ceux calculés au droit de ses laisses dans les modélisations.

L'annexe 5 présente la cartographie associée sur laquelle figure l'écart entre le niveau maximal relevé sur les laisses de crue et celui fourni par la modélisation 2D.

Au final, environ 60 laisses de crue ont pu être confrontées aux résultats de la modélisation sur le territoire de la zone d'étude amont.

Cette analyse intègre notamment toutes les laisses de crue 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 modèle représente correctement les niveaux d'eau maximaux sur l'ensemble de la zone d'étude.

Compte tenu des remarques précédentes, les écarts obtenus entre les laisses de crue observées et les résultats du modèle sur l'ensemble de l'amont de la zone d'étude sont considérés comme bons.

Le modèle mis en œuvre permet de représenter correctement les niveaux d'eau atteints lors de la crue de 1982.

SECTION 3

DÉFINITION DES SCÉNARIOS DE RÉFÉRENCE

Afin d'élaborer des Plans de Prévention des Risques Littoraux homogènes sur l'ensemble du territoire, le ministère de l'Écologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) a établi une circulaire édictant les principes à respecter pour leur élaboration et pour la détermination de l'aléa submersion marine.

Pour mémoire, un aléa est la combinaison d'un événement hydro-météorologique et d'une configuration du système de protection de secteurs potentiellement inondables.

Cette circulaire, datée du 27 juillet 2011, définit donc les règles à suivre en termes :

- d'aléa de référence,
- de prise en compte des ouvrages de défense,

et précise par ailleurs différents éléments de doctrine réglementaire à prendre en compte ; nous détaillerons ci-après les deux premiers points en identifiant leur prise en compte dans le cadre du travail réalisé pour l'identification des scénarios de référence à retenir pour les futurs PPR.

7. ÉVÈNEMENT DE RÉFÉRENCE

L'événement de référence à retenir est l'événement historique le plus fort ayant affecté le territoire. Toutefois, 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.

La définition de cet événement passe donc par l'analyse des submersions historiques sur l'estuaire de la Charente qui s'appuie notamment sur les informations recueillies dans :

- Note de présentation du PPRN de Rochefort (DDTM 17 - aout 2013) ;
- Les surcotes et les submersions marines dans la partie centrale du Golfe de Gascogne : les enseignements de la tempête Xynthia (thèse de Mr Breilh de l'Université de La Rochelle - juin 2014),
- Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia du 27 et 28 février 2010 (Sogreah – mars 2011).

Notons que sur la partie amont du secteur d'étude, les niveaux d'eau maximaux sont générés par des événements fluviaux. C'est pourquoi la crue de 1982, crue de référence sur ce secteur, a été retenue pour le calcul des aléas.

7.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES SUR LES ÉVÉNEMENTS HISTORIQUES

7.1.1. Historique des niveaux marins exceptionnels

La synthèse bibliographique et la recherche de cartes anciennes auprès des Archives Départementales de la Charente-Maritime, des Archives de la Marine, ainsi que des entretiens avec les élus et des historiens de l'université de la Rochelle ont permis de recenser les récits concernant l'invasion des zones basses par les eaux marines ainsi que les ruptures de digues.

La liste ci-dessous, non exhaustive, présente uniquement les principales tempêtes, appelées cyclone sous nos latitudes (dont la vitesse des vents est supérieure à 90 km/h), qui se sont produites du 16^e siècle au 20^e siècle.

Entre le 16^e siècle et le 18^e siècle, les récits sont peu nombreux et peu détaillés. Toutefois, 3 grandes tempêtes ont pu être répertoriées à partir de l'ouvrage « colère du ciel, de la terre et de la mer à la Rochelle ». Trois événements historiques supplémentaires (marqués par *) sont référencés dans le document SOGREAH Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia du 27 et 28 Février 2010 en Charente-Maritime (Mars 2011) :

- le 10 août 1518 : débordement de la mer à La Rochelle causant « une perte incroyable, gâtant toutes les vignes et les champs »,
- le 22 août 1537 : selon Amos Barbot « le débord de la mer fut si grand par les tourmentes qu'elle faillit de submerger entièrement l'île de Ré ... »,
- le 6 janvier 1628 : une terrible tourmente renversa en partie la digue construite par Richelieu à Rochefort. À noter, la même année, le 29 juillet le vent se mit à souffler de tourmente de sorte qu'il rompit une digue de pierre. Même observation les 6, 7, 8 novembre, le vent soufflait avec une telle violence que les digues en plusieurs endroits furent écroulées,
- le 29 janvier 1645*, tempête sur les régions de Saintes et d'Aunis : la mer était tellement agitée que ses flots ont emporté des bourgs entiers, quantité de maisons, tant à La Rochelle, Ré, Oléron, Arvert, Marennes, Nieul, St Saurin, Saujon, et autres lieux dans les îles. La mer entra sur le continent jusqu'à 1 lieue (5,556 km) dans les terres,
- le 6 septembre 1785* : « un raz de marée comme aucun marin ne se rappelle en avoir vu à la Rochelle. Tout à coup, la mer monta dans le Port avec tant de violence qu'elle a couvert les jetées de l'avant-port. Ce n'était point des vagues, c'était un soulèvement de la mer » (8 pieds [2.60m] au-dessus du niveau de la pleine mer). Ce raz de marée a touché la région de Charente-Maritime,
- le 21 février 1788*, à La Rochelle, l'eau pénètre dans les terres, envahit les caves et les maisons. La Baie de l'Aiguillon, La Rochelle et l'île de Ré sont fortement touchées par le vimer. Selon le Mercure de France du 5 avril 1788 : "On écrit de La Tremblade, de Marennes et de l'isle de Rhé, qu'il y a eu dans tous ces parages des coups de mer si violents, que les flots ont renversé plusieurs digues et ont inondé un très grand espace de terrain. Les salines ont été extrêmement endommagées, et on évalue à deux millions les pertes occasionnées par les tempêtes qui ont eu lieu dans les premiers jours de ce mois".

À partir du 19^e siècle, les récits sur les tempêtes deviennent plus précis. Cependant, ceux-ci ne rapportent pas avec exactitude les hauteurs d'eaux atteintes. Il est fait référence aux dégâts importants ou à des estimations que l'on ne peut pas reporter avec précision sur carte. Seule, la tempête du 27 décembre 1999, pour laquelle la mémoire collective et le rapport « éléments de mémoire sur la tempête du 27 décembre 1999 » apportent des informations précises, permet cette opération. Le document SOGREAH Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia du 27 et 28 Février 2010 en Charente-Maritime (Mars 2011) a le même objectif.

Étude des aléas et des enjeux du bassin de l'Estuaire de la Charente

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

- le 20 février 1879 : une tempête sur le marais de Saint-Laurent-de-la-Prée et le marais d'Yves provoqua une inondation marine entre l'anse de Fouras et la RN 137. Un lais de mer a recouvert les prés du marais et une brèche s'est formée dans le cordon littoral qui protège l'anse de Fouras,
- le 22 octobre 1880 : le marais d'Yves a été submergé par la mer. La mer a rompu un certain nombre de barrières naturelles et a inondé des terres du Rocher jusqu'à Voutron, rendant impraticable pendant 9 h la route devenue actuellement la voie ferrée,
- les 5 et 6 mars 1885 : « la tempête s'est faite sentir avec une grande violence dans toute la région. L'ouragan a commencé le 5 au soir (pluie torrentielle, accompagnée de vent du Sud à Sud-Est). Le 6 mars à 12 h 00, à marée montante, la mer furieuse et des rafales soufflant en ouragan du Sud-Ouest ont continué à ravager le littoral. À Fouras, les vagues ont déferlé sur les remparts de la citadelle. L'ouragan a laissé des traces de son passage. Les rues et les places étaient jonchées de tuiles et d'ardoises brisées » (extrait du journal Le courrier de Rochefort du 15 mars 1885),
- le 25 février 1899 : une tempête est observée sur le bourg de Fouras. Des dégâts ont été recensés,
- dans la nuit du 22 au 23 janvier 1890, l'ensemble des côtes Charentaises sont submergées. Le « Courrier de la Rochelle » en date du 23 janvier relate : « (...) c'est dans la nuit dernière que la bourrasque a redoublé de violence. Poussée par un fort vent d'Ouest, la mer a dépassé de plus de 20 cm le couronnement des quais de nos bassins à flot. (...) »,
- les 8 et 9 janvier 1924 : « dans la nuit, vers 4 h 00 un véritable raz de marée a détruit de nombreuses digues sur les communes d'Yves, de Fouras et de Port-des-Barques. Les maisons situées en bordure de mer sont envahies par les eaux. Il a été constaté jusqu'à 60 cm d'eau dans les jardins. Les marais et prés environnants sont submergés » (extrait du journal La Charente inférieure du 11 janvier 1924),
- les 15 et 16 mars 1930 : l'Ingénieur DDE, Subdivisionnaire à Rochefort, a constaté, sur le littoral au Nord de la Charente jusqu'à la commune d'Yves des dommages importants causés par la tempête. Non loin de la R.N.137, des fascinages et des clayonnages construits pour favoriser les dépôts apportés par la mer ont été détruits,
- les 29 et 30 octobre 1932 : « dans la nuit une violente tempête endommage les digues de la commune d'Yves, provoquant une brèche en deux endroits » (extrait du journal Le courrier de La Rochelle du 2 novembre 1932),
- les 22 et 23 février 1935 : « un véritable cyclone a ravagé la région de 22 h à 4 h du matin. Des vents soufflaient à une vitesse de 250 km/h (vitesse enregistrée à la station météorologique du centre de Rochefort). La mer déchaînée a dévasté tout le littoral (barques retournées, digues détruites...). Les dommages sur toute la côte sont très importants. De mémoire d'homme, on n'avait pas enregistré une pareille tempête depuis 1879 » (extrait du journal de Marennes du 3 mars 1935),
- le 17 février 1957 : une tempête a provoqué des raz de marée dans les secteurs ostréicoles de la zone d'étude. Suite à cette tempête, une carte à 1/50 000, établie le 8 juin 1957, fixe les limites d'extension de la submersion (Ces limites ont été reportées sur la carte informative présente en annexe 1 : carte informative « submersion marine » à 1/10 000). La submersion se concentre principalement sur 5 secteurs : les Boucholeurs à Yves, Le Dauphin sur la Baie de Fouras, la pointe des Anses à Port-des-Barques, la partie Sud de l'île Madame et Montportail toujours à Port-des-Barques,
- le 16 décembre 1958 : « vers 15h00 une tornade s'est abattue sur la côte atlantique. Les vents soufflaient à 150 km/h, provoquant le déracinement des arbres, l'arrachement des toitures » (extrait du journal La Charente Libre du 17 décembre 1958),
- le 3 avril 1962 : « les pluies intenses et un vent de 100 km/h provoquent la crue de la Charente jusqu'à Saintes. La ville de Rochefort est submergée. Le coefficient de marée est de 116 » (extrait du journal La Charente Libre du 5 avril 1962),