



PRÉFET DE LA CHARENTE-MARITIME

Direction Départementale  
des territoires et de la Mer  
de la Charente Maritime

Service Urbanisme,  
Aménagement, Risques et  
Développement Durable

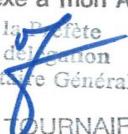
Unité  
Prévention des Risques

## **PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS**

### **COMMUNE DE TONNAY-CHARENTE**

#### **SUBMERSION MARINE**

## **NOTE DE PRÉSENTATION**

**Vu pour être 21 MARS 2013**  
annexé à mon Arrêté  
Pour la Préfète  
et par délégation  
Le Secrétaire Général  
  
Michel TOURNAIRE

|   |                   |
|---|-------------------|
| Prescrit par arrêté préfectoral du                      | 27 octobre 2008   |
| Mise en application anticipée par arrêté préfectoral du | 28 octobre 2010   |
| Arrêté préfectoral d'enquête publique du                | 18 septembre 2012 |
| Enquête publique ouverte du                             | 15 octobre 2012   |
| Au  | 16 novembre 2012  |
| Approuvé par arrêté préfectoral du                      | 21 mars 2013      |

**MARS 2013**



## SOMMAIRE

|  |    |
|--|----|
| Introduction.....  | 1  |
| I.LE PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS (PPRN) : INFORMATIONS GÉNÉRALES.....  | 2  |
| I.1.Contexte législatif et réglementaire.....  | 2  |
| I.2.Objet d'un PPRN.....   | 3  |
| I.3.Procédures relatives au PPRN.....  | 4  |
| I.4.Effets et portée d'un PPRN.....  | 5  |
| I.5.Méthode d'élaboration d'un PPRN.....   | 7  |
| II.LE CONTEXTE DU BASSIN D'ÉTUDE : « ESTUAIRE DE LA CHARENTE, MARAIS D'YVES ET ÎLE D'AIX ».....                          | 9  |
| II.1.Documents de référence.....   | 10 |
| II.2.Pourquoi prescrire des PPRN sur le bassin « Estuaire de la Charente – marais d'Yves – île d'Aix » ?.....            | 10 |
| II.3.Présentation du périmètre d'étude.....  | 11 |
| II.4.Méthode d'élaboration des PPRN : Association des Collectivités et concertation avec la population.....              | 12 |
| II.5.Analyse territoriale.....   | 14 |
| II.5.1.Analyse géomorphologique.....   | 14 |
| II.5.1.1.Géomorphologie générale du secteur d'étude.....   | 14 |
| II.5.1.2.Fonctionnement du marais sur le secteur d'étude.....  | 14 |
| II.5.1.3.Géomorphologie de la commune de Tonnay-Charente.....  | 15 |
| II.5.2.Analyse géologique du secteur d'étude.....  | 16 |
| II.5.2.1.Contexte géologique.....  | 16 |
| II.5.2.2.Histoire géologique quaternaire du marais.....  | 16 |
| III.LA DÉMARCHE D'ÉLABORATION DES PPRN DU SECTEUR D'ÉTUDE : « ESTUAIRE DE LA CHARENTE, MARAIS D'YVES ET ÎLE D'AIX »..... | 17 |
| III.1.Phénomènes naturels et évènements historiques.....   | 17 |
| III.1.1.Documents utilisés.....  | 17 |
| III.1.2.Submersion marine.....   | 18 |
| III.1.2.1.Le phénomène de submersion marine.....   | 18 |
| III.1.2.2.Méthode d'étude de la submersion marine.....   | 20 |
| III.1.2.3.Historique des niveaux marins exceptionnels.....   | 21 |
| III.1.2.4.Les tempêtes dévastatrices au XXe siècle, en Charente-Maritime.....  | 24 |
| III.1.2.5.Comportements des systèmes de protections lors des tempêtes.....   | 25 |
| III.1.2.6.Analyse spécifique du phénomène Xynthia.....   | 25 |
| III.1.2.7.Comparaison des tempêtes Lothar / Martin, Klaus et Xynthia.....  | 27 |
| III.1.2.8.Carte informative de la submersion marine.....   | 28 |
| III.1.2.9.Submersions historiques à l'échelle de la commune de Tonnay-Charente.....                                      | 31 |
| III.2.L'aléa submersion marine.....  | 32 |
| III.2.1.Caractérisation de l'aléa submersion marine.....   | 32 |
| III.2.2.Qualification de l'aléa submersion marine.....   | 37 |
| III.2.3.La carte d'aléa submersion marine.....   | 39 |
| III.2.4.L'aléa submersion marine à l'échelle du bassin d'étude.....  | 39 |
| III.2.5.L'aléa submersion marine à l'échelle de la commune de Tonnay-Charente.....                                       | 40 |
| III.3.Les enjeux : humains, socio-économiques et environnementaux.....   | 41 |
| III.3.1.Principes retenus.....   | 41 |
| III.3.2.Recueil des données.....   | 41 |
| III.3.3.Enjeux inventoriés.....  | 42 |

|   |    |
|---|----|
| III.3.4. Qualification des enjeux.....  | 44 |
| III.3.5. Les enjeux à l'échelle de la commune de Tonnay-Charente.....   | 45 |
| III.4. Zonage et principes réglementaires.....  | 47 |
| III.4.1. Principes de zonage réglementaire.....   | 47 |
| III.4.2. Cartes réglementaires et principes du règlement de la commune de Tonnay-Charente.....  | 49 |
| Glossaire - Lexique.....  | 52 |
| Annexes.....  | 55 |
| Annexe 1 : .....  | 56 |
| Carte informative « submersion marine » à 1/10 000  |    |
| Annexe 2 : .....  | 57 |
| Planches n°20 et 21 à 1/10 000 et n°22 à 1/25 000 issues du rapport Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia des 27 et 28 Février 2010 en Charente-Maritime – SOGREAH (Mars 2011) |    |
| Annexe 3 : .....  | 58 |
| Carte d'aléa « submersion marine » à 1/10 000   |    |
| Annexe 4 : .....  | 59 |
| Carte « niveaux de référence des Plus Hautes Eaux Marines – zones d'isovaleurs des PHEM » à 1/30 000  |    |
| Annexe 5 : .....  | 60 |
| Carte des enjeux à 1/10 000   |    |

## **Introduction**

**Cette note de présentation explicite les éléments à l'appui des dispositions réglementaires du plan de prévention des risques naturels (PPRN) et qui concernent le territoire de la commune de Tonnay-Charente. Cette commune fait partie du bassin « Estuaire Charente, Marais d'Yves et Île d'Aix » pour lequel les études destinées à l'élaboration des PPRN des communes constituant ce bassin, ont été engagées dès 2002. Les événements historiques recensés étaient antérieurs à la tempête Xynthia de février 2010 et les phases techniques des études étaient quasiment abouties à la veille de cet événement (à l'exception de l'île d'Aix).**

**Les conséquences de cet événement sur les territoires concernés ont conduit les services de l'État à s'assurer qu'il ne remettait pas fondamentalement en cause les projets des documents réglementaires.**

**Cet examen a généré quelques adaptations qui seront également évoquées dans ce document.**

# 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 évènement 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, codifiée).

Cette loi précise :

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, codifié).

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. Elle institue le principe des plus hautes eaux connues (PHEC) comme crues de référence et définit la notion de « centre urbain »,
- 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,
- 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 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**

### **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 pour le territoire 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 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 Général, Conseil Régional, Communautés de Communes concernées) ainsi qu'à ceux de différents services et organismes dont notamment la Chambre d'Agriculture, le Service Départemental d'Incendie et Secours (SDIS), la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL).

Le projet de PPRN est également soumis, par le préfet, à une enquête publique dans les formes prévues par les articles R.11-4 à R.11-14 du Code de l'expropriation pour cause d'utilité publique. 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.

### **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.

### **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.

### **Cas particulier de la mise en application anticipée de certaines mesures**

En cours d'élaboration, et si l'urgence le justifie, le préfet peut rendre certaines dispositions du projet de PPRN immédiatement opposables, conformément à l'article L562-2 du Code de l'environnement. Ces dispositions ne peuvent concerner que les nouveaux projets d'aménagement ou de construction.

Cette disposition a été mise en œuvre dans le cas particulier de Tonnay-Charente par arrêté préfectoral en date du 28 octobre 2010.

## **I.4. Effets et portée d'un PPRN**

### **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 dans un délai maximum d'un an conformément à l'article L.126-1 du Code de l'urbanisme. L'annexion du PPR au document d'urbanisme s'effectue par une mise à jour en application de l'article R.123-22 du Code de l'urbanisme.

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 PLU 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.

### **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).

## **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).

## **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.

## **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'évènement historique majeur font l'objet d'un examen particulier afin de définir sa période de retour<sup>1</sup>, lorsqu'elle existe de par la nature du phénomène. Si cette période de retour est qualifiée comme étant au moins centennale, cet évènement sera retenu en tant qu'évènement de référence<sup>2</sup> pour l'élaboration du PPRN. À défaut, il sera procédé à un calcul ou à une modélisation d'un évènement théorique présentant une période de retour centennale, et qui constituera alors l'évènement 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 de la confrontation 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.

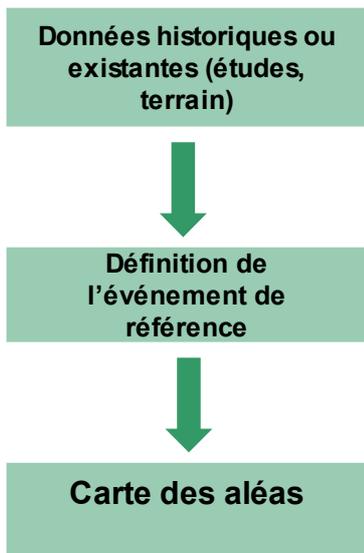
---

<sup>1</sup> La période de retour associée à un évènement 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 évènement de grandeur donnée d'un second évènement d'une grandeur égale.

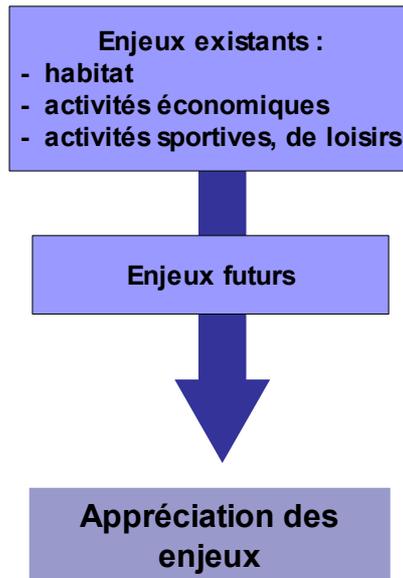
<sup>2</sup> L'évènement de référence est l'évènement naturel retenu, dans un secteur d'étude cohérent vis-à-vis de l'analyse du risque associé à un phénomène (bassin de risque), parmi les différents évènements dommageables survenus dans le passé ou ceux statistiquement prévisibles, dont l'impact est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

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

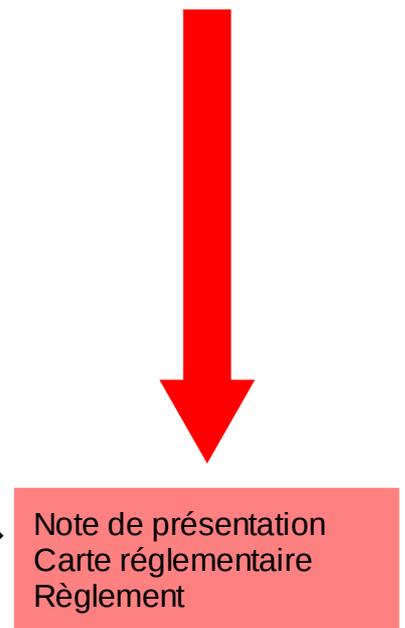
### Étude des phénomènes par bassin de risque



### Identification des enjeux



### Documents réglementaires



**Association des Collectivités Territoriales et concertation avec la population**

## **II. LE CONTEXTE DU BASSIN D'ÉTUDE : « ESTUAIRE DE LA CHARENTE, MARAIS D'YVES ET ÎLE D'AIX »**

### **AVERTISSEMENT**

Les données utilisées dans cette note de présentation sont issues d'études réalisées entre 2002 et 2009. Ces études n'intégraient donc pas la tempête Xynthia du 28 février 2010. Ces données ont cependant été ponctuellement complétées par des éléments issus du retour d'expérience sur ce phénomène catastrophique. Ainsi cet évènement majeur n'a pas remis en cause les conclusions de ces études et a même confirmé la nécessité de doter l'ensemble de ces communes d'un PPR littoral.

Par ailleurs, les dispositions de 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, ne s'imposent pas aux PPRN du présent bassin d'étude, compte-tenu notamment de leurs dates de prescription, qui sont antérieures à celle de la dite circulaire.

## II.1. Documents de référence

L'étude a été menée en s'appuyant sur des documents de référence généraux (édités par les ministères de l'Environnement et de l'Équipement) 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 des plans de prévention des risques de mouvements de terrains (1999),
- 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.

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

- l'atlas des risques littoraux en Charente-Maritime – DDE 17 (1999),
- l'atlas des risques de mouvements de terrain en Charente-Maritime (dus à la présence de carrières souterraines abandonnées) – 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).

## II.2. Pourquoi prescrire des PPRN sur le bassin « Estuaire de la Charente – marais d'Yves – île d'Aix » ?

La tempête de décembre 1999 a montré la fragilité du littoral charentais et de l'estuaire de la Charente au regard de l'érosion et de la submersion marines, ce qui a conduit les services de l'État à modifier leurs priorités et notamment à retenir le bassin « Estuaire de la Charente, marais d'Yves et île d'Aix », en priorité 1 pour l'engagement de nouvelles études de PPRN dès l'année 2000.

L'évènement du 27 et 28 février 2010 a confirmé cette fragilité et a conduit les services de l'État, pour chacune des communes, à mettre le projet de PPRN en application anticipée.

Face à cette fragilité, il convient de souligner la forte pression touristique. Celle-ci se traduit par un accroissement des développements urbains sur le littoral dont certains concernent plus particulièrement des zones submersibles.

Les conséquences de l'érosion et de la submersion marines sur ce territoire, en plus d'un risque évident pour les vies humaines, génèrent un coût financier croissant pour la société du fait notamment des dommages sur les structures des immeubles (fondations, humidification des murs, risques d'incendies par court-circuit...), des coupures de voies de communication, d'électricité, de téléphone, de chauffage, des remontées d'eau dans les immeubles par les réseaux d'égouts, des dommages sur les activités agricoles et ostréicoles.

L'ensemble du littoral de la Charente-Maritime est soumis aux risques d'érosion et de submersion marines et sera à terme doté intégralement de plans de prévention des risques.

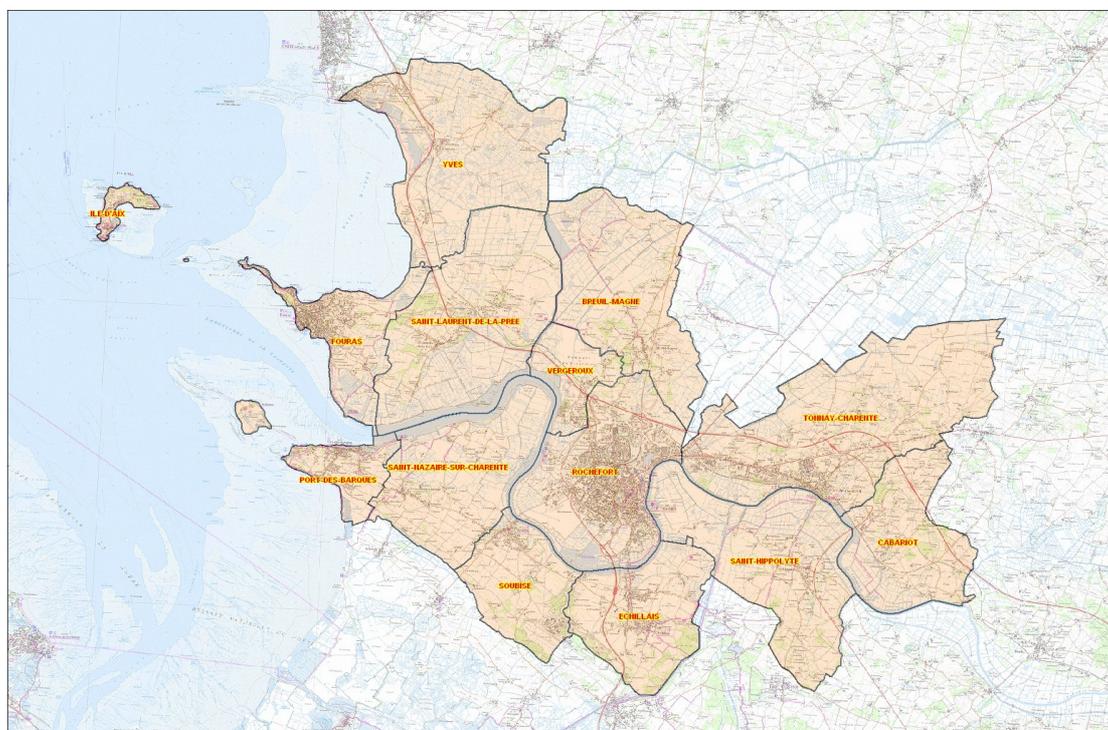
## II.3. Présentation du périmètre d'étude

Le périmètre d'étude est celui du bassin de risque. Il est situé dans le département de la Charente-Maritime en bordure de l'estuaire de la Charente, et intègre le marais d'Yves et l'île d'Aix.

Le périmètre initial défini au regard des connaissances de l'époque en 2002 en matière de risques littoraux était, dans un premier temps, constitué de 23 communes : Breuil-Magné, Cabariot, Échillais, Fouras, île d'Aix, Port-des-Barques, Rochefort, Saint-Hippolyte, Saint-Laurent-de-la-Prée, Saint-Nazaire-sur-Charente, Soubise, Tonnay-Charente, Vergeroux et Yves, ainsi qu'Ardillères, Ballon, Ciré-d'Aunis, Genouillé, Loiré-les-Marais, Lussant, Moragne, Muron et Trizay.

Cependant, après les premières phases des études et au vu des conséquences peu importantes de la submersion marine et les faibles enjeux répertoriés pour les 9 dernières communes citées ci-dessus (quasiment seuls des marais se sont révélés submersibles), il a été décidé de ne poursuivre les études et d'aboutir à la constitution de PPRN que pour les 14 autres communes.

Ainsi, les communes reprises sur la carte ci-dessous font l'objet chacune d'un projet de PPRN.



Sur le territoire de ces 14 communes, d'autres types de risques naturels ont été recensés : retrait et gonflement des sols argileux, inondations (par exemple par ruissellement), [cf Dossier Départemental des Risques Majeurs (DDRM) de Janvier 2008] et risque sismique (décret du 22 octobre 2010).

Les éléments exposés dans la suite portent sur :

- le risque « érosion marine ». A l'intérieur du bassin d'étude, seules les 4 communes suivantes sont impactées : Fouras, Île d'Aix, Port-des-Barques et Yves ;
- le risque « submersion marine » présent sur l'ensemble des 14 communes du bassin d'étude ;
- le risque « mouvements de terrain ». Seule la commune d'Échillais est concernée par ce risque.

## **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**

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.

Six réunions plénières ont ainsi été organisées les 2 juillet 2002, 10 février 2004, 30 juin 2006, 18 mars 2009, 5 février 2010 et 7 juillet 2010. Le nombre global de réunions bilatérales est, à fin août 2011, de l'ordre d'une quarantaine. Pour la commune de Tonnay-Charente, cinq réunions bilatérales ont eu lieu, les 30 juin 2004, 16 novembre 2006, 26 mai 2009, 9 juillet 2009 et 11 octobre 2011.

Il est important de préciser que les projets de cartes réglementaires et de règlements élaborés pour chacune des communes (à l'exception de l'île d'Aix), avaient été remis aux collectivités territoriales et aux établissements publics de coopération intercommunale, lors de la séance plénière du 5 février 2010, soit avant la tempête des 27 et 28 février 2010.

### **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 :
  - 11 décembre 2006 à Rochefort pour Breuil-Magné, Cabariot, Rochefort, Tonnay-Charente et Vergeroux,
  - 13 décembre 2006 à Soubise pour Échillais, Port-des-Barques, Saint-Hippolyte, Saint-Nazaire-sur-Charente et Soubise,
  - 14 décembre 2006 à Fouras pour l'île d'Aix, Fouras, Saint-Laurent-de-la-Prée et Yves.
- une deuxième exposant l'intégralité de la démarche des PPRN, jusqu'à l'aboutissement des projets de cartes réglementaires et de règlements, les :
  - 23 septembre 2010 à Soubise pour Échillais, Saint-Nazaire-sur-Charente et Soubise,
  - 29 septembre 2010 à Rochefort pour Breuil-Magné, Cabariot, Rochefort, Saint-Hippolyte, Saint-Laurent-de-la-Prée, Tonnay-Charente et Vergeroux,
  - 23 juin 2011 à Port-des-Barques,
  - 29 juin 2011 à Fouras,
  - 24 janvier 2012 à Yves,
  - 07 février 2012 à l'île d'Aix.

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

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

Ainsi, pour chacune des 14 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° 0 « Un PPR pour quoi faire et comment ? »,
- un panneau n° 1 « Évènements historiques »,
- un panneau n° 2 « Aléas »,
- un panneau n° 3 « Enjeux »,
- un panneau n° 4 « Principes règlementaires ».

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

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

Des informations ont aussi été mises en ligne sur le site internet de la DDTM 17 ([www.charente-maritime.equipement.gouv.fr](http://www.charente-maritime.equipement.gouv.fr)).

## **II.5. Analyse territoriale**

### **II.5.1. Analyse géomorphologique**

#### **II.5.1.1. Géomorphologie générale du secteur d'étude**

Le secteur d'étude s'étend des terres hautes rurales de la vallée de la Charente à l'Est, au littoral et à ses îles et presqu'îles qui s'étirent vers l'océan à l'Ouest. Il est limité au Nord par la plaine d'Aunis et au Sud par les communes bordant la rive gauche de la Charente. Le centre de cette zone est constitué par les terres basses que sont les marais de Rochefort et de la Charente.

L'estuaire de la Charente, entouré par la zone d'étude, se fraye un passage entre la presqu'île de Port-des-Barques et la presqu'île de Fouras. La Charente traverse le marais bordier. Ses rives, de nature vaso-sableuse, sont endiguées sur une grande partie du linéaire, principalement par des merlons de terre.

La façade Atlantique, du Sud au Nord, borde la commune de Port-des-Barques, est traversée par l'estuaire de la Charente, puis borde les communes de Fouras et Yves. La côte découpée et plate, est en alternance rocheuse et sableuse. Les estrans sont étendus et généralement vaseux. L'île d'Aix se situe dans le prolongement rocheux de la pointe de la fumée à Fouras.

À l'Est, l'intérieur des terres est composé par le marais de Rochefort encadré au Nord par le marais de Marennes, et au Sud par le marais de Brouage. Les marais, anciennement marécageux, sont des terres basses essentiellement couvertes par des prairies inondables. Ils se caractérisent par une faible amplitude de l'altitude (de deux à quatre mètres NGF).

Ce relief de plaine est parsemé d'un archipel d'anciennes îles, cas notamment de la commune de Breuil-Magné. Cette commune située sur des promontoires rocheux, culmine à une altitude avoisinant la vingtaine de mètres.

Le réseau fluvial principal est constitué par la Charente, orientée Sud-Est Nord-Ouest. Il se fonde dans les terres basses du marais. Il traverse les communes de Cabariot, Saint-Hippolyte, Tonnay-Charente, Rochefort, Échillais, Soubise, Saint-Nazaire-sur-Charente, Vergeroux et Saint-Laurent de-la-Prée, avant de rejoindre l'Atlantique.

Rochefort et son port, Sous-Préfecture de la Charente-Maritime, pris dans un des méandres de la Charente, occupe le centre de la zone d'étude.

#### **II.5.1.2. Fonctionnement du marais sur le secteur d'étude**

Un réseau dense de canaux parcourt le marais dans le but de réguler le niveau d'eau des fossés qui délimitent les parcelles. Ces canaux sont bordés de bourrelets de terre, de hauteur limitée (généralement d'une cinquantaine de centimètres) et de largeur métrique, issus du dépôt répété des boues de curage. Ce léger relief en bordure des canaux constitue un frein à l'évacuation des eaux de la parcelle. Ce réseau fonctionne aussi bien pour l'alimentation que pour l'évacuation de l'eau douce du marais.

##### Alimentation du marais

Les eaux de pluies estivales et le faible débit des rivières ne suffisent pas à maintenir un niveau minimum d'eau pour assurer l'isolement des parcelles, l'abreuvement des animaux, et l'irrigation des cultures (maïs). L'apport d'eau douce est donc nécessaire en période estivale. Depuis 1962,

l'eau douce est pompée en amont du barrage de Saint-Savinien, dans la Charente pour être acheminée, par le canal de l' UNIMA bordant le fleuve, jusqu'à Tonnay-Charente où elle est introduite à l'écluse du Pont Rouge pour alimenter le marais et le réservoir de Breuil-Magné (par pompage et par une régulation à l'aide de vannes).

Le canal de l'UNIMA alimente en période d'étiage, à concurrence de 3 m<sup>3</sup>/s, le réseau de fossés et canaux d'irrigation des marais ainsi que l'usine de production d'eau potable Lucien Grand. L'hydraulique du marais est gérée par des associations syndicales de marais qui adhèrent à l'Union des Marais (UNIMA). Les fossés et ouvrages hydrauliques secondaires sont entretenus par les associations.

### Évacuation des eaux du marais

Les eaux de pluie hivernales sont rapidement excédentaires compte tenu de la nature argileuse des terrains. Elles sont évacuées à la mer par le réseau de fossés et canaux.

En période normale, l'évacuation des eaux du marais se fait de la façon suivante :

- au Nord, le marais est drainé par le canal débouchant dans la zone des Boucholeurs. Les eaux se déversent à la mer dans les zones ostréicoles. Cependant, le port d'Yves et le secteur du Rocher ne laissent guère s'évacuer les eaux qu'en période de forte crue. Le chenal du Dauphin (anse de Fouras) est quant à lui complètement obstrué par un ensablement ;
- l'évacuation des eaux des marais de Rochefort se fait aujourd'hui principalement en direction de l'estuaire de la Charente via :
  - ◆ l'écluse du Pont de Charras, qui draine un très vaste ensemble Nord-Ouest,
  - ◆ l'écluse du Pont Rouge à Rochefort (en amont de la ville) qui draine un vaste ensemble Sud-Est, principal exutoire des marais de Rochefort,
  - ◆ auquel il convient d'ajouter un certain nombre d'écluses dont celles des canaux de Ciré d'Aunis et de Rochefort.

En période de crues de la Charente ou lors de tempêtes ou de grandes marées, l'évacuation des eaux du marais par l'estuaire est rendue impossible. En effet, le niveau d'eau de la Charente s'élève et empêche l'évacuation des eaux le temps de la crue. Le marais est alors inondé, on parle de marais mouillé. Ainsi la tempête du 27 décembre 1999 a provoqué l'inondation du marais. Les témoignages indiquent que la zone a été recouverte par les eaux mais ne précisent pas avec exactitude les hauteurs d'eau atteintes. Les témoignages font souvent référence à des hauteurs d'eau comprise entre 10 et 30 cm.

### **II.5.1.3. Géomorphologie de la commune de Tonnay-Charente**

La commune de Tonnay-Charente est l'une des plus vaste de Charente-Maritime avec près de 35 km<sup>2</sup>. Elle se situe en rive droite de la Charente, sur les pourtours d'un large méandre.

Les terres basses marécageuses se rencontrent à la fois au Sud de la commune, le long de la Charente dans le marais de Prée des Forges, mais aussi au Nord de la commune dans le marais de la Petite Flandre (extrémité Est du marais de Rochefort). Ces marais sont à des altitudes moyennes oscillant entre 3 et 4 m IGN69.

Entre ces deux entités de terres basses, un promontoire rocheux qui couvre près de 70 % de la commune, constitue les terres dites hautes qui culminent jusqu'à 31m IGN69 (au lieu dit le Grand Géant).

## **II.5.2. Analyse géologique du secteur d'étude**

### **II.5.2.1. Contexte géologique**

Le secteur d'étude se situe sur la bordure Nord du bassin Aquitain. Elle est constituée par les formations calcaires de l'ère secondaire : Jurassique dans la partie Nord de la zone d'étude et Crétacé dans la partie Sud.

La formation du Kimméridgien inférieur (étage du Jurassique, 145 Ma<sup>3</sup>) constitue un plateau peu accidenté de 25 m d'altitude en moyenne. Cette formation de calcaires argileux, de marnes et de calcaire récifal est à faible pendage Sud-Ouest. Ces terrains sont situés en bordure de la zone d'étude.

Une large plaine, de 2 à 3 m d'altitude, couvre une grande partie de la zone d'étude et compose le marais qui est drainé par un réseau dense de canaux et de fossés (voir II.5.1.2).

Les marais de ce type résultent du comblement progressif de dépressions par des dépôts de sédiments argileux et argilo-sableux du Quaternaire, d'origine marine et fluvio-marine, connus localement sous le nom de bri.

Le marais est ici parsemé d'anciennes îles à substratum calcaire du Kimméridgien supérieur (141 Ma), cas de la commune d'Yves par exemple.

Au Sud, la Charente s'écoule dans une vallée entaillée dans les terrains Crétacés du Cénomaniens inférieur et moyen (95 Ma) qui culminent à une altitude moyenne de 20 m.

Cette formation de sable, de grès, d'argile est observée à Fouras, Saint-Laurent-de-la-Prée, Vergeroux, Cabariot, Saint-Hippolyte, Tonnay-Charente et l'île Madame.

Les formations calcaires à rudistes et à alvéolines du Cénomaniens moyen sont visibles à l'Ouest de la commune de Port-des-Barques, au Sud de l'île Madame, ainsi que sur l'île d'Aix.

À l'extrémité Sud de la zone, le calcaire à rudiste du Turonien (Crétacé supérieur 90 Ma), affleurant à Saint-Nazaire-sur-Charente et Soubise, constitue le cœur du synclinal de Saintes.

### **II.5.2.2. Histoire géologique quaternaire du marais**

Au début de l'ère quaternaire, vers - 12000 ans, lors de la dernière glaciation, le niveau marin est à - 120 m NGF. L'île d'Oléron et l'île d'Aix sont reliées à la terre. Les fleuves érodent la bordure continentale en creusant des vallées profondes dans les formations tendres (marnes et sables).

La fin de l'ère quaternaire, lors de la phase flandrienne entre 12000 ans et 6400 ans avant J.C. (début de l'Holocène), est marquée par la remontée du niveau marin qui passe de -120 m NGF à une cote légèrement supérieure au niveau actuel. L'eau envahit la plate-forme continentale et provoque l'insularité des collines (les points hauts actuels). Le bri se dépose alors dans les dépressions.

De 6400 ans avant J.C. jusqu'à nos jours, la dépression est progressivement remblayée par des sédiments argileux d'origine marine et fluvio-marine. Ces dépôts de comblement sont soit des graviers et sables remontés vers l'Est par la houle, soit des sédiments fins silteux et argileux et des vases amenés par les courants alluvionnaires de la Gironde et de la Loire, les apports des rivières et des ruisseaux côtiers.

---

<sup>3</sup> Millions d'années

### **III. LA DÉMARCHE D'ÉLABORATION DES PPRN DU SECTEUR D'ÉTUDE : « ESTUAIRE DE LA CHARENTE, MARAIS D'YVES ET ÎLE D'AIX »**

#### **III.1. Phénomènes naturels et évènements historiques**

##### **III.1.1. Documents utilisés**

Le recensement et l'analyse des phénomènes naturels ont été réalisés à partir de :

- documents concernant les phénomènes naturels littoraux,
- documents relatifs à l'analyse de l'évolution du trait de côte,
- documents relatifs à la détermination de la limite de submersion.

Remarque : seuls sont cités ici les documents ayant servi à l'analyse de l'ensemble des phénomènes naturels affectant le littoral. Les documents utilisés plus spécifiquement pour l'un ou l'autre des phénomènes étudiés sont développés dans le chapitre relatif au phénomène considéré.

##### **Données cartographiques**

- les limites des communes, issues de la Bd Carto à 1/50 000 de l'IGN,
- la Bd Topo et la Bd Alti de l'IGN,
- les cartes IGN à 1/25 000, issues de levés photogrammétriques, complétés sur le terrain en 1959 et révisés en 1990. Ces « scan25 », traités en noir et blanc, ont été utilisés à 1/10 000, comme support cartographique,
- les documents d'urbanisme PLU ou POS, des communes de la zone d'étude, opposables au 31/12/2001,
- les cadastres numérisés en mars 2006,
- des plans topographiques des systèmes de protection du littoral (données de l'ex-Service Maritime DDE 17),
- des points côtés issus de levés de l'ex-Service Maritime de la DDE 17.

##### **Photographies**

- les orthophotographies de l'IGN de 2000 et de 1999, à 1/5 000,
- des campagnes de photographies aériennes de l'IGN :
  - mission de 17-IFN80 de 1980 en noir et blanc et à 1/25 000,
  - mission 17-IFN91 de 1991 en noir et blanc et à 1/20 000,
  - mission FD-17/33 de 1996 en couleur et à 1/25 000.
- des photographies aériennes obliques prises quelques jours après la tempête du 27 décembre 1999 par la base aérienne de Rochefort et par la société Bernard Ecave.

## **Documents divers**

- Les caractéristiques et la localisation des digues du littoral, (source ex-Service Maritime DDE 17)
- Les données sur le nivellement des digues et l'historique des digues par rapport à la tempête du 27 décembre 1999 (source ex-Service Maritime DDE 17)
- Les systèmes de protection du littoral submergés et endommagés par la tempête du 27 décembre 1999, (source ex-Service Maritime DDE 17 et dossier «éléments de mémoires sur la tempête du 27 décembre 1999 »)
- Les digues de la Charente, reportées sur les supports papier à 1/10 000 par les élus,
- Les courants marins et les vents du secteur d'étude, établis à partir des documents fournis par le CETMEF.

### **III.1.2. Submersion marine**

#### **III.1.2.1. Le phénomène de submersion marine**

La submersion marine est une inondation temporaire du continent par les eaux marines, provoquée par :

- le franchissement exceptionnel d'un obstacle par des paquets de mer,
- la rupture ou la destruction du cordon dunaire,
- le débordement ou la rupture d'ouvrages jouant un rôle de défense.

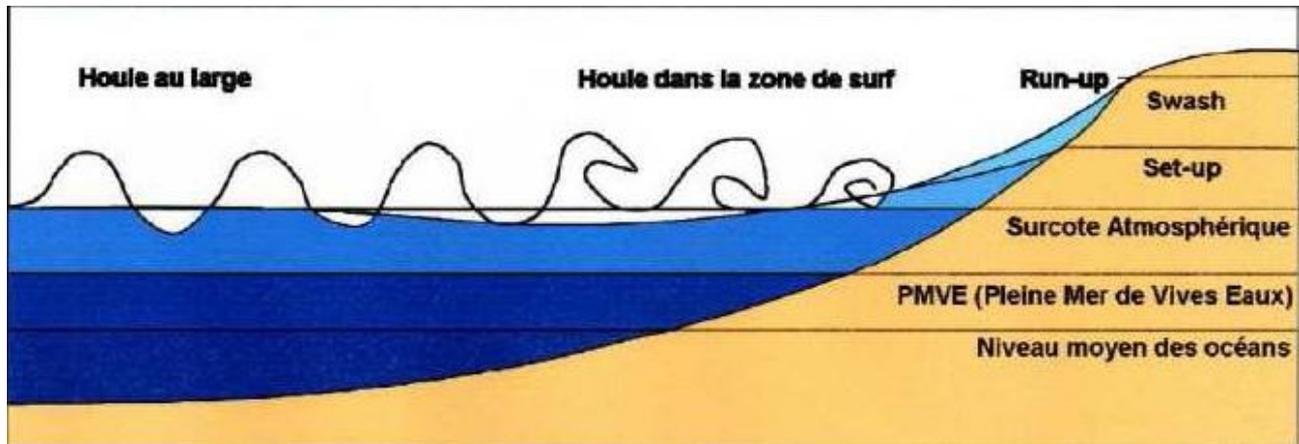
Une inondation par submersion marine fait suite à la conjonction de phénomènes météorologiques et hydrodynamiques. La submersion marine est observée par grandes tempêtes au passage d'un important système dépressionnaire. Le niveau de la mer s'élève et entraîne l'attaque du littoral sous les effets de :

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

Les digues sont alors franchies par paquets de mer, submergées, dégradées ou détruites en certains points, et les eaux marines envahissent les terres basses.

On appelle « surcote atmosphérique » l'élévation du niveau de la mer causée par les deux premiers mécanismes. Le niveau moyen de la mer lors d'une tempête résulte de l'ensemble de ces contributions avec celles de la marée.

Pour obtenir le niveau maximal atteint par la mer, il faut enfin tenir compte du jet de rive (« swash »), c'est à dire le flux et le reflux de la lame d'eau déversée au devant des vagues (qu'elles aient ou non déferlé). On appelle « run-up » l'altitude maximale atteinte. Ces mécanismes sont illustrés sur la figure suivante :



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

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 matériel sableux, notamment aux plages et aux cordons dunaires.

De plus, lors des grandes tempêtes ou lors des marées d'équinoxes de pleines mers ou de la conjonction des deux phénomènes, les niveaux de l'océan et/ou de la Charente s'élèvent et empêchent les exutoires du marais de vidanger ses eaux. En effet, les canaux qui drainent l'eau du marais, ne peuvent plus en évacuer les eaux excédentaires vers les exutoires. Ils débordent alors et inondent les terres basses.

Dans le secteur d'étude, les zones submersibles se concentrent sur les communes bordant le littoral et l'estuaire de la Charente.

### III.1.2.2. Méthode d'étude de la submersion marine

Le phénomène de submersion marine a été étudié à partir :

- d'analyse de la bibliographie et des documents d'archives, notamment aux Archives Départementales de la Charente-Maritime, afin de relever les récits concernant les ruptures de digues et l'envahissement des zones basses par les eaux marines,
- de l'envoi d'un questionnaire type à chaque commune, suivi par des entretiens avec des élus pour recenser et mieux connaître les inondations les plus récentes,
- d'une enquête de terrain basée sur des réunions systématiques avec un représentant des mairies et avec les services pouvant détenir des informations (ex-Service Maritime de la DDE, pompiers, historiens...), complétées par des rencontres avec des habitants.

La démarche adoptée pour étudier le phénomène de submersion a été la suivante :

- dresser un historique des grandes tempêtes qui ont provoqué des submersions marines. Cet historique est destiné en particulier à déterminer la (les) tempête(s) la (les) plus dévastatrice(s) et/ou ayant généré la plus forte submersion,
- étudier les systèmes de protection mis en place pour lutter contre la submersion marine et faire un bilan sur l'état des digues suite à la tempête du 27 décembre 1999,
- comprendre le fonctionnement hydraulique des marais qui permet de comprendre le mécanisme d'inondation du marais suite à une grande tempête,
- analyser la morphologie des zones basses du littoral pour déterminer celles plus particulièrement sensibles à l'envahissement par les eaux marines.

L'objectif de cette démarche consiste à déterminer des PHEM (Plus Hautes Eaux Marines) avec une période de retour donnée.

Dans le cadre de l'élaboration de la cartographie de l'aléa « submersion marine », le guide méthodologique de référence de novembre 1997, indique que l'évaluation de l'aléa consiste à étudier les territoires communaux submergés par la mer, par le niveau du plan d'eau statique au moment d'une pleine mer centennale. Ce niveau de référence doit inclure les phénomènes de surcotes météorologiques et doit être calculé à pleine mer pour les littoraux à marée.

Ce même guide précise que si le niveau d'eau de pleine mer centennale est inférieur à celui de la plus forte submersion historique connue, on retiendra cette dernière.

Nous avons donc recherché, parmi les tempêtes historiques, celles qui pouvaient correspondre à cette définition et si, pour ces tempêtes, les données dont nous disposions étaient suffisantes en qualité et en quantité pour permettre une cartographie fiable du phénomène.

#### Synthèse des données collectées

Ce paragraphe aborde trois thèmes qui permettent de mieux appréhender le phénomène de la submersion marine et d'inondation du marais à savoir :

- un historique des tempêtes qui ont généré une submersion marine,
- la géomorphologie et le fonctionnement du marais,
- les systèmes de protection du littoral contre la submersion marine.

### III.1.2.3. 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'envahissement 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<sup>e</sup> siècle au 20<sup>e</sup> siècle.

Entre le 16<sup>e</sup> siècle et le 18<sup>e</sup> 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 & 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<sup>e</sup> 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.

- 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 fascinaiges 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),
- en 1972 : un mini raz de marée a submergé les communes d'Yves, Fouras et Port-des-Barques, ainsi que la ville de Rochefort,
- février 1990 : la tempête a créé des brèches dans le cordon dunaire de la baie d'Yves. Les eaux marines pénètrent par-dessus le cordon et entrent dans la lagune. Les digues d'Yves (digue de Gaveau et digue du Boisseau) sont submergées,
- les 22 et 23 décembre 1995 : dans la nuit, le littoral charentais fut balayé par un coup de

vent de force 10, avec une marée de coefficient 107. La mer submerge le littoral en de nombreux endroits provoquant des dégâts par le franchissement de nombreuses digues. L'état de catastrophe naturelle (inondations et choc mécanique des vagues) a été déclaré pour les communes de Port-des-Barques, Rochefort et Fouras. Le débit de la Charente est de 100 m<sup>3</sup>/s. À Port-des-Barques, la plage Nord a reculé de 5 m, la digue de Montportail et la route Sud de l'île Madame sont endommagées en plusieurs endroits. Les brèches pratiquées par les eaux marines dans le cordon dunaire ont généré la submersion des digues d'Yves (la digue du Gaveau et la digue de Boisseau),

- les 7 et 8 février 1996 : dans la nuit une violente tempête a détruit et a déstabilisé les digues du secteur d'étude. Les vents de secteur Ouest à Nord-Ouest sont supérieurs en moyenne à 100 km/h. À Rochefort, la Charente a envahi la chaussée. Son débit est de 100 m<sup>3</sup>/s. À Port-des-Barques, des dégâts importants ont été répertoriés sur tout le territoire de la commune : la digue de protection des installations ostréicoles en bordure de Charente a été détruite en plusieurs endroits ; la route Sud de l'île Madame est coupée sur 50 mètres et les protections en place ont été bouleversées sur 2 km ; 12 appontements (carrelets) ont été détruits et emportés en mer ; plusieurs bateaux ont été coulés. Des dégradations importantes ont été constatées sur l'île d'Aix, entre la Pointe du Par et la Pointe Saint-Eulard,
- les 27 au 28 décembre 1999 : dans la nuit, des rafales de vents d'Ouest de 158 km/h, enregistrées à la station météorologique de La Rochelle, ont démonté une mer de coefficient de marée 77. Les assauts de la mer ont créé des brèches dans les cordons dunaires. L'eau entre dans la lagune et pénètre dans les terres par-dessus les digues. Cinquante et un systèmes de protection de la zone d'étude sont submergés et détruits. La surcote par rapport à l'élévation du niveau normal de la mer est de 2 m. Elle a été enregistrée aux marégraphes des ports de La Pallice et du Chapus,
- du 23 au 25 janvier 2009, la tempête Klaus entraîne des submersions sur Rochefort,
- les 27 et 28 février 2010 : après avoir touché le Portugal et l'Espagne, une violente tempête, baptisée « Xynthia », a durement frappé la France, provoquant de nombreux décès (53 morts recensés en France, dont 12 en Charente-Maritime selon les rapports officiels) et d'importants dégâts matériels. Sans être aussi exceptionnelle d'un point de vue météorologique que les tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999 et Klaus de janvier 2009, Xynthia a produit des élévations importantes du niveau de la mer qui, se trouvant en phase avec une marée haute à fort coefficient, ont causé des phénomènes de submersion exceptionnels sur les côtes de Vendée et en Charente-Maritime.

#### III.1.2.4. Les tempêtes dévastatrices au XXe siècle, en Charente-Maritime

Suite à la tempête du 27 décembre 1999, il est apparu important de préciser les périodes de retours pouvant être associées à de tels événements en Charente-Maritime.

Les statistiques disponibles à la station météorologique de La Rochelle sont établies depuis 1962 en ce qui concerne le vent fort maximum et concernent les observations de Chassiron, La Coubre et La Rochelle. Pour la période antérieure à cette date, les informations sont plus fragmentaires et sont issues d'articles de presse.

Sur la période 1962-1996<sup>4</sup>, on constate que le vent annuel maximum dépasse 11 fois 130 km/h (36 m/s ou 70 nœuds). À noter que l'échelle anémométrique de Beaufort définit le seuil de la classe des ouragans de force 12 à partir de 118 km/h.

Les événements répertoriés sont généralement destructeurs et peuvent être classés en deux grandes catégories:

- les tempêtes avec des vents dépassant la force de l'ouragan qui, quelle que soit l'amplitude de la marée, provoquent des dommages aux ouvrages côtiers et l'inondation de vastes surfaces en bordure du littoral. Ainsi la tempête du 16 décembre 1958 avec des rafales de 180 km/h, fit 6 victimes en Charente-Maritime,
- les coups de vent moins violents avec des vents de 80 à 100 km/h (force 9 ou 10) surgissant en période de marée de vive-eau et au cours desquels la surcote, même faible, du niveau marin provoque la submersion de digues et la dégradation de dunes ou de digues. On peut citer à ce titre les fortes inondations du 4 avril 1962 par conjonction d'une marée de coefficient 115 avec des vents de 120 km/h (une victime à Oléron).

Au regard de ces quelques indications, il semble que la tempête subie par le département de La Charente-Maritime le 27 décembre 1999 ne soit pas si exceptionnelle qu'il n'y paraît. En l'absence d'une étude spécifique plus détaillée, il peut être proposé une période de retour de 20 à 50 ans en terme de niveau extrême de pleine mer, pour un aléa « submersion marine » de cette ampleur (cf. publication des niveaux extrêmes de pleine mer, BARBOT C. et ...., 1999<sup>5</sup>).

Enfin, il est à signaler également le passage fréquent de tornades liées à l'activité orageuse en été et à la présence de fronts froids actifs en hiver. L'analyse des données historiques indique enfin une occurrence hivernale des événements les plus violents ayant entraîné la submersion généralisée des zones littorales. Cependant, quelques submersions marines se sont aussi produites en période estivale. On ne peut donc pas conclure sur la saisonnalité du phénomène de « submersion marine ».

<sup>4</sup> L'étude ayant été réalisée entre 2002 et 2004, les données statistiques disponibles s'arrêtaient en 1996.

<sup>5</sup> BARBOT C. , SIMON B. , ALLAIN S. , KOVARIK J.-B., 1999, La détermination des niveaux marins extrêmes le long des côtes de France, Bulletin of the Permanent International Association of Navigation Congresses, no 102 , pp. 27 - 35

### **III.1.2.5. Comportements des systèmes de protections lors des tempêtes**

L'homme a toujours cherché à se protéger des incursions marines en édifiant des ouvrages de défense dans les secteurs les plus sensibles.

Les systèmes les plus couramment utilisés sont :

- le remblaiement des terrains submersibles,
- la stabilisation du cordon littoral fragile,
- la création ou la surélévation d'ouvrages de protection.

#### **Zones à défenses « naturelles »**

Des cordons de sables et de graviers existent au niveau de la baie d'Yves, de l'anse de Fouras, de la passe aux Bœufs et de Font Renaud. La tempête du 27 décembre 1999 a provoqué des brèches dans ces cordons qui ont favorisé l'incursion de l'océan dans les terres basses. Lors de la vidange des eaux marines, les cordons ont fini par céder.

#### **Zones à défenses « anthropiques »**

À partir du 19<sup>ème</sup> siècle, le littoral a été progressivement endigué sur une partie non négligeable du linéaire de la zone d'étude (29,6 km sur 40,9 km de côte). Lors de la tempête du 27 décembre 1999, plusieurs digues ont été submergées et endommagées :

- sur la commune d'Yves,
- sur la commune de Fouras,
- sur la commune de Port-des-Barques : digues en enrochement et perrés en bordure de Charente,
- sur la façade Ouest de l'île Madame,
- sur la commune de l'île d'Aix : digues de la façade Ouest et de la façade Nord.

Les digues en terre des berges de la Charente, exposées au vent du Sud-Ouest, à la houle et aux courants de marée ont également été fragilisées lors de la tempête du 27 décembre 1999.

### **III.1.2.6. Analyse spécifique du phénomène Xynthia**

Ces éléments sont issus du document SOGREAH « Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia du 27 et 28 Février 2010 en Charente-Maritime – Mars 2011 ».

Le caractère singulier de la tempête Xynthia en France est dû à la concomitance de la tempête avec la pleine mer, pour un fort coefficient de marée, provoquant des phénomènes de submersion, notamment sur les côtes de la Vendée et de la Charente-Maritime.

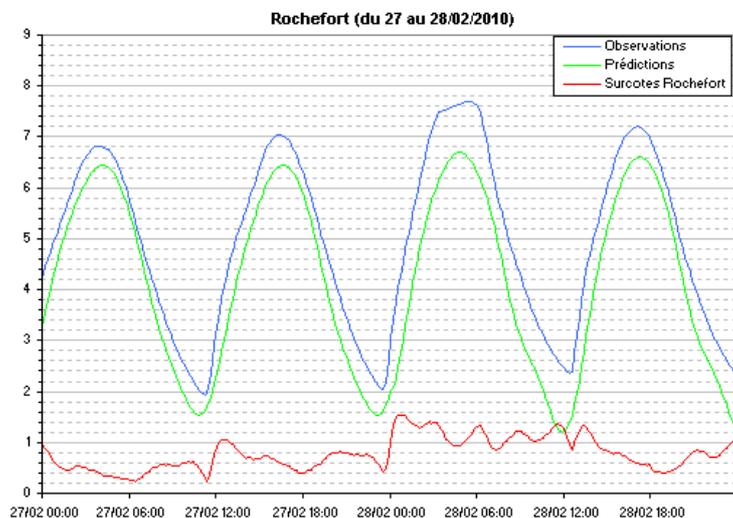
La tempête Xynthia a touché les côtes atlantiques françaises dans la nuit du 27 au 28 février 2010, au maximum de son creusement (centre dépressionnaire à 969 hPa), avant de poursuivre sa route vers le Nord de la France. Le champ de vent moyen avant l'arrivée du maximum de l'évènement était en provenance du Sud et s'est orienté Sud-Ouest à Ouest dans l'heure qui a précédé l'arrivée des vents maximaux.

Le passage de la tempête a, en effet, coïncidé avec la pleine mer d'une marée de vive-eau de coefficient 102 (pour un maximum de 120 pour les plus hautes marées) et des fortes houles comprises entre 6 et 7 m, provoquant une surcote de l'ordre de 1,50 m à La Rochelle.

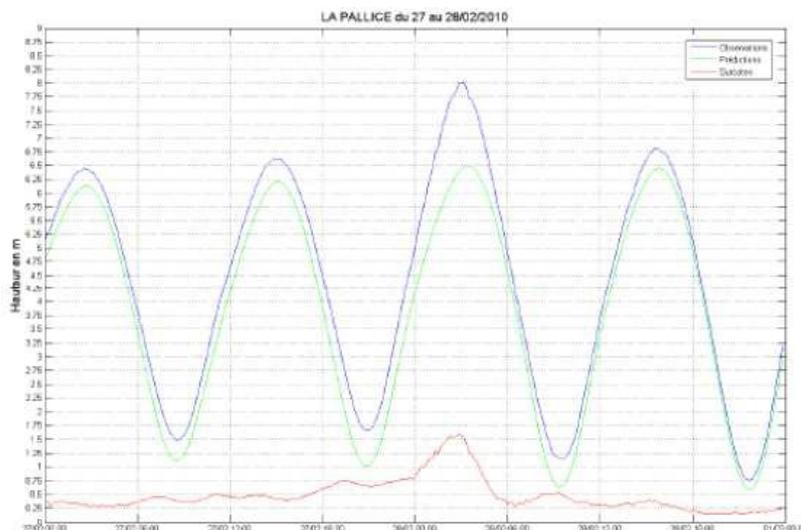
Lors du passage de la tempête Xynthia, dans la nuit du 27 au 28 février 2010, les niveaux marins atteints ont été enregistrés par les marégraphes du Réseau d'Observation du Niveau de la Mer (RONIM), comprenant 19 marégraphes, ainsi que par les marégraphes du Service de la Prévision des Crues (SPC) de la DDTM 17 (Rochefort et Le Verdon).

Les observations des hauteurs d'eau (en bleu), les prédictions du niveau de la mer (réalisées par le SHOM, permettant de prévoir l'heure et la hauteur de la marée, hors évènement climatique, en vert) et les surcotes (en rouge) sont présentées ci-dessous :

- au marégraphe de Rochefort (station SPC),



- à la station de La Rochelle (station RONIM) - (Source : SHOM)



Les estimations des surcotes sont déduites des observations par soustraction de la hauteur d'eau observée (en bleu) de la marée prédite (en vert).

Ces données indiquent une surcote de 1,30 m à Rochefort et de 1,53 m à La Rochelle, lors du maximum de l'évènement.

Cette dernière valeur de surcote figure parmi les plus importantes observées depuis que le marégraphe y a été installé en 1997, sachant que celui-ci est tombé en panne lors de la tempête de 1999. Elle est plus importante que la plus grande valeur de surcote jamais observée à Brest, où le SHOM dispose de plus de 150 ans de mesures (surcote de 1,42 m observée le 15 octobre 1987).

Le niveau atteint à La Rochelle est de 8,01 m CM (Cotes Marines), soit 4,51 m NGF. À titre de comparaison, le niveau qui avait été atteint sur la même zone lors de la tempête de 1999 était de 6,76 m CM (dernière mesure valide avant la pleine mer, la valeur maximale n'ayant pas été établie), et le niveau atteint pour une marée astronomique de 120 est de 6,74 m CM.

Le caractère «rare» de Xynthia, accentué par des conséquences dramatiques, est ainsi dû à la conjonction de :

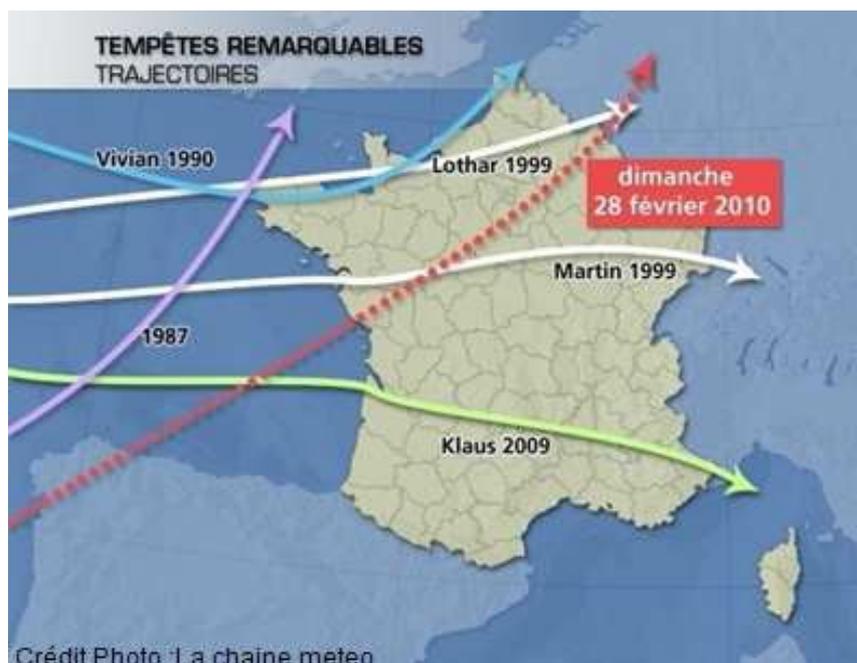
- la “surcote” importante produite par la tempête (forte dépression),
- une marée de vive-eau (coefficient important de 102),
- sa survenue à l’instant de la pleine mer.

### **III.1.2.7. Comparaison des tempêtes Lothar / Martin, Klaus et Xynthia**

Ces éléments sont exposés à partir d'extraits du document SOGREAH « Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia du 27 et 28 Février 2010 en Charente-Maritime – Mars 2011 ».

Du point de vue météorologique, la tempête Xynthia, de taille et d'intensité peu communes, n'a pas atteint pour autant le caractère exceptionnel des tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999, ni celui de Klaus de janvier 2009, et il n'est pas possible de comparer la situation de la tempête Xynthia à celle des très fortes tempêtes Lothar, Martin et Klaus et cela, pour plusieurs raisons :

- Trajectoire : la tempête Klaus a été générée par une dépression d'Ouest « classique ». Le flux général de Xynthia est de Sud-Ouest et non zonal (secteur Ouest), donc moins favorable à une situation de très violente tempête. En effet, Xynthia s'est formée au large du Portugal, à Madère, puis a traversé le Golfe de Gascogne jusqu'en Belgique.
- Vitesse de déplacement : Xynthia a traversé le pays assez rapidement ; sa durée d'action a donc été moindre,
- Vents d'altitude : le caractère remarquable de Klaus est lié au courant-jet d'altitude, habituellement situé plus au Nord en hiver. Il est donc possible de comparer la tempête du 24 janvier 2009 avec celle de décembre 1999. Elles sont chacune associées à un courant-jet très rapide (400 km/h), positionné à des latitudes très basses pour la saison. Dans le cas de Xynthia, en haute altitude, les vents ne sont pas très forts,
- Vents au sol : lors du passage de Xynthia, les rafales maximales relevées en plaine, d'une vitesse de 160 km/h sur le littoral et de 120 km/h à 130 km/h dans l'intérieur des terres, sont plus faibles que celles enregistrées lors des événements de 1999 et de 2009, où l'on relevait près de 200 km/h sur le littoral et 150 à 160 km/h dans l'intérieur des terres,
- Variation des pressions dans le temps : Xynthia ne peut être qualifiée de « tempête explosive » car son dynamisme barométrique est moins marqué. Son creusement (une diminution de 20 hPa en plus de 24 h) est qualifié de « classique » pour une dépression hivernale. Lors des tempêtes de décembre 1999, la pression avait chuté de 32 hPa dans le même laps de temps. En outre, la forte dépression de la tempête Xynthia est en phase de comblement (et non de creusement) au cours de sa remontée vers la France.



Comparaison des trajectoires des tempêtes Lothar, Martin, Klaus et Xynthia  
(Source : La Chaîne Météo)

### III.1.2.8. Carte informative de la submersion marine

Les cartes informatives des phénomènes naturels « submersion marine », destinées à décrire et à localiser les zones submergées dans le passé, présentent à la fois les zones touchées directement par la submersion marine et celles touchées par l'inondation concomitante de marais littoraux.

Le fond topographique utilisé est le scan25 IGN à 1/25 000 traité en noir et blanc et agrandi à 1/10 000 (Cf annexe 1 – carte informative « submersion marine » à 1/10 000).

Afin de produire un document le plus lisible possible, seuls les éléments indispensables à la compréhension de la submersion ont été reportés sur les cartes. Ainsi, outre la zone submergée lors de la tempête de décembre 1999 et la zone inondée des terres basses du marais (en bleu), figurent :

- les traces de laisses de mer et témoignages de la tempête de 1999, en indiquant leur cote en mètre IGN69 (triangles rouges),
- les indications des tranches d'eau évaluées suite à la tempête (étoiles bleues),
- les digues endommagées ou submergées lors de la tempête du 27 décembre 1999 (flèches bleues foncées en relief). À ces flèches est associé un numéro qui se rapporte à l'état des digues,
- les zones présentant des systèmes de protection du littoral et de la Charente (trait jaune) et les falaises (trait marron),
- les limites de la submersion de la tempête de 1957 (trait rouge),
- la localisation et le numéro des photographies de la submersion du 27 décembre 1999 (appareil photo avec un numéro),
- l'enveloppe de submersion marine de février 2010 (source SOGREAH).

De plus, figurent sur les cartes, les limites de communes (trait noir continu), la limite de la zone d'étude (pointillé marron vert) et les courbes de niveau issues de la base de données de l'IGN « Bd Alti » (trait fin orange) dont la précision altimétrique annoncée varie de 0,7 m à 2 m sur les points cotés.

L'analyse des grandes tempêtes permet de sectoriser la côte en 8 zones (trait pointillé vert parallèle à la côte) où l'on observe une submersion marine et une dégradation du littoral. Sur la carte, une étiquette située au droit de chaque zone indique les années des principales tempêtes ayant occasionné une submersion ou des dégâts dans la zone.

Les 8 zones identifiées sont :

- Yves Nord (la baie d'Yves),
- Yves Sud (l'anse de Fouras),
- Fouras (la pointe de la Fumée),
- Fouras (Les Nauleries),
- Fouras Sud (estuaire de la Charente),
- Port-des-Barques,
- la Charente (Rochefort),
- l'Île d'Aix.

### **Description et analyse des zones**

Lors des tempêtes de 1999 et 2010, plusieurs formes différentes de submersion marine ont notamment été observées comme par exemple l'une due à une submersion directe du littoral, et l'autre due à un débordement du lit du fleuve Charente.

#### **Zone de submersion directe du littoral**

La zone du littoral concernée par la submersion marine couvre les communes d'Yves, de Fouras, de Port-des-Barques et de l'île d'Aix.

#### **Zones de submersion par débordement du lit de la Charente**

Les 9 communes submergées par débordement du lit de la Charente lors de la tempête de 1999, présentées de l'embouchure vers l'amont de la Charente sont :

- en rive droite : Saint-Laurent-de-la Prée, Vergeroux, Rochefort, Tonnay-Charente, Cabariot,
- en rive gauche : Saint-Nazaire-sur-Charente, Soubise, Échillais, Saint-Hippolyte.

#### **Zones d'inondation de marais littoraux**

Par ailleurs, certaines communes comme Breuil-Magné ne sont pas directement affectées par la submersion marine, mais indirectement par l'inondation de marais.

Les marais inondables du périmètre d'études, classés notamment au titre de Natura 2000 en ZPS et ZSC, se situent le long des rives de la Charente (marais bordiers), au niveau du marais Nord de Rochefort (marais de Voutron et de Fouras), dans l'Anse de Fouras et la baie d'Yves (réserve naturelle du Marais d'Yves)

*Remarque : la carte informative (cf Annexe 1 – carte informative « submersion marine » à 1/10 000) indique les limites d'extension de la zone submergée et non que l'intégralité de la zone ainsi délimitée a été submergée. En effet lors de la tempête de 1999, il n'y a pas eu de témoignages suffisants permettant de réaliser une cartographie plus précise de ces zones submergées.*

#### **Conclusion : connaissance de la submersion marine**

Le littoral de la zone d'étude est constitué par des côtes basses qui se prolongent à l'intérieur des terres par un marais. Le réseau fluvial se fond dans les terres marécageuses avant de rejoindre l'océan atlantique.

Cette morphologie de paysage plat, monotone fait que la zone d'étude est particulièrement

sensible à la submersion marine. Toutefois, le littoral est équipé sur une grande partie du linéaire par des digues dont les hauteurs de crête sont voisines ou inférieures aux niveaux d'eau observés lors des tempêtes de la dernière décennie.

Cependant, ces tempêtes caractérisées par une basse pression atmosphérique et une poussée des vents générant une forte houle, associées au phénomène de marée, ont provoqué des surcotes importantes de la mer.

La mer attaque alors les côtes et passe au-dessus des digues. Les eaux marines s'épandent sur les terres basses et sont arrêtées ou stockées par les micro-reliefs (fossé, cuvette, route, bâtiment...).

Dans la plupart des cas, la mémoire collective est souvent imprécise en ce qui concerne la météorologie. En outre, elle est subjective, parfois en servant les intérêts du moment. Les renseignements obtenus ne précisent pas avec exactitude les hauteurs d'eaux atteintes. Il est fait référence à des dégâts importants ou à des estimations qu'il n'est pas possible de reporter précisément sur une carte.

Les zones les plus sensibles aux inondations par le passé sont souvent situées à proximité des ports ou en bordure des principaux chenaux drainant les marais.

La submersion des terres basses est en général due à des dégradations ou ruptures de digues mais aussi à l'ensablement des exutoires de chenaux provoquant la retenue des eaux de pluie en amont.

La bibliographie et l'enquête montrent que les ouragans qui ont frappé le périmètre d'étude le plus durement, ont eu des répercussions similaires en ravageant l'environnement, en désorganisant l'économie, perturbant le réseaux de communication, les infrastructures routières et ferroviaires et en choquant la population.

Associée à la submersion marine, une inondation des marais est observée. En effet, la surcote de l'océan empêche leurs eaux de s'évacuer par les principaux exutoires (Pont Rouge, Charras et Boucholeurs). Sur la majorité des territoires de marais, la vidange des zones inondées se fait dans les heures qui suivent la baisse du niveau d'eau marin. Cependant, dans la Pointe Sans Fin (Saint-Nazaire-sur-Charente) et probablement localement dans d'autres secteurs, l'évacuation des eaux des zones inondées lors de la tempête de 1999 s'est prolongée sur plusieurs jours, probablement en raison de la présence de digues en certains endroits (frein vis-à-vis de l'évacuation des eaux).

En conclusion, à l'examen des tempêtes connues sur les 150 dernières années (période des descriptions les plus précises) et ayant affecté de manière notable (récits de dégâts importants parvenus jusqu'à notre époque, voir III.1.3.3) le périmètre d'étude, les niveaux effectifs atteints ne permettent pas de distinguer particulièrement une de ces tempêtes vis-à-vis des autres. Compte tenu du nombre relativement important d'événements recensés, les niveaux d'eau atteints lors de ces événements peuvent être associés à un niveau d'occurrence inférieur à l'occurrence centennale.

Il est rappelé que la tempête Xynthia de février 2010 est postérieure aux recherches et analyses des événements historiques. En outre, en l'absence de données suffisamment anciennes et continues sur le niveau de la mer dans le secteur d'étude, cette estimation reste qualitative.

### III.1.2.9. Submersions historiques à l'échelle de la commune de Tonnay-Charente

(Cf. annexe 1 – carte informative « submersion marine » à 1/10 000)

- Tempête 1999

Située sur une butte topographique en bordure de la Charente (altitude moyenne 20 m IGN69), la ville n'a pas été affectée par le débordement de la Charente. Seuls les marais bordiers et les digues qui protègent la ville ont été submergés.

L'eau a notamment recouvert la rue qui longe le fleuve. Le marais situé à la frange de la commune, a été inondé suite au débordement des fossés et des canaux. Les canaux n'ont pas pu se vidanger et les eaux ont recouvert les prairies sur 10 à 30 cm d'épaisseur.

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des mesures de niveaux atteints par les eaux lors de la tempête de 1999 ainsi que le contexte environnemental de chaque point de mesure.

| Lieu dit              | Cote altimétrique (en m IGN69) | Contexte environnemental                     |  |   |   |
|-----------------------|--------------------------------|--|--|---|---|
|                       |                                | Exposition par rapport aux éléments naturels | Éloignement du point par rapport à la côte | Présence et état des systèmes de protection au droit du point de mesure | Environnement géomorphologique  |
| Station d'épuration   | 4,10                           | Exposé aux vents dominants                   | 100 m                                      | pas de système de protection  | Point situé dans le marais bordier                                      |
| Usine de Charbon      | 4,56                           | Exposé aux vents dominants                   | 30 m                                       | Quai en perrés maçonnés   | Point situé dans une usine à l'arrière des quais.                       |
| Rue Alsace Lorraine   | 3,82                           | Protégé des vents dominants                  | 150 m                                      | Quai en perrés maçonnés   | Point situé dans le centre ville, dans un creux topographique           |
| Quai de la Libération | 3,93                           | Protégé des vents dominants                  | 40 m                                       | Quai en perrés maçonnés   | Point situé sur la rue, entre le quai et les habitations                |
| Quai de la Libération | 3,99                           | Protégé des vents dominants                  | 30 m                                       | Quai en perrés maçonnés   | Point situé sur la rue, entre le quai Auriol Roy Bry et les habitations |

Tableau I : cotes IGN69 des laisses de submersion (tempête 1999)

Remarque : Le point de mesure coté à 3,82 m IGN69 correspond à un point bas de la route. On note que la limite d'extension de la submersion, confirmée par l'adjoint au maire et par des habitants, n'a pas atteint ce point. Le niveau d'eau mesuré doit donc correspondre à une remontée d'eau par les égouts ou à une accumulation ponctuelle d'eau. Cette valeur n'a donc pas été prise en compte.

- Tempête Xynthia

(Cf. annexe 2 – Planches n°20 – 21 à 1/10 000 et n°22 à 1/25 000 issues du rapport Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia des 27 et 28 Février 2010 en Charente-Maritime – SOGREAH (Mars 2011))

## III.2. L'aléa submersion marine

La doctrine nationale prévoit que l'aléa de référence à retenir doit correspondre :

- à l'évènement historique majeur dès lors que les données sont exploitables et qu'il est supérieur à l'évènement calculé,
- à défaut à un évènement théorique, calculé ou modélisé, de période de retour centennale.

La phase « phénomènes naturels et évènements historiques » de la présente étude a conclu pour la submersion marine que, pour les tempêtes connues et cartographiées, ayant affecté le périmètre d'étude, les niveaux d'eau atteints ont une période de retour inférieure à la période centennale (la tempête Xynthia de février 2010 est postérieure aux recherches et analyses des évènements historiques).

De ce fait, un évènement théorique de référence a dû être défini, ce qui a permis de déterminer les cotes des plus hautes eaux marines au droit du littoral.

### III.2.1. Caractérisation de l'aléa submersion marine

L'aléa submersion marine est l'intrusion indésirable d'eau de mer sur des territoires continentaux, pendant des intervalles de temps limités. Cette intrusion est essentiellement causée par des niveaux de la surface de la mer ou de l'océan excessivement élevés provoquant le débordement, voire des ruptures d'ouvrages de protection.

Sur la zone d'étude, les données de hauteurs d'eau marine mesurées ne sont pas suffisantes (par la durée du suivi) pour quantifier les niveaux atteints par l'eau de mer de façon exceptionnelle. Les submersions marines passées doivent donc être considérées par leurs conséquences et examinées en vue de qualifier les événements à leur origine.

Dans la partie III.1.2.3, il apparaît que sur un intervalle de temps de l'ordre de quelques centaines d'années, plusieurs événements qui ont causé des dégâts graves (traces historiques) peuvent être associés qualitativement à des périodes de retour (relatives aux niveaux d'eau sur le site d'étude) dont l'ordre de grandeur est inférieur à 100 ans.

En conséquence, l'évaluation quantitative de l'aléa reposera ici sur une méthode théorique, par l'établissement d'un évènement modélisé et de période de retour 100 ans.

L'évaluation de l'aléa par cette méthode théorique consiste à étudier les territoires communaux submergés par la mer, celle-ci étant considérée comme un plan d'eau statique au moment d'une pleine mer d'occurrence centennale sous l'action conjuguée :

- d'un niveau de pleine mer,
- d'une surcote météorologique constatée ou calculée à pleine mer sur la côte concernée et, en tenant compte de l'accélération de l'élévation du niveau moyen des mers en raison de modifications du climat, à l'échéance de cent ans,
- les incertitudes relatives aux mesures et/ou aux calculs.

Ce niveau du plan d'eau statique est appelé Plus Haute Eau Marine (PHEM).

Le rôle aggravant du déferlement des vagues, s'il est significatif, est pris en compte également dans les secteurs concernés. Ce cas ne concerne pas la commune de Tonny-Charente

## **Détermination du niveau extrême centennal**

### **La marée astronomique**

La marée astronomique est l'évolution périodique du niveau de la mer sous l'effet des mouvements du soleil, de la lune et à moindre effet d'autres corps célestes. En France, elle est prédite par le SHOM, Service Hydrographique et Océanographique de la Marine. Ces prédictions concernent également les variations saisonnières du niveau marin liées aux changements de température. Sur l'ensemble de la façade Atlantique, la marée est de type semi-diurne, c'est à dire qu'on observe deux battements de marée (succession pleine mer, basse mer, puis pleine mer) par jour. Les coefficients de marée déterminent l'amplitude de chacun de ces battements, ils ne sont cependant pas toujours égaux entre eux et varient au cours du cycle de marée. Ils sont directement liés à la position des astres. En fonction de la position de la lune et du soleil, la répartition à la surface de la terre des forces d'attraction des masses d'eaux marines varie, ce qui modifie au cours de l'année l'amplitude de la marée (alternance des marées de vives-eaux et de mortes-eaux).

### **Les phénomènes de surcote**

La surcote correspond à la différence entre le niveau de marée astronomique et le niveau observé à la côte sur les marégraphes. Alors que la marée astronomique peut être prédite très longtemps à l'avance, les phénomènes de surcote et décote ne sont, le plus souvent prévisibles, que quelques jours au mieux, voire quelques heures à l'avance. Leur manifestation et leur propagation sont différentes suivant les conditions locales telles que la profondeur des eaux.

Les valeurs de surcote ne sont disponibles à proximité de la zone d'étude que pour le port de La Pallice, où des valeurs de 0,75 m ont été relevées sur la période d'observation de la surcote à pleine mer allant de 1997 à 2002. Dans ce même port, la tempête Xynthia a provoqué une surcote de l'ordre de 1,50 m.

Lors de la tempête du 27 décembre 1999, une surcote de 2 m a été relevée au marégraphe du port du Chapus et on peut imaginer que la surcote liée à la tempête Xynthia était inférieure à 1,50 m.

## L'élévation du niveau marin en raison de changements climatiques

Il est rappelé que les études de définition de l'aléa ayant conduit à l'élaboration des PPRN du bassin Estuaire de la Charente, Marais d'Yves, Île d'Aix, ont été menées de 2002 à 2006. Ces études n'intègrent donc pas les conclusions du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) sur l'élévation probable du niveau moyen des océans, parues en 2008 ainsi que les dispositions de 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.

Néanmoins, le calcul théorique de l'évènement de référence retenu pour le présent dossier intègre une marge d'incertitude de 0,20 m incluant les conséquences possibles du changement climatique.

Les marégraphes de Brest et Marseille sont en place depuis plus d'un siècle et leurs enregistrements ont permis d'estimer à environ 0,12 m l'élévation du niveau moyen de la mer sur ces sites depuis leur mise en service.

À une échelle plus globale, on considère que le niveau moyen des océans s'élèverait de 1 à 2 mm par an, soit 0,10 à 0,20 m par siècle.

Ce phénomène est considéré, à partir des analyses actuelles, comme une conséquence de l'effet de serre provoquant un réchauffement climatique global à l'échelle planétaire et la fonte des glaces continentales ou polaires. L'élévation des températures à cette échelle est aussi à l'origine du gonflement de la masse d'eau océanique.

### Choix de l'évènement de référence

L'étude a dans un premier temps été initiée sur la base de la tempête du 27 décembre 1999 (Tempête Martin) (cf. Rapport « Évènements historiques » du PPRN Littoraux, carrières souterraines abandonnées d'Échillais - Estuaire Charente, marais d'Yves, île d'Aix). Dans ce rapport, la détermination des PHEM se réfère aux données :

- du rapport du SHOM « statistique des niveaux marins extrêmes le long des côtes de France »,
- de l'atlas des risques littoraux (estimation des PHEM),
- des submersions marines historiques le long du littoral.

Les données retenues par le Maître d'Ouvrage pour définir l'évènement de référence théorique (en approximation de niveaux centennaux) sont :

- un coefficient de marée de 90,
- une surcote météorologique de 2 m (mesurée au Port du Chapus lors de la tempête Martin de décembre 1999),
- une marge d'incertitude incluant les conséquences du changement climatique de 0,20 m.

Le tableau III ci-après reprend des valeurs des PHEM (Plus Hautes Eaux Marines) par commune.

| COMMUNES                   | PHEM de référence<br>(en m IGN69) |
|----------------------------|-----------------------------------|
| ILE-D'AIX                  | 4,3                               |
| BREUIL-MAGNE               | 4,5                               |
| CABARIOT                   | 4,4                               |
| ECHILLAIS                  | 4,5                               |
| FOURAS                     | 4,6                               |
| PORT-DES-BARQUES           | 4,4                               |
| ROCHEFORT                  | 4,4                               |
| SAINT-HIPPOLYTE            | 4,4                               |
| SAINT-LAURENT-DE-LA-PREE   | 4,5                               |
| SAINT-NAZAIRE-SUR-CHARENTE | 4,3                               |
| SOUBISE                    | 4,4                               |
| TONNAY-CHARENTE            | 4,5                               |
| YVES                       | 4,5                               |
| VERGEROUX                  | 4,6                               |

*Tableau II : cotes des Plus Hautes Eaux Marines calculées*

### **Modélisation des zones submergées**

La cartographie de l'aléa submersion marine a été réalisée en s'appuyant :

- sur les documents de référence édités par les Ministères de l'Environnement et de l'Équipement : le guide méthodologique des Plans de Prévention des Risques Littoraux (novembre 1997),
- sur les documents de référence spécifiques au secteur d'étude et fournis par la DDTM 17 : l'atlas des risques littoraux en Charente-Maritime et l'élément de mémoire sur la tempête de décembre 1999,
- en croisant les mesures topographiques avec les valeurs de PHEM.

### **Principe de modélisation des zones submergées**

La cartographie de l'aléa submersion marine a été établie à partir d'une modélisation des épaisseurs d'eau. La simulation de la submersion centennale de référence pour les 14 communes, permet d'apprécier le périmètre de submersion et les variations de hauteur d'eau au-dessus du terrain naturel.

Le calcul des épaisseurs d'eau s'effectue suivant deux étapes :

- la première consiste à soustraire, au niveau du littoral la valeur altimétrique de la PHEM à la valeur altimétrique du point topographique correspondant,
- la seconde consiste à procéder à une atténuation de la lame d'eau en progressant vers l'intérieur des terres.

### **Élaboration du modèle numérique de terrain (MNT)**

La topographie de la zone d'étude a été définie dans un modèle numérique composé de 140 000 points. Ces données topographiques proviennent de :

- la base de données altimétriques Bd Topo de l'IGN,
- la base de données altimétriques Bd Alti de l'IGN dans les zones où la Bd Topo n'existe pas (principalement dans l'extrémité Sud de la zone d'étude),
- des relevés topographiques, plans topographiques et points topographiques (recueillis entre 2004 et janvier 2006) fournis principalement par l'ex-Service Maritime de la DDE 17, les

Services Techniques des mairies, les Géomètres-Experts, la Ligue de Protection des Oiseaux, les particuliers, etc ...,

- les levés topographiques réalisés de décembre 2005 à janvier 2006 par la Société Fit Conseil.

### **Détermination des hauteurs d'eau**

La démarche adoptée pour cartographier les zones d'aléas se décompose en 3 phases :

- **Phase 1** : modélisation des hauteurs d'eau en utilisant uniquement les PHEM définies au droit du rivage et les points topographiques recueillis en 2003 et 2004.

Les résultats obtenus à l'issue de cette 1<sup>ère</sup> phase montrent que les valeurs de PHEM ne peuvent pas s'appliquer en l'état dans les zones éloignées du littoral (ou de la Charente), car le procédé néglige les phénomènes d'atténuation liés à la diminution de la tranche d'eau sur le terrain naturel, provoquée par la présence de micro-reliefs et des effets de barrage, notamment.

Une atténuation des valeurs de PHEM définies au droit du rivage a donc été introduite pour proposer un procédé adapté à l'intérieur des terres.

- **Phase 2** : calcul de l'atténuation des niveaux d'eau.

L'atténuation des niveaux d'eau (diminution de la hauteur d'eau en fonction de la distance au littoral) a été calculée en prenant en compte :

- les atténuations constatées lors de la tempête du 27 décembre 1999,
- la topographie et l'occupation du sol qui peuvent faire barrage à l'écoulement des eaux (repérage des routes, remblais, etc ...),
- les champs d'expansion des crues.

Ce travail a conduit à l'élaboration de la carte des niveaux de référence des Plus Hautes Eaux Marines pour l'ensemble du périmètre d'étude. La carte des niveaux de référence des Plus Hautes Eaux Marines – zones d'isovaleurs des PHEM (à 1/30 000) est jointe en annexe 4.

- **Phase 3** : modélisation des hauteurs d'eau élaborée à partir du plan d'eau de référence et des points cotés recueillis entre 2003 et 2005.

L'analyse des résultats de la modélisation montre que le modèle a besoin d'être complété sur les secteurs où les données topographiques font défaut. Quatorze secteurs nécessitant des levés topographiques ont alors été identifiés. Entre novembre 2005 et décembre 2005, 55 680 points répartis sur l'ensemble des secteurs demandés, ont été levés par méthode photogrammétrique avec prises de vues aériennes à 1/4 000, complétée par méthode terrestre (DGPS précision centimétrique).

### **Détermination des vitesses de courant**

Après réception des levés topographiques complémentaires, le calcul des épaisseurs d'eau sur la zone d'étude a été réalisé. Parallèlement, des secteurs à courant fort ont été envisagés uniquement dans les zones où la hauteur d'eau est inférieure à 1 mètre. Ces secteurs à courant fort sont généralement situés en bordure immédiate du littoral ou de la Charente et/ou dans des endroits de libre écoulement des eaux marines (zones chenalées, rues perpendiculaires au littoral, zones de libre expansion des eaux, etc ...).

## **Principe de prise en compte des ouvrages de défense dans les modélisations**

La position de l'État en matière d'urbanisation dans les zones endiguées soumises à un risque de submersion marine repose sur deux documents principaux :

- 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,
- 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.

Les grands principes appliqués dans ce bassin d'étude résultent directement de ces documents, à savoir :

- les zones endiguées sont des zones soumises à un risque avéré de submersion marine où demeure un risque de ruptures brutales ou de submersion des digues, avec des conséquences catastrophiques, quel que soit le degré de protection théorique de ces digues ;
- cette protection est assurée dans les limites d'une fréquence de submersion retenue par le Maître d'Ouvrage de la digue et qui peut être dépassée. Son niveau de protection peut être problématique, même sur sa durée de vie théorique. En effet, faute d'entretien régulier, ces ouvrages peuvent évoluer défavorablement dans le temps ;
- la résistance de l'ouvrage dépend de sa conception et de son entretien. Les ouvrages sont construits pour des durées de vie plus courtes que la référence de cent ans (durée de vie de 20 à 30 ans) ;
- il convient d'afficher clairement l'aléa et le risque lié soit au dépassement de la cote de submersion marine pour laquelle la digue a été conçue, soit au dysfonctionnement de l'ouvrage (rupture partielle ou totale...) ;
- les remblais des ouvrages conçus et réalisés pour d'autres objectifs (infrastructures de transport, chemins piétonniers,...) ne doivent pas être considérés comme des digues de protection hormis s'ils ont été spécialement dimensionnés et conçus à cet effet ;
- une qualification des aléas a été établie pour les terrains protégés, en fonction de leur exposition potentielle aux submersions dans le cas où la digue ne jouerait pas son rôle de protection (principe de transparence des ouvrages).

### **III.2.2. Qualification de l'aléa submersion marine**

Les critères retenus pour la définition des aléas portent sur la hauteur d'eau et la vitesse des courants. Le croisement des niveaux d'aléas obtenus pour chaque critère (voir la grille d'évaluation ci-dessous) donne la qualification de l'intensité de l'aléa submersion marine.

Compte tenu du contexte morphologique de la zone d'étude (présence de côtes basses qui se confondent avec les terres basses et planes du marais, d'altitudes moyennes comprises entre 3 et 4 m IGN69), les hauteurs d'eau observées sur le terrain naturel sont, dans la majorité des secteurs, supérieures à 1 m. Dans cette configuration, le paramètre retenu pour qualifier l'intensité de l'aléa, est la hauteur d'eau :

- pour une hauteur d'eau comprise entre 0,01 m et 0,5 m, l'aléa est qualifié de faible,
- pour une hauteur d'eau comprise entre 0,5 m inclus et 1 m, l'aléa est qualifié de moyen,
- pour une hauteur d'eau supérieure ou égale à 1 m, l'aléa est qualifié de fort.

Dans les secteurs où la hauteur d'eau est inférieure à 1 m, le critère « vitesse des courants » a également été pris en compte. Comme le montre le schéma ci-après, pour des hauteurs d'eau supérieures ou égales à 20 cm, la vitesse du courant devient dangereuse pour l'homme, avec un

risque d'être emporté par la submersion ou d'être blessé par des objets charriés à vive allure, à partir de 0,5 m/s. Ceci conduit donc à distinguer 2 niveaux d'aléa :

- faible lorsque les vitesses sont lentes (< à 0,5 m/s),
- fort lorsque les vitesses sont rapides (≥ à 0,5 m/s).

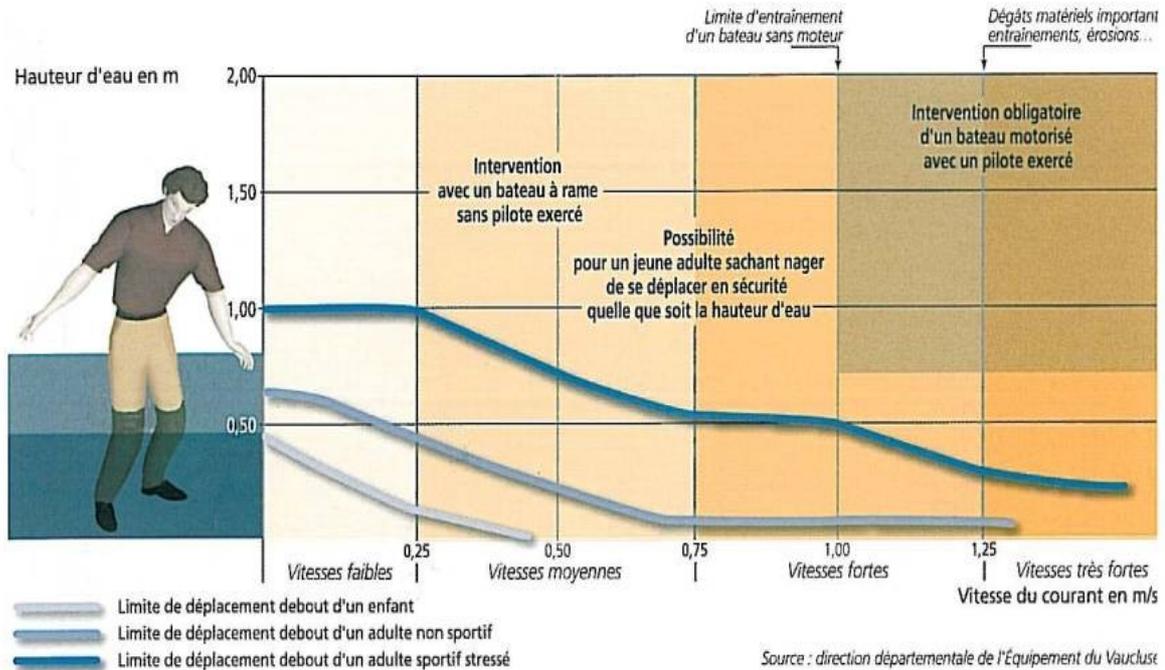


Fig.8 - Possibilités de déplacement des personnes en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement

Source: guide PPR inondations, note complémentaire sur le ruissellement péri-urbain

Les zones de libre écoulement des eaux (zones à proximité immédiate du littoral ou des bords de la Charente, zone chenalisée par une rue, etc ...), sont définies comme des zones de courant à vitesse rapide ≥ à 0,5 m/s).

La grille d'évaluation de l'aléa submersion marine est donc la suivante :

|               |                 | Vitesse de courants |                      |
|---------------|-----------------|---------------------|----------------------|
|               |                 | Lente (V < 0,5 m/s) | Rapide (V ≥ 0,5 m/s) |
| Hauteur d'eau | 0 < H < 0,5 m   | aléa faible         | aléa fort            |
|               | 0,5 m ≤ H < 1 m | aléa moyen          | aléa fort            |
|               | H ≥ 1 m         | aléa fort           | aléa fort            |

Tableau III : Grille d'évaluation de la submersion marine

### III.2.3. La carte d'aléa submersion marine

L'élaboration des cartes d'aléa submersion marine a consisté à :

- croiser les cartes des hauteurs d'eau avec les vitesses de courant selon le principe du tableau IV : grille d'évaluation de l'aléa « submersion marine »,
- analyser le résultat de la carte d'aléa « submersion marine » en le comparant avec les données géomatiques existantes sur le secteur d'étude (données de l'atlas de la tempête de décembre 1999, etc ...),
- contrôler directement sur le terrain le résultat des cartes d'aléa submersion marine (observations visuelles et relevés topographiques réalisés entre octobre 2005 et juin 2006).

La carte d'aléa submersion marine permet de visualiser les terrains soumis aux phénomènes de submersion marine, pour des PHEM de référence calculées. Le fond topographique utilisé est celui du scan25 IGN à 1/25 000 agrandi à 1/10 000 et traité en noir et blanc (Cf. - annexe 3 – carte d'aléa « submersion marine » à 1/10 000 )

La carte des aléas « submersion marine » classe et qualifie les terrains submergés en aléas faible, moyen ou fort. Par ailleurs, outre la cartographie des zones d'aléas, figurent :

- les limites de la zone d'étude et la limite des communes,
- les protections le long du littoral et de la Charente.

### III.2.4. L'aléa submersion marine à l'échelle du bassin d'étude

Les territoires submersibles par la mer ont été identifiés et cartographiés sur la base :

- des niveaux d'eau de référence qui intègrent les PHEM au droit du rivage et l'atténuation des eaux marines sur les terres,
- du comportement de l'eau marine sur les terres (écoulement libre, effet de barrage),
- des points topographiques du terrain naturel recueillis sur l'ensemble de la zone d'étude.

Le périmètre de la zone submersible, ainsi que les hauteurs d'eau, sont déterminés par modélisation (résultat de la différence entre les côtes de référence de l'eau marine et les côtes du terrain naturel). L'analyse critique de la modélisation a été faite en intégrant notamment le critère de la vitesse du courant et les connaissances historiques du phénomène submersion marine.

Ainsi, étant précisé que la superficie totale du territoire des 14 communes est d'environ 241 km<sup>2</sup> :

- les terres non submersibles (dont l'altitude est supérieure ou égale à 4,6 m IGN69, cote maximale des PHEM retenues) représentent environ 123 km<sup>2</sup>. Elles sont principalement situées :
  - sur des promontoires rocheux (archipel d'anciennes îles et presqu'îles) parsemés dans la partie Nord de la zone d'étude (Voutron, Rocher d'Yves, Côte de Liron, Fouras, Rochefort, Saint-Laurent-de-la-Prée, Côte de la Lance, etc ...),
  - sur les terres hautes de la partie Sud de la zone d'étude (ensemble des communes qui bordent la rive gauche de la Charente).
- les terres basses submergées (dont l'altitude est < à 4,6 m IGN69, cote maximale des PHEM retenues) couvrent une superficie de 118 km<sup>2</sup> environ. Elles sont principalement situées :
  - le long des côtes basses de la façade océanique,
  - dans la partie Nord de la zone d'étude (marais d'Yves, de Saint-Laurent-de-la-Prée, de Breuil-Magné),
  - dans la partie Est de la zone d'étude (marais de Rochefort et de Tonnay-Charente),
  - dans la partie Sud-Est de la zone d'étude, le long de la vallée où s'écoule la Charente avant de rejoindre l'océan (l'ensemble des communes qui bordent la vallée).

Ces terres basses, représentées essentiellement par des marais, occupent 40 % de la surface de la zone d'étude. Cet ensemble, dont l'altitude moyenne est comprise entre 3 et 4 m IGN69, est submergée par plus d'1 m d'eau. Dans la cartographie de l'aléa submersion marine, cet ensemble est identifié en aléa fort.

Dans les secteurs situés entre le marais et les terres hautes, la zone est submergée par moins d'1 m d'eau. L'aléa est qualifié de faible à moyen suivant la vitesse du courant.

Le marais, situé sous le niveau marin extrême, joue un rôle tampon entre la mer et les hautes terres émergées. Néanmoins, les niveaux marins d'occurrence centennale vont limiter l'évacuation des débits de drainage des eaux du marais et favoriser l'engorgement et les submersions locales.

*Remarque : L'enveloppe de l'aléa calculé pour une période de retour centennale a été comparée à l'enveloppe d'extension des eaux marines des dernières submersions historiques (1999 et 2010).*

*De cette comparaison, il ressort que les contours de l'enveloppe de submersion marine sont globalement cohérents, voire plus étendus dans certains secteurs que les contours des enveloppes issus de l'examen des plus fortes submersions marines connues.*

### **III.2.5. L'aléa submersion marine à l'échelle de la commune de Tonnay-Charente**

(Cf. annexe 3 – carte d'aléa « submersion marine » à 1/10 000 )

La PHEM de référence est de 4,5 m IGN69.

Elle a été appliquée le long de la Charente et ceci jusqu'à l'A837.

Au-delà de l'A837, la PHEM de référence (atténuée) est de 4,3 m ING69.

Les principales zones à aléas faible et moyen sont situées à :

- La Fraternité,
- Les Fontaines,
- Les Charmettes

Les principales zones à aléa fort sont localisées :

- à La Petite Enclouse
- le long de la Charente depuis la Fiément, en passant par l'Enclouse, les quais et le silo, l'usine à Charbon jusqu'à la station d'épuration
- dans le marais qui longe la Charente (Prée des Forges)
- à Pont Rouge
- dans le marais qui entoure l'A837, le long du canal de Genouillé.

L'A837 se situe dans une zone à aléa nul.

### **III.3. Les enjeux : humains, socio-économiques et environnementaux**

#### **III.3.1. Principes retenus**

La carte des enjeux correspond à la carte d'occupation du sol destinée à identifier les populations susceptibles d'être en danger, à recenser les établissements recevant du public, les équipements sensibles (centraux téléphoniques, centres de secours...) et à distinguer les voies de circulation susceptibles d'être coupées ou au contraire accessibles pour l'acheminement des secours. Cette carte a été dressée sur fond de plan IGN agrandi à 1/10 000.

Les orthophotographies datées de 1999, 2000 et 2006 ont été analysées pour compléter les informations, en particulier celles concernant l'extension des zones urbanisées et agricoles.

L'occupation des sols dans l'emprise des zones exposées à un aléa définit la notion d'enjeu. Ils sont constitués par l'ensemble des biens et des activités concernés par les phénomènes naturels considérés. L'analyse de cette occupation des sols permet de préciser notamment le centre urbain, les zones d'habitat peu denses ou isolées, les zones d'activités accueillant des entreprises artisanales ou industrielles, les zones agricoles et les zones naturelles.

#### **III.3.2. Recueil des données**

Le recueil des données a été réalisé sur la base des éléments d'occupation du sol (POS / PLU numérisés et Bd Topo), complétés par une enquête auprès des mairies et des gestionnaires de réseaux et par l'analyse des orthophotographies de l'IGN (prises de vues de 2000 pour la zone littorale et prises de vues de 1999 pour le reste de la zone d'étude).

Les canalisations de gaz présentes sur la zone d'étude ont également été recensées.

Une enquête auprès des mairies a permis de compléter ou d'affiner les éléments issus des documents d'urbanismes numérisés et ainsi de dresser une carte des enjeux sur chaque commune et de connaître les grands projets futurs de celles-ci.

Les démarches auprès des autres organismes consultés ont permis de connaître :

- les caractéristiques et la localisation des conduites d'eau principales fournies par les Syndicats des Eaux (RESE, SAURE),
- les caractéristiques et la localisation des barrages, écluses et vannes fournies par l'UNIMA,
- le tracé de la future autoroute A831 (Nord de Rochefort), fourni par le Département Aménagements et Infrastructures du CETE du Sud-Ouest,
- la classification des routes fournie par le district routier du département basé à Échillais.

Les gestionnaires de réseaux concernés par les éléments à recueillir ont été consultés en parallèle.

La description et la localisation des espaces naturels classés Natura 2000 au titre des ZPS et des ZSC ont été fournis par la LPO (Ligue de Protection des Oiseaux). Le périmètre d'étude se caractérise par la présence de 3 sites remarquables: le marais Nord de Rochefort, la Réserve Naturelle d'Yves et la station de Lagunage de Rochefort.

### III.3.3. Enjeux inventoriés

Les enjeux (éléments de l'occupation du sol actuels et futurs) ont été regroupés en six grands thèmes, subdivisés en une trentaine de sous thèmes. Les thèmes et sous thèmes, sont présentés dans le tableau ci-dessous :

| THÈMES                                  | SOUS THÈMES                        |
|---|------------------------------------|
| <b>Zones d'habitat</b>                  | Habitat dense                      |
|   | Habitat peu dense                  |
|   | Urbanisation future                |
|   | Réserve foncière                   |
| <b>Zones économiques</b>                | Zones d'activités                  |
|   | Zones d'activités futures          |
|   | Zones de camping                   |
|   | Zones agricoles                    |
|   | Carrières                          |
|   | Zones aéroportuaires               |
|   | Zones ostréicoles                  |
| Ports de plaisance                      |                                    |
| <b>Zones de sport, loisir, tourisme</b> |                                    |
| <b>Zones naturelles protégées</b>       |                                    |
| <b>Équipements collectifs</b>           | Stations de pompages               |
|   | Réservoirs, châteaux d'eau         |
|   | Canalisation d'eau                 |
|   | Postes de relèvements              |
|   | Stations de traitement, lagunage   |
|   | Barrages, écluses, vannes          |
|   | Postes de transformation EDF       |
|   | Canalisations de gaz               |
|   | Relais téléphoniques               |
|   | Réserves d'eau                     |
| <b>Voies de communication</b>           | Autoroutes                         |
|   | Autoroutes en projet               |
|   | Routes nationales                  |
|   | Voies ferrées                      |
|   | Routes départementales catégorie 1 |
|   | Routes départementales catégorie 2 |
|   | Routes départementales catégorie 3 |

*Tableau IV : liste des enjeux inventoriés*

La cartographie des enjeux inventoriés a été établie par commune à 1/10 000, sur un fond cadastral traité en noir et blanc (Cf. Annexe 5 - Carte des enjeux à 1/10 000). Cette cartographie permet de repérer sur tout le territoire communal l'ensemble des enjeux inventoriés (cf extrait de la légende ci-dessous).

| <b>Limites</b>   |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  Limite de la zone d'étude      |  Limite des communes - source Bd Carto |  |   |
| <b>Zone Habitat</b>  |   |  |   |
|  Habitat dense                  |  Habitat peu dense                     |  Urbanisation future                    |  Réserve foncière    |
| <b>Zone Economique</b>   |   |  |   |
|  Zone d'activités               |  Zone de camping                       |  Carrières                              |  Zone ostréicole   |
|  Zone d'activités futures       |  Zone agricole                         |  Zone aéroportuaire                     |  Port de plaisance |
| <b>Zone Sport, Loisir</b>  |   |  |   |
|  Zone Sport, Loisir, Tourisme |  Zone Sport, Loisir, Tourisme future |  |   |
| <b>Zone Naturelle Protégée</b>   |   |  |   |
|  Zone de protection           |   |  |   |
| <b>Equipements Collectifs</b>  |   |  |   |
|  Station de pompage           |  Poste de relèvement                 |  Poste de transformation EDF (source) |   |
|  Réservoir, Château d'eau     |  Station de traitement, lagunages    |  Canalisation de gaz                  |  Réserve d'eau   |
|  Canalisation d'eau           |  Barrage, Ecluse, Vanne              |  Relais téléphonique                  |   |
| <b>Voies de communication</b>  |   |  |   |
|  Autoroute                    |  Voie ferrée                         |  Route Départementale Catégorie 2     |   |
|  Route Nationale              |  Route Départementale Catégorie 1    |  Route Départementale Catégorie 3     |   |
|  Autoroute en projet          |   |  |   |

*Extrait de la légende des enjeux cartographiés*

### III.3.4. Qualification des enjeux

Un classement des enjeux inventoriés est nécessaire à la constitution des cartes de risques afin de permettre le croisement des zonages à enjeux et des zones à aléas.

Dans un premier temps, il a été envisagé de regrouper les enjeux en trois grands types :

- les enjeux « urbanisés »,
- les enjeux « naturels »,
- les enjeux « futurs ».

Cependant, cette première approche n'a pas été concluante car elle ne permettait pas de différencier les centres urbains, de l'urbanisation diffuse environnante et les enjeux futurs étaient majoritairement localisés en dehors de la zone d'aléa, donc sans « conséquence » dans le cadre de cette démarche.

Par la suite, les enjeux ont été étudiés plus précisément dans le périmètre d'extension des aléas.

Lors de cette seconde approche, trois niveaux d'enjeux ont été définis :

- niveau 1 : enjeux « urbanisés » (centre bourg et zone d'habitat dense),
- niveau 2 : enjeux « moyennement urbanisés »,
- niveau 3 : enjeux « naturels » (y compris des enjeux tels que l'habitat ponctuel).

| <b>THÈMES</b>                           | <b>SOUS THÈMES</b>               | <b>Niveaux Enjeux retenus</b> |
|---|----------------------------------|-------------------------------|
| <b>Zones d'habitat</b>                  | Habitat dense                    | 1                             |
|   | Habitat peu dense                | 2                             |
|   | Urbanisation future              | 1-2                           |
|   | Réserve foncière                 | 1-2                           |
| <b>Zones économiques</b>                | Zones d'activités                | 1-2                           |
|   | Zones d'activités futures        | 1-2                           |
|   | Zones de camping                 | 3                             |
|   | Zones agricoles                  | 3                             |
|   | Carrières                        | 3                             |
|   | Zones aéroportuaires             | 2                             |
|   | Zones ostréicoles                | 3                             |
|   | Ports de plaisance               | 3                             |
| <b>Zones de sport, loisir, tourisme</b> |                                  | 3                             |
| <b>Zones naturelles protégées</b>       |                                  | 3                             |
| <b>Équipements collectifs</b>           | Stations de pompages             | 1-2                           |
|   | Réservoirs, châteaux d'eau       | 1-2                           |
|   | Canalisation d'eau               | 1-2                           |
|   | Postes de relèvements            | 1-2                           |
|   | Stations de traitement, lagunage | 1-2                           |
|   | Barrages, écluses, vannes        | 1-2                           |
|   | Postes de transformation EDF     | 1-2                           |

|                               |                                    |     |
|-------------------------------|------------------------------------|-----|
|                               | Canalisations de gaz               | 1-2 |
|                               | Relais téléphoniques               | 1-2 |
|                               | Réserves d'eau                     | 1-2 |
| <b>Voies de communication</b> | Autoroutes                         | 1-2 |
|                               | Autoroutes en projet               | 1-2 |
|                               | Routes nationales                  | 1-2 |
|                               | Voies ferrées                      | 1-2 |
|                               | Routes départementales catégorie 1 | 1-2 |
|                               | Routes départementales catégorie 2 | 1-2 |
|                               | Routes départementales catégorie 3 | 1-2 |

*Tableau V : liste des enjeux inventoriés et classement en niveaux d'enjeux associés*

Ce classement montre que suivant la densité du bâti avoisinant, certains sous-thèmes peuvent se classer en « enjeux urbanisés » ou en « enjeux moyennement urbanisés ». Il en va de même pour les enjeux futurs, qui ont été intégrés en fonction des enjeux voisins existants.

Les données géomatiques issues de ce classement ont été directement intégrées pour la constitution de la carte règlementaire.

### **III.3.5. Les enjeux à l'échelle de la commune de Tonnay-Charente**

#### **Les principaux enjeux au regard des aléas**

La commune de Tonnay-Charente se situe sur la rive droite de la Charente, en limite communale avec Rochefort.

Tonnay-Charente est la deuxième ville de l'agglomération de Rochefort, avec 7792 habitants recensés par l'INSEE en 2008.

Le territoire communal occupe une superficie de 35 km<sup>2</sup> dont près de 12 km<sup>2</sup> est affecté par l'aléa submersion marine, soit près de 35 %. Néanmoins, l'aléa submersion marine touche principalement les zones naturelles (10,4 km<sup>2</sup>). En effet, seul environ 1,5 km<sup>2</sup> de zones urbanisées est affecté par cet aléa, l'essentiel des zones urbanisées se concentrant sur les terres hautes de la commune.

Tonnay-Charente dispose d'importantes infrastructures de transport comme:

- le port, dont la longueur totale des quais s'étire sur 1450 mètres. Situé à 27 km de l'embouchure du fleuve, il s'inscrit dans le complexe portuaire de Rochefort / Tonnay-Charente.
- la ligne ferroviaire Bordeaux-Nantes
- la RD 137 (ex RN 137) qui la traverse la commune d'Est en Ouest, en contournant la ville par le nord. Cette importante voie routière est doublée depuis 1997 par l'autoroute A837.

Deux autres routes départementales à fort trafic traversent la commune de Tonnay-Charente. Tout à l'Ouest de la ville se trouve la D 911 qui relie l'agglomération rochefortaise à Niort. La RD 739 permet quand à elle de relier Rochefort à Saint-Jean-d'Angély.

La zone portuaire, située directement en bordure de la Charente, est intégralement submergée par l'aléa de référence.

La voie ferrée est submergée, par l'aléa de référence, sur la quasi totalité de son linéaire, entre le bourg de Tonnay-Charente et Rochefort, lorsqu'elle passe en bordure immédiate du marais de Prée des Forges.

La RD 137 est, sur le territoire communal de Tonnay-Charente, généralement hors d'eau à l'exception de la portion de RD 137 située à l'extrémité Ouest de la commune entre les Fontaines et la limite communale. L'A837, est hors d'eau sur l'ensemble de son parcours sur le territoire

communal.

La portion de RD 911 située sur la commune de Tonny-Charente est submergée sur l'intégralité de son tracé, tandis que la RD 739 est hors d'eau, à l'exception du secteur du Pont-Rouge (Ouest de la commune)

**Dégâts constatés suite à la tempête Xynthia de février 2010 <sup>6</sup> :**

Au cours de la tempête Xynthia, sur la commune de Tonny-Charente, une soixantaine de maisons a été inondée. Les inondations sont dues à une submersion importante par débordement des quais de la Charente. L'eau s'est évacuée au cours du cycle de la marée.

Il a été précisé que ces secteurs sont inondables lors de marée de minimum coefficient 90 associé à un vent d'ouest. Ce type d'événement est connu des riverains.

---

<sup>6</sup> Source : « Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia du 27 au 28 février 2010 »

## **III.4.Zonage et principes réglementaires**

### **III.4.1. Principes de zonage réglementaire**

Le plan de zonage réglementaire et le règlement associé, définissent des mesures de prévention et de protection qui s'appuient sur l'application des principes suivants :

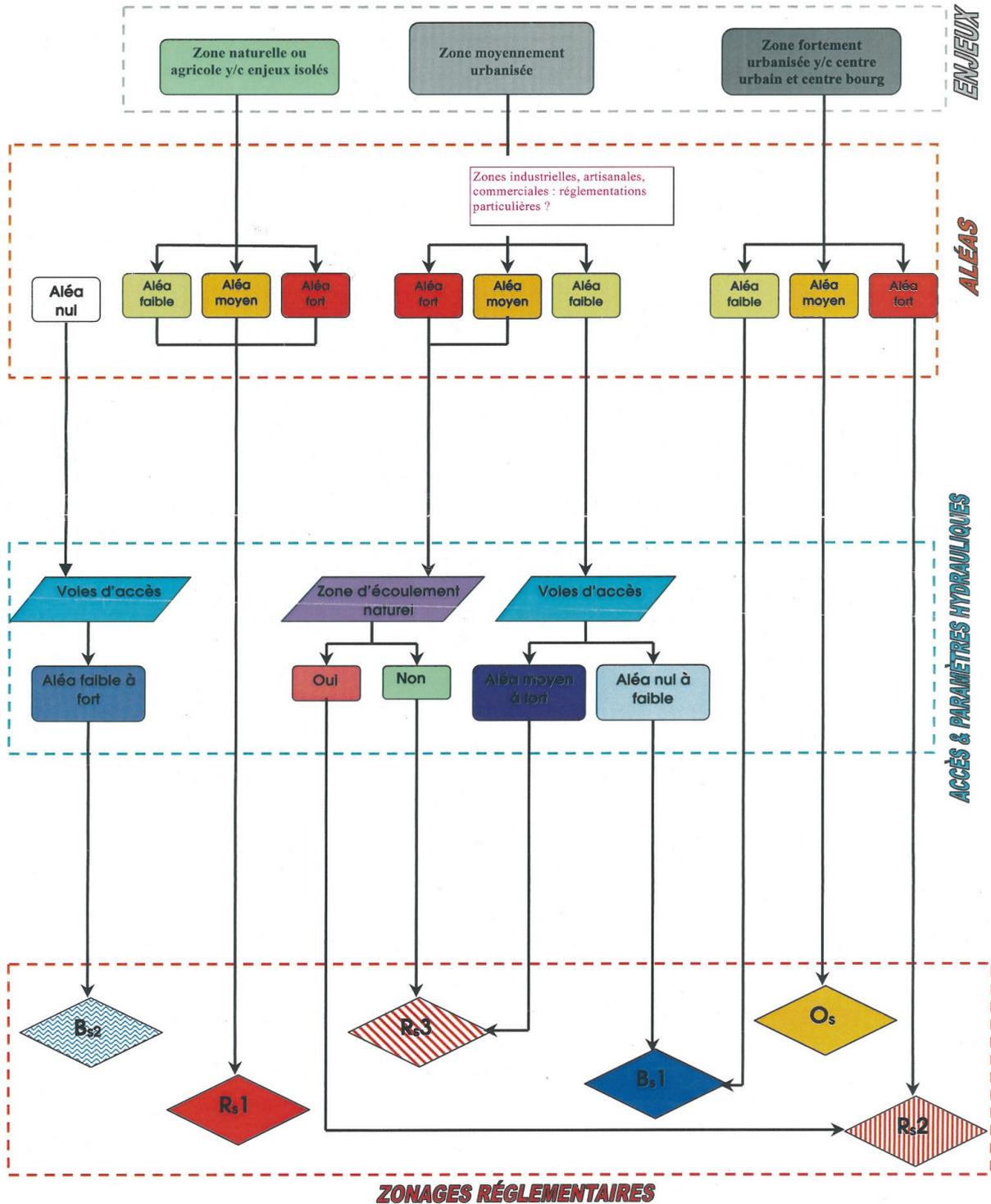
- interdire les implantations humaines dans les zones les plus exposées où, quels que soient les aménagements, la sécurité des personnes ne peut être garantie intégralement et les limiter dans les autres zones,
- préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des submersions marines pour ne pas aggraver les risques pour les zones situées en amont ou en aval.

Ces principes généraux sont appliqués en fonction de l'occupation actuelle des sols (ou prévisible à court ou moyen terme).

Les différents types de zonage ont été définis à partir du croisement des valeurs attribuées pour chaque niveau d'aléas et d'enjeux. Les notions relatives aux difficultés d'accès et à certains paramètres hydrauliques ont été intégrées. Afin de clarifier ce processus, un schéma de principe a été élaboré. Il montre le cheminement du haut vers le bas des différents croisements entre le niveaux des aléas, les enjeux et certains critères tels que l'accessibilité ou l'existence de « couloirs » d'écoulement préférentiels des eaux pour définir les différentes zones.

# Définition des zonages réglementaires pour la submersion marine

## logigramme



Pour les communes littorales, ce logigramme a été complété notamment pour prendre en compte le critère de déferlement ainsi que pour intégrer les conséquences de la tempête de février 2010, particulièrement dans les zones où un danger pour la population a été avéré. Ainsi, deux zonages réglementaires Rs4 et Rs5 ont complété ce logigramme.

De plus, suite à des demandes particulières de certaines communes, des sous-secteurs ont été délimités au regard d'enjeux particuliers, par exemple le Rs1-1, premier sous-secteur du Rs1, ainsi que des secteurs indicés, par exemple Rs1-a, afin d'afficher une possibilité d'évolution de zonage dans le cadre de la mise en œuvre de mesures compensatoires.

Pour les sous-secteurs, le règlement du PPRN de la commune concernée fixe des dispositions particulières.

L'application des principes exposés ci-dessus a permis d'obtenir une première ébauche du plan de zonage réglementaire qui a été ensuite affinée pour :

- tenir compte d'enjeux ponctuels ou de projets non intégrés à la carte des enjeux,
- éliminer les micro-zones correspondant par exemple à des fonds de parcelles ou à des variations très localisées de l'aléa (présence d'un remblai de quelques dizaines de mètres carrés ou ondulation de la topographie par exemple).

### **III.4.2. Cartes réglementaires et principes du règlement de la commune de Tonnay-Charente**

Les cartes du zonage réglementaire de la commune de Tonnay-Charente figurent dans le présent dossier de PPRN.

Sont repris ci-après les différents types de zonage avec les prescriptions générales du règlement en ce qui concerne les projets futurs (construction, extension, changement de destination, aménagements divers, etc...), sachant que chaque zone est dotée d'un règlement spécifique.

#### Les zones rouges (principe d'inconstructibilité)

**Rs1** : zones naturelles / agricoles avec enjeux isolés quel que soit le type d'aléa :

- pas d'augmentation significative de la population exposée, pas de création de logement,
- possibilité d'extension mesurée des emprises au sol des bâtiments existants.

**Rs2** : zones fortement urbanisées en aléa fort, et zones moyennement urbanisées en aléas fort et moyen et en zone d'écoulement :

- pas d'augmentation significative de la population exposée, pas de création de logement,
- pas d'extension d'emprises au sol.

Il convient d'ajouter qu'en Rs2, les conclusions de l'étude de septembre 2009, du cabinet Eau Mega engagée par la commune de Tonnay-Charente ont conduit d'une part, à délimiter 3 sous secteurs, Rs2-1, Rs2-2 et Rs2-3 et d'autre part à retenir un règlement spécifique pour ces sous-secteurs.

Dans le cadre de cette étude, une modélisation simplifiée d'une submersion fluvio-marine des zones commerciales proches des avenues du Pont Rouge et du Pont Neuf a été réalisée.

**Rs3** : zones moyennement urbanisées, en aléas fort et moyen (hors zones d'écoulement) ou en aléa faible avec accès submersibles :

- pas d'augmentation significative de la population exposée, pas de création de logement,
- possibilité d'extension mesurée des emprises au sol des bâtiments existants.

Il convient d'ajouter qu'en Rs3, un sous secteur Rs3-1 a été créé, à la demande de la mairie concernant l'extension des bâtiments à usage d'habitation par augmentation d'emprise au sol afin

de ne pas retenir le seuil des 50% de la surface du terrain pour l'emprise au sol totale des bâtiments. Ceci est justifié par le fait qu'il s'agit d'un secteur très urbanisé avec quelques cours intérieures et que l'impact des extensions de 30 m<sup>2</sup> serait limité quant à l'écoulement des eaux.

#### Les zones bleues (principe de constructibilité)

**Bs1** : en aléa faible, zones fortement urbanisées ou zones moyennement urbanisées avec accès non submersibles :

- limitation des emprises au sol,
- pas d'augmentation de capacité au regard des personnes vulnérables et des moyens de secours.

**Bs2** : en aléa nul mais accès submersibles :

- seule interdiction : pas de création ou d'augmentation de capacités pour les bâtiments sensibles accueillant des personnes vulnérables et les établissements de secours.

Outre les prescriptions d'urbanisme et les règles de construction précitées, le règlement du PPRN peut définir des mesures de prévention, de protection ou de sauvegarde qui doivent être prises par les collectivités publiques dans le cadre de leurs compétences, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers. Il peut aussi définir des mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, ouvrages, espaces mis en culture ou plantés, existants à la date d'approbation du PPRN. Ces prescriptions et mesures sont prévues par les dispositions de l'article L.562-1 du Code de l'Environnement (points 3° et 4° du paragraphe II) et peuvent être rendues obligatoires dans un délai maximum de cinq ans.

Dans ce cadre, les services de l'État et les élus ont réfléchi à la question « Comment améliorer la sécurité des personnes et diminuer le coût des dégâts, c'est-à-dire comment diminuer la vulnérabilité des personnes et des biens existants au regard des risques étudiés? »

Ainsi, pour la commune de Tonnay-Charente, ont été retenues les prescriptions suivantes :

- dans les bâtiments situés dans les secteurs Uxs du PLU approuvé en date du 23 novembre 2011 et hors Bs2 du présent PPR :
- renfort des arrimages de cuves et bouteilles d'hydrocarbures,
- obturation des gaines de réseaux,
- installation de clapets anti-retours,
- mise hors d'eau des tableaux électriques ainsi que tout équipement électrique sensible à l'eau comme les installations de chauffage, les centrales de ventilation, de climatisation ...

Par ailleurs, il est aussi retenu, comme prescription, l'établissement d'un diagnostic, par les propriétaires ou exploitants des équipements électriques (ERDF, SDEER...) afin d'inventorier les installations situées dans la zone inondable. Ce diagnostic permettra d'identifier les équipements qui pourraient, à plus ou moins long terme, être mis hors d'atteinte de l'eau (c'est-à-dire au-dessus de la cote de référence majorée de 0,20 m).

Indépendamment des prescriptions définies dans le règlement du PPRN et opposables à tout type d'occupation ou d'utilisation du sol, des mesures, dont la mise en application aurait pour effet de limiter les dommages aux personnes et aux biens, peuvent être recommandées tant pour l'existant que pour les constructions futures. Elles visent d'une part, à réduire la vulnérabilité à l'égard des risques étudiés et d'autre part, à faciliter l'organisation des secours. Ces recommandations sont reprises dans le règlement. Au delà des recommandations habituellement mentionnées dans les PPRN du présent bassin d'étude, la commune de Tonnay-Charente a demandé que soient rajoutées les recommandations suivantes :

- empêcher la flottaison d'objets et limiter la création d'embâcles,
- occulter les bouches d'aération et de ventilation, les trappes d'accès au vide sanitaire par des dispositifs temporaires,
- utiliser des isolants thermiques retenant faiblement l'eau (éviter la laine de verre),
- créer un réseau électrique descendant,
- dès lors que le rez-de-chaussée est submersible, rechercher et mettre en œuvre des dispositifs permettant la libre circulation / l'évacuation de l'eau.

## Glossaire - Lexique

**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.

**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.

**CETMEF** : Centre d'Études Techniques Maritimes et Fluviales.

**Champ d'inondation** : pour un évènement 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 terrain naturel** : cote du terrain noté le plus souvent TN. Elle est mesurée dans le système IGN69.

**Cote de référence** : cote donnée par l'évènement de référence. Elle est mesurée dans le système IGN69 et est reportée sur la carte des aléas.

**DDE** : Direction Départementale de l'Équipement.

**DDTM** : Direction Départementale des Territoires et de la Mer.

**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, ..., 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.

**ERP** : Établissement Recevant du Public.

**Hauteur d'eau** : elle est calculée en faisant la différence entre la cote d'eau de l'évènement de référence et la cote du terrain naturel.

**IGN** : Institut Géographique National.

**Levés topographiques** : résultat d'une action consistant à mesurer une surface géographique, en mesurant l'altitude de cette surface.

**LPO** : Ligue de Protection des Oiseaux.

**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.

**Marnage** : différence de hauteur entre une basse-mer et une pleine mer successive.

**Marée de morte-eau** : période pendant laquelle le marnage passe par un minimum.

**Marée de vive-eau** : période pendant laquelle le marnage passe par un maximum.

**NGF** : Nivellement Général de la France; il est indiqué dans le système IGN69.

**Natura 2000** : Ensemble de sites naturels européens, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales, et de leurs habitats. Natura 2000 concilie préservation de la nature et préoccupations socio-économiques.

**ORSEC** : Organisation des Secours.

**Période de retour** : La période de retour associée à un événement est le temps qu'il faut attendre pour que statistiquement cet événement se produise à nouveau (Source SHOM).

**Occurrence centennale** : La probabilité annuelle d'apparition d'un phénomène à 1 chance sur 100 d'arriver tous les ans. Rappelons que la période de retour d'un phénomène est par définition l'inverse de la probabilité annuelle  $p$  de ce phénomène :  $p = 1/T$ .

Par exemple, pour  $T = 100$  ans,  $p = 1/100$ . La correspondance entre ces deux notions peut-être illustrée de la manière suivante : la probabilité d'avoir ne serait-ce qu'une fois la submersion marine centennale au cours d'une année est égale à 1 sur 100, soit un risque de 1 %.

**PHEM** : Plus Hautes Eaux Marines.

**PPRN** : Plan de Prévention des Risques Naturels prévisibles.

**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.

**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** : pertes probables en vies humaines, en biens et en activités consécutives à la survenance d'un aléa naturel.

**Risque naturel prévisible** : risque susceptible de survenir à l'échelle humaine.

**SHOM** : Service Hydrographique et Océanographique de la Marine.

**Vulnérabilité** : caractérisation de la sensibilité des personnes, des activités et des biens à un phénomène naturel. Elle est donc exclusivement liée à l'occupation du sol et à son usage.

**ZPS** : Zone de Protection Spéciale

**ZSC** : Zone Spéciale de Conservation

## **Annexes**

Annexe 1 : Carte informative « submersion marine » à 1/10 000

Annexe 2 : Planches n°20 et 21 à 1/10 000 et n°22 à 1/25 000 issues du rapport Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia des 27 et 28 Février 2010 en Charente-Maritime – SOGREAH (Mars 2011)

Annexe 3 : Carte d'aléa « submersion marine » à 1/10 000

Annexe 4 : Carte « niveaux de référence des Plus Hautes Eaux Marines – zones d'isovaleurs des PHEM » à 1/30 000

Annexe 5 : Carte des enjeux à 1/10 000

## Annexe 1

Carte informative « submersion marine »  
à 1/10 000

## Annexe 2

Planche n°20, 21 à 1/10 000 et n°22 à 1/25 000 issues du dossier Éléments de mémoire sur la tempête Xynthia des 27 et 28 Février 2010 en Charente-Maritime – SOGREAH (Mars 2011)

## Annexe 3

Carte d'aléa « submersion marine »  
à 1/10 000

## Annexe 4

Carte « niveaux de référence des Plus  
Hautes Eaux Marines – zones d'isovaleurs  
des PHEM » à 1/30 000

## Annexe 5 : Carte des enjeux à 1/10 000