

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

Étude complémentaire

**RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE**

- 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.

**7.1.2. Les tempêtes au XXème 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, 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.

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

Étude complémentaire

**RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE**

Les évènements 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 termes 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 al, 1999).

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 évènements 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 ».

Par ailleurs dans la thèse de Jean-François Breilh sur les surcotes et les submersions marines dans la partie centrale du Golfe de Gascogne : les enseignements de la tempête Xynthia, une analyse historique a été réalisée.

En particulier une évaluation des niveaux maximaux atteints par les tempêtes de 1924, 1940, 1941, 1957, 1999 et 2010 est présentée au niveau des ports de La Pallice à La Rochelle (ou au Vieux Port) et au Verdon. Cette analyse montre que :

- au Vieux Port de La Rochelle, ces 6 tempêtes ont atteint ou dépassé la cote de 4,10 m NGF,
- au Verdon, les 4 dernières tempêtes ont atteint ou dépassé la cote de 3,50 m NGF,
- à La Pallice, les 4 dernières tempêtes ont dépassé la cote de 3,80 m NGF, les 3 dernières ayant même dépassé la cote de 4 m NGF.

En parallèle, le SHOM a édité le guide statistiques des niveaux marins extrêmes des côtes de France de 2012. Les niveaux maximaux de période de retour 100 ans ont été estimés sur toute la côte du secteur d'étude.

Les valeurs proposées sont les suivantes :

- Vieux Port de La Rochelle : entre 3,9 et 4,0 m NGF,
- Verdon : environ 3,7 m NGF,
- La Pallice : environ 3,85 m NGF.

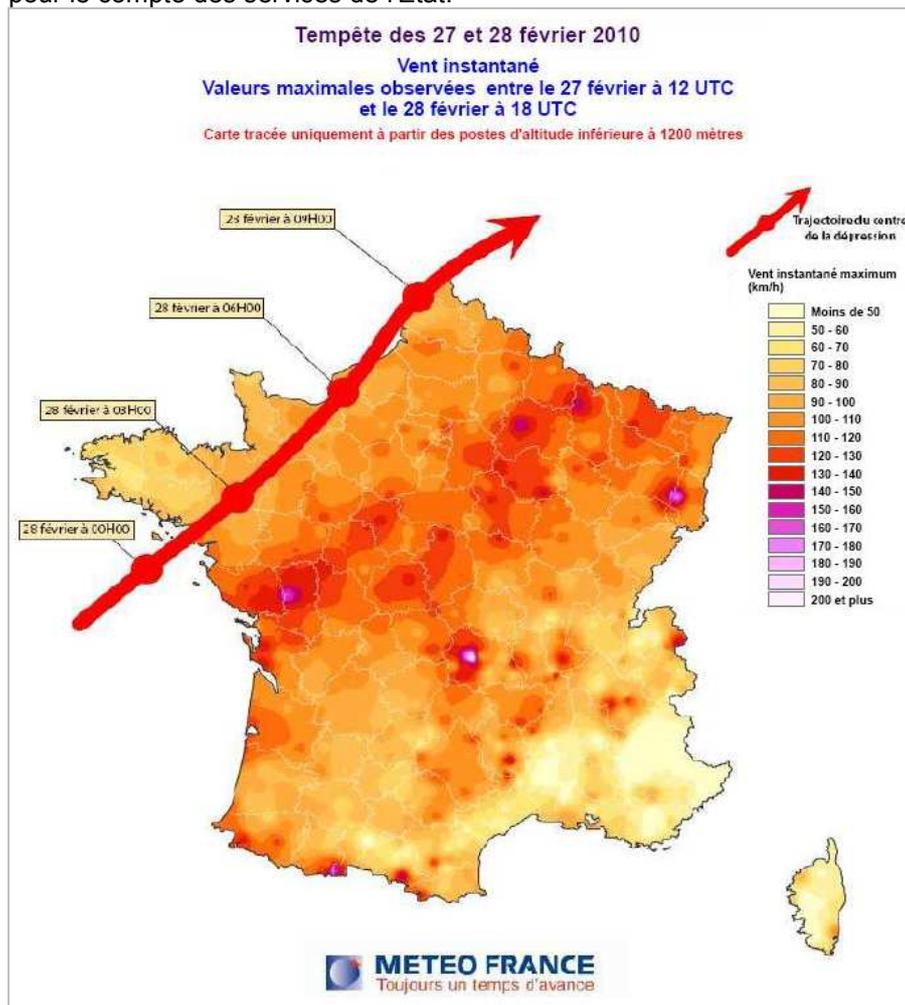
L'analyse de ces résultats fait ressortir les lacunes de l'analyse statistiques, qui ne dispose pas de données suffisantes pour estimer plus finement les niveaux extrêmes qui se retrouvent dès lors sous-estimés.

En revanche, les données issues des archives mettent en avant que des évènements extrêmes dépassant 4,0 m NGF à La Pallice arrivent plusieurs fois par siècle et que parmi les données disponibles, Xynthia ressort bien comme étant l'évènement le plus fort connu sur ce secteur.

### 7.1.3. Analyse spécifique du phénomène Xynthia

La France a été frappée, les 27 et 28 février 2010, par une violente tempête, baptisée Xynthia, qui a balayé une large bande de territoire allant de la Charente-Maritime aux Ardennes, provoquant de nombreux décès (53 morts recensés en France) et d'importants dégâts matériels.

Les éléments répertoriés dans ce chapitre, visant à analyser de manière spécifique le phénomène de cet événement, sont issus en totalité du document de mémoire élaboré par ARTELIA en 2010 pour le compte des services de l'État.



**Vitesses de vent instantanées maximales durant la tempête Xynthia**  
 (Source: Météo-France)

Le caractère singulier de la tempête Xynthia en France est dû à la concomitance d'une grande marée non exceptionnelle (coefficient 102) et d'une forte dépression qui a engendré des vents violents, tournant du sud à l'ouest au cours de l'événement. Le passage de la tempête s'est accompagné d'une surcote exceptionnelle de 150 cm par rapport au niveau prévisible, du seul fait de la marée, provoquant des phénomènes de submersions rares sur l'ensemble du littoral de la Charente-Maritime.

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

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

## 7.1.3.1. UN PHÉNOMÈNE MÉTÉOROLOGIQUE

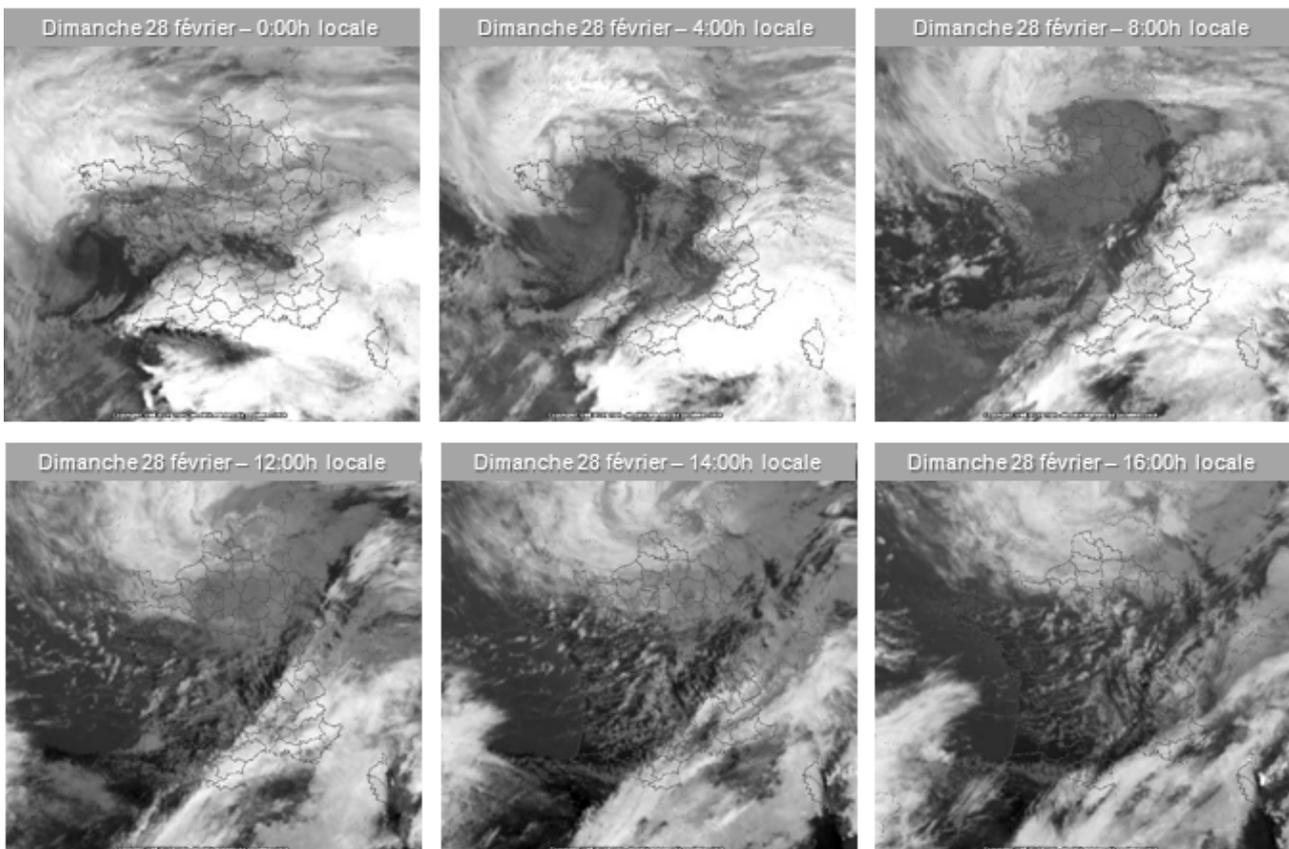
**Formation et trajectoire de la tempête**

Selon Météo-France, la tempête Xynthia est née d'une dépression atmosphérique située au-dessus de l'Atlantique, à de très basses latitudes. Cette dépression s'est intensifiée le 27 février au matin, en se déplaçant vers l'île de Madère, puis a évolué en tempête l'après-midi, près des côtes portugaises. Elle est remontée vers le golfe de Gascogne en fin de journée du 27 février, balayant la Galice et le Pays Basque Espagnol.

La tempête Xynthia a touché les côtes atlantiques françaises dans la nuit du 27 au 28 février, au maximum de son creusement (centre dépressionnaire à 969 hPa), avant de poursuivre sa route vers le nord de la France. D'autres pays comme l'Angleterre, la Belgique, le Luxembourg, l'Allemagne et les Pays-Bas ont également été touchés par des vents violents.

**La zone de formation (en plein cœur de l'Atlantique, près du tropique du cancer) et la trajectoire de Xynthia sont atypiques** : il est rare que des dépressions atlantiques se développent à des latitudes aussi basses et évoluent en tempête en remontant vers l'Europe de l'Ouest.

- **Images satellites**



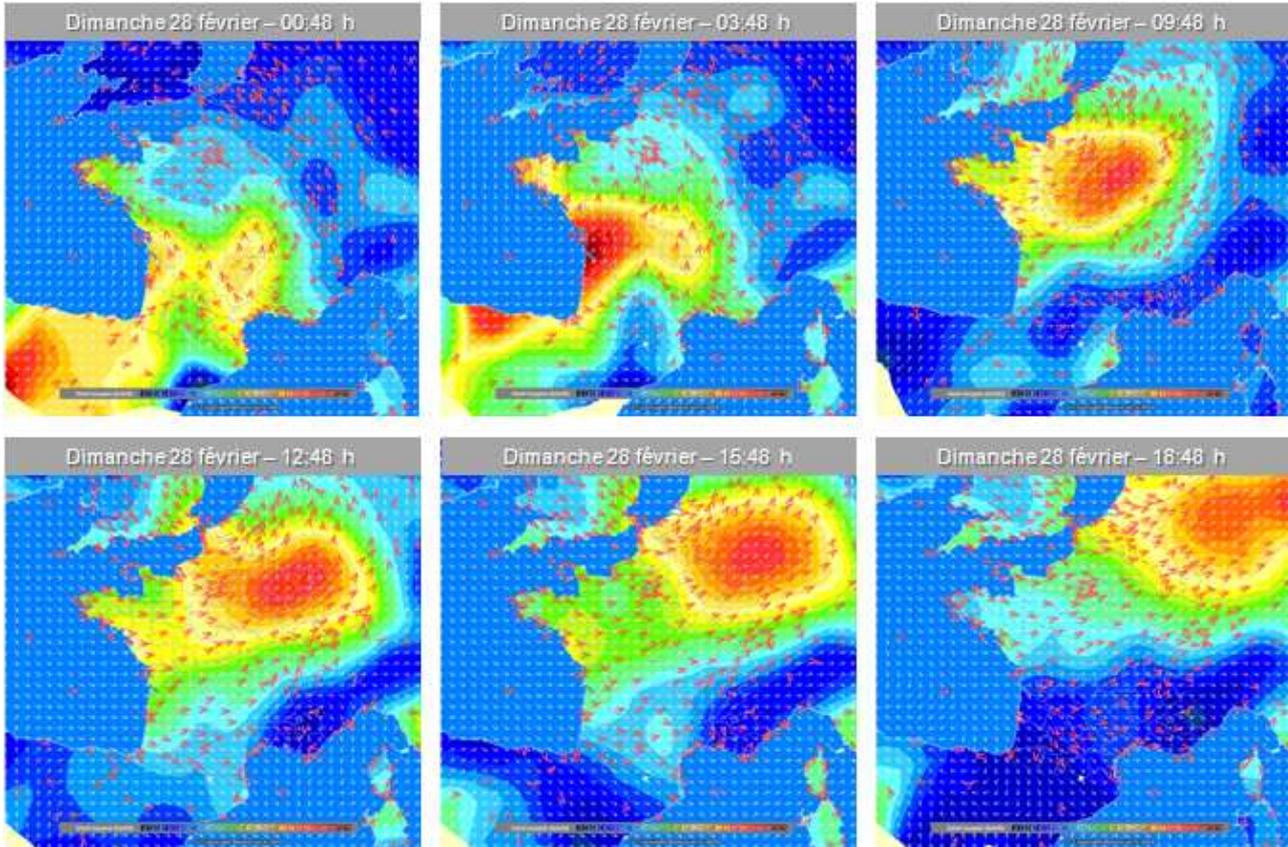
**Images satellite observées entre le 28 février à 00h00 et le 28 février 16h00  
(Source: Météo ciel)**

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

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

- **Direction du vent moyen**



**Champs de vent moyen (km/h) observés entre le 28 février à 00h50 et le 28 février 18h50 (Source: Météo ciel)**

### Caractère remarquable de la tempête

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 :

- **les rafales maximales relevées en plaine, de 160 km/h sur le littoral et de 120 km/h à 130 km/h dans l'intérieur des terres**, sont inférieures à 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,
- Xynthia ne peut être qualifiée de "tempête explosive"<sup>1</sup>: son creusement (une diminution de 20 hPa en plus de 24 h) est qualifié comme étant "classique" pour une dépression hivernale. Lors des tempêtes de décembre 1999, la pression avait chuté de 32 hPa dans le même laps de temps,
- la tempête a traversé le pays assez rapidement ; sa durée d'action a donc été moindre.

<sup>1</sup> Dépression de type explosive : se dit pour une formation très rapide de la dépression (quelques heures)

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

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

Ci-dessous sont présentées quelques valeurs de rafales de vent mesurées au cours des samedi 27 et dimanche 28 février :

- Saint Clément des Baleines (île de Ré) : 160 km/h
- La pointe de Chassiron (île d'Oléron) : 140 km/h
- Royan : 137 km/h
- La Rochelle : 132 km/h

### 7.1.3.2. UNE CONJONCTION EXCEPTIONNELLE DU VENT ET DE LA MARÉE

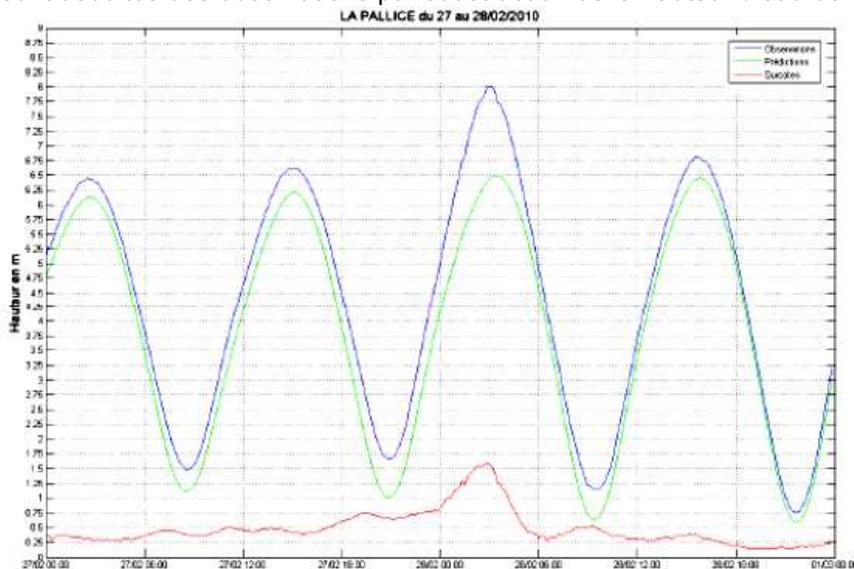
Si *Xynthia* n'a pas atteint l'intensité des tempêtes de décembre 1999, en termes de vitesses maximales instantanées de vent, elle a pourtant été à l'origine de phénomènes de submersions et d'érosions d'une rare intensité, notamment sur les côtes vendéennes et en Charente-Maritime.

**Le passage de la tempête a en effet coïncidé avec la pleine mer d'une marée de vives-eaux de coefficient 102** (pour un maximum de 120 pour marées les plus importantes) **et des fortes houles comprises entre 6 et 7 m**, provoquant une surcote<sup>2</sup> de l'ordre de 1,50 m à La Rochelle.

#### Hauteurs d'eau observées

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 SPC de la DDTM 17 (Rocheftort).

Les observations des hauteurs d'eau (en bleu), les prédictions du niveau de la mer et les surcotes (en rouge) sont présentées ci-dessous à la station de La Rochelle. Les estimations des surcotes sont déduites des observations par soustraction de la hauteur d'eau de la marée prédite (en vert).



**Hauteurs d'eau observées à La Rochelle lors du passage de la tempête *Xynthia***  
(Source : SHOM)

<sup>2</sup> Surcote : élévation du niveau de la mer : différence entre la hauteur d'eau observée et la hauteur de la marée prédite.

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

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

La surcote de la pleine mer lors du maximum de l'événement (1,53 m) est particulièrement importante. Cette surcote figure parmi les plus importantes observées depuis que le marégraphe y a été installé en 1997, sachant que ce dernier est tombé en panne lors de la tempête de 1999. Elle est plus importante que la plus grande 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<sup>3</sup>), 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 à 6,76 m CM<sup>4</sup> (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.

L'analyse des observations et des surcotes, réalisée par le SHOM, a permis d'estimer les périodes de retour associées aux niveaux extrêmes atteints lors de l'événement de la tempête Xynthia : ces périodes de retour sont estimées à plus de 100 ans à La Rochelle, aux Sables d'Olonne et à Saint Nazaire, et à plus de 50 ans à La Pointe de Grave.

La concomitance d'une surcote avec l'instant de la pleine mer d'une marée de vives-eaux est en soi un événement très peu probable. En effet, il n'existe en moyenne que 25 jours par an pour lesquels les marées ont un coefficient supérieur à 100, et pour chacune de ces marées, la hauteur d'eau prédite n'est proche de ou égale à la pleine mer que dans un créneau de l'ordre de 1 à 2 heures. C'est dans l'un de ces créneaux qu'une tempête créant une surcote importante peut générer un risque de submersion important.

Le caractère rare de Xynthia, et donc de ses conséquences les plus lourdes, est ainsi dû à la conjonction de :

- la "surcote" importante produite par la tempête (forte dépression),
- une marée de vives-eaux (coefficient important de 102),

l'instant du maximum de l'événement météorologique très proche de la pleine mer.

Le fait que cet événement soit dû à la concomitance de plusieurs événements non exceptionnels (tempête du Sud-Ouest – marée de vives-eaux) doit inciter à se protéger contre des événements similaires ou supérieurs.

---

<sup>3</sup> Cote Marine (CM) : Hauteur d'eau mesurée par rapport au zéro hydrographique (niveau de référence commun pour les cartes marines). Le zéro hydrographique est défini en France comme le niveau des plus basses mers astronomiques ; il s'agit d'un niveau théorique. Par comparaison, généralement le zéro NGF est défini comme étant le niveau moyen de la mer. La cote du zéro IGN 69 par rapport au zéro hydrographique est de 3,504 m à La Rochelle.

<sup>4</sup> Précisons que la cote de 6,76 m CM identifiée au marégraphe de La Rochelle lors de l'événement de 1999 peut avoir été dépassée en raison d'un dysfonctionnement du marégraphe lors de l'événement et donc du non enregistrement de la pointe de marée maximale.

## 7.2. SIMULATION DE L'ÉVÈNEMENT DE RÉFÉRENCE DE L'ACTUEL PPRN

Le PPRN précédent définissait un événement de référence à partir de données théoriques sur les différents paramètres générateurs de niveaux marins extrêmes. En effet, compte tenu du manque de données statistiques sur l'estuaire de la Charente, le choix d'un événement de référence théorique semblait plus pertinent.

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.

Dans ces conditions, les niveaux maximaux étaient estimés de manière homogène sur chaque commune. Les valeurs retenues sont détaillées dans le tableau ci-dessous :

COMMUNES	PHEM* de référence (en m NGF)
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

### Cotes des Plus Hautes Eaux Marines calculées (\*PHEM)

Les caractéristiques de cet événement ont été modélisées à l'aide de l'outil de calcul bidimensionnel mis en œuvre.

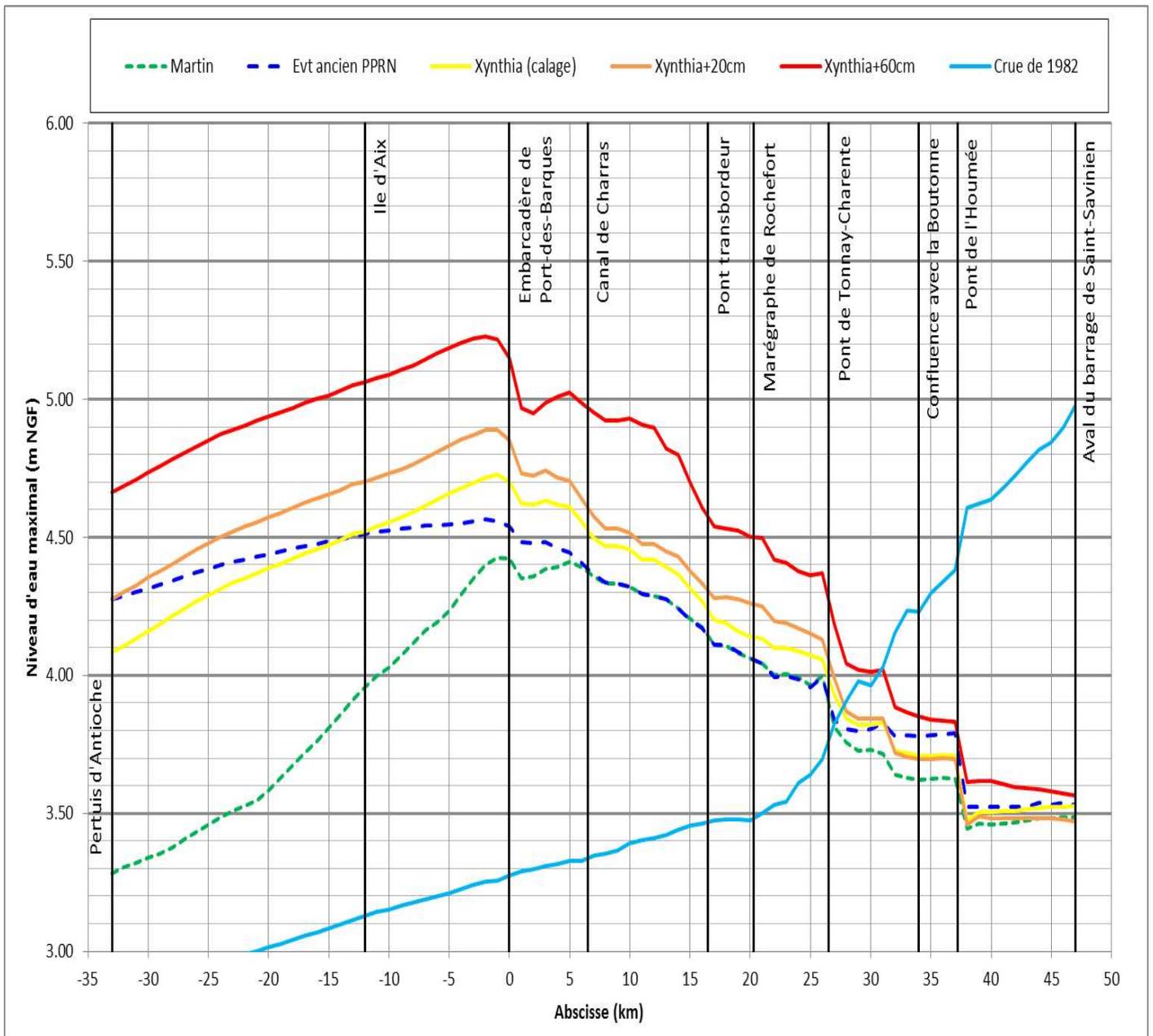
L'analyse des niveaux d'eau maximaux atteints montre qu'à partir de l'île d'Aix, Xynthia a généré des niveaux plus importants que cet événement théorique. Ce dernier redevient plus important que Xynthia entre le pont de Tonnay-Charente et la confluence de la Boutonne, sur un secteur où les niveaux maximaux sont générés par la crue de 1982.

La tempête Xynthia représente donc bien un événement historique avéré suffisamment documenté plus fort que l'évènement centennal théorique du précédent PPRN.

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

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

**Profils en long des niveaux maximaux pour différents évènements**

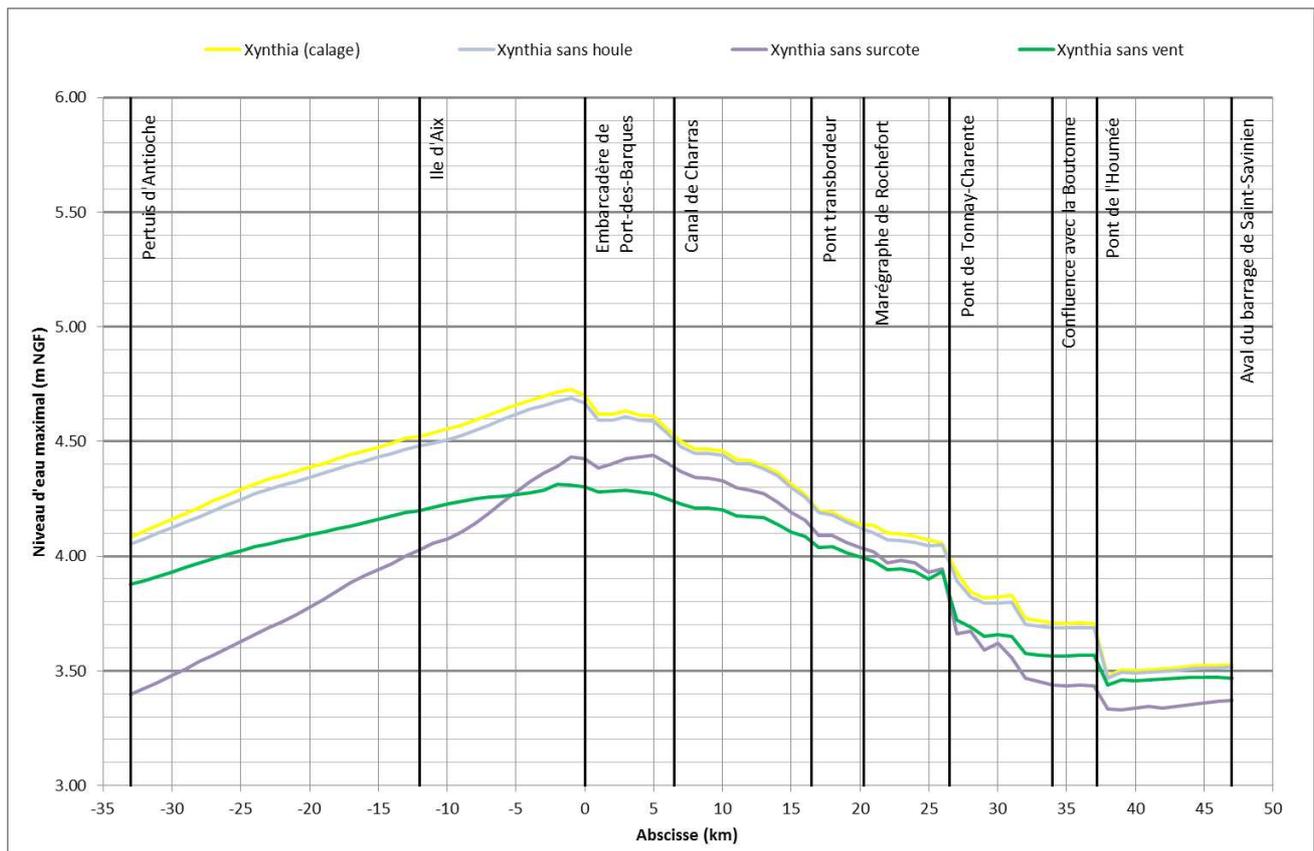
### 7.3. ANALYSE DES PARAMÈTRES GÉNÉRATEURS DES NIVEAUX EXTRÊMES DANS L'ESTUAIRE

Les quatre principaux paramètres générateurs des niveaux extrêmes sur la façade maritime sont les suivants :

- la marée,
- la houle,
- la surcote atmosphérique,
- le vent.

Seule la marée est une donnée prévisible théorique, nous n'avons donc pas réalisé de tests sur ce paramètre. En revanche, 3 configurations ont été testées en supprimant à chaque fois 1 des paramètres générateurs de niveaux extrêmes identifiés.

Les résultats présentés sur le graphique ci-dessous mettent en avant que la houle et la surcote atmosphérique constituent les principaux paramètres générateurs des niveaux extrêmes dans l'estuaire de la Charente.



#### *Influence des paramètres hydro-météorologiques*

Notons que la surcote (à la Pallice) et la vitesse des vents (au phare des Baleines) étaient plus importantes lors de la tempête Martin que lors de Xynthia. Cependant, la marée théorique était bien plus importante pour Xynthia (environ 1,10 m de plus à La Pallice).

## 7.4. CONCLUSION SUR L'ÉVÈNEMENT DE RÉFÉRENCE RETENU

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

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

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

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

L'événement de référence maritime correspond donc aux conditions hydrométéorologiques (vent, marée, surcote...) associées à l'événement de la tempête Xynthia. Un événement de référence fluvial (crue de 1982) est également simulé pour déterminer l'aléa sur le secteur amont.

## 8. ALÉAS DE RÉFÉRENCE À RETENIR

La circulaire identifie les aléas de référence à prendre en compte dans le cadre des cartographies de submersion à produire sur le territoire. **Ces événements prennent en compte l'impact du changement climatique à court et à long terme (hypothèses de surélévation du niveau de la mer).**

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

- **l'aléa à court terme (événement de référence + 20 cm)**, défini à partir de l'événement de référence (Xynthia) auquel on rajoutera au large une valeur de 0,20 m en chaque point du marégramme ;
- **l'aléa à long terme (événement de référence + 60 cm)**, toujours défini à partir de l'événement de référence Xynthia mais en ajoutant au large à chaque point du marégramme une valeur de 0,60 m, permettant, entre autres, de prendre en compte la possible élévation des niveaux des océans en fonction du réchauffement climatique.

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

Ainsi, la définition de l'aléa à modéliser permet de préciser les conditions hydrodynamiques à respecter, mais la circulaire précise également comment prendre en compte les protections et donc les volumes de submersion franchissant les protections. Cette prise en compte fait l'objet de l'explication du chapitre suivant.

## 9. PRISE EN COMPTE DES OUVRAGES DE PROTECTION

### 9.1. IDENTIFICATION DE L'ENSEMBLE DES OUVRAGES CONSTITUANT LE SYSTÈME DE PROTECTION

#### 9.1.1. Généralités : les secteurs homogènes initiaux

Dans le cadre de cette analyse, il a été décidé de s'appuyer sur le diagnostic de digues réalisé dans le cadre des études du Programme d'Actions de Protection contre les Inondations (PAPI) de l'Estuaire de la Charente qui identifiait 82 tronçons homogènes. A cela s'ajoute 5 tronçons sur la Pointe de la Fumée à Fouras et 3 tronçons sur l'île Madame ce qui nous donne **90 secteurs homogènes** identifiés sur le littoral.

L'homogénéité de ces secteurs est appréciée en regard de différents critères dont :

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

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

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

#### 9.1.2. Application pour l'élaboration du PPRN

L'identification de secteurs homogènes avait pour objectif d'identifier :

- la moyenne du recul ou de l'avancée du trait de côte sur chacun,
- la prise en compte de chaque secteur de défense qui pourra être adaptée en regard des directives de la circulaire de juillet 2011 pour la détermination de la submersion de celle-ci et le calcul de l'aléa submersion en arrière.

Ces secteurs sont présentés dans le tableau de l'annexe 6 qui identifie, par secteur, les critères énoncés précédemment (type et nature de la défense, présence d'un parapet et dénivelée avec terrain en arrière) auxquels nous avons ajouté :

- la longueur du tronçon concerné et son nom,
- l'état de la protection : en l'absence d'information, un état dégradé a été retenu ;
- l'altimétrie de l'ouvrage : l'altimétrie de l'ouvrage a été déterminée à partir du LIDAR.

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

Étude complémentaire

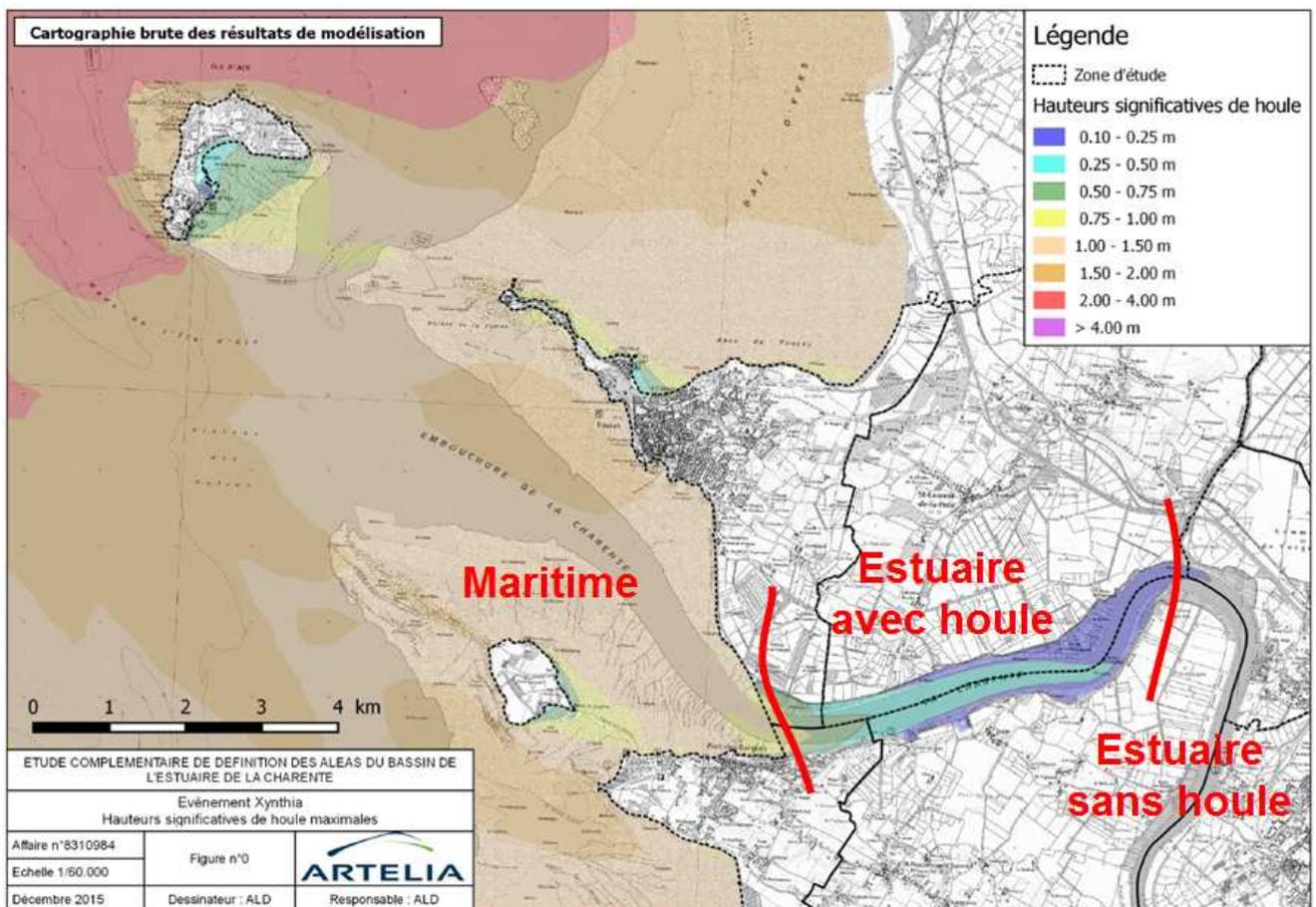
RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

**9.2. PRISE EN COMPTE DE LA SOLLICITATION À LA HOULE DES OUVRAGES**

La façade maritime est plus exposée que les bords de l'estuaire de la Charente. Ainsi, afin de différencier ces sollicitations, et les défaillances qu'il en résulte, nous avons marqué par la suite pour chaque secteur son exposition à la houle.

Trois secteurs ont donc été définis en fonction de la simulation de propagation de la houle pour l'événement Xynthia. Ils permettent de différencier les hypothèses des défaillances sur ces 3 types de secteur en fonction de leur exposition à la houle :

- secteur maritime : exposition importante,
- secteur estuarien avec houle, exposition modérée,
- secteur estuarien sans houle : exposition quasi-nulle.



**Sectorisation de l'aire d'étude en fonction de l'exposition à la houle**

### 9.3. PRISE EN COMPTE DE LA PROTECTION

L'expression « ouvrage de protection » désigne le système complet de protection : système d'endiguement globalement cohérent du point de vue hydraulique et de la protection effective des populations.

Aucun ouvrage ne peut être considéré comme infaillible, quelles que soient ses caractéristiques et sa résistance présumée. Dans le cadre du projet de PPR, le principe guidant les actions est qu'une zone protégée par une digue reste une zone inondable.

La circulaire du 27 juillet 2011 précise les conditions et principes à appliquer pour la représentation des protections et leur prise en compte dans les calculs.

Ainsi, si :

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

la protection doit être considérée dans le calcul comme s'effaçant totalement sur le linéaire homogène total considéré (critère d'effacement défini dans le chapitre suivant).

Par ailleurs, comme aucune protection ne peut être considérée comme complètement pérenne, pour toute protection considérée en bon état et ayant une cote de crête la rendant soit insubmersible, soit submersible de moins de 0,20 m par rapport à la cote d'eau calculée au droit du secteur pour l'aléa considéré, une hypothèse de brèche doit être considérée dans les calculs ; comme précisé dans le paragraphe précédent, cette hypothèse de brèche est dépendante de l'exposition à la houle de la protection. Ainsi, les linéaires de brèche appliqués sont présentés dans le tableau suivant :

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

Ouvrage de protection en état satisfaisant avec une surverse pour l'évènement de référence à modéliser (Xynthia + 20 ou Xynthia + 60) inférieure à 20 cm			
Exposition à la houle			
OUI		NON	
L tronçon	Brèches	L tronçon	Brèches
0 -300 m	1 x 50 m	0 - 300 m	1 x 50 m
300 - 500 m	1 x 100 m	300 - 750 m	1 x 100 m
500 - 1000 m	2 x 100 m	750 - 1250 m	2 x 100 m
1000 - 1500 m	3 x 100 m	1250 - 2250 m	3 x 100 m
1500 - 2000 m	4 x 100 m	2250 - 3250 m	4 x 100 m
2000 - 2500 m	5 x 100 m	3250 - 4250 m	5 x 100 m
2500 - 3000 m	6 x 100 m	L > 4250 m	6 x 100 m

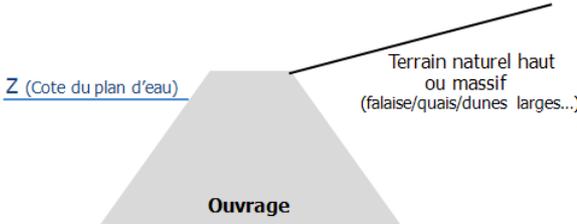
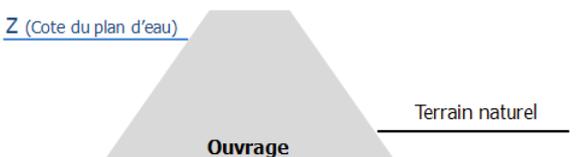
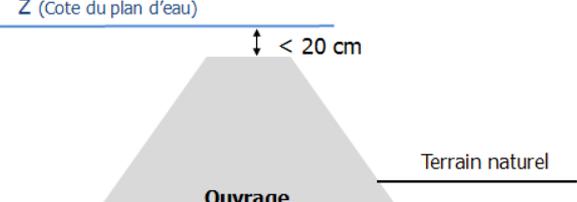
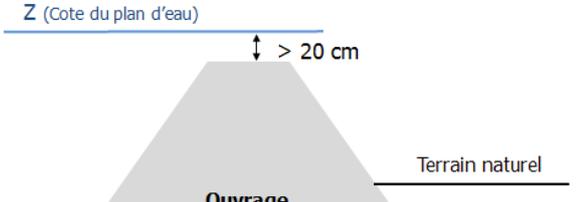
Le schéma suivant récapitule les différents principes retenus pour la prise en compte des protections dans les futurs calculs à réaliser.

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

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

**Principes de prise en compte des ouvrages protections**

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

La prise en compte de chaque ouvrage est présentée dans le tableau en annexe 6. Les différents éléments permettant la définition de la défaillance pour chaque niveau d'aléa sont précisés.

#### **9.4. DYNAMIQUE DE CONSTITUTION DES BRÈCHES OU D'EFFACEMENT D'OUVRAGES**

La circulaire ne précise pas la dynamique de constitution, au cours du calcul, de la brèche ou de l'effacement de la protection considérée.

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

Sur le secteur maritime, les analyses de sensibilité ayant été menées en 2012 lors de l'élaboration des études préalables au PPRn Nord Département ont précisé en détail la dynamique à retenir. Ces éléments précisés ci-après ont été validés par le CETMEF.

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

Étude complémentaire

RAPPORT D'ÉTUDE HYDRAULIQUE

Ensuite, pour chaque secteur identifié précédemment (maritime, estuaire avec houle et estuaire sans houle), les principes retenus quant à la dynamique de constitution des brèches ou d'effacements ont été adaptés de la manière suivante :

- secteur maritime :
  - ruine ou effacement se produisant **une heure avant la pleine mer** en tout point du linéaire,
  - ruine ou brèche se produisant **instantanément** dans le calcul,
  - prise en compte après ruine ou brèche de la cote du terrain naturel ou de la route située immédiatement en arrière de la protection initiale.
- secteur estuarien avec houle :
  - ruine ou effacement se produisant **à pleine charge pour les digues en bon état et à pleine charge moins 20 cm pour les digues en état moyen ou dégradé**,
  - ruine ou brèche se produisant **instantanément** dans le calcul,
  - prise en compte après ruine ou brèche de la cote du terrain naturel ou de la route située immédiatement en arrière de la protection initiale.
- secteur estuarien sans houle :
  - ruine ou effacement se produisant **à pleine charge plus 20 cm pour les digues en bon état et à pleine charge pour les digues en état moyen ou dégradé**,
  - ruine ou brèche se produisant **instantanément** dans le calcul,
  - prise en compte après ruine ou brèche de la cote du terrain naturel ou de la route située immédiatement en arrière de la protection initiale.

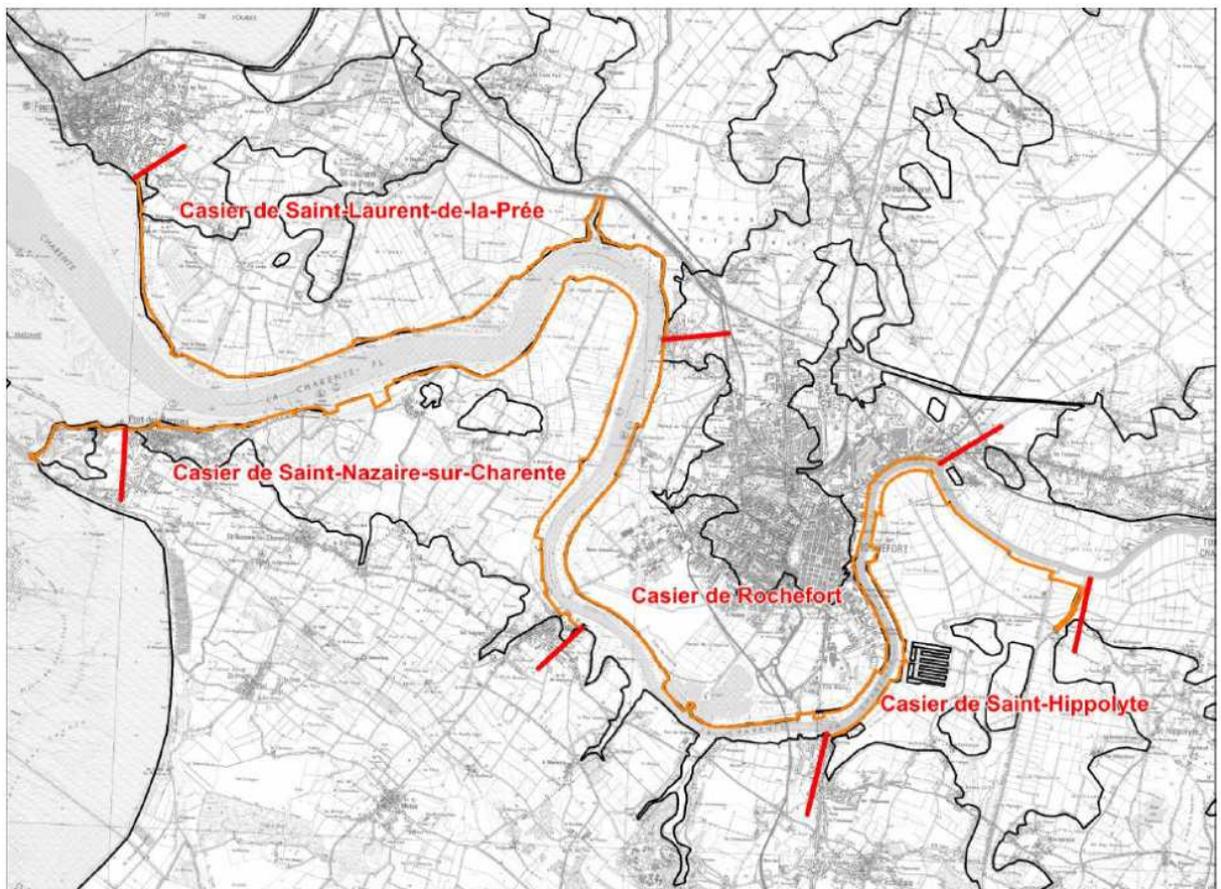
Cette dynamique et ce scénario de rupture (brèche ou ruine) sont donc appliqués selon la situation et la longueur indiquées dans le tableau de l'annexe 6 de l'ensemble des ouvrages, pour tous les calculs réalisés ci-après.

## 9.5. SCÉNARIOS DE MISE EN ŒUVRE DES DÉFAILLANCES

D'après les résultats de l'étude du Programme d'Actions de Protection contre les Inondations (PAPI) de l'Estuaire de la Charente, l'effacement des protections sur l'ensemble de l'estuaire majeure énormément le volume entrant à l'intérieur de l'estuaire par diminution de la perte de charge à l'embouchure.

C'est pourquoi il a été retenu de décomposer les scénarios de défaillance afin de ne pas trop surévaluer le risque submersion sur le secteur d'étude.

Sur l'estuaire, quatre grands secteurs dénommés casiers hydrauliques ont été identifiés. Afin de quantifier les aléas sur ce bassin de risque, les défaillances des digues n'ont pas été appliquées simultanément sur l'ensemble des casiers. Les quatre casiers hydrauliques sont délimités sur la figure ci-dessous :



**Localisation des casiers hydrauliques**

Au final, 5 simulations des événements Xynthia + 20 cm et Xynthia + 60 cm ont été réalisés pour déterminer les aléas de référence :

- 4 calculs avec des défaillances sur un casier hydraulique,
- un calcul avec des défaillances sur les autres secteurs (Point de la Fumée, secteur ouest de Port-des-Barques et ile Madame).

## **10. CARTOGRAPHIE DES DEUX ALÉAS DE RÉFÉRENCE DU FUTUR PPRN**

Les différentes limites des paramètres retenues pour les cartographies des hauteurs (0,5 et 1 m) et des vitesses (0,20 et 0,05 m/s) présentées dans les paragraphes suivants ont été identifiées en concertation notamment avec les services de la DDTM qui s'appuient, pour les définir, sur les préconisations émises dans le cadre de la dernière circulaire de juillet 2011 qui traite de ces sujets.

### **10.1. CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS D'EAU**

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

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

- l'aléa à court terme (Xynthia +20 cm au large), avec les brèches et les ruines décrites dans le tableau de l'annexe n°6,
- l'aléa à 100 ans (Xynthia +60 cm au large), avec les brèches et les ruines décrites en dernière colonne du tableau de l'annexe n°6.

### **10.2. CARTOGRAPHIE DES VITESSES D'ÉCOULEMENT**

Pour les deux mêmes scénarios décrits précédemment, il a été extrait des résultats détaillés du modèle une cartographie des vitesses sur support SCAN 25 (comme pour les hauteurs).

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

### 10.3. CARTOGRAPHIE DE L'ALÉA DE RÉFÉRENCE

Le tableau suivant, issu des directives nationales prises en considération par les services de l'État (notamment la circulaire du 27 juillet 2011), identifie le croisement adopté pour décrire le territoire en termes d'aléa :

#### Définition de l'aléa par croisement des vitesses et des hauteurs d'eau

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

Notons ici que les résultats bruts, obtenus directement par exploitation informatique, ont été lissés et confrontés à la topographie fine issue du Litto3D, pour pouvoir être portées au final sur des plans cadastraux à échelle exploitable.

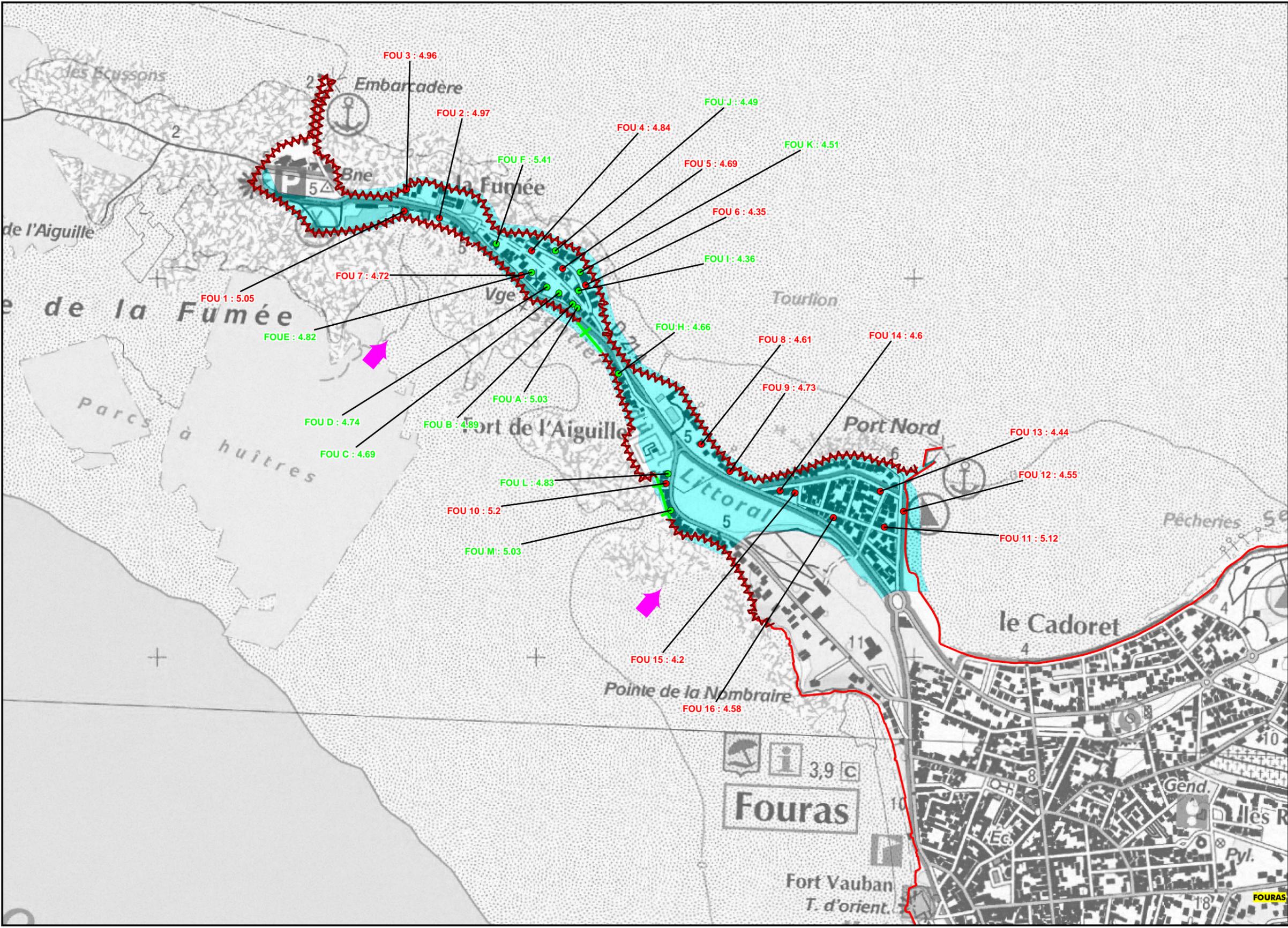
Ce travail a été réalisé pour les 3 paramètres représentés : la hauteur d'eau, la vitesse et l'aléa.

## **SECTION 4**

# **ANNEXES**

## **ANNEXE 0**

# **Retour d'EXpérience de Xynthia**



### LEGENDE

- Zone submergée et/ou inondée selon l'expertise Sogreah
- Limite de commune
- Linéaire des protections (Recensement non exhaustif)

**Repères des niveaux d'eau (en m NGF) :**

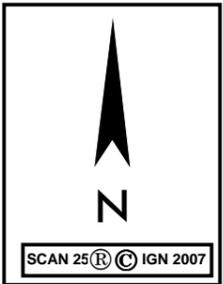
- XXX : 3.68 Source DDTM ou mairie
- 3.68 Source CDA de La Rochelle
- XXX : 3.68 Source Sogreah

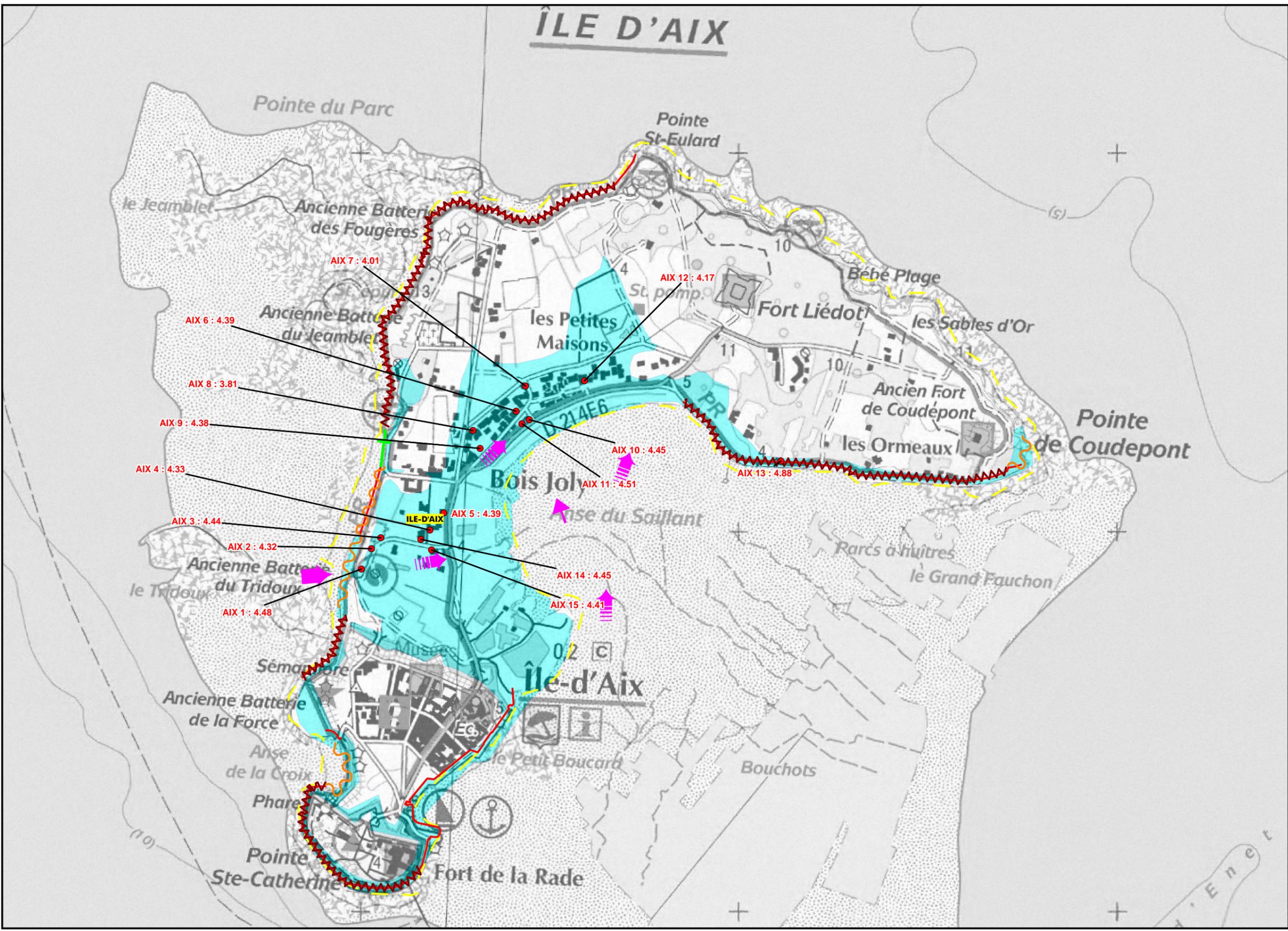
**Dégradations sur les protections (explication détaillée dans le texte)**

- Brèche localisée
- Erosion ou recul de la protection naturelle
- Erosion avec dégradations ponctuelles
- Dégradations multiples

**Sens et dynamique d'écoulement :**

- Fort
- Moyen
- Faible



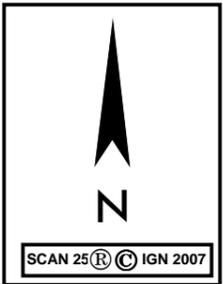
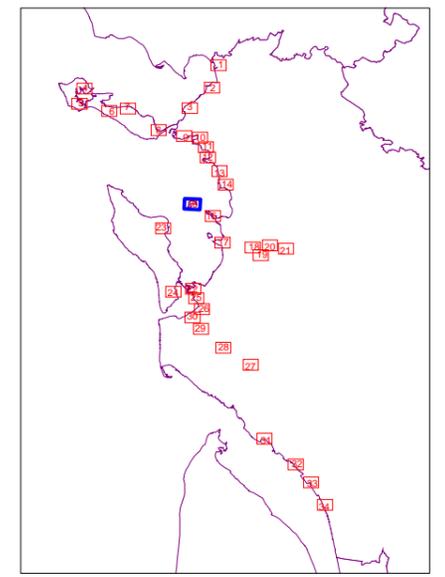


**LEGENDE**

- Zone submergée et/ou inondée selon l'expertise Sogreah
  - Limite de commune
  - Linéaire des protections (Recensement non exhaustif)
- Repères des niveaux d'eau (en m NGF) :**
- XXX : 3.68 Source DDTM ou mairie
  - 3.68 Source CDA de La Rochelle
  - XXX : 3.68 Source Sogreah
- Dégradations sur les protections (explication détaillée dans le texte)**
- + Brèche localisée
  - ~ Erosion ou recul de la protection naturelle
  - ~ Erosion avec dégradations ponctuelles
  - ~ Dégradations multiples

**Sens et dynamique d'écoulement :**

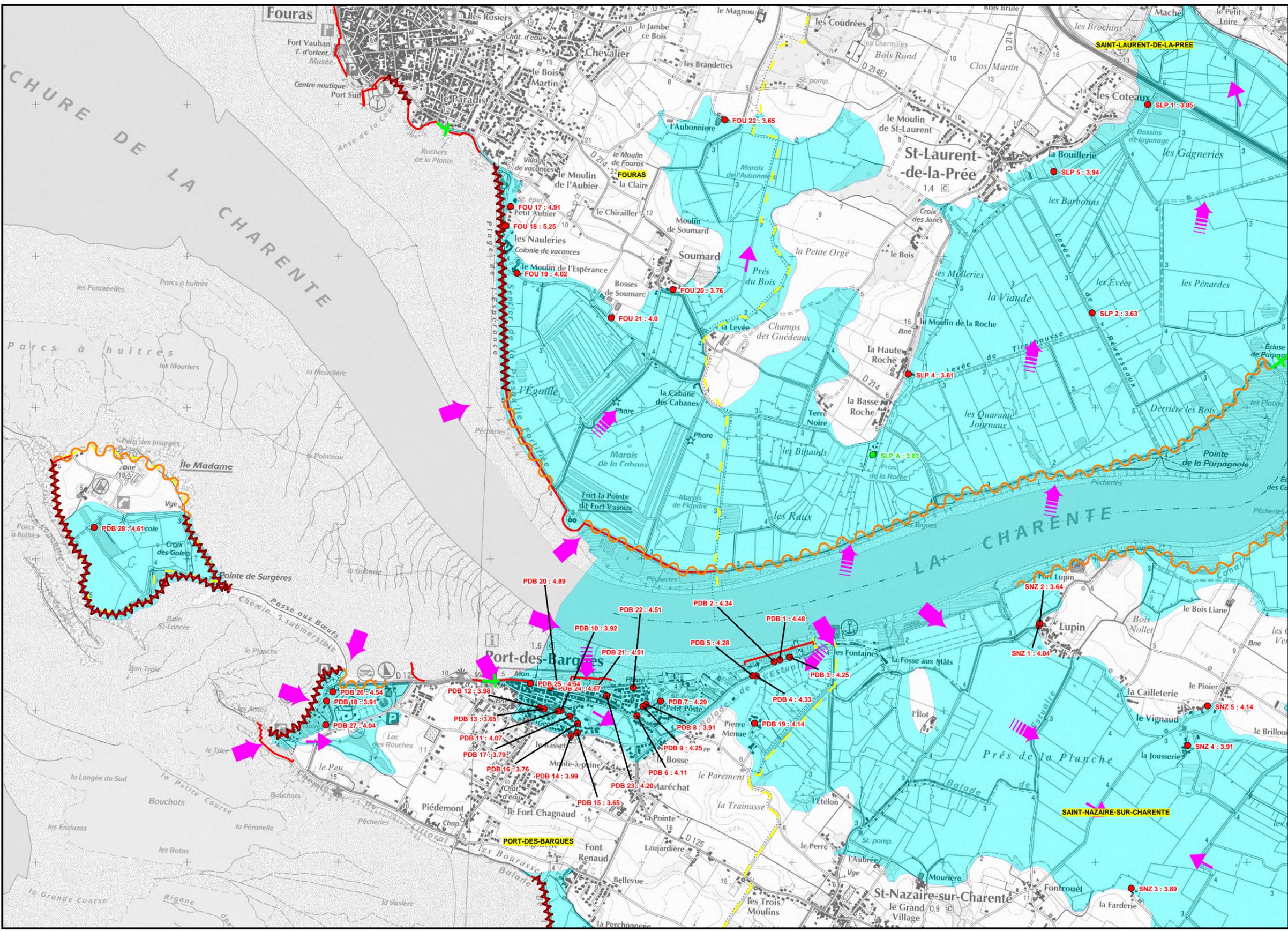
- Fort
- |||➤ Moyen
- Faible



**DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER DE LA CHARENTE MARITIME**

**Élaboration d'un document "Éléments de mémoire et retour d'expérience" de l'événement XYNTHIA**

	Affaire N° : 4311608	Mars 2011	Echelle : 1/10 000
			<b>Planche n°16</b>

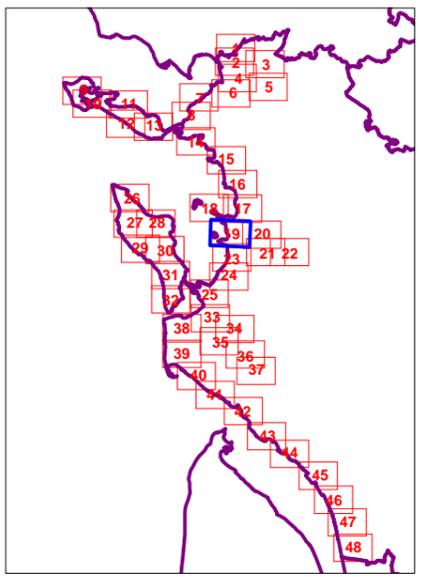


**LEGENDE**

- Zone submergée et/ou inondée selon l'expertise Sogreah
- Limite de commune
- Linéaire des protections (Recensement non exhaustif)
- Repères des niveaux d'eau (en m NGF) :**
- XXX : 3.68 Source DDTM ou mairie
- 3.68 Source CDA de La Rochelle
- XXX : 3.68 Source Sogreah
- Dégradations sur les protections** (explication détaillée dans le texte)
- + Brèche localisée
- ~ Erosion ou recul de la protection naturelle
- ~ Erosion avec dégradations ponctuelles
- ~ Dégradations multiples

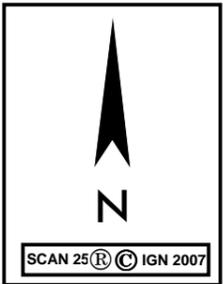
**Sens et dynamique d'écoulement :**

- ➔ Fort
- ⋮➔ Moyen
- ➔ Faible



**DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER DE LA CHARENTE MARITIME**

**Élaboration d'un document "Éléments de mémoire et retour d'expérience" de l'événement XYNTHIA**

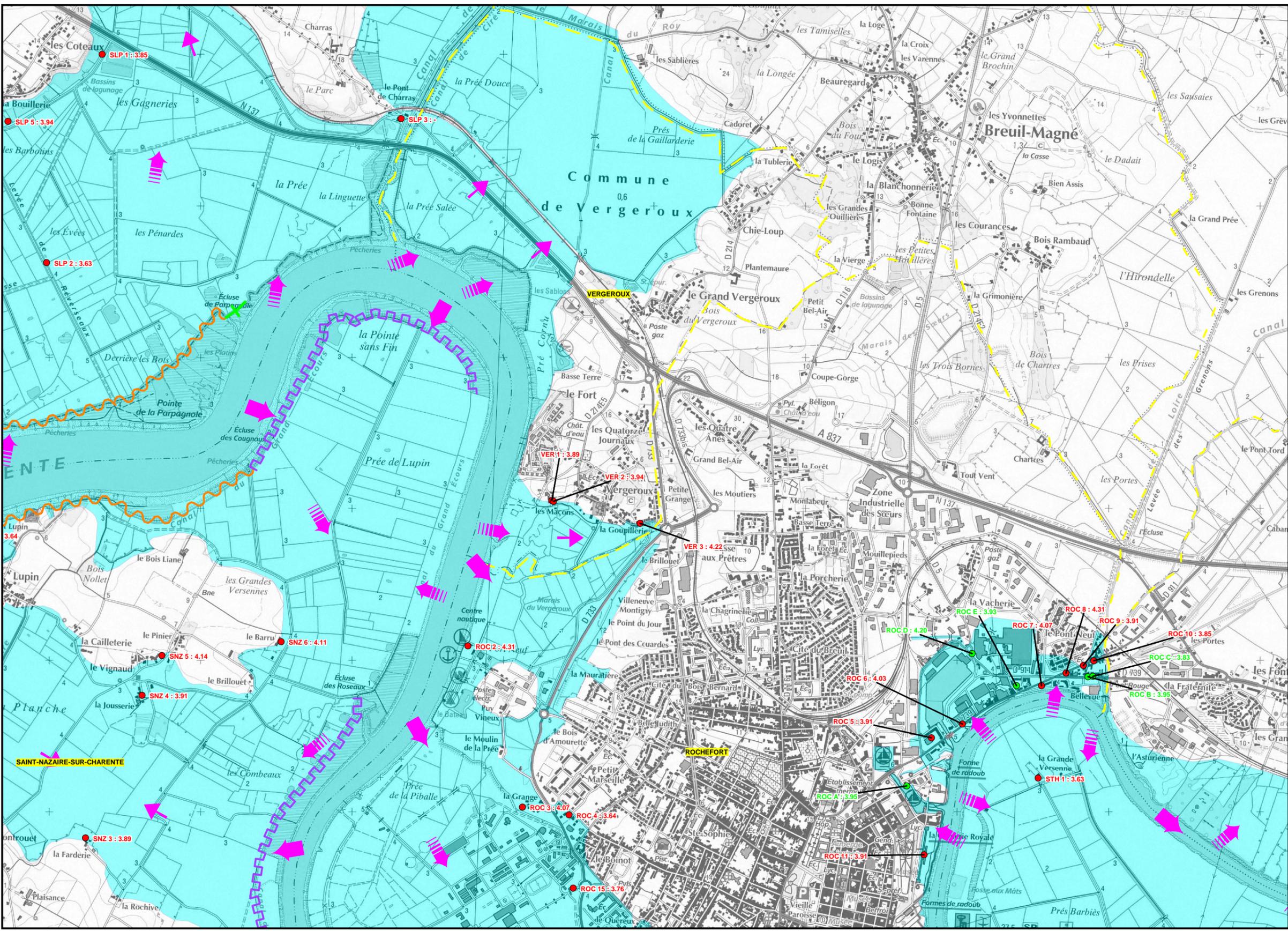


Affaire N° : 4311608

Mars 2011

Echelle : 1/25 000

Planche n° : 19

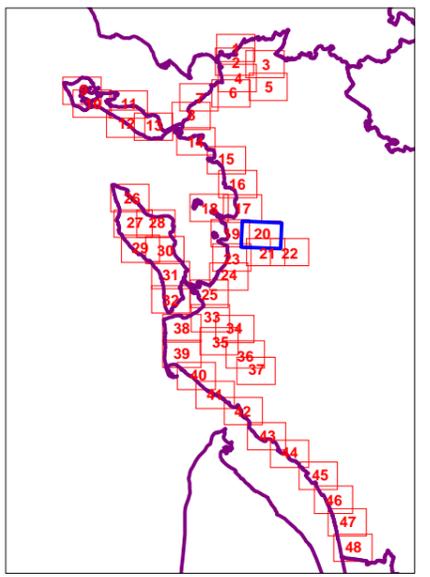


**LEGENDE**

- Zone submergée et/ou inondée selon l'expertise Sogreah
- Limite de commune
- Linéaire des protections (Recensement non exhaustif)
- Repères des niveaux d'eau (en m NGF) :**
  - XXX : 3.68 Source DDTM ou mairie
  - 3.68 Source CDA de La Rochelle
  - XXX : 3.68 Source Sogreah
- Dégradations sur les protections** (explication détaillée dans le texte)
  - Brèche localisée
  - Erosion ou recul de la protection naturelle
  - Erosion avec dégradations ponctuelles
  - Dégradations multiples

**Sens et dynamique d'écoulement :**

- Fort
- Moyen
- Faible



**DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER DE LA CHARENTE MARITIME**

**Élaboration d'un document "Éléments de mémoire et retour d'expérience" de l'événement XYNTHIA**

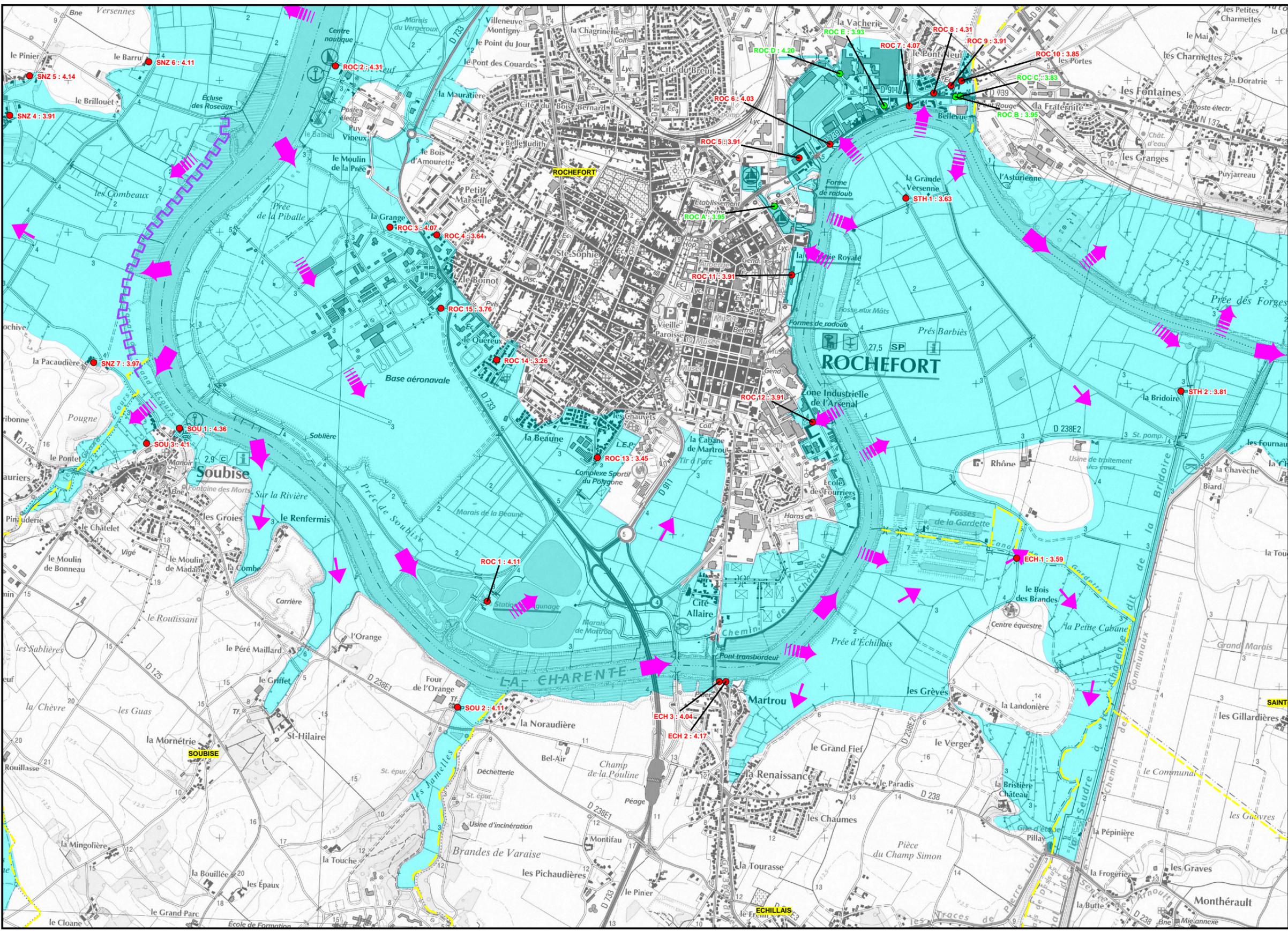


Affaire N° : 4311608

Mars 2011

Echelle : 1/25 000

Planche n° : 20

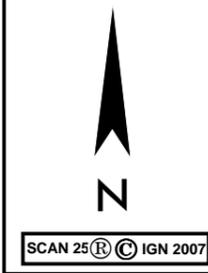
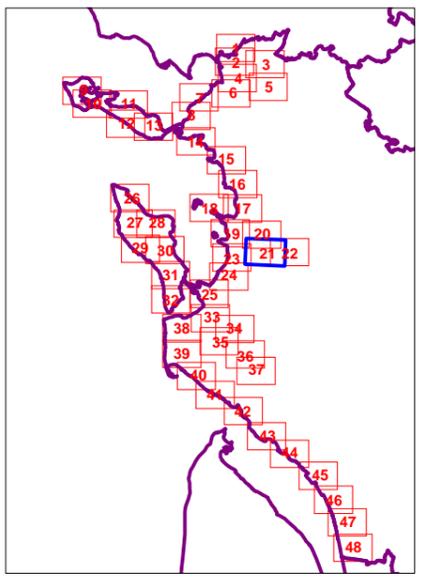


**LEGENDE**

- Zone submergée et/ou inondée selon l'expertise Sogreah
- Limite de commune
- Linéaire des protections (Recensement non exhaustif)
- Repères des niveaux d'eau (en m NGF) :**
- XXX : 3.68 Source DDTM ou mairie
- 3.68 Source CDA de La Rochelle
- XXX : 3.68 Source Sogreah
- Dégradations sur les protections (explication détaillée dans le texte)**
- + Brèche localisée
- ~ Erosion ou recul de la protection naturelle
- ~ Erosion avec dégradations ponctuelles
- ~ Dégradations multiples

**Sens et dynamique d'écoulement :**

- Fort
- ⦿ Moyen
- Faible



**DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER DE LA CHARENTE MARITIME**

**Élaboration d'un document "Éléments de mémoire et retour d'expérience" de l'événement XYNTHIA**

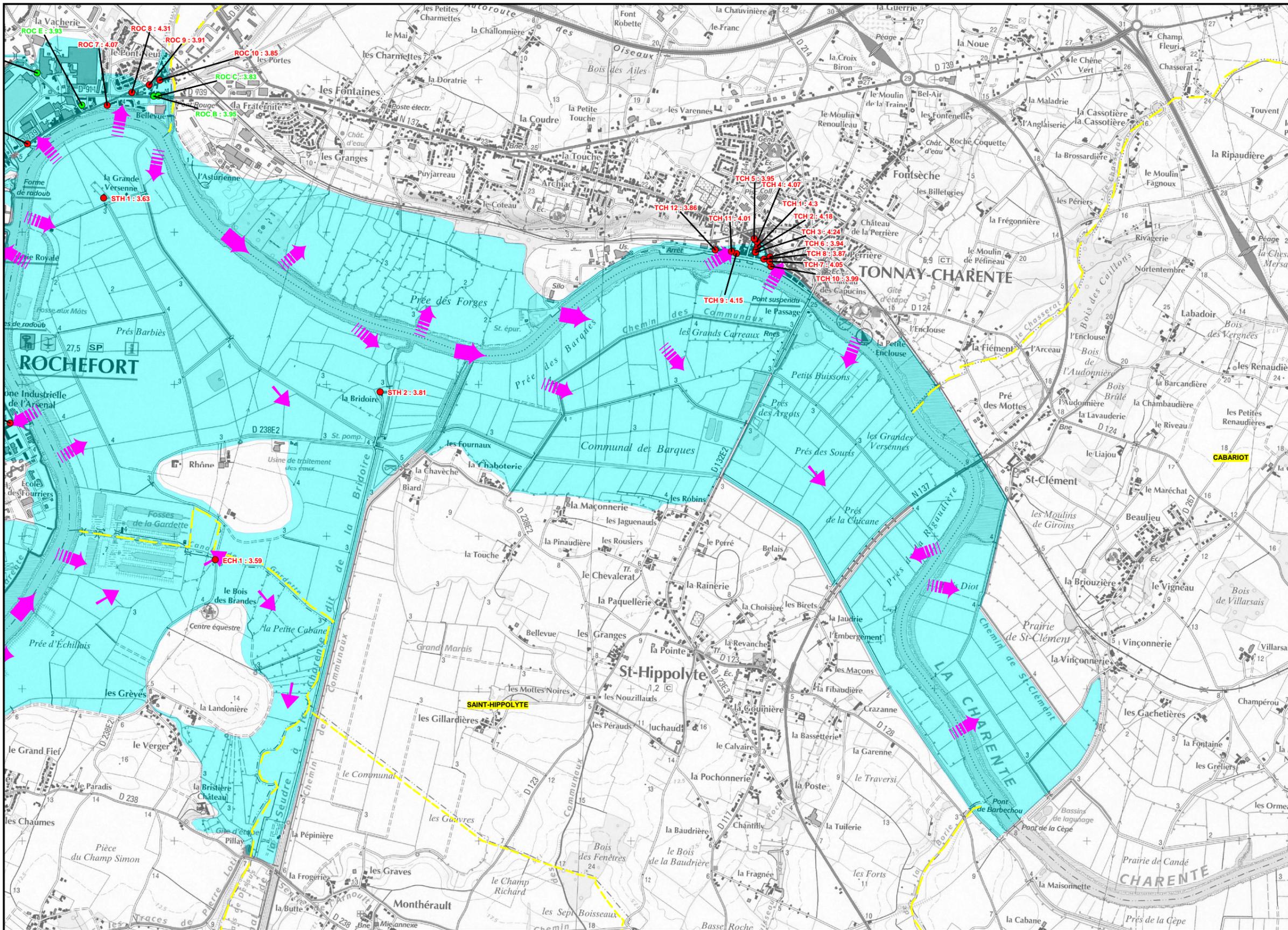


Affaire N° : 4311608

Mars 2011

Echelle : 1/25 000

Planche n° : 21



**LEGENDE**

- Zone submergée et/ou inondée selon l'expertise Sogreah
- Limite de commune
- Linéaire des protections (Recensement non exhaustif)

**Repères des niveaux d'eau (en m NGF) :**

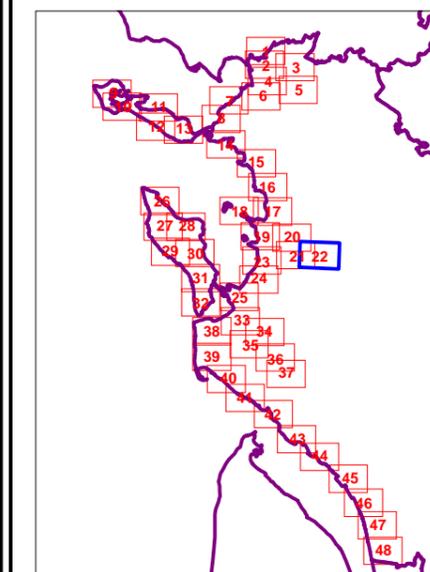
- XXX : 3.68 Source DDTM ou mairie
- 3.68 Source CDA de La Rochelle
- XXX : 3.68 Source Sogreah

**Dégradations sur les protections**  
(explication détaillée dans le texte)

- Brèche localisée
- Erosion ou recul de la protection naturelle
- Erosion avec dégradations ponctuelles
- Dégradations multiples

**Sens et dynamique d'écoulement :**

- Fort
- Moyen
- Faible



**DIRECTION DEPARTEMENTALE DES TERRITOIRES ET DE LA MER DE LA CHARENTE MARITIME**

**Élaboration d'un document "Éléments de mémoire et retour d'expérience" de l'événement XYNTHIA**



Affaire N° : 4311608

Mars 2011

Echelle : 1/25 000

Planche n° : 22

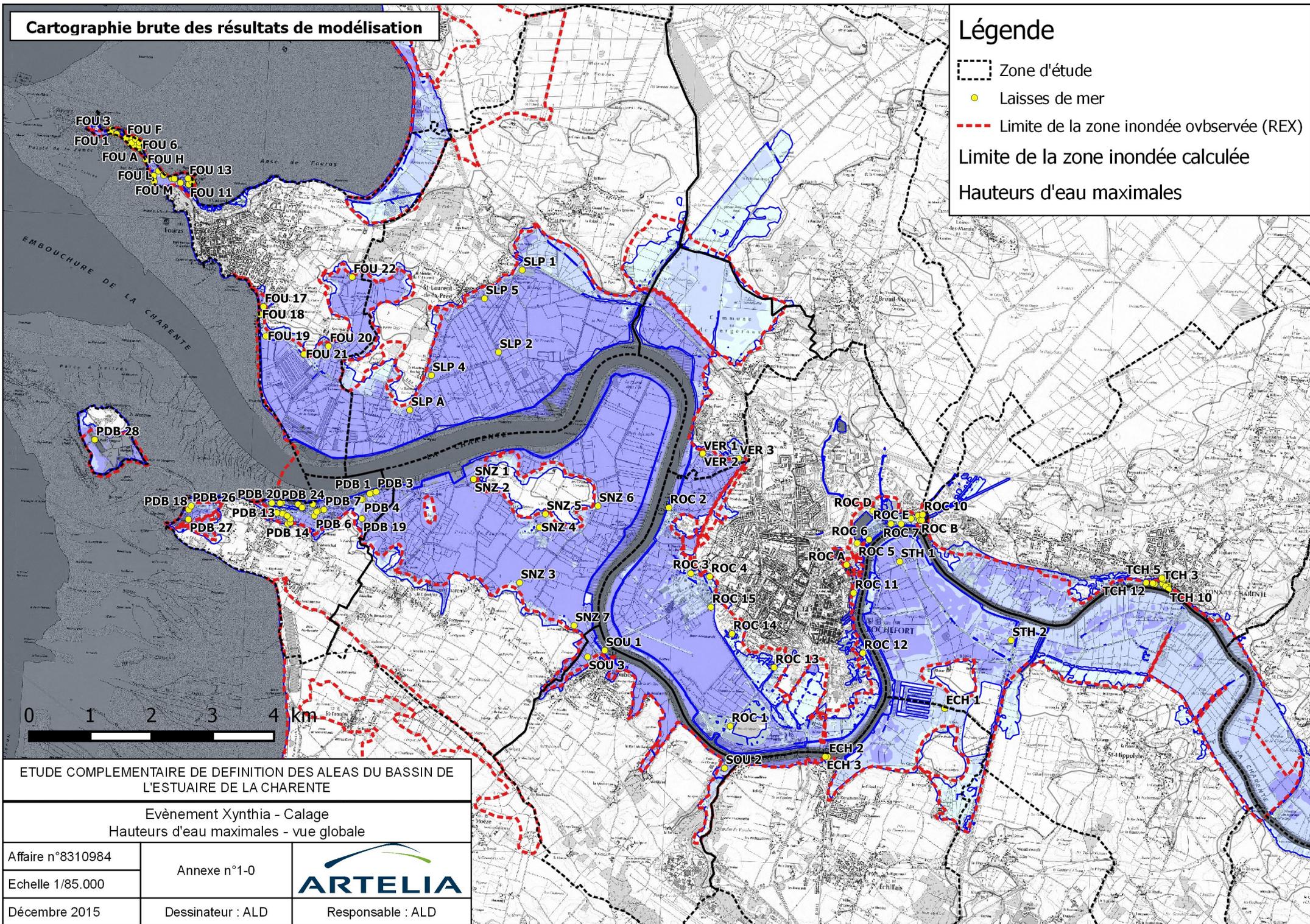
## **ANNEXE 1**

# **Calage de Xynthia – Hauteurs d'eau**

# Cartographie brute des résultats de modélisation

## Légende

-  Zone d'étude
-  Laisses de mer
-  Limite de la zone inondée observée (REX)
-  Limite de la zone inondée calculée
-  Hauteurs d'eau maximales

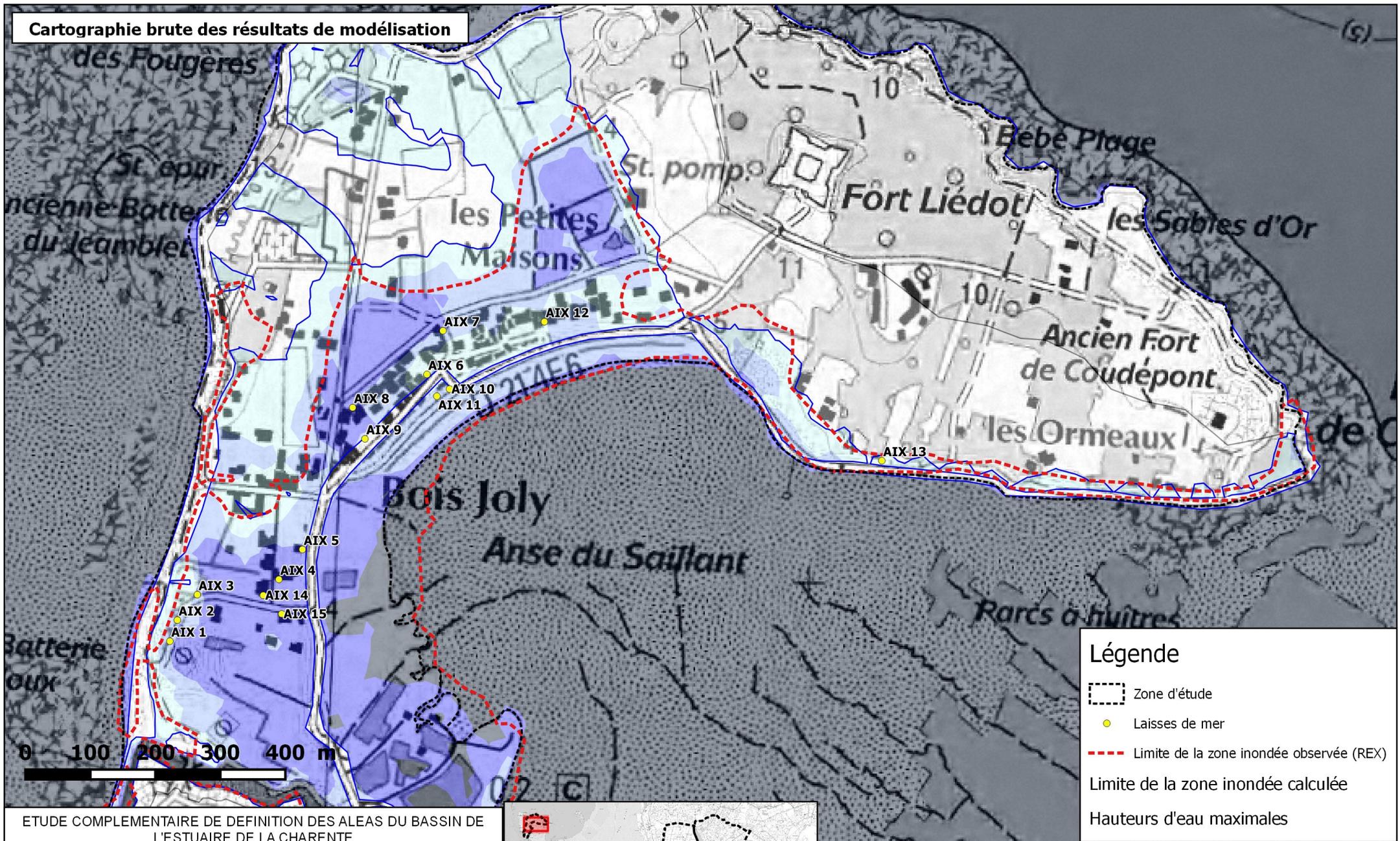


ETUDE COMPLEMENTAIRE DE DEFINITION DES ALEAS DU BASSIN DE L'ESTUAIRE DE LA CHARENTE

Evènement Xynthia - Calage  
Hauteurs d'eau maximales - vue globale

Affaire n°8310984	Annexe n°1-0	
Echelle 1/85.000		
Décembre 2015	Dessinateur : ALD	Responsable : ALD

**Cartographie brute des résultats de modélisation**



ETUDE COMPLEMENTAIRE DE DEFINITION DES ALEAS DU BASSIN DE L'ESTUAIRE DE LA CHARENTE

Evènement Xynthia - Calage  
Hauteurs d'eau maximales - zooms

Affaire n°8310984

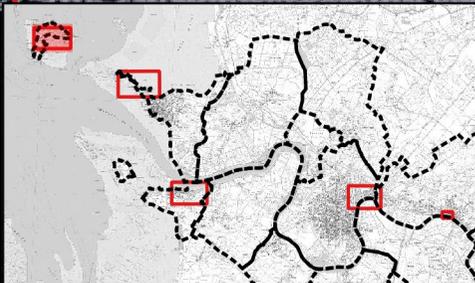
Annexe n°1-1



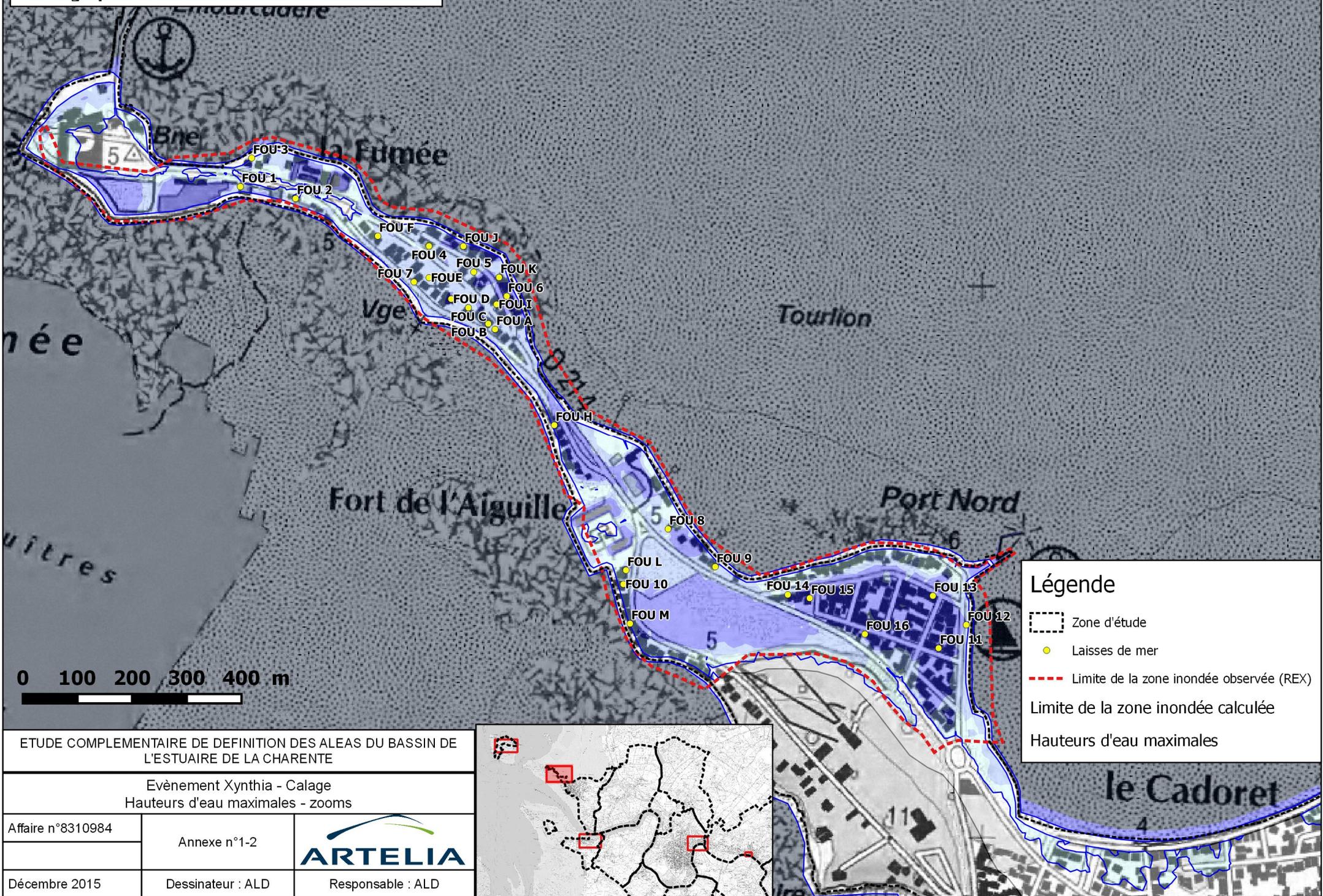
Décembre 2015

Dessinateur : ALD

Responsable : ALD



# Cartographie brute des résultats de modélisation



ETUDE COMPLEMENTAIRE DE DEFINITION DES ALEAS DU BASSIN DE L'ESTUAIRE DE LA CHARENTE

Evènement Xynthia - Calage  
Hauteurs d'eau maximales - zooms

Affaire n°8310984

Annexe n°1-2

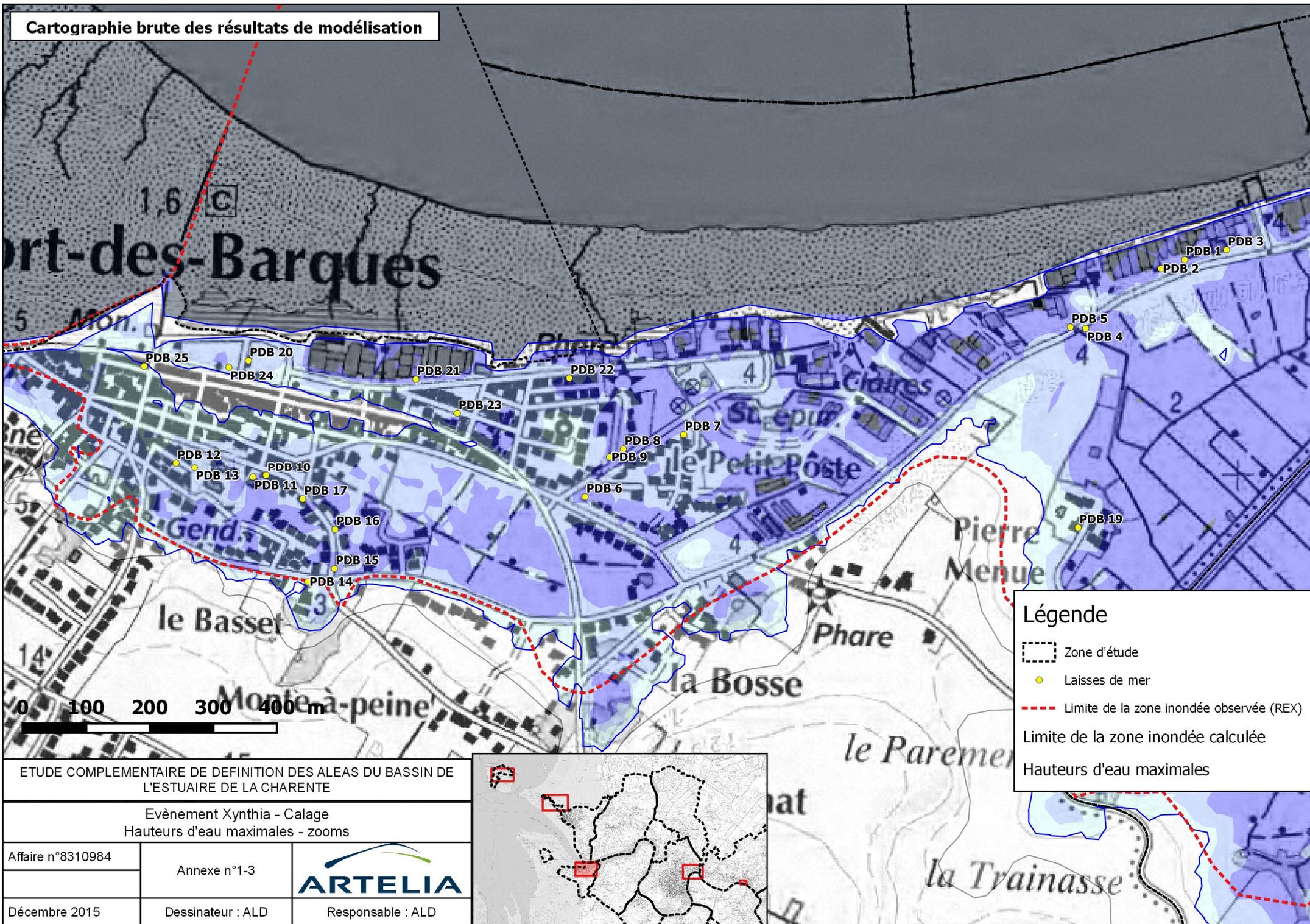


Décembre 2015

Dessinateur : ALD

Responsable : ALD

**Cartographie brute des résultats de modélisation**



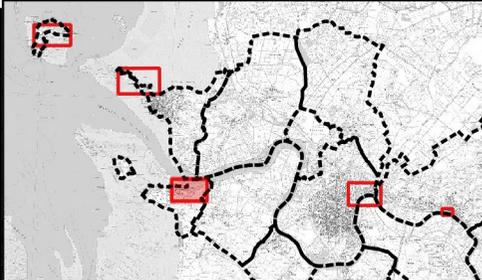
**Légende**

- Zone d'étude
- Laisses de mer
- Limite de la zone inondée observée (REX)
- Limite de la zone inondée calculée
- Hauteurs d'eau maximales

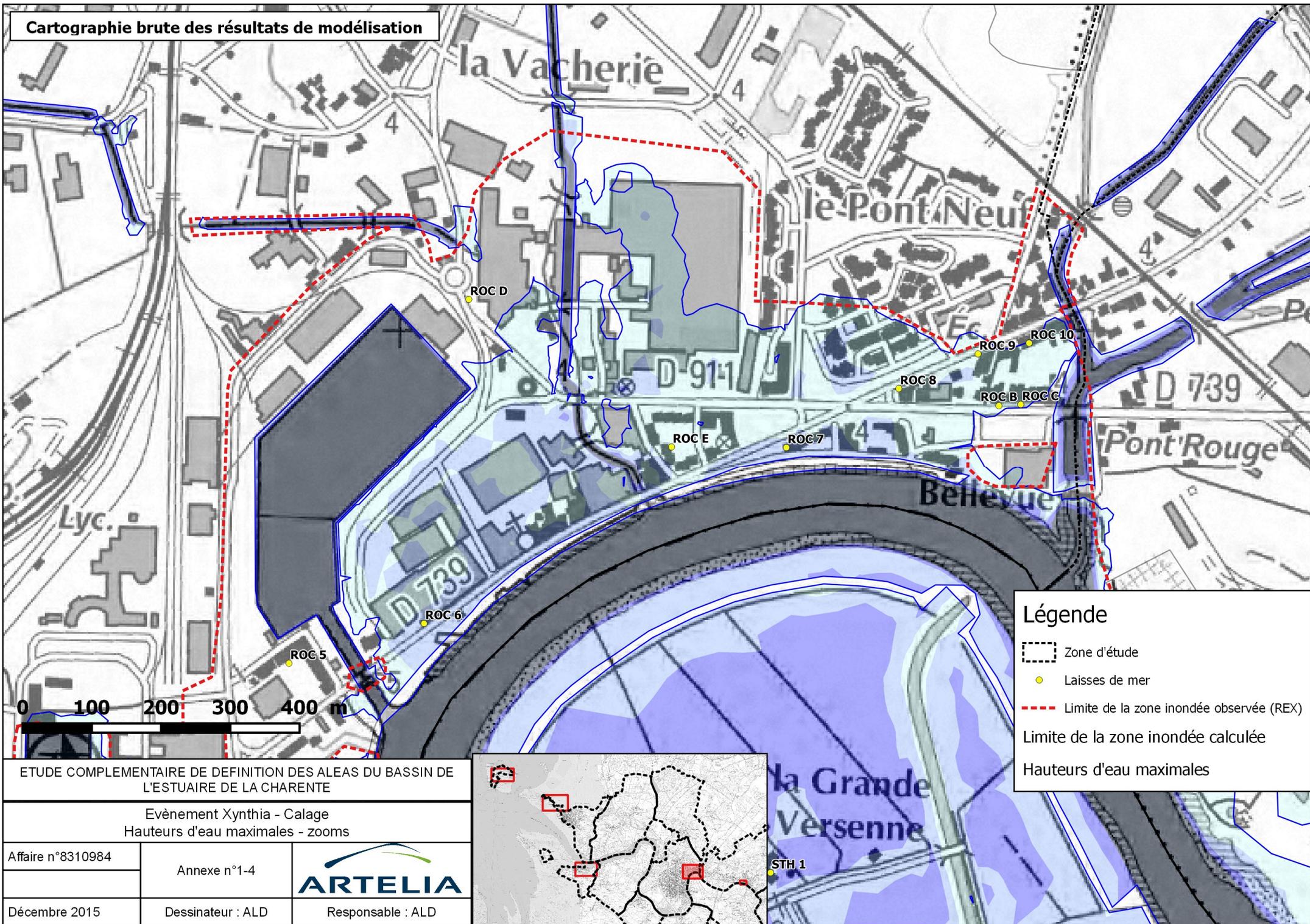
ETUDE COMPLEMENTAIRE DE DEFINITION DES ALEAS DU BASSIN DE L'ESTUAIRE DE LA CHARENTE

Evènement Xynthia - Calage  
Hauteurs d'eau maximales - zooms

Affaire n°8310984	Annexe n°1-3	
Décembre 2015		



**Cartographie brute des résultats de modélisation**



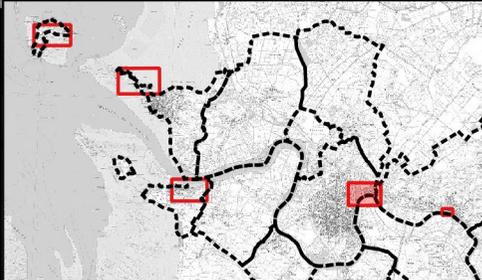
**Légende**

- Zone d'étude
- Laisses de mer
- Limite de la zone inondée observée (REX)
- Limite de la zone inondée calculée
- Hauteurs d'eau maximales

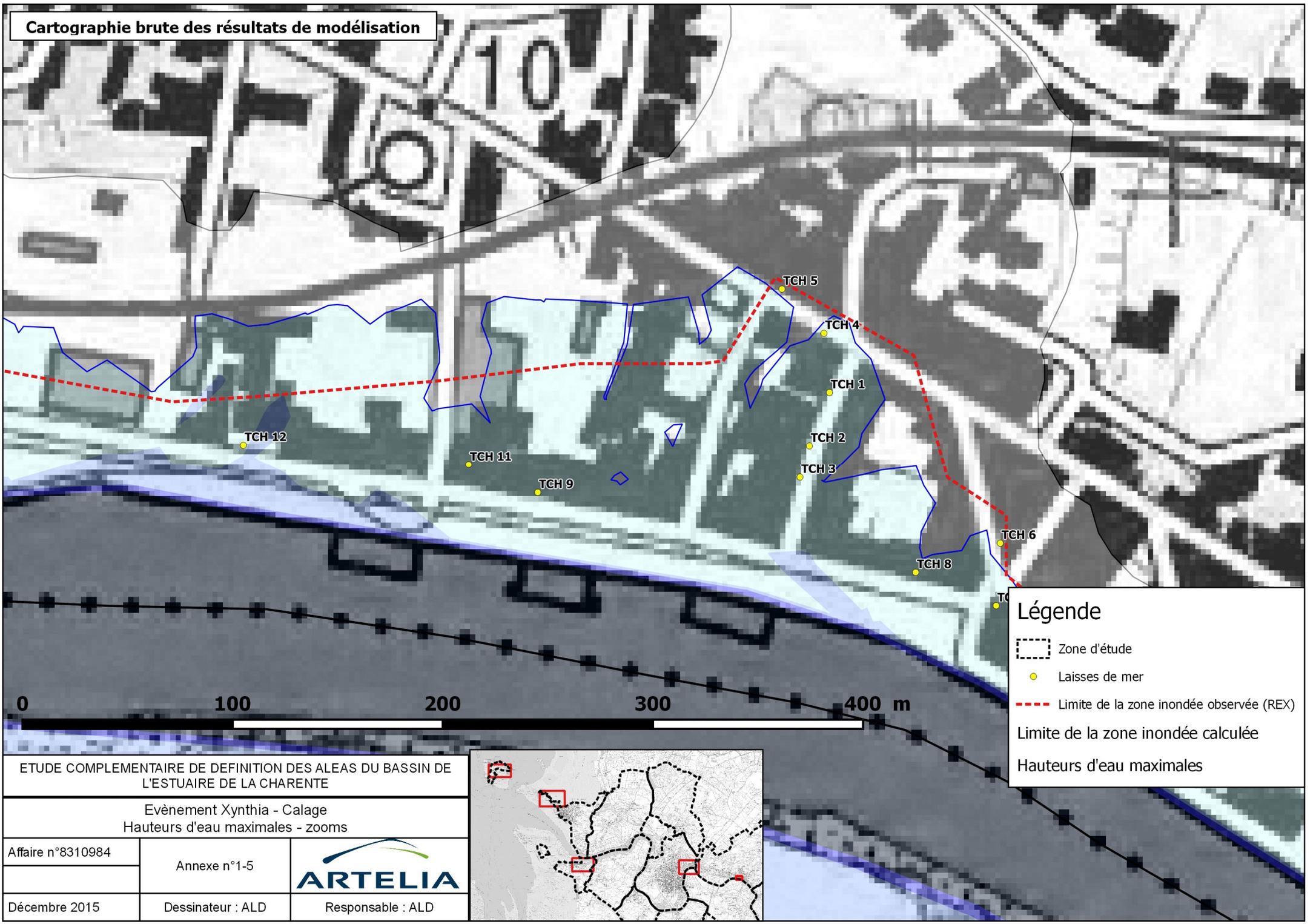
ETUDE COMPLEMENTAIRE DE DEFINITION DES ALEAS DU BASSIN DE L'ESTUAIRE DE LA CHARENTE

Evènement Xynthia - Calage  
Hauteurs d'eau maximales - zooms

Affaire n°8310984	Annexe n°1-4	
Décembre 2015	Dessinateur : ALD	



# Cartographie brute des résultats de modélisation



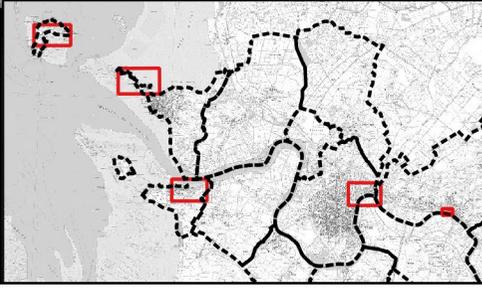
### Légende

- Zone d'étude
- Laisses de mer
- Limite de la zone inondée observée (REX)
- Limite de la zone inondée calculée
- Hauteurs d'eau maximales

ETUDE COMPLEMENTAIRE DE DEFINITION DES ALEAS DU BASSIN DE L'ESTUAIRE DE LA CHARENTE

Evènement Xynthia - Calage  
Hauteurs d'eau maximales - zooms

Affaire n°8310984	Annexe n°1-5	
Décembre 2015		



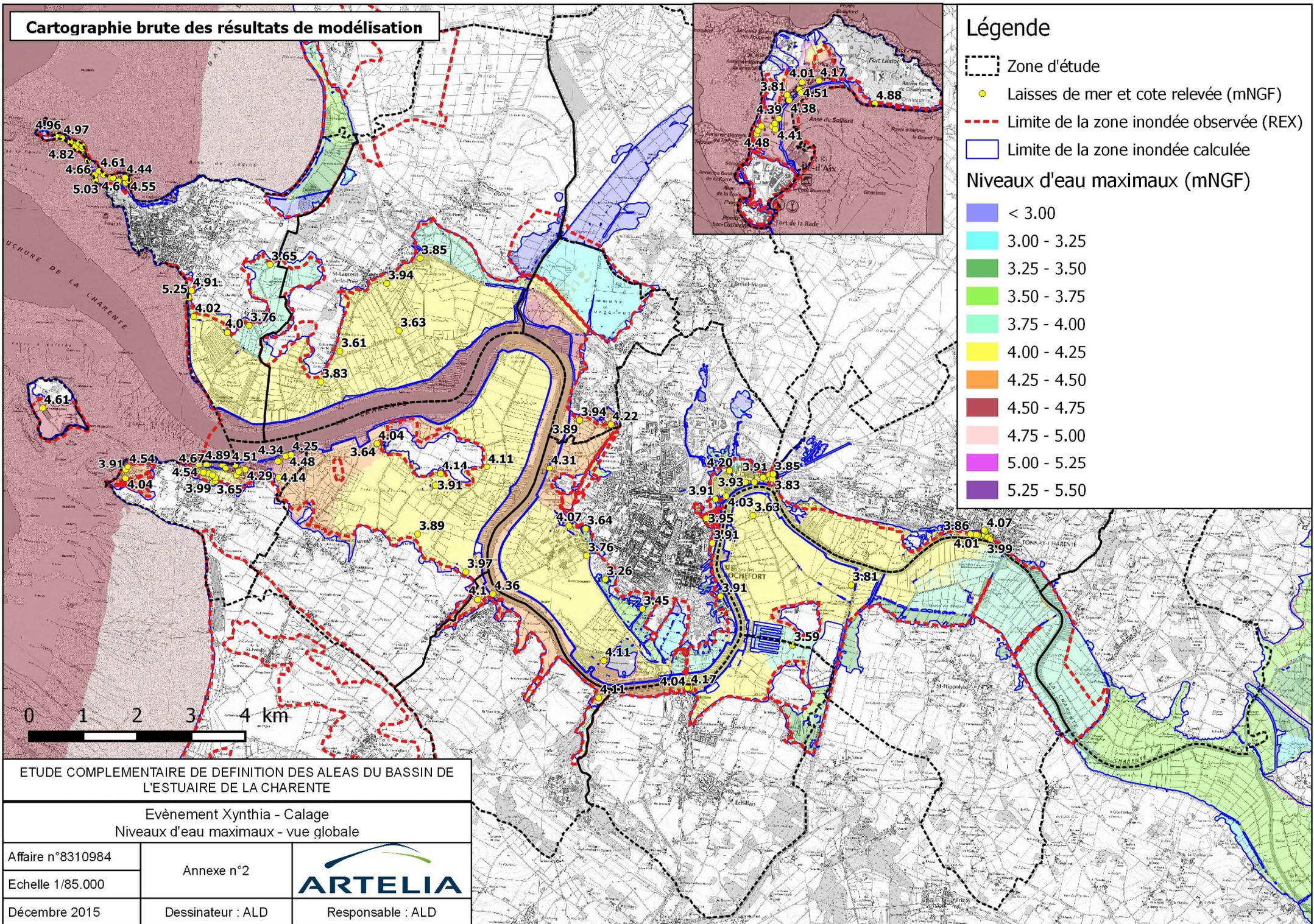
## **ANNEXE 2**

### **Calage de Xynthia – Niveaux d'eau**

# Cartographie brute des résultats de modélisation

## Légende

-  Zone d'étude
  -  Laises de mer et cote relevée (mNGF)
  -  Limite de la zone inondée observée (REX)
  -  Limite de la zone inondée calculée
- Niveaux d'eau maximaux (mNGF)
-  < 3.00
  -  3.00 - 3.25
  -  3.25 - 3.50
  -  3.50 - 3.75
  -  3.75 - 4.00
  -  4.00 - 4.25
  -  4.25 - 4.50
  -  4.50 - 4.75
  -  4.75 - 5.00
  -  5.00 - 5.25
  -  5.25 - 5.50



ETUDE COMPLEMENTAIRE DE DEFINITION DES ALEAS DU BASSIN DE L'ESTUAIRE DE LA CHARENTE

Evènement Xynthia - Calage  
Niveaux d'eau maximaux - vue globale

Affaire n°8310984	Annexe n°2	
Echelle 1/85.000		
Décembre 2015	Dessinateur : ALD	Responsable : ALD

### **ANNEXE 3**

## **Calage de Xynthia – Tableau des laisses de crues**

Nom	X	Y	Cote relevée (mNGF)	Cote calculée (mNGF)	Ecart (m)
AIX 1	328002.9982	118902.2767	4.48	4.41	-0.07
AIX 10	328447.0616	119296.847	4.45	4.52	0.07
AIX 11	328427.5852	119285.9631	4.51	4.52	0.01
AIX 12	328593.1351	119399.4994	4.17	4.38	0.21
AIX 13	329112.4694	119187.5496	4.88	4.74	-0.14
AIX 14	328160.4139	118980.9845	4.45	4.49	0.04
AIX 15	328188.712	118952.6864	4.41	4.50	0.09
AIX 2	328029.6924	118956.1234	4.32	4.44	0.12
AIX 3	328054.3244	118985.1089	4.44	4.43	-0.01
AIX 4	328184.473	119005.2728	4.33	4.51	0.18
AIX 5	328220.6763	119050.8707	4.39	4.50	0.11
AIX 6	328412.3477	119319.1876	4.39	4.65	0.26
AIX 7	328436.9797	119385.7513	4.01	4.27	0.26
AIX 8	328298.0094	119268.5488	3.81	4.40	0.59
AIX 9	328316.913	119220.8888	4.38	4.56	0.18
ECH 1	346268.8313	107846.9755	3.59	3.87	0.28
ECH 2	344359.1064	107066.542	4.17	4.24	0.07
ECH 3	344320.1534	107066.542	4.04	4.24	0.20
FOU 1	332651.9164	117177.9219	5.05	4.69	-0.36
FOU 10	333344.2475	116458.3237	5.2	4.77	-0.43
FOU 11	333920.8655	116342.496	5.12	4.68	-0.44
FOU 12	333971.3898	116384.6568	4.55	4.67	0.12
FOU 13	333910.3253	116437.2433	4.44	4.69	0.25
FOU 14	333645.2162	116439.3055	4.6	4.72	0.12
FOU 15	333685.2003	116433.0043	4.2	4.73	0.53
FOU 16	333786.1342	116367.8154	4.58	4.70	0.12
FOU 17	335141.0089	114361.0519	4.91	4.85	-0.06
FOU 18	335088.1933	114237.0899	5.25	5.30	0.05
FOU 19	335179.2745	113886.7426	4.02	3.95	-0.07
FOU 2	332744.4869	117159.0183	4.97	4.72	-0.25
FOU 20	336203.9658	113721.0781	3.76	3.85	0.09
FOU 21	335802.1777	113592.9917	4	3.96	-0.04
FOU 22	336591.5475	114841.2041	3.65	3.86	0.21
FOU 3	332664.2897	117232.456	4.96	4.62	-0.34
FOU 4	332988.6301	117072.749	4.84	4.63	-0.21
FOU 5	333070.4313	117025.6618	4.69	4.63	-0.06
FOU 6	333130.9229	116981.897	4.35	4.64	0.29
FOU 7	332961.1339	117007.6747	4.72	4.65	-0.07
FOU 8	333436.818	116561.4344	4.61	4.68	0.07
FOU 9	333512.5471	116489.8298	4.73	4.64	-0.09
FOU A	333109.3842	116921.8636	5.03	4.64	-0.39
FOU B	333097.1255	116931.9456	4.89	4.65	-0.24
FOU C	333060.6931	116960.9311	4.69	4.65	-0.04
FOU D	333029.187	116976.856	4.74	4.64	-0.10
FOU F	332895.0285	117090.9652	5.41	4.65	-0.76
FOU H	333217.8796	116748.0648	4.66	4.72	0.06
FOU I	333112.363	116967.1178	4.36	4.64	0.28
FOU J	333051.4131	117072.5198	4.49	4.63	0.14
FOU K	333116.8311	117016.0381	4.51	4.63	0.12
FOU L	333349.0594	116483.6431	4.83	4.69	-0.14

Nom	X	Y	Cote relevée (mNGF)	Cote calculée (mNGF)	Ecart (m)
FOU M	333356.3917	116386.9482	5.03	4.65	-0.38
FOUE	332988.6301	117015.4653	4.82	4.65	-0.17
PDB 1	336916.1171	111336.0128	4.48	4.55	0.07
PDB 10	335471.1923	110998.9553	3.92	3.99	0.07
PDB 11	335450.5702	110996.0911	4.07	3.99	-0.08
PDB 12	335329.587	111018.7755	3.98	3.99	0.01
PDB 13	335358.6871	111011.3286	3.65	3.99	0.34
PDB 14	335536.7249	110832.718	3.99	4.16	0.17
PDB 15	335578.6566	110853.2255	3.65	3.99	0.34
PDB 16	335579.8023	110914.4046	3.76	3.99	0.23
PDB 17	335528.9343	110961.8355	3.79	3.99	0.20
PDB 18	333920.0635	111062.9985	3.91	4.46	0.55
PDB 19	336748.5049	110917.1542	4.14	4.44	0.30
PDB 2	336878.7681	111322.0356	4.34	4.55	0.21
PDB 20	335443.3524	111178.7117	4.89	4.70	-0.19
PDB 21	335706.8576	111149.6115	4.51	4.66	0.15
PDB 22	335948.1366	111151.33	4.51	4.63	0.12
PDB 23	335771.9319	111096.5668	4.2	4.64	0.44
PDB 24	335412.6484	111168.286	4.67	4.68	0.01
PDB 25	335279.4064	111169.89	4.54	4.60	0.06
PDB 26	333961.4224	111123.9484	4.54	4.46	-0.08
PDB 27	333915.2517	110906.614	4.04	4.46	0.42
PDB 28	332385.4325	112208.9022	4.61	4.68	0.07
PDB 3	336981.8788	111351.4794	4.25	4.54	0.29
PDB 4	336760.4199	111228.8922	4.33	4.51	0.18
PDB 5	336736.3607	111231.069	4.28	4.55	0.27
PDB 6	335973.1123	110965.0434	4.11	4.29	0.18
PDB 7	336128.5804	111063.3422	4.29	4.51	0.22
PDB 8	336033.2603	111040.887	3.91	4.47	0.56
PDB 9	336011.607	111028.3992	4.25	4.46	0.21
ROC 1	342769.5975	107561.9317	4.11	4.19	0.08
ROC 10	345908.7458	110981.6556	3.85	3.87	0.02
ROC 11	344782.204	109716.029	3.91	4.14	0.23
ROC 12	344932.4019	108742.7784	3.91	3.88	-0.03
ROC 13	343484.4984	108510.5502	3.45	3.43	-0.02
ROC 14	342796.5209	109054.4019	3.26	3.33	0.07
ROC 15	342462.4422	109496.174	3.76	4.18	0.42
ROC 2	341766.4449	111095.5357	4.31	4.45	0.14
ROC 3	342126.5304	110031.3186	4.07	4.20	0.13
ROC 4	342435.2897	109980.6798	3.64	3.58	-0.06
ROC 5	344839.7169	110522.3547	3.91	3.61	-0.30
ROC 6	345034.8252	110579.2947	4.03	4.11	0.08
ROC 7	345558.3985	110832.1451	4.07	4.10	0.03
ROC 8	345720.626	110916.5813	4.31	4.09	-0.22
ROC 9	345834.9643	110966.189	3.91	4.04	0.13
ROC A	344667.522	110170.5181	3.95	4.32	0.37
ROC B	345865.2102	110891.9493	3.95	4.02	0.07
ROC C	345896.7162	110893.897	3.83	4.08	0.25
ROC D	345099.4413	111044.324	4.2	3.73	-0.47
ROC E	345392.6194	110833.0617	3.93	4.06	0.13

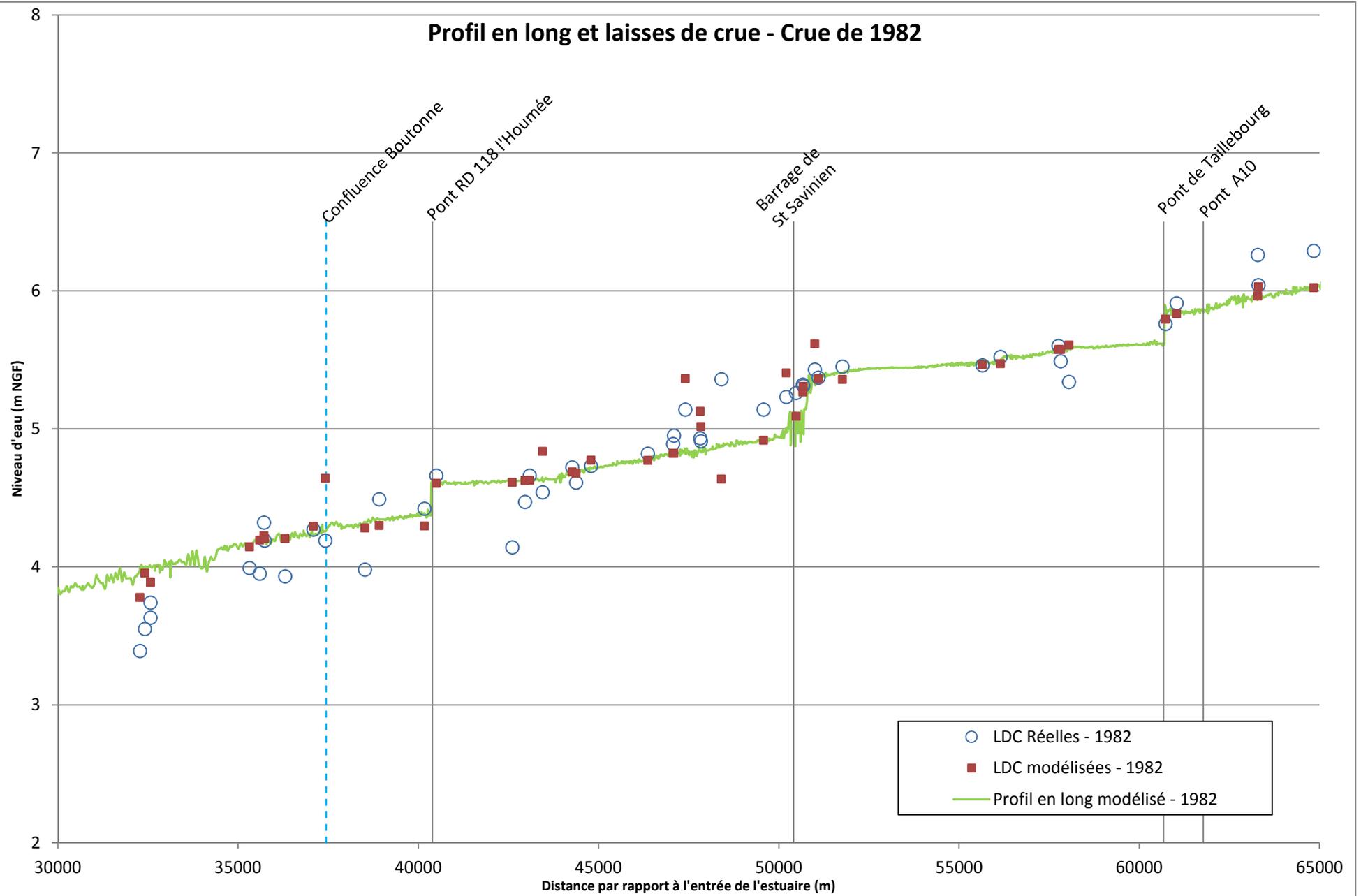
Nom	X	Y	Cote relevée (mNGF)	Cote calculée (mNGF)	Ecart (m)
SLP 1	339368.548	114955.5424	3.85	4.03	0.18
SLP 2	338981.31	113625.6434	3.63	4.03	0.40
SLP 4	337884.4412	113249.9767	3.61	4.02	0.41
SLP 5	338752.748	114493.721	3.94	4.03	0.09
SLP A	337531.2297	112688.7107	3.83	3.99	0.16
SNZ 1	338572.7625	111562.7418	4.04	4.25	0.21
SNZ 2	338572.7625	111575.6879	3.64	4.26	0.62
SNZ 3	339325.9289	109881.9226	3.89	4.13	0.24
SNZ 4	339650.8422	110777.7256	3.91	4.13	0.22
SNZ 5	339748.2246	110991.8521	4.14	4.13	-0.01
SNZ 6	340605.5328	111122.0008	4.11	4.11	0.00
SNZ 7	340215.6598	109187.7584	3.97	4.16	0.19
SOU 1	340715.7467	108785.5121	4.36	4.41	0.05
SOU 2	342676.3396	106882.0884	4.11	4.33	0.22
SOU 3	340436.4313	108681.4848	4.1	4.24	0.14
STH 1	345535.485	110222.7608	3.63	4.09	0.46
STH 2	347353.8997	108948.9999	3.81	4.08	0.27
TCH 1	349836.1182	109906.5546	4.3	4.00	-0.30
TCH 10	349923.7623	109774.3438	3.99	4.17	0.18
TCH 11	349664.3815	109872.4135	4.01	4.02	0.01
TCH 12	349557.1464	109881.6935	3.86	4.03	0.17
TCH 2	349826.6091	109881.3498	4.18	4.01	-0.17
TCH 3	349822.1409	109866.3415	4.24	4.03	-0.21
TCH 4	349833.4831	109934.5091	4.07	4.00	-0.07
TCH 5	349813.5484	109955.3604	3.95	4.06	0.11
TCH 6	349917.3465	109835.1791	3.94	4.09	0.15
TCH 7	349915.3988	109805.7353	4.05	4.05	0.00
TCH 8	349877.1333	109821.431	3.87	4.05	0.18
TCH 9	349697.2624	109859.1237	4.15	4.00	-0.15
VER 1	342313.8482	111972.6641	3.89	4.45	0.56
VER 2	342320.3785	111985.7248	3.94	4.45	0.51
VER 3	342904.558	111904.3819	4.22	4.45	0.23

Ecart-type	0.23
Moyenne des écarts	0.09
Moyenne absolue des écarts	0.20
Ecart minimum	-0.76
Ecart maximum	0.62

## **ANNEXE 4**

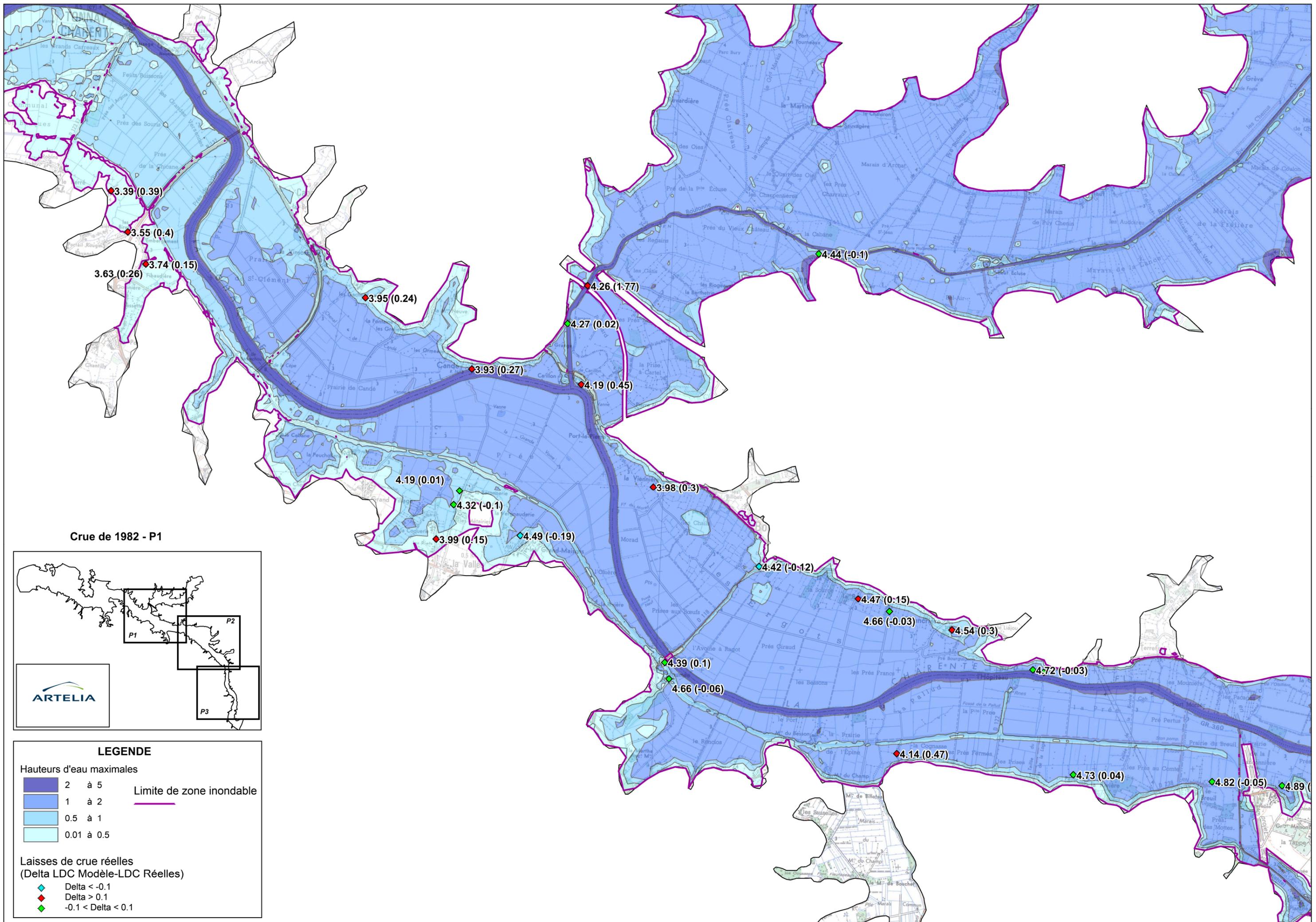
# **Calage de la crue de 1982 – Profil en long**

### Profil en long et laisses de crue - Crue de 1982



## **ANNEXE 5**

# **Calage de la crue de 1982 – Emprise inondée**



3.39 (0.39)

3.55 (0.4)

3.63 (0.26)

3.74 (0.15)

3.95 (0.24)

3.93 (0.27)

4.26 (1.77)

4.27 (0.02)

4.19 (0.45)

4.19 (0.01)

4.32 (-0.1)

3.99 (0.15)

4.49 (-0.19)

3.98 (0.3)

4.42 (-0.12)

4.47 (0.15)

4.66 (-0.03)

4.54 (0.3)

4.39 (0.1)

4.66 (-0.06)

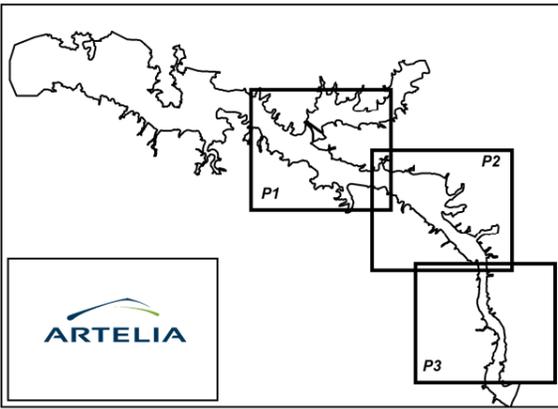
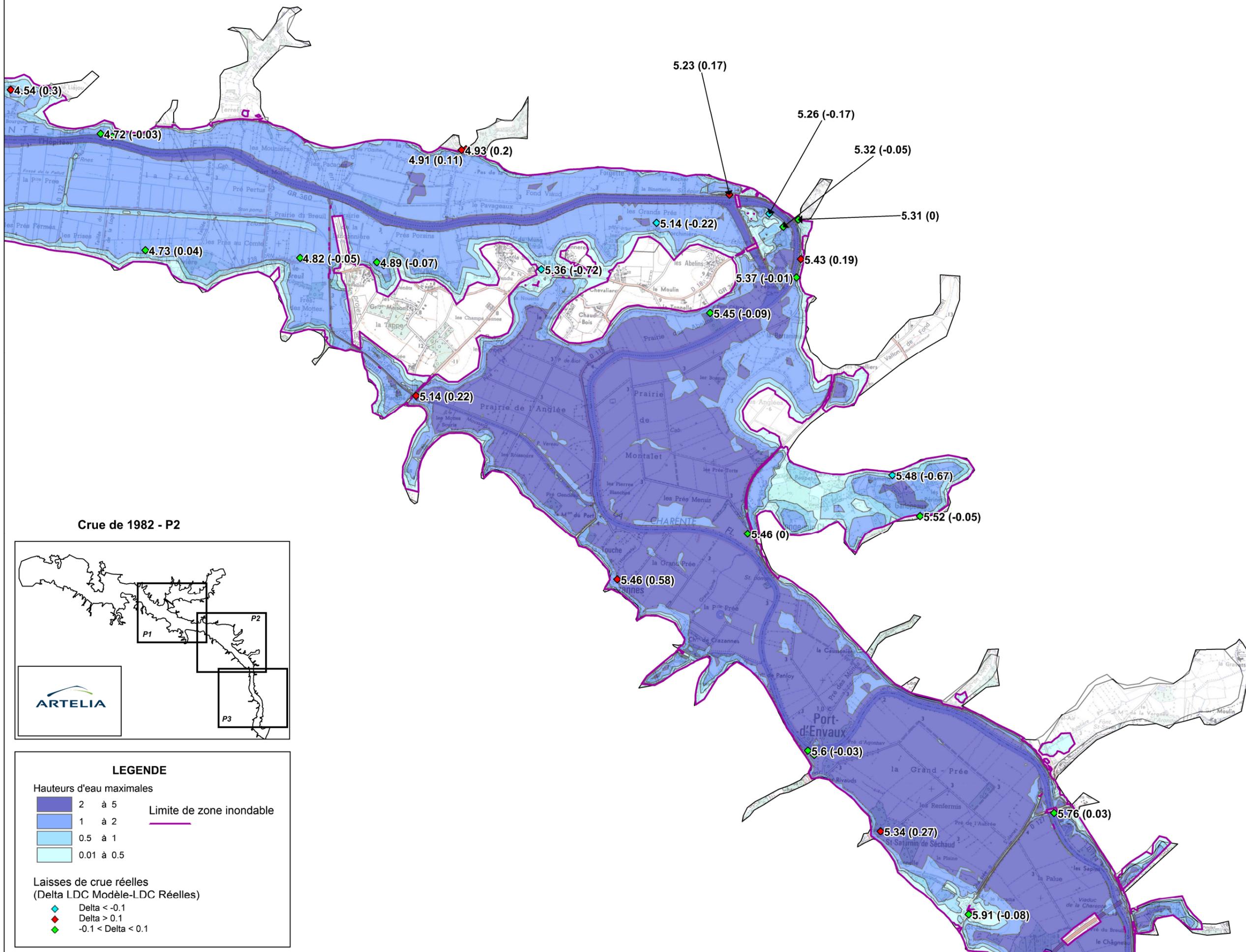
4.72 (-0.03)

4.14 (0.47)

4.73 (0.04)

4.82 (-0.05)

4.89 (0.1)



5.23 (0.17)

5.26 (-0.17)

5.32 (-0.05)

5.31 (0)

5.43 (0.19)

5.37 (-0.01)

5.45 (-0.09)

5.48 (-0.67)

5.52 (-0.05)

5.46 (0)

5.46 (0.58)

5.6 (-0.03)

5.34 (0.27)

5.76 (0.03)

5.91 (-0.08)

4.91 (0.11)

4.93 (0.2)

5.14 (-0.22)

5.36 (-0.72)

4.82 (-0.05)

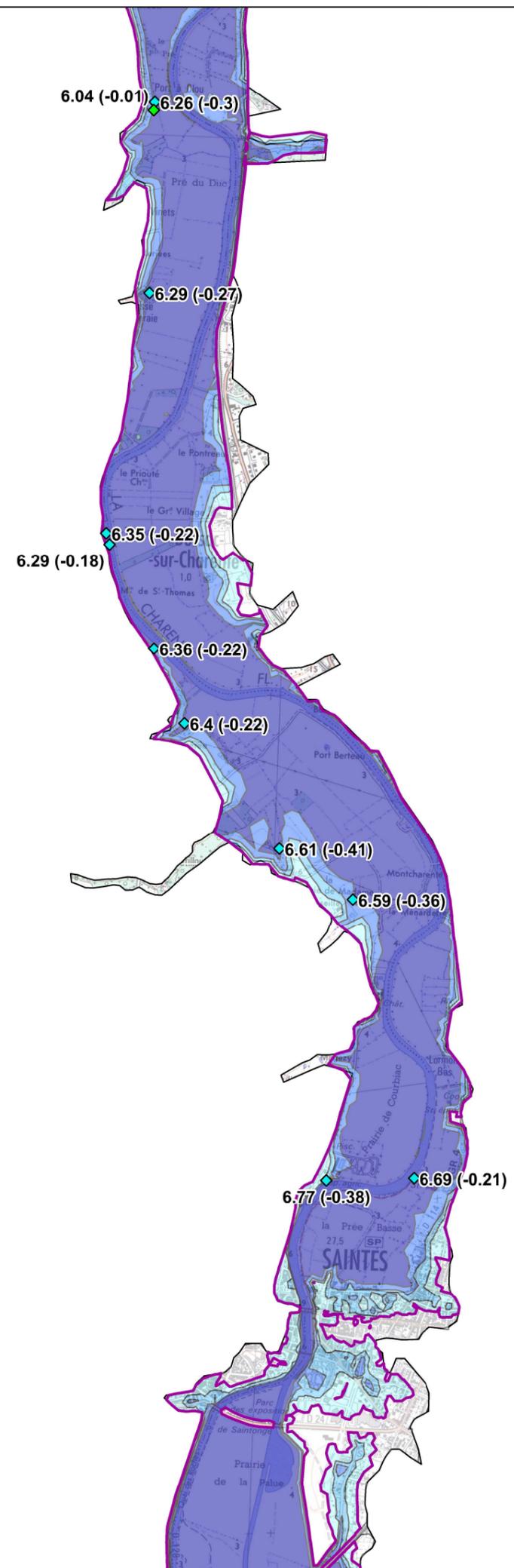
4.89 (-0.07)

4.73 (0.04)

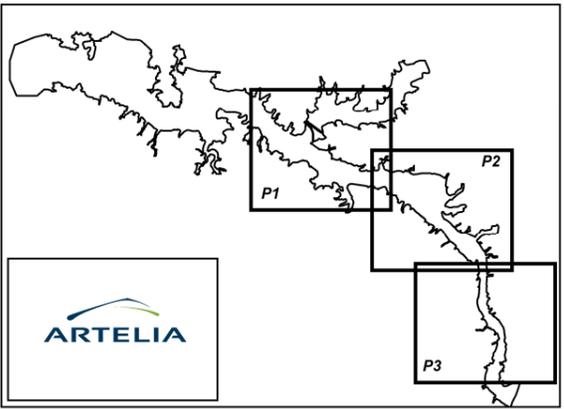
4.54 (0.3)

4.72 (-0.03)

5.14 (0.22)



Crue de 1982 - P3



**LEGENDE**

- Hauteurs d'eau maximales
- 2 à 5
  - 1 à 2
  - 0.5 à 1
  - 0.01 à 0.5
- Limite de zone inondable
- Laisses de crue réelles  
(Delta LDC Modèle-LDC Réelles)
- ◆ Delta < -0.1
  - ◆ Delta > 0.1
  - ◆ -0.1 < Delta < 0.1

## **ANNEXE 6**

# **Scénarios de défaillance**



# ETUDE COMPLEMENTAIRE DE DEFINITION DES ALEAS DU BASSIN DE L'ESTUAIRE DE LA CHARENTE

Prise en compte des protections dans le cadre de l'aléa réglementaire à court terme (Xynthia + 20 cm)

Affaire N°: 8310984

Figure N°: 1



Echelle: 1/50 000

Janvier 2016

Dessinateur : ARD

Ingénieur-Responsable de mission : ALD

## Légende

- Digue pérenne
- Brèche
- Effacement

