

UNION DES MARAIS DU DEPARTEMENT DE LA CHARENTE-MARITIME

Syndicat Mixte formé par Arrêté Ministériel du 9 MARS 1966

28 rue de Vaucanson Z.I. 17180 Périgny

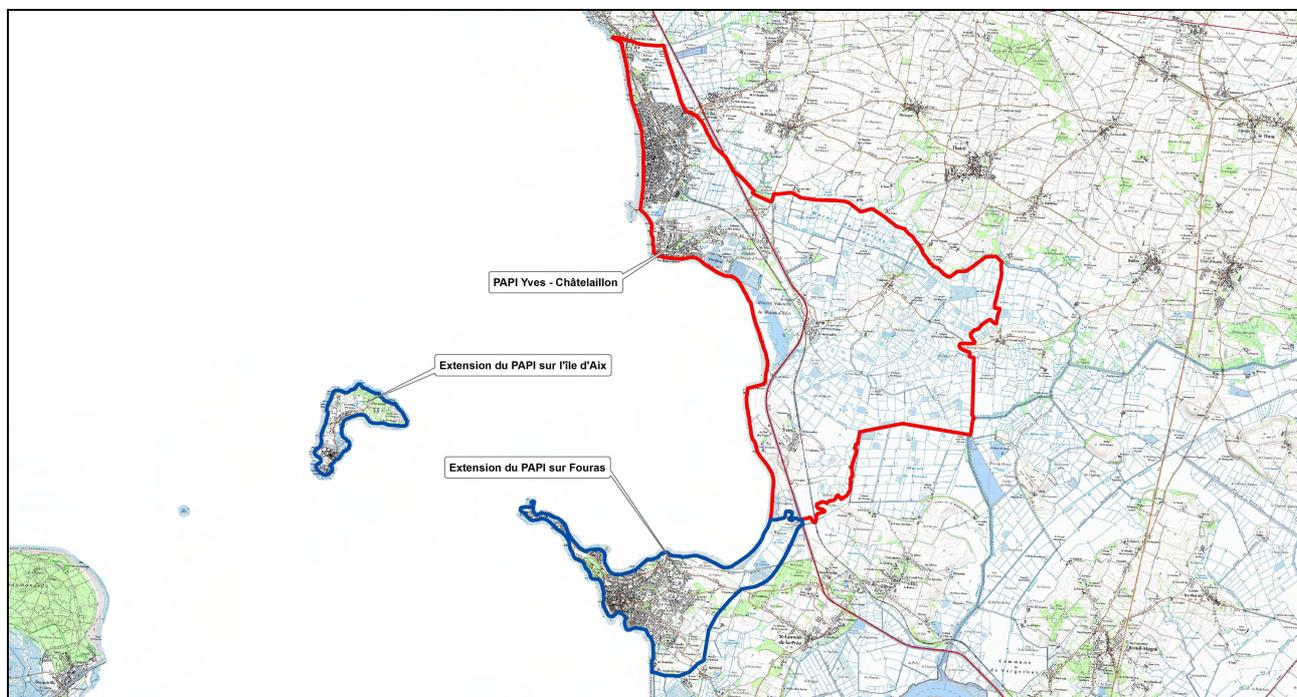
Téléphone : 05.46.34.34.10      Télécopie : 05.46.34.61.63

# Syndicat Intercommunal du Littoral Yves, Châtelailon-Plage, Ile d'Aix et Fouras-les-Bains (SILYCAF)

-

## PROGRAMME D' ACTIONS DE PREVENTION DES INONDATIONS (PAPI)

### VOLET 2 : Extension sur les communes de l'île d'Aix et de Fouras-les-Bains



### Volume 4 : Analyse Coût Bénéfice

PERIGNY, le  
Pour le Président de l'UNIMA  
et par ordre,  
Le Responsable du bureau d'études

Christophe CHASTAING



# **SOMMAIRE :**

---

**1. Périmètre de l'étude**

**2. Aléa**

**3. Recensement des enjeux**

**4. Coûts**

**5. Analyse Coût Bénéfice**

**6. Analyse des résultats**

**7. Analyse de la sensibilité**

**Annexes**

**L'Analyse Coût Bénéfice** permet :

1. d'identifier les mesures rentables d'un point de vue économique
2. de comparer le coût de mise en œuvre des mesures par rapport aux dommages évités entre la situation dite initiale et celle atteinte après mise en œuvre des mesures.

Conformément aux recommandations de l'annexe technique de décembre 2010 sur l'A.C.B. et de septembre 2011 (guide CEPRI), notre étude comporte les étapes suivantes :

1. La définition du périmètre d'études
2. Une description des aléas retenus pour cette analyse
3. Le recensement des enjeux
4. Une évaluation des dommages évités par les mesures proposées
5. Une évaluation du coût de mise en œuvre des mesures proposées
6. Une analyse des résultats
7. Une analyse de la sensibilité et de l'incertitude.

Il conviendra de bien noter que ces évaluations sont opérées à enjeux constants, et portent uniquement sur les dommages tangibles et directs.

La situation initiale servira de référence et sera comparée à la situation projetée avec l'ensemble des mesures mises en œuvre, sur chaque sous secteurs (bassin de risque cohérent).

Les mesures retenues pour réaliser cet exercice d'A.C.B., sont uniquement celles relevant d'aspects structurels (c'est à dire susceptibles de modifier les caractéristiques de l'aléa).

Les secteurs géographiques sur lesquels porte cette réflexion sont ceux de la commune de l'île d'Aix et du Nord de la commune de Fouras. ( plus particulièrement celui de la pointe de la Fumée et celui du quartier du port Nord). Au cœur de ces secteurs, se trouvent des zones dites de solidarité (ou zone noire), définie au lendemain de la tempête Xynthia, dans le cadre du rapport Pitié. Cf. cartes en **annexe 1**

A ce titre, des études spécifiques pour améliorer la protection des personnes et des biens sur ces communes sur ces secteurs à forts enjeux ont été réalisées par le Conseil Général de la Charente Maritime, dans le cadre de la mission littorale.

Ces études ont été conduites par le cabinet EGIS Eau de Montpellier d'une part pour la modélisation hydrodynamique des aléas et la conception du dispositif de protection contre les submersions et par l'UNIMA (Union des Marais de la Charente Maritime) d'autre part pour la partie concernant l'amélioration du stockage et du réessuyage des eaux issues d'une éventuelle submersion.

Pour assurer l'adéquation de la réflexion vis à vis de la stratégie locale cohérente retenue sur le territoire d'étude, l'A.C.B. sera réalisée en tenant compte du sous découpage territorial en 3 secteurs. En conséquence, l'étude sera menée pour l'ensemble des mesures portant sur les équipements structurels, et ce, pour chacun des secteurs. Ainsi, le bénéfice apporté pour chaque secteur pourra être apprécié.

## 1. Périmètre de l'étude

Il tient compte des zones potentiellement exposées aux aléas, et présentant donc une vulnérabilité potentielle, vis à vis du risque de submersion.

Les limites de territoires prises en compte pour nos calculs correspondent donc :

- A l'emprise maximale des aléas aux regards des différentes hypothèses retenues et issues de la modélisation en phase diagnostic du P.A.P.I.
- A la limite de l'impact hydraulique direct et de ses conséquences potentielles sur le territoire, issu des retours d'expérience et de l'analyse des données topographiques disponibles sur le secteur (LIDAR)

*La carte n°41 en annexe* tient compte de ces deux hypothèses, et représente le territoire concerné par un aléa de type Xynthia+.

Les 3 secteurs de réflexion soumis à l'Analyse Coût Bénéfice sont donc :

- Le quartier Port Nord et Nord Bois Vert à Fouras,
- Le quartier de la pointe de la Fumée à Fouras,
- L'île d'Aix dans son ensemble.

Il est ainsi possible d'apprécier l'origine des submersions sur le plan géographique, et donc de distinguer pour chaque grand secteur de protection homogène les zones potentiellement impactées par la submersion. (Voir volet diagnostic des ouvrages).

## 2. Aléa

Conformément aux hypothèses utilisées dans notre document, 3 aléas particuliers sont retenus dans notre réflexion ACB :

- Le scénario d'événement fréquent et de période de retour inférieure à 100ans (Martin 99), de période de retour estimée à 50ans.
- Le scénario dit de référence et correspondant à Xynthia, de période de retour estimée à 150ans.
- Le scénario dit extrême ou Xynthia+, de période de retour estimée à 340ans..

Ces trois scénarios ont fait l'objet d'une présentation dans le Chapitre 2.2. du Diagnostic : Caractérisation de l'aléa inondation.

A ces aléas, de fréquence définie, vient s'ajouter une réflexion pour la caractérisation des scénarios d'événement engendrant les premiers dommages. Compte tenu des contextes géographiques (topographie et orientation) et physiques (altimétrie des terrains, exposition, pentes des Tn...) ces aléas sont différents en fonction du secteur considéré.

- Sur les deux secteurs situés sur Fouras, on relève des dommages importants dès le scénario initial (Martin), ce qui laisse penser que l'aléa engendrant les premiers dégâts est de plus faible fréquence que ce dernier.

- D'un point de vue géographique et physique :
  - le secteur de la pointe de la Fumée (qui est le bout de la presqu'île) apparaît comme une bande de terre plate et très basse (voir données LIDAR), orientée Nord-Est et dont les côtés sont très exposés aux événements tempétueux, particulièrement pour des orientations de vent et de houle Sud-Ouest et Nord-Ouest (c'est à dire la majorité des situations connues). Cette situation en fait un site très vulnérable.
  - Le secteur du quartier du Port Nord est également assez plat et situé à une altimétrie très basse. Il est essentiellement soumis au risque de submersion pour des houles orientés d'Ouest ou de Nord Ouest (dans la mesure où les arrivées d'eau par le sud ouest (secteur Fumée). Il est également vulnérable pour des surélévations du plan d'eau moyen au-delà de la côte 4.27m NGF.
- D'un point de vue historique, l'analyse des travaux réalisés sous la conduite d'Emmanuel Garnier de l'I.U.F., dans le cadre de « la mesure du risque de submersion et de raz de marée sur les littoraux français et européens » et son rapport à destination des parlementaires (La crise Xynthia à l'Aune de l'histoire », nous apprennent plusieurs éléments très importants :

- Entre 1500 et 2010, 34 événements majeurs de submersions ont été recensés sur le littoral charentais et vendéen, c'est à dire en moyenne 7 événements par siècle.
- Entre 1890 et 2010, 8 événements majeurs ont impactés Fouras et ses environs et créés de gros dommages, particulièrement sur les secteurs de la Fumée et du Port Nord. Les caractéristiques de ces événements sont synthétisées dans le tableau présenté ci-après :

Date	Dir. Vent	Coef. de marée	Témoignages et dommages
22/01/1890	SW	105	Village des boucholeurs est à moitié détruit; Terrains inondés au Marouillet jusqu'à 1km dans les terres;
10/02/1895	NW	111	Fouras: digues rompues et terrain couverts de 1 m d'eau, commune particulièrement éprouvée.
8-janv-1924	SSW	97	Fouras: énormes dégâts, villas du quartier Nord inondées, route de la Fumée abimée.
16-nov-1940	NW	83	Fouras: dégâts importants surtout sur la pointe de la Fumée; Bouchôleurs: dégâts considérables
16-févr-1941	SW	98	Rochefort: Onde de marée très importante; envahit le terrain d'aviation. Fouras a également été touché.
15-févr-1957	SW-W	112	Chatellaillon et Port des Barques sont ravagés. Fouras a également été touché.
27-déc-1999	W-NW	77	Voir cartes d'aléa
28-févr-2010	S-W	102	Voir cartes d'aléa

- Des témoignages locaux nous apportent des compléments d'information sur la situation particulière du quartier de la pointe de la Fumée et confirment la grande vulnérabilité du site. Ainsi nous apprenons, textuellement, les éléments suivants :
  - 1- Par grandes marées et fortes pluies vérification des clapés anti-retour, avant et après l'évènement, par une personne (dedans on trouve bouteille, branchage, boule de pétanque...). En fait ils restent entrouverts et donc l'eau remonte dans les réseaux (tout le port Nord, impasse des Deux Chênes et vers la plage de la Vierge).
  - 2- Evènement plus marqué type Klaus (2009) mais aussi évènement de 2003: travail identique que le point 1, plus débouchage des réseaux et

nettoyage des voiries.

3- Pour la Redoute de l'Aiguille, selon le conservateur, à partir de 80km/h de vent et lors de fortes marées, on constate une érosion du trait de côte en partie Ouest de la Redoute (face à l'océan et côté Bois Vert). Des dégâts structurels plus importants apparaissent lors de tempêtes avérées.

On constate donc que le secteur de la fumée connaît des submersions très régulières, soit environ tous les 15 ans. Faute d'éléments statistiques plus précis sur les aléas, nous considérerons, de manière empirique, que **l'aléa créant les premiers dégâts sur le secteur de La Fumée a une période de retour de 15ans.**

En ce qui concerne le secteur du quartier du Port Nord, au regard des témoignages recueillis dans le tableau de présentation des tempêtes sur les 120 dernières années et faute d'éléments complémentaires, nous reprendrons l'hypothèse précédente, soit une période de retour de 15 ans pour l'aléa créant les premiers dommages.

➤ Sur le secteur de l'île d'Aix

- D'un point de vue géographique et physique :

L'île d'Aix apparaît comme une terre basse (voir données LIDAR), mais avec une pente marquée d'ouest en Est des terrains. Les côtés Ouest et Est de l'île sont exposés aux événements tempétueux, particulièrement pour des orientations de vent et de houle Ouest, et pour des surélévations du plan d'eau (car la partie Est de l'île est plus basse). Les parties Sud et Nord sont mieux protégées (Altimétrie, protections existantes...).

- D'un point de vue historique, l'analyse des travaux réalisés sous la conduite d'Emmanuel Garnier de l'I.U.F., dans le cadre de « la mesure du risque de submersion et de raz de marée sur les littoraux français et européens » et son rapport à destination des parlementaires (La crise Xynthia à l'Aune de l'histoire », ne nous apprennent rien de particulier sur les submersions passées sur l'île d'Aix. Ceci ne signifie pas que l'île d'Aix n'a pas subis de dommages lors de ces tempêtes, mais seulement qu'aucune information n'a pu être retrouvée dans les documents de presse et témoignages divers de l'époque. Il faut noter à ce sujet, que les moyens de communication avec la petite île n'étaient pas ceux d'aujourd'hui, ce qui explique probablement en grande partie cette absence de documents.

On constate cependant que l'intensité de la tempête Xynthia a généré de gros dommages sur l'île. On peut ainsi penser que des tempêtes de plus faible intensité, mais générant des élévations du plan d'eau puissent avoir des conséquences sur ce petit territoire. N'oublions pas que la tempête Martin a eu lieu avec un coefficient de Marée de seulement 77, avec des côtes de plan d'eau constant à Fouras de +3.25

NGF contre +4.40 NGF pour Xynthia (source Rapport EGIS eau). (On notera au passage que les côtes de plan d'eau relevées à Fouras et Aix pour Xynthia sont très proches).

Les côtes de protection les plus basses, sont situées sur la partie Est de l'île, sur la route de l'anse du Saillant et se situent entre +3.45 NGF et + 4 NGF (Liaison avec la digue des Ormeaux). Ceci se comprend par le fait que cette côte n'est pas soumise au risque de houle, car protégée des vents de Sud, d'Ouest et de Nord. A titre de comparaison, les points de protection actuellement les plus bas sur la côte Ouest (Tridoux) se situent à la cote +5.52 NGF.

Deux tempêtes depuis 1890 (1924 et 1957) ont eu vraisemblablement des côtes de plan d'eau constant supérieures à 4m NGF, et 3 autres (1890, 1895 et 1940) ont dépassés 3.5m NGF.

On peut donc facilement imaginer que la période de retour de l'aléa créant les premiers dommages aux biens est largement inférieure aux 150 ans de Xynthia.

Faute d'éléments statistiques plus précis sur les aléas, nous considérerons, de manière arbitraire et pour tenir compte des éléments précédemment évoqués, que **l'aléa créant les premiers dégâts sur le secteur de île d'Aix a une période de retour de 50ans (c'est à dire de même fréquence de retour que Martin).**

Les **cartes fournies en annexe 3** présentent les territoires touchés par chacun des aléas de référence, avec et sans mesures de protection, selon les rapports REX et les simulations réalisées par le bureaux d'études EGIS en 2010 et 2011.

Les hauteurs d'eau estimées ou constatées sont reportées, selon 3 classes :

- Classe 1 : inférieure à 0.5m
- Classe 2 : de 0.5m à 1m
- Classe 3 : au delà de 1m

Les durées de submersions sont généralement des paramètres pertinents pour apprécier les dégâts causés aux biens lors de crues. Cependant, lors d'un épisode de submersion marine, les dégâts causés aux biens et activités sont différents, compte tenu du caractère salé des eaux. Dès l'apparition des premières entrées d'eau des dégâts importants et parfois irréversibles sont à déplorer. On notera par exemple que :

- De faibles hauteurs d'eau pénétrant les habitations suffisent à imposer des réfections complètes des sols, des réseaux électriques, des plâtres...
- Les terrains à vocation agricole subissent des dommages importants, notamment liés à la salinité résiduelle des sols, qui conduisent à la mise en œuvre systématique de mesures correctives sur les sols et à des pertes de rendement.

Par ailleurs, les submersions (et ce quelle qu'en soit l'origine) pouvant intervenir à tout moment de l'année (Cf : « La tempête Xynthia face à l'histoire, submersions et tsunamis sur les littoraux français du moyen âge à nos jours » de E. Garnier et F.Surville), il n'est pas intégré de saisonnalité à notre réflexion.

### 3. Recensement des enjeux

Il est souhaité pouvoir apprécier les dommages directs sur :

- L'habitat
- Les activités économiques
- Les activités agricoles
- Les équipements publics
- Les infrastructures
- Le patrimoine culturel, historique et environnemental

A partir des cartes de représentation (source Bd Topo IGN, SDIS 17, CORINE LAND COVER, UNIMA), les enjeux sont appréciés quantitativement et qualitativement, pour chacun des scénarios d'aléa et avec ou sans protection (soit pour six cas de figure distincts), et ce pour chaque secteur :

- Le nombre d'habitations concernées est comptabilisé
- Le nombre de locaux des industries, des commerces et des artisans touchés,
- Le nombre et la nature des exploitations agricoles concernées (élevage, culture, siège d'exploitation), la surface des terrains impactés potentiellement, et le nombre d'exploitants conchyliculteurs sont comptabilisés.
- La nature et la position des équipements publics sont précisées (*cf. cartes 17 et 21 en annexe*).
- Les infrastructures sont qualifiées (Routes principales et Rues, ruelles et voies secondaires, chemins et sentiers) et mesurées dans la zone soumise à l'aléa.
- Le patrimoine exceptionnel est localisé

Des tableaux généraux par zone de présentation reprennent l'inventaire de ces éléments, ci-après.

<b>SECTEUR Bois Vert et Port Nord</b>						
<b>Aléa étudié</b>	<b>Martin</b>		<b>Xynthia</b>		<b>Extrême</b>	
<b>Scénario étudié</b>	<i>Sans mesure</i>	<i>Avec mesure</i>	<i>Sans mesure</i>	<i>Avec mesure</i>	<i>Sans mesure</i>	<i>Avec mesure</i>
	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité
<b>Habitat</b>						
<i>Nbre de maisons concernées</i>	164	0	170	62	170	157
<i>Hauteur d'eau dans les habitations (en m)</i>						
Inférieure à 0,5 m	12	0	8	62	0	152
Entre 0,5m et 1m	23	0	10	0	13	5
Supérieure à 1 m	129	0	152	0	157	0
<b>Activité économique</b>						
<b>Activités agricoles et conchylicoles</b>						
Nombre de sièges d'exploitation inondés	0	0	0	0	0	0
Surface culture sous l'eau ( en ha)	0	0	0	0	0	0
Surface prairie sous l'eau (en ha)	0	0	0	0	0	0
Nombre de cabanes conchylicoles inondés	0	0	0	0	0	0
<b>Equipements publics</b>						
Centre nautique et école de voile	1	0	1	1	1	1
Port nord et capitainerie	1	0	1	1	1	1
<b>Infrastructures</b>						
Linéaire chemins et sentiers (en km)	0,49	0	0,6	0,25	0,71	0,29
Linéaire route principale (en km)	0,4	0	0,41	0,1	0,67	0,1
Linéaire voies secondaires (en km)	1,83	0,3	1,83	0,4	1,99	0,66
<b>Patrimoine</b>						
Villa Jetée	1	0	1	0	1	1

SECTEUR Pointe de la fumée	Martin		Xynthia		Extrême	
Aléa étudié	Sans mesure	Avec mesure	Sans mesure	Avec mesure	Sans mesure	Avec mesure
Scénario étudié	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité
<b>Habitat</b>						
<b>Nbre de maisons concernées</b>	82	25	83	77	83	82
<b>Hauteur d'eau dans les habitations (en m)</b>						
Inférieure à 0,5 m	5	25	5	7	1	5
Entre 0,5m et 1m	25	0	13	41	6	23
Supérieure à 1 m	52	0	65	29	76	54
<b>Activité économique</b>						
<b>Activités agricoles et conchylocoles</b>						
Nombre de sièges d'exploitation inondés	0	0	0	0	0	0
Surface culture sous l'eau ( en ha)	0	0	0	0	0	0
Surface prairie sous l'eau (en ha)	0	0	0	0	0	0
Nombre de cabanes conchylocoles inondés	5	0	6	6	9	9
<b>Equipements publics</b>						
Embarcadère Aix	1	1	1	0	1	1
Port de la Fumée	1	1	1	0	1	1
<b>Infrastructures</b>						
Linéaire chemins et sentiers (en km)	0,58	0	0,65	0,48	0,7	0,58
Zone piétonne fumée	1	0	1	0,5	1	1
Linéaire route principale (en km)	1,14	0,18	1,13	0,99	1,8	1,61
Linéaire voies secondaires (en km)	0,87	0,59	0,89	0,75	0,91	0,85
<b>Patrimoine</b>						
Redoute de L'Aiguille	1	0	1	1	1	1

SECTEUR Ile d'Aix	Martin		Xynthia		Extrême	
Aléa étudié	Sans mesure	Avec mesure	Sans mesure	Avec mesure	Sans mesure	Avec mesure
Scénario étudié	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité
<b>Habitat</b>						
<i>Nbre de maisons concernées</i>	0	0	98	0	100	0
<i>Hauteur d'eau dans les habitations (en m)</i>						
Inférieure à 0,5 m	0	0	35	0	20	0
Entre 0,5m et 1m	0	0	36	0	36	0
Supérieure à 1 m	0	0	27	0	44	0
<b>Activité économique</b>						
<b>Activités agricoles et conchylocoles</b>						
Nombre de sièges d'exploitation inondés	0	0	0	0	0	0
Surface culture sous l'eau ( en ha)	0	0	0	0	0	0
Surface prairie sous l'eau (en ha)	0	0	2,72	0	3,12	0
Nombre de cabanes conchylocoles inondés	0	0	2	2	2	2
<b>Equipements publics</b>						
Embarcadère	0	0	1	1	1	1
Station SNSM	0	0	1	1	1	1
<b>Infrastructures</b>						
Linéaire chemins et sentiers (en km)	0	0	2,17	0,45	2,43	0,51
Linéaire route principale (en km)	0	0	0	0	0	0
Linéaire voies secondaires (en km)	0	0	3,36	0,26	3,49	0,42
<b>Patrimoine</b>						

#### 4. Coûts

**Il est important de rappeler ici une nouvelle fois que les eaux à l'origine des submersions sont de nature salée entraînant des dégâts difficilement comparables à ceux provoqués par des inondations ayant pour origine une crue de rivière (eau douce). En conséquence, nous n'avons pu utiliser les courbes de dommages produites par JP Torterotot dans les annexes techniques de l'A.C.B., en décembre 2010.**

- **Sur les enjeux**

Les coûts unitaires sur les enjeux sont appréciés au regard des éléments et des paramètres suivants :

- Habitat : Hauteur d'eau constatée et ratio entre l'habitat secondaire et principal pour apprécier les coûts de relogement et d'impact direct sur l'activité économique locale. (voir annexe 1 sur le calcul des coûts)
- Activités économiques : Ratio de 60/100 (Fouras) ou de 66/100 (Aix) par rapport aux dommages globaux générés sur l'habitat (voir annexe 1 sur le calcul des coûts)
- Activités agricoles : surface concernée au regard de la nature de l'activité et du siège d'exploitation, des pertes de rendements sur les terres et emplois de gypses, des dégâts sur l'outil de travail pour les conchyliculteurs. (voir annexe 1 sur le calcul des coûts)
- Equipements publics : en fonction des coûts réels constatés lors de l'épisode Xynthia sur chaque type d'équipement, ou appréciés au regard de la nature spécifique du bien et de ses services. (voir annexe 1 sur le calcul des coûts)
- Infrastructures : nature et linéaire sous l'eau et application d'un ratio par rapport à la réfection globale de la chaussée. (voir annexe 1 sur le calcul des coûts)
- Patrimoine : au cas par cas (voir annexe 1 sur le calcul des coûts)

Un tableau des différents coûts unitaires retenus pour apprécier les enjeux est présenté en annexe 1. Il reprend l'ensemble des hypothèses servant de base au calcul, en précisant l'origine de ces éléments, compte tenu du caractère particulier de cette affaire.

L'annexe 2 précise la méthode et la réflexion utilisée pour déterminer les coûts des dommages.

Ainsi, les tableaux suivants sont obtenus et permettent d'apprécier les dommages subis, sur chaque secteur, pour chaque hypothèse d'aléa.

SECTEUR Bois Vert et Port Nord	Calcul des coûts de dommages des scénarios					
	Martin		Xynthia		Extrême	
	Sans mesure	Avec mesure	Sans mesure	Avec mesure	Sans mesure	Avec mesure
Aléa étudié	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité
Scénario étudié	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité
<b>Habitat</b>						
<i>Nbre de maisons concernées</i>	164	0	170	62	170	157
<i>Hauteur d'eau dans les habitations (en m)</i>						
Inférieure à 0,5 m	480 000	0	320 000	2 480 000	0	6 080 000
Entre 0,5m et 1m	1 380 000	0	600 000	0	780 000	300 000
Supérieure à 1 m	12 255 000	0	14 440 000	0	14 915 000	0
<b>Total</b>	<b>14 115 000</b>	<b>0</b>	<b>15 360 000</b>	<b>2 480 000</b>	<b>15 695 000</b>	<b>6 380 000</b>
<b>Activité économique</b>						
<b>Total</b>	<b>8 469 000</b>	<b>0</b>	<b>9 216 000</b>	<b>1 488 000</b>	<b>9 417 000</b>	<b>3 828 000</b>
<b>Activités agricoles</b>						
Siège d'exploitation	0	0	0	0	0	0
Culture submergée	0	0	0	0	0	0
Prairie submergée	0	0	0	0	0	0
Cabanes conchylicoles inondés	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Equipements publics</b>						
Centre nautique et école de voile	140 000	0	140 000	140 000	140 000	140 000
Port nord et capitainerie	150 000	0	150 000	150 000	150 000	150 000
<b>Total</b>	<b>290 000</b>	<b>0</b>	<b>290 000</b>	<b>290 000</b>	<b>290 000</b>	<b>290 000</b>
<b>Infrastructures</b>						
Chemins et sentiers	34 300	0	42 000	17 500	49 700	20 300
Routes principales	70 000	0	71 750	17 500	117 250	17 500
Voies secondaires	228 750	37 500	228 750	50 000	248 750	82 500
<b>Total</b>	<b>333 050</b>	<b>37 500</b>	<b>342 500</b>	<b>85 000</b>	<b>415 700</b>	<b>120 300</b>
<b>Patrimoine</b>						
Villa Jetée	150 000	0	150 000	0	150 000	150 000
<b>Coût Global de l'Aléa</b>	<b>23 357 050</b>	<b>37 500</b>	<b>25 358 500</b>	<b>4 343 000</b>	<b>25 967 700</b>	<b>10 768 300</b>

SECTEUR Pointe de la Fumée	Calcul des coûts de dommages des scénarios					
	Martin		Xynthia		Extrême	
	Aléa étudié		Xynthia		Extrême	
Scénario étudié	Sans mesure	Avec mesure	Sans mesure	Avec mesure	Sans mesure	Avec mesure
	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité
<b>Habitat</b>						
<i>Nbre de maisons concernées</i>	82	25	83	77	83	82
<i>Hauteur d'eau dans les habitations (en m)</i>						
Inférieure à 0,5 m	200 000	1 000 000	200 000	280 000	40 000	200 000
Entre 0,5m et 1m	1 500 000	0	780 000	2 460 000	360 000	1 380 000
Supérieure à 1 m	4 940 000	0	6 175 000	2 755 000	7 220 000	5 130 000
<b>Total</b>	<b>6 640 000</b>	<b>1 000 000</b>	<b>7 155 000</b>	<b>5 495 000</b>	<b>7 620 000</b>	<b>6 710 000</b>
<b>Activité économique</b>						
<b>Total</b>	<b>3 984 000</b>	<b>600 000</b>	<b>4 293 000</b>	<b>3 297 000</b>	<b>4 572 000</b>	<b>4 026 000</b>
<b>Activités agricoles</b>						
Siège d'exploitation	0	0	0	0	0	0
Culture submergée	0	0	0	0	0	0
Prairie submergée	0	0	0	0	0	0
Cabanes conchylicoles inondés	350 000	0	420 000	420 000	630 000	630 000
<b>Total</b>	<b>350 000</b>	<b>0</b>	<b>420 000</b>	<b>420 000</b>	<b>630 000</b>	<b>630 000</b>
<b>Equipements publics</b>						
Embarcadère Aix	250 000	250 000	250 000	0	250 000	250 000
Port de la Fumée	50 000	50 000	50 000	0	50 000	50 000
<b>Total</b>	<b>300 000</b>	<b>300 000</b>	<b>300 000</b>	<b>0</b>	<b>300 000</b>	<b>300 000</b>
<b>Infrastructures</b>						
Chemins et sentiers	40 600	0	45 500	33 600	49 000	40 600
Zone piétonne fumée	190 000	0	55 000	27 500	55 000	55 000
Routes principales	199 500	31 500	197 750	173 250	315 000	315 000
Voies secondaires	108 750	73 750	111 250	93 750	113 750	106 250
<b>Total</b>	<b>538 850</b>	<b>105 250</b>	<b>409 500</b>	<b>328 100</b>	<b>532 750</b>	<b>516 850</b>
<b>Patrimoine</b>						
Redoute de l'Aiguille	20 000	0	20 000	20 000	20 000	20 000
<b>Coût Global de l'Aléa</b>	<b>11 832 850</b>	<b>2 005 250</b>	<b>12 597 500</b>	<b>9 560 100</b>	<b>13 674 750</b>	<b>12 202 850</b>

SECTEUR Ile d'Aix	Calcul des coûts de dommages des scénarios					
Aléa étudié	Martin		Xynthia		Extrême	
Scénario étudié	Sans mesure	Avec mesure	Sans mesure	Avec mesure	Sans mesure	Avec mesure
	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité	Quantité
<b>Habitat</b>						
<i>Nbre de maisons concernées</i>	0	0	98	0	100	0
<i>Hauteur d'eau dans les habitations (en m)</i>						
Inférieure à 0,5 m	0	0	1 505 000	0	860 000	0
Entre 0,5m et 1m	0	0	2 484 000	0	2 484 000	0
Supérieure à 1 m	0	0	3 091 500	0	5 038 000	0
<b>Total</b>	0	0	7 080 500	0	8 382 000	0
<b>Activité économique</b>						
<b>Total</b>	0	0	4 673 130	0	5 532 120	0
<b>Activités agricoles</b>						
Siège d'exploitation	0	0	0	0	0	0
Culture submergée	0	0	0	0	0	0
Prairie submergée	0	0	6 256	0	7 176	0
Cabanes conchylicoles inondés	0	0	182 000	182 000	182 000	182 000
<b>Total</b>	0	0	188 256	182 000	189 176	182 000
<b>Equipements publics</b>						
Embarcadère et port	0	0	70 000	70 000	70 000	70 000
Station SNSM	0	0	30 000	30 000	30 000	30 000
<b>Total</b>	0	0	100 000	100 000	100 000	100 000
<b>Infrastructures</b>						
Chemins et sentiers	0	0	197 470	40 950	221 130	46 410
Routes principales	0	0	0	0	0	0
Voies secondaires	0	0	546 000	42 250	567 125	68 250
<b>Total</b>	0	0	743 470	83 200	788 255	114 660
<b>Patrimoine</b>						

<b>Coût Global de l'Aléa</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>12 785 356</b>	<b>365 200</b>	<b>14 991 551</b>	<b>396 660</b>
------------------------------	----------	----------	-------------------	----------------	-------------------	----------------

- **Les mesures de protection du territoire**

Les coûts pris en compte sont de deux natures :

- Les coûts initiaux :

- Foncier et acquisitions
- Etudes
- Accompagnement
- Travaux et équipement

- Les coûts dans le temps

- Maintenance
- Exploitation
- Modifications fonctionnelles
- De pilotage

Les coûts utilisés dans cette réflexion sont essentiellement issus des Avants Projets réalisés par les bureaux d'études, en 2010 et 2011. Ces coûts sont issus d'une synthèse des actions présentées dans les fiches d'action des axes 6 et 7.



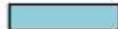
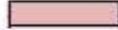
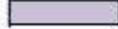
PAPI Ile d'Aix et Fouras



Tableau de synthèse des axes 6 et 7

Secteur	Axe	Fiche action	Ouvrage	Maître d'ouvrage (relatif aux programme de travaux)	Propriétaire	Gestionnaire	Priorité	Planning prévisionnel	Coût de l'action (€ HT)				
									Travaux (Maîtrise d'œuvre)	Etudes	Entretien et Surveillance		
6.1	Plage Nord	7	Digues de la plage nord	Fouras	Fouras	Fouras	2	2013/2014	330 000	85 000	12 000		
6.2	Port Nord / Bois Vert	6	Réseau pluvial	Fouras	Fouras	Fouras	3	2014/2015	80 000		5 000		
		7	Digues Port Nord et Bois Vert	Fouras	Fouras	Fouras	1	2016/2017	3 600 000	200 000	16 000		
6.3	Partie ouest de la Pointe de la Fumée	7	Digues Pointe ouest	Fouras	Fouras	Fouras	1	2016/2017	4 700 000	250 000	42 000		
6	Fouras	7	Ouvrages de protection contre la mer	Tous les propriétaires			3	2013/2017					
		7	Ouvrages de protection contre la mer	Tous les propriétaires			3	2013/2017					
7	Ile d'Aix	6	Réseau pluvial + Douves	Aix	Aix	Aix	3	2014/2015	440 000		5 000		
		7	Cordon dunaire à Tridoux + Protection Bois Joly + Ormeaux	Aix	Aix	Aix	1	2015/2016	2 400 000	150 000	35 000		
		7	Ouvrages de protection contre la mer	Tous les propriétaires			3	2015/2017					
			Ouvrages manoeuvrables (Batardeaux)	Tous les propriétaires			3	2015/2017					
Total	Axe 6	2 fiches action									520 000	685 000	10 000
	Axe 7	8 fiches action									11 470 000	0	110 000
		10 fiches action									11 990 000	685 000	120 000

Légende :

Type de travaux	Pérennité des ouvrages
 Nouvel ouvrage	 50 ans
 Confortement et/ou réhausse d'ouvrage	
 Réfection d'ouvrage	
 Etude hydraulique	
 Entretien / Modalités de gestion	



## 5. L'Analyse Coût Bénéfice

A partir de ces éléments et de la connaissance des fréquences de retour des 3 hypothèses d'aléa retenus, les **Dommages Moyens Annuels (D.M.A.)** pourront être estimés, avec et sans mesures de protection.

Les D.M.A. représentent ce que coûte en moyenne par an l'ensemble des submersions possibles (en tenant compte du poids relatif de chaque submersion au regard de sa période de retour).

Ils sont calculés à partir courbes de dépenses pour réparer les dommages subis en fonction de la fréquence de retour de l'événement supporté, et représentent l'aire située sous la courbe. (Voir exemple de courbe en annexe 3).

Le tableau ci-après présente les coûts globaux des dommages générés par chaque **aléa avec mise en place de mesures**, ainsi que les calculs de D.M.A. correspondants :

Aléa étudié	Coût global des dommages en €			DMA
	Martin	Xynthia	Extrême	
Période de retour	1/50	1/150	1/340	
	0,0200	0,0067	0,0029	
Scénario étudié	Avec mesure	Avec mesure	Avec mesure	DMA
<i>Secteur quartier Port Nord de Fouras</i>	37 500	4 343 000	10 768 300	89 023
<i>Secteur quartier Fumée à Fouras</i>	2 005 250	9 560 100	12 202 850	153 532
<i>Secteur île d'Aix</i>	0	365 200	396 660	5 020

Le tableau ci-après présente les coûts globaux des dommages générés par chaque aléa **sans mise en place de mesures**, ainsi que les calculs de DMA correspondants :

Aléa étudié	Coût global des dommages en €			DMA
	Martin	Xynthia	Extrême	
Période de retour	1/50	1/150	1/340	
	0,0200	0,0067	0,0029	
Scénario étudié	Sans mesure	Sans mesure	Sans mesure	DMA
<i>Secteur quartier Port Nord de Fouras</i>	23 357 050	25 358 500	25 967 700	496 754
<i>Secteur quartier Fumée à Fouras</i>	11 832 850	12 597 500	13 674 750	252 027
<i>Secteur île d'Aix</i>	0	12 785 356	14 991 551	181 070

Les Dommages Évités Moyens Annuels (**D.E.M.A.**), peuvent ainsi être calculés pour chaque secteur.

$$\text{DEMA} = \text{DMA (sans mesure)} - \text{DMA (avec mesures)}$$

	<b>DEMA</b>
<b>Secteur Port Nord</b>	<b>407 730</b>
<b>Secteur Fumée</b>	<b>98 495</b>
<b>Secteur Ile d'Aix</b>	<b>176 049</b>

Ces D.E.M.A. sont ensuite comparés aux coûts d'investissement. L'horizon temporel des mesures est **fixé à 50 ans pour tous les équipements, qu'ils soient réalisés avec des matériaux meubles (ensablement et digues en terre), ou en dur (enrochements, épis, murets, perrés...)**. Les horizons temporels constatés sont traditionnellement supérieurs à ces 50 ans théoriques sur ce type de milieu, ce qui minore globalement le calcul de la VAN.

A cette fin, la Valeur Actualisée Nette (**V.A.N.**) peut être calculée. Si la V.A.N. est positive, la mesure est considérée comme économiquement pertinente. La V.A.N. est égale à :

$$\text{VAN} = -\text{Co} + \sum_{(i=0 \text{ à } 50)} (1/(1+\text{Ri})^{**i}) * (\text{DEMA}-\text{Ci})$$

Co est le coût initial de la mesure

DEMA les dommages évités moyens annuels

Ci les coûts de fonctionnement annuels

Ri le taux d'actualisation annuel (fixé à 4% pour les 30 premières années puis calculé, entre 30ans et 50 ans par la formule :  $\text{Ri} = (((1.04^{**30}) * (1.02^{**(i-30)}))^{**}(1/i)) - 1$ )

L'ensemble des hypothèses retenues est rappelé dans le tableau présenté ci-après, ainsi que les résultats de VAN. Il est à noter que ces calculs tiennent compte des horizons temporels différents (30ans ou 50 ans) pour chaque mesure.

	<b>DEMA</b>	<b>Coût des mesures</b>	<b>Coût d'entretien des mesures</b>	<b>VAN</b>	<b>DEMA/C</b>
<b>Secteur PN</b>	<b>407 730</b>	<b>3 880 000</b>	<b>21 000</b>	<b>17 178 335</b>	<b>4.950</b>
<b>Secteur FU</b>	<b>98 495</b>	<b>4 950 000</b>	<b>42 000</b>	<b>2 502 183</b>	<b>1.425</b>
<b>Secteur Aix</b>	<b>176 049</b>	<b>3 030 000</b>	<b>40 000</b>	<b>248 129</b>	<b>1,063</b>

## 6. Analyse des résultats

- Sur le secteur du quartier du **Port Nord à Fouras**, la VAN apparaît très largement positive, ce qui est en partie due au fait que les enjeux sur le territoire sont importants (habitations) et que les dommages causés aux biens sont rapidement très significatifs en terme financier. Par ailleurs, la vulnérabilité du territoire est importante, notamment en raison de la fréquence potentielle de submersion (premiers dégâts pour une faible période de retour). Les mesures de protection apparaissent donc comme parfaitement pertinentes, et d'un coût acceptable au regard des dommages évités (le rapport DEMA/C est de l'ordre de 5).

Il est cependant important de noter que même si nous considérons Martin comme l'aléa générant les premiers dommages sur ce secteur, la VAN resterait très largement positive (de l'ordre de 5 M€).

*Au regard de ces éléments, et compte-tenu de l'importance des enjeux humains en présence, une stratégie de protection forte du littoral apparaît justifiée.*

- Sur le secteur de la **Pointe de la Fumée à Fouras**, les résultats de calcul de la VAN apparaissent également largement positifs. Les raisons sont similaires à celles exposées dans le paragraphe précédent, sur ce territoire très vulnérable.

Par ailleurs, comme exprimé dans nos hypothèses de travail, les dommages indirects et intangibles n'ont pas été pris en compte dans notre réflexion, car très difficilement évaluables, ce qui constitue un élément de sous-estimation de la VAN. Dans ce cas particulier, on notera que la Pointe de la Fumée constitue l'unique zone d'accès à l'embarcadère pour l'île d'Aix, hors période estivale. Ceci signifie notamment, qu'en cas de coupure de cet accès, l'accès à l'île d'Aix est impossible pour les moyens lourds de secours, de réparation et de travaux. Il s'agit donc du principe de la continuité territoriale qui est en jeu.

Ces aménagements apparaissent donc pertinents, y compris sur le plan économique (le rapport DEMA/C est de l'ordre de 1.5).

*Au regard de ces éléments, et compte tenu de l'importance des enjeux humains en présence, et de la nécessité de garantir la continuité territoriale avec l'île d'Aix, une stratégie de protection du littoral apparaît justifiée.*

- Sur le secteur de **l'île d'Aix**, les dommages sont importants en cas de submersion, essentiellement en raison des dommages générés sur les enjeux en présence (l'habitat et le tissu économique local). Cependant la période de retour d'événements conduisant à des submersions significatives est très longue, et les investissements à prévoir sont conséquents.

On constate une VAN légèrement positive avec les hypothèses retenues, notamment en terme d'aménagement. Le rapport DEMA/C est de l'ordre de 1.1.

Les dangers et les gênes pour les usagers ne sont pas appréciés dans l'A.C.B., qui ne porte que sur les dégâts structurels. Il est important de noter le caractère insulaire de ce secteur, qui se retrouve complètement isolé du continent lors d'événements climatiques majeurs. Cette

situation, pour des questions de sécurité notamment des personnes ne peut être ignorée dans la réflexion.

En conséquence, les aménagements proposés apparaissent ici aussi très importants pour la sécurité des populations et le maintien des activités locales et restent économiquement validés par l'A.C.B.

*Au regard de ces éléments, et compte-tenu de l'importance des enjeux humains en présence, et de la nécessité de garantir l'autonomie territoriale de l'île d'Aix en cas d'événement climatique majeur, une stratégie de protection du littoral de l'île d'Aix apparaît justifiée.*

## 7. Analyse de la sensibilité

L'ensemble des paramètres et des hypothèses retenues est susceptible d'avoir une influence importante sur les résultats de l'Analyse Coût Bénéfice. Il n'apparaît pas réaliste d'engager des simulations pour apprécier l'impact de la variation de chacun d'entre eux, compte tenu de l'incertitude dont ils peuvent faire l'objet, compte tenu du caractère particulier de l'aléa de submersion et des retours d'expérience actuels. Cependant, il est intéressant de pouvoir globalement apprécier le poids de chacun des éléments suivants:

- Coût des dommages estimés sur le territoire pour un aléa donné
- Coût des mesures retenues pour assurer la protection du territoire
- Coût de maintenance et d'entretien annuels estimés des protections du territoire
- Période de retour des aléas
- Calage de la période de retour de l'aléa générant les premiers dommages sur le territoire.

Les tableaux présentés ci-après, permettent d'apprécier les impacts de la Valeur Actualisée Nette pour une variation de + ou - 10% de la valeur des éléments suivants :

- Coût des Dommages Moyens Annuels
- Coûts des Mesures proposées
- Coûts des frais de maintenance et d'entretien des mesures

VAN	VAN avec coûts entretien mesures +10%	VAN avec coûts entretien mesures -10%	VAN avec coûts mesures +10%	VAN avec coûts mesures -10%	VAN avec DEMA+10%	VAN avec DEMA-10%
17 178 335	17 131 435	17 225 235	16 790 335	17 566 335	19 331 069	15 025 601
2 502 183	2 408 383	2 595 984	2 007 183	2 997 183	3 341 202	1 663 164
248 129	158 795	337 462	- 54 871	551 129	665 275	- 169 018

La variation en % par rapport à la VAN initiale est donc la suivante :

VAN	VAN avec coûts entretien mesures +10%	VAN avec coûts entretien mesures -10%	VAN avec coûts mesures +10%	VAN avec coûts mesures -10%	VAN avec DEMA+10%	VAN avec DEMA-10%
17 178 335	- 0.27%	+0.27%	-2.26%	+2.26%	+12.53%	-12.53%
2 502 183	-3.75%	+3.75%	-19.78%	+19.78%	+33.53%	-33.53%
248 129	-36%	+36%	-122%	+122%	+168.1%	-168.1%

L'analyse de ces résultats appelle plusieurs remarques :

- La variation des coûts d'entretien entraîne globalement une faible variation des calculs de VAN au regard des montants qui sont en jeu. Dans le cas de l'île d'Aix, on obtient néanmoins une variation de 36% de la VAN pour une variation de seulement 10% des coûts d'entretien. Ceci est essentiellement lié au fait que la VAN n'est que très légèrement positive et que les coûts d'entretien sont proportionnellement aux investissements et aux dommages plus conséquents que sur les autres secteurs.
- La variation des coûts de mise en œuvre des mesures de protection est très faible sur le secteur du Port Nord de Fouras. Ceci est lié au fait que les coûts de dommages évités sont importants au regard de ces coûts.
- La variation des coûts de mise en œuvre des mesures est plus importante pour le secteur de la Fumée. Ceci est lié d'une part au coût plus conséquent des travaux à mettre en œuvre sur ce secteur, d'autre part au fait que le D.E.M.A. est plus faible sur ce secteur, en raison même du scénario d'aménagement retenu.
- La variation des coûts de mise en œuvre des mesures sur Aix fait rapidement varier la VAN dans des proportions importantes.
- Les variations d'estimation des dommages évités sont impactantes sur les résultats de VAN, et ce proportionnellement au résultat de la VAN. Plus la VAN est élevée, moins cette donnée entrante crée de sensibilité sur le calcul.

En l'absence d'éléments scientifiques complémentaires sur l'augmentation des fréquences des aléas de submersion, il n'est pas présenté de calcul avec modification des périodes de retour des aléas. Cependant, compte tenu de la tendance actuelle des appréciations (renforcement de la fréquence d'éléments climatiques exceptionnels), il est simplement possible de souligner que si l'on considère des périodes de retour d'événements plus courtes, les D.M.A. augmentent avec pour conséquence, une augmentation des V.A.N..

Par contre, il est possible d'apprécier l'incidence sur le calcul de la variation de la période de retour des aléas engendrant les premiers dommages.

Ainsi, le tableau ci-après réalisés avec plusieurs hypothèses de période de retour de l'aléa générant les premiers dommages sur le territoire, pour les secteurs étudiés sur Fouras, permet d'apprécier la sensibilité du calcul sur cette donnée entrante.

VAN	VAN avec 1ers dom. 10 ans	VAN avec 1ers dom. 15 ans	VAN avec 1ers dom. 20 ans	VAN avec 1ers dom. 25 ans	VAN avec 1ers dom. 35 ans	VAN avec 1ers dom. 50 ans
17 178 335	25 872 407	17 178 335	12 831 299	10 223 077	7 242 253	5 006 634
2 502 183	6 906 663	2 502 183	299 943	- 1 021 401	-2 531 508	-3 664 088

Pour chacun des cas de figure, la variation ( en absolue) en % par rapport à la VAN calculée avec les hypothèses initiales est donc la suivante :

<b>VAN</b>	<b>VAN avec 1ers dom. 10 ans</b>	<b>VAN avec 1ers dom. 15 ans</b>	<b>VAN avec 1ers dom. 20 ans</b>	<b>VAN avec 1ers dom. 25 ans</b>	<b>VAN avec 1ers dom. 35 ans</b>	<b>VAN avec 1ers dom. 50 ans</b>
<b>17 178 335</b>	<b>+50.6%</b>	<b>0%</b>	<b>-25.3%</b>	<b>-40.5%</b>	<b>-57.8%</b>	<b>-70.9%</b>
<b>2 502 183</b>	<b>+176%</b>	<b>0%</b>	<b>-88%</b>	<b>-140.8%</b>	<b>-201.2%</b>	<b>-246.4%</b>

On constate donc une très grande sensibilité du calcul de la VAN liée à la variation de la période de retour de l'aléa générant les premiers dommages sur le territoire.

Dans le cas du quartier du Port Nord de Fouras, la VAN reste très nettement positive et ce, quel que soit l'hypothèse retenue pour la période de retour de l'aléa générant les premiers dommages sur le territoire.

Dans le cas du secteur de la pointe de la Fumée, la VAN reste positive pour des périodes de retour de l'aléa générant les premiers dommages sur le territoire inférieures à 21 ans. A la lumière des recueils historiques présentés précédemment, cela semble bien être le cas.



## ANNEXE 1

### Tableau des coûts unitaires

	Coût en €		Unité	Origine	Remarques
	Fouras	Aix (ou Martin)			
<b>Habitat</b>					
<b>Hauteur d'eau dans les habitations (en m)</b>					
Inférieure à 0,5m	40 000	43 000	par habitation touchée	Rapports assureurs et données locales	
Entre 0,5 m et 1m	60 000	69 000	par habitation touchée	Rapport AE Artois Picardie / Rapports assureurs et données locales	
Supérieure à 1m	95 000	114 500	par habitation touchée	Rapport AE Artois Picardie / Rapports assureurs et données locales	
<b>Activité économique</b>					
Générale	60%	66%	du montant total des dommages à l'habitat	Guide ACB avec adaptation locale	
<b>Activités agricoles</b>					
Siège d'exploitation			Exploitation		
Culture sous l'eau (en ha)	3 350	5 025	ha	Chambre d'Agriculture 17 et Rapport interministériel sur les fonds FSUE	
Prairies sous l'eau (en ha)	1 150	2 300	ha	Chambre d'Agriculture 17 et Rapport interministériel sur les fonds FSUE	
Cabanes ostréicoles	70 000	91 000	Par exploitant touché	SRC 17 et CUMA	
<b>Equipements publics</b>					
Ecole de voile et centre nautique	140 000			Prix réel de remise en état après Xynthia + estimation	Commune
Embarcadère	250 000	70 000		Prix réel de remise en état après Xynthia	Comprend travaux sur bateau de liaison
Bâtiment SNSM		30 000		Prix estimé de remise en état après Xynthia	CG 17
Port Nord y/c capitainerie	150 000			Prix réel de remise en état après Xynthia + estimation	Commune
Port de la Fumée	50 000			Prix réel de remise en état après Xynthia	CG 17
Port Aix				Compris dans dommages embarcadère	
Zone piétonne de la Fumée	55 000	190 000		Prix réel de remise en état	
<b>Infrastructures</b>					
Linéaire Chemins ou de sentier	70 000	91 000	par km submergé	Données locales et UNIMA	
Linéaire route principale (en km)	175 000	227 500	par km submergé	DI et données locales	50% du coût de réfection moyen
Linéaire route secondaire (en km)	125 000	162 500	par km submergé	DI et données locales	50% du coût de réfection moyen
<b>Patrimoine</b>					
Villa jetée	150 000			Prix estimé de remise en état	
Redoute de l'Aiguille	20 000			Prix réel de remise en état après Xynthia + estimation	



## ANNEXE 2

### Calcul des coûts unitaires des dommages sur les enjeux

#### Préambule

Les mairies de Fouras et de l'île d'Aix ont été directement sollicitées pour que nous soient fournis tous les éléments en leur possession pouvant permettre l'appréciation des dommages survenus lors de la tempête Xynthia sur l'ensemble des enjeux identifiés.

Ainsi, les éléments suivants ont pu nous être fournis :

- Extraits des Comptes Administratifs de la commune de Fouras pour 2010 et 2011, avec tableau de synthèse des dépenses réalisées spécifiquement pour réparer des dommages générés par Xynthia.
- Extraits des registres des délibérations concernant les demandes de subvention au fonds de solidarité de l'Union Européenne pour la commune de Fouras.
- Dossier de demandes de subvention de l'état pour la réparation des dégâts causés sur les biens non assurables des collectivités locales.
- Evaluation des dégâts suite à la tempête du 28 février 2010 (transmis à la préfecture de la Charente-Maritime).
- Rapport de la chambre régionale des comptes sur la commune de Fouras réalisé dans le cadre de l'enquête interjuridiction sur la gestion des cataclysmes exceptionnels naturels.

## **Habitat**

Les coûts estimés proviennent d'une analyse croisée entre :

- le rapport de l'agence de l'eau Artois Picardie sur l'évaluation des dommages liés aux inondations réalisé en 2006,
- des données locales issues directement de l'expérience connue avec Xynthia,
- des données issues de rapports d'assurance récents dans le contexte géographique local.

Ainsi, pour calculer le coût direct des dommages aux habitations :

### **1. Fouras**

- un forfait de dommages physiques sur le bien est retenu, et s'élève respectivement à :
  - 25000 € pour les biens ayant subi une entrée d'eau inférieure à 50cm et donc des dégâts considérés comme plus légers
  - 45000€ pour les biens ayant subi une entrée d'eau comprise entre 50cm et 1m, et donc des dégâts considérés lourds
  - 80000 € pour les biens ayant subi une entrée d'eau supérieure à 1 m, et donc des dégâts considérés comme très lourds
- un forfait de relogement est appliqué pour les habitations principales et s'élève forfaitairement à un loyer équivalent à 750€ sur 8 mois, soit 6000€ et quelque soit la classe de dommages physiques considérée. Ce forfait s'applique uniquement pour les résidences principales. Si l'on considère les données INSEE sur Fouras, la part de résidences principales est de l'ordre de 50%. Ainsi une majoration arrondie à 3000€ est donc apportée aux estimations des dommages physiques sur les habitations.

Enfin, les données INSEE nous apprennent également que 87.1% des foyers comptent au moins 1 véhicule et 31.8% au moins deux véhicules. Si l'on considère la valeur moyenne de remboursement d'un véhicule à 10000€, nous obtenons alors par foyer une valeur complémentaire de remboursement de l'ordre de 12000€. Nous retiendrons ce chiffre de 12000€ par foyer, qui viennent se rajouter aux montants précédemment retenus pour le calcul des dommages à l'habitat.

## 2. Aix

Selon l'expérience des services communaux et des habitants, les travaux situés sur des biens situés sur l'île d'Aix sont en général majorés (compte tenu du caractère insulaire et des difficultés d'accès) de 30% par rapport à des mêmes travaux réalisés sur le continent.

- un forfait de dommages physiques sur le bien est retenu, et s'élève respectivement à :
  - 25000 x 1.3 , soit 32500 € pour les biens ayant subi une entrée d'eau inférieure à 50cm et donc des dégâts considérés comme plus légers,
  - 45000 x 1.3, soit 58500€ pour les biens ayant subi une entrée d'eau comprise entre 50cm et 1m, et donc des dégâts considérés lourds
  - 80000 x 1.3, soit 104000 € pour les biens ayant subi une entrée d'eau supérieure à 1 m, et donc des dégâts considérés comme très lourds
- un forfait de relogement est appliqué pour les habitations principales et s'élève forfaitairement à un loyer équivalent à 1000€ sur 8 mois, soit 8000€ et ce quelque soit la classe de dommages physiques considérée. Ce forfait s'applique uniquement pour les résidences principales. Si l'on considère les données INSEE sur Aix, la part de résidences principales est de l'ordre de 30%. Ainsi une majoration arrondie à 2500€ est donc apportée aux estimations des dommages physiques sur les habitations.

Enfin, les données INSEE nous apprennent également que 67.8% des foyers comptent au moins 1 véhicule et 18.2% au moins deux véhicules. Si l'on considère la valeur moyenne de remboursement d'un véhicule à 10000€, nous obtenons alors par foyer une valeur complémentaire de remboursement de 7800€. Nous arrondirons ce chiffre à 8000€ par foyer, qui viennent se rajouter aux montants précédemment retenus pour le calcul des dommages à l'habitat.

## Activités économiques

L'annexe technique de l'ACB de 2010 préconise l'utilisation de ratios au montant total des dommages à l'habitat, variant selon les différentes typologies de territoire et d'urbanisation. Dans ce cas, seuls les dommages directs sont évalués. Ces ratios ont été élaborés pour des inondations fluviales et pour des territoires de dimension conséquente, ce qui nécessite d'utiliser cette logique de calcul avec beaucoup de précautions pour des territoires plus circonscrits.

### ○ Dans le cas de Fouras

Le territoire est ici à forte dominante urbaine, mais également très peu industrialisé, et de dimension modeste, ce qui rend l'utilisation des ratios délicate.

Dans notre cas, le tissu économique local est essentiellement composé d'activités dont les revenus sont directement associés :

- à la fréquentation touristique,
- aux services et commerces de proximité,
- à l'activité maritime et des métiers de la mer.

Le cas particulier de l'activité ostréicole est traité avec le volet agricole.

Le cas particulier des ports et des navettes maritimes avec l'île d'Aix est traité dans le volet équipements publics.

Compte tenu des caractéristiques du territoire, nous retiendrons un ratio arbitraire de **60% des dommages subis par l'habitat** pour caractériser les dommages subis par l'activité économique tout en tenant compte :

- de la modestie de la dimension du territoire,
- du fait qu'il s'agisse d'une submersion avec de l'eau salée,
- du fait qu'il y ai également des conséquences pour le territoire de l'île d'Aix (accès au bac).

Ce ratio est probablement minorant des dommages subis par l'économie sur cette zone. Cependant dans l'attente de la mise en place de bases de données nationales fiables et consolidées pour les dommages subis par l'économie lors de submersion par de l'eau salée, nous retiendrons néanmoins ce ratio dans notre raisonnement.

### ○ Dans le cas de l'île d'Aix

Le territoire est à composante plus rurale avec une forte économie touristique et des activités conchyloles.

Il est dénombré 160000 visites par an de l'île via le bac depuis Fouras. D'autres bateaux en provenance de La Rochelle, de l'île d'Oléron ou de Ré, ou du pays Rochefortais assurent également des liaisons estivales avec l'île. Dans tous les cas, une submersion a des conséquences importantes sur les activités économiques de l'île d'Aix.

Dans notre cas, le tissu économique local est essentiellement composé d'activités dont les revenus sont directement associés :

- à la fréquentation touristique (musée, locations de vélo, de bateau...),
- aux services et commerces de proximité (restauration, hôtellerie, épicerie ,...)
- à l'activité maritime et des métiers de la mer.

Les données fournies par les statistiques de l'INSEE, font état de 445 emplois sur le territoire, ce qui est bien supérieur aux 227 habitants recensés sur l'île. Ceci laisse à penser que l'économie de l'île doit faire appel à la main d'œuvre du continent pour satisfaire les besoins de services liés principalement à l'activité touristique. Ceci démontre également qu'il existe une activité économique réelle sur l'île qui doit être prise en compte dans les calculs de l'A.C.B..

Le cas particulier de l'activité ostréicole est traité avec le volet agricole.

Le cas particulier des ports et des navettes maritimes avec le continent est traité dans le volet équipements publics.

Compte tenu des caractéristiques du territoire, et en l'absence d'éléments complémentaires, nous retiendrons un ratio arbitraire de **66% des dommages subis par l'habitat** pour caractériser les dommages subis par l'activité économique. Ce ratio correspond à celui qui est préconisé dans l'annexe technique pour les territoires à forte dominante rurale.

## Activités agricoles

Les coûts des dommages sur l'activité agricole sont calculés à partir de données issues de la chambre d'agriculture de Charente maritime et du rapport sur l'évaluation des dommages causés par la tempête Xynthia des 27 et 28 février 2010 à prendre en compte du titre du FSUE (rapport juin 2010), et de données UNIMA concernant la restauration des réseaux hydrauliques en terre de marais.

Différentes difficultés et différents dommages peuvent être appréciés sur l'activité agricole. Les principales difficultés et conséquences retenues dans le calcul du coût du dommage, compte tenu des spécificités du territoire local, sont les suivantes :

- Salinisation des sols compromettant les productions en place et l'implantation des cultures de printemps.
- Les pertes de récolte estimées comme étant :
  - Pour la grande culture : les pertes de culture d'hiver et une baisse de rendement important des cultures de printemps
  - Pour les prairies naturelles, la perte de la première coupe (70% de la production annuelle de fourrage)
- Les désordres et les dysfonctionnements créés sur les réseaux hydrauliques de marais (ouvrages et fossés, drains...)
- Les désordres provoqués sur les sièges d'exploitation : il n'y a pas de siège d'exploitation sur la zone touchée.

Ainsi les estimations suivantes seront utilisées :

- Pertes de récolte :
  - Sur les cultures : 650€ par ha pour la première année et 400€/an sur les deux suivantes, soit au total 1450€ par ha
  - Sur les prairies naturelles : 350€ par ha
- Pertes de fonds( Gypsage des fossés et remise en état global des parcelles) :
  - Sur les cultures : 1600€ par ha
  - Sur les prairies naturelles : 500€ par ha
- Remise en état des réseaux hydrauliques associatifs (sur la base de 150 m/ha) : 300€ / ha

On retiendra donc globalement :

- Cultures : 3350€ par ha submergé
- Prairies : 1150€ par ha submergé

Pour tenir compte du caractère insulaire d'Aix, une majoration de 30% sur ces estimations sera comptabilisée pour les dommages liés aux submersions survenues sur l'île d'Aix.

En ce qui concerne spécifiquement l'activité conchylicole, trois éléments majeurs des exploitations traditionnellement protégés du milieu maritime direct seront considérés :

- Le siège de l'exploitation, dit « la cabane » avec l'ensemble de ces matériels spécifiques pour l'activité (tri des coquillage, conditionnement, nettoyage...)
- Les surfaces de bassins d'affinage (claires)
- Les réseaux hydrauliques associés au fonctionnement de la zone d'affinage des coquillages.

Ainsi, les chiffres suivant seront retenus pour apprécier les dommages (source UNIMA) :

- Par exploitation touchée : 70000€

Ils sont issus des coûts de dommages constatés lors de la tempête Xynthia (coûts des dégâts compris entre 60000 et 100000€ par exploitation touchée).

Pour tenir compte du caractère insulaire d'Aix, une majoration de 30% sur ces estimations sera comptabilisée pour les dommages liés aux submersions survenues sur l'île d'Aix.

Les surfaces impactées sont appréciées à partir des cartes réalisées sur les enjeux soumis à chaque aléa dans la phase diagnostic du PAPI.

## Equipements publics et patrimoine

Les équipements sont inventoriés et repérés cartographiquement dans le cadre du diagnostic du PAPI.

Ainsi ont été repérés les équipements suivants, comme potentiellement soumis au risque de submersion:

- Le centre Nautique de Fouras (Ecole de voile),
- Le port Nord de Fouras avec sa capitainerie et ses parkings à bateaux,
- La villa Jetée
- Le port de la Fumée,
- L'embarcadère de la Fumée avec ses équipements et son bateau de liaison avec l'île d'Aix,
- La zone piétonne de la Fumée,
- La redoute de l'Aiguille,
- Le port de l'île d'Aix et son embarcadère,
- La cabane de la SNSM sur l'île d'Aix.

Les coûts des dommages retenus sont ceux constatés pour la remise en état des biens après le passage de Xynthia ou d'une projection au regard des coûts supportés lors de Xynthia pour les équipements non touchés lors de cet épisode.

Ils sont appliqués pour chaque scénario de submersion du bien.

- Le centre Nautique et l'école de voile sont composés :
  - d'un bâtiment constitué de bureaux, de vestiaires et d'espaces de stockage de matériel liés à la pratique des sports nautiques. Le bâtiment a une surface de 150 m<sup>2</sup> au sol environ.
  - De deux parkings de stockage des bateaux. Une vingtaine de catamarans stationnent sur le premier parking (école de voile et bateaux de particuliers). Les annexes, les optimistes et divers matériels sont stockés sur le second parking qui est clôturé.

L'estimation des dommages sur ce bien par une submersion est réalisée sur la base des informations recueillies lors de l'épisode Xynthia. L'état des dépenses engagées par la commune en 2010, fait état de travaux réalisés sur le bâtiment de l'école de voile pour un montant de l'ordre de 35000€. L'estimation des travaux de remise en état des parkings de l'école de voile (dans le cadre de demandes de subvention) est de 26650€.

Enfin, une vingtaine de catamarans sont impactés directement par une submersion. Chaque bateau a une valeur à neuf (selon les modèles considérés) de 10 à 20000€. Nous retiendrons

une valeur moyenne dans notre raisonnement de 10000€ par bateau pour tenir compte du fait que les bateaux ne sont pas entièrement équipés lors de leur stockage à terre. Les avaries constatées sur les bateaux peuvent être tout à fait différentes selon les cas. Nous retiendrons donc des dommages moyens à hauteur de 4000€ par bateau (soit 40% de la valeur moyennes des structures et des dormants), soit 80000€ pour l'ensemble des bateaux. Ainsi, globalement, les dommages retenus pour une submersion seront arrondis à 140k€.

➤ Le Port Nord de Fouras et ses annexes

L'estimation des dommages sur ce bien par une submersion est réalisée sur la base des informations recueillies lors des épisodes Martin et Xynthia.

En 1999, les dommages constatés concernaient la remise en état de la zone piétonne du port, le parking à V.L. et le parking à bateaux. Les dégâts étaient alors de 125000€ (source Mairie de Fouras).

Pour l'épisode Xynthia, l'estimation des travaux de remise en état des parkings de l'école de voile (dans le cadre de demandes de subvention) est de 31775€. Les travaux sur les structures sont quant à eux de l'ordre de 7500€ (source mairie). L'estimation des dommages subis sur la quarantaine de navires présents est de 100000€. (soit 2500€ par navire). Enfin, divers équipements publics sur le site ont été touchés (éclairage, bancs, sanitaires...). Un forfait de 10000€ pour tenir compte de ces dommages complémentaires est ainsi également comptabilisé. Ainsi, les dommages subis par le Port Nord pour l'épisode Xynthia sont de 150 000€ environ.

Nous retiendrons ce chiffre de 150000€ pour les dommages subis par le port Nord de submersions.

➤ La villa Jetée

La surface du bâtiment est de l'ordre de 150m<sup>2</sup> au sol. Le bâtiment est situé au droit du parking à bateaux de l'école de voile et donc directement sur le littoral, ce qui en fait un site très exposé lors de tempêtes d'Ouest et de Nord-Ouest. Il s'agit également d'un site classé aux bâtiments de France, ce qui contraint considérablement les éventuelles réfections de dommages.

En l'absence d'éléments propres à ce site, nous proposons de retenir un ratio propre à ce site de 1000€/m<sup>2</sup> de bâtiment pour les dommages subis lors d'éventuelles submersions, soit 150000€ pour le bâtiment.

➤ Le port de la Fumée

Le port de la Fumée est un port départemental. Il est donc géré par le service des ports du Conseil Général de la Charente Maritime.

Ces services ont été contactés, et nous ont communiqué le chiffre de 50000€ de dégâts subis par le Port de la Fumée pour l'épisode Xynthia (dégâts structurels et nettoyage).

➤ L'Embarcadère de la Fumée et le bateau de liaison avec l'île d'Aix

Il s'agit d'un service départemental. Les services du CG 17 ont donc été contactés pour connaître la nature et le montant des dommages constatés lors de Xynthia.

Il ressort de ces échanges que:

- 200000 € de réparation des dommages subis par le navire assurant la liaison avec l'île d'Aix ont été nécessaires pour assurer sa remise en état.
- 50000€ environ de dommages ont été relevés sur les équipements de l'embarcadère.

Nous retiendrons donc le chiffre de 250000€ pour les dommages subis par l'embarcadère et le bateau de liaison lors des submersions conséquentes du site.

➤ La zone piétonne de la Fumée.

L'estimation des dommages sur ce bien par une submersion est réalisée sur la base des informations recueillies lors des épisodes Martin et Xynthia.

En 1999, les dommages constatés concernaient la remise en état de la promenade et la remise en place de bornes anti-voitures pour un montant de 190720€. (source Mairie de Fouras)

En 2010, pour Xynthia, compte tenu de l'orientation des vents et donc de la houle, les dommages ont été moins conséquents sur ce secteur, et ont un montant de 55 000€. Ils sont essentiellement composés de réfections de cheminements, de bancs, de panneaux, d'éclairage sur la promenade de la fumée.(source mairie de Fouras)

Ainsi, nous retiendrons donc les montants de dommages suivants :

- 190000€ pour Martin,
- 55000€ pour Xynthia et Xynthia+.

➤ La redoute de l'Aiguille

Il s'agit d'un fort réalisé sous Vauban.

L'estimation des dommages sur ce bien par une submersion est réalisée sur la base des informations recueillies lors de l'épisode Xynthia. L'état des dépenses engagées par la

commune en 2010, fait état de travaux réalisés sur le bâtiment pour un montant de l'ordre de 10000€. L'estimation des travaux de remise en état des contre allées et des parements (dans le cadre de demandes de subvention de la municipalité) est de 6700€.

A ces montants, viennent s'ajouter divers frais pour nettoyage du site.

Nous retiendrons donc globalement le montant de 20000€ de dommages pour une submersion du fort l'Aiguille.

➤ Le port de l'île d'Aix et son embarcadère

***Il s'agit d'un service départemental. Les services du CG 17 ont donc été contactés pour connaître la nature et le montant des dommages constatés lors de Xynthia.***

Il ressort de ces échanges que:

- 70000€ environ de dommages ont été relevés sur les équipements de l'embarcadère. (Passerelle, pavage de la cale, éclairage).

Nous retiendrons donc le chiffre de 70000€ pour les dommages subis par l'embarcadère et le port lors des submersions conséquentes du site.

➤ La cabane de la SNSM sur l'île d'Aix.

***La commune de l'île d'Aix a pu fournir le montant de la remise en état de la station SNSM, suite au passage de Xynthia. Les dommages subis pour cet événement sont de l'ordre de 30000€. Nous retiendrons donc ce montant pour la suite du raisonnement.***

## Infrastructures

Les voies routières ont été classées en grandes catégories, chaque catégorie ayant, dans le cadre de cette réflexion, des caractéristiques théoriques dimensionnelles. Dans notre cas, nous avons retenus les valeurs suivantes :

- Voies secondaires = 5 m de chaussées et bas coté
- Voies principales = 7 m de chaussées et bas côté
- Chemins et sentiers = assise de 3m non revêtue et faible couche de forme

Des contacts récents ont été pris avec les services de la Direction des Infrastructures du Département de la Charente Maritime. Il en ressort que le prix moyen de réfection totale d'une chaussée revêtue de 6m de large est de 300€ par mètre linéaire de voie.

Pour l'estimation du coût des dommages aux sentiers et chemins, nous avons utilisé des coûts estimés par le bureau d'étude de l'UNIMA dans le cadre de projets et de travaux de chemins en terre de marais ayant des caractéristiques proches de celles de notre hypothèse moyenne.

Nous considérerons que la submersion des voies par des eaux salées conduit à la réfection partielle de ces infrastructures, et à des opérations de remise en état et nettoyage, ainsi que de leurs abords, de leurs ouvrages d'art associés, de leurs réseaux connexes. Ainsi, nous retiendrons le chiffre de 50% du montant de réfection d'une voie en Charente Maritime, comme représentatif de l'ensemble des dégâts occasionnés par une submersion.

Ainsi, nous retiendrons :

- Voies secondaires = 125€ par ml
- Voies principales = 175€ par ml
- Chemins et sentiers = 70€ par ml

Les travaux situés sur les infrastructures de l'île d'Aix sont majorés (compte tenu du caractère insulaire et des difficultés d'accès) de 30% par rapport à des mêmes travaux réalisés sur le continent. Compte tenu des faibles largeurs de voirie sur l'île d'Aix, l'ensemble des voies ont été considérées comme des voies secondaires.

Le montant des dommages globaux réglés par la commune de Fouras sur la voirie public (avec chemins) est de l'ordre de 600 000€ sur nos secteurs (Fumée et Quartier Port Nord). Il s'agit des dépenses réalisées sur les voiries en 2010 au titre de Xynthia, qui peuvent ne pas correspondre à l'ensemble des dommages constatés, mais aux dommages ayant subi réparation la première année.

Les estimations réalisées sur l'épisode Xynthia par notre méthode de calcul (exploitation SIG de l'aléa et utilisation des ratios) nous conduisent à une estimation de l'ordre de 750 000€ , ce qui nous permet donc de considérer pour la suite du raisonnement que ces ratios sont réa