

2022



Syndicat Mixte du bassin de la Seudre



[PROGRAMME D' ACTIONS DE PREVENTION DES INONDATIONS DU BASSIN DE LA SEUDRE]

Analyse coût bénéfices de l'ouvrage de Chaillevette

RÉVISIONS

VERSION	RÉDACTION	DATE	VÉRIFICATION	DATE
1	FAY Ségolène	23/06/2022	Jean-Philippe DAVID	01/07/2022
2	FAY Ségolène	27/10/2022	Jean-Philippe DAVID	03/11/2022

Table des matières

1.	Définition de la problématique	8
1.1.	Contexte de l'étude.....	8
1.1.1.	Le programme d'actions de prévention des inondations (PAPI)	8
1.1.2.	L'analyse multi-critères réalisée en 2017	8
1.1.3.	Les résultats de l'étude préalable de l'action VII.M.3 du PAPI	9
1.2.	Principes de l'étude.....	11
2.	Définition du périmètre de l'étude	12
2.1.	Situation de référence	12
2.2.	Périmètre géographique	12
2.3.	Horizon temporel	13
3.	Caractérisation de l'aléa sur le territoire	14
4.	Enjeux exposés aux risques inondation en situation de référence	15
4.1.	Synthèse des enjeux considérés	15
4.2.	Habitat.....	16
4.2.1.	La méthode	17
4.2.2.	Habitations exposées au risque de submersion marine	17
4.3.	Entreprises	17
4.3.1.	La méthode	18
4.3.2.	Entreprises exposées au risque submersion marine	18
4.4.	Etablissements sensibles et patrimoniaux.....	18
4.4.1.	La méthode	19
4.4.2.	Etablissements publics exposés au risque submersion marine	19
4.5.	Activité agricole.....	19
4.5.1.	La méthode	19
4.5.2.	Enjeux agricoles exposés au risque submersion marine.....	19
4.6.	Réseaux	20
4.6.1.	Réseau routier	20
4.6.1.1.	La méthode	20
4.6.1.2.	Enjeux routiers exposés au risque de submersion marine	21
4.7.	Tableau récapitulatif des enjeux étudiés exposés aux inondations	21
5.	Le principe de protection.....	22
5.1.	Définition du projet.....	22
5.1.1.	La stratégie de protection de l'estuaire de la Seudre	22
5.1.2.	Choix du niveau de protection	22
5.1.3.	Aménagement testé dans le cadre de l'ACB.....	23
6.	Caractérisation des coûts et des bénéfices.....	24
6.1.	Coûts estimatifs du projet de protection.....	24

6.2.	Méthodologie de monétarisation des enjeux exposés aux inondations	24
6.2.1.	Dommmages aux habitations.....	25
6.2.1.1.	Phase 1 et 2 : Habitat hors périmètre protégé	25
6.2.1.2.	Phase 3 : Habitat périmètre protégé	26
6.3.	Dommmages aux entreprises	27
6.4.	Dommmages aux établissement publics.....	28
6.5.	Dommmages aux activités agricoles	29
6.6.	Dommmages aux réseaux routiers	30
6.7.	Synthèse des dommmages.....	31
7.	Analyse coût-bénéfice.....	33
7.1.	Les paramètres d'entrée de la simulation	33
7.2.	Mesure de l'efficience du projet.....	33
7.2.1.	La VAN (Valeur Actualisée Nette) du projet : Bénéfices – Coûts	33
7.2.2.	Le ratio B/C (Bénéfices/Coûts)	34
7.3.	Résultats et analyse	34
8.	Tests de sensibilité	35
8.1.	Les fonctions de dommage agricole et réseau routier	35
8.2.	L'horizon temporel.....	35
8.3.	La période de retour des scénarii d'inondation.....	35
8.4.	Les coûts d'investissement, coûts d'entretien, coûts des dommmages estimés	36
8.5.	La prise en compte du changement climatique.....	36
8.6.	Résultats.....	38
8.6.1.	Influence des fonctions de dommage agricole et réseau routier	38
8.6.2.	Influence de l'horizon temporel sur la VAN	40
8.6.3.	Influence des périodes de retours des aléas sur la VAN.....	42
8.6.4.	Influence des coûts d'investissement sur la VAN	43
8.6.5.	Influence des coûts d'entretien sur la VAN	45
8.6.6.	Influence des dommmages moyens annuels sur la VAN	46
8.6.7.	Influence du changement climatique sur la VAN.....	48
9.	Conclusion.....	50

Table des illustrations

Figure 1 : Aménagement retenu à Chaillevette pour la labellisation du PAPI en 2017.....	9
Figure 2 : Résultats de l'analyse multi-critères réalisée en 2017 sur le secteur de Chaillevette.....	9
Figure 3 : Tracés alternatifs proposés lors de l'étude préalable pour la protection de Chaillevette contre les submersions marines	10
Figure 4 : Schéma récapitulant la méthodologie générale pour le recensement des enjeux en zone inondable	16
Figure 5 : Projet de système d'endiguement pour l'aléa « niveau Xynthia + 20 cm + vent Martin » sur la commune de Chaillevette	23
Figure 6 : Typologie du projet de système d'endiguement sur la commune de Chaillevette	23
Figure 7 : Schéma récapitulant la méthodologie mise en place pour affiner le recensement des enjeux en zone inondable	25
Figure 8 : Hypothèses retenues pour la prise en compte de l'élévation du niveau marin dans l'ACB comparées aux scénarii du GIEC et aux recommandations de l'ONERC.	37
Figure 9 : Echancier des bénéfices en fonction de l'élévation du niveau moyen de la mer.....	38
Figure 10 : Influence des fonctions de dommage agricole et réseau routier sur la VAN (en M€)	39
Figure 11 : Influence de l'horizon temporel sur la VAN (en M€)	40
Figure 12 : Influence de la période de retours des aléas sur la VAN (en M€)	42
Figure 13 : Influence des coûts d'investissement sur la VAN (en M€).....	44
Figure 14 : Influence des coûts d'entretien sur la VAN (en M€).....	45
Figure 15 : Influence des dommages moyens annuels sur la VAN (en M€).....	47
Figure 16 : Influence de l'élévation du niveau moyen de la mer sur la VAN	48

Liste des tableaux

Tableau 1 : Chiffrages du montant des travaux suivant l'étude et le tracé considérés.....	10
Tableau 2 : Scénarii d'aléas retenus dans l'AMC.....	14
Tableau 3 : Types d'enjeux traités dans l'ACB.....	15
Tableau 4 : Nombre d'habitations en zone inondable sur la commune de Chaillevette en fonction des hauteurs d'eau	17
Tableau 5 : Nombre d'entreprises en zone inondable sur la commune de Chaillevette en fonction des hauteurs d'eau	18
Tableau 6 : Nombre d'hectares agricoles et type d'assolement localisés en zone inondable sur la commune de Chaillevette	19
Tableau 7 : Tableau récapitulatif des enjeux exposés sur la commune de Chaillevette, en état de référence	21
Tableau 8 : Tableau récapitulatif des coûts par poste de dépense	24
Tableau 9 : Moyenne des dommages aux logements (€2016/entité)	26
Tableau 10 : Moyenne des dommages aux logements actualisés (€2021/entité)	26
Tableau 11 : Corrections apportées aux fichiers fonciers du CEREMA suite à la visite terrain de 2022.	27
Tableau 12 : Caractéristiques urbanistiques recensées pour l'événement rare PAPI.	27
Tableau 13 : Moyenne des dommages aux centres administratifs (€/m ²)	29
Tableau 14 : Moyenne des dommages aux activités agricoles (€/ha)	29
Tableau 15 : Tableau récapitulatif des enjeux exposés sur le secteur concerné par le projet d'endiguement de Chaillevette	31
Tableau 16 : Tableau récapitulatif des dommages sur le secteur concerné par le projet d'endiguement de Chaillevette	32
Tableau 17 : Résultats de l'analyse coût-bénéfice sur le secteur de Chaillevette	34
Tableau 18 : Tests de sensibilité sur les périodes de retour des différents aléas	35
Tableau 19 : Recommandations de l'ONERC sur la prise en compte de l'élévation du niveau moyen de la mer	36
Tableau 20 : Fréquence des aléas, actuelle et à court terme, avec une élévation du niveau moyen de la mer de 20 cm	36
Tableau 21 : Pourcentages de scénarii positifs (VAN > 0) avec les fonctions de dommages de l'étude et les fonctions de dommages spécifiques à la submersion marine pour les parcelles agricoles et le réseau routier.	38
Tableau 22 : Variation de la VAN et du rapport B/C selon les fonctions de dommage utilisées.....	39
Tableau 23 : Pourcentages de scénarii positifs (VAN > 0) pour les horizons temporels 30 ans, 40 ans et 50 ans	40
Tableau 24: Variation de la VAN et du rapport B/C selon l'horizon temporel	41
Tableau 25 : Pourcentages de scénarii positifs (VAN > 0) pour les différents tests de périodes de retour	42
Tableau 26 : Variation de la VAN (en €) selon les périodes de retour.....	43
Tableau 27 : Pourcentages de scénarii positifs (VAN > 0) pour les différents coûts d'investissement	43
Tableau 28 ; Variation de la VAN (en €) selon les coûts d'investissement	44
Tableau 29 : Pourcentages de scénarii positifs (VAN > 0) pour les différents coûts d'entretien	45
Tableau 30 ; Variation de la VAN (en €) selon les coûts d'entretien	46
Tableau 31 : Pourcentages de scénarii positifs (VAN > 0) pour les dommages moyens annuels.....	46
Tableau 32 : Variation de la VAN (en €) selon les coûts de dommages.....	47
Tableau 33 : Pourcentages de scénarii positifs (VAN > 0) en fonction de la prise en compte du changement climatique	48
Tableau 34 : Variation de la VAN (en €) et du rapport B/C selon la prise en compte du changement climatique	49

1. Définition de la problématique

1.1. Contexte de l'étude

1.1.1. Le programme d'actions de prévention des inondations (PAPI)

Le PAPI du Bassin de la Seudre a été labellisé en octobre 2017 par la commission mixte inondation (CMI). Dans le cadre de l'axe 7 du programme d'actions portant sur la gestion des ouvrages de protection hydrauliques, la fiche action VII.M.3. « Création d'une protection rapprochée des habitations sur la commune de Chaillevette » a été retenue. Cette dernière est composée de deux phases :

- une phase d'études pré-opérationnelles pour un montant de 303 000 € HT ;
- une phase de travaux pour un montant de 980 500 € HT.

La phase d'études a débuté en 2021 par l'étude préalable de plusieurs scénarii d'endiguements pour répondre à l'objectif de protection inscrit dans la fiche action. Le coût d'investissement pour chacun des scénarii étudiés est de 2,5 à 2,7 M€, soit très supérieur au montant initialement prévu dans la fiche action du PAPI. Le scénario retenu à l'issue de l'étude préalable correspond à la proposition la moins onéreuse et la plus simple, techniquement, à mettre en place. Le coût des travaux est estimé à 2 496 250 € HT.

Un avenant au PAPI sera par conséquent présenté à la CMI, pour augmenter le montant de la fiche action VII.M.3. Ce projet nécessite donc une analyse coût bénéfice.

La présente étude concerne l'analyse coût bénéfice relative au projet de système d'endiguement sur la commune de Chaillevette afin d'en évaluer la pertinence et l'efficacité.

1.1.2. L'analyse multi-critères réalisée en 2017

Lors de l'élaboration du dossier PAPI complet, une analyse multi-critères (AMC) a été réalisée pour les opérations de l'axe 7 « gestion des ouvrages de protection hydraulique ». Cette étude a permis de comparer les coûts d'investissement avec les avantages apportés par chaque système d'endiguement envisagé. Elle a été réalisée sur la base des propositions de systèmes d'endiguement (tracés et typologie) et des chiffrages issus de l'« étude des aléas et enjeux du bassin de la Seudre et des marais de Brouage » réalisée par ARTELIA et portée conjointement par le SMBS et la DDTM (ARTELIA, 2016).

Pour protéger la commune de Chaillevette, l'aménagement retenu était alors une digue en terre à la côte de 4,25 m NGF sur environ 2 250 mètres (hauteur de l'ouvrage 1,25 m NGF). Cet aménagement présentait un coût estimatif d'opération de 1 283 500 € HT et un coût estimatif d'entretien de 11 000 € HT par an. L'ensemble des éléments (mesures compensatoires, ouvrages hydrauliques, etc.) étaient intégrés au coût estimatif d'opération.

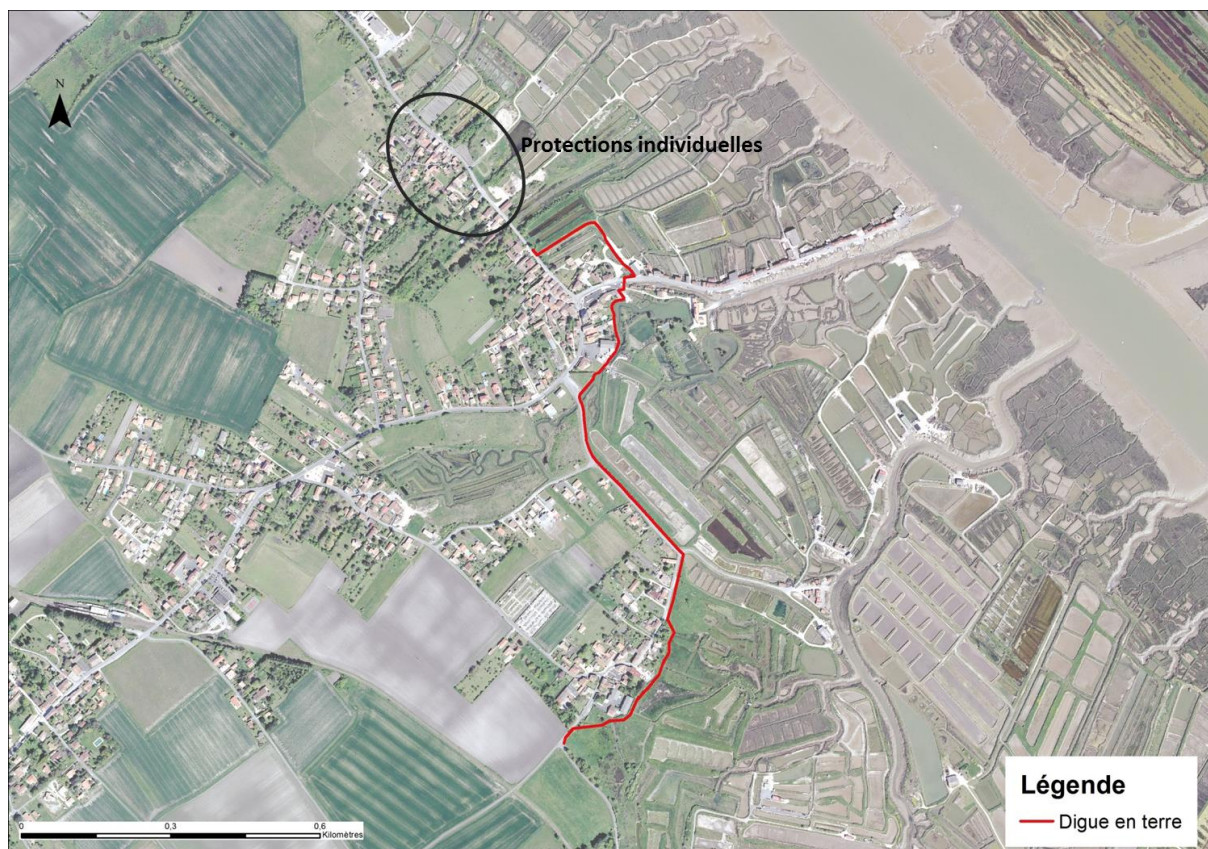


Figure 1 : Aménagement retenu à Chaillevette pour la labellisation du PAPI en 2017

Les résultats de l'analyse multicritères pour ce secteur étaient positifs (cf. Figure 2)

Coût d'investissement	1 283 500 €
Entretien annuel	11 006 €
DEMA	158 586 €
DEMA/DMA sans protection	96 %
VAN à 30 ans	1 805 378 €
VAN > 0 (an)	12
B/C à 30 ans	2,19
NEMA pop./NMA pop	96 %

DMA : Dommages Moyen Annuel ;
DEMA : Dommages Evités Moyen Annuel ;
NMA pop : Nombre Moyen Annuel d'habitants en zone inondable ;
NEMA pop : Nombre Moyen Annuel d'habitants protégés par le projet ;
VAN : Valeur Actualisée Nette du projet = Bénéfices – Coûts
B/C : Bénéfices / Coûts

Si la VAN > 0 projet efficient d'un point de vue économique
 Si B/C > 1 action efficiente d'un point de vue économique

Figure 2 : Résultats de l'analyse multi-critères réalisée en 2017 sur le secteur de Chaillevette

1.1.3. Les résultats de l'étude préalable de l'action VII.M.3 du PAPI

L'action VII.M.3 du PAPI ayant pour objectif la création d'un système d'endiguement pour la protection rapprochée des habitations sur la commune de Chaillevette a débuté en 2021 par la réalisation d'une étude préalable. Elle a conduit à la proposition d'un projet de système d'endiguement et de deux variantes localisées. Le projet et ses alternatives ont été chiffrés et leurs avantages et inconvénients présentés en comité de pilotage le 14 septembre 2022 (cf. Figure 3).

Les chiffrages avancés pour chaque tracé sont plus élevés que l'enveloppe financière retenue dans la fiche action du PAPI, ayant fait l'objet de l'AMC de 2017 (cf. Tableau 1).

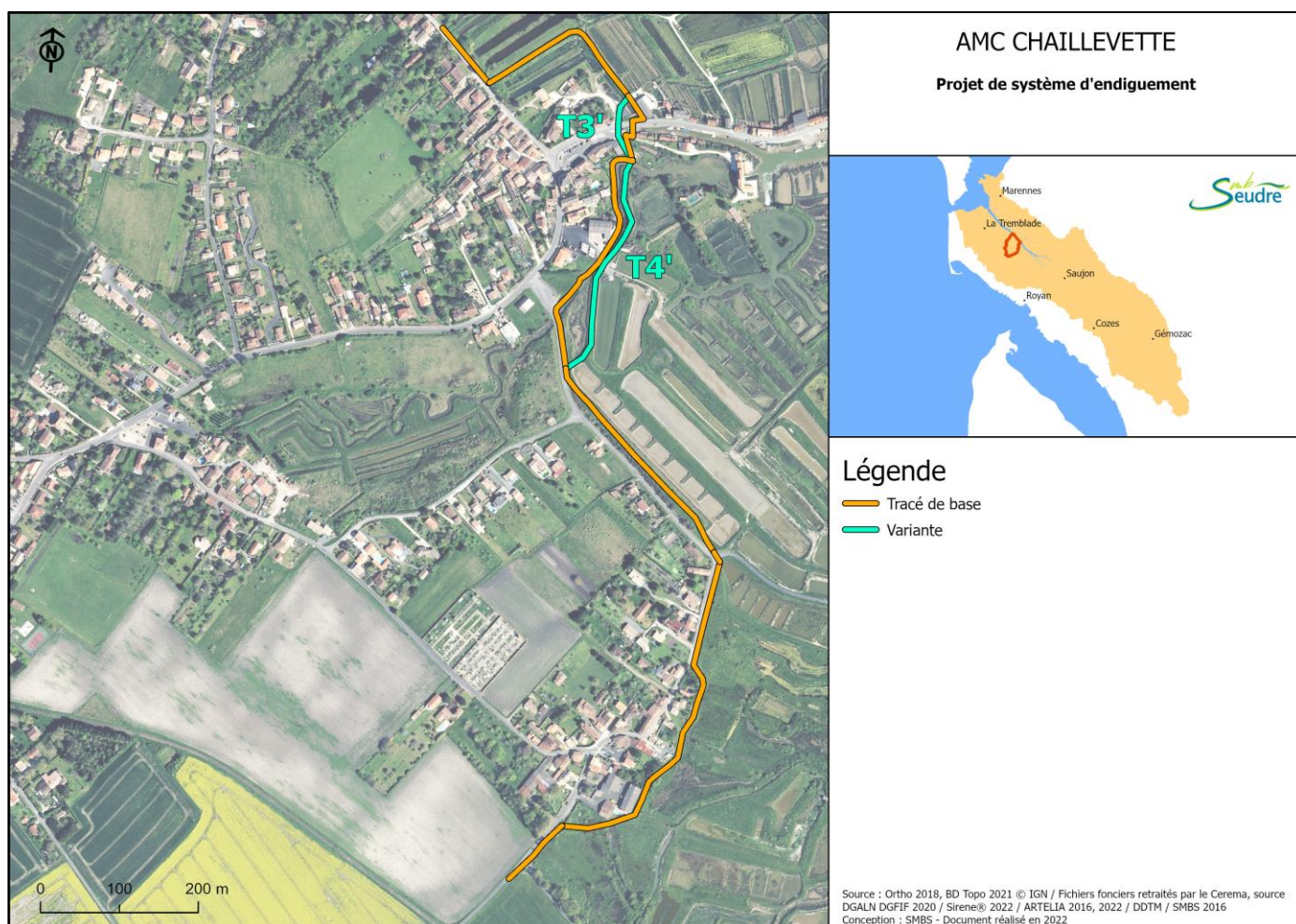


Figure 3 : Tracés alternatifs proposés lors de l'étude préalable pour la protection de Chaillevette contre les submersions marines

Tableau 1 : Chiffrages du montant des travaux suivant l'étude et le tracé considérés

Montant de la fiche action VII.M.3b labellisée en 2017	Coût des travaux déterminés lors de l'étude préalable de 2021			
Tracé PAPI	Tracé de base	Tracé variante T3'	Tracé variante T4'	Tracé variante T3' et T4'
980 500 € HT	2 198 250 € HT	2 224 160 € HT	1 953 800 € HT	1 979 710 € HT

Tous les tracés protègent le même nombre d'enjeux (cf. Figure 3).

1.2. Principes de l'étude

Parties intégrantes des PAPI, les analyses multicritères (AMC) et les analyses coût-bénéfice (ACB) ont pour but d'évaluer la pertinence, la faisabilité, l'efficacité et l'efficience de mesures de prévention des inondations. Une AMC est obligatoire lorsque le coût total d'un groupe d'opérations hydrauliquement cohérentes des axes 6 et 7 du PAPI est supérieur à 5 millions d'euros hors taxes. Pour les actions dont les montants sont compris entre 2 et 5 millions d'euros hors taxes, une AMC simplifiée ou une ACB est nécessaire.

Au regard des montants estimatifs du projet d'endiguement sur la commune de Chaillevette, une analyse multicritère n'est pas indispensable à l'élaboration du dossier d'avenant au PAPI. Ainsi, cette présente étude se limitera à une analyse coût - bénéfice. La méthode utilisée se basera sur les préconisations du guide « Analyse multicritère des projets de prévention des inondations – guide méthodologique 2018 » et ses annexes techniques édités par le Commissariat général au développement durable en mars 2018 (*CGDD, 2018*). Ce guide et ses annexes seront désignés dans la suite de ce rapport par la dénomination « guide AMC ».

L'ACB est basée sur l'étude de différents indicateurs :

- les **indicateurs élémentaires tangibles**, permettant d'identifier et de qualifier les bénéfices et les coûts attendus d'un projet.
- les **indicateurs synthétiques**, permettant d'évaluer l'efficacité et l'efficience du projet par des indicateurs comme la VAN (Valeur Actualisée Nette) et le ratio B/C (Bénéfices sur Coûts).

2. Définition du périmètre de l'étude

2.1. Situation de référence

L'ACB repose sur une comparaison des bénéfices et des coûts d'un projet par rapport à une situation de référence. Dans la présente étude, **la situation de référence correspond à la situation actuelle du territoire**. Un recensement des ouvrages (digues, taillées de marais) incluant la qualification de leur état a été effectué dans le cadre de l'élaboration des plans de prévention des risques littoraux (PPRL) du bassin de la Seudre et des Marais de Brouage. Ce recensement est utilisé comme référentiel.

2.2. Périmètre géographique

La définition du périmètre d'étude s'est faite en tenant compte des zones potentiellement exposées aux aléas d'inondation. La caractérisation des aléas (fluviaux et maritimes) est issue d'une modélisation hydraulique, réalisée par le bureau d'étude ARTELIA. Cette étude a été commandée conjointement par le SMBS, dans le cadre de la mise en œuvre du PAPI d'intention, ainsi que par la DDTM 17, dans le cadre de l'élaboration de PPRL sur le bassin de la Seudre et les Marais de Brouage.

Les résultats de cette étude montrent que l'implantation d'un ouvrage de protection sur la commune de Chaillevette, tel que prévu dans la fiche action VII.M.3 du PAPI, a un impact hydraulique négligeable, (augmentation de la ligne d'eau d'1 à 2 centimètres sur les secteurs voisins) (ARTELIA, 2016).

En conséquence, le périmètre géographique retenu pour cette ACB est la zone retirée à la zone inondable de la commune de Chaillevette par le projet de système d'endiguement, identifiée grâce à la modélisation hydraulique (cf. Figure 4).

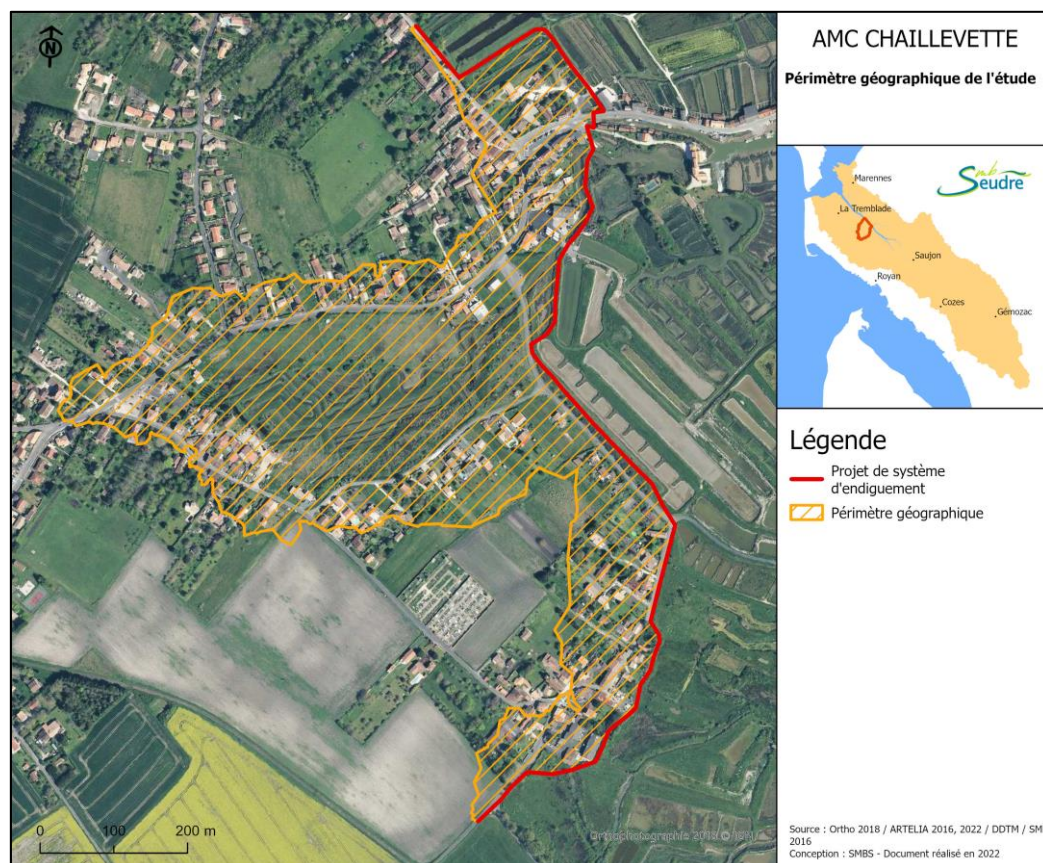


Figure 4 : Périmètre géographique de l'analyse coût - bénéfice

2.3. Horizon temporel

L'horizon temporel permet de connaître chaque année les coûts et les bénéfices engendrés par un projet pour une durée donnée. Il n'est pas nécessairement égal à la durée de vie des protections proposées.

L'horizon temporel de la présente étude est fixé à 50 ans, conformément au guide AMC (*CGDD, 2018*).

3. Caractérisation de l'aléa sur le territoire

Dans le cadre de l'AMC, des événements théoriques ont été modélisés afin de répondre aux objectifs de la Directive Inondation. Cinq scénarii d'inondations ont été retenus en 2017 et seront utilisés pour la présente étude, récapitulés dans le Tableau 2 :

Tableau 2 : Scénarii d'aléas retenus dans l'AMC

Scénarii	Notation	Caractéristiques	Période de retour
Evènement fréquent	X-30cm	Tempête Xynthia moins 30 cm au large => premiers dommages	Estimée à 20 ans
Evènement connu	X/M	Emprise maximale des événements Xynthia et Martin	Estimée à 50 ans
Evènement de référence	NXVM	Surcote barométrique de la tempête Xynthia + vents Martin (intensité et direction)	Estimée à 150 ans
Evènement rare	NX20VM	Evènement de référence + 20 cm au large => changement climatique court terme	Estimée à 300 ans
Evènement extrême	NX60VM	Evènement de référence sans digues + 60 cm au large => changement climatique long terme	Estimée à 1000 ans

Le scénario des premiers dommages correspond à l'évènement Xynthia moins 30 cm au large pour lequel les premières habitations sont impactées par l'aléa de submersion marine. Les habitations ont été retenues comme élément caractérisant les premiers dommages puisque les activités aquacoles « au fil de l'eau », sont considérées comme résilientes à de faibles hauteurs d'eau.

A noter que les périodes de retour n'ont pas été estimées sur des analyses statistiques (manque de données pour réaliser ces analyses sur le périmètre d'étude) mais plutôt à « dire d'expert » par ARTELIA, sur l'analyse de l'historique des submersions marines sur le secteur.

4. Enjeux exposés aux risques inondation en situation de référence

4.1. Synthèse des enjeux considérés

La typologie et l'approche de l'étude sur les principaux enjeux à protéger contre la submersion marine est présentée dans le Tableau 3 :

Tableau 3 : Types d'enjeux traités dans l'ACB

Typologie	Recensement – base de données (BDD)	Année de la BDD	Approche d'étude
Habitat	IGN - BD TOPO / données foncières du CEREMA	2021 / 2020	Monétarisé – Approche quantitative (ACB)
Activités économiques	BD SIRENE – INSEE	2022	Monétarisé – Approche quantitative (ACB)
Etablissements Publics	IGN BD Topo / PCS	2021	Monétarisé – Approche quantitative (ACB)
Activités agricoles	RPG	2020	Monétarisé – Approche quantitative (ACB)
Réseaux	IGN – BD TOPO / CD17	2021 / 2014	Monétarisé – Approche quantitative (ACB)

Par ailleurs, les bases de données et les sites internet suivants ont été consultés :

- <http://www.sinoe.org> (déchèteries) ;
- <https://inpn.mnhn.fr> (périmètres environnementaux) ;
- <http://assainissement.developpement-durable.gouv.fr> (station d'épuration) ;
- <https://www.georisques.gouv.fr> (sites dangereux) ;
- <http://finess.sante.gouv.fr> (établissement de santé).

Le recensement des enjeux a été réalisé sur SIG, en croisant les différents scénarii d'inondation décrits précédemment avec les données d'enjeux présentées dans le Tableau 3. Puis, dans un second temps, ce travail a été croisé et complété avec le recensement effectué dans le cadre de la prescription du PPRL. Celui-ci a été effectué lors d'entretiens individuels avec chaque commune du territoire. Le schéma (cf. Figure 5) présente les différentes phases du recensement.



Recensement des enjeux exposés aux risques d'inondation

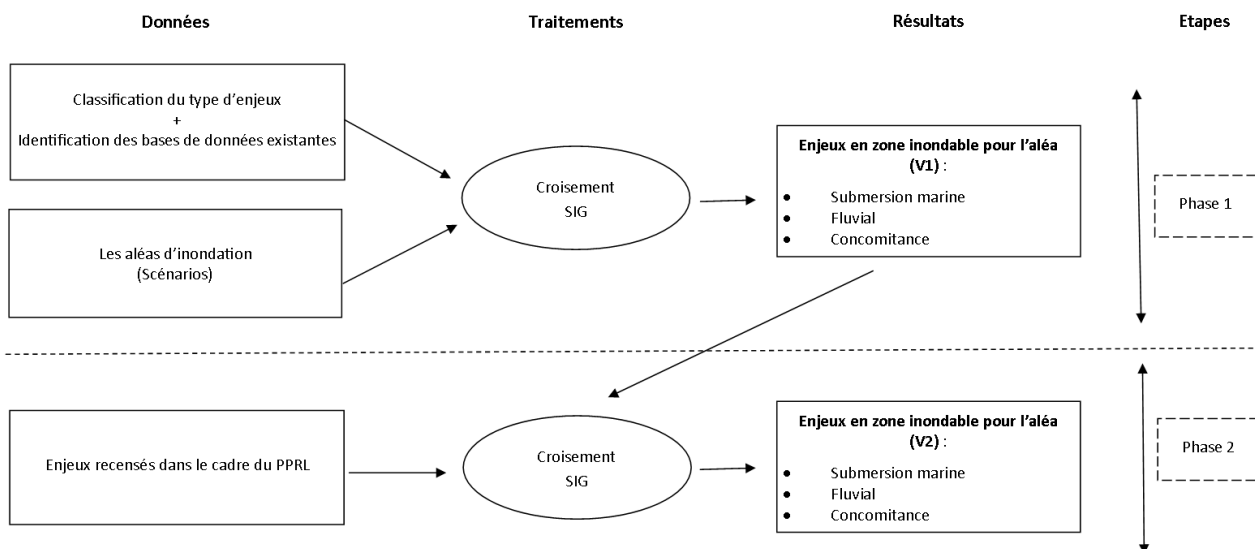


Figure 5 : Schéma récapitulant la méthodologie générale pour le recensement des enjeux en zone inondable

Les limites de ces recensements sont les suivantes :

- Malgré le travail effectué pour représenter géographiquement les enjeux de la manière la plus juste, des erreurs peuvent subsister (localisation ponctuelle pour certaines bases de données, erreurs d'adressage, distinction siège social / siège entreprise, etc.).
- Les données d'aléa issues des modélisations hydrauliques d'ARTELIA présentent de petites imprécisions en limite d'enveloppe de submersion (ARTELA, 2016, p.26-27).
- Cet exercice permet de définir si l'enjeu est localisé en zone inondable et d'estimer la hauteur d'eau sur ce secteur particulier. Toutefois, la hauteur de plancher de chaque bâtiment n'est pas connue précisément, entraînant une incertitude supplémentaire.

La méthodologie du recensement des enjeux est détaillée ci-après, par catégorie d'enjeu. Elle s'appuie sur les préconisations des annexes techniques du guide AMC (CGDD, 2018). L'ensemble des enjeux exposés au risque d'inondation est cartographié dans les annexes de l'ACB.

4.2. Habitat

Afin de localiser et caractériser les habitations potentiellement vulnérables aux submersions marines, les données foncières du Ceremaⁱ et la base de données « Bâti » de la BD TOPO ont été exploitées. Les

ⁱ Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement

enjeux urbanistiques du territoire sont présentés en Annexe 1, du volume 2 : Analyse coût-bénéfice, carte 02.

4.2.1. La méthode

Les principales étapes nécessaires à la qualification des habitations sont les suivantes :

- Relocalisation sur les bâtiments (BD TOPO) des points (données foncières) représentant les logements (initialement situés au centre des parcelles) ;
- Croisement de l'emprise inondable de chaque scénario d'inondation avec les habitations du bassin afin d'identifier l'habitat vulnérable (cf. Annexe 2, volume 2 : Analyse coût-bénéfice, carte 06).

Enfin, sur la zone protégée par le projet d'endiguement, ce travail a été affiné lors d'une dernière phase terrain où la typologie des bâtiments (Individuel sans étage, individuel avec étage, collectif, sous-sol) ainsi que la présence de marches ont notamment été analysées. La méthodologie est développée dans la section 6.2.1 de ce rapport. Les résultats sont, quant à eux, intégrés au Tableau 4.

4.2.2. Habitations exposées au risque de submersion marine

Le Tableau 4, s'attache à présenter les habitations en zone inondable sur le commune de Chaillevette en fonction des hauteurs d'eau, en situation de référence.

Tableau 4 : Nombre d'habitations en zone inondable sur la commune de Chaillevette en fonction des hauteurs d'eau

		Nombre d'habitations en zone inondable			
		< 0,5 m	0,5 - 1 m	> 1 m	Total
Etat de référence	X - 30 cm	51	16	3	70
	X/M	56	37	4	97
	NXVM	72	37	7	116
	NX20VM	76	38	13	127
	NX60VM	62	52	35	149

L'identification des hauteurs d'eau permet de préciser la vulnérabilité des enjeux. Dès l'événement fréquent, 3 habitations sont à plus de 1 mètre d'eau, chiffre s'élevant à 35 pour l'événement extrême.

L'analyse de la typologie des bâtiments et de leurs caractéristiques a été réalisée uniquement sur la zone protégée par le projet (cf. section 6.2.1). Ainsi, sur le reste de la commune, les hauteurs d'eau présentées correspondent aux « hauteurs d'eau en façade du bâtiment ».

Sur la commune de Chaillevette, l'habitat est, pour la majeure partie, concentré dans la zone protégée par le projet.

4.3. Entreprises

La caractérisation des entreprises en zone inondable a été réalisée via la base de données SIRENE de l'INSEE affinée par un recensement sur le terrain. Ce fichier recense les différentes entreprises à l'échelle communale. La donnée utilisée (Février 2022), donne une vision exhaustive des entreprises présentes sur le territoire (cf. Annexe 1, volume 2 : Analyse coût-bénéfice, carte 03).

4.3.1. La méthode

Les principales étapes de la méthodologie sont présentées ci-dessous :

- Spatialisation de la BD-SIRENE ;
- L'emprise inondable de l'évènement extrême a été croisée avec les entreprises du bassin ;
- Le géoréférencement des entreprises en zone inondable a été affiné ;
- L'emprise inondable de chaque scénario d'inondation et les différentes hauteurs d'eau ont été croisées avec les entreprises du bassin afin de qualifier la vulnérabilité de ces dernières (cf. Annexe 2, volume 2 : Analyse coût-bénéfice, carte 07).

4.3.2. Entreprises exposées au risque submersion marine

Le Tableau 5 s'attache à présenter les entreprises en zone inondable en fonction des hauteurs d'eau, en état de référence.

Tableau 5 : Nombre d'entreprises en zone inondable sur la commune de Chaillevette en fonction des hauteurs d'eau

		Nombre d'entreprises en zone inondable						Total
		< 0,5 m	% entreprises situées en ZI	0,5 - 1 m	% entreprises situées en ZI	> 1 m	% entreprises situées en ZI	
Etat de référence	X - 30 cm	31	62,0	13	26,0	6	12,0	50
	X/M	38	57,6	15	22,7	13	19,7	66
	NXVM	37	54,4	17	25,0	14	20,6	68
	NX20VM	28	40,0	26	37,1	16	22,9	70
	NX60VM	17	23,6	36	50,0	19	26,4	72

Le Tableau 5 montre **qu'une part significative des entreprises implantées en zone inondable, est potentiellement impactée par plus d'un mètre d'eau et ce, quel que soit l'évènement**. En effet, pour un évènement fréquent, 12 % des entreprises en zone inondable sont dans cette situation, et cette valeur s'élève à 26 % pour un évènement extrême.

Par ailleurs, l'utilisation de la classe « Transport » de la BD-TOPO a permis de recenser deux ports en zone inondable pour un évènement extrême : les ports de Chaillevette et de Chatressac.

En conclusion, les chiffres présentés dans le Tableau 5 montrent que l'activité économique est particulièrement vulnérable aux submersions marines. Cela s'explique par le fait que les marais de Seudre sont le support d'une activité structurante du territoire, la conchyliculture. Sur l'estuaire de la Seudre, cette activité « au fil de l'eau » représente 47% des entreprises en zone inondable dès l'évènement fréquent et 20% pour l'évènement extrême.

4.4. Etablissements sensibles et patrimoniaux

Etant donné l'importance de ces établissements, une approche qualitative a été préférée à une approche quantitative. Les établissements identifiés en zone inondable seront qualifiés sur l'évènement extrême.

4.4.1. La méthode

L'exploitation des bases de données suivantes a permis de recenser les établissements sensibles présents sur la commune (cf. Annexe 1, volume 2 : Analyse coût-bénéfice, carte 02) :

- La BD TOP – IGN : renseigne sur les établissements scolaires, les campings ainsi que les mairies et autres établissements publics ;
- La BD FINESS : renseigne sur les établissements de santé présents sur le territoire ;
- Le PCS (Plan Communal de Sauvegarde) de la commune de Chaillevette a été consulté.

Le croisement de ces établissements avec l'emprise inondable de chaque scénario d'inondation a permis d'identifier les établissements sensibles (cf. Annexe 2, volume 2 : Analyse Multi-Critères, carte 06).

4.4.2. Etablissements publics exposés au risque submersion marine

Seul le bâtiment de La Poste est recensé en zone inondable sur la commune de Chaillevette.

4.5. Activité agricole

La commune de Chaillevette est composée de 240 ha de marais abritant principalement des activités ostréicoles et des prairies, en marge (cf. Annexe 1, volume 2 : Analyse coût-bénéfice, carte 03). L'évaluation des enjeux ostréicoles a été intégrée aux enjeux économiques. Afin de qualifier les enjeux agricoles potentiellement impactés par les différents scénarii d'inondation, la base de données du RPG 2020 (Registre Parcellaire Graphique) a été utilisée.

4.5.1. La méthode

Les parcelles du RPG 2020 ont été découpées par rapport à l'emprise inondable de chacun des scénarii d'inondation. Le croisement des parcelles avec l'emprise inondable de chaque scénario d'inondation permet d'identifier le type de cultures en zone inondable et de connaître le nombre d'hectares vulnérables (cf. Annexe 2, volume 2 : Analyse coût-bénéfice, carte 07).

4.5.2. Enjeux agricoles exposés au risque submersion marine

Le nombre d'hectares impactés par les différents scénarii d'inondation sur la commune de Chaillevette est indiqué dans le Tableau 6.

Tableau 6 : Nombre d'hectares agricoles et type d'assolement localisés en zone inondable sur la commune de Chaillevette

	Nombre d'hectares agricoles localisés en zone inondable et type d'assolement				
	X - 30 cm	X/M	NXVM	NV20VM	NX60VM
Prairies	10,75	11,67	11,68	11,80	11,80
Cultures	0,01	0,07	0,11	0,14	0,24
Total (ha)	10,76	11,74	11,79	11,94	12,04

Le Tableau 6 montre que le type d'assolement majoritairement impacté par une submersion marine est la prairie, représentant au minimum 98 % de la superficie totale d'hectares agricoles impactés (NX60VM).

La base de données RPG (Registre Parcellaire Graphique) ayant servi à estimer les enjeux agricoles est incomplète. En effet, elle n'intègre que le parcellaire déclaré dans le cadre de la Politique Agricole Commune (PAC). Par conséquent, certains types de pratiques comme le maraîchage n'ont pu être traités dans cette étude, conduisant à potentiellement minimiser la valeur des dommages. Toutefois, les activités agricoles présentes sur le secteur sont principalement l'élevage et la céréaliculture, toutes deux déclarées dans le cadre de la PAC.

4.6. Réseaux

L'inondation a un impact direct sur les réseaux (routes coupées, coupures d'électricité, etc.), mais elle peut également avoir un impact indirect à plus long termes sur la vie du territoire (impossibilité d'assurer les missions de service public, réduction de l'activité économique du territoire).

Aujourd'hui, les données disponibles sur le périmètre d'étude ne permettent pas de qualifier la vulnérabilité des différents types de réseau (cf. Annexe 1, volume 2 : Analyse coût-bénéfice, carte 05).

Une action d'amélioration de la connaissance et de réduction de la vulnérabilité des réseaux (électrique, pluvial, assainissement, télécom, etc.) est inscrite dans la stratégie du PAPI complet.

En l'état actuel des connaissances, seul l'impact direct sur le réseau routier sera approché.

4.6.1. Réseau routier

L'impact d'une inondation sur le réseau routier a été évalué via la base de données TOPO –IGN.

4.6.1.1. La méthode

- Définition de quatre entités (routes primaires, routes secondaires, chemins et voies ferrées) ;
- Croisement du linéaire routier avec chaque scénario de submersion marine.

4.6.1.2. Enjeux routiers exposés au risque de submersion marine

Pour l'évènement extrême, correspondant à une période de retour millénaire, le linéaire routier impacté serait le suivant (cf. Annexe 2, volume 2 : Analyse coût-bénéfice, carte 09) :

- 10 735 mètres de routes secondaires ;
- 11 502 mètres de chemins ;

4.7. Tableau récapitulatif des enjeux étudiés exposés aux inondations

Tableau 7 : Tableau récapitulatif des enjeux exposés sur la commune de Chaillevette, en état de référence

Enjeux en zone inondable sur la commune de Chaillevette			Aléas				
			Fréquent : X-30cm	Connu : Martin/Xynthia	Moyen : NXVM	Rare : NX20VM	Extrême : NX60VM
			Etat actuel	Etat actuel	Etat actuel	Etat actuel	Etat actuel
Enjeux humains	Nombre Habitations (hauteur d'eau)	<0,5m	51	56	72	76	62
		0,5 - 1m	16	37	37	38	52
		>1m	3	4	7	13	35
		Total	70	97	116	127	149
Enjeux éco	Entreprises (nombre)	Total	50	66	68	70	72
	Port de Chaillevette	Hauteur d'eau (m)	1--2	1--2	1--2	1--2	>2
	Port de Chatressac (Chaillevette)		1--2	>2	>2	>2	>2
Ets Publics	La Poste	Hauteur d'eau (m)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5 - 1
Enjeux de réseaux	Routes (linéaire en m)	Routes II	9 035	10 048	10 284	10 405	10 735
		Chemins	11 449	11 456	11 469	11 472	11 502
		Total (m)	20 484	21 504	21 754	21 878	22 237
Enjeux agricoles	Surfaces (ha)	Cultures submergées	0,01	0,07	0,11	0,14	0,24
		Prairies submergées	10,75	11,67	11,68	11,80	11,80
		Total (ha)	10,76	11,74	11,78	11,94	12,04

5. Le principe de protection

Le recensement des enjeux exposés à différents aléas de submersion marine (fréquent, connu, moyen, rare et extrême) a permis de caractériser la vulnérabilité du territoire. Dans le cadre de l'élaboration du PAPI complet, un principe de protection, visant à réduire l'impact des événements maritimes, a été défini sur l'estuaire de la Seudre. Les propositions de protection ont été élaborées par le bureau d'étude ARTELIA. La proposition de protection sur la commune de Chaillevette a été retenue par les élus et labellisée par la CMI le 12 octobre 2017. Par la suite, une étude préalable examinant plusieurs variantes de protection a permis d'affiner le projet et les chiffres.

5.1. Définition du projet

5.1.1. La stratégie de protection de l'estuaire de la Seudre

Différentes stratégies de protection de l'estuaire de la Seudre ont été modélisées afin de définir une stratégie adaptée aux enjeux du territoire. L'emprise de modélisation est suffisamment large pour prendre en compte les éventuels impacts d'une stratégie, sur les territoires voisins. Au total, 3 stratégies ont été élaborées (digues insubmersibles, effacement des digues de 1^{er} rang, protection des zones urbaines denses). Au préalable, de nombreux tests de protection avaient également été réalisés.

L'analyse du fonctionnement hydraulique global de l'estuaire de la Seudre a permis de définir une stratégie de protection (cf. Volume 1 : PAPI complet 2017-2023 – *SMASS, 2017, V1*). **La stratégie retenue est la protection des zones urbaines denses. Ce principe de protection a pour principal objectif la protection des enjeux humains. Toutefois, cette stratégie ne permet pas de protéger l'ensemble des enjeux exposés aux submersions marines. Des mesures de réduction de la vulnérabilité des autres enjeux, comme par exemple la réalisation de PCS, la gestion hydraulique du marais salé (optimisation du rôle de tampon/expansion de crue/amélioration du ressuyage) ainsi que la mise en place de protections individuelles, sont proposées dans le PAPI complet.**

Par ailleurs, en termes de compétence « gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations » (GEMAPI), ce type de stratégie a l'avantage de diminuer nettement le linéaire de digues à gérer par rapport au test des digues insubmersibles, réduisant ainsi les coûts d'investissement, d'entretien et de suivi.

5.1.2. Choix du niveau de protection

Le niveau de protection a été choisi de manière à assurer une concordance entre le PPRL prescrit et le PAPI. La future réglementation urbanistique du territoire étant construite à partir de l'évènement court terme du PPRL, soit l'évènement rare du PAPI (NXVM + 20cm), ce niveau de protection a été choisi par les élus. Ainsi, les futurs ouvrages construits seront en adéquation avec la réglementation PPRL et prendront dès à présent en compte les impacts du changement climatique.

La modélisation hydraulique a permis de déterminer une côte altimétrique atteinte par les eaux de 4,23 m NGF pour cet aléa sur la commune de Chaillevette. L'altimétrie de la future protection est donc calée à 4,43 m NGF.

5.1.3. Aménagement testé dans le cadre de l'ACB

Le projet de système d'endiguement proposé dans le cadre de l'étude préalable menée par ARTELIA a pour objectif la protection des secteurs de Chatressac, de la rue des fontaines, du chemin vert et de la rue du port (cf. Figure 6). Le projet est d'une hauteur moyenne comprise entre 0,25 m et 1,70 m et d'une longueur d'environ 1,7 km. Il est composé d'un ensemble d'ouvrages aux typologies adaptées aux contraintes locales (cf. Figure 7).

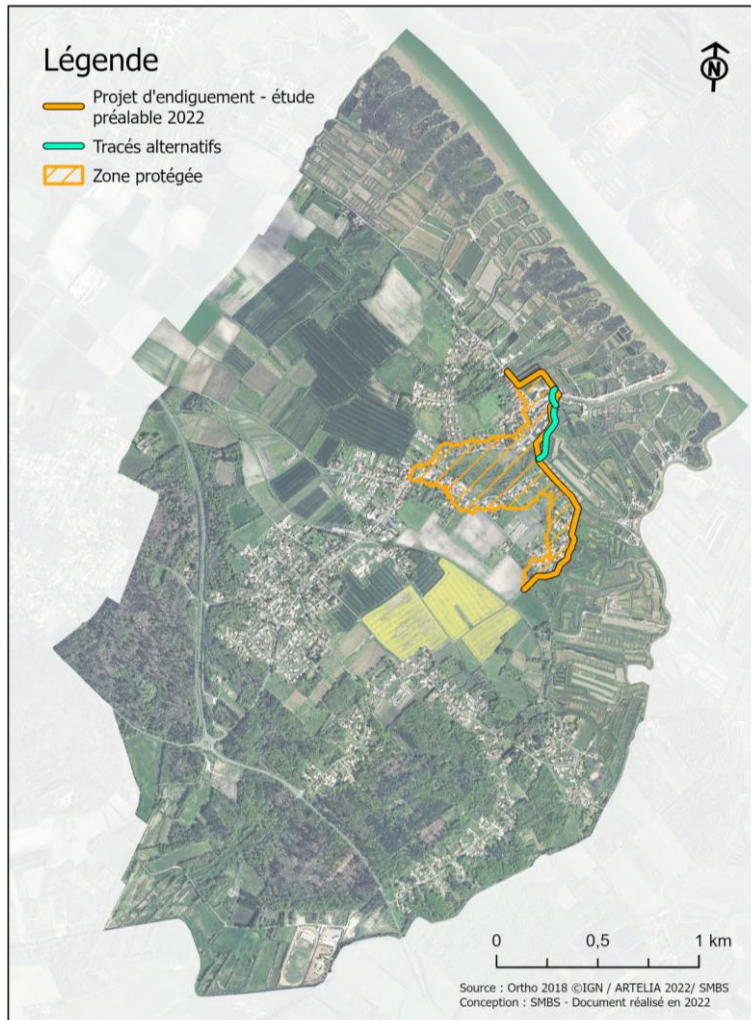
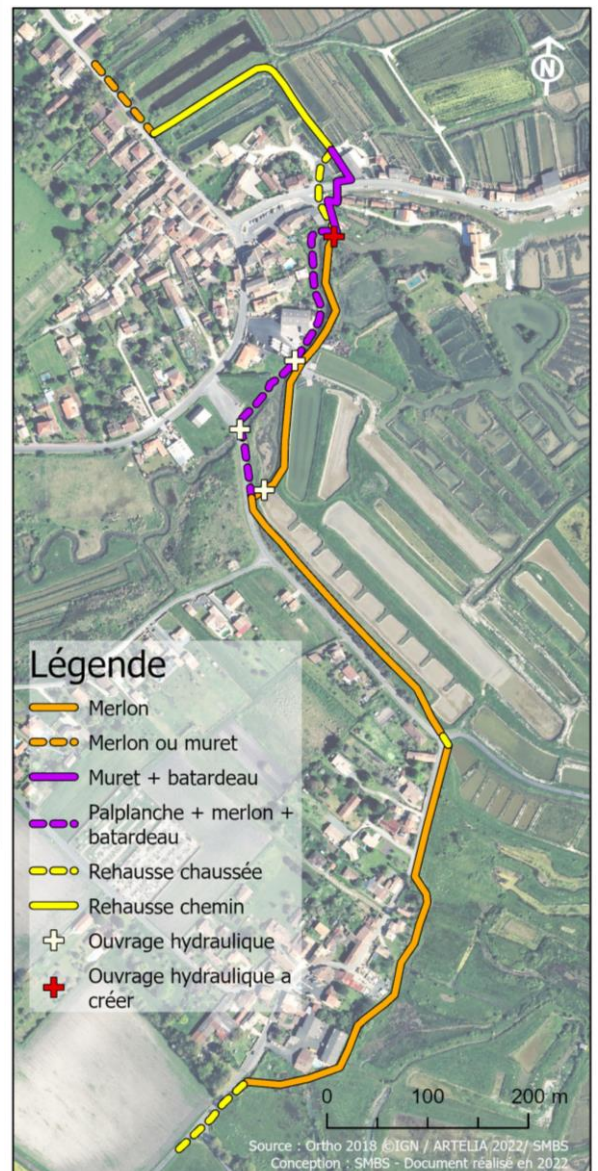


Figure 7 : Typologie du projet de système d'endiguement sur la commune de Chaillevette →

← Figure 6 : Projet de système d'endiguement pour l'aléa « niveau Xynthia + 20 cm + vent Martin » sur la commune de Chaillevette



6. Caractérisation des coûts et des bénéfices

6.1. Coûts estimatifs du projet de protection

Le coût du projet de protection sera par la suite comparé aux bénéfices (dommages évités) qu'un tel projet génère, afin de juger de l'efficacité de la stratégie de protection sur un horizon temporel de 50 ans.

Le Tableau 8 présente les coûts d'investissements par poste de dépense :

- **Coûts travaux** : la variante retenue pour l'ACB est la variante T4' élaborée par le bureau d'études ARTELIA. Son coût est de 2 496 250 € HT ;
- **Coûts des études techniques, réglementaires, topographiques et géotechniques** : basés sur les retours d'expérience du Département de la Charente-Maritime ;
- **Coûts environnementaux** : 4 % de l'investissement, basés sur les préconisations du guide AMC, catégorie 1 du tableau 14 « Grille des ratios de coûts environnementaux préconisés en fonction du type de mesures mises en place » (CGDD, 2018) ;
- **Coûts d'entretien de l'ouvrage** : 2 % de l'investissement, basés sur les préconisations du guide AMC (CGDD, 2018).

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des coûts par poste de dépense

Coûts (€ HT)				Année de réalisation
Travaux	Etudes	Environnementaux	Entretien annuel	
2 500 000 €	350 000 €	100 000 €	50 000 €	2025

6.2. Méthodologie de monétarisation des enjeux exposés aux inondations

L'ACB repose sur la comparaison des bénéfices et des coûts d'un projet. Une partie des bénéfices générés par un système d'endiguement, correspond aux « dommages évités ». Afin d'apprécier ces bénéfices, la quantification des dommages directs aux enjeux architecturaux, économiques, agricoles et patrimoniaux est nécessaire.

Le guide AMC (CGDD, 2018) identifie les indicateurs monétaires suivants :

- M1 : dommages aux habitations,
- M2 : dommages aux entreprises,
- M3 : dommages aux activités agricoles,
- M4 : dommages aux établissements publics,
- M5 : dommages indirects aux réseaux de transport.

Le périmètre d'étude est soumis à l'aléa de submersion marine, impliquant des événements violents à cinétique rapide (le temps d'une à deux marées). C'est pourquoi, la durée de submersion retenue est inférieure à 48 heures pour l'estimation des dommages.

6.2.1. Dommages aux habitations

Le recensement des enjeux exposés aux risques de submersion marine a mis en lumière la vulnérabilité des enjeux urbanistiques, notamment des habitations. En effet, sur la commune de Chaillevette, 70 habitations seraient impactées par un événement fréquent, s'élevant à 149 pour un événement extrême. Afin de caractériser au mieux la vulnérabilité des habitations et donc les dommages associés, une enquête terrain a été réalisée en 2022 pour affiner le recensement (cf. Figure 8).

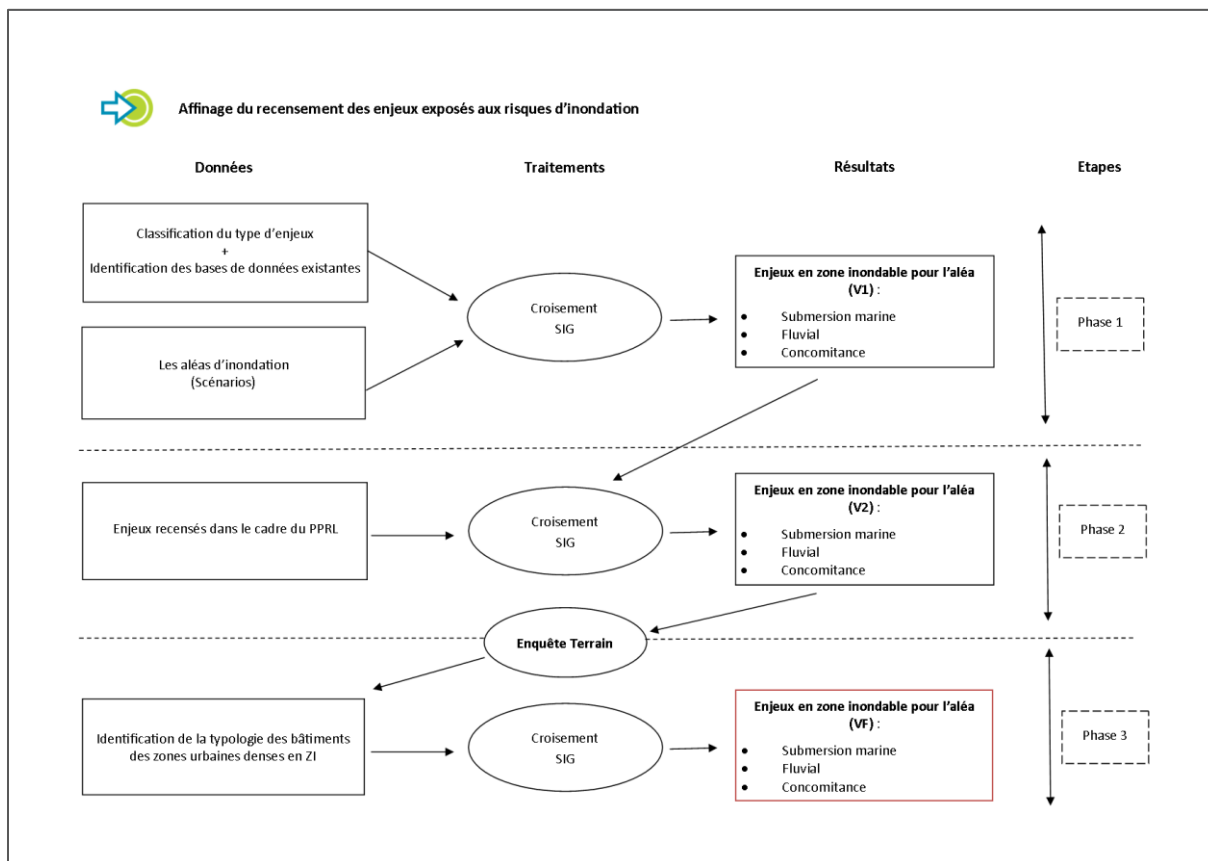


Figure 8 : Schéma récapitulant la méthodologie mise en place pour affiner le recensement des enjeux en zone inondable

6.2.1.1. Phase 1 et 2 : Habitat hors périmètre protégé

Les dommages aux habitations ont été estimés sur la base des courbes de dommages fournies avec le guide AMC (CGDD, 2018). La méthodologie retenue repose sur l'utilisation **des fonctions de dommages aux submersions marines par entité (en €2016 par entité)**, en fonction de la hauteur d'eau et des caractéristiques de l'habitation. Ces fonctions de dommages ont été actualisées en €2021 à l'aide des indices des coûts de construction et des prix à la consommation de l'INSEE.

Une moyenne du coût de dommages par entité a été réalisée sur quatre classes de hauteur d'eau (cf. Tableau 9 et Tableau 10), représentant la gradation de la vulnérabilité.

Tableau 9 : Moyenne des dommages aux logements (€2016/entité)

Moyenne des dommages au bâti (€2016/entité) submersion marine								
Hauteur d'eau (m)	Individuel sans étage	Individuel avec étage	Logement en collectif	Sous-sol individuel	Sous-sol d'un immeuble (cave + garage)	Mobilier individuel sans étage	Mobilier individuel avec étage	Mobilier logement en collectif
< 0,5	15060,0	10208,2	7800,6	68,8	1728,9	7483,4	4656,0	3772,4
0,5 ≤ H < 1	17937,9	11672,6	9535,6	76,4	1921,0	11723,6	7626,8	6196,9
1 ≤ H < 2	22174,2	16128,5	11445,3	92,7	1921,0	15181,0	10117,8	8199,6
> 2	27064,3	22079,5	12696,8	1362,0	1921,0	15583,9	10585,6	8366,1

Tableau 10 : Moyenne des dommages aux logements actualisés (€2021/entité)

Moyenne des dommages au bâti (€2021/entité) submersion marine								
Hauteur d'eau (m)	Actualisation avec l'indice des coûts de construction (INSEE)					Actualisation avec l'indice des prix à la consommation (INSEE)		
	Individuel sans étage	Individuel avec étage	Logement en collectif	Sous-sol individuel	Sous-sol d'un immeuble (cave + garage)	Mobilier individuel sans étage	Mobilier individuel avec étage	Mobilier logement en collectif
< 0,5	17114,2	11600,5	8864,6	78,2	1964,7	7951,5	4947,2	4008,4
0,5 ≤ H < 1	20384,6	13264,7	10836,2	86,9	2183,0	12456,9	8103,8	6584,5
1 ≤ H < 2	25198,8	18328,4	13006,5	105,4	2183,0	16130,6	10750,7	8712,5
> 2	30755,9	25091,1	14428,6	1547,8	2183,0	16558,7	11247,8	8889,4

L'utilisation des données foncières adaptées par le CEREMA à la réalisation des AMC et relocalisées grâce la BD TOPO a permis de caractériser les habitations potentiellement impactées par un phénomène de submersion marine. Ces données distinguent les logements individuels avec et sans étage, les logements collectifs et la présence de sous-sols.

6.2.1.2. Phase 3 : Habitat périmètre protégé

Une méthodologie complémentaire a été élaborée sur le secteur concerné par l'ouvrage de protection visant à répondre aux objectifs suivant :

- Vérifier les données foncières : habitat individuel avec et sans étage, ainsi que les logements collectifs ;
- Approcher le niveau des cotes plancher des habitations en zone inondable : identification des habitations surélevées par rapport au terrain naturel.

Pour cela une enquête terrain a été réalisée sur les habitations du secteur protégé pour l'évènement rare du PAPI (évènement de dimensionnement des ouvrages de protection), afin d'identifier les éléments suivants (cf. Tableau 11) :

- bâtiments de plain-pied,
- logements collectifs,
- garages, caves en rez-de-chaussée,
- nombre de marches.

Tableau 11 : Corrections apportées aux fichiers fonciers du CEREMA suite à la visite terrain de 2022.

	Nombre	Pourcentage
Nombre total de points logements à l'issue de la visite terrain	145	100 %
Maisons mitoyennes identifiées en « COLLECTIF » dans la base de données CEREMA	8	6 %
Bâtiments identifiés comme « MAISON » ou « APPARTEMENT » ayant un autre usage (garage, bar, supérette)	4	3 %
Information sur la présence d'un étage corrigée par la visite terrain	34	23 %
Point rajouté sur le terrain	1	1 %
Habitations surélevées par 2 marches ou plus	14	12 %

Le recensement du nombre de marches devrait permettre d'affiner le nombre d'habitations potentiellement impactées par une hauteur d'eau inférieure à 50 cm et donc le coût des dommages estimés. L'hypothèse retenue pour l'étude est qu'à partir de deux marches, une habitation confrontée à une hauteur d'eau inférieure à 50 cm ne serait pas inondée. Au-delà de 50 cm d'eau, les marches ne permettent plus d'éviter une submersion. Cette méthodologie comprend des imprécisions mais permet de prendre en compte les caractéristiques urbanistiques influant sur le coût des dommages.

Finalement, l'analyse des données recensées a permis d'affiner la typologie de l'habitat sur le secteur protégé. Les résultats sont présentés dans le Tableau 12 :

Tableau 12 : Caractéristiques urbanistiques recensées pour l'événement rare PAPI.

Habitations en zone inondable (év. Rare PAPI)	Plain-Pied	Logements collectifs	Présence de plus de 2 marches	Sous-sol individuel
109	67	0	16	57

Les coûts de dommages aux habitations sont récapitulés dans la section 6.7 de ce rapport.

6.3. Dommages aux entreprises

Les coûts associés aux dommages sur les entreprises ont été élaborés sur la base de la méthodologie préconisée dans le guide AMC (CGDD, 2018). Un coût estimatif de dommages a été associé à chaque entreprise selon trois critères :

- Son type d'activité (code NAF),
- Le nombre de salariés,
- La hauteur d'eau (moins de 50 cm, de 50 cm à 1 m, de 1 à 2 m, plus de 2 m).

Les dommages par entreprise indiqués dans le guide AMC sont importants, or le bassin de la Seudre est maillé par une majorité de petites et moyennes entreprises (PME). En effet, c'est un territoire rural très peu industrialisé. Afin de ne pas « surévaluer » les coûts engendrés par une inondation, le choix a été fait d'estimer le coût en fonction du nombre de salariés permettant de faire la différence entre petites et grandes entreprises. Afin de s'assurer de la validité de la méthode, le non dépassement du seuil d'employés a été vérifié pour chaque enjeu.

Les courbes d'endommagement établies par les services de l'Etat permettent d'obtenir des coûts en euros 2016. Ces coûts ont été actualisés en euros 2021 grâce à une moyenne des indices de prix à la consommation et des coûts de construction.

Par ailleurs, l'application de ces fonctions impose la détermination de la durée de submersion. L'hypothèse choisie, considère que la submersion dure moins de 48h.

La BD – SIRENE, utilisée pour recenser les entreprises en zone inondable, renseigne le code NAF de chaque entreprise ainsi que le nombre d'emplois minimum et le nombre d'emplois maximum. Toutefois, certaines entreprises ont des codes NAF pour lesquels aucune information n'est disponible dans le guide méthodologique. Aussi, des coûts ont été associés sur la base de données locale utilisée pour la labellisation du PAPI Seudre en 2017 (SMASS, 2017, V2) et dans des PAPI voisins (Charente Estuaire, SYNHA), ainsi que par rapport aux coûts supportés par des activités quasi-similaires.

Dommmages par salarié

- Pour l'aquaculture en mer, un coût de dommages de 18 596 € par salarié a été considéré sur les bases de données issues de la DDTM 17 et actualisées en euros 2021, indiquant le nombre d'entreprises ostréicoles impactées par la tempête Xynthia ainsi que les dommages associés. Cette activité « au fil de l'eau » est considérée comme résiliente à de faibles hauteurs d'eau. Aussi, aucun dommage n'a été attribué pour des hauteurs d'eau inférieure à 50 cm. La perte de stock n'est pas évaluée dans cette étude, en raison des nombreuses incertitudes suivant la saison (huîtres en mer ou en bassin).
- Pour la vente à domicile, le coût de dommages considéré est celui associé à la vente à distance (code NAF 47), activité de même nature.
- Pour l'activité de formation d'adultes, l'association exerçant cette activité propose des mises en situation dans les métiers du bâtiment et notamment pour le métier de couvreur. Le coût de dommages utilisé est donc celui des activités de couvreur.

Dommmages par entreprise

- Pour les exploitations agricoles (sur le bâtiment), un coût de dommages de 87 958 € a été considéré sur la base de données locales utilisées dans l'AMC précédente réalisée lors de l'élaboration du PAPI complet en 2017 et actualisées en euros 2021.
- Pour les activités de club de sport et autres activités liés au sport, un coût de dommages de 32 984 € a été considéré sur la base de données locales utilisées dans l'AMC précédente réalisée lors de l'élaboration du PAPI complet et actualisés en euros 2021. Afin d'éviter un double comptage (équipement communal), un coût de dommages a été attribué seulement aux établissements disposant de leur propre équipement.

Les coûts de dommages aux entreprises sont récapitulés dans la section 6.7 de ce rapport.

6.4. Dommages aux établissement publics

Le seul établissement public situé dans la zone protégée par le projet de système d'endiguement est le bâtiment de La Poste. Le coût des dommages a été estimé grâce à la fonction de dommage du guide AMC (CGDD, 2018), associant un coût en euros 2016/m² (établi pour un centre administratif) à des classes de hauteur d'eau. Les coûts ont été actualisés en euros 2021 grâce à l'indice des coûts de construction de l'INSEE et croisés avec la surface au sol du bâtiment (cf. Tableau 13). La durée de la submersion a été considérée inférieure à 48 h.

Tableau 13 : Moyenne des dommages aux centres administratifs (€/m²)

Hauteur d'eau (m)	Moyenne des dommages aux centres administratifs submersion marine	
	€ 2016 / m²	€ 2021 / m²
< 0,5	161,4	183,4
0,5 ≤ H < 1	283,9	322,6
1 ≤ H < 2	405,0	460,2
> 2	530,5	602,9

Les coûts de dommages aux établissements publics sont récapitulés dans la section 6.7 de ce rapport.

6.5. Dommages aux activités agricoles

Les fonctions de dommages préconisées dans le guide AMC (CGDD, 2018) sont surfaciques et exprimées en euros 2016. Elles sont actualisées grâce à l'indice des prix à la consommation de l'INSEE en euros 2021. Elles ne sont pas spécifiques aux submersions marines.

Grâce au RPG 2020, deux catégories de cultures sont identifiées dans la zone submersible sur la commune de Chaillevette : Orge et prairies permanentes. Les caractéristiques prises en compte pour évaluer les dommages sont :

- La hauteur d'eau (moins de 50 cm, entre 50 cm et 1m, entre 1 et 2m, plus de 2 m),
- La période saisonnière hivernale, la majorité des événements tempétueux intervenant sur cette période,
- Le secteur protégé étant situé en bordure de zone submersible, les hypothèses utilisées pour les autres caractéristiques de l'aléa sont :
 - Une durée de submersion courte (inférieure à 48h),
 - Une vitesse de courant faible.

Une moyenne du coût des dommages par entité a été réalisée sur quatre classes de hauteur d'eau (cf. Tableau 14), représentant la gradation de la vulnérabilité.

Tableau 14 : Moyenne des dommages aux activités agricoles (€/ha)

Hauteur d'eau (m)	Moyenne des dommages agricoles - aléa fluvial			
	€ 2016 / ha		€ 2021 / ha	
	Orge	Prairie permanente	Orge	Prairie permanente
< 0,5	346,5	302,2	368,2	321,1
0,5 ≤ H < 1	406,9	302,2	432,4	321,1
1 ≤ H < 2	648,7	302,2	689,2	321,1
> 2	648,7	302,2	689,2	321,1

Variante utilisée dans l'analyse de sensibilité pour le calcul des dommages aux activités agricoles :

Du fait du caractère salé de l'eau, une submersion marine a des conséquences particulièrement importantes sur les activités agricoles. Les principales difficultés et conséquences retenues dans le calcul du coût des dommages, compte tenu des spécificités du territoire sont les suivantes :

- Salinisation des sols compromettant les productions en place et l'implantation des cultures de printemps.
- Les pertes de récoltes estimées comme étant :
 - o Pour la grande culture : les pertes de culture d'hiver et une baisse de rendement important des cultures de printemps.
 - o 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, fossés, drains, ...)

Ainsi les estimations suivantes seront utilisées :

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

On retiendra donc globalement :

- **Cultures : 3 350 €/ha submergé,**
- **Prairies : 1 150 €/ha submergé.**

Les coûts de dommages aux surfaces agricoles sont récapitulés dans la section 6.7 de ce rapport.

6.6. Dommages aux réseaux routiers

Lorsque les réseaux de transports sont interrompus, les utilisateurs sont conduits à utiliser des itinéraires de substitution qui peuvent générer des retards et une consommation plus importante de carburant. Une fonction de dommages permet d'estimer les coûts liés à ces interruptions essentiellement pour le trafic routier.

Au regard des spécificités du territoire d'étude et de la présence uniquement de petites routes communales pour lesquelles il n'existe pas de données de trafic routier, la réflexion sur l'indicateur M5 telle que préconisé dans le guide AMC (CGDD, 2018), n'est pas pertinente. Toutefois, l'analyse de sensibilité intégrera un indicateur permettant d'estimer les dommages matériels sur les routes.

Variante utilisée dans l'analyse de sensibilité pour le calcul des dommages aux réseaux routiers :

Dans le cadre de l'estimation des dommages sur le réseau routier, des contacts ont été pris avec les services de la Direction des Infrastructures du Département de la Charente-Maritime. Ces échanges ont conduit à retenir la méthodologie appliquée dans la précédente AMC du PAPI Seudre (SMASS, 2017, V2) et l'ACB du PAPI de l'agglomération de la Rochelle :

- pour les voies primaires : 450 000 €/kmⁱⁱ de réfection totale, considérant que 10 % du linéaire impacté subit une réfection totale ;
- pour les voies secondaires : 150 000 €/kmⁱⁱⁱ de réfection totale, considérant que 10 % du linéaire impacté subit une réfection totale.

Concernant l'estimation du coût des dommages aux sentiers et chemins, la valeur retenue pour la réfection d'un chemin comprenant une couche de castine et de roulement est de :

- 30 000 €/km^{iv} de réfection totale, considérant que 10% du linéaire impacté subit une réfection totale.

Les coûts de dommages aux réseaux routiers sont récapitulés dans la section 6.7 de ce rapport.

6.7. Synthèse des dommages

Les enjeux exposés sur le secteur concerné par le projet de protection ont été appréciés quantitativement et qualitativement, pour chacun des aléas, en état de référence et en état aménagé après croisement des cartes d'enjeux et des cartes d'aléas. Les résultats sont synthétisés dans les tableaux suivant.

Tableau 15 : Tableau récapitulatif des enjeux exposés sur le secteur concerné par le projet d'endiguement de Chaillevette

Enjeux concernés par le projet de Chaillevette <i>A : Etat actuel ; B : Etat aménagé</i>			Aléas									
			Fréquent : X-30cm		Connu : Martin/Xynthia		Moyen : NXVM		Rare : NX20VM		Extrême : NX60VM	
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Enjeux humains	Nombre Habitations (hauteur d'eau)	<0,5m	43	0	49	0	65	0	68	0	57	57
		0,5 - 1m	12	0	32	0	33	0	34	0	47	47
		>1m	0	0	0	0	2	0	7	0	27	27
		Total	55	0	81	0	100	0	109	0	131	131
Enjeux éco	Entreprises (nombre)	Total	31	0	46	0	48	0	49	0	50	50
Ets Publics	La Poste	Hauteur d'eau (m)	< 0,5	0	< 0,5	0	< 0,5	0	< 0,5	0	0,5 - 1	0,5 - 1
Enjeux de réseaux	Routes (linéaire en m)	Routes II	2 654	0	3 365	0	3 547	0	3 635	0	3 887	3 887
		Chemins	13	0	18	0	33	0	36	0	63	63
		Total (m)	2 667	0	3 383	0	3 580	0	3 671	0	3 950	3 950
Enjeux agricoles	Surfaces (ha)	Cultures submergées	0,01	0	0,07	0	0,11	0	0,14	0	0,24	0,24
		Prairies submergées	0,10	0	0,16	0	0,16	0	0,16	0	0,18	0,18
		Total (ha)	0,12	0	0,23	0	0,27	0	0,30	0	0,42	0,42

ⁱⁱ Ratio pris en compte pour l'ACB SILYC, concernée par la réfection de la N137

ⁱⁱⁱ Ratio validé en ordre de grandeur sur le secteur de Nieul-sur-Mer, sur lequel 700 mètres de voirie secondaire ont fait l'objet d'une réfection suite à la tempête Xynthia, et ce pour un montant de 80 126 €

^{iv} Estimation d'une moyenne sur la base de travaux déjà réalisés

Tableau 16 : Tableau récapitulatif des dommages sur le secteur concerné par le projet d'endiguement de Chaillevette

Dommages Chaillevette <i>A : Etat actuel ; B : Etat aménagé</i>		Aléas									
		Fréquent : X-30cm		Connu : Martin/Xynthia		Moyen : NXVM		Rare : NX20VM		Extrême : NX60VM	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Enjeux humains	Habitations	1 158 672 €	-	1 850 820 €	-	2 316 263 €	-	2 601 938 €	-	3 399 375 €	3 399 375 €
Enjeux éco	Entreprises	1 052 658 €	-	1 385 940 €	-	1 475 396 €	-	1 697 981 €	-	2 097 483 €	2 097 483 €
Ets Publics	La Poste	8 197 €	-	8 197 €	-	8 197 €	-	8 197 €	-	14 421 €	14 421 €
Enjeux de réseaux	<i>Variante Routes</i>	45 290 €	-	57 422 €	-	60 580 €	-	62 087 €	-	66 468 €	66 468 €
Enjeux agricoles	<i>courbe dommages fluviaux</i>	38 €	-	77 €	-	90 €	-	103 €	-	150 €	150 €
	<i>Variante submersion marine</i>	174 €	-	445 €	-	572 €	-	686 €	-	1 085 €	1 085 €
Total enjeux		2 219 566 €	-	3 245 034 €	-	3 799 947 €	-	4 308 219 €	-	5 511 429 €	5 511 429 €
Total enjeux variante		2 264 992 €	-	3 302 824 €	-	3 861 008 €	-	4 370 890 €	-	5 578 832 €	5 578 832 €

Les enjeux exposés au risque submersion marine sur le secteur de Chaillevette, sont présentés en Annexe 2, volume 2 : Analyse coût-bénéfice, carte 12.

7. Analyse coût-bénéfice

Les indicateurs élémentaires et synthétiques permettent de juger de la pertinence d'un projet d'aménagement.

7.1. Les paramètres d'entrée de la simulation

Les paramètres retenus dans le calcul des indicateurs élémentaires et synthétiques de l'AMC sont rappelés ci-dessous :

- **Horizon temporel** : 50 ans
- **Taux d'actualisation** : 2,5 %/an jusqu'en 2070, puis 1,5 %/an (recommandation France Stratégie)
- **Période de retour** :
 - o Evènement fréquent : 20 ans (aléa générant les premiers dommages)
 - o Evènement moyen : 150 ans
 - o Evènement rare : 300 ans
 - o Evènement extrême : 1000 ans
- **Le coût d'investissement des ouvrages** : 2 846 000 € HT (cf. Tableau 8)
- **Le coût d'entretien des ouvrages** : 2 % du coût d'investissement.

7.2. Mesure de l'efficacité du projet

Des indicateurs économiques permettent d'apprécier l'efficacité économique d'un projet et donnent une mesure de la production de bien-être du projet pour la société. Ces indicateurs sont les suivants :

7.2.1. La VAN (Valeur Actualisée Nette) du projet : Bénéfices – Coûts

Si la **VAN > 0** alors le projet est efficace d'un point de vue économique. La VAN est égale à :

$$VAN = -Co + \sum_{i=0}^n \frac{(DEMA - Ci)}{(1 + Ri)^i}$$

Co : Coût initial de la mesure

DEMA : Dommages évités moyens annuels

Ci : Coûts de fonctionnement annuel

Ri : Taux d'actualisation annuel : selon les recommandations de France Stratégie, dans le cadre de l'analyse coût-bénéfice des projets de gestion des risques naturels, le taux d'actualisation est de 2,5 % jusqu'en 2070, puis il diminue à 1,5 %.

n : horizon temporel de la mesure (50 ans dans le cadre cette analyse)

7.2.2. Le ratio B/C (Bénéfices/Coûts)

Si le rapport $B/C > 1$ alors l'action est efficiente d'un point de vue économique. Le ratio B/C est égal à :

$$B/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{DEMA}{(1 + Ri)^i}}{Co + \sum_{i=1}^n \frac{Ci}{(1 + r)^i}}$$

Co : Coût initial de la mesure

DEMA : Dommages évités moyens annuels

Ci : Coûts de fonctionnement annuel

Ri : Taux d'actualisation annuel : selon les recommandations de France Stratégie, dans le cadre de l'analyse coût-bénéfice des projets de gestion des risques naturels, le taux d'actualisation est de 2,5 % jusqu'en 2070, puis il diminue à 1,5 %.

n : horizon temporel de la mesure (50 ans dans le cadre cette analyse)

Ces indicateurs sont issus de la comparaison des dommages évités moyens annuels (DEMA) aux coûts d'investissement et d'entretien.

7.3. Résultats et analyse

Les éléments de l'analyse coût-bénéfice, la Valeur Actualisée Nette (VAN), le rapport B/C ainsi que les dommages moyens annuels évités (DEMA) sont présentés dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Résultats de l'analyse coût-bénéfice sur le secteur de Chaillevette

Coût d'investissement	2 950 000 €
Entretien annuel	50 000 €
DEMA	147 623 €
DEMA/DMA sans protection	96%
VAN à 50 ans	- 91 559 €
VAN > 0 (an)	53 ans
B/C à 50 ans	0,98

DMA : Dommages Moyen Annuel ;

DEMA : Dommages Evités Moyen Annuel ;

VAN : Valeur Actualisée Nette du projet = Bénéfices – Coûts

B/C : Bénéfices / Coûts



Si la VAN > 0

Si B/C > 1

projet efficient d'un point de vue économique

8. Tests de sensibilité

L'ensemble des hypothèses posées et les simulations réalisées peuvent influencer sur les résultats de l'analyse coût-bénéfice. **L'analyse de sensibilité consiste à estimer la contribution de chaque paramètre d'entrée sur la variabilité des résultats.** Cette méthode permet d'identifier les paramètres les plus importants, ceux dont les variations conditionnent la robustesse finale des résultats de l'analyse économique. Cinq paramètres feront l'objet d'une analyse de sensibilité pour un total de 98 scénarii différents testés.

8.1. Les fonctions de dommage agricole et réseau routier

Il n'existe pas de courbes de dommages nationales préconisées par le guide AMC (CGDD, 2018) pour les exploitations agricoles et les réseaux routiers impactés par un aléa de submersion marine. L'ACB a donc été réalisée sans prendre en compte les dommages aux routes et en calculant des dommages pour les parcelles agricoles grâce à la courbe élaborée pour les aléas fluviaux. Afin de vérifier l'impact de la sous-estimation de ces dommages, des fonctions de dommages spécifiques à l'aléa de submersion marine ont été élaborées sur la base de retours d'expérience locaux (cf. sections 6.5 et 6.6).

8.2. L'horizon temporel

L'horizon temporel de la présente étude **est fixé à 50 ans**, conformément au guide AMC (CGDD, 2018). Toutefois cette préconisation dépasse les recommandations de l'OCDE fixant un horizon temporel à 30 ans pour les projets liés à l'eau. **Des simulations seront réalisées sur les horizons temporels de 30, 40 et 50 ans afin d'apprécier la sensibilité du calcul sur cette donnée entrante.**

8.3. La période de retour des scénarii d'inondation

Pour rappel, les périodes de retour, des différents événements, n'ont pas été estimées sur des analyses statistiques (manque de données) mais plutôt sur l'analyse de l'historique des submersions marines sur le territoire. La partie 2 du rapport d'étude des aléas et enjeux du bassin de la Seudre et des marais de Brouage (ARTELIA, 2016) détermine les valeurs suivantes :

- **Evènement fréquent : période de retour comprise entre 10 et 30 ans**
- **Evènement de référence : période de retour comprise entre 100 et 150 ans**
- **Evènement rare : période de retour d'environ 300 ans**

Les périodes de retour seront donc modulées (cf. Tableau 18) afin d'approcher l'impact de ce paramètre sur la VAN et le ratio B/C.

Tableau 18 : Tests de sensibilité sur les périodes de retour des différents aléas

		Ev. Fréquent : X-30	Ev. connu : Xynthia/Martin	Ev. moyen : NXVM	Ev. rare : NX20VM	Ev. extrême : NX60VM
Fréquence des submersion	Paramètres initiaux	1/20	1/50	1/150	1/300	1/1000
	Test 1	1/10	1/50	1/100	1/300	1/1000
	Test 2	1/30	1/50	1/150	1/500	1/1000

8.4. Les coûts d'investissement, coûts d'entretien, coûts des dommages estimés

L'analyse coût-bénéfice nécessite de poser un certain nombre d'hypothèses, notamment pour l'estimation des dommages ou encore le coût d'entretien des ouvrages. Il apparaît pertinent d'estimer le poids de ces paramètres dans les résultats de l'analyse coût-bénéfice.

Une variation de + ou – 10% des éléments suivants sera réalisée :

- Le coût d'investissement des mesures de protection,
- Le coût d'entretien des mesures de protection,
- Le coût des dommages estimés.

8.5. La prise en compte du changement climatique

Le guide AMC (CGDD, 2018) préconise d'évaluer les dommages pour le scénario de référence et le scénario d'aménagement en tenant compte de l'élévation du niveau moyen de la mer recommandé par l'observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) (cf. Tableau 19). Sur cette base, la mise en place du projet étant prévue pour 2025, l'élévation du niveau moyen de la mer attendue en 2075, c'est-à-dire à l'horizon temporel de 50 ans, est de 31 cm.

Tableau 19 : Recommandations de l'ONERC sur la prise en compte de l'élévation du niveau moyen de la mer

Année	2000	2030	2050	2100
Elévation (cm)	0	14	25	60

Par ailleurs, le 6^{ème} rapport du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) présente des élévations du niveau moyen de la mer par rapport à la période 1995-2014 comprises entre 10 et 40 cm pour 2050 et entre 30 cm et 1,60 m pour 2100.

Lors de l'élaboration du PAPI, l'événement de submersion marine utilisé pour définir le niveau de protection correspond à une tempête de référence (Niveau Xynthia + Vent Martin : NXVM) pour laquelle 20 cm ont été ajoutés au large afin de prendre en compte le changement climatique à court terme (NX20VM) (cf. Tableau 2). Ainsi, si dans le futur, le niveau moyen de la mer s'élève de 20 cm, la période de retour de l'événement NX20VM sera alors équivalente à la période de retour actuelle de l'événement NXVM, soit divisée par deux. Pour calculer les dommages dans un futur proche pour lequel le niveau marin moyen sera supérieur de 20 cm, la période de retour actuelle de chaque aléa modélisé est donc divisée par deux (cf. Tableau 20).

Tableau 20 : Fréquence des aléas, actuelle et à court terme, avec une élévation du niveau moyen de la mer de 20 cm

	Ev. fréquent : X-30	Ev. connu : Xynthia / Martin	Ev. moyen : NXVM	Ev. rare : NX20VM	Ev. extrême : NX60VM
Fréquence actuelle des submersions	1/20	1/50	1/150	1/300	1/1000
Fréquence à court terme des submersions (élévation niveau moyen de 20 cm)	1/10	1/25	1/75	1/150	1/500

Suivant les recommandations de l'ONERC, l'événement de référence ayant été modélisé en 2017, une élévation de 20 cm pourrait être atteinte à l'horizon temporel de 29 ans, soit en 2054. En 2100, l'élévation serait de 52 cm par rapport à l'année 2017. Ces éléments sont cohérents par rapport aux prévisions les plus optimistes du GIEC.

Les indicateurs synthétiques sont donc testés selon la méthode du guide AMC (CGDD, 2018) en intégrant une élévation du niveau moyen de la mer de 20 cm pour l'évaluation des dommages évités à partir des horizons temporels 25 ans (2050), 29 ans (2054) et 35 ans (2060). Cette élévation est représentée dans la Figure 9 ci-dessous par les courbes intitulées « Hypothèse ACB ». Ce graphique montre que les hypothèses testées, bien que permettant une première approche, sous-estiment l'importance de l'élévation du niveau marin moyen.

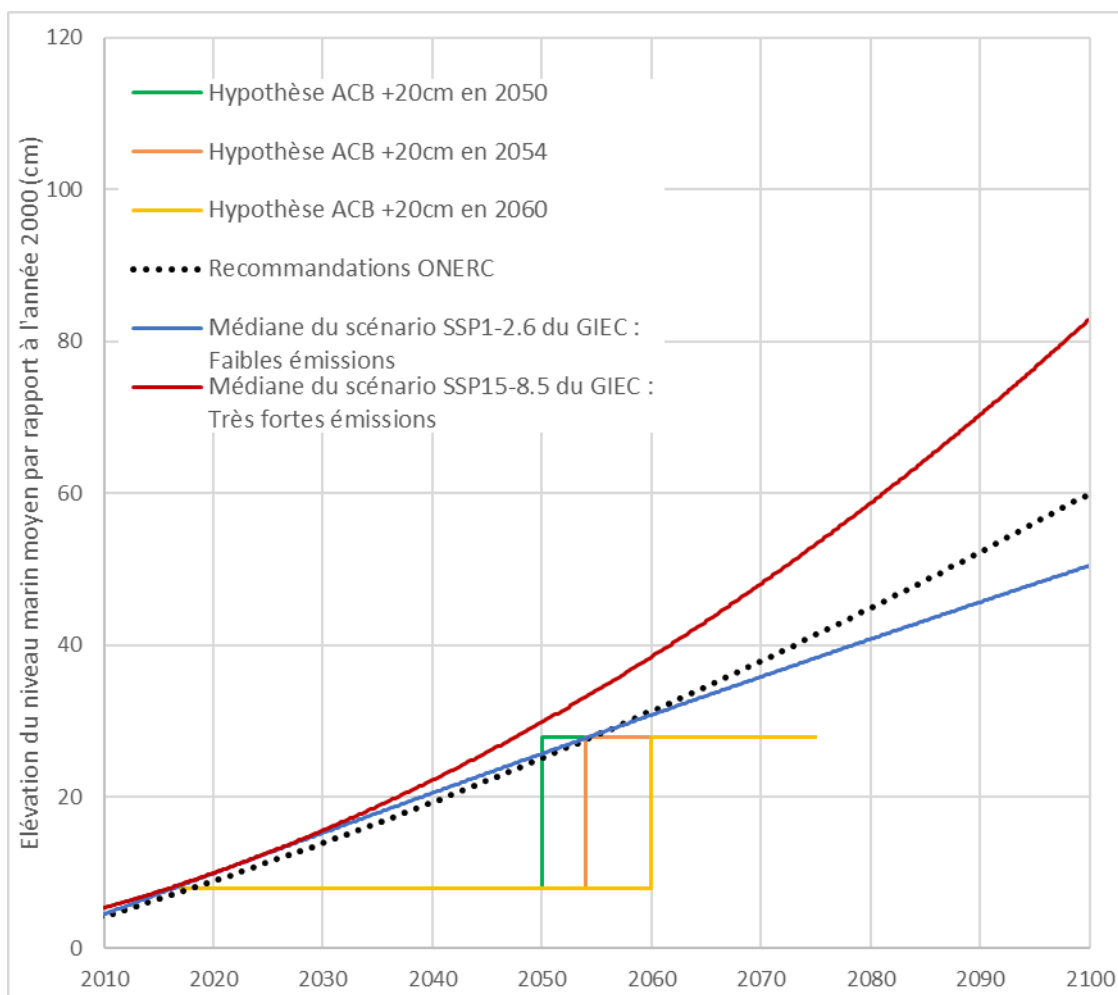


Figure 9 : Hypothèses retenues pour la prise en compte de l'élévation du niveau marin dans l'ACB comparées aux scénarii du GIEC et aux recommandations de l'ONERC.

Les dommages évités moyens annuels (DEMA) sont de 147 623 € sans prise en compte du changement climatique et s'élèvent à 295 246 € en considérant un niveau marin moyen plus haut de 20 cm. L'échéancier des bénéfices en fonction des hypothèses prises d'élévation du niveau marin est présenté sur la Figure 10 ci-dessous.

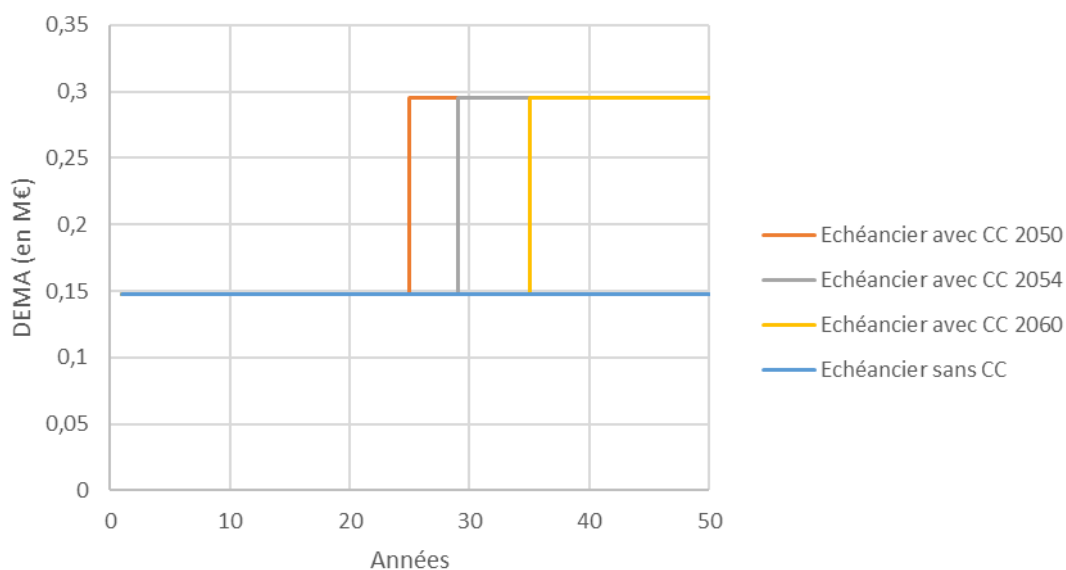


Figure 10 : Echancier des bénéfices en fonction de l'élévation du niveau moyen de la mer.

8.6. Résultats

8.6.1. Influence des fonctions de dommage agricole et réseau routier

Vingt-huit scénarii ont été testés pour étudier l'influence des fonctions de dommage agricole et réseaux routier sur la VAN. Le pourcentage de scénarii positifs ($VAN > 0$) pour chaque horizon temporel est le suivant (cf. Tableau 21) :

Tableau 21 : Pourcentages de scénarii positifs ($VAN > 0$) avec les fonctions de dommages de l'étude et les fonctions de dommages spécifiques à la submersion marine pour les parcelles agricoles et le réseau routier.

Fonctions dommages	Taux de scénarii dont $VAN > 0$
Etude	50 %
Fonctions submersion	50 %

La Figure 11, ci-dessous, présente la répartition des scénarii testés par rapport aux fonctions de dommages agricole et réseau routier utilisées. Si cette représentation fait ressortir leur faible influence sur le résultat de l'ACB, l'utilisation de fonctions de dommages « submersion marine » permet de rendre légèrement positive la médiane de la VAN des scénarii testés.

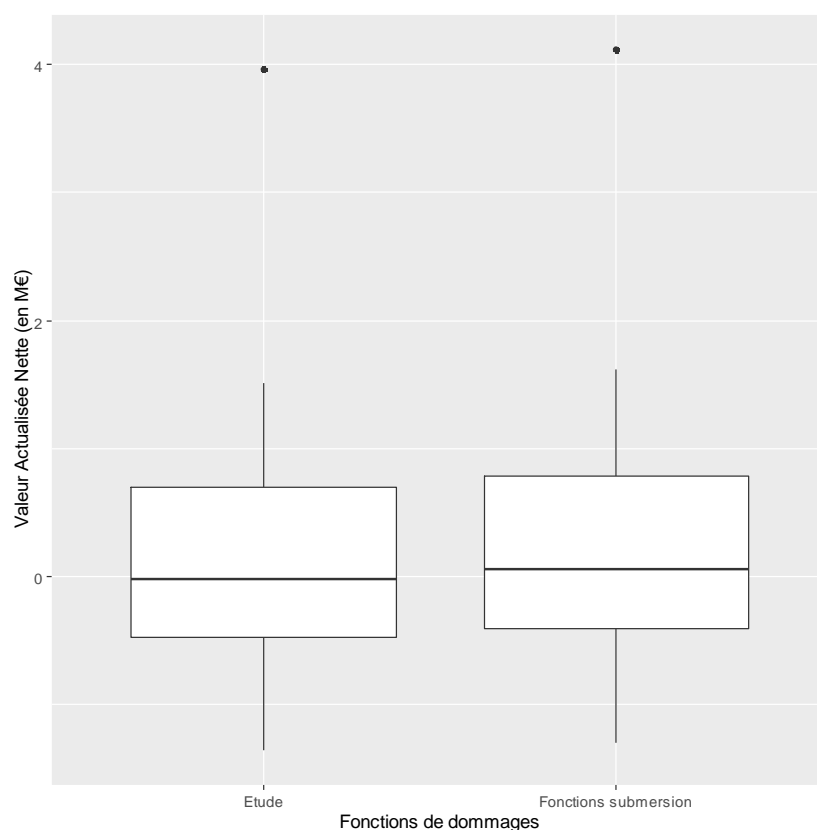


Figure 11 : Influence des fonctions de dommage agricole et réseau routier sur la VAN (en M€)

Les résultats du scénario conservant les paramètres de base de l'ACB et faisant varier uniquement les dommages agricoles et aux réseaux routiers sont les suivants :

Tableau 22 : Variation de la VAN et du rapport B/C selon les fonctions de dommage utilisées

	Etude	Test fonctions submersion
VAN (en €)	- 91 559 €	-14 846 €
B/C	0,98	1,00
VAN > 0 (an)	53 ans	51 ans

Les surfaces agricoles impactées par la submersion marine sur ce secteur sont très faibles. Les routes concernées sont également peu nombreuses (cf. Tableau 15). Les différences apportées par l'utilisation de courbes de dommage spécifiques à la submersion marine pour les enjeux agricoles et le réseau routier ne sont donc pas significatives et font peu varier le résultat de l'ACB (cf. Figure 11). Néanmoins, elles permettent à la valeur actualisée nette de tendre vers zéro et au rapport B/C de tendre vers 1 (cf. Tableau 22).

8.6.2. Influence de l'horizon temporel sur la VAN

Trente-neuf scénarii ont été testés pour étudier l'influence de l'horizon temporel sur la VAN. Le pourcentage de scénarii positifs ($VAN > 0$) pour chaque horizon temporel est le suivant (cf. Tableau 23) :

Tableau 23 : Pourcentages de scénarii positifs ($VAN > 0$) pour les horizons temporels 30 ans, 40 ans et 50 ans

Horizon temporel	Taux de scénarii dont $VAN > 0$
30 ans	8 %
40 ans	15 %
50 ans	54 %

La Figure 12, ci-dessous, présente la répartition des scénarii testés en fonction de l'horizon temporel. Cette représentation fait ressortir la forte influence de l'horizon temporel sur le résultat de l'ACB.

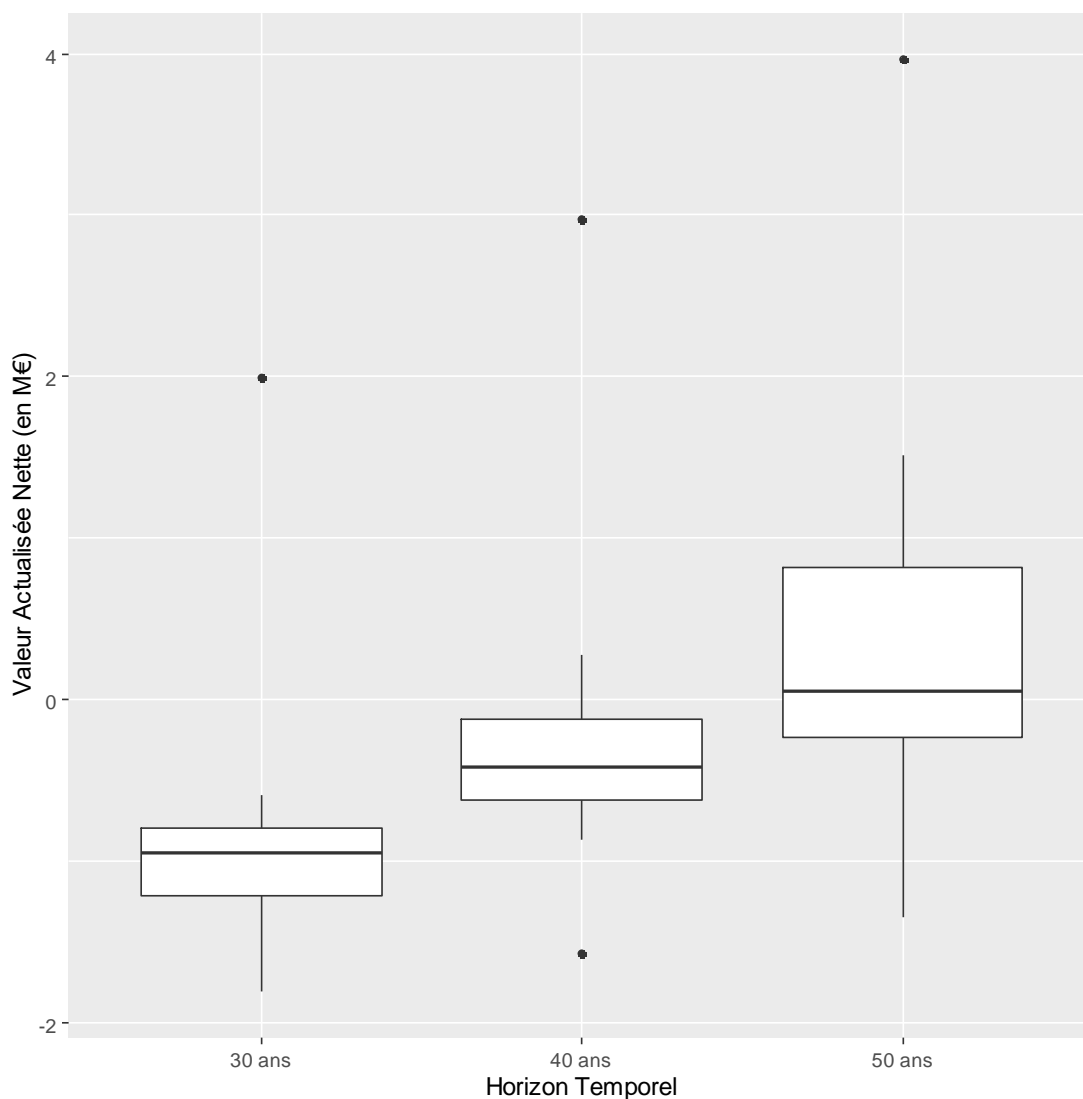


Figure 12 : Influence de l'horizon temporel sur la VAN (en M€)

Les résultats du scénario conservant les paramètres de base de l'ACB et faisant varier uniquement l'horizon temporel sont les suivants :

Tableau 24: Variation de la VAN et du rapport B/C selon l'horizon temporel

	Horizon temporel		
	30 ans	40 ans	50 ans
VAN (en €)	- 906 720 €	- 499 389 €	- 91 559 €
B/C	0,77	0,88	0,98
VAN > 0 (an)	53		

La valeur actualisée nette (VAN) étant déjà légèrement négative pour un horizon temporel à 50 ans, la diminution de ce dernier dégrade les résultats de l'analyse coût-bénéfices (cf. Tableau 24).

8.6.3. Influence des périodes de retours des aléas sur la VAN

Trente-neuf scénarii ont été testés pour étudier l'influence des périodes de retour des aléas sur la VAN. Le pourcentage de scénarii positifs ($VAN > 0$) pour les différents essais de périodes de retour est le suivant (cf. Tableau 25) :

Tableau 25 : Pourcentages de scénarii positifs ($VAN > 0$) pour les différents tests de périodes de retour

Périodes de retour	Taux de scénarii dont $VAN > 0$
Etude	46 %
Test 1	100 %
Test 2	0 %

La Figure 13, ci-dessous, présente la répartition des scénarii testés pour différentes périodes de retour. Cette représentation fait ressortir la très forte influence des périodes de retour des aléas sur le résultat de l'ACB.

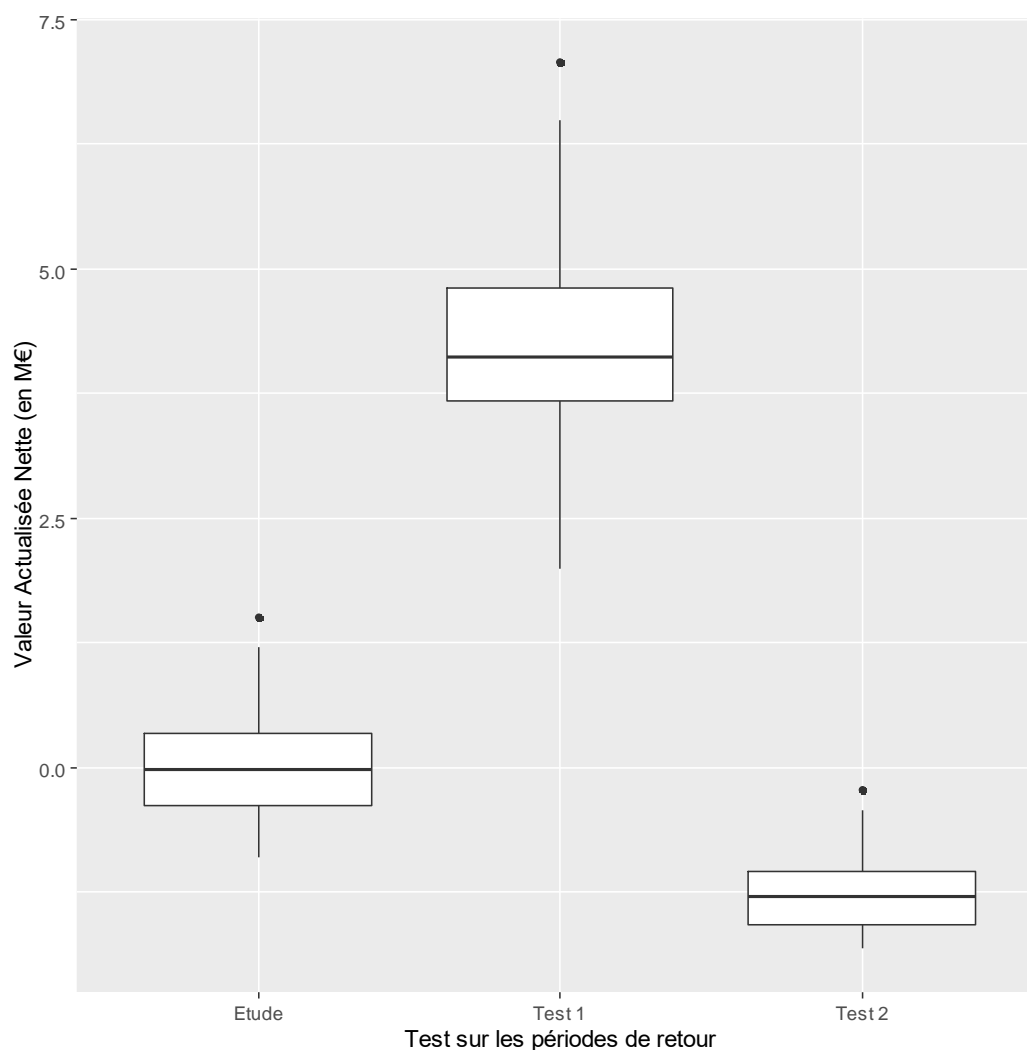


Figure 13 : Influence de la période de retours des aléas sur la VAN (en M€)

Les résultats du scénario conservant les paramètres de base de l'ACB et faisant varier uniquement les périodes de retour sont les suivants :

Tableau 26 : Variation de la VAN (en €) selon les périodes de retour

		VAN	B/C	VAN>0 (an)
Fréquence des submersions	Etude	- 91 559 €	0,98	53
	Test 1	3 964 478 €	1,90	16
	Test 2	-1 352 010 €	0,69	-

Si les périodes de retour diminuent, l'ACB devient très favorable. Par contre, si elles augmentent, l'ACB devient défavorable (cf. Figure 13 et Tableau 26).

8.6.4. Influence des coûts d'investissement sur la VAN

Trente-neuf scénarii ont été testés pour étudier l'influence des coûts d'investissement sur la VAN. Le pourcentage de scénarii positifs (VAN > 0) pour les coûts d'investissement testés est le suivant (cf. Tableau 27) :

Tableau 27 : Pourcentages de scénarii positifs (VAN > 0) pour les différents coûts d'investissement

Coûts d'investissement	Taux de scénarii dont VAN > 0
Etude	46 %
-10 %	69 %
+10 %	38 %

La Figure 14, ci-dessous, présente la répartition des scénarii testés en fonction des coûts d'investissement. Cette représentation fait ressortir l'influence de ce paramètre sur le résultat de l'ACB.

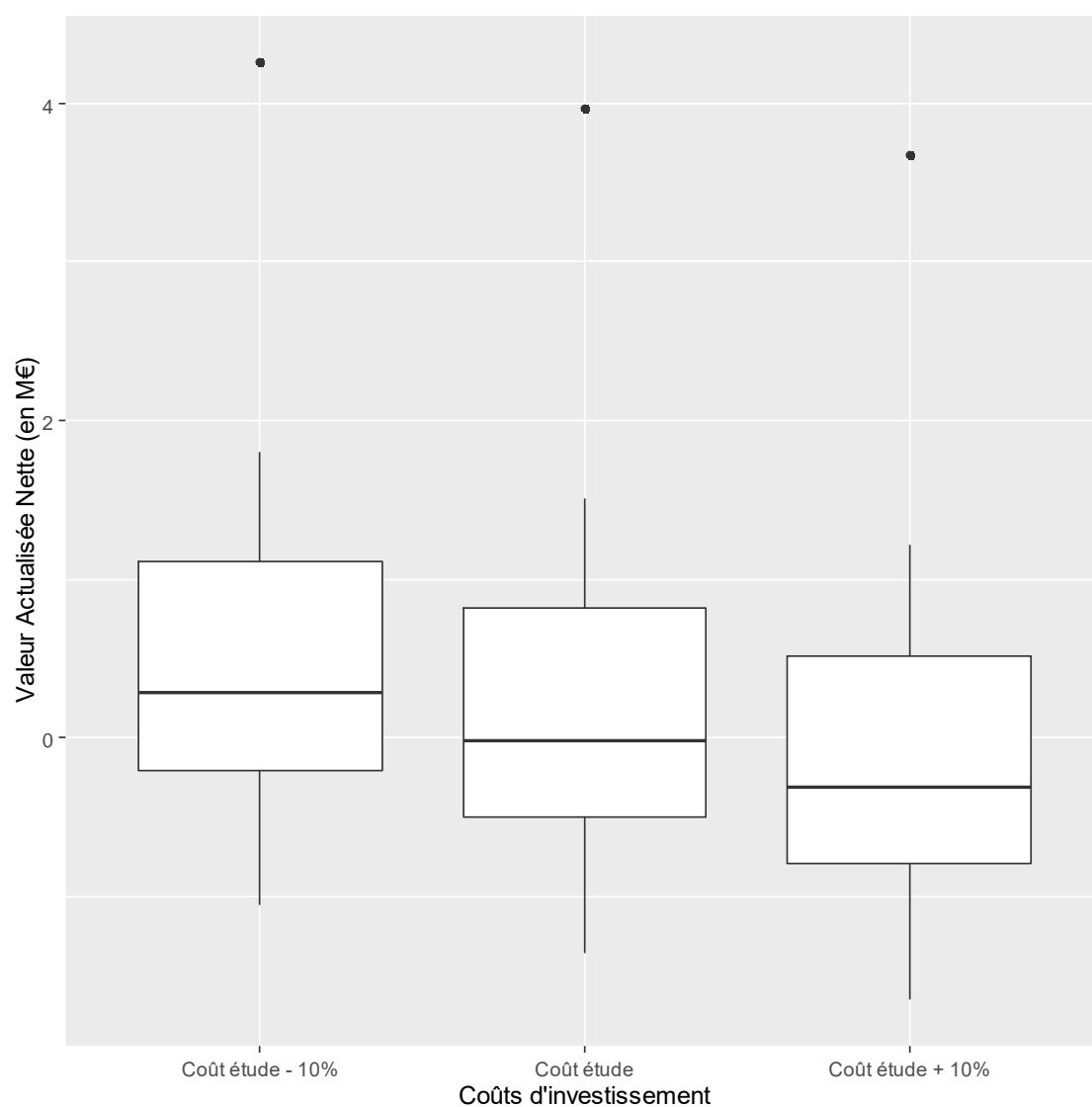


Figure 14 : Influence des coûts d'investissement sur la VAN (en M€)

Les résultats du scénario conservant les paramètres de base de l'ACB et faisant varier uniquement les coûts d'investissement sont les suivants :

Tableau 28 ; Variation de la VAN (en €) selon les coûts d'investissement

VAN ACB	VAN avec coût investissement +10%	VAN avec coût investissement -10%
- 91 559 €	- 386 559 €	203 441 €

La VAN étant déjà proche de zéro, une augmentation des coûts d'investissement entraine une VAN négative alors qu'une diminution entraine une VAN positive (cf. Tableau 28).

8.6.5. Influence des coûts d'entretien sur la VAN

Trente-neuf scénarii ont été testés pour étudier l'influence des coûts d'entretien sur la VAN. Le pourcentage de scénarii positifs ($VAN > 0$) pour les coûts d'entretien testés est le suivant (cf. Tableau 29) :

Tableau 29 : Pourcentages de scénarii positifs ($VAN > 0$) pour les différents coûts d'entretien

Coûts d'entretien	Taux de scénarii dont $VAN > 0$
Etude	46 %
-10 %	62 %
+10 %	46 %

La Figure 15, ci-dessous, présente la répartition des scénarii testés en fonction des coûts d'entretien. Cette représentation fait ressortir le peu d'influence de ce paramètre sur le résultat de l'ACB.

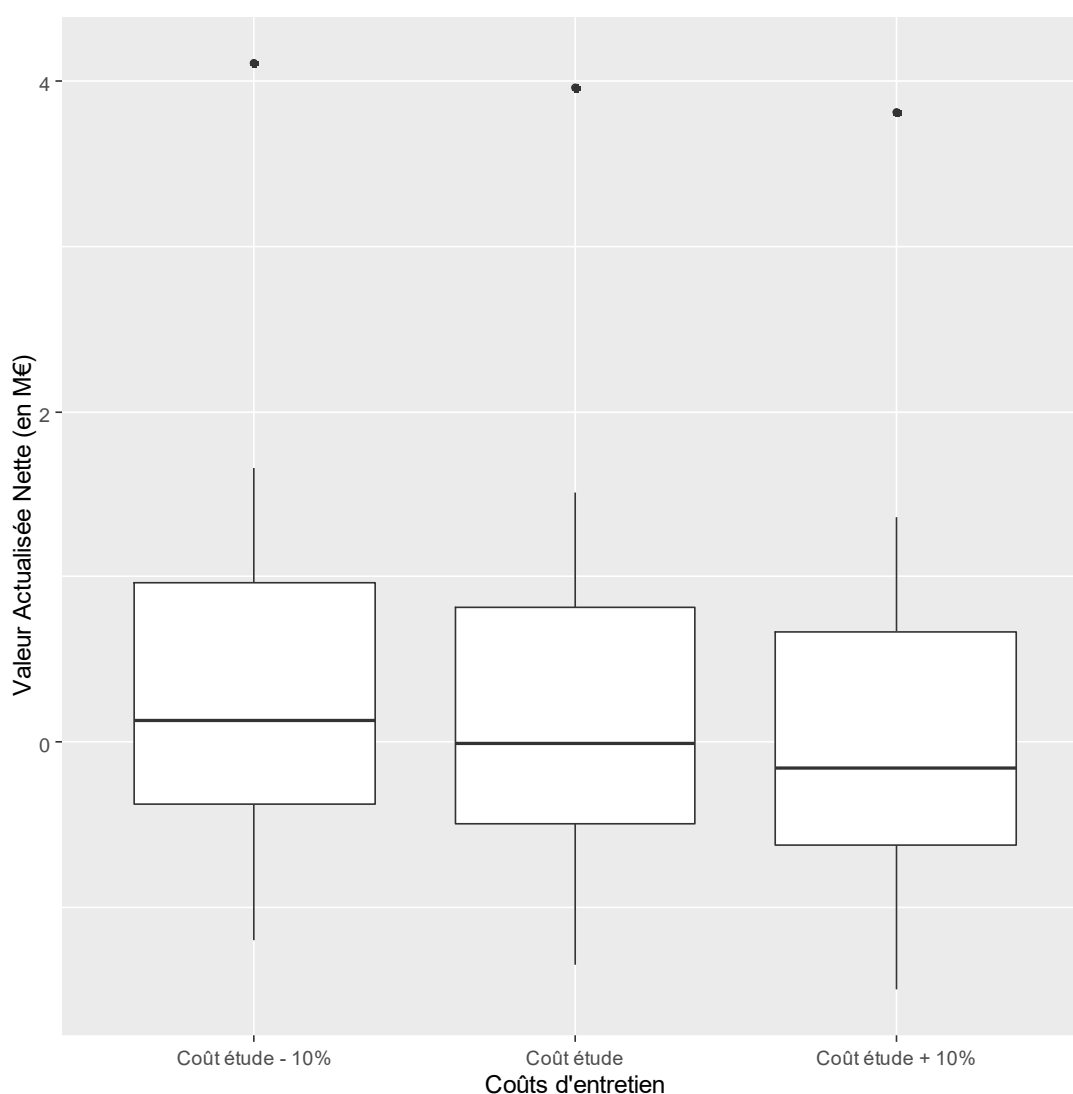


Figure 15 : Influence des coûts d'entretien sur la VAN (en M€)

Les résultats du scénario conservant les paramètres de base de l'ACB et faisant varier uniquement les coûts d'entretien sont les suivants :

Tableau 30 : Variation de la VAN (en €) selon les coûts d'entretien

VAN ACB	VAN avec coût entretien +10%	VAN avec coût entretien -10%
- 91 559 €	-237 961 €	54 843 €

8.6.6. Influence des dommages moyens annuels sur la VAN

Trente-neuf scénarii ont été testés pour étudier l'influence des dommages moyens annuels sur la VAN. Le pourcentage de scénarii positifs (VAN > 0) pour les dommages moyens annuels testés est le suivant (cf. Tableau 31) :

Tableau 31 : Pourcentages de scénarii positifs (VAN > 0) pour les dommages moyens annuels

Dommages moyens annuels	Taux de scénarii dont VAN > 0
Etude	46 %
-10 %	31 %
+10 %	77 %

La Figure 16, ci-dessous, présente la répartition des scénarii testés des dommages moyens annuels. Cette représentation fait ressortir l'influence de ce paramètre sur le résultat de l'ACB.

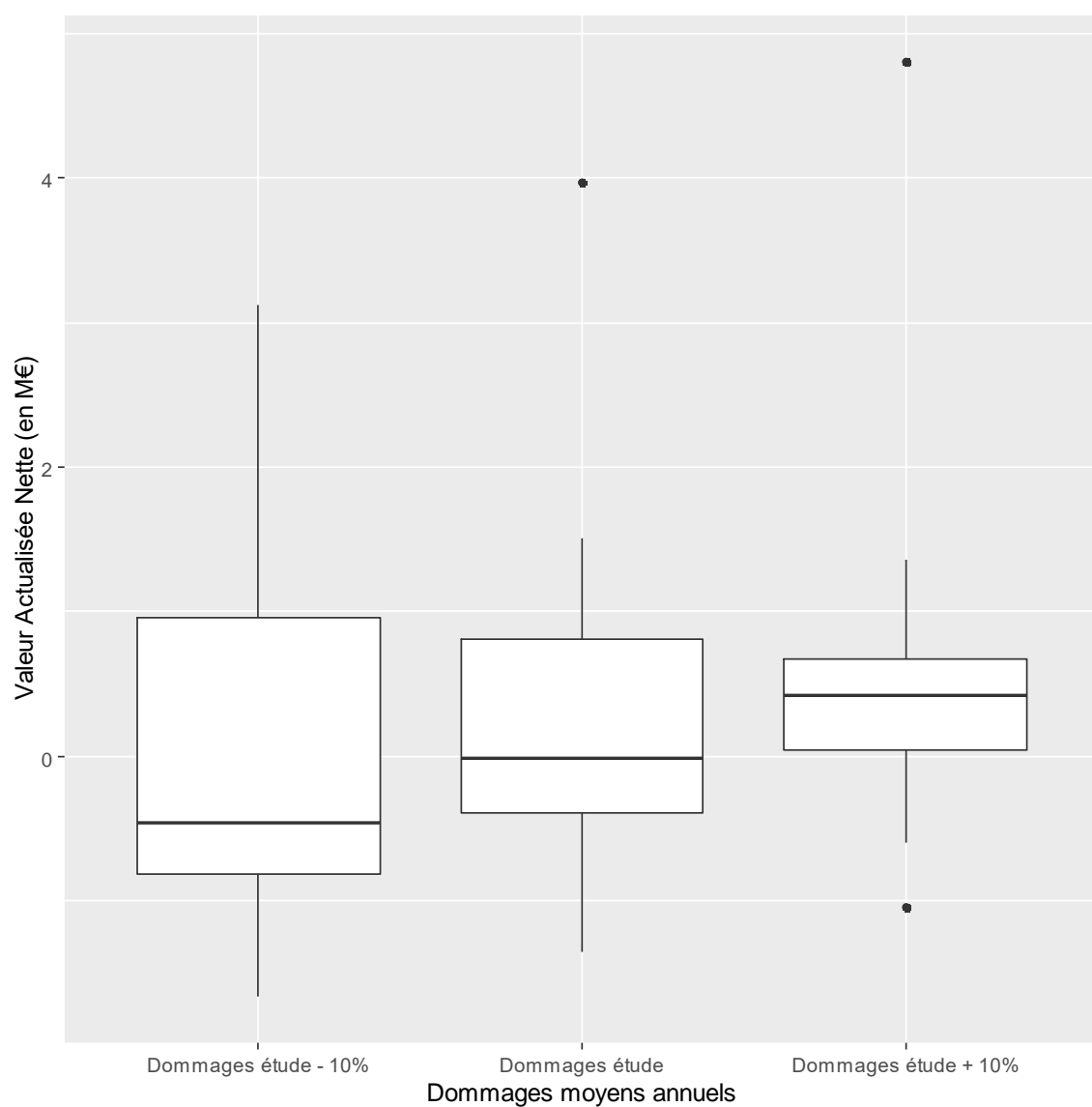


Figure 16 : Influence des dommages moyens annuels sur la VAN (en M€)

Les résultats du scénario conservant les paramètres de base de l'ACB et faisant varier uniquement les dommages moyens annuels sont les suivants :

Tableau 32 : Variation de la VAN (en €) selon les coûts de dommages

VAN ACB	VAN avec DEMA +10%	VAN avec DEMA -10%
- 91 559 €	340 687 €	- 523 805 €

8.6.7. Influence du changement climatique sur la VAN

Quarante-huit scénarii ont été testés pour étudier l'influence du changement climatique sur la VAN. Le pourcentage de scénarii positifs ($VAN > 0$) en fonction de la date de prise en compte de 20 cm d'élévation du niveau marin est le suivant (cf. Tableau 33) :

Tableau 33 : Pourcentages de scénarii positifs ($VAN > 0$) en fonction de la prise en compte du changement climatique

Changement climatique	Taux de scénarii dont $VAN > 0$
Etude	33 %
+20 cm en 2060	75 %
+20 cm en 2054	75 %
+20 cm en 2050	83 %

Sans prise en compte du changement climatique, un tiers des scénarii modélisés présente une VAN positive. Avec prise en compte du changement climatique, plus de 75 % des scénarii modélisés ont une VAN positive. Ce paramètre a donc une influence importante sur le résultat de l'ACB (cf. Figure 17).

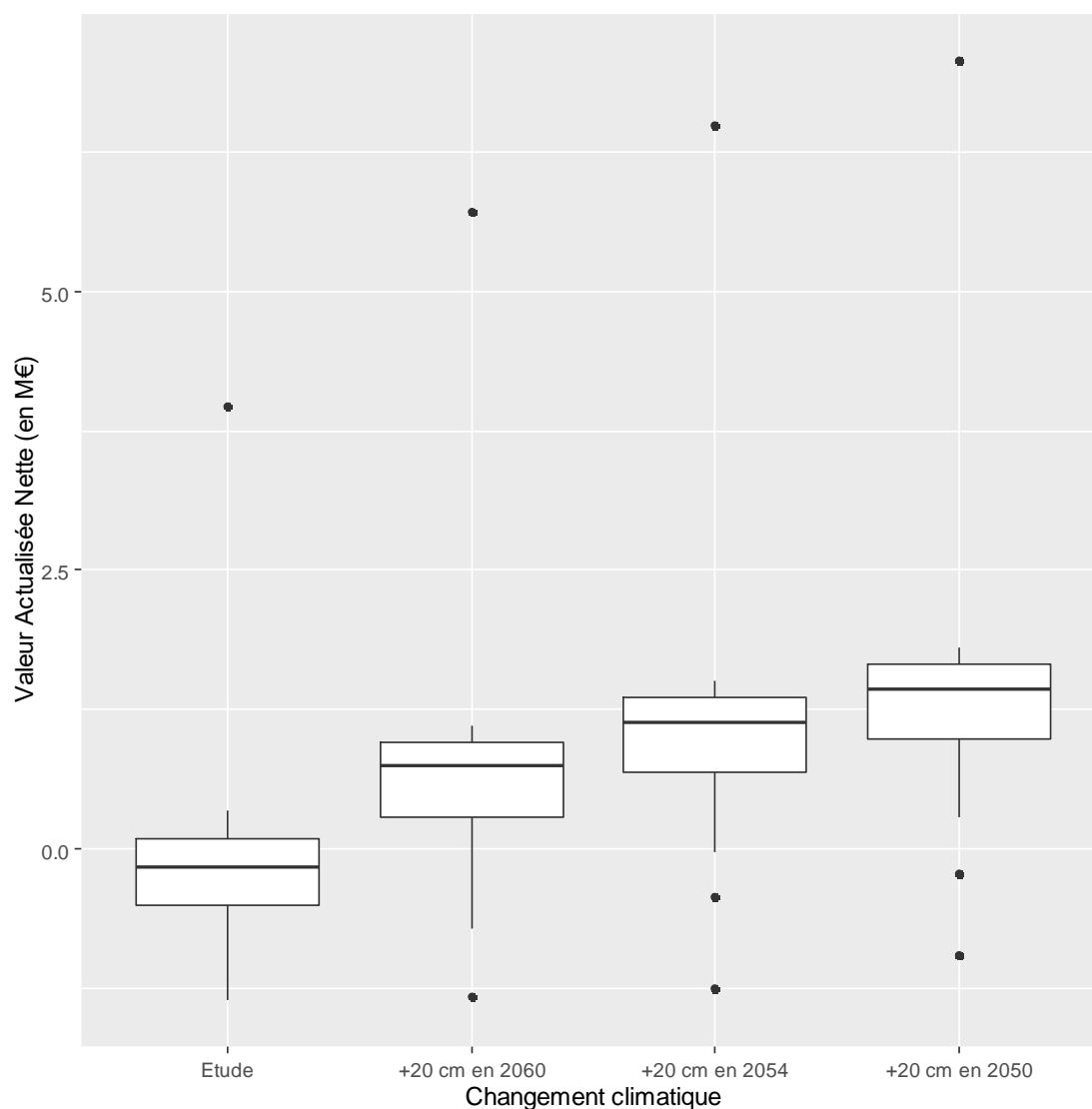


Figure 17 : Influence de l'élévation du niveau moyen de la mer sur la VAN

Les résultats du scénario conservant les paramètres de base de l'ACB et faisant varier uniquement l'élévation du niveau moyen de la mer liée au changement climatique sont présentés dans le Tableau 34. Ils indiquent que plus l'élévation du niveau marin moyen survient rapidement, plus la valeur actualisée nette (VAN) sera positive rapidement, c'est-à-dire, plus la rentabilité économique du projet sera atteinte à un horizon temporel proche.

Tableau 34 : Variation de la VAN (en €) et du rapport B/C selon la prise en compte du changement climatique

	Sans élévation du niveau marin	Elévation de 20 cm du niveau moyen de la mer à partir de :		
		2060	2054	2050
VAN	- 91 559 €	814 141 €	1 211 485 €	1 511 037 €
B/C	0,98	1,18	1,27	1,34
VAN > 0	53 ans	45 ans	41 ans	38 ans

9. Conclusion

L'analyse réalisée sur la commune de Chaillevette (fiche action VII.M.3) montre que le projet permettrait de réduire les dommages monétaires de 96 % par an. S'il engendrait une légère perte économique d'environ -91 559 € sur 50 ans ($VAN > 0$), le projet permettrait tout de même de protéger 109 habitations, dont 7 avec plus de 1 m d'eau pour l'événement de dimensionnement, et 49 entreprises.

Les indicateurs synthétiques (VAN et B/C) étant très proche de l'équilibre à l'horizon temporel 50 ans, l'analyse de sensibilité montre une variabilité importante par rapport aux hypothèses testées. Si les coûts diminuent, la VAN devient positive et le rapport B/C supérieur à 1. De même, si les dommages sont accrus, la VAN et le rapport B/C évoluent positivement. Ces résultats sont fortement influencés par l'inflation actuelle des prix des matériaux et du carburant. Les coûts d'investissement à prévoir pour l'année 2025 sont aujourd'hui très difficile à estimer tant les fluctuations peuvent être importantes (tant à la hausse qu'à la baisse).

Par ailleurs, les paramètres ayant le plus d'influence sur l'analyse coût-bénéfice sont les périodes de retour des événements de submersion marine et la prise en compte du changement climatique. La diminution des périodes de retour entraîne une VAN d'environ 4 M€ sur 50 ans et un rapport B/C de 1,9, soit des indicateurs très favorables. A contrario, l'augmentation des périodes de retours provoque une VAN d'environ -1,4 M€ sur 50 ans et un rapport B/C de 0,69.

La prise en compte du changement climatique a plutôt tendance à diminuer les périodes de retour des événements modélisés. Ainsi, l'analyse de sensibilité avec prise en compte de l'élévation du niveau marin indique une VAN variant de 0,8 M€ à 1,5 M€ et un rapport B/C variant de 1,18 à 1,34.

Finalement, l'analyse coût-bénéfice présente un résultat proche de l'équilibre mais tout juste négatif et fortement influencé par la variation des paramètres d'entrée. Cependant, la prise en compte de l'élévation du niveau moyen de la mer, due au changement climatique, transforme les résultats de la plupart des scénarii testés en résultats largement positifs. Le projet générerait ainsi une économie d'environ 1 M€ sur 50 ans ($VAN > 0$), c'est-à-dire que pour chaque euro investi 1,3 € serait économisé. De plus, si le niveau moyen de la mer augmente de 20 cm en 2060, le projet sera rentable en 45 ans. Par contre, si l'élévation de 20 cm à lieu en 2050, le projet deviendra avantageux au bout de 38 ans. Ainsi, si les hypothèses prises dans cette étude pour intégrer l'élévation du niveau marin restent simples, elles permettent néanmoins de montrer que plus ce changement est rapide, plus le projet de protection sera rentable. Or, au regard des conclusions du sixième rapport du GIEC la pertinence économique du projet pourrait intervenir plus tôt que prévu (une élévation de 20 cm du niveau marin moyen pourrait être atteinte entre 2042 et 2052 pour le scénario très fortes émissions – SSP5-8.5).

Bibliographie

ARTELIA, 2016. *Etude des aléas et enjeux du bassin de la Seudre et des marais de Brouage. Partie 2 – Principe de modélisation.*

CGDD, 2018. *Analyse multicritère des projets de prévention des inondations. Guide méthodologique 2018 – Annexes Techniques 2018.*

SMASS, 2017. *Programme d’actions de prévention des inondations du bassin de la Seudre. Volume 1 : Dossier PAPI complet 2018 – 2023.*

SMASS, 2017. *Programme d’actions de prévention des inondations du bassin de la Seudre. Volume 2 : Analyse multi-critères.*



AMC CHAILLEVETTE

Périmètre d'étude

Carte 01



Légende

 Périmètre d'étude : limite communale

0 0,5 1 km



AMC CHAILLEVETTE

Enjeux urbanistiques sur le périmètre d'étude

Carte 02



Légende

- Périmètre d'étude : limite communale
- Etablissement scolaire
- Mairie
- Bureau Poste
- Equip. sportif / loisir
- Monument
- Gare
- Bâtiments religieux

0 0,5 1 km

Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Esri Community Maps contributors,
Map layer by Esri

Source : BD Topo 2021 - © IGN / DDTM 17 / SMBS
Conception : SMBS - Document réalisé en 2022









AMC CHAILLEVETTE

Enjeux économiques sur le périmètre d'étude

Carte 03



Légende

-  Périmètre d'étude : limite communale
-  Ports
-  Entreprises
-  Cultures
-  Prairies
-  Zone ostréicole

0 0,5 1 km

Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Esri Community Maps contributors,
Map layer by Esri

Source : BD Topo 2021 - © IGN / DDTM 17 / SMBS
Conception : SMBS - Document réalisé en 2022

AMC CHAILLEVETTE

Enjeux environnementaux sur le périmètre d'étude

Carte 04



Légende

- Périmètre d'étude : limite communale
- ZICO
- Parc naturel marin Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis
- ZNIEFF 1 et 2
- Natura 2000

0 0,5 1 km

Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Esri Community Maps contributors,
Map layer by Esri

Source : BD Topo 2021 ©IGN / DREAL / INPN 2016
Conception : SMBS - Document réalisé en 2022



AMC CHAILLEVETTE

Enjeux réseaux sur le
périmètre d'étude

Carte 05



Légende

- Périmètre d'étude : limite communale
- Poste électrique
- Chemin
- Voie communale
- Route départementale
- Voie ferrée

0 0,5 1 km

Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Esri Community Maps contributors,
Map layer by Esri

Source : BD Topo 2021 ©IGN / DREAL / INPN 2016
Conception : SMBS - Document réalisé en 2022



AMC CHAILLEVETTE

Aléas de référence et enjeux
urbanistiques concernés

Carte 06



Légende

Périmètre d'étude : limite communale

Bureau Poste

EMPRISE DES ALEAS

Xynthia - 30 cm

Xynthia/Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin + 20 cm

Niveau Xynthia + Vent Martin + 60 cm (sans digues)

0 0,5 1 km

Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Esri Community Maps contributors,
Map layer by Esri

Source : BD Topo 2021 ©IGN / DDTM17 / SMBS 2017
Conception : SMBS - Document réalisé en 2022



AMC CHAILLEVETTE

Aléas de référence et enjeux économiques concernés

Carte 07



Légende

Périmètre d'étude : limite communale

Ports

Entreprises

Cultures

Prairies

Zone ostréicole

EMPRISE DES ALEAS

Xynthia - 30 cm

Xynthia/Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin + 20 cm

Niveau Xynthia + Vent Martin + 60 cm (sans digues)

0 0,5 1 km

Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Esri Community Maps contributors,
Map layer by Esri

Source : BD Topo 2021 ©IGN / Sirene® / SMBS 2017
Conception : SMBS - Document réalisé en 2022

AMC CHAILLEVETTE

Aléas de référence et enjeux
environnementaux concernés

Carte 08



Légende

Périmètre d'étude : limite communale

ZICO

Parc naturel marin Estuaire de la Gironde et de la mer des Pertuis

ZNIEFF 1 et 2

Natura 2000

EMPRISE DES ALEAS

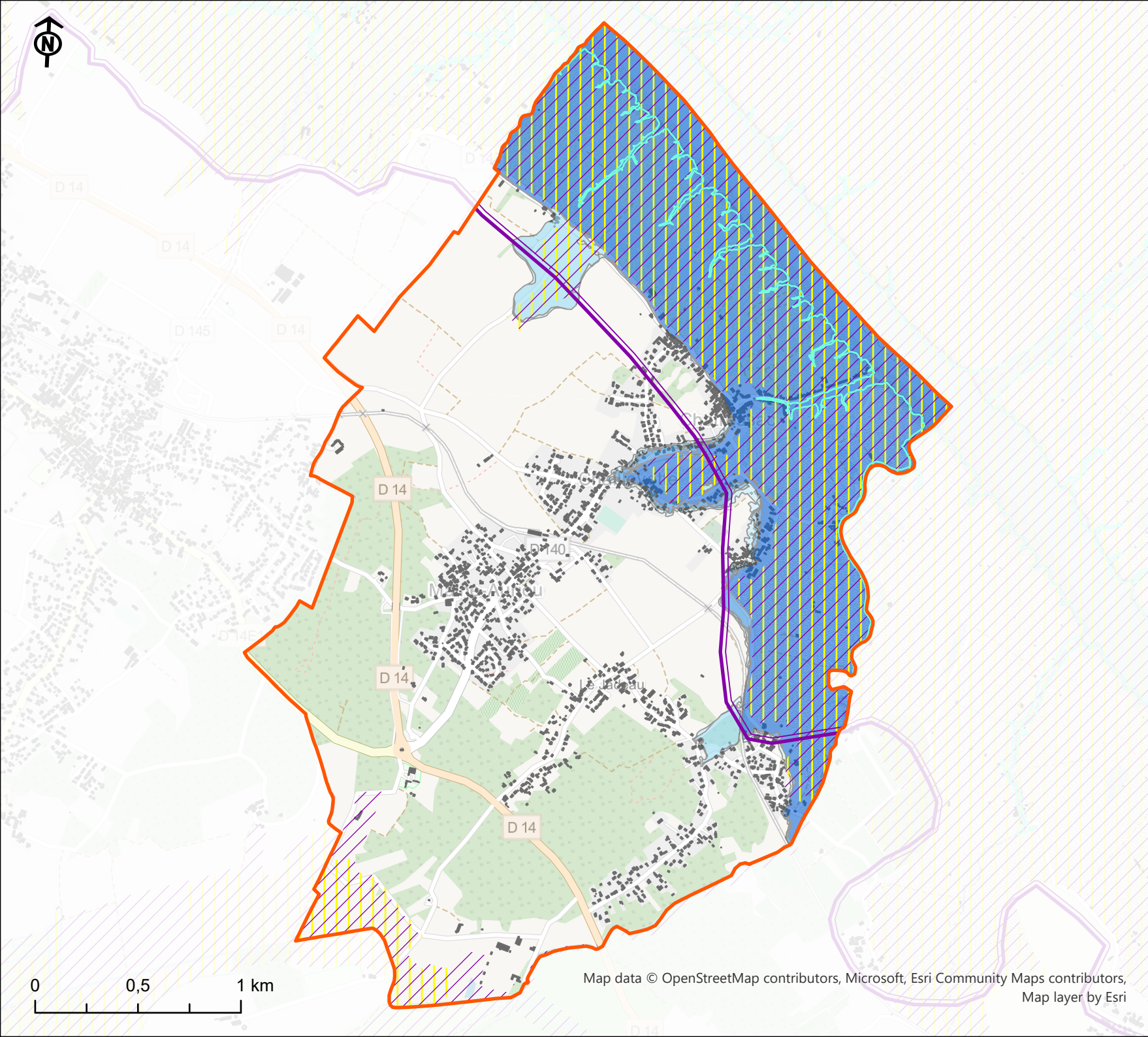
Xynthia - 30 cm

Xynthia/Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin + 20 cm

Niveau Xynthia + Vent Martin + 60 cm (sans digues)



Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Esri Community Maps contributors,
Map layer by Esri

Source : BD Topo 2021 ©IGN / DREAL / INPN 2016 /
SMBS 2017
Conception : SMBS - Document réalisé en 2022



AMC CHAILLEVETTE

Aléas de référence et enjeux
réseaux concernés

Carte 09



Légende

Périmètre d'étude : limite communale

Poste électrique

Chemin

Voie communale

Route départementale

Voie ferrée

EMPRISE DES ALEAS

Xynthia - 30 cm

Xynthia/Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin + 20 cm

Niveau Xynthia + Vent Martin + 60 cm (sans digues)

0 0,5 1 km

Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Esri Community Maps contributors,
Map layer by Esri

Source : BD Topo 2021 ©IGN / ENEDIS / SMBS 2017
Conception : SMBS - Document réalisé en 2022

F

AMC CHAILLEVETTE

Protection rapprochée pour l'aléa
Niv. Xynthia + vent Martin + 20 cm

Carte 10



Légende

Périmètre d'étude : limite communale

Projet d'endiguement

Zone protégée

EMPRISE DES ALEAS

Xynthia - 30 cm

Xynthia/Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin

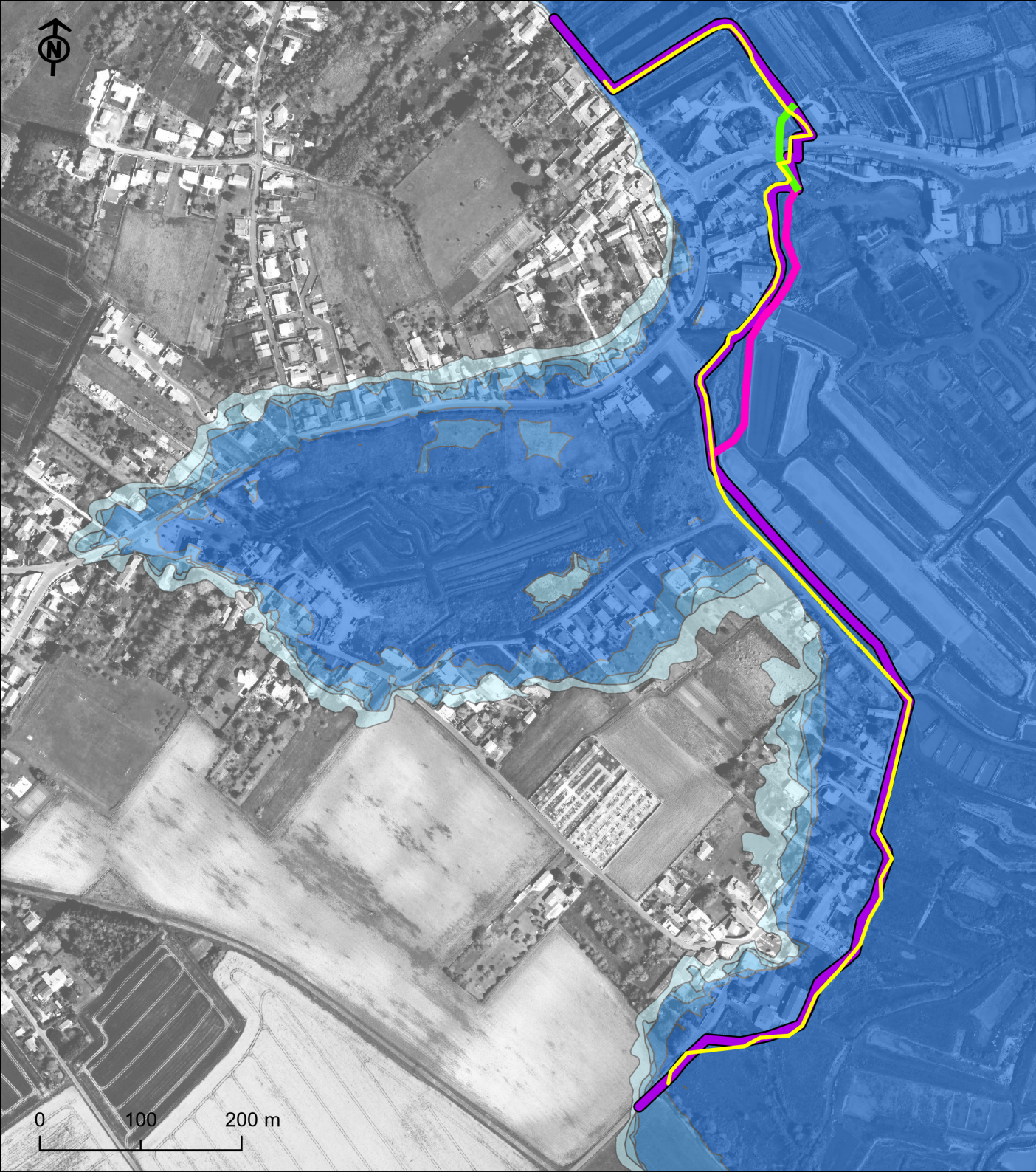
Niveau Xynthia + Vent Martin + 20 cm

Niveau Xynthia + Vent Martin + 60 cm (sans digues)

0 0,5 1 km

Map data © OpenStreetMap contributors, Microsoft, Esri Community Maps contributors,
Map layer by Esri

Source : BD Topo 2021 © IGN / ARTELIA 2022/ SMBS
Conception : SMBS - Document réalisé en 2022



AMC CHAILLEVETTE

Aléas de référence et scénarios de protection étudiés

Carte 11



Légende

 Périmètre d'étude : limite communale

SYSTEME D'ENDIGUEMENT

 Projet d'endiguement - PAPI 2017

 Projet d'endiguement - étude préalable 2022

 Tracé alternatif 1


 Tracé alternatif 2


EMPRISE DES ALEAS

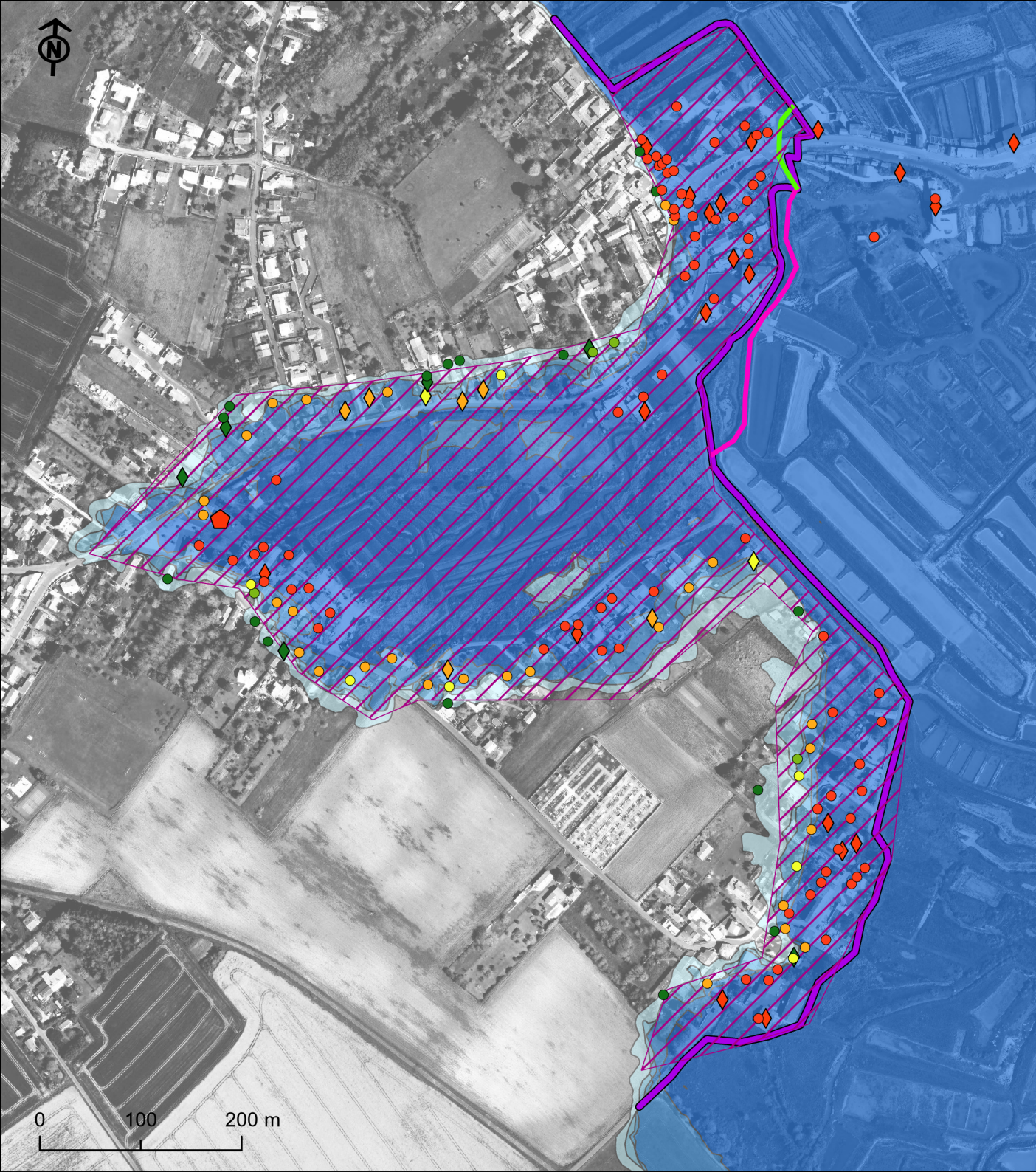
 Xynthia - 30 cm

 Xynthia/Martin

 Niveau Xynthia + Vent Martin

 Niveau Xynthia + Vent Martin + 20 cm

 Niveau Xynthia + Vent Martin + 60 cm (sans digues)



AMC CHAILLEVETTE

Aléas de référence et enjeux protégés par le projet

Carte 12



Légende

Périmètre d'étude : limite communale

SYSTEME D'ENDIGUEMENT

Projet d'endiguement - étude préalable 2022

Tracé alternatif 1

Tracé alternatif 2

Zone protégée

Habitat

Niv. Xynthia + Vent Martin + 60 cm (sans digues)

Niv. Xynthia + Vent Martin + 20 cm

Niv. Xynthia + Vent Martin

Xynthia/Martin

Xynthia - 30 cm

Entreprises

Niveau Xynthia + vent Martin + 60 cm

Niveau Xynthia + vent Martin + 20 cm

Niveau Xynthia + vent Martin

Xynthia/Martin

Niveau Xynthia - 30 cm

Enjeux urbanistiques

Xynthia - 30 cm

EMPRISE DES ALEAS

Xynthia - 30 cm

Xynthia/Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin

Niveau Xynthia + Vent Martin + 20 cm

Niveau Xynthia + Vent Martin + 60 cm (sans digues)