



P Ô L E
MÉTROPOLITAIN
DE LA CÔTE
D'OPALE

PROGRAMME D' ACTIONS

DE PREVENTION

DES INONDATIONS

DU DELTA DE L'AA

AMC Littorale

TABLE DES MATIÈRES

1	PERIMETRE D'ETUDE.....	5
1.1	Concept de base.....	5
1.2	Alea considéré	5
2	DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE DU TERRITOIRE	7
2.1	Diagnostic des enjeux de santé humaine vulnérables en situation de référence.....	7
2.2	Diagnostic de la vulnérabilité économique à l'état de référence.....	10
2.3	Diagnostic de la vulnérabilité environnementale à l'état de référence	11
2.4	Diagnostic de la vulnérabilité des éléments patrimoniaux à l'état de référence	13
3	ANALYSE MULTI-CRITERE LITTORALE.....	14
3.1	Introduction sur les indicateurs élémentaires.....	14
3.2	Evaluation des bénéfices liés aux aménagements pour les dommages tangibles : indicateurs de dommages elementaires monétaires	16
3.3	Evaluation des bénéfices liés aux aménagements pour les dommages intangibles : Indicateurs d'enjeux elementaires.....	19
3.4	Evaluation des coûts du projet	29
3.5	Résultats des indicateurs synthétiques	29
3.6	Analyse synthétique de la pertinence du projet	30
3.7	Résultats des ACB partielles	30
3.8	Analyse de sensibilité	31

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Logements individuels inondés, par secteur et par crue.	7
Figure 2 : Répartition des personnes accueillies dans un établissement sensible par commune, pour une crue millénale de type littorale.	10
Figure 3 : Capacité moyenne annuelle de traitement en équivalent habitant des stations situées dans l'emprise d'une crue millénale de type littoral.	12
Tableau 1 : Nombre de logements individuels situés dans l'emprise de la zone inondable par un aléa littoral sur le territoire par crue et dommages associés.	7
Tableau 2 : Nombre d'habitats collectifs inondés par un aléa littoral sur le territoire par crue et dommages associés.	8
Tableau 3 : Nature et capacité des établissements sensibles collectifs inondés par un aléa littoral sur le territoire.	9
Tableau 4 : Nature des bâtiments qui participent à la gestion de crise inondés par un aléa littoral sur le territoire.	10
Tableau 5 : Nombre d'entreprises inondées par un aléa littoral par crue et dommages associés.	11
Tableau 6 : Stations d'épuration inondées par un aléa littoral et hauteurs d'eau observées La station de Coquelles est également concernée par l'aléa continental.	12
Tableau 7 : Synthèse des indicateurs de l'analyse multi-critère.	15
Tableau 8 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour l'habitat individuel.	16
Tableau 9 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour l'habitat collectif.	16
Tableau 10 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour les dommages directs aux entreprises.	17
Tableau 11 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour les dommages indirects aux entreprises.	17
Tableau 12 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour les dommages aux établissements publics.	18
Tableau 13 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour les dommages aux parcelles agricoles et leurs cultures.	18
Tableau 14 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P1 entre la situation de référence et la situation aménagée.	20
Tableau 15 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P2 entre la situation de référence et la situation aménagée.	21
Tableau 16 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P3 (hors camping) entre la situation de référence et la situation aménagée.	21
Tableau 17 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P3 de capacité d'accueil des campings entre la situation de référence et la situation aménagée.	21
Tableau 18 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P4 entre la situation de référence et la situation aménagée.	22

Tableau 19 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P5 voies routières entre la situation de référence et la situation aménagée.	23
Tableau 20 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P5 voies ferrées entre la situation de référence et la situation aménagée.	24
Tableau 21 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P6 entre la situation de référence et la situation aménagée.	25
Tableau 22 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P7 entre la situation de référence et la situation aménagée.	25
Tableau 23 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P8 entre la situation de référence et la situation aménagée.	26
Tableau 24 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P9 entre la situation de référence et la situation aménagée.	26
Tableau 25 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P10 entre la situation de référence et la situation aménagée.	27
Tableau 26 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P11 entre la situation de référence et la situation aménagée.	28
Tableau 27 : Résultats des variations opérées sur plusieurs paramètres de l'ACB continentale.	31

1 PERIMETRE D'ETUDE

Le territoire d'étude correspond à celui du SAGE du delta de l'Aa, soit 100 communes.

1.1 CONCEPT DE BASE

Le guide méthodologique de l'analyse multicritère distingue situation initiale et situation de référence :

- La **situation initiale** est une photographie à l'instant t d'un territoire caractérisé par une exposition à l'inondation et une vulnérabilité.
- La **situation de référence** correspond à une évolution prévisible du territoire sans nouveau projet. Les évolutions qui semblent irrémédiables doivent nécessairement être intégrées dans la projection (par exemple, difficultés prévisibles de maintien de certaines protections actuelles pour des raisons d'approvisionnement ou autres, accroissement prévisible de certains coûts, etc.)

Lorsque le territoire a déjà fait l'objet d'interventions de gestion du risque d'inondation, par exemple quand des ouvrages existent déjà sur le territoire, alors le scénario de référence implique de prendre en compte les considérations suivantes :

- Si les ouvrages existants n'ont pas lieu, à l'instant $t=0$, d'être remis en cause, alors la situation de référence prend en compte leur gestion. Les coûts associés pour assurer la continuité de la mesure sont alors intégrés dans l'analyse. La situation de référence présente donc de fait un coût.
- Si, à l'instant $t=0$, le rôle des ouvrages existants est remis en cause (pour des questions principalement de sécurité dans le cas d'un ouvrage dégradé), alors le scénario de référence doit intégrer un coût de déconstruction de l'ouvrage.

1.2 ALEA CONSIDERE

L'aléa de référence a été estimé à partir de l'étude menée par DHI en 2013. Trois périodes de retour d'aléa ont été considérées : 10 ans, 100 ans et 100 ans avec changement climatique (assimilé à une crue 1 000 ans dans l'ACB).

La cartographie réalisée par DHI intègre des scénarios de défaillance des ouvrages (rupture, brèche, débordement...) comme indiqué dans le diagnostic. Seules les cartographies des défaillances d'ouvrages effectivement concernées par un programme de travaux dans le cadre du PAPI Delta de l'Aa ont été intégrées :

- Digue entre le bassin ouest et bassin des Chasses (située sur le territoire de la CAC)
- Jonction des digues Taaf et 1925 (territoire de la CCRA/CUD)
- Travaux sur les rives de l'Aa (territoire de la CUD)
- Digue de malo/Leffrinckoucke (territoire de la CUD)
- Et Secteur Est des dunes de Fort Mahon (territoire de la CAC).

Nota : Si des fourchettes sont données pour les coûts de travaux, c'est la fourchette haute (cas le plus défavorable) qui est retenue comme référence dans l'ACB.

Nota 2 : Deux études du système d'endiguement sur la CCRA et la CAC sont prévues. Aucun scénario de défaillance n'est associé à ces actions

Les travaux réalisés auront pour objectif de se protéger contre une crue centennale avec changement climatique. En situation projet, on considère donc qu'il n'y a pas d'inondation sur ces secteurs.

En situation aménagée, les travaux prévoient d'augmenter le niveau de protection des ouvrages pour faire face à une crue millénale. Cela signifie que le risque de brèche ou de submersion a été réduit : aucune zone inondable n'est considérée en situation aménagée.

2 DIAGNOSTIC DE VULNERABILITE DU TERRITOIRE

Cette partie reprend les éléments de la synthèse du diagnostic (situation initiale avec défaillance d'ouvrages), en les précisant notamment à travers le renseignement des indicateurs demandés dans l'ACB. Pour certains indicateurs, ce chapitre apporte des éléments sur toutes les crues modélisées.

2.1 DIAGNOSTIC DES ENJEUX DE SANTE HUMAINE VULNERABLES EN SITUATION DE REFERENCE

2.1.1 Logements en zone inondable

En zone littorale, le nombre de logements individuels touchés est multiplié par 3,5 entre une crue décennale et une crue centennale et par 5,5 avec une crue millénaire. Les dommages sont doublés entre une crue décennale et centennale.

	Q10		Q100		Q1000	
	Nombre d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)	Nombre d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)	Nombre d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)
Situation de référence	509	10889	1736	20888	2774	41199

Tableau 1 : Nombre de logements individuels situés dans l'emprise de la zone inondable par un aléa littoral sur le territoire par crue et dommages associés.

Le secteur de Calais représente 60 à 70 % des logements inondés, le secteur de Dunkerque étant le moins vulnérable quelle que soit la crue considérée.

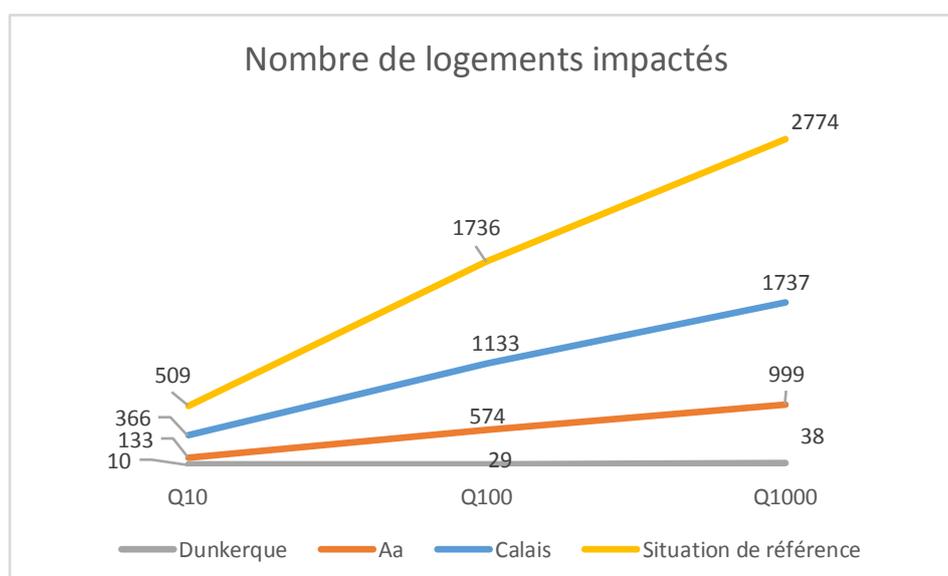


Figure 1 : Logements individuels inondés, par secteur et par crue.

Le nombre de logements inondés en habitat collectif représente un peu moins du tiers des logements totaux inondés (types d'habitat individuel et collectif confondus).

	Q10		Q100		Q1000	
	Nombre de logements touchés	Dommmages totaux (k€ 2015)	Nombre de logements touchés	Dommmages totaux (k€ 2015)	Nombre de logements touchés	Dommmages totaux (k€ 2015)
Situation de référence	174	2439	802	5370	1648	11965

Tableau 2 : Nombre d'habitats collectifs inondés par un aléa littoral sur le territoire par crue et dommages associés.

2.1.2 Population en zone inondable

Entre 1 470 et 9 300 personnes habitent dans la zone inondée par une submersion marine.

Pour une submersion marine d'occurrence millénale, un peu moins de 2,5 % de la population totale du territoire est concernée par la crue.

Parmi les personnes inondées, plus d'un quart (2 666 personnes) habite un logement de plain-pied.

2.1.3 Etablissements sensibles en zone inondable

Pour une crue millénale, 13 établissements sensibles sont recensés en zone inondable : leur nature et capacité est présentée dans le tableau ci-après.

Nom	Type d'établissement	Capacité d'accueil	Commune
Ecole maternelle les ptits loups de mer	Enseignement primaire	160	Sangatte
Ecole Michel Becart	Enseignement primaire	141	Sangatte
Ecole élémentaire Jules Ferry	Enseignement primaire	255	Sangatte
Résidence Toul	Maison de retraite	59	Calais
Résidence Orleansville	Maison de retraite	52	Calais
Résidence Eléonor Langlet	Maison de retraite	45	Sangatte
Ecole primaire publique Michelet	Enseignement primaire	61	Gravelines
Ecole primaire publique Copernic	Enseignement primaire	122	Gravelines
Ecole maternelle publique Pierre Loti	Enseignement primaire	87	Gravelines
NR	Enseignement primaire	50	Calais
MECS Yvonne De Gaulle	Maison d'Enfants à Caractère Social	44	Sangatte
Foyer Restaurant	Foyer Club Restaurant	46	Sangatte
Logement Foyer Sangatte	Logement Foyer	45	Sangatte

Tableau 3 : Nature et capacité des établissements sensibles collectifs inondés par un aléa littoral sur le territoire.

Ces établissements accueillent environ 1 100 personnes sensibles dans leurs locaux. Les établissements recensés sont de type établissement scolaire (4) et hébergement (3). 75 % des personnes recensées sont des élèves accueillis dans un établissement scolaire.

Ces établissements sont répartis sur trois communes : Sangatte, Gravelines et Calais.

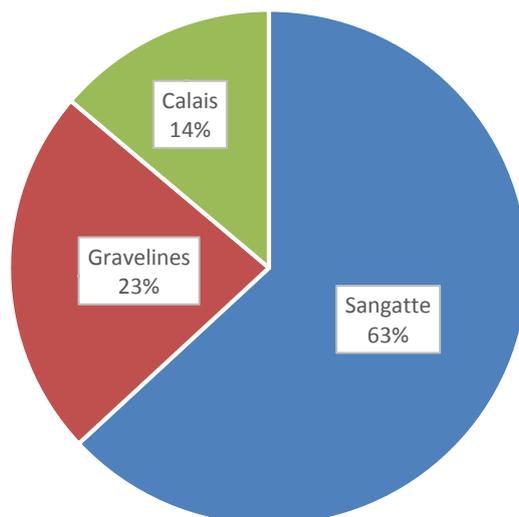


Figure 2 : Répartition des personnes accueillies dans un établissement sensible par commune, pour une crue millénaire de type littorale.

Les enjeux sont concentrés sur la commune de Sangatte, dans les locaux d'enseignement.

2.1.4 Bâtiments participants à la gestion de crise en zone inondable et hors zone inondable

Le recensement des bâtiments qui participent à la gestion de crise reste inchangé par rapport à l'aléa continental.

Parmi ces bâtiments, deux sont situés dans la zone inondable d'un aléa littoral :

Nom du bâtiment	Type de structure	Hauteur d'eau	Commune
Police	Poste de police	133 cm	Dunkerque
CIS de Calais	Caserne de pompiers	28 cm	Calais

Tableau 4 : Nature des bâtiments qui participent à la gestion de crise inondés par un aléa littoral sur le territoire.

La vulnérabilité du poste de police situé sur la digue de Malo est élevée au vu de la hauteur d'eau modélisée en cas de submersion marine : ce poste sera inopérant en période de gestion de crise.

2.2 DIAGNOSTIC DE LA VULNERABILITE ECONOMIQUE A L'ETAT DE REFERENCE

2.2.1 Activités économiques recensées en zone inondable

Les dommages aux entreprises liés à un aléa littoral s'échelonnent entre 200 et 2 200 k€. Ces dommages représentent 1 à 2 % des dommages totaux tout aléa confondu.

	Q10		Q100		Q1000	
	Nombre d'enjeux	Dommmages totaux (k€ 2015)	Nombre d'enjeux	Dommmages totaux (k€ 2015)	Nombre d'enjeux	Dommmages totaux (k€ 2015)
Situation de référence	9	1930	41	6716	62	8096

Tableau 5 : Nombre d'entreprises inondées par un aléa littoral par crue et dommages associés.

2.2.2 Emplois en zone inondable

Le nombre d'entreprises touchées par une submersion marine étant plus faible qu'en aléa continental, le nombre d'emplois touchés est inférieur : il varie entre 32 pour une crue décennale et 191 pour une crue millénale.

2.2.3 Entreprises participant à la reconstruction

Aucune entreprise participant à la reconstruction recensée sur le territoire n'est située dans l'emprise d'une submersion marine d'occurrence millénale.

2.2.4 Trafic journalier des réseaux de transport en zone inondable

En cas de submersion marine d'occurrence millénale, environ plus de 100 km de voiries sont inondés, dont quelques dizaines de mètres de l'autoroute A16. Une quinzaine de kilomètres de voiries nationales ou départementales sont inondées : les liaisons départementales et interdépartementales pourront être localement interrompues.

5,5 km de voies ferrées sont touchés par une crue millénale. Les inondations se concentrent à Calais : les inondations perturbent peu le trafic voyageur à grande vitesse (pas d'inondation en gare de Fréthun) mais peuvent perturber le trafic de marchandises en provenance et à destination du port de Calais.

2.3 DIAGNOSTIC DE LA VULNERABILITE ENVIRONNEMENTALE A L'ETAT DE REFERENCE

2.3.1 Stations d'épuration en zone inondable

En cas de submersion marine d'occurrence millénale, deux stations sont situées en zone inondable :

Station concernée	Charge annuelle moyenne en entrée de traitement (EH)	Hauteur d'eau pour une crue 1000 ans
Coquelles	5 333	39 cm
Calais	73 833	99 cm

Tableau 6 : Stations d'épuration inondées par un aléa littoral et hauteurs d'eau observées La station de Coquelles est également concernée par l'aléa continental.

Les infrastructures de traitement sont affectées à hauteur de 16 % de leur capacité en équivalents habitant.

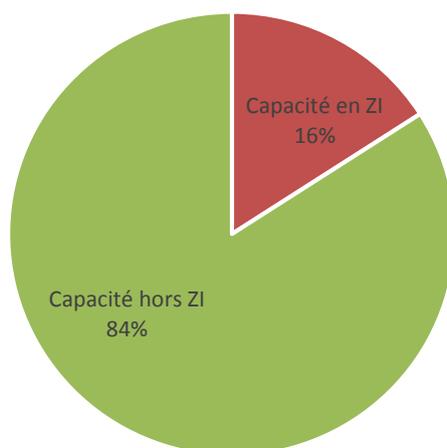


Figure 3 : Capacité moyenne annuelle de traitement en équivalent habitant des stations situées dans l'emprise d'une crue millénaire de type littoral.

2.3.2 Installations de stockage ou de traitement des déchets en zone inondable

En cas de submersion marine d'occurrence 1000 ans, la seule infrastructure de traitement de déchets inondée serait la déchetterie de Calais Ouest.

Site concerné	Capacité de traitement (t)	Hauteur d'eau pour une crue 1000 ans
Déchetterie de Calais Ouest	4 863	112 cm

Tableau 7 : Installations de déchets inondées par un aléa littoral et hauteurs d'eau observées.

La hauteur d'eau importante en cas de crue peut conduire à la pollution des eaux par les déchets présents en déchetterie.

2.3.3 Sites dangereux

Aucun site dangereux n'est recensé en zone inondable.

2.4 DIAGNOSTIC DE LA VULNERABILITE DES ELEMENTS PATRIMONIAUX A L'ETAT DE REFERENCE

Quatre enjeux sont touchés par une submersion marine d'occurrence 1000 ans :

- Trois bâtiments religieux à Gravelines et Calais (2)
- Le Palais des Congrès Kursaal à Dunkerque

3 ANALYSE MULTI-CRITERE LITTORALE

Ce chapitre vise à présenter les indicateurs monétaires avant et après projet, les indicateurs qualitatifs, et les indicateurs de synthèse.

3.1 INTRODUCTION SUR LES INDICATEURS ELEMENTAIRES

L'analyse dite « élémentaire » préconisée dans le guide méthodologique repose sur un total de 16 indicateurs correspondant à des enjeux monétarisables et non monétarisables. Ces enjeux correspondent aux objectifs-clés définis dans le cadre de la Stratégie Nationale de Gestion des Risques d'Inondations (SNGRI), à savoir :

- La mise en sécurité des personnes
- La réduction des dommages aux biens
- L'amélioration de la résilience du territoire
- La préservation du patrimoine culturel
- La protection de l'environnement

Parmi les 16 indicateurs définis dans le guide méthodologique, 11 sont considérés comme des indicateurs prioritaires. Ils sont repérés par la lettre P dans le Tableau 3. Les 5 indicateurs repérés par la lettre S sont quant à eux des indicateurs secondaires, qui peuvent être appliqués ou non selon leur pertinence en regard des enjeux présents sur le territoire de l'étude. Enfin, les quatre indicateurs repérés par la lettre M correspondent aux montants de dommages directs causés par les inondations.

Axe de la Directive Inondation	Objectif de la SNGRI	N°	Indicateur
Santé Humaine	Mise en sécurité des personnes	P1	Nombre de personnes habitant en zone inondable (SI) et part communale
		P2	Nombre de personnes habitant des logements de plain-pied en zone inondable (SI) et part communale
		P3	Capacité d'accueil des établissements sensibles situés en ZI
		P4	Part d'établissements participant directement à la gestion de crise situés en ZI
		S1	Nombre de personnes desservies par des captages d'eau potable situés en ZI
		S2	Capacité d'hébergement communale hors ZI en cas de nécessité d'évacuation
Economie	Amélioration de la résilience du territoire	M1	Dommmages aux logements
		M2	Dommmages aux entreprises
		M3	Dommmages aux établissements publics
		M4	Dommmages aux cultures
		P5	Trafic journalier des réseaux de transports en ZI
		P6	Part d'entreprises pouvant contribuer directement aux efforts de reconstruction situées en ZI
		P7	Nombre d'emplois en ZI
		S3	Nombre de postes "énergies et télécommunications" en ZI
Environnement	Protection de l'environnement	P8	Nombre de Station de Traitement des Eaux Résiduaires Urbaines (STEU) situées en ZI et charge journalière entrante
		P9	Capacité de stockage et de traitement des déchets des installations situées en ZI
		P10	Nombre de sites dangereux en ZI
		S4	Superficie d'espaces naturels protégés en ZI
Patrimoine	Protection du patrimoine culturel	P11	Nombre de bâtiments patrimoniaux et de sites remarquables en ZI
		S5	Nombre annuel de visiteurs dans les musées situés en ZI

Tableau 7 : Synthèse des indicateurs de l'analyse multi-critère.

Les indicateurs secondaires n'ont pas été calculés dans le cadre de cette étude.

Chaque paragraphe correspond à la description d'un indicateur (présentation issue du guide méthodologique AMC) et la présentation des résultats sur le territoire.

3.2 EVALUATION DES BENEFICES LIES AUX AMENAGEMENTS POUR LES DOMMAGES TANGIBLES : INDICATEURS DE DOMMAGES ELEMENTAIRES MONETAIRES

3.2.1 Indicateur M1 -Dommages aux logements

Les aménagements permettent de sortir de la zone inondable plus de 2 500 habitats individuels et plus de 1 500 logements en habitat collectif pour une crue millénale.

<i>Habitat individuel unitaire</i>	Q10		Q100		Q1000	
	Nombres d'enjeux	Dommmages totaux (k€ 2015)	Nombres d'enjeux	Dommmages totaux (k€ 2015)	Nombres d'enjeux	Dommmages totaux (k€ 2015)
SCN0	509	10 918	1 736	20 888	2 774	41 199
SCN1	0	0	0	0	0	0

Tableau 8 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour l'habitat individuel.

Pour une crue centennale, 30 % des logements présentent un écart entre la hauteur de premier plancher de l'habitat et la hauteur de crue qui est inférieur à 1 cm (voire négatif). Dans ce cas, les abaques nationaux considèrent les dommages comme nuls.

Pour une crue millénale, la part des bâtiments situés dans l'emprise de la zone inondable mais non inondés tombe à 20 %.

<i>Habitat collectif unitaire</i>	Q10		Q100		Q1000	
	Nombres d'enjeux	Dommmages totaux (k€ 2015)	Nombres d'enjeux	Dommmages totaux (k€ 2015)	Nombres d'enjeux	Dommmages totaux (k€ 2015)
SCN0	174	2 439	802	5 370	1 648	11 965
SCN1	0	0	0	0	0	0

Tableau 9 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour l'habitat collectif.

Pour les crues centennales et millénales, 30 % des bâtiments situés dans l'emprise de la zone inondable sont inondés par moins d'1 cm d'eau, voire non inondés dans le cas de la hauteur de plancher supérieure à la hauteur de crue.

3.2.2 Indicateur M2 -Dommages aux entreprises

En situation de référence, entre 9 et plus de 60 entreprises sont touchées par un phénomène d'inondation. Les dommages s'élèvent au maximum à 8 M€ environ pour les dommages directs, auxquels il faut ajouter les pertes d'exploitation, qui représentent 70 à 80 % de dommages supplémentaires.

<i>Entreprises - dommages directs</i>	Q10		Q100		Q1000	
	Nombres d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)	Nombres d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)	Nombres d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)
SCN0	9	1 930	41	6 716	62	8 096
SCN1	0	0	0	0	0	0

Tableau 10 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour les dommages directs aux entreprises.

<i>Entreprises - pertes d'exploitation</i>	Q10		Q100		Q1000	
	Nombres d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)	Nombres d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)	Nombres d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)
SCN0	9	1608	41	5097	62	5602
SCN1	0	0	0	0	0	0

Tableau 11 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour les dommages indirects aux entreprises.

3.2.3 Indicateur M3 -Dommages aux établissements publics

Le nombre d'établissements publics touchés par les inondations est multiplié par trois entre une crue décennale et une crue millénaire.

Établissements publics	Q10		Q100		Q1000	
	Nombres d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)	Nombres d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)	Nombres d'enjeux	Dommages totaux (k€ 2015)
SCN0	10	415	18	2157	33	3801
SCN1	0	0	0	0	0	0

Tableau 12 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour les dommages aux établissements publics.

3.2.4 Indicateur M4 -Dommages aux parcelles agricoles

La surface de parcelles agricoles inondées est quasiment multipliée par cent entre une crue décennale et une crue millénaire.

Parcelles agricoles	Q10		Q100		Q1000	
	Surface inondée (ha)	Dommages totaux (k€ 2015)	Surface inondée (ha)	Dommages totaux (k€ 2015)	Surface inondée (ha)	Dommages totaux (k€ 2015)
SCN0	62	19	401	302	556	447
SCN1	0	0	0	0	0	0

Tableau 13 : Synthèse des bénéfices liés aux aménagements littoraux pour les dommages aux parcelles agricoles et leurs cultures.

3.3 EVALUATION DES BENEFICES LIES AUX AMENAGEMENTS POUR LES DOMMAGES INTANGIBLES : INDICATEURS D'ENJEUX ELEMENTAIRES

3.3.1 Indicateur P1 – Nombre de personnes habitant en zone inondable

a) Présentation de l'indicateur

Le calcul dénombre les personnes habitant dans un bâtiment situé en zone inondable, en incluant également les habitants des appartements situés dans les étages. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

b) Résultat sur le territoire d'étude

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**5 présente la population estimée en zone inondable avant et après aménagement : ainsi, plus de 1 000 personnes sont protégées pour une crue décennale. Les villes les plus importantes, Calais et Gravelines, sont les premières bénéficiaires de ces aménagements.

P1 Population en zone inondable		
Crue occurrence 10 ans	Nombre de personnes en zone inondable en situation de référence	Nombre de personnes en zone inondable en situation aménagée
Calais	864	-
Dunkerque	28	-
Grand-Fort-Philippe	92	-
Gravelines	470	-
Oye-Plage	17	-
TOTAL 10 ans	1471	-
Crue occurrence 100 ans		
Calais	1463	-
Dunkerque	127	-
Grand-Fort-Philippe	362	-
Gravelines	1827	-
Oye-Plage	109	-
Sangatte	1421	-
TOTAL 100 ans	5309	-
Crue occurrence 1000 ans		
Calais	2373	-
Dunkerque	163	-
Grand-Fort-Philippe	1286	-
Gravelines	3372	-
Oye-Plage	139	-
Sangatte	1964	-
TOTAL 1000 ans	9297	-

Tableau 14 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P1 entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.3.2 Indicateur P2 – Part des personnes habitant dans des logements de plain-pied en zone inondable

a) Présentation de l'indicateur

Le calcul dénombre les personnes habitant dans un bâtiment sans étage situé en zone inondable, sur le nombre total de personnes habitant en zone inondable. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

b) Résultat sur le territoire d'étude

La population située en zone inondable dans une habitation de plain-pied est comprise entre 16 et 28 % de la population totale habitant en zone inondable. Cette proportion augmente avec l'occurrence des crues, ce qui signifie que la vulnérabilité des personnes augmente pour une crue millénale en comparaison d'une crue décennale.

P2 population en zone inondable en plain-pied		
Crue occurrence 10 ans	Nombre de personnes en zone inondable en situation de référence	Nombre de personnes en zone inondable en situation aménagée
Calais	132	-
Dunkerque	1	-
Grand-Fort-Philippe	32	-
Gravelines	54	-
Oye-Plage	16	-
TOTAL 10 ans	235	-
Crue occurrence 100 ans		
Calais	222	-
Dunkerque	2	-
Grand-Fort-Philippe	283	-
Gravelines	303	-
Oye-Plage	96	-
Sangatte	195	-
TOTAL 100 ans	1101	-
Crue occurrence 1000 ans		
Calais	342	-
Dunkerque	2	-
Grand-Fort-Philippe	1202	-
Gravelines	681	-
Oye-Plage	122	-
Sangatte	317	-
TOTAL 1000 ans	2666	-

Tableau 15 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P2 entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.3.3 Indicateur P3 – Capacité d'accueil des établissements sensibles

a) Présentation de l'indicateur

Cet indicateur exprime en nombre de personnes, le cumul des capacités d'accueil des établissements sensibles du point de vue du risque inondation. Il s'agit :

- des campings,
- des établissements de santé ou établissements recevant du public (ERP) de type U,
- des structures d'accueil pour personnes âgées ou personnes handicapées ou ERP de type J,
- des établissements d'éveil, d'enseignement, de formation, centres de vacances, centres de loisirs sans hébergement ou ERP de type R,
- des établissements pénitentiaires.

b) Résultat sur le territoire d'étude

Tous les établissements sensibles, y compris les campings, recensés dans la zone inondable sont protégés après aménagement. Aucun établissement n'est ajouté en zone inondable suite aux aménagements.

P3 - Capacités d'accueil des établissements sensibles	Nombre d'établissements	Somme des capacités d'accueil
Ajouté en ZI après aménagements	-	-
Maintenu en ZI après aménagements	-	-
Retiré de la ZI après aménagements	13	1167

Tableau 16 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P3 (hors camping) entre la situation de référence et la situation aménagée.

P3 - Capacités d'accueil des campings	Nombre d'établissements	Somme des capacités d'accueil
Hors ZI	6	290
Ajouté en ZI après aménagements	-	-
Retiré de la ZI après aménagements	-	-
Maintenu en ZI après aménagements	-	-

Tableau 17 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P3 de capacité d'accueil des campings entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.3.4 Indicateur P4 – Part de bâtiments participant directement à la gestion de crise hors et en zone inondable

a) Présentation de l'indicateur

Les bâtiments participant à la gestion de crise situés en zone inondable sont de type: centres SDIS, gendarmeries, casernes militaires, préfectures (ou PC prévu au plan Orsec), mairies (ou PC prévu au PCS), services support des collectivités pour la gestion de crise, commissariats, polices municipales.

Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

b) Résultat sur le territoire d'étude

Une centaine de bâtiments participant à la gestion de crise ont été recensés sur le territoire d'étude. Parmi eux, deux sont situés en zone inondable en situation de référence et deviennent protégés par les aménagements réalisés : le CIS de Dunkerque et la gendarmerie de Gravelines.

P4 - Part de bâtiments participant à la gestion de crise	Nombre de bâtiments
Commissariats de police et gendarmeries	28
Hors ZI	27
Retiré de la ZI après aménagements	1
Etablissements incendie et secours	17
Hors ZI	16
Retiré de la ZI après aménagements	1
Mairies et centres administratifs	89
Hors ZI	89

Tableau 18 : Synthèse des bénéficiaires obtenus pour l'indicateur P4 entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.3.5 Indicateur P5 – Trafic journalier des réseaux de transport en zone inondable

a) Présentation de l'indicateur

Cet indicateur exprime une valeur cumulée :

- des trafics moyens journaliers de véhicules enregistrés sur les infrastructures routières principales inondées (autoroutes, routes nationales, routes départementales, axes urbains, ... suivant l'échelle du territoire considéré) ;
- des trafics moyens journaliers de voyageurs empruntant les infrastructures ferroviaires inondées (trains, ou plus localement métro, tramway). Dans le cas où ces données ne seraient pas disponibles, il peut être remplacé par le nombre d'axes routiers et ferroviaires situés en zone inondable.

Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

b) Résultats sur le territoire d'étude

Le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**20 présente le linéaire de voies inondées en situation de référence pour une crue millénaire. En situation aménagée, la totalité du linéaire est protégée.

Ce tableau distingue les routes par ordre d'importance (liaisons avec des territoires connexes ou non).

P5 - Réseaux de transports – Routes	Longueur (m)
Importance d'ordre 1 : autoroutes	55
Maintenu en zone inondable après aménagements	-
Hors zone inondable	-
Retiré de la zone inondable après aménagements	55
Ajouté en zone inondable après aménagements	-
Importance d'ordre 2 : liaisons entre départements (nationales, départementales)	7424
Maintenu en zone inondable après aménagements	-
Hors zone inondable	-
Retiré de la zone inondable après aménagements	7424
Ajouté en zone inondable après aménagements	-
Importance d'ordre 3 : liaisons à l'intérieur d'un département (départementales)	6267
Maintenu en zone inondable après aménagements	-
Hors zone inondable	-
Retiré de la zone inondable après aménagements	6267
Ajouté en zone inondable après aménagements	-
Importance d'ordre 4 : liaisons entre bourgs et hameaux proches, et voies permettant de se déplacer rapidement à l'intérieur d'une commune	13107
Maintenu en zone inondable après aménagements	-
Hors zone inondable	-
Retiré de la zone inondable après aménagements	13107
Ajouté en zone inondable après aménagements	-
Importance d'ordre 5 : voies desservant l'intérieur d'une commune (et toutes autres voies)	77621
Maintenu en zone inondable après aménagements	-
Hors zone inondable	-
Retiré de la zone inondable après aménagements	77621
Ajouté en zone inondable après aménagements	-

Tableau 19 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P5 voies routières entre la situation de référence et la situation aménagée.

En ce qui concerne les axes ferroviaires, la SNCF fournit le trafic moyen journalier annuel (TMJA) de ces lignes : en 2013, la ligne à grande vitesse comptait 58 trains par jour tandis que la ligne régionale comptait 45 trains par jour.

Les inondations de voies se concentrent à Calais, à proximité du port de Calais : le trafic de marchandises est ainsi protégé suite aux aménagements.

P5 - Réseaux de transports - Voies Ferrées	Longueur (m)
Ajouté en ZI après aménagements	-
Hors ZI	-
Maintenu en ZI après aménagements	-
Retiré de la ZI après aménagements	5569

Tableau 20 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P5 voies ferrées entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.3.6 Indicateur P6 – Part d'entreprise aidant à la reconstruction après une inondation dans les communes exposées

a) Présentation de l'indicateur

Il s'agit de montrer l'importance de la part d'entreprises exposées du BTP possédant sur place des stocks de matériaux de construction et des engins de chantier, ne pouvant être ainsi sollicités pour la remise en état des constructions après une inondation. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

b) Résultats sur le territoire d'étude

Toutes les entreprises participant à la reconstruction du territoire qui ont été recensées dans le cadre du PAPI sont situées hors de l'aléa littoral.

Les aménagements ne présentent donc pas de bénéfice particulier pour cet indicateur.

P6 - Entreprise aidant à la reconstruction	Nombre d'entreprises
Hors zone inondable	189
Ajouté en zone inondable après aménagements	-
Retiré de la zone inondable après aménagements	-
Maintenu en zone inondable après aménagements	-

Tableau 21 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P6 entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.3.7 Indicateur P7 – Nombre d'emplois en zone inondable

a) Présentation de l'indicateur

Il s'agit d'identifier et de quantifier l'emploi en zone inondable qui sera impacté par les mesures, en raison de l'arrêt total ou partiel de l'activité de l'entreprise. Cela peut survenir pour des raisons multiples telles que l'impossibilité d'approvisionnement en énergie, en stocks essentiels à la production, les difficultés d'accès à l'entreprise par les salariés, l'endommagement des outils de production, etc. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

b) Présentation des résultats sur le territoire d'étude

Les emplois des entreprises du territoire recensées dans l'emprise des inondations ont été estimés : à partir de ces résultats, le nombre d'emplois protégés grâce aux aménagements est estimé à 191 pour une crue millénaire.

P7 – Emplois en zone inondable	Nombre d'emplois impactés avant aménagements	Nombre d'emplois après aménagements	Evolution des emplois après aménagements
Crue décennale	32	0	32
Crue centennale	129	0	129
Crue millénaire	191	0	191

Tableau 22 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P7 entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.3.8 Indicateur P8 – Stations de traitement des eaux usées en zone inondable : charge journalière entrante en moyenne annuelle

a) Présentation de l'indicateur

Cet indicateur est représenté par la charge organique journalière moyenne traitée par des stations de traitement des eaux usées (STEU) en zone inondable, exprimée soit en kg de DBO5/j, soit directement en EH = 60 g/j. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

b) Résultats sur le territoire d'étude

Deux stations d'épuration sont situées en zone inondable avant aménagement : elles sont protégées suite aux travaux.

P8 - Stations de traitement des eaux usées	Nombre de stations	Charge totale (EH)
Hors zone inondable	29	418 475
Retiré de la zone inondable après aménagements	2	79 166
Ajouté en zone inondable après aménagements	-	-
Maintenu en zone inondable après aménagements	-	-

Tableau 23 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P8 entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.3.9 Indicateur P9 – Déchets : capacités de traitement et de stockage en zone inondable

a) Présentation de l'indicateur

Les installations prises en compte par l'indicateur sont les installations de traitement, stockage, transit et valorisation des déchets non dangereux. Les rubriques de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement sont les rubriques 2710, 2711, 2714, 2715, 2716, 2771, 2780, 2781, 2782, 2791. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

b) Résultats sur le territoire

Un site est protégé suite aux aménagements : sa capacité de traitement représente un peu moins de 3 % de la capacité totale du territoire.

P9 - Déchets	Nombres de sites de traitement	Capacité de traitement (t/an)
Hors zone inondable	14	173864
Retiré de la zone inondable après aménagements	1	4863
Ajouté en zone inondable après aménagements	-	-
Maintenu en zone inondable après aménagements	-	-

Tableau 24 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P9 entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.3.10 Indicateur P10 – Nombre de sites dangereux en zone inondable

a) Présentation de l'indicateur

Cet indicateur recense les installations classées au titre du Code de l'environnement (Seveso, IPPC), les installations nucléaires de base (INB) et d'autres installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) au cas par cas, notamment les installations de traitement et de stockage

de déchets dangereux. Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

b) Résultats sur le territoire

Aucun des sites dangereux recensés sur le territoire n'est situé dans l'emprise de l'aléa littoral. Les aménagements ne présentent pas de bénéfice particulier pour cet indicateur.

P10 - Sites dangereux	Nombre de sites dangereux
Hors zone inondable	109
Ajouté en zone inondable après aménagements	-
Retiré de la zone inondable après aménagements	-
Maintenu en zone inondable après aménagements	-

Tableau 25 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P10 entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.3.11 Indicateur P11 – Nombre de bâtiments patrimoniaux et surface de sites remarquables en zone inondable

a) Présentation de l'indicateur

L'indicateur porte sur les monuments historiques, les sites archéologiques et les sites remarquables (inscrits, classés, ...). Cet indicateur doit être calculé sans les mesures et avec les mesures, afin d'en connaître les effets.

b) Résultats sur le territoire

Plusieurs lieux de culte religieux sont protégés par les aménagements, ainsi que le Palais des Congrès de Dunkerque (Kursaal). Ce lieu est notamment un espace de programmation de concerts, animations culturelles ou réceptions.

P11 - Bâtiments patrimoniaux	Nombre de bâtiments patrimoniaux
Hors zone inondable	5
Retiré de la zone inondable après aménagements	4
Ajouté en zone inondable après aménagements	-
Maintenu en zone inondable après aménagements	-

Tableau 26 : Synthèse des bénéfices obtenus pour l'indicateur P11 entre la situation de référence et la situation aménagée.

3.4 EVALUATION DES COÛTS DU PROJET

3.4.1 Coût d'investissement

Les coûts de travaux initiaux sont estimés à 9 400 000 €.

Ouvrage considéré	Secteur	Coût
Digue Bassin ouest/Chasses	CAC	700 000
Dunes de Fort Mahon	CAC	85 000
Etude système endiguement CAC	CAC	80 000
Etude système endiguement CCRA	CCRA	40 000
Etude sur les dunes du Platier d'Oye	CCRA	50 000
Jonction digue Taaf/1925	CUD/CCRA	400 000
Travaux sur les rives de l'Aa (+étude)	CUD	5 080 000
Digue de Malo/Leffrincourt	CUD	3 000 000
TOTAL des investissements initiaux (€)		9 400 000

3.4.2 Caractérisation des coûts de fonctionnement

Des coûts d'entretien des ouvrages ont été intégrés à l'étude :

Ouvrage considéré	Secteur	Coût d'entretien annuel
Digue Bassin ouest/Chasses	CAC	14000
Dunes de Fort Mahon	CAC	1 700
Etude système endiguement CAC	CAC	-
Etude système endiguement CCRA	CCRA	-
Etude sur les dunes du Platier d'Oye	CCRA	-
Jonction digue Taaf/1925	CUD/CCRA	8 000
Travaux sur les rives de l'Aa (+étude)	CUD	100 000
Digue de Malo/Leffrincourt	CUD	60 000
TOTAL des coûts d'entretien annuels (€)		183 700

Les coûts d'entretiens annuels s'élèvent à un peu moins de 2 % de l'investissement total.

3.5 RESULTATS DES INDICATEURS SYNTHETIQUES

3.5.1 DEMA

Les dommages moyens annualisés sont estimés à 4 061 k€ sans aménagement.

Les dommages moyens annualisés sont estimés à 53 k€ avec aménagements.

Les Dommages Evités Moyens Annualisés (DEMA) sont estimés à 4 008 k€.

3.5.2 VAN

Sur la base des DEMA calculés et des coûts de travaux projetés, la VAN à 50 ans est très positive, à 97 294 k€.

La VAN est positive au bout de 3 ans.

3.5.3 B/C

A l'horizon 50 ans, le rapport bénéfices/ coût est estimé à plus de 700 %.

3.6 ANALYSE SYNTHETIQUE DE LA PERTINENCE DU PROJET

Les aménagements prévus présentent une très forte rentabilité financière. Cela s'explique par le niveau de protection projeté suite aux aménagements, qui correspond à une protection face à un aléa d'occurrence millénaire.

De plus, les secteurs protégés sont denses, et présentent de nombreux enjeux, humains comme économiques.

Ces aménagements permettent notamment de protéger le Kursaal, lieu de culture et de vie économique de Dunkerque et son agglomération.

3.7 RESULTATS DES ACB PARTIELLES

Les actions concernées par une ACB partielle d'un montant supérieur à 2 M€ au sein du projet littoral sont :

- Digue de Malo
- Rives de l'Aa

Ces deux aménagements sont recevables selon les critères du guide AMC. Les illustrations qui suivent précisent les indicateurs synthétiques de ces aménagements.

3.7.1 Digue de Malo

Pour le projet de construction d'une digue à Malo-les-Bains estimée à 3 M€, la DEMA est de 228 k€.

La VAN devient positive à partir de 28 ans, soit avant l'échéance des 50 ans.

Le rapport bénéfices/coûts à 50 ans est de 129 %.

3.7.2 Rives de l'Aa

Pour le projet sur les rives de l'Aa, la DEMA est de 1 157 k€.

Le coût de l'aménagement est estimé à 5 100 k€, comprenant les travaux et les études.

La VAN devient positive à partir de 6 ans.

Le rapport bénéfices/coûts à 50 ans est de 413 %.

3.8 ANALYSE DE SENSIBILITE

L'analyse de sensibilité a porté sur 4 paramètres :

- la fréquence de premiers dommages,
- le montant des dommages estimés,
- le montant des investissements réalisés,
- ainsi que le montant de dépenses annuelles d'entretien/ de reconstruction.

Pour chaque paramètre calculé, la variation a été choisie entre +/- 50 %. Le paramètre reporté dans le tableau ci-dessous est le rapport B/C à 50 ans (donné en %).

Variation de la variable considérée	+ 50%	- 50 %
Variable		
Fréquence de premiers dommages (15 ans – 5 ans)	B/C à 50 ans : 646 % (15 ans)	B/C à 50 ans : 1507 % (5 ans)
Dommages estimés	B/C à 50 ans : 1167 %	B/C à 50 ans : 389 %
Montant des investissements	B/C à 50 ans : 588 %	B/C à 50 ans : 1147 %
Montant des dépenses annuelles	B/C à 50 ans : 660 %	B/C à 50 ans : 946 %

Tableau 27 : Résultats des variations opérées sur plusieurs paramètres de l'ACB continentale.

La variable la plus impactante défavorablement est le montant des dommages estimés.