



HAL
open science

Interventions humaines le long du littoral.

Anaïs Daburon, Lienard Isabelle, Caroline Maurin

► **To cite this version:**

Anaïs Daburon, Lienard Isabelle, Caroline Maurin. Interventions humaines le long du littoral.. CEREMA. Dynamique et évolution du littoral – Fascicule 1, Synthèse des connaissances de la frontière belge à la pointe du Hourdel, 2018, 978-2-37180-239-1. hal-03044525

HAL Id: hal-03044525

<https://hal.science/hal-03044525>

Submitted on 7 Dec 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Chapitre 5

Interventions humaines le long du littoral

Coordinateurs

Anaïs DABURON, *Cerema Nord-Picardie*

Caroline MAURIN, *Cerema Nord-Picardie*

Alain TRENTESAUX, *Université de Lille*

Contributeurs

Yvonne BATTIAU-QUENEY, *Université de Lille – EUCC-France*

Vincent BAWEDIN, *Département de la Somme – EUCC-France*

Anaïs DABURON, *Cerema Nord-Picardie*

Christine DOBRONIAK, *Grand port maritime de Dunkerque*

Jérôme DOUCHE, *Cerema Nord-Picardie*

Julie DROIT, *Cerema Eau, mer et fleuves*

Mohamed EL FADILI, *Cerema Eau, mer et fleuves*

Ségolène GOUBET, *Cerema Nord-Picardie*

Pascal GREGOIRE, *Grand port maritime de Dunkerque*

Marc IGIGABEL, *Cerema Eau, mer et fleuves*

Magali JOURNET, *Cerema Nord-Picardie*

Cédric LEFEBVRE, *Cerema Nord-Picardie*

Isabelle LIENARD, *Cerema Nord-Picardie*

Caroline MAURIN, *Cerema Nord-Picardie*

Marion MESSAGER, *Cerema Eau, mer et fleuves*

Amélie ROCHE, *Cerema Eau, mer et fleuves*

Marie-Hélène RUZ, *Université du Littoral-Côte-d'Opale*

Alain TRENTESAUX, *Université de Lille*

5. INTERVENTIONS HUMAINES LE LONG DU LITTORAL

Les premiers aménagements connus et parfois encore visibles aujourd'hui sur le littoral de la province datent du Moyen Âge. Les principaux objectifs étaient alors de gagner des terrains sur la mer pour augmenter les surfaces agricoles et assécher les zones plus ou moins humides pour limiter les problèmes sanitaires. Le développement du tourisme et l'urbanisation littorale ont débuté à la fin du XIX^e siècle et se sont poursuivis au XX^e siècle avec l'apparition de stations balnéaires comme Le Crotoy, Berck-sur-Mer, Le Touquet-Paris-Plage, Wimereux, Malo-les-Bains, etc. Parallèlement, l'essor de la vie maritime au XIX^e a permis le développement économique des ports de Calais, Boulogne-sur-Mer et Dunkerque.

Ce développement économique et touristique a nettement augmenté les enjeux présents sur le territoire, le rendant plus vulnérable aux risques littoraux comme l'érosion des falaises rocheuses dans le Boulonnais, les submersions marines et les inondations dans les zones basses poldérisées. L'augmentation de ces enjeux s'est longtemps accompagnée d'actions anthropiques sur le littoral : construction d'ouvrages de protection contre les submersions marines (digues), de maintien du trait de côte (perrés⁴⁰ et murs), de lutte contre l'érosion des secteurs sableux (épis, brises-lames) ou encore réalisation de dragages et clapages pour l'entretien des ports, etc.

Des portes à la mer ont également été réalisées

(voir [Tableau 3.22](#) et [Figure 3.38](#)), principalement dans les polders, pour contrôler les entrées d'eau dans les terres. Ces constructions ont ainsi bloqué une part des sédiments d'origine terrestre.

Enfin, d'autres activités peuvent avoir un impact direct ou indirect sur les apports sédimentaires à la côte et par conséquent sur l'évolution du littoral et des fonds, telles que l'anthropisation du littoral et le développement d'activités économiques à terre ou en mer (activités touristiques, pêche et cultures marines, extractions de sédiments, énergies marines renouvelables, etc.). Les zonages réglementaires liés à la protection de l'environnement, en limitant ces impacts potentiels, participent ainsi indirectement à la protection du littoral et à son équilibre sédimentaire.

5.1 Aménagements côtiers, ouvrages de défense et ouvrages portuaires

La province de la frontière belge à la pointe du Hourdel comporte plus de 130 km d'aménagements côtiers, d'ouvrages de défense et portuaires⁴¹ ([Figure 5.1](#) ; [Tableaux 5.1, 5.2, 5.6 et 5.7](#) ; Cerema, 2017a). Le linéaire côtier directement impacté par l'ensemble de ces aménagements et ouvrages longitudinaux et transversaux a été évalué à 143 km⁴², soit une artificialisation de près de 59 % du littoral de la province.

Tableau 5.1 : Ouvrages et aménagements présents sur le littoral de la province (Cerema, 2017a)

Catégorie	Classe	Nombre	Linéaire cumulé (km)
Ouvrage de protection	Ouvrage se substituant au trait de côte	162	82
	Ouvrage de lutte contre l'érosion	99	10,9
Autre aménagement	Infrastructure portuaire et de navigation	19	17
	Bâti	81	3,9
	Accès	50	1,6
	Divers	34	15,8
Total		445	131,2

40 Revêtement généralement maçonné ou en pierres protégeant une promenade ou renforçant un remblai (MEEDDM, 2010).

41 Hors ouvrages intérieurs des ports et canaux rétro-littoraux. Les nombres et linéaires d'ouvrages et aménagements côtiers donnés dans ce chapitre sont issus du recensement sur orthophotographie réalisé en parallèle de l'indicateur national de l'érosion côtière (voir [6.1 Evolution historique et récente du littoral et des fonds](#)).

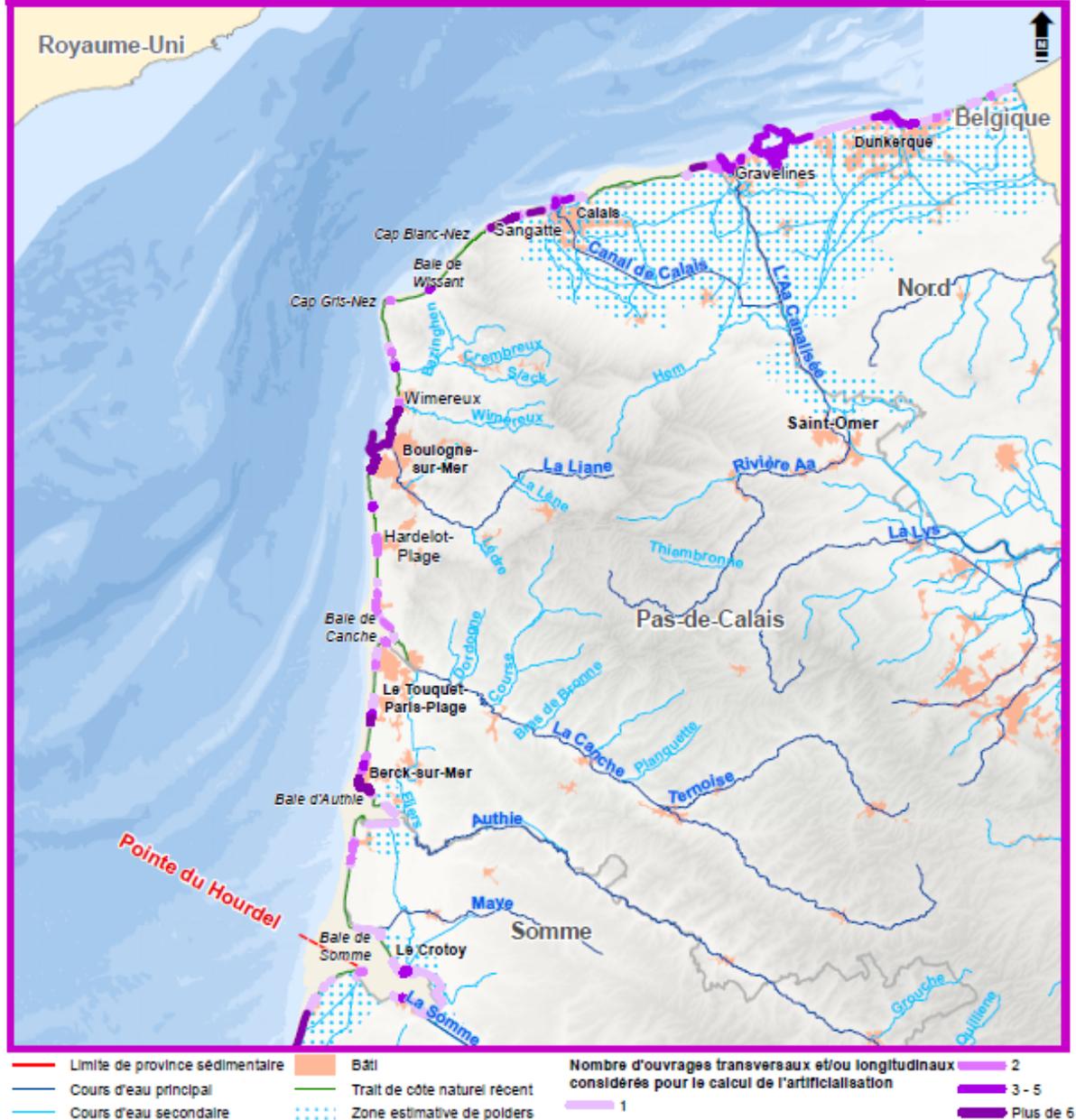
42 Pour cette estimation, les ouvrages longitudinaux ont été projetés sur le trait de côte Histolitt simplifié utilisé dans ce document (voir [Chapitre 2](#)) et l'impact lié à chaque ouvrage transversal a été estimé équivalent à deux fois la longueur de l'ouvrage, à partir du point central de l'ouvrage projeté sur le trait de côte.

Dynamiques et évolution du littoral

Synthèse des connaissances de la frontière belge à la pointe du Hourdel



Artificialisation du littoral par un ouvrage ou un aménagement côtier



L'artificialisation du littoral a été réalisée à partir de la cartographie des ouvrages et aménagements littoraux produite par le Cerema par photointerprétation d'orthophotographies de 2012. Cette couche d'information géographique distingue les ouvrages selon leur orientation par rapport à celle du trait de côte : longitudinale ou transversale.

La méthode a consisté à projeter les ouvrages sur le trait de côte de référence, le trait de côte Histolitt® co-édité par le SHOM et l'IGN :

- Pour les 290 ouvrages longitudinaux visibles en 2012 sur l'emprise de cette province, le trait de côte de référence a été segmenté au début et à la fin de chaque ouvrage
- Pour les 155 ouvrages transversaux visibles en 2012 sur cette province, le point central de l'ouvrage a été projeté sur le trait de côte de référence, puis le trait de côte a été considéré comme artificialisé sur un linéaire de deux fois la longueur de l'ouvrage réparti de part et d'autre de ce point afin d'approcher d'une manière très simplifiée, un linéaire de trait de côte impacté par l'ouvrage.

En appliquant cette méthode sur la province, ce sont de l'ordre de 143 km de linéaire de côte (soit de l'ordre de 58,5% du trait de côte Histolitt®) qui sont considérés comme artificialisés par un ouvrage ou par un aménagement côtier. Ce chiffre ne prend pas en compte les ouvrages situés à l'intérieur des ports.

➤ Pour en savoir plus : www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr

Source - Copyrights :
Province sédimentaire - Cerema & MEEM
Ouvrages et aménagements littoraux (métropole et outre-mer) - Cerema & MEEM
Trait de côte naturel récent - Cerema

Polders (Manche) - d'après infoterre.brgm.fr
Warelingues (mer du Nord) - AGUR, 2014
Trait de côte Histolitt® © IGN-SHOM 2009
Pays limitrophes - EEA

GEOFLA® - ©IGN Paris - Reproduction Interdite
Occupation du sol - Corine Land Cover 2012
Cours d'eau - BD Carthage
BD Alti® - ©IGN Paris - Reproduction Interdite



Figure 5.1 : Secteurs anthropisés du littoral de la province de la frontière belge à la pointe du Hourdel (aménagement côtiers impactant directement le trait de côte et territoires poldérés, zones naturelles et taches urbaines...)

Les trois unités morphosédimentaires du littoral de la province se distinguent par une évolution des aménagements qui leur est propre. Les plaines maritimes, zones basses dont les altitudes sont inférieures aux plus hautes eaux, ne présentent en effet pas les mêmes problématiques que le Boulonnais qui alterne falaises rocheuses et baies plus ou moins importantes. L'anthropisation de ces milieux dépend essentiellement des activités et des enjeux présents sur le littoral (protection contre les submersions marines, lutte contre l'érosion, protection à des fins économiques – tourisme, pêche, etc.).

Cette section décrit, du sud au nord et par secteur, les principaux ouvrages ayant un impact significatif ou présumé sur les transferts sédimentaires littoraux. Ce sont notamment les ouvrages de défense contre la mer, les zones poldérisées et les ports, pour lesquels sont distinguées les infrastructures avec ou sans jetée. Les autres aménagements du littoral tels que les aménagements hydrauliques sont également recensés.

5.1.1 La plaine maritime picarde

Ce secteur s'étend de la pointe du Hourdel (baie de

Somme) à Hardelot-Plage (Figure 5.2) sur un linéaire d'environ 100 km (voir 2.3.1.a Description géomorphologique générale) jusqu'aux dunes d'Écault (commune de Saint-Étienne-au-Mont). Cette unité concentre plus de la moitié des 445 aménagements côtiers présents sur le littoral de la province pour une longueur totale cumulée de 70,6 km (Tableau 5.2) ; ils impactent directement un linéaire côtier de 46,5 km, soit 46 % de l'unité morphosédimentaire, pouvant être considéré comme artificialisé par des aménagements côtiers. La plaine maritime picarde présente un littoral sableux ainsi que des baies : ces portions du littoral ne présentent donc pas les mêmes problématiques, notamment vis-à-vis de la submersion marine, et, par conséquent, ne comportent pas les mêmes ouvrages. Elles sont donc ici traitées séparément en deux sous-parties.

5.1.1.a. La côte meuble

Entre les estuaires de la plaine maritime, les zones basses arrière-littorales sont protégées par des massifs dunaires de plusieurs kilomètres de large (voir 2.3.1.b. Description géomorphologique de la plaine maritime picarde). L'érosion de ces massifs dunaires (voir 6.1.1 à 6.1.3) a engendré la construction d'ouvrages de protection localisés au niveau des principales stations balnéaires.

Tableau 5.2 : Ouvrages et aménagements littoraux de la plaine maritime picarde (Cerema, 2017a)

Catégorie	Classe	Type	Nombre	Linéaire cumulé (km)	Longueur moyenne (m) [min.;max.]
Ouvrage de protection	Ouvrage se substituant au trait de côte	Digue côtière	21	39,7	1 893 [137;6 781]
		Perré	49	11,7	240 [15;1 311]
		Mur, mur de soutènement	33	3,2	98 [18;307]
	Ouvrage de lutte contre l'érosion	Brise-lames	4	0,4	100 [48;147]
		Épi	33	4,9	147 [9;475]
Autre aménagement	Infrastructure portuaire et de navigation	Jetée	2	0,3	137 [49;224]
		Quai	3	0,5	154 [58;239]
	Bâti	Bâtiment, blockhaus, fortification...	45	2,1	46 [16;238]
		Protection individuelle	2	0,3	175 [90;259]
	Accès	Cale	13	0,4	29 [11;50]
		Accès, chemin, voie submersible...	16	0,5	33 [6;265]
	Divers	Aménagement hydraulique (vanne, écluse, barrage...)	1	0,02	16
		Autre ou indéterminé	11	6,6	596 [77;2 043]
Total			233	70,6	-



Figure 5.2 : Ouvrages et aménagements côtiers actuels de la plaine maritime picarde

Dynamiques et évolution du littoral

Synthèse des connaissances
de la frontière belge à la pointe du Hourdel

Ouvrages et aménagements côtiers

Pointe du Hourdel à Hardelot-Plage (plaine maritime picarde)

— Limite de province sédimentaire

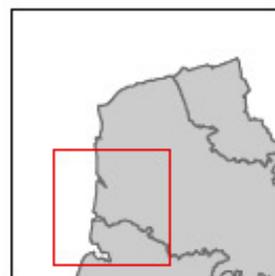
Cours d'eau

— Cours d'eau principal
— Cours d'eau secondaire

■ Bâti

■ Zone estimative de polders

— Trait de côte Histolitt



Ouvrages actuels

■ Bâti

■ Accès

■ Ouvrage de lutte contre l'érosion

■ Divers

■ Infrastructure portuaire et de navigation

■ Ouvrage se substituant au trait de côte

Les ouvrages et aménagements côtiers influençant directement l'évolution du trait de côte ont été relevés par le Cerema principalement à partir de l'interprétation d'orthophotographies.

D'autres sources d'informations, comme des bases de données locales des services déconcentrés de l'État et des images obliques, ont également été exploitées. Cet inventaire n'est pas exhaustif puisque seuls les ouvrages visibles sur les photographies aériennes sont pris en compte ; par ailleurs les ouvrages à l'intérieur des ports et remontant dans les estuaires n'ont pas été levés. Les méthodes dites "souples", comme la mise en place de ganivelles ou le rechargement de plage, ne sont actuellement pas prises en compte.

Les ouvrages dits "actuels" étaient visibles sur des orthophotographies de 2012. Sur l'unité morphosédimentaire, sur les 233 ouvrages et aménagements côtiers recensés :

- 140 correspondent à des ouvrages de protection du littoral dont 54,7 km de linéaire cumulé d'ouvrages se substituant au trait de côte (digues, perrés, murs et murs de soutènement) et 33 épis d'une longueur moyenne de 147 m au nord de chaque estuaire ;
- 93 correspondent à des aménagements côtiers impactant l'évolution du trait de côte comprenant notamment 47 bâtiments, quelques infrastructures portuaires et de navigation et des accès à la mer.

► Pour en savoir plus : www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr

Source - Copyrights :
Province sédimentaire - Cerema & MEEM
Ouvrages et aménagements littoraux
(métropole et outre-mer) - Cerema & MEEM
Trait de côte Histolitt © IGN-SHOM 2009
Bathymétrie de métropole - Ifremer
Polders (Manche) - d'après infoterre.brgm.fr

Pays limitrophes - EEA
GÉOFLA® - ©IGN Paris -
Reproduction interdite
Occupation du sol - Corine Land
Cover 2012
Cours d'eau - BD Carthage
BD Alti® - ©IGN Paris -
Reproduction interdite



Crédits photos :
© Laurent Mignaux/ MEEM

al du Touquet-Paris-Plage

rsible au nord de la baie d'Authie

in de chasses du Crotoy

Entre la baie de Somme et la baie d'Authie, des digues promenades, composées d'un perré en moellons maçonnés, ont été construites en 1957 devant Quend-Plage sur 340 m (Figure 5.3) et devant Fort-Mahon-Plage sur 630 m (Figure 5.4) (LNH, 1986 ; Latteux, 2001 ; CETE Nord-Picardie, 2011).

À Quend-Plage, depuis 2008, le système Écoplage® a été mis en place avec deux drains de 450 m enfouis à 2 m sous la plage, parallèlement au rivage. Le système, muni d'une station de pompage, permet l'aspiration de l'eau, le maintien du sable en

place et le rejet en mer des eaux filtrées (voir description du système Écoplage® dans La gestion du trait de côte, MEEDDM, 2010). Ainsi, sur la plage de Quend-Plage, les mesures font état d'un réhaussement de 0,80 à 1 m de sable au pied de la digue (Figure 5.5) soit plus de 22 000 m³ en un an (Écoplage.fr, 2015). Durant l'hiver 2013-2014, ce système a cependant été fortement endommagé. L'efficacité du système doit être vérifiée sur le moyen à long terme grâce à un suivi réalisé par le Syndicat mixte baie de Somme – Grand littoral picard.



Figure 5.3 : Perré de Quend-Plage (cliché Laurent Mignaux, 2009)



Figure 5.4 : Perré de Fort-Mahon-Plage (cliché Laurent Mignaux, 2009)



Figure 5.5 : Quend-Plage, avant (A, en mars 2007) et après (B, en octobre 2008), soit avant et après la mise en place du système Écoplage® (Écoplage.fr, 2015)

Entre la baie d'Authie et la baie de Canche, au niveau de la plage centrale de Berck-sur-Mer, une digue promenade dite « du Professeur Debeyre », composée d'un perré en béton bitumineux et maçonnerie ou béton armé, s'étend des premiers épis en bois au sud jusqu'à la plage nord, sur un linéaire d'environ 3 km (Figure 5.6).

Au nord de la partie urbanisée de Berck-sur-Mer, ce sont des épis en bois (ganivelles hydrauliques) qui ont été mis en place pour favoriser le dépôt de sable (Figure 5.7).

En 2012, le syndicat mixte Eden 62 a installé des ganivelles et planté des oyats devant les dunes de Berck-sur-Mer. Plus au nord, dans le secteur Terminus de Berck, des blockhaus sont présents sur l'estran : ces ouvrages, bien qu'en ruine, continuent de modifier les conditions hydrodynamiques au niveau du pied de plage et témoignent d'un faible recul de la dune (Figure 5.8 ; voir 6.1.2). Devant l'ancienne Station des Dunes, un perré en enrochements, en partie ensablé, avait été construit pour protéger le cordon dunaire.



Figure 5.6 : Digue-promenade de la plage centrale de Berck-sur-Mer (cliché Laurent Mignaux, 2009)



Figure 5.7 : Brise-lames et épi sur l'estran au nord de Berck-sur-Mer (cliché Laurent Mignaux, 2009)



Figure 5.8 : Blockhaus présents sur l'estran devant les dunes au nord de Berck-sur-Mer (cliché Cédric Lefebvre, 2006)

La commune de Merlimont est protégée par un mur-digue longitudinal de 400 m (Figure 5.9) (LNH, 1986). En 1982, quatre épis ont été réalisés à 200 m les uns des autres, puis deux autres épis ont été construits en 1991. Cinq de ces épis ont été retirés pour laisser place en avril 2014 au système Écoplage® (Figure 5.10). Des drains ont été posés sur 900 m (Géodunes, 2014 ; EUCC France, Coastal&Marine Union, 2014 ; Écoplage.fr, 2015) et un suivi morphosédimentaire de 4 ans a été commandé par la CCMTO⁴³ au bureau d'études Géodunes (associé à l'ULCO⁴⁴) afin d'évaluer, entre autres, l'efficacité de ce système : les relevés topographiques sont effectués à un rythme de deux

relevés par an, en mars et septembre (fin de l'hiver et fin de l'été) (Géodunes, 2016 ; Écoplage.fr, 2015).

Un relevé topographique d'urgence, réalisé suite aux événements tempétueux de janvier 2016, a permis d'évaluer la perte de sédiment à 13 000 m³ de sable (Coinon, 2016a) avec un abaissement du niveau de la plage de plus de 1,5 m au contact avec le perré situé devant le front de mer de Merlimont (Figure 5.11) (Ader-Eveillard, 2016). Cet abaissement du niveau de la plage a donné lieu à des travaux de consolidation d'urgence (bétonnage du poste de secours) en mai 2016 puis à un rechargement en sable de 50 000 m³ en juillet 2016 (Coinon, 2016c, 2016a).



Figure 5.9 : Mur-digue de Merlimont (cliché Laurent Mignaux, 2009)

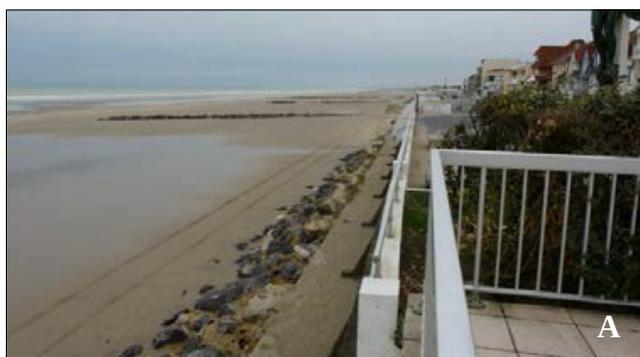


Figure 5.10 : Plage de Merlimont avant (A, le 31 janvier 2014) et après (B, le 18 juin 2014) le démontage des épis et la mise en service du procédé Écoplage® (clichés Yvonne Battiau-Queney)

43 Communauté de Communes Mer et Terres d'Opale

44 Université du Littoral Côte d'Opale



Figure 5.11 : Abaissement de la plage devant le perré de Merlimont en mars 2016 (clichés Adrien Cartier, Géodunes, 2016)

Au nord de la commune de Merlimont, des enrochements accompagnés de fascines⁴⁵ et ganivelles⁴⁶ ont été mis en place pour protéger les dernières habitations. La digue nord de Merlimont avait été fermée au public suite aux fortes précipitations d'octobre 2013 car elle menaçait de s'effondrer (Vergoin, 2014). Des travaux sont envisagés pour la réfection du perré et l'embellissement de la digue nord, ainsi que pour l'installation d'épis en pieux de bois pour retenir le sable sur l'estran (Coinon, 2016b).

Dans les dunes entre Merlimont et Stella-Plage (commune de Cucq), Eden 62 a posé des ganivelles et planté des oyats, en 2012, pour fixer les dunes vers l'intérieur.

Comme sur la commune de Merlimont, des travaux de protection ont été réalisés sur le littoral de Stella-Plage avec des enrochements posés en 1992, 1995, 1996 et 1997 (Symcéa, 2013) et une digue-promenade, constituée d'un perré en béton armé, en 1997.

La commune du Touquet-Paris-Plage, qui n'est pas touchée par ces phénomènes d'érosion de long terme (voir 6.1.2), a néanmoins réalisé des travaux d'enrochements pour protéger le centre de thalassothérapie implanté sur le haut de plage d'un recul du trait de côte ponctuel, lié à un événement tempétueux (Figure 5.12) au sud de la commune (Symcéa, 2013). La digue Ridoux, construite en 1903-1905, a été ensablée dès 1910. Une digue-promenade a été construite dans son prolongement en 1922. En 1960, une nouvelle digue-promenade, constituée d'un perré en béton armé et maçonné, est construite sur 871 mètres en contrebas de l'ouvrage précédent (LNH, 1986 ; Ville du Touquet-Paris-Plage, 2013b). Souvent dénommée « digue basse », elle a subi une réfection générale en 1963 (Figure 5.13). La commune pose également des ganivelles chaque hiver en haut de plage (La Voix du Nord, 2014) : au nord de la plage du Touquet, présentant une forte accrétion, elles sont disposées en casiers au centre desquels des oyats ont été plantés.

45 Assemblage de branchages destiné à limiter l'érosion éolienne.

46 Clôture formée de lattes fendues en bois de châtaignier liées par des fils d'acier galvanisés et utilisée pour canaliser la fréquentation des dunes et maintenir le sable dunaire.



Figure 5.12 : Enrochements devant le centre de thalassothérapie du Touquet-Paris-Plage (cliché Laurent Mignaux, 2009)

Entre la baie de Canche et Hardelot-Plage, après la pointe de Lornel, des débris provenant de la destruction de bunkers sont présents sur la plage Saint-Gabriel (commune de Camiers) en avant du camping des Dunes (EUCC France, 2010). Plus au nord, deux brise-lames et trois épis en pieux de bois sont installés sur le haut de l'estran de Sainte-Cécile-Plage (commune de Camiers). En 2013, le front de mer de Sainte-Cécile-Plage a été rénové : un perré en béton et maçonnerie faisant office de

mur anti-sable (ou pare-vagues) est installé le long de la digue (EUCC France, 2010). Ce mur concave (Figure 5.13) permet à l'eau et au sable d'être renvoyés vers la plage (Chiari, 2013). Devant Hardelot-Plage, une digue-promenade a été construite en 1947 sur près de 600 m. Deux ouvrages légers de défense ont été construits dans son prolongement au sud (300 m) et au nord (700 m) (LNH, 1986 ; Battiau-Queney *et al.*, 2006).



Figure 5.13 : Perré en partie ensablé et mur anti-sable et pare-vagues du front de mer de Sainte-Cécile-Plage à Camiers (La Voix du Nord, Chiari, 2013)

5.1.1.b. Les baies

L'historique de l'anthropisation des trois principales baies de la plaine maritime picarde est comparable. Les premiers aménagements connus datent du Moyen Âge (Broquet *et al.*, 1985) et avaient essentiellement pour objectif de gagner des terres arables sur la mer. Ces terres gagnées sur la mer ont progressivement été urbanisées (implantation de la population, d'activités économiques) malgré leur altitude inférieure aux plus hautes eaux (4-5 m NGF). Cette augmentation des enjeux s'est alors accompagnée d'une politique de protection vis-à-vis des invasions de la mer : des ouvrages de protection ont été construits et entretenus depuis ces premiers aménagements jusqu'à aujourd'hui où régulièrement des réparations sur ces ouvrages sont effectuées.

Baie de Somme

L'estuaire de la Somme a été « amputé » de plus d'un tiers de sa superficie par les travaux d'endiguement commencés dès le XII^e siècle (levées de terre appelées « digues de renclôture ») (Latteux, 2001). La grande période de construction des digues se situe entre le XVI^e et le XX^e siècle (Figure 5.14 et Tableau 5.3) et s'est achevée en 1911 avec la construction de la digue du chemin de fer (en remplacement de l'estacade), remblai sur lequel passe la voie de chemin de fer reliant Saint-Valéry-

sur-Somme à Noyelles-sur-Mer et Le Crotoy (Latteux, 2001 ; CETE Nord-Picardie, 2011).

À Saint-Valéry-sur-Somme, des travaux sont réalisés pour le port au XIX^e siècle et au début du XX^e siècle : la digue basse de rive droite qui canalise l'écoulement de la Somme contre le rivage à l'aval du port, la digue de halage et la digue basse de rive gauche (digue Pinchon). La digue Pinchon est remplacée en 1965 par une nouvelle digue de 1 750 m orientée vers le nord-ouest depuis le cap Hornu (Tableau 5.14) (Latteux, 2001).

À Ponthoile, le Dien, petit fleuve côtier, a retrouvé son exutoire naturel en 2008 au niveau de la renclôture Elluin : il avait été détourné en 1964 pour alimenter un canal se jetant vers le bassin de chasses du Crotoy. Cette initiative multi-partenaire (Europe, État, Région, Département) a été menée par le Syndicat mixte baie de Somme – Grand littoral picard à des fins paysagères et écologiques, les conséquences d'une telle ré-estuarisation n'ayant pas d'incidence sur le phénomène de comblement de l'estuaire, étant donné le débit du Dien (moins d'un mètre cube par seconde). La digue de la Route Panoramique (D940), construite en 1965 (Figure 5.14 et Tableau 5.3), s'est substituée à un réseau de petits tronçons de digues qui protégeait les terres situées entre Le Crotoy, Morlay et La Ferme Dufour.

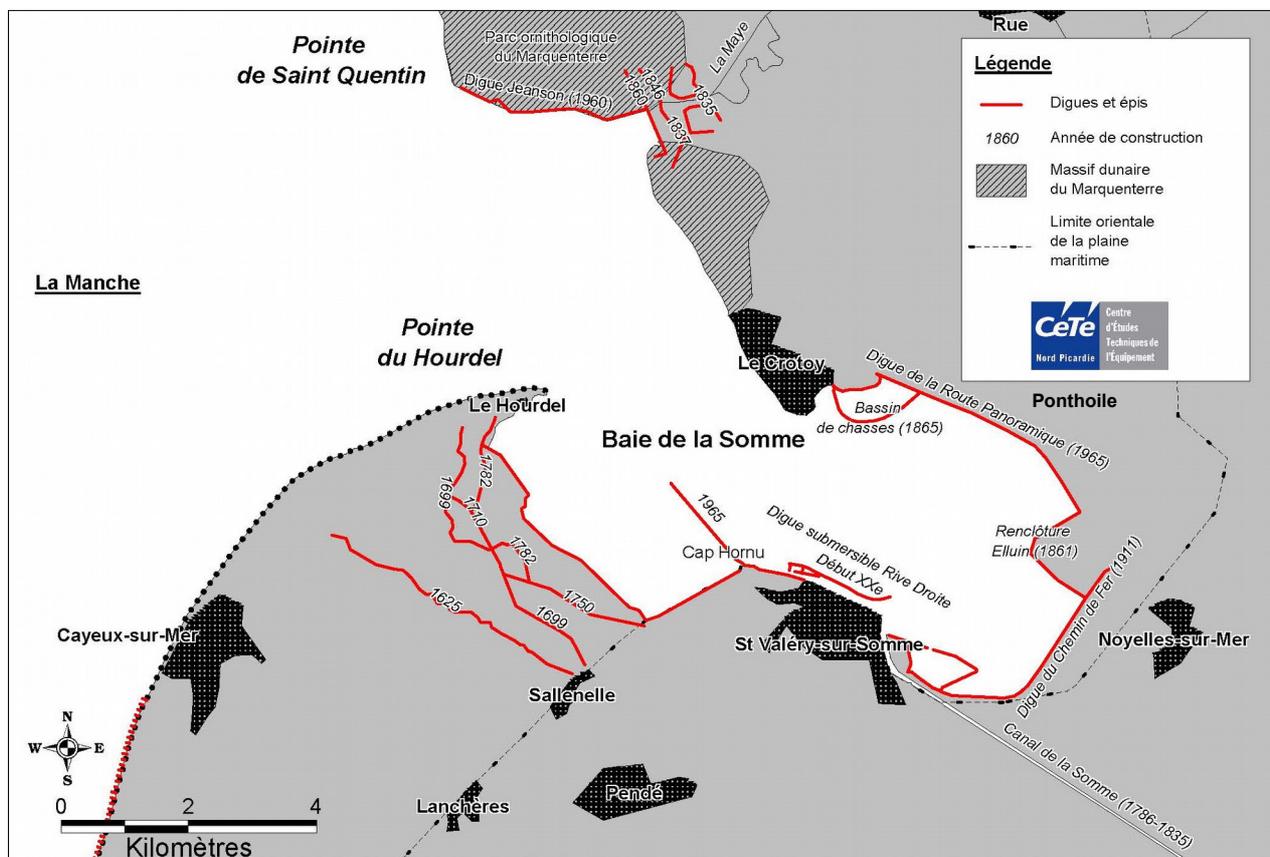


Figure 5.14 : Historique des principaux ouvrages de protection en baie de Somme (CETE Nord-Picardie, 2011)

Tableau 5.3 : Historique de la protection du littoral de la baie de Somme (CETE Nord-Picardie, 2011)

Date	Type d'ouvrage	Nombre	Long.	Localisation	Objectif	Commentaires
XII ^e - XVI ^e	Digues			Nord de la baie à l'embouchure de la Maye Sud de la baie dans les Bas-Champs A l'est du Crotoy	Au début, défense contre la montée des eaux, gain de terrains agricoles ensuite	
1786 - 1835	Canal	1		Reliant Abbeville à Saint-Valery-sur-Somme	Désensabler le chenal devant le port de Saint-Valery-sur-Somme	
1833	Digue	1		Le Hourdel	Abri du port	Digue de galets et de glaise assortie d'un quai en charpente. Digue trop éloignée du port pour assurer les chasses du chenal.
1854	Viaduc estacade	1		En fond de baie	Passage de la ligne de chemin de fer	Accélération du colmatage du fond de la baie
1865	Digue	1		À l'est du Crotoy	Bassin de chasses pour maintenir une profondeur acceptable au chenal	
1866	Digue « Pinchon »	1		Rive gauche du canal de la Somme	Maintien du chenal	Aujourd'hui disparue sous le sable ; en 1965, il ne restait que 700 m à partir du cap Hornu
Fin XIX ^e	Digue basse			Rive droite du canal de la Somme	Maintien du chenal pour éviter qu'il ne remonte vers le nord	
Début XX ^e	Digue submersible et épis			Rive droite du canal de la Somme	Maintien du chenal pour éviter qu'il ne remonte vers le nord	Confortement de la digue précédente : exhaussement, prolongement et réalisation d'épis complémentaires
1911	Digue	1		En fond de baie	Ligne de chemin de fer	Remplacement du viaduc par une digue fermant définitivement le fond de la baie
1960 - 1975	Digue Jeanson			Au nord de l'embouchure de la Maye	Gain de terre pour l'agriculture	Depuis 1973, les terres en arrière de cette digue constituent le Parc ornithologique du Marquenterre
1965	Digue de la route panoramique	1	4 000 m	À l'est du Crotoy	Confortement des anciennes digues	
1965	Digue	1	1 750 m	À l'ouest de Saint-Valery-sur-Somme	Remplacement de la digue Pinchon	

À l'est du port du Crotoy, un réservoir de 62 ha est construit en 1865 pour lutter contre l'ensablement : c'est le bassin de chasses (Figures 5.14 et 5.15). Ce bassin est envahi naturellement par 900 000 m³ de vase entre 1865 et 1925 (Latteux, 2001). Au droit du Crotoy, deux digues protègent le port : la digue Mercier (Figure 5.15), dans le prolongement du

canal de la Maye, et la digue Jules Noiret, conçue en 1951. D'une longueur de 1 050 m, cette dernière est composée d'un perré en moellons maçonnés. Elle fut endommagée par les tempêtes de mars 2011. Pour protéger le perré, des dalles de béton ont été coulées. Une protection de pied en enrochements a été réalisée sur la digue en 2007.



Figure 5.15 : Ouvrages devant Le Crotoy (clichés Laurent Mignaux, 2009 et Dany Sailliot, 2017)

Au niveau de l'embouchure de la Maye, au XVIII^e siècle, seule la digue rompue qui se situe au niveau de l'actuelle écluse de Férolles (sur la commune de Saint-Quentin-en-Tourmont) isolait les zones basses de la vallée. Au XIX^e siècle, de nouvelles digues édifiées plus en avant ont donné au secteur une configuration proche du trait de côte actuel et permettaient l'assèchement des marais. Entre 1960 et 1975, la digue de renclôture Jeanson est érigée sur la zone concédée du domaine public maritime de la Voie de Rue, au nord de l'estuaire de la Maye (Latteux, 2001) (Figure 5.14). Cette digue de renclôture a subi 4 ruptures importantes entre 1964 et 1984. En octobre 1989, un ouvrage de confortement (palissade de rondins de pin alignés sur une lisse de soutien en bois) est mis en place sur un linéaire de 1 100 m, afin de lutter contre l'érosion et aider à la reconstruction du massif dunaire. En novembre 1990, cet ouvrage fût conforté par la mise en place d'une lisse métallique

galvanisée (pour solidariser l'ensemble) sur tout son linéaire, et d'un matelas de galets (3 m de large sur 30 cm de haut) sur un linéaire de 200 m.

Baie d'Authie

Les premières renclôtures (ou polders) du sud de la baie d'Authie datent des XII^e et XIII^e siècles, l'une d'entre elles étant datée de 1258 (Modret, Mennessier, 1981). Les périodes d'endiguement suivent la progression vers le nord de la flèche sableuse de la pointe de Routhiauville : par exemple, en 1671, la rive sud de l'exutoire de l'Authie se situait légèrement au sud de la position actuelle de Fort-Mahon. La digue du Fer à Cheval, érigée en 1862, a permis l'agrandissement des mollières du Pont à Cailloux (ou mollières de l'Ecluse) qui existaient déjà (Figures 5.16 et 5.17 ; Tableau 5.4). De même, au nord de la baie (au niveau de Berck-sur-Mer), l'ancien havre (estuaire) a été comblé au début du XIX^e siècle (Figure 5.17).

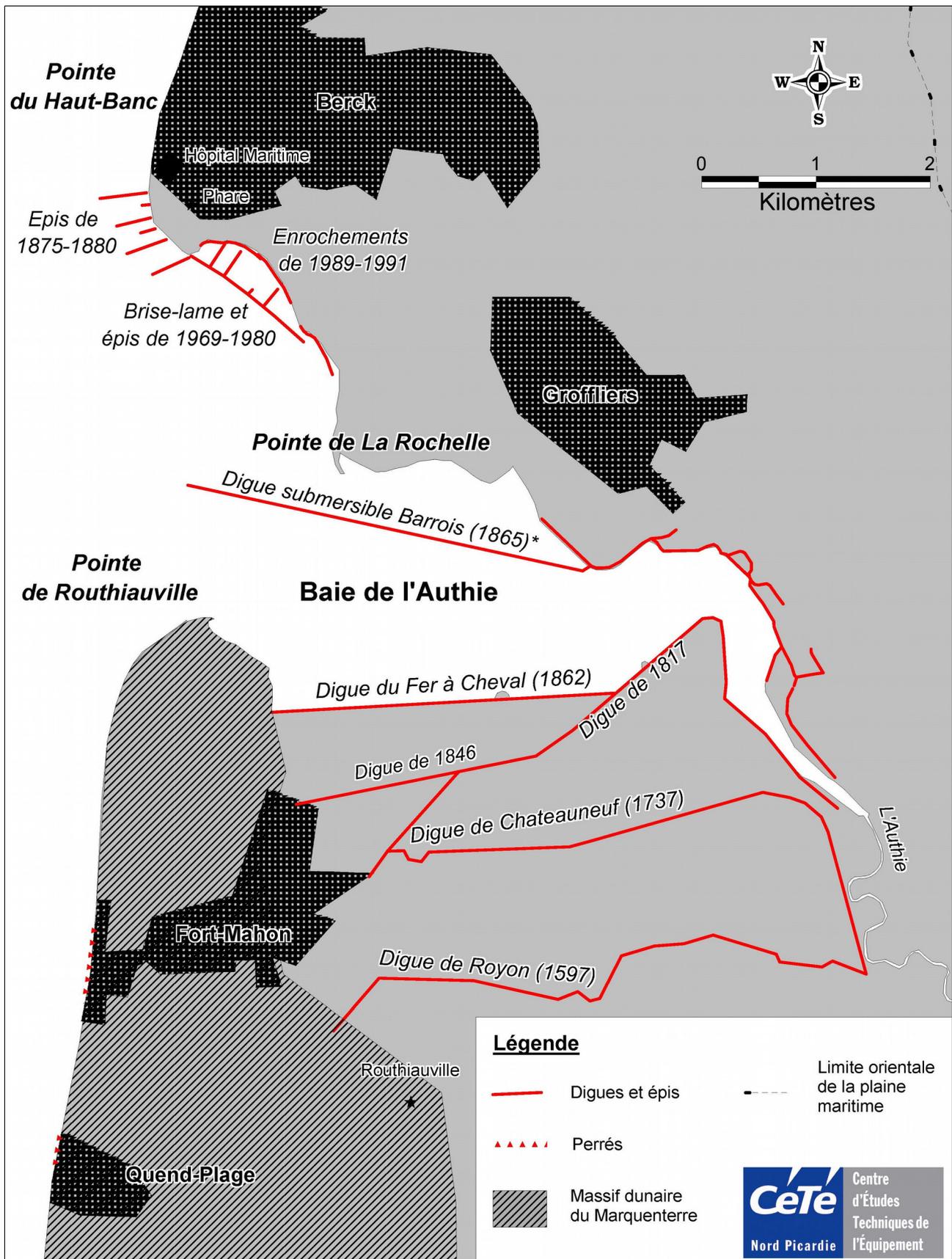


Figure 5.16 : Historique des principaux ouvrages de protection en baie d'Authie (CETE Nord-Picardie, 2011). * Emplacement approximatif, digue aujourd'hui ensablée.

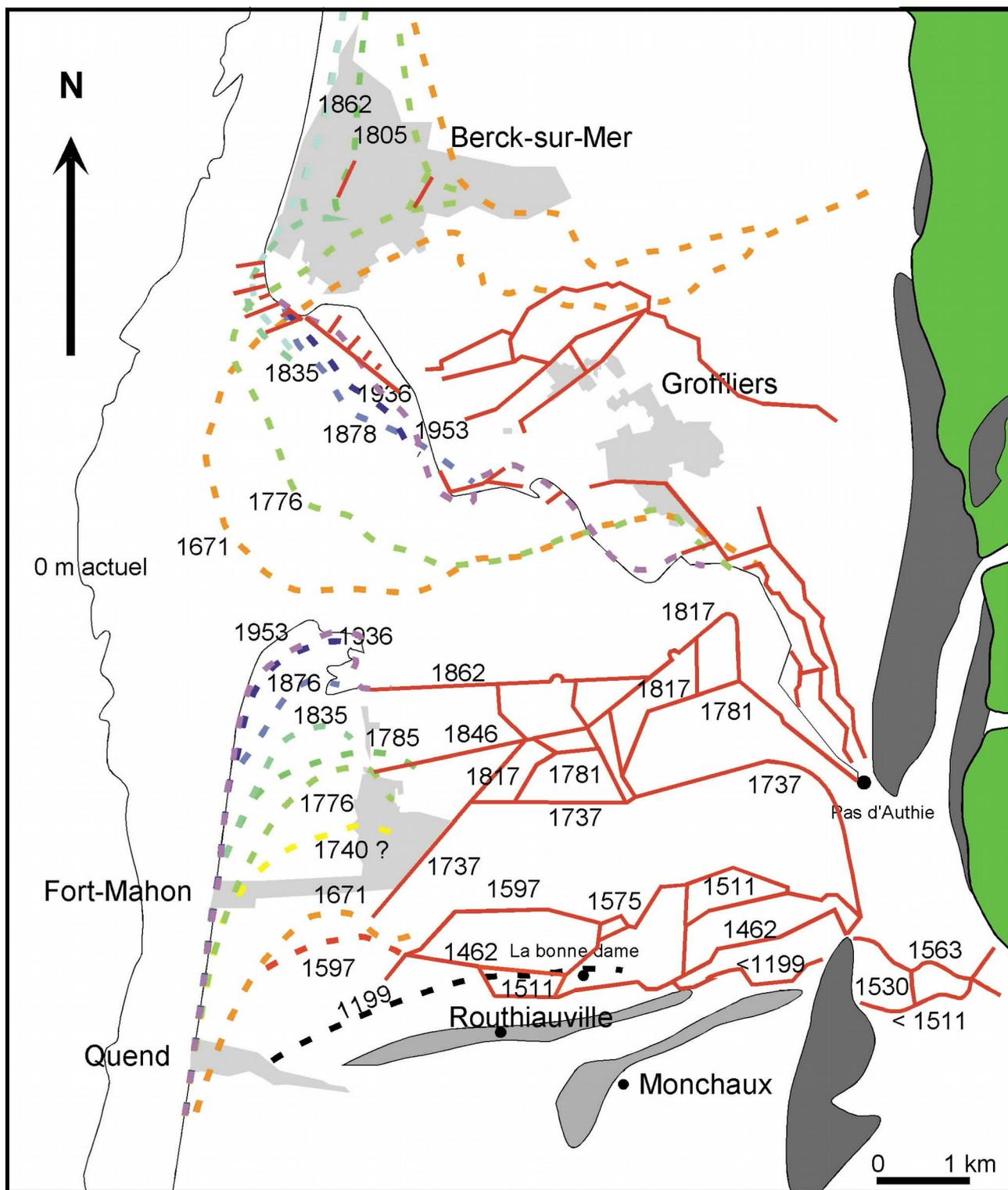


Figure 5.17 : Evolution du trait de côte de la baie d'Authie depuis le XIII^e siècle retracée à partir de données compilées par Dobroniak (2000). Les digues sont dessinées en rouge avec leur date de construction. En gris très clair est figuré le bâti des principales villes. Au sud, les villages de Routhiauville et Monchaux sont bâtis sur d'anciens cordons sableux, en gris. Plus à l'est, les ensembles gris foncés correspondent aux bancs de gravier anté-Holocène tandis que le vert figure la terminaison du plateau crayeux de l'Artois, le passage se faisant sous la forme d'une paléofalaise d'une vingtaine de mètres de haut qui sépare les plateaux de la plaine maritime (Trentesaux, 2005).

Tableau 5.4 : Historique de la protection du littoral de la baie d'Authie (d'après CETE Nord-Picardie, 2011 ; Sogreah, 2009 ; Latteux, 2001)

Date	Type d'ouvrage	Nombre	Long.	Localisation	Objectif	Commentaires
XII ^e	Digue	1		Sud de la baie, au nord de Quend	Protection de la côte basse	La digue passait à proximité de Quend. Aujourd'hui, la baie s'est déplacée de 5 km vers le nord
1597	Digue de Royon	1		Sud de la baie, au nord de Quend	Protection de la côte basse	
1737	Digue de Chateauneuf	1		Sud de la baie, au nord de Quend	Protection de la côte basse	
1862	Digue « Fer à cheval »	1		Sud de la baie	Protection de la côte basse	Limite de la côte actuelle
1868 – 1884	Digue submersible « Barrois »	1	400 m (1868) puis 3 600 m	Au nord du chenal de l'Authie, dans la baie	Maintien du chenal au sud de la baie	La déviation du chenal de l'Authie a permis d'éviter l'érosion de la côte nord (protection de Berck-sur-Mer)
1872 – 1873 – 1880	Fascinage, perrés, etc.			Au niveau de la pointe du Haut-Banc	Protection immédiate du trait de côte	Présence de l'hôpital maritime à proximité
1875 – 1880	Épis	4	un de 350 m	En face de la pointe du Haut-Banc	Éloigner le courant de la pointe	Protection de Berck-sur-Mer et de l'hôpital maritime
1920 – 1925	Épis	5		En face de la pointe du Haut-Banc, au nord des 4 épis de la fin du XIX ^e siècle (rénovés à cette période)	Protection de la pointe du Haut-Banc	Suite au franchissement de la digue submersible « Barrois » du chenal en 1915, le processus d'érosion du nord de la baie est ré-enclenché
1956 – 1957	Brise-lames	1	300 m	Anse des Sternes, à partir des épis de 1880 vers le sud-est.	Protection du nord de la baie	
1969 – 1980	brise-lames + Épis	1	1 215 m	Anse des Sternes, remplacement du brise-lames de 1957	Protection du nord de la baie	Les épis sont perpendiculaires au brise-lames et rejoignent la côte
1989 – 1991	Perré en enrochements	1	1 650 m	Nord de la baie au pied des dunes (en partie derrière le brise-lames)	Protection des dunes du nord de la baie	

Au niveau de la rive nord de l'Authie, les principaux ouvrages sont la digue des Enclos (talus en terre), sur les communes de Conchil-le-Temple et de Waben, et la digue de la Mollière (talus en terre) sur les communes de Waben et Groffliers, jouxtant le camping de la Mollière. La digue de la Mollière a été rechargée en matériaux crayeux en 1992.

A Groffliers, un système de filets a été installé à titre expérimental en 2014, entre le bois des Sapins et le Bec du Perroquet. Le dispositif mesure 150 m de long pour 1,20 m de haut. Il se compose de trois épaisseurs de filets, de mailles de 3,5 à 5 cm, fixés sur l'estran et reliés à la surface par des bouées (Figure 5.18). Le principe est de piéger le sable pour l'empêcher de repartir avec la marée descendante

(Delage, 2014). Un mois et demi après l'installation, le cours de l'Authie s'est dévié de plusieurs dizaines de mètres vers la mer et la dune s'est ré-ensablée (Chiari, 2014). Mais lors des grandes marées de février 2015, la dune du bois des Sapins a reculé de 5 m et a été rechargée en urgence par 5 000 m³ de sable transférés depuis la plage centrale de Berck-sur-Mer (@f3nord, 2015). Son efficacité doit être évaluée à moyen et long terme sur la base d'un suivi du trait de côte. Cette zone de la baie d'Authie fait partie des deux secteurs prioritaires, ciblés par l'étude d'identification de gisements de sable exploitables pour le ré-ensablement des plages de la côte d'Opale, réalisée en 2016 pour la DDTM 62 (ARTELIA Maritime, 2016b, 2016a).

La digue Barrois a été construite en 1865 sur 380 m puis prolongée en 1873-1877 (1 200 m) et en 1878-1884 pour atteindre 3 600 m (Latteux, 2001). Il s'agit d'une digue submersible dont l'objectif était d'éloigner les écoulements de l'Authie du rivage afin d'éviter l'érosion de ce dernier. Dans le même objectif, une autre digue submersible (brise-lames) a

été construite en 1957 puis renforcée en 1969 dans l'anse des Sernes, au nord de la baie d'Authie (Figure 5.19). Elle est constituée de moellons et d'enrochements placés entre deux rideaux de palplanches enfouis et recouverts d'un béton bitumineux.



Figure 5.18 : Système de filets piègeurs de sédiments installé en baie d'Authie sur la plage de Groffliers à titre expérimental (@f3nord, 2015)



Figure 5.19 : Digue submersible et épis présents dans l'anse des Sernes, au nord de la baie d'Authie (clichés Laurent Mignaux, 2009)

Perpendiculairement au brise-lames de l'anse des Stermes, des épis, visibles sur la [figure 5.19](#), rejoignent le brise-lames à la côte dans l'anse des Stermes. Renforcés en 2006, ils sont constitués d'un noyau de moellons où sont scellés des pieux de bois

et autour desquels sont placés des fagots ([Figure 5.20](#)). En arrière, un perré en enrochements ([Figure 5.21](#)) a été construit le long de la dune du camping du Halloy suite aux préconisations du PLAGE⁴⁷ (SMCO, 2003).



Figure 5.20 : Épis de l'anse des Stermes (cliché Laurent Mignaux, 2009)



Figure 5.21 : Perré en enrochements au pied du cordon dunaire de l'anse des Stermes (cliché Laurent Mignaux, 2009)

47 Plan littoral d'actions pour la gestion de l'érosion sur le littoral de la côte d'Opale

Baie de Canche

L'estuaire de la Canche a connu de nombreux aménagements depuis 1840 (Figure 5.22 et Tableau 5.5). Ces différents aménagements avaient pour but de lutter contre l'ensablement de l'estuaire pour maintenir la navigabilité du chenal de la Canche ou de lutter contre l'érosion du trait de côte (Symcéa, 2013).

La première digue submersible en **rive gauche**, construite en plusieurs étapes de 1842 à 1866 (Figure 5.22 et Tableau 5.5), fut créée pour éviter l'érosion des terrains de la commune du Touquet-Paris-Plage (Thérouanne *et al.*, 2002). En effet, à cette époque la pointe nord du Touquet n'était pas

aussi étendue et la divagation du chenal ainsi que la puissance des courants de flot entraînaient l'érosion de cette zone. La mise en place de cet aménagement a eu pour effet l'arrêt de l'érosion fluvio-marine au niveau du Touquet et la linéarisation du trait de côte (Symcéa, 2013). Le glissement du chenal vers la pointe du Touquet déclenche une érosion de la rive sud de l'estuaire, par conséquent la route en corniche commence à se déstabiliser. Des enrochements sont alors mis en place en 1983, 2003 et 2007 (Figures 5.22 et 5.23) puis régulièrement restaurés, sauf en 2009 où la dernière phase de restauration a été abandonnée. La route en corniche est utilisée aujourd'hui uniquement par les piétons et les vélos.

Tableau 5.5 : Historique des aménagements réalisés dans l'estuaire de la Canche (Symcéa, 2013)

Année(s) de construction	Nature de l'ouvrage	Dimensions de l'ouvrage	Emplacement	Objectif(s)
1842-1866	Digue submersible	3 150 m	Rive gauche au droit du quai d'Étaples, vers l'embouchure	Rectifier le chenal de la Canche pour la navigation, Arrêt de l'érosion de la pointe du Touquet
1882-1899	Digue submersible	4 114 m	Rive droite enracinée à 650 m en aval du quai	Rectification du chenal de la Canche, Arrêt de l'érosion de la rive nord de l'estuaire
1909	Écrêtement de digue submersible	1 000 m	Extrémité de la digue de rive droite	Amélioration du chenal de la Canche qui s'était réduit à une longueur de 55 m
1924-1925	Rencloûture	105 ha	Rencloûture sur les mollières en rive gauche (réduction d'un quart de la surface de l'estuaire)	Construction de l'aérodrome et de l'hippodrome
1962	Digues submersibles concaves	540 m et 460 m	Rives gauche et droite juste en aval des quais	Resserrer le chenal
1960	Route en corniche et centre nautique du Touquet	Remblai de 250 m de long sur 40 m de large dans l'estuaire	Rive gauche, sur la pointe du Touquet	Accéder en véhicule au plus près de la pointe
1987-1990	Rehaussement et prolongement de la digue submersible	+ 7 m et + 5,6 m au-delà de la balise 8	Rive droite vers l'aval (cote + 7 m) A 2 500 m en aval de la cale du centre nautique de la Canche (Étaples)	Rectifier le chenal de la Canche, Approfondir le chenal
1994	Épis Est et Ouest		Musoir, rive droite	Arrêt de l'érosion de la pointe de Lornel
1995	Épis ec1- ec2- ec3		Embouchure, rive droite	Arrêt du développement du contre poulie, Arrêt de l'érosion
2003 et 2007	Enrochements		Pointe du Touquet, partie interne à l'estuaire	Arrêt de l'érosion de la pointe du Touquet

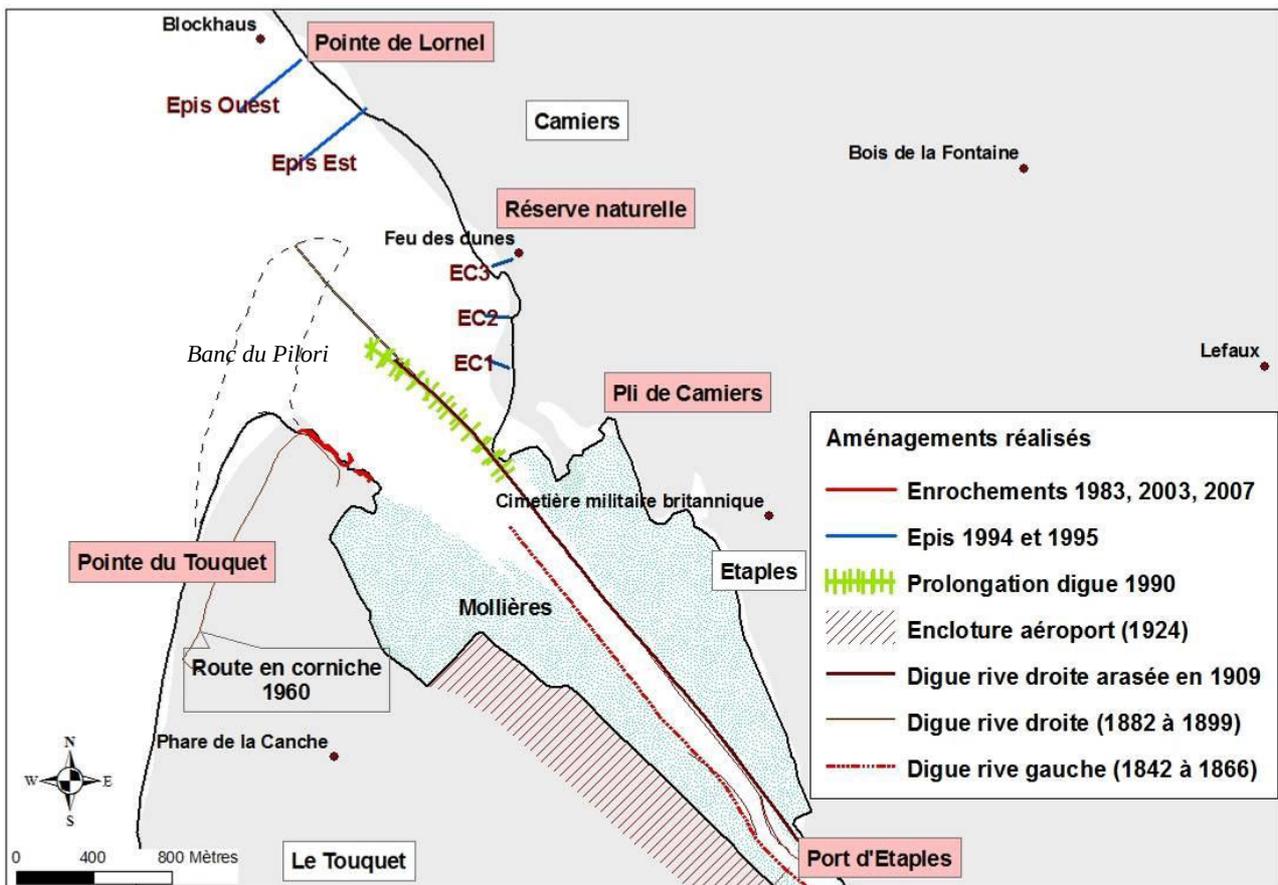


Figure 5.22 : Historique des aménagements dans l'estuaire de la Canche (Symcécia, 2013)



Figure 5.23 : Epis et perré en enrochements sur la pointe du Touquet, en rive gauche de la Canche (cliché Émeric Védie, 2014)

En 1924, une renclôture qui empiète sur un quart des mollières est aménagée pour l'hippodrome sur la rive gauche de l'estuaire de la Canche (Figure 5.22, « enclôture aéroport »). Le fait d'avoir réduit l'estuaire d'un quart de sa surface minimise la puissance érosive des courants de jusant et induit une chasse moins importante car le volume d'eau contenu dans la baie à marée haute est moins important (Symcécia, 2013). En 1936, l'aérodrome du

Touquet-Paris-Plage est construit le long de la rive sud de l'estuaire de la Canche (Figure 5.24). Rapidement très fréquenté, il est agrandi en 1953 avec la création d'une nouvelle piste (Ville du Touquet-Paris-Plage, 2013a). Depuis 2004 cette piste n'est plus en fonctionnement : l'espace « nouveau siècle » y a été créé à son emplacement (collège, salle de sport, etc.).

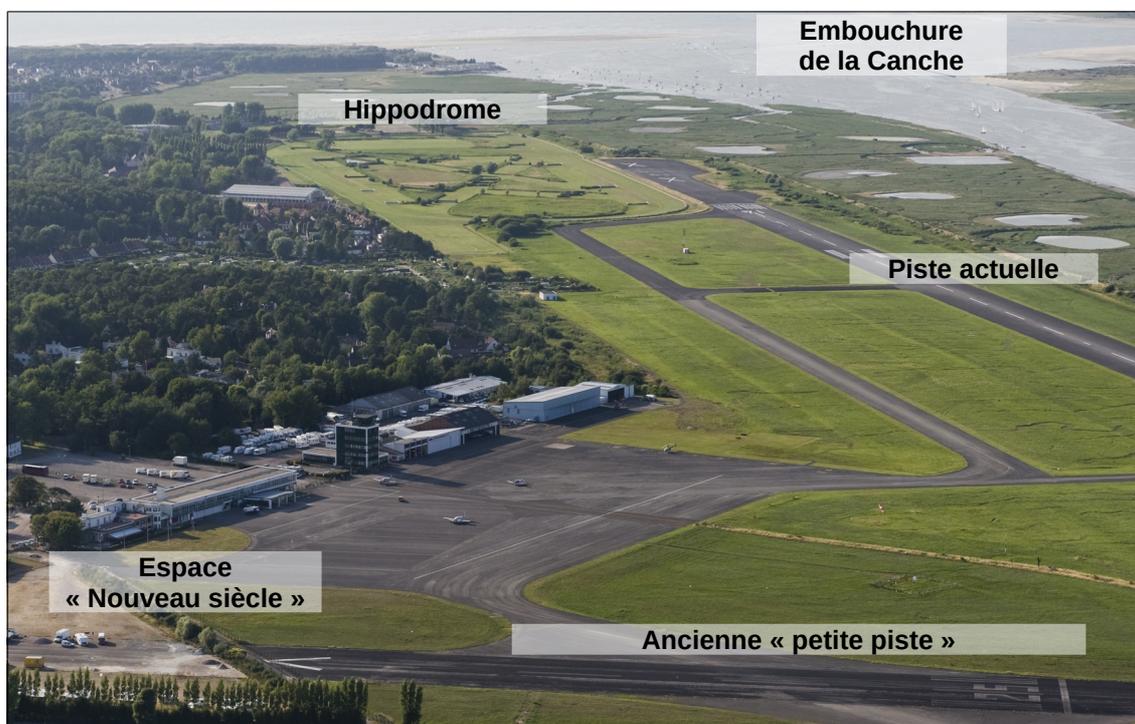


Figure 5.24 : Aéroport international du Touquet-Paris-Plage (cliché Laurent Mignaux, 2009)

Jusque dans les années 1980, la tendance en baie de Canche reste naturelle : avancée du poulier et érosion du musoir (voir 4.3.5). Mais le colmatage de la baie rend la navigation de plus en plus difficile, notamment pour l'accès au port d'Étaples-sur-Mer (Figure 5.25) aménagé en rive droite de la Canche.

La digue de rive droite de la Canche a été construite entre 1882 et 1899 sur 1 700 m : son extrémité dépassait le banc du Pilori (Figure 5.22). Cette digue devait faciliter la navigation en arrière et au travers du banc du Pilori. Elle a permis la protection du littoral du sud de Camiers et la construction du Grand Hôtel en 1898 au niveau de la pointe de Lornel, lui-même protégé par une digue (perré) (Figure 5.26). Toutefois, la progression spectaculaire du Pilori vers le nord réduit le chenal à 55 m, ce qui nécessite, en 1909, l'arasement de l'extrémité de la digue de rive droite sur près de 1 000 m. Finalement, l'érosion du littoral sud de Camiers reprend et finit par détruire le Grand Hôtel, qui a cédé lors de la tempête du 3 au 4 mars 1912 (La Voix du Nord, 2012) : des débris sont encore visibles en 2017 sur l'estran. Entre 1987 et 1990, le service

maritime des ports de Boulogne et de Calais réalise des travaux pour prolonger la digue de rive droite (Figure 5.22 et Tableau 5.5). L'objectif de cette prolongation est de redresser le chenal afin qu'il passe au travers du banc du Pilori et d'augmenter le tirant d'eau dans la Canche. Le banc du Pilori a ainsi été réduit à son extrémité nord : cela a provoqué une avancée du cône de flot à l'intérieur de l'estuaire et a favorisé l'érosion du musoir (littoral de Camiers). Le projet de prolongement de 600 m de la digue de rive droite en 2006 a été abandonné (Symcécia, 2013).

À Camiers, en 1994 et 1995, des travaux de protection du littoral sont réalisés (Figure 5.22 et Tableau 5.5). Ils consistent en la mise en place de cinq épis (Symcécia, 2013) :

- deux épis Est et Ouest au niveau de la pointe de Lornel,
- trois épis complémentaires situés en arrière de la digue submersible de rive droite (EC1, EC2 et EC3 sur la figure 5.22).



Figure 5.25 : Port de plaisance d'Étaples-sur-Mer (cliché Laurent Mignaux, 2009)

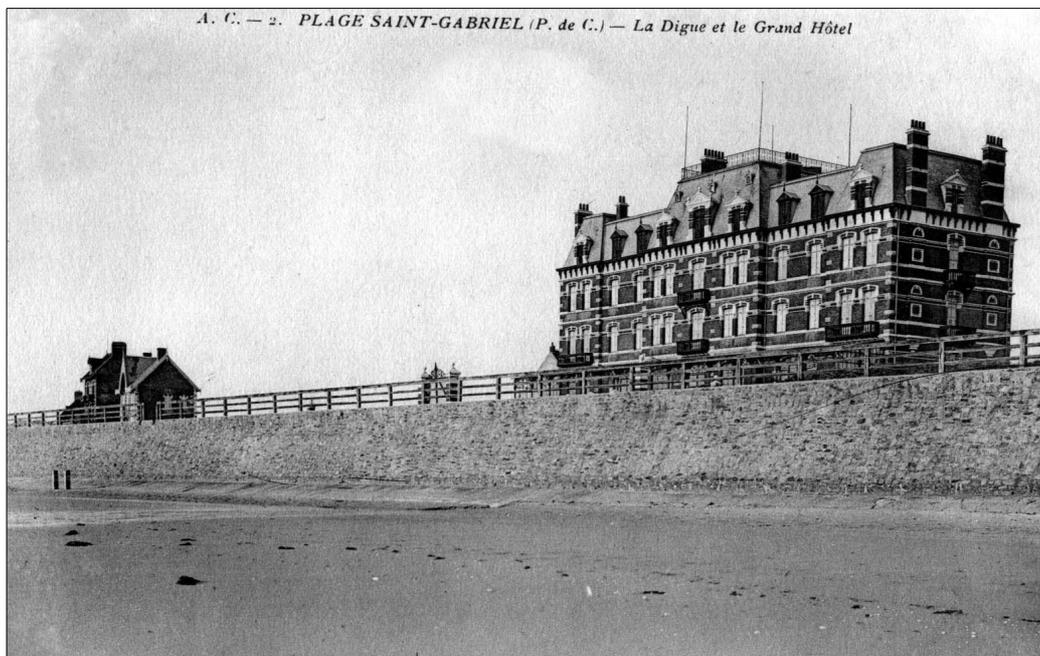


Figure 5.26 : Digue (perré) et Grand Hôtel de la plage Saint-Gabriel construits en 1898 sur la pointe de Lornel à Camiers suite à la construction de la digue en rive droite de la Canche (histopale.net, 2013)

5.1.2 Le Boulonnais

Ce secteur s'étend d'Équihe-Plage jusqu'aux falaises de Sangatte (Figure 5.28), sur un linéaire d'environ 47 km (voir 2.3.1.a *Description géomorphologique générale*). Le littoral de cette unité alterne falaises et baies ou secteurs dunaires et compte 70 aménagements côtiers pour une longueur cumulée de 13,5 km (Tableau 5.6) ; ils impactent directement un linéaire côtier de 18,5 km, soit 40 % de l'unité morphosédimentaire, pouvant être considéré comme artificialisé. Le port de Boulogne-sur-Mer constitue la portion du littoral la plus anthropisée de l'unité.

5.1.2.a. Le port de Boulogne-sur-Mer

Le port de Boulogne-sur-Mer⁴⁸, premier port français de pêche, s'étend sur plus d'1,5 km en mer. Il est protégé par deux ouvrages qui constituent un obstacle important au transit des sédiments : la digue Carnot (Figure 5.27), construite de 1879 à 1887 et prolongée en 1957-1958, et la digue Nord (Figure 5.29), en partie submersible à son extrémité, construite de 1933 à 1940 et de 1959 à 1971 (LNH, 1986).

Tableau 5.6 : Ouvrages et aménagements présents sur le littoral du Boulonnais (Cerema, 2017a)

Catégorie	Classe	Type	Nombre	Linéaire cumulé (km)	Longueur moyenne (m) [min.;max.]
Ouvrage de protection	Ouvrage se substituant au trait de côte	Perré	21	4,6	219 [23;780]
		Mur, mur de soutènement	12	1,6	132 [34;661]
	Ouvrage de lutte contre l'érosion	Brise-lames	3	0,2	73 [63;84]
		Épi	6	0,5	89 [72;134]
Autre aménagement	Infrastructure portuaire et de navigation	Jetée	5	5,0	993 [72;1 795]
	Bâti	Bâtiment, blockhaus, fortification...	5	0,3	69 [25;160]
	Accès	Cale	8	0,3	33 [16;45]
		Accès, chemin, voie submersible...	5	0,1	27 [22;32]
Divers	Autre ou indéterminé	5	0,9	182 [29;579]	
Total			70	13,5	-

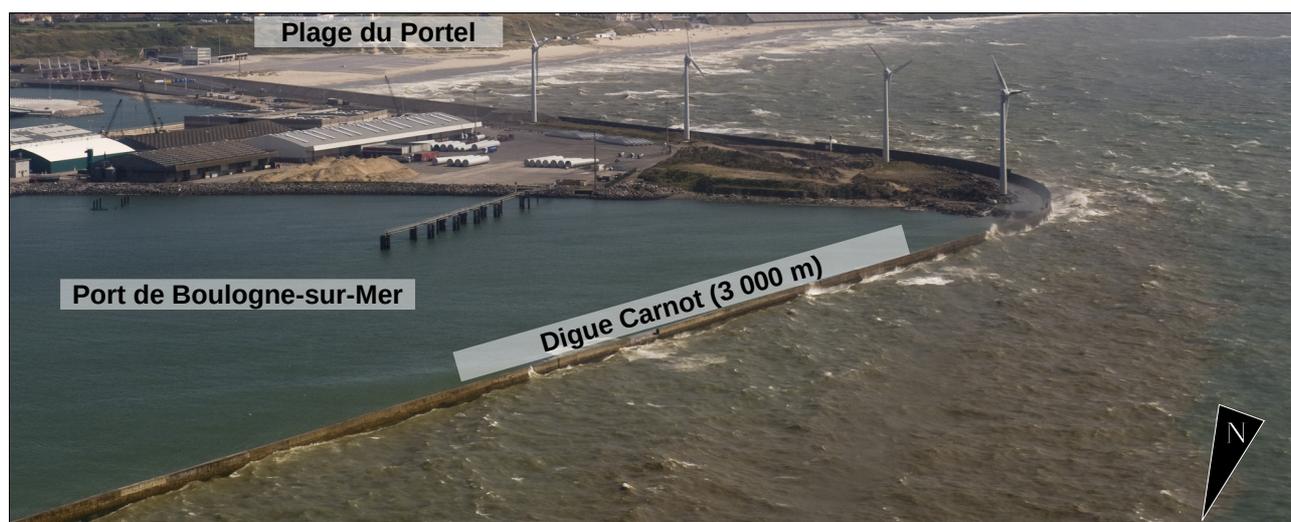


Figure 5.27 : Port de Boulogne-sur-Mer protégé par la digue Carnot (cliché Laurent Mignaux, 2009)

48 Les ports de Boulogne-sur-Mer et de Calais sont depuis 2015 un port unique : le Port Boulogne Calais.



Figure 5.28 : Ouvrages et aménagements côtiers actuels du Boulonnais



de la dune d'Aval (baie de Wissant)



Perré de Wimereux



Carnot de Boulogne-sur-Mer



Dynamiques et évolution du littoral

Synthèse des connaissances
de la frontière belge à la pointe du Hourdel

Ouvrages et aménagements côtiers

Hardelot-Plage à Sangatte (Boulonnais)

— Limite de province sédimentaire

Cours d'eau

— Cours d'eau principal

— Cours d'eau secondaire

■ Bâti

•••• Zone estimative de polders

— Trait de côte Histolitt

Ouvrages actuels

■ Bâti

■ Accès

■ Ouvrage de lutte contre l'érosion

■ Divers

■ Infrastructure portuaire et de navigation

■ Ouvrage se substituant au trait de côte



Les ouvrages et aménagements côtiers influençant directement l'évolution du trait de côte ont été relevés par le Cerema principalement à partir de l'interprétation d'orthophotographies.

D'autres sources d'informations, comme des bases de données locales des services déconcentrés de l'État et des images obliques, ont également été exploitées. Cet inventaire n'est pas exhaustif puisque seuls les ouvrages visibles sur les photographies aériennes sont pris en compte ; par ailleurs les ouvrages à l'intérieur des ports et remontant dans les estuaires n'ont pas été levés. Les méthodes dites "souples", comme la mise en place de ganivelles ou le rechargement de plage, ne sont actuellement pas prises en compte.

Les ouvrages dits "actuels" étaient visibles sur des orthophotographies de 2012. Sur l'unité morphosédimentaire, sur les 70 ouvrages et aménagements côtiers recensés :

- 42 correspondent à des ouvrages de protection du littoral dont 6,2 km de linéaire cumulé d'ouvrages se substituant au trait de côte (digues, perrés, murs et murs de soutènement) ;
- 28 correspondent à des aménagements côtiers impactant l'évolution du trait de côte comprenant notamment les importantes infrastructures portuaires et de navigation du port de Boulogne-sur-Mer d'une longueur cumulée de près de 5 km.

► Pour en savoir plus : www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr

Source - Copyrights :
Province sédimentaire - Cerema & MEEM
Ouvrages et aménagements littoraux
(métropole et outre-mer) - Cerema & MEEM
Trait de côte Histolitt © IGN-SHOM 2009
Wateringues (mer du Nord) - AGUR, 2014

Crédits photos :
© Laurent Mignaux/ MEEM

Pays limitrophes - EEA
GEOFLA® - ©IGN Paris -
Reproduction interdite
Occupation du sol - Corine Land
Cover 2012
Cours d'eau - BD Carthage
BD Alti® - ©IGN Paris -
Reproduction interdite





Figure 5.29 : Digue Nord partant de la pointe de la Crèche (cliché Vincent Vancaenenbroeck, 2014)

5.1.2.b. Les falaises

Au niveau de la falaise sud d'**Équihen**, un ouvrage de type perré en enrochements protège la base nautique et un parking. Au niveau de l'estran, deux épis en enrochements ont été mis en place vers 1995. Au **Portel**, un perré en maçonnerie et béton consolide et recouvre la falaise depuis 1971 (Figure

5.30) et un épi est présent sur l'estran devant l'ouvrage (LNH, 1986).

Au nord de **Wimereux**, un perré en enrochements a été construit pour protéger le pied de la falaise. De nombreux blockhaus sont présents en place ou tombés sur l'estran, témoins de l'érosion de la falaise (Figure 5.31).



Figure 5.30 : Perré et épi devant Le Portel (cliché Laurent Mignaux, 2009)



Figure 5.31 : Blockhaus en flanc de falaise et sur l'estran à Wimereux (cliché Laurent Mignaux, 2009)

5.1.2.c. Les zones basses

Estuaires de la Liane et de la Slack

La Liane débouche dans le port de Boulogne-sur-Mer (Figures 5.29 et 5.32) : la jetée Nord-Est bloque les sédiments sur la plage de Boulogne, située au nord de l'estuaire. Le barrage de Marguet, au niveau du pont Marguet à Boulogne-sur-Mer, est l'ouvrage

situé le plus en aval sur l'estuaire de la Liane (voir Tableau 3.19).

L'estuaire de la Slack a cessé de servir de port au XVII^e siècle ; il ne comporte pas d'ouvrage en aval de la porte à flot de l'écluse Marmin à Ambleteuse (voir Tableau 3.19 ; Figure 5.33). Seul le fort Mahon est présent au niveau de son débouché sur l'estran.



Figure 5.32 : L'estuaire de la Liane à Boulogne-sur-Mer (cliché Laurent Mignaux, 2009)



Figure 5.33 : L'estuaire de la Slack et Ambleteuse (cliché Anaïs Daburon, 2015)

Communes littorales

Les fronts de mer de **Wimereux**, **Ambleteuse**, **Audresselles**, **Audinghen** et **Tardinghen** sont protégés par des perrés en béton ou maçonnés. À Wimereux (Figure 5.34), deux épis sont présents sur l'estran en avant d'une digue-promenade constituée

d'un perré en maçonnerie, construite en 1923-1924 et prolongée vers le nord en 1930. À Ambleteuse, une digue-promenade a été construite en 1904-1905 sur 440 m (Figure 5.35). À Audresselles (Figure 5.36), un perré a été construit en 1880 sur 25 à 30 m (LNH, 1986). Le perré d'Audinghen est nommé le « perré de la Sirène ».

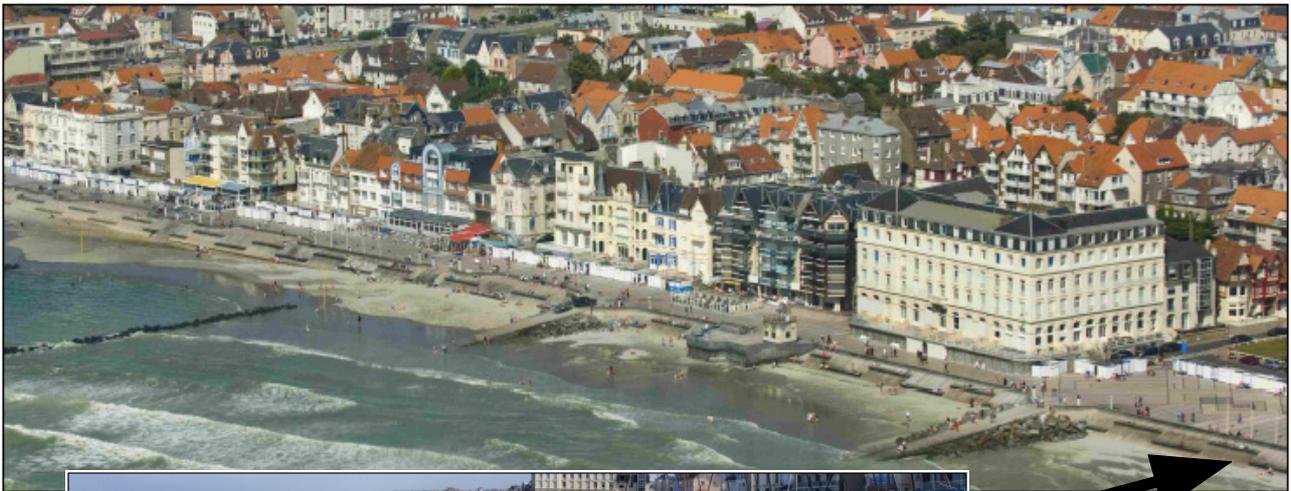


Figure 5.34 : Perré de Wimereux (clichés Laurent Mignaux, 2009)



Figure 5.35 : Digue-promenade d'Ambleteuse (cliché Laurent Mignaux, 2009)



Figure 5.36 : Perré et village d'Audresselles (cliché Laurent Mignaux, 2009)

Baie de Wissant

Sur la plage devant les dunes à l'ouest de la commune de Wissant, cinq blockhaus, vestiges du Mur de l'Atlantique⁴⁹, ont été détruits en 2013. Ils avaient été construits dans les dunes et sont progressivement tombés sur la plage (visibles en 2009 – [Figure 5.37](#)). En 2013, 3 épis en pieux de bois de 100 m de long ainsi que 3 brise-lames ont été placés sur cette plage pour lutter contre l'érosion du massif dunaire, notamment celui de la dune d'Aval.

La répétition des coups de vents associés à une fréquence accrue de forts coefficients de marée au cours de l'hiver 2016 ont continué de faire reculer la dune d'Aval : un rechargement d'urgence de 50 000 m³ de sable issu des travaux du port de Calais 2015 a été effectué en juillet 2016 ([Figure 5.38](#)) (geodunes.fr, 2016a ; Héquette *et al.*, 2016). Ce volume est très inférieur aux 680 000 m³

recommandés par l'étude de faisabilité pour le ré-ensablement de la baie de Wissant réalisée en 2014 (Egis, 2014 ; geodunes.fr, 2015a).

Afin de mieux comprendre la morphodynamique générale de la baie de Wissant, trois études ont été lancées par la DDTM 62 en 2016 :

- l'identification de gisements de sable exploitables pour le ré-ensablement des plages de la côte d'Opale (ARTELIA Maritime, 2016b, 2016a), dont la baie de Wissant est une des 2 zones ciblées ;
- la réalisation d'une nouvelle bathymétrie de la baie (GEO-XYZ, 2016) ;
- la détermination de la courantométrie de la baie (GEO-Transfert/ADERA, 2016).

Ces nouvelles données d'analyse du fonctionnement hydrosédimentaire de la baie sont fondamentales pour appréhender sa gestion future (geodunes.fr, 2016a).



Figure 5.37 : Blockhaus et casiers de pieux en bois présents sur la plage à l'ouest de la commune de Wissant en 2009 (cliché Laurent Mignaux, 2009)

49 Le Mur de l'Atlantique désigne les constructions militaires allemandes, principalement des blockhaus et des murs antichars, édifiées au cours de la Seconde Guerre mondiale sur le littoral français.



Figure 5.38 : Plage devant la dune d'Aval (A) pendant et (B) après les travaux de rechargement de 50 000 m³ de sable réalisés en juillet 2016 (clichés Étienne Dubaille et Marie-Hélène Ruz, 2016)

Au droit de la commune de **Wissant**, une digue-promenade (perré) a été construite en 1910 (**Figure 5.39**). Suite à l'abaissement du niveau de la plage, les fondations de l'ouvrage ont été mises à jour, des vides se sont créés à l'arrière du perré et ont provoqué des dégradations (Egis, 2012). Des travaux de consolidation ont été réalisés en 1987, 1990, 1997 et 1999, avant sa reconstruction en novembre 2001. Le perré reconstruit fait environ 600 m de long (Egis, 2012). Quelques mois après la fin des travaux, il a été endommagé par plusieurs événements maritimes significatifs, notamment en mars 2002, où des travaux de consolidation ont été entrepris avec la réalisation d'un perré cimenté conjointement à la mise en place de palplanches en acier en pied de talus (Egis, 2012). Suite aux très fortes tempêtes de janvier à mars 2007, il est de nouveau en partie détruit : une protection d'urgence par la mise en place de 32 m³ de béton et 9 000 t d'enrochements est réalisée (Egis, 2012). En 2008,

environ 7 000 t d'enrochements sont mis en place en pied de perré et en bord de promenade suite à un nouvel effondrement de l'ouvrage sur sa partie ouest (Egis, 2012).

Depuis le perré de Wissant jusqu'aux falaises de Sangatte, il n'y a pas d'ouvrage de protection.

5.1.3 La plaine maritime flamande

Ce secteur s'étend de Sangatte jusqu'à la frontière belge (**Figure 5.42**) sur près de 95 km (voir 2.3.1.a *Description géomorphologique générale*). Le littoral de cette unité alterne falaises et baies ou secteurs dunaires et compte 142 aménagements côtiers pour une longueur totale cumulée de 47,2 km (**Tableau 5.7**) ; ils impactent directement un linéaire côtier de 76,7 km, soit 80 % de l'unité morphosédimentaire, pouvant être considéré comme artificialisé par des aménagements côtiers.



Figure 5.39 : Perré devant la commune de Wissant (cliché Laurent Mignaux, 2009)

Tableau 5.7 : Ouvrages et aménagements présents sur le littoral de la plaine maritime flamande (Cerema, 2017a)

Catégorie	Classe	Type	Nombre	Linéaire cumulé (km)	Longueur moyenne (m) [min.;max.]
Ouvrage de protection	Ouvrage se substituant au trait de côte	Digue côtière	1	6	5 967
		Perré	19	14,5	763 [202;2 214]
		Mur, mur de soutènement	6	0,7	112 [51;172]
	Ouvrage de lutte contre l'érosion	Brise-lames	5	1	198 [177;221]
		Épi	48	3,9	82 [10;304]
Autre aménagement	Infrastructure portuaire et de navigation	Jetée	9	11,3	1 254 [253;2 496]
	Bâti	Bâtiment, blockhaus, fortification...	29	1,1	37 [15;78]
		Cale	4	0,2	39 [22;59]
	Accès	Accès, chemin, voie submersible...	4	0,1	26 [15;38]
		Divers	Aménagement hydraulique (vanne, écluse, barrage...)	1	0,2
	Autre ou indéterminé		16	8,2	512 [41;4 577]
Total			142	47,2	-

Au niveau de **Sangatte**, une digue constituée d'un perré en maçonnerie et en béton protège les habitations de la commune de la submersion (**Figure 5.40-A**). Construite au XVI^e siècle puis étendue au début du XX^e siècle, la « digue de Sangatte » s'étend sur 2,4 km. Elle a été en partie détruite au cours de la tempête Xaver de décembre 2013 (affouillement visible au niveau des murs de soutènement – **Figure 5.40-B** ; voir aussi **Tableau 3.3**) : des renforcements ont alors été effectués en urgence et les épis en bois présents sur l'estran afin de favoriser l'ensablement en pied de la digue ont été remplacés. Sa reconstruction complète est en cours en 2017 : des enrochements recouvrent l'ancien ouvrage et de nouveaux épis de pieux en bois d'une longueur de 150 m sont installés sur l'estran (**Figure 5.41**).

À l'est de Sangatte, dans les dunes de Fort Mahon, de nombreux aménagements ont été effectués entre 1993 et 1997 avec la mise en place de deux brises-

lames de 150 à 200 m de long, ainsi que 38 épis en pieux de bois de 100 m. La DDTM 62 a lancé en 2016 une mission de maîtrise d'œuvre partielle relative à la mise en place de protections douces contre l'érosion des dunes de Fort Mahon. Plus à l'est, un perré protège les habitations de Blériot-Plage (commune de Sangatte).

Sur la commune de **Calais**, la digue Gaston-Berthe, construite en 1954 sur une longueur d'environ 1 100 m, est constituée d'un perré maçonné et s'étend entre la plage de Blériot à l'ouest et le port de Calais à l'est (voir 5.1.3.b *Les ports de Calais et de Dunkerque*).

À l'est de Calais, il n'y a pas d'ouvrage en front de mer mais des digues de deuxième rang, parallèles au trait de côte, situées dans les terres (voir 5.1.3.a *Les wateringues*). Par exemple, la digue Taaf, à **Marck**, borde les marais et relie Calais aux Hemmes-de-Marck. Cette digue a été érigée en 1773 comme la digue de La Mer à Oye-Plage.



Figure 5.40 : (A) Habitations en arrière de la digue de Sangatte et (B) signes d'abaissement de l'estran et de l'affouillement visibles au niveau des murs de soutènement à l'extrémité sud de la digue de Sangatte suite à la tempête Xaver de décembre 2013 (clichés Egis, pris au cours de l'hiver 2013-2014 ; Egis Ports, ULCO, 2014)

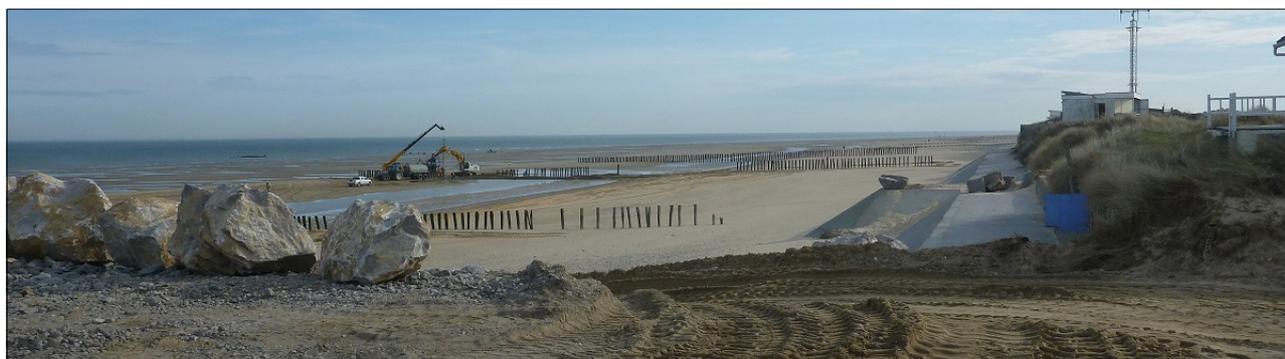


Figure 5.41 : Reconstruction de la digue de Sangatte, avec mise en place d'enrochements et d'épis de pieux en bois sur l'estran (cliché Cédric Lefebvre, 2017)



Figure 5.42 : Ouvrages et aménagements côtiers actuels de la plaine maritime flamande



Dynamiques et évolution du littoral

Synthèse des connaissances
de la frontière belge à la pointe du Hourdel

Ouvrages et aménagements côtiers

Sangatte à la frontière belge (plaine maritime flamande)

— Limite de province sédimentaire

Cours d'eau

— Cours d'eau principal
— Cours d'eau secondaire

■ Bâti

••• Zone estimative de polders

— Trait de côte Histolitt



Ouvrages actuels

■ Bâti

■ Accès

■ Ouvrage de lutte contre l'érosion

■ Divers

■ Infrastructure portuaire et de navigation

■ Ouvrage se substituant au trait de côte

Les ouvrages et aménagements côtiers influençant directement l'évolution du trait de côte ont été relevés par le Cerema principalement à partir de l'interprétation d'orthophotographies.

D'autres sources d'informations, comme des bases de données locales des services déconcentrés de l'État et des images obliques, ont également été exploitées. Cet inventaire n'est pas exhaustif puisque seuls les ouvrages visibles sur les photographies aériennes sont pris en compte ; par ailleurs les ouvrages à l'intérieur des ports et remontant dans les estuaires n'ont pas été levés. Les méthodes dites "souples", comme la mise en place de ganivelles ou le rechargement de plage, ne sont actuellement pas prises en compte.

Les ouvrages dits "actuels" étaient visibles sur des orthophotographies de 2012. Sur l'unité morphosédimentaire, sur les 142 ouvrages et aménagements côtiers recensés :

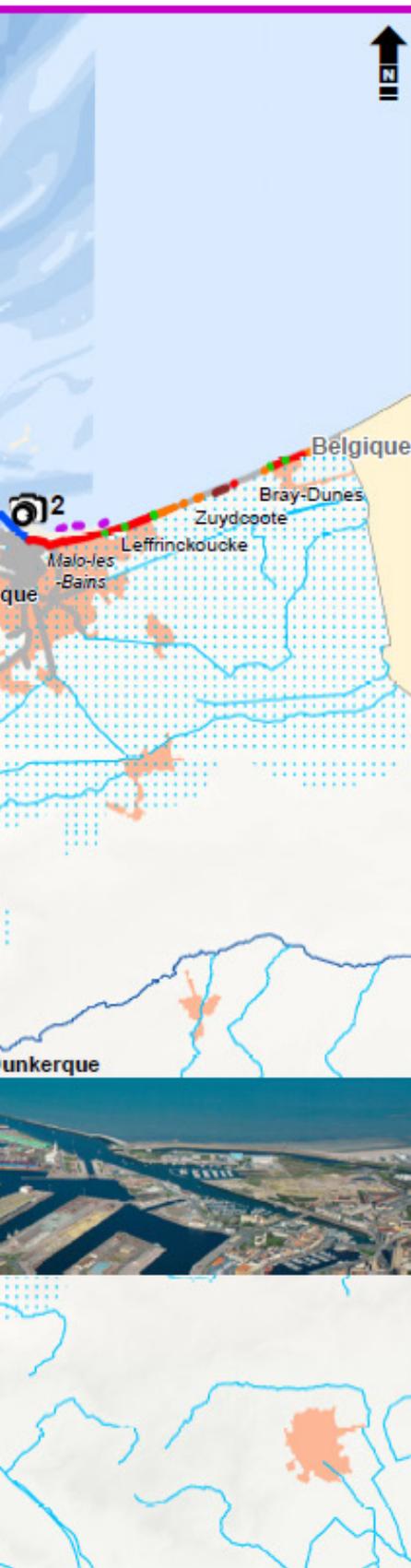
- 79 correspondent à des ouvrages de protection du littoral dont 21 km de linéaire cumulé d'ouvrages se substituant au trait de côte (digues, perrés, murs et murs de soutènement) et 48 épis d'une longueur moyenne de 82 m ;
- 63 correspondent à des aménagements côtiers impactant l'évolution du trait de côte comprenant notamment 29 bâtiments et les importantes infrastructures portuaires et de navigation des ports de Calais et Dunkerque représentant une longueur cumulée de 11,3 km.

► Pour en savoir plus : www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr

Source - Copyrights :
Province sédimentaire - Cerema & MEEM
Ouvrages et aménagements littoraux (métropole et outre-mer) - Cerema & MEEM
Trait de côte Histolitt © IGN-SHOM 2009
Wateringues (mer du Nord) - AGUR, 2014

Crédits photos :
© Laurent Mignaux/ MEEM
© Site internet du port de Dunkerque (GPMD)

Pays limitrophes - EEA
GÉOFLA® - ©IGN Paris -
Reproduction interdite
Occupation du sol - Corine Land
Cover 2012
Cours d'eau - BD Carthage
BD Alti® - ©IGN Paris -
Reproduction interdite



À **Oye-Plage**, plusieurs épis, brise-lames, ganivelles et casiers sont présents sur l'estran au niveau des Escardines afin de favoriser l'accumulation de sable au droit du lotissement (Figure 5.43). À la suite d'une série de tempêtes ayant attaqué la dune en menaçant le lotissement des Escardines, ce sont d'abord trois épis courts qui ont été implantés dès 1988 (épi Ouest, épi Central et épi Est) après les premiers travaux de rechargement, de reprofilage et de plantation de la dune au droit du lotissement (Brimeux in : EUCC France, 2016). Puis en 2000, des épis en pieux semi-perméables de 300 m linéaires ont été installés (Figure 5.43) : l'épi Long à l'ouest, 3 petits épis brise-vent et le brise-lames de 200 m à l'est (Brimeux in : EUCC France, 2016). En 2010, de grands casiers brise-vent formés de pieux reliés par des fascines ont été ajoutés afin d'amortir les vagues et de favoriser l'accumulation de sable à la fois par la mer et le vent en limitant ainsi le recul du cordon dunaire (mobilisation des sables dès que

le vent dépasse les 20 km/h) (Battiau-Queney in : EUCC France, 2016).

À **Grand-Fort-Philippe**, une digue d'une longueur de 225 m a été construite en 1969 (LNH, 1986).

L'embouchure de l'Aa à **Gravelines** est canalisée par deux grandes jetées en maçonnerie et en béton : la jetée ouest, d'une longueur de 1 214 mètres, et la jetée est, d'une longueur de 1 580 m (LNH, 1986). À l'est de l'embouchure de l'Aa, devant la plage de Petit-Fort-Philippe, le perré de Gravelines protège la ville (Figure 5.44) : il s'agit d'un ouvrage en maçonnerie de 300 m construit en 1952 (LNH, 1986). En continuant vers l'est, le perré Aquacole, construit en béton bitumineux avec des enrochements en pied, constitue la première ligne de défense de la centrale nucléaire de Gravelines (voir également 5.1.3.b. Les ports de Calais et de Dunkerque, Figure 5.51). Ce perré a été réparé début 2008 (Egis Ports, ULCO, 2014).

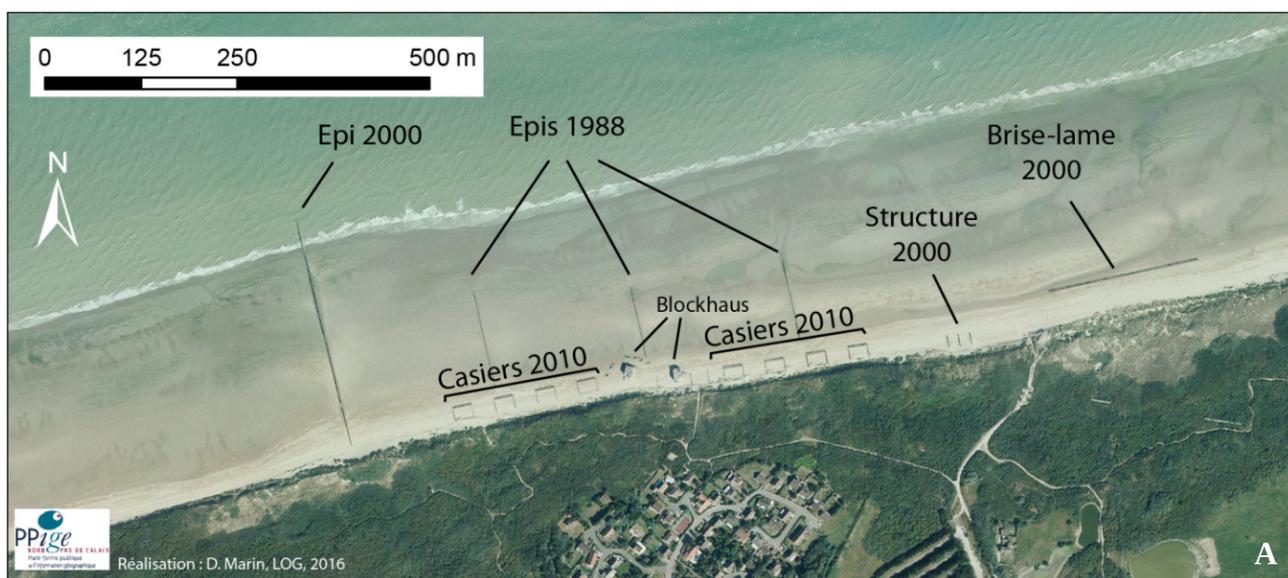


Figure 5.43 : Ensemble des aménagements présents sur la plage des Escardines à Oye-Plage (A, Ruz et al., 2016) ; brise-lames (B) et épi en pieux semi-perméables (C) (clichés Anaïs Daburon, 2015)



Figure 5.44 : Perré de Petit-Fort-Philippe à Gravelines en 1962 et 2016 (reconduction photographique réalisée par Denis Gabbardo ; clichés de Henri Salesse, 1962 et de Denis Gabbardo, 2016)

À **Dunkerque** (hors port de Dunkerque traité dans 5.1.3.b *Les ports de Calais et de Dunkerque*), sur la plage de Malo-les-Bains, les dunes du front de mer sont remplacées par des digues-promenades (perrés) construites entre 1896 et 1908, restaurées en 1954 (LNH, 1986) :

- la digue de Mer, longue de 1 800 mètres (Malo-centre),
- la digue du Vent, longue de 640 mètres (Malo-terminus).

En 1978, deux brise-lames en enrochements sont construits, accompagnés d'un rechargement hydraulique de 250 000 m³ de sable sur l'estran. En 1988, un troisième brise-lames est construit avec un nouveau rechargement hydraulique de 160 000 m³ de sable sur l'estran (d'après Crapoulet, 2015 ; Maspataud, 2011). D'autres rechargements de sable sur l'estran ou dans les petits-fonds ont été réalisés à partir des sédiments dragués par le Grand port maritime de Dunkerque (GPMD) entre 2011 et 2014 (voir 5.1.3.b *Les ports de Calais et de Dunkerque* et 5.3.4 *Le Grand port maritime de Dunkerque*).

Plus à l'est, Malo-les-Bains (commune de Dunkerque) et **Leffrinckoucke** sont protégées par la digue-promenade Nicolas II, constituée d'un perré maçonné, et la digue Europlage, longue de 680 m (LNH, 1986).

Entre Leffrinckoucke et Zuydcoote, des ruines de l'ouvrage de protection de la batterie militaire de Zuydcoote sont présentes sur l'estran (Figure 5.45) : ces débris perturbent les forçages hydrodynamiques qui peut expliquer le faible recul de la dune à cet endroit.

Au niveau du front de mer de **Zuydcoote**, le cordon dunaire bordier est interrompu par un mur-poids en béton armé sur 60 m (LNH, 1986 ; Egis Ports, ULCO, 2014). C'est le seul ouvrage en dur entre les massifs dunaires de Leffrinckoucke à l'ouest et de Bray-Dunes à l'est. Devant la commune de **Bray-Dunes**, située entre les dunes Marchand à l'ouest et du Perroquet à l'est, la digue de Mer est constituée d'un perré maçonné sur environ 1 200 m (LNH, 1986 ; Egis Ports, ULCO, 2014).

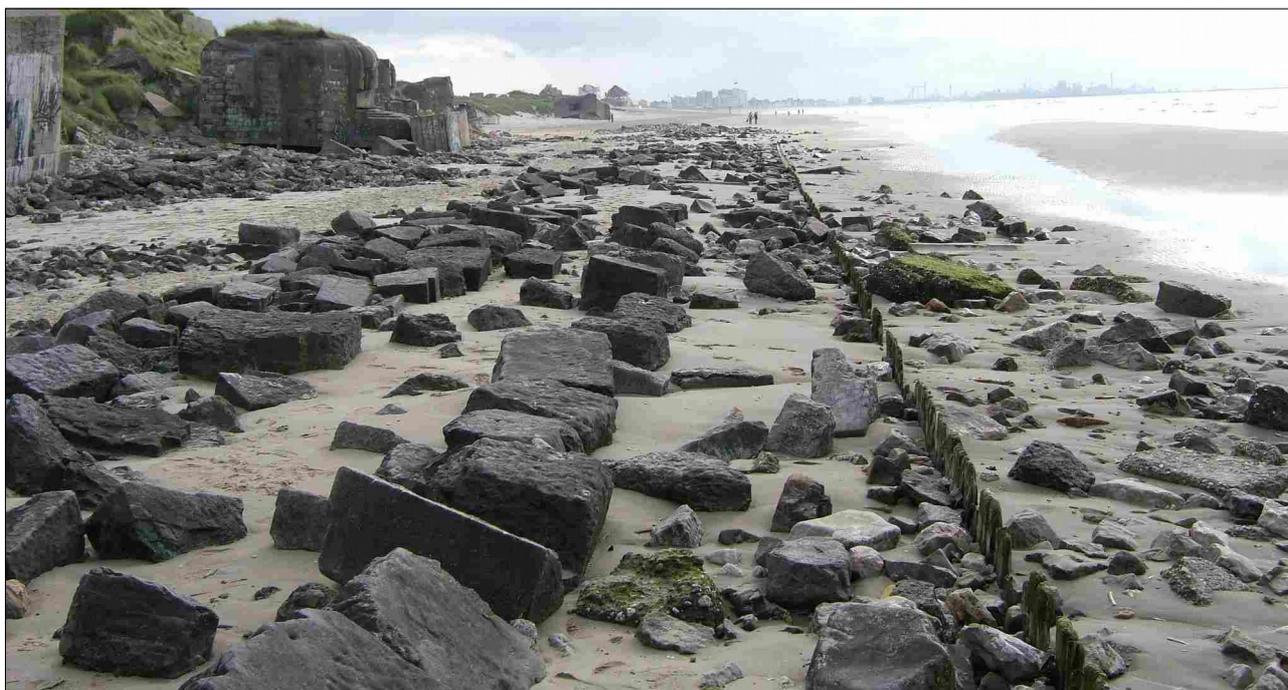


Figure 5.45 : Ruines de l'ouvrage de protection de la batterie de Zuydcoote (cliché Cédric Lefebvre, 2006)

Dans les massifs dunaires, de nombreux aménagements souples sont réalisés et entretenus par les gestionnaires. La préservation des laisses de haute mer a commencé dès 1995 au droit des dunes Marchand et du Perroquet : les nettoyages des plages par ratissage intensif ont été progressivement arrêtés pour laisser place à un nettoyage manuel sélectif afin de conserver la laisse de haute mer sur l'estran. Cette technique permet l'édification de dunes embryonnaires, la laisse de haute mer constituant un premier obstacle au sable sur l'estran. Par la même occasion, depuis la mise en place de cette méthode de gestion souple, il a été constaté un important engraissement (mais non quantifié) en sable en haut de plage (Lemoine, 2005 ; Ruz *et al.*, 2005 ; Ruz, Anthony, 2008). Un autre aménagement souple consiste en la

réhabilitation du cordon dunaire par la plantation d'oyats et la pose de ganivelles (Figure 5.46) (Ruz, 2006). En complément, des fascines ont été érigées aux endroits les plus sensibles pour favoriser l'accumulation de sable : au niveau des dunes Marchand (commune de Bray-Dunes), 12 lignes de fascines ont été réalisées fin 1998 sur la pente de l'avant-dune. Plusieurs chemins d'accès à la plage ont été fermés par l'intermédiaire des fascines entre 1998 et 2000. En 2003 et 2004, des ganivelles ont été mises en place sur les 3 secteurs dunaires : celles qui avaient été installées au niveau du front de mer de Zuydcoote en février 2003 ont aujourd'hui disparu. Entre 2003 et 2010, des oyats ont été plantés sur les zones de sable nu, au niveau des dunes Dewulf (commune de Leffrinckoucke), Marchand et du Perroquet.



Figure 5.46 : Aménagements souples réalisés dans le massif dunaire est-dunkerquois avec (A) plantation d'oyats et (B) installation de ganivelles (clichés pris par les gardes du littoral, Service des espaces naturels sensibles du Conseil général du Nord, A-1994 et B-1999)

5.1.3.a. Les wateringues

Au IV^e siècle, la plaine maritime flamande est entièrement recouverte par la mer. Au VII^e siècle, les terres émergent peu à peu et une flèche littorale se forme à l'emplacement actuel du cordon dunaire par l'action conjuguée des flots, du courant et du vent. Le développement de ces dunes accélère le processus d'alluvionnement de la plaine maritime : la mer ne pénètre à l'intérieur des terres que par les quelques trouées et submerge les étendues de terre qui se remplissent lentement, provoquant une décantation parfaite des matières en suspension. Après plusieurs siècles, la mer ne recouvre plus l'intérieur du pays que lors des marées d'équinoxe. Une barrière naturelle protège dorénavant les terres de la mer. À l'intérieur des terres, des travaux d'assèchement sont entrepris de façon anarchique entre le IX^e et le XI^e siècle (Baeteman, 2001 ; AGUR, 2014).

En 1169, Philippe d'Alsace met en place une politique d'assèchement généralisée et cohérente sur tout le littoral en même temps (DHI, 2009 ; AGUR, 2014). Le mot « wateringues » apparaît pour la première fois. Les bras de l'Aa sont peu à peu canalisés (canal de Calais, d'Audruicq, d'Ardres et de Guînes, canal de la Basse et de la Haute Colme, canal de Bergues, etc.). En 1617, Cobergher entreprend de dessécher Les Moères (DHI, 2009 ; d'après Verger, 2005), village où se situe le point le plus bas de la France, à environ - 2 m NGF (Figure 5.47). En 1619, des digues sont construites autour des lacs de la Grande et de la Petite Moère afin d'empêcher les eaux de venir s'y jeter (AGUR, 2014).

Afin de faciliter leur gestion, les wateringues sont

découpés en sections définies par les décrets impériaux de 1806 et 1809 (AGUR, 2014). Elles correspondent à des casiers hydrauliques ceinturés par des canaux et protégés par des digues (Figures 5.48 et 5.49). Ces casiers sont traversés par des fossés qui drainent les terres basses appelés « watergangs ». Lorsque les watergangs ne peuvent pas s'écouler gravitairement dans les canaux, les eaux excédentaires sont relevées par des stations de pompage (Figures 5.48 et 5.50). En 1977, les départements du Nord et du Pas-de-Calais créent l'Institution interdépartementale des Wateringues (IIW⁵⁰). Sa mission est de réaliser les ouvrages généraux d'évacuation des crues à la mer et d'assurer leur exploitation et leur entretien. En 30 ans, l'institution construit 11 stations de pompage d'une capacité totale de plus de 100 m³/s (Figure 5.50) et réalise des travaux de modernisation des ouvrages et de réhabilitation des principaux canaux pour faire face aux crues (AGUR, 2014).

Au cours des siècles, les wateringues ont subi des inondations provoquées par des tempêtes (Toussaint 1570, 31 janvier et 1^{er} février 1953), des crues (1974-1975) mais également des inondations stratégiques de défense (en 1646 par les Espagnols, en 1914, 1918 et 1940 par les alliés, en 1944 par les Allemands) (AGUR, 2014). Afin d'empêcher la formation de brèches dans les dunes, des ouvrages de protection ont été édifiés sur les points les plus sensibles : digue Camin et digue Royale de Sangatte à Nieulay au XV^e siècle, digue de Mouron en 1770, digue Taaf en 1773 et digue Bodart en 1811 (Deboudt, 1997 ; DHI, 2009). À cette période, l'idée était de stabiliser le trait de côte par la mise en place d'ouvrages longitudinaux (digues, perrés) ou transversaux (ensembles d'épis perpendiculaires aux plages) (DHI, 2009).

50 Aujourd'hui dénommée Institution intercommunale des Wateringues (IIW).

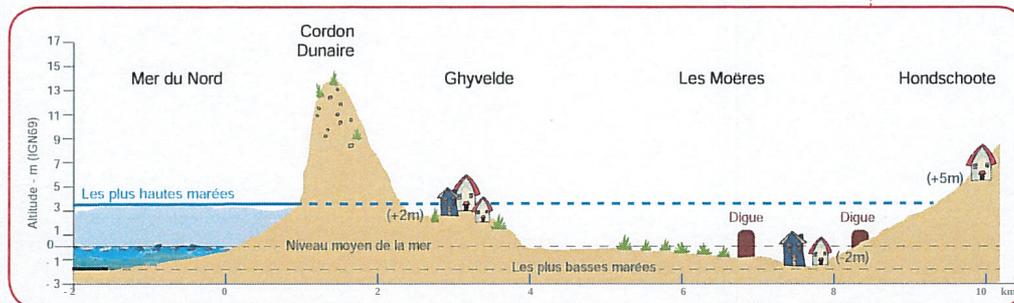
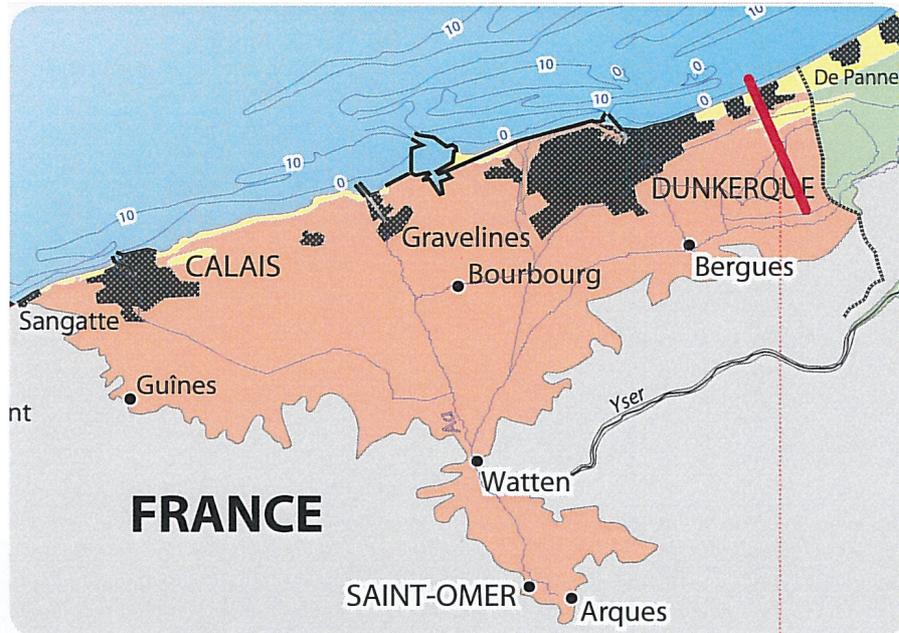


Figure 5.47 : Localisation des waterings de la plaine maritime flamande et coupe transversale du polder au nord-est de Dunkerque (AGUR, 2014 d'après IIV)

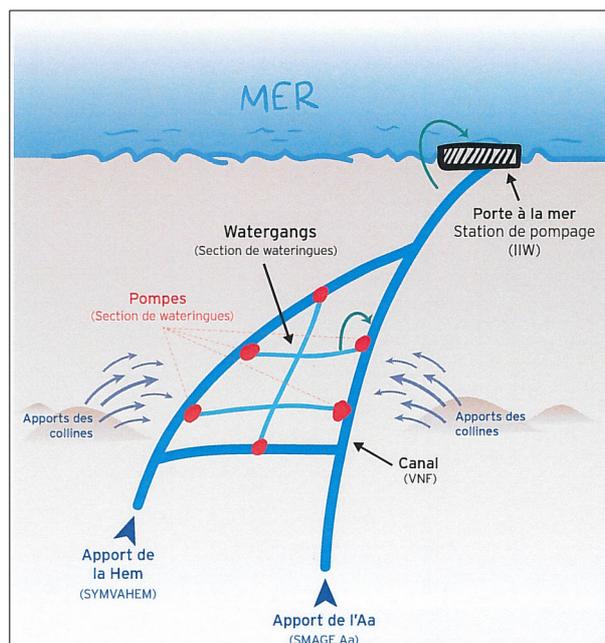


Figure 5.48 : Principe d'assèchement du polder (AGUR, 2014)

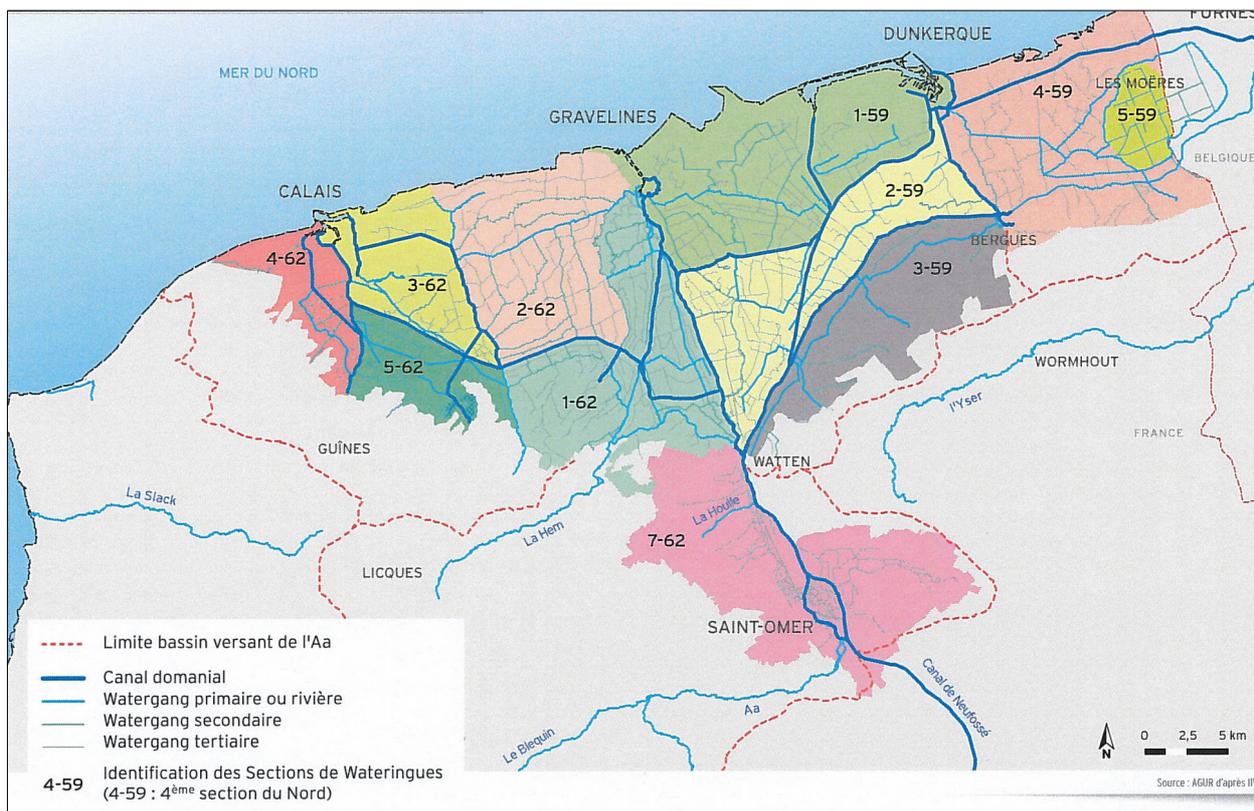


Figure 5.49 : Sections de wateringues de la plaine maritime flamande (AGUR, 2014 d'après IIV)

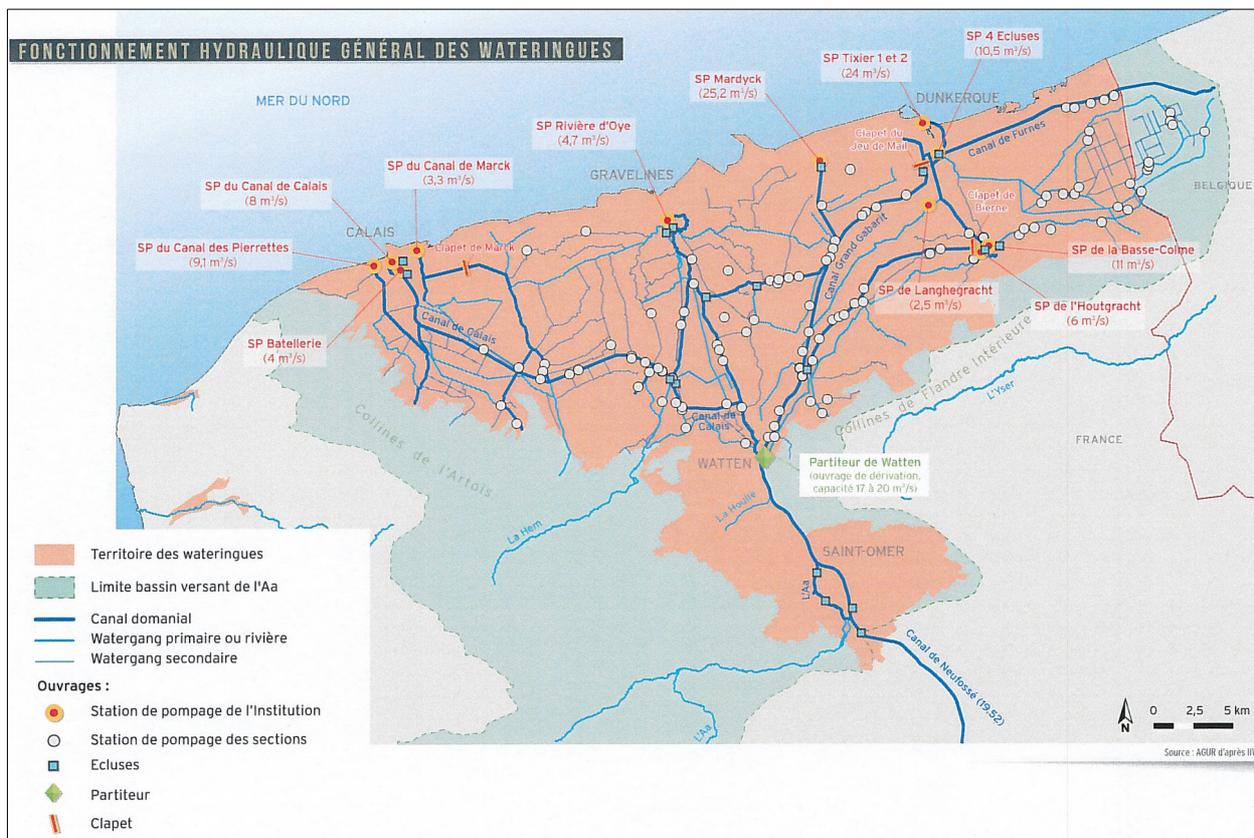


Figure 5.50 : Fonctionnement hydraulique général des wateringues de la plaine maritime flamande (AGUR, 2014 d'après IIV)

Aujourd'hui, la plaine maritime flamande est majoritairement poldérisée : avec 930 km de canaux et de rivières canalisées, le bassin Artois-Picardie comporte un nombre important d'aménagements hydrauliques destinés à la navigation, à la lutte contre les intrusions d'eau de mer, à l'assainissement des zones humides et à l'évacuation des eaux de ruissellement. Les wateringues représentent une superficie totale de 86 562 ha (Pin *et al.*, 2007). Le littoral a été entièrement remodelé par les aménagements successifs et les digues du XVIII^e siècle ne sont plus visibles.

5.1.3.b. Les ports de Calais et de Dunkerque

Le port de Calais (Figure 5.51), 1^{er} port européen de voyageurs et fret roulier d'activité transmanche, s'étend sur une superficie de plus de 500 ha dont 100 ha de plan d'eau. Il est protégé par 3 ouvrages :

- la jetée Est,
- la jetée Ouest,
- la digue d'enclôture.

L'hoverport⁵¹ de Calais n'a jamais été protégé par un ouvrage. Inutilisé depuis les années 2000, il a été démantelé au début des travaux engagés dans le cadre du projet « Calais Port 2015 ». Ce projet d'extension du port de Calais prévoit d'ici 2021 :

- la création d'une digue de protection de 3 km de longueur et d'une contre-jetée,
- la création d'un bassin portuaire de 110 ha,
- la réalisation de nouveaux terre-pleins à partir des déblais de dragage du nouveau bassin,
- la création d'un port de service.

Le **Grand port maritime de Dunkerque** (GPMD), 3^e port français et 7^e port de la rangée nord-européenne⁵² en trafic total annuel de tonnes de marchandises, s'étend sur une surface de 7 000 hectares et sur une longueur de 17 km. Il comporte deux entrées maritimes (Figure 5.52) : l'une à l'est, la plus ancienne, limitée aux navires de 14,2 m de tirant d'eau (le port Est), l'autre à l'ouest, plus récente, qui peut accueillir des navires jusqu'à 22 m de tirant d'eau (le port Ouest) (dunkerque-port.fr, 2016).

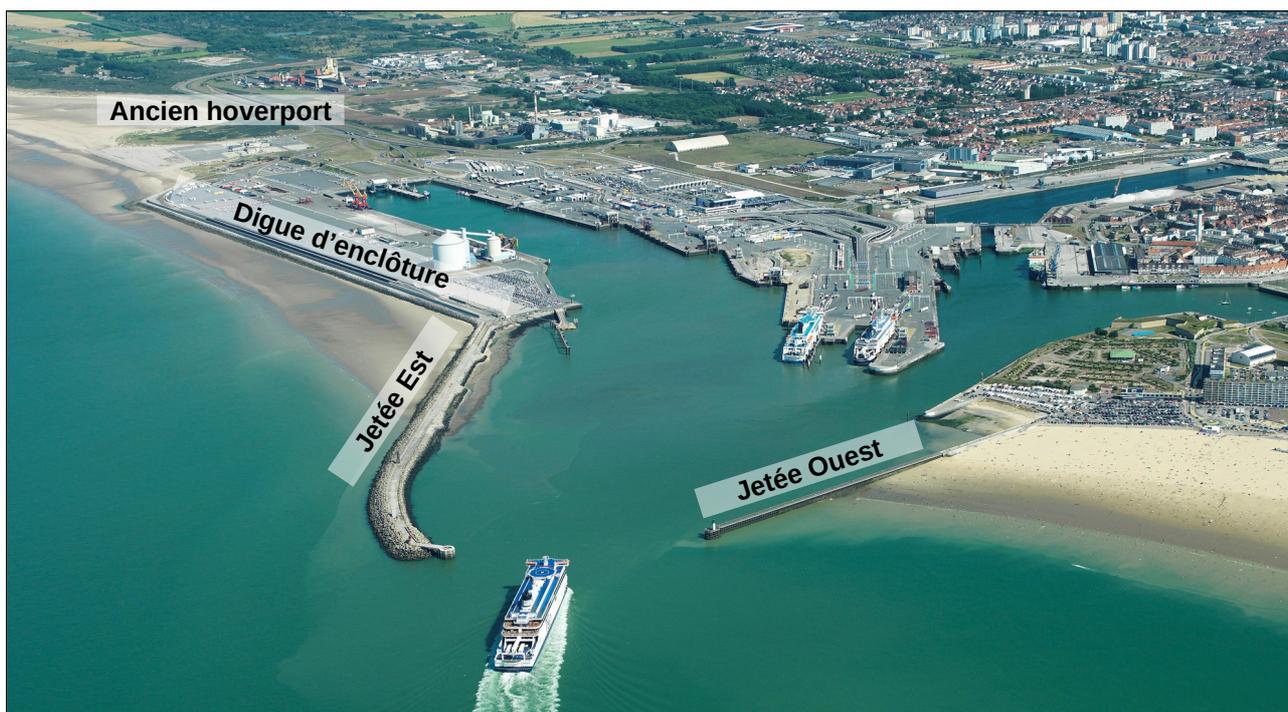


Figure 5.51 : Port de Calais (d'après portboulognecalais.fr, 2016)

51 L'hoverport a accueilli de 1969 à 2000 la liaison Calais-Douvres par hovercraft (aéroglisneur).

52 Ensemble des 13 principaux ports de la façade nord de la Manche, de la France, de la Belgique, des Pays-Bas et de l'Allemagne.



Figure 5.52 : Port de Dunkerque (Source de la photographie aérienne : Ortho Littorale V2)

Le GPMD constitue à lui seul une unité sédimentaire du fait de son étendue et de son influence non négligeable sur la dynamique sédimentaire littorale. Des ouvrages sont situés sur toute la longueur de son emprise sur le littoral, à savoir, d'ouest en est (Figure 5.52 et Tableau 5.8) :

- la digue Aquacole (ou le perré Aquacole),
- la jetée des Huttes,
- la jetée du Dyck,
- la jetée du Clipon,
- la digue du Ruytingen,
- la digue du Braek,
- la jetée de Saint-Pol,
- la jetée de Malo,
- la digue des Alliés (appelée aussi digue de Malo ou digue Tixier).

Les deux premières jetées du port de Dunkerque (côté port Est) sont construites au XVI^e siècle sur 350 m. Au début du XIX^e siècle, avec l'essor du port, des quais et un bassin à flot (futurs Darse 1) sont construits. Le canal exutoire des wateringues est creusé après la Première Guerre mondiale (Tresca, 2013).

Le port de Dunkerque s'est étendu vers l'ouest à partir de 1958 avec le creusement du Bassin

maritime pour relier le bassin de Mardyck. Pour protéger le Bassin maritime, la digue du Braek est construite sur 6 km en 1963 à partir d'enrobés bitumineux qui couvrent le sable sur une épaisseur de 50 à 90 cm (Tresca, 2013 ; EUCC France, 2016).

L'avant-port Ouest est construit dans les années 70 : entre 1972 et 1977, 2 Mm³ de déblais sablo-limoneux (1,5 Mm³ provenant du bassin de Mardyck et 0,5 Mm³ du creusement de l'avant-port Ouest) sont rejetés à l'emplacement du futur canal des Dunes (Figure 5.54), en prévision des travaux liés à son creusement (témoignage oral de M. Mariette, Meur-Férec, Ruz, 1998 ; Tresca, 2013). Au cours de cette décennie, une carrière de sable est en exploitation dans l'anse de la plage du Clipon (Tresca, 2013).

Avec la construction des avant-ports, la dynamique sédimentaire est modifiée : les ouvrages de l'avant-port Est ont favorisé le comblement de la fosse de Mardyck à l'ouest (LNH, 1986). Les quantités de sédiments de la dérive ouest-est bloqués dans les avant-ports sont de l'ordre de 280 000 m³ en moyenne par an (Raison, 2010).

L'ensemble de ces aménagements a modifié la façade maritime de Dunkerque qui est aujourd'hui totalement artificielle. Les territoires gagnés sur la mer entre 1949 et 2000 représentent 10 km² (Bertier, 2009) et le trait de côte a avancé de près de 2 km par endroits (Figure 5.53) (Tresca, 2013).

Tableau 5.8 : Historique des ouvrages et aménagements réalisés sur le littoral du port de Dunkerque (d'après Corbau, 1995 ; Meur-Férec, Ruz, 1998 ; Bertier, 2009 ; Maspataud, 2011 ; Tresca, 2013 ; Crapoulet, 2015 ; geodunes.fr, 2016b)

Année(s)	Secteur	Opération(s) réalisée(s)
1876	Port Est	Construction de la digue des Alliés
1930-1934	Port Est	Constructions de jetées convergentes pour l'avant-port : Jetée Est (jetée de Malo) prolongée de 700 m Construction de la jetée Ouest (ou jetée de Saint-Pol) longue de 750 m (jetée pleine)
1949-1953	Port Est	Reconstruction du port et de la digue des Alliés, détruits pendant la 2 ^{de} Guerre mondiale
1958-1969	Port Ouest	Début de l'extension du port de Dunkerque vers l'ouest : Construction de la digue du Braek (6 km) en 1963 Construction du Bassin maritime (2 km en 1962 ; 5,5 km en 1969) et mise en service (1969)
1962	Port Est	La partie à claire voie de la jetée Est (jetée de Malo) est remplacée par une jetée pleine
1972	Port Ouest	Début du creusement de l'avant-port Ouest
1973	Port Ouest	Construction de la jetée du Dyck et de la jetée des Huttes
1974	Port Ouest	Construction de la digue du Ruytingen et de la jetée du Clipon
1975-1978	Port Ouest	Fin de la construction et mise en service du nouvel avant-port
1983-1984	Port Ouest	Creusement du canal des Dunes
1983-1988	Port Ouest	Rechargement de la plage artificielle du Clipon de 500 000 m ³ de matériaux
1996-1997	Port Ouest	Construction de la station d'atterrage du gazoduc norvégien
2011	Port Est	Rechargement hydraulique de 300 000 m ³ de sable pour conforter la digue des Alliés
2012-2013	Port Est	Construction de l'appointement du terminal méthanier Rechargement de plus de 1,5 Mm ³ de sable devant la digue du Ruytingen et la station d'atterrage du gazoduc norvégien
2014	Port Est	Rechargement de 1,2 Mm ³ de sable sur l'estran devant la digue des Alliés
2015	Port Est	Installation de filets brise-vent sur l'estran devant la digue des Alliés
2016	Port Est	Implantation d'oyats entre les filets brise-vent sur l'estran devant la digue des Alliés

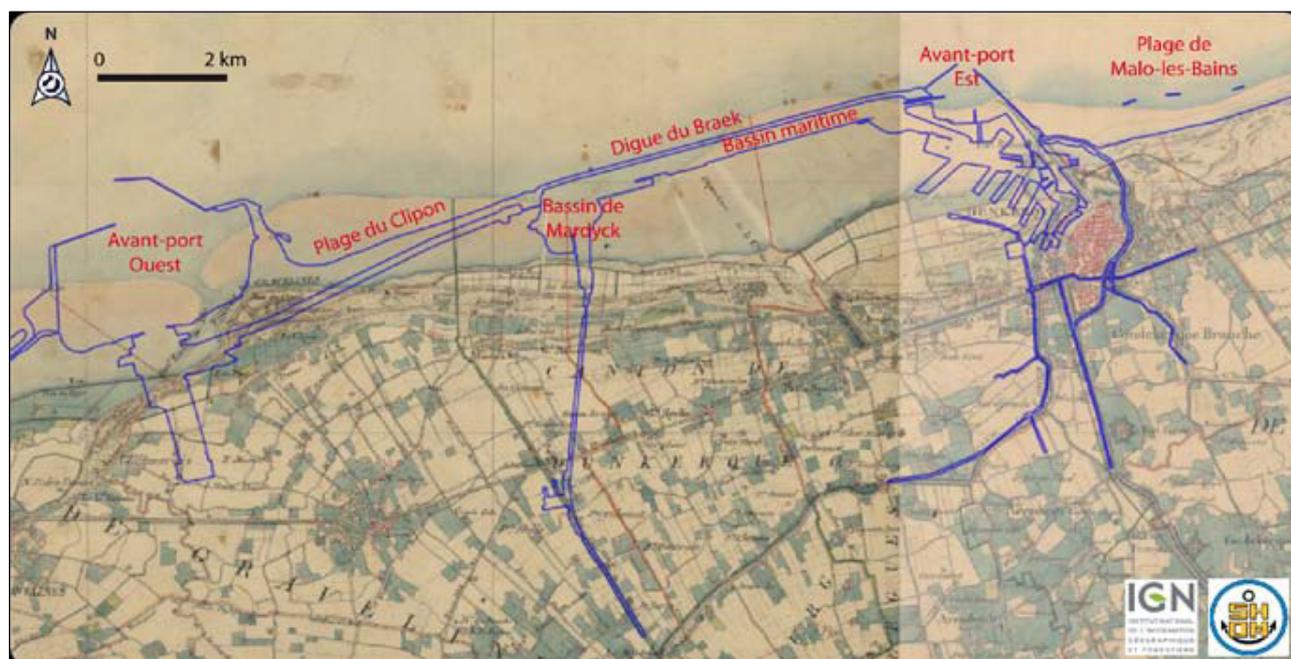


Figure 5.53 : Trait de côte 2012 (en bleu) et ouvrages du port de Dunkerque sur la carte d'État-major au 1/40 000 datant du XIX^e siècle (Tresca, 2013 ; fond de plan Geoportail, © IGN 2012)

La **plage du Clipon**, située entre la jetée du Clipon à l'ouest et la jetée de Saint-Pol à l'est, est une avancée artificielle du trait de côte, rechargée entre 1983 et 1988 (Figure 5.54) avec 500 000 m³ de matériaux issus du creusement du canal des Dunes (témoignage oral de M. Mariette, responsable du service Environnement du port lors de cette intervention, Meur-Férec, Ruz, 1998 ; Tresca, 2013). D'une longueur de 15 km, c'est un site unique et particulier le long du littoral de la côte d'Opale, susceptible de modifier le transit longitudinal continu observé sur l'ensemble de la façade littorale (Bertier, 2009).

Dans le port de Dunkerque, entre 1996 et 1997, la construction d'un gazoduc reliant la Norvège à la

France a nécessité la mise en place d'une station d'atterrage sur le sommet d'un bourrelet dunaire (Figure 5.52). Le secteur étant en érosion naturelle, des brise-vent ont été implantés plusieurs années de suite sur le haut de plage, dans le but de stopper l'érosion en favorisant l'accumulation éolienne. Ces mesures se sont révélées inefficaces étant donné l'absence de haut de plage (falaise sableuse) et la récurrence de tempêtes pendant cette décennie (Maspataud, 2011 ; Tresca, 2013). Des enrochements ont donc été posés au pied de la falaise dunaire pour stabiliser le trait de côte (Figure 5.55) (Bertier, 2009 ; Tresca, 2013). En complément, des rechargements de la plage sont régulièrement réalisés (Tableau 5.8).

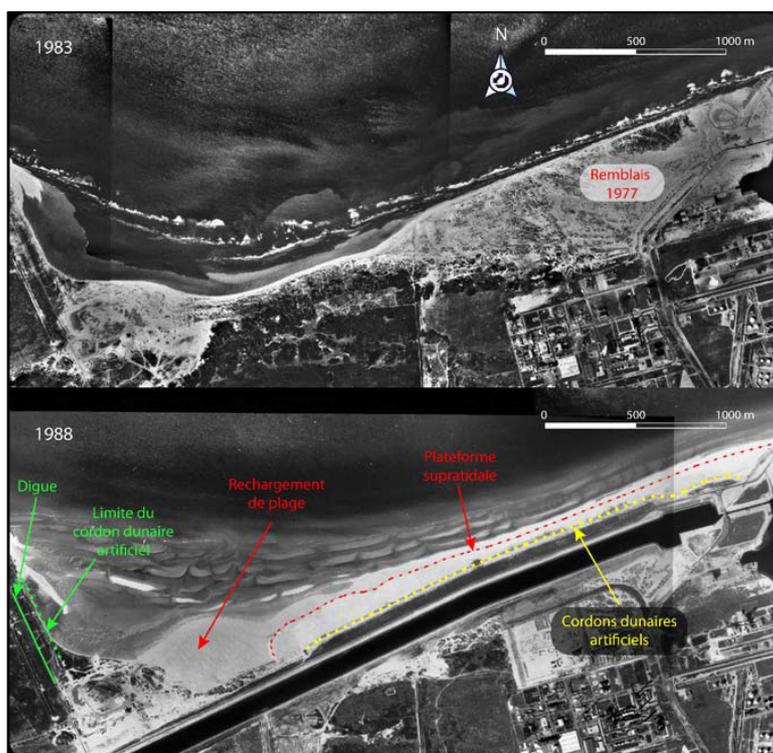


Figure 5.54 : Évolution de la plage du Clipon avant (1983) et après (1988) rechargement (Tresca, 2013 ; photos aériennes © IGN 1983, 1988)

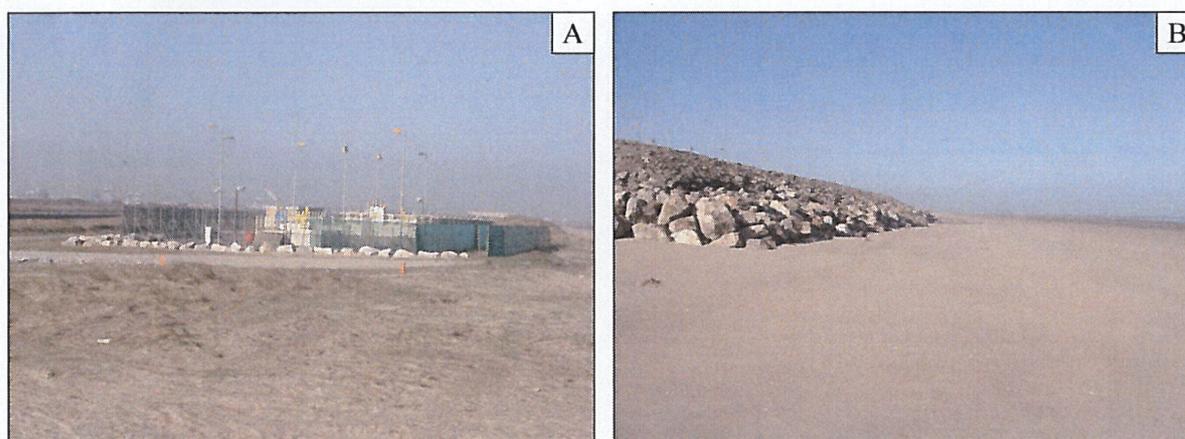


Figure 5.55 : (A) Station d'atterrage du gazoduc norvégien et (B) enrochements disposés pour protéger la station du recul du trait de côte (Bertier, 2009 ; clichés de 2005)

Située à la limite entre le GPMD et Malo-les-Bains, **la digue des Alliés** (appelée également digue Tixier ou digue de Malo), construite en 1876 et entièrement reconstruite de 1949 à 1953, est constituée d'un perré en maçonnerie avec en partie supérieure du parement du béton armé (Figure

5.56). Cette digue a un rôle simultané de protection contre les submersions marines et de guidage des crues continentales du territoire des waterings dont l'évacuation en mer est régulée par l'**ouvrage Tixier** (Figures 5.56 et 5.57).



Figure 5.56 : Digue des Alliés et ouvrage Tixier (d'après AGUR, 2014, cliché IIW)

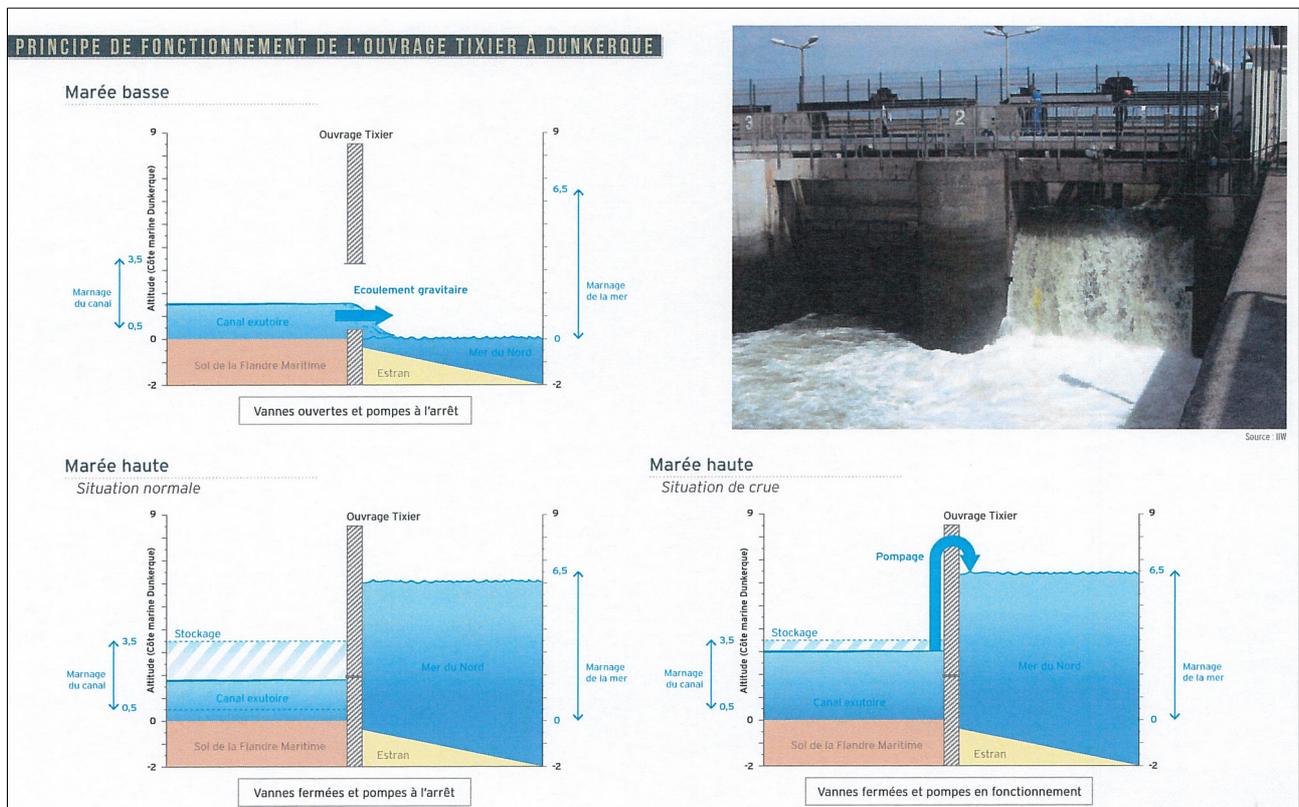


Figure 5.57 : Principe de fonctionnement de l'ouvrage Tixier (AGUR, 2014 d'après IIW)

L'estran devant la digue des Alliés doit être régulièrement rechargé (Figure 5.58) en raison de l'abaissement constant du niveau de sable, ce qui fragilise la digue, notamment lors des tempêtes. La digue a fait l'objet d'un renforcement côté mer entre 2011 et 2014, qui s'est traduit par un rechargement massif en sables d'un volume total de 1,5 Mm³ visant à freiner la houle incidente lors des tempêtes. Un premier rechargement de 300 000 m³ a été réalisé en urgence en 2011 puis, suite aux dégradations provoquées par la tempête Xaver en décembre 2013, un second rechargement de 1,2 Mm³ a été réalisé début 2014. Ce rechargement massif de 1,2 Mm³ a été mené dans le cadre d'un arrêté préfectoral d'autorisation portant sur le dragage de 1,2 Mm³ de sables dans les gabarits d'entretien du port Est (voir 5.3.4 *Le Grand port maritime de Dunkerque*), et le refoulement de ces sables sur l'estran situé au pied de la digue des Alliés. Les sables ainsi refoulés ont été repris par des engins de chantier afin d'être façonnés selon un profil établi par modélisations pour répondre aux besoins de renforcement de l'ouvrage. En raison du transport naturel du sable vers l'est, des rechargements d'entretien réguliers sont nécessaires : d'après les études, environ 250 000 m³ seront rechargés tous les 5 ans afin de maintenir un niveau de sable conséquent au droit de l'ouvrage (geodunes.fr, 2015c).

La digue des Alliés a subi de nombreuses modifications depuis sa création, notamment après

les tempêtes de 1949 et de 1953, et plus récemment de 2013. Des travaux sont mis en œuvre sur la période 2015-2017 : il s'agit de redimensionner et de reconstruire l'ouvrage lui-même afin d'assurer son renforcement complet.

Dans le cadre de la gestion des envols de sable suite au rechargement de la plage au droit de la digue des Alliés, le GPMD, qui a la charge de la gestion de l'ouvrage, procède à une expérimentation d'**implantation d'oyats** (Figure 5.59) dans le but de pérenniser le piégeage du sable transporté par le vent (geodunes.fr, 2016b). L'implantation réalisée en avril 2016 est pour l'instant située uniquement à la jonction entre la jetée de Malo et la digue des Alliés. Ces implantations viendront renforcer l'impact des **filets brise-vent** installés en début d'année 2015 et dont l'impact sur la limitation des envols de sable sur la plate-forme sableuse a pu être constaté dès la saison hivernale 2015-2016, à savoir limiter les envols de sable sur la plate-forme sableuse (geodunes.fr, 2015b). Les observations de terrain ont en effet révélé un stockage significatif de sédiment. Une fois que les filets sont pleins, ils doivent être vidés mécaniquement afin qu'ils puissent remplir de nouveau leur rôle. Un désensablement a eu lieu en novembre 2015 et le sable a été remis à l'ouest, zone où l'érosion est la plus intense. Cette gestion des sédiments permet de limiter les pertes de matériaux sur le site à protéger (geodunes.fr, 2016b).



Figure 5.58 : Travaux de ré-ensablement devant la digue des Alliés à Dunkerque (AGUR, 2014)



Figure 5.59 : Implantation d'oyats autour des filets brise-vent devant la digue des Alliés (cliché Adrien Cartier, geodunes.fr, 2016b)

5.2 Extractions

Sur l'ensemble de la province de la frontière belge à la pointe du Hourdel, aucune extraction de matériaux n'est en cours en 2017 : les concessions actuellement opérationnelles en Manche–mer du Nord se situent exclusivement en Manche orientale et en mer territoriale, dans la baie de Seine et à proximité de Dieppe (Quemmerais-Amice, 2012). Des extractions ont eu lieu de 1971 à 1980 à la Bassure de Baas (1,2 Mm³ de sables, LNH, 1986) et au banc à la Ligne, au large de Wissant (sables et graviers) (Augris *et al.*, 1990). Dans la baie de Wissant, 1,2 Mm³ de graviers ont été extraits entre 1973 et 1975 (à 3 km au large, au-delà du banc à la Ligne) (LNH, 1986) et 130 000 m³ de sable ont été prélevés sur le banc à la Ligne de 1978 à 1981. Cette valeur est très inférieure au déficit d'érosion noté sur ce banc pour cette même période (Clabaut, 1988) mais il est possible que ces extractions de granulats aient néanmoins contribué à l'érosion côtière du littoral de la baie de Wissant en accentuant le déficit sédimentaire de la baie (Crapoulet, 2015 ; d'après Ferrière *et al.*, 1993). Dans les années 1980, des extractions de sable ont également été effectuées dans la dune d'Aval qui progressait alors vers l'intérieur des terres et menaçait d'ensevelir les villas ; ces extractions ne sont pas quantifiées.

Le potentiel extractif de la façade a été calculé par l'Ifremer en 2013 (Figure 5.60). Début 2012, le

Conseil général de la Somme a mis en place une commission de réflexion sur l'opportunité et la faisabilité d'extraction massive de granulats en baie de Somme. Les conclusions rendues par cette commission incitent, avant de s'engager dans une telle initiative, à bien mesurer l'ensemble des enjeux et conséquences, notamment environnementales et économiques mais aussi vis-à-vis de la dynamique côtière (Conseil Général de la Somme, 2012a, 2012b). La DDTM 62 a également lancé, en 2015, une étude d'identification des gisements de sable exploitables pour le rechargement des plages de la côte d'Opale, notamment la partie centrale de la baie de Wissant et le secteur à hauteur du bois de Sapins en baie d'Authie. Les premières conclusions font état de 3 gisements portuaires (ports de Boulogne-Calais et Dunkerque – voir 5.3.3 et 5.3.4), 2 zones de gisements marins (dunes sous-marines de Manche orientale et de mer du Nord – voir Figure 5.60) et 8 gisements littoraux (Tableau 5.9). Les 16 bancs sableux des fonds marins représentent un volume sédimentaire estimé approximativement à 10 Gm³ sur 10 m d'épaisseur (ARTELIA Maritime, 2016b ; d'après Augris *et al.*, 1990).

Pour la détermination des secteurs d'extraction, il est nécessaire de considérer l'emplacement des pipelines et câbles sous-marins présents au large (voir Figure 5.62). Leur installation ou modification d'emplacement (dépose et repose) générerait des modifications sédimentaires au niveau des bancs des Flandres, mais aucune étude actuelle ne le démontre.

Tableau 5.9 : Potentiel extractif des gisements littoraux sur la façade de la frontière belge à la pointe du Hourdel (établi du sud au nord de la façade d'après ARTELIA Maritime, 2016b)

Localisation	Commentaire	Stock disponible	Renouvellement
Baie de Somme	Réutilisation locale des sables dans la baie. Engraissement sur Saint-Quentin-en-Tourmont	30 000 à 40 000 m ³	10 000 à 15 000 m ³ /an
Baie d'Authie	Poulier – pointe de Routhiauville	215 000 à 265 000 m ³	80 000 m ³ /an
Berck-sur-Mer	Engraissement du front de mer	0 m ³	35 000 m ³ /an
Le Touquet	Engraissement de la pointe du Touquet	5 000 à 10 000 m ³	500 à 1 000 m ³ /an
Baie de Canche	Poulier du Touquet en érosion sur la période récente	0 m ³	0 m ³ /an
Sangatte – Calais	Secteur protégé par des épis – engraissement artificiel	0 m ³	0 m ³ /an
Calais – Oye-Plage	Engraissement du secteur Fort-Vert (plage et flèche sous-marine)	660 000 à 770 000 m ³	100 000 m ³ /an
Grand-Fort-Philippe – Gravelines	Accumulations à l'ouest du platier d'Oye au niveau de la digue portuaire	54 000 m ³	3 000 à 4 000 m ³ /an

5.3 Dragages et clapages

Il existe trois types de dragage qui diffèrent selon la nature des sédiments à draguer et le type de travaux à réaliser : l'entretien, l'approfondissement ou l'aménagement de nouvelles aires portuaires. Le dragage est indispensable au maintien de la navigation dans les ports. Sur la façade littorale de la province de la frontière belge à la pointe du Hourdel, les principaux sites de dragages se situent (Tableau 5.10) :

- dans la baie de Somme (ports du Hourdel, de Saint-Valery-sur-Somme et du Crotoy),
- dans la baie de Canche (port d'Étaples),
- dans les ports de Boulogne-sur-Mer, Calais, Gravelines et Dunkerque.

Les volumes dragués de l'ensemble des ports oscillent entre 1,7 et 3,1 Mt de matières sèches

(respectivement dragués en 2012 et 2010). Les sédiments extraits sont ensuite clapés en mer ou gérés à terre (Tableau 5.10). Sur la province, il existe 6 zones d'immersion pour les sédiments clapés, dont 4 au GPMD (voir Figure 5.61 et Tableau 5.16) (Cetmef, 2013 ; Cerema, 2015). La gestion à terre est envisagée dans le cas de sédiments contaminés par un ou plusieurs paramètres réglementaires (niveaux N1 et N2 définis par l'arrêté du 9 août 2006 modifié⁵³) ou dans le cas de sédiments directement valorisables (sables) notamment pour le rechargement de plage.

Il est important de noter que les données présentées dans le Tableau 5.10 et en Figure 5.61 s'entendent comme des valeurs minimales, recensées par les services de l'État. Il est possible que les volumes dragués et les quantités immergées soient plus importants localement : les valeurs manquantes à Gravelines correspondent à une absence d'information.

Tableau 5.10 : Dragages effectués dans les principaux ports de la façade de la frontière belge à la pointe du Hourdel entre 2012 et 2014 et leur traitement (I : immersion, DT : dépôt à terre, RP : rechargement de plage) (Source : Cerema, 2017b)

Port	Traitement des dragages	2012		2013		2014	
		Total volume dragué (x 1000 m ³)	Total quantité de matière sèche (x 1000 t)	Total volume dragué (x 1000 m ³)	Total quantité de matière sèche (x 1000 t)	Total volume dragué (x 1000 m ³)	Total quantité de matière sèche (x 1000 t)
Le Hourdel	ST	-	-	-	-	6,0	3,2
	RP	-	-	20,0	10,7	-	-
Le Crotoy	DT	3,0	1,6	3,0	1,6	4,5	2,4
Boulogne-sur-Mer	I	421,0	225,9	438,0	235,0	449,7	199,7
Calais	I	312,0	167,4	322,0	172,8	265,5	132,3
Gravelines	I	24,6	13,2	-	-	-	-
Dunkerque Ouest	I	1 859,6	997,7	2 273,2	1 219,6	2 744,0	1 463,0
	DT	-	-	-	-	68,0	29,2
Dunkerque Est	I	550,9	295,6	1 144,2	613,9	700,0	375,0
	DT	102,0	54,7	-	-	120,0	59,4
TOTAL		3 273,1	1 756,0	4 200,4	2 253,6	4 357,7	2 264,3

53 Arrêté ministériel du 9 août 2006 relatif aux niveaux à prendre en compte lors d'une analyse de rejets dans les eaux de surface ou de sédiments marins, estuariens ou extraits de cours d'eau ou canaux relevant respectivement des rubriques 2.2.3.0, 4.1.3.0 et 3.2.1.0 de la nomenclature annexée à l'article R. 214-1 du code de l'environnement

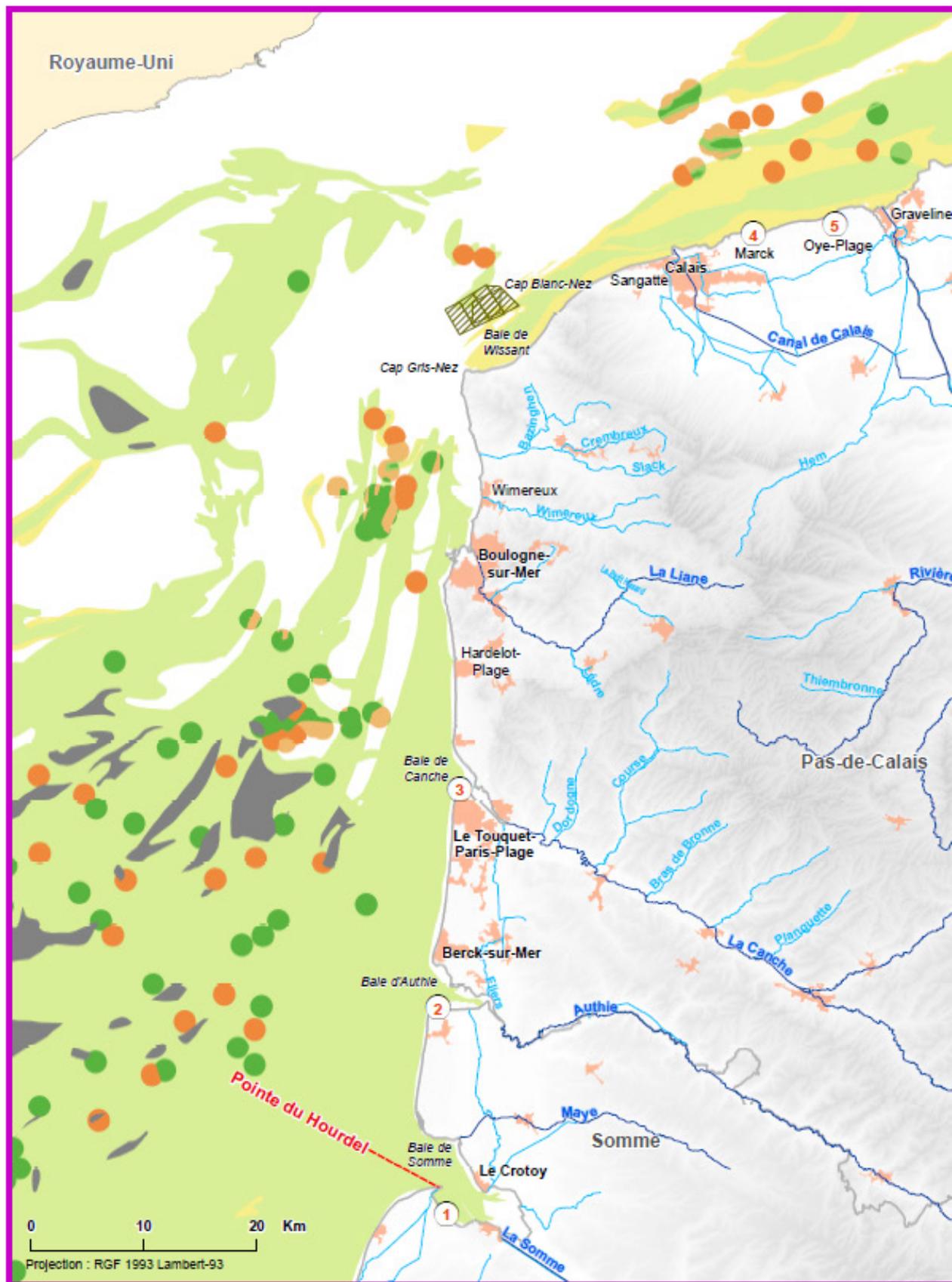
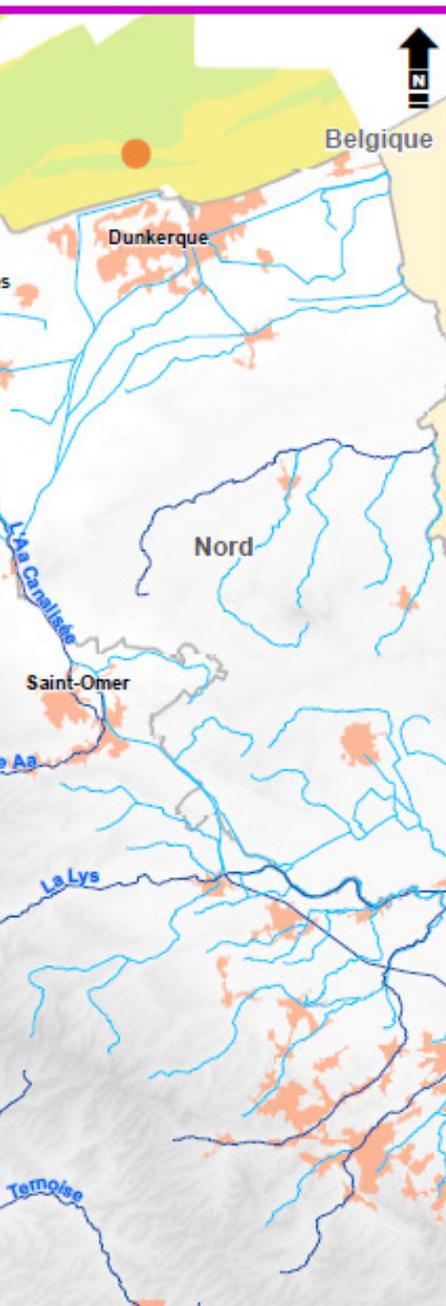


Figure 5.60 : Ressources en granulats marins de la frontière belge à la pointe du Hourdel

Dynamiques et évolution du littoral

Synthèse des connaissances
de la frontière belge à la pointe du Hourdel

Ressource en granulats marins



— Limite de province sédimentaire

Cours d'eau

- Cours d'eau principal
- Cours d'eau secondaire
- Bâti
- Limite départementale



Exploitation de granulats marins

■ Arrêt des travaux- Report sur un nouveau site

Potentiel extractif

- Roche, 0
- 0
- 1
- 1.5
- 2
- 3
- 4

Critère qualité des matériaux	Matériaux jugés inutilisables	Matériaux indéterminés	Matériaux jugés acceptables
Critère épaisseur	0	0,5	1
Roche	0		
Carottage seul	1		1
Indices morphologiques	2	1	2
Couverture sédimentaire inférieure à 5 m	3	1,5	3
Couverture sédimentaire supérieure à 5 m	4	2	4

Le calcul du potentiel extractif se base sur deux critères :

- Le critère "épaisseur de la couverture sédimentaire" est obtenu en combinant les isopaques des trois types d'accumulation (bancs sableux, nappes alluviales et couverture indifférenciée), les indices morphologiques et les zones où des carottages ne recoupent pas d'isopaques. Ce critère est hiérarchisé selon cinq niveaux : 0 (roche), 1 (carottage seul), 2 (indices morphologiques), 3 (épaisseur de la couverture sédimentaire inférieure à 5 m), 4 (couverture sédimentaire supérieure à 5m).
- Le critère "Qualité des matériaux" se base sur la description des carottes (points de couleur sur la carte). En fonction de caractéristiques lithologiques, on attribue une valeur 0 (matériaux jugés inutilisables) ou 1 (matériaux potentiellement acceptables). En l'absence de description, on accorde une valeur intermédiaire 0,5.

En croisant ces deux critères, on hiérarchise le potentiel extractif selon six niveaux allant de 0 à 4 (0 correspond aux zones au plus faible potentiel et 4 aux zones au plus fort potentiel).

Source : Donnée livrée dans le cadre d'une étude (2005-2012) réalisée par Ifremer, pour le compte du Ministère chargé de l'écologie, visant à définir des zones de moindres contraintes où l'extraction de granulats marins serait possible.

► Pour en savoir plus : www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr

Source - Copyrights :
Province sédimentaire - Cerema & MEEM
Produit numérique "Granulats marins" - Ifremer 2013
Artélia Maritime, 2016
Pays limitrophes - EEA
GEOFLA® - ©IGN Paris - Reproduction interdite
Occupation du sol - Corine Land Cover 2012
Cours d'eau - BD Carthage
BD Alti® - ©IGN Paris - Reproduction interdite



D'après Etude d'identification de gisements de sable exploitables pour le réensablement de plages de la côte d'Opale. (Artélia Maritime, 2016, rapport final)

Site	Volume en m ³
①	30 000 à 40 000 m ³
②	215 000 à 265 000 m ³
③	5 000 à 10 000 m ³
④	660 000 à 770 000 m ³
⑤	54 000 m ³

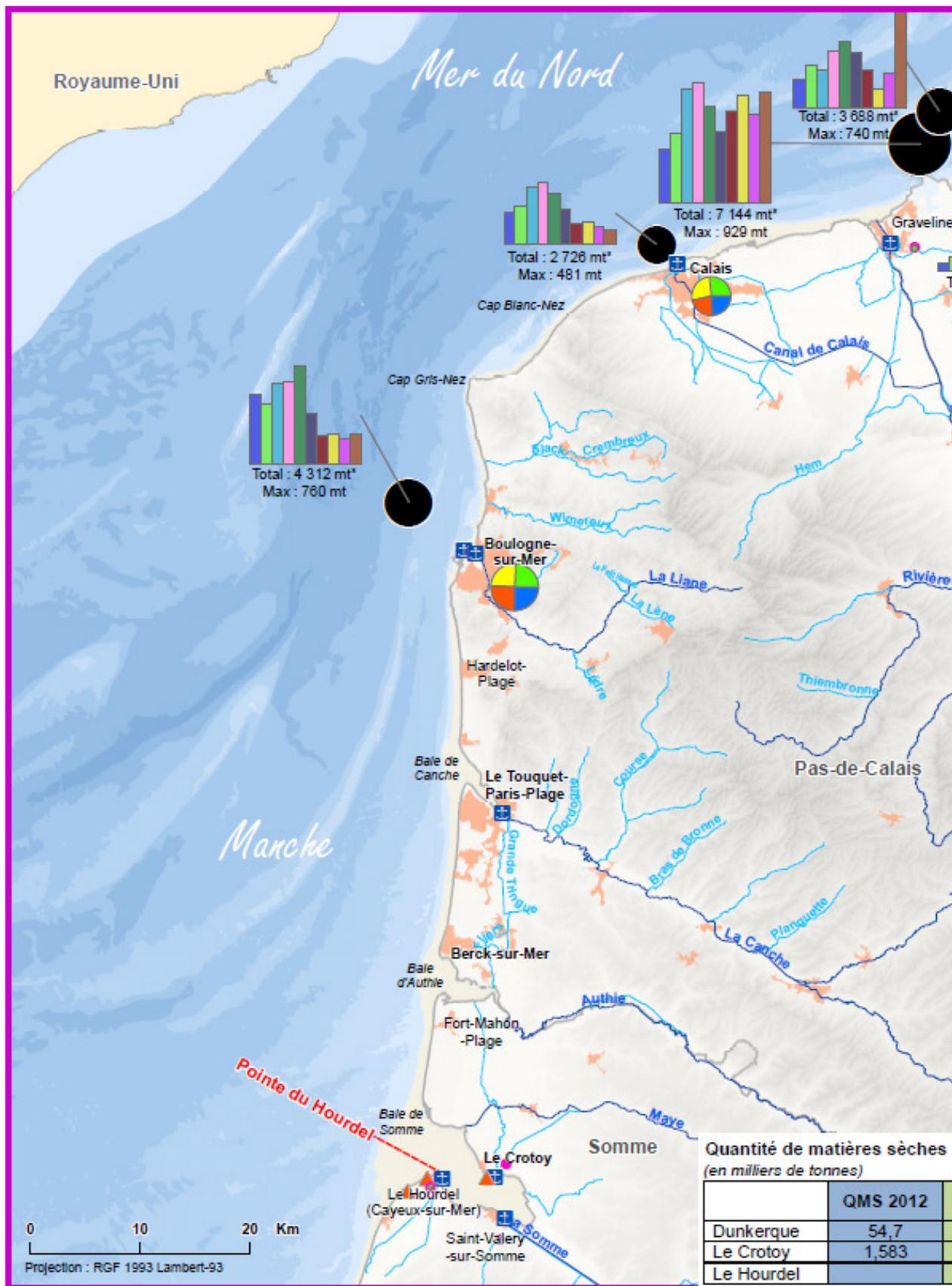
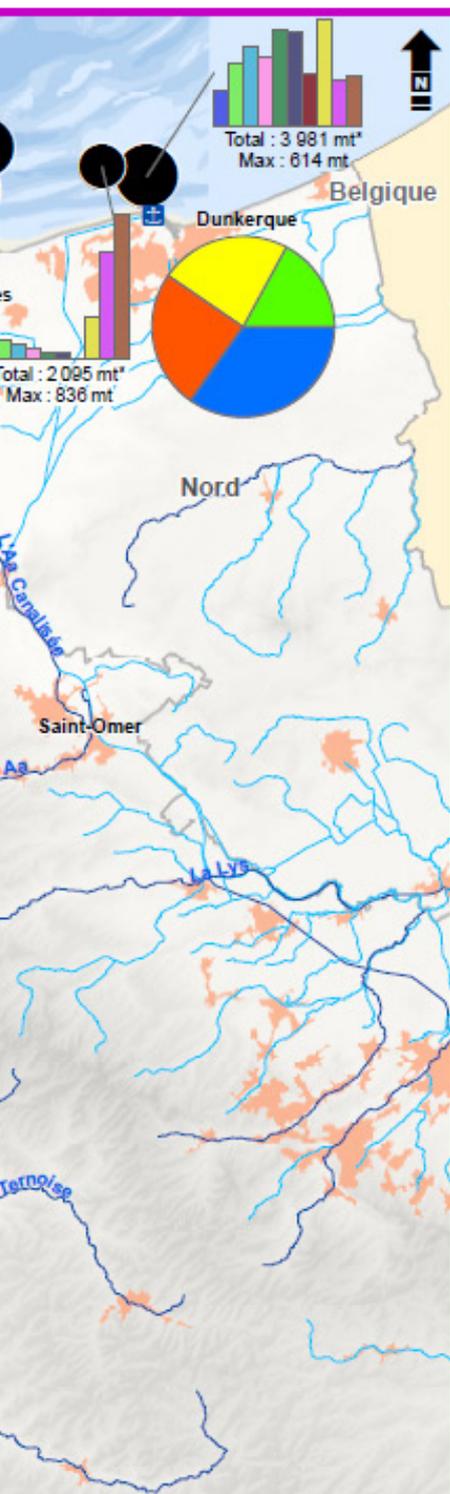


Figure 5.61 : Sites d'immersion avec leur quantité de matières sèches rejetées entre 2005 et 2014

Dynamiques et évolution du littoral

Synthèse des connaissances de la frontière belge à la pointe du Hourdel

Volumes de sédiments dragués et quantités de matières sèches immergées



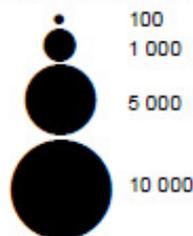
(QMS) gérées à terre

QMS 2013	QMS 2014	QMS 2015
1,61	87,9	196,3
	2,414	
	3,2	

- Limite de province sédimentaire
- Cours d'eau principal
- Cours d'eau secondaire
- Bâti
- Limite départementale
- ⊕ Port
- ▲ Rechargement de plage



Masse totale entre 2006 et 2015 (en milliers de tonnes)

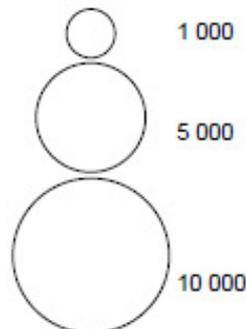


Masse par année (en milliers de tonnes)



* mt: Les étiquettes dans la carte ci-contre sont exprimées en milliers de tonnes

Volume total entre 2012 et 2015 (en milliers de m³)



Volume par année (en milliers de m³)



Pour le port de Gravelines, seule l'année 2012 a été complétée dans le cadre de l'enquête nationale

● Autre port dragué avec volume inférieur à 100

Les données cartographiées sur cette carte proviennent des enquêtes dragages menées auprès des services police de l'eau des DDTM par le Cerema pour le compte du MEEM.

Pour en savoir plus : www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr

Source - Copyrights :
 Province sédimentaire - Cerema & MEEM
 Site d'immersion, QMS, Dragage, Rechargement de plage - Cerema
 Port - Système d'information Halieutique - Ifremer
 GEOPLA® - ©IGN Paris - Reproduction interdite
 Occupation du sol - Corine Land Cover 2012
 BD Alti® - ©IGN Paris - Reproduction interdite
 Bathymétrie de métropole - Ifremer
 Pays limitrophes - EEA
 Cours d'eau - BD Carthage



5.3.1 Les ports de la baie de Somme

Dans la baie de Somme, des travaux de dragage ont été réalisés de 1976 à 1978 puis de 1993 à 1999. De 1993 à 1999, 800 000 m³ de vase ont été extraits en deux phases (Latteux, 2001).

Le port du Hourdel a reçu une autorisation décennale pour le dragage d'entretien à hauteur de 216 000 m³, avec un maximum annuel de 45 000 m³ (arrêté préfectoral du 14 avril 2014) (Tableau 5.11).

En 1997, un conseil portuaire a estimé le volume à draguer annuellement dans les ports de Saint-Valery-sur-Somme et du Crotoy (Tableau 5.12).

Les ports de pêche et de plaisance de Saint-Valery-sur-Somme étaient ponctuellement dragués tous les 7 à 10 ans (Tableau 5.13) mais ces dragages s'avéraient à chaque fois inutiles au-delà de quelques mois (Gravend, 2014). Depuis 2012, le département de la Somme expérimente un système de chasses hydrauliques⁵⁴ au niveau de l'exutoire du fleuve (écluse de Saint-Valery-sur-Somme) : à

marée montante, l'eau est emmagasinée dans le canal de la Somme et les vannes sont ouvertes une fois la marée redescendue. Au cours de l'hiver 2012-2013, une série de chasses expérimentales a été menée : ces opérations se sont avérées particulièrement fructueuses puisque 145 000 m³ de sédiments ont été évacués du port de Saint-Valery-sur-Somme. Les dernières chasses expérimentales ont été menées à l'automne 2014, et depuis 2015 les chasses sont régulières : le nombre d'opérations oscillerait selon le rythme des marées entre quatre et huit par mois (Godard et Godard, 2014).

En janvier 2017, 4 000 m³ de matériaux ont été dragués devant l'entrée du bassin de chasses du Crotoy au niveau d'un banc de sable qui freinait l'action des chasses. Les sédiments ont été déposés devant les enrochements du port de plaisance. Une réflexion est en cours avec les carriers du département qui sont intéressés pour le ré-emploi des matériaux de dragage du bassin de chasses du Crotoy qui représenteraient 2 Mm³ de sédiment (Rauch, 2017).

Tableau 5.11 : Volume de dragage de sédiments autorisé au port du Hourdel pour la période 2014-2024 (arrêté préfectoral du 14 avril 2014)

Secteur dragué	Fréquence de dragage	Type de sédiment	Volume autorisé	Valorisation
Chenal	Annuelle	Sable fin	2 000 m ³	Confortement de la rive gauche du chenal (remblaiement de l'anse aux Morts) et entretien du trait de côte
	2 fois sur la période		4 000 m ³	
	Annuelle	Sable	10 000 m ³	
Port de plaisance	2 fois sur la période	Sable fin	3 500 m ³	Non précisée
	Tous les 2 ans		1 000 m ³	Non précisée
Port de pêche	2 fois sur la période	Sable fin	4 000 m ³	Confortement des berges
	Tous les 2 ans		2 000 m ³	
Pointe du Hourdel	Annuelle	Sable et galets	± 10 000 m ³ (max. 100 000 m ³ sur la période)	Galets : rechargement de la plage de Cayeux-sur-Mer (construction d'épis et entretien de la digue) Sable : re-création de dunes et entretien du trait de côte

Tableau 5.12 : Quantité estimée de sédiments à draguer annuellement par port (Gravend, 2014)

Port de plaisance de Saint-Valery-sur-Somme	Port de pêche de Saint-Valery-sur-Somme	Port de plaisance du Crotoy	Port de pêche du Crotoy	Bassin de chasses
5 000 m ³	3 000 m ³	5 000 m ³	4 000 m ³	30 000 m ³

Tableau 5.13 : Quantité de matériaux dragués dans le port de Saint-Valery-sur-Somme entre 1990 et 2007 (Gravend, 2014)

Année	Port de pêche	Port de plaisance
1990	12 000 m ³	70 000 m ³
1997	25 000 m ³	30 000 m ³
2007	80 000 m ³	

54 La chasse est un brusque lâcher d'eau qui crée un fort courant, remettant en suspension les sédiments préalablement déposés et les « chassant » pour curer un chenal ou un bassin (effet de chasse).

5.3.2 Le port de la baie de Canche

Le port d'Étaples, propriété du département du Pas-de-Calais depuis 1984, est situé en rive droite de la Canche. L'estuaire de la Canche évolue selon le principe des estuaires picards (voir 4.3.5 *Baie de Canche*) et tend donc à se combler, notamment le chenal d'accès au port. L'ensablement est estimé à 80 000 m³/an dans la baie et environ 7 000 à 10 000 m³/an dans le port de plaisance d'Étaples (Département du Pas-de-Calais, 2010). Des dragages réguliers sont effectués mais ils s'avèrent inefficaces : en 2008 par exemple, 12 500 m³ de sédiments ont été dragués (sur 500 m, du pont Rose à l'estacade de la grue de levage) et déposés sur la rive gauche face au port de plaisance mais les sédiments alors déposés ont accéléré le comblement des pièges à sable et le port s'est réensablé (Antoine, 2010). Deux zones de stockage à terre des produits de dragage sont à l'étude dans le cadre de la démarche Sédimatériaux⁵⁵ au port d'Étaples, la première de 2 000 m² en rive droite en aval du pont SNCF et la seconde de 5 000 m² sur la rive gauche à proximité du pont Rose (Département du Pas-de-Calais, 2010 ; Antoine, 2010). Un des objectifs de ce projet est d'évaluer la possibilité de réutiliser les sédiments pour entretenir les équipements submersibles portuaires et réengraisser les plages et le cordon dunaire littoral.

5.3.3 Les ports de Boulogne-sur-Mer, Calais et Gravelines

Port de Boulogne-sur-Mer

Le port de Boulogne-sur-Mer a l'autorisation de draguer un volume maximal de sédiments de 530 000 m³ par année calendaire (arrêté préfectoral du 30 novembre 2012). Les sédiments sont très majoritairement vaseux (ARTELIA Maritime, 2016a). D'après les calculs de l'Ifremer (Chaussepied *et al.*, 1989) réalisés à partir des volumes déclarés par les services portuaires, le volume moyen annuel dragué et immergé en mer était de 491 700 m³ à Boulogne de 1971 à 1985. En 2010, les dragages du port de Boulogne-sur-Mer représentaient 760 000 t

(Cerema, 2015). Les produits de dragage d'entretien du port de Boulogne-sur-Mer immergeables sont déposés sur une zone d'immersion se situant à environ 3 milles (soit 4,8 km) au nord-ouest du phare de la digue Carnot près de la bouée d'atterrissage du port (Figure 5.61). Cette zone de rejet se trouve dans le Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale (PNM EPMO).

Port de Calais

Le port de Calais a l'autorisation de draguer un volume maximal de sédiments de 330 000 m³ par année calendaire (arrêté préfectoral du 02 décembre 2013). Les matériaux immergés sont constitués de sédiments meubles (vases, sables). D'après les calculs de l'Ifremer (Chaussepied *et al.*, 1989) réalisés à partir des volumes déclarés par les services portuaires, le volume moyen annuel dragué et immergé en mer était de 255 000 m³ à Calais de 1971 à 1985. En 2010, les dragages du port de Calais représentaient 390 000 t (Cerema, 2015). Les produits de dragage d'entretien du port de Calais immergeables sont déposés sur une zone d'immersion se situant à environ 1 mille (soit 1,6 km) de la sortie du port (Figure 5.61). En juillet 2016, 50 000 m³ de ces sédiments, dragués dans le cadre des travaux prévus pour le projet d'extension portuaire *Calais 2015*, ont été utilisés pour le rechargement d'urgence de la baie de Wissant (voir 5.1.2.c *Les zones basses* et Figure 5.38) (geodunes.fr, 2016a ; Héquette *et al.*, 2016). Une grande partie des surplus a été valorisée dans le cadre des besoins du chantier d'extension du port de Calais en 2015. Ainsi, selon la Région Hauts-de-France, le concessionnaire du port n'a quasiment pas eu de sable en surplus (ARTELIA Maritime, 2016a).

Port de Gravelines

En mai et juin 2013, un dragage de la passe d'entrée du port départemental de Gravelines-Grand-Fort-Philippe a été réalisé avec vidage sur la zone autorisée du GPMD (Source : Dragages du port de Gravelines).

55 Démarche française lancée en 2009 par la signature d'une charte de « préfiguration », regroupant des volontés de collectivités locales et de gestionnaires de ports. Elle vise à améliorer les connaissances suite à l'évolution de la réglementation et de la classification des sédiments de dragage portuaires et fluviaux, ainsi qu'à apporter une réponse adaptée et dimensionnée à la problématique de gestion et de valorisation terrestre des sédiments de dragage. Elle labellise des projets mettant en œuvre des moyens innovants pour maîtriser les impacts de la gestion à terre de ces sédiments, afin de permettre l'émergence et la pérennisation de filières terrestres de « valorisation matière » appliquées aux sédiments dans un contexte de développement durable. Cette démarche comprend la réalisation, dans un cadre environnemental maîtrisé, de plusieurs ouvrages opérationnels à une échelle limitée mais significative, intégrant des sédiments de dragage portuaires et fluviaux (remblais techniques, routes, éléments de protection contre l'érosion côtière, bétons, etc.) (Sedilab, 2017). Elle devrait entrer en phase opérationnelle en 2017.

5.3.4 Le Grand port maritime de Dunkerque

Le port de Dunkerque fait partie des 11 Grands ports maritimes de France⁵⁶ présentant une forte activité en matière de dragages. Pour maintenir un accès aux différentes zones du port, le GPMD est amené à réaliser des campagnes de dragage chaque année. Ces campagnes sont réparties sur plusieurs mois, avec une interruption durant la période estivale conformément aux arrêtés préfectoraux. D'après les calculs de l'Ifremer (Chaussepied *et al.*, 1989) réalisés à partir des volumes déclarés par les services portuaires, le volume moyen annuel dragué et immergé entre 1971 à 1985 en mer était de 1,8 Mm³ au port Ouest et de 1,0 Mm³ au port Est. Le volume autorisé à draguer annuellement dans le port de Dunkerque est de 6,5 Mm³, dont 1,2 Mm³ pour le port Est et 5,3 Mm³ pour le port Ouest (arrêté préfectoral du 09 mars 2012 ; GPMD, 2013). Ce volume représente environ 6 Mm³ de sédiments sains et 500 000 m³ de sédiments contaminés (non immergeables). Les sédiments sains sont essentiellement des vases immergeables (5,8 Mm³) et également des sables propres utilisés pour le rechargement des plages ou la commercialisation (200 000 à 500 000 m³). Concernant les sédiments

contaminés, 150 000 m³ de sédiments sont gérés chaque année à terre (arrêté préfectoral du 09 mars 2012 relatif aux dragages et immersions – arrêté préfectoral du 25 juillet 2007, complété le 25 avril 2016, relatif aux vases non immergeables ; GPMD, 2013 ; Idra Ingénierie, 2015). Toutes les zones ne sont pas draguées annuellement du fait qu'elles ne subissent pas toutes le même taux d'envasement en fonction de leur localisation par rapport aux entrées d'eaux marines et d'eaux douces. De ce fait, les volumes dragués annuellement varient donc selon le nombre de zones à draguer (Tableau 5.14).

Au cours de ces dernières années l'activité de dragages sur le port de Dunkerque est montée en puissance pour dépasser les 2 Mt de matières sèches en 2012 (Tableau 5.15), soit plus de 83 % du volume dragué sur la province.

Sur la province, de 2007 à 2011, plus de 90 % des sédiments dragués sont clapés en mer (Tableau 5.15). Ces quantités de matières sèches immergées varient entre 1,1 Mt en 2006 et 3 Mt en 2010. Dunkerque est le port qui recense la plus grosse quantité de matières sèches draguées et immergées sur la province, avec jusqu'à 1,8 Mt en 2010. Le GPMD dispose de 4 zones d'immersion (Tableau 5.16 et Figure 5.53).

Tableau 5.14 : Volumes de sédiments dragués et non-immergeables en mètres cubes de 2000 à 2015 pour le Grand port maritime de Dunkerque (source interne GPMD et bilan décennal des dragages)

Année	Volumes de sédiments dragués		Volumes non immergeables	TOTAL
	Port Ouest	Port Est		
2000	2 327 000	694 000	/	3 021 000
2001	1 903 000	1 042 000	/	2 945 000
2002	2 895 000	1 147 000	/	4 042 000
2003	1 932 047	1 215 314	0	3 147 361
2004	1 741 974	879 676	0	2 621 650
2005	2 556 871	964 967	503 787	4 025 625
2006	1 769 528	444 377	254 048	2 467 953
2007	1 727 479	671 267	371 690	2 770 436
2008	2 252 394	1 074 221	388 046	3 714 661
2009	2 631 560	756 257	169 036	3 556 853
2010	2 258 042	952 878	/	3 210 920
2011	2 164 231	1 495 379	/	3 659 610
2012	1 929 630	661 087	/	2 590 717
2013	2 812 000	820 000	/	3 632 000
2014	4 340 000	755 000	/	5 095 000
2015	3 329 000	1 786 000	/	5 115 000
TOTAL	38 569 756	15 359 423	1 686 607	55 615 786
Moyenne (en m³/an)	2 410 610	959 964	337 321	3 475 987

⁵⁶ Les 11 ports français ayant le statut de Grand port maritime sont Bordeaux, Dunkerque, La Rochelle, Le Havre, Marseille, Nantes-Saint-Nazaire et Rouen depuis 2008, ainsi que les ports de la Guadeloupe, la Guyane, la Martinique et La Réunion depuis 2013.

Tableau 5.15 : Quantités de matières sèches draguées et immergées entre 2006 et 2012 (en million de tonnes de matières sèches) sur les ports de la province et zoom sur le Grand port maritime de Dunkerque (Cerema, 2015 d'après les réponses des DDTM 59, 62 et 80 et les chiffres du GPMD)

Année	Ports de la province (hors Dunkerque)		Grand port maritime de Dunkerque		Total des quantités	
	Quantités draguées	Quantités immergées	Quantités draguées	Quantités immergées	Draguées	Immergées (proportion)
2006	1,393	0,52	0,59	0,59	1,983	1,110 (56 %)
2007	0,797	0,79	1,317	1,317	2,114	2,107 (100 %)
2008	1,160	1,10	1,713	1,713	2,869	2,813 (98 %)
2009	1,140	1,14	1,503	1,272	2,643	2,412 (91 %)
2010	1,164	1,159	1,932	1,846	3,096	3,005 (97 %)
2011	0,679	0,676	1,677	1,553	2,356	2,229 (95 %)
2012	0,393	0,393	2,026	1,293	2,419	1,686 (70 %)

Tableau 5.16 : Zones d'immersion des sédiments du Grand port maritime de Dunkerque (Source : Cerema, 2015 d'après l'enquête annuelle sur les dragages)

Zones d'immersion	Superficie (km ²)	Sédiments
Vidage Ouest-Nord	1,48	Sables / vases
Vidage Ouest-Sud	1,31	Vases
Vidage Centre	1,1	Sables / vases
Vidage Est	1,0	Sables / vases

Dans le cadre de son plan d'aménagement et de développement durable (PA2D) lancé en avril 2009, le GPMD souhaite retraiter la majeure partie de ses 500 000 m³ de sédiments annuels non immergeables. En 2010, le port s'est doté d'un plan de gestion opérationnel des dragages (PGOD) lui permettant de mettre en œuvre des filières de gestion des sédiments selon leur nature et leur qualité physico-chimique et écotoxicologique. L'un des enjeux principaux de la valorisation des sédiments est la lutte contre l'érosion littorale (Grégoire, 2012). Dans ce contexte, le GPMD a co-dirigé avec l'ULCO deux thèses sur la gestion des sédiments sableux pour mieux connaître le fonctionnement de son trait de côte (Raison, 2010). De plus, conformément à l'arrêté préfectoral du 09 mars 2012, le GPMD élabore son plan de gestion de l'unité de gestion n°4 (UG4⁵⁷) dont la finalisation est prévue pour 2017.

Entre 2009 et 2014, le GPMD a traité et valorisé 350 000 m³ de sédiments non immergeables au travers de diverses filières. Trois réalisations ont été menées, en lien notamment avec la démarche Sédimatériaux (voir 5.3.2), démontrant ainsi les possibilités de ré-emploi utile des sédiments contaminés (Grégoire, Glaser, 2014 ; Herman *et al.*,

2014) :

- (1) Entre 2009 et 2013, 50 000 m³ de sédiments de dragage non immergeables ont été valorisés après lagunage actif⁵⁸ pour ériger un éco-modèle paysager au sein de la zone portuaire, sur 500 m le long du canal des Dunes. Il se compose à 92 % de sédiments non immergeables.
- (2) En 2012, 450 m³ de sédiments non immergeables ont été valorisés pour reconstruire, sur 700 m de long, la « Route Freycinet 12 », située dans le port de Dunkerque. La route est ainsi composée de près de 25 % de sédiments non immergeables (volume total de 1 800 m³).
- (3) En 2013, le GPMD a lancé la construction de 110 blocs de parement de brise-lames, au volume de 4 et 6 m³ (soit un poids 10 à 20 t), avec des sédiments contaminés dragués en 2012. En moyenne, les blocs en béton ont intégré entre 12,5 et 20 % de sédiments contaminés (moyenne de l'ordre de 13 %), soit environ 0,5 m³ de sédiments (*in situ*/avant dragage) par mètre cube de béton.

57 Les unités de gestion ont été définies par le PLAGE (SMCO, 2003). L'UG4 correspond à l'emprise de la cellule hydrosédimentaire 7.

58 Le lagunage actif consiste en la déshydratation des sédiments par étalage dans des bassins : l'eau s'écoule d'abord gravitairement et est évacuée par drainage puis les sédiments sont aérés par retournements réguliers afin que l'eau s'évapore.

Des dragages sont également effectués ponctuellement lors de travaux : dans le cadre du confortement de la digue des Alliés réalisé entre 2011 et 2014 (voir 5.1.3.b. *Les ports de Calais et de Dunkerque* et [Tableau 5.9](#)), 1,2 Mm³ de sables ont été dragués dans les gabarits d'entretien du port Est, puis refoulés sur l'estran situé au pied de la digue des Alliés⁵⁹. De nombreuses analyses de compatibilité des sédiments d'emprunts avaient été réalisées en amont afin de choisir le sédiment le plus approprié (geodunes.fr, 2015c). Une thèse est également en cours sur le suivi du rechargement par des sédiments issus de dragage (Spodar *et al.*, 2017).

5.4 Autres activités humaines

La densité moyenne de population sur le littoral de la région Hauts-de-France est de 479 hab./km² en 2009 ; les communes littorales des départements du Nord et du Pas-de-Calais sont les plus densément peuplées de la province ([Tableau 5.17](#)). Cette densité régionale est plus de 50 % supérieure à la moyenne des communes littorales métropolitaines et plus de quatre fois plus forte que la moyenne des communes métropolitaines (ONML, 2016a, 2016b). Boulogne-sur-Mer ressort comme étant la commune littorale métropolitaine ayant la plus forte densité de population en 2009 avec 5 144 hab./km² (ONML, 2016b).

La population des communes littorales de la province a par ailleurs augmenté depuis les années 1960 mais à une vitesse moins importante que la moyenne nationale des communes littorales, comme de l'ensemble des communes métropolitaines : en effet, la population des communes littorales des départements du Nord et du Pas-de-Calais a gagné près de 25 % et 15 % respectivement entre 1962 et 2009 alors que celle du département de la Somme a perdu près de 5 % sur la même période (ONML, 2016b). Alors que la population littorale du département du Pas-de-Calais semble relativement stable sur la période 1990-2009, la population du Nord diminue depuis 1982 (ONML, 2016b).

Les projections de l'INSEE à 2040 montrent que la croissance des départements littoraux de la province

devrait se poursuivre à hauteur de 3,2 % pour les départements du Nord et du Pas-de-Calais (soit + 127 000 habitants entre 2007 et 2040) et de 7,1 % pour l'ancienne région Picardie (soit + 40 000 habitants entre 2007 et 2040) (ONML, 2016b). Cette croissance est néanmoins moins importante que pour l'ensemble des départements littoraux de métropole (17,3 %) et l'ensemble des départements métropolitains (12,9 %) (ONML, 2016b).

Cette forte densité de population s'accompagne de nombreux impacts potentiels, directs ou indirects, sur le milieu marin, les apports en sédiments à la côte et par conséquent l'évolution du littoral et des fonds, tels que ([Figures 5.62 et 5.63](#)) :

- la rupture des échanges sédimentaires côtiers du fait de l'artificialisation des espaces littoraux et rétro-littoraux par le développement de stations balnéaires et d'infrastructures liées aux activités économiques, notamment touristiques,
- la modification de la nature des fonds et des processus de sédimentation en mer par le développement d'activités économiques en mer et sur le littoral, notamment les activités de pêche en mer (arts traînants pouvant impacter les fonds marins), en proche côtier (notamment la conchyliculture) ou à terre (pêche à pied, professionnelle ou de loisir) et les projets de développement des énergies marines renouvelables (impact des installations),
- la dégradation d'espaces naturels sensibles participant à l'équilibre des échanges sédimentaires littoraux, notamment du fait de l'accès au littoral et l'accueil du public (par exemple le piétinement des dunes) ou la gestion des sources de pollution potentielles (collecte des déchets sur les plages ou nettoyage des plages après des pollutions accidentelles par hydrocarbures).

Les zonages réglementaires liés à la protection de l'environnement, en limitant ces impacts potentiels, participent ainsi indirectement à la protection du littoral et à son équilibre sédimentaire.

Tableau 5.17 : Densité de population moyenne en habitants par kilomètre-carré dans les communes littorales des départements de la province en 2009 (ONML, 2016a, 2016b d'après INSEE, RP 2009)

	Communes littorales du département			Communes de métropole	
	Somme	Pas-de-Calais	Nord	Départ. littoraux	Tous départements
Nombre de communes	16	27	9	885	36 570
Nombre d'habitants	22 434	218 961	151 295	6 159 864	62 465 709
Densité de population (hab./km²)	82	570	936	285	115

⁵⁹ Les rechargements issus de ces dragages ne sont pas comptabilisés dans le tableau de la [Figure 5.61](#) du fait du mode de rechargement opéré : en effet, ils sont directement clapés dans les petits-fonds et non pas rechargés par voie terrestre.

5.4.1 Transports, constructions et équipements côtiers

Le trafic maritime de passagers est très important sur la province : entre 15 et 20,5 millions de passagers par an y ont pris le ferry entre la France et le Royaume-Uni entre 2000 et 2016, dont 10 à 15 millions de Calais vers Douvres, ce qui fait du Pas-de-Calais le premier département littoral français pour le transport de passagers (ONML, 2016b, 2016a, 2017). Les ports se sont progressivement développés sur le littoral (voir historique des ports en 5.1.2.a *Le port de Boulogne-sur-Mer* et 5.1.3.b. *Les ports de Calais et de Dunkerque*), notamment à Dunkerque où le port s'étend sur une longueur de 17 km (dunkerque-port.fr, 2016). Les voies de communication et les ouvrages de protection ont suivi le développement des ports. Les ouvrages ont parfois un double usage comme la digue du Braek, située en front de mer entre les ports Ouest et Est de Dunkerque, qui comporte une route. Normalement interdite à la circulation, elle est néanmoins très fréquentée par des promeneurs qui l'utilisent pour garer leur véhicule.

La construction de logements est en relative stabilité depuis 1990 (DCSMM in : Colas, 2012 ; ONML, 2014 ; **Tableau 5.18**). Dans un contexte d'accroissement des populations côtières et d'attrait des rivages maritimes, l'impact de l'urbanisation du milieu littoral est connu mais aucune étude scientifique n'en démontre les conséquences. Le tourisme est aussi un moteur de l'artificialisation du territoire littoral et les aménagements pour l'accueil du public sont nombreux sur le littoral de la province :

- parkings pour les sites visitables (cap Gris-Nez, cap Blanc-Nez, plages littorales...),
- villages vacances (à Fort-Mahon-Plage, Merlimont, Équihen, Blériot-Plage...) ou campings installés en arrière du cordon dunaire (à Berck-sur-Mer, Camiers, Marck, Oye-Plage, Bray-Dunes...),
- résidences secondaires (principalement dans les stations balnéaires du Touquet-Paris-Plage et de Berck-sur-Mer).

Tableau 5.18 : Construction de logements dans les communes littorales des régions de la province entre 1990 et 2012 (ONML, 2014)

Communes	Moyenne 1990-1994		Moyenne 2002-2006		Moyenne 2008-2012		Pression de construction moyenne 1990-2012 (m ² /km ² /an)
	En m ²	Part en %	En m ²	Part en %	En m ²	Part en %	
Région Nord-Pas-de-Calais	157 661	4,1	178 155	3,8	126 616	3,4	279
Région Picardie	14 241	0,4	26 468	0,6	17 769	0,5	73
Littoral métropolitain	3 813 537	100	4 714 034	100	3 672 996	100	181
Métropole	27 845 877	-	40 992 083	-	32 635 063	-	61

Les blockhaus font également partie des constructions réalisées sur le milieu littoral : malgré leur grand nombre sur les dunes et parfois sur l'estran, leur impact sur la sédimentologie du littoral n'a pas fait l'objet d'études scientifiques précises. Néanmoins leur position est un témoin pour étudier la position du trait de côte (travaux de bunkerarchéologie de Lanoy-Ratel, 1998b, 1998a, 2000, 2004 ; Battiau-Queney, 2004).

5.4.2 Gestion hydraulique, poldérisation et dépoldérisation

Afin de gagner de la surface pour les activités humaines, de nombreux secteurs de la province ont été progressivement **poldérisés** (Figures 5.1, 5.2 et 5.35 ; voir également 3.3.2 *Marais et lagunes* et 5.1.3.a. *Les waterings*). Ces zones basses endiguées et asséchées sont très exposées au risque de submersion marine. Des actions de dépoldérisation sont menées sur les littoraux européens depuis les années 1980 afin de recréer des espaces-tampons de prés-salés et d'atténuer la houle en avant des digues (Goeldner-Gianella, 2008 ; Goeldner-Gianella, Verger, 2009 ; Goeldner-Gianella, 2010). Un cas de dépoldérisation est à l'étude sur la province : il s'agit de l'enclos de la ferme de La Caroline, situé sur la commune de Lanchères, entre Le Hourdel et Saint-Valery-sur-Somme. Le projet envisage la réalisation de plusieurs brèches dans la digue pour créer un bassin naturel d'une superficie utile de 27 ha qui se remplirait et se vidangerait au rythme des marées. L'objectif principal serait de lutter contre l'ensablement et de maintenir l'accès au port du Hourdel pour les bateaux de pêche. Pour cela, un ouvrage de liaison avec le bassin dépoldérisé permettrait de créer un effet de chasse hydraulique dans le chenal du courant à poissons et dans le chenal de navigation de Lanchères qui dessert le port de pêche du Hourdel : à marée descendante, la vidange du bassin générerait des vitesses de courants importantes qui limiteraient ainsi les dépôts de sédiments dans le chenal. Ces travaux seraient envisagés à l'horizon 2020 (Bawedin, 2000 ; Hermel, 2001 ; Sogreah, 2007 ; Ademe, 2013).

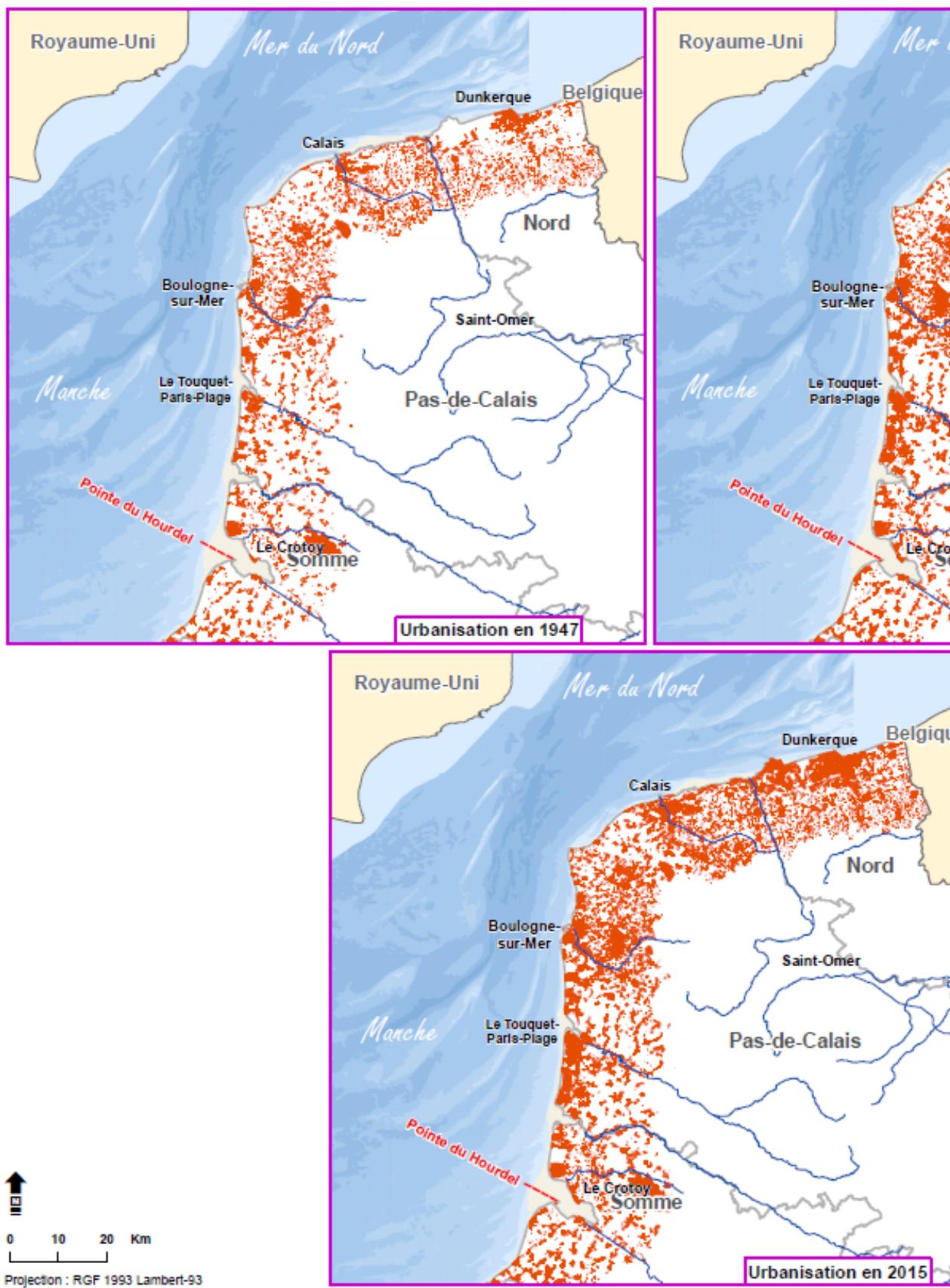
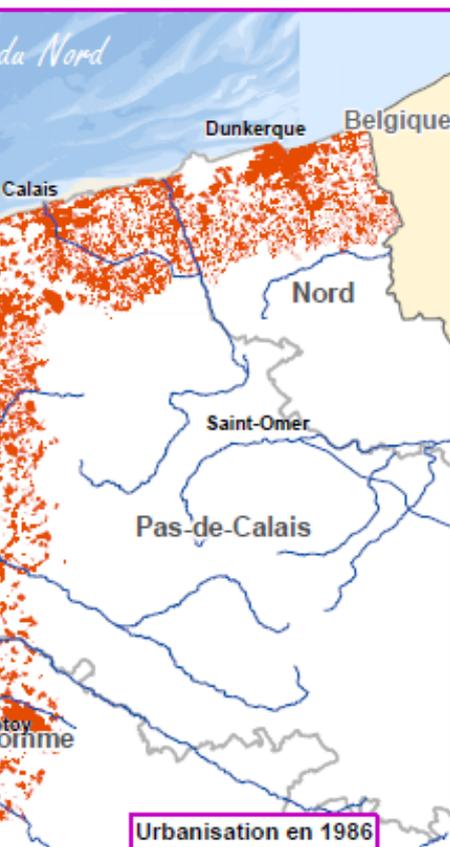


Figure 5.62 : Evolution de l'urbanisation sur le littoral de la frontière belge à la pointe du Hourdel entre 1947 et 2015

Dynamiques et évolution du littoral

Synthèse des connaissances de la frontière belge à la pointe du Hourdel



Progression de l'urbanisation

- Limite de province sédimentaire
- Cours d'eau principal
- Limite départementale



■ Etat de l'urbanisation

[Pour en savoir plus : www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr](http://www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr)

Source - Copyrights :
 Province sédimentaire - Cerema & MEEM
 Historique du bâti - Fichiers fonciers - DGFiP
 Pays limitrophes - EEA
 GEOFLA® - ©IGN Paris Reproduction interdite
 Occupation du sol - Corine Land Cover 2012
 Cours d'eau - BD Carthage
 BD Alti® - ©IGN Paris Reproduction interdite



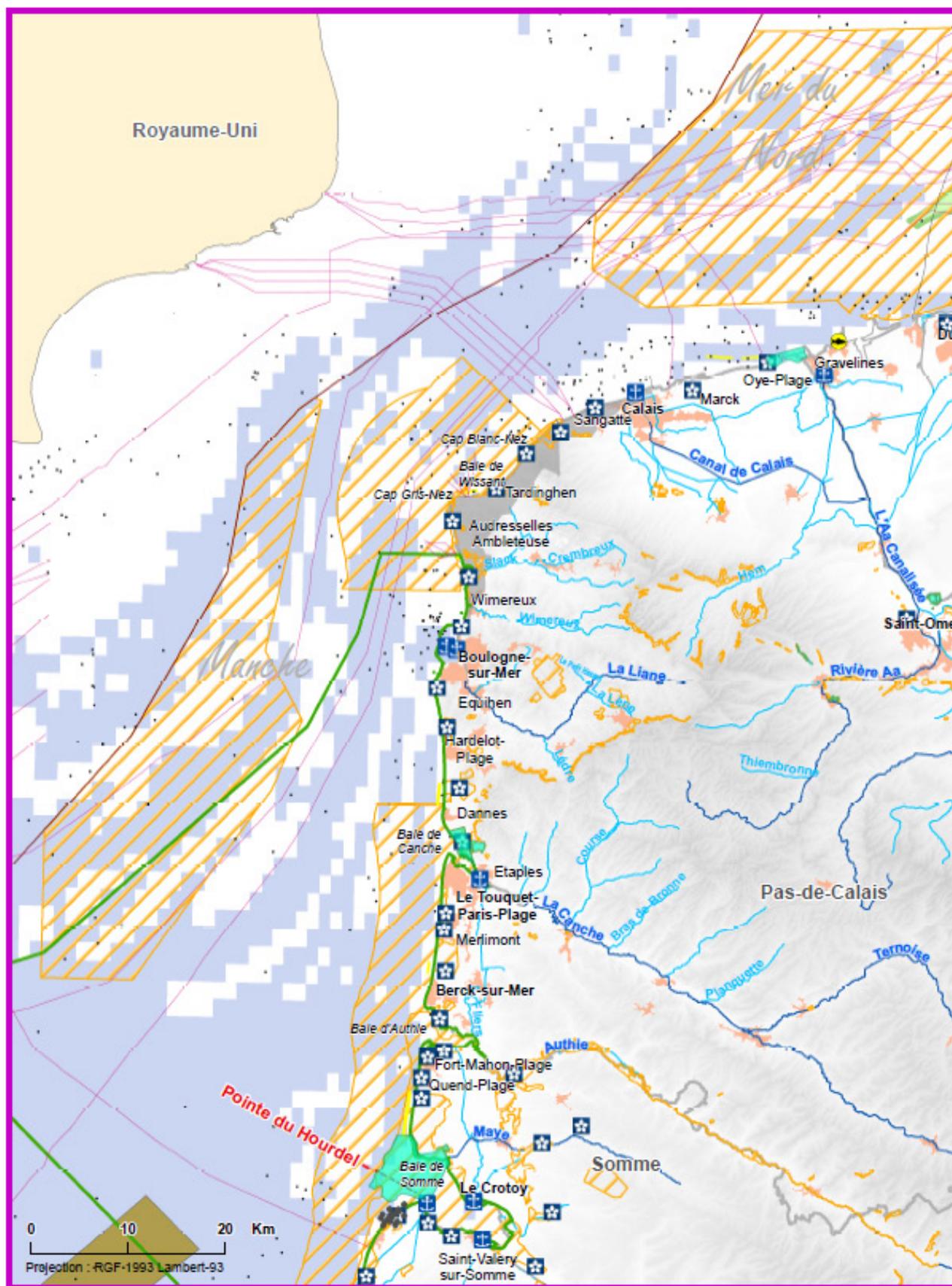


Figure 5.63 : Autres activités humaines présentes sur le littoral de la frontière belge à la pointe du Hourdel

Dynamiques et évolution du littoral

*Synthèse des connaissances
de la frontière belge à la pointe du Hourdel*



Autres activités humaines

- Limite de province sédimentaire
- Frontière
- Cours d'eau**
- Cours d'eau principal
- Cours d'eau secondaire
- Bâti
- Limite départementale
- Conduite sous-marine
- Câble sous-marin
- ⚓ Port
- Epave
- Energies marines renouvelables**
- Eolien posé AO 2012 -
- Eolien posé: site propice en cours d'appel d'offres 2017
- Pêche professionnelle aux arts trainants**
- Estimation des zones les plus fréquentées par les navires équipés du dispositif VMS pêchant aux arts trainants
- Aquaculture**
- Ferme piscicole
- Concession de cultures marines
- Extraction de galets**
- Site d'extraction de galets
- Protection de l'environnement**
- ▨ Directive Habitat (SIC et ZSC)
- Réserve naturelle nationale
- Grand Site des Deux-Caps
- Parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale
- ⚓ Terrain du conservatoire du littoral



► Pour en savoir plus : www.geolittoral.developpement-durable.gouv.fr

Source - Copyrights :
 Province sédimentaire - Cerema & MEEM
 VMS - MEEM
 EMR - Cerema & MEEM
 Conduites et câbles - SHOM
 Port - Ifremer
 Aquaculture - DIRM
 Extraction de galets - Cerema
 Protection de l'environnement - MEEM
 Terrains du Conservatoire du littoral - CELRL

Pays limitrophes - EEA
 GEOFLAB® - ©IGN Paris - Reproduction
 interdite
 Occupation du sol - Corine Land
 Cover 2012
 Cours d'eau - BD Carthage
 BD Alti® - ©IGN Paris - Reproduction
 interdite



Le principe des **chasses hydrauliques** est déjà pratiqué en baie de Somme, au niveau du bassin de chasses du port du Crotoy (voir 5.1.1.b. *Les baies* et *Figure 5.15*) : chaque jour, 5 heures après la pleine mer, les portes des écluses s'ouvrent et libèrent l'eau, provoquant un très fort courant à la sortie du bassin. Un effet de chasse se produit et emporte les sédiments pour éviter qu'ils ne stagnent et ainsi lutter contre l'ensablement du port du Crotoy et de la baie de Somme (crotoybaiedesomme.com, 2017). À Saint-Valery-sur-Somme, les chasses hydrauliques ont été expérimentées jusqu'en 2014 et sont intégrées à la gestion courante des ouvrages depuis 2015 (voir 5.3.1 *Les ports de la baie de Somme*). Cette technique permet un curage naturel du chenal de navigation d'accès au port de Saint-Valery-sur-Somme et limite ainsi les dragages d'entretiens.

5.4.3 Énergie et énergies marines renouvelables

La centrale nucléaire de Gravelines, située dans la plaine maritime flamande, fait l'objet de nombreux suivis-tests, notamment pour une surveillance écologique et halieutique annuelle par l'Ifremer. Sur la période novembre 2014 – octobre 2015 (Antajan *et al.*, 2016), les analyses montrent que les sédiments de l'estran de Petit-Fort-Philippe sont majoritairement constitués de sables fins et moyens (entre 92 et 99 %), avec une proportion de particules fines (< 63 µm) plus élevée en haut de l'estran. Les sédiments sont fins dans le secteur situé en dehors de l'impact courantologique de la centrale et moyens à fins dans le secteur impacté par le panache de rejet du CNPE⁶⁰. Une diminution globale des particules fines a été constatée sur l'estran depuis 2000. Les eaux rejetées par la centrale ont une teneur en chlore de 0,8 à 1 mg/l : du fait des propriétés chimiques de cet élément, le chlore disparaît rapidement pour donner des chlorures et des bromures présents naturellement en grande quantité dans l'eau de mer (Grégoire, 1986). La ferme aquacole de Gravelines profite des eaux chaudes de la centrale pour élever des bars et dorades royales (voir 5.4.4.b *Les cultures marines*).

Dans le cadre des objectifs de la France de développer la part des énergies renouvelables à 40 % de la production d'électricité en 2030, notamment afin de contribuer à la mise en œuvre de l'Accord de Paris, un processus d'identification de nouvelles zones propices à l'éolien en mer posé et flottant a été engagé depuis 2014 par le ministère en

charge de l'énergie. Les premières études ont mis en évidence un potentiel très important pour l'éolien en mer posé au large de Dunkerque : le projet se situe au cœur du site Natura 2000 des Bancs des Flandres (*Figure 5.62*). Début 2015, un 3^e appel d'offres a été lancé sur cette zone. Il a donné lieu à des concertations locales avec l'ensemble des acteurs directement concernés afin de qualifier et de hiérarchiser les usages sur ces zones pour ainsi déterminer un périmètre précis pouvant accueillir un parc éolien d'une puissance d'au moins 500 MW. En parallèle, le ministère en charge de l'énergie a engagé des études visant à approfondir les connaissances sur cette zone en matière de données météo-océaniques, géophysiques et environnementales (DREAL Hauts-de-France, 2016).

5.4.4 Activités de pêche et cultures marines

La pêche et l'aquaculture représentent plus d'une centaine de millions d'euros de chiffre d'affaires par an sur la province (97 M€ en 2008 pour la pêche, 18 M€ en 2012 pour la mytiliculture et 17 M€ pour la pisciculture) (Agence de l'Eau Artois Picardie, 2012). Leur impact sur les fonds marins et sur le fonctionnement hydrosédimentaire est reconnu, notamment pour la pêche au large, la pêche à pied et la mytiliculture.

5.4.4.a. La pêche au large

Huit ports de pêche sont répartis le long de la province : Le Hourdel, Saint-Valery-sur-Somme, Le Crotoy, Étaples, Boulogne-sur-Mer, Calais, Grand-Fort-Philippe et Dunkerque. Le port de Boulogne-sur-Mer est le premier port de pêche français en tonnage avec 33 628 t en 2016 (La Voix du Nord, 2017). La flotte de la province regroupe 18 % de la flotte métropolitaine avec 193 navires (CRPMEM, 2015c ; ONML, 2016b) :

- 132 navires (dont des petits chalutiers) pratiquant la petite pêche⁶¹,
- 29 navires pratiquant la pêche côtière (essentiellement au chalut et à la senne⁶² en Manche est et au sud de la mer du Nord),
- 6 navires pratiquant la pêche au large (chalutiers pêchant au chalut de fond au nord de la mer du Nord, à l'est et à l'ouest de l'Écosse et en Norvège).

60 Centre nucléaire de production d'électricité.

61 La petite pêche désigne les navires rentrant à quai tous les jours (durée de marée inférieure à 24 heures).

62 La senne de fond est un engin traînant composé d'une grande poche en forme d'entonnoir avec deux longs câbles attachés à chaque extrémité de l'ouverture horizontale, pour assurer le rabattage du poisson vers l'entrée du filet.

La pêche aux arts traînants (dragues, chaluts de fond et à perche) crée une abrasion des couches supérieures des fonds marins et peut perturber le milieu en remettant en suspension des sédiments qui peuvent ensuite être transportés par les courants. Cette pêche concerne toutes les côtes de la province et exerce une pression particulièrement forte au large de la Somme et du département du Nord, en continuité des eaux de Belgique (ONML, 2016b, d'après Ifremer-SIH, 2012).

5.4.4.b. Les cultures marines

Les cultures marines de la province sont principalement de la pisciculture et de la conchyliculture.

La pisciculture est représentée par une écloserie marine et une ferme aquacole sur terre (Aquanord), situées à Gravelines. Elles utilisent les eaux chaudes rejetées par le CNPE pour élever des bars et dorades royales. Il s'agit de la plus grosse ferme marine en bassins au monde et de la plus grande écloserie marine d'Europe en 2012 (ORS NPDC, 2012).

La production de conchyliculture dans les Hauts-de-France est essentiellement fournie par la mytiliculture (Tableau 5.19) qui regroupe une quinzaine d'entreprises réparties sur 55 ha et dont la production annuelle atteint environ 2 600 t (chiffre de 2012, stable depuis 2003 d'après Onema, Agence de l'Eau Artois Picardie, 2013 ; pour 25 entreprises conchylicoles sur la province en 2009 d'après Girard, 2012). Dans le département du Nord, une activité d'élevage de moules se développe depuis 2007 sur des filières en mer. Sur les plages du Pas-de-Calais et de la Somme deux techniques d'élevage de moules sont pratiquées depuis les années 1980 : l'élevage de moules à plat et l'élevage de moules sur pieux (bouchots). Plusieurs gisements naturels de moules exploités par des professionnels viennent compléter la production mytilicole. Les coques sont exploitées par la pêche à pied sur des gisements naturels (voir 5.4.4.c. *La pêche à pied*). L'ostréiculture est absente sur la province. Une orientation vers un élevage de pétoncles noirs est à l'étude pour diversifier la production au large de Zuydcoote (Onema, Agence

de l'Eau Artois Picardie, 2013 ; Vérin, Lefebvre, 2016).

La mytiliculture par élevage sur bouchots est la seule culture marine ayant un impact sur le fonctionnement hydrosédimentaire du littoral documenté dans la littérature scientifique : l'implantation des bouchots sur l'estran a un impact sur la dynamique sédimentaire car les pieux diminuent la vitesse des courants ce qui favorise la sédimentation à leur pied. Cette sédimentation se fait au détriment des plages situées en aval de la dérive littorale, pouvant provoquer l'érosion de ces dernières (Sornin, 1981 ; Grant, 2010 ; McKindsey *et al.*, 2011 ; Grant *et al.*, 2012). C'est le cas des activités conchylicoles situées en face de la dune du Châtelet, en baie de Wissant, qui ont pu perturber la dérive littorale en piégeant le sédiment (Cartier, 2014).

En baie de Somme, nombreux sont ceux qui font reposer les problèmes d'ensablement de la rive nord de l'estuaire et de la baie interne sur l'influence hydrodynamique que peuvent avoir les piquets de bouchots sur la sédimentation (Bastide, 2011). Depuis les années 1980, la conchyliculture s'est développée de Quend-Plage à l'anse Bidard, représentant en 2006 un linéaire d'environ 5 km de piquets de bouchots implantés sur l'estran (Bastide, 2011). Une comparaison de profils levés en 1983 et 1994 avec ceux réalisés au cours d'une mission de terrain menée en juillet 2001 au niveau de Quend-Plage a effectivement montré une tendance à l'accrétion au niveau des bouchots depuis les années 1995 (Figure 5.64). Mais ils ne sauraient être l'unique cause des phénomènes de sédimentation dans la baie de Somme, leur rôle dans la circulation hydrosédimentaire pouvant décrire deux fonctions hydrauliques (Bastide, 2011) :

- dans des conditions de faible énergie, les pieux de bois ralentissent les courants, provoquant un dépôt de sédiments (Figure 5.64),
- dans des conditions d'énergie plus importante, l'obstruction peut provoquer des remous et entraîner une érosion au pied des bouchots à moules.

Tableau 5.19 : Production mytilicole sur la province (valeurs fournies par la DDTM 59 pour le Nord et la DDTM 62 pour le Pas-de-Calais et la Somme à partir des déclarations des producteurs ; Onema, Agence de l'Eau Artois Picardie, 2013 ; Vérin, Lefebvre, 2016)

Secteur de production	Type d'élevage	Tonnage
Nord	Au large de Zuydcoote	Filières (300 ha) 337 tonnes (production du 1 ^{er} /07/2014 au 30/06/2015)
Pas-de-Calais	Oye-Plage, Audinghen-Tardinghen, Dannes, Berck-sur-Mer	Bouchots (34,3 km) 590 tonnes (données 2013)
	Ambleteuse et Wimereux	À plat (10 ha) 126 tonnes (données 2013)
Somme	Pointe de Saint-Quentin-en-Tourmont	Bouchots (33 km) 1500 tonnes (données 2013)



Figure 5.64 : Alignement des pieux de bouchots parallèles à la côte sur 5 km entre Quend-Plage et la pointe de Saint-Quentin et graphique comparatif de profils relevés à des dates différentes dans la zone nord des bouchots (Bastide, 2011)

Depuis 2013, des mesures bi-annuelles sont réalisées *in situ* par Lasalle-Beauvais-ESITPA pour suivre et comprendre l'impact des pieux de bouchots sur la dynamique sédimentaire littorale. Les interprétations des données morphologiques et granulométriques démontrent que les pieux de bouchots diminuent la vitesse du courant de dérive et par conséquent modifient la distribution granulométrique des sables : ces résultats réfutent l'hypothèse de contre-dérive littorale proposée par Bastide (2011). La poursuite de cette étude sous Telemac© permettra de modéliser l'évolution du courant de dérive ainsi que la perte de charge de ce dernier au niveau des pieux de bouchots (Meyer et al., 2016).

Les professionnels travaillant dans la zone de mytiliculture située entre Saint-Quentin-en-Tourmont et Quend-Plage sont obligés d'emprunter quotidiennement le chemin entre Le Crotoy et la rive nord de la baie de Somme, à savoir le gué de la Maye puis de longer la digue en sable du Marquenterre. Le passage régulier des tracteurs entraîne un important tassement de l'estran sur une portion de la baie favorisant la propagation du flot sur ce passage (Figure 5.65). Cela entraîne la formation d'une gouttière d'écoulement dans laquelle le flot s'engouffre plus facilement. La dune est régulièrement sapée à son pied, notamment lors des gros coefficients de marée et par période de forts vents de sud (Bastide, 2011).



Figure 5.65 : Illustration du passage répétil des tracteurs le long de la dune du Marquenterre, favorisant le tassement de l'estran (Bastide, 2011)

5.4.4.c. La pêche à pied

La **pêche à pied professionnelle** est une activité majeure sur le littoral de la province : elle représentait, en 2008, 400 pêcheurs, soit 1/5^e des pêcheurs professionnels en France métropolitaine, ainsi qu'un chiffre d'affaires de plus de 3 millions d'euros par an (Onema, Agence de l'Eau Artois Picardie, 2013). Cette activité professionnelle concerne à la fois le ramassage des coquillages (coques, moules, lavagnons, tellines), des crustacés (crevettes, crabes verts, araignées de mer...), des poissons (carrelet, mullet, roussette) ainsi que des vers et des végétaux marins (salicorne, lilas de mer, asters marines, soude maritime, goémon). Elle est exercée sur des gisements naturels (Tableau 5.20), principalement dans la Somme et dans une moindre mesure dans le Pas-de-Calais (CRPMEM, 2015a) ; elle est interdite dans le département du Nord.

La baie de Somme constitue le premier gisement de France pour les coques et les salicornes, avec 3 000 à 5 000 tonnes pêchées par an (Onema, Agence de l'Eau Artois Picardie, 2013). Les professionnels ramasseurs de salicorne en baie de Somme, regroupés au sein de « l'association des ramasseurs de salicorne », gèrent et entretiennent par le biais d'une concession, 300 hectares sur le domaine public maritime de la baie (CRPMEM, 2015b). La baie de Somme est également un site de grande

importance pour la pêche à la crevette sur le secteur (5 à 10 % de la production nationale selon les années) (Onema, Agence de l'Eau Artois Picardie, 2013). La baie d'Authie est également propice à la cueillette de la salicorne et des lilas de mer.

La **pêche à pied de loisir** est supérieure à la proportion nationale en Manche et en mer du Nord : la fédération de pêche du Nord est la première de France par le nombre de ses membres actifs (Onema, Agence de l'Eau Artois Picardie, 2013). Cette activité plaisancière peut avoir un impact sur les milieux, par retournement des blocs de roches et le piétinement des substrats (ONML, 2016b). La pêche à pied de loisir peut localement être importante, en particulier lors des grandes marées. Lors d'un comptage effectué pendant la grande marée des 7 et 8 avril 2012, plus de 10 200 pêcheurs récréatifs ont été comptabilisés sur les estrans des régions Hauts-de-France et Normandie ; sur les 6 sites des départements de la Somme (2 sites représentant 10 342 ha d'estran) et du Pas-de-Calais (4 sites représentant 8 419 ha d'estran), ils étaient 62 et 582 respectivement lors du comptage (ONML, 2016b d'après Iodde/CPPIE Marennes-Oléron, VivArmor Naturel et AAMP)⁶³. Le Pas-de-Calais ressort ainsi de l'enquête comme le littoral des 2 régions le plus densément fréquenté pour cette grande marée, avec 0,66 pêcheurs recensés par hectare.

Tableau 5.20 : Répartition de la pêche à pied sur la province (valeurs fournies par la DDTM 62 – à partir des déclarations des producteurs ; Vérin, Lefebvre, 2016)

	Emplacement des gisements naturels		Tonnage (données 2014)
	Pas-de-Calais	Somme	
Coques	Baie d'Authie et baie de Canche	Baie de Somme	2000 tonnes
Moules	Berck-Merlimont, baie de Canche, Le Portel-Équihen, Wimereux, Audresselles-Ambleteuse, Gris-Nez, Sangatte-Blanc-Nez, Oye-Plage-Marck	Quend-plage	145 tonnes

63 Aucun site du Nord n'a fait l'objet de comptage lors de cette étude ; la surface d'estran est la plus faible des départements des deux régions avec 1 726 ha.

5.4.5 Activités de loisirs et de tourisme

Le tourisme est une activité économique importante sur le littoral de la province : les capacités d'accueil sont de 29 700 lits dans les communes littorales du Nord, 205 600 lits dans celles du Pas-de-Calais et 98 500 dans celles de la Somme. Les résidences secondaires dans les communes littorales représentent toujours plus de la moitié des capacités d'accueil quel que soit le département de la province pris en compte (Figure 5.66) : cette part est plus faible dans le Nord, très urbanisé (57 %) et nettement plus forte sur des littoraux plus touristiques, comme dans le Pas-de-Calais (82 %). Le littoral du Nord compte à l'inverse la plus grande part des hôtels (6 %), la moyenne sur les régions Hauts-de-France et Normandie étant de 3 % des capacités d'accueil sur le littoral (ONML, 2016b). Le département de la Somme, qui attire beaucoup par le tourisme de nature, concentre 70 % des emplacements de passage de camping, ce qui représente 2 millions de visites annuelles (Onema, Agence de l'Eau Artois Picardie, 2013).

Parmi les activités de tourisme, la navigation de plaisance est majoritairement présente dans le port de Dunkerque qui a le plus grand nombre d'anneaux (entre 500 et 1 000 anneaux) mais la province ne regroupe que 2 % des places des ports de plaisance métropolitains (ONML, 2016b).

Les pressions exercées sur le milieu marin par la fréquentation des plages et des dunes ainsi que les activités de baignade sont engendrées par la concentration spatiale et temporelle des usages : elles dépendent en grande partie des volumes de fréquentation des plages et des eaux de baignade pendant la période estivale ainsi que des comportements des usagers (Guingand, 2012). Le nombre et le comportement de ces derniers a un impact certain sur le fonctionnement sédimentaire du milieu (ONML, 2016b) : les activités de baignade

et d'utilisation des plages peuvent être à l'origine de la remise en suspension de sédiments des fonds meubles, même si d'ordinaire, cette zone de contact entre le domaine pélagique et benthique est également remise en suspension par l'hydrodynamisme (Abellard, Maison, 2009 ; dans DSCMM, Guingand, 2012). Les milliers de micromouvements saisonniers ont un impact sur la modification des hauteurs de sable, sur sa répartition à la surface et sur sa répartition granulométrique (Wellhoff *et al.*, 2009 ; dans DCSMM, Guingand, 2012).

Le Conservatoire du Littoral met en œuvre diverses techniques pour lutter contre l'impact négatif du piétinement en balisant les sentiers dunaires d'accès aux plages ainsi qu'en installant des panneaux explicatifs et préventifs aux abords des secteurs protégés et touristiques (Figure 5.67). Peu de données supplémentaires sont disponibles sur la fréquentation des plages, leur occupation dans le temps ainsi que les pratiques des usagers et leurs préférences en matière d'aménagements et d'équipements (Guingand, 2012).

L'utilisation des plages est souvent conditionnée par la présence d'un certain nombre d'installations d'intérêt général auxquelles viennent s'ajouter les exploitations à caractère marchand sur les sites les plus fréquentés (cabines de plage, paillotes). Ces aménagements, couplés à une forte fréquentation touristique, peuvent faciliter l'érosion des plages, d'où l'intérêt de libérer les plages au moins une partie de l'année (notamment l'hiver). L'absence d'études scientifiques sur les dommages causés par la présence de constructions permanentes ou encore sur l'exploitation intensive des plages ne doit néanmoins pas conduire à conclure que ces espaces peuvent être occupés en toute quiétude : la dynamique naturelle et spontanée de ce milieu particulier composé de grains de sable ou galets non agglomérés, a une naturalité très largement compromise sur un certain nombre de plages durant les mois d'intense activité (Guingand, 2012).

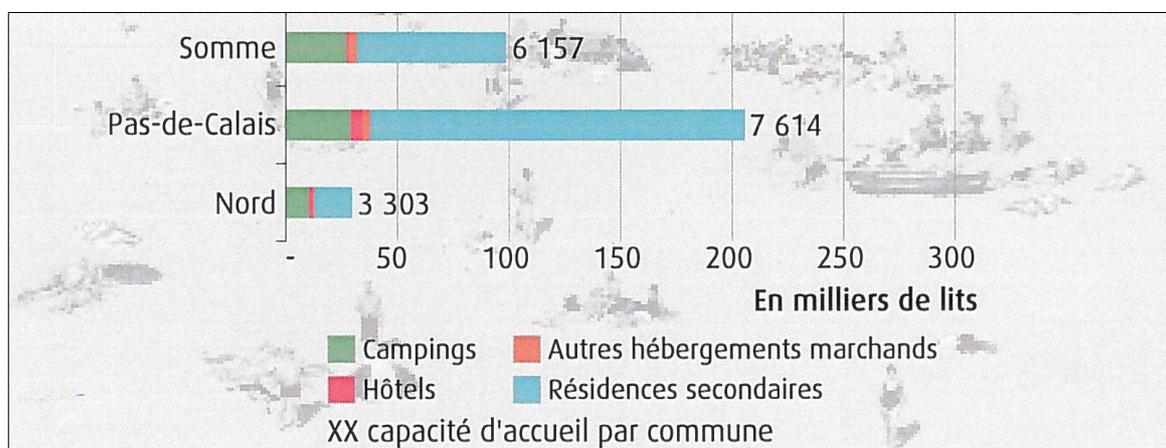


Figure 5.66 : Capacités d'hébergement touristique dans les communes littorales des départements de la province (d'après Insee, direction du Tourisme, 2012 - Insee, RP 2009 ; ONML, 2016b)



Figure 5.67 : Sentier dunaire des dunes de la Slack balisé (A) par des ganivelles et des fils métalliques, (B) accompagnés de panneaux d'interdiction d'accès (clichés Anaïs Daburon, 2015)

5.4.6 Sources de pollutions potentielles

La présence de nombreux touristes et résidents sur un espace réduit peut être à l'origine de la hausse de la concentration du milieu en matière organique et de pollutions diverses en lien notamment avec l'utilisation de crèmes solaires. Par ailleurs, la propension des différents types de macrodéchets à être abandonnés et dispersés sur le littoral, en surface, dans la colonne d'eau ou sur le fond est d'autant plus grande que la densité touristique est importante (Guinand, 2012).

5.4.6.a. Macrodéchets

70 à 80 % des macrodéchets mondiaux trouvés en mer et sur les plages proviendraient de la terre, des villes côtières et des fleuves, le reste provenant des activités en mer (ONML, 2016b). Plus des deux tiers coulent et gisent sur les fonds marins et 15 % restent en surface et sont transportés par les courants marins (ONML, 2016b d'après l'ONG

Ocean Conservancy). Sur la province, ils se déposent essentiellement au nord.

La province présente de nombreuses activités sur le littoral à l'origine de ces macrodéchets : un trafic maritime très dense, une pêche et une conchyliculture très actives, quelques grandes villes (Dunkerque, Calais, Boulogne-sur-Mer) et une large zone industrielle (Boulogne/Calais/Dunkerque) mais un fleuve (la Somme) et un tourisme relativement peu importants en comparaison avec les autres façades métropolitaines (ONML, 2016b). Près de l'embouchure de la Somme, les déchets s'accumulent sur des secteurs variant suivant le débit du fleuve. Sur le littoral, ils sont composés en majorité de plastiques et sont essentiellement apportés par la mer (par le trafic maritime et les activités de pêche) selon les courants mais aussi pour beaucoup abandonnés sur place. L'activité mytilicole pourrait par ailleurs représenter jusqu'à 60 % des déchets sur le littoral au nord de la baie de Somme (pochons à moules) (d'après Rivage de France, Conservatoire du littoral, 2007 ; dans Kerambrun, Evrard, 2012 ; ONML, 2016b).

Les macrodéchets en tant que tels sont une source de pollution mais c'est leur nettoyage qui impacte le plus la sédimentologie du littoral : les actions répétées de nettoyage, souvent mécanisé, de la couche superficielle de sable ont un impact sur la modification des hauteurs de sable, sur sa répartition à la surface, sur sa répartition granulométrique et, plus globalement sur l'équilibre physique et biologique de la plage (Wellhoff *et al.*, 2009 ; dans Guingand, 2012). Dans le département du Nord, le nettoyage mixte domine, mais le recours au ramassage manuel est de plus en plus courant pour des raisons écologiques depuis que des expérimentations menées en 2005 sur des sites du Conservatoire du littoral en ont prouvé le bien-fondé environnemental. La collecte mécanisée, intensive et destructive, menée sur les dunes de Flandres, n'est désormais opérée que sur les secteurs fortement fréquentés. Les opérations de ramassage manuel sont réalisées par des associations d'insertion professionnelle telles l'*Association pour l'amélioration de l'environnement au pays de Marquise et Rivages Propres* dans le Pas-de-Calais qui collectent environ 50 t/an sur 25 km de linéaire autour de Boulogne-sur-Mer, et *Ecoflandres* dans le Nord. La collecte mixte est d'usage et réalisée par les communes en régie, avec recours à la collecte uniquement manuelle dans les sites sensibles (Réserve naturelle et fond d'estuaire, notamment). Parmi les pressions opérées sur le milieu, l'endommagement des habitats de l'estran jusqu'aux zones arrière-littorales figure donc parmi les impacts les plus problématiques (Kerambrun, Evrard, 2012).

5.4.6.b. Rejet de polluants et métaux lourds en mer

Les régions Hauts-de-France et Normandie représentent des parts importantes de l'ensemble des rejets en mer par les entreprises des communes littorales de métropole pour de nombreux polluants, dont des métaux lourds (ONML, 2016b) :

- les trois quarts des rejets de sulfates, soit environ 42 000 t, et près de 20 % des rejets en chlorures (41 000 t), principalement à Dunkerque (métallurgie de métaux non ferreux, sidérurgie) pour la province,
- une part importante (souvent supérieure aux deux tiers) des rejets industriels pour de nombreux métaux lourds notamment, sur la

province, à Calais (rejets en mer de fer, de chrome et d'aluminium liés à la fabrication de colorants et de pigments) et via les stations d'épuration de Calais et Boulogne-sur-Mer (rejets en mer de nickel).

Avec ses 6 réacteurs, la centrale électronucléaire de Gravelines est la plus puissante d'Europe en 2012 (ORS NPDC, 2012). Elle rejette du tritium en très faible quantité⁶⁴ dans l'eau de mer, dont les concentrations ont montré une diminution sur la période 2009-2015.

Ces polluants ont un impact certain sur la vie aquatique (ONML, 2016b) ; cependant, aucune étude recensée ne montre l'impact de ces polluants sur les habitats naturels participant à l'évolution du littoral de la province (qu'ils soient végétaux ou animaux, terrestres ou marins).

5.4.6.c. Rejet d'hydrocarbures en mer

Les rejets des bateaux en mer sont soit volontaires, soit accidentels du fait de collisions, d'avaries, d'échouages, de chute de conteneurs ou de pertes de filets de pêche, de cordes ou de lignes. Les rejets volontaires sont dus au fonctionnement des navires ; ils peuvent être licites ou non et concernent surtout des hydrocarbures. Comme pour les macrodéchets, ces pollutions impactent l'écosystème dans son ensemble mais c'est leur nettoyage à terre qui impacte le plus la sédimentologie du littoral, en particulier pour la gestion des marées noires. Quatre naufrages ayant entraîné des pollutions sur le littoral de la province sont recensés par le Cedre⁶⁵ (Tableau 5.21). Ils sont survenus en pleine mer au large des côtes de Dunkerque pour le Skyron, le Bona Fulmar et le Tricolor. Le Flinterstar a lui fait naufrage dans les eaux belges au large de Zeebrugues mais la pollution par hydrocarbures qui a suivi s'est étendue jusqu'aux côtes françaises : quelques centaines de mètres de plage ont été affectées par des microboulettes éparses dans le secteur de Dunkerque, notamment à Malo-les-Bains et à Oye-Plage.

Cependant, aucune étude recensée n'évalue le volume de sédiments potentiellement perdu du fait du nettoyage des plages après pollution ou l'impact causé par ces pollutions sur les habitats naturels participant à l'évolution du littoral de la province (qu'ils soient végétaux ou animaux, terrestres ou marins).

64 Pour la période 2009-2015, des mesures effectuées aux points de mesure à proximité des émissaires en mer montrent des niveaux de concentration autour de 10-15 bq/l, bien en deçà, par exemple, de la limite pour l'eau potable estimée par l'OMS à 10 000 bq/l.

65 Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux.

Tableau 5.21 : Naufrages recensés ayant engendré une pollution accidentelle par hydrocarbures sur la province depuis 1970 (d'après les données du Cedre, Cabioch, Ravailleau, 2012 ; Cedre, 2015)

Date	Nom du navire	Type de navire et pavillon	Nature du polluant	Quantité transportée	Quantité déversée
30/05/1987	Skyron	Pétrolier libérien	Fioul léger	136 000 tonnes	132 tonnes
18/01/1997	Bona Fulmar	Pétrolier bahaméen	Essence	60 000 tonnes	7 000 tonnes
14/12/2002	Tricolor	Roulier norvégien	Fioul lourd (IFO ⁶⁶ 380)	1 990 tonnes	5 tonnes
06/10/2015	Flinterstar	Cargo néerlandais	Fioul	<i>nc</i>	<i>nc</i>

5.4.7 Protection de l'environnement

Les sites protégés sont nombreux sur le littoral de la frontière belge à la pointe du Hourdel (Figure 5.62) :

- 32 sites du Conservatoire du Littoral,
- le parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale,
- le Grand site des Deux Caps,
- 4 Réserves naturelles nationales (de la dune Marchand, du Platier d'Oye, de la baie de Canche, de la baie de Somme).

Le parc naturel marin des estuaires picards et de la mer d'Opale, créé le 11 décembre 2012, s'étend sur 118 km de côtes entre le Tréport et Ambleteuse et représente 14 % de la surface totale des parcs naturels marins métropolitains avec une superficie de 2 300 km². Il comprend 5 sites classés (le Marquenterre, la pointe du Hourdel et le cap Hornu,

les dunes de la Slack, le fort d'Ambleteuse et la pointe du Touquet) et 2 Grands sites de France (la baie de Somme et les Deux Caps).

Les sites du réseau Natura 2000⁶⁷ sur le littoral de la province sont au nombre de 22 : 15 SIC⁶⁸ et 7 ZPS⁶⁹ (INPN, 2017 ; Figure 5.62). En revanche, il n'y a aucun parc national sur la province en 2016 (ONML, 2016b).

Avec l'accroissement de la population et des constructions sur le littoral, certaines communes littorales sont impactées par la régression des espaces naturels, comme Gravelines, qui a perdu 80 ha (ONML, 2016b). La labellisation de quelques stations balnéaires (Vacances Propres, Pavillon Bleu, etc.) participe également à la protection de l'environnement par la promotion de la réduction des déchets abandonnés sur la plage (Kerambrun, Evrard, 2012).

66 Intermediate Fuel Oil ; fioul de propulsion dont la viscosité varie de 30 à 700 cSt à 50 °C.

67 Réseau mis en place en application de la Directive « Oiseaux » de 1979 et de la Directive « Habitats » de 1992, visant à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats particulièrement menacés, à forts enjeux de conservation en Europe. Il est constitué d'un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent.

68 Site d'importance communautaire.

69 Zone de protection spéciale.

