

CONSEIL DÉPARTEMENTAL DU CALVADOS

**PROTECTION DE LA POINTE DE CABOURG CONTRE
L'ÉROSION MARINE**



**Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation
éventuelle d'une évaluation environnementale**

article R. 122-3 du code de l'environnement

ANNEXE 7 : PRESENTATION DU PROJET - HISTORIQUE

SYNTHESE DU RAPPORT



CENTRE DE RECHERCHES
EN ENVIRONNEMENT CÔTIER
STATION MARINE



:

PROTECTION DU LITTORAL DE LA POINTE DE CABOURG

Phase 1 : analyse du site et évolution topographique récente de la zone d'étude (décembre 2016)

Phase 2 : recherche de solutions techniques pour stabiliser le trait de côte de la Pointe de Cabourg (mars 2017)

SOMMAIRE

INTRODUCTION	2
LE CONTEXTE MORPHO-DYNAMIQUE	2
EVOLUTION ALTIMETRIQUE DE LA PLAGE ENTRE 2009 ET 2016	4
CUBATURES POUR LA PERIODE 2014 - 2016	4
EVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE DEPUIS 2013	5
DEFINITION DU PRINCIPE D'INTERVENTION	6
<i>Synthèse des évolutions récentes constatées</i>	6
<i>Prise en compte du fonctionnement hydro-sédimentaire du site pour la définition des aménagements de protection</i>	7
<i>Principe d'intervention</i>	8
DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE	9
<i>Ouvrage en enrochements</i>	9
<i>Variante en tubes géotextiles</i>	10
POSSIBILITE DE COUPLAGE AVEC UN PROCEDE INNOVANT : S-ABLE	11
CONCLUSIONS	11

INTRODUCTION

Le **chenal d'accès** à Port Guillaume dans l'estuaire de la Dives est le siège d'un **important ensablement**. Sur sa rive ouest, le chenal est poinçonné par une flèche sableuse (la Pointe de Cabourg), qui tend à progresser vers l'Est en plaquant ce dernier contre le perré courbe d'Houlgate.

En 2009, le Conseil départemental du Calvados a confié au Centre de Recherches en Environnement Côtier (CREC) de l'Université de Caen, le soin d'élaborer une stratégie durable de gestion des sédiments dans le secteur côtier de la pointe de Cabourg.

Au printemps 2014, à la suite des conclusions du premier rapport du CREC, le Conseil départemental a **reconstruit et rallongé les quatre épis les plus orientaux** de la pointe de Cabourg. Ces travaux ont permis un exhaussement du haut estran ainsi qu'une **stabilisation du trait de côte** sur la partie située à l'Ouest du premier épi (celui situé à l'extrémité).

La première phase de la présente étude a été consacrée à l'analyse du site et son évolution topographique récente, permettant de mieux comprendre son fonctionnement hydrosédimentaire depuis la reconstruction des épis en 2014. La seconde partie est dédiée à la recherche de solutions techniques pour stabiliser le trait de côte de la Pointe de Cabourg.

LE CONTEXTE MORPHO-DYNAMIQUE

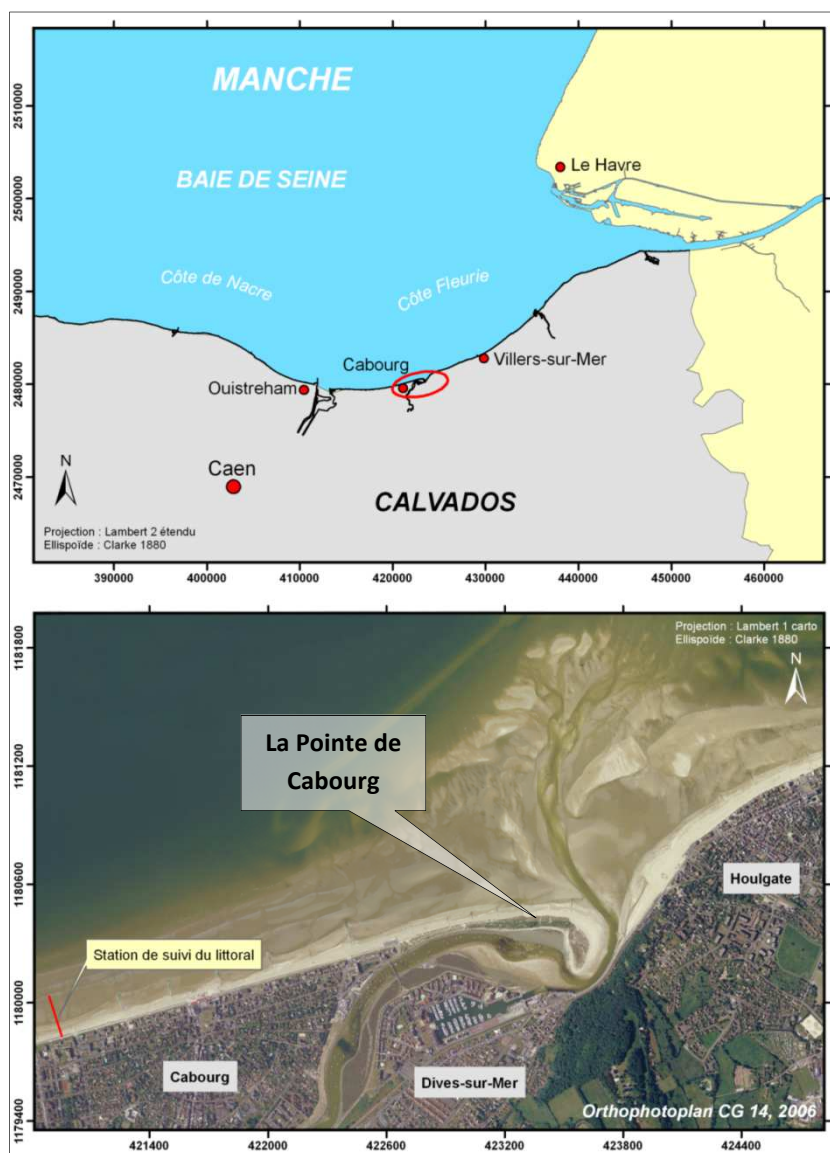
L'embouchure de la Dives forme un havre protégé de l'agitation marine par une flèche sableuse ancrée sur Cabourg et s'étendant selon un axe WSW-ENE. Cette flèche correspond à un **cordon dunaire étroit**, de largeur comprise entre 30 et 60 mètres. Elle est alimentée par une **dérive littorale** évaluée à 50 000 m³/an, **dirigée d'Ouest en Est** sous l'action des houles dominantes de secteur NW à NNW.

A l'Est de l'embouchure, le transit littoral est dirigé d'Est en Ouest depuis Houlgate. L'**estuaire de la Dives** constitue donc une **zone de convergence des transits sédimentaires**. Il présente à son embouchure un delta de marée relativement étendu.

Les estrans de ce secteur sont soumis à une **dynamique de barres sableuses** qui migrent vers le rivage, entraînant des fluctuations continues de profil de plage, généralement comprises entre 1 et 2 mètres. Des **épîs**, mis en place sur la haute plage, tendent à freiner le transit littoral et **favorisent l'exhaussement de l'estran** en avant du cordon dunaire. Néanmoins, les **apports de sables dans le chenal** restent **importants**.

Sur sa partie orientale, la flèche sableuse est défendue par **quatre épis reconstruits en 2014**. A l'Ouest de l'épi le plus oriental, la **position du trait de côte** s'est récemment **stabilisée**. A l'Est immédiat en revanche, la **microfalaise d'érosion** est actuellement **en cours de recul**, laissant craindre la formation d'une **brèche**.

En rive droite, côté Houlgate, l'écoulement de la Dives est contraint par un perré courbe orienté SW-NE, auquel succède un cordon d'enrochements submersible orienté N-S.



Carte de localisation du secteur d'étude



Bâche encadrée par une barre sableuse au Nord et par la dune au Sud, à l'Est immédiat de l'épi n°1

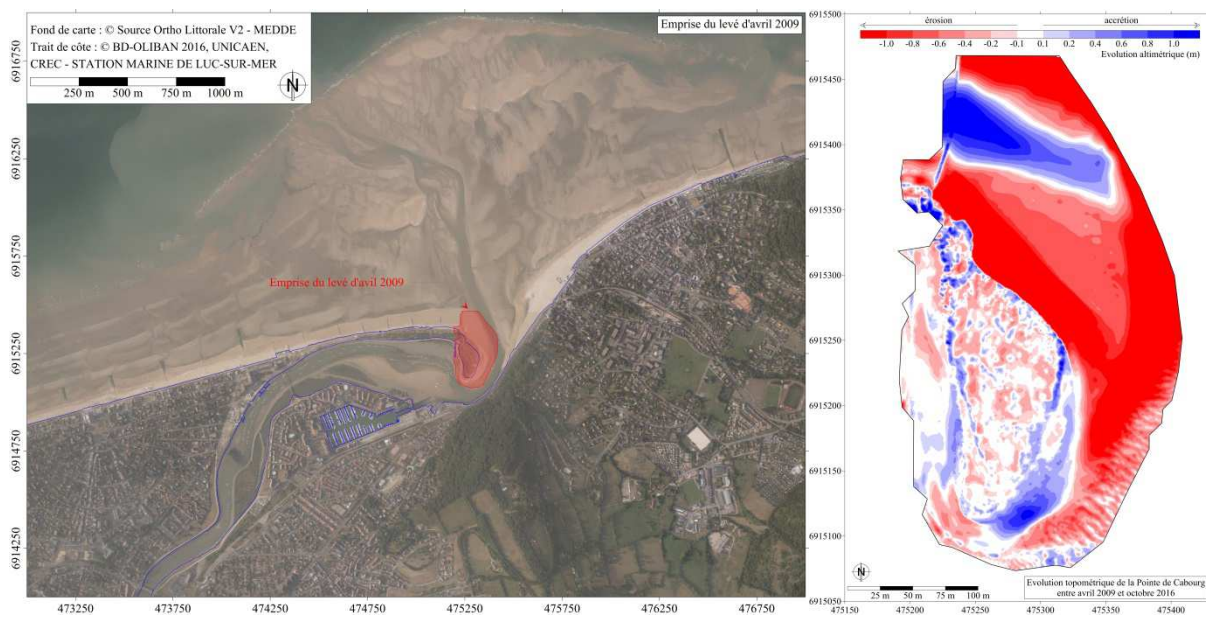


Forte érosion de la dune à l'Est immédiat de l'épi n°1

Illustrations de la morphologie du trait de côte sur la partie orientale de la flèche sableuse de Cabourg (LITTO Consult, oct. 2016)

EVOLUTION ALTIMETRIQUE DE LA PLAGE ENTRE 2009 ET 2016

Par rapport à la situation d'avril 2009, le **bilan en octobre 2016 est négatif** pour l'extrémité de la Pointe de Cabourg : la **dune a reculé** et le profil d'estran **s'est fortement abaissé** (jusqu'à -2,2 m d'abaissement de profil, voire -2,8 m à l'emplacement de la dune érodée). Le levé LiDAR de 2016 fait ressortir la **présence, en pied de dune, d'une dépression longitudinale étroite** correspondant à une bache de vidange des eaux de déferlement. Seule l'extrémité sud-est du poulrier (la pointe recourbée de la flèche) a progressé et s'est exhaussée. Combinée à une érosion de la partie basse du profil, cette évolution s'est traduite par une accentuation des pentes du chenal.



Localisation de l'emprise du levé topométrique de 2009 (à gauche) et différentiel altimétrique entre les MNT d'octobre 2016 et d'avril 2009 - Source : CREC – UCBN, 2016

CUBATURES POUR LA PERIODE 2014 - 2016

Résiduellement, pour la **haute et la moyenne plage** située en avant de la flèche sableuse de Cabourg, le **bilan sédimentaire** calculé pour la période comprise entre **octobre 2014 et octobre 2016** est :

- **négatif** sur un linéaire d'environ 450 mètres correspondant à la **partie occidentale de la flèche** sableuse (-16 000 m³ pour une superficie de 8,1 ha, abaissement moyen du profil de -20 cm) ;
- **positif** sur les 500 mètres suivants, s'étendant devant la **partie orientale de la flèche** jusqu'au dernier épi existant avant le chenal de la Dives (+21 000 m³ pour une superficie 10,1 ha, soit un exhaussement moyen de +20 cm) ;
- **négatif à l'Est du dernier épi**, le bilan sur la période octobre 2014 / octobre 2016 avoisinant -7 000 m³ pour une superficie de 4,3 ha (abaissement moyen de profil de l'ordre de -17 cm).

EVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE DEPUIS 2013

Un levé au GPS de la position du trait de côte, réalisé en octobre 2016, a permis de préciser son évolution par rapport à l'été 2013. En à peine plus de **trois années**, la **dune a reculé d'une vingtaine de mètres** sur un **linéaire** proche de **100 mètres**, à une **vitesse** de l'ordre de **-7 m/an**. Cette évolution, accélérée par la persistance en pied de dune, d'une bâche de vidange, s'est traduite par la **perte**, en trois ans, d'une superficie **d'habitat dunaire** équivalente à **1 500 m²**.

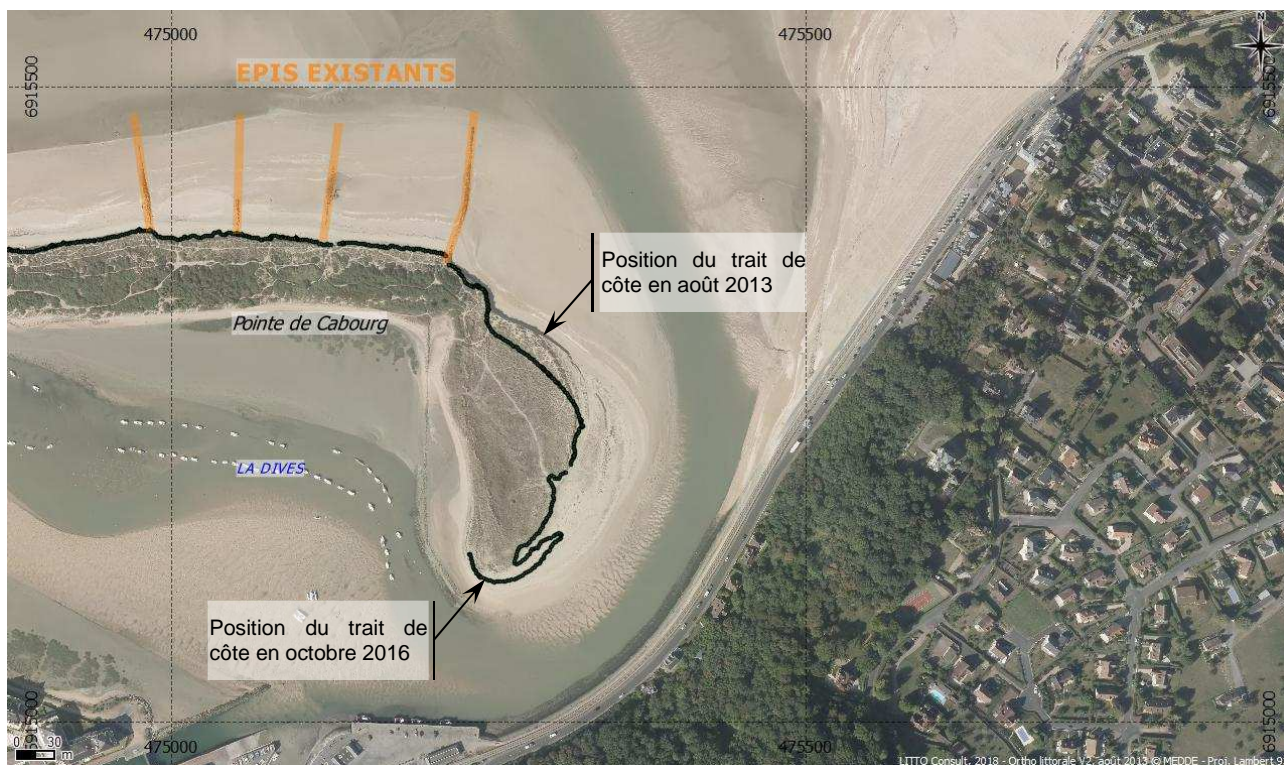


Illustration du recul du trait de côte à l'Est de l'épi n°1, entre août 2013 (orthophotographie littorale IGN) et octobre 2016 (levé GPS) – LITTO Consult, 2016

Une analyse de l'évolution planimétrique de l'isohypse (courbe d'égale altimétrie) correspondant au **niveau des plus hautes mers astronomiques¹** (cote de +8,83 m CM² localement), proche de la position du trait de côte, confirme ce constat. Pour la **période octobre 2014 - octobre 2016**, devant la zone naturelle de la flèche sableuse (non protégée par le cordon d'enrochements longitudinal), cette isohypse a présenté une **avancée modérée à forte à l'Ouest de l'épi de plus oriental (+2 à +15 m)**, signe d'un **engraissement**. **A l'Est de l'épi** jouxtant le chenal de la Dives en revanche, l'isohypse a présenté des **reculs d'intensité croissante** vers le Sud-Est, atteignant **-10 à -15 m, voire -20 m** à l'approche du chenal, traduisant une importante **érosion** en pied de dune.

¹ Niveau des plus hautes mers astronomiques : niveau de pleine mer de marées de vives-eaux exceptionnelles, en l'absence de surcote et d'agitation

² CM : cote marine, référencée par rapport au zéro hydrographique des cartes marines, correspondant approximativement au niveau des plus basses mers astronomiques observé localement – Cote fournie par le SHOM

DEFINITION DU PRINCIPE D'INTERVENTION

Synthèse des évolutions récentes constatées

Le littoral de la **Pointe de Cabourg** est globalement **bien alimenté en sédiments**. Une bonne gestion de ces apports sableux doit permettre de stabiliser le trait de côte.

Malgré ces apports sédimentaires, **l'extrémité de la Pointe de Cabourg** située à l'Est immédiat de l'épi le plus oriental, présente une tendance au recul du trait de côte. Ce recul s'est récemment accentué, en lien notamment avec la **persistance en pied de dune d'une dépression longitudinale étroite** (bâche de vidange des eaux de déferlement). La **plate-forme sédimentaire située dans son prolongement**, en bordure du chenal de la Dives, est également en voie d'érosion. Ces **évolutions** constituent une réponse aux **ouvrages réalisés anciennement** plus à l'Ouest : perré en béton, suivi d'une digue à talus en enrochements (ouvrages réfléchissants) **et plus récemment** la batterie d'épis reconstruits en **2014** sur l'Est de la zone.

Par contre, le **secteur de côte non protégé frontalement, est une zone en accrétion**, où le trait de côte se stabilise progressivement. Cette tendance récente est aussi liée à la **reconstruction des épis en 2014** (maintien sur le haut estran d'une partie des apports sédimentaires issus des barres sableuses), **dont l'impact** apparait donc **très positif** sur ce secteur de côte. A l'inverse, en limitant le transport sédimentaire vers l'Est, les quatre épis ont induit une sous-alimentation en sables et favorisé un **recul accentué du trait de côte**, malgré l'arrivée d'une barre sableuse en 2016. Néanmoins, la **réduction des apports sableux dans le chenal lui-même** constitue un **impact positif**, en évitant une **extraction de matériaux en bordure du chenal** pour le maintien d'un gabarit compatible avec la navigation.

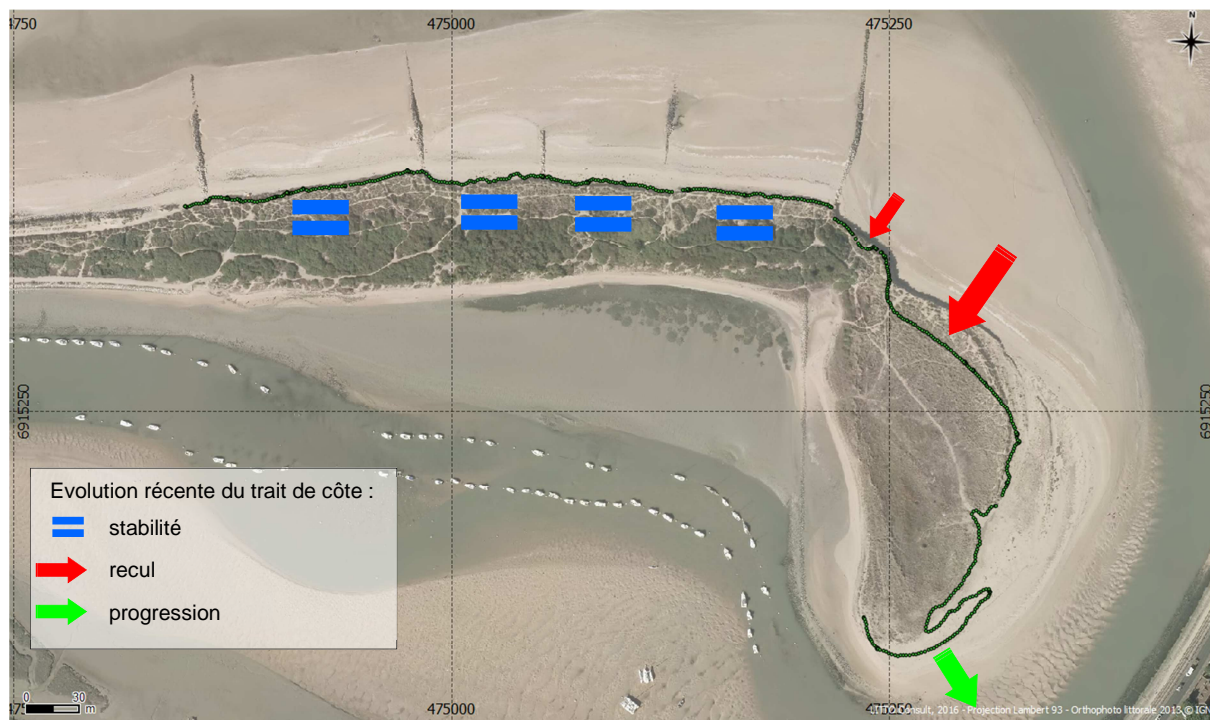
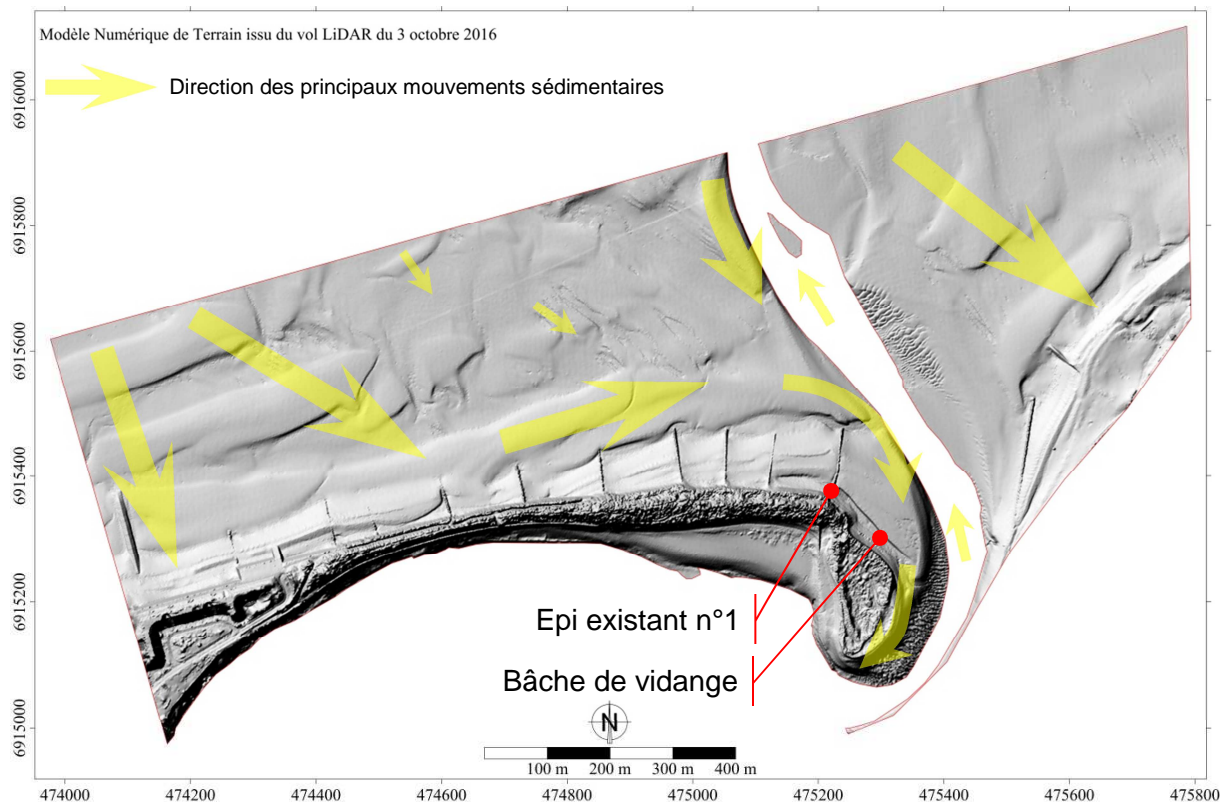


Illustration du recul du trait de côte à l'Est de l'épi n°1, entre août 2013 (orthophotographie littorale V2 © MEDDE) et octobre 2016 (levé GPS) – LITTO Consult, 2017

Prise en compte du fonctionnement hydro-sédimentaire du site pour la définition des aménagements de protection

La première phase de l'étude a permis de préciser les principaux aspects du **schéma de fonctionnement hydro-sédimentaire** de la plage et de la flèche sableuse de Cabourg. Ce schéma est synthétisé sur la figure suivante.



Orientation des principaux mouvements sédimentaires aux abords de la flèche de Cabourg (fond : MNT issu du vol LIDAR du 3 octobre 2016 – Source : CREC – UCBN, 2016)

L'estran en avant de la Pointe de Cabourg est le siège de **transits sédimentaires importants**, se produisant sous la forme de **barres sableuses qui migrent sur la basse et la moyenne plage en direction du littoral** (direction SSE). **A l'approche de la haute plage** en revanche, **une composante ouest-est** apparaît distinctement dans ces déplacements sédimentaires, les barres sableuses tendant à s'étendre progressivement **vers le chenal de la Dives** qu'elles finissent par rejoindre en **contournant la tête de l'épi n°1** et en suivant la courbure de la Pointe. Le **chenal fluvial et sa bordure ouest** notamment sont, quant à eux, également le siège de **mouvements sédimentaires importants**.

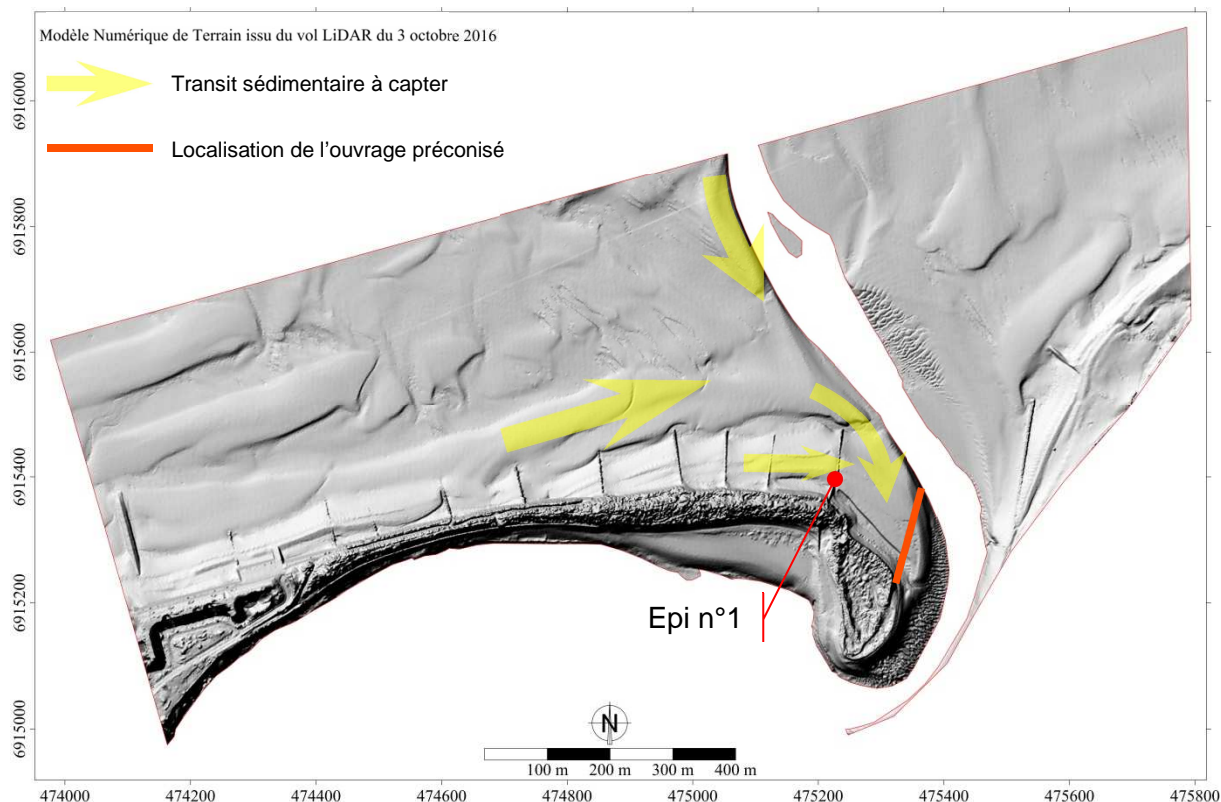
L'érosion importante de l'extrémité de la Pointe de Cabourg, dans un contexte néanmoins favorable d'apports sédimentaires potentiels, **peut être fortement atténuée, voire stoppée**. Cela consistera à **rendre inactive la bâche de vidange** des eaux du déferlement à proximité de l'épi n°1 afin de **fixer les sables qui peuvent arriver à la fois selon un axe longitudinal, mais également transversal au trait de côte**.

Principe d'intervention

L'intervention préconisée consiste à **capter les transports sableux de haute plage** orientés Ouest-Est, mais également en provenance du Nord-Ouest, qui contournent la tête de l'épi n°1 et le franchissent notamment lors des tempêtes de Nord-Ouest, finissant par se déverser dans le chenal de la Dives.

Un **ouvrage** globalement **transversal** par rapport à l'orientation des transports sédimentaires doit donc être envisagé. **Enraciné sur la Pointe de Cabourg** à l'extrémité orientale de la dune en érosion, et **s'étendant jusqu'au chenal de la Dives** à marée basse selon une orientation générale SSW-NNE, sa cote d'arase devra permettre de retrouver, après accrétion, un niveau de plage proche de celui existant avant reconfiguration des quatre épis orientaux.

L'objectif de l'aménagement projeté est de favoriser la sédimentation sur la plage érodée, et notamment le colmatage de la dépression persistant en pied de dune, afin de réduire les hauteurs d'eau en avant du cordon dunaire. La diminution de la hauteur et de l'énergie des vagues incidentes permettra de stabiliser la dune et le trait de côte.

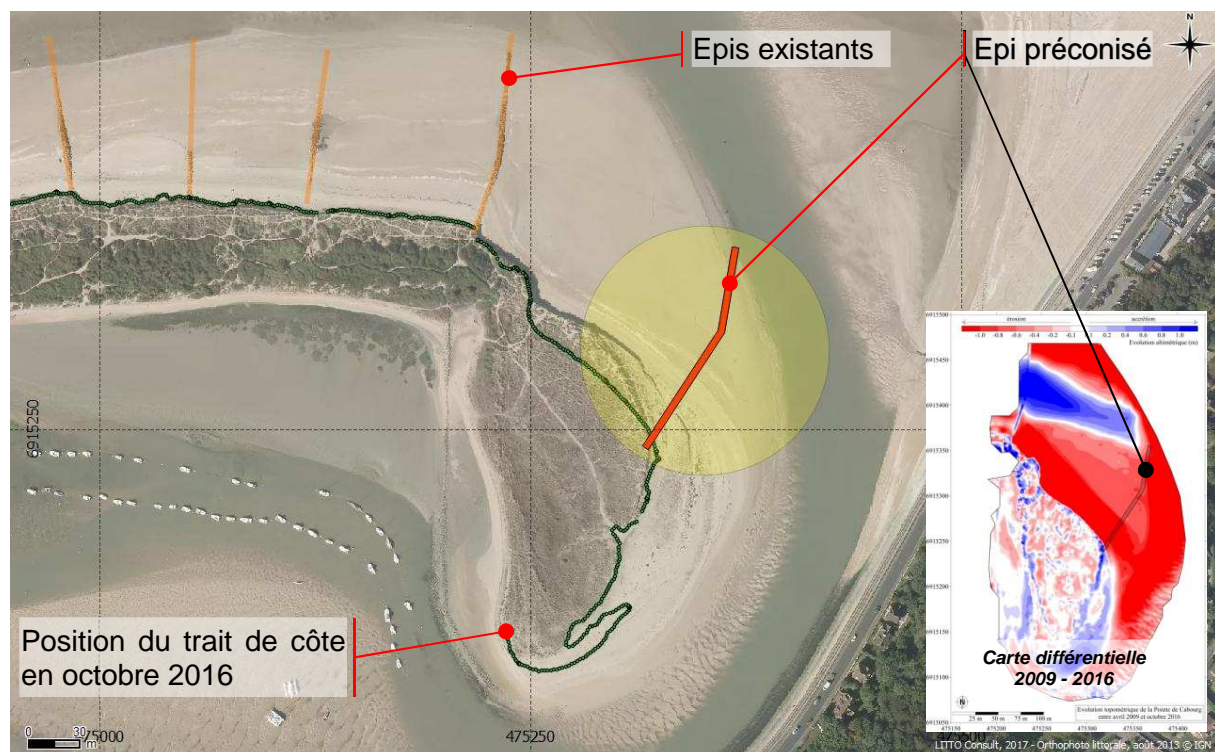


Localisation générale de l'ouvrage préconisé à l'extrémité de la flèche de Cabourg et de la zone en accrétion induite (fond : MNT issu du vol LIDAR du 3 octobre 2016 – Source : CREC – UCBN, 2016)

DIMENSIONNEMENT DE L'OUVRAGE

L'ouvrage préconisé est un **épi de 130 m de longueur**, composé d'un premier tronçon de 80 mètres, attenant à la dune, subhorizontal et orienté SW-NE, et d'un second tronçon, long de 50 mètres, orienté SSW-NNE, plongeant selon une pente de 25/1 (25 unités horizontales pour 1 verticale) jusqu'au chenal de la Dives. L'épi sera enraciné à la limite orientale du cordon dunaire en recul à 160 mètres environ au SE de l'épi n°1.

La hauteur de l'ouvrage sera de deux mètres, sa base devant se situer à un mètre en moyenne sous le profil de plage d'octobre 2016 (un levé topométrique sera à réaliser juste avant la construction de l'ouvrage).



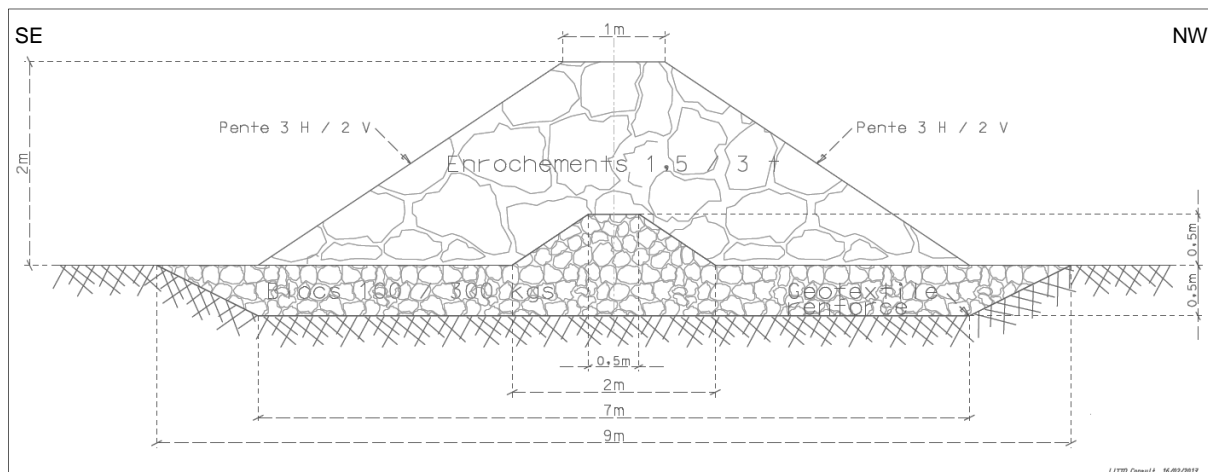
Localisation de l'ouvrage préconisé (en rouge) et position du trait de côte levé au GPS en octobre 2016 (LITTO Consult) – Fond : orthophotographie littorale V2, cliché août 2013 (© MEDDE)

Ouvrage en enrochements

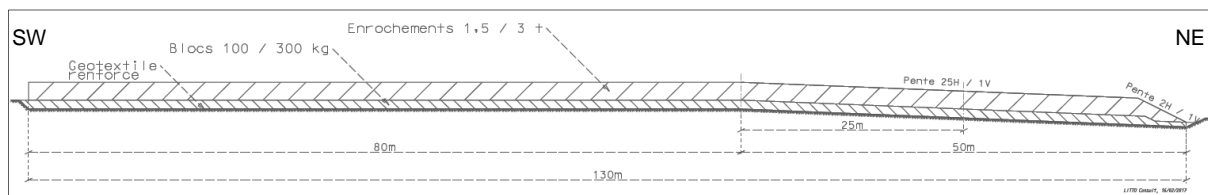
L'épi préconisé pourra être un ouvrage en enrochements, la carapace constituée de blocs de 1,5 à 3 tonnes présentant alors une largeur de 1 m en crête et 7 m à la base. **Les flancs présenteront une pente de 3/2**. Les blocs d'enrochements reposeront sur une couche filtre constituée de blocs 100 / 300 kg constituant une semelle épaisse de 50 cm et large de 9 mètres. Cette semelle formera au cœur de l'ouvrage un noyau plus épais, de 1 m de hauteur, sur une largeur de 2 m à la base et 0,5 m au sommet. Les fondations reposeront sur un géotextile renforcé débordant l'emprise de la carapace de l'ouvrage. **La pente en tête d'ouvrage sera de 2/1**.

Les épis en enrochements présentent l'avantage d'être **moins réfléchifs** vis-à-vis des vagues qu'un ouvrage plein, grâce aux cavités inter-blocs qui offrent une relative porosité. Leur gabarit leur permet aussi de **mieux résister face à la pression** exercée par les sables progressivement accumulés sur l'un des flancs. L'impact paysager de ce type d'épi est en revanche plus marqué.

Le coût d'un ouvrage de ce type est compris entre 130 000 et 160 000 € HT. La durée du chantier est de l'ordre de 1 mois.



Coupe transversale de l'épi préconisé à la Pointe de Cabourg, variante en enrochements (CREC / LITTOCONSULT, 2017)



Coupe longitudinale de l'épi, variante en enrochements (CREC / LITTOCONSULT, 2017)

Variante en tubes géotextiles

Une variante en tubes géotextile peut être envisagée (géocontainers constitués de fibres polyester ou polypropylène tissées). Plus rapides à mettre en œuvre, plus facilement réparables, **réversibles** et de **meilleure intégration paysagère** que des ouvrages en enrochements, ces structures présentent aussi l'avantage d'interagir plus doucement avec les éléments naturels, réduisant les risques d'affouillement en pied. Ces structures géotextiles restent cependant relativement **fragiles** face au vandalisme notamment, ou à une éventration accidentelle.

La gamme de prix de ces ouvrages posés, en géotextile, est très large, allant selon les fournisseurs, de 120 k€ à 600 k€ HT pour le gabarit préconisé. Les durées d'installation varient de 3 à 16 semaines.

POSSIBILITE DE COUPLAGE AVEC UN PROCEDE INNOVANT : S-ABLE

Une **solution innovante** de piégeage des sables du transit sédimentaire pourrait être expérimentée sur une partie du second tronçon de l'ouvrage à mettre en place. Le procédé **S-ABLE** est constitué d'un ensemble de filets assemblés en une structure tridimensionnelle en « V inversé », dont la base est fixée au fond par un ensemble de chaînes et d'ancres, et dont la levée à marée montante est assurée par des flotteurs régulièrement répartis au sommet du dispositif. La structure génère de la turbulence dans les écoulements, qu'il amortit, favorisant ainsi la sédimentation. Le procédé présente l'avantage d'être facilement modulable, repositionnable et extractible.

Ce dispositif pourrait être testé, à titre expérimental, sur une longueur de 25 m située à l'extrémité de l'épi envisagé, en continuité de l'ouvrage. La longueur du corps principal de l'épi serait alors réduite à 105 mètres à la place des 130 mètres préconisés. Les retours d'expérience sur ce procédé sont encore limités.

Le coût d'un dispositif de ce type pour une longueur de 25-30 m est estimé à 30 k€ HT. Les travaux se dérouleraient sur 7 à 12 jours et sont fonction des conditions météorologiques.

CONCLUSIONS

L'efficacité des dispositifs proposés vis-à-vis du transport sédimentaire, de l'élargissement de la haute plage et de la stabilisation du trait de côte sera **quasiment identique** pour les différentes variantes retenues. Le **choix** sera donc guidé, en dehors des **coûts** d'investissement et de fonctionnement, par la **durabilité** de l'ouvrage et son **intégration environnementale**. Le procédé S-Able pourrait être associé à titre expérimental à la solution retenue, quelle qu'elle soit, sur une longueur limitée de 25-30 m à l'extrémité de l'ouvrage.