

PROTECTION DU CORDON DUNAIRE DE LA RIVE NORD DE L'AUTHIE

Avant-Projet Sommaire

30/04/2013

Réf : N121102

Auteurs

Antoine TRESCA
Ingénieur d'étude

Gwenaëlle COTONNEC
Ingénieur Environnement

Nicolas PROULHAC
Responsable Ingénierie

IDRA Environnement SAS
35 boulevard Chatillon
62200 BOULOGNE-SUR-MER
Tél : 03 21 92 30 80
Fax : 03 21 92 53 88
www.idra-environnement.com



Contenu

Introduction.....	7
CHAPITRE 1/ APPORT DES ETUDES D'ACQUISITION DE DONNEES COMPLEMENTAIRES POUR LA COMPREHENSION DU FONCTIONNEMENT HYDRO-SEDIMENTAIRE DE LA BAIE D'AUTHIE	9
1/ Topographie	10
2/ Bathymétrie	11
3/ Granulométrie.....	13
4/ Houles et courants	14
CHAPITRE 2/ DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA SOLUTION ENVISAGEE	17
1/ Raisons du choix de la solution	17
1.1/ Techniques dures	17
1.2/ Techniques souples.....	18
1.3/ Description de la solution préconisée.....	18
1.4/ Compatibilité des sédiments entre le secteur d'emprunt et le secteur à recharger	20
2/ Dimensionnement	21
2.1/ Volumes nécessaires pour différents types de rechargement	21
2.2/ Etude des zones à draguer	24
2.3/ Entretien d'un rechargement en sable	26
3/ Technique de dragage, de rechargement et conduite des opérations	27
3.1/ Dragage mécanique	29
a. Matériel de dragage	29
b. Faisabilité technique des méthodes dans le cas présent	30
c. Compatibilité environnementale et sociale	30
d. Pérennité et répétitivité des interventions	31
e. Conclusions sur les possibilités de dragage mécanique.....	31
3.2/ Dragage hydraulique.....	31
a. Descriptif et fiches techniques	31
b. Dragues aspiratrices Stationnaires (DAS).....	32
c. La compatibilité environnementale et sociale	33
d. Conclusions sur les possibilités de dragage hydraulique dans le cas présent.....	34
3.3/ Conclusion sur les modes de dragage.....	34
3.4/ Conduite et coût des opérations	34
a. Période de rechargement, aspects logistiques et techniques	34

b. Coût estimatif	35
CHAPITRE 3/ CALENDRIER PREVISIONNEL DE REALISATION DES OPERATIONS.....	36
CHAPITRE 4/ CADRE REGLEMENTAIRE GENERAL ET APPLICATION.....	38
1/ Analyse de la réglementation applicable au titre de la loi sur l'eau, de l'étude d'impact et de l'enquête publique.	38
2/ Réglementation au titre de l'occupation du DPM	40
3/ Réglementation au titre de la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore	40
3.1/ Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)	41
3.2/ Natura 2000	41
3.3/ Terrains du conservatoire du Littoral	44
3.4/ Trame Verte et Bleue Régionale	44
Conclusion	45
Références bibliographiques	47

Table des figures

Figure 1 – Présentation du site d'étude.....	9
Figure 2 – Différentiel altitudinal entre février 2012 et février 2013 la long de la rive Nord de l'estuaire de l'Authie, entre la pointe du Haut-Ban et le Bec du Perroquet. La couleur jaune indique les secteurs d'érosion, et la couleur rouge les secteur d'accrétion (carte : Ingéo 2013).	10
Figure 3 – Cartographie bathymétrique du secteur sondé par la société Geo xyz (carte : CC Opale Sud 2013). .	12
Figure 4 – Carte différentiel entre les données LIDAR de 2008 et les données bathymétrique de 2013. Les zones en bleu correspondent à de l'accrétion, tandis que les zones en dégradé de jaune au rouge foncé correspondent à de l'érosion.	12
Figure 5 – Carte de répartition spatiale du grain moyen dans les échantillons de sédiments prélevés sur la pointe de Routhiauville et la plage du Bois de Sapins (carte Gallia Sana 2013).....	13
Figure 6 – Carte de positionnement des appareils courantométriques (Carte : IX Survey 2013).....	14
Figure 7 – Graphique représentant les vitesses et direction des courants aux points A et C entre le 15/02/2013 et le 07/03/2013.	15
Figure 8 – Vue 3D des données bathymétriques (source : données Geoxyz levées en mars 2013)	16
Figure 9 – Représentation schématique en coupe des opérations envisagées afin de renforcer la rive Nord (Plage du Bois de Sapins) et de favoriser un éloignement de l'Authie (coupe schématique : les échelles et dimensionnements ne sont pas respectés)	19
Figure 10– (A) Bathymétrie de l'ensemble de la baie ; (1) Scénario 1 : comblement du chenal de flot ; (2) Scénario 2 : comblement du chenal de flot et de sa continuité au Nord ; (3) Scénario 3 : comblement d'une large superficie afin de retrouver une configuration proche du trait de côte initial.	22
Figure 11 – Localisation du rechargement calculé sur une bande de 50 m pour une altitude de 6m IGN 69 (en couleur) qui comblerait le chenal de flot, et permettrait de recharger la plage (250 000 m3).	23
Figure 12 – Localisation des volumes à draguer (en couleur) dans le cas de l'élargissement du lit de l'Authie (240 000 m3).	25
Figure 13 – Localisation des volumes à draguer (en couleur) dans le cas d'un scénario de dragage de l'extrémité de la pointe de Routhiauville (410 000 m3).	25
Figure 14 – Localisation des volumes à draguer (en couleur) dans le cas d'un scénario de dragage de la zone située entre deux chenaux de l'Authie, à l'Ouest de la pointe de Routhiauville (450 000 m3).	26
Figure 15 - Paramètres intervenant dans le choix d'un type de dragage	28
Figure 16 : Chalands autoporteurs utilisables pour le transport des sédiments (Matériel EMCC).....	29
Figure 17 : Remises en suspension associées aux dragages mécaniques en eau	31
Figure 18 – Drague aspiratrice stationnaire (Source : IDRA Environnement SAS)	32
Figure 19 : Schéma des différents phénomènes de remise en suspension (à partir d'un bec d'élinde)	33
Figure 20 – Les différentes phases de l'instruction du dossier de demande d'autorisation au titre des articles 214-1 à 214-6 du code de l'Environnement.....	37
Figure 21 – Localisation des zones d'intérêt biologique de type ZNIEFF 1 (Source : INPN).....	41
Figure 22 – Localisation du site Natura 2000 « Estuaire et littoral picards » (Source : Natura 2000).	42
Figure 23 – Localisation du site Natura 2000 « Dunes de l'Authie et mollières de Berck » (Source : Natura 2000).	42
Figure 24 – Localisation du site Natura 2000 « Baie de Canche et couloir des trois estuaires » (Source : Natura 2000).	43
Figure 25 – Localisation du site Natura 2000 « Estuaires picards : baie de Somme et d'Authie » (Source : Natura 2000).	43
Figure 26 – Coupe transversale schématique du projet de rechargement à court terme.....	45

Table des tableaux

Tableau 1 – Volumes approximatifs nécessaires pour différentes options de rechargement le long de la plage du bois de Sapins.....	22
---	----

Introduction

En raison de l'accélération de l'érosion de la rive Nord de l'Authie ces dernières années, la communauté de Communes Opale Sud a lancé les études nécessaires à la définition d'une solution visant à éloigner l'Authie de la rive Nord de l'estuaire afin d'assurer une protection suffisante et efficace des zones arrières littorales. Ces études aboutiront à des travaux conservatoires en attendant les conclusions du PAPI d'intention signé avec le Syndicat Mixte baie de Somme, dont les résultats sont attendus dans le courant de l'année 2014.

Dans ce cadre, le cabinet d'études IDRA Environnement a été missionné pour assister la CC Opale Sud, le maître d'ouvrage, afin de mener l'ensemble des études et démarches nécessaires à la définition d'une solution technique et à la réalisation de ces travaux conservatoires.

Afin d'atteindre cet objectif, des études d'acquisition de données complémentaires ont été menées afin d'obtenir une meilleure compréhension du fonctionnement hydro-sédimentaire de l'estuaire de l'Authie. En effet, bien que des études aient été menées en 2002 et 2009-2011 dans le but de définir des solutions de gestion du trait de côte pour sécuriser et renforcer le cordon dunaire de la rive Nord, celles-ci reposaient sur des données d'entrée en courantologie, houle granulométrie et topographie antérieures à 2000. Par conséquent, il était nécessaire de mettre ces données à jour, étant donné la rapidité des changements dans ce type de milieux.

Suite à l'obtention de ces résultats, le présent dossier se propose de définir un avant-projet sommaire des travaux à effectuer afin de renforcer la rive nord en érosion, et à favoriser l'éloignement de l'Authie vers le sud de l'estuaire. Les objectifs de ce dossier sont la présentation sommaire de la solution technique retenue ainsi que les choix ayant motivé cette solution, ainsi que de l'ensemble des paramètres de conduite des opérations :

- Apport des études d'acquisition de données complémentaires pour la compréhension du fonctionnement hydro-sédimentaire de la baie ;
- Description sommaire de la solution envisagée :
 - o Dimensionnement approximatifs des travaux à effectuer ;
 - o Méthode (solution de dragage dans le cas d'un rechargement) ;
 - o Déroulement des opérations préalables aux travaux, pendant les travaux et post-opératoires ;
 - o Budget prévisionnel des travaux ;
- Calendrier prévisionnel de réalisation des opérations jusqu'à la réception des travaux.
- Cadre réglementaire et contraintes ;

CHAPITRE 1/ APPORT DES ETUDES D'ACQUISITION DE DONNEES COMPLEMENTAIRES POUR LA COMPREHENSION DU FONCTIONNEMENT HYDRO-SEDIMENTAIRE DE LA BAIE D'AUTHIE

L'estuaire de l'Authie constitue l'exutoire du fleuve Authie qui constitue la limite physique entre le Nord-Pas-de-Calais et la Somme. Depuis plusieurs années, il est possible d'observer une accélération de l'érosion de la plage du Bois de Sapins, sur la rive Nord. De manière parallèle, une flèche sableuse, la pointe de Routhiauville, a tendance à s'engraisser et à progresser vers le Nord, repoussant par la même occasion l'embouchure vers le Nord également (Figure 1).

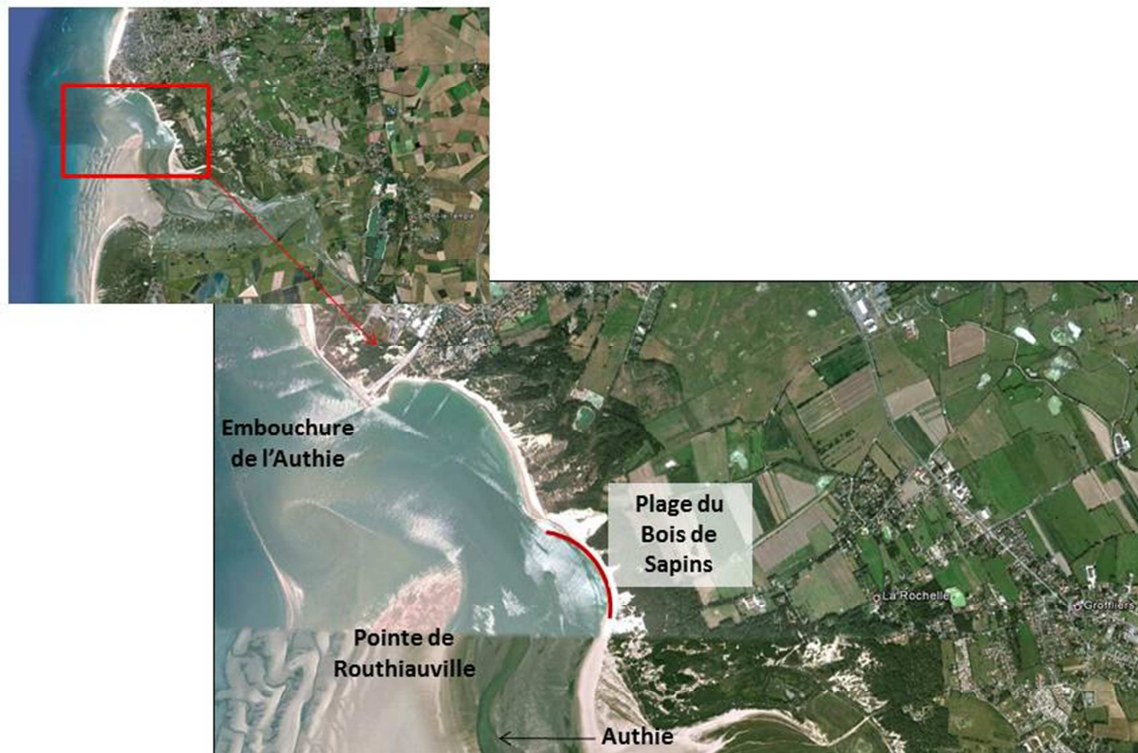


Figure 1 – Présentation du site d'étude

Différentes campagnes d'acquisition de données de terrain ont été lancées afin de compléter les connaissances sur le fonctionnement hydro-sédimentaire actuel de la baie d'Authie. En effet, les dernières études et interprétations à ce sujet disponibles sur ce secteur dataient de 1999 (Dobroniak, 2000), et il était donc nécessaire, avant toute décision concernant la protection de la rive Nord, d'actualiser les connaissances à ce sujet. Quatre consultations ont donc été lancées par la CC Opale Sud afin de caractériser :

- La topographie (relief) de la plage et du cordon dunaire (Ingéo),
- La bathymétrie (relief des fonds) de la baie (Geo xyz),
- Les caractéristiques granulométriques (taille des sables) (Gallia Sana),
- Les caractéristiques des houles, des courants de marée et de la turbidité en 2 points de la baie (IX Survey).

Ces campagnes de terrain ont été menées à des intervalles de temps proches, néanmoins le léger décalage entre certaines d'entre-elles amènent à introduire certaines précautions dans l'interprétation des résultats. En particulier, la bathymétrie est susceptible de changer très rapidement, et les formes sédimentaires ainsi que la position des différents chenaux a pu varier entre le moment où les appareils courantométriques ont été posés (15 février au 6 mars 2013), et le jour où les levés bathymétriques ont été effectués (25 au 28 mars).

1/ Topographie

La topographie de la plage et du cordon dunaire a été levée à deux reprises en février 2012 et février 2013 par la société Ingéo, et un différentiel a été réalisé entre ces deux dates (Figure 2). Il est ainsi possible de différencier les zones en érosion de celles en accrétion, c'est-à-dire où il y a eu un apport de sédiments. L'ensemble du secteur concerné représente une superficie de 254 424 m², et s'étend de la Pointe du Haut-Banc, au sud de la ville de Berck-sur-Mer, jusqu'au Bec du Perroquet, au sud de la plage du Bois de Sapins.

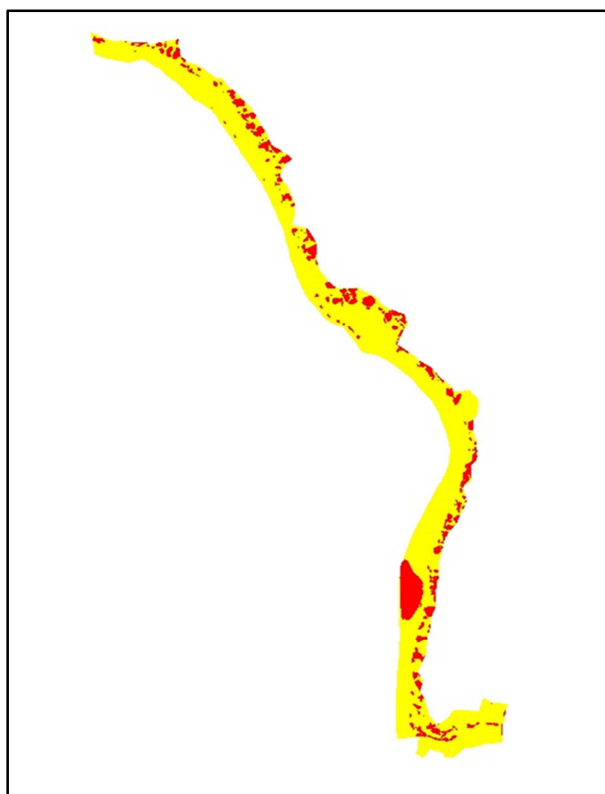


Figure 2 – Différentiel altitudinal entre février 2012 et février 2013 la long de la rive Nord de l'estuaire de l'Authie, entre la pointe du Haut-Banc et le Bec du Perroquet. La couleur jaune indique les secteurs d'érosion, et la couleur rouge les secteur d'accrétion (carte : Ingéo 2013).

La carte différentielle montre que la quasi-totalité du secteur mesuré est en érosion, en particulier en bas de plage où la couleur jaune uniforme domine, en dehors d'une tache rouge synonyme d'accrétion directement au sud de la plage du Bois de Sapins. Ce secteur correspond sans doute à

l'emplacement des Blockhaus, dont la présence a pu modifier localement les transferts de sédiments et provoquer une accumulation de sable.

En haut de plage et sur le cordon dunaire, le bilan est davantage contrasté puisque les couleurs jaune et rouge alternent, signifiant que l'on a une alternance entre des zones d'érosion et d'accrétion.

Sur l'ensemble du secteur mesuré, le bilan est donc à l'érosion entre février 2012 et février 2013, pour une valeur estimée à 386 060 m³. Si l'on rapporte ce volume à la superficie totale du secteur d'étude, cela correspond à une érosion moyenne d'1,5 m³/m². Cette valeur est une moyenne donnée à titre indicatif et ne saurait être représentative des disparités spatiales dans la répartition sédimentaire entre les deux dates de mesure. Elle témoigne néanmoins d'une érosion significative bien supérieure à la marge d'erreur des appareils de mesure utilisés.

2/ Bathymétrie

Les données bathymétriques ont été levées entre le 25 et le 28 mars 2013 par la société Geo xyz. La restitution cartographique des fonds fait nettement apparaître la pointe de Routhiauville dont les altitudes maximales se situent aux alentours de 4,3 m IGN 69. Au niveau de la partie intérieure de la baie (à l'Est de la pointe), la topographie est complexe. Néanmoins, il est assez nettement observable un chenal principal, comme en attestent les teintes bleu foncé, d'une profondeur de 1 à 2 m, et dont le fond se situe aux alentours de -0,2 à -0,5 m IGN 69.

Il est possible également d'observer deux autres chenaux distincts formés par l'Authie, dont l'un faiblement creusé (fond à 1,5 m IGN 69) qui longe la face interne (Est) de la pointe de Routhiauville, et l'autre qui longe la plage en érosion du bois de Sapins. Ce dernier chenal, qui est sans doute à l'origine des problèmes d'érosion de cette partie de la rive Nord, est assez étroit, mais sa profondeur est similaire à celle du chenal principal avec une altitude en fond de chenal de 0 à -0,2 m IGN 69. La profondeur du chenal est d'environ 1 à 2 m.

Entre le chenal principal et le chenal Est, on observe une forme sédimentaire dont l'altitude augmente vers le sud et qui culmine à 1,7 m IGN 69.

Entre le chenal principal et le chenal Ouest, qui longe la pointe de Routhiauville, une forme sédimentaire similaire est présente, d'une superficie plus importante néanmoins, avec des altitudes légèrement plus élevées, comprises entre 2 et 2,9 m IGN 69.

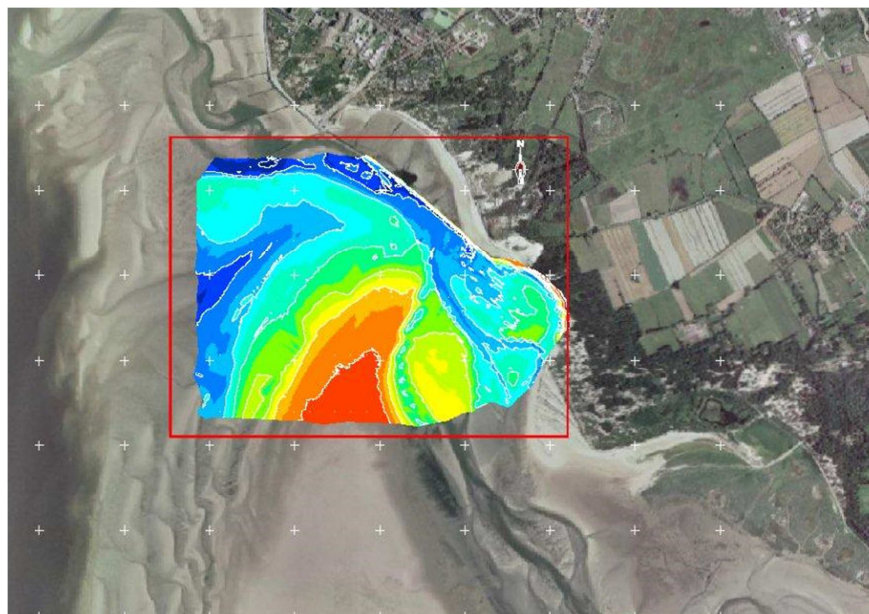


Figure 3 – Cartographie bathymétrique du secteur sondé par la société Geo xyz (carte : CC Opale Sud 2013).

Il a été possible de faire une cartographie différentielle entre les données acquises en 2013 et des données LIDAR de la DDTM acquises au cours de l'année 2008 (Figure 4). Cela permet de situer les zones de l'estuaire où l'on observe de l'érosion, ainsi que celles où s'est produit un apport de sable entre 2008 et 2013.

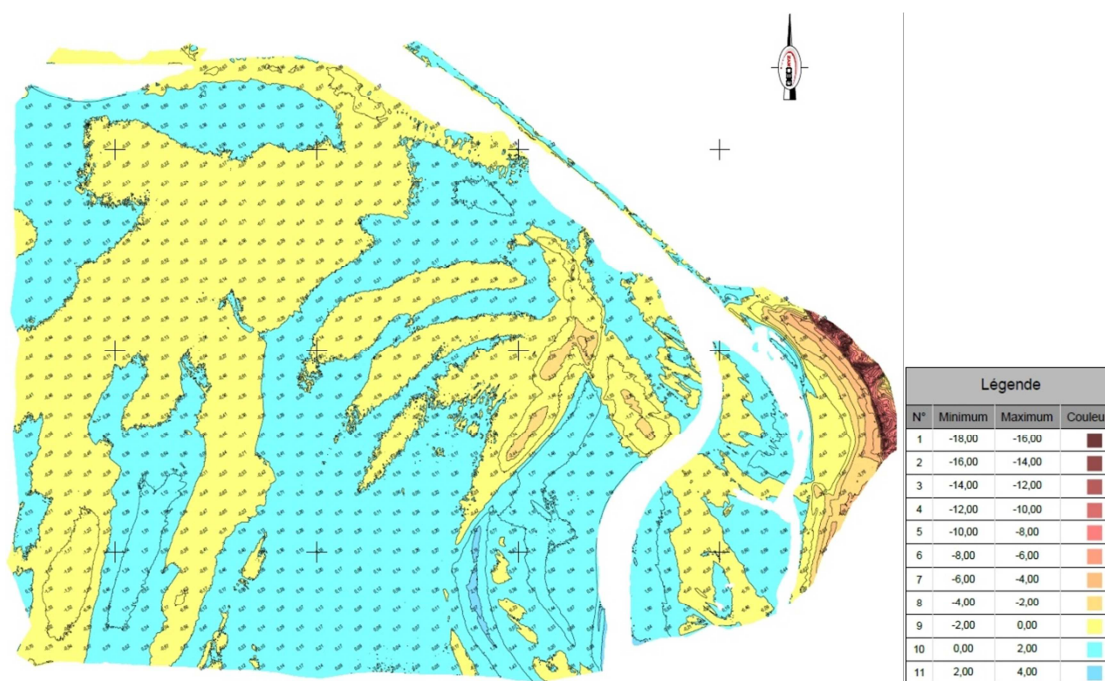


Figure 4 – Carte différentiel entre les données LIDAR de 2008 et les données bathymétrique de 2013. Les zones en bleu correspondent à de l'accrétion, tandis que les zones en dégradé de jaune au rouge foncé correspondent à de l'érosion.

Cette carte différentielle confirme les observations topographiques faites par la société Ingéo, mais sur une période plus longue de 5 ans. A l'est de la zone de mesure, au niveau de la plage du Bois de Sapins, le cordon dunaire a reculé d'environ 60 m, ce qui a fait disparaître la dune. L'endroit où se

trouvait le sommet de dune auparavant a été arasé, ce qui correspond à une perte d'altitude de 16 à 18 m par endroits.

3/ Granulométrie

Trente prélèvements d'échantillons de sables en surface ont été effectués dans la baie le 4 mars 2013 par la société Gallia Sana. Ces échantillons sont répartis au niveau de la plage du bois de Sapins, ainsi que sur la pointe de Routhiauville (Figure 5). Ces prélèvements permettent de comparer les granulométries des différents secteurs.

- **Le secteur de la pointe** : les sédiments sont caractérisés par la présence de sables fins à moyens d'un diamètre médian compris entre $0,20 \text{ mm} < d_{50} < 0,33 \text{ mm}$. On observe une nette différence entre les sédiments situés sur l'extrémité Nord de la pointe (PR11, 12, 21, 22, 23, 24), où le diamètre médian est compris entre $0,20 < d_{50} < 0,26 \text{ mm}$, et la partie Sud de la pointe (PR31, 32, 33, 34, 41, 42, 43, 44) où le diamètre médian est compris entre $0,25 \text{ mm} < d_{50} < 0,33 \text{ mm}$.
- **Le secteur de la plage** : Le sable local présente les mêmes caractéristiques que celles du secteur de la pointe, avec des sables fins à moyens d'un diamètre médian compris entre $0,20 \text{ mm} < d_{50} < 0,32 \text{ mm}$. Là encore, il est possible de différencier les sédiments situés au nord de la plage du bois de Sapins (BS11, 12, 13, 14) où le diamètre médian est compris entre $0,24 \text{ mm} < d_{50} < 0,32 \text{ mm}$, tandis que sur la plage en érosion et plus au Sud on observe des valeurs médianes comprises dans l'intervalle $0,20 \text{ mm} < d_{50} < 0,28 \text{ mm}$.

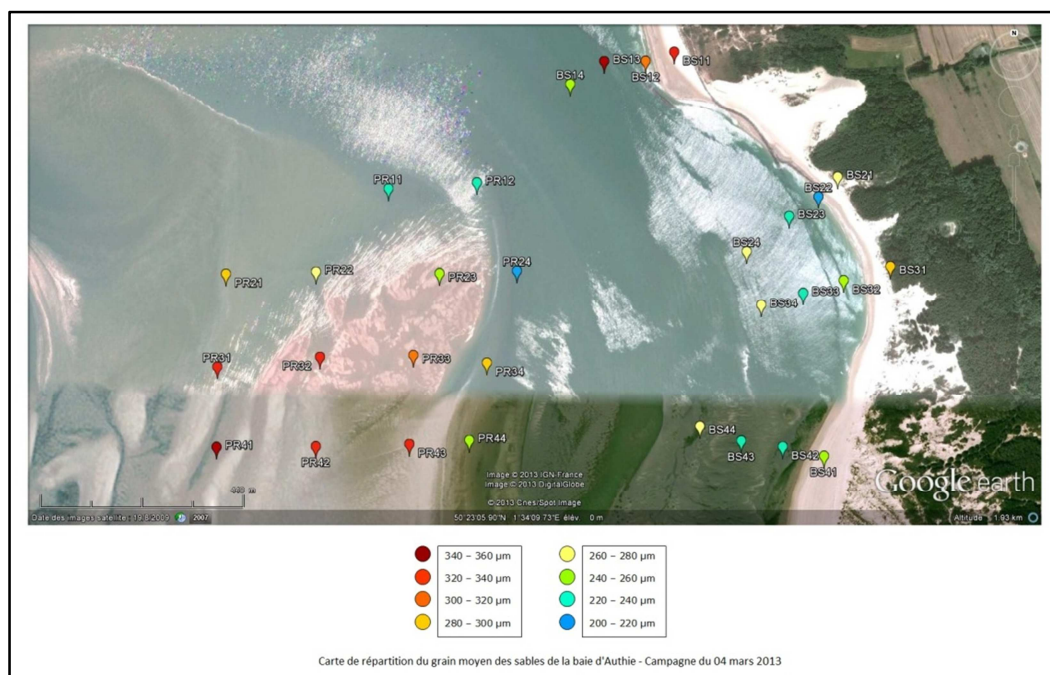


Figure 5 – Carte de répartition spatiale du grain moyen dans les échantillons de sédiments prélevés sur la pointe de Routhiauville et la plage du Bois de Sapins (carte Gallia Sana 2013).

4/ Houles et courants

Des appareils de mesure de la vitesse et de la direction de la houle et des courants de marée ont été déployés par la société IX Survey au niveau de deux points dans la baie d'Authie (

Figure 6). Ces appareils ont été installés le 15 février 2013 et retirés le 6 mars 2013, la campagne d'enregistrement des données a donc duré 19 jours.



Figure 6 – Carte de positionnement des appareils courantométriques (Carte : IX Survey 2013)

Les données révèlent qu'aux points A et C, les courants sont plus forts au niveau de la cellule 1, la plus proche du fond à 0,91 m. De manière générale, les vitesses enregistrées sont plus fortes au point A qu'au point C, que ce soit au flot ou au jusant, ce qui pourrait être expliqué par la position des courantomètres : le point A est situé dans un couloir entre la côte et des altitudes également élevées à l'Ouest, de ce fait il est probable que se produise un phénomène de canalisation du débit à ce point, tandis qu'au point C on se trouve dans un milieu ouvert où l'énergie pourrait davantage se dissiper.

Il est également possible d'observer une différence selon la marée : au point A, les vitesses de courant sont plus importantes lors du flot que lors du jusant. Au point C c'est le contraire qui est observé, les vitesses de courant étant plus importantes lors du jusant.

De plus, lors du flot, les données de direction montrent que le courant porte au NE pour le point C. Il se dirige contre la rive Nord, ce qui facilite l'orientation du débit du cours d'eau le long de la rive Nord de l'estuaire. Les courants auraient tendance à longer la rive nord et à l'éroder d'autant plus que le poulier s'étend vers le nord depuis des années et repousse l'Authie et le courant de flot vers le nord en réduisant l'ouverture de l'estuaire. Au point A, les données de direction montrent que le flot porte au Sud, ce qui appuie la thèse selon laquelle l'essentiel du débit provient du chenal Est. Si le courant provenait du chenal Ouest, il est probable qu'il serait davantage porté vers le SE.

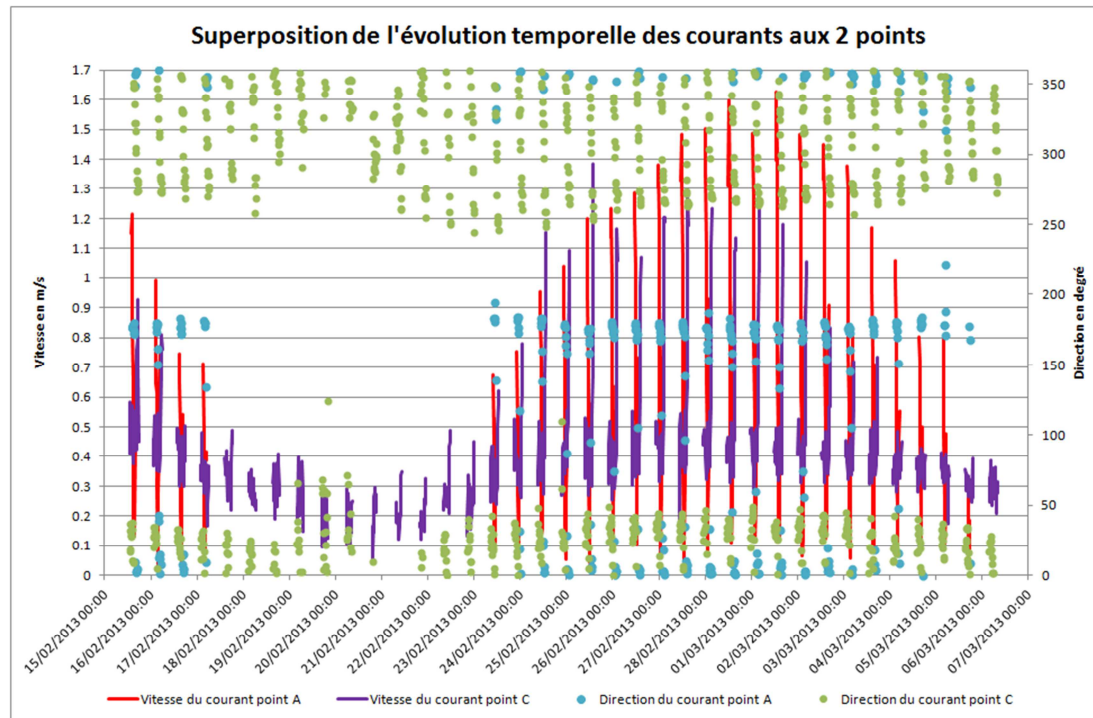


Figure 7 – Graphique représentant les vitesses et direction des courants aux points A et C entre le 15/02/2013 et le 07/03/2013.

Lors du jusant, le courant porte au Nord pour le point A, mais il est moins fort que lors du flot. On peut formuler l'hypothèse que le débit se produit davantage dans le chenal Ouest lors du jusant que lors du courant de flot : lors du jusant, une quantité d'eau moins importante transiterait par le chenal Est, de ce fait l'accélération due à la canalisation serait moins importante.

Les données semblent montrer qu'il existe un chenal de flot à l'Est contre la plage du bois de Sapins, et un chenal de jusant plus à l'Ouest, comme cela avait déjà pu être évoqué dans de précédentes études (Dobroniak, 2000 ; SOGREAH, 2009). Les données bathymétriques récentes confirment ces hypothèses : on observe bien les deux chenaux ainsi que la topographie surélevée entre les deux sur la représentation de la bathymétrie en 3D (Figure 8).

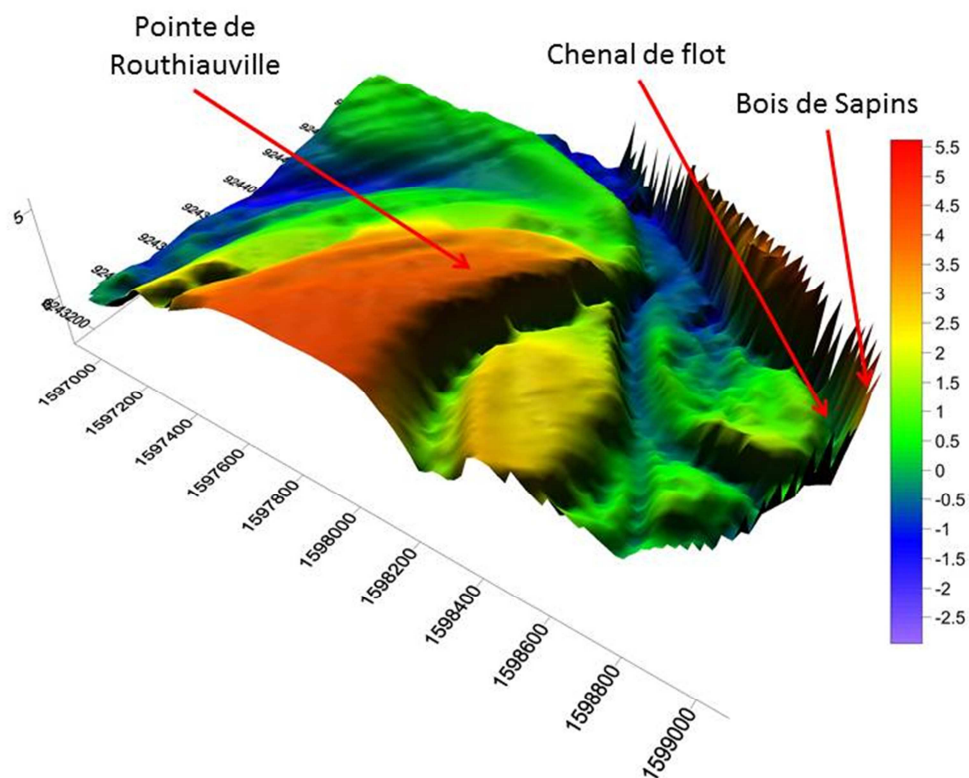


Figure 8 – Vue 3D des données bathymétriques (source : données Geoxyz levées en mars 2013)

CHAPITRE 2/ DESCRIPTION SOMMAIRE DE LA SOLUTION ENVISAGEE

1/ Raisons du choix de la solution

Le choix de la solution doit se faire en tenant compte de plusieurs critères :

- Prise en compte du fonctionnement hydro-sédimentaire de la baie,
- Trouver une solution la plus pérenne possible à l'érosion de la rive Nord, particulièrement au niveau de la plage du bois de Sapins,
- Prendre en compte l'enveloppe budgétaire,
- Les délais de mise en œuvre doivent être réduits au maximum.

L'objectif de cette étude est de limiter le recul du trait de côte, afin d'empêcher la submersion des terres arrière-littorales. Les procédés utilisés afin de maintenir le trait de côte peuvent être divisés en deux catégories : les techniques dures et les techniques souples.

1.1/ Techniques dures

La mise en place de structures dites « dures » telles que des brise-lames, des épis ou une digue submersible pourrait assurer, non pas un renforcement de la rive Nord, mais une protection de la côte qui serait alors moins soumise à la houle et aux courants. En effet, ce type de procédés ont pour fonction de s'opposer aux courants, ils s'opposent donc également aux mouvements solides et modifient les transferts de sédiments et les interrompant parfois fortement.

De ce fait, ce type de structure aide généralement à protéger efficacement une portion de trait de côte, mais elles modifient fortement le fonctionnement sédimentaire des zones adjacentes, et peuvent souvent entraîner une érosion en aval de leur position.

De plus, il s'agit de techniques qui peuvent s'avérer onéreuses, car elles nécessitent un apport de matériaux externes (blocs, palplanches etc.) par bateau jusqu'au site. Leur coût est généralement élevé, et il est conseillé, afin d'éviter leur déstabilisation, de procéder à un rechargement de plage en parallèle, ce qui multiplie les coûts.

Enfin, ce sont des ouvrages en dur la plupart du temps (maçonnerie, enrochements) qui peuvent avoir un impact important sur le paysage ainsi que l'environnement, à plus forte raison dans un périmètre Natura 2000 : destruction d'habitats, érosion en aval, dégradation du paysage, nuisance sonore pour les espèces marines, etc.

1.2/ Techniques souples

Contrairement aux techniques « dures » qui ont un effet immédiat, les techniques « souples » proposent une approche qui permet, non pas de gérer les effets, mais les causes des phénomènes en mettant en place une solution qui absorbe l'énergie dissipée par la mer. L'inconvénient de ces techniques, est qu'elles ne fixent pas le trait de côté. En revanche, elles présentent l'avantage d'accompagner les mouvements saisonniers du trait de côte et donc de respecter la dynamique hydro-sédimentaire de l'unité dans laquelle elles sont mises en œuvre.

Le rechargement en sables est une des techniques de protection « douces », utilisée depuis longtemps dans divers autres pays, notamment les Pays-Bas. La majorité des plages artificiellement alimentées doivent être régulièrement rechargées en sédiments. Elles nécessitent donc un entretien systématique. Ainsi le rechargement régulier des plages est avant tout un choix de société. La première opération de ce type en France date de 1989, sur la plage de Châtelailon-Plage où le rechargement a également joué son rôle d'absorbeur d'énergie lors de la tempête Xynthia et ainsi limiter la submersion marine en bordure du rechargement.

En outre, cette solution permettrait de réduire fortement l'atteinte aux conditions environnementales du site en gardant une perception naturelle des paysages, et en limitant l'atteinte aux habitats et espèces.

1.3/ Description de la solution préconisée

Un rechargement dimensionné de la plage du Bois de Sapins pourrait permettre d'assurer une bonne protection contre les assauts de la mer, de plus le fait de recharger au niveau du chenal de flot pourrait inciter l'Authie à emprunter le chenal situé plus au sud, et ainsi s'éloigner de la rive Nord, ce qui est la but recherché par cette étude. Cette solution est l'un des scénarii qui avait été envisagé par la SOGREAH dans son étude de 2009.

L'ensemble des nouvelles données acquises semblent indiquer que le cours de l'Authie est divisé en plusieurs chenaux, dont deux principaux : un chenal de flot, à priori fortement impliqué dans les phénomènes d'érosion, et un chenal de jusant. L'objectif de l'opération serait de contraindre l'Authie à emprunter, au flot comme au jusant, le chenal situé la plus au sud. Ainsi, les courants les plus forts seraient éloignés de la rive Nord, ce qui permettrait d'annuler les principales causes d'érosion.

Afin de procéder à un rechargement de plage, il est nécessaire d'avoir à disposition une source de sédiments qui doivent se trouver, si possible, dans la même unité hydro-sédimentaire, et la granulométrie doit être adaptée afin de faire en sorte que les travaux soient efficaces le plus longtemps possible. Il apparaît que la pointe de Routhiauville est une flèche sableuse active en constante accrétion, dont l'apport en sédiments annuel moyen a été estimé à 80 000 m³ par an entre 1935 et 2008 (SOGREAH, 2009). Il serait envisageable de prélever du sable sur la pointe afin de le refouler sur la plage en érosion et dans le chenal de flot. Afin de pouvoir étudier la compatibilité des sédiments entre le secteur d'emprunt et le secteur à recharger, une étude a été faite à l'aide des paramètres granulométriques levés sur le terrain par la société Gallia Sana.

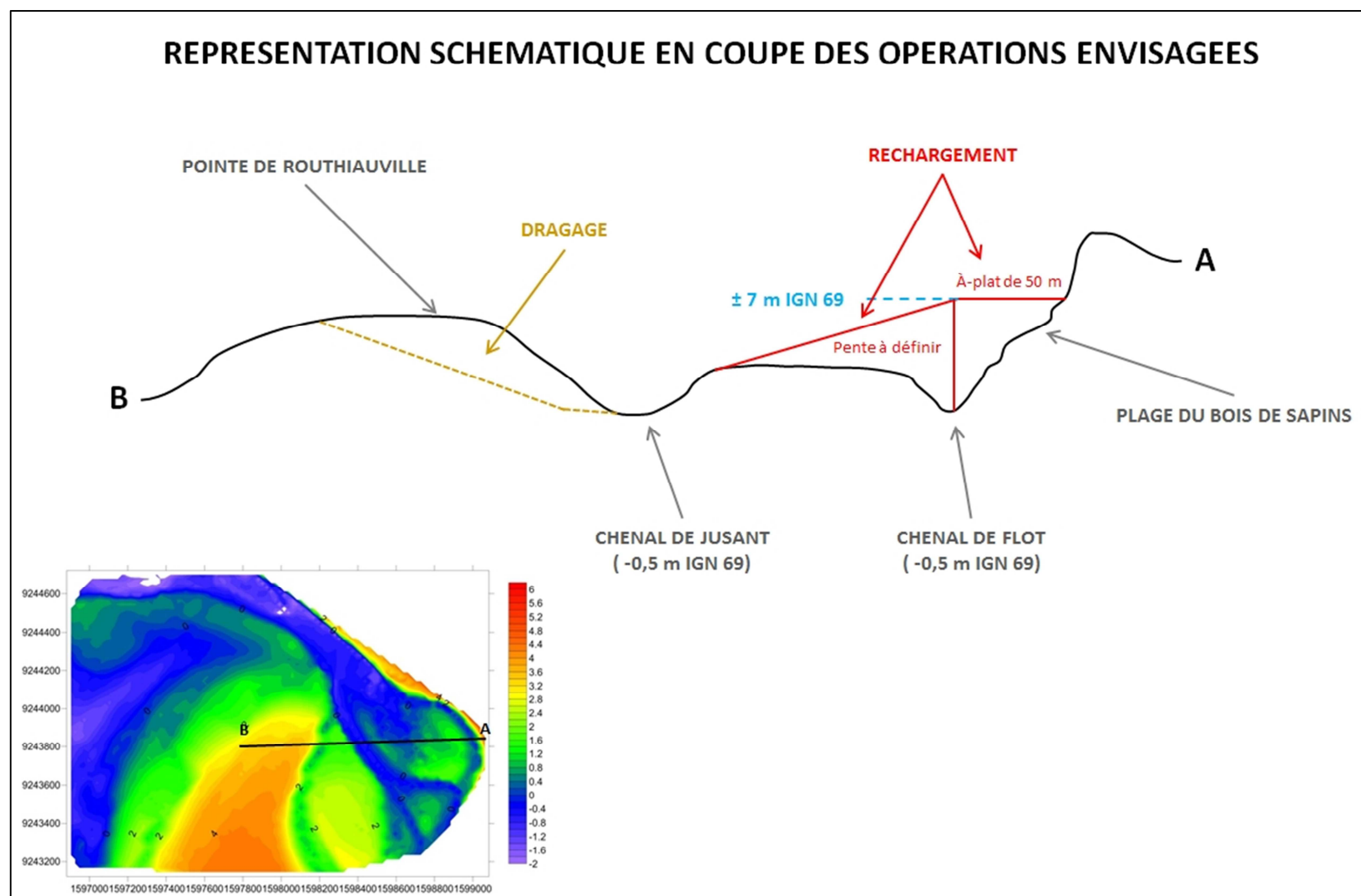


Figure 9 – Représentation schématique en coupe des opérations envisagées afin de renforcer la rive Nord (Plage du Bois de Sapins) et de favoriser un éloignement de l'Authie (coupe schématique : les échelles et dimensionnements ne sont pas respectés)

1.4/ Compatibilité des sédiments entre le secteur d'emprunt et le secteur à recharger

Une évaluation précise de la compatibilité entre les sédiments du secteur d'emprunt et les sédiments naturels a été effectuée à l'aide du calcul du coefficient d'emprunt R_A (CEM, 2008) (Planche 1). L'avantage de cette méthode tient au fait qu'elle considère l'ensemble de la distribution granulométrique des échantillons afin d'évaluer leur compatibilité.

Pour déterminer R_A , les diamètres correspondant aux fréquences pondérales de 5, 16, 50, 84 et 96% (que l'on note d_5 , d_{16} etc.) ont été utilisés, ce qui permet d'avoir une bonne représentation du spectre granulométrique des échantillons de sédiments. Ces quartiles permettent de déterminer en unité *phi* (unité habituellement utilisée dans les études de sédiments) le grain moyen de chaque échantillon, ainsi que le tri, et de comparer ces paramètres entre les sédiments naturels de la plage du Bois de Sapins et les sédiments d'emprunt de la pointe de Routhiauville. Ces valeurs sont ensuite croisées dans un graphique représentant les isolignes du coefficient d'emprunt, et l'on obtient une valeur comprise entre 0 et 10 pour notre étude.

La manière d'interpréter R_A est la suivante : il s'agit d'une estimation du volume à draguer requis afin de compenser le volume de sédiment naturel érodé. En résumé, si $R_A=1,5$, il sera nécessaire de draguer 1,5 m³ de sable dans la zone d'emprunt pour compenser 1 m³ nécessaire au rechargement dans le secteur en érosion.

Une recommandation générale du Coastal Engineering Manuel (2008) indique que R_A , devrait se situer à une valeur inférieure à 1,10, et particulièrement entre les valeurs 1,02 et 1,10 afin d'assurer une bonne compatibilité de sédiments. L'ensemble des échantillons de la pointe de Routhiauville a été croisée avec l'ensemble des échantillons prélevés sur la plage du bois de Sapins, ce qui a donné lieu à la détermination de 224 coefficients d'emprunt. Ces calculs permettent d'apprécier quels échantillons de la pointe de Routhiauville conviennent à quels échantillons de la plage du bois de Sapins.

Il ressort que les valeurs de R_A les plus adaptées au secteur en érosion sont celles des prélèvements effectués sur l'extrémité Nord de la pointe de Routhiauville, à savoir les échantillons PR11, 12, 21, 22, 23, 24. Sur les 48 R_A calculés pour cette partie, 28 ont des valeurs inférieures ou égales à 1,10. Si l'on prend le reste des échantillons de la pointe (dans la moitié Sud : PR31 à 44), le nombre de valeurs de R_A inférieures ou égales à 1,10 est de 5 seulement sur 64 échantillons au total.

L'étude de la compatibilité peut éventuellement être complétée par la détermination d'un deuxième indicateur nommé R_r , qui correspond au coefficient de rechargement. Ce coefficient est déterminé à partir des mêmes valeurs que R_A (tri et grain moyen), et permet de poser la question du temps de résidence des sédiments d'emprunt s'ils sont déposés dans le secteur érodé. Indirectement, cela permet d'appréhender la question de la fréquence de rechargement.

Idéalement, la valeur de R_r doit être inférieure ou égale à 1. Plus la valeur est élevée, moins le temps de résidence des sédiments sera important, plus la fréquence des rechargements devra être élevée.

Conformément à ce qui a été observé pour R_A , les sédiments situés sur la moitié Nord de la pointe de Routhiauville semblent plus adaptés que ceux situés sur la moitié Sud. Parmi les valeurs de R_r calculées pour les échantillons PR11 à PR24 (moitié Nord de la pointe), soit 48 valeurs au total, 29 ont

un R_j inférieur ou égal à 1, tandis que pour les prélèvements notés PR31 à PR44 (moitié Sud de la pointe), seuls 9 sur 64 respectent ce même critère.

La solution de départ préconisée par le rapport SOGREAH (2009) consistant à prélever le sable sur la pointe de Routhiauville en effectuant un décapage superficiel sur l'ensemble de sa surface ne semble pas la plus appropriée d'après cette étude de compatibilité en raison d'une granulométrie hétérogène et moins propice dans les parties centrale et SO de la pointe.

La solution préconisée ici serait donc de couper l'extrémité nord de la pointe de Routhiauville, et éventuellement élargir le chenal principal de l'Authie en draguant ce même chenal au sud, le long de la face interne (face Est) de la pointe.

NOTE ! *Les coefficients calculés dans cette partie schématisent de manière simple des phénomènes naturels complexes. Ils sont utilisés à titre indicatif comme une aide à la décision en aidant le décideur à orienter son choix, mais ne sauraient être interprétés comme des valeurs exactes à suivre à la lettre. Ces coefficients ne peuvent remplacer une connaissance fine du terrain.*

La mise en œuvre de techniques de renforcement « souples » telles que le rechargement massif en sable pourrait répondre aux exigences afin de reconstituer la plage du Bois de Sapins, et de contraindre l'Authie à emprunter un chenal plus au Sud. Un rechargement en sable a en outre l'avantage, par rapport aux techniques dures, d'avoir moins de conséquences sur la qualité du milieu environnemental. De plus, il est fortement probable qu'il entraînera moins de conséquences néfastes en termes de transits sédimentaires dans la baie.

2/ Dimensionnement

2.1/ Volumes nécessaires pour différents types de rechargement

Une estimation des volumes de sédiments nécessaires à un rechargement pour différentes situations ont pu être effectuées à partir des données bathymétriques levées en mars 2013 par la société Geoxyz. Ces calculs ont été effectués sur le logiciel Surfer à partir d'une grille de points au maillage moyen de 0,5 m, dont une représentation surfacique a pu être extrapolée par la méthode de triangulation par interpolation linéaire.

Trois scénarii ont été testés (Figure 10) :

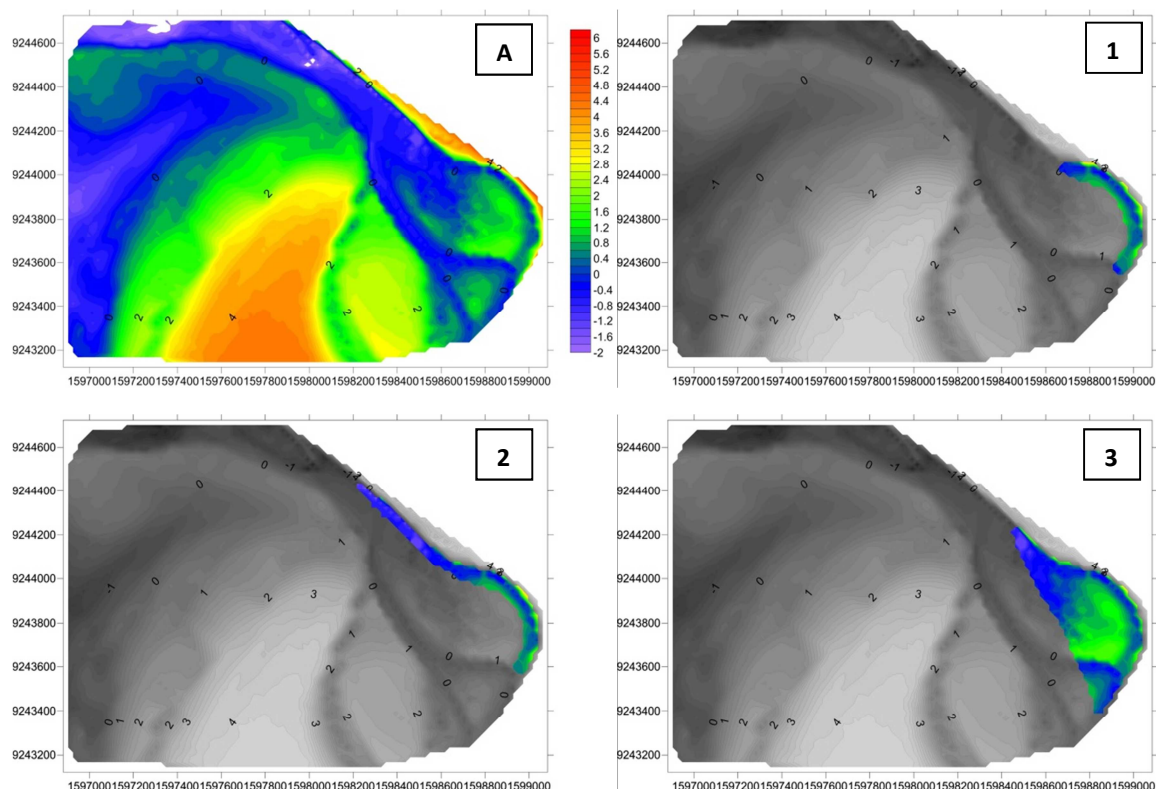


Figure 10– (A) Bathymétrie de l'ensemble de la baie ; (1) Scénario 1 : comblement du chenal de flot ; (2) Scénario 2 : comblement du chenal de flot et de sa continuité au Nord ; (3) Scénario 3 : comblement d'une large superficie afin de retrouver une configuration proche du trait de côte initial.

Les estimations sont effectuées en calculant le différentiel volumétrique entre le terrain naturel (la bathymétrie) et une surface horizontale plane d'une altitude donnée et choisie par l'opérateur. Plusieurs simulations ont été effectuées correspondant à plusieurs altitudes différentes. Les résultats sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Volumes approximatifs nécessaires pour différentes options de rechargement le long de la plage du bois de Sapins.

Altitude de la surface plane supérieure (m IGN 69)	Volume nécessaire (m ³) --> Remblais		
	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3
0	/	30 000	20 000
1	30 000	90 000	130 000
2	90 000	190 000	350 000
3	150 000	290 000	550 000
4	220 000	390 000	800 000
5	290 000	490 000	1 000 000
6	360 000	590 000	1 300 000
7	420 000	690 000	1 500 000

Les différentes altitudes supérieures choisies pour calculer les volumes peuvent correspondre à différentes niveaux d'eau. Par exemple, le niveau des plus hautes mers astronomiques (PHMA) est estimé par la SHOM à 10,54 m en cote hydrographique à Berck Plage – Fort Mahon, ce qui correspond à une altitude de 6,152 m IGN 69 (SHOM, 2012). Cette altitude correspond à celle utilisée

par les scientifiques pour positionner le pied de dune. Le fait de combler le chenal de flot (scénario 1) jusqu'à 6 m IGN 69 (soit à peu de choses près le niveau des PHMA ou le pied de dune) nécessiterait 360 000 m³ de matériaux. Si l'on souhaite uniquement le combler à hauteur des topographies voisines de la baie (soit la surface maximum au niveau de la forme sédimentaire à l'Ouest du chenal de flot, à savoir environ 2 m IGN 69), cela nécessiterait 90 000 m³ environ.

Les scénarii 2 et 3 concernent des superficies plus étendues, et des profondeurs parfois plus grandes, de ce fait les volumes considérés sont plus conséquents. Pour combler le chenal sur une plus longue distance en amont lors du flot (au Nord), dans la solution étudiée ici (scénario 2) il faudrait 590 000 m³ pour atteindre une altitude de 6 m IGN 69.

Pour combler l'ensemble du secteur situé au droit de la plage du Bois de Sapins et s'approcher de ce qui était auparavant la ligne de trait de côte, il serait nécessaire de disposer de plus d'un million de m³ de sable pour atteindre le niveau des PHMA.

Les chiffres annoncés ici valent dans le cas où l'on rechargerait à la même cote altitudinale sur tout le secteur à recharger. En réalité, il est préconisé de recharger de manière horizontale sur plusieurs dizaines de mètres, puis de profiler le rechargement selon une pente d'équilibre à définir, jusqu'à atteindre la bathymétrie naturellement observée. De ce fait, il est nécessaire de garder à l'esprit que les volumes traités dans cet avant-projet sommaire n'ont été calculés que pour se faire une idée du dimensionnement des travaux.

Suite aux résultats de ces simulations, et au regard des volumes importants qui en découlent, il a été calculé le volume que représenterait une opération de rechargement de la plage et de comblement du chenal sur une largeur de 50 m environ, et sur une longueur d'environ 800 à 850 m (Figure 9). La cote altitudinale retenue est de 7 m IGN 69 pour ce calcul, ce qui permet d'englober une marge de sécurité d'environ 1 m pour faire face aux surcotes éventuelles en cas de tempête. Le volume correspondant à ce scénario est estimé à 250 000 m³ (Figure 11).

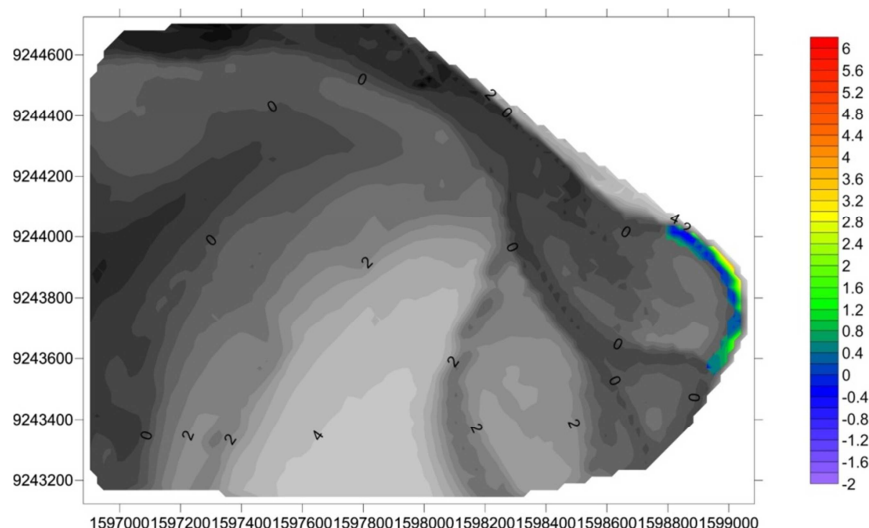


Figure 11 – Localisation du rechargement calculé sur une bande de 50 m pour une altitude de 6m IGN 69 (en couleur) qui comblerait le chenal de flot, et permettrait de recharger la plage (250 000 m³).

A ce volume, il sera nécessaire d'ajouter le rechargement qui fera la transition entre la plateforme horizontale de 50 m de large et les fonds topographiques naturels selon une pente qui restera à

définir (Figure 9). Cette pente d'équilibre dépend de nombreux paramètres, parmi lesquels la granulométrie des sédiments et leur comportement en fonction du régime des houles et courants. Tout cela pourra être appréhendé par une modélisation numérique, mais il n'est pas possible d'évaluer le dimensionnement exact du rechargement et sa pente à ce niveau d'avant-projet.

Les volumes approximatifs qui pourraient être nécessaires afin de lier la plateforme de 50 m établie à une altitude de 7 m IGN 69 à la topographie naturelle des fonds pourraient être compris entre 100 000 et 300 000 m³ de sable.

Au total, le volume de sable nécessaire pour le rechargement envisagé serait compris entre 350 000 et 550 000 m³, qui serviraient à :

- Reprofiler la plage du Bois de sapins à l'aide d'une plateforme horizontale de 50 m de large (la largeur de cette plateforme pourra éventuellement être réduite en fonction des volumes de sable disponibles et éventuellement du budget disponible) ;
- Etablir la transition entre ce rechargement et le relief naturel de la baie selon une pente qui reste à définir à l'aide d'une modélisation hydro-sédimentaire.

2.2/ Etude des zones à draguer

La solution la plus adaptée en termes de compatibilité granulométrique serait donc de draguer l'extrémité de la pointe de Routhiauville. Le fait de draguer cette partie en « coupant » la pointe semble d'autant plus indiqué que cela permettrait d'élargir l'ouverture de la baie de l'Authie. Notons que l'étalement de la flèche vers le nord est une tendance observée en baie d'Authie depuis plusieurs dizaines d'années. Ce phénomène est commun aux environnements estuariens et peut se traduire à terme par la fermeture de la baie, le fleuve étant obligé de trouver un autre chemin afin de percer l'embouchure. En draguant la pointe de la flèche, on s'assure de maintenir la baie ouverte, ce qui permet de maintenir l'exutoire à cet endroit. Elargir l'ouverture permettra également de réduire l'énergie lors de la marée montante : l'eau étant moins canalisée, elle aura donc moins d'énergie pour venir éroder la rive Nord. Cette observation vient conforter l'idée que le décapage superficiel de l'ensemble de la pointe n'est pas à privilégier (option envisagée par la SOGREAH), car cette méthode ne participera pas à l'ouverture de la baie. Il serait envisageable également, en plus de « couper » la pointe de Routhiauville à son extrémité, d'élargir le lit principal de l'Authie au niveau de la rive Sud.

Afin de se rendre compte de l'emprise spatiale de divers types de dragages, plusieurs simulations de calculs volumétriques ont été effectuées.

Une simulation du volume à draguer pour élargir au sud du chenal de l'Authie a premièrement été effectuée. Dans la partie la plus profonde du chenal (au centre), les altitudes sont proches de -0,5 m IGN 69. De ce fait, nous avons calculé le volume à draguer sur l'ensemble de cette zone afin d'atteindre la même cote altitudinale. Le volume résultant obtenu avoisine les 240 000 m³ (Figure 12).

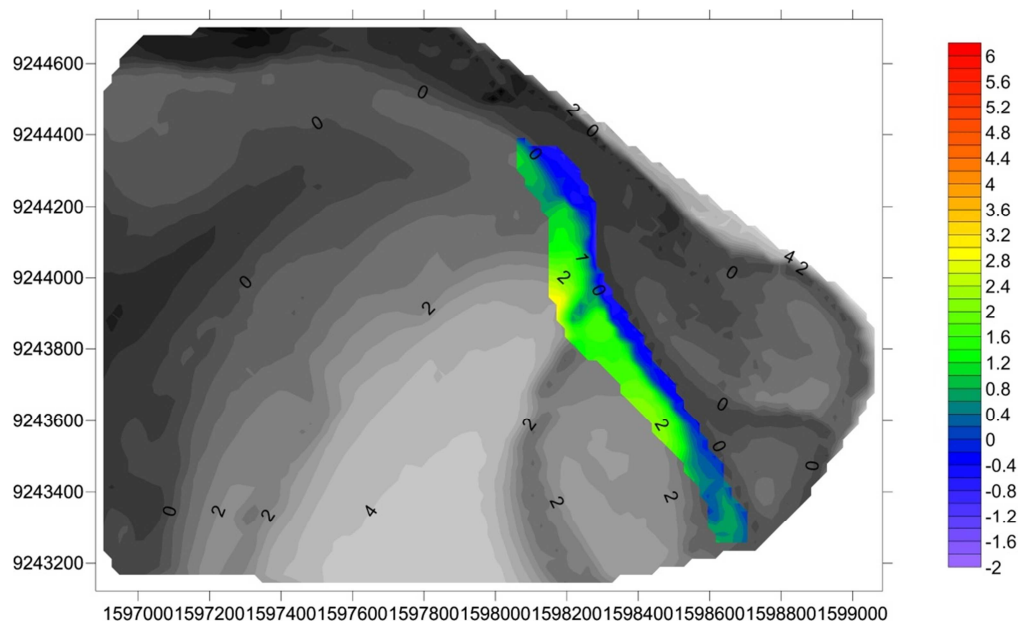


Figure 12 – Localisation des volumes à draguer (en couleur) dans le cas de l'élargissement du lit de l'Authie (240 000 m³).

Une simulation a également été faite pour le dragage de la pointe. La Figure 13 indique une superficie de 100 000 m², dont le volume représente 410 000 m³ si l'on souhaite draguer pour atteindre une cote altitudinale de -0,5 m (altitude du lit de l'Authie).

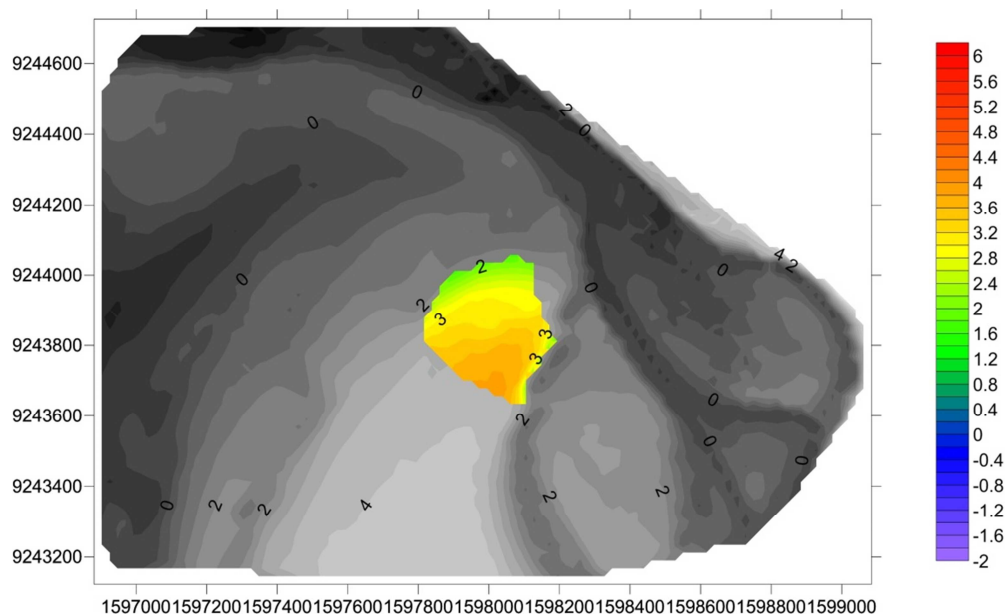


Figure 13 – Localisation des volumes à draguer (en couleur) dans le cas d'un scénario de dragage de l'extrémité de la pointe de Routhiauville (410 000 m³).

Il a également été étudié la possibilité d'araser la surface que l'on retrouve à l'Ouest de la pointe de Routhiauville, entre deux bras du lit de l'Authie. Toujours dans le but d'atteindre la cote altitudinale du lit de l'Authie (-0,5 m IGN 69), le volume à draguer représente aux alentours de 450 000 m³ (Figure 14).

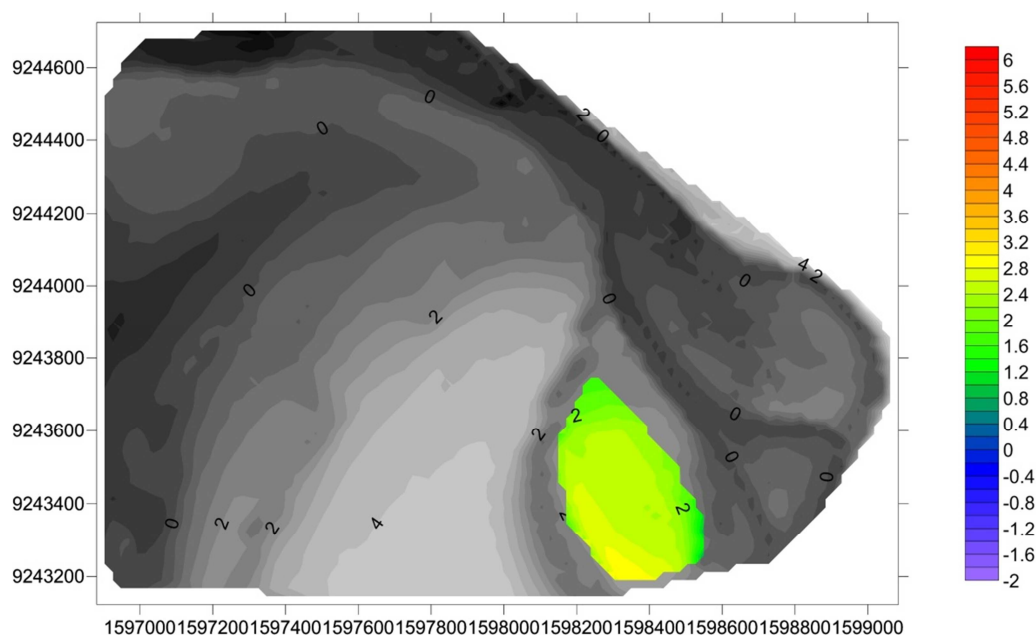


Figure 14 – Localisation des volumes à draguer (en couleur) dans le cas d'un scénario de dragage de la zone située entre deux chenaux de l'Authie, à l'Ouest de la pointe de Routhiauville (450 000 m³).

La solution préconisée consisterait en un élargissement du chenal principal de l'Authie (Figure 12), qui pourrait être réalisé en parallèle d'un prélèvement de l'extrémité Nord de la pointe de Routhiauville (Figure 13).

2.3/ Entretien d'un rechargement en sable

Notons que si dans la grande majorité des cas le rechargement en sable est la solution la plus appropriée aux problèmes d'érosion et de recul du trait de côte, il ne s'agit pas d'un remède définitif. Comme tous les ouvrages de défense contre la mer (techniques dures ou souples), le rechargement en sable nécessite un entretien. La procédure habituelle consiste en un rechargement principal d'un volume important, suivi de rechargements d'entretien aux volumes réduits, et qui sont effectués à un rythme qui dépend du volume du rechargement initial, mais également des taux d'érosion habituellement rencontrés sur le site, et donc indirectement des conditions hydrodynamiques. Les rechargements d'entretien peuvent avoir lieu annuellement à hauteur des volumes érodés, ce qui nécessite un suivi régulier de la zone à l'aide de mesures bathymétriques et topographiques afin d'analyser l'évolution du site. Le site de la baie d'Authie semble particulièrement adapté à ce mode de fonctionnement, puisque la pointe de Routhiauville est une forme géomorphologique en constante accrétion, dont la taille des sables est similaire à celle que l'on retrouve sur la plage du Bois de Sapins. De ce fait, l'entretien du rechargement pourra être effectué en draguant la pointe. Ce processus permettra en outre de ralentir le colmatage de l'estuaire, donc de mieux maîtriser l'emplacement de l'exutoire de l'Authie, mais aussi de participer à maintenir la maritimité de la baie et de ce fait, d'aider à maintenir en état les habitats et espèces actuels.

NOTE ! *Les limitations en termes de connaissance du fonctionnement hydro-dynamique ne permettent pas en l'état actuel des choses de déterminer le rythme d'érosion ni la manière dont le rechargement se comportera. De même, des volumes indicatifs sont fournis pour le rechargement, mais le plan masse précis (pentes, dimensions de l'aplat) ne peut être déterminé pour le moment. Pour avoir ce type d'informations, il est nécessaire d'avoir recours à des modélisations numériques hydrosédimentaires complètes permettant de tester différents plans masse afin d'étudier l'efficacité du rechargement d'un part, et son comportement dans le temps (pourcentage de perte de sables par an, besoin en rechargement d'entretien et périodicité).*

3/ Technique de dragage, de rechargement et conduite des opérations

Afin de définir la technique la mieux adaptée a priori, il convient de prendre en compte un certain nombre de critères de jugement objectifs permettant de mieux appréhender le degré d'application. Usuellement ces éléments sont :

- **Les conditions d'accessibilité** : elles définissent notamment la faisabilité d'amener du matériel et de le faire circuler sur l'enceinte même et vers le site d'élimination ;
- **La configuration du site** : en fonction de la taille de l'enceinte, des activités et des voies de navigation présentes, les modalités du dragage et des équipements utilisés évoluent ;
- **Les objectifs du dragage** : la mise en œuvre d'une opération de dragage peut répondre à de nombreux objectifs (création, entretien....) nécessitant plus spécifiquement l'intervention d'une technique plutôt qu'une autre ;
- **La nature physico-chimique des sédiments** : le degré de contamination des matériaux de dragage et les risques d'altération du milieu peuvent conduire à privilégier une technique plutôt qu'une autre notamment vis-à-vis des modalités de remise en suspension ;
- **La filière d'élimination retenue** : les disponibilités existantes pour l'élimination des sédiments conditionnent très largement la technique à utiliser.
- **Les rendements d'intervention** : suivant les volumes à extraire, l'urgence des travaux et les délais impartis, les dragages peuvent nécessiter le concours d'engins suffisamment importants pour satisfaire aux rendements escomptés.
- **Les coûts** : en fonction de la technique (mécanique ou hydraulique), le coût du dragage peut être amené à évoluer.

Le choix d'une technique de dragage résulte donc de contraintes imposées qui, cumulées les unes aux autres, doivent permettre de cibler le matériel le mieux adapté (Figure 15).



Figure 15 - Paramètres intervenant dans le choix d'un type de dragage

Dans le cas présent, 3 critères principaux seront étudiés et sont donnés ici à titre indicatif pour faciliter la hiérarchisation des techniques :

→ **Critère 1** : La faisabilité technique des outils qui peut se décliner de la façon suivante :

- ✓ Adaptation à la configuration du site et à son utilisation : taille, tirant d'eau, zone de replis, mise à l'eau, etc. ;
- ✓ Compatibilité avec les rendements attendus ;
- ✓ Remise en suspension des sédiments : turbidité des eaux notamment.

→ **Critère 2** : Coût des opérations

→ **Critère 3** : Compatibilité environnementale et sociale vis-à-vis des exigences

- ✓ Dérangement des activités existantes ;
- ✓ Dérangement vis-à-vis de la sensibilité biologique ;
- ✓ Niveau de contamination et risque de remise en suspension ;
- ✓ Niveau de trafic engendré.

3.1/ Dragage mécanique

Le dragage mécanique permet l'extraction des sédiments relativement compacts sans apport d'eau via des outils de type benne, godets ou pelles. Selon les milieux et l'ampleur des opérations envisagées, différents types de matériel existent et sont utilisés.

Cette technique met en jeu des outils mécaniques de dragage puis le transfert des sédiments non dilués vers un chaland autoporteur après criblage préalable pour éliminer les déchets avant le réemploi des sables. Le criblage est réalisé à l'aide d'une grille statique de maille 250 / 500 mm, compatible avec les sables en place.

a. *Matériel de dragage*

Pelle rétro sur ponton



Photo GUINTOLI

Benne preneuse à câbles



Photo EMCC

Deux types de chalands sont disponibles pour le transport des sédiments :

- chaland autoporteur de capacité de stockage 400 / 500 m³ – taille 60 m – vitesse 8-9 nœuds – tirant d'eau à vide : 1,5 m / à charge : 3,5 m ;



Figure 16 : Chalands autoporteurs utilisables pour le transport des sédiments (Matériel EMCC)

- barge autoporteuse de grande taille, les caractéristiques techniques de ces barges sont les suivantes : de capacité de stockage 400 à 800 m³ – taille > 80 m – vitesse 12-13 nœuds – tirant d'eau à charge : 4,5 à 5 mètres.

REMARQUE : Les dragages mécaniques en eau nécessitent la présence d'un tirant d'eau suffisant au-dessus des sédiments afin d'intervenir.

b. Faisabilité technique des méthodes dans le cas présent

Le choix d'une technique de dragage mécanique implique la prise en compte de plusieurs paramètres :

- compatibilité avec les rendements attendus : les facteurs limitants sont l'intervention en eau, mais aussi la nature du produit extrait (sables), les durées d'intervention disponibles et les conditions de chargement et de transfert (pas de pertes). En travaillant au cours des deux marées par jour, le dragage pourrait aboutir à une excavation de matériaux de l'ordre de 400 à 800 m³/jour.
- précision du dragage : par précision du dragage, on entend la capacité de l'engin d'extraction à atteindre et à restituer une cote de dragage donnée linéaire et régulière. Ici, il ne s'agit pas d'atteindre une cote de dragage, mais un volume de sable à mettre en œuvre pour une opération visant à renforcer la sécurité. Ce critère n'en donc pas en ligne de compte pour le choix de la technique de dragage dans le cas présent.
- Transit entre la zone d'emprunt et la plage : le transfert du sable entre la zone de dragage devra se faire par camions. De ce fait, il sera nécessaire d'aménager une piste sur la pointe de Routhiauville, afin que les engins puissent accéder à la zone de dragage par la rive sud. Eventuellement, il pourrait être envisagé d'aménager un pont temporaire afin de réduire les distances. Dans tous les cas, cela entraînera plusieurs inconvénients : allers/retours incessants qui augmenteront la durée de l'opération ; dégradation du milieu.
- Durée des opérations : le dragage à sec ne peut être réalisé qu'à marée basse, il est donc possible d'effectuer deux cycles par jour.

c. Compatibilité environnementale et sociale

Différents critères sont à prendre en compte pour évaluer la compatibilité environnementale et sociale d'un projet de dragage :

- dérangement des activités existantes : les techniques de dragage mécanique à sec nécessiteront de nombreux allers/retours de camions.
- dérangement vis-à-vis de la sensibilité biologique : l'équilibre biologique et les différents écosystèmes développés sur et autour de la zone de dragage vont être touchés, dans des proportions variables, par les travaux. La durée des opérations de dragage sera courte et entraînera un dérangement et des perturbations faibles des milieux et des espèces.
- niveau de remise en suspension : l'extraction mécanique à sec, par nature, entraîne peu de remise en suspension.

La Figure 17 synthétise ces différents phénomènes (à partir d'une benne « crapaud ») :

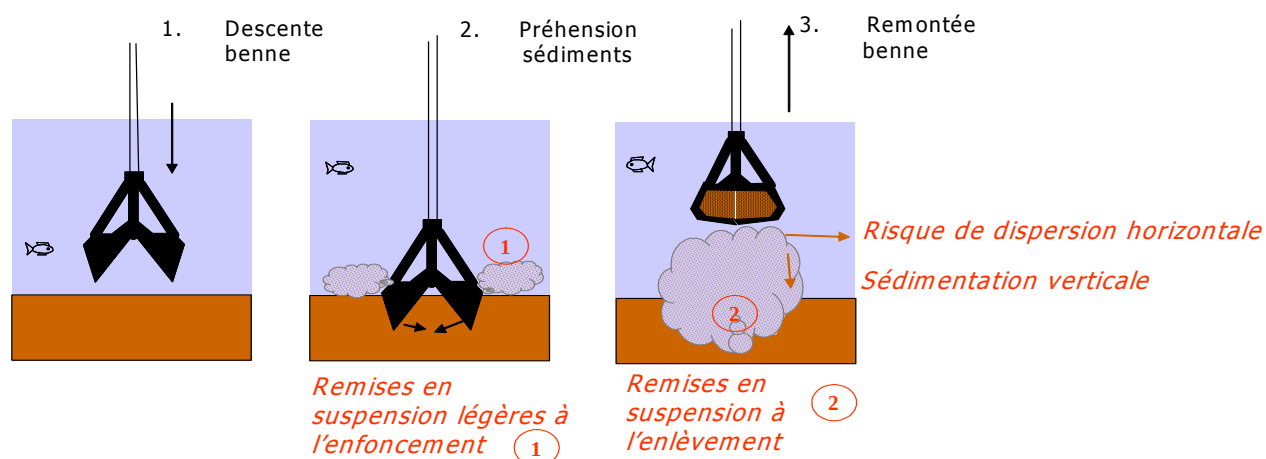


Figure 17 : Remises en suspension associées aux dragages mécaniques en eau

d. Pérennité et répétitivité des interventions

Les curages mécaniques sont des opérations qui peuvent être mises en œuvre sur des travaux d'entretien fréquents de petite envergure ou sur des volumes plus importants.

Cependant, les coûts d'amenée et replis du matériel spécifique sont lourds et conduisent à privilégier les opérations plus volumineuses.

e. Conclusions sur les possibilités de dragage mécanique

L'analyse des critères de choix évoqués tend à montrer que les techniques de dragage des sédiments par des moyens mécaniques pourraient être adaptées au site de la baie d'Authie, d'autant plus qu'ils n'engendrent pas de forte turbidité des eaux, mais cela nécessiterait des moyens logistiques importants. De plus, des contraintes importantes en termes de durée des opérations et de dégradation du site pourraient intervenir.

3.2/ Dragage hydraulique

a. Descriptif et fiches techniques

Le principe de l'enlèvement à l'aide d'engins hydrauliques est basé sur la dilution des sédiments fluides ou fluidifiables avec de l'eau qui permet au mélange créé d'être pompé et refoulé via des canalisations. L'extraction hydraulique utilise un dispositif de cutter qui crée une agitation des particules et leur remise en suspension. Le bec d'élinde papillonne au bout d'un bras articulé et permet une zone d'intervention relativement vaste. Les volumes refoulés sont plus importants que ceux en place. Les produits bruts peuvent être préalablement désagrégés avant d'être aspirés.



Figure 18 – Dragage aspiratrice stationnaire (Source : IDRA Environnement SAS)

Par définition, ces techniques ne sont utilisables que sur un milieu en eau. Les pompes immergées induisent des rendements plus faibles en règle générale et une capacité de déplacement plus réduite.

Le choix de cette solution de dragage sera conditionné par les avantages et les inconvénients qu'elle présente vis-à-vis des autres méthodes de dragage.

b. *Dragues aspiratrices Stationnaires (DAS)*

La drague aspiratrice stationnaire est utilisée dans le monde entier à des fins de dragage d'entretien ou de travaux, des entrées et des chenaux d'accès portuaires ou pour créer de nouveaux aménagements portuaires (darses, plateforme sous-marine, ...).

Ce sont des engins automoteurs et autoporteurs fonctionnant sur le même principe que les dragues stationnaires, mais elles sont équipées d'une élinde traînante.

La dépression produite par une pompe centrifuge placée sur l'élinde permet d'aspirer une mixture de matériaux solides et d'eau par affouillement intense du terrain sous le bec.

Celui-ci laisse après son passage un sillon d'une profondeur de 10 à 50 cm suivant les conditions de dragage et le type de bec. La mixture est ensuite refoulée dans les puits de l'engin (où elle décante jusqu'à un remplissage convenable) ou refoulée par voie hydraulique dans une conduite. Le dragage est réalisé en marche, en général à une vitesse réduite de 1 à 3 nœuds.

Dans le cas d'une drague aspiratrice autoporteuse, le navire se charge de l'évacuation des matériaux. Au cours du dragage, selon le dispositif de surverse dont est équipé le navire (ouverture en sabord ou « *overflow* » en fond de puits), l'eau surnageante peut être évacuée sur la zone de dragage. Ainsi, le puits est chargé de façon optimale (fraction aqueuse minimisée).

Ces embarcations se chargent du dragage, du transport et du refoulement des sédiments sur une zone prédéfinie.

Les dragues aspiratrices sont de longueur et de puits variable, pouvant aller de quelques centaines de mètres cubes à 5 000 m³. Etant donné leur taille, elles nécessitent un tirant d'eau minimum, de ce fait leur accès dans les estuaires à marnage important est à étudier du fait des risques d'échouage.

c. *La compatibilité environnementale et sociale*

Plusieurs critères doivent être considérés pour évaluer les impacts environnementaux et sociaux d'une opération de dragage :

- dérangement des activités existantes : l'un des principaux atouts des techniques hydrauliques de dragage est de minimiser les dérangements vis-à-vis des activités extérieures. Les nuisances, qu'elles soient sonores, olfactives et visuelles sont restreintes dans le temps ;
- dérangement vis-à-vis de la sensibilité biologique : pour les mêmes raisons que précédemment, l'équilibre biologique et les différents écosystèmes vont être touchés dans des proportions faibles en raison de la faible remise en suspension survenant au cours du dragage. L'intervention des engins ne constitue pas une source de nuisances pour les espèces inféodées au milieu (Poissons, Oiseaux, Mammifères, ...) ;
- niveau de remise en suspension : le brassage des vases par le bec d'élinde est à l'origine d'une remise en suspension ponctuelle centralisée autour de la drague et de l'élinde. Ces phénomènes sont cependant limités par l'aspiration continue des sédiments et de l'eau chargée en MeS et influent selon des conditions moindres que les simulations de dispersion présentées précédemment pour le dragage mécanique.

Concernant les dragages par aspiration, les mouvements de brassage et d'agitation du bec de l'élinde dans l'eau sont également à l'origine de remises en suspension dans des proportions sensiblement en deçà des outils mécaniques et souvent restreintes à la proximité de l'élinde (Figure 19).

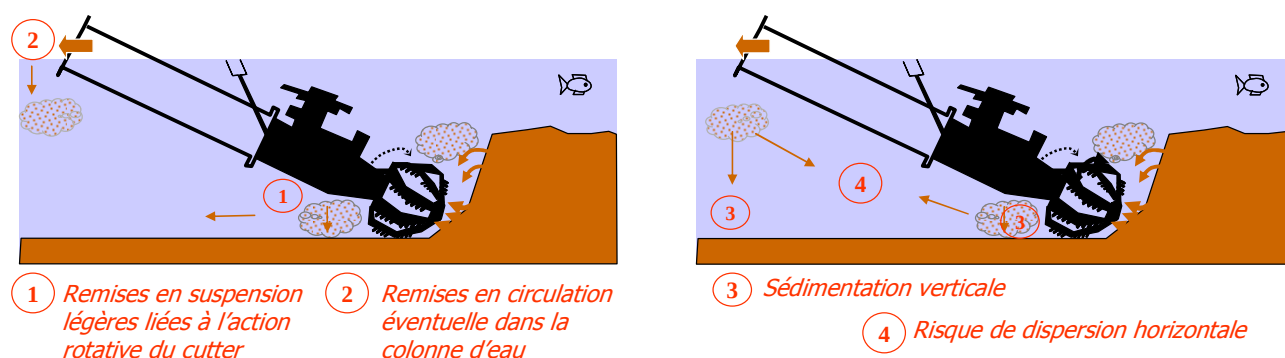


Figure 19 : Schéma des différents phénomènes de remise en suspension (à partir d'un bec d'élinde)

d. Conclusions sur les possibilités de dragage hydraulique dans le cas présent

Pour ce qui est des solutions de dragage hydraulique, le faible dérangement des activités environnantes lors des dragages, et la faible remise en suspension du fait de l'aspiration des sédiments, rendent les dragues aspiratrices en marche spécialisées dans ce type d'intervention particulièrement intéressantes dans le cas présent. Il convient de préciser que le dragage hydraulique est une technique particulièrement adaptée dans le cas d'une opération de renforcement d'un ouvrage de défense contre la mer par rechargement en sable de l'estran. De plus, le site à recharger est peu éloigné de la zone draguée et permet donc des rotations très courtes diminuant le coût du transport. Le principal inconvénient concerne le tirant d'eau et le marnage dans la baie d'Authie. Une étude de cas précise par les entreprises de dragage, qui connaissent leurs dragues et le tirant d'eau associé, est nécessaire afin de confirmer la faisabilité de l'opération et le type de drague à utiliser.

3.3/ Conclusion sur les modes de dragage

Les deux techniques de dragage pourraient être mises en œuvre sur le site de l'estuaire de l'Authie. Les avantages et inconvénients des deux méthodes de dragage laissent penser que la méthode hydraulique serait bien plus adaptée. En effet, les contraintes logistiques importantes liées au dragage mécanique laissent penser que cette solution serait moins adaptée. De plus, il faut savoir que le prix de revient du dragage hydraulique est sensiblement moins élevé, puisqu'il se situe aux alentours de 5 à 6€/m³ pour des volumes de l'ordre de 300 000 m³ (sans compter le coût de l'amenée et du repli), tandis que pour le dragage mécanique, le prix pourrait être supérieur à 10€/le m³.

L'ensemble de ces éléments font clairement pencher le choix vers le dragage hydraulique. Des consultations d'entreprise sur la faisabilité des opérations ont pu confirmer que le site de la baie d'Authie serait accessible à des engins de dimensions restreinte pour du dragage hydraulique. Les deux solutions seraient soit une Drague Aspiratrice en Marche, soit une drague désagréatrice.

3.4/ Conduite et coût des opérations

a. Période de rechargement, aspects logistiques et techniques

Dans l'optique où le dragage hydraulique serait réalisé, étant donné les faibles tirants d'eau près de la plage du Bois de Sapins, le refoulement par « Rainbowing » ne serait pas adapté, en raison de la trop grande distance entre la drague et la plage (il faut 50 m de distance maximum pour ce type de procédé). De ce fait, la seule solution possible reste l'utilisation d'une ou plusieurs conduites flottantes, avec refoulement directement sur la plage. Une fois le sable refoulé sur la plage, des engins de terrassement se chargeront de le répartir afin de respecter les dimensionnements qui auront été préconisés (pente notamment). En cas de dragage mécanique, le transport du sable entre

la zone de prélèvement et la zone à recharger se ferait par camions, et dans ce cas ce sont des engins de terrassement également qui se chargeraient de répartir le sable.

Etant donné les volumes à draguer et refouler, les travaux se dérouleraient sur une période de 3 à 4 mois minimum, en fonction des conditions climatiques. De plus, afin de ne pas gêner la sensibilité naturelle de la zone au printemps, et pour éviter une dégradation de la qualité des eaux de baignade en été (station de Berck légèrement plus au Nord), les travaux devront avoir lieu en automne et/ou en hiver. Les coups de vents ainsi que la houle en hiver peuvent éventuellement entraîner des arrêts temporaires de chantier et allonger la durée des opérations.

Le chantier, c'est-à-dire la présence de la drague, ainsi que les conduites flottantes servant au refoulement sur la plage, pourraient entraîner une impossibilité de naviguer sur l'Authie lors des travaux.

Des mesures seront à prendre afin de garantir la sécurité des personnes, ce qui pourrait entraîner, tout comme pour la navigation de plaisance, un blocage et une monopolisation de certaines parties du site le temps des travaux. Un balisage sera nécessaire, et éventuellement des mesures physiques de restriction des accès, ainsi que des panneaux pédagogiques expliquant les opérations, et stipulant clairement la défense d'accès au chantier aux personnes non autorisées.

b. Coût estimatif

Quelle que soit la méthode de dragage utilisée, des coûts d'amenée et de repli du matériel de dragage dans la zone sont à prévoir. Après consultation de plusieurs entreprises, le montant s'élève à environ 75 000 €.

Etant donné les coûts de dragage au mètre cube qui ont été énoncés, ainsi que du volume total estimé pour le rechargement, le coût estimatif des opérations pourrait s'élever à :

- Dragage mécanique : 3 500 000 à 5 000 000 €
- Dragage hydraulique : 1 750 000 à 2 750 000 €

Les prix énoncés ici sont indicatifs et peuvent être amenés à évoluer en fonction du volume de sable : les estimations de prix au mètre cube ont été faites pour un volume global de 300 000 m³, mais ce prix de revient pourrait être revu à la baisse si le volume à draguer était plus important.

De plus, il est utile de rappeler que les volumes annoncés dans cette étude sont approximatifs, et pourront varier lors du projet définitif notamment lors de l'établissement de la pente de rechargement.

CHAPITRE 3/ CALENDRIER PREVISIONNEL DE REALISATION DES OPERATIONS

L'instruction du dossier se fait au titre des articles 214-1 à 214-6 du code de l'Environnement (cf. chapitre 4). De ce fait, un certain nombre de procédures relatives à l'instruction du dossier sont à mettre en œuvre avant le début des travaux.

Il est tout d'abord nécessaire de réaliser le dossier de demande d'autorisation, dont l'une des pièces constitutives est l'étude d'impact du projet. La réalisation d'un tel dossier évaluant les impacts nécessitera notamment, comme cela a déjà été évoqué dans cet avant-projet, la réalisation d'une modélisation numérique hydrosédimentaire des différents plans masses du projet afin d'en évaluer les incidences sur le milieu (turbidité et incidences sur les zones conchylicoles et la qualité des eaux de baignade ; incidences sur les transits sédimentaires dans l'estuaire). De plus, il sera nécessaire de réaliser une notice d'incidences Natura 2000.

Une fois le dossier réalisé, il est soumis à la police des eaux littorales pour instruction. L'instruction totale a une durée généralement observée comprise entre 12 et 18 mois, qui comprend les étapes suivantes (Figure 20) :

- Dépôt du dossier et étude par les services instructeurs de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer, qui statue sur la complétude et la régularité du dossier ;
- Avis de l'Autorité Environnementale (2 mois) ;
- Enquête publique : cette étape comprend la nomination d'un commissaire enquêteur, l'enquête publique proprement dite, puis le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur. Cette étape prend généralement 3 mois ;
- Passage en CODERST ;
- Décision préfectorale et publicité de la décision.

Les travaux envisagés ayant lieu en partie sur le domaine public maritime (DPM), il sera nécessaire de réaliser une demande d'Autorisation Occupation Temporaire (AOT) ou demande de concession d'utilisation du DPM, ce qui pourra éventuellement allonger la durée des procédures.

Etant donné l'ensemble de ces éléments et délais, ainsi que du fait qu'une opération de rechargement de plage devra être effectuée en automne ou en hiver, les travaux pourraient débuter en automne 2014 en cas d'autorisation.

Les étapes décrites ici correspondent à la procédure classique. En cas d'application de l'urgence, certaines étapes du processus pourront être accélérées, ce qui permettra de raccourcir les délais d'instruction de 4 voire 6 mois.

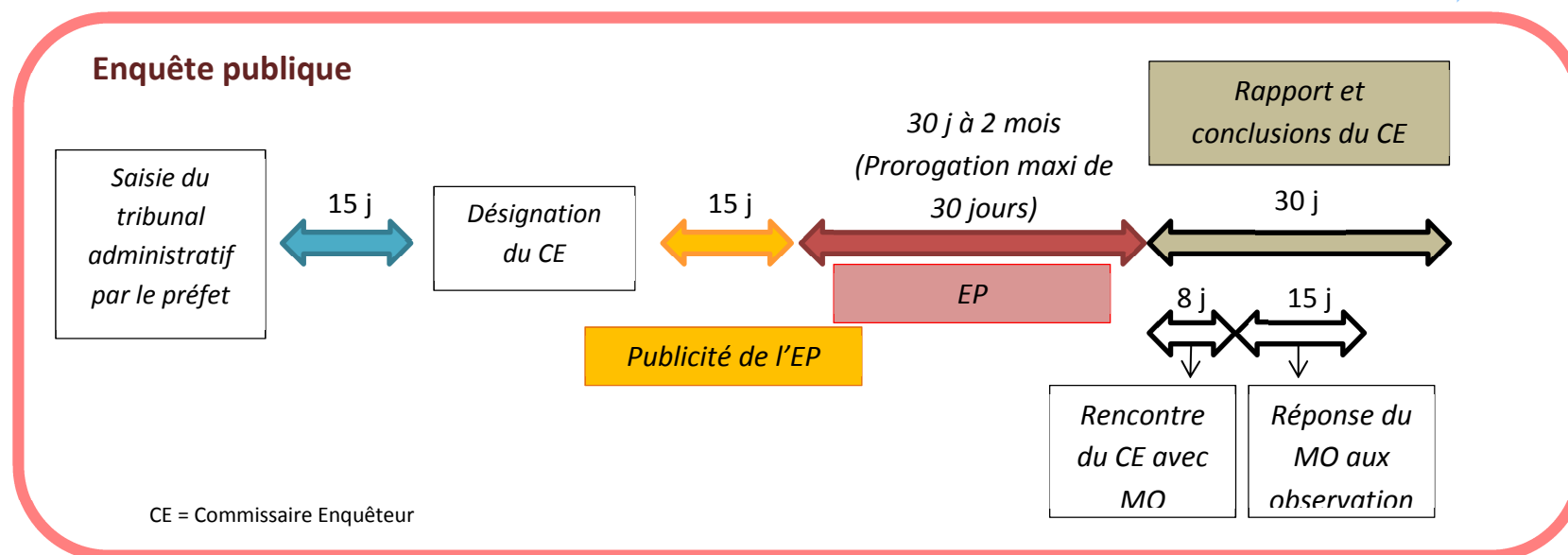
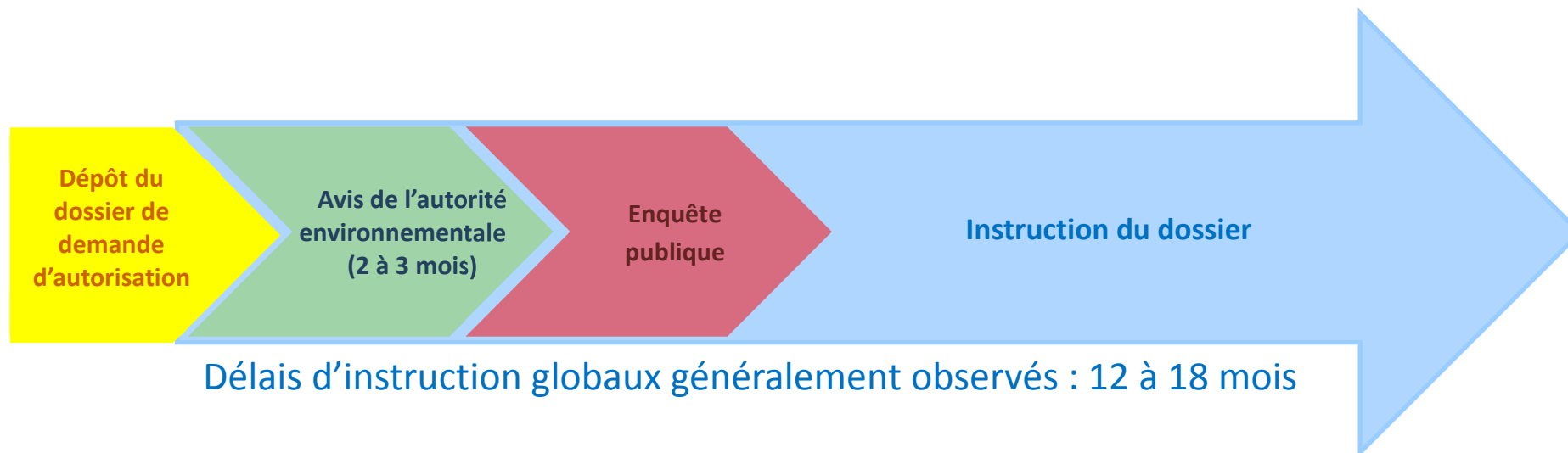


Figure 20 – Les différentes phases de l'instruction du dossier de demande d'autorisation au titre des articles 214-1 à 214-6 du code de l'Environnement

CHAPITRE 4/ CADRE REGLEMENTAIRE GENERAL ET APPLICATION

1/ Analyse de la réglementation applicable au titre de la loi sur l'eau, de l'étude d'impact et de l'enquête publique.

Conformément à l'art. R.214-1 du Code de l'Environnement, les rubriques de la nomenclature Loi sur l'Eau concernées par les opérations de dragage et de rechargement soumises à autorisation ou à déclaration en application des articles L. 214-1 à L. 214-3 du même code sont :

- **Rubrique 4.1.2.0 : Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu :**
 - ✓ D'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 € TTC. (A)
 - ✓ D'un montant supérieur ou égal à 160 000 € mais inférieur à 1 900 000 €. (D)

Le montant des travaux est estimé à 2,5 M€ HT ⇒ **AUTORISATION**

- **Rubrique 4.1.3.0 : Dragage et rejet y afférent en milieu marin jusqu'au front de salinité**

1° Dont la teneur des sédiments extraits est supérieure ou égale au niveau de référence N2 pour l'un au moins des éléments qui y figurent (A) ;

2° Dont la teneur des sédiments extraits est comprise entre les niveaux de référence N1 et N2 pour l'un des éléments qui y figurent :

- a) Et, sur la façade métropolitaine Atlantique-Manche-mer du Nord et lorsque le rejet est situé à 1 kilomètre ou plus d'une zone conchylicole ou de cultures marines :
 - I. Dont le volume maximal in situ dragué au cours de 12 mois consécutifs est supérieur ou égal à 50 000 m³ (A)
 - II. Dont le volume maximal in situ dragué au cours de 12 mois consécutifs est inférieur à 50 000 m³ (D);
- b) Et, sur les autres façades ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines ;
 - I. - Dont le volume maximal in situ dragué au cours de 12 mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m³ (A) ;
 - II. - Dont le volume maximal in situ dragué au cours de 12 mois consécutifs est inférieur à 5 000 m³ (D) ;

3° Dont la teneur des sédiments extraits est inférieure ou égale au niveau de référence N1 pour l'ensemble des éléments qui y figurent :

- a) Et dont le volume *in situ* dragué au cours de 12 mois consécutifs est supérieur ou égal à 500 000 m³ (A) ;
- b) Et dont le volume *in situ* dragué au cours de 12 mois consécutifs est supérieur ou égal à 5 000 m³ sur la façade Atlantique-Manche-mer du Nord et à 500 m³ ailleurs ou lorsque le rejet est situé à moins de 1 km d'une zone conchylicole ou de cultures marines, mais inférieur à 500 000 m³ (D).

Les analyses physico-chimiques sont à réaliser.

Selon le décret du 29 décembre 2011, les articles R122-2 et R122-5 définissent les projets soumis à étude d'impact et précisent le contenu du dossier. Selon les opérations envisagées, les rubriques, détaillées en annexe de ce décret, concernées par le projet de rechargement en sables sont les suivantes :

- **Rubrique n°10 e** : Construction ou extension d'ouvrages et aménagements côtiers destinés à combattre l'érosion ou reconstruction d'ouvrages ou aménagements côtiers anciens, et travaux maritimes susceptibles de modifier la côte par la construction, notamment de digues, môles, jetées et autres ouvrages de défense contre la mer, d'une emprise totale égale ou supérieure à 2 000 mètres carrés

L'emprise sur l'estran du rechargement en sables sera supérieure à 2000 m² ⇒ ETUDE D'IMPACT

- **Rubrique n°10 h** : Les travaux de rechargement de plage d'un volume supérieur ou égal à 10 000 m³ sont également soumis à étude d'impact.

Le volume de sable mis en œuvre pour le rechargement sera supérieur à 10 000 m³ ⇒ ETUDE D'IMPACT

Le projet de rechargement en sable de la rive Nord est soumis à autorisation au titre de la Loi sur l'Eau et à étude d'impact.

Le décret n° 2011-2018 du 29 décembre 2011 relatif aux enquêtes publiques vient préciser les projets soumis à enquête publique. Selon l'art. R. 123-1. – I. – « Pour l'application du 1° du I de l'article L. 123-2, font l'objet d'une enquête publique soumise aux prescriptions du présent chapitre les projets de travaux, d'ouvrages ou d'aménagements soumis de façon systématique à la réalisation d'une étude d'impact en application des II et III de l'article R. 122-2 et ceux qui, à l'issue de l'examen au cas par cas prévu au même article, sont soumis à la réalisation d'une telle étude. »

Le projet étant soumis à étude d'impact, il est de fait soumis à enquête publique. Il est également soumis à enquête publique au titre de l'autorisation Loi sur l'Eau en vertu de l'article R.214-8 du Code de l'Environnement.

2/ Réglementation au titre de l'occupation du DPM

Localement, c'est le Préfet qui réglemente l'utilisation du DPM, à deux exceptions près :

- les déclassements de dépendances du DPM artificiel ou de lais et relais relèvent respectivement d'un arrêté ministériel ou interministériel ;
- la gestion quotidienne du DPM artificiel mis à disposition des collectivités locales (ports).

Le DPM connaît trois modes de gestion juridique :

- la convention de gestion à une personne publique ;
- la concession pour une exploitation conforme à la vocation du domaine (concession d'outillage public aux Chambres de Commerce et d'Industrie, de plage, d'endigage) ;
- l'autorisation d'occupation temporaire, pour occupation privative, est précaire, révocable, et assujettie à redevance (les autorisations de mouillage collectif, de cultures marines ou d'extraction de matériaux en sont des cas particuliers).

En dehors des utilisations normales (qui n'induisent pas d'immobilisation privative longue du domaine), son occupation est soumise à autorisation personnelle, précaire et révocable. Le titre d'occupation du DPM peut être soit un acte unilatéral (permis de stationnement ou permission de voirie), soit un titre d'origine contractuelle, appelé aussi concession.

A l'heure actuelle, il est encore trop tôt pour se prononcer sur ce point. Le service de la police des eaux littorales devra se prononcer sur l'AOT ou la concession d'utilisation du DPM en fonction des éléments du dossier, notamment sur l'importance des travaux qui seront à réaliser (volume, emprise surfacique, etc.).

3/ Réglementation au titre de la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore

En préambule, il convient de signaler que la mise en œuvre du projet de renforcement du cordon dunaire de la rive Nord de l'Authie relève d'une impérieuse nécessité afin de prévenir la submersion marine des terres arrière-littorales lors d'épisodes de fortes tempêtes.

Il convient de prendre en compte la réglementation au titre de la conservation des habitats naturels, de la faune et de la flore. Il s'agit ici de répertorier les outils réglementaires de protection de l'environnement et les inventaires scientifiques recensés à proximité du territoire de la baie d'Authie.

REMARQUE : Conformément à l'article L411-5 du Code de l'Environnement, « l'inventaire du patrimoine naturel est institué pour l'ensemble du territoire national terrestre, fluvial et marin. On entend par inventaire du patrimoine naturel l'inventaire des richesses

écologiques, faunistiques, floristiques, géologiques, minéralogiques et paléontologiques ». « L'Etat en assure la conception, l'animation et l'évaluation. Les régions peuvent être associées à la conduite de cet inventaire dans le cadre de leurs compétences ».

3.1/ Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

L'existence d'une ZNIEFF n'est pas en elle-même une protection réglementaire. Mais sa présence est révélatrice d'un intérêt biologique, et à ce titre elle constitue un élément d'appréciation important à prendre en compte pour évaluer l'impact d'un projet sur le milieu naturel. De même, en cas de contentieux, la ZNIEFF est un des éléments sur lequel la justice peut s'appuyer pour apprécier la légalité d'un acte administratif au regard des différentes dispositions sur la protection des milieux naturels.

Le dragage des sables et le rechargement en sables de la digue des Alliés interfèrent avec une zone d'intérêt biologique de type ZNIEFF 1 (Figure 21).

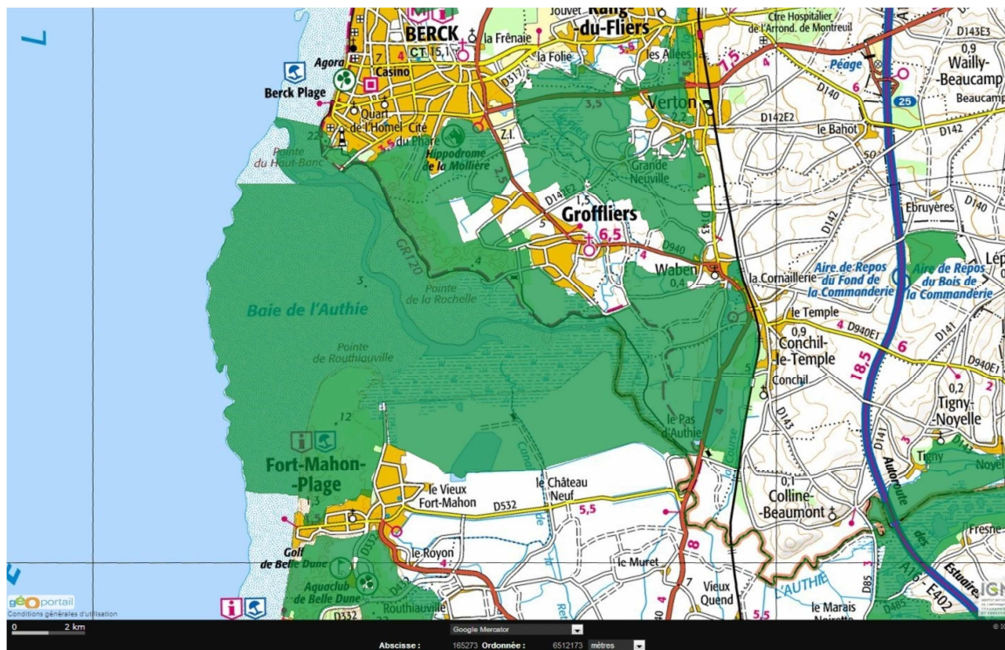
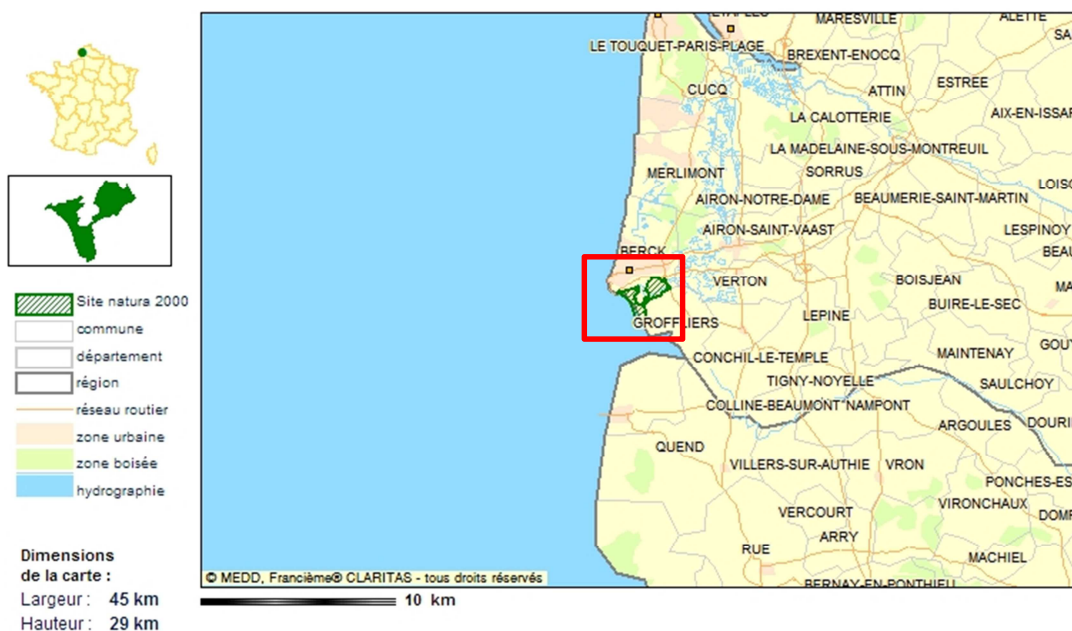
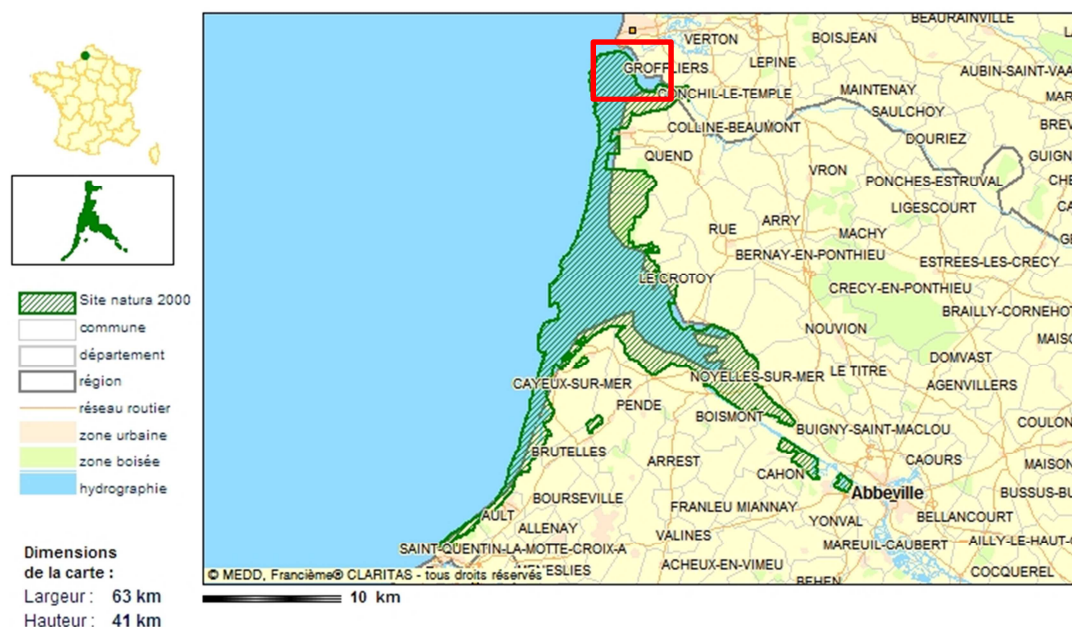


Figure 21 – Localisation des zones d'intérêt biologique de type ZNIEFF 1 (Source : INPN)

3.2/ Natura 2000

Lorsque des projets d'aménagement impliquent la réalisation d'un dossier Loi sur l'Eau, un dossier d'évaluation des incidences Natura 2000 doit être établi, en même temps que l'étude d'impact. Cette étude complémentaire fait partie intégrante du dossier d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau.

Le Nord-Pas-de-Calais est parcouru par 42 sites du réseau Natura 2000 (32 concernant la directive Habitats, et 10 la directive Oiseaux), et quatre d'entre eux incluent tout ou une partie de l'estuaire d'Authie. Trois sites concernent la directive habitats, il s'agit de « Estuaires et littoral picards » (FR22000346) (Figure 22), « Dunes de l'Authie et mollières de Berck » (FR3100482) (Figure 23), et « Baie de Canche et couloir des trois estuaires » (FR3102005) (Figure 24).



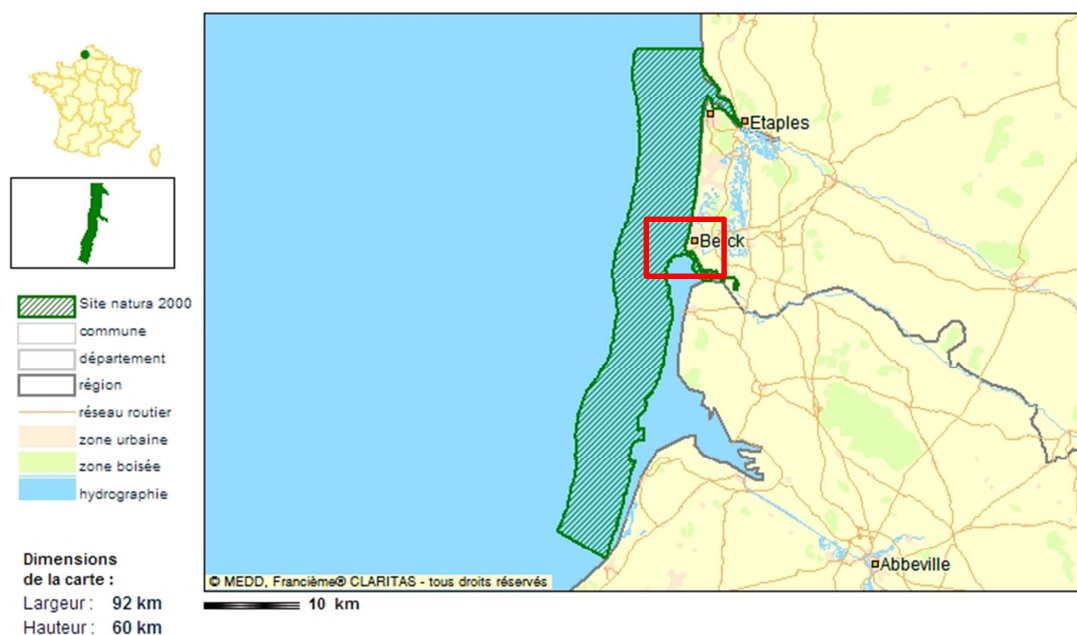


Figure 24 – Localisation du site Natura 2000 « Baie de Canche et couloir des trois estuaires » (Source : Natura 2000).

Le quatrième site Natura 2000 concerne la directive Oiseaux. Il ne touche pas directement la rive Nord de l'Authie touchée par l'érosion (plage du Bois de Sapins), en revanche il recouvre une grande partie de la pointe de Routhiauville. Il s'agit du site « Estuaires picards : baie de Somme et d'Authie » (FR2210068) (Figure 25).

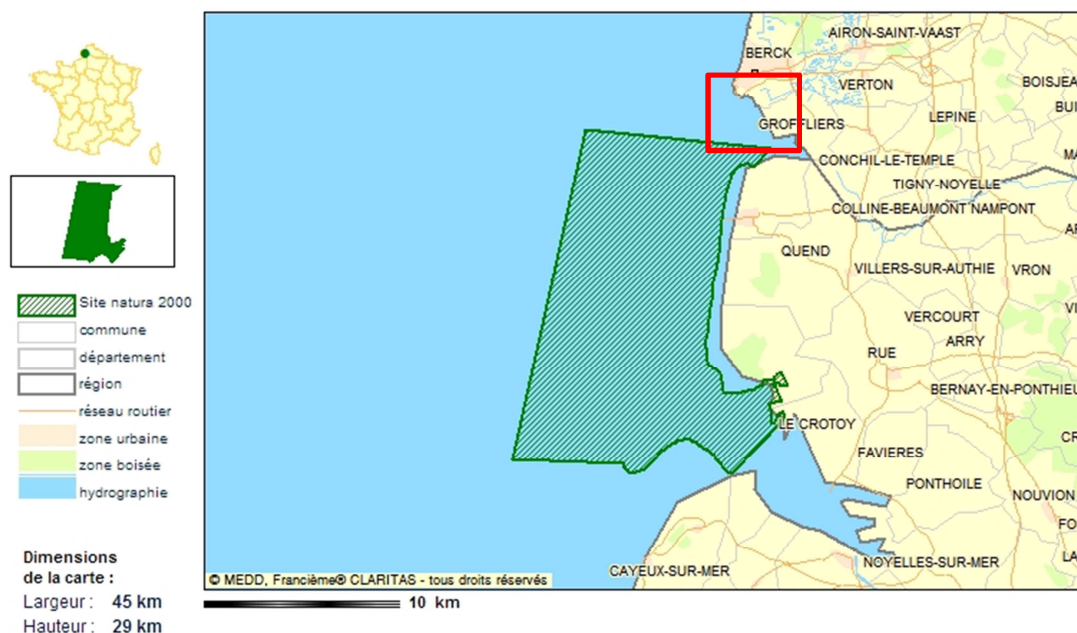


Figure 25 – Localisation du site Natura 2000 « Estuaires picards : baie de Somme et d'Authie » (Source : Natura 2000).

Le dragage des sables et le rechargement de la rive Nord de la baie d'Authie sont des opérations nécessitant la réalisation d'un dossier de demande d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau. Conformément à la réglementation (Art. L.414-4 du Code de l'Environnement), une étude d'incidences Natura 2000 sera à inclure dans le dossier loi sur l'eau.

3.3/ Terrains du conservatoire du Littoral

Le conservatoire du littoral a fait l'acquisition de terrain de la rive Nord de la baie d'Authie en novembre 1986. Ce site de 218 ha est référencé sous le code national FR1100147.

Le projet de dragage et de rechargement en sables de la plage du Bois de Sapins interfère avec les règles de gestion des terrains du Conservatoire du Littoral. Il sera nécessaire de prendre contact avec l'organisme gestionnaire des terrains du conservatoire dans cette zone (EDEN 62).

3.4/ Trame Verte et Bleue Régionale

Elle traduit la volonté de la Région Nord - Pas-de Calais de reconstituer une infrastructure naturelle multifonctionnelle (écologique, ludique et paysagère) et d'apporter sa contribution à la constitution d'un réseau écologique paneuropéen. La Région a décidé de travailler plus particulièrement sur trois axes :

- les cœurs de nature qui concernent la préservation de la biodiversité régionale ;
- les corridors biologiques qui relient les cœurs de nature et permettent aux espèces de se déplacer ;
- les espaces à renaturer qui sont ciblés pour y mener des actions de restauration de la biodiversité.

Cette Trame Verte et Bleue en cours d'élaboration, découlant du Schéma Régional de Cohérence Ecologique également en cours d'étude, fait appel aux inventaires faunistique et floristique réalisés dans le cadre des zones de protection réglementaires. L'estuaire de l'Authie et sa rive Nord sont concernés par plusieurs zones de cœurs de nature dont certaines ont des périmètres en mer.

Le projet de dragage et de rechargement de la rive Nord de l'Authie se situe dans une zone cœur de nature maritime (de type Dunes et estrans sableux) et à proximité de deux corridors écologiques de type « Rivière » et « Dunes », qui correspondent au cours de l'Authie et au cordon dunaire de la rive Nord. La Trame verte et bleue est donc un enjeu pour le projet. Toutefois, cette dernière est en cours d'élaboration et il est difficile de cibler l'enjeu.

Conclusion

L'accélération de l'érosion de la rive Nord de l'Authie ces dernières années a nécessité de prendre des mesures afin d'effectuer des travaux sur le court terme, afin de parer à une éventuelle submersion marine par rupture du cordon dunaire de la plage du Bois de Sapins. Sur le long terme, des solutions pérennes seront envisagées dans le cadre du PAPI.

Afin de pouvoir étudier la solution à court terme la plus appropriée au site, des études complémentaires sur le fonctionnement de l'estuaire de l'Authie étaient nécessaires. En effet, les dernières données obtenues étaient vieilles de 14 ans. Quatre études ont été menées, qui ont permis de caractériser la bathymétrie (relief des zones sous-marines de la baie), la topographie (relief des parties situées au-dessus des eaux), la courantologie (vitesse et direction de la houle et des courants de marée, ainsi que la turbidité), et la granulométrie (taille des sédiments).

Ces études ont permis de mettre à jour le fait que l'Authie était divisée en plusieurs chenaux, dont l'un borde la plage du Bois de Sapins et contribue à son érosion, lors du flot (marée montante) notamment.

Parmi les différentes techniques de gestion possibles à court terme, le rechargement de plage semble adapté pour plusieurs raisons :

- technique « souple » qui ne dénature pas le paysage et aura un impact réduit sur les espèces et habitats de cette zone Natura 2000 ;
- Les incidences sur les transferts de sédiments dans la baie pourront être réduits par rapport à des techniques « dures » (épis, brise-lames etc.) ;
- La possibilité de combler le chenal proche du rivage pour contraindre l'Authie à emprunter celui situé plus au sud ;
- La présence d'une source abondante de sédiments compatibles sur la pointe de Routhiauville (Figure 26).

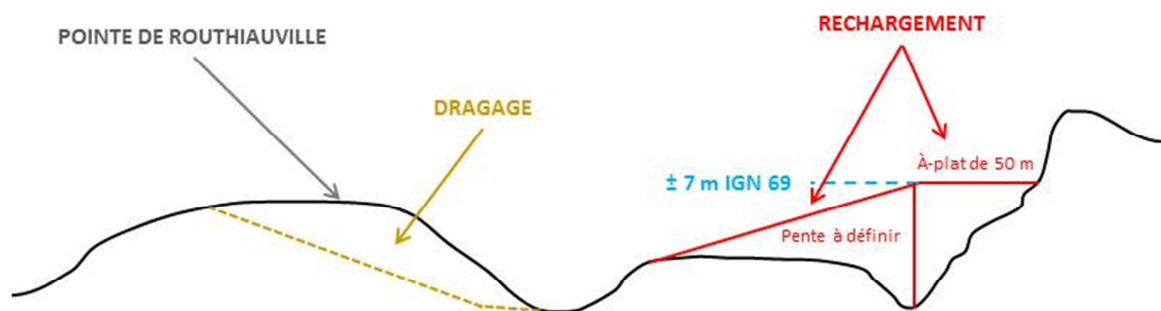


Figure 26 – Coupe transversale schématique du projet de rechargement à court terme.

Les caractéristiques du rechargement envisagé sont les suivantes (Figure 26):

- **Rechargement de la plage du bois de Sapins selon un à-plat de 50 m de large et 800 m de long** ; Cette bande de 50 m de large devra être **reliée au terrain naturel selon une pente qui reste à définir** lors de modélisations numériques ; l'emprise totale de l'opération concerne une **superficie de 100 000 à 120 000 m²**.
- **Les sédiments pourront être prélevés sur la rive sur du chenal principal de l'Authie, ainsi que sur l'extrémité Nord de la pointe de Routhiauville ;**
- Cet avant-projet sommaire a donné un ordre de grandeur des volumes nécessaires, estimés **entre 350 000 et 550 000 m³**. Il est nécessaire de rappeler qu'à ce stade, il s'agit de volumes approximatifs. Les dimensionnements exacts du rechargement seront définis à l'aide de modélisations numériques complètes.
- Les deux méthodes de dragage mécanique et hydraulique pourraient s'avérer adaptées, mais **le dragage hydraulique semble préférable** : son prix de revient est nettement moins élevé, de plus le dragage mécanique engendre des contraintes logistiques bien plus importantes (transport par camions sur la pointe de Routhiauville).
- Le coût global des opérations serait compris **entre 1 750 000 M€ et 2 750 000 M€ pour du dragage hydraulique**, tandis que pour du dragage mécanique il serait sensiblement plus élevé, entre 3 500 000 M€ et 5 500 000 M€.

Etant donné le dimensionnement des travaux, il sera nécessaire de réaliser un dossier de demande d'autorisation au titre des articles 214-1 à 214-6 du code de l'environnement. Ce dossier comprendra une étude d'impact, une notice d'incidences Natura 2000, et donnera lieu à une enquête publique.

Les travaux, compte tenu de la durée d'instruction du dossier, ainsi que de leur période de réalisation effective (automne ou hiver), pourraient être réalisés dès l'automne 2014. En cas de procédure d'urgence, les délais pourraient être raccourcis de 6 mois au maximum.

Références bibliographiques

DOBRONIAC C., 2000. *Géomorphologie, hydrodynamique et écologie d'un estuaire tempéré macrotidal : l'Authie, Manche Orientale, France.* Thèse de doctorat géographie physique. Université du Littoral Côte d'Opale, 308 p.

GALLIA SANA, 2013. *Acquisition des caractéristiques granulométriques des sables de la rive Nord de la baie d'Authie et de la pointe de Routhiauville.* 7 p.

GEOXYZ, 2013. *Levés topo-bathymétriques monofaisceaux dans la baie d'Authie – Rapport d'intervention.* 6 p.

INGEO, 2013. *Cordon dunaire de l'estuaire de l'Authie – Evolution sur un an – Calcul des cubatures.* 3 p.

IX SURVEY, 2013. *Acquisition de données de houle et de courantologie sur la rive Nord de la Baie d'Authie.* Rapport préliminaire, 61 p.

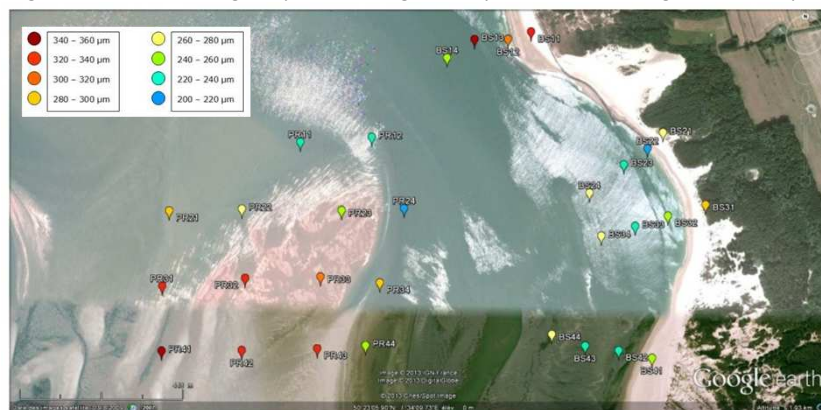
SHOM, 2012. *Références Altimétriques Maritimes, Cotes du zéro hydrographique et niveaux caractéristiques de la marée.* Edité par le SHOM, 104 p.

SOGREAH, 2009. *Diagnostic, étude d'opportunité et de faisabilité pour l'aménagement de la rive Nord de l'Authie.* Rapport établi à destination de la CC Opale Sud, 121 p.

USACE, 2008. *Coastal Engineering Manual.* Engineer Manual 1110-2-1100, U.S. Army Corps of Engineers, Washington, D.C. (6 volumes). Chap 4 – Beach Fill Design.

PLANCHES

Figure 1 - Echantillonnage, répartition du grain moyen et distribution granulométrique



Les sédiments les plus adaptés au rechargement de la plage du Bois de Sapins se trouvent sur l'extrémité de la pointe de Routhiauville

(PR11, PR12, PR21, PR22, PR23, PR24)

Détermination de R_A et R_f
(CEM, 2008)

R_A = Coefficient d'emprunt

Permet d'évaluer la compatibilité entre les sédiments de la zone source et la zone de dépôt ainsi que le volume de sable

R_A doit être inférieur à 1,10, de préférence compris entre 1,02 et 1,10

R_f = Coefficient de fréquence de rechargement

Permet d'évaluer la fréquence des rechargements

R_f doit être inférieur ou égal à 1

Figure 2a - Isolignes du coefficient d'emprunt (R_A)

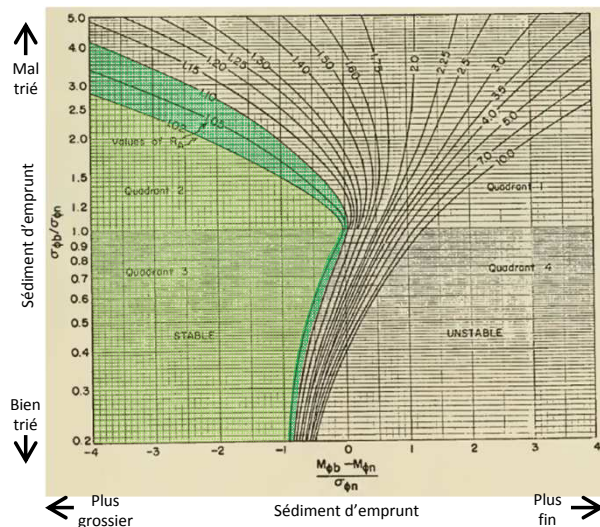
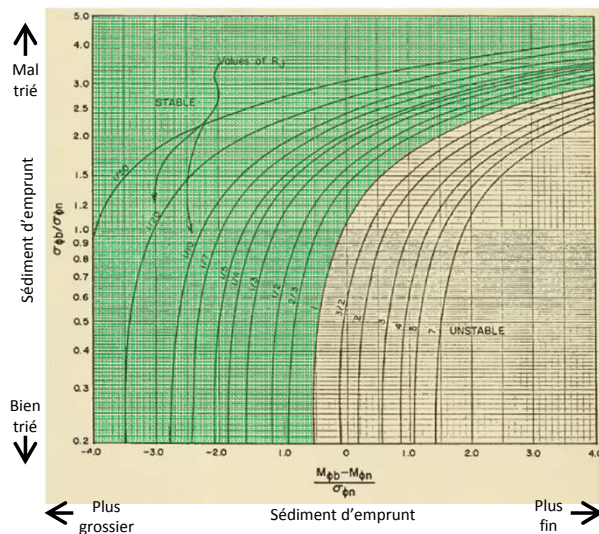


Figure 2b - Isolignes du coefficient de rechargement (R_f)



	Sédiment naturel (native material)							
	BS21	BS22	BS23	BS24	BS31	BS32	BS33	BS34
PR11								
Tri (Y)	0,77	0,92	0,83	0,83	0,83	0,92	1,00	1,00
Grain moyen (X)	-0,23	0,45	0,20	-0,57	-0,61	-0,03	0,05	-0,48
R_A	1,02	2,00	1,75			1,10	1,10	
R_f	1,00	1,75	1,5	0,67	0,67	1,25	1,25	0,59
PR12								
Tri (Y)	0,77	0,92	0,83	0,83	0,83	0,92	1,00	1,00
Grain moyen (X)	-0,24	0,43	0,18	-0,58	-0,63	-0,04	0,04	-0,50
R_A	1,02	2,00	1,60			1,05	1,10	
R_f	1,00	1,75	1,5	0,67	0,67	1,25	1,25	0,59
PR21								
Tri (Y)	1,16	1,38	1,24	1,24	1,24	1,38	1,50	1,50
Grain moyen (X)	0,15	0,91	0,61	-0,16	-0,20	0,43	0,55	0,01
R_A	1,20	2,25	1,80	1,10	1,10	1,40	1,60	1,22
R_f	1	1	1,5	0,67	0,67	1	1	0,59
PR22								
Tri (Y)	0,90	1,08	0,97	0,97	0,97	1,08	1,17	1,17
Grain moyen (X)	0,15	0,90	0,60	-0,16	-0,21	0,43	0,55	0,01
R_A	1,40	4,00	2,50			1,65	1,75	1,10
R_f	1,25	2,5	2	1	0,83	1,5	1,5	0,83
PR23								
Tri (Y)	0,68	0,81	0,72	0,72	0,72	0,81	0,88	0,88
Grain moyen (X)	-0,07	0,64	0,37	-0,40	-0,44	0,16	0,26	-0,27
R_A	1,25	7,00	4,50	1,01	1,00	1,50	1,75	0,3
R_f	1,25	2,5	1,75	0,83	0,83	1,5	1,5	0,83
PR24								
Tri (Y)	0,77	0,92	0,83	0,83	0,83	0,92	1,00	1,00
Grain moyen (X)	-0,59	0,02	-0,19	-0,96	-1,00	-0,46	-0,41	-0,95
R_A	0,67	1,25	1	0,41	0,41	0,67	0,83	0,41
R_f								
PR31								
Tri (Y)	1,06	1,27	1,14	1,14	1,14	1,27	1,37	1,37
Grain moyen (X)	0,73	1,59	1,22	0,45	0,41	1,11	1,29	0,75
R_A	3,00	7,00	5,00	1,60	1,60	3,50	4,00	2,00
R_f	2	3,5	3	1,5	1,5	2,5	2,5	1,5
PR32								
Tri (Y)	1,06	1,27	1,14	1,14	1,14	1,27	1,37	1,37
Grain moyen (X)	0,71	1,58	1,21	0,44	0,40	1,10	1,28	0,74
R_A	2,50	7,00	5,00	1,60	1,60	3,10	4,00	1,90
R_f	2	4	3	1,5	1,25	2,5	2,5	1,5
PR33								
Tri (Y)	0,90	1,08	0,97	0,97	0,97	1,08	1,17	1,17
Grain moyen (X)	0,51	1,34	0,99	0,23	0,18	0,86	1,02	0,48
R_A	2,50	10,00	7,00	1,60	1,25	3,50	3,50	1,60
R_f	2	4	3	1,5	1,25	2,5	2,5	1,5
PR34								
Tri (Y)	1,00	1,19	1,07	1,07	1,07	1,19	1,29	1,29
Grain moyen (X)	0,34	1,13	0,81	0,04	0,00	0,65	0,79	0,25
R_A	1,70	4,00	3,00	1,10	1,05	2,00	2,25	1,30
R_f	1,5	2,5	2,5	1	1	1,75	1,75	1
PR41								
Tri (Y)	1,00	1,19	1,07	1,07	1,07	1,19	1,29	1,29
Grain moyen (X)	0,75	1,62	1,24	0,48	0,44	1,14	1,32	0,78
R_A	3,00	10,00	3,50	1,75	1,75	4,00	4,50	2,25
R_f	2,5	4,5	3,5	1,5	1,5	2,5	3	1,75
PR42								
Tri (Y)	1,00	1,19	1,07	1,07	1,07	1,19	1,29	1,29
Grain moyen (X)	0,70	1,55	1,19	0,42	0,38	1,08	1,25	0,71
R_A	3,00	7,00	6,00	1,75	1,60	4,00	4,00	1,90
R_f	2,5	4	3	1,5	1,25	2,5	2,5	1,5
PR43								
Tri (Y)	1,16	1,38	1,24	1,24	1,24	1,38	1,50	1,50
Grain moyen (X)	0,56	1,39	1,04	0,27	0,23	0,91	1,07	0,53
R_A	1,85	4,00	3,00	1,40	1,30	2,25	2,50	1,60
R_f	1,5	3	2,5	1	1	1,75	1,75	1,00
PR44								
Tri (Y)	0,84	1,00	0,90	0,90	0,90	1,00	1,08	1,08
Grain moyen (X)	0,10	0,85	0,55	-0,21	-0,26	0,37	0,48	-0,05
R_A	1,50	4,00	2,50			1,60	1,75	1,05
R_f	1,25	2,5	2	0,83	0,83	1,5	1,5	0,83

Protection du cordon dunaire
De la rive Nord de l'Authie

Caractérisation granulométrique et
compatibilité des sables
entre le secteur d'emprunt
et le secteur à recharger

SOURCES :

- Coastal Engineering Manual, 2008
- Etude de caractérisation granulométrique Gallia Sana, 2013
- Photographies aériennes Google Earth