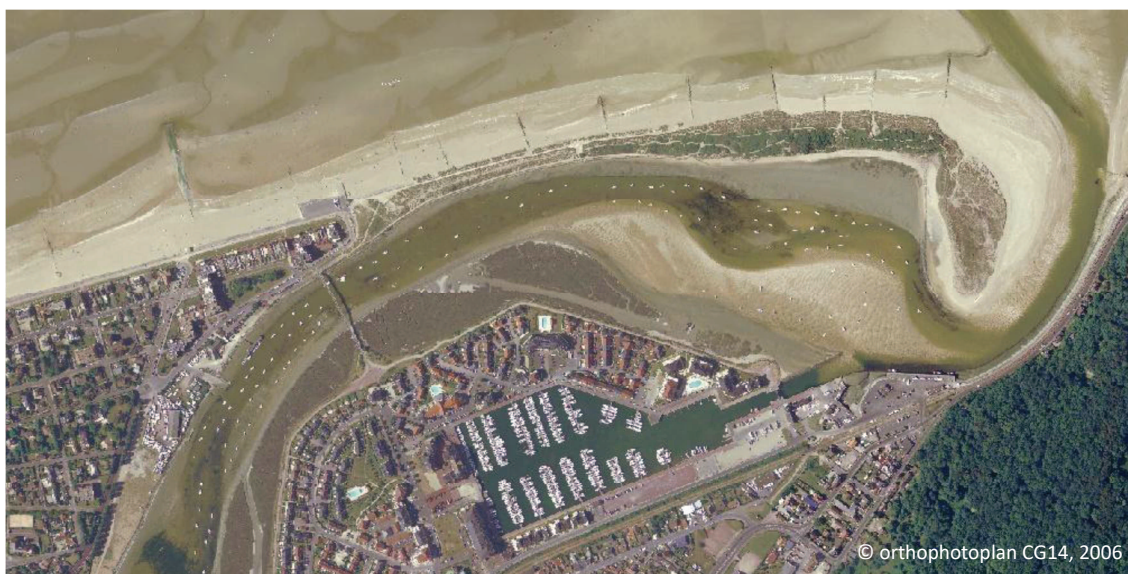


**PROTECTION DE LA POINTE DE CABOURG CONTRE
L'ÉROSION MARINE**



**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 10 : ETUDE DE FAISABILITE POUR L'AMELIORATION
DE L'ACCESSIBILITE AU PORT DE DIVES-SUR-MER -
RAPPORT FINAL - NOVEMBRE 2009**

RAPPORT COMPLET



CENTRE DE RECHERCHES
EN ENVIRONNEMENT CÔTIER
STATION MARINE



UNIVERSITÉ
CAEN
NORMANDIE



Université de Caen
Basse-Normandie



CONSEIL GENERAL DU CALVADOS

ETUDE DE FAISABILITE POUR L'AMELIORATION DE
L'ACCESSIBILITE AU PORT DE DIVES-SUR-MER
RAPPORT FINAL

NOVEMBRE 2009



Centre de Recherche en
Environnements Côtiers

Université de Caen

Station Marine
54, rue du Docteur Charcot
14530 LUC-SUR-MER
Tel. 02.31.36.22.22 Fax. 02.31.36.22.20

CENTRE DE RECHERCHES EN ENVIRONNEMENT CÔTIER.

Le CREC est le Centre de Recherches en Environnement Côtier de l'Université de Caen. Placé sous la direction de Franck LEVOY, Professeur à l'Université de Caen, l'équipe en charge des études appliquées est notamment constituée d'Olivier MONFORT, ingénieur hydraulicien, Guillaume IZABEL, ingénieur d'études S.I.G., Emmanuel DE SAINT LEGER, ingénieur d'études, Yoann BONTE, ingénieur d'études jr., et Léna THOMAS, technicienne supérieure de la mer.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	3
PRESENTATION DU CADRE DE L'ETUDE	3
Rappels	3
Activités du Port de Dives-sur-Mer	6
Point de vue des utilisateurs	6
PROBLEMES IDENTIFIES	7
OBJECTIF D'UNE INTERVENTION A COURT TERME	8
ETAT DES LIEUX	8
Situation géographique – Contexte général	8
Morphologie du cordon littoral	11
Dynamique Sédimentaire	13
Evolution du trait de côte et de la morphologie côtière	15
Evolution historique du trait de côte	15
Evolution récente du littoral	15
Sédimentologie de l'estran et du chenal	16
Caractéristiques physiques des sédiments	16
Caractéristiques chimiques des sédiments	19
Cadre réglementaire	20
Le code l'urbanisme – la loi Littoral	20
Protections réglementaires	21
Inventaires scientifiques	21
DEFINITION DU PRINCIPE D'INTERVENTION A COURT TERME	22
CONCLUSION DE L'INTERVENTION A COURT TERME	26
OBJECTIF D'UNE INTERVENTION GLOBALE	27
ETUDE DIACHRONIQUE DE L'EVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE	27
Identification des 3 zones extérieures	27
Zone 1	28
Zone 2	28
Zone 3	28
Evolution des différentes zones dans le temps	29
Evolution de la zone 2	29
Evolution de la zone 3	29

EXPERTISE SUR L’ETAT ET L’IMPACT DES OUVRAGES EXISTANTS	30
MODELISATION NUMERIQUE DE L’EVOLUTION DE LA FLECHE DE CABOURG	35
Calage du modèle	35
Modélisation à moyen terme	36
SOLUTIONS DE GESTION DU STOCK SEDIMENTAIRE	37
INTERVENTION A L’ENTREE DU PORT DE DIVES-SUR-MER	39
CONCLUSION SUR L’INTERVENTION A MOYEN TERME	41
CONCLUSION GENERALE	42
REFERENCES	43
<i>Liste des illustrations</i>	48

+ ANNEXES

INTRODUCTION

Le littoral de la commune de Dives-sur-Mer est soumis à une dynamique sédimentaire se caractérisant par des apports de sable importants dans le chenal d'accès à Port Guillaume. Ce colmatage important se produit dans la continuité de la flèche sableuse. L'ensablement observé est devenu préjudiciable à la sécurité des bateaux car il est gênant pour la navigation, pouvant à certains endroits être à l'origine de vagues arrivant travers à l'étrave des navires.

Afin de lutter efficacement contre ce phénomène, il apparaît aujourd'hui nécessaire d'élaborer une stratégie de gestion des sédiments qui permette d'assurer un accès au port de façon plus sécurisée et pérenne.

L'objectif de la présente étude est donc de définir des solutions d'intervention et d'aménagement permettant, à court et moyen termes, de garantir ce meilleur accès au port de Dives-sur-Mer. En parallèle, une partie de l'étude portera sur la valorisation possible des sables potentiellement extraits dans le cadre d'une gestion raisonnée des stocks sédimentaires.

PRESENTATION DU CADRE DE L'ETUDE

RAPPELS

Port Guillaume est un port départemental qui a été construit entre 1990 et 1991 à l'emplacement de l'usine métallurgique de Dives-sur-Mer (Tréfinétaux, ex Société Française d'Electrométallurgie) qui a fermé ces portes en 1986. Ce port est géré par le Conseil Général du Calvados et la gestion du Domaine Public Maritime (DPM), compris entre le dernier ouvrage à l'Est de la commune de Cabourg et le premier ouvrage à l'Ouest de la commune d'Houlgate, a également été concédée au Conseil Général dans le cadre de cette mission.

Préalablement à la construction du port, plusieurs études ont été réalisées par SOGREAH (étude préliminaire en 1988 et étude d'impact en 1989) et SOGEA (étude sédimentologique sur modèle physique en 1989). Ces documents ont été mis à disposition par le Conseil Général du Calvados et exploités dans le cadre de la présente étude.

Les études SOGEA et SOGREAH prévoyaient des dragages d'entretien du chenal d'accès à Port Guillaume afin de conserver une largeur et une profondeur adaptées au trafic des navires de pêches et des bateaux de plaisance. La cote de dragage retenue par le projet était de +2,5 m CM¹ dans le chenal d'accès au port (figure 1). Dans ce cadre, des extractions ont été réalisées à plusieurs reprises pour le compte du Conseil Général. Ces travaux étaient autorisés par un arrêté préfectoral datant de 1952 (Cf. Annexe 1).

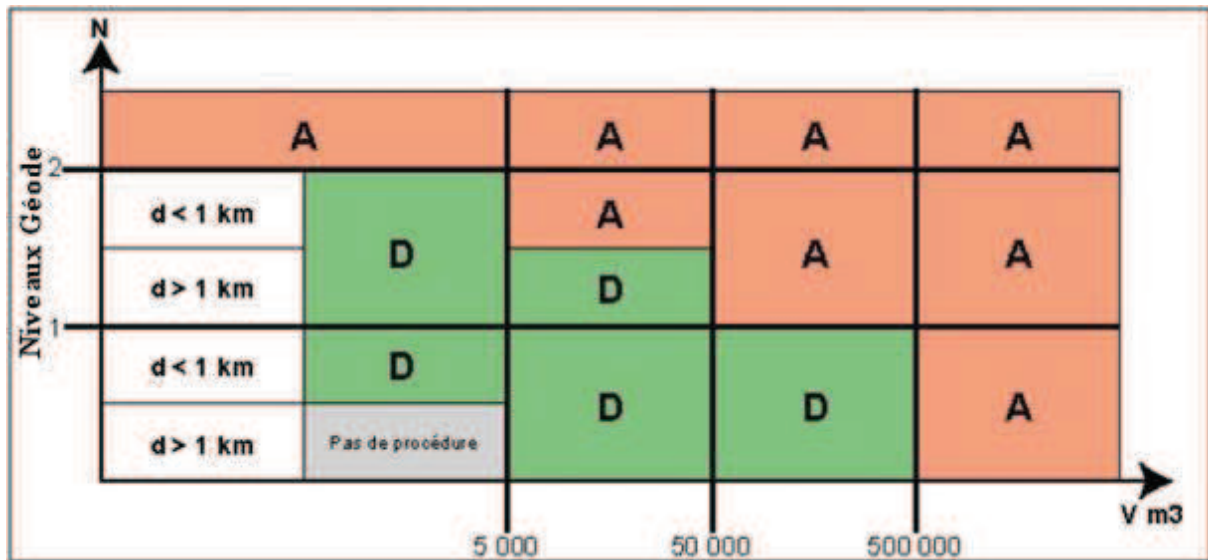
¹ CM : cote marine, exprimée en mètres par rapport au zéro hydrographique. Le zéro hydrographique (ou 0 m CM) est situé, au Havre et par extension à la zone de marée correspondant à la Baie de Seine, à 4,38 m au-dessous du 0 m IGN₆₉.

Afin de prévenir les extractions abusives de sédiments sur le littoral du Calvados, une nouvelle procédure d’autorisation a été mise en place par les services de l’Etat (Service Sécurité et Transports de l’Equipement devenu Service Environnement – unité Littoral) et l’entretien des chenaux des ports départementaux est désormais soumis à cette réglementation. Toutefois, l’arrêté préfectoral de 1952 n’ayant jamais été abrogé, ce dernier est toujours en vigueur.

Le règlement qui détermine le type de procédure pour une autorisation ou une déclaration des opérations de dragage d’entretien dans un chenal se base sur trois critères :

- Le volume annuel **V** de dragage ;
- Les propriétés chimiques des sédiments comparées aux **niveaux GEODE 1 et 2** (arrêté du 14 juin 2000 relatif à la méthodologie de caractérisation des déblais et circulaire n°2000-62 du 14 juin 2000 relative aux conditions d’utilisation du référentiel de qualité des sédiments marins ou estuariens présents en milieu naturel ou portuaire défini par l’arrêté interministériel) ;
- La distance **d** entre rejet des matériaux et zone de conchyliculture.

Le schéma ci-dessous permet de déterminer le type de procédure (A = autorisation, D = déclaration) en fonction des valeurs obtenues pour ces trois critères :



A noter : pour un volume annuel inférieur à 5000 m³, des niveaux de contaminations inférieurs au référentiel GEODE 1 et une distance de rejet des matériaux par rapport à une zone conchylicole supérieure à 1 km, aucune procédure n’est nécessaire.

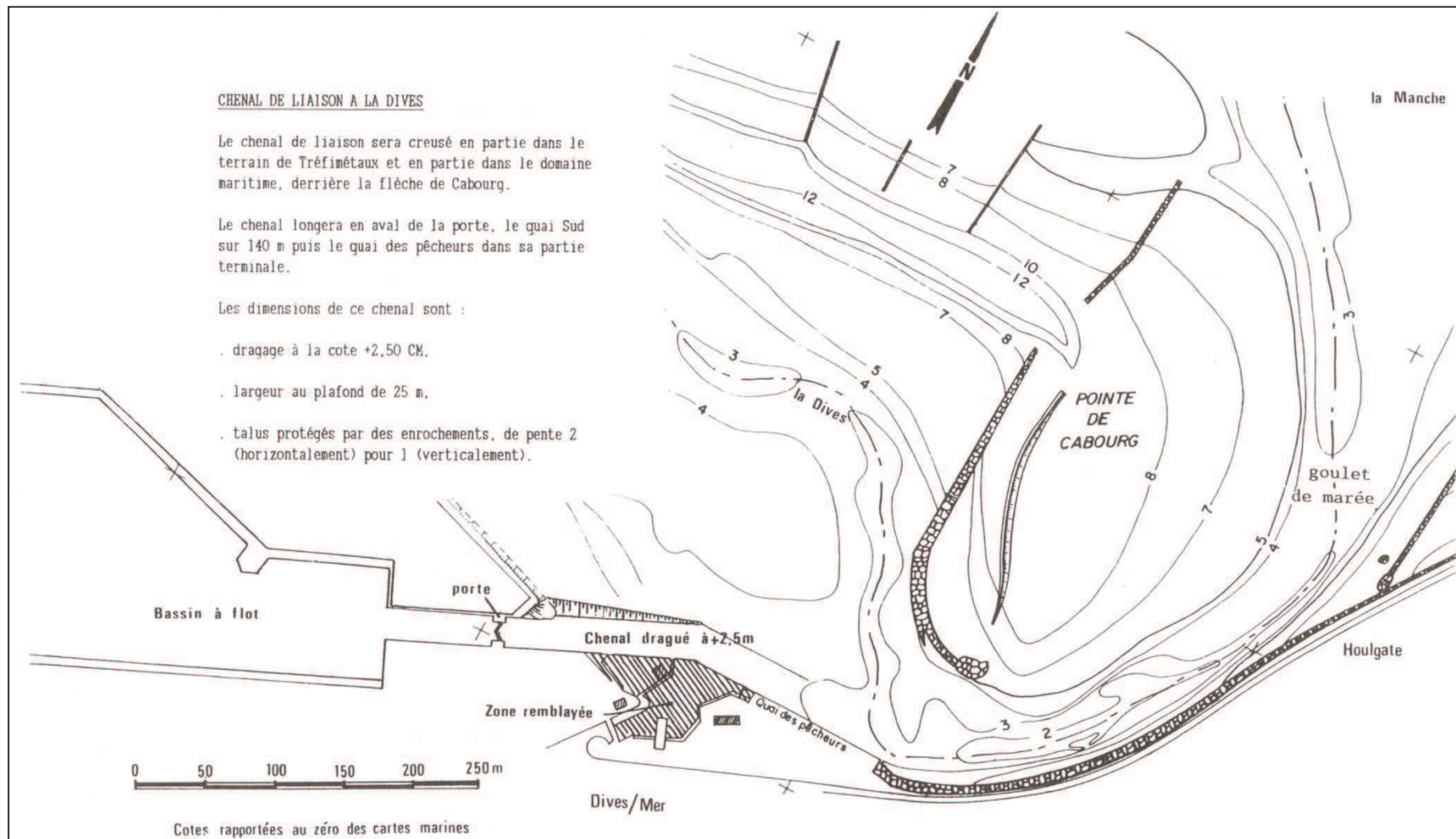


Figure 1 : vue plane de l'accès au port de Dives-sur-Mer précisant la cote de dragage dans le chenal (Etude SOGREAH, 1989)

ACTIVITES DU PORT DE DIVES-SUR-MER

Le port de Dives-sur-Mer est le siège d'une activité de pêche professionnelle avec une flottille comprenant 5 chalutiers. Ces navires s'amarront face aux halles couvertes, le long du quai à l'Est du port ou bien à l'intérieur au plus près de l'entrée du port. Les espèces exploitées par ces navires sont notamment la limande, le bar, la sole, le maquereau, les crevettes et les moules de l'estuaire de la Seine.

Le port de plaisance a une capacité d'accueil de 600 bateaux dont 25 places visiteurs (taux de remplissage moyen de 97 % à l'année). La longueur des embarcations est limitée à 15 m et leur tirant d'eau à 2,20 m. Il est particulièrement prisé en période estivale en raison des nombreuses habitations secondaires construites directement à l'Ouest du port.

A proximité du port se trouve également le Pôle Nautique de l'Estuaire de la Dives (PNED, ex SHRD) qui propose des activités de loisirs (kayak de mer, dériveur, planche à voile, vieux gréements...). Il comprend une école de voile et organise des classes de mer. Cet organisme gère également les anneaux de mouillage situés dans le cours de la Dives, entre la flèche et le port.

L'ensemble de ces utilisateurs est concerné par une éventuelle modification des conditions d'accès à Port Guillaume.

POINT DE VUE DES UTILISATEURS

Au cours de l'étude, plusieurs entretiens ont eu lieu avec les différents utilisateurs du port de Dives-sur-Mer et du chenal d'accès à la mer. Les points de vue des professionnels de la pêche, des employés de la capitainerie et du responsable du pôle nautique sont rapportés ci-dessous.

Les pêcheurs, représentés par M. Frédéric GRIEU, ont mis en avant plusieurs problèmes liés notamment :

- aux seuils altimétriques à l'extrémité de la flèche de Cabourg et plus au large ; ces seuils contraignent fortement les périodes de sortie en mer (le tirant d'eau des fileyeurs est proche de 1,80 m à vide) et d'accessibilité au port et au quai de débarquement ;
- à la divagation du chenal entre la flèche de Cabourg et le large ; sous l'effet de la migration des bancs sablo-graveleux (bancs à équilles) le chenal est dévié de sa position initiale et se trouve localement en dehors des repères de signalisation ;
- à la force des courants dans le chenal entre l'extrémité de la pointe de Cabourg et le port ; ces courants intenses obligent les bateaux à augmenter leur vitesse dans le chenal afin de rester manœuvrant ce qui représente un risque certain lorsque le trafic maritime s'accroît lors de la période estivale. De plus, par houle de Nord-Ouest, les navires entrent dans le chenal perpendiculairement à la houle et se trouvent désaxés (en crabe) ce qui représente un risque accru compte tenu de la faible largeur du chenal.

Finalement, le principal besoin exprimé par le représentant des pêcheurs concerne la sécurisation de l'entrée du Port et propose un élargissement du chenal avec des ouvrages de guidage depuis l'intérieur de la flèche jusqu'aux bouées de signalisation les plus au large.

Les employés de la Capitainerie, et notamment M. Christophe LOYER, se sont fait l'écho des plaisanciers. Ainsi, ils ont souligné la mauvaise réputation attribuée au port de Dives-sur-Mer au début de son exploitation. Cet *a priori* venait principalement de l'absence de visibilité de l'entrée du bassin depuis la mer en raison de l'étroitesse et de la tortuosité du chenal d'accès. Toutefois, le taux de remplissage actuel du port (97%) laisse penser que sa réputation s'est nettement améliorée. Il a également été souligné que les problèmes de tirant d'eau pour les voiliers (2 à 2,2 m) étaient limités en raison d'une part de la tenue du plein (3 à 4 h) et des pratiques des plaisanciers qui sont moins contraints par les niveaux d'eau que les pêcheurs et s'adaptent aux horaires d'ouverture des portes. M. LOYER a également rappelé l'effet limité des opérations régulières d'entretien du chenal par les effets de chasse pratiqués lorsque les portes du port sont closes. En effet, les sables chassés devant les portes à flot se retrouvent régulièrement stockés quelques dizaines de mètres plus loin, immédiatement au droit de la darse utilisée par le pôle nautique. Un problème récurrent d'envasement de cette darse a également été identifié.

Pour le pôle nautique, M. Frédéric GRAVEL a tenu à relativiser les problèmes liés à l'étroitesse du chenal. En effet, l'utilisation du chenal pour les besoins de l'école de voile et des diverses activités de loisir ne pose pas de problèmes particuliers en termes de navigation car les utilisateurs possèdent une bonne connaissance du site et n'ont pas besoin de sortir très tôt ou très tard par rapport à la pleine mer. Concernant l'évolution du site, M. GRAVEL a insisté sur le rôle des transports éoliens (SW/NE) notamment entre le port et la flèche de Cabourg (zone de mouillage). Il a également rappelé la création en 1987 d'un ouvrage en gabion à l'extrémité de la flèche de Cabourg destiné à permettre le développement de la flèche sableuse préalablement à la création du port. Le problème d'envasement de la darse a été souligné en précisant qu'à l'heure actuelle les sédiments sont raclés et remis dans le chenal au contact des sables évacués par les chasses du port.

PROBLEMES IDENTIFIES

Suite à ces différents entretiens avec les utilisateurs du chenal d'accès au port de Dives-sur-Mer, il ressort que **les principales contraintes sont celles évoquées par les pêcheurs**. En effet, ces derniers sont amenés à pratiquer le chenal dans les conditions les plus extrêmes - faible tranche d'eau, donc courants intenses et météo défavorable (houle de Nord-Ouest) – afin de conserver une activité économique rentable sur le site. **Une sécurisation de la passe d'entrée s'avère donc nécessaire.**

Toutefois, les problèmes identifiés à l'extérieur de la passe ne peuvent en aucun cas être résolus par le Conseil Général du Calvados qui ne gère qu'une petite partie du Domaine Public Maritime située à l'extrémité de la flèche de Cabourg. **La présente étude se concentre donc sur les solutions à mettre en place pour améliorer la navigation dans la passe entre la flèche de Cabourg et la rive droite de la Dives.**

Les **principaux problèmes** identifiés au niveau de l'embouchure de la Dives concernent **les vitesses trop intenses des courants dans la passe et la dangerosité des houles de NW qui arrivent perpendiculairement à l'axe du chenal.**

OBJECTIF D'UNE INTERVENTION A COURT TERME

Sur la base des témoignages recueillis et compte tenu du périmètre d'action du Conseil Général du Calvados (gestionnaire du DPM), **l'objectif qui a été fixé est de résoudre les problèmes de navigation liés aux vitesses élevées dans le chenal et à l'action des houles.**

Afin d'atteindre cet objectif, **plusieurs hypothèses d'aménagements ont été évoquées.** Les solutions les plus lourdes, concernant la **reprise des ouvrages existants ou la création de nouveaux aménagements pour limiter les apports de sables en provenance de l'Ouest**, ont été écartées dans un premier temps. Les investigations plus poussées réalisées par la suite (évolution diachronique de l'évolution du trait de côte, modélisation...) ont permis de mieux appréhender la faisabilité de telles interventions.

A court terme, le principe d'intervention le plus adapté, dans le cadre d'une démarche globale, consiste à **prélever des sédiments directement à proximité du chenal de la Dives de façon à élargir la passe d'entrée** au port de Dives et ainsi **réduire les vitesses des courants dans le chenal. De telles extractions de sédiments ont eu cours par le passé** en accord avec les préconisations de l'arrêté préfectoral de 1958 (notamment depuis la création du port de Dives et sa gestion par le CG14). Toutefois, les dates, les volumes de sédiments prélevés et leur localisation n'ont pas été retrouvées. Une nouvelle intervention devrait donc donner lieu à un suivi régulier des opérations.

La largeur actuelle du chenal est de l'ordre d'une cinquantaine de mètre au niveau de la cote +0 m IGN₆₉ (+4,38 m CM). Cette largeur a peu variée depuis l'étude préalable à la création du port (SOGREAH, 1988). **Toutefois, une augmentation des pentes du talus sableux a été mise en évidence à ce niveau liée à un apport de sédiments en provenance de l'Ouest. Un retour aux pentes mesurées préalablement à la création du port permettrait de réduire significativement les vitesses des courants et ainsi de faciliter les manœuvres des navires de pêche et de mieux sécuriser leur accès au port.**

Le présent rapport s'est donc attaché à vérifier la pertinence de ce type de mesure et sa compatibilité avec le cadre réglementaire évoqué précédemment. Les investigations menées à ce stade avaient également pour but de préciser la morphologie actuelle du site et la localisation des extractions à envisager. Un premier état des lieux a été réalisé dans cette optique en s'attachant à décrire la dynamique sédimentaire du site, le type de matériaux présent à l'extrémité de la flèche de Cabourg, leur qualité chimique et le cadre réglementaire.

ETAT DES LIEUX

SITUATION GEOGRAPHIQUE – CONTEXTE GENERAL

La Dives se jette en Baie de Seine à dix kilomètres à l'Est de l'Orne et vingt-cinq kilomètres environ à l'Ouest de la Seine (Figure 2). De part et d'autre de l'embouchure, le littoral est constitué de plages, sur lesquelles s'étendent les bancs de Cabourg à l'Ouest et les bancs d'Houlgate à l'Est. Le débouché en Manche de la Dives est le siège d'une accumulation sédimentaire de type deltaïque, dont la surface est également caractérisée par la présence de bancs sableux. Cette structure sédimentaire (delta de marée externe ou delta de jusant) s'étend vers le large sur 1 500 mètres (pour la partie intertidale) et se prolonge en mer jusqu'à des fonds de -3 m CM.

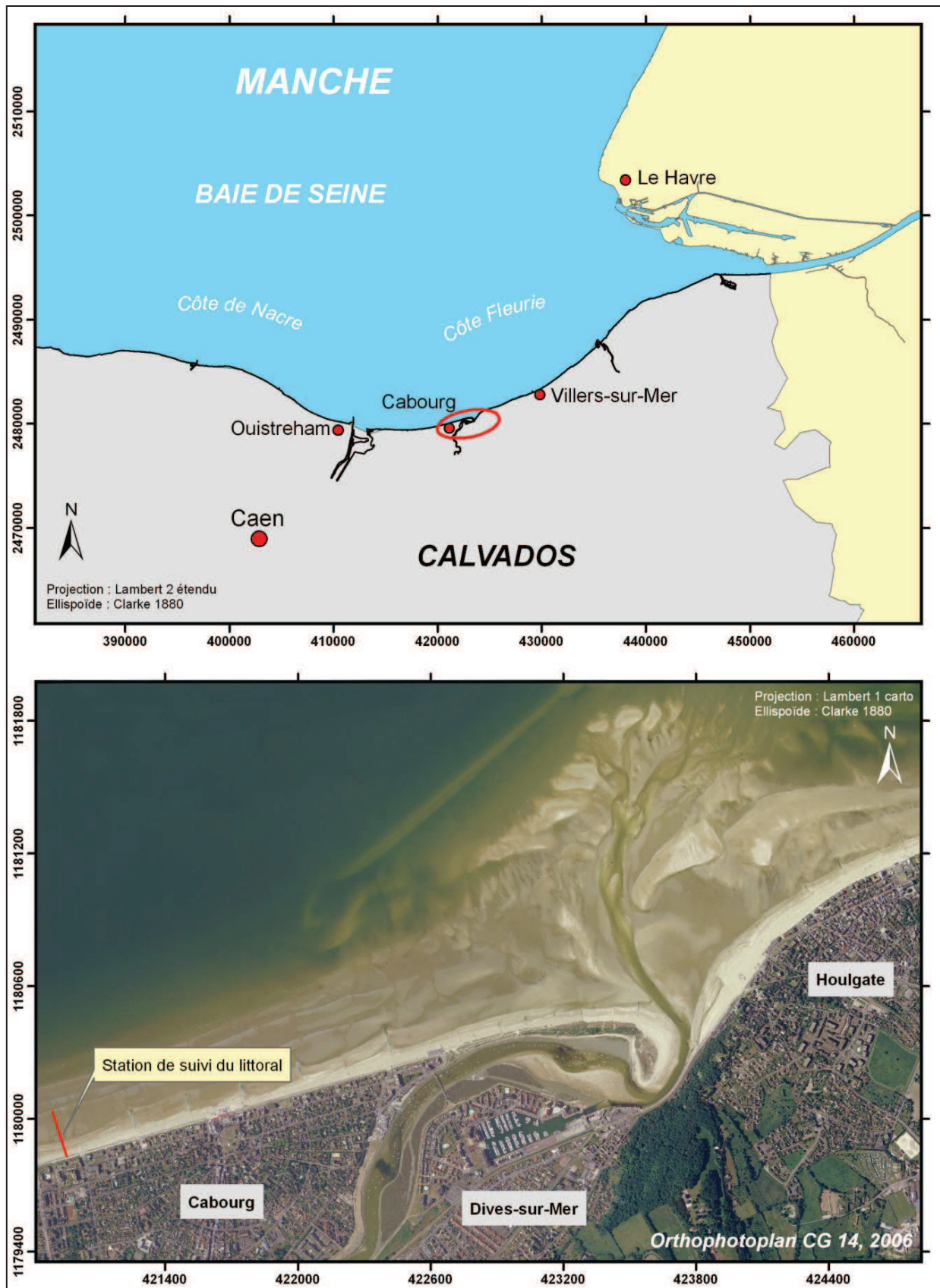


Figure 2 : cartes de localisation du secteur d'étude des sites de mesures hydrodynamiques et de la station S31 de suivi du littoral (CREC -UCBN, 2009)

L'embouchure de la Dives a conservé un aspect naturel estuarien, caractérisé notamment par la présence de zones d'intérêt écologique, telle que la Pointe de Cabourg, située en rive gauche du fleuve. C'est une flèche sableuse dunaire, alimentée par le transit littoral orienté dans le sens Ouest-Est à l'Ouest de l'embouchure. Cette flèche s'est en partie stabilisée (en partie interne de l'estuaire) suite à la mise en place d'enrochements et de gabions. La partie externe est alternativement engraisée et érodée au fil des tempêtes survenant sur la zone, et la pointe de la flèche au débouché de la Dives est en accrétion, alimentée par la dérive littorale.

Dans l'estuaire de la Dives, deux sections peuvent être distinguées au Sud et au Nord de la Pointe de Cabourg :

- au Sud, une section amont étroite et peu profonde, dans laquelle l'influence des courants de marée et du débit fluvial est prépondérante ;
- au Nord, une section aval très ouverte et étendue (l'embouchure), soumise à la triple action des courants de marée, du débit fluvial et de l'agitation.

En zone estuarienne (du pont de Cabourg au débouché en mer de la Dives), plusieurs travaux d'aménagement ont été réalisés (Figure 3) :

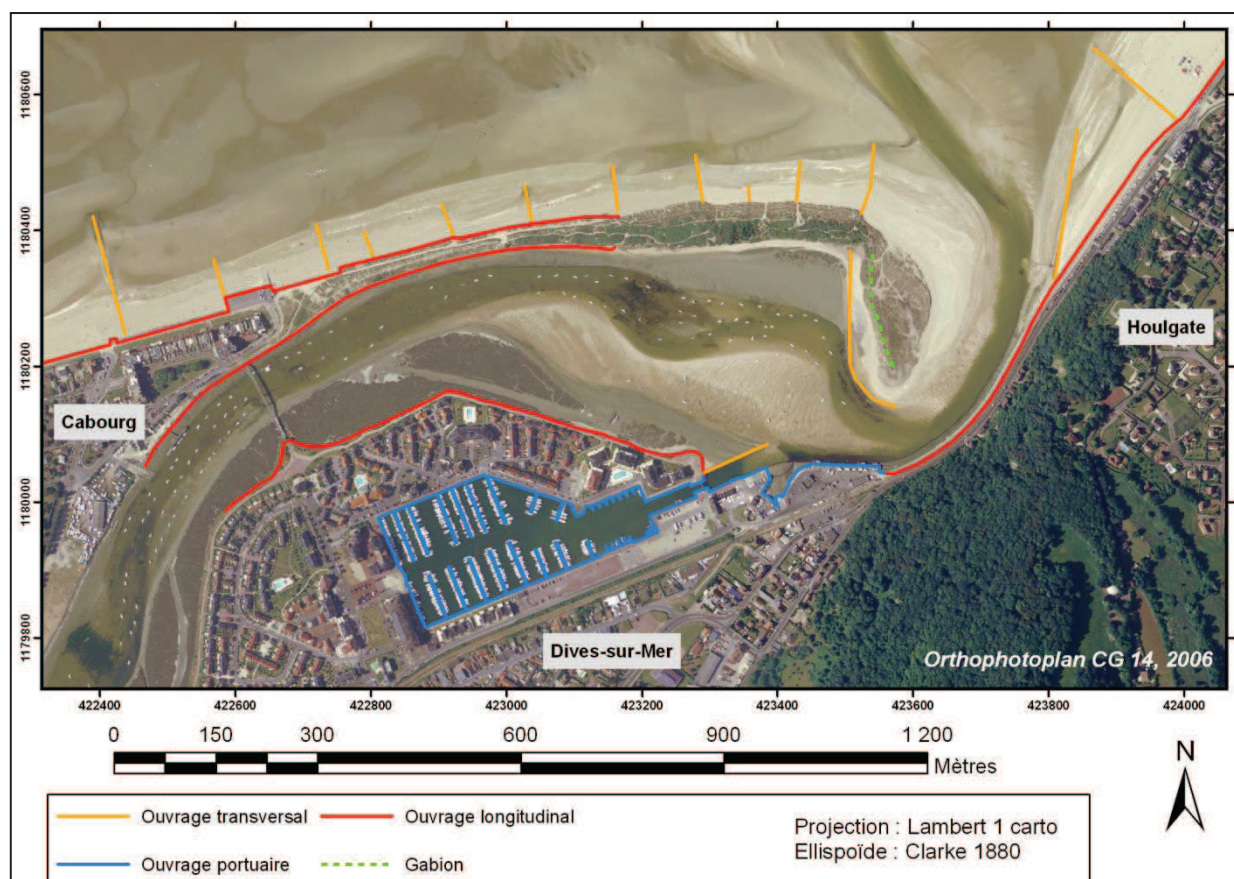
- la protection de la voie ferrée (perré maçonné de plus de 600 mètres de longueur) en rive droite de la Dives entre Houlgate et Dives/Mer (début XX^{ème}) ;
- les aménagements pour la pêche (quai de Dives – début XX^{ème}) ou pour la plaisance (cales, descentes, terre-pleins du Cabourg Yacht Club et du PNED – réalisation dans les années 1960) ;
- l'enceinte (clôture) de l'usine de Dives dans le dernier méandre en rive droite (fin XIX^{ème}) ;
- les cordons d'enrochements (cordons « directeurs » construits entre les 2 guerres mondiales), le premier d'axe N-S, à l'Ouest du débouché, s'appuyant sur l'extrémité de la pointe de Cabourg, le second d'axe N-S, à l'Est du débouché (côté Houlgate) s'appuyant sur le perré maçonné bordant la voie de chemin de fer ;
- la protection de berge, rive gauche depuis le CYC à l'amont jusqu'au niveau du milieu de la pointe de Cabourg soit sur environ 800 mètres (réalisation entre 1980 et 1987)
- la rangée de gabions disposés (1987) sur la crête de la partie rentrée de la flèche sableuse.

En zone maritime, devant Cabourg et Houlgate, ont été réalisés :

- des épis bas maçonnés rehaussés, pour quelques-uns, par des palplanches à l'enracinement ;
- neuf épis en enrochements, plus récents, implantés au niveau de la Pointe de Cabourg (réalisation antérieure à 1955) ; on peut noter l'allongement du dernier épi (travaux postérieurs à 1980) ;
- l'aménagement d'un front de mer avec la construction, au début des années 1970, d'une cale devant « Cap Cabourg » (complexe immobilier réalisé à cette période à l'enracinement de la Pointe de Cabourg) et d'un perré maçonné avec promenade (à Cabourg et Houlgate) ;
- des travaux de défense contre la mer sur la première moitié (Ouest) de la Pointe de Cabourg fin 1980 : perré maçonné sur 100 m depuis la cale et défense en enrochements sur 400 m ;
- la réhabilitation de « l'épi du Temple » de Houlgate (intervention en septembre 1988).

En amont de l'embouchure, la rive gauche de la Dives est stabilisée en partie haute par des enrochements s'étendant jusqu'à la moitié de la Pointe de Cabourg. Sur la rive gauche de la Dives, sur la pointe de la flèche, un cordon d'enrochement courbe submersible d'environ 300 mètres, enraciné au pied de la dune de la Pointe de Cabourg et orienté Nord-Sud, canalise la Dives.

Dans la partie courbe de l'embouchure de la Dives, sur la rive droite, une digue enracinée à l'Est du quai des pêcheurs et en continuité jusqu'à Houlgate canalise le cours d'eau. En partie externe de l'embouchure de la Dives, sur la rive droite, un cordon d'enrochement submersible d'une longueur de 250 m, orienté N-S et enraciné au pied de la digue d'Houlgate, canalise le cours d'eau sur l'estran.



MORPHOLOGIE DU CORDON LITTORAL

Plusieurs visites sur le site ont permis de décrire la morphologie actuelle du cordon littoral en avant du port de Dives-sur-Mer.

La flèche de Cabourg constitue un cordon dunaire étroit qui s'est construit après la dernière période glaciaire, puis s'est engraisé progressivement. Ce cordon littoral sépare le domaine marin, au Nord, du cours de la Dives, au Sud.

Les dunes, qui se développent sur le versant marin entre l'extrémité est de la zone urbanisée de Cabourg et l'embouchure de la Dives, présentent régulièrement des **faciès d'érosion du type microfalaise** (Photographie 1).

Ces dernières dépassent localement deux mètres de haut. De nombreux aménagements sont venus confortés le cordon dunaire afin de limiter les processus érosifs naturels ou anthropiques (mise en place d'épis et d'enrochements longitudinaux en pied de dune et de ganivelles en sommet de cordon afin de limiter le piétinement de la végétation).

A l'extrémité est de la flèche de Cabourg, le cordon dunaire haut laisse place à une **dune embryonnaire de faible altitude qui tend à se développer** malgré des érosions ponctuelles lors des coups de vent de N-NE (Photographie 2).



Photographie 1 : microfalaise d'érosion taillée sur le versant marin de la flèche de Cabourg (CREC, mars 2009)



Photographie 2 : dune embryonnaire se développant à l'extrémité de la flèche de Cabourg (CREC, mars 2009)

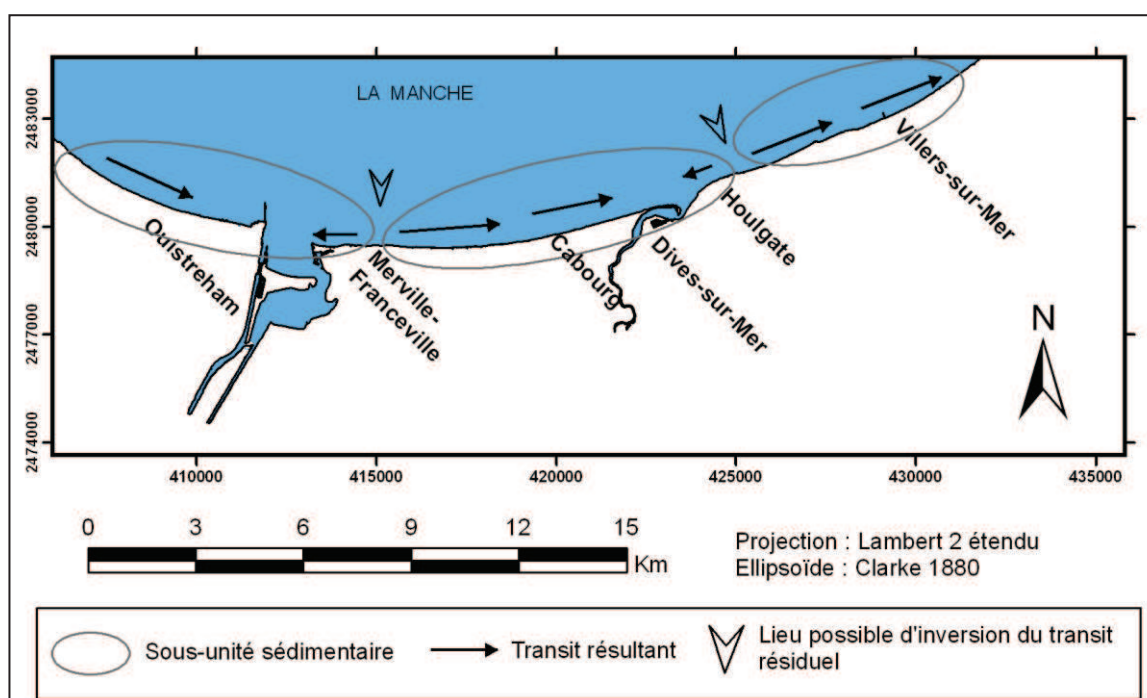
DYNAMIQUE SEDIMENTAIRE

A l'échelle régionale, deux unités sédimentaires principales peuvent être distinguées dans le Calvados :

- L'unité de Grandcamp – Pointe du Grouin à l'Ouest, où le transit sédimentaire est orienté d'Est en Ouest ;
- L'unité Pointe du Hoc – Estuaire de la Seine, comprenant le secteur de Dives-sur-Mer, où le transit sédimentaire est orienté d'Ouest en Est.

Toutefois, à l'échelle locale, le transit Ouest-Est observé dans le deuxième compartiment présente des zones de discontinuité où le transit général subit des ralentissements, voire des inversions plus ou moins marquées. Ainsi, des sous-unités ont été définies dans le compartiment oriental dont certaines concernant le secteur d'étude (Figure 4). A l'intérieur de la sous-unité intégrant l'embouchure de la Dives, une inversion du transit littoral a été identifiée à Houlgate, avec un transit résiduel orienté d'Est en Ouest.

Dans la partie Est de la Baie de Seine, l'existence d'une nette obliquité des houles avec le littoral lorsqu'elles proviennent du secteur nord-ouest est à l'origine d'un **transit littoral résultant orienté d'Ouest en Est**.



Le L.C.H.F. (Laboratoire Central d'Hydraulique de France) estime ce **transit littoral résultant à 50 000 m³/an vers l'Est dans la zone de Dives**.

C'est sous l'influence de ce transit littoral d'Ouest en Est que s'est développée la pointe de Cabourg vers l'Est. Cette flèche sableuse ne progresse désormais que très lentement vers l'Est car elle bute contre le chenal, lui-même bloqué par les ouvrages à la côte. En revanche la flèche a tendance à se développer vers l'intérieur de l'estuaire et à s'élever (un développement de la végétation est notable sur l'extrémité de la flèche, figure 5).

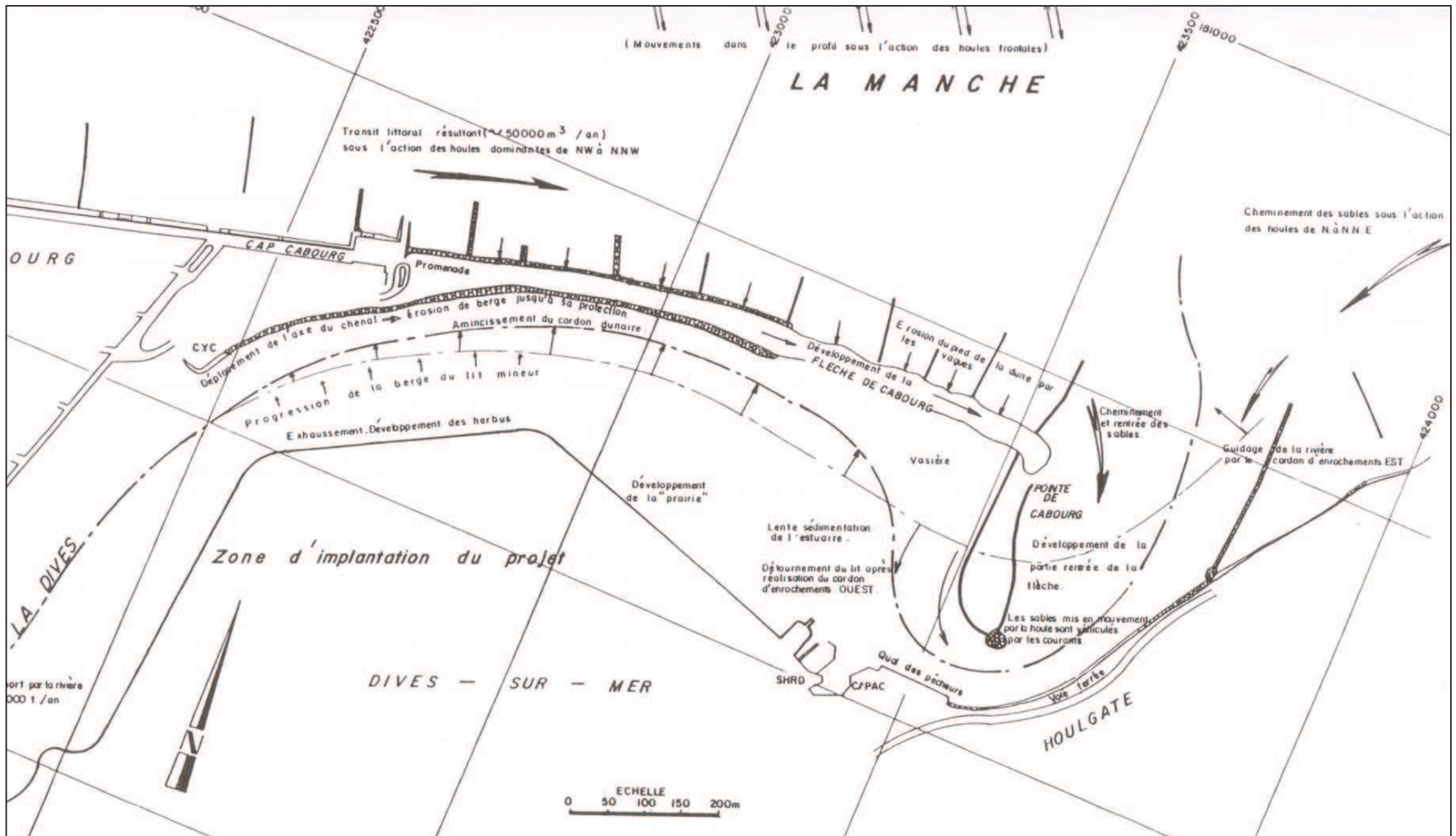


Figure 5 : transports sédimentaires à proximité du chenal d'accès à Port Guillaume (Etude d'impact SOGREAH, 1989)

EVOLUTION DU TRAIT DE COTE ET DE LA MORPHOLOGIE COTIERE

EVOLUTION HISTORIQUE DU TRAIT DE COTE

La partie du littoral de Cabourg étant endiguée, le trait de côte est dit « stable » et n'évolue pas spatialement. L'absence de données au moment de l'étude « Risques naturels côtiers du département du Calvados » (photos aériennes IGN) pour la flèche sableuse de Cabourg n'a pas permis d'établir l'évolution de son trait de côte. Cet historique au niveau de la flèche a été réalisé dans la seconde partie de l'étude d'accessibilité au port de Dives-sur-Mer.

EVOLUTION RECENTE DU LITTORAL

Dans le cadre du suivi du littoral du Calvados, un site de suivi se situe à l'Ouest de la zone d'étude de la flèche sableuse : le site de suivi S31 (figure 2, page 8). Les mesures effectuées sur ce site permettent d'avoir un aperçu de l'évolution du littoral à proximité de la flèche sableuse au cours des années précédentes.

Par rapport à octobre 2001, le niveau en pied de l'ouvrage s'est exhaussé de +0,6 m. En revanche, l'abaissement atteint -0,3 à -1,3 m une cinquantaine de mètres en avant de l'ouvrage et jusqu'à la jonction avec la moyenne plage (figure 6). Un abaissement est observé à la jonction haute plage - moyenne plage (-0,3 à -1,3 m) tandis que le reste de la moyenne plage et la basse plage se sont exhaussés de +0,1 à +0,3 m (figure 6). Ces évolutions sont liées à une dynamique de barres sableuses qui provoque une succession d'exhaussement et d'abaissement.

Les levés effectués entre octobre 2001 et mars 2003 font apparaître une érosion de $-28 \text{ m}^3/\text{ml}$. Entre mars 2003 et février 2008, une tendance résiduelle à l'accrétion a été observée (de $+4 \text{ m}^3/\text{ml}$) malgré des fluctuations de l'ordre de $\pm 15 \text{ m}^3/\text{ml}$ dernièrement. Le bilan sédimentaire de la plage, depuis 2001, est actuellement de $-24 \text{ m}^3/\text{ml}$ (figure 7) traduisant une **érosion résiduelle**. **Les matériaux érodés** au droit de cette station de mesure sont soumis à la dérive littorale ouest-est et **viennent s'accumuler sur la flèche de Cabourg**.

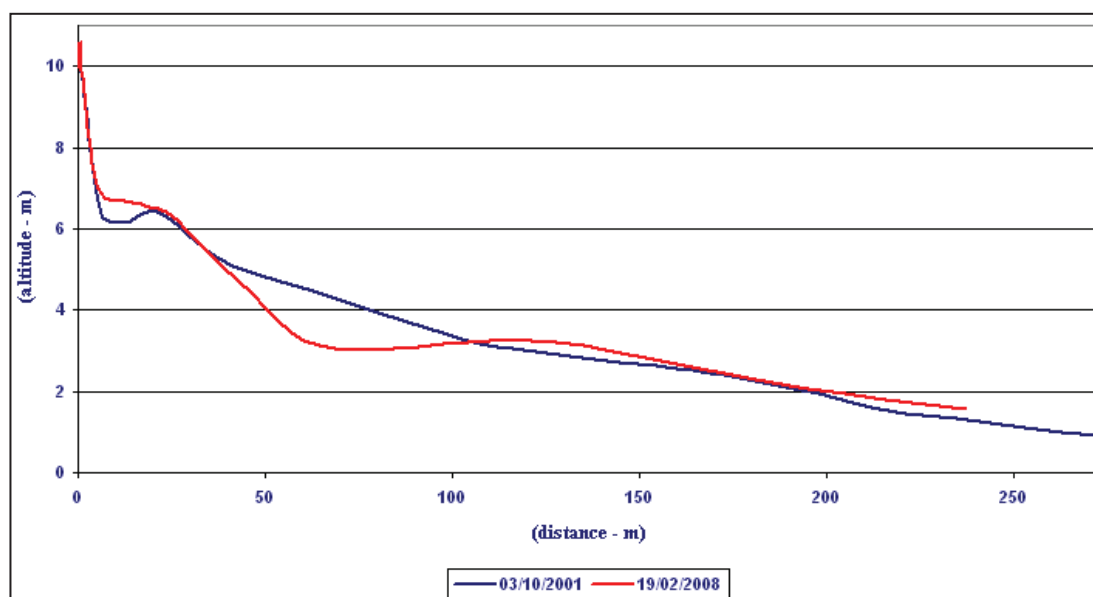


Figure 6 : graphique d'évolution du profil de plage au droit de la station 31 à Cabourg entre 2001 et 2008

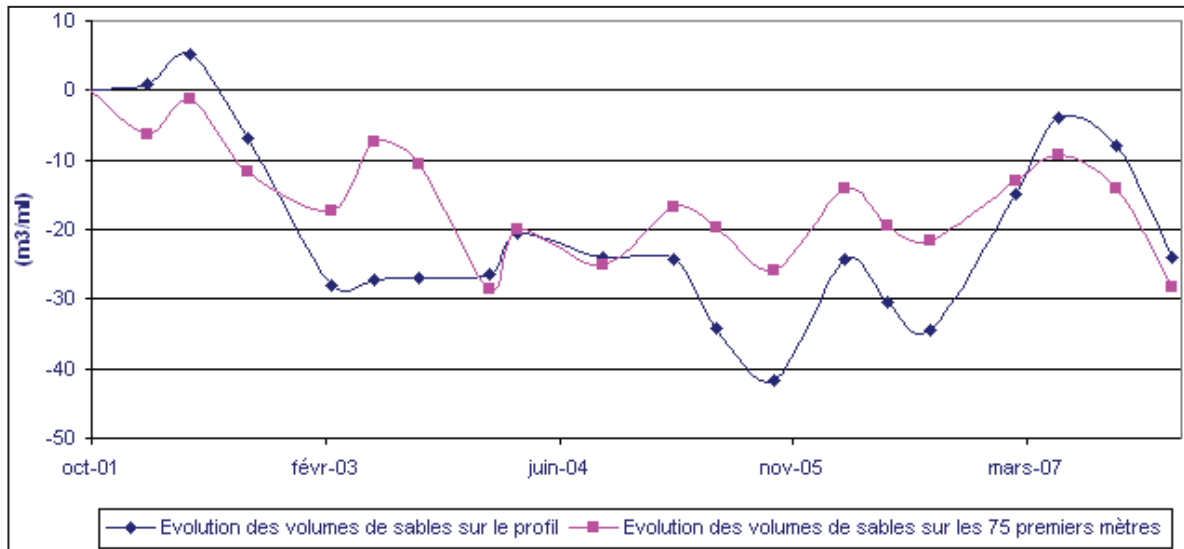


Figure 7 : graphique présentant l'évolution du volume de plage au droit de la station de mesure S31 à Cabourg entre 2001 et 2008

SEDIMENTOLOGIE DE L'ESTRAN ET DU CHENAL

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES SEDIMENTS

SYNTHESE DES DONNEES EXISTANTES

L'ensemble des sédiments a une origine essentiellement marine, du moins à l'échelle humaine, car à l'échelle des temps géologique la majeure partie de la sédimentation provient d'apports terrestres (fleuves, érosion des falaises,...).

De façon plus locale, les apports s'effectuent essentiellement :

- en suspension pour les particules fines (matériaux cohésifs de type vase) ; les quantités véhiculées par les courants sont plus importantes en marée de vives-eaux (VE) qu'en marée de mortes-eaux (ME) et décroissent dans l'estuaire de l'aval vers l'amont ;
- par charriage (pour les matériaux sableux) ; les apports en flot sont prépondérants dans l'embouchure en marée de VE. L'action du flot s'atténue vers l'amont pour être contrebalancée par l'action du jusant. En marées de ME, il n'y a pas d'apports marins importants.

L'estran, le haut de plage ainsi que la pointe de la flèche sont constitués de sable moyen, entrecoupés de zones constituées de sables grossiers en partie haute de plage et sur les flancs des bancs (Figure 8).

Dans les zones de l'estuaire parcourues par les forts courants de marée (goulet de marée, flanc Sud et Sud-Est de la partie interne de la flèche) apparaissent des zones à sédiments très grossiers, mêlés de débris coquilliers.

La partie interne de l'estuaire, abritée par la flèche de Cabourg, est recouverte de sables fins dans lesquels il est possible de retrouver des pélites (particules de diamètre inférieur à 40 μm). Au niveau de l'estuaire, le lit de la Dives est tapissé de sables grossiers à très grossiers, remontant jusqu'à environ 300 mètres à l'intérieur de l'estuaire, et s'étendant sur un axe Nord-Sud vers le large au niveau du delta de jusant. Celui-ci est majoritairement composé de sables moyens à fins, excepté dans la partie Nord du delta de jusant où des sédiments grossiers, provenant du lit de la Dives par charriage, viennent se déposer selon un axe Ouest-Est.

NOUVELLES DONNEES SEDIMENTOLOGIQUES

Une série de 10 prélèvements sédimentaires ont été effectués sur la pointe de la flèche sableuse, afin d'évaluer la qualité physique (granulométrie notamment) des sédiments en place sur l'estran de la zone d'étude.

Les prélèvements effectués sur la pointe sableuse ont été réalisés selon 3 radiales situées au Nord-Est, à l'Est et au Sud-Est sur la flèche. Ces radiales sont composées de 3 points situés en partie haute, au milieu et en partie basse de l'estran (les prélèvements ont été positionnés au GPS et sont représentés sur la figure 9).

Les échantillons prélevés étant légèrement vaseux, une séparation sable/vase a été réalisée, et la granulométrie des sables a été analysée sur une colonne de tamis (Cf. Annexe 3).

Tous les échantillons prélevés, excepté les références Dives08, Dives11 et Dives12, contiennent une fraction de sable moyen comprise entre 30 et 50 % et une fraction de sable fin comprise entre 35 et 60 % (d'après la classification de *Wentworth* modifiée en 1982). La fraction de particules fines (inférieur à 63 μm) est inférieure à 1% quelque soit l'échantillon. Par exemple, l'échantillon Dives12 est composé de 78 % de sables moyens et de 19 % de sables fins.

Les échantillons Dives08 et Dives11 contiennent une fraction de sables grossiers importante par rapport aux autres échantillons. Cette différence est due à la présence de bancs de coquilles concassées et intactes dans ces zones. L'échantillon Dives08 est particulièrement chargé en fraction grossière (80 % de sables grossiers à très grossiers) et se compose quasiment exclusivement de coquilles concassées, comparé à l'échantillon Dives11 qui contient environ 45 % de fraction grossière et 40 % de fraction fine. L'échantillon Dives10 contient également des sables grossiers (16 %), mais cette quantité est minoritaire par rapport au reste de l'échantillon. La médiane² des échantillons est comprise entre 0,23 et 0,3 mm, les distributions sont normales et le sédiment est bien classé, excepté pour les échantillons Dives08 et Dives11. Ces derniers sont constitués de sables moyens à grossiers, leurs médianes sont respectivement de 0,79 et 0,35 mm.

Finalement, les analyses granulométriques réalisées sur les échantillons prélevés à l'extrémité de la Pointe de Cabourg ont mis en évidence la présence de sables moyens à fin (0,2 à 0,5 mm) ou moyens à grossiers (0,5 à 1 mm lié à la présence ponctuelle de débris coquilliers) très peu chargés en particules fines (vases).

² Médiane : valeur du diamètre pour laquelle la fréquence totale des occurrences au dessus et en dessous est identique.

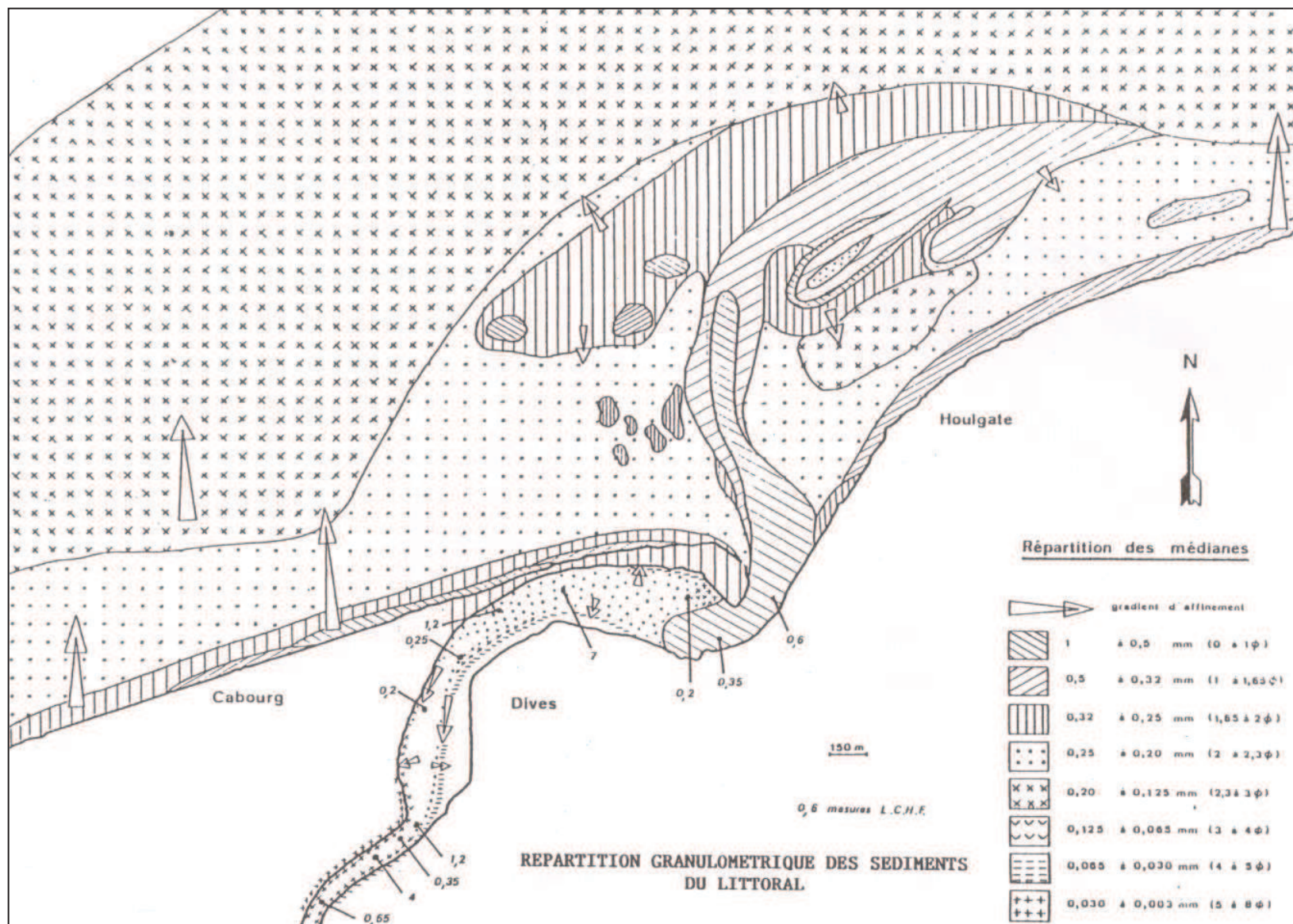


Figure 8 : répartition des sédiments au droit de l'embouchure de la Dives (source : d'après P. GERMAIN du LCHF in Port Guillaume – Etude d'impact, SOGREA 1989)

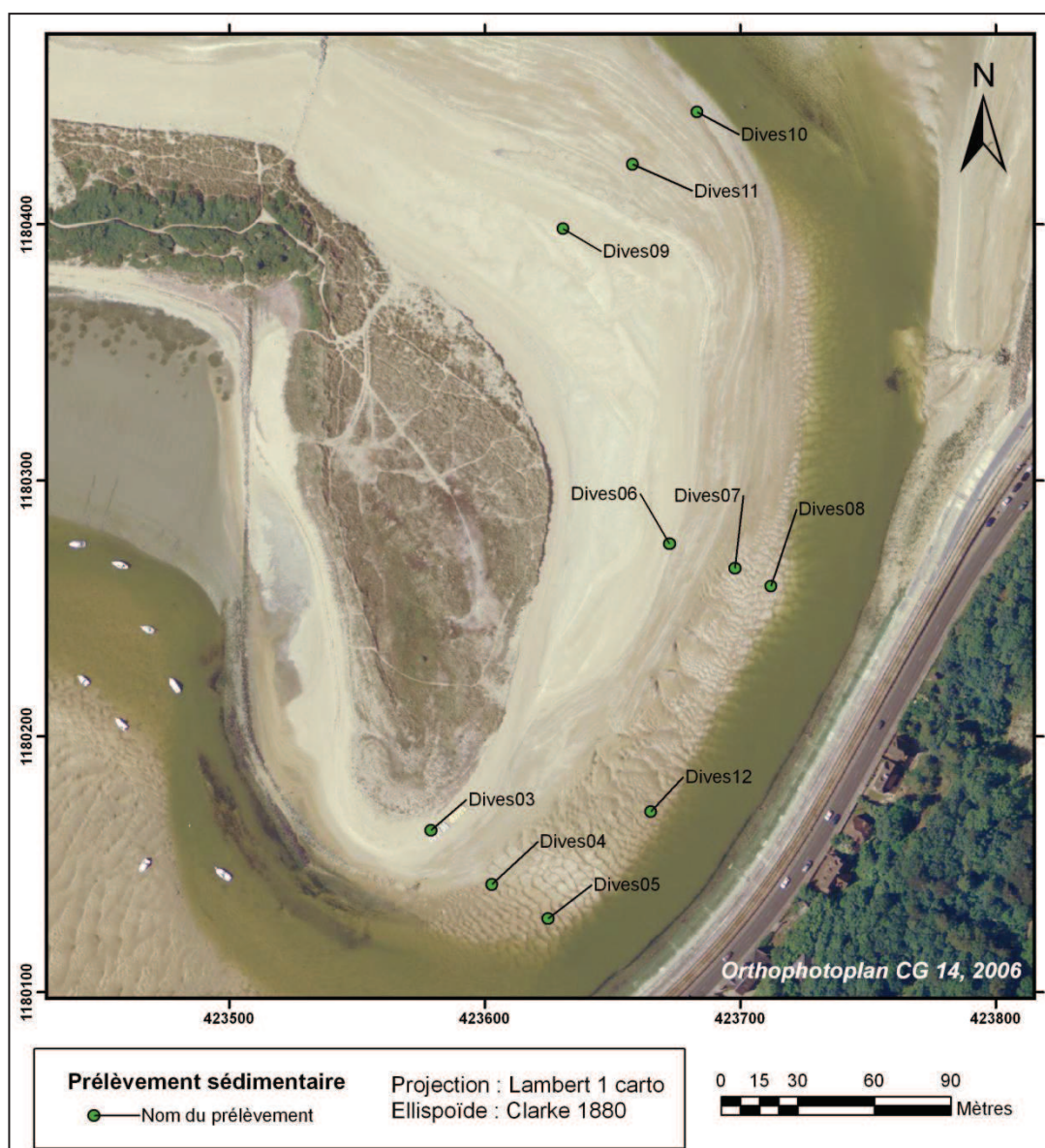


Figure 9 : carte de localisation des prélèvements sédimentaires réalisés en mai 2009 à l'extrémité de la Pointe de Cabourg

CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DES SEDIMENTS

Afin de déterminer le type de procédure liée aux dragages d'entretien du chenal, des analyses chimiques ont été réalisées sur trois échantillons moyens représentatifs des sédiments présents à l'extrémité de la flèche de Cabourg. Les résultats des analyses, confiées au Laboratoire Départemental Franck Duncombe, sont présentés en Annexe 3 et les comparaisons ont été réalisées avec les niveaux règlementaires GEODE 1 et 2.

Il ressort de ces analyses que **les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à proximité de la passe d'entrée au port de Dives-sur-Mer ne présentent pas de danger particulier**. L'ensemble des résultats obtenus pour les métaux lourds, les PCB et les HAP sont inférieurs aux Niveaux I GEODE pris en référence dans l'arrêté interministériel du 14 juin 2000 réglementant les procédures de dragage. Par ailleurs, les résultats concernant les nutriments et la bactériologie sont également compatibles avec une extraction de matériaux (Cf. Annexe 3).

CADRE REGLEMENTAIRE

LE CODE L'URBANISME – LA LOI LITTORAL

La flèche de Cabourg et ses dunes sont des espaces remarquables et protégés au titre de l'article 146-6 du Code de l'Urbanisme (loi Littoral). Les aménagements y sont strictement réglementés et tout projet doit faire l'objet d'une enquête publique. La partie longitudinale de la flèche de Cabourg fait parti du P.L.U. (Plan Local d'Urbanisme) de Cabourg. Elle est classée en tant que zone Nm. Il s'agit d'une classification en zone naturelle et forestière où l'intérêt des milieux naturels et/ou la qualité des sites et des paysages qui les composent justifient qu'elles soient protégées du développement de l'urbanisation.

En revanche, la pointe de la flèche de Cabourg (figure 10) ne fait parti d'aucun P.O.S. (Plan d'Occupation des Sols) ou P.L.U., elle est définie en temps que D.P.M. (Domaine Public Maritime) qui est confié en gestion au Conseil Général du Calvados.

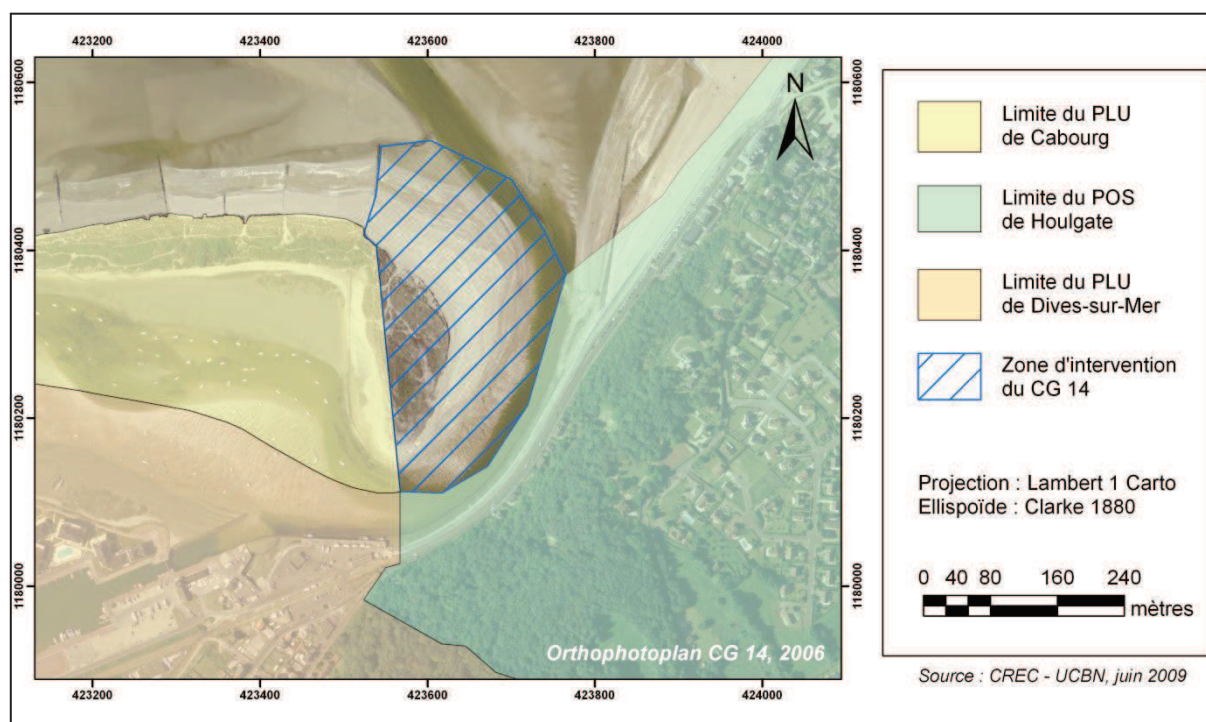


Figure 10 : carte schématique présentant les limites des P.L.U. de Cabourg, Dives-sur-Mer et Houlgate et la zone d'intervention gérée par le Conseil Général du Calvados

PROTECTIONS REGLEMENTAIRES

RAMSAR

La convention RAMSAR protège les zones humides d'une grande richesse naturelle. C'est un label international garant d'une gestion attentive de ces milieux qui offrent de précieux services : habitats pour de nombreuses espèces de faune et de flore, rôle de filtre pour conserver la qualité de l'eau, protection contre les inondations, économie locale autour de produits de terroirs et d'activités touristiques... **Ce zonage à valeur réglementaire ne concerne pas la zone d'étude.**

NATURA 2000

Une zone Natura 2000 est située en mer à environ 600 mètres au large de Cabourg et Houlgate (carte en annexe 4). Elle est indiquée en tant que ZPS (Zone de Protection Spéciale) relative à la protection des oiseaux sauvages. Il s'agit de la zone Littoral Augeron (n° ZPS 07). Les poissons et la crevette grise sont cités pour leur importance commerciale dans la zone considérée. Les autres invertébrés sont mentionnés pour leur valeur trophique vis à vis des populations d'oiseaux hivernants et migrateurs motivant la désignation en ZPS. **Ce zonage a une valeur réglementaire, mais ne concerne pas directement la zone d'étude.**

INVENTAIRES SCIENTIFIQUES

Une Z.N.I.E.F.F. (Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique) de type 2 (n°0227-0000) couvre l'estran sableux et s'étend de Cabourg à Houlgate (carte en Annexe 4). Elle est caractérisée par une grande diversité de milieux (estrans sableux marqués par la présence de dunes hydrauliques, dunes embryonnaires et fixées...) et par une faune et une flore très riches (invertébrés, oiseaux, poissons, communautés de plantes halophiles...). L'estuaire est en effet un lieu de forte production biologique, de reproduction ou de nurserie pour de nombreuses espèces. **Cette Z.N.I.E.F.F. de type 2 englobe notamment le delta de marée externe, le chenal d'accès. Au Sud de l'embouchure, à proximité de la zone d'étude.**

Une Z.I.C.O. (Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux) couvre l'estran sur une zone allant de Cabourg à Houlgate (n° BN 07), se superposant à la Z.N.I.E.F.F. de type 2 (n° 0227-0000, carte en Annexe 4). L'estran sableux devant Cabourg et Houlgate est fréquenté par de nombreuses espèces d'oiseaux, attirés par les bancs sableux découvrant rapidement à marée basse et faisant office de reposoirs. C'est également une zone d'hivernage d'importance internationale pour les Macreuses noires et brunes et pour un grand nombre d'autres espèces d'oiseaux migrateurs.

Les Z.N.I.E.F.F. et Z.I.C.O. constituent un outil de connaissance du patrimoine naturel et n'ont pas de valeur réglementaire. Elles doivent cependant être prises en compte dans toute opération d'aménagement.

Aucune protection règlementaire ne s'applique sur l'extrémité de la flèche de Cabourg sur laquelle le Conseil Général est susceptible d'intervenir.

DEFINITION DU PRINCIPE D'INTERVENTION A COURT TERME

Afin de faciliter l'accès au port de Dives-sur-Mer et de sécuriser la navigation dans la passe d'entrée, **un élargissement du chenal doit être envisagé afin de limiter la vitesse des courants dans la passe d'entrée et faciliter les manœuvres des navires de pêche notamment.**

Un levé topographique de l'extrémité de la flèche sableuse de Cabourg a été réalisé fin avril 2009 afin de préciser la morphologie de la zone et d'orienter d'éventuelles opérations d'extractions de sédiments à court terme. Les résultats de cette campagne de mesures sont présentés sur les figures 11 et 12.

L'élargissement préconisé consiste à **prélever des matériaux sableux à l'extrémité de la flèche de Cabourg de façon à rétablir les pentes sur le flanc ouest du chenal mesurées avant la création du port (1988)** et ainsi faciliter le croisement des bateaux entrant et sortant de Port Guillaume notamment lorsque l'agitation de NW contraint les navires de pêches à rentrer « en crabe ».

Dans un premier temps, en conformité avec la réglementation présentée précédemment, **il est possible de soustraire un volume sédimentaire (dans la limite des 5000 m³ autorisés) sur le talus de la flèche de Cabourg (figure 13) sans démarche particulière.** En revanche, pour des volumes plus importants (jusqu'à 500 000 m³) une déclaration auprès des services de la police de l'eau (DDEA du Calvados) s'avèrerait nécessaire.

Les sédiments présents à ce niveau sont constitués de **sables moyens à fin (0,2 à 0,5 mm) ou moyens à grossiers (0,5 à 1 mm) très peu chargés en particules fines** (vases) facilement valorisables dans le cadre d'opération de rechargement de plage sur les communes voisines ou par une entreprise de travaux publics.

Aucune protection règlementaire n'a été identifiée sur le secteur d'intervention du Conseil Général et l'extraction de sédiments ne présente pas de danger en termes de contamination du milieu.

Par ailleurs, le **Conseil Général** peut intervenir en tant que **gestionnaire du D.P.M. sur cette partie de la flèche sableuse.**

La morphologie de l'extrémité de la flèche de Cabourg (profils réalisés à partir du levé d'avril 2009, figures 12 et 14) est révélatrice d'une **dynamique de progradation vers l'Est** (élévation de la flèche sableuse à proximité du chenal). Cette progression des sables vers le chenal pourrait, à terme, devenir très contraignante pour la navigation car elle tend à diminuer la largeur de la passe et la profondeur du chenal. **Les extractions devraient donc permettre de réduire le rythme de cette évolution** et des opérations de dragage régulières devraient alors être planifiées sur le long terme pour conserver les pentes d'origine dans la passe d'accès à Port Guillaume.

La comparaison des profils de plage sur l'extrémité de la flèche de Cabourg (flanc ouest du chenal) réalisés en avril 2009 et en 1988 (dans le cadre de l'étude SOGREAH préalable à la construction du port, figure 14) ont permis d'estimer le volume sédimentaire à extraire pour revenir à cet état d'origine. Cette situation initiale, ayant conduit au dimensionnement des infrastructures portuaires, a été considérée comme référence pour le dimensionnement des futures extractions. **Le volume de matériaux à extraire pour rétablir les pentes mesurées en 1988 est de l'ordre de 5250 m³.**

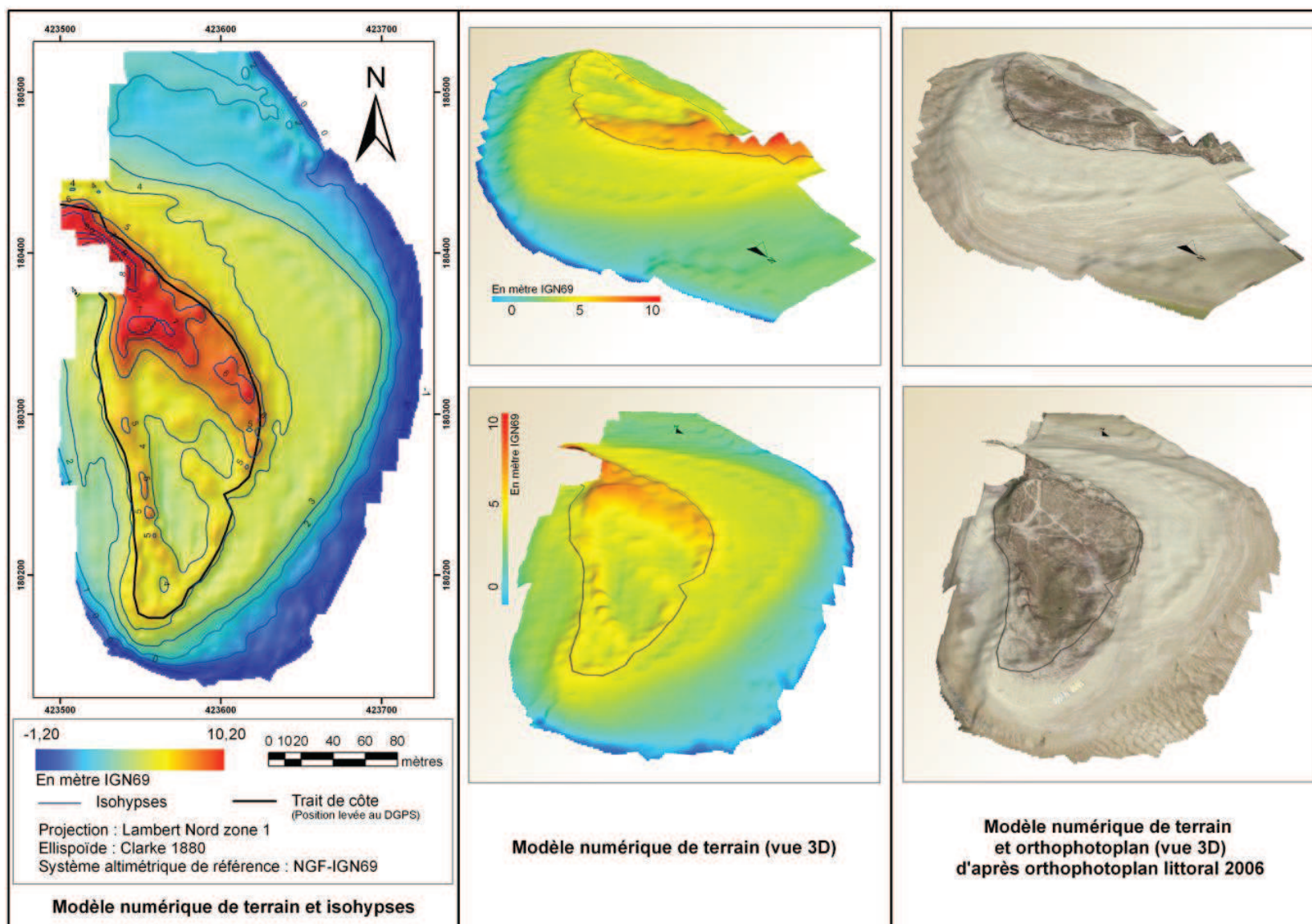


Figure 11 : Modèle Numérique de Terrain réalisé sur la base du levé topographique de l'extrémité de la flèche de Cabourg du 27 avril 2009 (CREC – UCBN, 2009)

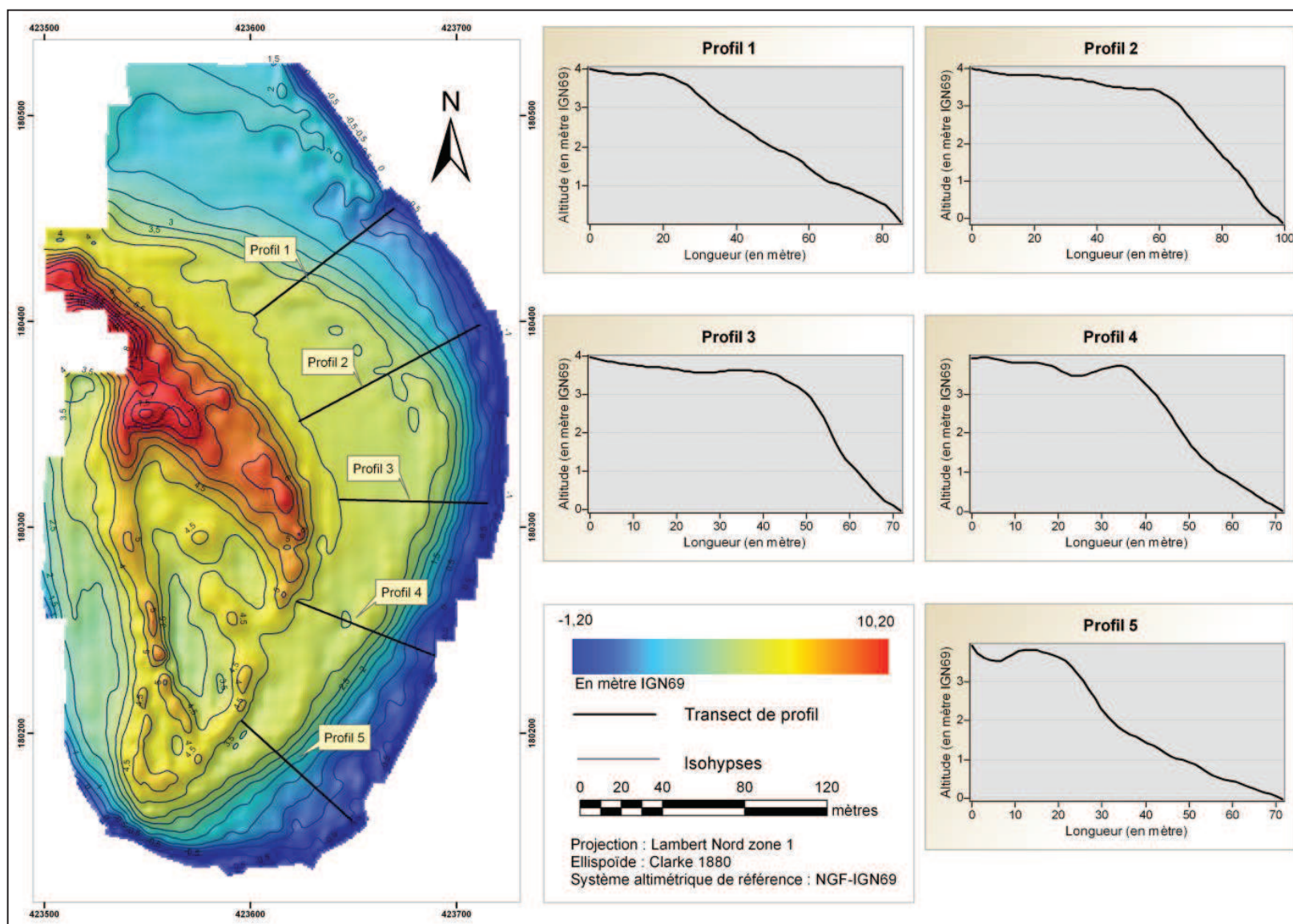
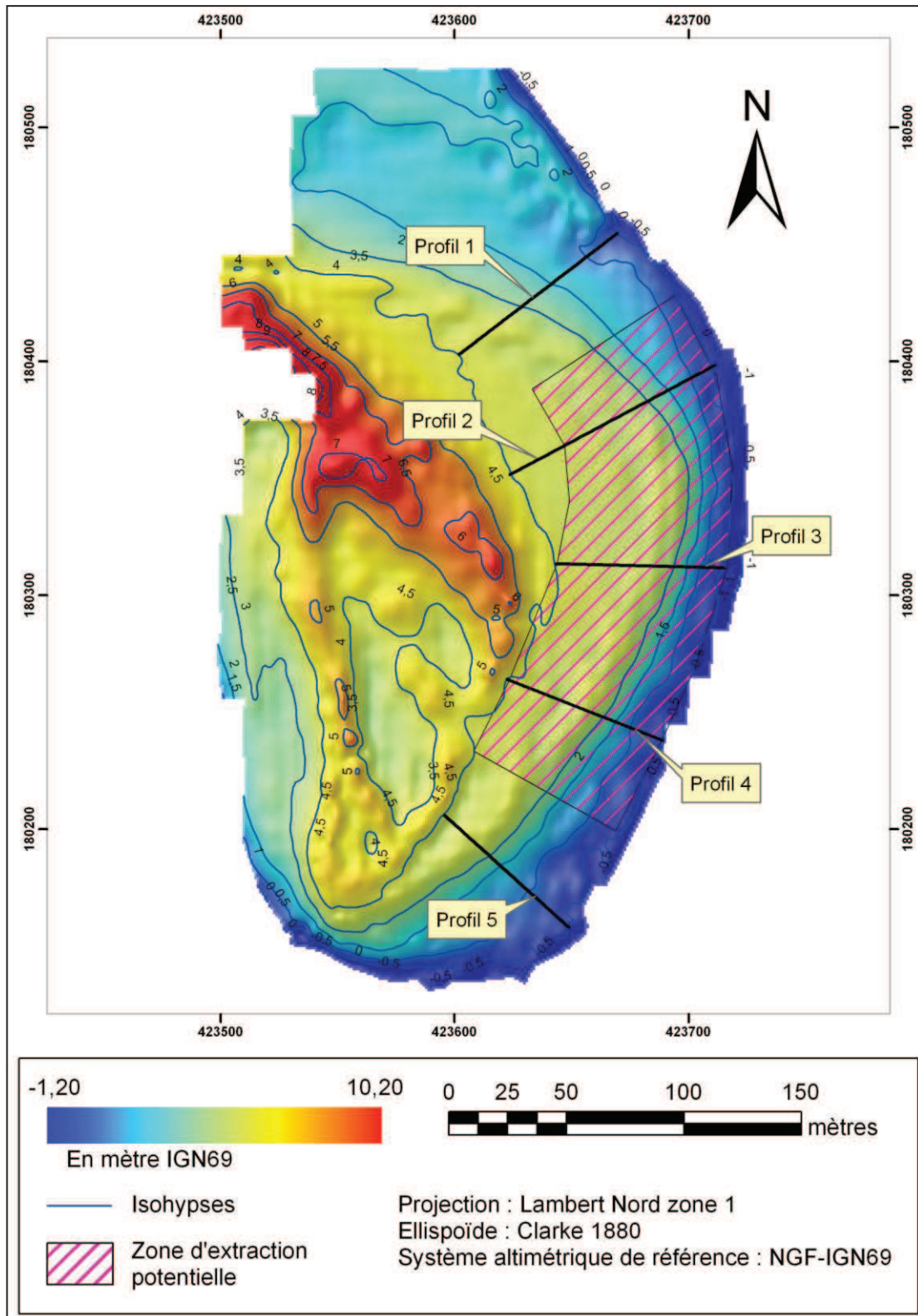


Figure 12 : profils topographiques extraits du MNT réalisé sur la base du levé topographique d'avril 2009 (CREC – UCBN, 2009)



Toutefois, afin de rester en cohérence avec la réglementation, **une extraction inférieure à 5000 m³ est préconisée**. Cette opération permettra de retrouver un profil proche de l'état de référence et engendrera un élargissement du chenal dans sa partie supérieure qui aura pour effet de réduire les vitesses des courants dans la passe.

En revanche, **cette intervention ne pourra résoudre à elle seule le problème d'accessibilité au port de Dives-sur-Mer de façon pérenne**. En effet, compte tenu des volumes sédimentaires arrivant annuellement depuis l'Ouest, **seule une opération d'envergure limitant également ces apports sédimentaires permettrait de retrouver durablement une largeur de chenal plus conforme aux attentes des usagers**.

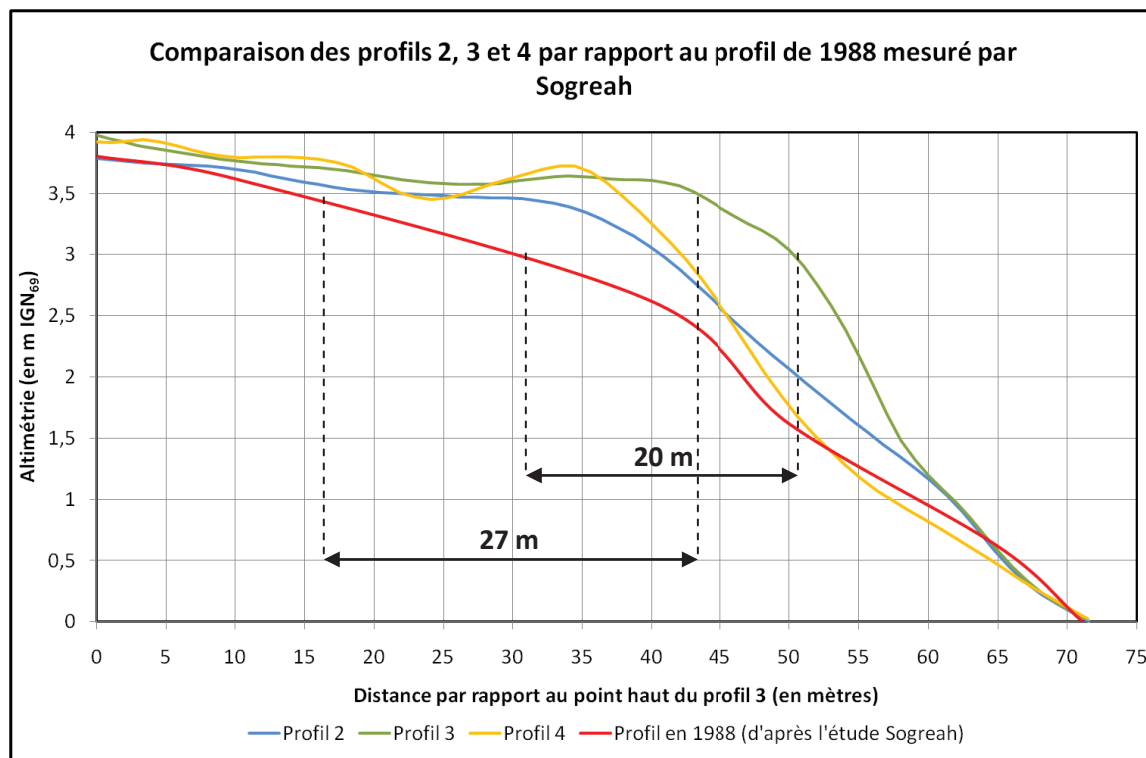


Figure 14 : comparaison des profils de plage levés en 1988 (SOGREAH) et 2009 (CREC) à l'extrémité de la flèche de Cabourg

CONCLUSION DE L'INTERVENTION A COURT TERME

Au terme de cette première phase d'étude et suite aux différentes rencontres avec les acteurs et usagers du site, **il apparaît nécessaire d'intervenir à l'embouchure de la Dives afin de sécuriser l'accès à Port Guillaume**.

La solution à court terme consisterait à **extraire un volume de sable limité à l'extrémité de la flèche de Cabourg**. En effet, **l'enlèvement d'un volume de sédiment de l'ordre de 5000 m³** permettrait de retrouver des pentes en bordure ouest du chenal proches de celles mesurées en 1988 (figure 14) sur le secteur délimité sur la figure 13. **Une telle opération ne nécessite pas de démarche particulière auprès des services de l'Etat d'après l'arrêté du 14 juin 2000 réglementant les opérations de dragage**.

L'étude diachronique de l'évolution du trait de cote de la flèche de Cabourg et la modélisation des transports sédimentaires et de l'impact des ouvrages de défense contre la mer prévus dans la suite de l'étude doivent permettre de **définir une stratégie durable d'accès sécurisé au port de Dives-sur-Mer et de gestion raisonnée du stock sédimentaire**.

OBJECTIF D'UNE INTERVENTION GLOBALE

Comme présenté dans la première partie, le principe d'intervention le plus adapté à court terme, afin de résoudre les problèmes de navigation liés aux vitesses élevées dans le chenal et à l'action des houles, consiste à prélever des sédiments directement à proximité du chenal de la Dives de façon à élargir la largeur de la passe d'entrée et ainsi réduire les vitesses des courants dans le chenal.

Afin d'assurer la pérennité de cette solution, **une intervention plus globale s'avère nécessaire** à une échéance qui peut être différée, mais qui sera d'autant plus efficace qu'elle sera réalisée rapidement après l'extraction préconisée à court terme. Cette intervention consiste à **limiter les apports sableux en provenance de l'Ouest orientés vers l'embouchure de la Dives**, soit par la **reprise des ouvrages existants**, soit par la **création de nouveaux aménagements**.

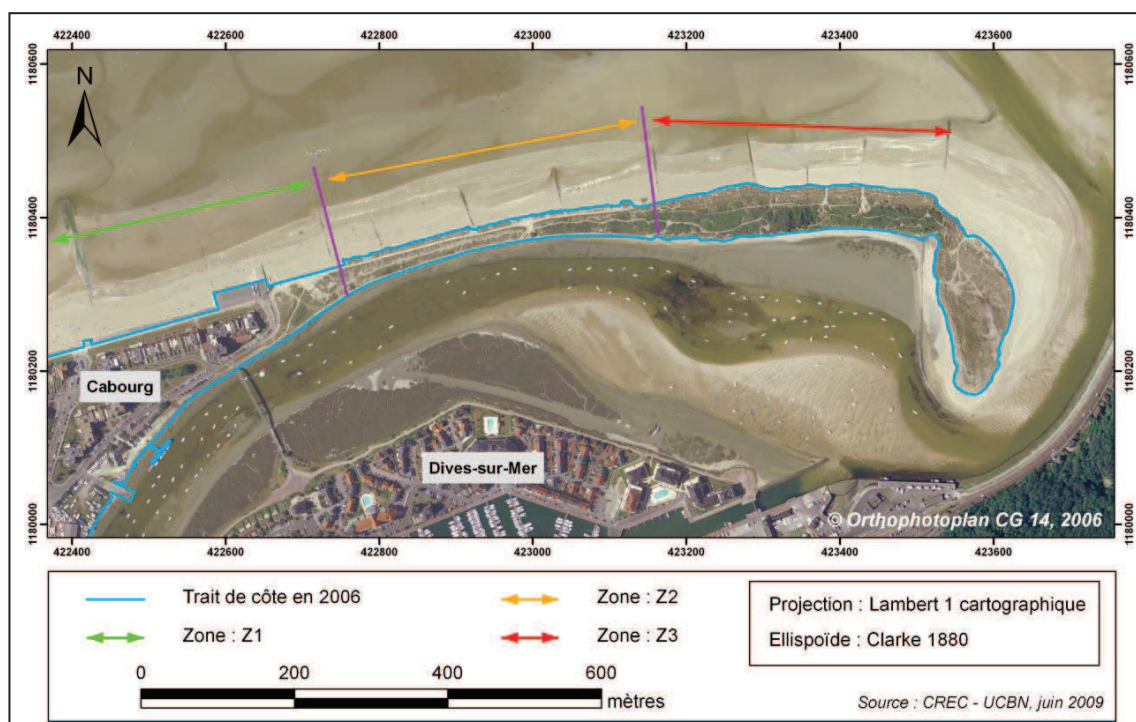
Des investigations permettant de mieux appréhender la faisabilité d'une telle intervention ont donc été réalisées, en analysant l'évolution du trait de côte, en réalisant une expertise des ouvrages présents sur la pointe de la flèche, et en effectuant une modélisation de l'évolution du trait de côte sur le moyen terme (prévision pour 2012).

ETUDE DIACHRONIQUE DE L'EVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

L'objectif de cette étude du trait de côte est d'évaluer l'évolution passée du site dans le but de déterminer des solutions adaptées dans le futur.

IDENTIFICATION DES 3 ZONES EXTERIEURES

Trois zones dont les évolutions du trait de côte sont différentes (figure 15) ont pu être identifiées.



Il est à noter, dans les 3 zones, la présence d'ouvrages transversaux de défense contre la mer (épis) en bois et en enrochements, implantés avant 1947. Ces aménagements avaient pour but de créer une accumulation sableuse en pied de dune (grâce au transit sédimentaire) et ainsi limiter son érosion par la mer.

ZONE 1

Elle commence devant le front de mer de Cabourg et s'étend jusqu'au 1^{er} épi après la cale (à l'enracinement de la flèche). Cette partie de la flèche a été aménagée avec la construction en 1970 d'une cale et d'une digue en béton (ouvrage de défense longitudinal de haute plage), puis en 1980 une seconde digue en béton, longue d'environ 100 m démarrant à l'Est de la cale (photo ci-contre). Cette partie de la flèche est actuellement fixée par ces ouvrages, et n'évolue donc plus.



ZONE 2

Elle est située à l'Est de la précédente et s'étend jusqu'au 5^{ème} épi à l'Est de la cale. Cette partie de la flèche est globalement stabilisée par la mise en place, en 1980, d'un ouvrage en enrochement d'environ 400 m de long (ouvrage de défense longitudinal de haut de plage), au niveau du pied de dune (photo ci-contre). Cet ouvrage permet de limiter son recul face à l'érosion. En revanche, il est toujours possible que le trait de côte avance si la dune se développe et passe par-dessus l'ouvrage.



ZONE 3

La troisième zone (Z3) s'étend sur 300 m vers l'Est à partir du 5^{ème} épi situé à l'Est de la cale. Cette zone est propice aux évolutions du trait de côte de la flèche car aucun ouvrage longitudinal de haut de plage ne permet sa protection.



EVOLUTION DES DIFFERENTES ZONES DANS LE TEMPS

Afin de mieux connaître l'évolution du trait de côte au cours des années précédentes (de 1947 à 2009), une analyse diachronique a été effectuée à partir d'anciennes photos aériennes de la flèche sableuse provenant de l'Institut Géographique National.

Comme expliqué dans la partie précédente, la zone 1 étant fixée par la présence d'une digue, son évolution est considérée comme nulle dans le temps. En revanche les zones 2 et 3 ont une évolution variable au cours du temps car elles ne sont pas fixées définitivement.

EVOLUTION DE LA ZONE 2

Lors des années antérieures à 1980, le trait de côte a reculé à une vitesse moyenne d'environ 0,4 m/an avec un recul maximum de 3 m/an (cartes d'évolution du trait de côte en annexe 5).

Ce recul relativement important a entraîné en 1978 un amincissement de la partie centrale de la flèche, n'atteignant plus qu'une largeur de 5 à 10 m. Un risque important de rupture de ce secteur est apparu. La mise en place, en 1980, d'un cordon d'enrochements en partie haute de plage a permis l'élargissement de la flèche sur 10 à 20 m, offrant ainsi une protection efficace contre l'érosion.

De 1978 à 2001, une avancée du trait de côte avec une vitesse moyenne de 0,8 m/an est constatée. Elle est due, dans un premier temps, à la mise en place du cordon en enrochement de haut de plage (évolution quasi nulle entre 1984 et 1991), et dans un second temps au développement de la végétation au-dessus de l'enrochement et sur la berme de haut de plage.

A partir de 2001, le trait de côte peut être considéré comme stable dans ce secteur.

EVOLUTION DE LA ZONE 3

Les évolutions les plus notables sont situées dans cette zone terminale de la flèche (cartes d'évolution du trait de côte en annexe 5). Il est possible de distinguer 3 périodes :

- de 1947 à 1978 : la flèche s'est érodée et a reculée à des vitesses atteignant 2,8 m/an.
- de 1978 à 2001 : la flèche a subi des accumulations de sable permettant au trait de côte d'avancer à des vitesses allant jusqu'à 3 m/an.
- De 2001 à aujourd'hui : la flèche a subi des érosions allant jusqu'à des vitesses de 3,1 m/an.

La pointe de la flèche montre une évolution en 2 phases entre 1947 et 2009. En 1947, la pointe a diminué de taille, pour presque totalement disparaître et laisser place à un banc de sable jusqu'en 1984. Puis, entre 1984 et 1991, la pointe de la flèche a subi une augmentation rapide de taille, retrouvant quasiment sa taille de 1947, puis a évolué lentement de 1991 à 2009 en gardant une forme relativement similaire.

Le fort recul du trait de côte dans cette zone 3 s'étend sur la même période que la forte diminution de la pointe de la flèche entre 1947 et 1984. Il est probable que sur cette période, la fréquence des tempêtes de secteur N/NW ait été plus importante, entraînant une érosion de cette partie de la flèche. Des extractions sableuses ont également été effectuées dans cette zone (lieux exacts et volumes prélevés inconnus). Ces actions ont pu fortement contribuer au recul du trait de côte et ont pu fragiliser le trait de côte face à l'action des tempêtes. L'érosion au droit de cette zone alimente directement l'extrémité de la flèche sous l'effet de la dérive littorale.

EXPERTISE SUR L'ETAT ET L'IMPACT DES OUVRAGES EXISTANTS

Un premier inventaire des ouvrages de défense contre la mer présents sur le littoral du Calvados a été réalisé en 2004 par le CREC pour le Conseil Général du Calvados. Une actualisation de cette étude a été effectuée sur les ouvrages de la flèche de Cabourg, depuis l'extrémité est de la zone urbaine de Cabourg, vers la pointe de la flèche (figure 16).

Les ouvrages de défense contre la mer situés sur la partie externe de la flèche ont un impact important sur le volume des apports de sédiments dans le chenal du port de Dives-sur-Mer sous l'influence du transit littoral orienté Ouest-Est. Cette expertise permet de préciser l'état actuel des ouvrages, ainsi que leur fonctionnalité et leur impact qualitatif sur le transit sédimentaire du site. Au total, 11 ouvrages transversaux ont été recensés (10 de type épi et un de type cale d'accès à la mer), ainsi que 2 ouvrages longitudinaux (une digue en béton et un enrochement longitudinal).

Les épis implantés le long de la flèche sableuse de Cabourg sont dans un état moyen à mauvais (figure 17 et tableau 1). Certains épis ne sont plus efficaces sur toute leur longueur. Cette inefficacité est due à un recouvrement sédimentaire des ouvrages parfois très important (soulignant toutefois leur efficacité passée), une dislocation de la structure en enrochement et à un vieillissement des parties en bois. Les dommages sur ces épis sont dus à un manque d'entretien régulier, entraînant également une augmentation de leur porosité et laissant ainsi le sédiment transiter plus facilement vers le chenal du Port de Dives. Certains épis ont été restaurés par endroit avec de nouveaux blocs en enrochement toutefois placés de manière disparate, entraînant une porosité moyenne, et ne permettant pas de retrouver une bonne efficacité des ouvrages.

La digue de haut de plage en béton, ainsi que la cale d'accès à la plage, ne présentent pas de détériorations particulières et sont tout à fait fonctionnelles.

L'enrochement longitudinal de haut de plage est en bon état et ne présente pas de zones critiques. Il permet une bonne protection de la partie la plus étroite de la flèche face à l'érosion en limitant l'ampleur des reculs. La dune recouvre partiellement, voire totalement l'ouvrage, cependant des secteurs sans végétation, autres que les zones d'accès aménagées comme les escaliers, sont à noter. Ils sont probablement dus au piétinement et sont accentués par la déflation des sables lors de vents de mer.

En conclusion, les ouvrages longitudinaux sont en bon état mais n'influent pas sur le transit sédimentaire. En revanche, les ouvrages transversaux (de type épis) ne remplissent plus correctement leur rôle de régulateur du transit des sédiments d'Ouest en Est. Un entretien de ces ouvrages, voire une restauration plus conséquente, s'avère nécessaire afin de limiter les apports sédimentaires vers la pointe de Cabourg et dans le chenal d'accès au port de Dives-sur-Mer.

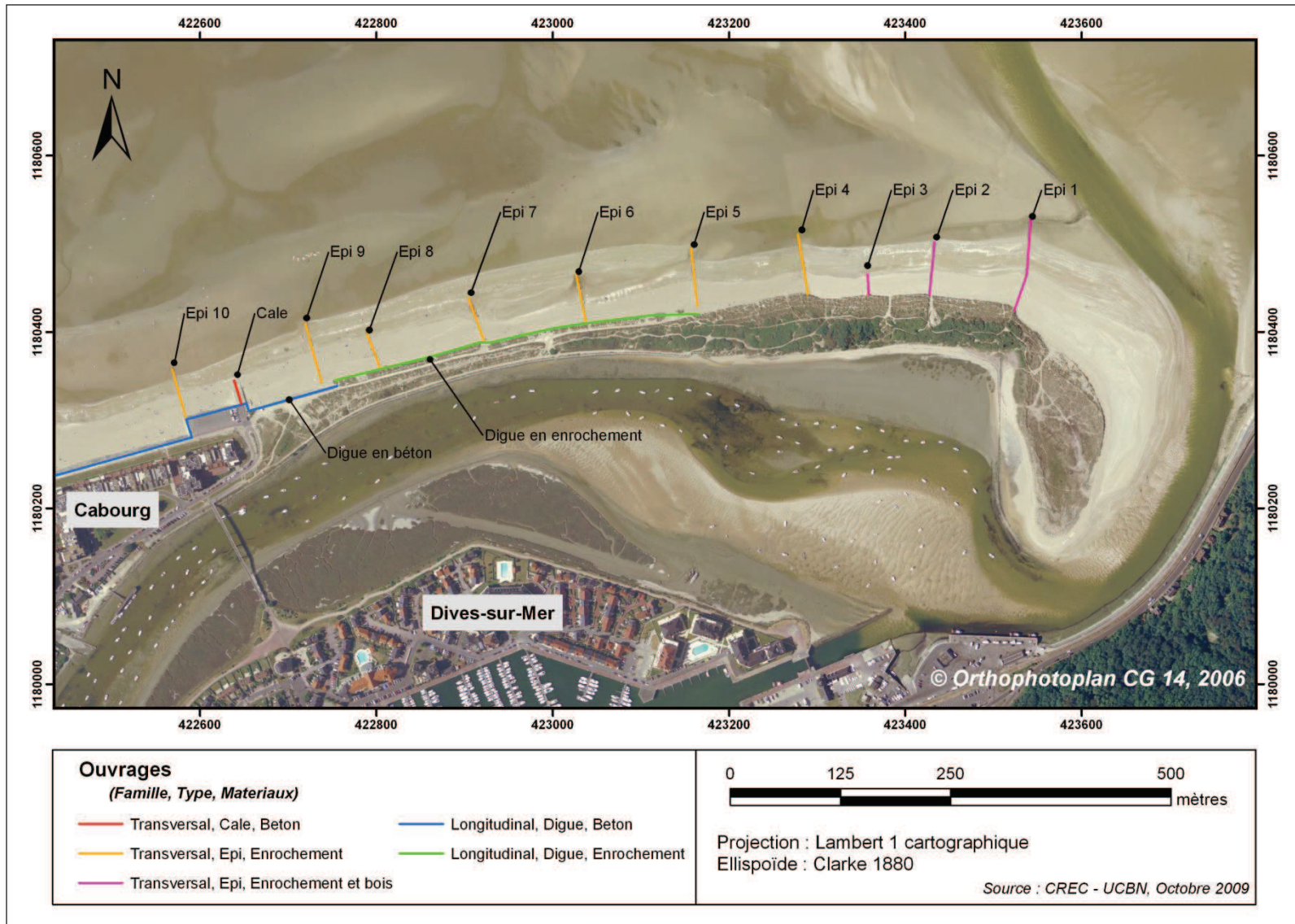


Figure 16 : localisation des différents aménagements présents sur la flèche de Cabourg

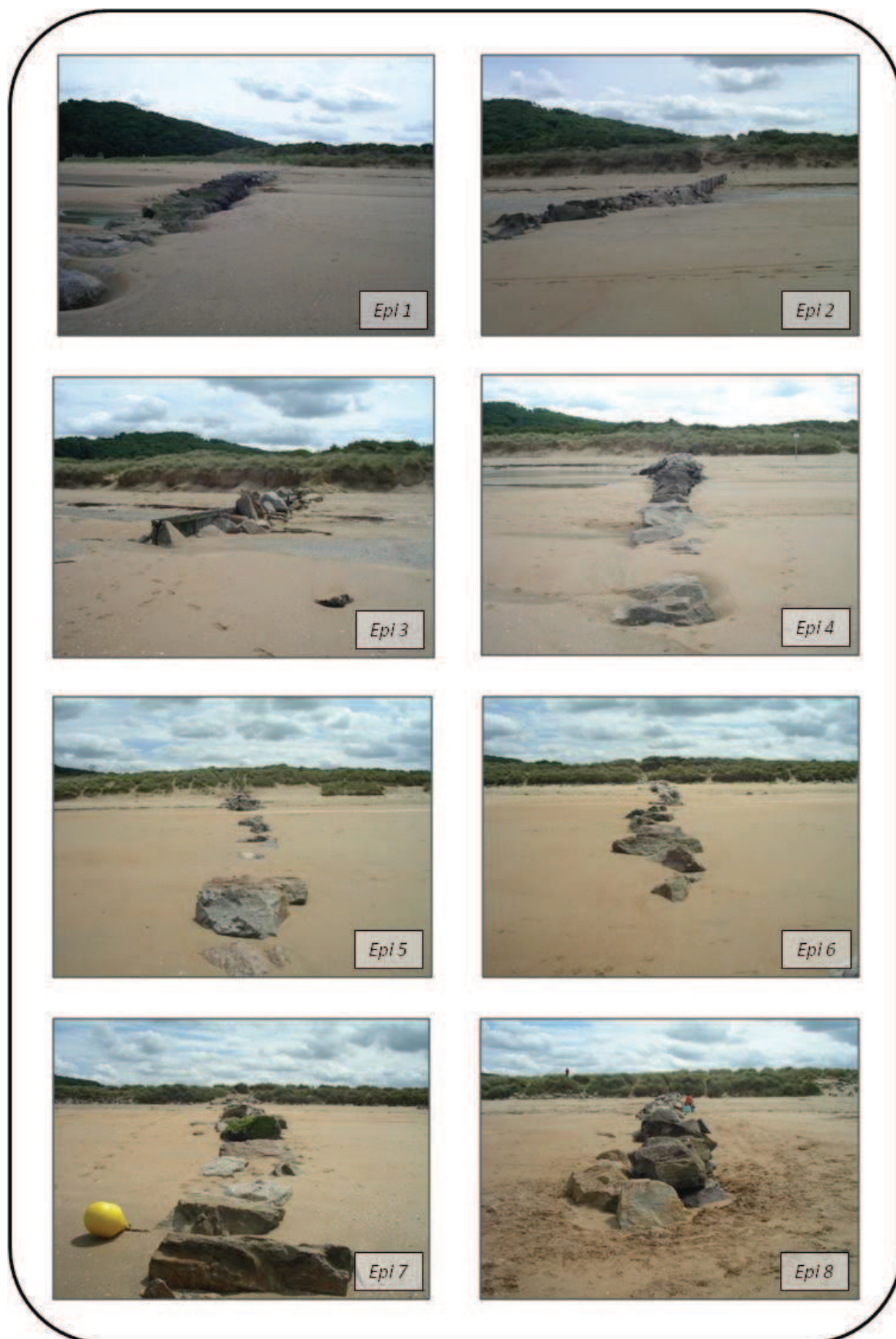


Figure 17 : planches photographiques présentant les aménagements identifiés sur la flèche de Cabourg

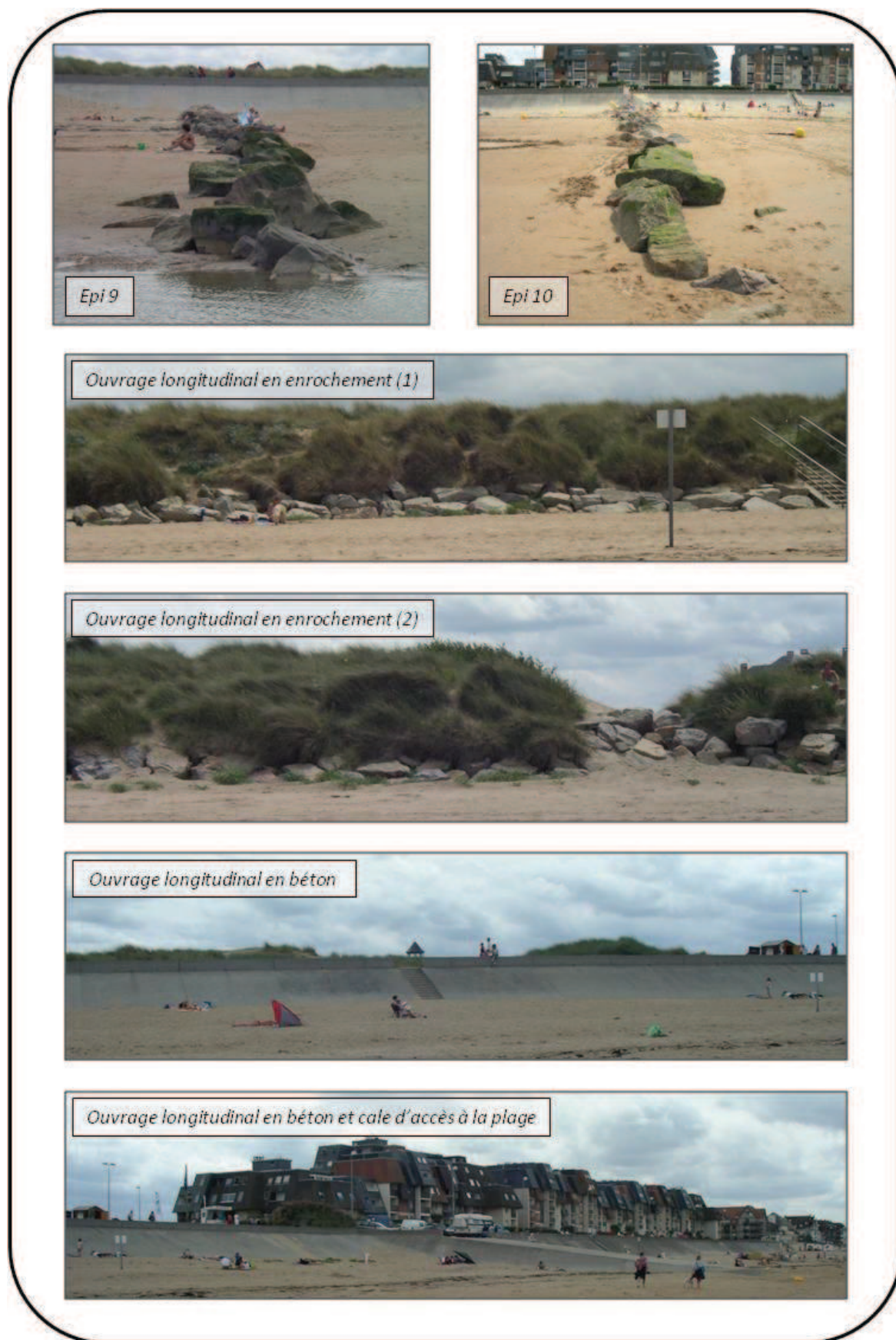


Figure 18 : planches photographiques présentant les aménagements identifiés sur la flèche de Cabourg

Ouvrage	Matériaux	Affouillement / contournement	Etat des matériaux / de l'aménagement	Impact de l'aménagement	Enjeux	Indice	Observations
Epi 1	E + b	2	2	2	Forts	30/100	Porosité forte. Fonctionne sur 30 m. Blocs dispersés et ensablés.
Epi 2	E + b	1	1	1	Forts	10/100	Porosité forte. Blocs dispersés et ensablés.
Epi 3	E + b	3	2	2	Forts	30/100	Porosité forte. Blocs dispersés et ensablés.
Epi 4	E	3	3	3 à 4	Forts	60/100	Porosité correcte. Bon fonctionnement sur le haut de plage. Ensablé en bas de plage.
Epi 5	E	4	3	2	Forts	40/100	Porosité moyenne. Situé en bout de promenade. Ensablé en bas de plage.
Epi 6	E	4	2	0	Forts	30/100	Porosité très forte. Ensablé.
Epi 7	E	3	3	1	Forts	35/100	Porosité forte. Blocs dispersés et ensablés.
Epi 8	E	3	2	2	Forts	40/100	Porosité moyenne. Ensablé en bas de plage.
Epi 9	E	3	3	1	Forts	45/100	Porosité moyenne. Blocs dispersés.
Epi 10	E	4	2	1	Très forts	30/100	Porosité forte. Blocs dispersés et ensablés.
Enrochement longitudinal	E	4	5	4	Forts	80/100	Promenade située en partie supérieure de l'ouvrage. Bonne protection et fixation du trait de côte. Protège la partie la plus étroite et la plus fragile de la flèche.
Digue en béton	B	3	3	3	Très forts	80/100	Digue en bon état. Bonne protection des bâtiments en arrière.
Cale	B	4	4	3	Très forts	80/100	Porosité nulle Cales d'accès à la plage fonctionnelle.

E = enrochement ; b = bois ; B = béton ; 0 = très mauvais / 5 = très bon

Tableau 1 : récapitulatif des caractéristiques des ouvrages expertisés sur la flèche de Cabourg dans le cadre de l'étude

MODELISATION NUMERIQUE DE L’EVOLUTION DE LA FLECHE DE CABOURG

La zone de la flèche la plus propice aux évolutions étant la zone 3 en raison de l’absence d’ouvrage longitudinal « fixant » le trait de côte, la modélisation porte sur cette partie où sont implantés uniquement 4 épis.

Le logiciel GENESIS 3.0 (GENERalized model for SIMulating Shoreline change) développé par le CERC (Coastal Engineering Research Center) est un modèle d’aide à la décision pour étudier l’impact sur le trait de côte d’ouvrages à réaliser ou à rénover. Il permet de modéliser numériquement l’évolution du trait de côte dans le temps en prenant en compte les caractéristiques de la houle, la granulométrie de la plage, sa morphologie, la présence d’ouvrages existants et leurs impacts respectifs.

CALAGE DU MODELE

Une première étape consiste à caler le modèle avant de pouvoir entreprendre toute simulation d’évolution dans le temps. En fonction des résultats obtenus, il est ensuite possible de trouver des solutions afin de palier au problème d’érosion rencontré en modifiant les ouvrages présents ou en ajoutant de nouveaux aménagements.

Il a été choisi de réaliser un calage en utilisant les traits de côte connus des années 1991 et 2006 (position du trait de côte digitalisé sur les photos aériennes de l’IGN). Le but du calage étant de partir de la position du trait de côte de 1991 pour arriver à prévoir celui de 2006 en prenant en compte la dynamique sédimentaire, mais également l’influence des ouvrages de défense contre la mer existants.

De nombreux paramètres variables sont pris en considération dans ce modèle, tels que :

- la houle : plusieurs scénarios de direction, période, hauteur et temps d’action sont possibles ;
- la pente moyenne de la plage ;
- la granulométrie de la plage ;
- la présence d’une berme de haut de plage (replat topographique en pied de dune) ;
- la longueur efficace des ouvrages ;
- la porosité des ouvrages.

Après plusieurs simulations, ces paramètres ont permis d’obtenir un calage du modèle jugé satisfaisant (figure 19), permettant ainsi de réaliser une modélisation prospective à moyen terme.

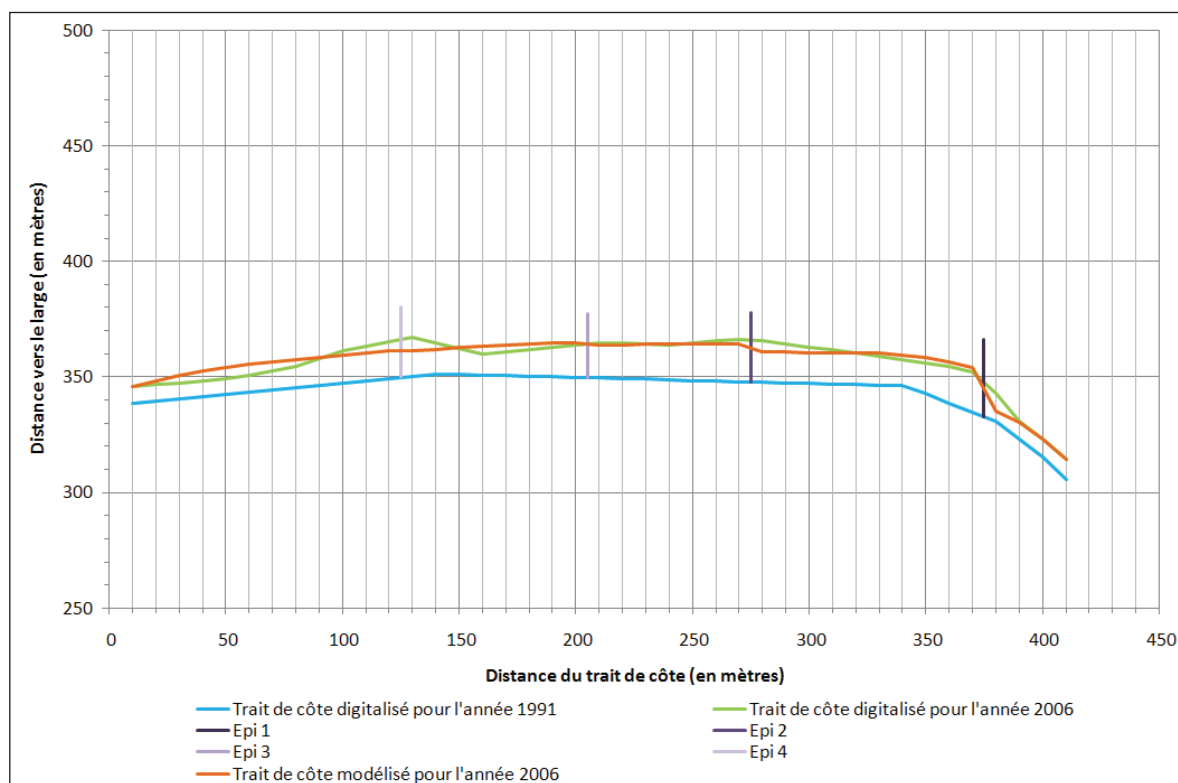


Figure 19 : résultat du calage du modèle d'évolution du trait de côte sous GENESIS 3.0

MODELISATION A MOYEN TERME

Les simulations numériques ont été effectuées pour une période de 6 ans. Afin de rester cohérent avec la période de calage du modèle et pour utiliser une donnée de départ fiable, c'est le trait de côte digitalisé de l'année 2006 qui a été pris comme référence pour lancer les calculs. Le résultat final se traduit par une estimation de la position du trait de côte en 2012.

Le trait de côte en 2012, sans nouveaux aménagements ou reprise d'ouvrage, ne montre pas d'évolution significative. Elle est sensiblement la même que pour 2006 en fin de calage du modèle (figure 19). Les épis ne jouent plus leur rôle de barrière face au transit sédimentaire, ce qui a pour conséquence un apport massif de sédiments vers la pointe de la flèche, dont une partie s'accumule au niveau du chenal, alors que le reste est entraîné dans l'estuaire ou repoussé en mer par les courants de jusant lors de la vidange de l'estuaire.

Compte tenu de l'état des épis le long de la flèche constaté lors de l'expertise de terrain (forte diminution de leur longueur et de leur hauteur par un ensablement important), le modèle conforte le choix d'une remise en état de ces ouvrages qui permettrait de limiter à nouveau les apports en sable vers la pointe de la flèche. Cette solution de reprise des ouvrages existants (rehaussement et allongement afin de retrouver en grande partie les caractéristiques d'origine) a été simulée par le modèle par un allongement de ceux-ci, les autres paramètres restants inchangés.

Les résultats obtenus avec ces nouveaux paramètres sont présentés sur la figure 20. Une avancée du trait de côte de 10 à 20 mètres s'est faite au niveau des épis, traduisant ainsi une accumulation sableuse entre les épis. Ce piégeage à l'amont de chaque épi éviterait une croissance accrue de la flèche pour une durée de 5 à 10 ans.

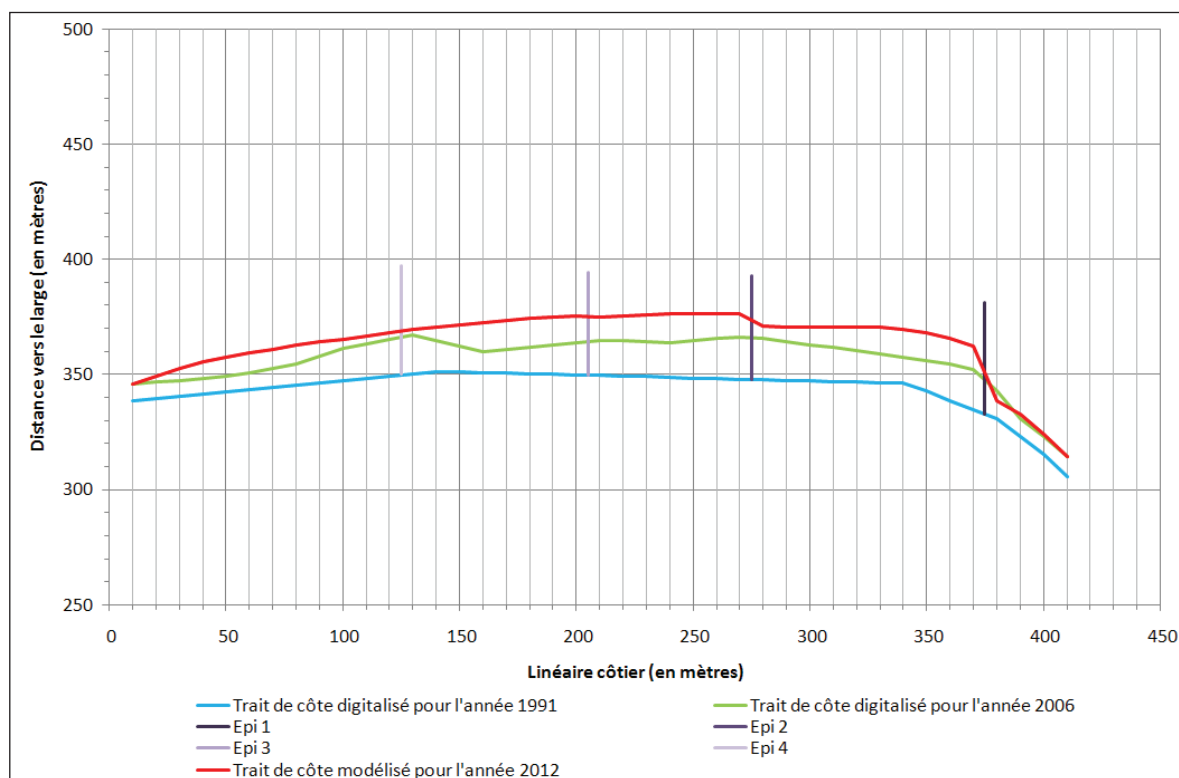


Figure 20 : résultat de la modélisation de l'évolution du trait de côte réalisée sous GENESIS 3.0

SOLUTIONS DE GESTION DU STOCK SEDIMENTAIRE

Afin de limiter les apports sédimentaires à l'extrémité de la flèche de Cabourg et donc dans le chenal du port de Dives-sur-Mer, des solutions de gestion du stock de sable pourraient être trouvées à l'échelle de la cellule sédimentaire (Cf. paragraphe Dynamique sédimentaire, p. 13).

Les principaux agents du transport des sables vers l'embouchure de la Dives sont les vagues et ses courants induits. Entre Varaville et Cabourg, les sédiments érodés lors des tempêtes sont emportés vers l'Est principalement sous l'effet combiné des courants de vague au déferlement. Ainsi, une gestion du stock sédimentaire à l'échelle de la cellule sédimentaire permettrait de compenser en partie le transit d'Ouest en Est et de réduire les processus d'érosion observés actuellement à l'Ouest de la zone étudiée.

Le secteur le plus sensible à l'aléa érosion est situé entre les communes de Varaville et de Merville-Franceville (figure 21). Les mesures au droit de la station de suivi de l'évolution du littoral S27 (suivi du littoral pour le Conseil Général du Calvados) permettent de quantifier les volumes de sables érodés sur ce secteur. Un recul du trait de côte de 15,4 m et érosion de 36 m³ par mètre de plage est constaté depuis 1995 (figures 22 et 23). L'érosion est d'autant plus importante que le secteur correspond à une zone d'inversion de l'orientation du transit sédimentaire littoral. En effet, les sédiments érodés au droit de cette station sont en partie transportés vers l'embouchure de l'Orne, venant alimenter la flèche sableuse de Merville-Franceville, et en partie déplacés vers Cabourg et l'embouchure de la Dives (Cf. figure 4, paragraphe « Dynamique Sédimentaire » p.13).

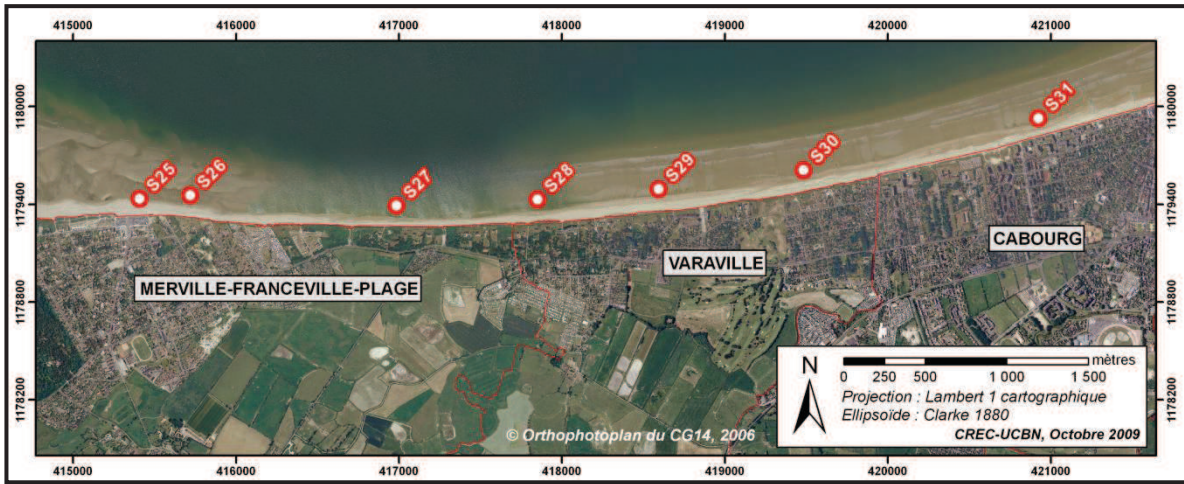


Figure 21 : carte de localisation des stations de suivi de l’évolution du littoral entre la Baie d’Orne et l’embouchure de la Dives

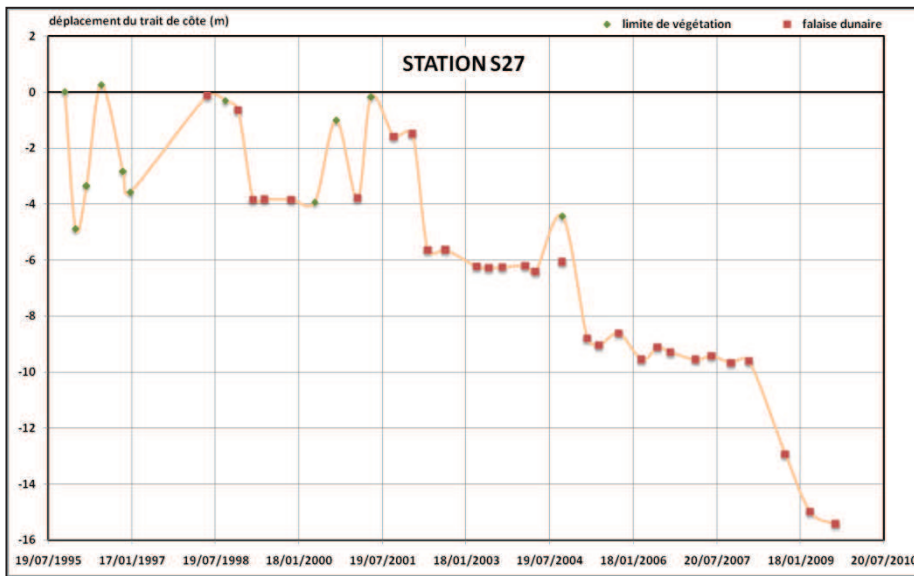


Figure 22 : graphique présentant l’évolution du trait de côte au droit de la station S27 à Merville-Franceville

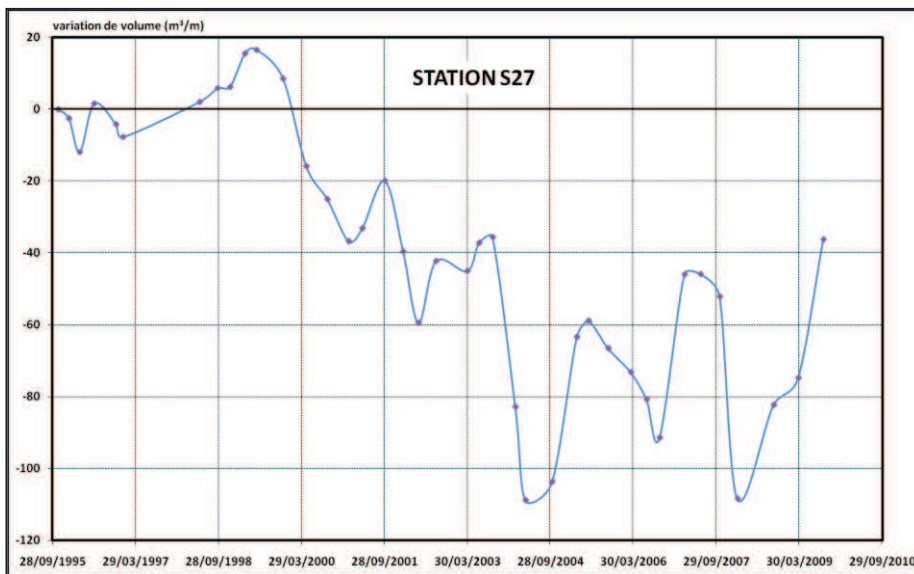


Figure 23 : graphique présentant l’évolution du budget sédimentaire au droit de la station S27 à Merville-Franceville

Cette dynamique est soulignée par les évolutions positives des budgets sédimentaires constatées au droit des stations de suivi situées à l'Ouest et à l'Est de la position S27. L'érosion de la station S27 reste isolée car globalement toute la zone est en accrétion (S26, +197 m³ et S25, +171 m³ à l'Ouest ; S28, +69 m³ ; S29, +101 m³ et S30, +80 m³ à l'Est).

L'érosion constatée au lieu dit « le Hôme Merville » est même susceptible, à terme, de menacer des habitations. A l'initiative du Conseil Général, un **rapprochement entre les différentes communes et communauté de communes concernées** (Estuaire de la Dives et Campagne et Baie de l'Orne) permettrait de résoudre à la fois le problème de comblement du chenal de la Dives et résorber le recul du trait de côte en avant d'enjeux significatifs.

Outre un **transfert de sable d'Est en Ouest, des solutions de restauration de la dune et de stockage du sable entre des épis** peuvent être envisagées, ceci d'autant plus si de nouveaux épis sont envisagés pour stocker des sédiments renforçant ainsi la stabilité du trait de côte.

Le suivi topographique existant pourrait également être complété par des levés Lidar (laser topographique aéroporté) préalablement à une intervention à l'échelle de ce littoral. Ces **mesures complémentaires** apporteraient des précisions sur les conditions de déplacement des sédiments sur l'ensemble du linéaire concerné et sur **l'impact hydro-sédimentaire de cette dynamique au niveau, plus global, des embouchures de la Dives et de l'Orne.**

INTERVENTION A L'ENTREE DU PORT DE DIVES-SUR-MER

Suite à la réunion réalisée à mi-parcours de l'étude, le Conseil Général du Calvados a soulevé un problème plus localisé contraignant également l'accès au port de Dives-sur-Mer. Un dépôt de sédiment se situe une centaine de mètres en avant des portes à flot du bassin de plaisance (figure 24). En effet, les opérations d'entretien du chenal, réalisées par chasse d'eau à l'aide de trappes intégrées au bas des portes à flot (figure 24), permettent une remise en suspension des sédiments directement en avant de l'entrée du bassin et favorisent une sédimentation sableuse un peu plus loin dans le chenal.

A l'heure actuelle, l'effet de chasse n'est pas optimisé en raison notamment de la cote du radier en béton immédiatement en avant des portes à flot qui provoque un effet de marche (figure 25) et une chute d'eau en cascade engendrant un creusement en avant du radier et favorisant le dépôt des sédiments une centaine de mètres en avant. Une intervention permettant d'obtenir une pente plus régulière (figure 25) pourrait favoriser l'effet des chasses et transporter les sédiments au-delà de la darse. Une reprise de ces sédiments par les courants importants existants dans l'embouchure de la Dives serait alors possible.

Cette solution devrait toutefois faire l'objet d'une étude de dimensionnement adéquate afin de s'assurer que les sédiments évacués au droit de l'entrée du bassin portuaire ne viendront pas se déposer dans un autre secteur stratégique (quai des pêcheurs, entrée de la passe...).

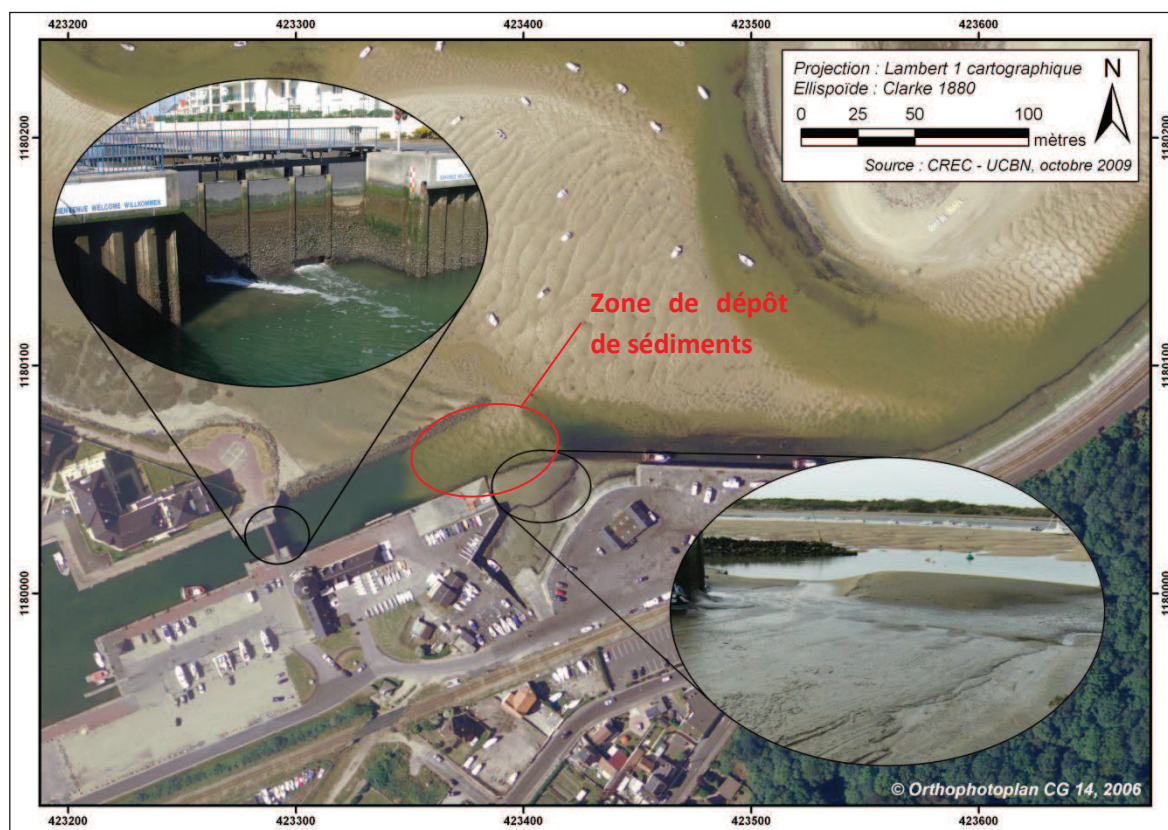


Figure 24 : vue aérienne de l’entrée du port mettant en évidence la présence d’un dépôt sédimentaire dans le chenal endigué

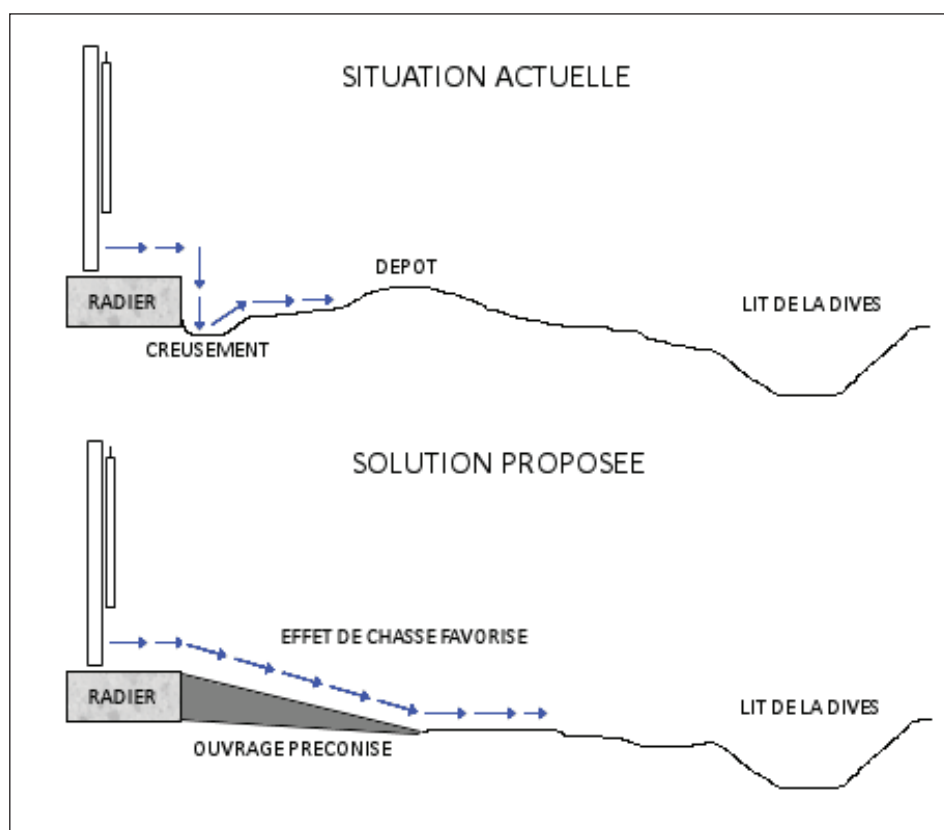


Figure 25 : coupe schématique présentant la situation actuelle en avant des portes à flot et suite à la mise en place d’un nouvel ouvrage

CONCLUSION SUR L'INTERVENTION A MOYEN TERME

Malgré le nombre **d'épis présents sur la pointe de la flèche de Cabourg**, la modélisation ainsi que la visite de terrain confirment que **leur état n'est plus correct pour assurer un bon stockage du sable** transporté par la dérive sédimentaire résultante d'Ouest en Est. **De ce fait, l'apport en sable est important en direction de l'extrémité de la flèche et donc du chenal d'accès au port de Dives-sur-Mer.** La **restauration des épis** afin de remplir leurs fonctions initiales de barrières face au transit sédimentaire **apparaît nécessaire.**

En effet, le rehaussement ainsi que l'allongement des épis afin de retrouver leur longueur lors de leur construction permettrait de les rendre à nouveau efficaces, limitant ainsi l'apport sédimentaire dans le chenal d'accès au port. **Cette solution permettrait également d'éviter la construction de nouveaux ouvrages** et interviendrait dans le cadre d'un « entretien » des ouvrages actuels. Il est également nécessaire de réaliser un entretien régulier sur ces ouvrages afin de garantir la pérennité de leur fonctionnement (remise en place des blocs déplacés).

Cette solution va de paire avec la solution à court terme. En effet, en complément du dragage effectué dans le chenal, la solution de reprise des épis permettrait de limiter l'arrivée de sable au niveau de l'extrémité de la flèche, et **réduirait fortement la fréquence des dragages d'entretien du chenal au moins sur une période de 5 à 10 ans, limitant ainsi les coûts pour les gestionnaires du port.**

Cette **solution à moyen terme est toutefois plus complexe à mettre en œuvre** que la solution à court terme **sur le plan administratif.** En effet, l'intervention sur les ouvrages existants ne dépend pas des compétences seules du Conseil Général du Calvados et nécessiterait qu'un **accord soit trouvé entre les différents protagonistes** à savoir le Conseil Général, la Communauté de Communes et la Mairie de Cabourg gestionnaire des ouvrages et du D.P.M. concernés.

Une intervention immédiatement en avant des portes à flot pourrait également être envisagée afin de limiter les dépôts de sédiment dans l'axe de l'entrée au bassin portuaire. Cette solution devrait toutefois faire l'objet d'une étude de dimensionnement plus poussée afin d'obtenir l'effet de chasse escompté sans déplacer le problème de sédimentation sur un autre secteur à enjeux (quai des pêcheurs notamment).

CONCLUSION GENERALE

Au terme de cette étude et suite aux différentes rencontres avec les acteurs et usagers du site, il **apparaît nécessaire d'intervenir à l'embouchure de la Dives afin de sécuriser l'accès à Port Guillaume.**

Les solutions à court terme résident notamment dans la **possibilité d'extraire un volume de sable limité à l'extrémité de la flèche de Cabourg.** En effet, **l'extraction d'un volume de sédiment de l'ordre de 5000 m³** permettrait de retrouver des pentes en bordure ouest du chenal proches de celles mesurées en 1988. **Une telle opération ne nécessite pas de démarche particulière auprès des services de l'Etat d'après l'arrêté du 14 juin 2000 règlementant les opérations de dragage.**

L'étude diachronique de l'évolution du trait de cote de la flèche de Cabourg et la modélisation des transports sédimentaires et de l'impact des ouvrages de défense contre la mer existants ont permis de **définir une stratégie durable d'entretien des conditions d'accès au port de Dives-sur-Mer et de gestion du stock sédimentaire.**

Malgré le nombre **d'épis présents sur la pointe de la flèche de Cabourg**, la modélisation ainsi que les visites de terrain confirment que **leur état n'est plus correct pour assurer un bon stockage du sable** en provenance de l'Ouest. **De ce fait, l'apport en sable est important en direction de l'extrémité de la flèche et donc du chenal d'accès au port de Dives-sur-Mer.** La **restauration des épis** (exhaussement et allongement le cas échéant) afin de retrouver leurs fonctions initiales de barrières face au transit sédimentaire **apparaît nécessaire.** Cette solution permettrait également **d'éviter la construction de nouveaux ouvrages.**

Cette solution va de paire avec la solution à court terme. En complément du dragage effectué dans le chenal, la solution de reprise des épis permettrait de limiter l'arrivée de sable au niveau de la pointe de la flèche, et ainsi **réduirait la fréquence des dragages d'entretien du chenal, limitant ainsi les coûts pour les gestionnaires du port.**

Cette **solution à moyen terme est toutefois plus complexe** que la solution à court terme à **mettre en œuvre sur le plan administratif** et nécessite qu'un **accord soit trouvé entre le Conseil Général du Calvados, la Communauté de Communes et la Mairie de Cabourg** gestionnaire des ouvrages et du D.P.M. concernés.

REFERENCES

AGENCE DE L'EAU SEINE-NORMANDIE, 1996 – Bassin Seine-Normandie – Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

AESN/DIREN Basse Normandie, 164 p..

ALLEN H., 1982. Mesures de houle en différents sites du littoral français.

Coll. dir. études et recherches d'E.D.F. HE 46/82/02. Ed. n° 5. planches 111-126.

ASCENSIO N. ET AL., 1986. Eléments climatologiques concernant les côtes de la France métropolitaine.

Dir. de la Météorologie Nat., Boulogne Billancourt.

ASSOCIATION NORMANDE DE GEOGRAPHIE DE L'UNIVERSITE DE CAEN, 1971 – Carte géomorphologique de la région de Caen au 1/50 000ème.

Association Normande de Géographie de l'Université de Caen, CNRS.

AUFFRET J.P., ALDUC D., LARSONNEUR C. ET SMITH A.J., 1980. Cartographie du réseau des paléovallées et de l'épaisseur des formations superficielles meubles de la Manche orientale.

Annales de l'Institut Océanographique. Masson Ed. 35 p.

AUFFRET J.P. , WALKER P., D'OZOUVILLE L. 1984. Le sonar à balayage latéral et ses applications à l'étude des transports sédimentaires en Manche.

XVIIIèmes Journées de l'Hydraulique, Marseille 1984. Société Hydrotechnique de France, I.4.1.-I.4.8.

AUFFRET J.P. ET D'OZOUVILLE L., 1985. Cartographie du prisme sédimentaire holocène en baie de Seine orientale par sismique-réflexion à haute définition.

Colloque national du CNRS : la baie de Seine.

AUFFRET J.P., D'OZOUVILLE L. 1986 - Apports de l'imagerie fournie par le sonar à balayage latéral à la connaissance de la dynamique sédimentaire en Baie de Seine.

In : La Baie de Seine, GRECO Manche, Actes de Colloques n°4, IFREMER ed., 532 p : 201-210.

AVOINE J., 1981. L'estuaire de la Seine - Sédiments et dynamique sédimentaire.

Thèse de 3ème cycle, sp. géologie. Université de Caen.

AVOINE J., CREVEL L., DUBRULLE L., BOUST D., GUEGUENIAT P. 1984 - Sédiments et dynamique sédimentaire en Baie de Seine.

XVIIIèmes Journées de l'Hydraulique, Marseille 1984. Société Hydrotechnique de France, I.3.1.-I.3.8.

AVOINE J., CREVEL L. 1985 - Influence des apports fluviaux en Baie de Seine.

In : La Baie de Seine, GRECO Manche, Actes de Colloques n°4, IFREMER ed., 532 p : 98-103.

AVOINE J., BOUST D., GUILLAUD J.F. 1986 - Flux et comportement des contaminants dissous et particulaires dans l'estuaire de la Seine.

Rapport et Procès-verbaux des Réunions du Conseil International pour l'Exploration de la Mer, 186 : 292-311.

AVOINE J., CAILLOT A., HOSLIN R., LARSONNEUR C., MASSIAS J., QUESNEY M. 1986 - Contribution des traceurs radioactifs à l'étude des mouvements sédimentaires en Baie de Seine.

In : La Baie de Seine, GRECO Manche, Actes de Colloques n°4, IFREMER ed., 532 p : 211-218.

AVOINE J. 1995 - Synthèse des connaissances sur l'estuaire de la Seine. Partie 2 - Sédimentologie.

Rapport Port Autonome du Havre/IFREMER, 156 p.

BANDRAC I., 1986 – Etude de trois risques naturels pouvant intéresser la commune de Dives-sur-Mer.

Université de Caen, 171 p.

B.R.G.M., 1971 – Carte géologique et structurale de la marge continentale française au 1/250 000ème. Feuilles 2-49 et 2-50 du secteur Caen-Wight.

CNEXO / Service Géologique National / B.R.G.M., Orléans.

B.R.G.M., 1985 – Carte hydrogéologique du département du Calvados au 1/100 000ème. Parties ouest et est.

Ministère du redéploiement industriel et du commerce extérieur / Service Géologique National / B.R.G.M., Orléans / Service Géologique Régional de Basse-Normandie, Caen.

B.R.G.M., 1986 – Carte géologique de la France au 1/50 000ème. Feuille de Caen.

Ministère de l'industrie, des P. et T. et du Tourisme / Service Géologique National / B.R.G.M., Orléans.

CELERL, 1995 – Atlas des espaces naturels du littoral.

Conservatoire de l'Espace Littoral et des Rivages Lacustres/DIREN, carte n°10.

DELACHAUX ET NIESTLE – Guide naturaliste des côtes de France : la Manche, du Havre à Avranches – Basse-Normandie.

DORE F. (1977) - Guide géologique régional de Normandie.

Ed. Masson. 206 p.

DUPONT J.P., LAFITE R., LAMBOY M. 1986 - Contribution de l'étude des suspensions à la compréhension des mécanismes hydrosédimentaires estuariens et littoraux en Manche centrale et orientale.

In : La Baie de Seine, GRECO Manche, Actes de Colloques n°4, IFREMER ed., 532 p : 145-154.

ELHAÏ H., 1963. La Normandie occidentale entre la Seine et le Golfe Normand-Breton, étude morphologique.

Thèse de doctorat. Bière Ed. Bordeaux, 624 p.

FILY G. (1967) - Etude sédimentologique de l'estuaire de l'Orne et du littoral adjacent (de Langrune à Cabourg).

Université de Caen, 128 p. + annexe.

GRECO "MANCHE", 1986. La Baie de Seine. Actes du colloque national du CNRS des 24, 25 et 26 avril 1985.

Université de Caen, 1 vol., 531 p.

GRESARC, 1995. Étude des risques d'érosion et de submersion sur les côtes du Calvados. Synthèse bibliographique.

Univ. de Caen, Conseil Général du Calvados. 81 p.

GRESARC, 1995-2008. Suivi de l'évolution des côtes du Calvados. Analyses et interprétations.

Univ. de Caen, LGM, Conseil Général du Calvados.

GRESARC, 1997. Étude des risques liés à l'érosion et à la submersion du littoral du Calvados.

Univ. de Caen, Conseil Général du Calvados. 61 p. + annexes.

GRESARC, 2003 – Valorisation des produits de dragage d'entretien de la zone d'évitage du port de Caen-Ouistreham – Etude d'impact du prélèvement des matériaux et de leur refoulement depuis le canal maritime – Etat initial.

Univ. de Caen, Société des Matériaux Caennais. 188 p. + annexes.

GRESARC, 2006 – Risques naturels côtiers du département du Calvados.

Univ. de Caen, Conseil général du Calvados.

GRESARC, 2007 – Installation d'un procédé de drainage sur la plage Mermoz de Villers-sur-Mer (Calvados) : suivi scientifique et technique – Bilan après quatre années de fonctionnement.

Univ. de Caen, CETMEF. 65 p. + annexes.

GRUPE MAMMALOGIQUE NORMAND, 1988 – Les mammifères sauvages de Normandie, statut et répartition.

GRUPE ORNITHOLOGIQUE NORMAND, 1992 – Atlas des oiseaux nicheurs normands.

HERVIEU M. 1994 - La sédimentation péritique dans la partie orientale de la Baie de Seine : cartographie, importance, origine.

Rapport Maîtrise de géologie, Université de Caen, 46 p.

IFREMER, 2001 – Résultats de la surveillance de la qualité du milieu marin littoral. Départements : Seine Maritime, Eure, Calvados et Manche. Edition 2001.

Ifremer, Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral, Laboratoire côtier de Port-en-Bessin, 68 p.

HOMMERIL P., 1967. Etude de géologie marine concernant le littoral bas-normand et la zone pré-littorale de l'archipel anglo-normand.

Thèse de doctorat d'état. Université de Caen. 295 p.

LAFITE R. 1990 - Caractérisation et dynamique des particules en suspension dans un domaine marin macrotidal influencé par un estuaire : l'exemple de la Baie de Seine orientale (France).

Thèse Université Rouen, 294 p.

LARSONNEUR C., 1971. Manche Centrale et Baie de Seine : géologie du substratum et des dépôts meubles.

Thèse de doctorat d'état. Université de Caen. 394 p.

LARSONNEUR C., VASLET D., AUFFRET J.P. 1978 - Carte des sédiments superficiels de la Manche.

BRGM/CNEXO eds.

L.C.H.F., 1986. Catalogue sédimentologique des côtes françaises. Côtes de la Mer du Nord et de la Manche. Partie C, de la Baie de Seine au Mont-Saint-Michel.

Coll. dir. études et recherches d'E.D.F. n° 61. Eyrolles, 404 p.

LEFRESNE M., 2000 - Suivi de la qualité des eaux estuariennes dans le Calvados.

DDE du Calavados SMAHE, 49 p.

LE HIR P. 1980 - Calcul par modélisation numérique de la structure verticale des courants et application à la baie de Seine.

Thèse Université de Brest.

LE HIR P., L'HYAVANC J. 1986 - Observations de courant en Baie de Seine.

In : La Baie de Seine, GRECO Manche, Actes de Colloques n°4, IFREMER ed., 532 p : 25-34.

LE HIR P., SALOMON J.C., LE PROVOST C., CHABERT D'HIERES G., MAUVAIS J.L., 1986 - Approche de la circulation résiduelle en Baie de Seine.

In : La Baie de Seine, GRECO Manche, Actes de Colloques n°4, IFREMER ed., 532 p : 63-72.

MAQUAIRE (O), 1990. Recherches sur les mouvements de terrain de la côte du Calvados en vue de leur prévention.

Thèse de l'Université Strasbourg, 431 p.

MORICE C. 1994 - Evolution de la sédimentation superficielle en baie de Seine orientale : étude cartographique.

Rapport Maîtrise de Géologie, Université de Caen, 96 p.

SALOMON J.C. 1985 - Courantologie calculée en Baie de Seine.

In : La Baie de Seine, GRECO Manche, Actes de Colloques n°4, IFREMER ed., 532 p : 35-42.

SEINE AVAL (PROGRAMME SCIENTIFIQUE, 1996 A 1998). Etat d'avancement des travaux du programme coordonné de recherche sur l'estuaire de la Seine. Thème : hydrodynamique et transport sédimentaire.

Rapport final par laboratoire. Rapports 1995/Fin-1, 1996/Fin-1, 1997/Fin-1.

SEINE AVAL (PROGRAMME SCIENTIFIQUE, 1999). Sables, chenaux, vasières. Dynamique des sédiments et évolution morphologique.

IFREMER/AESN/DIREN/InsuCNRS, 39 p.

SHOM, 1968. Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de l'Atlantique

Ouvrage n°550. Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, Paris.

SHOM (1986) - Carte hydrographique n°6857 au 1/150 000ème. Du Cap de la Hague à Fécamp. Baie de Seine.

Service Hydrographique et Océanographique de la Marine.

SHOM, 1992. Carte n°6736G au 1/45000ème. Abords du Havre et d'Antifer – Embouchure de la Seine. Nature de fond.

Tirage à jour au 01/11/92. 4ème éd. Service Hydrogr. et Océanogr. de la Marine, Brest.

SHOM, 1996. Carte n°6928P au 1/44700ème. Abords de Trouville-Deauville, de Ouistreham à l'emb. de la Seine.

Tirage à jour au 15/05/96. 2ème éd. Service Hydrogr. et Océanogr. de la Marine, Brest.

SIMON B., 1994. Statistique des niveaux marins extrêmes le long des côtes de France.

Rapport d'étude n°001/94. Service Hydrogr. et Océanogr. de la Marine, Brest.

SOGEA Normandie, 1989 – Port Guillaume Dives-sur-Mer, étude sédimentologique sur modèle physique – Rapport final.

Département du Calvados, Ville de Dives-sur-Mer. 63 p. + annexes.

SOGREAH, 1988 – Projet de port de plaisance à Dives-sur-Mer – Etude préliminaire.

Département du Calvados, SOGEA/SEERI. 69 p. + annexes.

SOGREAH, 1989 – Port Guillaume, Etude d'impact.

Département du Calvados, ville de Dives-sur-Mer, SNC SOGEA Port Normand. 107 p. + annexes.

S.T.N.M.T.E., 1995. Catalogue de fiches synthétiques de mesures de houle.

pp. 66-71. Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Équipement et des Transports.

UNIVERSITE DE CAEN/CNEXO/LCHF (1977) - Carte des sédiments superficiels de la Manche au 1/500 000ème.

VOLMAT J., 1929 – Les érosions du littoral du Calvados et les attérissements de l'estuaire de la Seine.

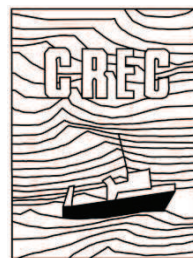
Cah. Rech. Hydr. sur le régime des côtes n°22, Paris, 39 p.

LISTE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : vue plane de l'accès au port de Dives-sur-Mer précisant la cote de dragage dans le chenal (Etude SOGREAH, 1989)	5
Figure 2 : cartes de localisation du secteur d'étude des sites de mesures hydrodynamiques et de la station S31 de suivi du littoral (CREC -UCBN, 2009)	9
Figure 3 : carte de localisation des ouvrages existants sur le secteur d'étude (CREC - UCBN, 2009)	11
Figure 4 : carte schématique du transit sédimentaire à proximité du secteur d'étude (CREC, 2009)	13
Figure 5 : transports sédimentaires à proximité du chenal d'accès à Port Guillaume (Etude d'impact SOGREAH, 1989)	14
Figure 6 : graphique d'évolution du profil de plage au droit de la station 31 à Cabourg entre 2001 et 2008	15
Figure 7 : graphique présentant l'évolution du volume de plage au droit de la station de mesure S31 à Cabourg entre 2001 et 2008	16
Figure 8 : répartition des sédiments au droit de l'embouchure de la Dives (source : d'après P. GERMAIN du LCHF in Port Guillaume – Etude d'impact, SOGREAH 1989)	18
Figure 9 : carte de localisation des prélèvements sédimentaires réalisés en mai 2009 à l'extrémité de la Pointe de Cabourg	19
Figure 10 : carte schématique présentant les limites des P.L.U. de Cabourg, Dives-sur-Mer et Houlgate et la zone d'intervention gérée par le Conseil Général du Calvados	20
Figure 11 : Modèle Numérique de Terrain réalisé sur la base du levé topographique de l'extrémité de la flèche de Cabourg du 27 avril 2009 (CREC – UCBN, 2009)	23
Figure 12 : profils topographiques extraits du MNT réalisé sur la base du levé topographique d'avril 2009 (CREC – UCBN, 2009)	24
Figure 13 : carte de localisation des extractions potentielles en vue de l'élargissement du chenal d'accès au port de Dives-sur-Mer (CREC – UCBN, 2009)	25
Figure 14 : comparaison des profils de plage levés en 1988 (SOGREAH) et 2009 (CREC) à l'extrémité de la flèche de Cabourg	26
Figure 15 : délimitation des secteurs d'évolution du trait de côte en fonction de la nature des aménagements identifiés	27
Figure 16 : localisation des différents aménagements présents sur la flèche de Cabourg	31
Figure 17 : planches photographiques présentant les aménagements identifiés sur la flèche de Cabourg	32
Figure 18 : planches photographiques présentant les aménagements identifiés sur la flèche de Cabourg	33
Figure 19 : résultat du calage du modèle d'évolution du trait de côte sous GENESIS 3.0	36
Figure 20 : résultat de la modélisation de l'évolution du trait de côte réalisée sous GENESIS 3.0	37
Figure 21 : carte de localisation des stations de suivi de l'évolution du littoral entre la Baie d'Orne et l'embouchure de la Dives	38
Figure 22 : graphique présentant l'évolution du trait de côte au droit de la station S27 à Merville-Franceville	38
Figure 23 : graphique présentant l'évolution du budget sédimentaire au droit de la station S27 à Merville-Franceville	38
Figure 24 : vue aérienne de l'entrée du port mettant en évidence la présence d'un dépôt sédimentaire dans le chenal endigué	40
Figure 25 : coupe schématique présentant la situation actuelle en avant des portes à flot et suite à la mise en place d'un nouvel ouvrage	40

FIGURES DU RAPPORT D'ANNEXES

Figure An. 1 : résultats des analyses chimiques effectuées pour les métaux lourds sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l'extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009	30
Figure An. 2 : résultats des analyses chimiques effectuées pour les P.C.B. sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l'extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009	31
Figure An. 3 : résultats des analyses chimiques effectuées pour les H.A.P. sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l'extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009	32
Figure An. 4 : résultats des analyses chimiques effectuées pour les P.C.B. sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l'extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009	33
Figure An. 5 : résultats des analyses chimiques effectuées pour le carbone organique et les nutriments sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l'extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009	35
Figure An. 6 : classement de la qualité des eaux côtières en fonction des concentrations bactériennes (source : DDASS 14)	36
Figure An. 7 : résultats des analyses bactériologiques réalisées sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l'extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009	36
Figure An. 8 : classement des eaux de baignade à Cabourg et Houlgate depuis 2001 (source : DDASS 14)	37
Figure An. 9 : carte de localisation de la zone NATURA 2000 au large de Cabourg et d'Houlgate	39
Figure An. 10 : carte de localisation des zones faisant l'objet d'inventaires scientifiques type ZICO, ZNIEFF 1 et ZNIEFF 2	40
Figure An. 11 : évolution historique du trait de côte sur les périodes 1947-1955, 1955-1964 et 1964-1972	42
Figure An. 12 : évolution historique du trait de côte sur les périodes 1972-1978, 1978-1984 et 1984-1991	43
Figure An. 13 : évolution historique du trait de côte sur les périodes 1991-1997, 1997-2001 et 2001-2006	44
Figure An. 12 : évolution historique du trait de côte sur les périodes 2006-2009 et 1947-2009	45



CONSEIL GENERAL DU CALVADOS

ETUDE DE FAISABILITE POUR L'AMELIORATION DE
L'ACCESSIBILITE AU PORT DE DIVES-SUR-MER

RAPPORT D'ANNEXES

NOVEMBRE 2009

Centre de Recherche en
Environnements Côtiers

Université de Caen

Station Marine
54, rue du Docteur Charcot
14530 LUC-SUR-MER

Tel. 02.31.36.22.22 Fax. 02.31.36.22.20

ANNEXE 1 :
ARRETE PREFECTORAL DE 1952 AUTORISANT LES EXTRACTIONS DANS
L’EMBOUCHURE DE LA DIVES

Mise à jour : 1968

*c. n. n. + va côté
faucheur
nachts
Koff
facteur
non
Code (non)
affectés
pour des
autr.*

**ARRETE REGLAMENTANT DANS LE DEPARTEMENT DU CALVADOS L'EXTRACTION
SUR LE RIVAGE DE LA MER, DES SABLES, PIERRES ET AUTRES MATIERES
NON CONSIDEREES COMME AMENDEMENTS MARINS**

Le Préfet du Calvados, Chevalier de la Légion d'Honneur,

VU l'arrêté du 20 Octobre 1906 des Ministres des Finances, de la Marine, de la Guerre, des Travaux Publics concernant les extractions sur le rivage de la mer, des sables, pierres et autres matières non considérées comme amendements marins,

VU l'arrêté préfectoral du 10 Février 1934 et les divers arrêtés modificatifs subséquents réglementant les extractions de matériaux sur le rivage de la mer dans le département du Calvados,

VU les avis du Préfet Maritime et du Directeur du Génie,

ARRETE

Article premier -

Les extractions sur le rivage de la mer, des sables, terres, pierres, galets ou de tous autres matériaux et produits autres que les amendements marins, sont soumises dans le département du Calvados aux conditions réglementaires ci-après :

CLASSIFICATION DES EXTRACTIONS

Article 2 -

Toute extraction est absolument interdite sur les points suivants :

- 1^o) - Territoire des communes de GEFOSSE-FONTENLY-MAISY, GRANDCAMP (sauf entre la jetée Ouest du port et la descente à la mer à l'Est du port) et VIERVILLE (à l'Est de la descente à la mer de la R.N. 814 a).

.../...

- 2°) - Territoire de la commune de St-LAURENT-sur-MER dans toute l'étendue de la partie louée.
- 3°) - Partie du territoire de la commune de PORT-en-BESSIN, à l'Est du môle de l'Est.
- 4°) - Territoire de la commune d'ARROUANCHES pour le sable seulement.
- 5°) - Territoire des communes de St-COMES-de-FRESNE (sauf pour le sable), MEUVAINES, VER-sur-MER (sauf pour le sable où les extractions sont permises dans la partie comprise entre le blockhaus allemand à l'Ouest et l'embouchure de la "Provence" à l'Est, voir 4° - article 5) et GRAYE-sur-MER.
- 6°) - Territoire de la commune de COURSEULLES à l'Est de la jetée Est du port (et à l'Ouest de l'enracinement Ouest du port) (Arrêté Préfectoral du 13.4.1962).
- 7°) - Territoire des communes de BERNIERES, St-AUBIN-sur-MER, LANGRUNE, LUC, LION, HERMANVILLE et OUISTREHAM à l'Ouest de l'Avenue de la Plage.
- 8°) - Partie du territoire de la commune de OUISTREHAM entre le prolongement du Boulevard d'Angleterre et le prolongement de l'Avenue de la Plage à l'Est et dans la partie située entre cette avenue et la jetée Ouest du port au Sud d'une ligne par l'angle Sud-Ouest de la cabine du feu Ouest et le mât du nouveau sémaphore.
- 9°) - Embouchure de l'Orne : sur la rive gauche, entre la jetée Est du port de OUISTREHAM et une ligne joignant le corps de garde et la pointe du Siège (commune de OUISTREHAM) à la redoute de NERVILLE, Territoire de la commune de NERVILLE entre la limite Ouest du lotissement de FRANCEVILLE et l'Avenue de la Mer à l'Est.
- 10°) - Territoire de la commune de CABOURG entre le premier épi en fascines à l'Ouest et la limite Est de la commune, sauf les bancs extérieurs de l'embouchure de la Dives.
- 11°) - Sur la rive droite de l'embouchure de la Dives, entre l'enrochement directeur du port de DIVES et une limite fixée à 30 m à l'Est de l'épi Est de la commune d'HOULGATE.
- 12°) - Entre la limite Ouest de la commune de CONNEVILLE-sur-MER et la base d'écoulement des eaux du marais de VILLERS-sur-MER à l'Est.

.../...

- 3 -

- 13°) - Sur la partie du territoire de BENEUVILLE, à partir de la limite Est de BLONVILLE sur une longueur de 1 km 300.
- 14°) - Partie du territoire de la commune de DEAUVILLE, entre l'axe de la rue Edmond-Blanc et la jetée Ouest de DEAUVILLE.
- 15°) - Entre la jetée dite "des ROCHES NOIRES" à TROUVILLE et la limite Ouest de la commune de VILLERVILLE.
- 16°) - Sur la partie du territoire de VILLERVILLE, située au droit du bourg et sur une longueur de 300 mètres à l'Ouest de l'établissement des bains ainsi que sur l'emplacement de la moulière qui s'étend au large.
- 17°) - Territoire des communes de CRICQUEBOEUF, PENNEDEPIE, VASOUY et HONFLEUR à l'Ouest de l'ancien phare de l'hôpital, sauf une partie comprise entre l'ancien phare de l'hôpital et un point pris à 100 m à l'Ouest de ce phare.

Article 3 -

Sont libres et gratuites aux conditions fixées par les articles 15 et suivants du présent Règlement, les extractions de sable sur les points suivants :

- 1°) - Bacs situés dans le chenal d'ISIGNY entre les digues submersibles.
- 2°) - Bacs de la baie d'ISIGNY, le long du chenal balisé jusqu'à 200 m de la laisse des basses mers de vives eaux.
- 3°) - Région couverte par les mûles de PORT-en-BESSIN.
- 4°) - Bacs de l'embouchure de l'Orne.
- 5°) - Bacs extérieurs de l'embouchure de la Dives.
- 6°) - Bacs de l'embouchure de la Touques.
- 7°) - Bacs de la baie de la Seine.

- 4 -

Article 4 -

Sont gratuites mais subordonnées à une autorisation préalable :

X Les extractions de sable sur le territoire de la commune de GRANDCAMP dans les parties comprises entre la jetée basse en enrochements bordant le chenal à l'Ouest et la descente à la mer à l'Est du port.

Les extractions de sable, de gravier et de galets sur les points suivants :

Bancs situés entre les jetées du port de TROUVILLE.

Partie du territoire de la commune de HONFLEUR comprise entre l'ancien phare de l'hôpital et un point pris à 100 m à l'Ouest de ce phare.

Bancs à l'entrée du port de COURSEUILLES.

~~Sont assujetties à redevance et subordonnées à une autorisation préalable :~~

Les extractions de sable, de gravier, galets, pierres sur les points ci-après :

- 1° - Territoire des communes de CRICQUEVILLE, St-PIERRE-du-MONT, ENGLESQUEVILLE, LOUVIERES et VIERVILLE-sur-MER (pour le sable et galets seulement à l'Ouest de la descente à la mer de la R.N. 814 a).
- 2° - Territoire de la commune de St-LAURENT-sur-MER pour le sable seulement et en dehors de la partie louée.
- 3° - Territoire des communes de COLLEVILLE-sur-MER, Ste HONORINE-des-PERTES et HUPPAIN.
- 4° - Territoire des communes de COMNES, LONGUES, MANVIEUX, TRACY, St COME de FRESNE (pour le sable seulement) ARROMANCHES (pour le galet et le moëllon seulement), ASNELLES et VER-sur-MER (entre le blockhaus allemand à l'Ouest et l'embouchure de la "Provence" à l'Est à une distance minimum de 100 m du pied de la digue et pour le sable seulement).
- 5° - Supprimé par arrêté du 13 Avril 1962.
- 6° - Territoire de la commune de COLLEVILLE-MONTGOMERY.
- 7° - Partie du territoire de OUISTREHAM entre l'Avenue de la Plage et le chenal du port.

.../...

- 5 -

- 18°) - Partie du territoire de la commune de MERVILLE, entre la redoute de ce nom à l'Ouest et la limite Ouest du lotissement de FRANCEVILLE d'une part, l'Avénie de la mer et la limite Est de la commune de MERVILLE d'autre part.
- 19°) - Territoire de la commune de VARAVILLE.
- 119°) - Partie du territoire de la commune de CABOURG entre la limite Ouest de la commune et le premier épi en fascinage à l'Est.
- 120°) - Partie du territoire de la commune d'HOULGATE entre une limite fixée à 30 m à l'Est de l'épi Est de la plage et la limite Est de la commune.
- 121°) - Partie du territoire de la commune de VILLERS, entre la buse d'écoulement des eaux du marais de VILLERS à l'Ouest et la commune de BLONVILLE à l'Est.
- 122°) - Territoire de la commune de BLONVILLE.
- 123°) - Territoire de la commune de BENERVILLE à l'Est d'un point situé à 1km 300 de la limite de BLONVILLE.
- 124°) - Territoire de la commune de TOURGEVILLE.
- 125°) - Partie du territoire de la commune de DEAUVILLE à l'Ouest du prolongement de l'axe de la rue Edmond Blanc.
- 126°) - Partie du territoire de TROUVILLE, entre la jetée de l'Est du port à l'Ouest et la jetée des Roches Noires à l'Est.
- 127°) - Parties du territoire de la commune de VILLERVILLE non interdites par l'article 3 ci-dessus.

LIMITATION DES EXTRACTIONS – CONDITIONS PARTICULIÈRES

Article 6° -

Les extractions sont subordonnées aux conditions suivantes :

- a) Les extractions ne pourront se faire à moins de 50 mètres des bas parcs, des moulières et des ouvrages de défense contre la mer, digues, épis etc... à l'exception des plages d'ARRONANCHES et de TRACY où les extractions pourront être faites au pied des digues en maçonnerie.

.../...

- 6 -

- b) Les extractions ne pourront être pratiquées à moins de 30 mètres et à plus de 230 mètres de la laisse des hautes mers de vives eaux. Toutefois, lorsque l'enlèvement des galets sera favorable au bon entretien de la plage et des ouvrages, des autorisations pourront être délivrées exceptionnellement aux communes intéressées pour l'enlèvement des galets à une distance de la laisse des hautes mers inférieure à trente mètres.
- c) Tous enlèvements de tourbes ou court-banc sont interdits.

Sur les plages ci-après désignées, les extractions sont limitées comme suit :

- 1°) - Sur la plage de VER-sur-MER tout enlèvement de sable dans la partie autorisée ne pourra se faire qu'à une distance minimum de 100 m du pied de la digue.
- 2°) - Sur la plage de TROUVILLE, tout enlèvement est interdit à moins de 100 m du pied des digues bordant le rivage.
- 3°) - Sur la plage de HONFLEUR, les extractions ne pourront être pratiquées qu'au Nord d'une ligne droite passant par l'ancien phare de l'Hôpital à l'Est et la pointe avancée de la Falaise à l'Ouest.

Article 7 -

A moins de circonstances exceptionnelles et d'autorisations spéciales, toute extraction est interdite pendant la saison balnéaire sur les portions de plage utilisées pour l'exploitation des établissements de bains de mer, ainsi que sur les territoires des communes de Ste HONORINE-des-PERTES et St LAURENT-sur-MER.

La saison balnéaire commence le 1er Juillet et finit le 30 Septembre.

Sur la plage de HONFLEUR, dans les parties où les extractions sont autorisées, elles seront suspendues du 1er Juin au 30 Septembre.

.../...

- 7 -

Article 8 – Prix des matériaux (arrêté du 11 Juillet 1966)

Lorsque l'extraction sera assujettie à redevance, le prix total à payer sera fixé ainsi qu'il suit, d'après la nature des matériaux, la durée de l'autorisation et les moyens de transports employés :

SABLE –

Voiture à cheval	par jour	2,50
	par mois	50,00
Voiture à plusieurs chevaux	par jour	5,00
	par mois	100,00
Pour un véhicule automobile	par jour	7,50
	par mois	150,00
Bateau ne dépassant pas 10 tonneaux de jauge nette	par jour	6,25
	par mois	125,00
Pour chaque tonneau de jauge nette, en sus de 10	par jour	0,31
	par mois	6,25
Par wagonnets sur rail tirés par des chevaux	par jour	6,25
	par mois	125,00

RAVINE OU PETIT GALET PASSANT DANS L'ANNEAU DE 0,02

Voiture à cheval	par jour	5,00
	par mois	100,00
Voiture à plusieurs chevaux	par jour	10,00
	par mois	200,00
Pour un véhicule automobile	par jour	15,00
	par mois	300,00
Bateau ne dépassant pas 10 tonneaux de jauge nette	par jour	12,50
	par mois	250,00
Pour chaque tonneau de jauge nette, en sus de 10	par jour	0,62
	par mois	12,50

.../...

- 8 -

GALET OU HOELLON NE PASSANT PAS DANS L'ANNEAU DE 0,02

Voiture à cheval	par jour	7,50
	par mois	150,00
Voiture à plusieurs chevaux	par jour	15,00
	par mois	300,00
Pour un véhicule automobile	par jour	22,50
	par mois	450,00
Bateau ne dépassant pas 10 tonneaux de jauge nette	par jour	18,75
	par mois	375,00
Pour chaque tonneau de jauge nette, en sus de 10	par jour	0,93
	par mois	18,75

Une remorque attelée derrière un véhicule automobile lui-même porteur, paiera la moitié du tarif fixé pour ce véhicule.

Le tarif au jour ne sera appliqué qu'aux permissions d'une durée inférieure au mois.

Pour les permissions d'une durée supérieure à un mois, la redevance sera calculée sur le nombre entier de mois et par fraction de mois pour le surplus.

Le prix des matériaux sera payable en totalité avant toute extraction.

La gratuité sera accordée pour les matériaux destinés à un service public. La demande devra alors être présentée par le service intéressé qui spécifiera, au cas où il ne procéderait pas lui-même aux extractions, l'entrepreneur chargé de les effectuer pour son compte et dont le représentant sur le lieu d'extraction devra être constamment porteur de la carte ou du récépissé pour présenter cette pièce à toute réquisition dans les conditions fixées à l'article 14.

PRESENTATION DES DEMANDES EN AUTORISATIONArticle 9 -

Toute demande en autorisation sera rédigée sur papier libre signée par le pétitionnaire ou une personne se portant fort de lui et adressée directement à l'Ingénieur d'Arrondissement du Service Maritime.

.../...

- 9 -

Elle devra indiquer la nature des matériaux à extraire, le lieu de l'extraction, le délai demandé et les moyens de transports à employer, de manière à permettre la détermination exacte du montant de la redevance, elle indiquera de plus le tonnage de jauge nette et le port d'attache du bateau ainsi que la destination présumée des chargements, s'il s'agit d'un enlèvement par mer.

INSTRUCTIONS SOMMAIRES DES DEMANDES

Article 10 -

Lorsque l'extraction visée rentrera dans les prévisions d'autorisation générale des articles qui précèdent, l'Ingénieur d'Arrondissement du Service Maritime délivrera, par application de l'article 8 de l'arrêté interministériel du 20 Octobre 1906, un récépissé de la demande sur papier libre et où seront reproduites les conditions générales déterminées par le présent arrêté et les conditions particulières applicables dans l'espèce.

Ce récépissé sera rédigé en double exemplaire, dont l'un sera adressé par l'Ingénieur au Directeur des Domaines et l'autre au Receveur de la même Administration, qui revêtira la pièce de son visa et la remettra à l'intéressé, après paiement de la redevance stipulée et des droits d'enregistrement. Les extractions pourront alors être entreprises.

Avis de la délivrance du récépissé sera donné à l'Administration de l'Inscription Maritime et à l'Inspecteur des Domaines.

PROCEDURE DES AUTORISATIONS EXCEPTIONNELLES

Article 11 -

Au cas d'une demande ne rentrant pas entièrement dans les prévisions du présent arrêté, l'affaire sera d'abord instruite par les soins des Ingénieurs du Service Maritime.

S'il s'agit de matériaux pour lesquels la gratuité est prévue ou le prix fixé par le présent règlement, le service des Domaines ne sera pas consulté et l'Ingénieur en Chef soumettra directement au Préfet avec son avis, les propositions de l'Ingénieur d'Arrondissement.

Dans tous les autres cas, il adressera le dossier au Directeur des Domaines qui y joindra son avis et le transmettra au Préfet.

Le Préfet provoquera ensuite les avis du Préfet Maritime et s'il y a lieu du Directeur du Génie, conformément aux règlements sur les affaires mixtes.

.../...

- 10 -

Article 12 -

S'il y a accord entre les représentants des divers services, le Préfet rédigera à la suite de la demande du permissionnaire, un arrêté d'autorisation qui restera classé à son rang dans les actes préfectoraux.

Il délivrera en même temps sur papier libre une carte constatant l'autorisation qui aura été accordée.

Cette carte sera adressée en triple expédition, dont une destinée à l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, la seconde au Directeur des Domaines et la troisième au Receveur de cette Administration qui la visera et la remettra à l'intéressé contre paiement des droits d'enregistrement et du prix des matériaux.

La carte sera conforme au modèle ci-joint. Elle indiquera le nom et le domicile du permissionnaire, le lieu d'extraction, la nature des matériaux, le moyen de transport et s'il y a lieu, le nom et le tonnage du bateau, le délai, le prix et les autres conditions imposées.

S'il n'y a pas accord entre les chefs de services, l'affaire sera, avant délivrance de la carte, soumise à l'administration supérieure, conformément aux prescriptions de l'arrêté ministériel du 20 Octobre 1906.

OBLIGATION DU PERMISSIONNAIREArticle 13 -

Le permissionnaire ne pourra se servir d'autres moyens de transport que ceux qui auront été désignés dans son autorisation.

Il devra, dans tous les cas, se conformer exactement aux ordres de détail qui lui seront donnés par les agents de service des Ponts et Chaussées.

Article 14 -

Le permissionnaire ou son représentant sur le lieu d'extraction devra être constamment porteur de sa carte ou de son récépissé et présenter cette pièce à toute réquisition aux agents de l'Etat chargés de la surveillance de la côte.

Article 15 -

Le permissionnaire sera tenu de diriger ses opérations de manière à ne gêner ni la circulation sur la plage, ni la navigation ou la pêche côtière ni le libre exercice des services publics.

Il devra notamment éviter toute excavation ou tout dépôt de nature à présenter un danger, soit pour la circulation, soit pour l'atterrissage des bateaux, soit pour la solidité des falaises voisines.

.../...

- 11 -

L'extraction et l'enlèvement par terre des matériaux ne pourront s'effectuer que pendant le jour.

Article 16 -

Le permissionnaire sera directement responsable vis à vis des propriétaires riverains de dunes ou de falaises, et, en général vis à vis des tiers, des dommages que ces extractions pourraient leur faire subir.

CONDITIONS GÉNÉRALES

Article 17 -

Les autorisations prévues par le présent arrêté sont essentiellement précaires et révocables, sans indemnité, à première réquisition de l'administration.

L'arrêt des extractions sera ordonné, suivant les cas, par le Préfet ou par le Ministre des Travaux Publics, conformément aux prescriptions de l'article 9 de l'arrêté ministériel du 20 Octobre 1906.

Les cartes ou les récépissés ne seront valables que pour une époque déterminée qui, en aucun cas, ne pourra dépasser un an, et seront périmées de plein droit à l'expiration du délai fixé.

Article 18 -

Les autorisations pourront être révoquées soit à demande du Directeur des Domaines, en cas d'inexécution des conditions financières, soit à la demande de l'Ingénieur en Chef du Service Maritime, en cas d'inexécution de toutes les autres conditions, sans préjudice s'il y a lieu des poursuites pour contravention de grande voirie ou de simple police.

Il n'y a contravention de grande voirie justiciable du Conseil de Préfecture lorsque l'infraction comporte un préjudice causé à la navigation ou une détérioration appréciable du rivage, l'infraction aux dispositions du présent arrêté étant une infraction de simple police lorsque l'une de ces circonstances n'est pas réalisée.

Si l'infraction a été commise à un point de la côte où les extractions sont interdites, cette circonstance est suffisante pour qu'elle soit considérée comme contravention de grande voirie. Si au contraire l'infraction a été commise sur une zone du rivage où les extractions peuvent être autorisées gratuitement ou moyennant redevance, la prescription de dommage ou de préjudice à la navigation n'est plus admissible a priori et il devient alors nécessaire que ce dommage ou préjudice ait été constaté pour qu'il puisse être apprécié s'il y a ou non contravention de grande voirie. A défaut d'une constatation ainsi faite, l'infraction est présumée contravention de simple police.

Lorsque la procédure sommaire de l'article 10 aura été suivie, l'intéressé sera également passible de poursuites pour contravention de grande voirie ou de simple police comme ayant agi sans autorisation, s'il ne se conforme pas aux conditions rappelées sur le récépissé délivré par l'Ingénieur du Service Maritime.

.../...

- 12 -

Article 19 -

Si l'autorisation est révoquée dans un intérêt public, pour un motif indépendant des actes du permissionnaire, le service des Domaines lui fera restituer la portion du prix payé applicable au nombre de journées de travail restant à courir.

Dans tous les autres cas, toute somme payée sera par ce seul fait définitivement acquise au Trésor.

Article 20 -

Toute infraction aux dispositions du présent arrêté sera poursuivie conformément à la loi.

Article 21 -

Le présent arrêté qui abroge tous les règlements antérieurs, sera inséré dans le recueil des actes administratifs de la Préfecture.

L'Ingénieur en Chef du Service Maritime, et le Directeur des Domaines sont chargés, chacun en ce qui le concerne, d'en assurer l'exécution.

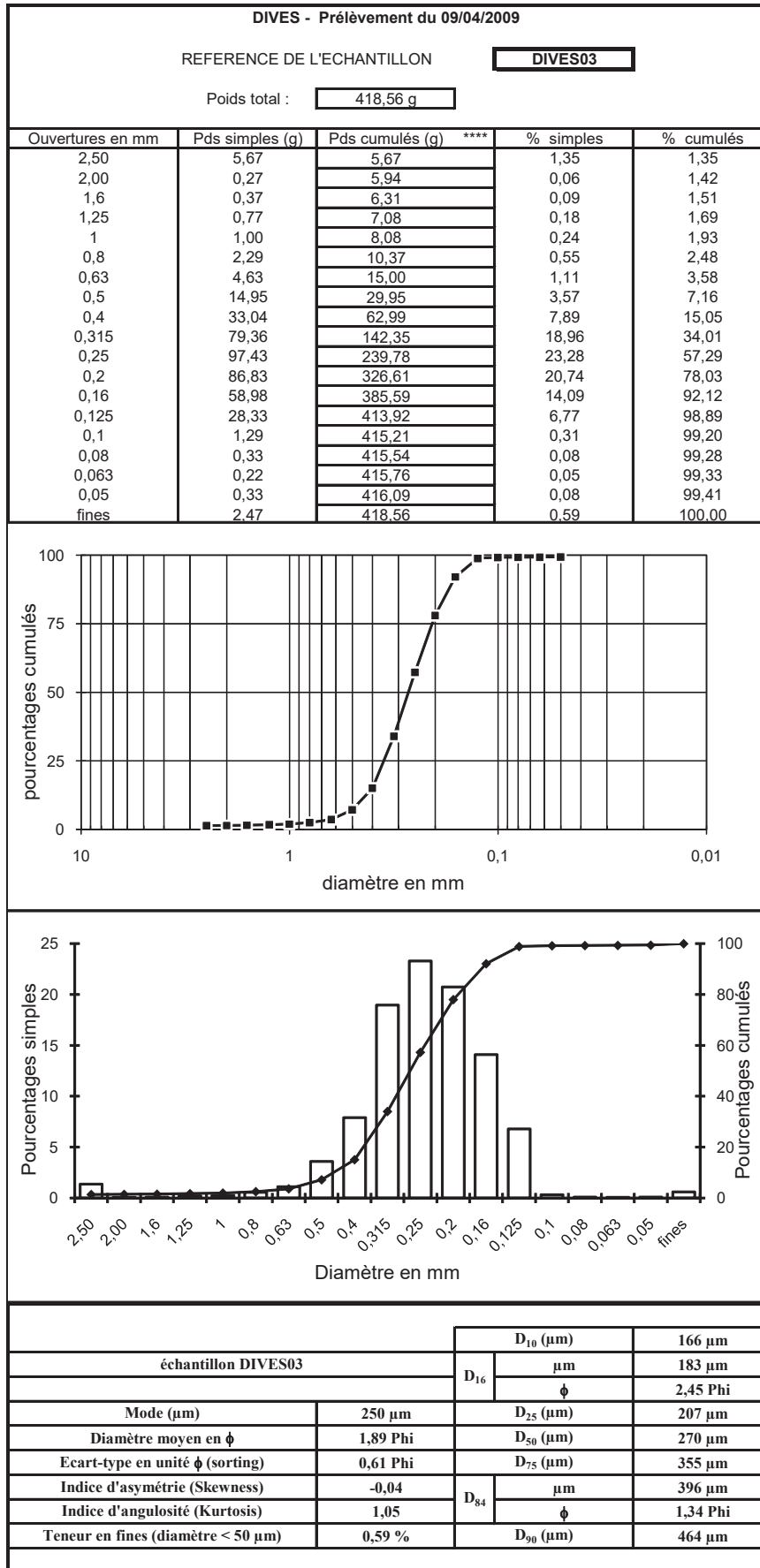
Fait à CAEN, le 20 Octobre 1952

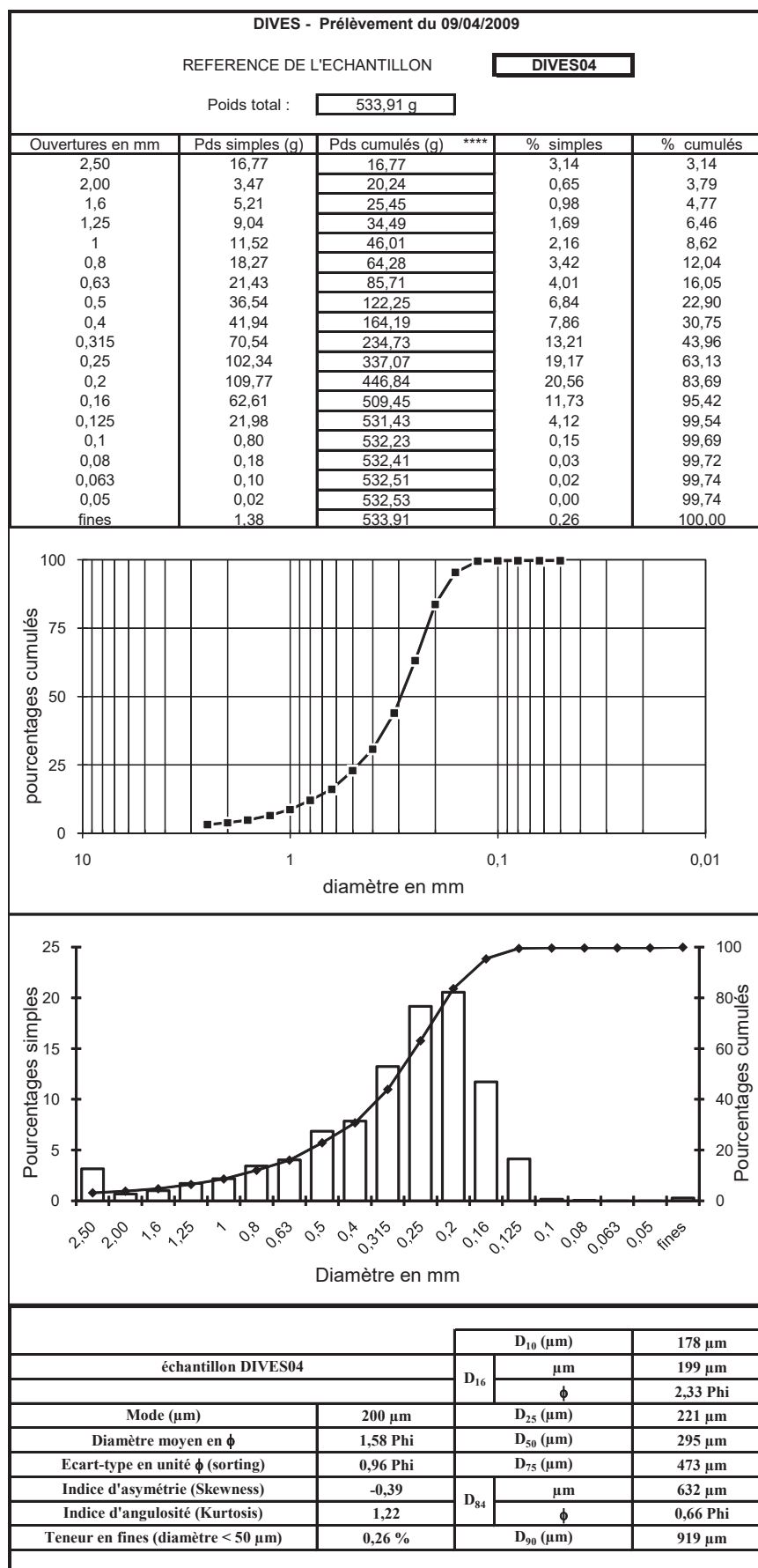
LE PREFET DU CALVADOS

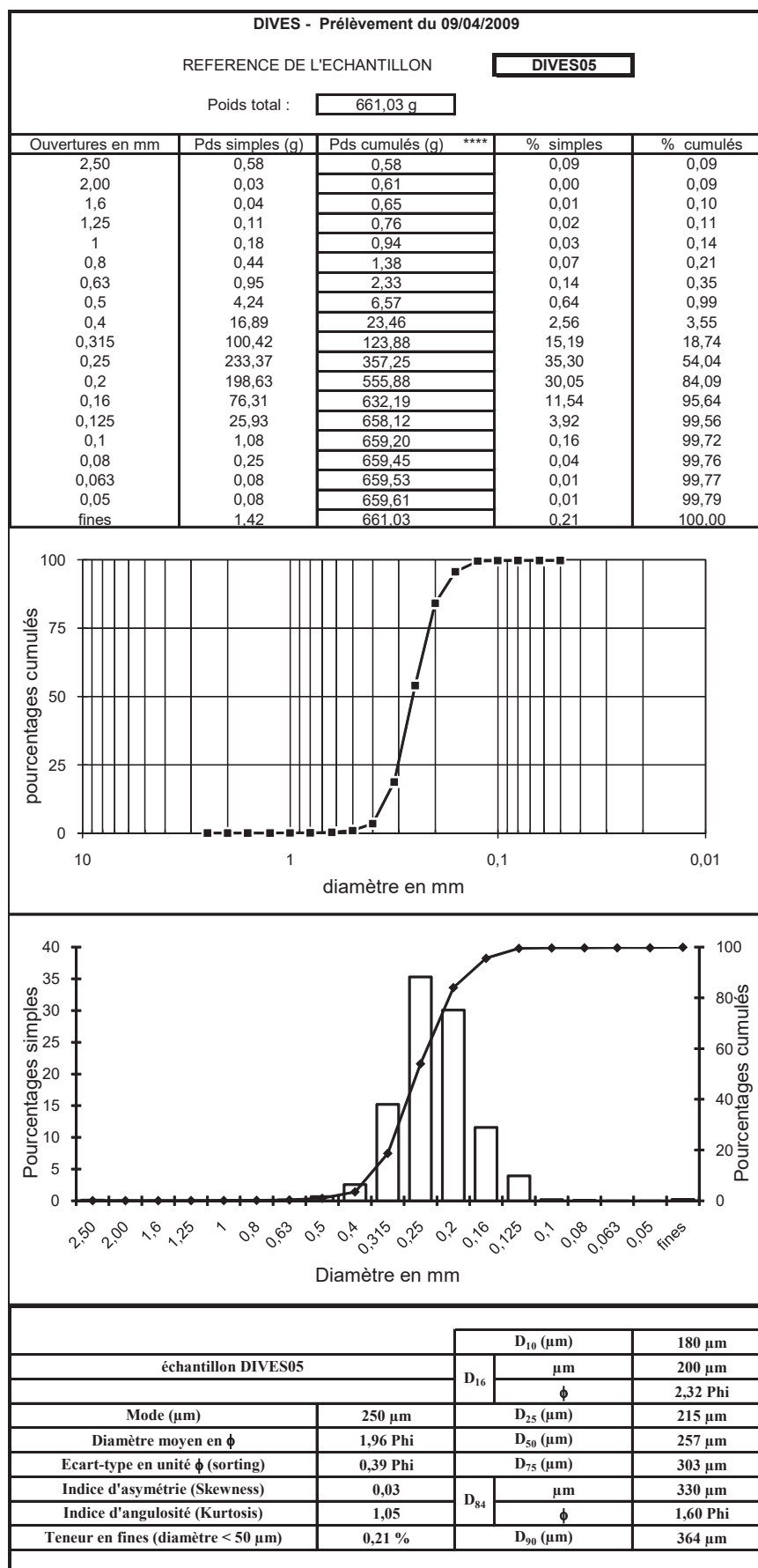
Sigén : A. STIRN

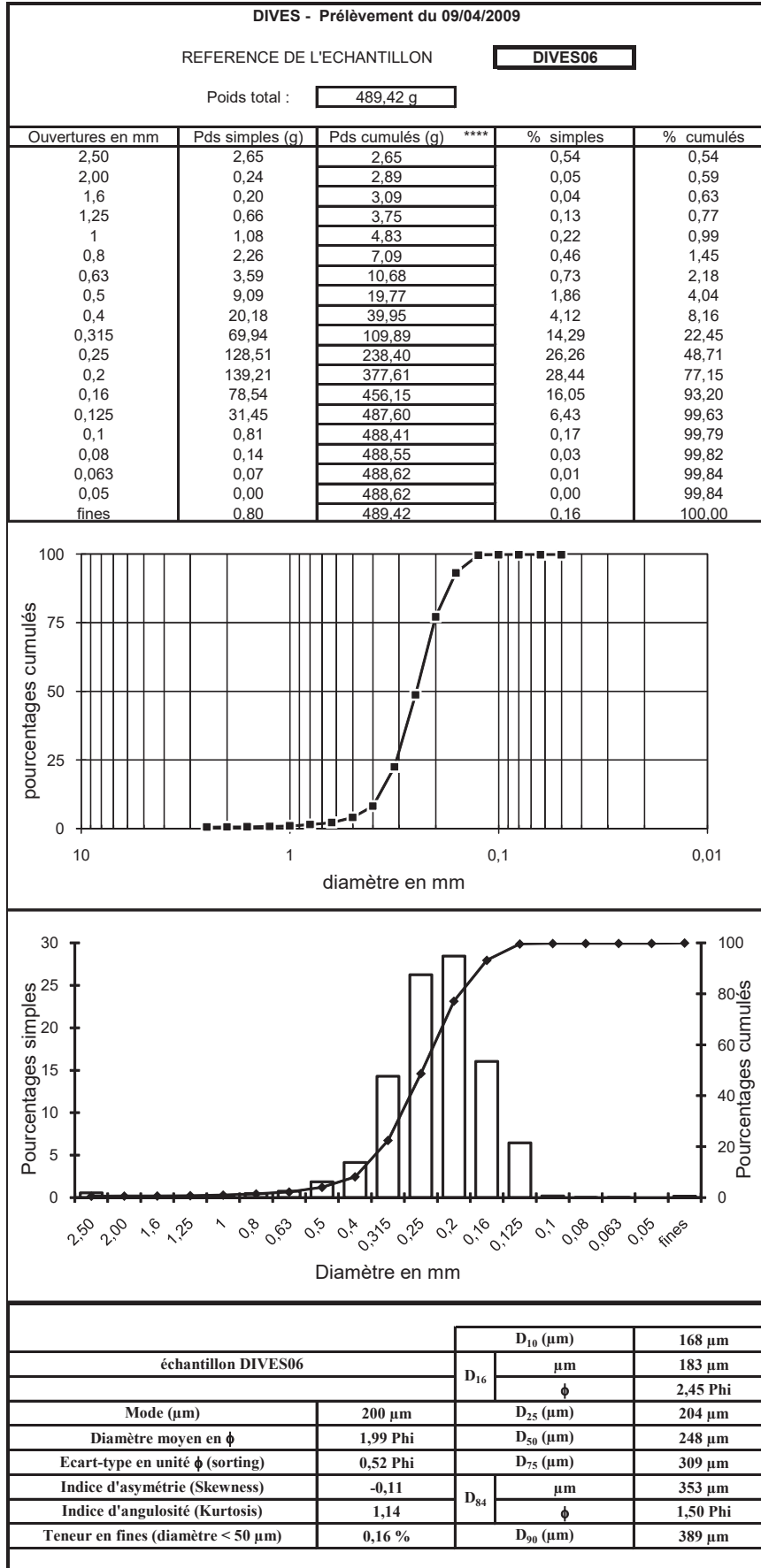
ANNEXE 2 :

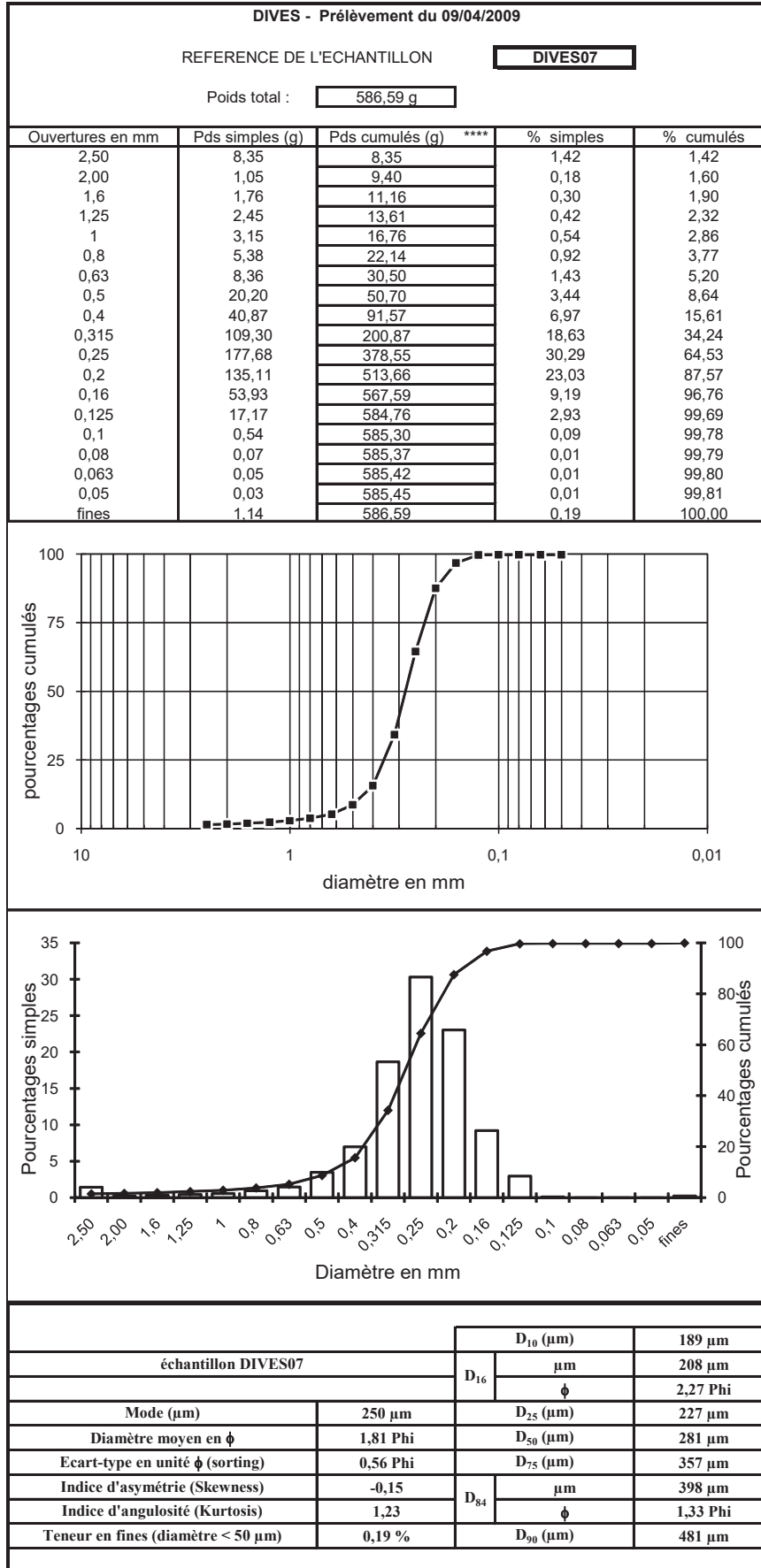
**ANALYSES GRANULOMETRIQUES REALISEES SUR LES ECHANTILLONS
PRELEVES A L'EXTREMITE DE LA POINTE DE CABOURG EN AVRIL 2009**

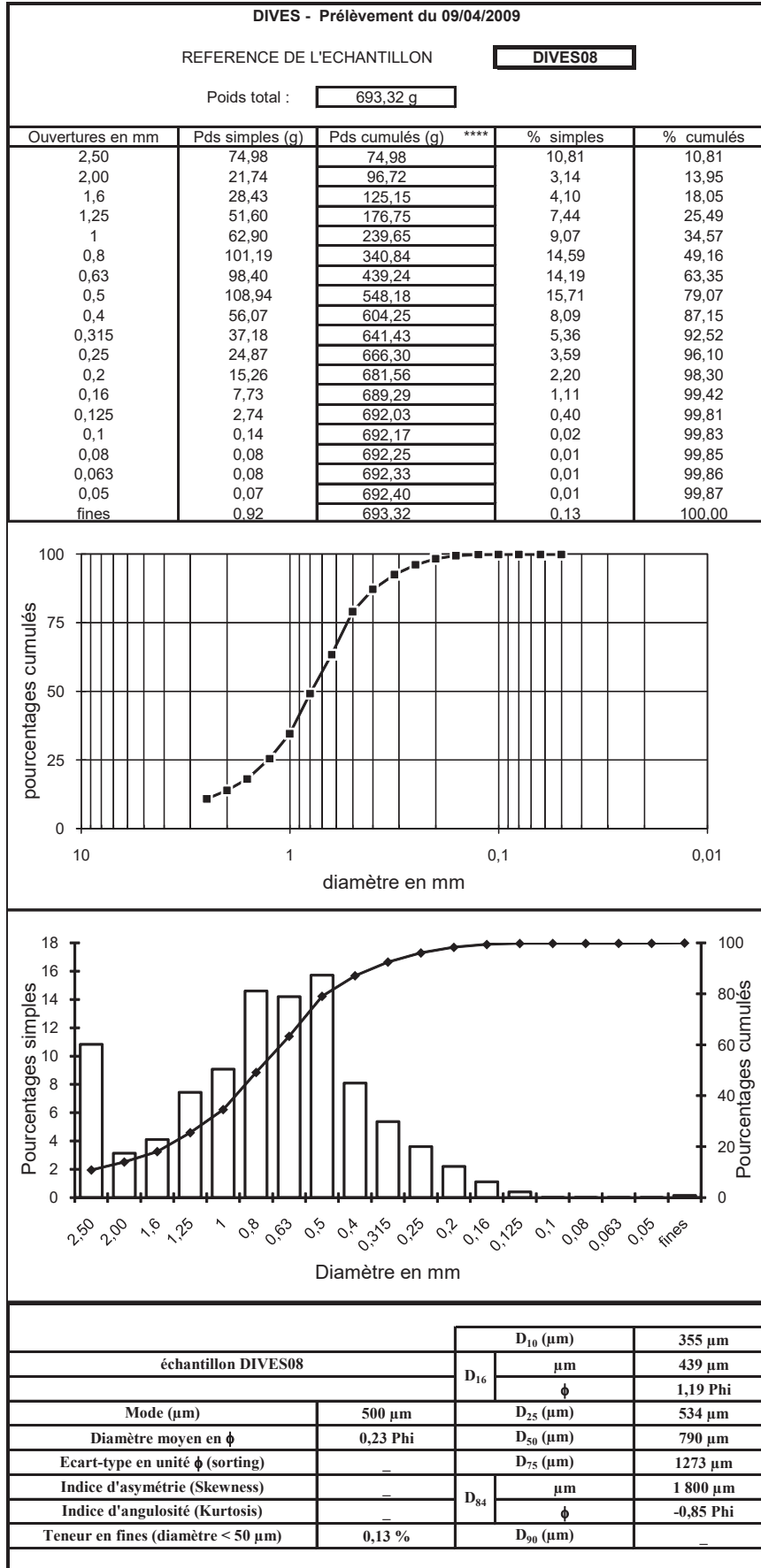


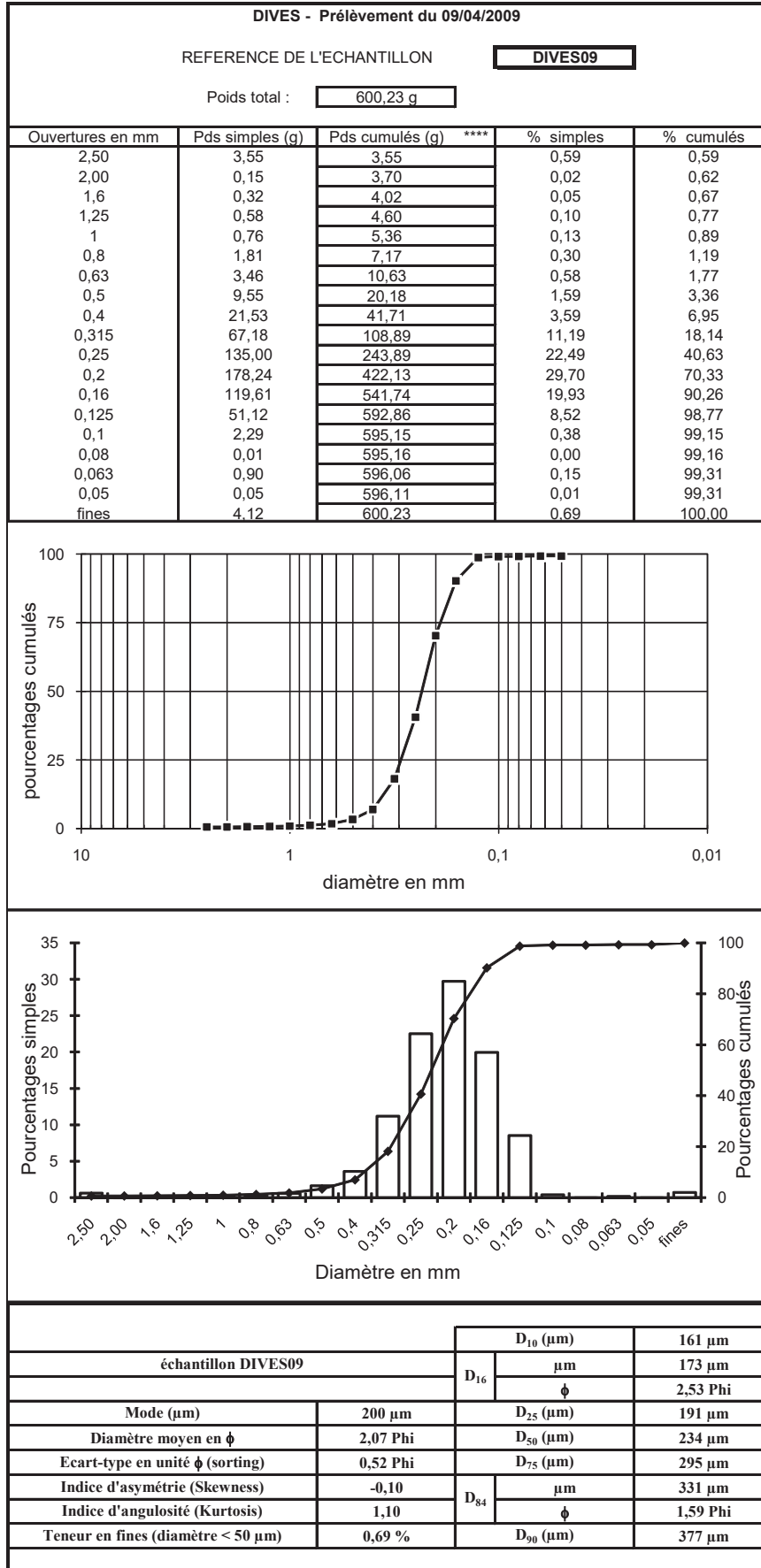


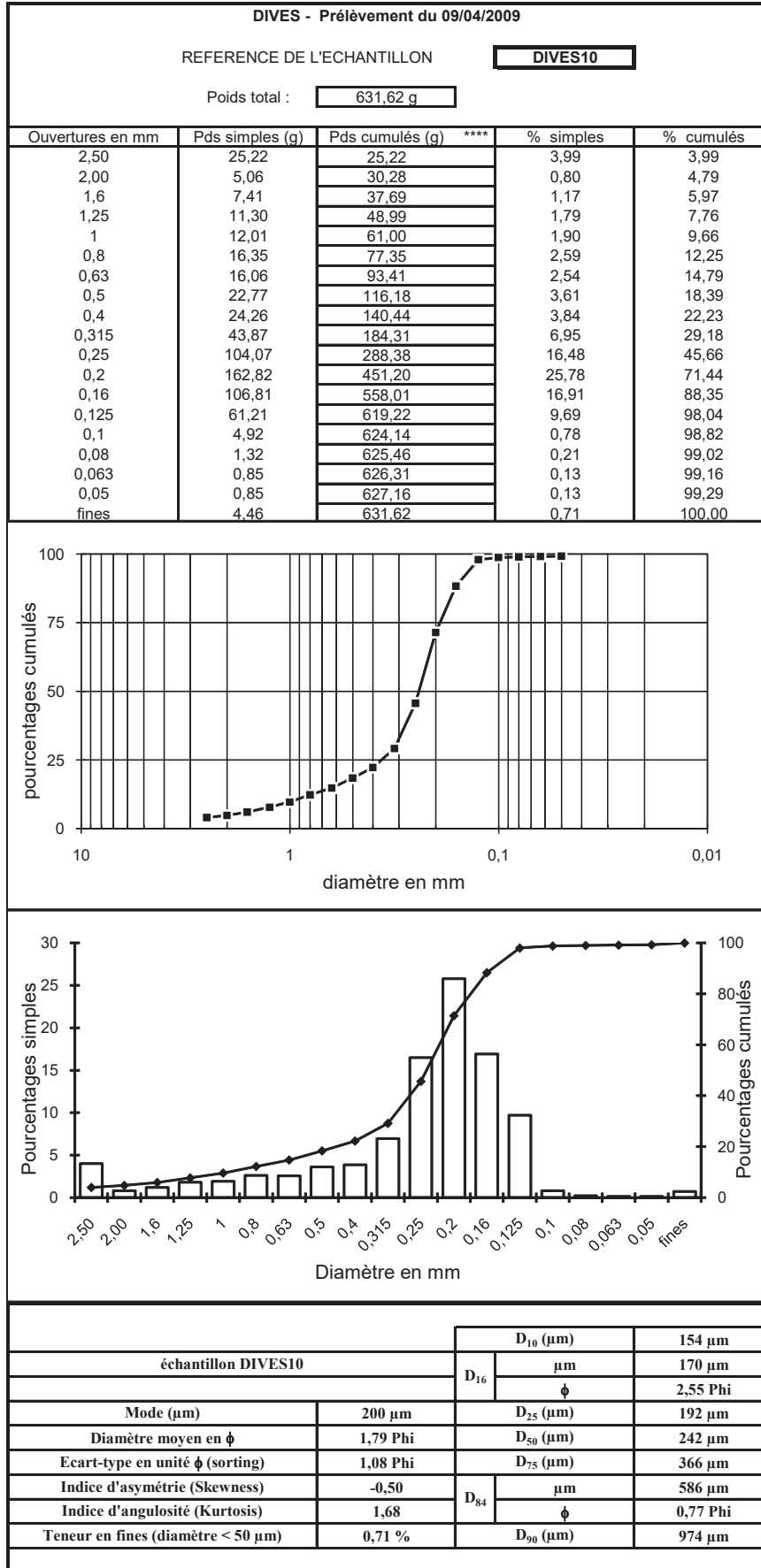


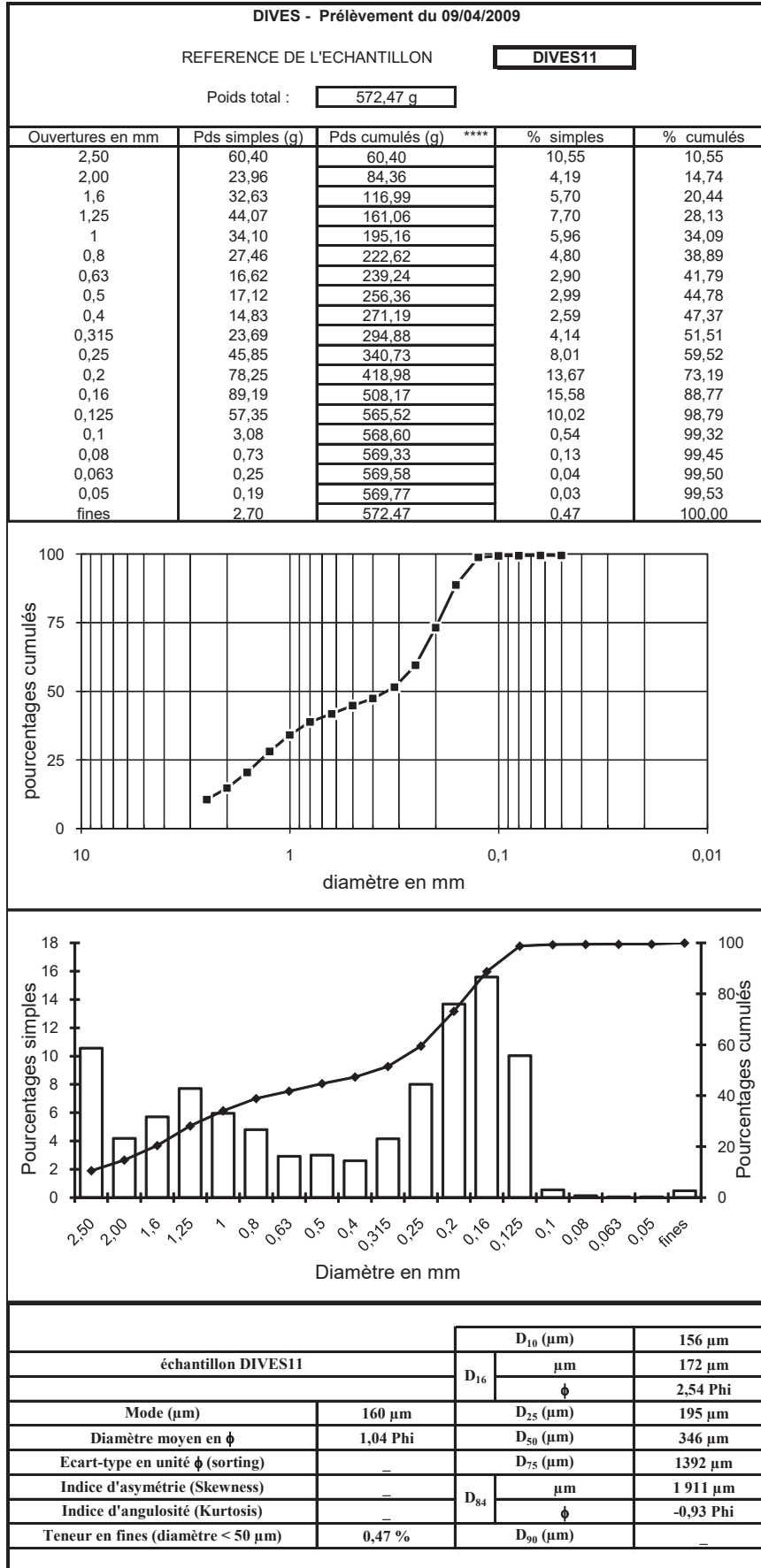


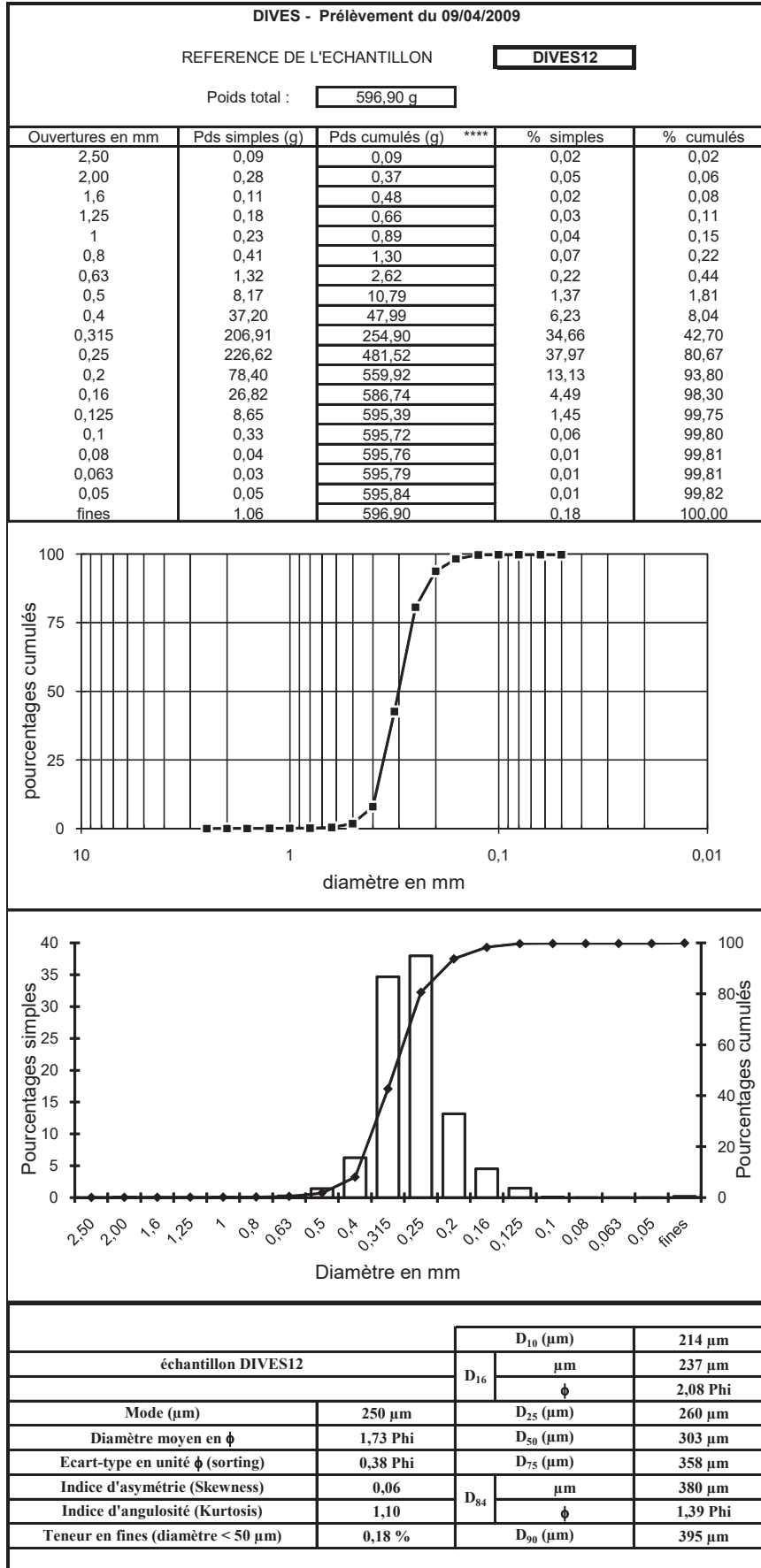












ANNEXE 3 :
ANALYSES CHIMIQUES REALISEES SUR LES ECHANTILLONS PRELEVES A
L'EXTREME DE LA POINTE DE CABOURG EN AVRIL 2009

CONCENTRATION EN METAUX LOURDS

LE MERCURE

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Le mercure est l'un des contaminants les plus préoccupants pour le milieu marin et pour le consommateur humain. Il forme en effet des composés alkylés, phénylés et méthylés toxiques (dont le méthyl-mercure, très nocif). La méthylation du mercure se produit dans les sédiments, sous l'action de micro-organismes, et dans l'eau, par le phytoplancton. Le mercure présente la particularité d'être progressivement accumulé dans la chaîne alimentaire (processus de bio-magnification). Les poissons ont ainsi la capacité de concentrer le mercure, avec des teneurs atteignant plus de cent fois celles rencontrées dans le milieu ambiant.

Le mercure est un élément extrêmement volatil, entrant dans la composition des batteries et des accumulateurs, de peintures, de fongicides... Les principaux apports anthropiques proviennent des émissions atmosphériques de l'industrie et de l'incinération des ordures ménagères.

Une contamination au mercure affecte principalement le système nerveux central.

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Mercure dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont inférieures à 0,02 mg/kg de matière sèche (limite du seuil de détection de l'analyse) pour le haut, milieu et bas d'estran (figure 6). Ces concentrations sont inférieures au seuil N1 (0,4 mg/kg) du groupe de travail GEODE.

LE CADMIUM

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Le cadmium est également un métal très toxique. Cet élément est notamment utilisé en traitements de surface, et intervient dans la fabrication des peintures (pigment), des accumulateurs et des piles alcalines, des matières plastiques (stabilisant). Dans l'industrie, le cadmium est un sous-produit de l'extraction du zinc.

Le cadmium parvient au milieu marin par voies atmosphériques et aquatiques. A l'inverse du mercure cet élément n'est pas bio-magnifié chez les organismes vivants. Il peut en revanche se substituer au zinc dans les mitochondries (organites cellulaires), et nuire à leur fonction respiratoire (chez les larves de crustacés notamment). Le cadmium est à l'origine de modifications métaboliques chez certaines espèces marines (troubles du métabolisme du calcium notamment, entraînant des malformations osseuses chez certains poissons et des inhibitions de croissance chez le phytoplancton).

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Cadmium dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont inférieures au seuil de détection d'analyse de 0,4 mg/kg de matière sèche pour le haut, milieu et bas d'estran (figure 6). Ces concentrations sont inférieures au seuil N1 (1,2 mg/kg) du groupe de travail GEODE.

E CHROME

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Le chrome est fortement utilisé par l'industrie et rejeté dans l'atmosphère et dans les eaux superficielles. La forme oxydée du chrome est très soluble. La forme réduite s'adsorbe en revanche très rapidement sur les particules. Le chrome parvient à l'océan sous forme généralement particulaire, insoluble. La forme oxydée du chrome est toxique à forte dose.

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Chrome dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont respectivement de 4,99 mg/kg de matière sèche pour la haute plage, 6,8 mg/kg de matière sèche pour la moyenne plage et inférieur à 3 mg/kg de matière sèche en basse plage (limite du seuil de détection de l'analyse pour ce dernier, figure 6). Ces concentrations sont inférieures au seuil N1 (fixé à 90 mg/kg) du groupe de travail GEODE.

LE PLOMB

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Le plomb est un métal toxique, pouvant provoquer des troubles dans le métabolisme des glucides et altérer les cellules (saturnisme). Il est associé dans l'eau de mer à des carbonates, principalement, et à des chlorures. Cet élément est bio-accumulé par les organismes marins, mais ne fait pas l'objet d'une bio-magnification. Le plomb apporté par l'homme provient essentiellement de la combustion de l'essence plombée. Il parvient au milieu marin pour moitié par le biais des fleuves.

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Plomb dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont inférieures à 20 mg/kg de matière sèche (seuil de détection de l'analyse) pour le haut, milieu et bas d'estran (figure 6). Ces concentrations sont inférieures au seuil N1 (100 mg/kg) du groupe de travail GEODE.

LE ZINC

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Le zinc est un oligo-élément indispensable à la vie (rôle essentiel dans la synthèse des acides nucléiques et la protection immunitaire). Les crustacés et les poissons sont peu sensibles à la présence du zinc. Les sels de zinc sont plus nocifs pour les organismes d'eau douce.

Dans l'industrie, le zinc est utilisé pour la galvanisation et la préparation d'alliages. Il est également utilisé en marine pour protéger la partie immergée de la coque des navires contre la corrosion (sous la forme de barres de zinc pur fixées sur la coque) et contre la fixation d'organismes marins (sous forme d'oxyde de zinc introduit dans les peintures). Le zinc peut par conséquent se retrouver en concentrations importantes dans les sédiments d'une zone portuaire.

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Zinc dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont respectivement pour le haut, milieu et bas d'estran, de 16, 17 et 20 mg/kg (figure 6). Ces concentrations sont très inférieures au seuil N1 (276 mg/kg) du groupe de travail GEODE.

L'ARSENIC

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

L'arsenic est naturellement présent dans le milieu marin à une concentration moyenne de 4,4 mg/kg (bruit de fond). Les sources d'arsenic d'origine anthropique sont nombreuses. Cet élément est notamment utilisé dans certains produits phytosanitaires, dans les alliages, dans le raffinage de certains minerais... La toxicité de l'arsenic vis-à-vis des animaux marins et de leurs consommateurs dépend de la forme chimique sous laquelle se présente cet élément dans le milieu. Les ions arsénites sont les plus toxiques. Les composés organo-arséniés (forme de l'arsenic bio-accumulé) ne sont pas toxiques pour l'homme.

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Arsenic dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont respectivement de 6,15, 6,75 et 8,78 mg/kg de matière sèche pour le haut, milieu et bas d'estran (figure 6). Ces concentrations se situent en dessous du seuil N1 (25 mg/kg) du groupe de travail GEODE.

LE NICKEL

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Le nickel est principalement utilisé dans la fabrication d'alliages, mais aussi dans les traitements de surface et dans l'industrie chimique. Il parvient au milieu marin essentiellement sous forme particulaire. La toxicité du nickel pour les organismes marins est considérée comme étant faible.

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Nickel dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont inférieures au seuil de détection de l'analyse de 10 mg/kg de matière sèche pour le haut, milieu et bas d'estran (figure 6). Ces concentrations sont inférieures au seuil N1 (37 mg/kg) du groupe de travail GEODE.

LE CUIVRE

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Le cuivre est également un oligo-élément indispensable à la vie. Il peut en revanche devenir toxique à des concentrations légèrement supérieures à celle du milieu naturel. La toxicité de l'oxyde de cuivre est par ailleurs utilisée pour lutter contre les salissures des coques de navires. A forte concentration, le cuivre peut provoquer chez certaines espèces marines des modifications métaboliques.

Le cuivre est un élément rejeté par l'industrie électrique, la plomberie et le bâtiment. Son utilisation dans les peintures marines antisalissure explique les concentrations souvent élevées rencontrées dans les sédiments portuaires.

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Cuivre dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont inférieures au seuil de détection de l'analyse de 6 mg/kg de matière sèche pour le haut, milieu et bas d'estran (figure 6). Ces concentrations sont inférieures au seuil N1 (45 mg/kg) du groupe de travail GEODE.

CONCENTRATION EN PCB (POLYCHLOROBYPHENYLES)

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Les PCB sont des composés organochlorés de synthèse semi-volatils, hydrophobes et persistants. Ils ne présentent pas de caractère de toxicité aiguë. Ils sont en revanche à l'origine de plusieurs dysfonctionnements prouvés en laboratoire. Les PCB affectent notamment la reproduction des mammifères marins et des poissons. Ils sont à l'origine d'hypertrophies hépatiques et ont des effets cancérigènes.

Les PCB sont interdits depuis 1987. Produits industriellement depuis 1930, ils étaient notamment utilisés dans les transformateurs électriques au pyralène (agent diélectrique), les peintures (solvant), les encres, les huiles de moteur et l'isolation (fluide caloporteur).

Le total des PCB sont mesurés, ainsi que 7 congénères précis.

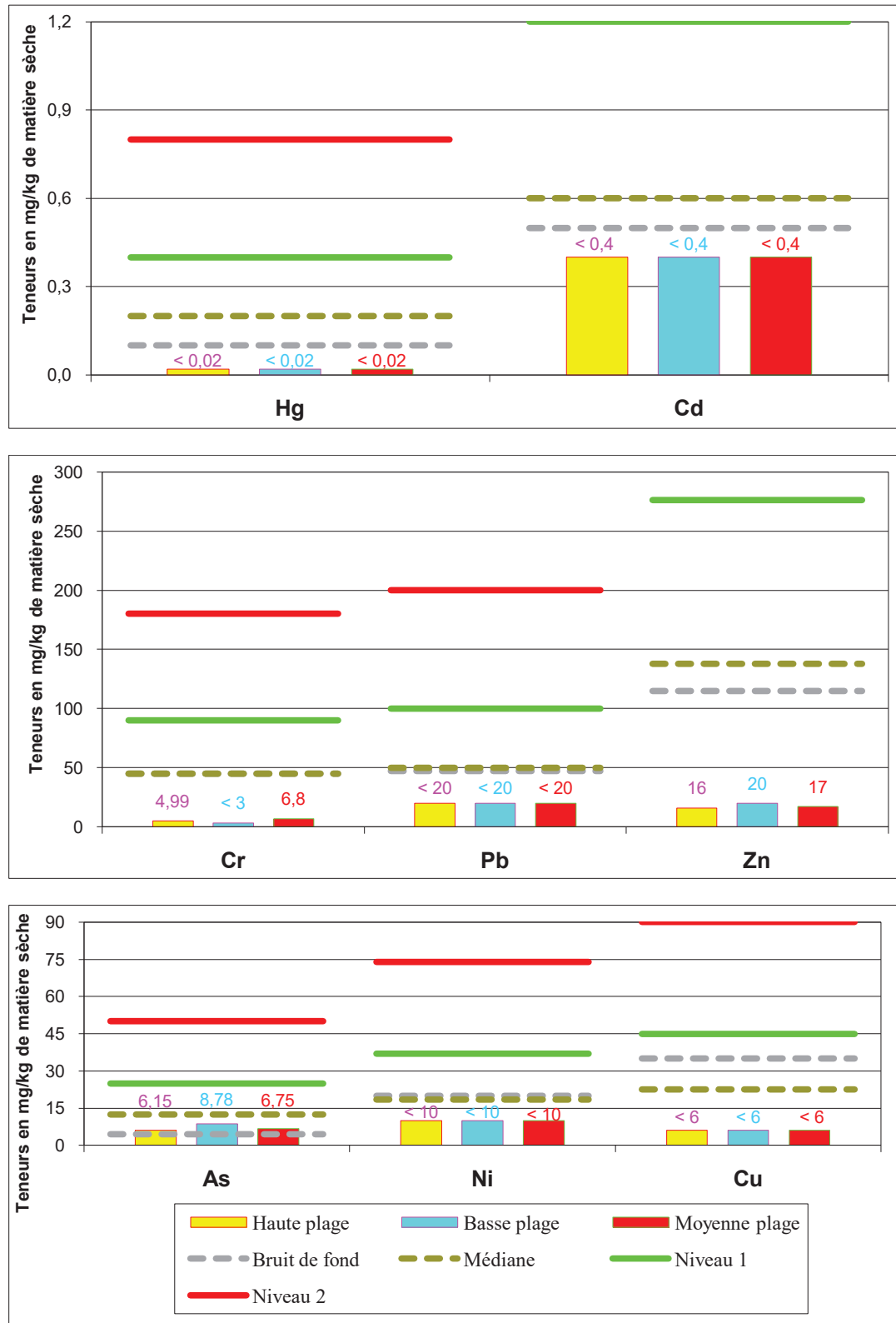


Figure An. 1 : résultats des analyses chimiques effectuées pour les métaux lourds sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l'extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en PCB totaux ainsi que celles pour les 7 congénères dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont toutes inférieures à 10 µg/kg de matière sèche pour le haut, milieu et bas d'estran (figure 7). Ces concentrations en PCB totaux et en éléments semblables sont inférieures au seuil N1 (0,5 µg/kg) du groupe de travail GEODE.

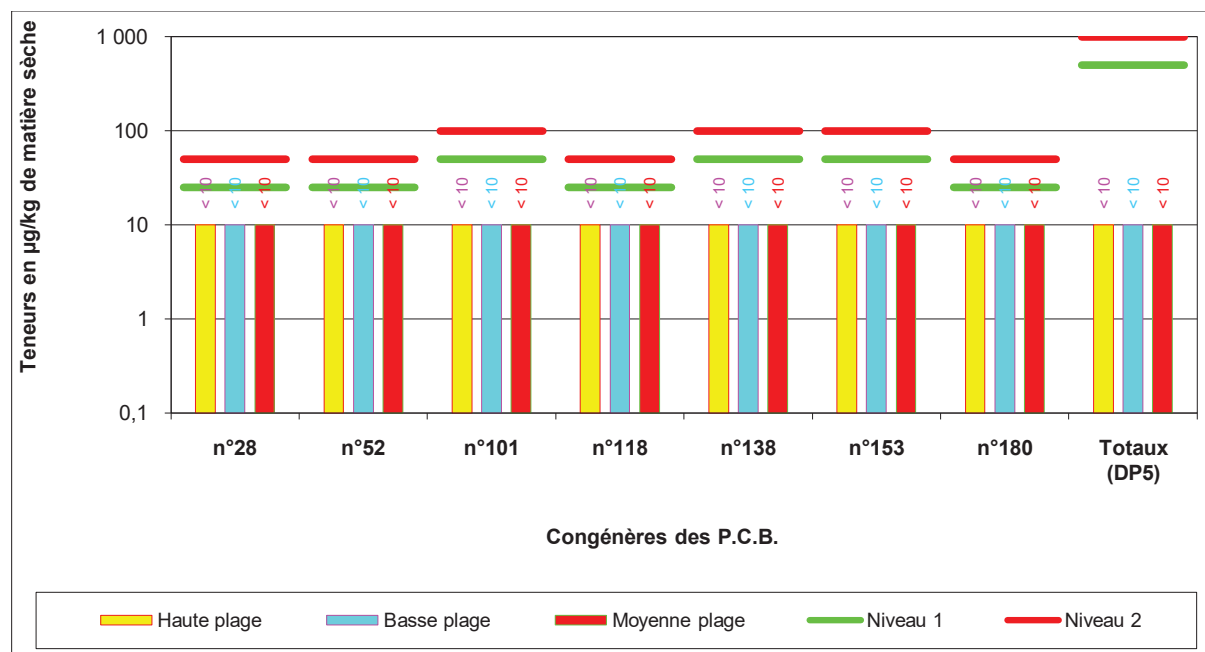


Figure An. 2 : résultats des analyses chimiques effectuées pour les P.C.B. sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l'extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009

CONCENTRATION EN HAP (HYDROCARBURES AROMATIQUE POLYCYCLIQUES)

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Les HAP peuvent avoir une origine naturelle ou artificielle. On les trouve dans les combustibles et leurs sous-produits (fuel, charbons...) et dans les lubrifiants mécaniques (huiles, graisses...). La combustion des essences est une source majeure d'introduction de HAP dans l'atmosphère. Les HAP sont très répandus et ont des effets cancérigènes et mutagènes.

Leurs effets sur les organismes marins se traduisent par des perturbations de croissance, des malformations, une altération des fonctions de reproduction... 16 molécules d'HAP sont analysées, ainsi que les HAP totaux, mais ne sont pris en compte que les 6 HAP les plus néfastes (Fluoranthène, Benzo(3,4)fluoranthène, Benzo(11,12)fluoranthène, Benzo(3,4)pyrène, Benzo(1,12)pérylène, Indéno(1,2,3-cd)pyrène) et les HAP totaux. La norme géode n'a pas établie de valeurs seuils N1 et N2 pour ces éléments. On peut cependant prendre pour référence les N1_{IFREMER} pour les molécules de HAP séparément et la valeur seuil S1 (en eau douce) pour les HAP totaux.

• **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs pour les différentes molécules de HAP sont toutes inférieures aux seuils de détection d’analyse respectifs quelque soit le prélèvement. La concentration en HAP totaux dans les sédiments de l’extrémité de la flèche sableuse est inférieure à 0,18 mg/kg de matière sèche pour le haut, milieu et bas d’estran (figure 8) à comparer au seuil S1 fixé à 22,8 mg/kg. Les concentrations en HAP pour les 6 HAP les plus néfastes sont également inférieures aux seuils N1 respectifs de ces éléments utilisés en référence par l’IFREMER (figure 8). Les concentrations de trois molécules (Naphtène, Acénaphthylène et Acénaphtène) approchent les niveaux seuils pris en référence dans les ports du Havre et de Rouen. Toutefois, ces niveaux provisoires n’ont pas encore fait l’objet d’une réglementation et les seuils de détection ne permettent pas de savoir si ces niveaux sont effectivement dépassés. Deux nouvelles molécules de HAP (Méthyl 2 naphthalène et Méthyl 2 fluoranthène) ont été ajoutées dans l’analyse, mais sont présentes en très faible quantité dans les sédiments (figure 8).

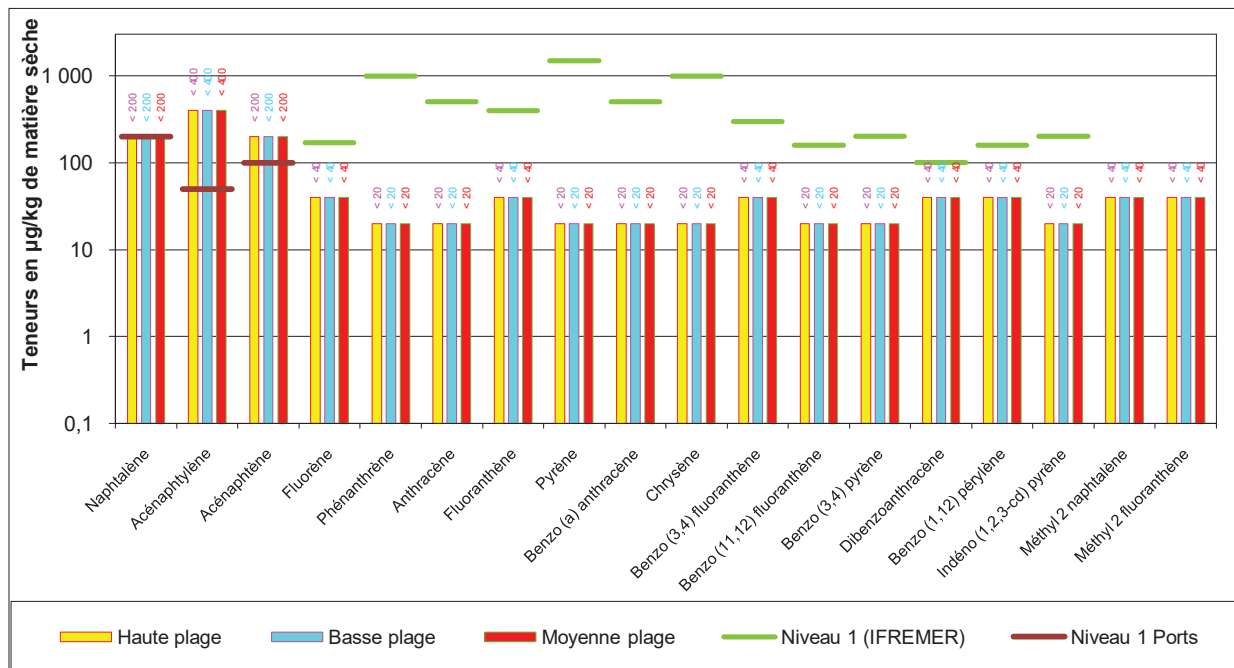


Figure An. 3 : résultats des analyses chimiques effectuées pour les H.A.P. sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l’extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009

CONCENTRATION EN ORGANOSTATIQUES (BUTYLETAINS)

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Le TBT (tributylétain) a été largement utilisé depuis les années 1970 dans la fabrication des peintures antisalissure destinées à protéger les coques de bateaux contre la fixation d'organismes vivants. L'utilisation de ce type de peinture a été interdite en 1982 pour les navires de moins de 25 m. la peinture agit en diffusant dans l'eau des quantités importantes de TBT.

Le TBT existant essentiellement sous forme particulaire, a une durée de vie relativement courte (de l'ordre de quelques semaines) dans l'eau où il est dégradé par des actions microbiologiques et photolytiques. Les produits de dégradation du TBT sont le DBT (dibutylétain) et le MBT (monobutylétain). Le TBT est relativement plus stable lorsqu'il est fixé sur les particules sédimentaires (durée de vie de plusieurs années).

Le TBT est très toxique dès les faibles concentrations pour les mollusques (de l'ordre du ng/l) et pour les poissons (entre 1 et 10 ng/l). Ce composé entraîne des perturbations du métabolisme, notamment chez l'huître (problème de captage de naissain et de croissance de l'animal, feuilletage des coquilles et apparition de chambres remplies de matière gélatineuse...). De fortes modifications de la sexualité des gastéropodes marins ont été mises en évidence (imposition du caractère mâle chez les femelles, stérilité...).

Une étude de l'IFREMER (2001) a établi que des teneurs inférieures à 400 µg/kg correspondent à des zones portuaires faiblement polluées par les organostatiques.

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en 3 organostatiques (monobutylétain, dibutylétain et tributylétain) dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont inférieures à 5 µg/kg (seuil de détection de l'analyse) pour le haut, milieu et bas d'estran (figure 9). Ces concentrations sont inférieures au « seuil IFREMER » (niveau 1 à 100 µg/kg).

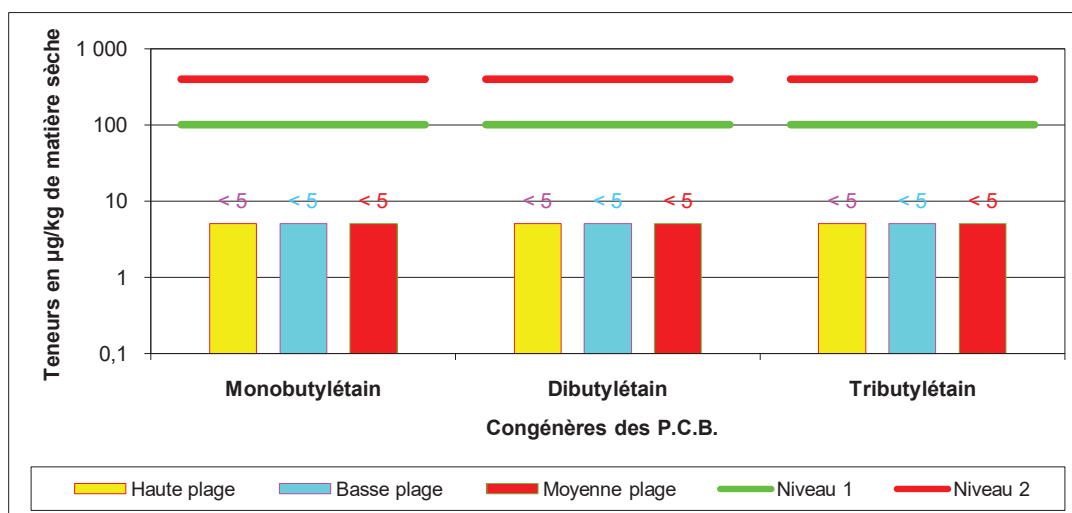


Figure An. 4 : résultats des analyses chimiques effectuées pour les P.C.B. sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l'extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009

CONCENTRATION EN CARBONE ORGANIQUE

- **Origine de l'élément**

Un enrichissement du sédiment en carbone organique en milieu estuarien est fréquemment lié à un apport de matières organiques drainées sur le bassin versant du fleuve. Le lien entre le carbone organique et matière organique peut être établi par application du coefficient de Trask (1,724).

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Carbone Organique dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont toutes inférieures à 5 g/kg de matière sèche pour le haut, milieu et bas d'estran (figure 10). Ces concentrations sont très faibles et ne présentent pas de problème particulier malgré l'absence de seuil N1 GEODE pour référence.

CONCENTRATIONS EN NUTRIMENTS

L'azote et le phosphore sont assimilés sous forme dissoute par le phytoplancton et les végétaux marins, eux-mêmes étant consommés par les animaux marins. Une augmentation des concentrations en nutriments dans le milieu naturel peut donc avoir des répercussions sur l'ensemble de la chaîne alimentaire. Un excès de nutriments peut notamment favoriser la prolifération du phytoplancton et des macro-algues dont la décomposition par les bactéries consomme l'oxygène dissous et peut aboutir au phénomène d'eutrophisation.

L'AZOTE KJELDAHL

- **Origine de l'élément**

L'azote Kjeldahl réunit l'azote organique et l'azote ammoniacal. Sa présence est à la fois liée à des apports naturels et à des apports d'origine anthropique (lessivage des engrais agricoles épandus sur les champs notamment).

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Azote dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont toutes inférieures au seuil de détection de 0,28 g/kg de matière sèche pour le haut, milieu et bas d'estran (figure 10). Ces concentrations sont faibles et ne présentent pas de problème particulier dans les sédiments de la flèche sableuse, malgré l'absence de seuils GEODE.

LE PHOSPHORE

- **Origine de l'élément**

La présence de phosphore dans les sédiments a également une origine à la fois naturelle et anthropique. Elle est liée aux terrains traversés et à la décomposition de la matière organique (apports par les rejets industriels, lessivage de terres renfermant des engrais phosphatés...).

- **Concentrations observées en 2009**

Les teneurs en Phosphore dans les sédiments de l'extrémité de la flèche sableuse sont respectivement pour le haut, milieu et bas d'estran, de 0,19, 0,18 et 0,20 g/kg (figure 10). Ces concentrations sont très faibles et ne présentent pas de problème particulier malgré l'absence de seuil N1 GEODE pour référence.

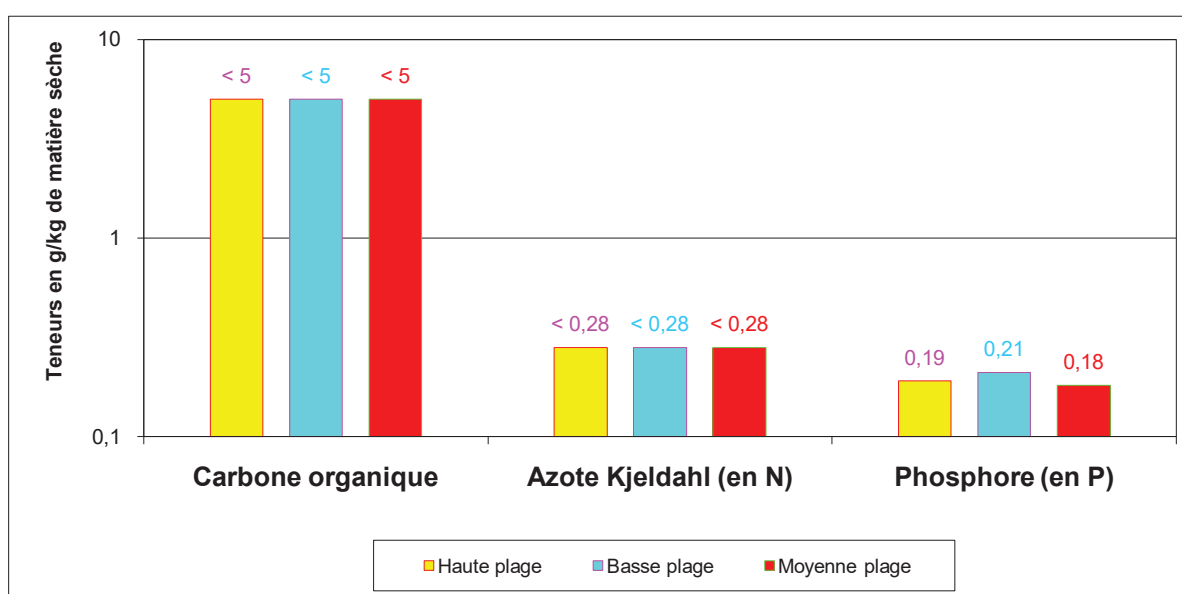


Figure An. 5 : résultats des analyses chimiques effectuées pour le carbone organique et les nutriments sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l'extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009

CONCENTRATION BACTERIOLOGIQUE

- **Origine du contaminant et risques sanitaires**

Les germes de contamination fécale retrouvés dans le milieu peuvent être liés aux déjections animales drainées sur le bassin versant ou au dysfonctionnement (ou à une efficacité et/ou une capacité de traitement insuffisante) des stations d'épuration. Un grand nombre de bactéries et de virus contenus dans les eaux usées peuvent entraîner des pathologies chez l'homme, lors de la consommation de coquillages ou simplement au cours d'une baignade. La figure 11 présente les classements des eaux de baignade en fonction des concentrations bactériennes mesurées.

Pour les eaux cotières et les eaux de transition (eaux de mer)

Paramètre	Excellente qualité	Bonne qualité	Qualité suffisante	Méthodes de référence pour l'analyse
1 Entérocoques intestinaux (UFC/100ml)	100 *	200 *	185 **	ISO 7899-1 ou ISO 7899-2
2 <i>Escherichia coli</i> (UFC/100ml)	250 *	500 *	500 **	ISO 9308-3 ou ISO 9308-1

* Evaluation au 95^e percentile.
 ** Evaluation au 90^e percentile.

Entérocoques intestinaux					
	Percentile 95 < 100	100 < Percentile 95 < 200	Percentile 95 > 200 et Percentile 90 < 500	Percentile 90 > 500	
E s c h e r i c h i a c o l i	Percentile 95 < 250	Excellente	Bonne	Suffisante	Insuffisante
	250 < Percentile 95 < 500	Bonne	Bonne	Suffisante	Insuffisante
	Percentile 95 > 500 et percentile 90 < 500	Suffisante	Suffisante	Suffisante	Insuffisante
	Percentile 90 > 500	Insuffisante	Insuffisante	Insuffisante	Insuffisante

Figure An. 6 : classement de la qualité des eaux côtières en fonction des concentrations bactériennes (source : DDASS 14)

- Concentrations observées dans les sédiments en avril 2009**

Les teneurs en *Escherichia coli* et en entérocoques sont relativement faibles. Les concentrations en germes se sont révélées inférieures au seuil de détection analytique (seuil inférieur à 3 individus par gramme de matière, figure 12).

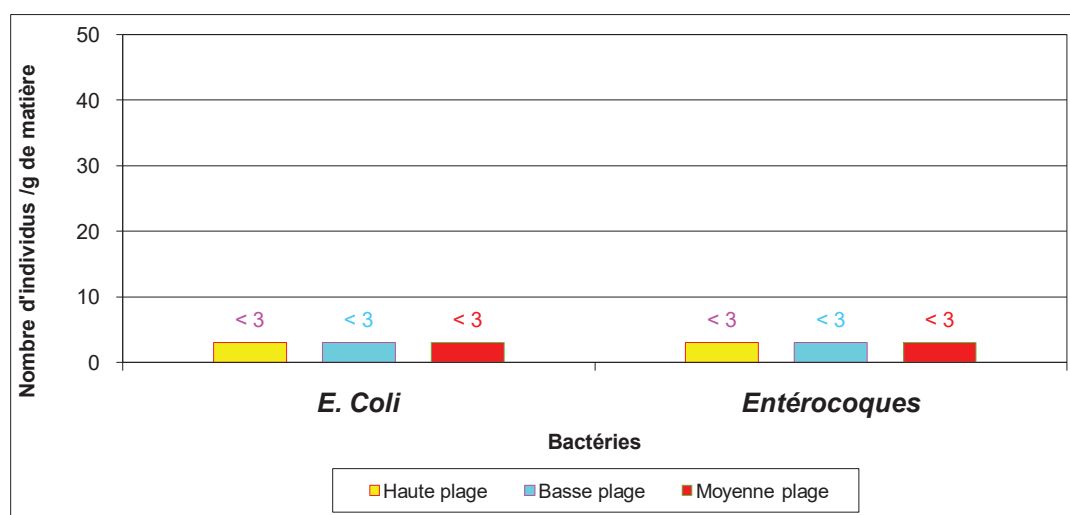


Figure An. 7 : résultats des analyses bactériologiques réalisées sur les sédiments prélevés en haute, moyenne et basse plage à l’extrémité de la flèche de Cabourg le 27 avril 2009

• **Qualité des eaux de baignade en 2008**

Les eaux de baignade de la plage de Cabourg sont de bonne qualité (niveau A) pour l’année 2008 (sur 20 prélèvements, 18 sont de niveau A et 2 de niveau B, figure 13). La plage de Houlgate a une qualité d’eau de baignade moyenne (niveau B) pour l’année 2008 (sur 20 prélèvements, la moitié sont de niveau A et l’autre moitié de niveau B).

Pour la période de 2001 à 2008, la qualité des eaux de baignade de Cabourg est de niveau B, excepté pour les années 2006 et 2008 où elle est de niveau A. Pour cette même période, la qualité des eaux de baignade de Houlgate est de niveau B.

Pour cette période, les eaux de baignade devant Cabourg et Houlgate répondent aux exigences de qualité de la directive européenne.

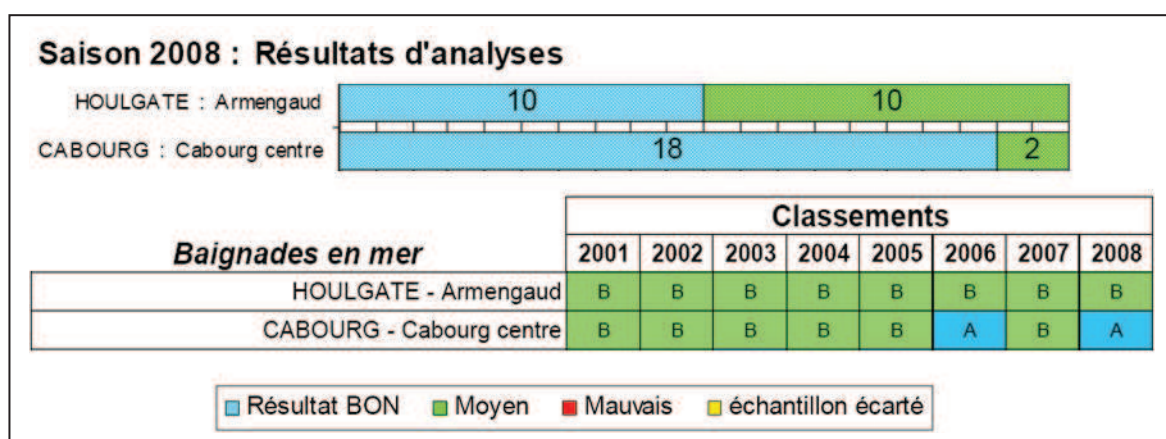


Figure An. 8 : classement des eaux de baignade à Cabourg et Houlgate depuis 2001 (source : DDASS 14)

La qualité des eaux d’Houlgate est probablement moins bonne que celle de Cabourg en raison de la faible distance entre la Dives et le point de mesure de qualité des eaux d’Houlgate. Le rejet des eaux pluviales lors de fortes précipitation sur la plage d’Houlgate (via le Drochon), peut également être une cause expliquant ces résultats moyens. Afin de limiter l’impact des contaminations ponctuelles, la C.C.E.D. a prévu la mise en place d’une série de bassins tampons (dont un à Houlgate pour juin 2009), qui permettront de collecter les eaux que la station d’épuration ne peut traiter lors de forte pluies, et ainsi limiter les rejets sur la plage.

ANNEXE 4 :
CARTES DES DIFFERENTS ZONAGES REGLEMENTAIRES A PROXIMITE DU
SECTEUR D'ETUDE

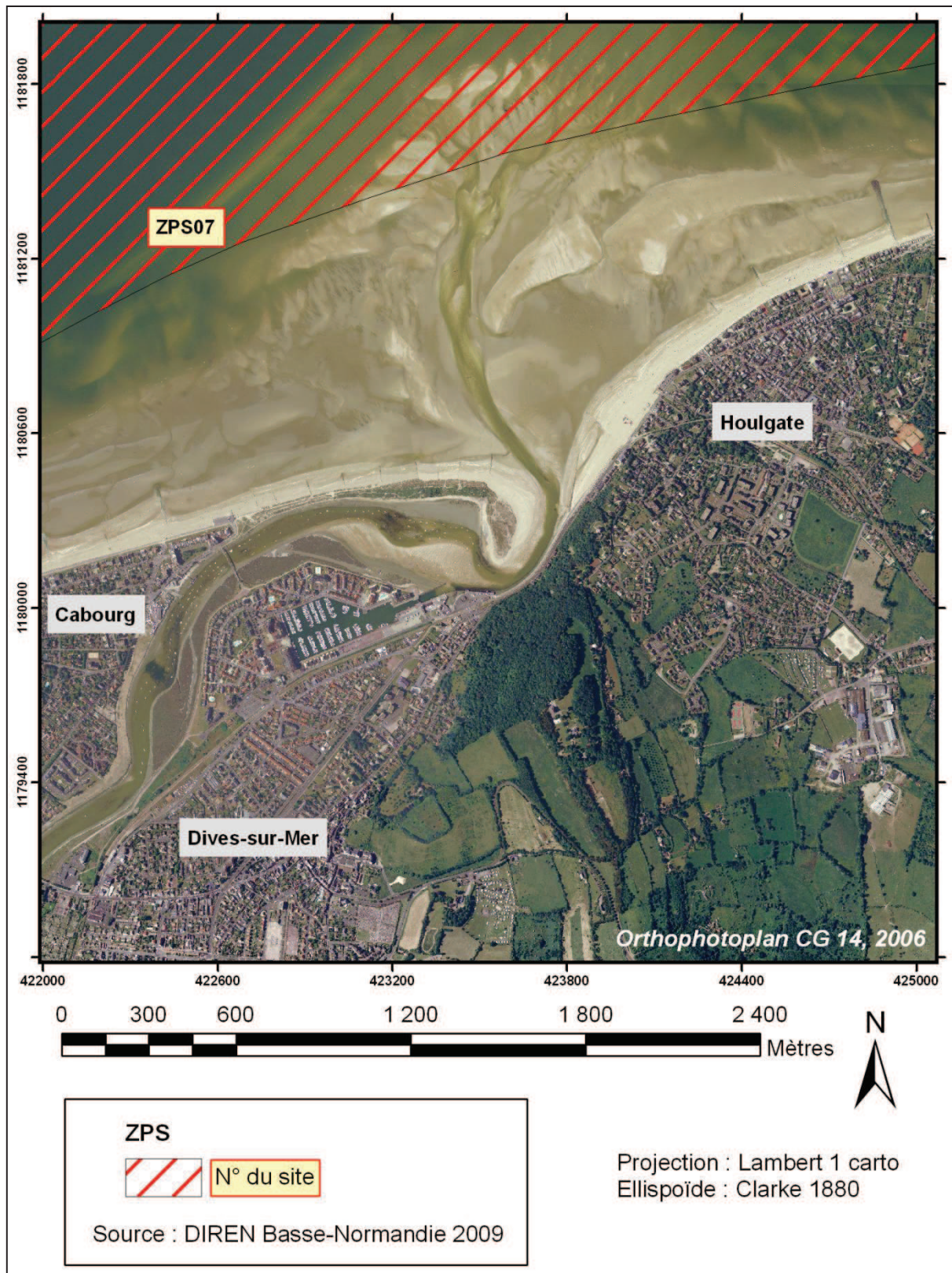


Figure An. 9 : carte de localisation de la zone NATURA 2000 au large de Cabourg et d'Houlgate

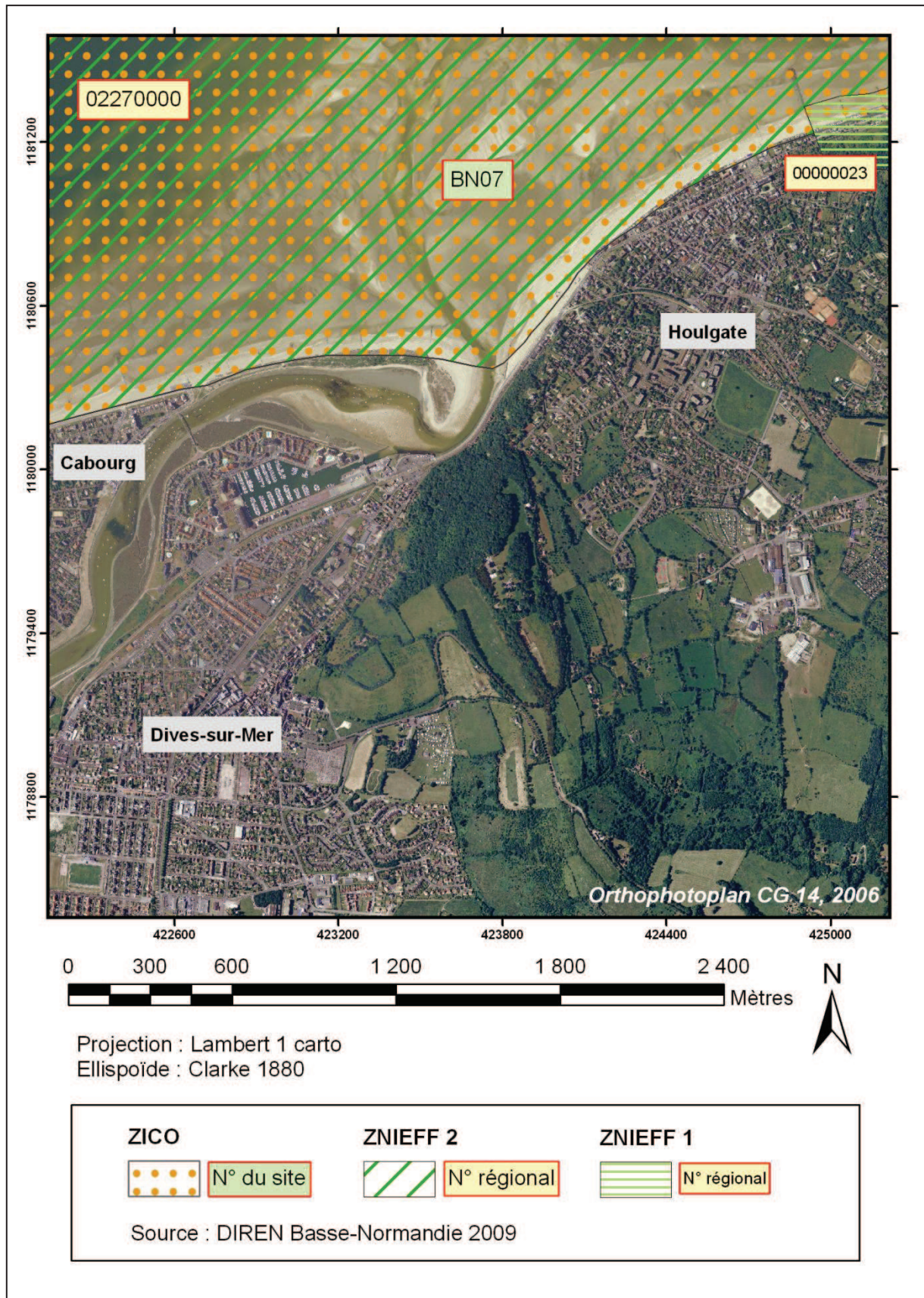


Figure An. 10 : carte de localisation des zones faisant l'objet d'inventaires scientifiques type ZICO, ZNIEFF 1 et ZNIEFF 2

ANNEXE 5 :
**CARTES DES DIFFERENTES EVOLUTIONS HISTORIQUES DU TRAIT DE CÔTE SUR
LA FLECHE DE CABOURG**

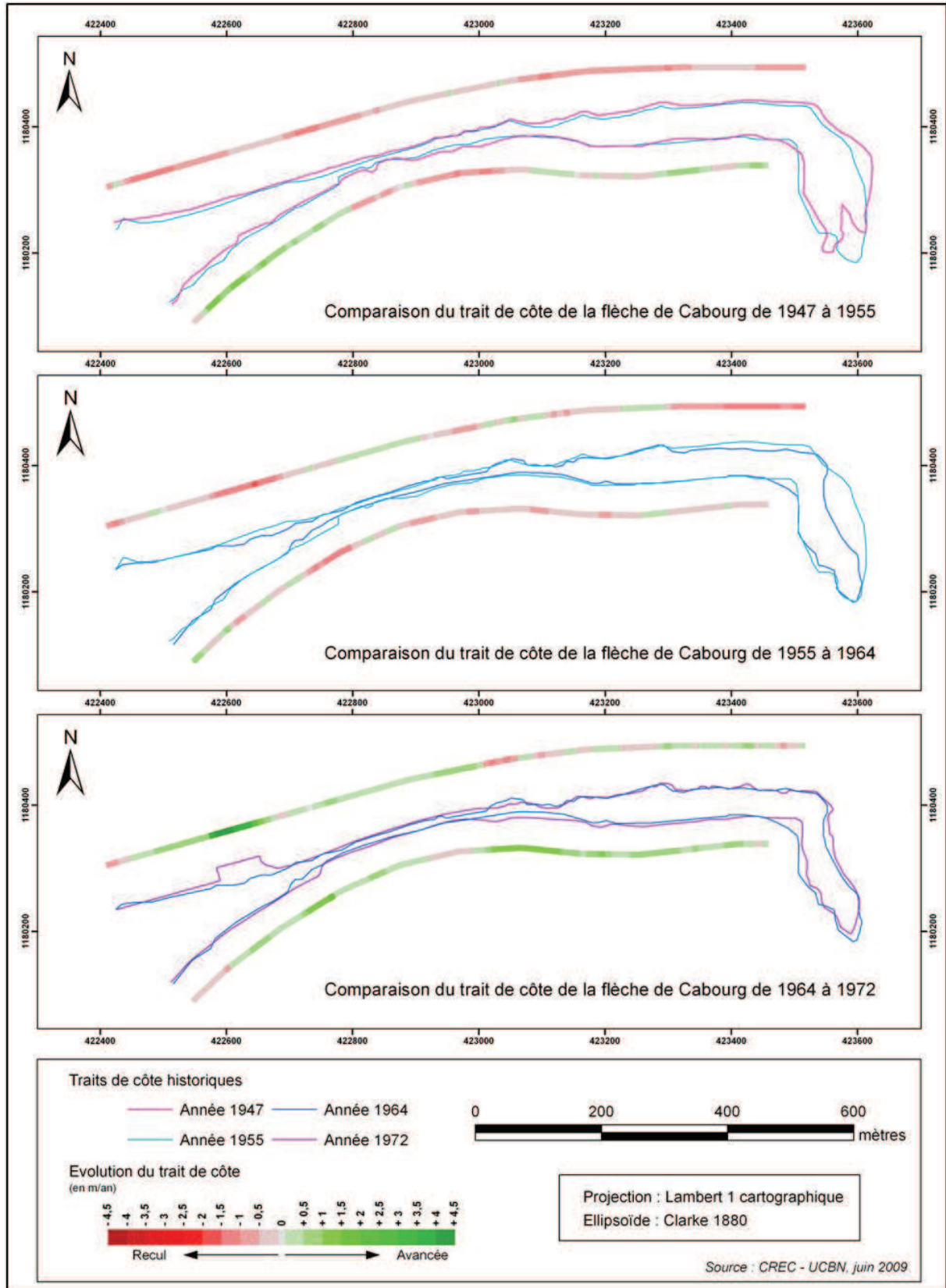


Figure An. 11 : évolution historique du trait de côte sur les périodes 1947-1955, 1955-1964 et 1964-1972

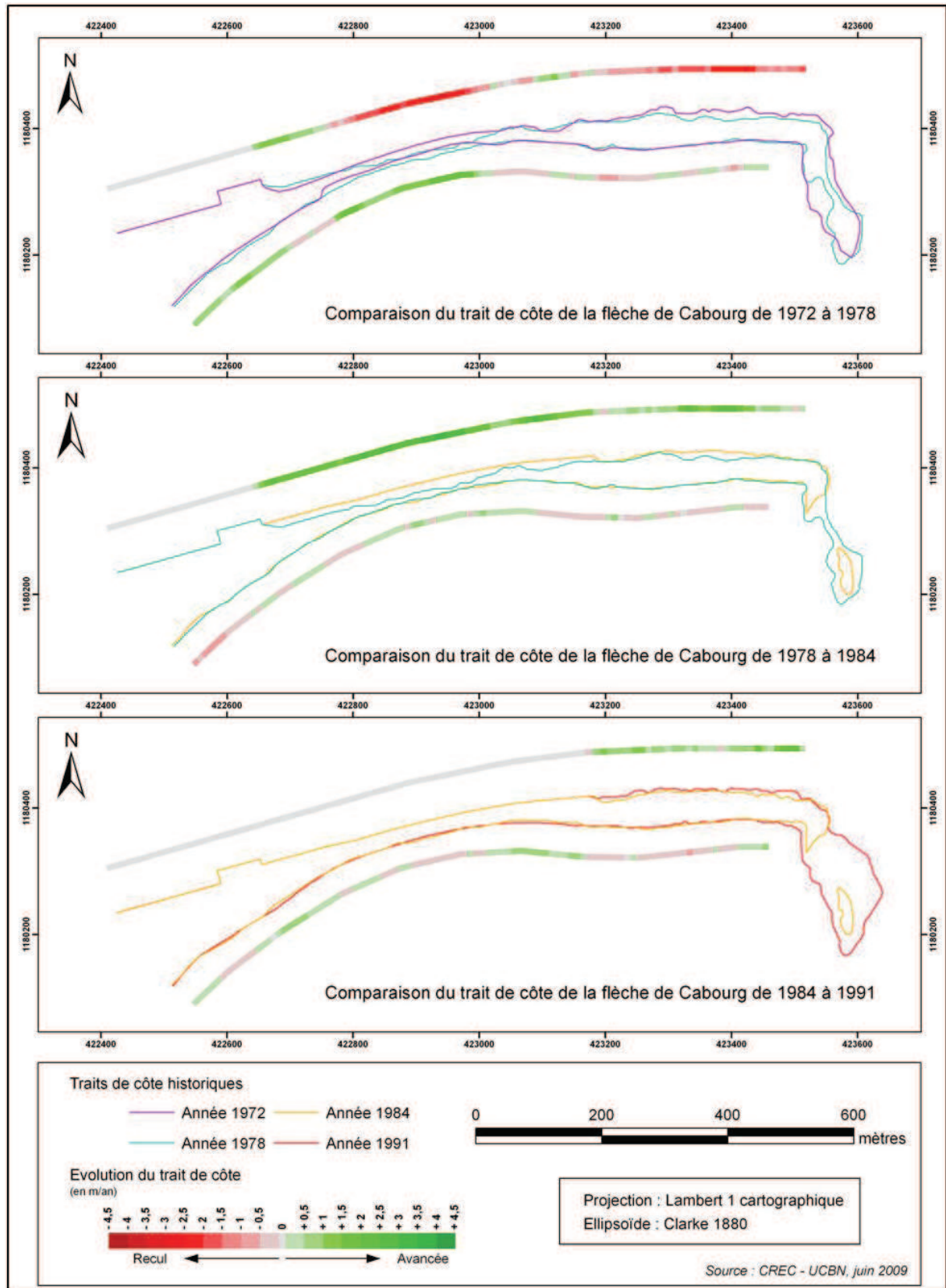


Figure An. 12 : évolution historique du trait de côte sur les périodes 1972-1978, 1978-1984 et 1984-1991

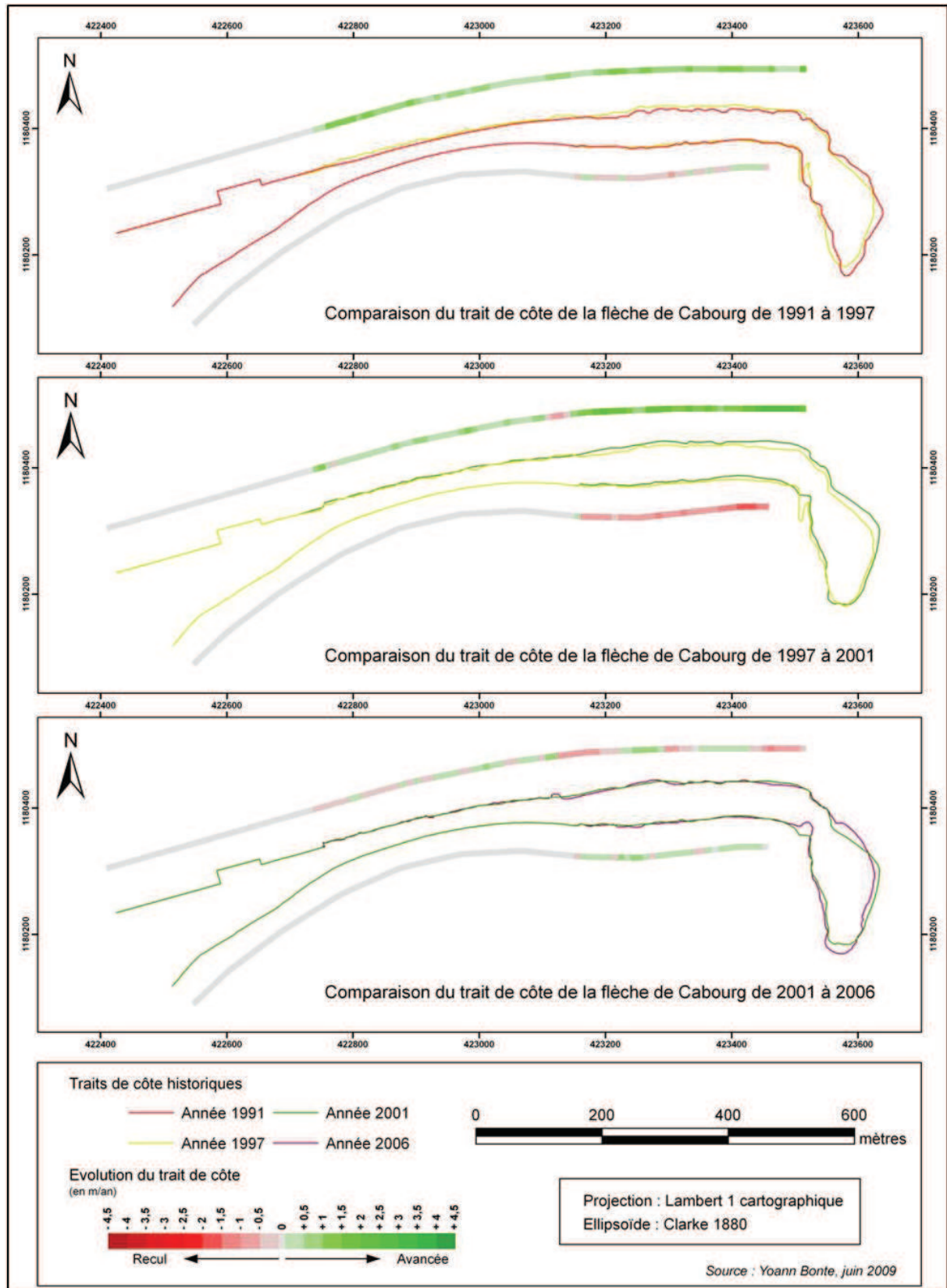


Figure An. 13 : évolution historique du trait de côte sur les périodes 1991-1997, 1997-2001 et 2001-2006

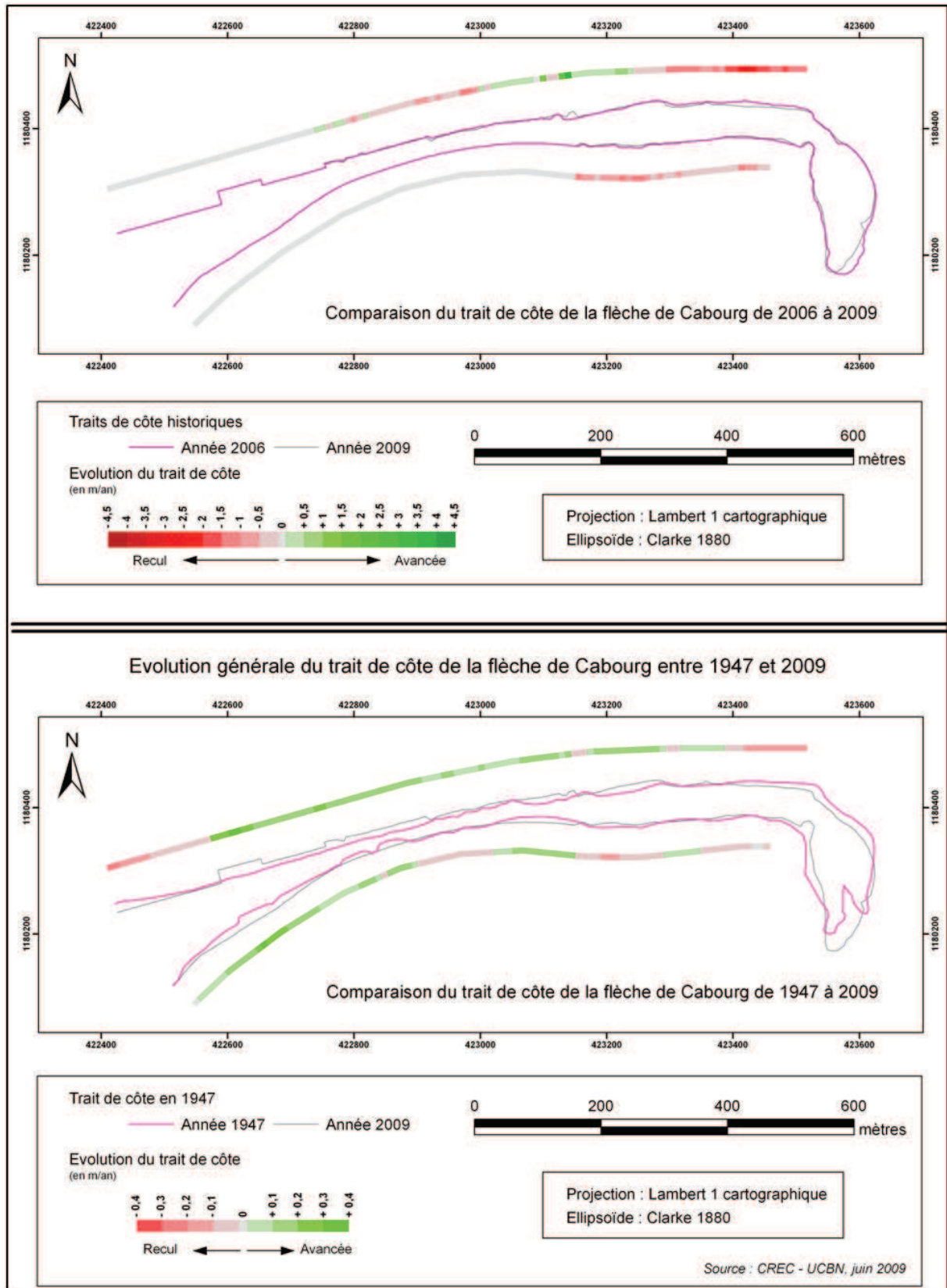


Figure An. 14 : évolution historique du trait de côte sur les périodes 2006-2009 et 1947-2009