

Premier plan d'appui scientifique à une politique de développement durable (PADD I)

Programme "Gestion durable de la Mer du Nord"

Etude des transports de sable naturels sur le plateau continental belge

BUDGET (Beneficial use of data and geo-environmental techniques)

Résumé de l'étude

*JEAN LANCKNEUS¹, VERA VAN LANCKER², GEERT MOERKERKE^{1,2},
DRIES VAN DEN EYNDE³, MICHAEL FETTWEIS³,
MARC DE BATIST², PATRIC JACOBS⁴*

¹Marine Geological Assistance
Violierstraat 24. 9040 Merelbeke

²Université de Gand. Renard Centre of Marine Geology
Krijgslaan 281, S-8. 9000 Gent

³Unité de gestion du Modèle Mathématique de la mer du Nord
Gulledelle 100. 1200 Brussel

⁴Université de Gand. Géologie sédimentaire et Géologie pour ingénieurs
Krijgslaan 281, S-8. 9000 Gent

SYNTHESE

Caractérisation du Plateau continental belge (PCB)

Le PCB est caractérisé par de nombreux bancs de sable regroupés sous les noms de Kustbanken (Bancs côtiers), Vlaamse Banken (Bancs des Flandres), Hinder Banken (Bancs du Large) et Zeelandbanken (Bancs de Zélande). Les Bancs côtiers et les Bancs de Zélande sont pratiquement parallèles à la ligne côtière, contrairement aux Bancs de Zélande et aux Bancs du Large dont l'axe du banc de sable forme un angle net par rapport à la côte.

Un certain nombre des bancs de sable présentent une édification géologique complexe qui est le résultat des différentes phases d'évolution. Ceci a pour conséquence que les sédiments ont tous un caractère très différent et peuvent varier depuis l'argile au sable grossier et au gravier. Toutefois, seule la couche supérieure est représentative du régime hydrodynamique actuel. L'épaisseur du Quaternaire est inférieure à 2,5 m dans la plupart des chenaux, où l'on peut également trouver une érosion locale de l'argile tertiaire.

La caractérisation morpho-sédimentologique du PCB comprend la compilation des données morphologiques et sédimentologiques, afin de définir des zones pouvant être retenues comme présentant un transport sédimentaire supérieur. Pour ce faire, nous avons d'abord cartographié la présence des structures du sol plus importantes, celles-ci s'étant formées sous l'action d'un régime de courants plus forts et étant normalement associées à des régions caractérisées par un apport sédimentaire significatif. Il fallait à ce sujet également connaître les sédiments concernés, ce qui a nécessité une compilation des données sur les sédiments.

Afin d'élaborer une vue d'ensemble globale des structures du sol présentes sur le PCB, les vallonements de sable ont été cartographiés sur la base de données provenant des publications, des enregistrements avec sonar latéral et des données multifaisceaux. Lorsque suffisamment d'informations numériques étaient disponibles sur la hauteur des structures, les vallonements de sable ont été classifiés en plusieurs classes de hauteur.

D'une manière générale, l'on retrouve les vallonements de sable les plus élevés à l'extrémité Nord des Bancs des Flandres (jusqu'à 8 m) et dans la partie Nord des Bancs du Large. Des vallonements de sable élevés ont également été constatés près des coudes présents à proximité d'un certain nombre de bancs de sable. Des champs de structures élevées se retrouvent également à l'extrémité occidentale du Gootebank et dans la partie Nord des Bancs du Large, où on peut les observer en grand nombre dans les chenaux (jusqu'à 11 m). Leur présence est fortement limitée plus près de la côte et l'on ne retrouve généralement pas de structures sur les bancs de sable. Le fait que les vallonements de sable les plus importants se retrouvent parfois dans les zones les moins profondes est étonnant.

Sur le plan sédimentologique, la différenciation des sédiments de surface est principalement la conséquence d'une configuration banc-chenal spécifique, où l'interaction entre le courant et la morphologie à grande échelle est responsable d'un tri hydraulique des sédiments. D'une part, la fraction de sable (0.063 - 2 mm) est le composant principal pour l'élaboration de bancs de sable, et, d'autre part, les sables plus grossiers, le gravier (> 2 mm) et la fraction silte-argile (< 0.063 mm) se retrouvent principalement dans les chenaux. Souvent le flanc à forte pente d'un banc de sable est caractérisé par une fraction de sable plus grossier, ce qui est principalement la conséquence d'un travail d'érosion du courant qui est plus fort le long de ce flanc. Les dépôts de gravier dans les chenaux sont des sédiments résiduels qui ne sont pratiquement pas transportés par le régime hydraulique actuel. La question du renouvellement de ces sédiments est d'ailleurs encore ouverte. Les plus fins sédiments se déposent principalement dans les parties plus profondes des chenaux, mais des études dans la zone proche du littoral montrent que de la vase peut être présente jusqu'à une profondeur de -6 m MMEE lorsqu'il y a de fortes concentrations de particules en suspension. Dans les bas-fonds, cette fraction est rincée par l'effet des vagues et

des courants. Au niveau du PCB, les sédiments de surface deviennent plus grossiers vers le large. Un aperçu de la littérature est donné en ce qui concerne les études effectuées sur les sédiments, à petite ou à grande échelle.

Un aperçu des mesures du courant et des autres mesures hydrodynamiques qui ont été effectuées sur le PCB est présenté. La plupart des mesures hydrodynamiques sont toutefois des mesures à court terme et sont liées à des questions d'étude spécifiques. Le modèle mathématique des courants, qui donne une compréhension de la propagation des courants à l'échelle du PCB, est implémenté dans une grille rectangulaire avec un quadrillage avec 750 x 750 m d'intervalle. Le long des frontières ouvertes, le modèle utilise l'output du modèle mu-STORM (un modèle hydrodynamique en 2D comprenant la mer du Nord et le Canal). A l'embouchure de l'Escaut, le modèle est couplé à un modèle hydrodynamique en 1D de l'estuaire de l'Escaut.

Les résultats du modèle du courant cité plus haut sont compilés sur la carte de synthèse où plusieurs ellipses de courant sont rendues en situation de marée d'équinoxe. Les ellipses fortement aplaties dans la zone proche du littoral et près de l'embouchure de l'Escaut sont remarquables. Plus en direction du large, et sur la 'Vlakte van de Raan', les ellipses deviennent plus rondes avec une incurvation à proximité des bancs de sable. Vers le nord du PCB, les ellipses de courant redeviennent plus rectilinéaires.

Aperçu des études sur le transport sédimentaire effectuées sur le PCB

Nous avons effectué un inventaire de toutes les études sur le transport sédimentaire effectuées sur le PCB, tant pour celles concernant le transport du sol, que celles sur le transport des suspensions. Un aperçu de chaque étude a été élaboré en prêtant attention à : (i) la méthode utilisée pour la déduction du transport sédimentaire, (ii) les résultats les plus importants et (iii) les directions du transport sédimentaire et, lorsque signalées, les quantités de sédiment transportées. Les études ont été classées en fonction de la méthode appliquée la plus importante.

Analyse critique des données et des méthodes appliquées

Tous les résultats du transport sédimentaire ont été compilés et analysés par méthode.

Directions du transport résiduel basées sur l'asymétrie des structures du sol

L'asymétrie des structures du sol présentes en transversale par rapport à la direction du courant peut être utilisée pour en déduire les directions du transport du sol résiduel. L'on utilise tant les petites à moyennes dunes (mégastries), que les grandes à très grandes dunes (vallonnements de sable) comme indicateurs du transport sur le PCB. L'asymétrie des structures du sol est définie en première instance par la direction du courant dominant, puisque la forme générale représente un état d'équilibre qui est le résultat de la force relative des directions de courant contraires. Sur un grand nombre de bancs de sable comme les Bancs des Flandres et les Bancs du Large, le courant du flux résiduel est responsable de l'asymétrie de flux des structures du sol sur le flanc occidental du banc et dans la partie orientale du chenal, et entraîne une symétrie de reflux pour le courant de reflux résiduel sur le flanc oriental du banc et dans la partie occidentale du chenal. Ce mécanisme est responsable d'une convergence du sable vers l'axe du banc, ce qui entraîne une élévation des sédiments sur la partie supérieure du banc.

- L'utilisation de l'asymétrie des structures du sol mène à de bons résultats quant à la déduction de la direction du transport sédimentaire résiduel. Les résultats qui ont été compilés à partir des différentes études sont conséquents et correspondent aux résultats obtenus avec d'autres techniques. Il faut toutefois tenir compte du fait que les résultats d'un seul enregistrement ne rendent pas toujours la direction du transport résiduel au niveau de la dynamique à long terme. Des mesures consécutives ont en effet démontré que pratiquement toutes les structures du sol peuvent modifier leur asymétrie et donc présenter tant une

asymétrie de flux que de reflux. Ces modifications de l'asymétrie sont induites par des conditions hydro-météorologiques définies où un vent dominant et une houle venant d'une direction déterminée peuvent renforcer le courant de flux ou de reflux. La rapidité de l'adaptation est fonction des dimensions des structures du sol. A la fin de la tempête, les structures du sol évolueront à nouveau vers leur asymétrie d'équilibre originelle, la rapidité de l'adaptation étant ici aussi fonction de leur taille. Ceci veut dire que les structures du sol peuvent être utilisées pour déduire à long terme les directions du transport résiduel, bien que les effets des facteurs externes doivent en être filtrés. L'asymétrie des très grandes structures du sol, (hauteur > 8 m) peut être considérée comme permanente et peut donc être utilisée pour en déduire le transport sédimentaire résiduel à long terme (plusieurs années).

- Les plus petites structures peuvent également être utilisées en tant qu'indicateur de la direction du transport, mais leur sensibilité par rapport aux conditions hydro-météorologiques dominantes doit d'abord être analysée.

Directions du transport résiduel basées sur les expériences avec traceur

Plusieurs expériences avec traceur ont été effectuées sur le PCB et les plages avoisinantes. Quelques techniques ont été appliquées pour en déduire le transport du sol résiduel.

- Des traceurs radioactifs ont été utilisés près du port de Zeebruges et la plupart des résultats reflètent la dominance du courant de flux en direction des Pays-Bas et un transport vers la côte qui est le résultat du travail des vagues couplé à un temps de tempête. Une expérience de traceur sur le Banc du Westdyck (France) a montré un transport du sol résiduel vers le NE, à nouveau en direction des Bancs des Flandres.
- Des expériences avec traceur fluorescent ont été effectuées sur les plages à l'est de Zeebruges et de Nieuwport, et ont montré un transport résiduel vers l'est. Une seule étude avec traceur fluorescent a été effectuée en mer. Le sable fluorescent a ici été déversé sur les deux flancs du Banc de Middelkerke. Bien que les résultats aient été influencés par toute une série de facteurs, l'on a pu déduire un transport résiduel en direction NE pour le flanc occidental du banc et en direction SO pour le flanc oriental. Un transport sédimentaire autour du banc a également pu être déduit.
- Une seule expérience avec du sable magnétique a été effectuée sur la plage de Nieuwport. Les résultats ont indiqué que le sédiment traceur a été principalement transporté en direction SO.

Une série d'expériences avec traceur a été effectuée pour en déduire le transport de suspension.

- Six injections de traceurs radioactifs ont été effectuées. Les résultats indiquent une recirculation vers la zone côtière où les sédiments ont été enfermés, avec une légère dominance du transport sédimentaire vers le NE. Les résultats doivent toutefois être considérés avec toute la prudence nécessaire, car toute une série de facteurs ont influencé les résultats.
- Une série de traceurs naturels peut être utilisée pour en déduire les mouvements d'eau résiduels à long terme et sur une grande échelle. Des mesures de salinité, effectuées sur le plateau néerlandais, indiquent que l'eau résiduelle est transportée en direction NNE et que la vitesse du transport augmente de pratiquement zéro en zone côtière belge à 6 cm/s près de Texel. Les mouvements sédimentaires résiduels peuvent également être déduits des déplacements de minima de particules en suspension et de la température de l'eau en surface détectée par des images satellitaires à infrarouge thermique.

Les résultats des expériences avec traceur effectuées sur le PCB ont révélé des informations utiles sur les directions du transport résiduel. La technique n'est pas toujours couronnée de succès, étant donné que des facteurs déterminés peuvent contrarier la distribution normale des particules de traceur. Lorsque la région où est effectuée l'expérience avec traceur est soumise à une accumulation sédimentaire, les éléments traceurs peuvent être recouverts de sédiments, ce qui fait qu'ils ne sont plus disponibles pour le transport. Des expériences en mer avec traceurs fluorescents exigent des opérations d'échantillonnage étendues, ce qui rend la méthode coûteuse. Dans ce cas, il est souhaitable de s'appuyer sur d'autres techniques de traceurs, où la détection des particules marquées s'effectue par une sonde remorquée. En raison du genre non écologique des traceurs radioactifs, l'utilisation de traceurs magnétiques est à recommander.

Directions de transport résiduel basées sur la différenciation des sédiments

Les variations du patron spatial des paramètres granulométriques sont appliquées de différentes manières pour en déduire des directions de transport résiduel. Deux techniques ont déjà été appliquées sur le PCB : la Sediment Trend Analyse (STA) et une analyse des fractions.

- Dans le cas de la STA, les paramètres granulométriques (taille moyenne des grains, triage et obliquité) d'un échantillon de sédiments sont comparés avec les valeurs des échantillons voisins. Un transport résiduel a lieu s'il y a présence d'une tendance de transport spécifique entre 2 échantillons. La plupart des études effectuées sur le PCB indiquent que les résultats les plus fiables ont été obtenus pour une combinaison des tendances de transport FB- (plus fin, mieux trié et obliquité négative) et CB+ (plus grossier, mieux trié et obliquité positive). Les tendances où le triage se dégrade dans la direction du transport montrent peu de similitudes avec les directions de transport déduites à l'aide des autres techniques.
- La STA a été appliquée pour l'ensemble de la partie Sud de mer du Nord, sur les zones côtières orientales et occidentales, sur les sections du Banc de Kwinte, Banc de Middelkerke, Banc de Goote et de Ravelingen et sur une région à l'Est de Zeebruges. Une STA, appliquée à l'ensemble de la partie sud de la mer du Nord indique que l'on peut faire une différence entre deux régions : la zone côtière, dans laquelle le transport est dirigé vers la plage, et la région vers le large, où domine un transport en direction NE. Les résultats de la STA effectuée à l'échelle d'un système côtier et sur des sections des bancs de sable confirment et complètent les directions de transport déduites de l'asymétrie des structures du sol. Le modèle sédimento-dynamique déduit des structures du sol, où du sable est transporté résiduellement sur les deux flancs du banc par le courant de flux et de reflux, se retrouve également en appliquant la STA
- Les différentes études ont montré que la STA est utilisable pour obtenir une compréhension des directions du transport sédimentaire. Pour en déduire des directions du transport résiduel, il faut compléter les résultats de la STA par des techniques complémentaires et pouvoir disposer des données hydrodynamiques. Il est également conseillé d'effectuer une STA au sein d'un seul environnement sédimentaire.
- L'étude de la distribution des différentes classes granulométriques a été appliquée pour la zone occidentale de la côte, où des processus d'augmentation de la grossièreté, d'augmentation de la finesse et de rinçage des fractions granulométriques spécifiques ont pu être observés et mis en relation avec différentes conditions hydro-météorologiques. Vu d'une manière relative, les sédiments les plus grossiers sont associés aux conditions de beau temps, et les sédiments de sable plus fin aux conditions plus rudes, étant donné que ceux-ci sont amenés dans le système sous ces conditions.

Transport résiduel basé sur les mesures du courant et des concentrations de particules en suspension

- Un grand nombre de mesures du courant et des concentrations des particules en suspension ont été effectuées sur le PCB, principalement dans le cadre de l'extension du nouveau port externe de Zeebruges. Ces observations à court terme donnent une vue d'ensemble de

l'ordre de taille des concentrations de suspensions, bien qu'avec une forte fluctuation dans le temps.

- Des données continues sur la vitesse du courant et les concentrations sédimentaires au cours d'une période plus longue (marée d'équinoxe - marée de morte-eau) sont de préférence obtenues avec des instruments comme des détecteurs Optical Backscatter (OBS) ou des profileurs acoustiques du courant à effet Doppler (ADP). Ces mesures peuvent être effectuées depuis le navire ou depuis le sol à l'aide de châssis d'instrument. Un petit nombre de ces mesures ont déjà pu être effectuées sur le PCB. Des mesures sur les quais de déchargement Zeebruges Est et S1 ont permis de déterminer exactement le transport résiduel des suspensions pendant la marée d'équinoxe (jusqu'à 15 tonnes/m/jour), la marée moyenne et la marée morte-eau (jusqu'à 4 tonnes/m/jour).
- Des mesures de la concentration sédimentaire combinées avec des enregistrements scanner à multispectres aériens et un modèle hydrodynamique en 2D ont été utilisés pour déterminer le transport des suspensions pour l'ensemble de la zone côtière. Le transport résiduel était parallèle à la côte, avec une dominance de flux pour pratiquement toute la côte. Les valeurs du transport résiduel variaient entre 0.6 et 5 tonnes/m/jour.

Directions du transport résiduel basées sur des modèles du transport sédimentaire

Les modèles de transport numériques, appliqués au PCB, peuvent être subdivisés en modèles de la charge en suspension et modèles de la charge totale.

- Les modèles cohésifs du transport sédimentaire pour le PCB sont des modèles régionaux, présentant un grand nombre de simplifications (en raison d'une connaissance limitée de l'environnement physique). Les champs de turbulences, paramétrés comme un phénomène à petite échelle, la composition du sol et les conditions limites sont mal connues en raison du manque de données collectées sur terrain. La dynamique du sol (érosion et dépôt en fonction de la composition sédimentaire, transport, consolidation) est simulée en utilisant des relations simplifiées ; l'effet des processus biologiques n'est pas pris en compte.
- Les processus responsables de la formation des turbidités élevées sont les courants et l'apport de particules en suspensions par le Pas-de-Calais. En raison de la diminution du transport résiduel venant du NE et des bas-fonds de la région, les particules en suspension sont concentrées dans les eaux belgo-néerlandaises et une turbidité maximale est créée à proximité de Zeebruges. La présence d'une turbidité maximale peut le mieux être comparée à une stagnation de sédiments. L'érosion de l'argile tertiaire, des boues holocènes et des couches de tourbe sont partiellement responsables de l'augmentation de la concentration des particules en suspension dans la région étudiée.
- Les sédiments fins sont continuellement déposés et remis en suspensions, les concentrations différant en fonction du cycle temporel, du cycle marée d'équinoxe - marée de morte-eau et des conditions hydro-météorologiques. Le dépôt, la resuspension et le transport de la vase au cours d'un cycle temporel sont des processus de base et sont responsables de la concentration des particules en suspension dans la zone de turbidité maximale.
- Les différences entre la marée d'équinoxe et la marée de morte-eau sont partiellement responsables du caractère permanent des dépôts de vase. Pendant la marée de morte-eau, la vase a plus de chances de se déposer, de se consolider et d'abaisser sa sensibilité à l'érosion. L'on retrouve alors plus de vase sur le sol et la concentration des particules en suspension est relativement faible. Pendant la marée d'équinoxe, une partie des sédiments déposés est remise en suspension.
- Un modèle de la charge totale récent utilise des informations hydrodynamiques et des informations sur les vagues pour calculer le transport sédimentaire. Les résultats montrent un transport sédimentaire sur les bancs de sable qui se fait en sens horaire : vers le NE sur les

flancs occidentaux des bancs et vers le SO sur les flancs orientaux des bancs. Le transport a une direction NE dans la zone du littoral (20 km), une direction O dans le Scheur, et au large (au nord des bancs de sable) le transport sédimentaire se fait vers le SO.

Critères d'évaluation

Les échelles spatiale et temporelle sur lesquelles les résultats concernant le transport résiduel obtenus à l'aide des différentes méthodes peuvent être appliqués, peuvent fortement différer entre elles. Quatre catégories ont été définies tant pour l'échelle temporelle (micro-échelle : heures jusqu'à jours ; meso-échelle: jours jusqu'à semaines ; macro-échelle: semaines jusqu'à mois ; mega-échelle: années jusqu'à décennie) que pour l'échelle spatiale (micro-échelle : 0.1 jusqu'à 1 m) ; meso-échelle: 1 jusqu'à 100 m ; macro-échelle: 100 m jusqu'à 1 km ; mega-échelle : 1 – 100km).

Budgétisation des sédiments

Etablir la balance sédimentaire pour le PCB est néanmoins encore toujours difficile à partir des données existantes. En effet, des données quantitatives ne sont disponibles que pour les activités humaines sur le PCB, comme les travaux de dragage, l'extraction du sable et le remblayage des plages.

- Chaque année, l'on extrait $\pm 1.4 \times 10^6$ Tonnes Substance Sèche (TSS - sable) des chenaux de navigation par dragage
- Les mesures indiquent que 80-90% du matériel déchargé reste sur la décharge. Les résultats de la STA indiquent que 10-20% sont retransportés vers les chenaux de navigation (ceci correspond à $0.08 - 0.16 \times 10^6$ TSS pour les quais de déchargement B&W S1 pour l'année de dragage 1997). La STA indique également que le nouveau sédiment qui se sédimente dans les chenaux de navigation provient de l'ouest (Banc de Wenduine, Wandelaar).
- Certaines parties de la côte belge sont soumises à l'érosion. Au cours des années '90 environ 1.1×10^6 TSS/an de sable ont été apportés pour le remblayage des plages.
- 2.5×10^6 TSS de sable sont extraits par an (90% proviennent du Banc de Kwinte).
- Selon des études nationales et internationales, le transit sédimentaire global le long des côtes françaises, belges et néerlandaises en direction NE est estimé à 5 à 10×10^6 TSS/an. Une estimation de 20×10^6 TSS/an a été avancée au cours d'une étude récente sur le transport des suspensions.

Sur la base d'une période de mesurage de 40 jours, pendant laquelle les profils du courant et des suspensions ont été enregistrés pour le Banc de Middelkerke, les quantités de transport suivantes ont été obtenues :

- 0.9 Tonnes/m/jour (jusqu'à 30 cm au-dessus du sol) le long du flanc à forte pente ; ceci était 10 plus que pour le flanc au sud (0.05 Tonnes/m/jour) ; le transport du sable avait lieu en direction de l'axe principal de la rose des courants, ce qui correspond à une déviation de 25° par rapport à l'axe du banc.
- Le sédiment transporté le long du flanc à forte pente présentait une taille des grains entre 100 et 140 μ m ; cette fraction ne se retrouvait pas en proportions significatives dans les échantillons de sédiments du flanc du banc, ce qui signifie que ce sédiment provenait des eaux plus profondes.
- Lorsque l'on ne tient pas compte des fractions plus fines, la quantité de transport du sable plus grossier ($> 200 \mu$ m) correspond aux 2 points de mesure sur une période de 40 jours.
- Les quantités de transport sont cohérentes par rapport à une échelle temporelle de 100-1000 ans pour la formation du banc.

Recommandations

L'accent est mis ici sur une cartographie efficace du sol avec différents produits finis offrant de l'intérêt tant pour les scientifiques que pour les utilisateurs et ceci tant pour des applications à grande qu'à petite échelle. Deux techniques de cartographie ont été présentées : multifaisceaux et sonar latéral. Les deux techniques sont complémentaires et leur combinaison permet une cartographie morphologico-topographique à haute résolution, y compris une approche de la texture du sol marin. De plus, les deux techniques peuvent traiter les données de réflexion (Backscatter) de manière quantitative, ce qui fait que les types de sédiments peuvent être cartographiés de manière efficace et objective à l'aide de programmes de classification automatiques. Il existe toutefois encore d'autres techniques qui devraient être analysées.

La vérification sur terrain revêt une priorité élevée, puisque des recherches complémentaires sur la corrélation entre les paramètres acoustiques et les caractéristiques des sédiments restent nécessaire. Prélever des échantillons non remués dans des régions avec un faciès acoustique permet de vérifier les classes de sol marin et de définir de cette manière les principaux types d'agrégats présents sur le PCB. Pour ce faire, il faudra toutefois pouvoir toujours disposer des appareils de prélèvement d'échantillons appropriés, combinés si possible à des enregistrements vidéo. Cette approche ouvre également des perspectives pour les études sur la biodiversité.

Les opérations d'échantillonnage doivent être planifiées de la manière la plus efficace possible et doivent tenir compte de l'environnement sédimentaire à plus grande échelle. Il est donc également recommandé, principalement dans le cadre d'études de monitoring, d'échantillonner des régions aussi homogènes que possible et sur une surface suffisamment étendue pour qu'une erreur de positionnement sur l'endroit d'échantillonnage ne puisse pas entraîner des décisions erronées.

Les mesures hydrodynamiques et les mesures du transport sédimentaire gardent une grande importance pour toutes les études de transport des sédiments. Bien qu'un modèle mathématique reste la technique la mieux appropriée pour étudier la dynamique sédimentaire à long terme et à grande échelle, il faut pourvoir les modèles de données réalistes sur la vitesse du courant et les concentrations sédimentaires. De plus, la quantification du transport sédimentaire, et de la budgétisation sédimentaire qui en découle, est importante pour une gestion durable du sol marin.

En ce qui concerne les études sur le transport sédimentaire, les châssis au sol équipés des détecteurs nécessaires, et les mesures effectuées au moins pendant un cycle marée de morte-eau - marée d'équinoxe, sont conseillés. Ceci permet d'avoir des données sur le transport du sol et le transport des suspensions, la hauteur des détecteurs au-dessus du sol marin étant adaptée en fonction des objectifs. Bien que cette technique permette d'obtenir des informations détaillées sur le transport sédimentaire, les résultats obtenus concernent toujours des observations ponctuelles et l'extrapolation à grande échelle est souvent difficile.

L'utilisation de profileurs de courant acoustique à effet Doppler combinés à l'utilisation de détecteurs Optical Backscatter (calibrés avec soin) permet, bien que naviguant, de calculer le flux sédimentaire pour l'ensemble de la colonne d'eau. Leur désavantage est toutefois le fait que souvent ces mesures n'atteignent pas le sol marin, ce qui représente un défaut au niveau des études du transport sédimentaire. L'ADP peut également effectuer des mesures à partir d'un châssis au sol.

Un instrument qui offre la possibilité d'analyser la taille du grain de sédiment en suspension in-situ est le Laser In-Situ Scattering and Transmissometer (LISST). Ce type d'instrument est relativement nouveau et prometteur au niveau des études du transport sédimentaire, mais jusqu'à présent n'a pas encore été utilisé à des fins de recherche sur le PCB. Cet instrument peut également être monté sur un châssis et effectuer des mesures sur une période de plusieurs semaines.

Les mesures sédimento-dynamiques sur terrain peuvent être utilisées pour l'input, la calibration et la validation des modèles numériques. Les logiciels actuels permettent une modélisation hydrodynamique à haute résolution en 2D ou en 3D du courant et du transport de l'eau, tant sous l'influence de la marée que sous l'influence des différentes conditions hydro-météorologiques. De plus, la propagation et la transformation des vagues peuvent être simulée, y compris l'évolution des vagues sous l'influence des différents vents, des vitesses du courant et des profondeurs. Combinée avec la modélisation du transport des sédiments (charge du sol, charge en suspension et charge totale), l'évolution morphologique du sol marin peut être simulée sur une période allant de plusieurs jours à plusieurs années.

L'étude de la mobilité du sol marin est un exemple d'application d'une stratégie de recherche intégrée. La compilation des données existantes et des données nouvellement collectées combinées avec la modélisation numérique permet d'évaluer la capacité de transport sédimentaire d'une région et d'acquérir une nouvelle compréhension des régions originaires des sédiments.

Afin de maximaliser l'efficacité et l'utilisation pratique des données sur le sol marin, il faut gérer toutes les données disponibles à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG), qui permet de sélectionner les données en fonction des besoins de l'utilisateur final. Ceci serait par exemple d'une grande utilité lors de l'extraction des agrégats marins. Les précautions nécessaires doivent toutefois être prises lors de la production automatisée des cartes des contours, lorsqu'il n'y a pas de connaissances disponibles sur l'environnement sédimentaire concerné.

Enfin, il est conseillé d'élaborer des lignes directrices et de protocoles pour les objectifs de cartographie et les opérations de prélèvement d'échantillons, ce qui simplifierait fortement l'élaboration et l'évaluation des études d'impact environnemental. Si l'on pouvait disposer d'un SIG des agrégats marins sur le PCB, une information standardisée d'arrière-plan pourrait être produite de manière simple. En tous cas, une gestion générale des données est indispensable afin de prévoir les besoins futurs et de simplifier la prise de décisions.