

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

Programme "Gestion durable de la Mer du Nord"

Suivi intensif de l'évolution d'un habitat benthique protégé (HABITAT)

Résumé de l'étude

*STEVEN DEGRAER¹, VERA VAN LANCKER³, GEERT MOERKERKE³, GERT VAN HOEY¹,
MAGDA VINCX¹, PATRIC JACOBS² AND JEAN-PIERRE HENRIET³*

¹Université de Gand. Département Biologie. Section Biologie marine
Ledeganckstraat 35. B-9000 Gent

²Université de Gand. Géologie sédimentaire et Géologie pour ingénieurs
Krijgslaan 281, S-8. B-9000 Gent

³Université de Gand. Renard Centre of Marine Geology
Krijgslaan 281, S-8. B-9000 Gent

SYNTHESE

Introduction

La région des Bancs côtiers occidentaux (3400 ha) est un système de bancs de sable- (Trapegeer, Broersbank et Den Oever) et de chenaux (Potje et Westdiep), caractérisé par des profondeurs allant de -15 m à 0 m MME. Elle présente la géomorphologie la plus diverse le long de la côte belge, entraînant la diversité biologique élevée et la richesse de cette région. Son intérêt écologique a déjà été indiqué par le nombre important d'oiseaux hivernant dans cette région (le canard marin noir *Melanitta nigra*). En raison de la présence de nombreux oiseaux de mer, cette région est reconnue comme importante pour les oiseaux de mer au niveau international (convention Ramsar). De plus, elle remplit les critères de la directive UE sur les oiseaux et a été proposée comme région correspondant à la directive Habitat de l'UE. C'est pourquoi les autorités belges analysent la nécessité et la possibilité d'une reconnaissance du statut de zone marine protégée à cette région des Bancs côtiers occidentaux.

En tant que source de nourriture pour différents oiseaux de mer et d'espèces de poisson demersales, le macrobenthos remplit un rôle important au sein de l'écosystème des bancs côtiers occidentaux. Afin de soutenir un plan de gestion pour la région naturelle proposée, il faut donc posséder une connaissance bien étayée de la distribution spatiale naturelle et de la variation temporelle du macrobenthos.

L'objectif général du projet comprend en premier lieu l'enrichissement des données nécessaires pour l'élaboration et l'évaluation scientifique d'un plan de gestion d'une future zone marine naturelle. En raison du rôle crucial du macrobenthos au sein de l'écosystème marin, l'on étudiera principalement la distribution et la variation temporelle des communautés macrobenthiques, ceci en relation avec les conditions sédimentologiques, bathymétriques et hydrodynamiques. De plus, des moyens d'évaluation, économiques en temps et en argent, seront développés au profit du plan de gestion.

Matériel et méthode : généralités

Des heures de bord ont été accordées par l'Afdeling Waterwegen Kust du Ministère de la Communauté flamande (Oostende XI et Ter Strep). Des heures de bord supplémentaires (R/V Belgica) ont été obtenues via le Modèle Mathématique de la Mer du Nord et de l'Estuaire de l'Escaut (UGMM), pour l'utilisation d'un profileur de courant acoustique à effet Doppler (ADCP). Les bateaux de recherche sont toujours équipés de systèmes de positionnement différentiels (DGPS).

Les données bathymétriques, à faisceau simple et multifaisceaux, seront reprises et corrigées en ce qui concerne le mouvement vertical du bateau et la marée.

Les images obtenues avec un sonar latéral (*in casu* GeoAcoustics dual frequency side-scan sonar avec une fréquence de 410 kHz) seront reprises, afin d'obtenir des images à très haute résolution du sol marin. L'on a essayé d'atteindre une vitesse de 4 nœuds avec le navire.

Afin d'obtenir des données sur le macrobenthos pour l'ensemble de la région ainsi que des données sur l'environnement physico-chimique, 260 échantillons ont été collectés au total, répartis de manière uniforme sur la région d'étude, avec un espacement mutuel de 500 m. Dans chaque station, l'on a prélevé des échantillons du macrobenthos (benne Van Veen), des sédiments (benne Van Veen), des matériaux en suspension (SPM) (bouteille Niskin), de la concentration en nutriments dans le sol (benne Van Veen) et dans la colonne d'eau (bouteille Niskin), ainsi que les concentrations de pigment dans la colonne d'eau (bouteille Niskin). La profondeur de l'eau a été enregistrée au moment du prélèvement des échantillons. Les échantillonnages ont été effectués en octobre 1999, en mars et en novembre 2000. Les échantillons de macrobenthos ont été tamisés sur un tamis de 1 mm et tous les organismes ont été déterminés jusqu'au niveau des sortes. Les échantillons de sédiments ont été analysés avec

un compteur LS Coulter et tamisés jusqu'à $\frac{1}{4}$ phi pour la détermination des paramètres granulométriques. Les nutriments dans la colonne d'eau et de sable (nitrite, nitrate, ammonium, phosphate et silicium) ont été mesurés par exemple avec des chaînes automatisées (SAN^{plus} segmented flow analyser, SKALAR). Les pigments dans la colonne d'eau (chlorophylle a, c et fucoxanthine) ont été mesurés à l'aide d'une extraction immédiate avec de l'acétone avant d'effectuer une 'Gilson high-performance liquid chromatography chain' selon la méthode de Mantoura & Llewellyn (1983). La teneur en particules en suspension a été obtenue en filtrant l'eau de mer au travers d'un filtre GF/C et la détermination du poids net à sec du filtre après filtration.

Présentation régionale du macrobenthos et de son environnement physico-chimique

VUE D'ENSEMBLE DE L'HABITAT BENTHIQUE

En raison de la valeur écologique élevée présumée de la région, comme indiquée par le nombre important d'oiseaux de mer hivernant dans la région, l'on avait déjà prêté attention à l'habitat benthique des Bancs côtiers occidentaux au niveau scientifique. Nous avons établi un aperçu de ce qui avait été fait, en accordant une attention spéciale au développement d'une banque de données et à l'élaboration de cartes en tant que moyen de présentation de la distribution spatiale des différentes variables.

Au cours d'une première phase, des cartes ont été élaborées sur la base des données existantes, provenant de la littérature et des rapports. Ceci comprenait une compilation et une intégration des données bathymétriques, morphologiques, sédimentologiques, hydrodynamiques et des données sur le macrobenthos afin d'obtenir une meilleure caractérisation de l'habitat benthique de la région d'étude. Chaque carte est le résultat d'une compilation de l'information disponible structurée dans une banque de données. Etant donné qu'une banque de données permet d'intégrer des données et de superposer les nouvelles données collectées, celle-ci forme un moyen de visualiser l'évolution naturelle de la région et est immédiatement utilisable pour la définition de la situation actuelle (situation t₀) de l'écosystème des Bancs côtiers occidentaux.

Une carte morphologico-bathymétrique a été élaborée, avec une indication schématique des structures du sol présentes et de leur asymétrie relative. La région est caractérisée par un système de bancs de sable-chenaux de profondeurs différentes. Les structures des élévations de sable de dimensions variables sont superposées sur la morphologie à grande échelle. En raison des bas-fonds de la région, le sol marin est fortement soumis aux forces hydrodynamiques ; ceci s'illustre le mieux par les structures du sol. Une campagne de reconnaissance avec un sonar latéral à très haute résolution digitale (septembre 1999) a confirmé la présence de ces structures du sol et a témoigné de la diversité élevée et de la complexité du sol marin.

Les sédiments de surface sont dominés par la présence de sables fins à moyens avec une augmentation nette de la grossièreté une fois que l'on atteint les régions plus en bas-fonds. Les bancs de sable sont généralement les plus grossiers, souvent caractérisés par des particules de coquillages brisés, par contre les sédiments de surface dans les chenaux montrent un pourcentage plus élevé d'argile silteux.

La région est caractérisée par une marée macrotidale semi-diurne (5.4 m). Le courant de marée est caractérisé par des ellipses du courant de marée allongées, asymétriques avec une dominance du courant de flux (NE-ENE), qui peut atteindre 1.32 m/s dans le chenal du Westdiep. Une modélisation numérique (mu-BCZ) avec une résolution quadrillée de 750 m, a montré que le courant le plus fort se trouvait dans le chenal du Westdiep et près du pied du Trapegeer. En partant de calculs du transport des sédiments, l'on a établi que les sédiments de surface sont principalement mobiles au cours des marées d'équinoxe et des marées moyennes, et ceci depuis pratiquement 1 heure avant jusqu'à 1 heure après la marée haute. C'est principalement dans le chenal du Westdiep et dans le Noordpas que le courant de reflux est suffisamment fort pour pouvoir mettre des sédiments en suspension. Pour obtenir une compréhension de la propagation de la marée au travers de la région, l'on a également effectué

une modélisation numérique sur une résolution quadrillée de 250 m, basée sur les informations bathymétriques détaillées. Bien que les résultats soient encore en cours de validation, ils indiquent clairement la variation de courant en fonction de la morphologie à grande échelle, y compris une augmentation du courant dans les chenaux.

Pour la période 1999, nous ne disposons que de peu d'informations sur le macrobenthos des Bancs côtiers occidentaux (32 stations). Les données sont limitées au Trapegeer, Broersbank, Den Oever et au Potje et il n'y a pratiquement pas d'informations disponibles sur le chenal du Westdiep. La densité macrobenthique totale variait de pratiquement 100 à plus de 26000 ind./m², certes avec un nombre de sortes par surface échantillonnée de 0.1 m² (N₀) variant toutefois entre 4 et 28 sortes. De manière générale, la moindre densité et la plus faible richesse en sortes ont été constatées sur les bancs de sable Trapegeer et Broersbank, contrairement aux parties plus profondes de la région. L'on a différencié trois communautés macrobenthiques distribuées sur la région. La communauté riche au niveau macrobenthique *Abra alba* – *Mysella bidentata* (syn. communauté *Lanice conchilega*) a principalement été retrouvée dans les parties plus profondes du Potje et le long du versant Nord du banc de sable Trapegeer, alors que la communauté *Ophelia limacina* – *Glycera lapidum* (syn. communauté *Mytilus edulis*) se retrouve de préférence dans les régions moins profondes (ex. sur la partie supérieure du Broersbank). L'on retrouve la communauté *Nephtys cirrosa* sur la partie supérieure du banc de sable Trapegeer et sur le Broersbank. La distribution spatiale des 7 sortes macrobenthiques a été présentée. Bien que ces données offrent un premier aperçu de la structure communautaire et de la distribution spatiale macrobenthique dans la région des Bancs côtiers occidentaux, celles-ci doivent être interprétées avec un peu de prudence. Ceci est principalement dû au fait que la région présente de fortes variations géomorphologiques, les données provenant des quelques 32 stations doivent donc être considérées comme ponctuelles et une extrapolation spatiale des caractéristiques macrobenthiques n'est pas opportune.

HABITAT MACROBENTHIQUE : DISTRIBUTION SPATIALE

A cause des fonctions trophiques importantes en tant que source alimentaire pour les oiseaux de mer et les sortes de poisson demersales, le macrobenthos représente une composante extrêmement importante au sein de l'écosystème des Bancs côtiers occidentaux. C'est pourquoi il faut ici obtenir d'abord une connaissance de la distribution spatiale du macrobenthos pour s'en servir lors de l'établissement d'un plan de gestion de la région marine naturelle proposée. Trois sous-régions présentant une diversité géomorphologique maximale ont été différenciées pour la valorisation et l'extension de la connaissance concernant la distribution spatiale au sein de l'habitat macrobenthique.

Les trois sous-régions ont été enregistrées entièrement au niveau acoustique à l'aide d'une reconnaissance effectuée avec un sonar latéral à résolution d'image très élevée combiné à des relevés bathymétriques à faisceau unique ou multifaisceaux couvrant l'ensemble de la région. Ceci permettait d'étudier le genre intrinsèque du sol marin en relation avec la morphologie à grande échelle. La combinaison de la réflectivité, de la texture et des patrons tels que déduits des images du sonar latéral ont été traduits en un faciès acoustique qui a principalement été interprété en fonction de la morphologie à petite échelle et des structures du sol, de la répartition des sédiments et de leur degré de compactage relatif, ceci étant superposé par les effets hydrodynamiques.

Les échantillons de sédiments ont confirmé la largeur de l'éventail sédimentaire et leur forte variation sur parfois une très petite distance. Sur les bancs de sable, la distribution des sédiments de surface est déterminée par l'hydrodynamique, c'est-à-dire que les courants sont suffisamment forts pour trier hydrauliquement les sédiments. Les chenaux sont caractérisés par une composition sédimentaire diverse. Ceci est principalement dû à la forte disponibilité de sédiments à grains fins qui peuvent se déposer au cours du reflux. Par contre, le chenal du Westdiep est caractérisé par des sédiments plus grossiers. Ceci a également été indiqué par les images du sonar latéral, ce qui confirme que ce chenal peut être considéré comme un environnement à valeur énergétique élevée.

Des analyses avec un profileur de courant acoustique à effet Doppler (ADCP) ont été effectuées au pied du versant orienté vers la mer du banc de sable Trapegeer ; celles-ci ont confirmé un courant de marée rectilinéaire à forte dominance du flux, à pratiquement 1m au-dessus du sol. La corrélation entre la grande diversité spatiale de la région et les résultats des modèles hydrographiques numériques doit toutefois encore être analysée.

La distribution spatiale du macrobenthos, telle que déterminée sur la base des données historiques, a été confirmée par les études détaillées effectuées dans la région. A côté de l'association des sortes *Magelona mirabilis*, l'on retrouve trois des quatre communautés macrobenthiques subtidales du PCB dans la région des Bancs côtiers occidentaux : les communautés *A. alba - M. bidentata*, *N. cirrosa* et *O. limacina - G. lapidum*. Chaque communauté n'est présente que dans un environnement physico-chimique très spécifique. Bien que l'on ait retrouvé chaque communauté distribuée sur toute la région, une certaine zonification, déterminée entre autres par la profondeur, a pu toutefois être indiquée. La communauté *A. alba - M. bidentata* a été signalée comme une communauté de valeur élevée au niveau écologique sur le PCB. La communauté est en effet caractérisée par ses densités macrobenthiques très élevées (en moyenne 7589 ind./m²) et sa diversité (en moyenne 37 sortes/0.1 m²). De plus, l'on retrouve également des densités importantes de nombreuses sortes de bivalves (e.a. *A. alba* : 995 ind./m² et *Fabulina fabula* : 273 ind./m²). Ces bivalves sont connus comme formant une source alimentaire importante pour les grands prédateurs épibenthiques (e.a. le cabillaud *Gadus morus* et la sole *Solea solea*) et les canards marins se nourrissant de benthos (e.a. le canard marin noir *Melanitta nigra*). Les chétopodes tubicoles, *Lanice conchilega* se retrouvent également principalement au sein de la communauté *A. alba - M. bidentata*. En raison de (1) la stabilisation locale du sédiment par une densité élevée de *L. conchilega* et (2) d'une complexité augmentée de l'habitat à la suite de la présence de tubes, ce chétopode remplit fort probablement un rôle important de structuration de l'habitat au sein de l'écosystème. Une corrélation positive entre la densité macrobenthique et la diversité d'une part, et la densité de *L. conchilega* d'autre part a donc également été démontrée. Les deux autres communautés et les associations de sortes contribuent en grande partie à la diversité macrobenthique des Bancs côtiers occidentaux : 74 % de toutes les sortes macrobenthiques, présente depuis peu (depuis 1994) sur le PCB, ont été trouvés dans la région d'étude. De plus, par rapport aux autres régions écologiques sur le PCB, l'on a constaté une densité et une diversité généralement plus élevée dans cette région. Les Bancs côtiers occidentaux peuvent donc être considérés comme un 'hotspot' de la vie macrobenthique sur le PCB.

Les communautés macrobenthiques des régions côtières à bas-fonds sont soumises à un éventail de perturbations physiques et biologiques variant en fréquence et en intensité, ceci tant à l'échelle temporelle que spatiale. Les variations naturelles au sein de la communauté macrobenthique devraient aider à expliquer des problèmes écologiques fondamentaux, de même qu'au niveau de la conservation et de la gestion de l'habitat benthique marin. Afin d'étudier la variation temporelle au sein de l'habitat macrobenthique des Bancs côtiers occidentaux, les études multidisciplinaires effectuées en octobre 1999 ont été répétées en 2000.

En ce qui concerne le genre des sédiments de surface, la variation temporelle entre les deux campagnes a semblé être minimale et les différences se situaient généralement dans la marge d'erreur des analyses. Pour les deux mois, les sédiments étaient caractérisés par des sables fins à moyens (+/- 40 %) avec une taille moyenne des grains de 270 µm environ. Les images du sonar latéral ont montré plus de variations, étant donné que les caractéristiques superficielles priment. La présence de bandes avec une très faible réflectivité était toutefois digne d'être signalée, celles-ci étant situées dans les parties les plus profondes des chenaux. La corrélation possible était celle de la présence de vase liquide déposée sur un fin substrat de sable. L'interprétation des images du sonar latéral en ce qui concerne le faciès acoustique n'indiquait toutefois pas de différences fondamentales, ce qui montre qu'une interprétation standardisée par sonar latéral est valable sur une base temporelle.

Le macrobenthos était dominé pendant les deux mois par des chétopodes et des bivalves. Bien que la structure communautaire de toutes les communautés se soit modifiée entre les deux campagnes d'échantillonnage, l'on a toutefois pu différencier les mêmes communautés en mars 1999 et en octobre 2000 : 50 à 90 % des sortes les plus dominantes étaient identiques pour les deux mois. En raison de la variation temporelle relativement faible, la structure communautaire était principalement déterminée par la distribution spatiale. De plus, l'on a pu constater que chaque communauté présente une variation temporelle très spécifique. La variation temporelle était la plus remarquable au sein de la communauté *A. alba* – *M. bidentata*. Au sein de cette communauté, l'on a pu constater une diminution significative de la densité et de la diversité macrobenthique entre octobre 1999 et mars 2000 : de 7589 à 3264 ind./m² et 37 à 27 sortes. En moyenne, 85 % des indicateurs et des sortes dominantes de la communauté présentaient une diminution significative au niveau de la densité. Au sein des communautés *N. cirrosa* et *O. limacina* – *G. lapidum*, ainsi que de l'association de sortes *M. mirabilis* l'on a seulement constaté de petites modifications non significatives au niveau de la densité et de la diversité. En raison de la stabilité spatiale des variables environnementales physico-chimiques les plus pertinentes (e.a. sédimentologie et profondeur) dans la région, l'on a retrouvé au cours des deux mois les mêmes communautés dans 71% des stations échantillonnées. La région des Bancs côtiers occidentaux montre donc une stabilité spatiale élevée au sein du macrobenthos.

Développement de méthodologies pour la création de moyens de suivi économiques en temps et en argent pour une future zone marine protégée

LE MODELE HABITAT

Le 'potentiel macrobenthique' d'un habitat est défini comme l'ensemble de la dynamique de la structure communautaire macrobenthique (e.a. compositions des sortes, diversité et densités) au sein de l'habitat. Lorsque au sein d'une région l'on dispose d'informations concernant (1) les communautés macrobenthiques présentes, (2) leur variation temporelle et (3) leur préférence au niveau habitat, la connaissance des variables environnementales physico-chimiques biologiquement pertinentes permet de prédire le 'potentiel macrobenthique' d'une station. Dans cette partie de l'étude, nous avons commencé par déterminer les 'potentiels macrobenthiques' des différents habitats au sein de la zone d'étude. Le modèle HABITAT a été élaboré sur cette base. Ce modèle a pour objectif de fixer mathématiquement les corrélations entre le macrobenthos et son environnement physico-chimique. Le modèle HABITAT permet d'évaluer

de manière économique en temps et en argent les potentiels de sites inconnus au sein de la future zone protégée .

Le 'potentiel macrobenthique' d'un habitat/d'une communauté, tel qu'établi entre autres par les 'listes de sortes potentielles', indiquait une valeur écologique fort élevée de la communauté *A. alba* – *M. bidentata*. En tant que situation intermédiaire entre les communautés *A. alba* – *M. bidentata* et *N. cirrosa*, l'association de sortes *M. mirabilis* présentait une valeur écologique intermédiaire. Par rapport aux autres habitats au sein de la région, l'habitat de la communauté *A. alba* – *M. bidentata* est donc nettement supérieur au niveau écologique. Ceci ne peut toutefois pas être interprété comme si les autres communautés n'avaient pas de valeur au niveau écologique. La diversité au sein d'un habitat ou entre les habitats, respectivement diversités alpha et bêta, est importante pour le fonctionnement d'un écosystème.

Le modèle HABITAT a été élaboré à partir de huit sets de fonctions de classification, obtenus via une 'multiple discriminant analysis'. Chaque set tient compte d'un set bien déterminé de variables environnementales. Sur la base des données macrobenthiques datant d'octobre 1999 et de mars 2000 (trois communautés et une association de sortes), l'on a constaté une exactitude *a posteriori* et *a priori* spécifique au niveau de la communauté et générale de 70% au moins dans 78% des fonctions de classification. L'exactitude peut être nettement augmentée lorsque l'on ne tient compte que des trois communautés. Lorsque l'on compare l'exactitude des différents sets de fonctions de classification au niveau des communautés, aucun set ne peut être avancé comme étant supérieur aux autres. A la suite des résultats des tests du modèle sur la base de données collectées en novembre 2000, des tests complémentaires et un affinement du modèle sont toutefois conseillés.

INTERPRETATION MACROBENTHIQUE STANDARDISEE D'IMAGES DE SONAR LATERAL (MSSSI)

Deux approches ont été élaborées pour l'interprétation des images du sonar latéral obtenues en fonction de la présence des communautés macrobenthiques.

Une première approche est basée sur la corrélation directe entre des densités élevées de macrobenthos et d'un faciès acoustique spécifique. Une texture réflective tachée moyenne à élevée est corrélée avec la présence de champs étendus de chétopodes tubicoles, les *Lanice conchilega*. Lorsque la densité de ces chétopodes est suffisamment élevée, ils peuvent entraîner des accumulations sédimentaires locales détectables par le sonar latéral. De plus, la présence de ce faciès acoustique typique montre une forte corrélation avec les zones d'élévation, ce qui suggère que ces environnements sont caractérisés par un apport plus élevé de particules en suspension.

En deuxième lieu, nous avons recherché une relation indirecte, basée sur la connaissance actuelle de la corrélation macrobenthos versus sédimentologie d'une part, et la sédimentologie versus formation d'images du sonar latéral d'autre part . Ceci veut dire que si les images du sonar latéral peuvent être interprétées au niveau sédimentologique, l'on peut prédire la présence des communautés macrobenthiques. Pour accompagner ce processus, nous avons élaboré une interprétation standardisée au moyen d'un tableau reprenant différents critères et clés d'interprétation. Ce tableau permet de différencier un nombre maximal de classes acoustiques qui finalement seront corrélées avec une préférence pour une communauté macrobenthique.

CARTE DE STRUCTURE DE L'HABITAT

Afin de permettre un plan de gestion avec appui scientifique pour les Bancs côtiers occidentaux et pour des options de gestion futures, il faut collecter le plus de données possible sur l'écosystème. Un aperçu des données, rendant les relations mutuelles de manière synthétique, maximisera alors l'utilisation des résultats du projet. Cette partie de l'étude concerne le développement de 'cartes de structure de l'habitat', combinant toutes les informations disponibles sur l'habitat benthique des Bancs côtiers occidentaux.

Les 'cartes de structure de l'habitat' présentent également les connaissances actuelles de la bathymétrie, du genre de sédiments, du faciès acoustique et de la présence des communautés macrobenthiques. Cette approche reflète les interactions entre l'environnement physique et le macrobenthos comme un moyen d'évaluation scientifique responsable de cet écosystème unique. Avec les autres cartes, la 'carte de structure de l'habitat' présente la situation de l'écosystème pour une exécution efficace d'un plan de gestion. La connaissance de la situation est d'une grande importance pour l'évaluation des effets des décisions politiques. En raison des méthodes standardisées et de la production uniforme des cartes, une intégration future de toutes les informations dans un Système d'Information Géographique (SIG) ou dans un atlas thématique devient possible.

Importance pour la gestion et le monitoring futurs

EXTRAPOLATION SPATIALE DE DONNEES PONCTUELLES

Jusqu'à présent, la connaissance de la distribution spatiale du macrobenthos était limitée à la description du macrobenthos au niveau des différents points d'échantillonnage. Dans la plupart des études, l'on ne peut pas obtenir d'extrapolation spatiale fiable pour l'ensemble de la région au partir de ces données ponctuelles. Une connaissance d'ensemble de la distribution spatiale du macrobenthos pour la région est toutefois nécessaire pour pouvoir élaborer un plan de gestion bien étayé couvrant l'ensemble de la future zone protégée. Deux méthodes ont été présentées pour obtenir, de manière économique en temps et en argent, une connaissance de la distribution spatiale du macrobenthos couvrant l'ensemble de la région.

L'établissement d'une carte sédimento-bathymétrique détaillée de l'ensemble de la région nécessite moins de temps que pour une carte du macrobenthos. C'est ainsi que le modèle HABITAT semble être un instrument apportant une sérieuse économie en temps et en argent pour l'établissement d'un aperçu de l'ensemble des 'potentiels macrobenthiques' au sein de la région. En utilisant l'interprétation macrobenthique du sonar latéral (MSSSI), la formation des images à haute résolution du sonar latéral peut servir à prédire la présence des communautés macrobenthiques et des structures biohermes comme les 'buttes' de *Lanice conchilega*. Cette technique permet donc une délimitation des communautés et des biohermes pour l'ensemble de la région. Ceci permet d'évaluer le 'potentiel macrobenthique' des zones non étudiées au sein de la région, de manière économique en temps et en argent.

'STRATIFIED RANDOM SAMPLING' STRATEGIE BASEE SUR LA TELEDETECTION

Lorsque l'on ne dispose pas d'informations sur l'habitat macrobenthique, une stratégie de 'random sampling' est une bonne manière d'étudier le macrobenthos. L'un des gros désavantages de cette stratégie est toutefois le nombre élevé d'échantillons nécessaires pour obtenir une image représentative de la distribution spatiale du macrobenthos. Lorsqu'une stratégie de 'random sampling' peut être appliquée, chaque échantillon prélevé dans la même strate est considéré comme une réplique de la strate. Chaque set d'échantillons au sein d'une strate doit donner une image représentative du macrobenthos au sein de la strate. L'application de cette stratégie a donc comme conséquence une diminution drastique du nombre d'échantillons nécessaires pour obtenir une image représentative du macrobenthos au sein de cette région. Etant donné que la télédétection (e.a. le sonar latéral) (1) permet une image couvrant l'ensemble de la région de l'habitat benthique et (2) peut être relié à une structure communautaire macrobenthique, elle offre un moyen facilement utilisable pour la délimitation des strates écologiquement importantes. Une stratégie de 'random sampling' basée sur la délimitation des strates à l'aide de la télédétection n'a pas seulement pour conséquence la diminution du nombre d'échantillons nécessaires, mais pourvoira également une image fiable de la variation temporelle du macrobenthos dans cette région couvrant l'ensemble de la région.

STRATEGIES POUR UN FUTUR MONITORING

Pour pouvoir effectuer, pendant l'application du plan de gestion, un monitoring de l'écosystème économique en temps et en argent, il faut choisir une stratégie et une technique de monitoring sérieuses. Trois étapes ont été présentées pour le monitoring de l'habitat macrobenthique des Bancs côtiers occidentaux : (1) sélection des strates écologiquement importantes, en se basant sur les images disponibles du sonar latéral, (2) monitoring de l'habitat macrobenthique via l'étude du macrobenthos (échantillons du sol) et de l'environnement physico-chimique (télédétection et échantillons du sol) selon une stratégie de 'random sampling' et (3) un monitoring couvrant l'ensemble de la région de l'habitat benthique via des techniques de télédétection. Cette stratégie permettra d'évaluer rapidement au niveau écologique les mesures prises pendant l'exécution du plan de gestion des Bancs côtiers occidentaux.