

~~CEZ~~

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT
CÔTIER ET GESTION DU MILIEU
MARIN

F32

LES PROBLÈMES DE L'ENVIRONNEMENT LIÉS A L'EXPLOITATION DES SABLES ET GRAVIERS MARINS

NOTE TECHNIQUE N° 51
Octobre 1975



Département "Ressources Minérales"

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS

Note technique n° 51

Octobre 1975

Département «Ressources Minérales»

Rédacteur

J. DEBYSER

LES PROBLEMES DE L'ENVIRONNEMENT LIÉS A L'EXPLOITATION DES SABLES ET GRAVIERS MARINS

Le CNEXO a entrepris depuis 1968, sous l'égide du Groupe des Agrégats Marins de la Commission de Carrière du Conseil Général des Mines et avec la collaboration technique et financière du BRGM et d'industriels, l'inventaire des réserves de sables et graviers disponibles sur le plateau continental français. Des réserves significatives ont été mises en évidence, tant en Manche que dans le Golfe de Gascogne. On estime généralement que l'exploitation de ces matériaux pourra, dans une certaine mesure, prendre le relais des ballastières terrestres qui s'épuisent et dont l'exploitation pose de sérieux problèmes à l'équilibre hydrogéologique et, plus généralement à l'environnement terrestre.

Encore faut-il, avant de consentir à l'utilisation de ces nouvelles ressources, s'assurer que les répercussions de ces extractions ne seront pas elles-mêmes dommageables pour l'environnement marin.

Les résultats qui sont présentés ci-dessous résument et font le point des travaux réalisés ces trois dernières années par le CNEXO et l'ISTPM concernant l'effet du dragage sur l'environnement marin.

I — EXPOSÉ DES MOTIFS ET OBJECTIFS POURSUIVIS

Le dragage du fond de la mer entraîne des modifications temporaires ou permanentes du milieu marin. Ces modifications et leurs conséquences doivent être déterminées car elles sont susceptibles directement ou indirectement d'avoir des répercussions, en particulier sur la pêche, à la suite des changements qui peuvent en résulter dans les équilibres biologiques existant dans une région donnée. Dans certains cas les conséquences peuvent être néfastes ; dans d'autres cas elles ne sont pas dommageables ; elles pourraient même être bénéfiques. Tout dépend des espèces qui sont concernées.

La décision de mettre en exploitation une carrière sous-marine ne doit donc être prise qu'après avoir pesé les répercussions de cette activité sur les autres activités existantes ou envisageables dans le secteur maritime considéré.

Pour prendre cette décision avec le moindre risque, il faut :

- savoir définir dans la région considérée, les conséquences probables de l'activité de dragage **avant le démarrage de l'exploitation.**
- être capable de mesurer et de contrôler avec des moyens raisonnablement limités les effets du dragage **durant l'exploitation.**

Les recherches entreprises par le Centre National pour l'Exploitation des Océans et l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, en association avec d'autres organismes scientifiques, tels que le Commissariat à l'Énergie Atomique et la Station Biologique de Roscoff, ont pour but :

- a) de rassembler et de compléter les connaissances fondamentales indispensables pour analyser, mesurer et prévoir les effets du dragage sur le milieu marin ;
- b) de définir les critères qui permettent de juger si une exploitation est susceptible ou non d'être dommageable à l'environnement marin ;
- c) de fournir à l'autorité compétente les critères objectifs qui lui permettront de statuer sur les cas et d'établir le cahier des charges auquel l'exploitant devra se soumettre.

II – ORIENTATION DU PROGRAMME DE RECHERCHE

Le milieu marin, milieu naturel, est un système complexe où l'interdépendance des facteurs physiques, chimiques et biologique est telle que la modification de l'un d'entre eux peut, dans certains cas, entraîner une évolution irréversible. L'étude de l'évolution naturelle ou artificielle de tels écosystèmes relève de l'écologie.

Les problèmes écologiques posés par l'exploitation des sables et graviers ont été abordés sous trois aspects : l'étude de cas particuliers, le développement de méthodologies applicables à l'ensemble des cas susceptibles d'être rencontrés, le développement de notions théoriques (recherche conceptuelle).

A – L'ÉTUDE DE CAS PARTICULIERS

Les travaux préliminaires avaient permis d'établir, en Baie de Seine, la carte de répartition des principales communautés benthiques. On appelle communauté benthique l'ensemble des espèces présentées sur une surface déterminée du fond de la mer. On la définit par évaluation pondérale ou numérique d'individus appartenant aux espèces les plus représentatives ; on lui donne le nom de l'espèce prépondérante ou la plus caractéristique.

En Baie de Seine, de l'estuaire vers le large, on constate une variation de la nature des sédiments meubles qui couvrent le fond de la mer. La vase prédomine à proximité de l'estuaire puis fait place progressivement à des sables vaseux, des sables fins, des sables graveleux. A ces différents types de dépôts correspondent des peuplements différents :

- Communauté à *Macoma baltica* : bivalve habitant la vase,
- Communauté à *Abra alba* : mollusque des sables vaseux,
- Communauté à *Ophelia borealis* : annélide des sables moyens,
- Communauté à *Glycymeris* (bivalve) et *Echinocyamus* (Echinoderme) accompagnés de faune fixée sur les galets et d'ophiures, *Ophiolithrix fragilis*.

Pour voir comment réagissaient ces communautés en cas d'exploitation, on a décidé de procéder, dans les zones correspondantes, à des opérations de dragage sur une surface

limitée et dans des conditions contrôlées. Jusqu'à présent, seule la zone à «*Ophelia borealis*» a été étudiée. Une souille a été creusée qui sera abandonnée à l'automne 1975 pour permettre de suivre l'évolution naturelle d'une zone après exploitation. On procèdera ensuite de même dans la zone à *Ophiotrix fragilis*. La première souille expérimentale actuellement en cours d'étude est située à 8 milles du port du Havre ; elle est creusée dans une terrasse ancienne du cours sous-marin de la Seine par des fonds de 17 mètres. Le creusement a été effectué par une drague aspiratrice en marche. La souille est longue de 1 700 mètres, large de 70 à 150 mètres, profonde de 4 à 5 mètres. Sur le site même et dans les régions avoisinantes, on a procédé à divers types de mesures et à des observations périodiques, visant à caractériser les effets immédiats de l'exploitation, tant sur le plan des activités de pêche que sur les plans biologiques, hydrologiques et sédimentologiques.

B — LE DÉVELOPPEMENT DE MÉTHODES APPLICABLES A L'ENSEMBLE DES CAS RENCONTRÉS

Une conséquence immédiate du dragage est la mise en suspension de matériaux fins tout autour de la zone exploitée. La nature et la quantité de ces matériaux, leur dispersion, leur sédimentation éventuelle dans les régions voisines sont des éléments à connaître.

Pour y parvenir, le CEA a employé des traceurs radioactifs qui permettent des mesures en place. Un radioisotope de courte période, 2 - 7 jours, l'or radioactif. Au 198, est fixé sur le sédiment par précipitation. Ce marquage ne modifiant pas les propriétés physiques et le comportement hydrodynamique des particules, on peut suivre, *in situ*, d'heure en heure, le déplacement, la répartition et la dilution des suspensions grâce à des scintillomètres immergés.

La très grande quantité des informations recueillies, durant les recherches, sur la faune benthique, aussi bien pendant la phase préliminaire de cartographie qu'au cours des contrôles périodiques ultérieurs, était telle que seules les méthodes informatiques étaient envisageables pour permettre une exploitation rationnelle des données. Pour cela, le COB a réalisé un système d'archivage des données permettant l'établissement de «*listing*». Dans ce système, les espèces sont regroupées en catégories éthologiques, selon leur mode de collecte de la nourriture, données qui sont nécessaires pour comprendre le fonctionnement de l'écosystème. La gestion du fichier est assurée par un système de programmation générale, dont les différentes fonctions permettent le développement, les mises à jour, l'interrogation et l'édition.

L'ISTPM a effectué une étude des ressources halieutiques du secteur et de leur exploitation. Il a appliqué aux espèces commerciales les plus importantes (limande, carrelet, sole, grondin, merlan, lieu jaune...) les techniques d'analyse des contenus stomacaux qui permettent de déterminer la dépendance de ces poissons vis-à-vis des invertébrés benthiques.

Il faut enfin signaler l'effort méthodologique que constitue l'utilisation systématique, dans certaines zones, de caméras de télévision pour l'examen, *in situ* de la faune benthique.

C — LES MÉTHODES DE PRÉVISION

Dans une première phase, une surveillance méthodique des zones exploitées devrait permettre, de façon empirique, d'éviter les entreprises dommageables. Néanmoins, quand, ce qui est probable d'ici une dizaine d'années, les quantités de matériaux extraits du fond de la mer se chiffreront, à l'échelle régionale, par dizaine de millions de tonnes, il ne sera plus possible de gérer ces écosystèmes sans prévision à moyen terme. Les investissements consentis seront tels qu'il sera difficile de ralentir les exploitations autorisées dans une région donnée ; il importe donc, pour attribuer celles-ci à bon escient, de pouvoir bâtir des prévisions solides. Or, l'état actuel des recherches ne permet pas encore de maîtriser des méthodes capables d'aboutir à des prévi-

sions certaines. Il convient donc d'encourager les études fondamentales en les orientant vers toutes les approches susceptibles d'éclairer l'évolution de tels écosystèmes.

Certains écologistes pensent, qu'en abordant ces problèmes de gestion d'un milieu par simulation mathématique, on accèdera à une connaissance réelle de la cinétique de ces systèmes à équilibres multiples et qu'on sera à même d'en mesurer «la résilience». Quelles modifications peut-on faire subir à certains paramètres du milieu sans modifier son état d'équilibre ? Quelle est la nature de ces équilibres ? Vers quel nouvel équilibre tend un écosystème en voie d'évolution ? Savoir répondre à de telles questions est évidemment la solution idéale. Cette recherche difficile, à laquelle s'attache le COB, est certes théorique et traite des domaines conceptuels les plus fondamentaux de l'écologie. Elle est néanmoins indispensable car, outre les solutions qu'elle est susceptible d'apporter à long terme, elle provoque quotidiennement un souci de rationalisation et de renouvellement des méthodes d'observation et de saisie de l'information, effort qui est par ailleurs indispensable.

III— CAUSES PRINCIPALES DES MODIFICATIONS DE L'ÉQUILIBRE DU MILIEU MARIN PAR DRAGAGE

1 — La surexploitation

Indépendamment de tous facteurs particuliers qui, à l'échelon local, sont susceptibles de conduire à des restrictions du dragage, une notion essentielle doit être présente à l'esprit des futurs exploitants et de l'administration chargée de contrôler les extractions : **la cause essentielle de dégradation du milieu naturel sera toujours la surexploitation d'une région, qu'elle se manifeste par un taux de ramassage au km², une cadence ou une aire d'extraction excessifs.**

Au-dessous d'un certain seuil, sauf cas exceptionnel, et les écologistes en sont d'accord, on peut escompter raisonnablement que des phénomènes de compensation interviendront et que l'équilibre sera respecté (dispersion des fines autour de la drague compensant la mise en suspension, vitesse de recolonisation des organismes supérieurs au rythme de dépeuplement provoqué par le dragage, etc...).

En conséquence, le travail des experts chargés de donner un avis sur ces activités ne consistera pas à se prononcer d'une façon définitive une fois pour toutes dans un sens positif ou négatif sur une région donnée, mais dans la détermination périodique, en fonction des variations naturelles ou accidentelles du milieu, d'un **niveau tolérable d'exploitation**. Il s'agit d'un problème de gestion et, en tant que tel, il impose un contrôle à intervalles réguliers. Scientifiquement, cela peut s'exprimer de la façon suivante :

Un écosystème se présente comme un équilibre dont nous ne contrôlons par les paramètres naturels. Le seul facteur sur lequel nous puissions intervenir, et qui en outre, dans ce cas, est le paramètre perturbant, est l'activité humaine. Une adaptation permanente du taux d'exploitation, en fonction de l'état du milieu, s'impose.

Il en résulte que, pour être efficace, on ne peut consentir à concéder à un exploitant, le droit de déterminer seul la quantité extraite par an. Ce niveau d'exploitation doit être fixé annuellement en liaison avec l'administration, à condition qu'elle dispose de l'information scientifique et technique lui permettant d'évaluer les risques encourus, notamment en ce qui concerne la pêche.

Ceci pose, par ailleurs, un problème d'ensemble, aujourd'hui non résolu, qui est celui de la prise en considération dans une zone maritime donnée, de toutes les activités

industrielles susceptibles d'avoir chacune des conséquences dommageables pour le milieu marin. Il est parfaitement illusoire de croire qu'on pourra établir une réglementation efficace de l'exploitation des sables et graviers, adaptée à la protection de l'environnement si on ne tient pas compte, en même temps, des autres activités (rejets d'eaux chaudes, rejets urbains, rejets industriels par exemple).

En ce qui concerne les sables et graviers, on se trouve à l'heure actuelle en-dessous des niveaux tolérables d'exploitation. A part quelques cas particuliers, comme les exploitations à proximité des plages, les effets sont probablement insignifiants. Les quelques millions de tonnes qu'on exploitera dans quelques années en Baie de Seine, si les sites sont bien choisis, n'entraîneront probablement aucune modification significative du milieu. Mais le problème se posera d'ici dix ans quand les quantités extraites se chiffreront par dizaines de millions de tonnes. L'objectif, pour l'instant, est donc de tirer parti du temps qui reste pour acquérir l'expérience et les connaissances permettant de formuler les règles d'un contrôle efficace.

2 — Le fond de la mer est un sol

Dans les paragraphes qui suivent, on décrira les différents processus par lesquels le dragage industriel est susceptible d'altérer le milieu marin. Mais parmi tous ces facteurs, il en est un qui est fondamental sur le plan biologique. Le fond de la mer, surtout par petites profondeurs comme tel est le cas sur le plateau continental, présente beaucoup d'analogies avec un sol au sens pédologique. D'une façon générale, les premiers décimètres du sédiment sont le siège d'une activité biologique intense. Il n'agit pas seulement comme support physique pour les organismes macroscopiques, mais comme un interfaid où prolifèrent d'innombrables organismes unicellulaires par le fait des concentrations particulières de certains éléments nutritifs. Ces organismes servent eux-mêmes de nourriture aux invertébrés et vertébrés benthiques. Enlever ce sol marin, même s'il s'agit de sable apparemment pur, c'est affecter de façon temporaire ou permanente, la productivité du milieu marin. Il en résulte une règle générale qu'on verra revenir à maintes reprises lors de la description des processus particuliers qui peuvent intervenir au cours du dragage : ces exploitations de sables et graviers doivent être localisées et non extensives.

IV — LES MODALITÉS DE L'INFLUENCE DU DRAGAGE SUR LE MILIEU MARIN

Les différents processus par lesquels le dragage est susceptible d'affecter le milieu marin ont fait l'objet d'inventaires tant en France qu'à l'étranger. De nombreux mécanismes ont été invoqués dont certains sont plus théoriques que réels.

On peut en résumer l'essentiel de la façon suivante :

- La drague en modifiant la topographie du fond peut rendre la zone d'extraction impropre au chalutage, même après cessation des activités. Si le dragage a lieu à faible distance des côtes, l'équilibre du littoral peut être affecté, entraînant des modifications des lignes de rivage et en particulier des plages.
- En cours de dragage, le pompage des matériaux au fond, de même que la surverse entraînant la mise en suspension d'une partie de la fraction fine du sédiment. Cette turbidité, indépendamment de la gêne intrinsèque qu'elle peut causer dans les zones touristiques, peut provoquer une baisse de la transparence de l'eau ayant pour conséquence une diminution de la pénétration de la lumière, donc de la photosynthèse. On a aussi évoqué le danger que pouvait constituer la désorption d'éléments toxiques fixés par la vase au cours de sa remise en suspension. On a signalé enfin des sédimentations intempestives dans les régions qui avoisinent la zone d'extraction.

- Avec les sédiments, l'élinde pompe les organismes vivants sur le fond. Un certain temps est donc nécessaire avant qu'ils ne reviennent coloniser la zone qui a été exploitée. Parfois même, si le substrat naturel de ces organismes a été enlevé, ils ne reviendront pas. Deux cas sont à considérer : ou bien ces organismes présentent un intérêt en eux-mêmes (frayères de harengs, coquillages comestibles) ou bien, sans avoir d'intérêt commercial, ces organismes servent de nourriture à d'autres espèces activement exploitées (maillon de la chaîne alimentaire).
- On discutera ces différents processus en s'appuyant soit sur l'expérience acquise en Baie de Seine, soit sur les données scientifiques disponibles.

A – LES MODIFICATIONS DE LA TOPOGRAPHIE

Sur le plan morphologique, les gisements de matériaux du fond de la mer sont de deux types : ou bien ils constituent des reliefs (bancs et dunes sous-marines) dominant la topographie générale comme les accumulations de sables calcaires en Bretagne ou les «Bassurelles» de la Manche, ou bien il s'agit du cours sous-marin d'anciens fleuves, remplissage de chenaux fluviaux (lits sous-marins de la Seine, de la Somme, de la Loire, etc...).

Si la zone exploitée est un relief, sa suppression ne peut gêner le chalutage, à condition toutefois qu'une certaine quantité de matériaux soit laissée en place de façon à ne pas mettre à jour des aspérités éventuelles du substratum rocheux.

Si, par contre, on exploite des remplissages de chenaux, les excavations ainsi creusées peuvent constituer un obstacle au chalutage. On aura alors intérêt à ne pas laisser les extractions se faire de façon anarchique et extensive. Elles devront être réalisées en des sites bien définis, bien répertoriés et de superficies limitées sur des gisements de grosse épaisseur. L'exploitant disposera ainsi d'un tonnage élevé sans avoir à modifier le fond de la mer sur une grande surface.

D'une façon générale, on devra éviter les exploitations extensives de minces couches de galets et de graviers par drague aspiratrice en marche qui laissent le fond de la mer labouré de sillons importants. Ces sillons ne disparaîtront pas nécessairement une fois l'extraction terminée et peuvent constituer un obstacle sérieux au chalutage.

Dans certains cas, le transit sédimentaire lié aux courants de marée peut amener, en quelques années, le comblement de l'excavation ou l'effacement des sillons. Mais il ne faut pas compter, à priori, sur un tel processus qui est loin d'être général. Une telle hypothèse doit s'appuyer sur une bonne étude des courants locaux et des transits sédimentaires qui y sont associés. Cette surveillance, est en cours dans le cas de la souille expérimentale en Baie de Seine, mais on n'a pas encore constaté de comblement significatif.

A diverses reprises, on a évoqué le fait qu'une tendance à la stagnation peut se développer dans les excavations et que des conditions anoxiques et toxiques puissent s'installer. De telles conditions sont très peu probables en Baie de Seine où les courants sont importants ; on a observé, dans le fond de la souille expérimentale le développement de ripple-marks qui montrent que même sa partie la plus profonde est parcourue par des courants significatifs empêchant toute stagnation. De tels phénomènes de stagnation sont probablement très exceptionnels et ne se développent que dans des mers ou des baies fermées, dépourvues de courants de marée. Ils se produisent naturellement en Baltique ou dans les étangs du Languedoc méditerranéen, mais ne sont pas signalés sur nos côtes, même dans des milieux relativement fermés comme la Baie de l'Aiguillon ou le bassin d'Arcachon. Dans de tels cas, le flot et le jusant s'accompagnent de forts courants qui empêchent toute stagnation de l'eau. Il faut signaler enfin que les lieux où de tels phénomènes sont susceptibles de se produire

sont des zones calmes où la sédimentation de matériaux fins prédomine et où par conséquent les gisements de sables et graviers de qualité, sont exceptionnels ou absents.

En ce qui concerne les risques d'érosion de la côte liés aux extractions situées près du rivage, on apportera une attention particulière à l'examen de la bathymétrie de la région considérée et à l'étude de la houle et de la marée dans le secteur. Rappelons, en particulier, que des modifications de la bathymétrie entraînent des changements dans la réfraction, le déferlement et l'obliquité de la houle par rapport au rivage qui peuvent porter atteinte à l'équilibre du littoral.

La prudence incite à interdire à une distance inférieure à trois milles. Ceci ne devrait pas gêner l'exploitation de la plupart des grandes gravières liées aux anciens cours d'eau sous-marins de nos grands fleuves et qui se continuent loin vers le large ; dans de tels cas, l'interdiction d'extraire à une distance inférieure à trois milles ne limitera pas sensiblement les réserves disponibles. Dans la plupart des cas, au-delà de cette limite, les risques d'érosion seront faibles. Encore faudra-t-il s'en assurer par l'examen des plans de vagues et l'étude des courants.

Pour les petites exploitations à caractère artisanal extrayant des bancs et des cordons littoraux submergés, situés près des côtes, une grande prudence s'impose et l'autorisation exceptionnelle d'extraction ne peut en tout état de cause être donnée qu'après une expertise sédimentologique soignée.

B — LES REMISES EN SUSPENSION DE MATÉRIAUX FINS

On convient habituellement d'appeler matériaux fins, fraction fine, « fines » les matériaux dont la dimension est inférieure à 40 microns. Du fait de leur taille, ils se maintiennent longtemps en suspension, même en eau calme. D'autre part, même lorsqu'il ne s'agit pas de vrais colloïdes ils en présentent, comme les argiles, certaines propriétés (floculation, adsorption). Dans les sédiments marins du plateau continental, ils sont essentiellement représentés par du quartz, de l'argile et de la matière organique.

D'une façon générale, l'argile et la matière organique étant des produits gênants, les exploitants chercheront toujours à extraire les dépôts de sables et graviers qui en contiennent le moins possible. Mais ceux-ci étant généralement présents, une certaine quantité sera, dans la plupart des cas, remise en suspension lors des opérations de dragage.

En première approximation, la quantité de « fines » dépendra donc des formations exploitées. Différents cas sont à considérer :

- **Les dunes sous-marines, bancs de sables** : en règle générale, leur teneur en matériau fin est nulle ou très faible. Ces dépôts ne se forment que dans les régions où les courants sont suffisamment forts pour transporter la fraction sableuse (dans ces régions, les courants ne s'annulent pratiquement jamais). Ils sont bien classés, dépourvus de fraction fine et leur exploitation ne pose, sur ce plan, aucun problème.
- **Les remplissages fluviaux de chenaux** : ils sont, à la différence des précédents, mal classés et constitués par une intrication de lentilles d'argile, de sables et graviers et même de galets, fonction de la vitesse des courants fluviaux qui régnaient au moment de leur dépôt.

A l'intérieur de la gravière, la teneur en argile peut varier très rapidement horizontalement et verticalement. En Baie de Seine, on constate, durant ces opérations de dragage, des augmentations rapides de la turbidité qui sont liées au fait que la drague travaille par moment dans ces lentilles d'argile interstratifiées.

- La nature du substratum : sous les dépôts meubles, le substratum est parfois constitué de lits d'argiles. Dans de tels cas les exploitants éviteront d'eux-mêmes de les râcler ; il leur sera d'ailleurs imposé de laisser au moins un mètre d'épaisseur de matériaux meubles au-dessus du substratum.
- La nature de la découverte : souvent la gravière sous-marine a été depuis sa formation recouverte de dépôts marins plus ou moins fins, contenant de la matière organique ou de l'argile. C'est le cas de la première souille expérimentale. Ces dépôts, sans intérêt (pour l'exploitant qui recherche les sables et graviers sous-jacents) sont enlevés et rejetés ailleurs. Le pourcentage de fraction fine de ces dépôts doit être mesuré. Le site de leur rejet doit être soigneusement choisi.

Il est donc indispensable avant de permettre l'exploitation, de demander au pétitionnaire de procéder à une évaluation de la teneur en matériaux fins de la formation exploitée proprement dite ainsi que du substratum et de la découverte. Cette évaluation devra être faite sur un échantillonnage représentatif qui tiendra compte de l'hétérogénéité de ce genre de formation (coupes complètes du gisement).

En règle générale, néanmoins, la remise en suspension d'une quantité notable de matériaux fins est inévitable. Les tolérances qu'on peut accepter sont variables d'une région à l'autre : face aux grands fleuves dont la charge alluviale est considérable, les tonnages remis en suspension par la drague peuvent se révéler négligeables ou marginaux. Par contre, à proximité des zones d'herbiers sur la Côte d'Azur ou sur certains points du littoral breton, où la transparence de l'eau favorise le développement algaux, des mises en suspension même faibles peuvent se révéler dommageables.

Dans les zones où des remises en suspension importantes pourraient être tolérées, d'autres facteurs tels que la vitesse et l'orientation des courants de fond et de surface doivent être pris en considération ; il faut connaître la vitesse de dispersion des matériaux fins, leur aire de distribution, les possibilités de resédimentation. Les expériences faites en Baie de Seine avec des traceurs radioactifs montrent que la moitié des particules se sédimentent à moins de 2 km du point d'extraction. La loi de répartition étant exponentielle, environ dix pour cent sont encore en suspension à des distances de l'ordre de cinq à sept kilomètres. Ceci montre l'importance que revêt la détermination du pourcentage de fines de la formation draguée ainsi que la cadence et le volume des tonnages extraits. Certaines régions pourront être exploitées mais à des cadences telles que le niveau de trouble ne dépasse pas un certain seuil. Cette relation, cadence, teneur en suspension, est en cours d'étude en Baie de Seine.

On a évoqué à plusieurs reprises la possibilité d'effets nocifs qui pourraient résulter de la remise en suspension de matériaux fins ayant absorbé ou fixé des éléments ou des composés toxiques : ions métalliques, pesticides, hydrocarbures. Sur ce point, les remarques suivantes peuvent être faites :

- Les dépôts qui piègent ces éléments sont essentiellement la vase parce qu'elle est riche en matière organique et en sulfure. L'argile des gravières en est généralement dépourvue. D'autre part, ces argiles déposées à une époque « préindustrielle » ne sont en général pas polluées. Le problème se pose uniquement pour la couche de vase qui peut constituer la découverte du gisement ;
- Le piégeage des éléments toxiques se fait, en règle générale, dans la zone interne de l'estuaire ou dans les baies fermées. Le problème se poserait dans l'étang de Berre. Par contre, la plupart des gravières atlantiques sont situées dans la partie externe de l'estuaire où les risques de contamination des sédiments sont faibles.

C — LES MODIFICATIONS DE LA FAUNE ET DE LA FLORE

Rappelons qu'il existe deux grandes catégories d'organismes vivant dans le milieu marin : les uns vivent sur le fond ou à l'intérieur du sédiment, ils constituent le benthos ; les autres vivent en pleine eau, ils constituent la flore et la faune pélagique et le plancton. Cette distinction n'est qu'approximative. Certains animaux vivant en pleine eau pondent sur le fond .c'est le cas de quelques espèces de poissons dont les harengs. D'autres vivent à l'état adulte sur le fond mais possèdent des formes larvaires planctoniques : c'est le cas de nombreux invertébrés marins dont beaucoup de mollusques et de crustacés. Enfin sur le plan alimentaire, nombreux sont les animaux vivant en pleine eau qui viennent consommer les organismes vivant sur le fond.

Bien qu'elle ne soit pas nettement tranchée, cette distinction permet de séparer deux catégories d'effets du dragage : les effets directs qui résultent de l'extraction, avec le sédiment, des organismes vivant sur le fond ; les effets indirects beaucoup plus diversifiés, tels que la suppression d'une nourriture naturelle pour les espèces vivant en pleine eau ou la modification des conditions écologiques dans les eaux au-dessus de la zone d'extraction.

1 — Les effets directs sur le benthos temporaire ou permanent

Les modifications biologiques liées au dragage auront toujours pour cause principales les changements que celui-ci provoquera dans la nature lithologique des fonds. En effet, l'écologie nous enseigne que, dans une région donnée, toutes choses étant supposées égales par ailleurs, les fonds rocheux, les fonds de galets, de graviers, de sables grossiers et fins et de vase sont habités par des peuplements différents. Sur les substratums durs, rochers, galets se développent des formes fixées dont dépend tout un peuplement d'organismes prédateurs ou associés. Aux fonds meubles et suivant la nature du dépôt (granulométrie, teneur en matière organique, etc...) correspond toute une série de peuplements spécifiques.

En Manche ces relations, nature du fond, nature du peuplement, sont maintenant bien établies (cf page 3). Il en résulte une conséquence pratique immédiate :

- Si la drague enlève complètement un dépôt superficiel d'un type donné, et met à jour un substratum différent, le peuplement qui viendra recoloniser ces endroits sera différent du précédent. En Baie de Seine, à l'emplacement de la souille expérimentale, le fond était constitué de sables fins auxquels correspondait un certain peuplement à *Ophelia borealis*, du nom de l'espèce d'Annelide polychète dominante. L'enlèvement de cette couche de sable et la mise à jour par le creusement de cailloux, de galets et de graviers, se traduisent par l'apparition d'une faune sessile différente de la précédente. Par ailleurs, s'il n'y a pas de découverte, si on veut respecter l'équilibre biologique existant, il faudra toujours s'abstenir d'épuiser le gisement ; il sera nécessaire de laisser sur le substratum rocheux une certaine épaisseur du dépôt meuble d'origine.

Les modifications biologiques qui résulteront d'un changement éventuel de la lithologie du fond ne sont pas nécessairement dommageables. Elles ne le seront que lorsqu'un site privilégié sera détruit. L'effet peut, par contre, se révéler positif sur les fonds à Ophiures, (organismes prolifiques, voraces, destructeurs), qui sont impropres au chalutage.

On peut même envisager que de tels changements de la nature du fond provoqués par l'homme puissent constituer une étape du contrôle biologique des organismes qui s'y développent. Néanmoins, l'état des connaissances est actuellement tel qu'on ne peut pas prendre de risque en ce domaine et que d'une manière générale, toutes les précautions doivent être prises pour conserver, autant que cela peut se faire, la nature du fond initial.

Une autre contrainte, déjà évoquée et aussi importante, sera la limitation des aires exploitées. On conçoit que, plus la surface draguée est importante, plus la zone dépeuplée sera grande. A tonnage récupérable égal, l'exploitation de quelques sites particuliers sur des gisements épais doit être favorisée au détriment des gisements moins épais mais de grande surface. L'administration devra donc prohiber le dragage extensif et limiter à quelques kilomètres carrés les autorisations d'extractions. Beaucoup de dossiers présentés par des pétitionnaires visant à acquérir des droits sur des zones étendues sont, à cet égard, irrecevables.

Afin d'être à même de mieux cerner la taille et le nombre d'exploitations tolérables dans une région donnée, les travaux effectués en Baie de Seine sont, à l'heure actuelle, orientés vers l'étude des vitesses de recolonisation. Les premières indications montrent qu'elles sont grandes. Néanmoins, dans une première phase, il se passe ce qu'on observe dans les espaces vierges. La réoccupation est anarchique et dépend du stock larvaire disponible dans le plancton, dans les mois qui suivent les opérations de dragage. Plusieurs années seront nécessaires pour qu'après diverses fluctuations une sélection se produise et permette l'établissement d'un peuplement stable.

2 – Les effets indirects sur la faune

Compte tenu de la nature même d'un écosystème, le nombre de ces effets est pratiquement infini. Il a donc été décidé de concentrer l'effort sur les sujets qui paraissent les plus importants, à savoir, l'étude de la dépendance des espèces commerciales vis-à-vis de cette nourriture naturelle que constitue le benthos. L'examen de l'alimentation des poissons les plus abondants (carrelet - limande, sole, merlan, lieu jaune, grondins, etc...) permet effectivement de connaître ce degré de dépendance ; ainsi certains, les Pleuronectidés, tirent la totalité de leur nourriture des invertébrés benthiques. Il y a là encore une raison supplémentaire pour préserver le benthos et par voie de conséquence, limiter l'aire d'extension des zones draguées.

V – CONCLUSIONS

Les travaux réalisés au cours de ces trois dernières années sont permis de définir les principes directeurs d'une exploitation de sables et graviers marins qui prend en considération la protection de l'environnement.

Il faut, en particulier, faire très attention aux aspects suivants :

- la formation d'excavations qui réduisent les possibilités de chalutage dans la région exploitée ;
- les risques éventuels d'érosion à la côte ;
- la mise en suspension de quantités importantes de particules fines considérée par rapport à la turbidité naturelle du milieu ;
- la fragilité du sol marin sur le plan de la productivité et son importance vis à vis du benthos et plus généralement de l'équilibre biologique qui imposera de limiter la taille des exploitations.

Dans le cas particulier de la plupart des gisements français, les stagnations liées aux excavations et la libération d'éléments toxiques par désorption des substances piégées par le sédiment ne semblent pas à redouter.

Les travaux réalisés autour de la souille expérimentale nous ont appris comment saisir les problèmes, qu'il s'agisse des inventaires faunistiques, de la définition de la

dépendance des poissons vis à vis du benthos, de la mise en suspension de fines, de la nature des contrôles à faire sur l'évolution topographique du milieu.

On dispose maintenant de méthodes et d'un savoir faire qui permet d'analyser correctement des demandes d'extraction ainsi que de conseiller les services compétents sur les facteurs à contrôler en cours d'exploitation.

On peut donc, sans crainte majeure, mais sous réserve d'une analyse sérieuse des demandes, accorder certaines autorisations d'exploitation sur le plateau continental français, d'autant plus que celles-ci ont encore un caractère très ponctuel.

Néanmoins, les taux d'extraction sont actuellement faibles : quelques millions de tonnes/an. L'évolution des besoins laisse prévoir que dans une dizaine d'années ce taux d'extraction se chiffrera par dizaine de millions de tonnes. On se trouvera donc confronté à une situation nouvelle et il est possible, si une gestion rationnelle du milieu marin n'est pas mise sur pied d'ici là, qu'on dépasse, dans certaines régions, le niveau tolérable d'exploitation. Pour déterminer ces seuils, une meilleure connaissance des zones exploitées doit être acquise, ainsi que celle des équilibres biologiques dont elle est le siège. C'est aussi un problème plus général qui touche l'ensemble des rejets à la mer, des pollutions par les fleuves, des développements industriels. Du fait même du caractère synergique de tous ces facteurs d'altération du milieu, il va falloir dans un tout prochain avenir, les penser dans leur ensemble comme on gère, dans leur ensemble, les problèmes de l'eau dans une agence de bassin.

Pour l'instant, en matière de sables et graviers, on envisage de réitérer dans des sites différents, l'expérience poursuivie en Baie de Seine. Le CNEXO est très conscient du fait que chaque région constitue un cas particulier et qu'une expérience réelle ne peut s'acquérir qu'en multipliant et diversifiant les sites d'observations pour disposer d'analogies sérieuses.

Il est souhaitable, par ailleurs, que l'ISTPM continue son effort d'inventaire des zones de pêche et des sites privilégiés sur le plan biologique. C'est ainsi, en accumulant des observations, de l'expérience et en perfectionnant les méthodes d'observations et de prévision qu'on établira de façon progressive et évolutive, les règles de l'exploitation industrielle à plus grande échelle de demain.

