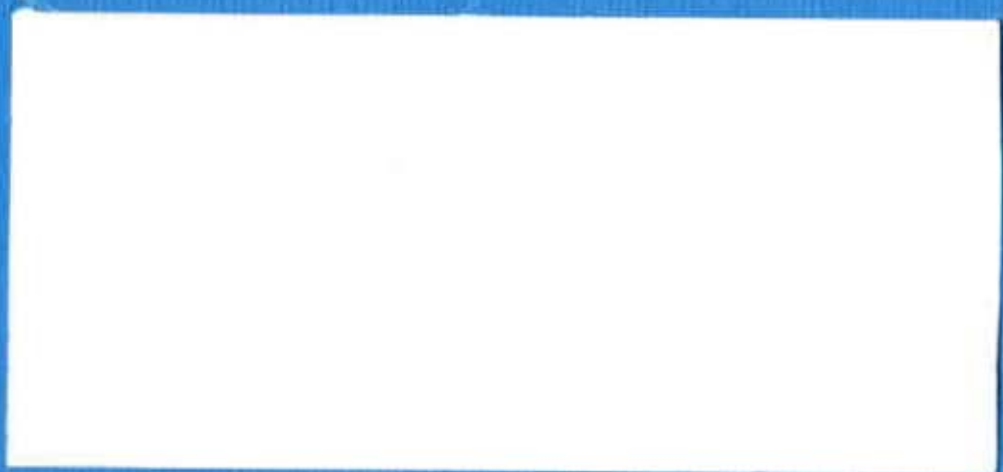


L. Horal



Publications du
CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS
(C N E X O)



Rapport préparé par le Centre National
pour l'Exploitation des Océans

39 avenue d'Iéna 75 016 Paris

2946

H120-CRE-R

LES REPERCUSSIONS DE L'EXPLOITATION INDUSTRIELLE
DES SABLES ET GRAVIERS
SUR L'ENVIRONNEMENT MARIN
ET SUR LES ACTIVITES ECONOMIQUES
DU DOMAINE MARITIME

ooo0ooo

PROGRAMME DE RECHERCHES DU CNEXO
ET DE L'ISTPM

PAR

ALAIN-PHILIPPE CRESSARD
Département "Ressources Minérales"

C. O. B.			
Sigle	Attr.	Info.	Photo
D/COB			
Adj. Dir.			
D. S.			
D. I.			
T. D. I.			
SLAF			
S. Gén.			
<i>Libéral</i>	X		

C.O.B
01067 22.3.74
ARRIVÉE

CONSTITUTION DU GROUPE DE RECHERCHE

Cette étude est placée sous la responsabilité de :

Monsieur Jacques DEBYSER, chef du département "Ressources Minérales" - CNEXO
Monsieur Georges KURC, ISTPM, Chef du service "Océanographie et Pêches"

La coordination et la direction du programme est assurée par

Monsieur Alain CRESSARD - CNEXO

Les responsables scientifiques sont :

Messieurs L. CABIOCH - CNRS - Station Biologique de Roscoff
P. CHARDY - COB -
G. COURTOIS - CEA - chef du département "Application des Radio-éléments"
G. KURC - ISTPM- chef du service "Océanographie et Pêches"

Les responsables des dragages sont :

Messieurs BOUTIN - Entreprise GAGNERERAUD Père & fils
MAURY - Entreprise GAGNERERAUD Père & fils
GENDRE - UMD
PAVOT - SAPAM

P L A N

Avant- propos

I - INTRODUCTION

I-1 - Origine des agrégats

- Alluvions fluviatiles anciennes
- Dunes hydrauliques

I-2 - La recherche des gisements

- La prospection géophysique
- La prospection sédimentologique

I-3 - Les gisements actuellement reconnus

I-4 - Les techniques d'exploitation

- Dragage au point fixe
- Dragage à la traîne

II - EFFETS DES EXPLOITATIONS

II-1 - Répercussions sur le domaine physique

- L'eau
- Le fond de la mer
- La ligne de rivage

II-2 - Répercussions des exploitations sur le milieu vivant

- Effets immédiats dans la zone de l'exploitation
- Effets à long terme autour de la zone de l'exploitation
- Plancton

II-3 - Répercussions de l'exploitation des sables et graviers dans le domaine des activités économiques du domaine maritime

- Répercussions sur la pêche et la conchyliculture

- Répercussion sur les activités du littoral
- Répercussion sur l'activité touristique

III - CHOIX D'UNE TECHNIQUE D'ETUDE

- III-1 - Etude en vraie grandeur
- III-2 - Sites des expériences
- III-3 - Conditions d'exploitation

IV - LES ETUDES ENTREPRISES SUR LA SOUILLE EXPERIMENTALE

- IV-1 - Programme de recherche de la Station Biologique de Roscoff
 - Programme général des recherches
 - Groupe de recherches, opérations effectuées
 - Matériel et méthodes
 - Prévisions

- IV-2 - Programme de recherche du COB
 - Gestion
 - Traitement

- IV-3 - Programme de recherche de l'ISTPM
 - Conditions de travail
 - Programme

- IV-4 - Programme de recherche du CEA
 - Techniques
 - Moyens à mettre en oeuvre
 - Conclusions

- IV-5 - Total des crédits engagés sur 1973

- IV-6 - Orientations du programme de 1975

V - REMARQUES GENERALES

AVANT - PROPOS

La demande en granulats utilisés pour les grands travaux (autoroutes, ports, etc...) et pour la construction, croît rapidement au taux de 11 % par an et la demande annuelle est actuellement en France supérieure à 5 tonnes par habitant.

Parmi ces granulats qui sont soit d'origine naturelle (sables et graviers alluvionnaires, roches compactes, concassées et broyées) ou artificielle (laitiers des hauts fourneaux), les sables et graviers représentent plus de 75 % des tonnages. Jusqu'à ce jour, 160 km² du territoire national ont été exploités en carrière. Au rythme actuel, en 1985, c'est près de 750 km² qui seront exploités. Si cela peut paraître peu en regard de la superficie du territoire national, il faut savoir que les transports ont une incidence très forte sur le coût de ces matériaux, aussi les exploite-t-on dans des sites proches des grands centres industriels et de ce fait le marché des granulats est régional.

Actuellement, ce sont donc les vallées alluvionnaires situées près des grands centres industriels et des zones urbanisées qui sont le plus activement exploitées. Or leurs réserves ne sont pas inépuisables, les contraintes d'urbanisme, la protection des sites et le souci primordial de sauvegarder les nappes d'eaux souterraines tendront à stériliser une partie, chaque année plus importante, dans les zones où la demande se fait la plus forte. Aussi convient-il d'entreprendre, dès maintenant, la recherche de nouvelles sources de matériaux, en particulier sur les plateaux continentaux comme cela se pratique déjà en Grande Bretagne et aux Pays-Bas. (1)

Aussi le CNEXO a-t-il entrepris depuis 1968, la reconnaissance de la couverture des sédiments meubles du plateau continental français en collabo-

.../...

(1) En Grande Bretagne, la production des sables et graviers marins est passée de 3,9 millions de tonnes en 1959 à 13,5 en 1971, c'est-à-dire une augmentation de 350 % alors que pendant ce temps, la production totale des sables et graviers augmentait de 190 %, c'est-à-dire que le pourcentage relatif des sables et graviers est passé de 5,7 % à 11,8 % de la production totale en 12 ans. D'autre part, la Grande Bretagne comme la Hollande augmente ses effectifs en dragues si bien qu'elle exporte déjà une partie de sa production dans les ports français.

ration avec le Ministère du Développement Industriel et Scientifique (DITEIM). Ce qui se traduit au fur et à mesure des campagnes à la mer par la publication de cartes géologiques selon un programme établi en liaison avec le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) et par l'inventaire des ressources minérales qui intéressent l'économie française notamment les dépôts exploitables de sables et graviers.

Parallèlement à ces recherches, le CNEOX dont la mission est aussi de mettre en oeuvre une politique de coordination a engagé un programme d'étude sur les répercussions de l'exploitation industrielle des sables et graviers sur l'environnement marin et sur les activités économiques du domaine maritime, en accord avec l'ISTPM.

Ce programme dont les études portent sur plusieurs années est réalisé en coordination avec les directions des différents départements de recherches du CNEOX et donne lieu à des contrats de recherches et d'études avec des organismes publics ou avec des sociétés industrielles.

I - INTRODUCTION

I-1 ORIGINE DES AGREGATS

A terre, on exploite essentiellement des dépôts de sables et graviers alluvionnaires le long des vallées fluviales (vallées de la Seine, de l'Eure ou de la Loire, par exemple).

En mer, les gisements exploitables de sables et graviers existent sous deux formes différentes.

I-1.a - 1° Alluvions fluviatiles anciennes

Au cours du quaternaire d'importantes variations climatiques ont eu pour conséquence une oscillation du niveau des mers : durant les périodes froides, une grande partie de l'eau étant mobilisée sous forme de glace sur les continents, le niveau des mers baisse et le plateau continental est alors émergé. Par suite de cette émergence, il y a rajeunissement du relief, le cours des fleuves s'allongeant ils creusent leur lit pour retrouver leur profil d'équilibre. Cette reprise de l'érosion, jointe à un ruissellement actif à terre est la cause d'un transport important de sédiments grossiers par les fleuves. L'épaisseur de ces dépôts garnissant le fond des vallées, actuellement submergées, atteint plusieurs dizaines de mètres.

I-1.b - 2° Dunes hydrauliques

Ce sont des structures résultant du jeu des courants marins ayant accumulé jusqu'à constituer de véritables dunes : des sédiments détritiques d'origine terrigène ou organogène.

Certaines de ces dunes hydrauliques sont constituées presque exclusivement de débris de coquilles et de tests calcaires, et ainsi leur composition peut atteindre jusqu'à 98 % de carbonate de calcium.

.../...

I-2 LA RECHERCHE DES GISEMENTS

Cette recherche ou prospection a pour but de trouver des sites favorables à une exploitation industrielle des sables et graviers. Cette prospection doit permettre de connaître la position précise, la nature, et la granulométrie du gisement, la superficie exacte et l'épaisseur des dépôts. Ainsi on peut évaluer le cubage des agrégats disponibles et apprécier leur valeur commerciale. Pour cela, on devra réaliser à partir de navires disposant d'un positionnement, le plus précis possible, afin de permettre une localisation sans ambiguïté des zones reconnues favorables (système toran, par exemple), deux types d'études :

I-2.a La prospection géophysique

On utilise le plus généralement la sismique réflexion ; un émetteur (source sismique) envoie dans l'eau des ondes qui en pénétrant dans les couches sous le fond, se réfléchissent partiellement sur chaque discontinuité du fond. Les ondes réfléchies sont captées par des hydrophones en surface puis enregistrées en fonction de leur temps d'arrivée, et à partir d'hypothèses concernant la vitesse de propagation de l'onde dans le sédiment et en utilisant de nombreux profils qui se recoupent (maillage de la zone), on peut évaluer les volumes et reconstituer la géométrie dans l'espace des gisements.

I-2.b La prospection sédimentologique

Permet d'identifier les différentes couches par prise d'échantillons en des points choisis le long des profils sismiques.

- par dragage
 drague légère, type ROMANOVSKY, par carottage (carottier CNEOXO-VILLE)
- par analyseur de fond
 permettant une évaluation en continu de la nature granulométrique des sédiments en surface

.../...

- par échantillonnages
 permettant d'obtenir sur une tranche épaisse de sédiments
 des renseignements sur leur nature et leur composition
 (procédé Air-Lift ou vibro-carottier).

Cette étude se termine en laboratoire afin de préciser la granulométrie et
 les traitements que devront subir ces agrégats avant d'être commercialisés.

I-3 LES GISEMENTS ACTUELLEMENT RECONNUS

La recherche des gisements et leur évaluation est actuellement en cours. On peut
 estimer qu'en 1978, les gisements potentiels seront localisés et évalués jusqu'à
 30 mètres de profondeur.

Parallèlement, un programme décennal de recherche est à l'étude pour étudier
 les gisements jusqu'à 60 - 70 mètres.

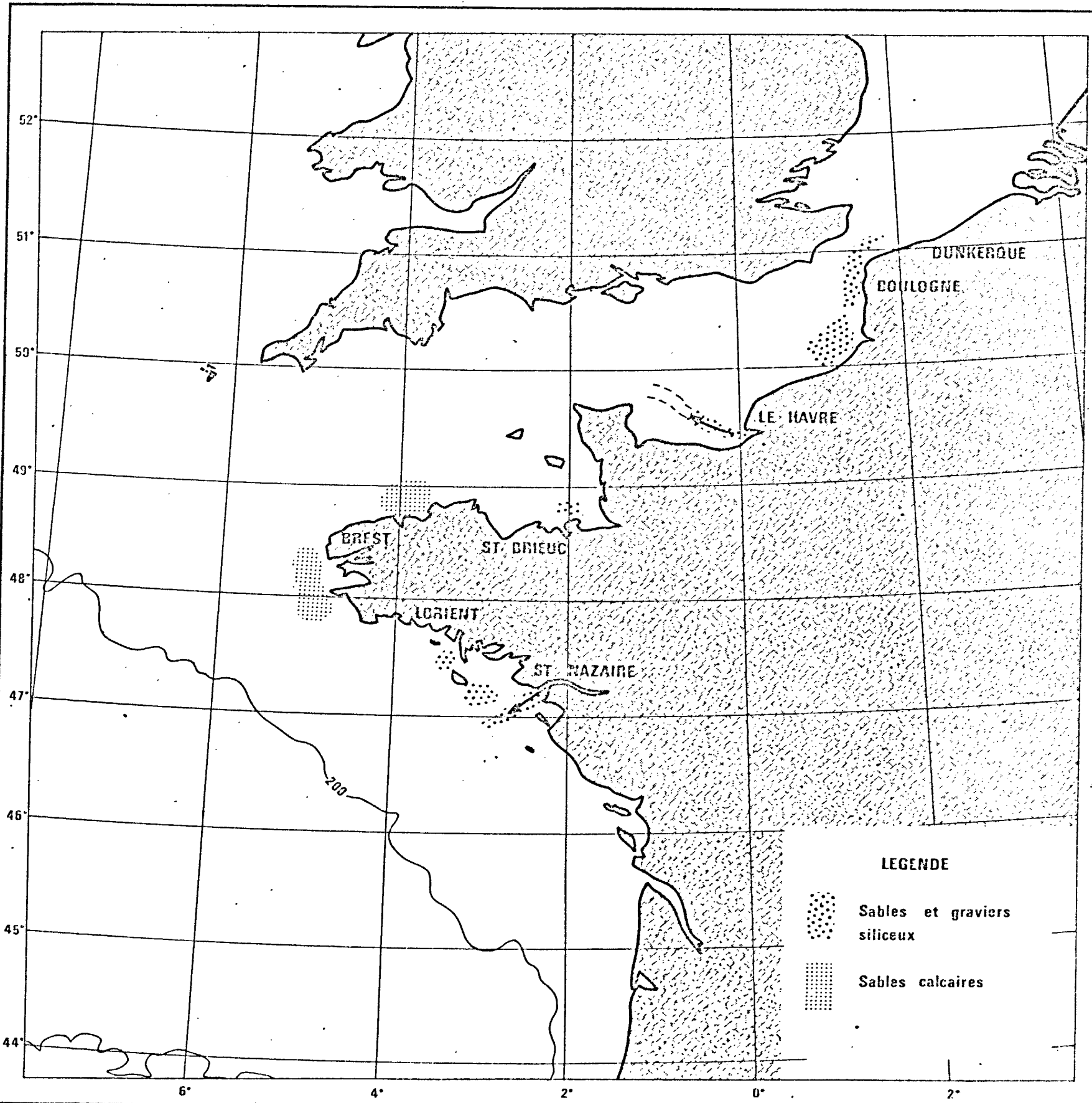
Le bilan est le suivant :

* Les valeurs ont été établies d'après les volumes de "tout venant" mis en évi-
 dence par sismique réflexion

REGION	EVALUATION DES GISEMENTS RECONNUS (en million de M3*)	NATURE
Manche orientale	> 1 500	sables et graviers
Manche centrale	> 4 000	sables et graviers
Nord Bretagne et Bretagne occidentale	> 1 000	sables calcaires
Sud Bretagne	> 2 000	sables et graviers
Gascogne	aucune étude entreprise à ce jour	
Languedoc Roussillon	aucune opération entreprise à ce jour	
Provence Côte-d'Azur	études effectuées conditions peu favorables	sables et graviers
Corse	conditions peu favorables	

LOCALISATION DES ZONES
A AGREGATS
SUR LE PLATEAU CONTINENTAL FRANCAIS

Etat des connaissances en 1974



I-4 LES TECHNIQUES D'EXPLOITATION

En dehors de quelques petites exploitations côtières limitées surtout aux bancs de sables des estuaires, qui se font à la benne, tous les dragages de sables et graviers en mer sous hauteur d'eau, se font au moyen de dispositifs permettant l'aspiration d'un mélange eau de mer, sables et graviers parfois avec émulsionneurs à air comprimé.

Des pompes centrifuges aspirent le mélange sur le fond à partir de l'élinde de suction. La mixture est déversée dans les puits de la drague. Les éléments grossiers se déposent par décantation, tandis que l'eau chargée des éléments fins est rejetée à la mer par des déversoirs ménagés à la partie supérieure du puits.

Actuellement, ces navires peuvent atteindre 10 000 m³ et se chargent en moins de deux heures.

Deux techniques de dragage sont possibles :

I-4.1 Dragage au point fixe

Le navire mouille sur une ancre, et utilise une élinde soit orientée vers l'avant, soit vers l'arrière et aspire le mélange à partir du bec d'élinde reposant sur le fond. Cette technique se traduit par des excavations en forme d'entonnoir sur le fond.

I-4.2 Dragage à la traîne

L'élinde est orientée vers l'arrière, le bec d'élinde repose sur le fond, le navire fait route à vitesse très réduite au-dessus du gisement. Il reste alors sur le fond une trace en forme de sillon.

Dans les deux cas, grâce à des moyens de radiolocalisation précis, la drague parvient à utiliser l'ensemble de la surface du gisement.

.../...

I-4.3 La drague chargée, se dirige alors vers le port où le déchargement est opéré soit par une grue à benne alimentant une trémie déversant les matériaux sur tapis roulant qui les transporte à terre vers un système de triage, soit par refoulement en conduite.

Actuellement, pour optimiser la rotation des dragages, entre le gisement et le port de déchargement, on peut :

- utiliser le clapage en bassin où une drague sur ponton flottant alimente une bande convoyeuse. Soit envisager pour l'avenir, de lourdes dragues travaillant en mer, tout en chargeant des barges automotrices de 2 000 tonnes.

II - EFFETS DES EXPLOITATIONS

Actuellement, si les opérations de dragages sont déjà très industrialisées, peu d'études programmées ont été réalisées sur les effets des exploitations de sables et graviers. En Angleterre, des laboratoires ont réalisé de nombreuses observations d'ordre biologique et topographique sur des exploitations en cours (Fisheries Laboratory de Lowestoft, de Burnham on Crouch et d'Aberdeen).

Aux Etats-Unis, un programme prévu avec action concertée de nombreux laboratoires est actuellement "gelé".

En France, le CNEXO avec le concours de l'ISTPM engage actuellement un programme d'étude sur les effets des exploitations de sables et graviers en coopération avec un certain nombre d'organismes : CEA - CNRS - Université, etc...

Pour établir ce programme, nous avons fait l'inventaire dans les mécanismes mis en jeu lors de l'exploitation des causes susceptibles de créer des effets durables sur l'environnement marin ; nous sommes partis des nombreuses observations des auteurs étrangers ainsi que des connaissances écologiques disponibles dans les régions où l'exploitation est envisageable.

Cet environnement marin peut se décomposer en trois domaines :

- le domaine physique
eau, fond de la mer, ligne de rivage
- le domaine biologique.
faune et flore marine
- le domaine des activités humaines
pêche et conchyliculture, port et aménagement tourisme

On décrira les répercussions sur chacun de ces domaines des exploitations de sables et graviers.

II-1 LES REPERCUSSIONS SUR LE DOMAINE PHYSIQUE

II-1.a L'eau

Il y a création d'une turbidité en profondeur par le passage du bec

d'élinde sur les sédiments meubles et en surface par rejet de particules fines avec l'eau au niveau du puits.

On peut chiffrer approximativement ce rejet en surface dans le cas d'une drague moyenne, chargement 1 tonne par seconde, si le sédiment contient entre 1 et 3 % de particules fines, on obtient 10 à 30 kg de particules mélangées à 7 à 8 m³ d'eau, c'est-à-dire une concentration initiale inférieure à 2 ‰ et tout de suite soumise à une dilution.

Si faible soit cette turbidité, comparée au rejet des fleuves côtiers on ne peut la tenir a priori pour négligeable du fait des implications qu'elle peut avoir sur le domaine biologique.

Cette turbidité va former un nuage de dispersion et les particules vont être entraînées par les courants et vont se redéposer en mer ou bien une reprise par les courants pourrait éventuellement les amener à la côte.

D'autre part, en même temps que les particules fines, le lavage des sédiments peut remettre en suspension un certain nombre d'éléments déposés sur le fond, soit nocifs, traces d'hydrocarbures, pesticides, métaux lourds, soit favorables, dans le cas d'éléments nutritifs pour le plancton : phosphates, nitrates.

Il apparaît donc nécessaire d'étudier d'une part la turbidité créée dans l'eau et la dispersion du nuage de particules fines, son aire de répartition et sa dispersion en fonction des courants et sa zone de dépôts. En même temps, on devra réaliser un certain nombre de prélèvements d'eau pour rechercher des traces d'éléments remis en suspension.

II-1.b Le fond de la mer

L'exploitation à l'échelle industrielle de gros volumes de sables et

.../...

graviers du fond de la mer modifie la topographie du fond, en créant des excavations et de ce fait le régime des courants en eau profonde. Les auteurs anglais ont montré dans le cas des conditions hydrologiques de leurs exploitations que non seulement trois ans après les excavations n'avaient pas disparus, mais certaines s'étaient surcreusées. D'autre part, la création de zones accidentées peut éventuellement créer des conditions gênantes à l'utilisation de chalut de fond.

Il apparaît donc nécessaire d'étudier les courants au niveau des exploitations, le déplacement des particules et de surveiller ces excavations pour voir leur devenir. (possibilité de colmatage naturel.)

II-1.c La ligne de rivage

L'exploitation à l'échelle industrielle de gros tonnages de sables et graviers peut modifier l'équilibre sédimentaire superficiel (auquel on peut rattacher les sédiments des plages). Elle peut changer le sens et la force des courants permanents, et de ce fait provoquer ou aggraver l'érosion du rivage particulièrement dans le cas de côtes sableuses.

En Angleterre, depuis quelques années le "Crown-Estate Commissioners" qui attribue les autorisations de dragages en mer, refuse systématiquement toute attribution de permis à moins de trois milles du rivage. C'est la raison pour laquelle les campagnes de prospection du CNEOXO n'ont jamais été conduites à des distances des côtes inférieures à 3 milles.

Il semble néanmoins souhaitable qu'une étude soit faite dans ce sens en France pour savoir dans le cas de côtes sableuses, à partir de quelle distance et de quelle profondeur, les exploitations ne peuvent agir sur la ligne de côte dans le cas où des industriels souhaiteraient exploiter des gisements situés à proximité du rivage.

.../...

II-2 LES REPERCUSSIONS DES EXPLOITATIONS SUR LE MILIEU VIVANT

Les exploitations de sables et graviers marins risquent d'avoir à court et long termes des répercussions sur le milieu vivant. On ne peut a priori les considérer comme nocives. Elles seront peut-être bénéfiques dans certains cas mais elles doivent être étudiées très soigneusement.

II-2.a Effets immédiats dans la zone de l'exploitation

Le peuplement des fonds marins, n'occupant guère que la surface du substrat et les vingt premiers centimètres en profondeur, il y aura donc à la surface du gisement, lors de l'exploitation, destruction d'une masse de matière vivante plus ou moins grande, selon la richesse du fond. Ces effets destructeurs porteront essentiellement sur les invertébrés benthiques, source de nourriture des poissons. Il y a risque de destructions des frayères pour les espèces qui pondent sur le fond, (brème de mer, raie, roussette, orphie et surtout hareng). En effet, dans le cas du hareng dont l'intérêt commercial est primordial, l'espèce se rassemble en bancs vers la période novembre-décembre et sur des fonds particuliers (zones à cailloutis, balayées par les courants), ils pondent leurs oeufs. Cette ponte n'est pas dispersée mais se fait par tâche de quelques centaines de mètres, et les oeufs adhèrent en masse au substrat jusqu'à la libération de la larve.

Si la suppression du benthos est inévitable dans la zone de l'exploitation, les frayères de harengs doivent être évitées, et ceci grâce à une bonne connaissance de ces zones sur le plateau continental.

D'une façon générale, il est important de connaître la vitesse de repeuplement des zones dénudées qui dans beaucoup de cas doit être supérieure à la cadence de ramassage.

II-2.b Les répercussions à long terme autour de la zone d'exploitation

- modifications dans le peuplement benthique

La composition des peuplements benthiques est liée à la nature du substrat. Elle dépend de ce fait, dans une large mesure, de la morphologie des fonds et des interactions avec les courants de marées.

Il est à prévoir que des creusements effectués à travers des dépôts de sédiments fins pour atteindre les graviers sous-jacents laisseront des traces durables comme en témoignent les observations des Britanniques. Ce sont sur ces sables fins que l'on rencontre les peuplements à Abra-Alba, qui sont parmi les plus productifs.

Dans le cas des bancs de sables, type des dunes hydrauliques, les exploitations ne devraient pas beaucoup affecter la biologie des fonds, étant donné qu'ils sont constitués de sables mobiles ; leur peuplement est généralement très pauvre.

Dans le cas de fonds grossiers à épibioses sessiles (1), ces fonds sont souvent des zones préférentielles pour les pontes des harengs. S'il s'agit de graviers sableux, les excavations pourront être comblées par la fraction mobile des sables et par suite on verra sans doute l'installation d'une endofaune à Amphioxus, avec pour conséquence un appauvrissement de la productivité et une réduction des surfaces favorables aux pontes démersales des poissons. S'il s'agit par contre de fonds caillouto-graveleux, il y aura un changement de morphologie du substrat, mais le peuplement restera riche en épifaune sessile.

Un cas particulier doit être envisagé, celui des faciès d'épifaune vagile (2) à "Ophiotrix". (O. fragiles). Ces populations denses

.../...

(1) espèce sessile : fixée sur le fond - (2) espèce vagile : non fixée

couvrent des étendues immenses en Manche Occidentale sur des fonds plats caillouteux, ou caillouteux-graveleux parcourus par des forts courants de marées. Ces Orphiotrix détruisent la plupart des larves à leur arrivée sur le fond, aussi ces fonds sont-ils pauvres en épifaune sessile et en Manche occidentale, c'est dans des lagunes accidentées et de ce fait dépourvues d'Ophiures que se font les captures les plus fréquentes de gros crustacées (homard - langouste). D'autre part, ces fonds à Ophiures sont impropres à la pêche au chalut, l'engin se gorgeant d'Ophiures finit par être endommagé ou perdu. L'exploitation de ces fonds en changeant les conditions morphologiques et hydrologiques peut être bénéfique en introduisant un changement de peuplement benthique.

Une autre cause de modification du peuplement benthique sera introduite par la sédimentation des particules fines remises en suspension, qui si elles sont concentrées par les courants de fonds, pourront changer la nature du substrat.

- modification au niveau du plancton

La remise en suspension de particules fines et d'éléments soit nuisibles (pesticides, hydrocarbures, métaux lourds) soit bénéfiques (nitrates, phosphates) peut introduire une variation de la productivité du plancton.

Bien qu'ils doivent être pris en considération sans a priori l'influence de ces facteurs devrait être minime si on tient compte du fait que seuls les fonds vaseux absorbent les éléments toxiques. Or, les gisements de sables et graviers sont très généralement dans des zones dépourvues de vase.

En conclusion, il apparaît que le domaine biologique est très complexe. On est en présence d'un écosystème dont les éléments plancton - benthos - necton sont liés ensemble tout en étant en dépendance avec

les conditions extérieures. Des études très poussées doivent être effectuées pour connaître les communautés biologiques des sites. D'autre part, il est nécessaire de déterminer la fixation des formes larvaires du benthos et d'étudier les dépendances des espèces commerciales vis-à-vis du benthos.

II-3 REPERCUSSIONS DE L'EXPLOITATION DES SABLES ET GRAVIERS DANS LE DOMAINE DES ACTIVITES ECONOMIQUES DU DOMAINE MARITIME

II-3.a Répercussions sur la pêche et la conchyliculture

Dans la mesure où les exploitations éviteront des zones de pêches actives, l'effet direct sur les espèces commerciales devrait être faible mais un certain nombre d'effets indirects peuvent jouer.:

- la remise en suspension de particules fines, en augmentant la turbidité peut créer, dans le cas où les exploitations seraient près des côtes, une nuisance pour l'ostréiculture et la conchyliculture ;
- les fonds initialement plats, sur lesquels sont traînés les chaluts, seront devenus accidentés par suite du dragage et cela risque de les rendre impropres au chalutage durant quelques années.

Il est donc nécessaire d'étudier dans le cas des exploitations la vitesse de comblement des "carrières".

II-3.b Répercussions sur les activités du littoral

Sur le plan de l'aménagement du littoral, les exploitations d'agrégats marins créeront un besoin d'infrastructures nouvelles, surtout au niveau des zones portuaires, et elles permettront aussi le développement des grands équipements des régions littorales.

II-3.c Répercussions sur l'activité touristique

Sans répercussion directe sur l'activité touristique, les exploitations de sables et graviers devront être situées dans des zones où elles ne risquent ni d'aggraver l'érosion des plages, ni d'être responsable d'apport intempestif de particules vaseuses sur les côtes.

III - CHOIX D'UNE TECHNIQUE D'ETUDE

Pour étudier les répercussions de l'exploitation des sables et des graviers que nous avons évoquées, il serait possible de les dissocier en un certain nombre d'expériences que l'on tenterait de recréer artificiellement, en laboratoire, en bassin d'essai et en aquarium. Cette méthode offre l'avantage de partir de paramètres expérimentaux connus que l'on peut faire varier, mais elle dissocie des phénomènes qui en fait sont liés entre eux, et ne permet pas une réelle extrapolation en vraie grandeur de ces observations de laboratoire.

III-1 ETUDE EN VRAIE GRANDEUR

Aussi pour juger des répercussions de l'exploitation des sables et graviers, nous avons préféré une étude en vraie grandeur, et ceci non pas sur quelques exploitations existantes, mais sur une exploitation expérimentale dont l'étude préalable du site permet d'avoir un "niveau zéro" de référence, et suivi d'un contrôle sur plusieurs années permettant de faire des observations sur plusieurs cycles biologiques.

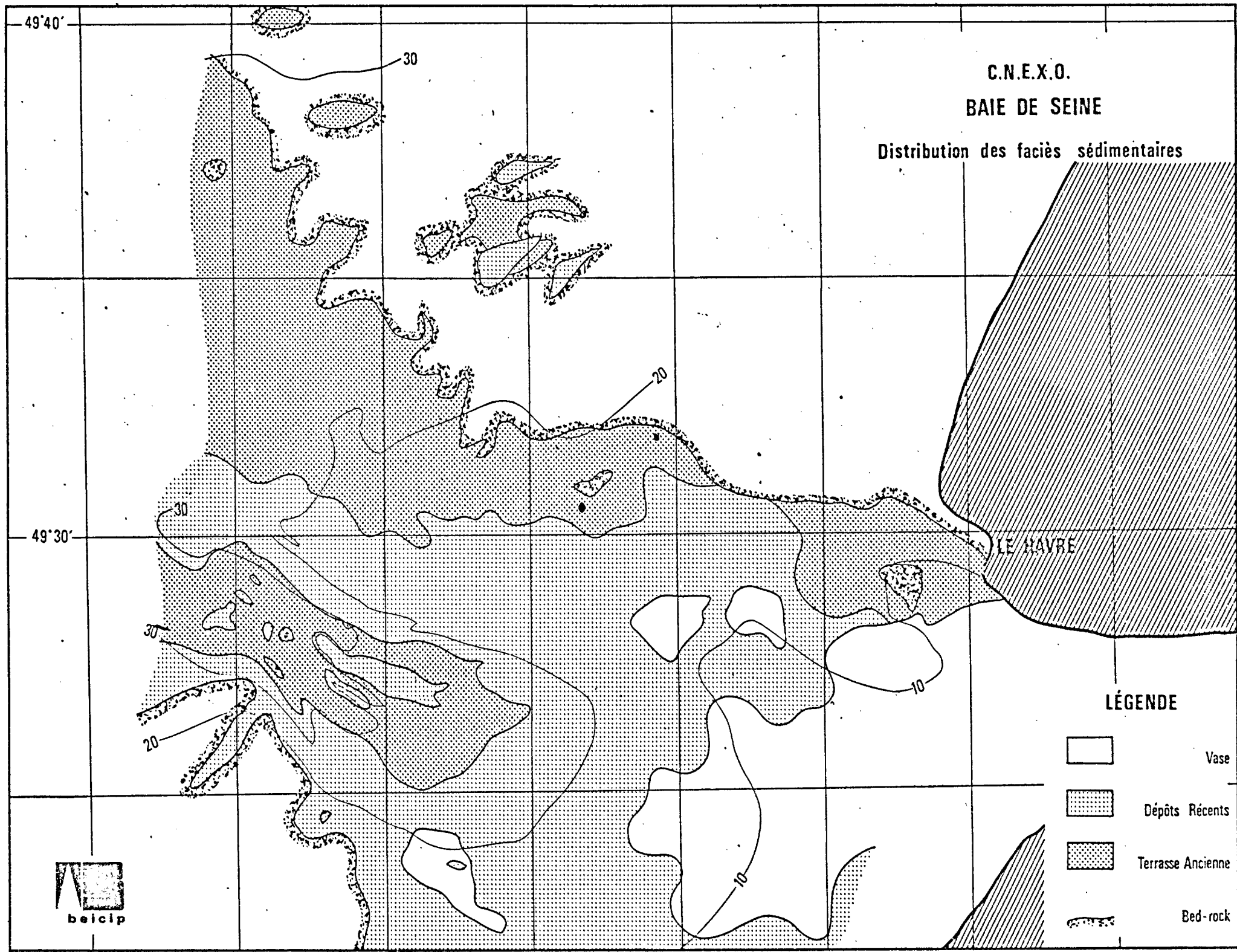
III-2 SITES DES EXPERIENCES

Pour ce faire, il fallait choisir un site de dragage expérimental offrant d'une part les caractéristiques réelles des futures zones d'exploitations mais aussi un environnement biologique diversifié. La Baie de Seine a été retenue car ses réserves en agrégats sont considérables et c'est une zone où la demande est la plus forte : besoins du district parisien et région industrielle de la Basse Seine.

L'emplacement précis des souilles a été choisi en fonction des caractères sédimentologiques.

Deux sites ont été retenus, et si le deuxième reste à préciser dans l'avenir





.../...



C.N.E.X.O.
 BAIE DE SEINE

Distribution des faciès sédimentaires

LÉGENDE

-  Vase
-  Dépôts Récents
-  Terrasse Ancienne
-  Bed-rock


 beicip

00°20'

00°10'

00°00'

00°10'

LE HAVRE

30

20

30

30

20

10

10

le premier est situé à 13 km à l'ouest de Sainte-Adresse, sa position exacte suivant son grand axe A.B. est :

A	0°08'10" W	B	0°06'40" W
	49°30'20" N		49°30'50" N

Sa dimension est de 2 km sur 0,4 km de large.

Ce gisement situé sur des fonds de -18 m, fait partie d'une terrasse ancienne de la paléovallée de la Seine, son épaisseur est supérieure à 15 m et sa teneur en graviers et galets (5/20 mm) à un mètre sous le fond est supérieure à 60 %.

Le peuplement benthique est caractéristique des sables fins et propres *Ensis Arcuatis* et *Ophelia borealis*, c'est-à-dire un peuplement de transition entre les zones très productrices à Abra-Alba des sables vaseux et des zones plus pauvres à *Amphioxus* des sables grossiers.

Cette souille sera exploitée sur environ 5 m d'épaisseur, c'est-à-dire qu'environ 4 millions de m³ seront extraits.

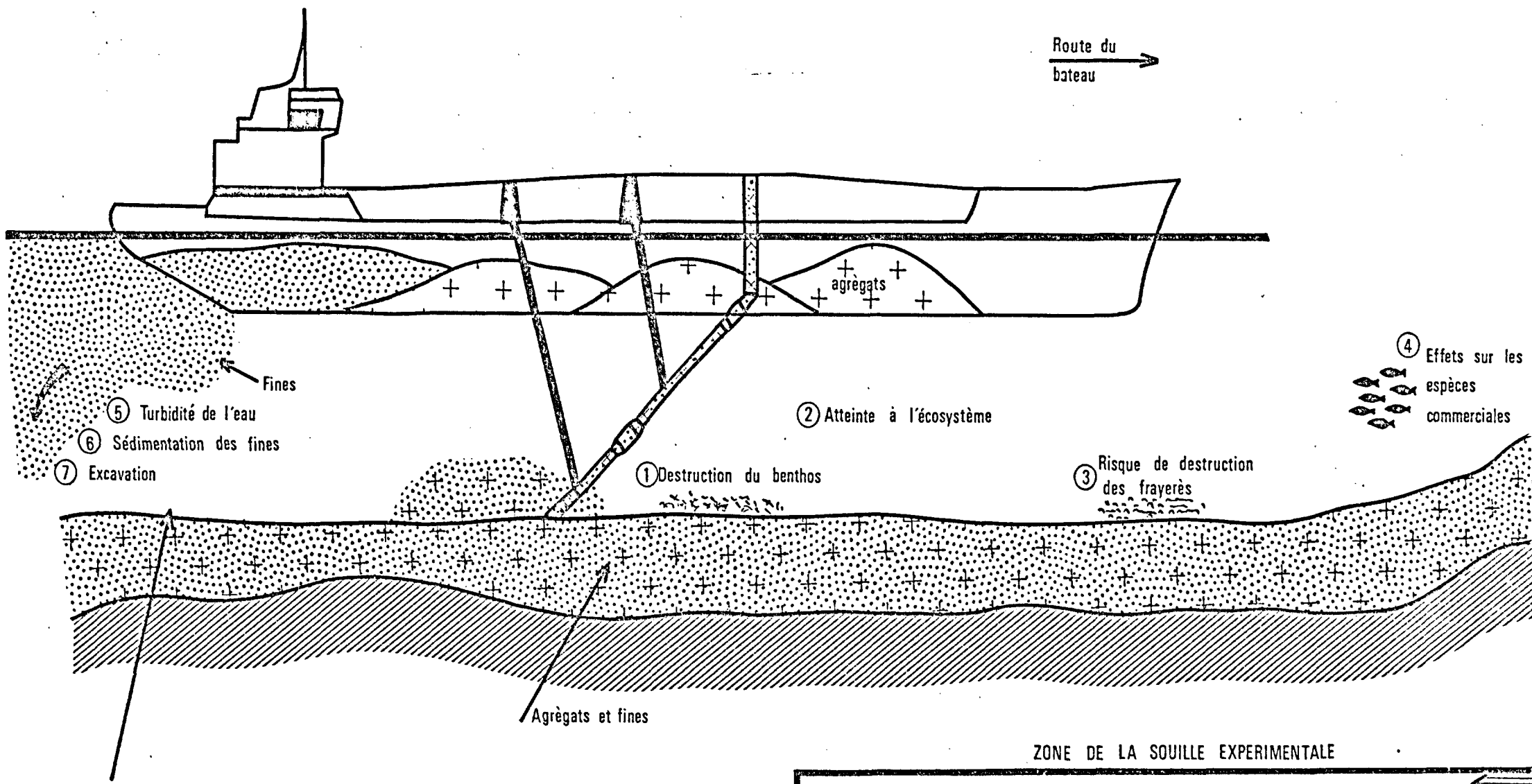
III-3 CONDITIONS D'EXPLOITATION

Mais le coût de l'extraction de 4 millions de m³ étant prohibitif, le CNEOX ne pouvait prendre ces frais à sa charge dans un but expérimental. Aussi a-t-il signé un protocole d'accord avec trois industriels :

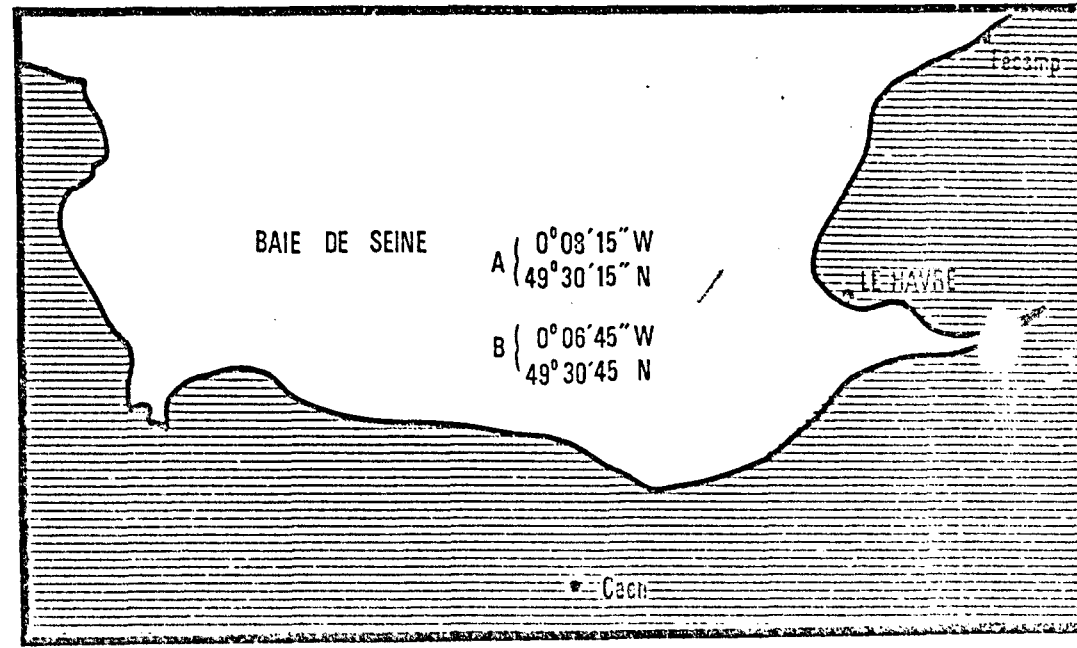
L'Union Maritime de Dragage (U.M.D.), la Société Anonyme de Production d'Agrégats Marins (S.A.P.A.M.) et l'Entreprise Gagneraud Père & Fils, auxquels le CNEOX a confié la réalisation de l'extraction expérimentale de ces matériaux se chargeront de ce travail, et en contre-partie des dépenses engagées, les matériaux marins seront la propriété des industriels qui pourront les commercialiser. De ce fait, la vitesse de creusement de la souille sera fonction de l'écoulement sur le marché des

.../...

agrégats. Le creusement sera réalisé par des campagnes d'un mois environ au cours desquelles 500 à 700 000 tonnes seront extraites. Dans le meilleur des cas deux ans minimum seront nécessaires au creusement de la souille. Les premières extractions ont commencé au début de janvier 1974.



ZONE DE LA SOUILLE EXPERIMENTALE



CAUSES	CONSEQUENCES	CONSEQUENCES POSSIBLES	ETUDES ENTREPRISES	TECHNIQUES	ORGANISMES	
Dragages	1 →	Suppression du benthos	modification de la productivité benthique	Etude préalable des peuplements benthiques Etude des relations Benthos/Substrat	Prélèvements systématiques sur zones et approches Dragues - bennes - photos T.V.	Station Biologique de Roscoff
	2 →	Modification écosystème	"idem" + productivité planctonique	Surveillance des peuplements et vitesse de repeuplement	Modèle mathématique d'écologie prévisionnelle	Centre Océanologique de Bretagne
	3 →	Risque de destruction des frayères	Modification à la capacité de reproduction de l'espèce	Etude de la qualité de l'eau Période de fixation des larves benthiques Dépendance des espèces commerciales vis-à-vis du benthos	Mesure hydrologique Pêches horizontales stratifiées Etude des contenus stomacaux	I.S.T.P.M.
Remise en suspension des fines	4 →		Effets sur les espèces commerciales	Localisation des frayères	Enquête et reconnaissance systématique	
	5 →	Turbidité de l'eau + lavages des sédiments	Action sur le plancton Action sur le benthos	Hydrodynamique de la circulation Aire de dispersion et de dépôt	Mesures directes Etudes par : - traceurs radioactifs - Modèle mathématique de dispersion et de pollution résultante	L.C.H.F. C.E.A.
Changement de topographie et de circulation	6 →	Sédimentation des "fines"	Dépôts sur plages ou zones conchylicoles	Des particules fines	Photos aériennes	
	7 →	Surcreusement ou comblement des souilles	Zone impropre aux chalutages	Surveillance et vitesse de comblement des souilles	Etudes bathymétriques Sonar latéral	
	8 →	Erosion des plages	Aménagement du littoral			

IV - LES ETUDES ENTREPRISES SUR LA SOUILLE EXPERIMENTALE

La recherche des effets des exploitations (cf. II) a montré la nécessité de certaines études. Pour le présenter, elles ont été regroupées en fonction des objectifs poursuivis.

Sur tableau 1 :

On a schématiquement représenté les 8 effets principaux liés soit au dragage lui-même soit à la remise en suspension des particules fines soit enfin au changement de topographie.

Sur tableau 2 :

On a porté en face des effets, les conséquences possibles, puis en les regroupant par thème on a signalé les études entreprises, les techniques employées et les organismes contractants.

IV-1 PROGRAMME DE RECHERCHE DE LA STATION BIOLOGIQUE DE ROSCOFF

IV-1.a Programme général de recherches

Inventaire biologique comparé des peuplements des fonds de la Manche, en vue de déterminer les effets éventuels de l'exploitation des sables et graviers sur l'environnement.

Les recherches entreprises dans ce cadre doivent aboutir à :

- un inventaire qualitatif de la macrofaune
- la connaissance de la distribution des espèces de la macrofaune en fonction des paramètres écologiques
- l'analyse des communautés benthiques, animales et végétales, de leurs caractères quantitatifs et de leurs liaisons avec les paramètres écologiques, le milieu vivant pélagique

.../...

De cette étude devront se dégager notamment :

- une estimation des modifications de l'environnement biologique susceptibles d'être provoquées par l'extraction des cailloutis et graviers
- des recommandations quant au choix des fonds à exploiter

IV-1.b Groupe de recherches - Opérations effectuées

Les missions de lancement effectuées en 1972 ont permis de constituer un groupe de recherches, axé sur plusieurs laboratoires intéressés par l'étude du benthos en Manche. Le travail à la mer est effectué à bord du "Pluteus II". Les recherches actuellement en cours sont réparties de la manière suivante :

- Manche armoricaine (de l'entrée de la Manche à Bréhat) : secteur actuellement le mieux connu, sur la base de 1 700 stations de dragage et de 1 100 prises de vues sous-marines effectuées par L. CABIOCH (thèse, 1969).
- Golfe normanno-breton : L. CABIOCH et C. RETIERE (Université de Rennes). Indépendamment de la Station Biologique de Roscoff, les travaux de l'HERROUX (1970) sur les peuplements des sables fins de la Baie de Saint-Brieuc, et de RETIERE et al. (1971), sur la bionomie du secteur oriental de la Baie de Saint-Brieuc, avaient apporté des données sur la région située au Sud de la ligne Granville-Bréhat. En 1972, à bord du "Pluteus II", ont été effectuées 147 stations de dragage à intervalles de 2 milles, au Nord de la ligne Granville-Bréhat. Les résultats sont actuellement en cours de dépouillement.
- Manche centrale (Des Casquets à Barfleur) : données acquises peu nombreuses, 15 dragages du "Pluteus II" dans la Fosse de la Hague (1963), 9 dragages au Nord du Cotentin, partiellement dépouillés par L. CABIOCH.

.../...

- Baie de Seine : L. CABIOCH et F. GENTIL (3^o cycle Océanographie)
70 stations de dragage du "Pluteus II" en 1971 dans l'estuaire de la Seine et sur quatre radiales réparties dans l'ensemble de la baie.

- Manche orientale, du Cap d'Antifer au Pas de Calais : L. CABIOCH et R. GLACON (Laboratoire de Wimereux). En 1972, avec participation du CNEXO, 46 stations de dragage et des séries d'observations à la télévision sous-marine sur les fonds caillouto-graveleux des régions du Colbart, du Vergoyer, du Nord et du Nord-Est de Dieppe fournissant plus de 600 documents photographiques actuellement en cours d'exploitation. Une mission de photographie sous-marine et de dragages est prévue en Manche orientale, du 27 septembre au 6 octobre.

A l'action des équipes ainsi constituées, il faut ajouter la coopération avec le Centre Audio-Visuel de l'Ecole Normale Supérieure de Saint-Cloud (G. BOUHOT et A. PAILLE) et l'étude des Algues Benthiques, notamment le maerl, par Mme J. CABIOCH.

IV-1.c Matériel et méthodes

La Station Biologique de Roscoff fournit le "Pluteus II" (19 m, gréé en chalutier latéral, avec Decca, Sondeur, Radar). L'équipage est payé en horaire normal sur budget de l'Etat (CNRS).

Des techniques de quatre ordres sont mises en oeuvre dans la phase actuelle des recherches :

- prélèvement qualitatif d'échantillons de fond (50 l) à l'aide de dragues. Matériel nécessaire fourni par la Station Biologique de Roscoff ;
- prélèvement quantitatif dans les biocoenoses repérées par la première technique. Matériel nécessaire : bennes quantitatives (bennes Bouchet) ;

.../...

- photographie sous-marine automatique : le matériel est fourni par la Station Biologique de Roscoff (Caméra Alpine) ; il est doublé d'un équipement complet de rechange en cas de panne en mer ;
- télévision sous-marine : le matériel utilisé était prêté par le Centre Audio-Visuel de Saint-Cloud et datait de 1965. Il a été nécessaire de le doubler par un nouvel appareil, de manière à avoir à bord de même que pour la photographie sous-marine, un équipement de rechange permettant de faire face aux pannes sans perte de temps. (acheté sur des crédits CNEEXO)

Outre les informations biologiques, ces quatre techniques apportent des données sur la nature superficielle des dépôts :

- données sédimentologiques ponctuelles provenant des dragages et des prélèvements à la benne.
- données sur la continuité des dépôts exploitables, sur la base des observations à l'aide de la photographie sous-marine et surtout de la télévision. Les observations effectuées en 1972 sont très significatives à cet égard.

IV-1.d Prévisions

Compte tenu de ce qui a été dit plus haut, le groupe d'étude des peuplements benthiques de la Manche comprend :

Responsable scientifique : Monsieur L. CABIOCH, Epifaune fixée

M. C. RETIERE : Epifaune mobile et Endofaune (Golfe normanno-breton)

M. R. GLACON : Epifaune mobile et Endofaune (Manche orientale)

M. F. GENTIL : Epifaune mobile et Endofaune (Baie de Seine)

Mme J. CABIOCH : Epiflore

M. G. BOUHOT apportent leur participation dans le domaine de

M. A. PAILLE la télévision sous-marine

La station Biologique de Roscoff fournit le "Pluteus II", son équipage en horaire normal, le matériel de dragage, le matériel de photographie sous marine et prend à sa charge les frais de vivres à bord.

Le groupe d'étude a un contrat avec le CNEXO, comprenant des crédits d'équipement, de fonctionnement, de vacations et de missions. Il portera son effort principal sur le Golfe normanno-breton, la Manche orientale et la Baie de la Seine, dans les directions de recherches définies. La plupart des opérations nécessitant de faibles courants de marée, les missions seront effectuées en morte-eau, pendant la saison favorable (fin avril à fin septembre). Compte tenu des autres missions du "Pluteus II", on peut estimer à 70 jours la durée du travail à la mer entrant en compte dans le cadre du contrat. S'ajoutent aux frais de vacations et de fonctionnement liés au travail à la mer, des dépenses étalées sur toute l'année et liées à l'exploitation des résultats.

IV-2 PROGRAMME DE RECHERCHE DU COB

IV-2.a Gestion

Le système d'archivage prévu dans le cadre de la gestion des données du programme "Sables et Gravier", repose sur la mise en place d'un ensemble de fichiers d'accès direct à structure de type séquentiel indexé.

Options fondamentales :

1. Choix de l'unité de description

L'unité de description est la station. L'ordonnance des données

.../...

dans chacun des fichiers est subordonnée à cette condition ;

2 Choix du niveau de l'information faunistique

Le fichier faunistique est directement établi au niveau spécifique (seul niveau valable en vue d'une étude écologique approfondie) ;

3 Choix du code

L'archivage des données faunistiques est réalisé directement en ALPHA, selon la nomenclature binominale linnéenne, afin d'alléger le travail des utilisateurs (lecture des listings, échanges de données, etc...) ;

4 Limites

Ce système n'a pas de prétention universelle. Il est strictement limité à la gestion de l'information écologique relative à la zone prospectée, en vue d'une disponibilité immédiate des données (sous forme matricielle) à des fins de traitement mathématique.

IV-2.b Traitement

La méthode générale consiste à comparer les observations collectées sur les états successifs de l'écosystème étudié, en prenant pour temps de référence l'instant de la première série d'observations. L'analyse des différences constatées entre ces états doit permettre de caractériser la dynamique du système envisagé.

Deux étapes sont envisagées successivement :

1 Approche analytique multidimensionnelle

Analyse structurale (Analyse factorielle, hiérarchie, segmentation). Mise en évidence et évolution dans le temps des composantes caractéristiques de l'équilibre des peuplements. Recherche des

.../...

gradients et des seuils naturels. Analyse causale (multiregressions, corrélations canoniques). Expression du degré de dépendance entre les variables biologiques et les variables physico-chimiques ;

2 Simulation

Elaboration d'un modèle théorique de type probabiliste, traduisant au mieux la dynamique de l'écosystème, en vue d'une utilisation à caractère prévisionnel. Cette tentative, la plus difficile, est fort importante. En effet, c'est par l'établissement d'un modèle prévisionnel qu'on peut espérer prévoir à partir des cas concrets d'exploitation actuelle d'amplitude limitée comment risque d'évoluer le milieu autour des sites où l'exploitation risque d'être intensive à partir de 1985. Elle met en oeuvre les concepts les plus récents de l'écologie mathématique. C'est un cas concret où la solution d'un problème appliqué peut être apportée par des recherches très fondamentales.

Cette étude confiée au COB, a nécessité le recrutement d'un "informatitien-statisticien" et le travail sera effectué sur l'ordinateur du Bureau National des Données Océanographiques sous la direction de Monsieur Pierre CHARDY.

IV-3 PROGRAMME DE RECHERCHE DE L'ISTPM

IV-3.a Conditions de travail

Cette étude doit être réalisée dans différents secteurs susceptibles de présenter un intérêt en vue de l'exploitation ultérieure des sables et graviers. Les observations vont comporter, d'une part des relevés hydrologiques, d'autre part, des pêches de plancton et enfin des chalutages qui nous aideront à définir, avec autant de précisions que possibles, la dépendance des espèces halieutiques vis-à-vis du benthos.

Ce genre de travail sera exécuté par 2 personnes, un chercheur et un technicien, recrutés à cet effet et qui réaliseront les études tant en laboratoire qu'en mer.

.../...

A noter que le travail en mer devra, pour une très grande part, être effectué à bord d'un chalutier artisanal qui sera loué dans le secteur de Honfleur ou Trouville, à cet effet.

Parallèlement à cette série de travaux, une enquête en vue de définir exactement les ressources halieutiques de la Baie de Seine, et d'en faire la cartographie, devra être entreprise sur place auprès de différents professionnels et organismes. Dans le cadre de cette enquête, les données que l'Institut des Pêches serait susceptible de posséder seront également dépouillées.

Une recherche différente, bien que s'inscrivant dans le cadre de cette étude d'ensemble sera entreprise au moment de la reproduction du hareng, dans les principaux secteurs de la Manche orientale. Ce travail doit aboutir à dresser le répertoire et à tracer une cartographie précise des frayères de harengs ; elle se fera dans une période comprise entre le 15 novembre et le 15 décembre pendant une période d'environ 3 semaines. Les travaux, ainsi prévus, pourront être réalisés à partir de la "Thalassa" que l'Institut des Pêches mettra à la disposition de ce projet.

IV-3.b Programme des études

1° Détermination des périodes de fixation des formes larvaires du benthos :

- pêches horizontales stratifiées systématiques dans les sites sélectionnés pour les chalutages ;
- (- pêches verticales pour vérification de l'efficacité des pêches horizontales ;
- identification du méroplancton, analyse qualitative et quantitative relative.

.../...

2° Etude des contenus stomacaux des principales espèces commerciales afin de préciser leur dépendance vis-à-vis du benthos existant dans les secteurs pouvant servir de sites aux "carrières" :

- chalutages systématiques dans les zones sélectionnées ;
- étude faunistique exhaustive des traits de chalut ;
- prélèvement des contenus stomacaux des espèces suivantes :
 - raies, roussettes
 - carrelets, limandes, soles
 - merlans, tacauds
 - daurades

Analyse qualitative des contenus et comparaison avec les collections de référence.

Etude quantitative relative des différents groupes ou espèces reconnus.

3° Répertoire et cartographie précise des frayères de harengs connues en Manche orientale (Colbart, Vergoyer, Ailly, Antifer) et en baie de Seine (Est de la Pointe de Barfleur)

Etude de la relation substrat/frayère

Etude préliminaire portant sur :

- dépouillement de documents existants (cahiers de patrons de pêche) afin de préciser la localisation des différentes frayères et l'évolution de leur importance dans l'espace et dans le temps ;
- examen des apports de harengs pêchés en Manche orientale, de leur maturation sexuelle et de l'origine des captures ;
- en fonction des informations recueillies, délimitation des frayères par prélèvement à la benne et identification à la caméra des zones où les pontes sont éparses ;
- définition des fonds où les pontes ont été trouvées.

.../...

4° Etudes hydrologiques des colonnes d'eau situées au-dessus des sites choisis pour les souilles expérimentales et les premières extractions commerciales

- détermination des caractéristiques du milieu avant et pendant les dragages et définition des altérations provoquées par ces derniers
- campagnes systématiques liées aux pêches du plancton comprenant :
 - des prises d'eau
 - des mesures in situ

Ce travail sera réalisé sous la direction de Monsieur KURC, chef du service Océanologique de l'ISTPM et de Monsieur MAUCORPS, chef de laboratoire ISTPM de Boulogne-sur-Mer.

IV-4 PROGRAMME DE RECHERCHE DU CEA

IV-3.a Techniques

Etude de la dispersion des éléments fins par traceurs radioactifs.

Les traceurs radioactifs, en permettant des mesures en vraie grandeur plus ou moins prolongées dans le temps, sont complémentaires des études sédimentologiques conventionnelles et donnent accès à des paramètres difficilement accessibles par d'autres procédés.

En apportant une preuve, ils servent de support aux calculs théoriques tout en permettant leur développement.

Les principaux paramètres mesurés sont :

- la concentration du nuage en fonction du temps (ou de la distance parcourue) inférieure au g/l
- la vitesse moyenne de propagation

.../...

- la longueur et la largeur du nuage en fonction du temps
- la distance totale parcourue
- la direction
- la répartition des sédiments sur le fond, après sédimentation
- un développement théorique permet de déterminer :
 - les vitesses de chute moyenne des sables et vases
 - les coefficients de dispersion longitudinaux et transversaux
 - la loi de dépôt du sable en fonction de la distance parcourue

Une seconde expérience permettra d'observer en fonction du temps et des conditions hydrométéorologiques, l'évolution de la fraction sableuse déposée sur le fond. Des mesures quantitatives permettent, généralement, d'accéder à une estimation de l'épaisseur de la couche en mouvement, ainsi qu'à la vitesse de transport par charriage.

Les isotopes utilisés dans ces études sont tous émetteurs γ et donc détectables in situ.

ISOTOPE	198 Au	51 Cr	192 Ir	46 Sc
Période				
en jours	2,7	27	74	84

Marquage par dépôt

L'élément radioactif est fixé sur le sédiment lui-même à l'aide d'une réaction physico-chimique : réaction d'oxydo-réduction ou

.../...

précipitation d'un colloïde (radioactif) sur d'autres colloïdes (fines particules). Ce procédé est toujours utilisé lorsqu'il s'agit de mener des études sur la fraction sédimentaire inférieure à 30 μm .

Le marquage par dépôt a été longuement étudié (thèse BOUGAULT) du point de vue efficacité, quantité de radioélément fixée par une unité de masse de vase, répartition d'activité en fonction de la taille des particules.

Les effets de ce marquage sur les propriétés physiques et sur le comportement hydrodynamique des particules ont été examinés par le Laboratoire Central d'Hydraulique de France, qui a conclu à la bonne représentativité du matériau traceur, cette représentativité étant d'autant meilleure que le milieu est flocculant (milieu de salinité supérieur à 3‰).

Une étude préliminaire en laboratoire permet de déterminer la fraction de sédiments pélagiques marqués et la répartition de l'activité en fonction de la granulométrie des particules.

Ces procédés de marquage sont rapides et sûrs puisqu'ils ne nécessitent que le mélange de la solution radioactive à la suspension de vase dans des proportions déterminées. Ils peuvent être facilement et très rapidement (quelques minutes) réalisés à bord de la drague elle-même ou d'une autre embarcation.

Les quantités de matières radioactives employées dans une expérience sont faibles : 0,250 à 1 kg de verre broyé à quelques litres de vase en suspension dans l'eau à une concentration de 200 g/l. La radioactivité varie de quelques Ci à 10 Ci, activité maximum autorisée.

.../...

Mode d'injection

Les produits marqués peuvent être, soit déposés ponctuellement sur le fond, soit mélangés aux produits rejetés en suspension par la drague, selon l'étude envisagée.

Mode de détection

Pour étudier le transit des particules en suspension, ce qui est généralement de l'ordre de quelques heures, on utilise des cha-pelets de sondes placés sur une même verticale. Deux bateaux ainsi équipés traversent le nuage radioactif dans le sens longitudinal et transversal.

Par contre, pour étudier le mouvement des particules sur le fond on remorque à intervalles de temps donnés (quelques jours ou quelques semaines) une sonde fixée sur un traineau (60 à 80 kg). Le bateau suit des lignes, comme pour un sondage, perpendiculaires à l'axe de cheminement des traceurs.

Sécurité

Un règlement concernant l'utilisation des traceurs radioactifs en sédimentologie doit être respectée, une demande d'autorisation est demandée auprès de la Commission Interministérielle des radioéléments, qui prend l'avis de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches et du Service des Pêches. Ce dernier prend des mesures d'interdiction temporaire pour la pêche dans la zone d'immersion.

IV-4.b Moyens à mettre en oeuvre

Une expérience de traceurs radioactifs s'appuie sur une connaissance précise des conditions océanographiques et sédimentologiques.

.../...

Relevés des conditions océanographiques

- bathymétrie du site
- marée :
 - détermination des trajectoires de courants
 - mesure de vitesse et détermination des gradients de vitesse entre surface et fond
- houle - direction - période - amplitude - longueur d'onde
- relevé météorologique au cours de l'étude

Nature des matériaux rejetés

- analyses minéralogiques et granulométriques
- vitesse de sédimentation en eau calme (laboratoire) en milieu non flocculé et flocculé
- tassement des sédiments péloïtiques en fonction du temps et de la concentration
- étude des propriétés rhéologiques des fractions péloïtiques
- mesure de la vitesse de remise en suspension en fonction de la concentration des dépôts

Moyens nautiques

- topographie, repérage de la position du ou des bateaux de détection (Chaîne TORAN) construction au 1/5 000 ème des chemins parcourus par les bateaux.
- navigation :
 - étude en suspension, durée d'immobilisation :
 - drague : 12 h
 - 2 bateaux : 2 j
 - 1 bateau : 3 j
 - étude du fond :
 - 1 bateau 2 à 3 jours au début de l'expérience (immersion et détection de mise en place du traceur) puis 1 à 2 journées tous les 10 à 15 jours pendant 2 ou 3 mois.

.../...

IV-4.c Conclusions

A - Etude préliminaire

- étude sédimentologique conventionnelle (minéralogie, granulométrie, tassement, vitesse de reprise par les courants, rhéologie)
- étude du marquage radioactif, en laboratoire, de la fraction pélitique
- relevés océanographiques (courants, houles, bathymétrie)

B - Etude par traceur

- 1 expérience de rejet en suspension par courant de flot d'une marée à fort coefficient
- 1 expérience de rejet en suspension par courant de jusant d'une marée à fort coefficient

Ces expériences peuvent être réalisées avec uniquement des fines particules (inférieures à $30\mu\text{m}$) ou un mélange de phases sableuses et pélitiques.

- 1 ou 2 expériences permettant d'observer l'évolution sur le fond des particules rejetées et sédimentées en fonction du temps et des conditions hydrométéorologiques rencontrées.

Les études seront réalisées par le L.C.H.F. (Laboratoire Central d'Hydraulique de France) en ce qui concerne la courantométrie et l'hydrodynamique, par la Faculté des Sciences de Brest -laboratoire de Monsieur LE FLOCH- pour l'étude des courants de fond et par le CEA pour les expériences de traceurs et pour la synthèse de ces travaux l'ensemble étant supervisé par Messieurs COURTOIS et CAILLOT du CEA.

.../...

IV-5 TOTAL DES CREDITS ENGAGES SUR 1973

RECHERCHE ENGAGEE AVEC	CREDITS CNEXO	PARTICIPATION DE L'ORGANISME	TOTAL
La station biologique de Roscoff	200 000	150 000	350 000
1e COB	100 000		100 000
L'ISTPM	170 000	440 000	610 000
1e CEA	350 000	150 000	500 000
TOTAL	820 000	740 000	<u>1 560 000</u>

IV-6 ORIENTATIONS AU PROGRAMME DE 1975

IV-6.a Durant l'exploitation des agrégats du premier site

Tant que dureront les extractions de matériaux à l'emplacement de la première carrière, les programmes portant sur l'étude des conséquences de l'exploitation sur l'environnement biologique se poursuivront, c'est-à-dire étude de l'évolution des peuplements benthiques autour de la zone et dans les régions soumises à l'influence de la sédimentation des particules fines et les implications sur les espèces commerciales.

A tout moment, il sera possible d'inclure au programme général des études particulières si le besoin s'en fait sentir à la suite de constatations nouvelles ou inattendues. En particulier,

.../...

il sera tenu compte dans cette étude des effets bénéfiques éventuels, ainsi, on peut penser qu'il y aura une augmentation sensible de la productivité primaire par suite de la remise importante en suspension d'éléments nutritifs (type nitrates) et phosphates) au niveau des carrières.

IV-6.b Après l'exploitation des agrégats du premier site

Après la fin de l'extraction au niveau de la première souille, une deuxième souille expérimentale sera ouverte, mais elle sera située dans une zone caractérisée par un peuplement benthique différent (le deuxième site retenu se situera dans une zone moins productive : zone à ophiures).

Nous pourrons alors sur la première souille réaliser des observations sur la vitesse du repeuplement des fonds par le benthos et par la nature de ce nouveau peuplement et des conséquences qui en découlent au niveau des espèces commerciales.

Il sera réalisé, d'autre part, des campagnes de bathymétrie très précises avec marégraphe immergé et doublées d'une reconnaissance au sonar latéral pour suivre l'évolution de la forme des carrières et leur comblement éventuel.

V REMARQUES GENERALES

Même si certains des paramètres étudiés semblent apparemment de faible importance en baie de Seine, l'expérience acquise et les techniques mises au point seront transposables dans d'autres régions permettant ainsi au CNEXO et à l'ISTPM de répondre aux questions qui leur seront posées dans l'avenir.

On doit considérer bien que menant de front des observations directes et des recherches théoriques, la doctrine du CNEXO et de l'ISTPM est néanmoins très pragmatique. Ainsi qu'il a été souligné ce n'est qu'en vraie grandeur et sur les cas concrets qui constituent les petites exploitations de quelques millions de tonnes par an, qu'on définira progressivement et en tenant compte des caractéristiques régionales les règles qu'il faudra adopter vers 1980. On dispose de cinq années avant que l'exploitation des sables et graviers marins puisse avoir compte tenu du caractère intensif qu'elle prendra un effet réel sur le milieu marin. Ces cinq années disponibles sont probablement suffisantes mais indispensables pour mesurer réellement l'influence à long terme d'une telle activité sur l'évolution du milieu marin.

En 1974, l'effort de recherche du CNEXO et de l'ISTPM, à côté de certaines études plus générales (frayères de harengs en Manche orientale, par exemple) est concentré sur la souille de la baie de Seine. Il serait néanmoins souhaitable dès 1975 d'autoriser des exploitations limitées du même type partout où des gisements ont été découverts dans des environnements différents et partout où les besoins en sables et graviers marins commencent à se faire réellement sentir sur le littoral. En effet, compte tenu de la diversité des milieux, les règles efficaces résulteront toujours de l'analyse de l'équilibre des écosystèmes régionaux et jamais de concepts généraux qui suivant la façon dont ils seraient interprétés entraîneraient soit des interdictions abusives soit des facilités excessives laissées aux exploitants de sables. Si, comme tel est le cas en baie de Seine, le CNEXO et l'ISTPM avaient la possibilité d'ouvrir quelques carrières expérimentales en concertation avec les

.../...

industriels et à condition

- 1° de limiter les aires d'exploitation (1 dizaine de km2)
- 2° de contrôler les tonnages extraits (1 million de tonne par an, environ)
- 3° d'arrêter temporairement (2 ou 3 mois) l'exploitation en concertation avec les industriels pour prendre le temps de mesurer effectivement les effets sur l'environnement
- 4° de les arrêter définitivement localement si un préjudice apparaît

on serait capable de mettre au point très rapidement une réglementation d'exploitation rationnelle et régionalisée.

Cette démarche est à notre avis la seule façon de procéder si on souhaite que l'exploitation des sables et graviers marins, inéluctable dans un proche avenir, se développe sans conflit avec les autres activités économiques du littoral français et en particulier la pêche.

Paris, février 1974