

DIFFUSION
RESTREINTE

EXCLU DU PRET

REMPLACEMENT DE LA ZONE DU TERMINAL DE LA LIAISON TRANSMANCHE

**EFFET DES DRAGAGES ET DES REJETS D'EAUX ISSUS DES REMBLAIS
SUR LA FLORE, LA FAUNE MARINES ET LES ACTIVITES HALIEUTIQUES**

***MONBET Yves - **DELPECH Jean-Paul**

IFREMER - Centre de Brest - DERO/EL
IFREMER - Centre de Boulogne - Laboratoire des Pêches

Mars 1988



UNION MARITIME DE DRAGAGE

U.M.D.

REMBLAIEMENT DE LA ZONE DU TERMINAL DE LA LIAISON TRANSMANCHE

EFFET DES DRAGAGES ET DES REJETS D'EAUX ISSUS DES REMBLAIS
SUR LA FLORE, LA FAUNE MARINES ET LES ACTIVITES HALIEUTIQUES

*MONBET Yves - **DELPECH Jean-Paul

*IFREMER - Centre de Brest - DERO/EL

**IFREMER - Centre de Boulogne - Laboratoire des Pêches

Mars 1988

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	1
II. DESCRIPTION DU PROJET	5
1. PROVENANCE ET NATURE DES MATERIAUX	5
2. EXTRACTION ET DECHARGEMENT - MATERIEL ET MODE OPERATOIRE	7
2.1. Extraction	7
2.2. Déchargement	7
3. ACHEMINEMENT DES MATERIAUX	10
4. PHASAGE DES TRAVAUX	10
5. SYSTEME DE DECANTATION	11
6. RETOUR D'EAU	11
6.1. Nature et provenance des eaux de rejet	11
6.2. Les matières en suspension	12
7. LE CHOIX DU POINT DE REJET	12
7.1. Première solution : rejet en mer	14
7.2. Deuxième solution : rejet dans l'ancien bassin des chasses	14
8. PLANNING ET DUREE DES TRAVAUX	16
II. PRESENTATION DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT ...	17
1. LE SITE DE REJET EN MER	17
1.1. Caractéristiques physiques	17
1.2. Caractéristiques hydrologiques	33
1.3. Qualité des eaux, des sédiments et de la matière vivante	37
1.4. Caractéristiques biologiques	40
1.5. Les activités de pêche dans le secteur Calais - Gris-Nez	46
1.6. Les activités de pêche dans les parages du chenal d'accès à Dunkerque	63
1.8. Mytiliculture	71
2. LE SITE DU CANAL D'ASFELD	71
2.1. Qualité des eaux du canal d'Asfeld	71

III. ANALYSE DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT	77
1. DRAGAGE DES SABLES DANS LE CHENAL D'ACCES A L'AVANT-PORT DE DUNKERQUE	77
1.1. Destruction des organismes marins	77
1.2. Création d'un nuage turbide	78
1.3. Effets liés à l'accroissement de la turbidité dans le milieu sur la flore et la faune	79
1.4. Possibilité de création de zones déficitaires en oxygène dissous	83
1.5. Pollution par les micropolluants minéraux ou organiques.	83
1.6. Gêne pour d'autres activités se déroulant dans le même secteur	84
1 2. CONDUITE DE REFOULEMENT DES REMBLAIS ET DES REJETS DES EAUX EN MER A PROXIMITE DE BLERIOT-PLAGE	84
2.1. Ancrege de la drague	84
2.2. Pose de la conduite	85
2 3. LE REJET DES EAUX EN MER	85
3.1. Qualité des eaux du rejet	86
3 4. LE REJET DANS LE CANAL D'ASFELD	89
4 5. BILAN RECAPITULATIF DES IMPACTS	89
4.5.1. Solution 2 - rejet dans le canal d'Asfeld	89
4.5.2. Solution 1 - rejet en mer	89
5.3. Opérations de dragage	90
IV. CHOIX DE LA VARIANTE ET RAISON DU CHOIX	91
1. SOLUTION DE REJET DANS LE CANAL D'ASFELD	91
2. SOLUTION DU REJET EN MER	91
3. RAISONS DU CHOIX	92
CONCLUSION	94
ANNEXE	95

I. INTRODUCTION

Le lien fixe transmanche dont la mise en service est prévue pour l'année 1983 nécessite la construction de deux terminaux, l'un situé en Grande-Bretagne et le second en France comportant notamment des voies d'accès, des aires d'accueil, des quais ainsi que des bâtiments administratifs et des ateliers d'entretien (figure 1).

De côté français, les ouvrages du terminal se répartiront sur une surface approximative de 50 ha et seront composés essentiellement par six grandes zones (figure 2) :

- accès routiers et échangeurs,
- terminal tourisme,
- terminal commercial,
- quais,
- zone de maintenance,
- boucle ferroviaire.

Compte tenu de la géomorphologie des terrains en place, la réalisation de ces zones d'activités nécessite d'importants mouvements de terrains. L'étude de ces mouvements et la nature des déblais dont le volume est inférieur à celui des remblais, montre qu'il est nécessaire de combler le déficit en matériaux par un approvisionnement extérieur. En première analyse, les besoins en matériaux d'origine exogène sont estimés à 4 millions de m³. —

La solution retenue pour combler ce déficit en remblais consiste à approvisionner des matériaux d'origine marine dragués par une drague autoporteuse et d'acheminer ces sables par refoulement hydraulique après ancrage de la drague à proximité de la côte jusqu'au site du terminal. Cette solution couramment utilisée sur les grands chantiers situés en bordure du littoral permettrait de maintenir une cadence d'approvisionnement de l'ordre de 300 000 m³/mois, tout en évitant le transport par camion qui, pour maintenir une telle cadence, exigerait la rotation de 1 200 camions de 12 m³/jour soit un camion par minute pendant 20 heures.

PLAN DE SITUATION

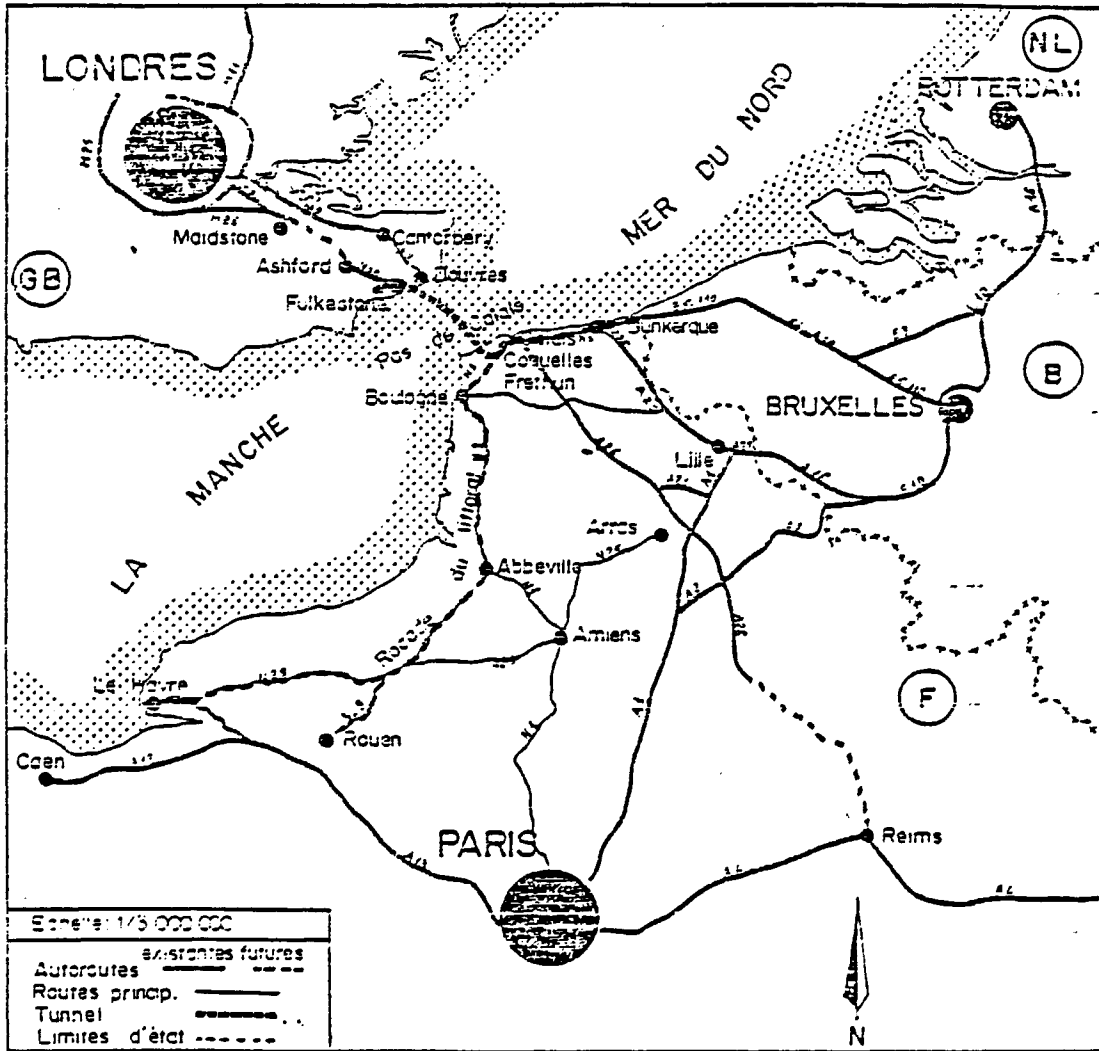


Fig.1

Le refoulement hydraulique des matériaux nécessite l'utilisation d'une importante quantité d'eau, qu'il sera nécessaire d'évacuer du site remblayé. Cette évacuation sera réalisée, après décantation, au moyen d'une conduite hydraulique qui acheminera les eaux décantées soit vers la mer, à proximité d'un point d'ancrage de la drague, soit vers le canal d'Asfeld situé dans l'agglomération de Calais.

La durée du chantier est estimée à 24 mois.

L'objet de la présente étude est d'identifier et d'évaluer les impacts liés aux opérations de dragage et de rejet en mer d'eaux plus ou moins chargées en matières en suspension. Elle a pour but d'examiner dans le détail :

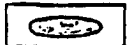
- l'état initial du site avant travaux,
- l'intérêt écologique et économique de la zone affectée.

A l'issue de cet examen, l'étude permettra de dégager les éventuelles incidences du projet et de présenter les dispositions à prendre pour en annuler ou en limiter les effets.

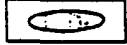


LIAISON FIXE TRANSMANCHE

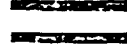
PLAN GENERAL DES TRAVAUX



FRANCE MANCHE



S.N.C.F

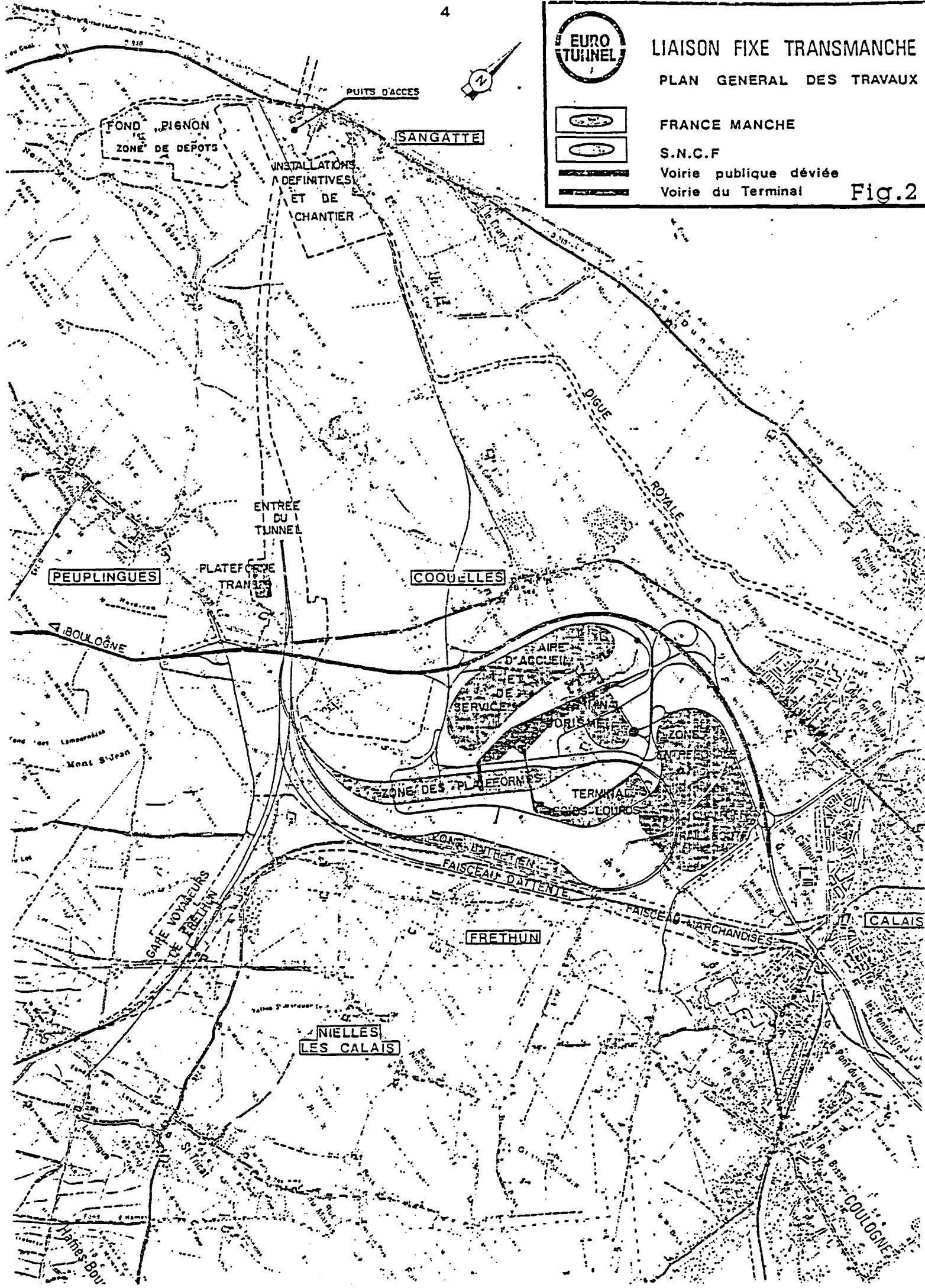


Voirie publique déviée



Voirie du Terminal

Fig.2



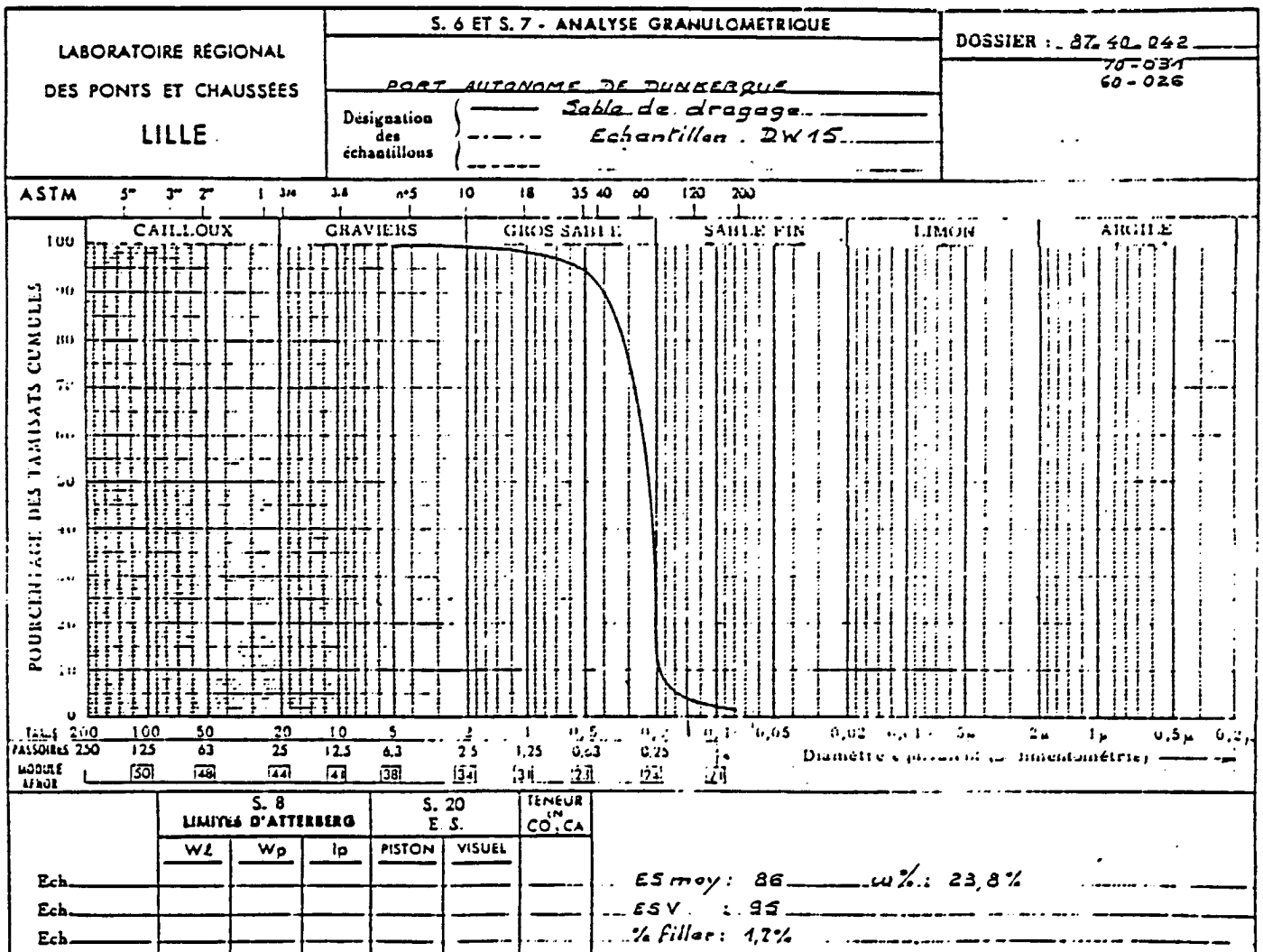
II. DESCRIPTION DU PROJET

1. PROVENANCE ET NATURE DES MATERIAUX

Les matériaux destinés à approvisionner les remblais proviennent de la zone du chenal d'accès à l'avant-port ouest de Dunkerque située entre les bouées DW12 et DW15 (figure 3).

Ce matériau dont la courbe granulométrique est fournie ci-dessous est constitué de sables fins, très homogènes analogues aux sables dunaires. La majeure partie des éléments est comprise entre 0,2 et 0,5 mm soit 85 % de la fraction totale. La présence de fragments de coquillages et aussi de coquilles entières est plus ou moins importante selon les sables. Ils constituent la fraction supérieure à 0,5 mm soit environ 5 à 20 % du sédiment.

La teneur en fines (inférieure à 63 μ m) est de l'ordre de 1 %.



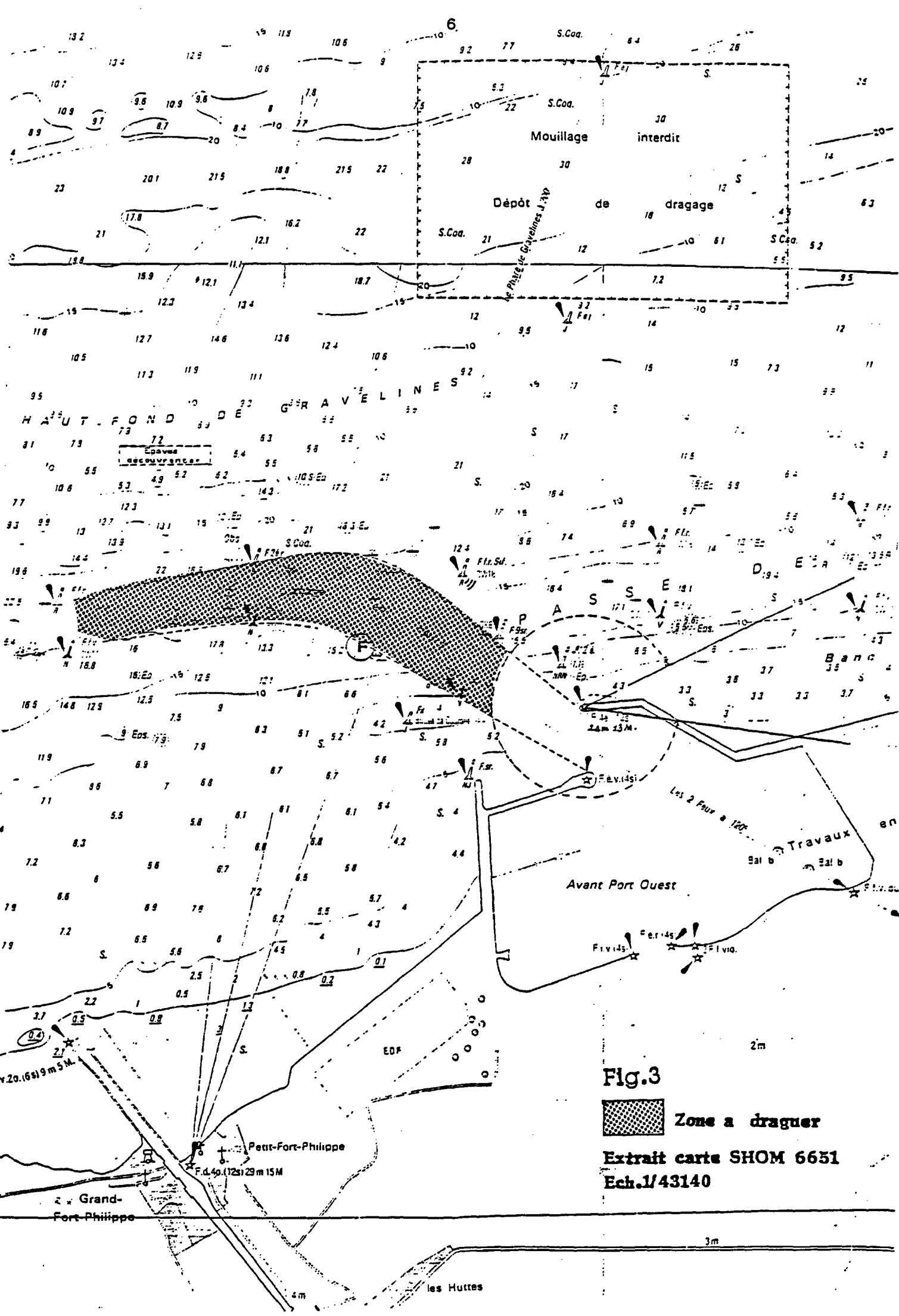


Fig.3



Zone à draguer

Extrait carte SHOM 6651

Ech.1/43140

3m

2. EXTRACTION ET DECHARGEMENT - MATERIEL ET MODE OPERATOIRE

2.1. Extraction

L'extraction des matériaux sera réalisée au moyen d'une drague autoporteuse, aspiratrice en marche, équipée d'un système permettant le refoulement des matériaux à terre.

Les principales caractéristiques de l'engin type susceptible de convenir pour la réalisation de ces travaux sont les suivants :

- longueur 100 à 110 m
- tirant d'eau 7,5 m
- capacité puits 4 000 m³
- profondeur de dragage 24 m environ
- puissance installée 6 500 KW environ
- vitesse 10 à 13 noeuds.

La durée de chargement d'un tel type d'engin, avec le matériau considéré, est d'environ 2 heures. Après chargement la drague se rend, par ses propres moyens, à son point d'ancrage afin d'y effectuer le déchargement.

2.2. Déchargement

Le déchargement se fera par refoulement direct des matériaux à travers une conduite métallique, diamètre 750 mm environ, reliant le point d'ancrage de la drague au site du terminal.

Compte tenu de la distance de refoulement, pouvant aller jusqu'à 7 000 m, il sera nécessaire d'ajouter à cette installation une station de pompage relais. Il s'agit d'une pompe de dragage actionnée par un moteur à refroidissement atmosphérique d'une puissance d'environ 2 500 KW. Pour être efficace cette station relais doit être située, dans la mesure du possible, à proximité de la drague. Il est prévu de l'installer sur les terrains vagues entre la zone dunaire et la départementale 940 (figure 4).

En ce qui concerne le déchargement lui-même, il peut démarrer dès que le raccordement entre la drague et la conduite est établi. Toutefois, afin de pouvoir refouler les matériaux stockés dans le puits, il est nécessaire de les mélanger avec de l'eau, ce qui suppose l'admission d'eau de mer dans la drague en simultané avec le refoulement du mélange eau + sable. La concentration de cette mixture est constituée uniquement d'eau de mer et de sable (25 %). La durée totale de l'opération de déchargement est de 2 heures approximativement.

2.2.1. Ancrage

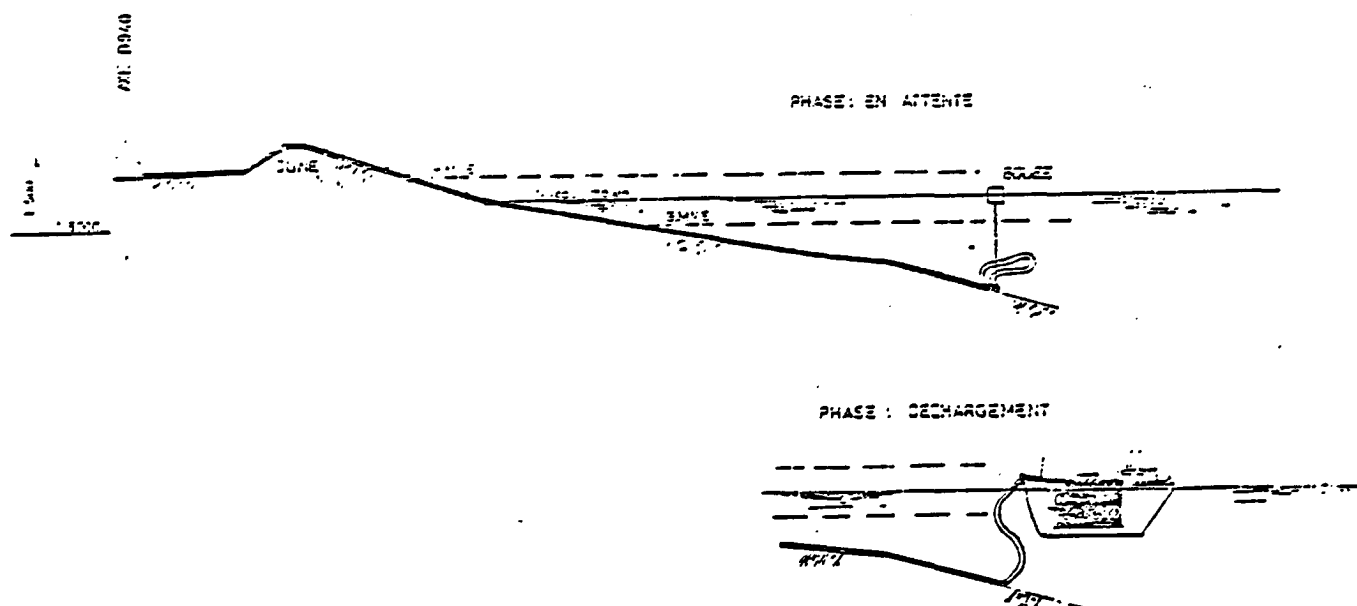
L'ancrage de la drague est prévu par des fonds de 8 à 9 m CM, à environ 350 m de la ligne de niveau 0 m CM dans l'alignement du chemin dit "de la Française" qui relie les routes D 940 et N 1 au niveau de la ferme Trouille (figure 4). Le choix de cet emplacement permet l'ancrage de la drague quelle que soit la marée, sans difficultés majeures, en dehors des jours de mauvais temps.

2.2.2. Conduites

La conduite de refoulement est constituée essentiellement de deux parties, l'une à terre et l'autre en mer.

Le schéma ci-dessous donne le principe de montage et d'utilisation de la conduite.

— SCHEMA DE PRINCIPE DE LA CONDUITE IMMERGEE —





Evacuation de l'eau excedentaire par la surverse



**Sable drague dans
le puits de drague**

2.2.2.1. Conduite mer

La partie en mer comprend environ 750 m de conduite immergée, 400 m dans la zone de marnage et 350 m sous mer, et environ 100 m de conduite autoflottante servant au raccordement entre la drague et la conduite immergée.

- Conduite immergée

La conduite immergée est constituée de tuyaux métalliques, de 750 mm de diamètre et 16 mm d'épaisseur, posés suivant la ligne de plus grande pente du terrain. Des rotules, espacées régulièrement, lui permettent de mieux épouser la forme du terrain et d'augmenter son poids total et par conséquent sa stabilité au sol. Des expériences analogues sur des sites comparables (Dunkerque) ont montré la bonne tenue de ce type d'installations dans la mesure où la conduite a tendance à s'ensouiller très rapidement, sous son propre poids et celui de la mixture y transitant, 800 kg/ml au total.

- Conduite autoflottante

La conduite autoflottante, constituée de flexibles en caoutchouc de 750 mm de diamètre et d'une longueur d'environ 100 m, se situe dans le prolongement de la conduite immergée vers le large. Elle sert au raccordement entre la drague et la conduite immergée au moment du déchargement.

Pendant le temps d'absence de la drague (chargement et navigation) l'extrémité libre de la conduite est tenue au sol par un corps mort, relié à une bouée signalant sa présence.

Lors du déchargement, la drague mouille ses ancres à proximité de cette bouée, ramène l'extrémité de la conduite autoflottante à la surface, en tirant sur la chaîne de la bouée, et la raccorde à sa propre conduite de refoulement à bord. Le pompage peut alors démarrer.

2.2.2.2. Conduite à terre

La partie terrestre est constituée de tuyaux métalliques, de 750 mm de diamètre et 12 mm d'épaisseur. La longueur de la conduite terrestre, depuis la conduite immergée, jusqu'au site du terminal est d'environ 2 300 m, dont 300 m correspondant à la traversée de la zone



By-pass temporaire pendant les manoeuvres de la drague



Hydrojets en action pendant le refoulement

dunaire jusqu'à la départementale 940. A l'intérieur du terminal, la longueur de la conduite est variable selon l'emplacement du casier de refoulement, pouvant aller jusqu'à 3 500 ml environ.

- Zone dunaire

La traversée des dunes se fera le long de la passerelle en bois permettant l'accès à la plage, actuellement aménagée dans l'alignement du chemin dit "de la Française".

Lors du montage de la conduite, tous les soins nécessaires y seront apportés, notamment la mise en place de coudes et de joints en plastique afin d'épouser au mieux la forme de la dune sans modification de son profil. Après démontage, toutes les dispositions seront prises afin de laisser les lieux dans leur état initial. Côté mer, la conduite suit la ligne de plus grande pente du terrain jusqu'au raccordement avec la conduite immergée. Côté terre, la conduite dévie légèrement vers l'est en direction des terrains vagues situés entre le cordon dunaire et la D 940, où la station de pompage relais sera installée.

3. ACHEMINEMENT DES MATERIAUX

Le mélange eau + sable sera acheminé vers les différents casiers, à travers une conduite de 750 mm de diamètre. Un système de vannes et dérivations permettra de couvrir l'intégralité des zones à remblayer diminuant ainsi les reprises de matériau par des moyens terrestres.

4. PHASAGE DES TRAVAUX

La quantité totale de matériau à mettre en oeuvre, environ 4 000 000 m³, se répartit selon les différents ouvrages de la manière suivante :

- quais	800 000 m ³
- maintenance	500 000 m ³
- boucle	350 000 m ³
- terminal tourisme	550 000 m ³
- terminal commercial	1 450 000 m ³
- routes	400 000 m ³

Compte tenu des impératifs du chantier du terminal les travaux de remblaiement débuteront par les zones quais et maintenance. Un planning sommaire des travaux peut être établi comme suit :

- préparation	2,0 mois
- quais	2,6 mois
- maintenance	1,6 mois
- boucle	1,1 mois
- terminal tourisme	1,6 mois
- dépôt routes	1,3 mois
- terminal commercial	4,8 mois
- repli	1,0 mois

5. SYSTEME DE DECANTATION

Un mélange eau + sable est refoulé par la drague jusqu'aux différents casiers où se produit une nouvelle décantation. L'aménagement de digues intermédiaires et par conséquent de casiers secondaires permet de multiplier le processus de décantation.

Les eaux provenant de la décantation dans les casiers successifs sont collectées dans un bassin d'une surface d'environ 8 ha. L'entrée dans ce bassin se fait à travers des éclusettes réglables. Une dernière décantation a lieu dans ce bassin. Une station de pompage aménagée à proximité du bassin permet de reprendre les eaux de surface décantées et de les évacuer.

6. RETOUR D'EAU

Les eaux résiduelles résultant de la décantation de la mixture seront à évacuer vers la mer en un lieu à déterminer (rejet en mer ou dans le canal d'Asfeld).

6.1. Nature et provenance des eaux de rejet

Les eaux de rejet proviennent de la décantation du mélange eau + sable, refoulé par la drague depuis son point d'ancrage en mer. Le mélange, "fabriqué" par la drague elle-même au moment du déchargement est uniquement constitué de sable, pris dans le puits, et d'eau de mer provenant du site de l'ancrage.

6.2. Les matières en suspension

La quantité de matériaux en suspension dans les eaux évacuées est très limitée compte tenu de la granulométrie du sable, de la méthode de dragage et du système de décantation.

6.2.1. Granulométrie du sable dragué

Les courbes granulométriques jointes à ce dossier montrent le très faible pourcentage d'éléments fins dans le sable considéré. Le pourcentage d'éléments de diamètre inférieur à 50 μ est de l'ordre de 1 % (cf. page 5).

6.2.2. Méthode de dragage

La méthode de dragage, par drague aspiratrice en marche, permet d'éliminer des quantités non négligeables d'éléments fins. Lors de l'aspiration, le sable subit un lavage par mise en suspension, puis une décantation dans le puits. Les éléments les plus fins, décantant plus difficilement, sont chassés par débordement (surverse). De nombreuses études ont été réalisées sur l'élimination de particules fines lors des dragages par aspiration en marche, et sur l'amélioration notable de l'équivalent de sable.

6.2.3. Le système de décantation

Cf. paragraphe 5.

7. LE CHOIX DU POINT DE REJET

Compte tenu de la nature des eaux à évacuer (eaux de mer), leur rejet dans le réseau de waterangs existants est exclu. Le rejet doit par conséquent être effectué par pompage soit directement vers la mer, soit vers le port de Calais, au niveau de l'ancien bassin des chasses. Les deux solutions sont présentées ci-après.



**Fixation de la conduite de
refoulement
(Noter l'absence de fuites)**

**Refoulement
des déblais sur le site**

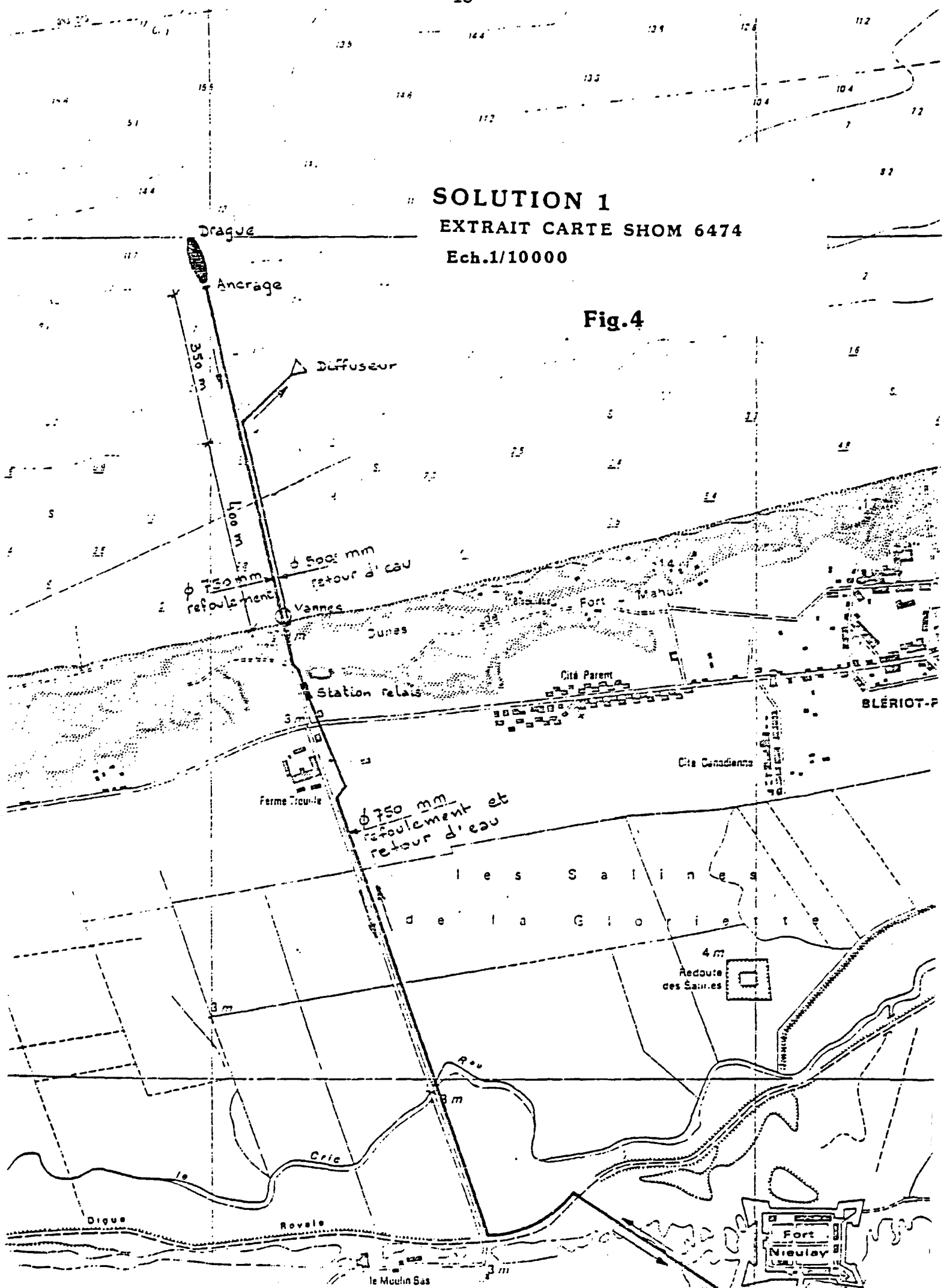


SOLUTION 1

EXTRAIT CARTE SHOM 6474

Ech.1/10000

Fig.4





**Apercu
du site remblaye**



**Eclusette permettant le réglage de la hauteur
de vidange du bassin de decantation**

7.1. Première solution : rejet en mer (figure 4)

Cette solution, consistant à rejeter les eaux de refoulement en mer, à proximité du point d'ancrage de la drague, présente l'avantage de pouvoir utiliser en grande partie la conduite servant à véhiculer le sable depuis la drague jusqu'au site du terminal. Cela permet en effet de réduire les coûts de montage et gardiennage de la conduite, d'une part, et d'éviter les inconvénients liés à la présence d'une deuxième conduite d'autre part. Un tel montage est possible dans la mesure où il existe un temps mort entre deux déchargements. Le débit de la station de pompage est adapté à ces conditions.

Comme il a été dit précédemment, la durée d'un déchargement représente environ 30 % du cycle de la drague, le temps de navigation et chargement représentant par conséquent 70 % du cycle. Le débit de la drague lors du déchargement étant de l'ordre de 2 m³/s, et la concentration de la mixture d'environ 25 %, le débit d'évacuation théoriquement suffisant pour que l'installation puisse fonctionner est de :

$$(1-0,25) \times 2 \times (30 \%) / (70 \%) = 0,65 \text{ m}^3/\text{s}$$

auquel il faut ajouter le débit des eaux de ruissellement et des eaux provenant de la nappe par l'intermédiaire des fossés anti-salure.

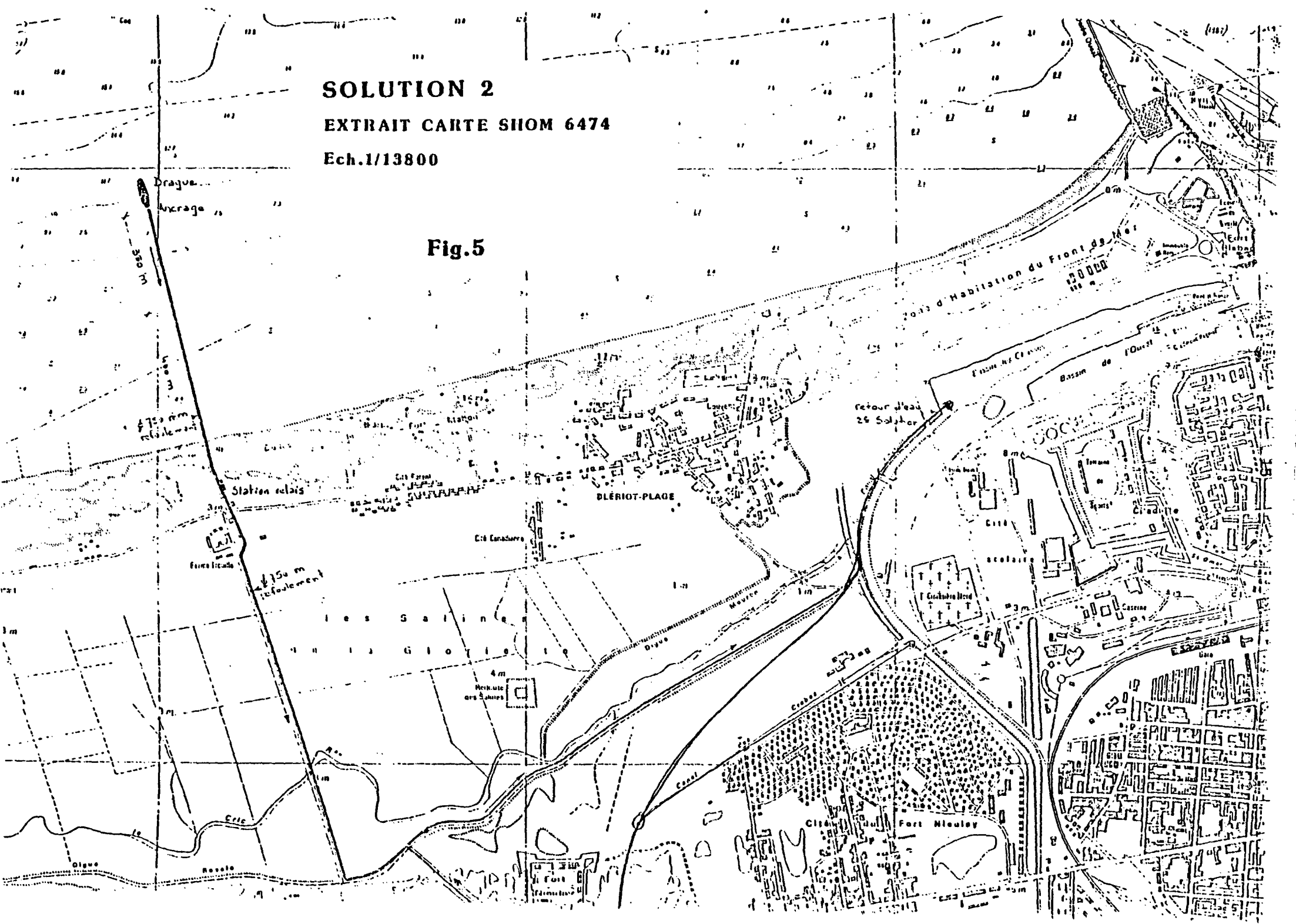
Dans un tel montage la conduite de retour d'eau sortant de la station de pompage est reliée à l'un des axes principaux de la conduite de refoulement du sable. Un système de vannes permet de faire fonctionner l'une ou l'autre branche de la conduite. De même, sur la plage, une dérivation de la conduite principale permettra l'acheminement des eaux de rejet vers des fonds de - 2 ou - 3 m CM.

7.2. Deuxième solution : rejet dans l'ancien bassin des chasses (figure 5)

Une solution variante serait envisageable. Cette solution consisterait, conformément au plan ci-joint, à rejeter les eaux dans le bassin des chasses en aval de la station de relevage du canal d'Asfeld. La conduite de refoulement emprunterait le même tracé que dans la solution précédente pour le tronçon reliant la station de pompage à la digue royale.

SOLUTION 2
EXTRAIT CARTE SHOM 6474
Ech. 1/13800

Fig.5



Entre ce point et le bassin des chasses le tracé de la conduite serait le suivant :

- la digue royale sur une longueur de 1 800 ml environ jusqu'à la Rocade ouest de Calais,

- traversée de la Rocade ouest par un passage aérien du même type que celui de la RN 1,

- entre la Rocade ouest et le bassin des chasses la conduite emprunterait la berge ouest du canal d'Asfeld sur une longueur d'environ 700 ml. Deux aménagements spéciaux seraient à prévoir, l'un pour le passage sous le pont métallique du parking des voitures pour exportation et l'autre, type "dos d'âne", sur la passerelle en amont de la station de relevage.

8. PLANNING ET DUREE DES TRAVAUX

Le début des travaux de remblaiement du chantier du terminal est prévu pour mars 1988. Cela signifie que la présente solution, consistant à approvisionner des matériaux par voie hydraulique, pourra être mise en oeuvre immédiatement après l'obtention de toutes les autorisations nécessaires à cet effet. Compte tenu des cadences indiquées précédemment, de l'ordre de 300 000 m³/mois et du volume total à mettre en oeuvre, environ 4 000 000 m³, la durée effective de travail est de l'ordre de 13 mois, auxquels s'ajoutent 2 mois pour l'amenée et l'installation du matériel, et 1 mois pour le repli du matériel et la remise en état des lieux. Par conséquent, la durée de l'intervention est de 16 mois. Toutefois, des interruptions des travaux pourraient être imposées pour des raisons diverses, notamment les besoins du chantier ou les données climatiques, ce qui aurait comme conséquence l'augmentation des délais. La durée totale du projet ne devrait pourtant pas excéder 24 mois.

II. PRESENTATION DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

ANALYSE DE L'ETAT INITIAL

L'analyse de l'état initial a pour objet de décrire l'environnement immédiat du site où s'effectueront les dragages ainsi que les rejets en mer, avant le début de la mise en place de la conduite du rejet. La connaissance des caractéristiques de l'environnement est, en effet, fondamentale pour permettre une évaluation précise des effets induits par le projet. La zone concernée par cette analyse est comprise entre Calais et Dunkerque

1. LE SITE DE REJET EN MER

1.1. Caractéristiques physiques

1.1.1. Les vents (figure 6)

Dans la zone du large, les vents soufflent de directions variées, avec cependant une prédominance des vents de secteur ouest, marquée principalement en décembre et janvier d'une part, juillet et août d'autre part. Cependant, certaines années on peut rencontrer durant les mois de février à avril ou mai des vents persistants de secteur nord-est à est. Cette situation est due à la présence de hautes pressions sur les îles britanniques.

Parmi les vents violents, ceux de secteur sud-ouest sont les plus fréquents.

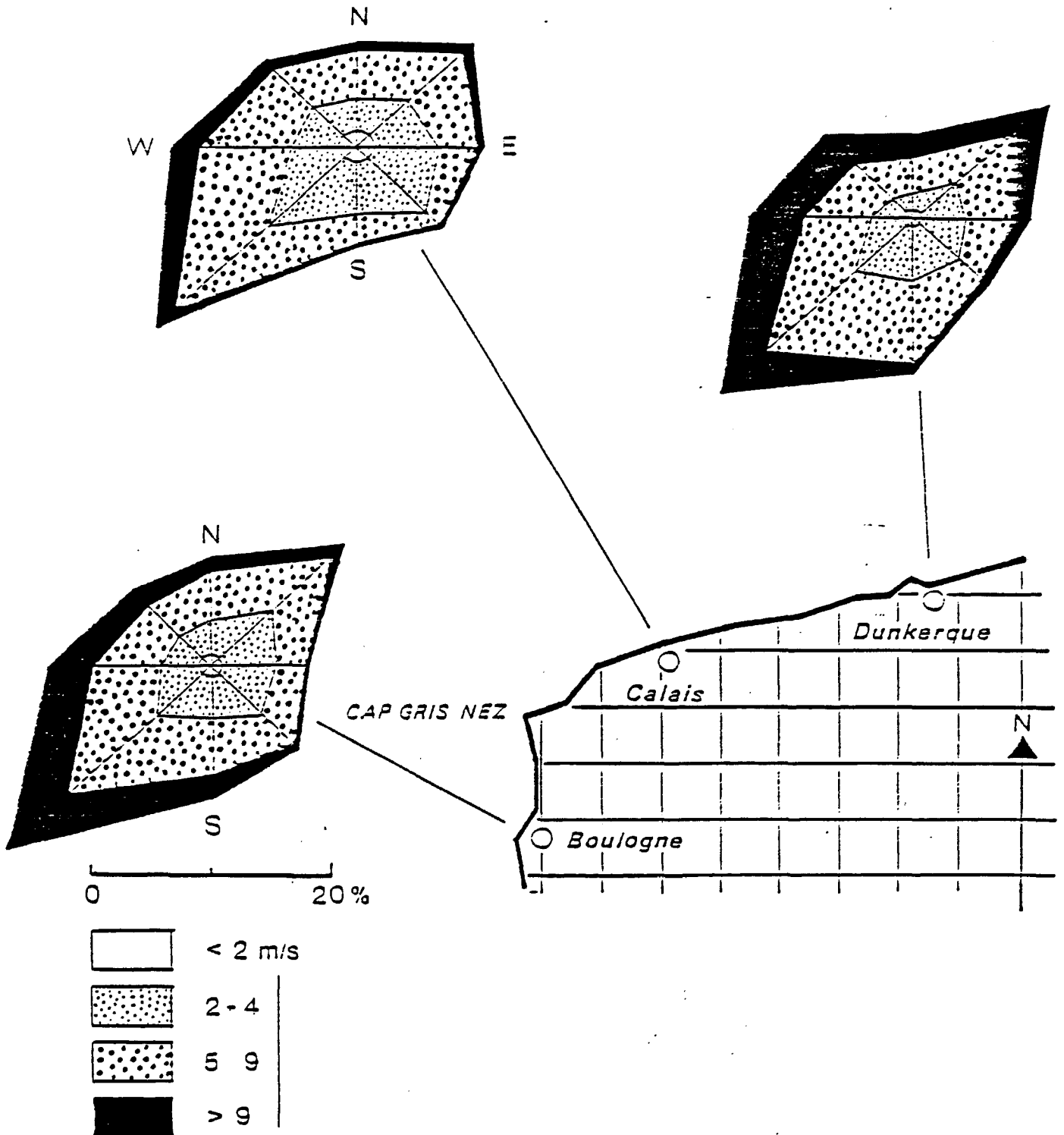
A la côte, dans le secteur Dunkerque - Gris-Nez, un changement brusque d'orientation amène une déviation notable du vent. C'est ainsi que dans ce secteur, les vents de sud-ouest s'orientent à l'ouest-sud-ouest, et ceux d'entre nord et nord-est soufflent à l'est-nord-est.

Cet infléchissement de la côte exerce de même une influence sensible sur le régime des brises diurnes. Par situation sans gradient, la brise de mer vient du secteur nord entre Dunkerque et Calais, et la brise de terre de sud-est à sud.

Fig.6

ROSES des VENTS

Le Petit et al. 1980



En été, et même avec un ciel en partie couvert, on peut observer par régime de nord, un renforcement des vents qui passent de 15 à 20 noeuds le matin à 30-35 noeuds l'après-midi.

	N	NW	W	SW	S
Dunkerque	3	6	11	10	0

Coups de vents (force 8 et au-dessus).
Pourcentage des observations.

1.1.2. Les houles (figure 7)

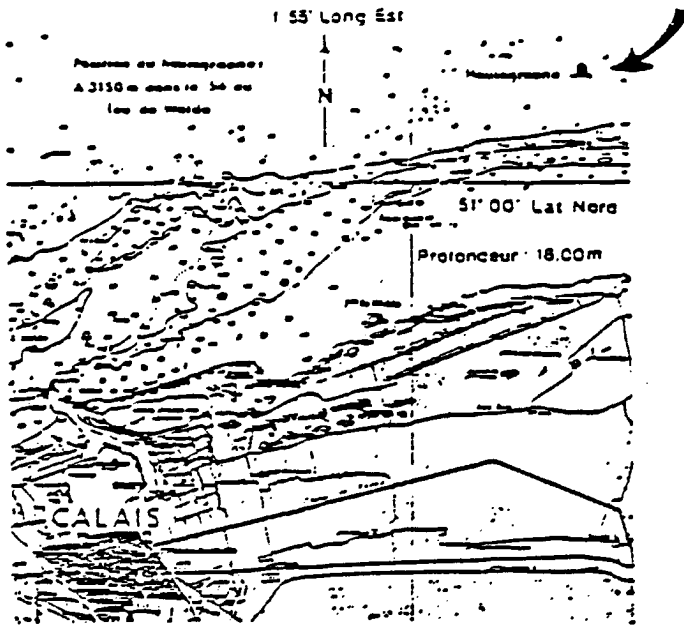
La houle joue un rôle important dans le domaine du transport des sédiments. Elle provoque des mouvements dans le profil des plages avec remise en suspension des sédiments fins, et attaque le rivage lorsqu'elle est forte. En arrivant obliquement à la côte, elle induit des transports parallèlement au rivage qui peuvent conduire à des modifications importantes du trait de côte.

1.1.2.1. Mer du vent (instructions nautiques)

Dans le Pas-de-Calais et ses abords, les observations annuelles donnent 75 % de jours où le creux est inférieur à 1,25 m, qu'il s'agisse de perturbations provenant de la Manche ou de la Mer du Nord. En automne et en hiver (novembre à mars) les mers peu agitées et les houles petites sont plus fréquentes.

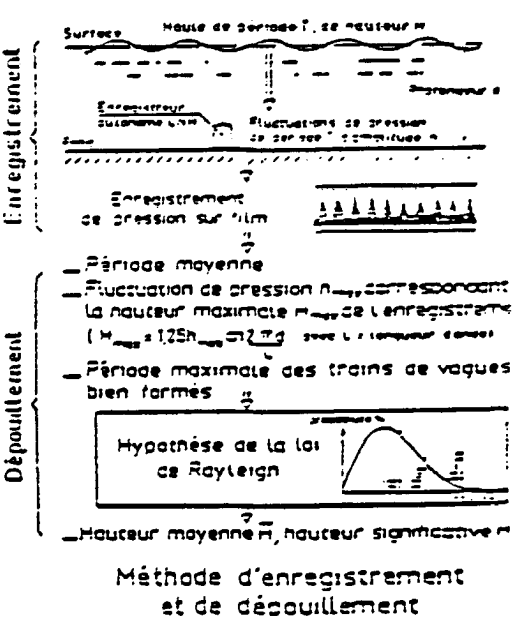
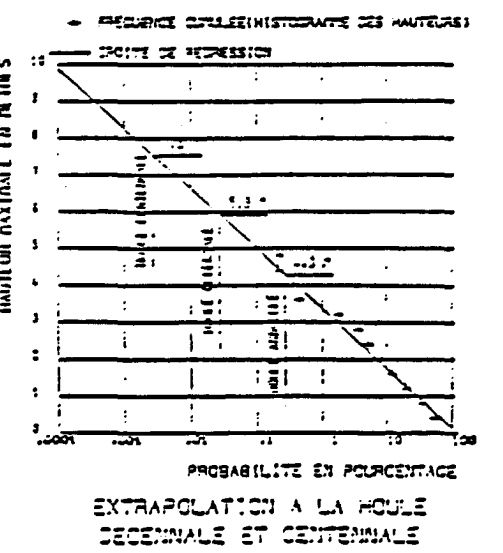
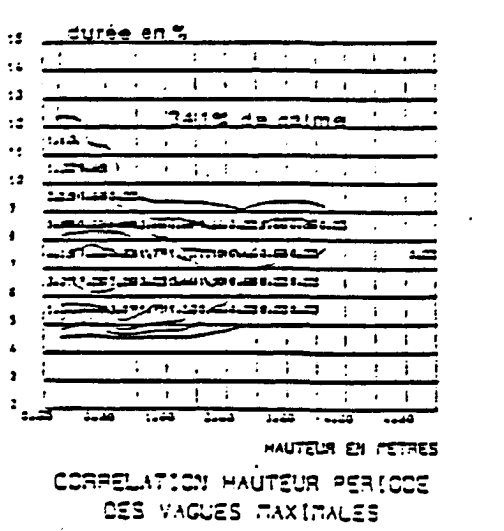
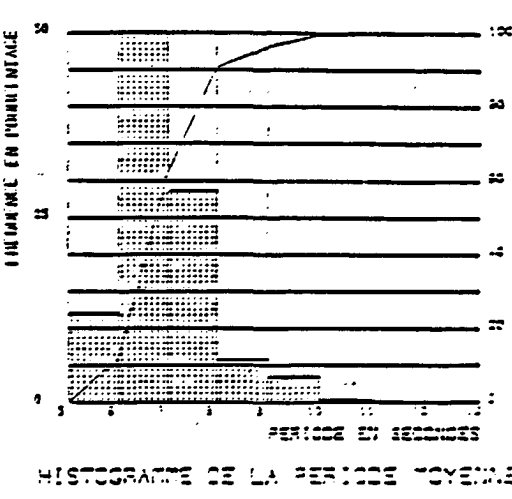
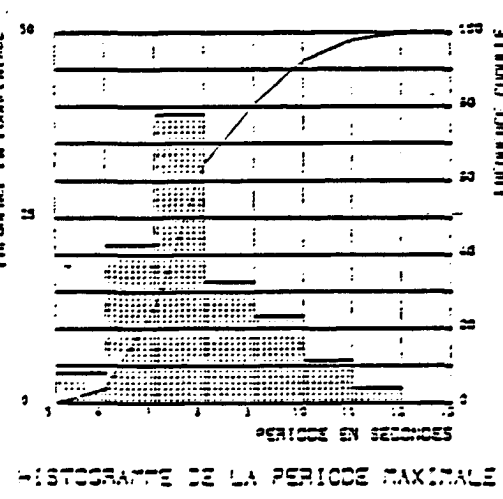
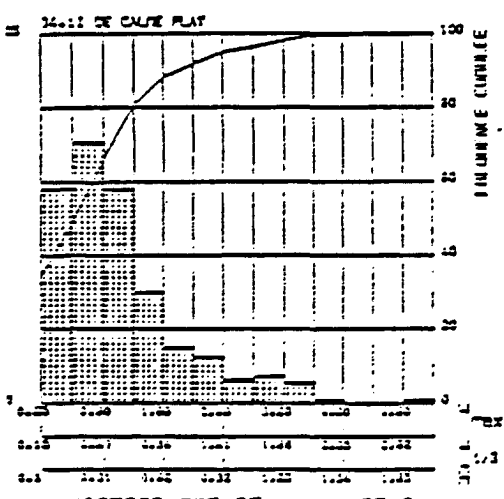
1.1.2.2. Amplitude des houles à Calais

La hauteur de la houle croît du sud vers le nord. La hauteur maximum annuelle est de 4,3 m à Calais. Les hauteurs de houle maximum décennale et centennale sont respectivement égales à 5,9 m et 7,5 m.



PERIODE DU 22- 3-55 AU 29-10-55
119 JOURS D OBSERVATION - 40 JOURS DE CALME PLAT ($H_{max} < 0.25m$)
PERIODES ANALYSEES

- | | |
|---------------------|----------------------|
| 22- 3-55 AU 9- 4-55 | 11- 3-55 AU 3- 4-55 |
| 8- 3-55 AU 7- 4-55 | 7- 7-55 AU 12- 7-55 |
| 8- 4-55 AU 11- 4-55 | 21- 3-55 AU 29-10-55 |



STATISTIQUES DE LA HOULE MESUREE A : CALAIS

Fig.7

1.1.2.3. Période

Les périodes moyennes les plus fréquemment observées sont de l'ordre de 6 à 8 secondes.

1.1.2.4. Provenance des houles

Il existe dans le secteur de Dunkerque :

- une prédominance des houles provenant du nord,
- une fréquence élevée des houles de secteur nord-ouest,
- une absence de houle de nord-est.

1.1.3. La marée

La marée se traduit par des variations du niveau de la mer : un cycle bijournalier (haute mer - basse mer) et un cycle bimensuel (vive eau - morte eau).

Le régime de la marée dans la partie sud de la mer du Nord résulte de la superposition de deux ondes marées dérivées de l'onde Atlantique : l'une en provenance de l'ouest (Manche) et l'autre en provenance du nord. Cette dernière se réfléchit sur le littoral de la Belgique et du nord de la France, donnant ainsi naissance à une onde stationnaire ; ceci explique, avec l'effet de la rotation de la terre, l'existence d'un point amphidromique* situé entre Great Yarmouth et Ijmuiden à un quart de longueur d'onde de la paroi réfléchissante, conformément à la théorie des ondes stationnaires.

Le tableau page suivante présente les caractéristiques de la marée au Touquet, à Boulogne, Calais et Dunkerque :

Le marnage et les cotes sont exprimées en mètres par rapport au zéro hydrographique.

* Point où le marnage est nul.

	Le Touquet	Boulogne	Calais	Dunkerque
<u>Marée de vive eau</u> <u>moyenne C95</u>				
- marnage	7,9	7,7	6,2	5,2
- cote de pleine mer	8,8	8,8	7,2	5,8
- cote de basse mer	0,9	1,1	1,1	0,6
<u>Marée de morte eau</u> <u>moyenne C45</u>				
- marnage	4,8	4,4	3,8	3,4
- cote de pleine mer	7,2	7,0	5,9	4,7
- cote de basse mer	2,4	2,6	2,1	1,3
<u>Marée de coefficient</u> <u>70 C70</u>				
- marnage	6,4	6,3	5,1	4,3
- cote de pleine mer	8,3	8,1	6,6	5,3
- cote de basse mer	1,9	1,8	1,5	1,0

La courbe de marée est généralement dissymétrique, le montant est plus court que le perdant surtout en vive eau : 1 heure au Touquet et Calais, 2 heures à Boulogne et Dunkerque.

Les valeurs présentées sont les valeurs théoriques prévues par le Service Hydrographique et Océanographique de la Marine. A ces cotes peuvent s'ajouter d'importantes surcotes ou se soustraire des décotes qui dépendent des conditions atmosphériques.

Le Service Maritime de Calais a fait une étude statistique (1968 - 1978) des cotes de pleines mers enregistrées dans le port de Calais. Cette étude a conduit aux résultats suivants :

Niveau de pleine mer : annuel : 7,90 m /0 C.M.
décennal : 8,10 m /0 C.M.
centennal : 8,25 m /0 C.M.

1.1.4. Les courants

D'une manière générale, l'intensité des courants augmente vers le Pas-de-Calais en raison du rétrécissement de la section d'écoulement de l'eau mais les caractéristiques des courants varient d'un point à l'autre en fonction de la disposition des bancs de sable. On distingue :

- la dérive nord Atlantique : elle induit en Manche un courant général portant vers l'est qui atteint 2,7 milles par jour (5 km/j),

- les courants de marée (figure 8) : immédiatement à l'ouest du cap Blanc-Nez, le courant du large est pratiquement alternatif. Assez loin des bancs, le flot portant au nord-est et le jusant au sud-ouest ont une durée sensiblement égale et leur vitesse peut dépasser 3 noeuds.

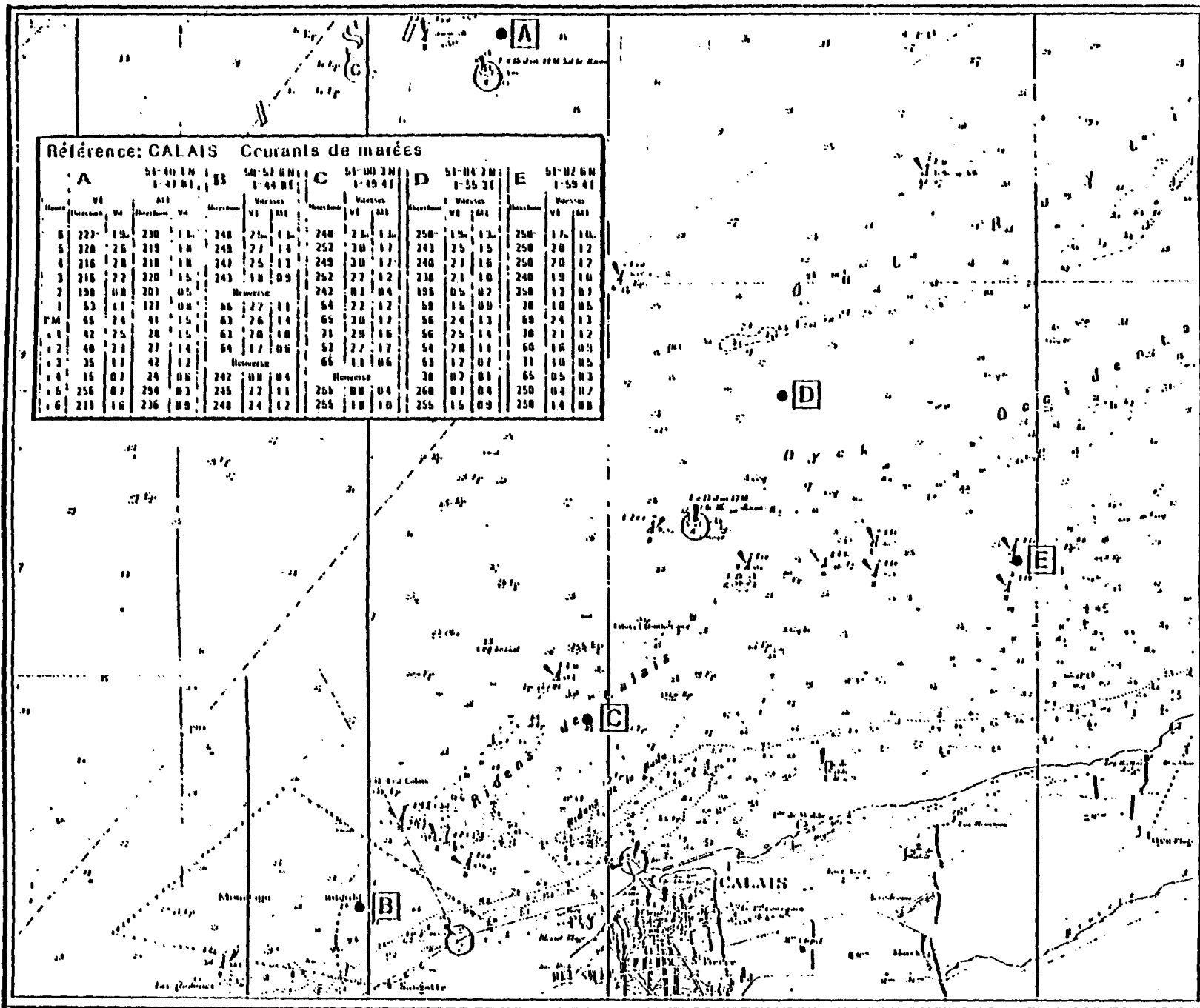
Les courants tournent légèrement en sens inverse des aiguilles d'une montre. Le flot porte au nord-est et il est plus court et plus intense que le jusant qui porte au sud-ouest. Les vitesses maxima en vive eau moyenne vont de 0,8 m/s à 1,5 m/s selon que l'on est sur les bancs (0,8 m/s) ou dans les chenaux (1,5 m/s). En morte eau, les vitesses restent inférieures à 0,8 m/s. La répartition des vitesses décroît de part et d'autre de l'axe central de la Manche. Au niveau du fond, la vitesse des courants de surface est sensiblement réduite de moitié.

1.1.4.1. Les courants au voisinage de Calais (figure 8)

- Intensité

Plus on remonte dans le Pas-de-Calais, plus l'intensité des courants augmente, mais dès que disparaît l'effet d'étranglement du Pas-de-Calais, les vitesses décroissent. C'est ainsi que devant Boulogne la vitesse du courant de flot atteint $1,5 \text{ m.s}^{-1}$ (3 noeuds) en vive eau et plus d' 1 m.s^{-1} en morte eau. Devant Calais (station C) la vitesse de courant de flot en vive eau atteint $1,5 \text{ m.s}^{-1}$ (3 noeuds) à pleine mer et 3 noeuds également au cours du jusant. En morte eau la vitesse maximum enregistrée est de 1,7 noeud. Au large de Sangatte (station B) par 13 m de fond, les courants sont légèrement moins intenses :

<u>Vive eau</u>		<u>Morte eau</u>	(1 noeud = $0,5 \text{ m.s}^{-1}$)
2,8 noeuds à PM	Cap 216	1,8 noeud à PM	- 4 Cap 247
2,5 noeuds à PM	+ 1 Cap 42	1,5 noeud à PM	+ 1 Cap 63



-COURANTS DE MAREES- (source EPSHOM -carte n° 6651)

Fig.8

- Orientation

Au large de Sangatte et Calais, les courants de flot et de jusant sont à peu près diamétralement opposés. Le courant de flot porte au nord-est (Cap 60) et le courant de jusant au sud-ouest (Cap. 245). Le passage du flot au jusant se fait avec annulation de l'intensité du courant. Les courants de marée sont alternatifs.

- Influence de la topographie des fonds

Les bancs (ou ridens) devant Calais influencent l'orientation des courants. Le jusant qui porte au large vers l'ouest-sud-ouest est dévié vers la côte par le riden de la rade. Une fois passé le riden, le courant s'oriente à nouveau parallèlement à la côte.

Au droit du site, les fonds côtiers, moins tourmentés, devraient n'avoir que peu d'influence sur l'orientation des courants.

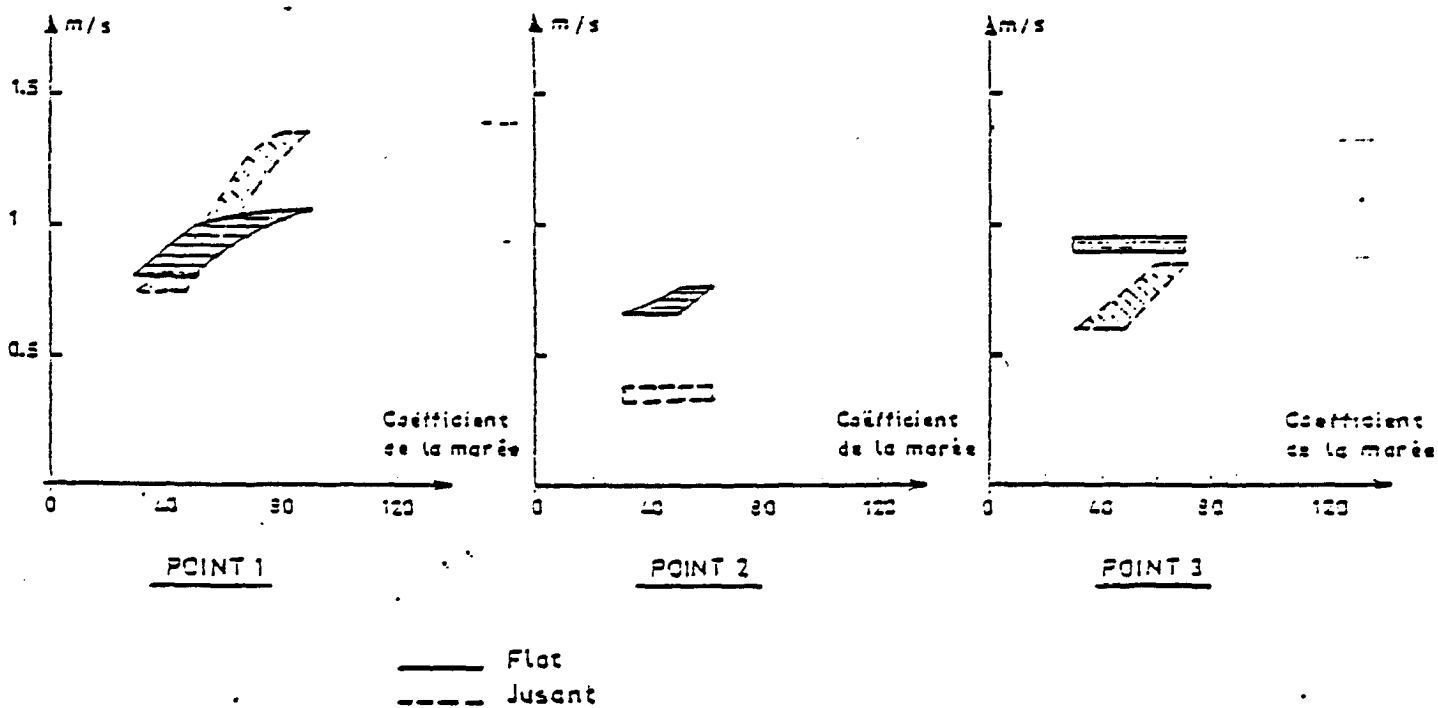
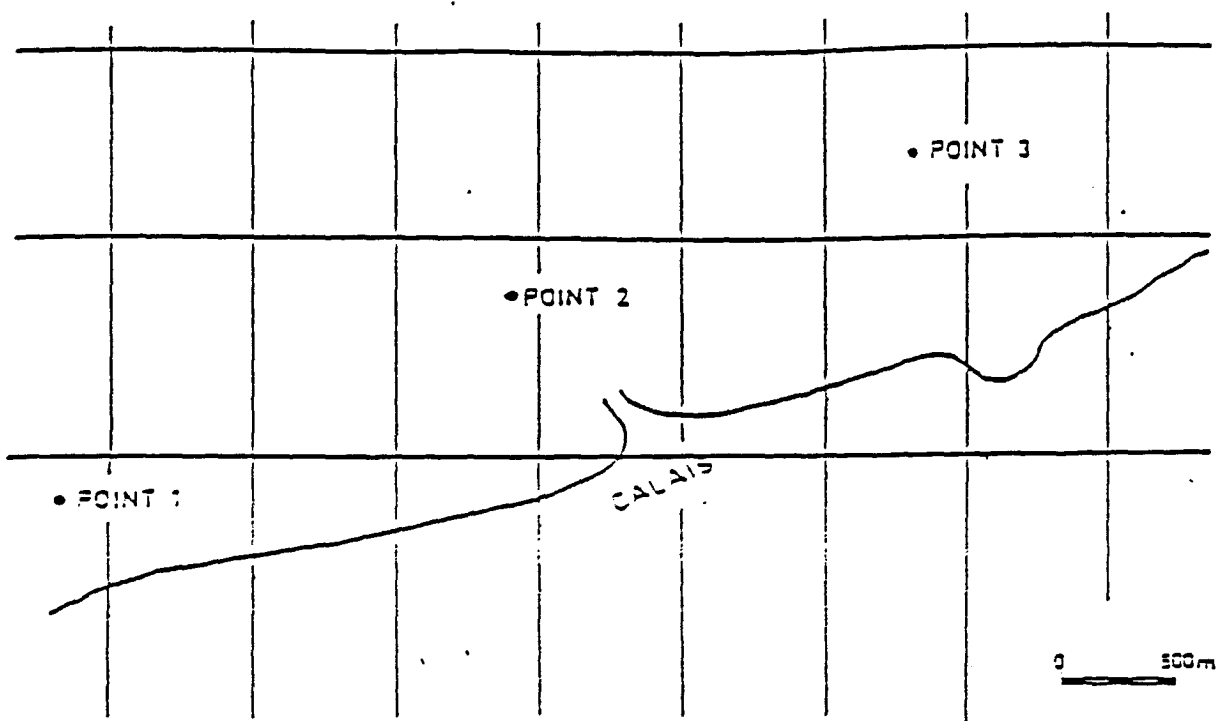
- Influence du coefficient de marée

L'augmentation du coefficient de marée se traduit généralement par une augmentation des vitesses de flot et de jusant, mais cette variation est différente selon les sites étudiés.

Devant Calais, trois points ont été étudiés (in Catalogue Sédimentologique des Côtes de France). La figure 9 résume l'essentiel des résultats obtenus. Au droit de Sangatte, on constate que la variation du coefficient de marée influence surtout la vitesse des courants de jusant qui passent de $0,75 \text{ m.s}^{-1}$ pour un coefficient de 30 à $1,35 \text{ m.s}^{-1}$ pour un coefficient voisin de 80. La vitesse des courants du flot est nettement moins influencée ($V_{\text{max}} 1,0 \text{ m.s}^{-1}$ - Coeff. 80) par le coefficient de marée.

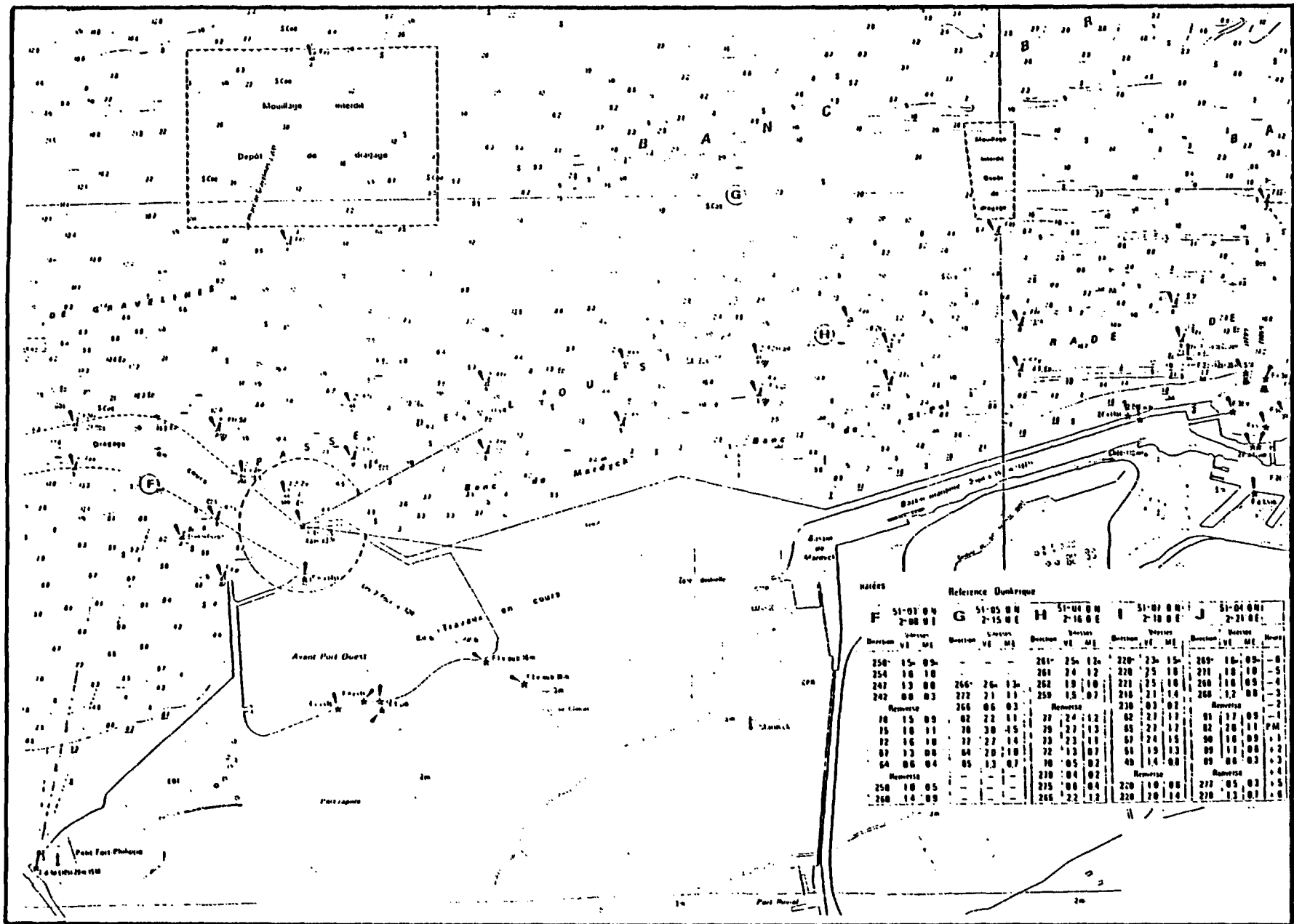
1.1.4.2. Les courants au voisinage de Dunkerque (figure 10)

L'intensité du courant diminue quand on s'éloigne du Pas-de-Calais. En vive eau moyenne le flot et le jusant sont inférieurs à 1 m.s^{-1} devant Gravelines et inférieurs à $0,50 \text{ m.s}^{-1}$ en période de morte eau. Dans les chenaux interbancs, ils peuvent cependant atteindre des vitesses beaucoup plus fortes par des marées de fort coefficient (jusqu'à plus de 3 m.s^{-1}). Comme le long de la plaine picarde les courants sont giratoires dans le sens trigonométrique. Le flot porte au nord-est et le jusant au nord-ouest.



INTENSITE DES COURANTS EN FONCTION DU COEFFICIENT DE LA MAREE DEVANT CALAIS (LNH)

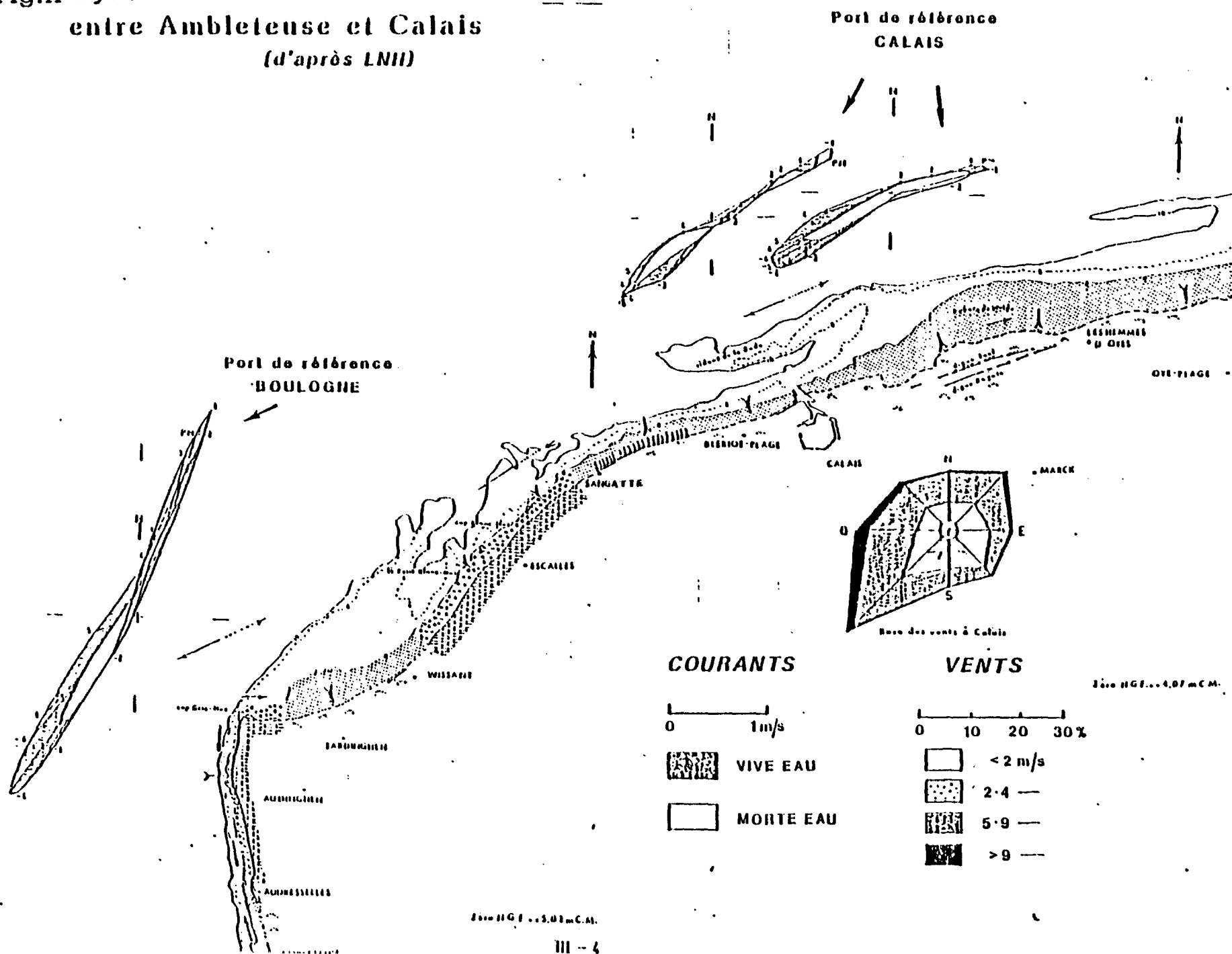
Fig. 9



COURANTS DE MAREE DEVANT DUNKERQUE-Carte SHOM 6651

Fig.10

**Fig.11 Synthèse des observations
entre Ambletense et Calais
(d'après LNH)**



Pour les courants près de la côte, le flot est nettement prépondérant sur le jusant. En période de vive eau moyenne (coef. 90) une particule d'eau rejetée en mer à PM - 5 effectuée en 12 heures un trajet moyen vers l'est de 3,7 km. Pour une marée de coefficient 45 et dans les mêmes conditions, la distance parcourue est de 0,92 km. Cette différence est due à la présence des bancs qui canalisent de façon différente les courants de flot et de jusant. Le courant de flot est guidé par la passe de l'ouest qui le rapproche de la côte, alors que le jusant emprunte de préférence le chenal situé au nord du banc Braeck et du banc de Snouw qui l'éloigne de la côte.

1.1.5. Les sédiments

1.1.5.1. Les fonds sous-marins entre Dunkerque et Calais

La distribution des sédiments de surface est liée à la répartition des vitesses maxima des courants de marée, elle-même conditionnée par le goulot qui constitue le Pas-de-Calais. Dans cet étranglement, les vitesses de courants sont particulièrement élevées. Les fonds y sont de nature caillouteuse dans la plus grande partie du détroit. Les dépôts de la zone côtière, alimentés par des apports "frais", se distinguent nettement des dépôts du large. Devant les ports de Calais et de Dunkerque, les sédiments de surface sont constitués de 75 % à 95 % de sables fins dont le diamètre médian est compris entre 150 μ et 250 μ . La largeur moyenne de cette passée sableuse est de 5,4 km devant Calais et 9 km devant Dunkerque-ouest. Plus au large, s'étend une bande de graviers dont l'axe principal est parallèle à la côte. Sa largeur moyenne au droit de Sangatte est de 1,25 km. Au-delà des graviers, le fond est occupé par des blocs et des cailloutis dont la granulométrie est très hétérogène.

1.1.5.2. La falaise et l'estran au niveau de Blériot-plage

Au niveau du site sélectionné pour le rejet en mer, l'estran a une largeur d'environ 400 m. Il est bordé côté terre par une dune supportant une couverture végétale. Le niveau des hautes mers est constitué de sables, où se mélange une assez forte proportion de galets de silex. Plus bas et jusqu'au niveau des basses mers, l'estran possède une morphologie marquée par plusieurs barres sableuses, sensiblement parallèles au rivage, séparées par des zones en creux appelées bâches.

Ce niveau est composé de sables moyens (diamètre moyen 250 à 300 μ) bien classés. La fraction carbonatée représente 10 à 25 % du sédiment total.

1.1.5.3. Les apports actuels (figure 12)

- Les apports terrestres

Ils proviennent de l'érosion des falaises et des dunes constituées essentiellement de matériaux qui se dispersent en mer sous forme d'éléments fins.

Les quantités d'apports liés à cette production ne sont pas connues. Toutefois, si l'on suppose un recul moyen de 0,20 m.an⁻¹ pour environ 25 km de falaise d'une hauteur moyenne de 50 à 60 m, on peut estimer cette production à 300 000 m³.an⁻¹, soit environ 12 000 m³.an⁻¹ . km⁻¹ linéaire. En estimant que le tiers de ce matériau est constitué par de la craie, les apports annuels en craie seraient de l'ordre de 4000 m³.an⁻¹ . km⁻¹ linéaire.

- Les apports fluviaux

Dans le secteur étudié, il n'existe pas d'apports fluviaux importants. La majeure partie de ces apports est issue des canaux qui se jettent dans le port et l'avant-port de Calais, dont les débits moyens annuels sont les suivants :

. Canal des Pierrettes	: 2,10 m ³ .s ⁻¹	(estimation)
. Canal de Calais à St-Omer	: 1,10 m ³ .s ⁻¹	(estimation)
. Canal de Mark	: 0,42 m ³ .s ⁻¹	(moyenne de 83-84-85)

Le Service Maritime de Calais (S.M.C., 1980) a estimé les apports de vase de ces différents canaux ; cette étude a montré que dans le canal de Calais à St-Omer, la teneur en matières en suspension (M.E.S.) est très faible, entre 0 et 10 mg/l (6 à 8 mg.l⁻¹ en moyenne), soit 240 t.an⁻¹ de matières sèches. Dans le canal de Pierrettes, il existe une relation entre la teneur de l'eau en matières en suspension et le niveau de l'eau dans l'avant-port. Lorsque le niveau est inférieur à 1,60 m (C.M.), la teneur la plus probable est de 120 mg.l⁻¹ et quand il est supérieur, la teneur est proche de 20 mg.l⁻¹. Le flux de matières en suspension peut alors être estimé à 6000 t.an⁻¹.

Apports de Matières en Suspension

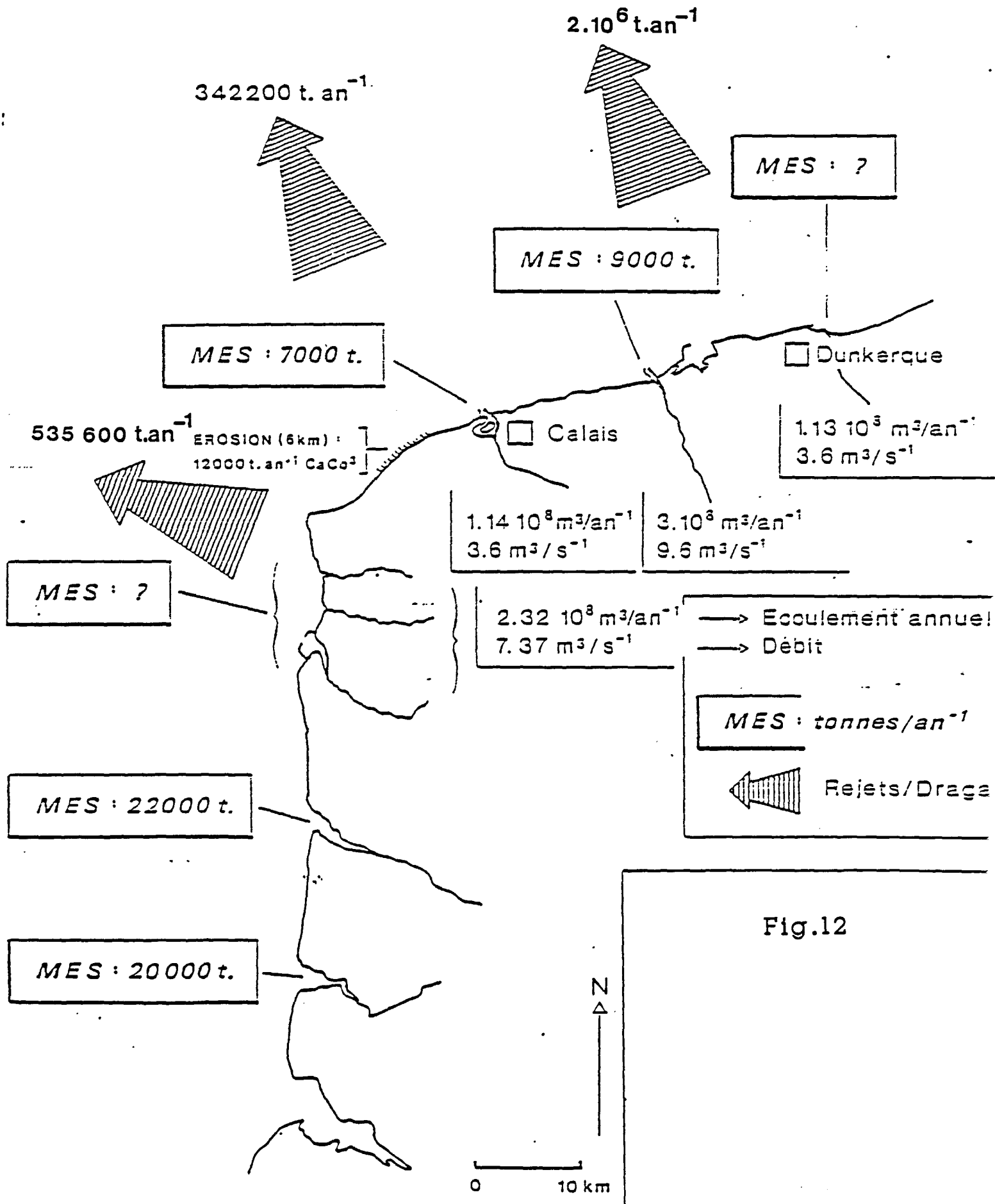


Fig.12

Dans le canal de Mark, les teneurs en matières en suspension varient de 20 à 30 mg.l⁻¹. Les apports solides sont donc estimés à 330 t.an⁻¹. Les transports annuels de vase par ces trois canaux peuvent donc être évalués à environ 6500 t.an⁻¹ de matières sèches.

- Les apports marins

Ce sont essentiellement des sables et des vases qui sont apportés par la mer. La matière et la quantité de ces apports sont très mal connues.

- Les rejets de dragage

Les rejets de dragage sont constitués de sable et de vase accumulés dans les parties abritées des ports. L'origine de ces sédiments est à la fois marine et fluviale. Dans la zone qui nous préoccupe, les rejets de dragage concernent le port de Calais. Pour l'année 1982, le Service Maritime des ports de Boulogne et Calais donne les chiffres suivants :

Port de Calais : Volume (m³.an⁻¹) : 660 000

Masse (T.an⁻¹ de sédiment sec) : 342 200

dont 25 % proviennent du chenal

75 % proviennent de l'avant port

A titre de comparaison, le port de Dunkerque déverse chaque année 2.210.000 tonnes de sédiments secs, et celui de Boulogne 535.600 t.an⁻¹.

- Le mouvement des sédiments

Les différents modes de transport sont le charriage (déplacement progressif sur le fond), la saltation (déplacement par bonds au-dessus du fond) et les transports en suspension (déplacement dans la masse d'eau).

Les galets sont transportés par charriage et saltation. Les sables par charriage, saltation et suspension. Les vases ou matières très fines essentiellement par suspension.

Les agents responsables de ce transport sont le vent, les courants et les houles. Ces trois facteurs peuvent intervenir simultanément. Du large vers la côte, on rencontre successivement une zone où le transport

par les courants domine, puis une zone où la houle et le courant coexistent et, enfin, près du rivage une zone où le transport littoral est presque exclusivement engendré par la houle.

Dans la région de Sangatte-Calais, aucune expérience in situ n'a été faite pour déterminer le sens et l'intensité du transport littoral. Toutefois, on peut raisonnablement penser que ce transport doit avoir des caractéristiques proches de celui observé dans la région de Dunkerque. Dans cette zone, des expériences utilisant des traceurs radioactifs ont montré que le transport littoral dû à la houle peut être estimé à $15000 \text{ m}^3 \cdot \text{an}^{-1}$ d'ouest en est et le transport par les courants à une résultante dirigée vers l'est de $400 \text{ m}^3 \cdot \text{an}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ linéaire (Catalogue sédimentologique, 1980). Dans cette estimation, le transport des matières en suspension n'est pas pris en compte.

1.2. Caractéristiques hydrologiques

La région étudiée se caractérise par un transit intense et incessant des eaux ; de ce fait, bien que l'influence tellurique globale soit sensible à proximité de la côte, il s'avère difficile d'attribuer une origine précise aux fluctuations très rapides des paramètres hydrologiques que l'on peut constater dans ce secteur.

1.2.1. Température

L'influence des courants étant prépondérante dans le Pas-de-Calais, on n'observe pas d'hétérogénéité verticale des masses d'eau. On trouvera donc des valeurs identiques ou très peu différentes à la surface et au fond.

Au large, les températures de surface varient annuellement de 4°C (minimum de janvier) à 18°C (maximum d'août).

Les eaux côtières comprises entre les bancs et le rivage dans les fonds de -5 m à -20 m se caractérisent par une plus faible inertie que les eaux du large qui les rend plus sensibles aux variations des conditions climatiques.

Le tableau page suivante résume les observations faites à Dunkerque en 1981-1982 et 1983 (Données du Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin).

	1981	1982	1983
<u>Température</u>			
Mini	5,20	2,30	3,90
Maxi	19,00	20,60	21,30
Moyenne	11,48	12,30	11,47
Nombre d'observations	64	72	77

1.2.2. Salinité

Les variations de salinité au voisinage du détroit du Pas-de-Calais sont très peu accentuées. La constance de ce paramètre est due à l'absence d'apports d'eau douce importants parvenant à la mer.

En février, la salinité des eaux de surface est comprise entre 34,25 ‰ et 34,75 ‰. Au cours du reste de l'année, la situation haline reste sensiblement identique, mais en novembre, on constate l'apparition de l'isohaline 35 ‰ jusqu'au point 52°N - 02°E.

Dans le tableau suivant, on trouvera des observations effectuées à Dunkerque. Dans ce secteur, les variations de salinité sont provoquées par la rivière Aa qui se jette près du port de Dunkerque.

	1981	1982	1983
<u>Salinité (S‰)</u>			
Mini	27,70	28,29	24,85
Maxi	34,25	34,94	34,51
Moyenne	33,17	33,25	33,08
Nombre d'observations	64	72	77

1.2.3. Oxygène dissous

Les teneurs en oxygène dissous dans l'eau, pour l'ensemble du secteur sont, du fait de l'hydrodynamisme intense et de la réaération dus aux conditions météorologiques, toujours voisines ou supérieures à 100 % de saturation.

Près de la côte, il peut parfois se produire à certaines périodes des baisses légères de la teneur en oxygène dissous. Cependant ces déficits ne sont généralement pas inférieurs à 80 %.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs de la teneur en oxygène dissous :

Devant Dunkerque :

	1981	1982	1983
<u>Oxygène (ml/l)</u>			
Mini	5,12	4,29	4,26
Maxi	7,24	8,03	8,18
Moyenne	6,26	6,24	6,33
Nombre d'observations	64	72	77
<u>Oxygène % saturation</u>			
Mini	84,62	82,56	80,38
Maxi	121,00	133,35	132,60
Moyenne	100,53	101,58	101,30
Nombre d'observations	64	72	77

1.2.4. Matières en suspension (M.E.S.)

Les vases, de faible densité, sont transportées en suspension dans l'eau. Leur quantité est importante près des côtes et elle peut être estimée entre 10 et 20 mg/l. Mais cette proportion peut être très variable, et se modifier en fonction de la distance à la côte, mais aussi saisonnièrement (apport solide des rivières en hiver). Dans les eaux du large, la teneur en matières en suspension est généralement inférieure à 2 mg/l.

A Dunkerque :

	1981	1982	1983
<u>M.E.S. (mg/l)</u>			
Mini	0,40	2,60	3,50
Maxi	82,30	73,00	103,00
Moyenne	11,59	17,05	22,11
Nombre d'observations	64	72	77

Dans la zone étudiée, dans les niveaux situés au bas de la plage, le déferlement et l'agitation dus aux houles provoquent la formation d'une tache turbide dont la largeur varie entre 80 et 100 mètres. Cette nappe turbide se déplace perpendiculairement au rivage en fonction du cycle de marée. Au-delà de cette tache les teneurs en matières en suspension retrouvent des valeurs voisines de 20 mg/l.

Quelques observations sur le comportement in situ des suspensions ont été effectuées en juillet 1986 devant Sangatte dans la zone des câbles IFA 2000 (Ph. CLABAUT, comm. pers.) au cours d'opérations de dragage.

En période de jusant, les eaux sont colorées par les remises en suspension de sédiment carbonaté. Un panache blanchâtre s'étend à partir de la drague vers l'WSW parallèlement à la côte. Sa largeur est de 80 à 100 m. En période de flot, la masse turbide est plaquée à la côte et diluée ; au jusant suivant un autre panache se met en place.

Au voisinage de Sangatte, une série d'analyses de la teneur en matières en suspension, réalisée (CEBTP de Lille) sur des prélèvements effectués en bas de plage à différents moments de la marée, a donné les résultats suivants :

Période	S °/ .. (g/kg)	M.E.S. (mg/l)	CaCO ₃ suspension (mg/l)	CaCO ₃ suspension (%)
Basse mer	31,55	588,00	277,0	47,1
Flot	31,65	388,00	230,0	59,3
Pleine mer	31,69	448,0	240,0	53,6
Jusant	32,00	183,0	137,5	75,1

Les teneurs en matières en suspension apparaissent donc plus élevées au cours du flot que pendant la période de jusant. Environ la moitié des matières en suspension est constituée par du carbonate de calcium en suspension.

1.3. Qualité des eaux, des sédiments et de la matière vivante

L'étude récente concernant la qualité du milieu marin sur le littoral de la région Nord - Pas-de-Calais (IFREMER, 1986) montre que d'une façon générale aux débouchés des principaux apports continentaux, des modifications locales de la qualité des eaux ont été identifiées. A cet égard, la zone du littoral qui se distingue quant à la qualité physico-chimique de ses eaux est le secteur Calais - Dunkerque.

1.3.1. Polluants métalliques dans les sédiments

Pour ce qui concerne les contaminants métalliques dans la fraction fine des sédiments, on constate que 80 % des échantillons recueillis se situent au niveau du "bruit de fond" du milieu naturel. Cependant, pour les secteurs Boulogne - Gris-Nez et Calais - Dunkerque, des concentrations élevées traduisant un état de contamination, ont été identifiées. Le cortège des métaux rencontrés et la localisation des zones présentant de fortes teneurs conduisent à attribuer l'origine de cette contamination métallique aux activités portuaires (Calais - Dunkerque). Les métaux les plus préoccupants sont, par ordre d'importance, le mercure, le plomb et le cadmium.

Au cours de la campagne Hydrobios III, des mesures de polluants métalliques dans la fraction fine des sédiments ont été réalisées. Deux des stations de mesures correspondent à des sédiments du chenal d'accès à l'avant-port ouest de Dunkerque (stations 47 et 48) :

	Station 47	Station 48	Reperes qualité du milieu		
			Moyenne	Minimum	Maximum
% < 63 μ	22,57	0,76	-	-	-
Zn (ppm)	88,00	94,00	86,30	11,50	275,00
Cd (ppm)	0,15	0,45	0,32	0,05	2,17
Pb (ppm)	35,00	40,50	37,20	1,50	150,00
Ni (ppm)	12,50	14,00	22,90	5,00	125,00
Cr (ppm)	38,50	40,50	49,40	9,50	273,00

Légende : Zn = Zinc ; Cd = Cadmium ; Pb = Plomb ; Ni = Nitrate ;
Cr = Cuivre.

La station 48 présente des teneurs légèrement supérieures à celles de la station 47 sans toutefois atteindre des valeurs anormales par rapport aux repères de la qualité du milieu. Les problèmes de pollution par les éléments métalliques proviendraient surtout des vases portuaires dans les zones de rejets de dragage.

Ces mêmes contaminants métalliques ont été dosés dans la matière vivante (moules, coques). Le secteur de Blanc-Nez - Sangatte apparaît comme une zone relativement peu contaminée.

1.3.2. Micropolluants organiques

Parmi les micropolluants organiques, les polychlorobiphényles (P.C.B.) ainsi que le lindane sont présents dans les sédiments en quantités assez importantes dans le secteur de Calais - Sangatte (respectivement $3320 \mu\text{g.kg}^{-1}$ et $50-70 \mu\text{g.kg}^{-1}$). Dans la matière vivante, ces mêmes composés sont retrouvés avec des valeurs fortes à proximité de Calais pour les P.C.B. $756 \mu\text{g.kg}^{-1}$) et Gris-Nez pour le lindane ($9 \mu\text{g.kg}^{-1}$). Devant le port de Dunkerque, la campagne Hydrobios 1 a mesuré dans les sédiments des concentrations significatives de lindane. Les PCB restent dans une fourchette de valeurs normales pour la région (environ $12 \mu\text{g.kg}^{-1}$).

1.3.3. Bactériologie

La qualité bactériologique des eaux et de la matière vivante a également fait l'objet d'observations sur l'ensemble du littoral de la région Nord - Pas-de-Calais.

- Les eaux de baignade

Les différentes études entreprises sur la qualité bactériologique des eaux de baignade montrent que, d'une façon générale, la région Nord - Pas-de-Calais et la Somme sont parmi les zones les plus mal classées de France.

Pour la période 1975-1983, sur les 52 zones de baignade testées, on note une tendance significative à la dégradation dans la zone Calais - Sangatte. En revanche, une amélioration sensible de la qualité des eaux est intervenue en 1984-1985 sur ce même secteur. En 1985, les plages de Sangatte étaient affectées d'un bon indice de classement (A et B). Il convient enfin de souligner que la contamination bactérienne des eaux est strictement limitée au rivage. A quelques kilomètres du bord elle est souvent indécélable. Ce type de pollution paraît donc directement lié aux rejets locaux.

- La bactériologie des mollusques

La qualité bactériologique des mollusques du littoral du Nord - Pas-de-Calais est dans l'ensemble mauvaise ou peu satisfaisante au regard des normes applicables au niveau de la production. Cependant, malgré des teneurs élevées en bactéries indicatrices de contamination fécale, la présence de bactéries pathogènes est assez peu fréquente.

Du fait de la forte variabilité des analyses de dénombrement de germes, il n'a pas été possible de mettre en évidence une évolution significative vers une amélioration ou une dégradation de la qualité bactériologique des mollusques au cours des années 1981-1984.

1.4. Caractéristiques biologiques

1.4.1. Les peuplements benthiques (figure 13)

Les organismes benthiques sont représentés par les animaux et les végétaux qui vivent sur le fond de la mer ou à son voisinage immédiat. Ce sont ceux qui présentent potentiellement les plus grands risques d'être directement affectés par les dragages et rejets d'eaux chargés en matières en suspension.

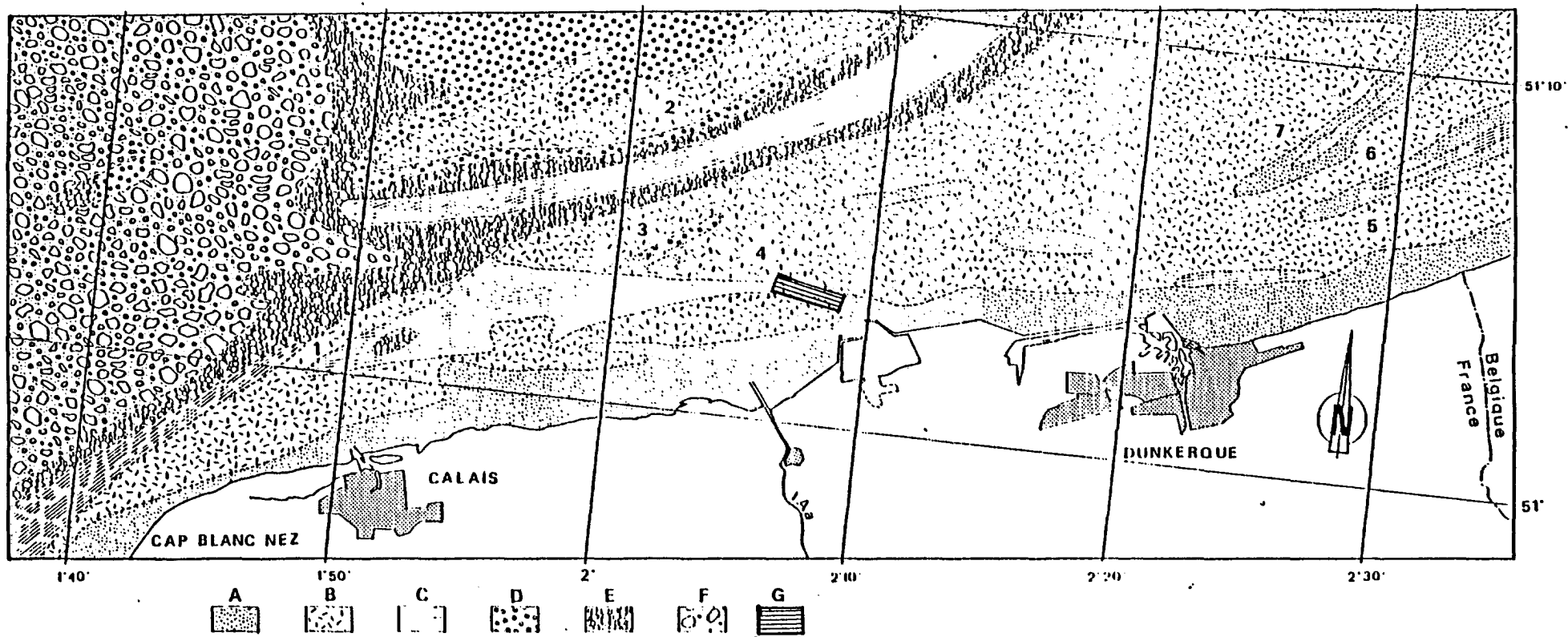
Le benthos est composé d'organismes dont la taille est généralement supérieure à 1 mm, et il s'organise en assemblages variés appelés communautés benthiques. Ces communautés jouent un rôle très important dans le fonctionnement général des écosystèmes marins. En particulier, les invertébrés benthiques constituent la source privilégiée de nourriture de nombreux poissons d'espèces commerciales et de leurs juvéniles, ainsi que de beaucoup d'invertébrés tels que les crevettes, les crabes et les araignées.

Les communautés benthiques ont également un rôle important dans les phénomènes de transformation de la matière organique et dans le recyclage des éléments nutritifs essentiels.

Sachant que les organismes benthiques sont très étroitement inféodés au sédiment dans lequel ils vivent, l'altération par des travaux ou des rejets pouvant modifier la composition et la stabilité des sédiments est susceptible d'affecter l'équilibre actuellement établi.

1.4.1.1. Nature et distribution des peuplements benthiques

L'étude des peuplements benthiques de la région marine comprise entre Dunkerque et Calais a été réalisée par SOUPLÉ et DEWARUMEZ (1980) d'une part, et par SOUPLÉ et al (1980) d'autre part. L'essentiel des résultats présentés dans ce rapport provient donc de ces auteurs. Ces travaux intéressent une zone comprise entre la côte et les fonds de - 30 m.



Peuplements benthiques du Cap Blanc Nez à la frontière de Belgique : A, peuplement à *Abra alba*; B, peuplement à *Ophelia borealis*; C, peuplement à *Amphioxus lanceolatus*; E-F, peuplement des cailloutis et graviers à épibiose sessile (E : aspect graveleux, F : aspect caillouteux). Principaux bancs de sable : Ridens de Calais (1), Out Ruytingen (2), Dyck (3), Haut-Fond de Gravelines (4), Hill (5), Small (6), Breedt (7); G, zone de dragages

Fig.13

in SOUPLET et al. (1978)

Les résultats obtenus montrent l'existence, dans cette région, d'une série de 5 unités de peuplements dont la distribution est liée à la nature du substrat et à l'intensité des courants.

- Les peuplements des sables fins à *Abra alba* - *Donax vittatus*

Le ralentissement des courants au contact de la ligue de côte provoque le dépôt d'une bande de sables fins plus ou moins envasé le long de la plage, jusqu'à une profondeur d'environ 10 m.

Dans ce substrat, les espèces les plus souvent capturées sont *Abra alba*, *Lanice conchilega*, *Donax vittatus*, *Pectinaria koreni*. Ce peuplement occupe des zones qui prolongent jusqu'à une profondeur de - 10 m les plages du Pas-de-Calais.

La densité numérique du peuplement est toujours forte et parfois même très élevée (> 1000 ind./m²) ; la biomasse peut atteindre de 10 à 50 g/m² de poids sec. C'est ce peuplement, sous un faciès à *Nephtys cirrosa* (sables peu envasés), qui colonise le chenal de l'avant-port ouest de Dunkerque.

- Le peuplement des sables moyens à *Ophelia borealis*

Ce peuplement est caractérisé par l'abondance numérique d'*Ophelia borealis*, *Nephtys cirrosa* et *Gastrosaccus spinifer*. Cet ensemble à densité de peuplement toujours faible (< 50 ind. par prélèvement) borde le peuplement précédent. Il a en outre tendance à occuper la majeure partie des grands bancs s'étendant dans le Pas-de-Calais. La biomasse est également faible et se situe généralement entre 1 et 2 g/m² de poids sec.

- Le peuplement des fonds et sables grossiers et de fins graviers propres

Il est caractérisé par la présence constante d'*Amphioxus lanceolatus*. Ce peuplement, qui en Manche orientale peut se situer à proximité de la côte, est ici rejeté au large par le complexe des bancs côtiers. Il borde le peuplement des sables moyens à *Ophelia borealis*.

La densité des organismes qui composent ce peuplement est généralement faible puisqu'elle ne dépasse que très rarement 30 individus par prélèvement.

- Le peuplement de l'hétérogène envasé

Ce peuplement colonise un sédiment essentiellement constitué de graviers et de cailloutis mélangés à du sable. L'ensemble peut être selon les endroits plus ou moins envasés. Il présente un cortège original d'espèces, constitué surtout par Sagartia sp. (anémone), Cerianthus lloydii, Owenia fusiformis, Ophiura albida. Cette communauté est localisée au fond des grandes dépressions et réalise également la transition entre les sables fins et les sédiments plus grossiers à l'ouest de Calais. La densité de peuplements y est très élevée (de 500 à 1000 ind./prélèvement) et la biomasse peut osciller entre 20 et 30 g/m² de poids sec.

- Le peuplement des cailloutis et graviers à épifaune sessile

Sur les fonds grossiers du milieu du Pas-de-Calais, là où les courants sont les plus violents, s'établit un peuplement particulier, caractérisé par la présence d'une épifaune sessile dont l'importance croît avec le caractère caillouteux du sédiment. Cette épifaune est essentiellement constituée par des vers, des hydraires et des éponges.

A cette épifaune s'ajoute une petite faune fragile qui se déplace entre les cailloutis, dominée par la présence de petits crustacés (Ebalia tumefacta, Galathea intermedia) et de mollusques (Buccinum undatum, Gibbula cineraria, Caliostoma zizyphinum). Quelques échinodermes peuvent parfois s'y ajouter en nombre important comme Ophiotrix fragilis qui constitue par place des populations très denses bien connues aux abords du Pas-de-Calais. La densité de peuplement atteint 280 ind./m² mais la biomasse est relativement peu élevée (10 g/m² de poids sec).

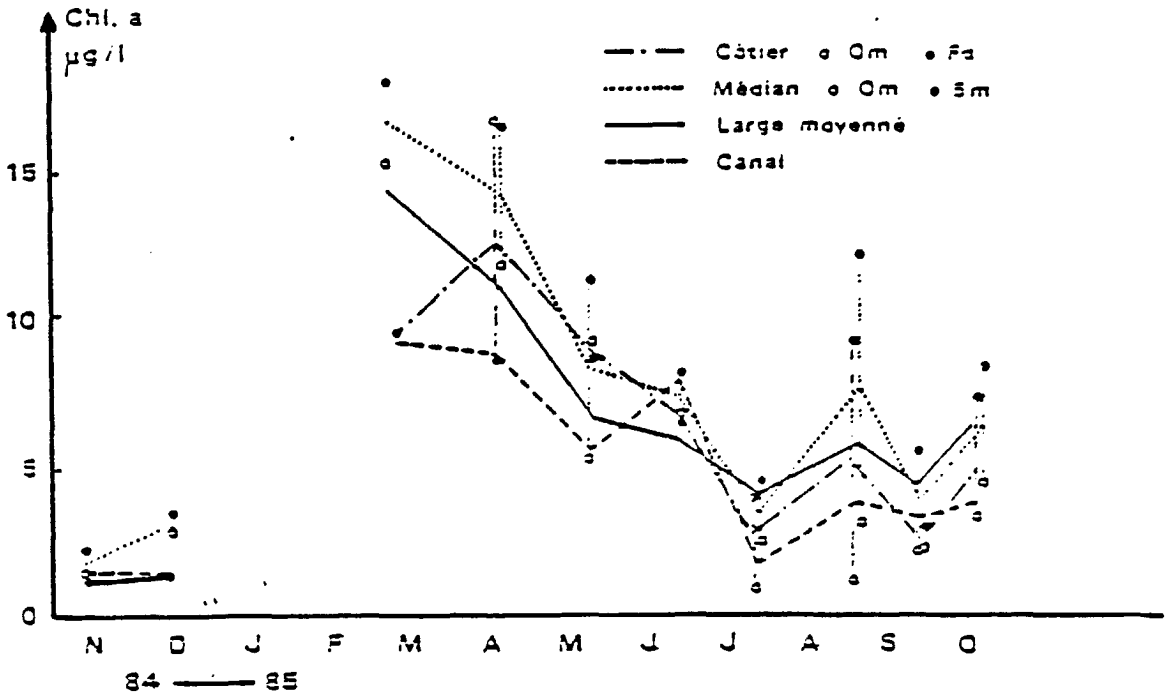
1.4.2. les peuplements planctoniques (IFREMER, 1986)

1.4.2.1. Chlorophylle a (figure 14a)

L'étude de la chlorophylle a permet de se faire une idée de la biomasse planctonique globale et de sa productivité.

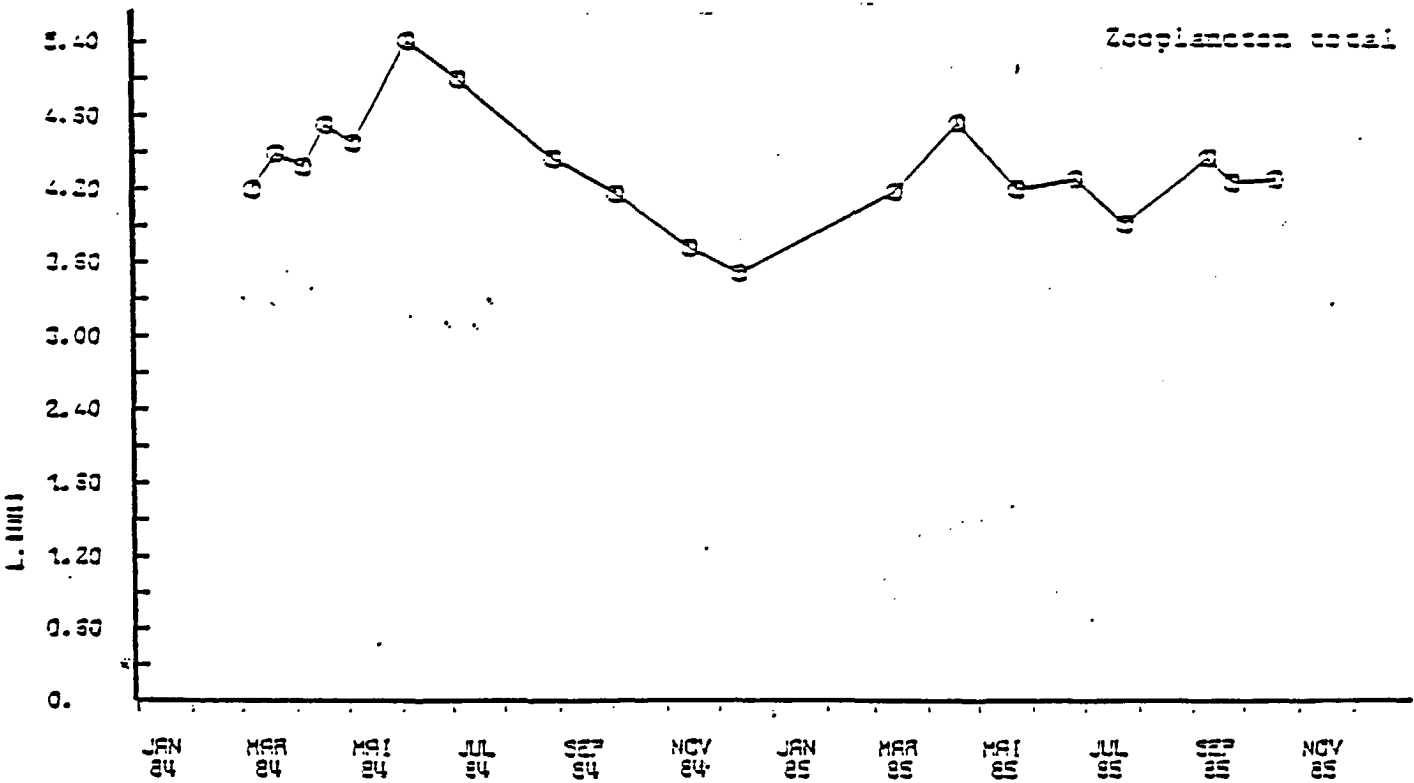
Le cycle annuel des variations de la chlorophylle a s'établit de la façon suivante :

Fig.14



a/ VARIATIONS DES TENEURS EN CHLOROPHYLLE a
AUX DIFFERENTES STATIONS (Gravelines IFREMER 1986)

b/ Variations saisonnières du zooplancton total tous points confondus (Gravelines IFREMER 1986)



D'une façon générale, le démarrage de la croissance du phytoplancton débute au mois de mars. On assiste alors à l'établissement d'un pic de chlorophylle atteignant 15 µg/l en moyenne. A ce moment là, la diversité spécifique, traduite par l'indice de Shannon, est voisine de 3,3. Progressivement, les teneurs en chlorophylle a diminuent pour atteindre leurs valeurs les plus basses en juillet - août (2 à 3 µg/l). En septembre, un deuxième pic de chlorophylle peut apparaître, puis les teneurs restent faibles (2 µg/l) jusqu'à l'orée du printemps suivant.

Il convient de mentionner que l'année 1985 a été marquée par l'apparition d'un phénomène d'eaux rouges à noctiluques qui s'est développé dans la zone côtière entre Gravelines et Calais. Le phénomène a connu son ampleur maximum entre le 12 et le 15 juillet. Les valeurs maximales observées entre Calais et Gravelines (IFREMER, 1986) étaient de 5×10^9 cell/m³ dans les taches d'une eau rouge et $2,4 \times 10^6$ cell/m³ dans les eaux environnantes. Ces grandes abondances de noctiluques et leur dégradation sont, peut-être, responsables d'une certaine désoxygénation de l'eau.

1.4.2.2. Production primaire

La production primaire de la masse d'eau intègre à la fois la biomasse chlorophyllienne et son activité photosynthétique. C'est un paramètre essentiel pour l'information sur la productivité végétale planctonique et, par voie de conséquence, un élément d'appréciation des éventuels impacts sur le milieu marin. Les pics de production primaire apparaissent généralement de façon simultanée avec les pics de chlorophylle. Les valeurs des pics de production primaire (mars - avril) sont voisines de 80 mgC/m³/h et la moyenne est proche de 50 mgC/m³/h. Pendant les mois d'hiver la production baisse fortement (2 à 5 mgC/m³/h).

1.4.2.3. Zooplancton (figure 14b)

Les espèces du plancton animal sont celles régulièrement rencontrées dans les eaux tempérées de la Manche et de la mer du Nord. L'abondance numérique du plancton total est principalement liée à l'abondance des copépodes (Temora longicornis) au mois de mai (250000 ind./10 m³) et un minimum en décembre (4000 ind./10 m³). La moyenne annuelle s'établit autour de 40000 ind./10 m³. La biomasse zooplanctonique exprimée en poids sec varie entre 25 et 75 mg/m³.

1.5. Les activités de pêche dans le secteur Calais - Gris-Nez

L'activité de pêche concerne essentiellement les **pêcheurs artisans** de la région Nord - Pas-de-Calais. Pendant la saison du hareng (novembre à décembre), plusieurs **grosses unités semi-industrielles** exploitent le détroit. Quelques bateaux artisans, en provenance d'autres régions françaises ou de pays voisins, fréquentent plus ou moins régulièrement le secteur. Il existe par ailleurs une petite activité conchylicole à l'ouest de Sangatte.

1.5.1. L'activité de pêche artisanale des ports de la région Nord - Pas-de-Calais

Les renseignements dont nous disposons à ce jour proviennent des Affaires Maritimes de Dunkerque et Boulogne et des enquêtes effectuées auprès des patrons pêcheurs.

1.5.1.1. Caractéristiques des flottilles

Les chiffres ci-dessous situent l'importance relative de chaque groupe pour l'année 1983, d'après les documents officiels (Monographies des Pêches 1983 établies par les Affaires Maritimes de Dunkerque et Boulogne-sur-Mer) :

Port	Nombre navires	Nombre marins	Tonnage total débarqué	Valeur poisson (KF)
Calais	18	55	315	4 611
Audresselles	19	30	9,4	?
Boulogne	54	173	965	10 500
Etaplois-Boulogne	66	419	26 387	119 910
Total	157	677	> 27 676	> 135 021

Il faut préciser que les navires recensés par les Affaires Maritimes sont ceux armés au 31 décembre 1983. Dans la réalité, davantage de bateaux peuvent avoir travaillé au cours de l'année 1983 mais, n'ayant été armés que quelques mois, ils n'ont pas été répertoriés dans la liste des Affaires Maritimes. Le nombre exact de bateaux en exploitation varie en fait constamment et le recensement au 31 décembre est un chiffre officiel de référence.

Il faut remarquer également que les tonnages débarqués indiqués ci-dessus par les Affaires Maritimes ont été établis d'après les ventes effectuées en criée et d'après les déclarations des pêcheurs, d'où des chiffres sensiblement sous-évalués pour Calais, Audresselles et Boulogne.

En effet, seuls les étaplois de Boulogne vendent pratiquement toutes leurs captures à la criée de Boulogne (où elles sont officiellement enregistrées et disponibles à la Chambre de Commerce de Boulogne) à cause des forts tonnages et des espèces mêmes qu'ils recherchent préférentiellement (merlan, hareng, maquereau).

En revanche, pour les flobards d'Audresselles et les calaisiens, le passage à la criée de Boulogne reste exceptionnel, la vente se faisant essentiellement au domicile du patron (pour les flobards) ou sur le quai (pour Calais) et auprès des mareyeurs et poissonniers de Boulogne et Calais. Les artisans boulonnais utilisent les trois systèmes d'écoulement du produit, dans des proportions indéterminées à l'heure actuelle et variables selon la saison (en été, la vente directe aux touristes assure l'écoulement intégral du poisson), l'espèce et la catégorie commerciale.

- Evolution des flottilles de 1979 à 1983

Année	Calais	Audresselles	Boulogne	Etaplois Boulogne
1979	9	18	43	68
1980	9	19	46	67
1981	11	24	52	71
1982	12	23	53	69
1983	18	19	54	66

On peut noter une bonne stabilité pour la plupart des flottilles avec un développement à Boulogne et surtout à Calais où le nombre d'unités a été multiplié par deux en quatre ans ; dans les deux cas, les nouveaux arrivants sont des trémailleurs.

- Répartition de la flotte armée pendant l'année 1983 (d'après les monographies des pêches 1983 des Affaires Maritimes de Dunkerque et Boulogne)

a) Répartition par tranche de tonnage

Tonnages	Calais	Audresselles	Boulogne	Etaplois Boulogne
0 à 5	2	19	7	0
5 à 10	13	0	26	2
10 à 15	1	0	1	0
15 à 20	1	0	7	1
20 à 25	0	0	8	1
25 à 50	1	0	5	56
+ de 50	0	0	0	6

Les bateaux de moins de cinq tonneaux sont des bateaux non pontés appelés flobards dans la région.

Certaines flottilles sont bien individualisées par la jauge brute des navires, c'est le cas d'Audresselles pour les petites unités, et Etaples - Boulogne pour les plus grosses.

A une catégorie de jauge correspondent bien souvent un type de pêche (petite pêche, pêche côtière) et un type de métier : d'une manière générale, les petits bateaux pratiquent plusieurs métiers dans l'année (jusqu'à huit pour les flobards) alors que les plus gros sont davantage spécialisés et n'en pratiquent qu'un ou deux.

b) Répartition par classe d'âge

Années	Calais	Audresselles	Boulogne	Etaplois Boulogne
0 à 5	4	13	11	21
5 à 10	4	6	4	8
10 à 15	2	0	13	12
15 à 20	3	0	12	15
20 à 25	5	0	5	8
+ de 25	0	0	9	2

Il faut noter la poursuite du renouvellement (par arrivée de constructions neuves ou de navires d'occasion) de l'ensemble des flottilles.

La flottille d'Audresselles, très récente, est un cas particulier car les flobards sont de très petites embarcations qui ont une durée de vie courte (dix ans environ pour une construction en bois, probablement quinze-vingt ans pour ceux en plastique), à cause de l'usure due à la technique d'échouage (mise à l'eau et remontée sur le sable) ; d'autre part, le prix d'achat d'un flobard neuf est relativement modeste, d'où une facilité de renouvellement.

- Types de métiers pratiqués

On constatera la diversité des métiers pratiqués, tant d'une flottille à l'autre qu'au sein d'une même flottille, bien que souvent une même flottille exerce, soit les arts trainants, soit les arts dormants (cf. tableau page suivante).

C'est ainsi que les flobards sont spécialisés dans les engins fixes ou dérivants, tandis que les grosses unités des étaplois de Boulogne le sont dans le chalutage.

	Calais	Audresselles	Boulogne	Etaplois Boulogne
Arts trainants				
- Chalut de fond à panneaux (poissons)	+ 3		+	+
- Chalut de fond panneaux (crevettes)	+ (2)	+ (4)		
- Chalut à perche (poissons)				
- Chalut à perche (crevettes)				
- Chalut boeuf pélagique			+	+
- Chalut pélagique	+ (1)		+	+
- Drague à coquille			+ (2)	+
Arts dormants				
- Trémail	+ (16)	+ (24)	+	+
- Filet maillant		+ (17)	+	
- Filet dérivant (raies)	+ (3)	+ (8)	+	+
- Casiers	+ (1)	+ (13)	+ (4)	
- Palangre	+ (3)	+ (6)	+ (3)	
- Lignes de traîne	+	+ (15)	+	

Les chiffres entre parathèses indiquent, quant ils nous sont connus, le nombre de bateaux exerçant ce métier.

Parmi les arts dormants, on assiste depuis quelques années à un développement considérable de la pratique du trémail et du filet maillant. Il s'agit de filets d'environ 2 mètres de hauteur sur plusieurs centaines de mètres de long, ancrés sur le fond à chacune de leurs extrémités, et destinés à la pêche des poissons (sole, plie, limande) et de la morue.

Certains bateaux n'exercent qu'un seul métier toute l'année, tandis que d'autres peuvent en pratiquer plusieurs, en fonction de la taille et de la puissance du bateau, des espèces recherchées, des résultats de la pêche, des habitudes du patron.

La pêche à l'aide de lignes (lignes de traîne, mitrailleuse à maquereau, pêche à la plume, ...) est en fait bien souvent une pêche occasionnelle que font les trémailleurs en attente de relever leurs filets lorsqu'il y a passage de poissons.

1.5.1.2. Les zones de pêche, saisons et espèces-cibles

Les espèces commerciales sont nombreuses puisqu'on en recense régulièrement une trentaine dans les ventes en criée à Boulogne. Néanmoins, nous nous attacherons plus particulièrement à celles dont les tonnages débarqués sont importants et/ou dont la valeur marchande est élevée ; ces espèces vers lesquelles les pêcheurs dirigent leurs efforts sont dénommées espèces-cibles.

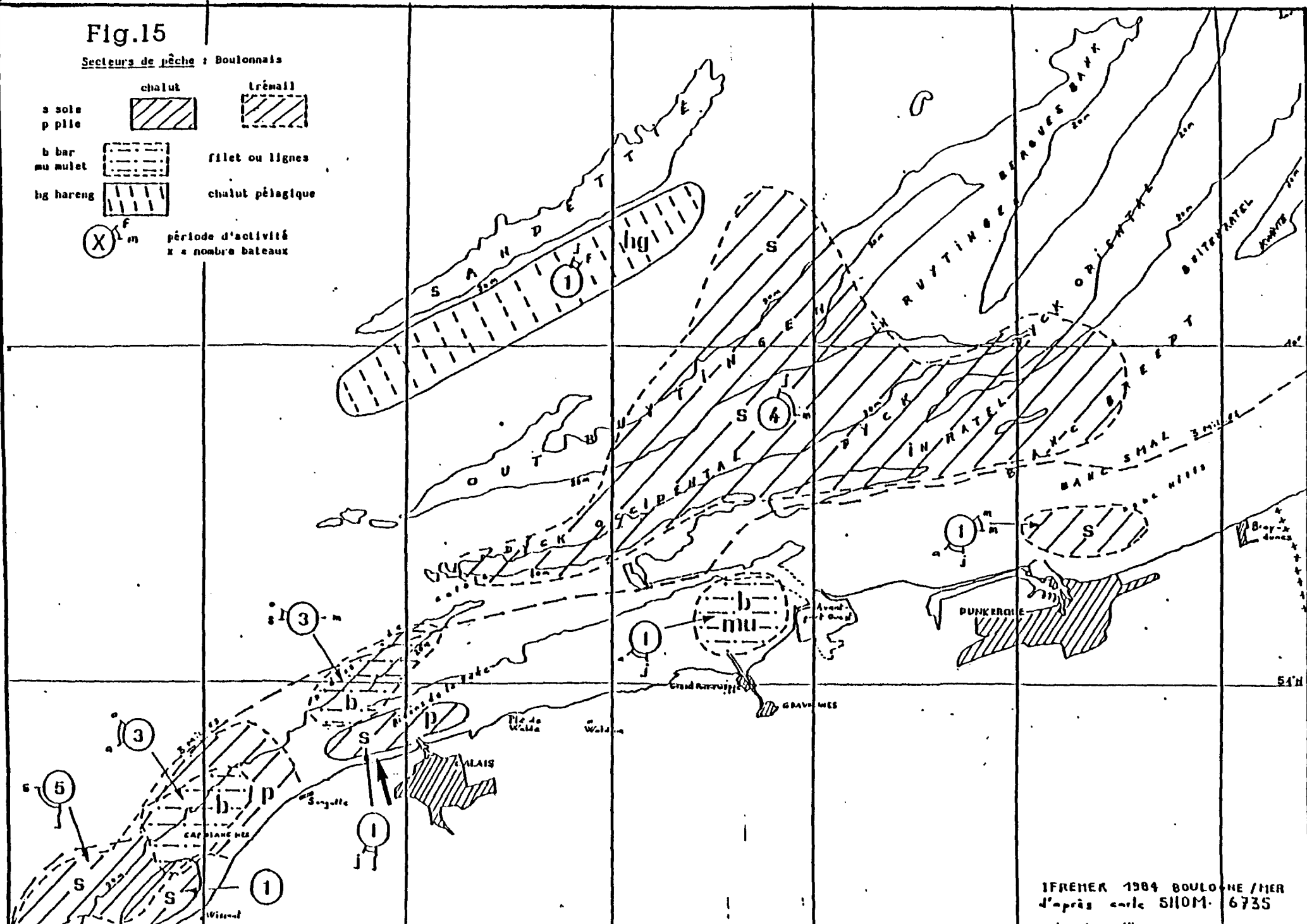
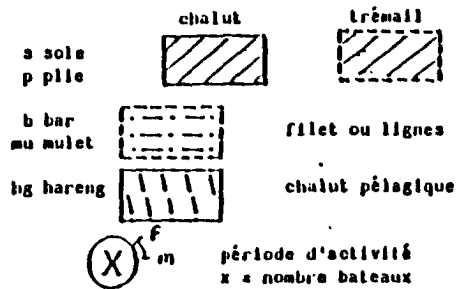
Les zones de pêche varient en fonction de la saison et donc de l'espèce recherchée, de la taille du bateau et de l'engin utilisé, exception faite pour certaines pêches particulières comme celle de la crevette grise qui est pratiquée toute l'année dans la bande côtière des deux milles (les crevettes étant inféodées à cette bande littorale).

En première approximation, on peut considérer que les chalutiers évitent les zones à ridens (dunes sous-marines) ainsi que les fonds rocheux accidentés et les obstructions diverses alors qu'elles sont exploitées par les trémailleurs. Cette pratique doit être pondérée en fonction de la taille et de la puissance du bateau.

Plusieurs trémailleurs (2 ou 3 à Calais et 3 ou 4 à Boulogne) développent depuis quelques années la pêche sur épaves (nombreuses dans le détroit) l'espèce-cible étant la morue ; néanmoins, cette technique nécessite un lourd investissement en matériel électronique (sondeur et système de positionnement performants), un bateau rapide permettant de visiter plusieurs épaves au cours de la marée ou de s'éloigner de la côte,

Fig.15

Secteurs de pêche : Boulonnais



et un long apprentissage de la part du patron (la pose et la relève des filets le plus près possible d'une épave sont des opérations très délicates).

Les résultats qui suivent, compte tenu du nombre de patrons que nous avons interrogés, concernent 67 %, 100 %, 56 % et 35 % des flottilles de Calais, Audresselles, Boulogne et Etaples-Boulogne respectivement.

- La crevette grise

Dans le secteur considéré elle n'est pêchée que dans la baie de **Wissant**, très près de la côte, par six flobards qui font quelques traits de chalut d'avril à septembre. Néanmoins, cette activité est secondaire et non systématique.

- Les poissons plats (figures 15 et 18)

Depuis le cap Gris-Nez jusque Sangatte et Calais, la sole et la plie sont très activement recherchées dans la bande des trois milles :

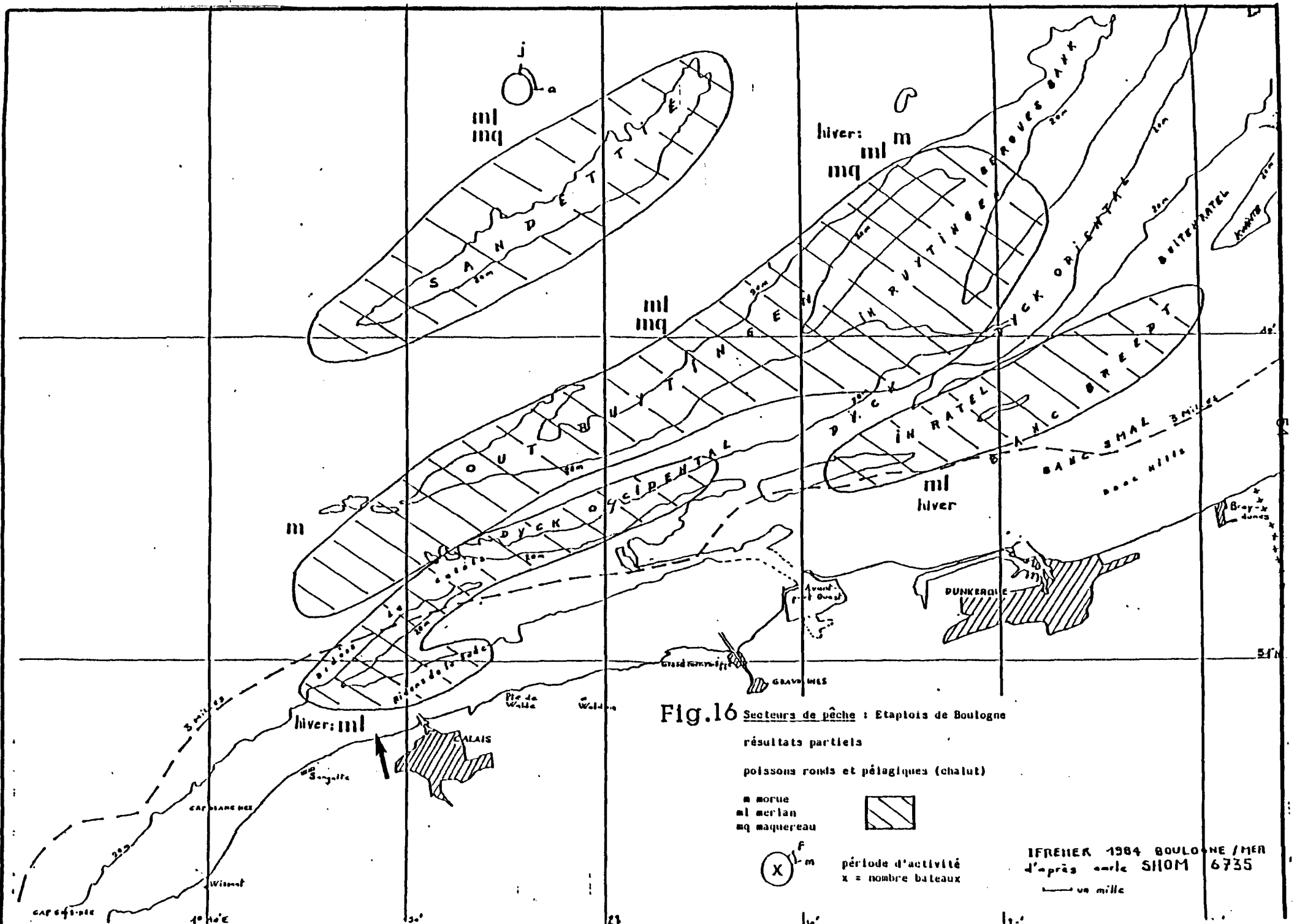
. au trémail de février à avril par six flobards de Wissant ; en fin de saison plusieurs flobards d'Audresselles se basent à Wissant ;

. au trémail de mars à novembre par dix calaisiens et au moins cinq boulonnais ;

. au chalut en juin - juillet par quelques calaisiens et boulonnais. Les étaplois de Boulogne chalutent de la côte jusqu'à six milles environ d'avril à septembre.

Il faut noter que, jusqu'en 1984, plusieurs trémailleurs calaisiens venaient à Boulogne à la pleine saison de la sole (février à mars) à cause des forts rendements, le poisson étant transporté par la route à Calais où il était vendu. Depuis 1985, à cause de la très forte concurrence sur les lieux de pêche aux alentours de Boulogne, due à la concentration des soles dans un espace réduit et vu le nombre sans cesse croissant des filets posés, les calaisiens ne se déplacent plus à Boulogne et recherchent la sole essentiellement dans le secteur compris entre Sangatte et le cap Blanc-Nez où la compétition est moins vive.

Remarquons également que la saison de la sole, du fait du prix de vente de cette espèce, assure la majeure partie du revenu annuel des artisans de Calais et Wissant.



La plie, à partir d'avril, prend le relais de la sole ; l'un des lieux privilégiés pour la plie se situe dans le secteur des Quénocs (face à Blanc-Nez) où se trouvait une moulière naturelle (les moules constituent une source de nourriture très recherchée par les plies). Actuellement, la moulière ayant été en grande partie détruite, les rendements en plies sont en baisse.

Turbots et barbues sont pêchés préférentiellement sur les "secs" (hauts fonds) à environ six milles de Sangatte, en septembre-octobre.

- Les poissons pélagiques

a) Le hareng : il est recherché au filet dérivant (appelé drifter ou roies) par deux à quatre calaisiens devant Calais-Sangatte en novembre et décembre. En fait, les calaisiens ne font que quelques marées pour alimenter en frais le marché local ; ils changent de métier dès que le cours du hareng chute à cause des gros débarquements assurés par les étaplois de Boulogne et la pêche industrielle.

Les étaplois utilisent le chalut pélagique (seul ou en boeuf, c'est-à-dire un couple de navires tractant un chalut) d'octobre à février.

Les flobards de Wissant effectuent quelques marées en novembre et décembre, près de la côte, devant Wissant.

b) Le maquereau : il est pêché à la mitrailleuse de juin à août par les flobards, dans les 2-3 milles.

C'est également une pêche occasionnelle pour les trémailleurs qui attendent sur le lieu de pêche de remonter leurs filets.

- Les poissons ronds (figures 16 et 19)

a) La morue : elle est surtout pêchée de septembre à janvier. Les flobards de Wissant et pour partie ceux d'Audresselles, travaillent depuis Sangatte jusque Gris-Nez, sur 3 à 4 milles.

Huit calaisiens posent leurs trémails de Blanc-Nez à Calais, au moins huit boulonnais de Gris-Nez à Sangatte.

Les étaplois chalutent plutôt à l'est de Calais, au-delà des 3 milles.

Un des secteurs de pêche privilégiés pour la morue est situé aux abords des Quénocs, plusieurs boulonnais faisant le trajet tous les jours ou se basant alors à Calais pour venir y travailler.

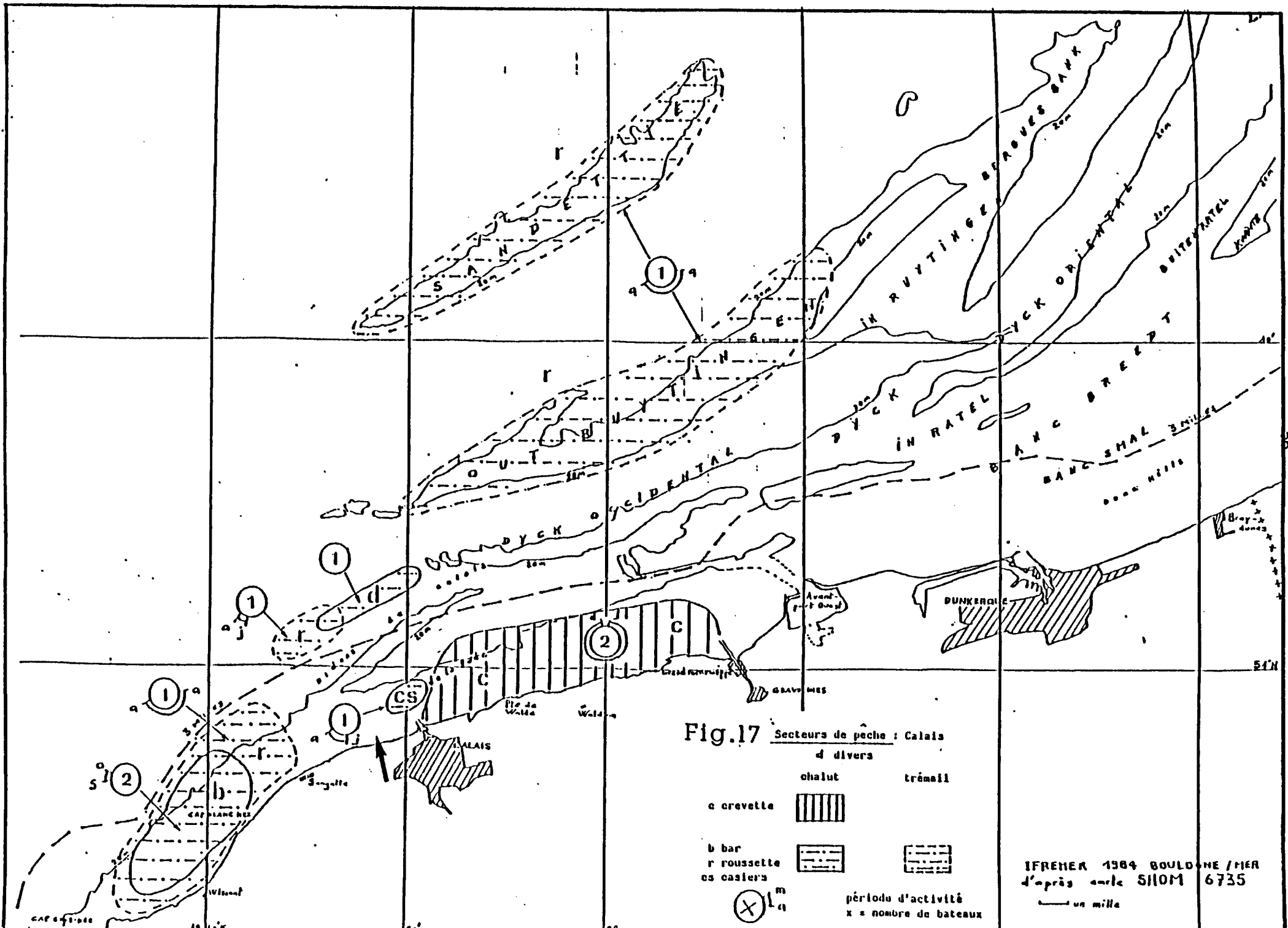


Fig.17 Secteurs de pêche : Calais
d divers

- a crevette
- b bar
- r roussette
- cs casters
- ohalut
- trémali
- | | | |
|-----|---|-----------------------|
| (X) | m | période d'activité |
| 1 | 1 | x = nombre de bateaux |

IFREMER 1984 BOULOGNE / MER
d'après carte SHOM 6735
— un mille

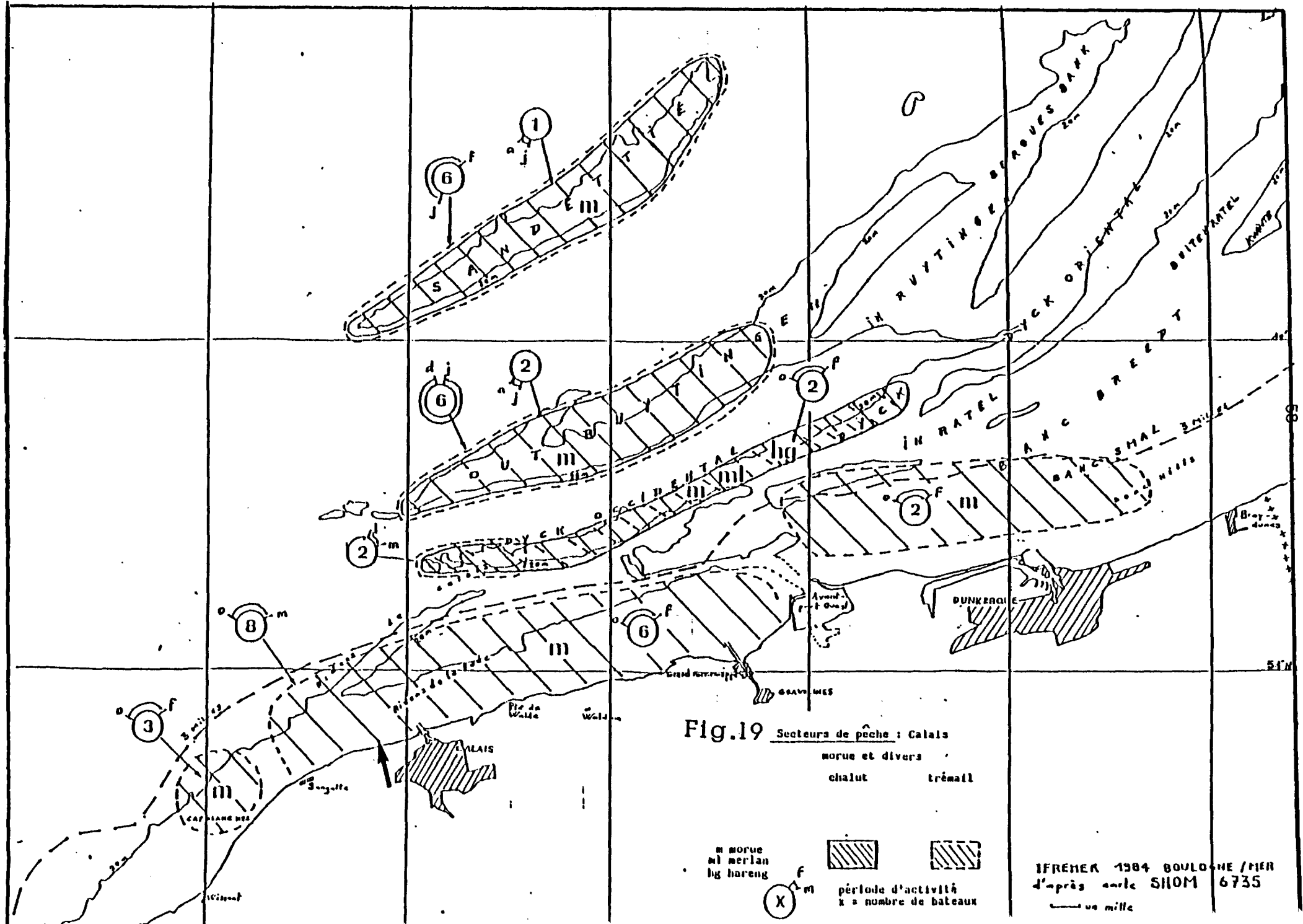


Fig.19 Secteurs de pêche : Calais

morue et divers
chalut trémail

m morue
ml merlan
lg hareng

X m

période d'activité
x = nombre de bateaux

IFREMER 1984 BOULOGNE / MER
d'après carte SHOM 6735
— 1/20 mille

Plusieurs calaisiens et boulonnais, imitant en cela les danois et les norvégiens, précurseurs en la matière, pratiquent depuis trois ans environ la pêche au trémail sur épaves. Cette technique, quant elle est bien maîtrisée, permet d'importantes captures de morue et lieu jaune, de belle taille et de belle qualité.

Les épaves exploitées, pour des raisons évidentes de "secret professionnel" et de compétition farouche entre pêcheurs, ne nous ont pas été indiquées précisément. Néanmoins, la plupart d'entre elles sont situées dans la zone nord de la région (Calais - Dunkerque), dans la bande côtière des 3 milles entre Calais et le cap Gris-Nez, et au-delà des 3 milles, souvent par des fonds de 30 à 50 mètres, au large de Calais notamment.

b) Le merlan : il est pêché essentiellement par les étaplois de Boulogne et les gros boulonnais.

Merlan et maquereau sont en fait recherchés pratiquement toute l'année par au moins dix à quinze étaplois, au chalut pélagique et semi-pélagique (pratiqué seul ou le plus souvent en boeuf), depuis les 3 milles (et même ridens de la rade et ridens de Calais) jusqu'aux eaux anglaises, dans un secteur très vaste puisqu'il s'étend de Cherbourg à l'ouest, à la latitude de la Tamise au nord.

- Divers (figures 15, 17 et 19)

Bar et roussette sont capturés à la palangre, ligne de traîne et filet, essentiellement d'avril à septembre, de Sangatte à Gris-Nez dans les 3 milles. Le secteur de prédilection pour ces deux espèces est situé près des Quénocs, entre Sangatte et Blanc-Nez. Compte tenu de la forte valeur marchande du bar, cette pêche intéresse de nombreux flobards de Wissant et Audresselles, des calaisiens et des boulonnais (qui font alors la route ou se basent à Calais).

Mulet et congre sont diversement recherchés aux filets et lignes, dans les zones côtières rocheuses du Gris-Nez.

La pose de casiers pour crabes et homards se fait surtout devant le cap Gris-Nez et Wissant pour les flobards de juillet à septembre. Les boulonnais posent leurs engins dans le rail montant (jusqu'à 51°N).

La seiche, à partir de mai, intéresse surtout les flobards.

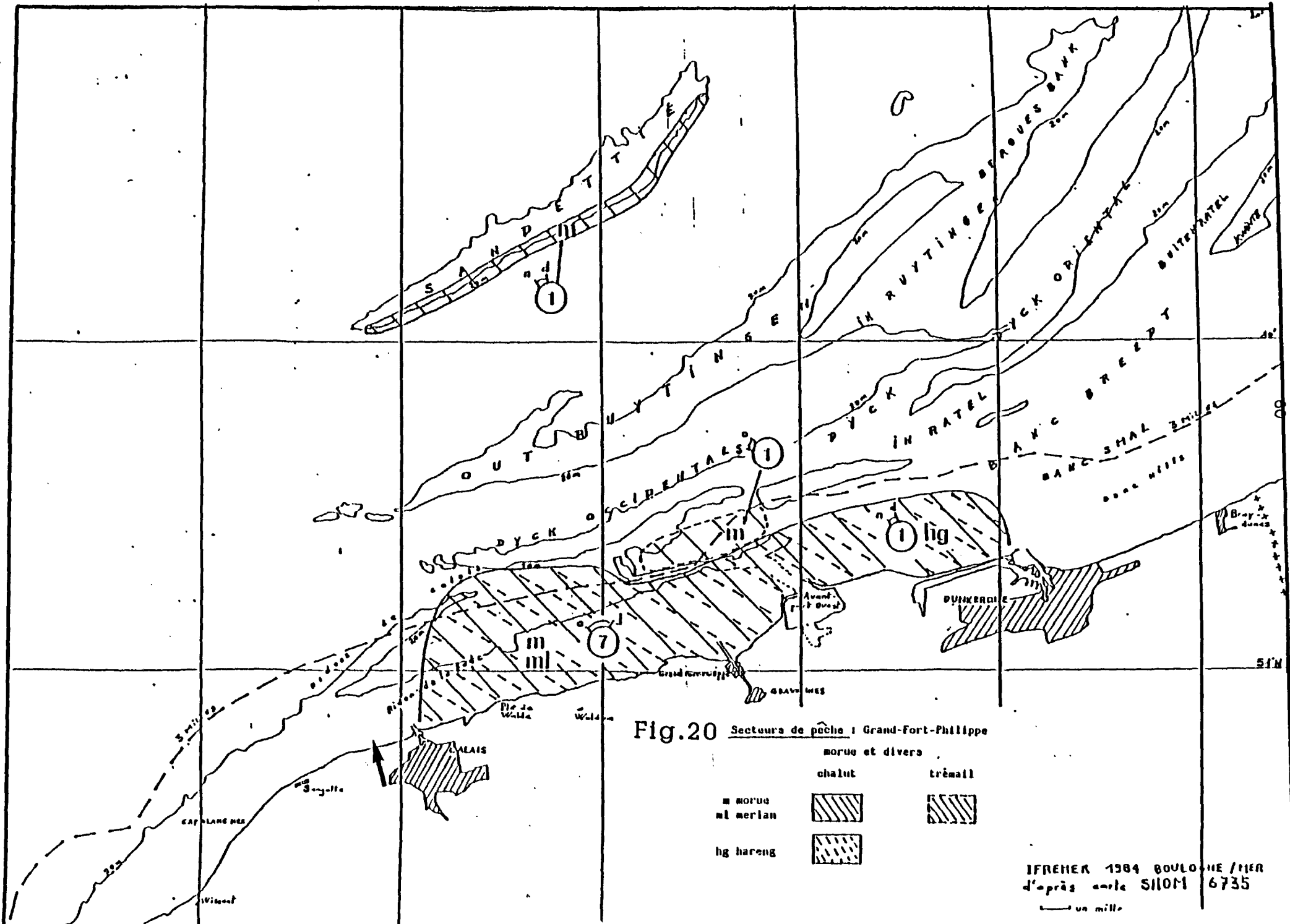


Fig.20 Secteurs de pêche : Grand-Fort-Philippe

	morue et divers	
	chalut	trémail
m morue		
ml merlan		
hg hareng		

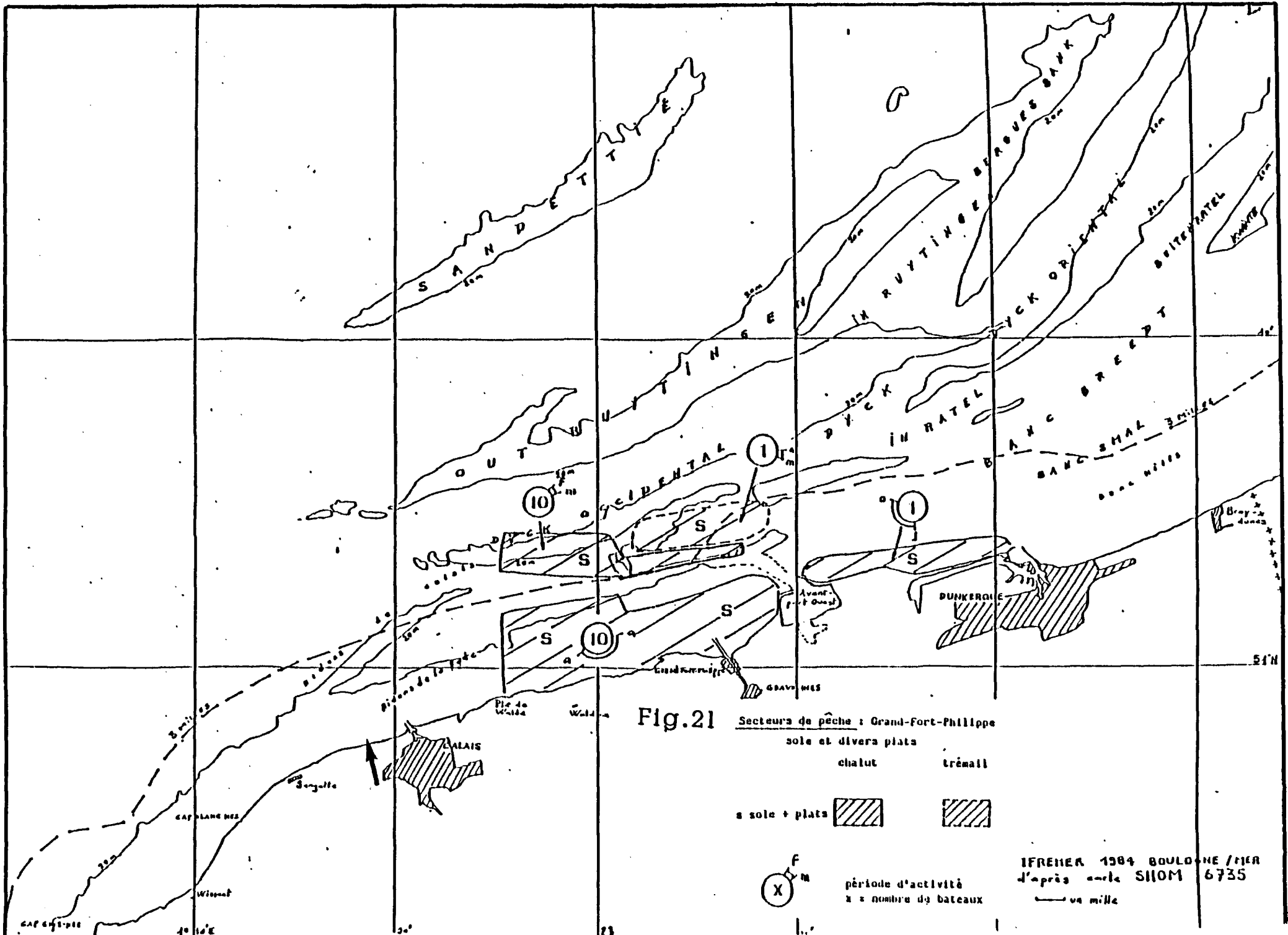





Fig.21 Secteurs de pêche : Grand-Fort-Philippe

sole et divers plats
chalut trémail

s sole + plats  

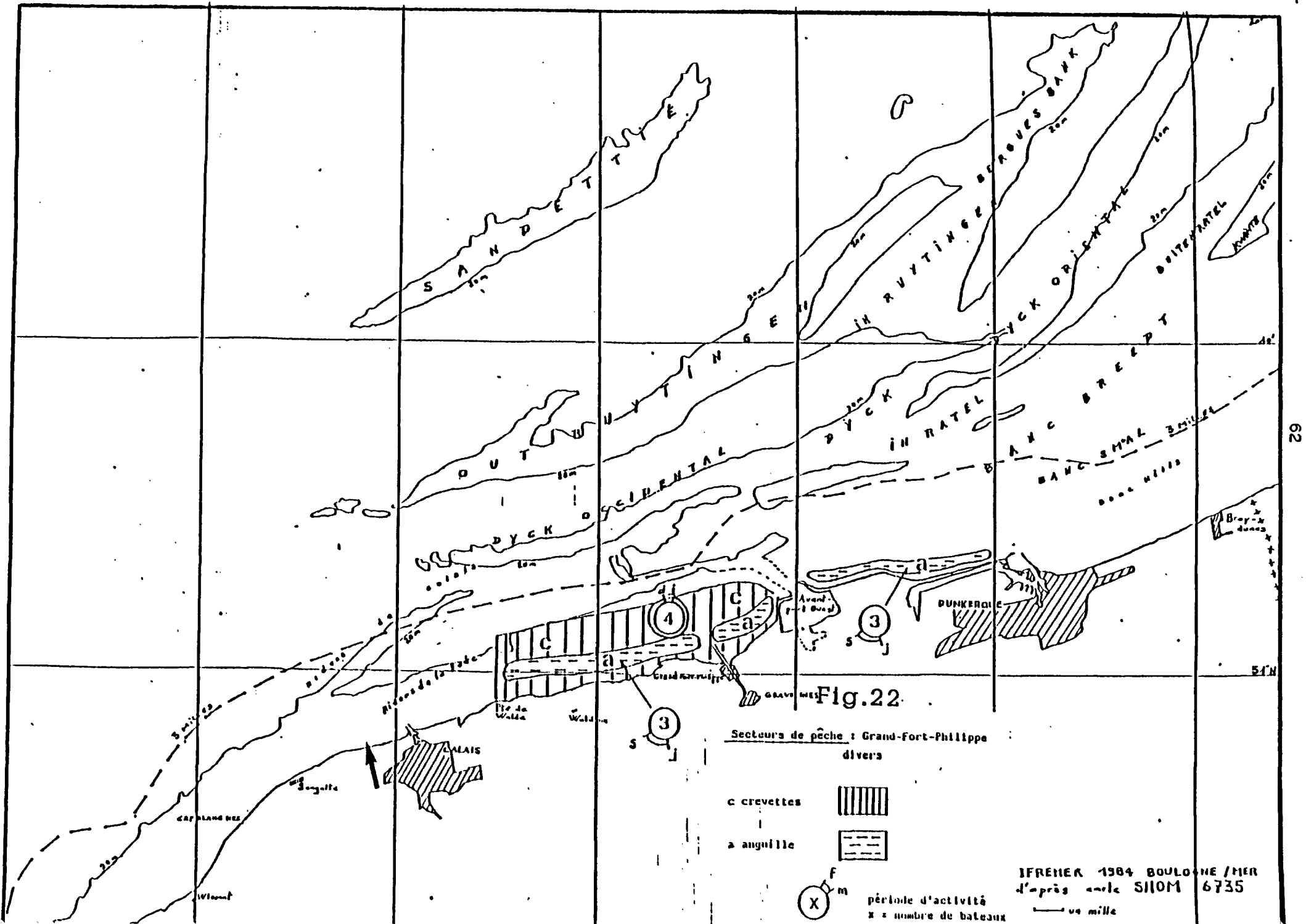
 période d'activité
x = nombre de bateaux

IFREMER 1984 BOULOGNE / MER
d'après carte SIIOM 6735
— 1/4 mille

19

51°N

21



1.6. Les activités de pêche dans les parages du chenal d'accès à Dunkerque

Bien que les opérations de dragage intéressent uniquement le chenal de navigation, il est intéressant de résumer succinctement les activités halieutiques qui se pratiquent à son voisinage.

1.6.1. Caractéristiques des flottilles

L'activité de pêche concerne essentiellement les pêcheurs artisans des ports de Dunkerque, Grand Port Philippe, Calais et Boulogne.

Port	Nbre navires	Nbre marins	total débarqué (tonnes)	Valeur (KF)
Dunkerque	24	86	1 490	18 787
Grand Port Philippe	10	30	303	3 978
Calais				
Boulogne				

1.6.2. Zones de pêche et espèces cibles

Les caractéristiques des espèces pêchées ainsi que les zones de pêche sont résumées dans les tableaux pages 64 et 66 et illustrées par les figures 15 à 25.

1.6.3. Bilan de l'activité halieutique

On peut décomposer cette activité en deux principaux secteurs :

- la bande côtière des 3 milles : dans cette frange littorale, y travaillent toute l'année et de façon exclusive les flobards (de Wissant et pour partie d'Audresselles), pendant quelques mois plusieurs boulonnais et la plupart des calaisiens,

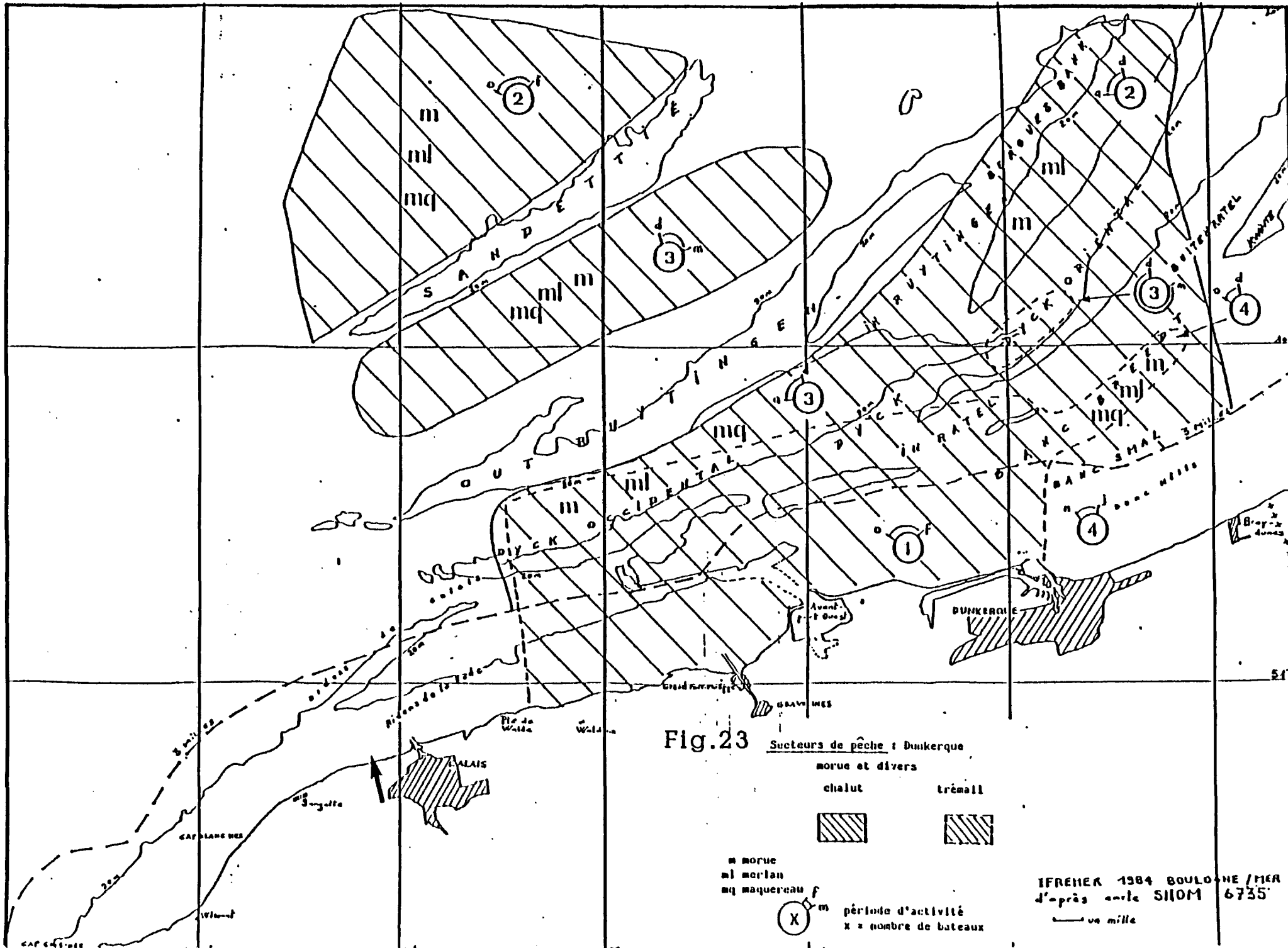
- au delà des 3 milles.

FLOTTILLE DE GRAND-FORT-PHILIPPE - GENRES DE PECHE PRATIQUES EN 1983-1984

Engins utilisés	Espèces recherchées	Nombre navires	Période d'activité	Lieux de pêche
Chalut de fond à panneaux	Crevette grise	2	Janvier → mars Septembre → décembre	Avant-port ouest Dunkerque → Waldam Côte → 1,5 mille maximum
		2	Février → octobre	Avant-port ouest Dunkerque → Calais Côte → 2-3 milles Côte → 1,5 mille maxi
Chalut de fond à panneaux	Sole Plie Limande	10	Février → août	Port de Dunkerque → Sangatte maxi Côte → 3 milles 5 milles maxi (Dyck occidental) Côte → 1,5 mille maximum
Chalut pélagique	anguille	1	Juin → septembre	Port Dunkerque → Oye-plage Côte → 1,5 mille maximum
Chalut pélagique en boeuf	Morue Merlan	3 couples	Octobre → janvier	Port de Dunkerque → Calais Côte → 3-4 milles Côte → 1,5 mille maximum
	Anguille	1 couple	Juillet → septembre octobre	Port Dunkerque → Waldam entre avant-port ouest Dunkerque et port est, à la côte
Trémail (Etoile du Matin)	Sole Morue	1	Février → mai Septembre-octobre	Devant Grand-Fort, entre le Dyck occidental et le chenal d'accès au port ouest Dunkerque

FLOTTILLE DE BOULOGNE - GENRES DE PECHE PRATIQUES EN 1983-1984
(le nombre de navires se rapporte à 56 % de la flottille).

Engins utilisés	Espèces recherchées	Nombre navires	Période d'activité	Lieux de pêche
Trémail	Sole	18	Février → avril	Large Dunkerque De Gris-Nez à Berck, dans 3 milles et Bassure
	Plie Morue	5	Mai → juillet ; et septembre → décembre Mai → août (4C) et août → décembre (7D)	Ruytingen, Sandettié, entre CL et 8L, 2 milles ; Bullock, Colbart
	Bar	1	Septembre-octobre	Blanc-Nez

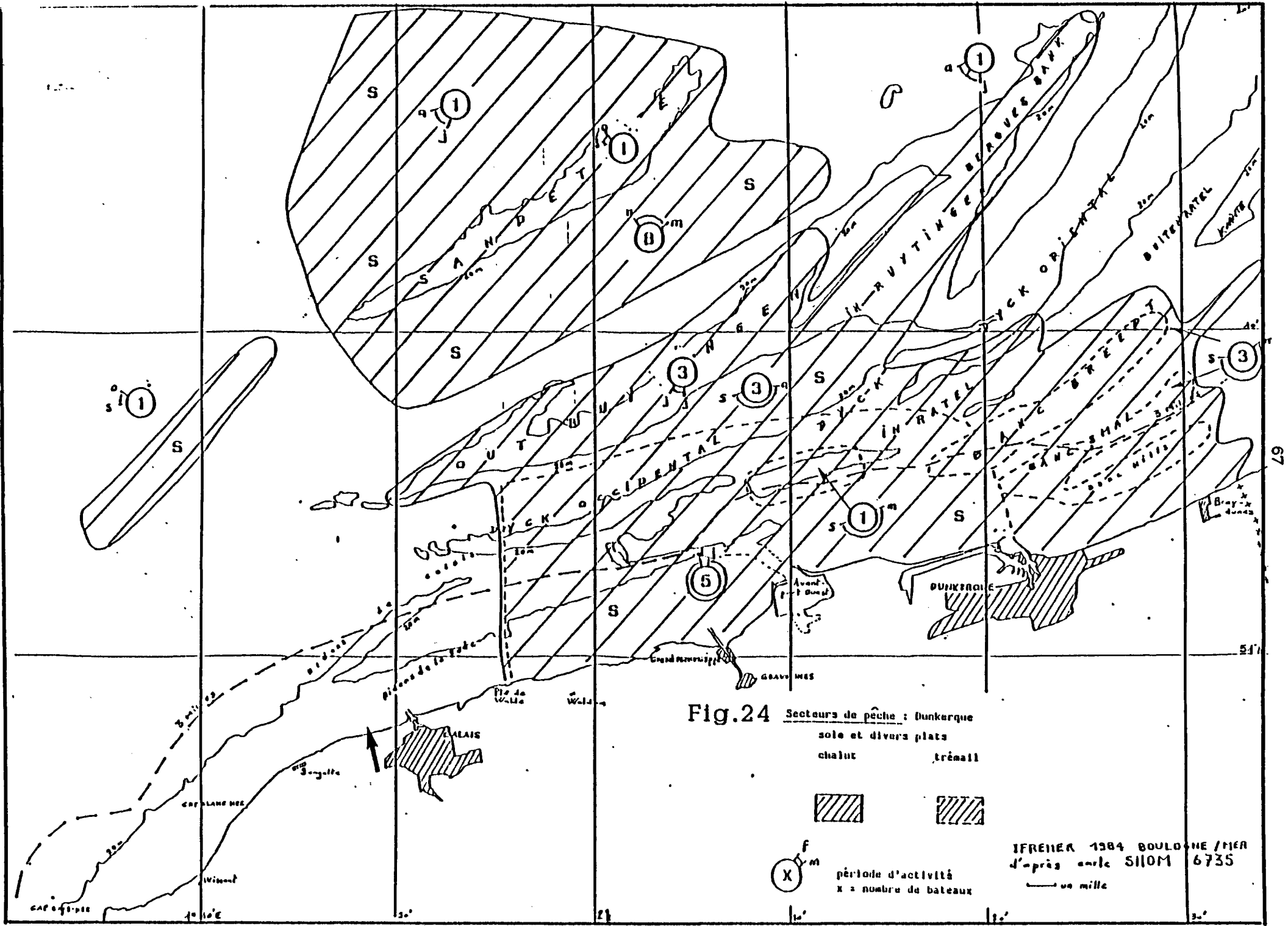


FLOTTILLE DE DUNKERQUE : GENRES DE PECHE PRATIQUES EN 1983-1984

Engins utilisés	Espèces recherchées	Nombre navires	Période d'activité	Lieux de pêche
Chalut de fond à panneaux	Crevette grise	6	Janvier -> décembre	Frontière belge -> pointe de Walde (0-2-3 milles)
Chalut à perche	Crevette grise	1 1	Janvier -> décembre Septembre -> octobre	
Trémail	Sole, limande plie Morue Anguille	3	Février -> avril Mai -> janvier Juillet -> septembre	Près du port, à la côte, de Calais à la frontière belge, jusqu'à 5 milles au large à la côte
Filet maillant dérivant	Harang	1	Janvier-février	Devant port Dunkerque

FLOTILLE DE CALAIS : GENRES DE PECHE PRATIQUES EN 1983-1984

Engins utilisés	Espèces recherchées	Nombre navires	Période d'activité	Lieux de pêche
Chalut de fond à panneaux	Sole, limande, carrelet	2	Mi-février -> décembre	Devant Sangatte (0-1 mille) Depuis la pointe de Walde jusqu'à l'avant-port ouest Dunkerque (0-3 milles)
Trémail	Sole, carrelet Morue	14	Février -> septembre Mi-septembre -> janvier	De Gris-Nez à Dunkerque sur milles ; de Boulogne à Berck (Bassure de Baas) ; Sandette, Ruytingen, de Gris Nez à Dunkerque sur 6 milles (pêche sur épaves dans le détroit)



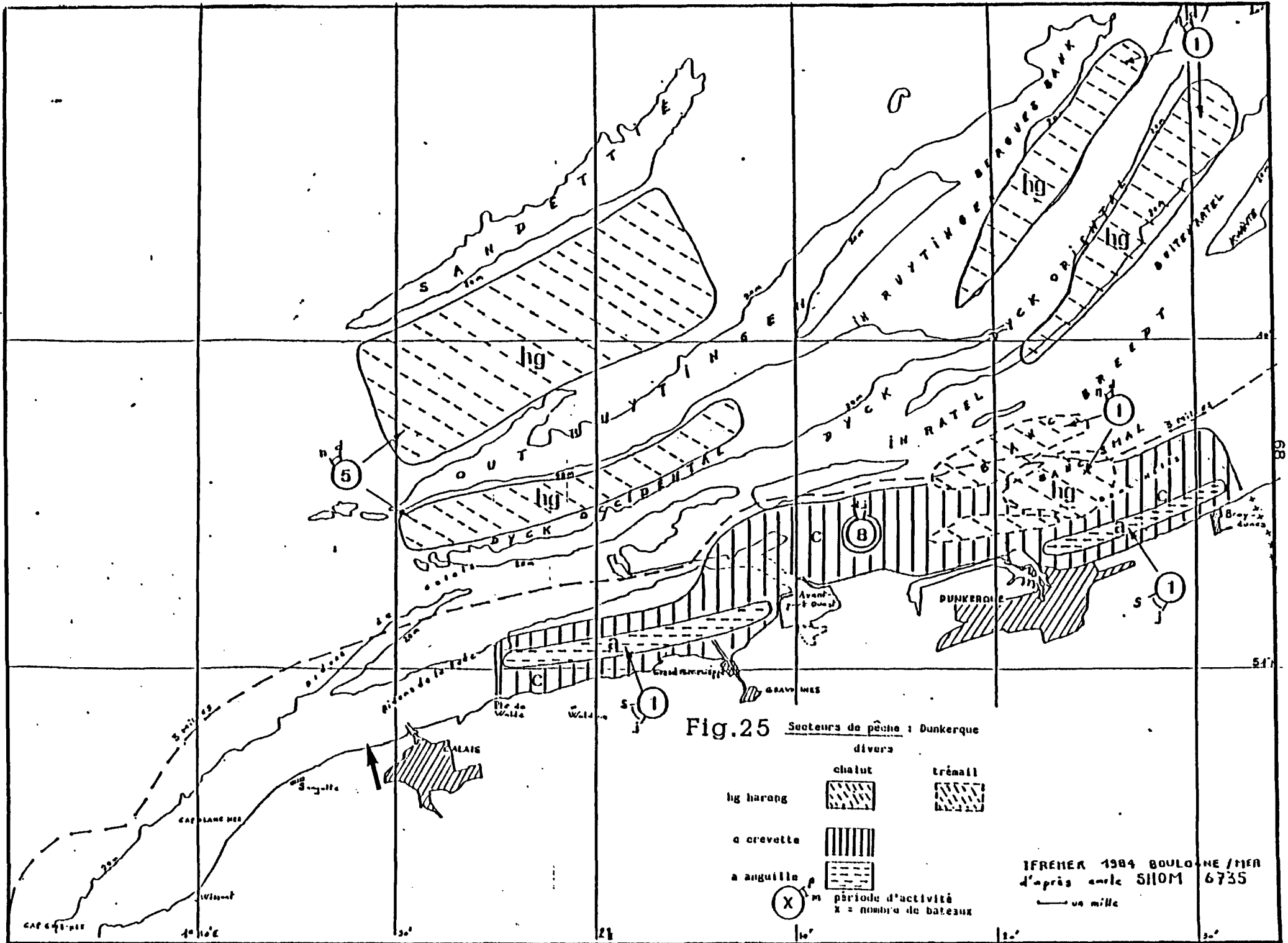


Fig.25 Secteurs de pêche : Dunkerque divers

	chatut	trémail
hg harang		
a crevette		
a anguille		
(X) M	période d'activité	
	X = nombre de bateaux	

IFREMER 1984 BOULOGNE / MER
d'après carte SIIOM 6735
— 10 mille

1.7.1. De la côte jusqu'aux trois-quatre milles

Cette frange littorale (en fait de la côte jusque deux ou trois milles) est travaillée toute l'année, depuis la frontière jusqu'à Calais, par des crevettiers : sept dunkerquois, quatre grands-forts-philippois et deux calaisiens.

De Wissant à la frontière, c'est également le lieu de pêche privilégié pour la plupart des artisans cherchant la sole, surtout à sa pleine saison, de février à avril-mai. On peut alors considérer que presque tous les bateaux (hormis les crevettiers permanents) de la façade nord pratiquent cette pêche dans cette bande littorale, de façon exclusive pour les petites et moyennes unités (aussi bien trémailleurs pour Wissant, Calais et Dunkerque, que chalutiers pour Grand-Fort et Dunkerque), et de façon importante malgré l'interdiction officielle pour les grands chalutiers à tangons dunkerquois.

Sans oublier que pendant cette saison de la sole, mais de façon plus ou moins régulière et plus ou moins durable, des boulonnais et des étaplois viennent y travailler, soit en s'installant à Calais ou Dunkerque-ouest, soit en étendant leur zone de pêche jusqu'à Calais.

La morue est recherchée en grande partie dans cette bande littorale par les petits trémailleurs et chalutiers de Dunkerque à Wissant (de mai à décembre).

L'anguille est pêchée à la côte entre Dunkerque et Calais par quelques grand-fort-philippois (de juin à septembre) tandis que le bar et divers poissons y sont pêchés entre Grand-Fort et Gris-Nez par les calaisiens et les flobards.

De novembre à janvier, le hareng est recherché par quelques petits artisans.

La pose de casiers à crustacés ne concerne que quelques calaisiens et les flobards de Wissant, en face de leurs ports respectifs.

Cette bande côtière intéresse donc pratiquement tous les artisans sans exception, et tous les métiers y sont exercés (arts traînants et dormants).

Les arts dormants (filet, ligne, casier) sont très largement dominants, les étaplois de Boulogne y chalutant parfois malgré l'interdiction.

Sole et autres plats, morue, bar, roussette, merlan, hareng et crabe y sont pêchés, le secteur les Quénocs-la Barrière (devant Blanc-Nez) étant particulièrement riche en espèces nobles à forte valeur marchande.

1.7.2. Au-delà des trois milles

Au-delà des 3 milles en sont exclus les flobards et les petits calaisiens et boulonnais. Quelques étaplois y recherchent les poissons plats, ainsi que quelques trémailleurs calaisiens.

C'est surtout le domaine du chalutage pélagique (pour le merlan, hareng et maquereau) pour de nombreux étaplois.

Des bateaux artisans "étrangers" à la région y travaillent également plus ou moins régulièrement.

La campagne du hareng en novembre et décembre, intéresse les étaplois et des bateaux industriels.

1.7.3. Intérêt biologique de la zone

Il s'agit de savoir si la zone considérée est le siège de frayères (lieu de regroupement des adultes au moment de la reproduction) ou de nourriceries (concentration de jeunes individus immatures en phase de croissance).

Les données bibliographiques et les informations transmises par les pêcheurs mettent en évidence les faits suivants.

Le "banc à la ligne" et "la barrière" (en baie de Wissant) sont des nourriceries côtières pour sole, limande et turbot.

Les jeunes crabes (tourteau) se trouvent à la côte dans les secteurs rocheux, pratiquement toute l'année.

Des soles et plies roguées (femelles prêtes à pondre) sont pêchées d'avril à mai en baie de Wissant.

En été, des mâles fluants (prêts à se reproduire) de bar sont capturés devant Gris-Nez et Blanc-Nez, des jeunes individus s'y maintiennent jusqu'en octobre-novembre.

Les frayères de hareng dans le secteur du Varne, très importantes autrefois, ne se sont apparemment pas reconstituées à l'heure actuelle.

1.8. Mytiliculture (N. CUVELIER, comm. pers.)

Il existe à 1,5 km au sud-ouest du point où le projet de rejet est envisagé un gisement naturel de moules. Ce gisement est fréquenté par une dizaine de pêcheurs régulièrement inscrits. La production de ce banc n'est pas connue avec précision, mais elle pourrait être comprise entre 20 et 40 tonnes par an. Le gisement se trouve dans la zone intertidale et donc soumis naturellement à des concentrations en matières en suspension importantes. Il n'existe pas à l'heure actuelle de projet d'extension des activités mytilicoles dans le secteur Blanc-Nez - Calais.

2. LE SITE DU CANAL D'ASFELD

Dans la solution proposée comme variante le point de rejet des eaux se situe dans le canal d'Asfeld. Ce canal s'évacue vers le bassin des chasses du port de Calais par une station de relevage.

2.1. Qualité des eaux du canal d'Asfeld

La qualité des eaux de ce canal est dans l'ensemble assez précaire, puisqu'il sert de réceptacle à des rejets de type industriel (Courtaulds) et domestique (station d'épuration de Calais). Cette qualité médiocre est reflétée par les teneurs en oxygène dissous et celles associées aux sels nutritifs (azote et phosphore).

- **L'oxygène dissous** : les teneurs en oxygène dissous exprimées en pourcentage de saturation, sont faibles tout au long de l'année (Agence de l'Eau Artois-Picardie).

Moyenne annuelle pour 1985 : 62 % écart-type : 20.07

Moyenne annuelle pour 1986 : 43,5 % écart-type : 21.44

Au cours de l'été, les teneurs en oxygène peuvent atteindre 12 % de saturation (18/06/86) ce qui correspond à une valeur de 1 mg d'oxygène pour 1 litre d'eau. Les valeurs de la DBO5 et de la DCO traduisent également le mauvais état du cours d'eau :

Moyenne DBO5 1985 : 105 mg.l⁻¹

Moyenne DCO 1985 : 60 mg.l⁻¹

Moyenne DBO5 1986 : 230 mg.l⁻¹

Moyenne DCO 1986 : 152 mg.l⁻¹

(classement dans la grille de qualité nationale (cf. ci-dessous)

0 2 -> 3 = médiocre

DBO-DCO -> HC = hors-classe

Classement de la grille nationale de la qualité des eaux continentales

En-dehors de l'inventaire du degré de pollution des eaux superficielles (rivières et canaux) qui est réalisé tous les cinq ans (1971-1976-1981) et qui porte sur quelque 1260 points de mesure répartis sur 540 rivières, la qualité des eaux est suivie de façon permanente sur un nombre restreint de points qui augmente cependant chaque année : de 95 en 1971, il est de 211 en 1982. Ces points constituent un réseau de surveillance des lieux caractéristiques d'une dégradation de la qualité. On distingue 5 classes de qualité selon les usages que doivent satisfaire les rivières :

Classe 1A : elle caractérise les eaux exemptes de pollution.

Classe 1B : d'une qualité légèrement moindre, ces eaux peuvent néanmoins satisfaire tous les usages.

Classe 2 : la qualité est passable : suffisante pour l'irrigation, les usages industriels, la production d'eau potable après un traitement poussé. L'abreuvement des animaux est généralement toléré. Le poisson y vit normalement mais sa reproduction peut être aléatoire. Les loisirs liés à l'eau y sont possibles lorsqu'ils ne nécessitent que des contacts exceptionnels avec elle.

Classe 3 : la qualité est médiocre : juste apte à l'irrigation, au refroidissement et à la navigation. La vie piscicole peut subsister dans ces eaux, mais cela est aléatoire en période de faibles débits ou de fortes températures par exemple.

Hors-classe : eaux dépassant la valeur maximale tolérée en classe 3 pour un ou plusieurs paramètres. Elles sont considérées comme inaptées à la plupart des usages et peuvent constituer une menace pour la santé publique et l'environnement.

Pour chaque classe, des valeurs maximales sont fixées à chacun des paramètres. On admet qu'on attribue à une eau la classe qui est donnée par le (ou les) paramètre(s) le (ou les) plus défavorable(s). Cette classe est celle qui, d'après les valeurs, est atteinte par au moins 10 % des plus mauvaises mesures de ce paramètre.

On a représenté la qualité des eaux en classant les paramètres sous trois types importants de représentation de la qualité des eaux :

. les matières oxydables comme par exemple l'oxygène dissous, le pourcentage de saturation, la DBO₅, la DCO, l'oxydabilité à froid, ... ;

. les substances azotées ou phosphorées : NO₃, NH₄, azote kjeldahl, orthophosphates, ... ;

. les matières toxiques : cuivre, zinc, arsenic, cadmium, chrome total, plomb, sélénium, mercure, cyanures, composés phénoliques, les détergents anioniques, le fer et le manganèse.

- **Les sels minéraux nutritifs** (azote et phosphore) : les sels nutritifs sont des éléments essentiels de la production biologique, mais un apport trop important pour la capacité d'évacuation d'un milieu peut déclencher un développement végétal excessif conduisant à la consommation complète de l'oxygène dissous contenu dans le milieu (eutrophisation et dystrophie). En outre, il faut noter que des teneurs excessives en composés azotés et phosphorés, peuvent rendre les eaux impropres à la consommation ou à la vie des organismes vivants.

Les mesures effectuées dans le canal d'Asfeld indiquent des valeurs normales pour les nitrates, mais les résultats obtenus sur les phosphates et l'ammoniaque atteignent des valeurs anormalement élevées.

Classement dans la grille de qualité nationale :

PO₄ -> 4 : hors classe
 NH₄ -> 4 : hors classe
 Azote total kjeldahl 4 : hors classe
 NO₂ -> 2 : qualité passable
 NO₃ -> 1 : eau non polluée

INVENTAIRE DU DEGRÉ DE POLLUTION DES EAUX SUPERFICIELLES RIVIÈRES ET CANAUX

POLICE DES EAUX NATURE DU COURS D'EAU SURFACE BASSIN AMONT (km²) CATEGORIE PISCICOLE ALTITUDE (m) PENTE MOYENNE (‰) DISTANCE AUX SOURCES (km) NATURE GEOL DU SIT NATURE GEOL REGIONALE		ALBUCELOTYPE BIOMANUAL				BASSIN NOM DU COURS D'EAU NUMERO D'ORDRE NATIONAL CODE HYDROLOGIQUE PK COMMUNE N° INSEE COMMUNE N° DEPARTEMENT N° REGION		A.P. LOCAL DES PISCICOL 115100 55175 91720 CALAIS 111 62 01		
Etat de bon prestige Statut piscicole une 0001										
Date de prélèvement	19/05/02	16/06/02	21/07/02	14/08/02	LABORATOIRE					
Heure de prélèvement	13 h 10	12 h 45	12 h 05	13 h 30	Heu	mg/l	0,050			
Organisation prélevé	20	20	20	20	Isa	mg/l	0,050			
Nature du prélèvement	NOM INSTANT.	NOM INSTANT.	NOM INSTANT.	NOM INSTANT.	Manganèse	mg/l	0,0070			
Organisation prélevé	101	101	101	101	Argent	mg/l	0,0001			
Autour aval et aval					Cadmium	mg/l	0,0001			
Pêcheur berge courant					Uranium total	mg/l	0,0001			
Aspect des abords	SALLE	SALLE	SALLE	SALLE	Coureur	mg/l	0,0010			
Pêche au hydroturb	PRES. EVIDENCE	PRES. EVIDENCE	PRES. EVIDENCE	PRES. EVIDENCE	Chlorure	mg/l	0,0010			
Pêche aux mousses (act)	PRES. EVIDENCE	ABS. EVIDENCE	PRES. EVIDENCE	ABS. EVIDENCE	Plomb	mg/l	0,0010			
Pêche aux basses feuilles	ABS. EVIDENCE	PRES. EVIDENCE	ABS. EVIDENCE	PRES. EVIDENCE	Sélénium	mg/l	0,0005			
Basses végétales	PRES. EVIDENCE	ABS. EVIDENCE	PRES. EVIDENCE	ABS. EVIDENCE	Zinc	mg/l	2,0500			
Pêche aux autres corps	PRES. EVIDENCE	PRES. EVIDENCE	PRES. EVIDENCE	PRES. EVIDENCE	Cyanure	mg/l	0,0000			
Couleur (panda)	TRIS COLORE	TRIS COLORE	TRIS COLORE	TRIS COLORE	Bicarb. ammoniac	mg/l	0,0000			
Opacité (panda)	TRIS COLORE	TRIS COLORE	TRIS COLORE	TRIS COLORE	Bicarb. non ammoniac	mg/l	27,0000			
Dureté (panda)	FORTE	FORTE	FORTE	FORTE	Comp. phosphatés	mg/l	0,0000			
Importance de l'usage	IMPOR. LAIT	IMPOR. LAIT	IMPOR. LAIT	IMPOR. LAIT	Sulf. tot. (panda)	mg/l	20,0000			
Météo	0000	0000	0000	0000						
Observations	0000	0000	0000	0000						
					LABORATOIRE					
Organisation d'été d'été					Chlorure	mg/l	200			
Nature du d'été					Chlorure de calcium	mg/l	10			
Météo d'été d'été					Duchlorure	mg/l	20			
Valeur du d'été					Hydroxyde d'oxyg.	mg/l	10			
					DH1 pp	mg/l	50			
					DH1 pp	mg/l	50			
					DH1	mg/l	20			
					DH1 ou DM1 pp	mg/l	50			
					DH1 alpha	mg/l	15			
					DH1 beta	mg/l	20			
					DH1 gamma	mg/l	20			
					PHI PANDA	mg/l	500			
					base en Ca PCO	%				
					PHI A. beta	mg/l	52000			
					LABORATOIRE					
					Température	°C	10,1			
					pH		6,10			
					Conductivité 20°	µS/cm	2600			
					MES1	mg/l	19			
					DUO 51	mg/l	104,0			
					DCO	mg/l	312			
					Oxyd. Mangan. (4h)	mg/l	92,0			
					Carbone org.	mg/l				
					Azote Kjeldahl	mg/l	120,0			
					Oxygène dissous	mg/l	6,9			
					Etat de l'eau	%	54			
					LABORATOIRE					
					Ca + e	mg/l	203			
					Mg + e	mg/l	132			
					Ni + e	mg/l	105,0			
					Co + e	mg/l	12,3			
					Mn + e	mg/l	79,20			
					Cl -	mg/l				
					SO4 - -	mg/l	170			
					Fe -	mg/l				
					SO4 - -	mg/l	170,0			
					NO2 -	mg/l	0,009			
					NO3 -	mg/l	12,40			
					PH	mg/l	5,86			

INVENTAIRE DU DEGRÉ DE POLLUTION DES EAUX SUPERFICIELLES livres et canaux

POLICE DES EAUX NATURE DU COURS D'EAU SURFACE BASSIN AMONT (km²) CATEGORIE PISCICOLE ALTITUDE (m) PENTE MOYENNE (%) DISTANCE AUX SOURCES (km) NATURE GEOL DU LIT NATURE GEOL REGIONALE		ALBUCEAU DUMANJAL		BASSIN NOM DU COURS D'EAU NUMERO D'ORDRE NATIONAL CODE HYDROLOGIQUE PK COMMUNE N° MISE COMMUNE N° DEPARTEMENT N° REGION		A.P. CANAL LES PERRETS 114300 64375 9720 CALAIS 191 62 01	
Loc. abstr. prélevée : 1101 Station permanente de son : 1101							
Date de prélèvement	20/01/82	17/02/82	17/03/82	21/04/82	L'AMINATION		
Heure de prélèvement	12 H 30	12 H 00	13 H 30	12 H 45	Titre	mg/l	203
Organisme ordonnateur	20	20	20	20	Tea	mg/l	0,260
Nature du prélèvement	NHM INSTANT.	NHM INSTANT.	NHM INSTANT.	NHM INSTANT.	Aluminate	mg/l	0,140
Organisme prélevé	101	101	101	101	Arsenic	mg/l	0,001
Assent. aval de la					Calcium	mg/l	0,001
Périm. de la source					Chaux total	mg/l	0,006
Aspect des abords	SALE	SALE	SALE	SALE	Cuivre	mg/l	0,004
Prés. abs d'hydrocarb.	ABS. VISUEL	ABS. VISUEL	ABS. VISUEL	ABS. VISUEL	Chlorure	mg/l	0,0001
Prés. abs mousses (fil)	PRES. VISUEL	PRES. VISUEL	PRES. VISUEL	PRES. VISUEL	Plomb	mg/l	0,000
Prés. abs bact. fécales	ABS. VISUEL	PRES. VISUEL	ABS. VISUEL	ABS. VISUEL	Selenium	mg/l	0,005
Bact. terrigènes	ABS. VISUEL	PRES. VISUEL	ABS. VISUEL	ABS. VISUEL	Zinc	mg/l	1,550
Prés. abs autres corps	PRES. VISUEL	PRES. VISUEL	PRES. VISUEL	PRES. VISUEL	Cyanure	mg/l	0,100
Couleur (équival.)	TRES COLORE	TRES COLORE	TRES COLORE	TRES COLORE	Biligr. azotés	mg/l	0,320
Turbidité (équival.)	TROUBLE	TROUBLE	TROUBLE	TROUBLE	Biligr. non azotés	mg/l	2,560
Débit (équival.)	FORTE	FORTE	FORTE	FORTE	Comp. phénols	mg/l	0,020
Importance de l'ombre	IMPORANT	AUSENTE	FADILE	AUSENTE	Sels totaux	mg/l	11,400
Niveau	HUMIDE	HUMIDE	SEC COUVERT	SEC COUVERT			
Observations	0000	0000	0000	0000	LABORATOIRE		203
					Dioxinobenzène	mg/l	0
Organisme déter. débit					Aldrine	mg/l	10
Nature du débit					Dieldrine	mg/l	20
Niveau en lit de la					Dieldrine	mg/l	10
Vitesse du débit	m/s				Heptachloroépox.	mg/l	20
					DDT pp	mg/l	50
					DDT sp	mg/l	50
					DDE	mg/l	50
LABORATOIRE	203	203	203	203	DDE ou DDD pp	mg/l	50
Cod. terrain N100 m	4300	93000	240000	240000	HCH alpha	mg/l	5
Cod. lit N100 m	500	93000	240000	240000	HCH beta	mg/l	20
Superf. lit N100 m	750	23000	240000	240000	HCH gamma	mg/l	5
Substances eau (qual.)	ABSENCE	AUSENCE	PRESENCE	AUSENCE	PCB totaux	mg/l	500
Substances gaze (qual.)					Taux en Cl PCB	%	
					Polychlorobenzène	mg/l	4200
LABORATOIRE	203	201	201	203			
Couleur mg Pt					CANNON LABO		
°cm	6,5	6,9	9,6	12,7	Indice de réfraction		
pt	6,70	6,60	6,60	6,60	Indice turbid		
Conductivité 20° pS/cm	1300	1200	1250	1600	Indice turbid		
MESL	10	10	70	110	DH lect - hd		
DH 5 g	46,0	27,0	4,7	7,4			
DCO	164	95	156	244	LABORATOIRE		904
Dysp. (trou 4h)	16,2	6,2	19,6	22,4	Activité alpha 002/LP0		75 E - 3
Carbone org					Activité beta 002/LP0		25 E - 2
Atome hydrogène	31,0	12,0	19,6	29,0	Activité gamma 002/LP0		75 E - 1
Dysp. dissous	2,8	4,4	3,4	2,7			
Taux de saturation	24	10	12	27	LABORATOIRE		
					Citronophylle A	ppm	
LABORATOIRE	203	203	203	203	Citronophylle B	ppm	
Ca + S	152	110	132	112	Citronophylle C	ppm	
Mg + S	15,9	12,2	16,5	13,1	Caractéristique 1	ppm	
Cl + S	193,0	195,0	161,0	269,0	Caractéristique 2	ppm	
N + S	15,6	6,1	8,8	11,1			
Nit + S	20,20	4,21	6,48	21,30			
CO3 --							
HCO3 --	178	141	264	251			
SO4 --							
Cl -	210,0	147,0	184,0	245,0			
SO4 --	344,0	405,0	285,0	405,0			
NO2 -	0,32	0,23	0,32	0,14			
NO3 -	15,50	16,70	14,90	12,40			
Ph. --	1,40	1,20	2,49	6,50			

Matières en suspension : comme cela a déjà été mentionné (page 32) le canal d'Asfeld (ou canal des Pierrettes) apporte environ 6 000 t.an⁻¹ de matières en suspension (valeurs des M.E.S. variant entre 120 mg.l⁻¹ et 20 mg.l⁻¹).

Pollution chimique : les résultats disponibles sont ceux de l'Agence Financière de Bassin, qui dispose d'une station permanente de mesures sur le canal des Pierrettes. Les résultats observés pour l'année sont consignés dans le tableau page suivante.

En résumé :

La portion de littoral examinée dans l'état initial se présente comme un secteur maritime où le climat marin océanique qui caractérise l'entrée de la Manche fait progressivement place à un climat plus continental, et on passe progressivement des eaux terrigènes chaudes à des eaux boréales ou boréoarctiques. L'incidence de ce changement se fait sentir sur la flore et la faune marines parmi lesquelles certaines espèces disparaissent lorsque l'on va de l'ouest vers l'est. La diversité spécifique du Pas-de-Calais est plus faible que celle de la Manche orientale. Cependant, si le nombre d'espèces est moindre, le nombre d'individus par espèce est sensiblement supérieur. La qualité des eaux et des sédiments est affectée négativement par les polluants issus des activités qui s'exercent sur les bassins versants et sur le littoral. D'une façon générale, les eaux des canaux affèrent à la mer et les eaux côtières présentent une qualité bactériologique médiocre.

Les activités de pêche dans le secteur considéré sont importantes et nombreuses. La bande très côtière est surtout le lieu où se déroule la pêche des poissons plats et des crevettes grises, les poissons pélagiques étant pêchés plus au large. Dans le secteur Blanc-Nez - Calais, les activités conchylicoles sont peu importantes.

III. ANALYSE DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

Dans ce chapitre on examinera successivement les effets potentiels des différentes solutions proposées :

- ~~- dragage des sables dans le chenal d'accès au port de Dunkerque,~~
- conduites de refoulement des remblais et de rejet des eaux en mer à proximité de Blériot-plage (Solution 1),
- rejets des eaux dans le canal d'Asfeld (solution 2).

1. DRAGAGE DES SABLES DANS LE CHENAL D'ACCES A L'AVANT-PORT DE DUNKERQUE

Comme il a été mentionné au paragraphe 2.1. du chapitre "Description du projet", le matériel devant servir au remblaiement du terminal sera dragué par une drague autoporteuse en marche. Ce matériel sableux de médiane comprise entre 200 et 300 microns comporte une très faible proportion de vases (particules inférieurs à 63 microns) de l'ordre de 1 % du poids total de l'échantillon.

Les effets des opérations de dragage se caractérisent essentiellement par :

- la destruction des organismes marins aspirés par la drague,
- la création d'un nuage turbide plus ou moins important selon la nature du matériau dragué,
- la possibilité de création de zones déficitaires en oxygène dissous,
- des phénomènes de pollution dus à la désorption des micropolluants minéraux et organiques contenus dans le sédiment,
- une gêne pour d'autres activités se déroulant dans le même secteur.

1.1. Destruction des organismes marins

Les opérations de dragage auront pour conséquence de provoquer la destruction des organismes marins vivant dans ou à proximité du sédiment.

Pour la zone draguée dans le chenal, la superficie concernée, en supposant un approfondissement moyen de 1 m, est égale à 4 millions de m².

La biomasse moyenne (poids de matière organique par unité de surface) est voisine de 25 g.m^{-2} de poids sec, soit environ 92 g.m^2 de poids frais. Dans ce secteur les travaux conduiront donc à la destruction de 370 tonnes de matière vivante composée essentiellement de mollusques bivalves (Abra alba et Donax vittatus) et de vers polychètes (Pectinaria koreni et Nephtys cirrosa).

Après la fin de la période de dragage, le peuplement originel devrait se rétablir au bout d'une période de 1 à 3 ans.

1.2. Création d'un nuage turbide

Les opérations de dragage seront à l'origine de la formation d'une zone turbide au voisinage de la drague. En effet, dans les dragages par aspiration, il y a une dilution importante des matériaux dragués. Aussi, lorsqu'il n'y a pas refoulement direct à terre, les remises en suspension sont importantes (cela concerne surtout les vases). En effet, au cours de la mise en oeuvre de la surverse (ce procédé permet d'évacuer l'eau excédentaire dans le puits de drague) la perte de matériaux est d'autant plus importante que le matériel est plus fin. Dans le cas de dragage de vase, la pratique de la surverse s'avère particulièrement polluante puisqu'il est rejeté à peu près autant de matériaux qu'il en est dragué.

A titre d'exemple, une expérience en grandeur nature a eu lieu sur un chantier de dragage au cours du mois de février 1988. Les résultats des analyses sont consignés en annexe 1. Pour un sable prélevé dans le puits de la drague, de médiane égale à 90μ (donc plus fin que celui qu'il est prévu de prélever) les teneurs en matières en suspension de la surverse étaient de l'ordre de 20 g.l^{-1} . Ces teneurs à leur arrivée dans la mer sont assez rapidement diluées. Des observations effectuées en baie de San Francisco (BARNARD, 1978) indiquent à cet égard qu'il y a formation d'un nuage turbide près du fond s'étendant jusqu'à 700 m dans le lit du courant en arrière de la drague. Au voisinage immédiat de celle-ci, la turbidité en surface est importante et elle est générée par la surverse alors que la turbidité du fond est due au bec d'aspiration. A 300 ou 400 m en arrière de la drague les deux nuages turbides se rejoignent pour ne plus en former qu'un seul. En s'éloignant progressivement de la drague, les concentrations en matières en suspension diminuent et le nuage turbide est progressivement

limité à un nuage localisé près du fond, bien qu'il puisse exister une décoloration des eaux de surface tout au long du nuage turbide. L'auteur ajoute ensuite que : "la concentration en matières en suspension dans les eaux de surface et de mi-profondeur dépassent rarement plusieurs centaines de mg.l^{-1} sauf au niveau du débouché de la surverse où les concentrations dépassent plusieurs grammes par litre. Les concentrations en matières en suspension du fond sont généralement inférieures à quelques grammes par litre, à comparer à une turbidité de 38 à 123 mg/l du milieu naturel".

Les résultats cités ci-dessus indiquent que les concentrations en matières en suspension générées par la drague sont essentiellement dues à la surverse et à l'action du bec d'aspiration au niveau du fond. Toutefois, les niveaux de turbidité dans le nuage de surface semblent décroître exponentiellement en fonction de la distance à la drague, du fait de l'action de la dispersion et de la sédimentation des matériaux. Cependant, les concentrations dans le nuage turbide pouvant dépasser les niveaux ambiants seront susceptibles de se produire.

1.3. Effets liés à l'accroissement de la turbidité dans le milieu sur la flore et la faune

La turbidité est le résultat de la présence de matières en suspension dans l'eau tels que des pélites (particules $< 50 \mu$), des matières minérales et organiques, du plancton et d'autres organismes microscopiques. Ces particules interfèrent avec la transmission de la lumière dans le milieu.

La quantité et la nature des matières en suspension dans le milieu marin ont des origines variées telles que les apports par ruissellement, les remises en suspension par les houles et les courants, l'érosion des côtes, etc. Les matières en suspension peuvent également provenir de rejets dans le milieu (dragages, rejets domestiques, rejets industriels).

La réponse des organismes à l'augmentation des matières en suspension dans l'eau est généralement difficile à déterminer car les effets sur les organismes peuvent être dus à des causes différentes telles que :

- le nombre de particules en suspension,
- leur densité,

- leur distribution de taille et leur forme,
- leur capacité d'adsorption,
- la présence ou non de matière organique, ...

Dans le cas qui nous préoccupe, les particules sont constituées essentiellement de matériel sableux (250 μ de taille moyenne) et elles sont dépourvues de matériel organique susceptible d'induire une demande en oxygène. Les effets de ces particules peuvent donc se manifester par :

- une action mécanique,
- la réduction de la pénétration de la lumière,
- la capacité éventuelle de ces particules à relarguer des polluants.

1.2.1.1. Effets sur la production primaire

De nombreuses études ont examiné les effets de la turbidité et des matières en suspension sur le développement des populations phytoplanctoniques. L'aspect le plus souvent cité est celui qui se réfère à la réduction de l'activité photosynthétique due à l'interférence des matières en suspension avec la pénétration de la lumière.

La majorité des investigateurs qui ont étudié ce problème, est finalement arrivée à la conclusion générale que dans la plupart des cas, les phénomènes naturels (crues des rivières, remises en suspension par les houles et les courants) avaient des impacts plus importants que ceux provoqués par exemple par des rejets de dragage. En outre, la diminution éventuelle de l'activité photosynthétique du phytoplancton, peut être compensée partiellement ou totalement par l'introduction dans le milieu de sels minéraux dus aux dragages par remise en suspension des sédiments.

1.2.1.2. Effets sur les invertébrés

- Les bivalves

Il existe un nombre important de travaux qui traitent des effets de l'augmentation du matériel particulaire en suspension sur les mollusques bivalves adultes ; certains travaux récents se sont également intéressés aux larves et aux oeufs de ces organismes.

LUNZ (1938) ne note pas d'effets sérieux sur l'huître américaine dont un gisement était situé à proximité d'opérations de dragage. Aucun effet n'a été constaté sur les larves et les oeufs.

WILSON (1950) soumet des huîtres à des concentrations de matières en suspension variant entre 4 et 32 g/l. Ces concentrations élevées ne deviennent dangereuses pour l'huître que si le temps d'exposition est prolongé.

MACKIN (1956) expose des huîtres à des concentrations en matières en suspension de 100 à 700 mg/l. Aucun trouble particulier n'est noté.

Les bivalves étant des animaux filtreurs, ils sont particulièrement susceptibles aux actions mécaniques et abrasives (irritation des tissus, obstruction bronchiales, ...) des particules en suspension (LAIANS, 1968). Plusieurs études ont considéré ce problème et LOOSANOFF et TONNERS (1948) ont montré que les huîtres se nourrissaient plus efficacement quand le nombre de microorganismes dans l'eau était relativement faible. En étudiant le taux de pompage des huîtres, ils se sont aperçu que celui-ci diminuait quand la teneur en matières en suspension augmentait.

Sur la coquille St-Jacques (Placopecten magellanicus) STONE et al (1974) notent que l'exposition de ce bivalve à de fortes teneurs en matières en suspension pouvait modifier l'efficacité de la reproduction, car l'énergie utilisée pour nettoyer les branchies ne pouvait plus l'être pour la gamétogénèse.

PEDDICORD et al (1975) expose diverses espèces à des teneurs en matières en suspension différentes. Ils notent que Tapes japonica (palourde) et Mytilus edulis (moule) soumises à des concentrations de 100 mg/l de kaolin présentent respectivement après 10 jours d'exposition : 0 % et 10 % de mortalité.

Pour ce qui concerne les oeufs et les larves, DAVIS (1960) montre que les oeufs de Mercenaria mercenaria (clam) peuvent se développer normalement dans de l'eau où les concentrations en matières en suspension atteignent 4 g/l. Ils notent toutefois que le pourcentage de développements normaux décroît quand les teneurs en matières en suspension augmentent. Il semble toutefois que 4 g/l soit une limite maximum pour le développement des oeufs et larves de cette espèce.

DAVIS et HIOU (1969) ont montré par ailleurs que le taux de survie des larves de l'huître européenne (Ostrea edulis) était peu affecté par les teneurs en suspension de l'eau.

- Les crustacés

Les résultats des expériences faites sur des crustacés sont extrêmement variables. Il a été constaté essentiellement un abaissement du taux de filtration chez les copépodes (Eurytemora affinis et Acartia tonsa) pour des concentrations supérieures à 250 mg/l et 50 mg/l respectivement pour chacune des deux espèces (SHERK et al, 1976). PEDDICORD et al (1976) ont montré que 50 % de mortalités pour une exposition de 200 heures apparaissent chez la crevette Crangon nigromaculata, pour des concentrations égales à 50 g/l. Pour les espèces suivantes : Cancer magister (crabe) et Palaemon monodactylus (crevette) ils notent respectivement des taux de mortalité de 50 % pour des concentrations de 32 et 77 g/l. Ils précisent en outre que la survie des organismes est meilleure dans les conditions de basse température, faibles teneurs en matières en suspension et fortes teneurs en oxygène dissous.

- Les poissons

La littérature sur ce sujet est abondante. Seules les données les plus significatives et parmi les plus récentes sont exposées ici.

INGLE (1952) étudie l'effet de travaux de dragages sur les poissons dans la baie de Mobile (Alabama). Bien que quelques individus aient évité la zone des travaux, l'auteur n'observe aucun dommage pour les poissons, même à proximité des opérations de dragage (25-50 mètres). D'une façon générale, les poissons évitent les zones où la turbidité est trop importante.

RITCHIE (1970) sur la baie de Chesapeake, n'observe aucune baisse dans les captures de bars, ni aucun accroissement de la mortalité pour des poissons emprisonnés dans des cages à proximité d'une zone où s'effectuent des dépôts de dragage. L'état des branchies avant et après leur séjour dans l'eau ne laisse apparaître aucun dommage.

Des observations analogues ont été faites par FLEMER et al (1968). Toutefois, des mortalités importantes de poissons ont été observées par KEMP (1949), suite à des crues importantes du Potomac, ayant provoqué l'augmentation de la turbidité (6 g/l) pendant 15 jours.

D'une façon générale, les poissons supportent bien les variations de la turbidité du milieu. Le seuil critique où quelques problèmes peuvent survenir semble se situer aux alentours de 500 mg/l (SCHUBEL et WANG, 1973). Ces auteurs ont réalisé une étude quantitative des effets des matières en suspension dans la baie de Chesapeake sur les oeufs de différentes espèces. Les auteurs concluent des résultats de leur étude que

dans la nature, dans un environnement assez bien mélangé, des concentrations en matières en suspension allant jusqu'à 500 mg/l n'affectent pas de façon significative les processus de reproduction des poissons. Des expériences analogues ont été faites par MORGAN et al (1973). Ces auteurs aboutissent à des conclusions identiques, mais pour des concentrations plus élevées (> 1 g/l). il convient cependant de noter que pour une espèce donnée, les oeufs et les stades juvéniles sont plus sensibles que les adultes.

1.4. Possibilité de création de zones déficitaires en oxygène dissous

A l'occasion de dragages et par suite de la remise en suspension de sédiments riches en matière organique, il arrive que des baisses momentanées de la teneur en oxygène dissous de l'eau puissent survenir. Dans le cas qui nous préoccupe, l'occurrence d'un tel phénomène paraît improbable compte tenu du faible taux de matière organique liée aux sédiments et de l'importance de la turbulence qui entretient toujours une oxygénation importante de la couche d'eau.

1.5. Pollution par les micropolluants minéraux ou organiques

Les teneurs en micropolluants minéraux et organiques mesurés dans les sédiments lors de diverses études effectuées dans le secteur compris entre Calais et Dunkerque n'atteignent pas des valeurs considérées comme anormales, exception faite de certains échantillons de vase prélevés dans les zones de dépôt de dragage. Le tableau ci-dessous compare les teneurs en micropolluants métalliques de la zone de Dunkerque à celles des autres sites français.

	Cu	Pb	Cd	Zn	Ni	Cr	Fe	Mn	Co	Hg
Ile St-Michel	20	56	4	128	37	59	22.700	304	36	3.7
Port du Lague*	183	94	0.15	366	32	-	-	218	-	-
Avant-port ** chenal de Ouistreham	20	45	< 1	155	14	-	-	226	-	-
Baie de Somme***	10	20	<0.5	65						
Dunkerque***	19	57	1.2	170	-	-	-	200	1.17	0.31

Legende : * : MERCERON et al, 1981 ; ** : MERCERON, 1980 ; *** : JOANNY, 1980
Teneurs en métaux dans les sédiments superficiels exprimées en
mg/kg de sédiment sec (p.p.m.).

Ces résultats montrent que dans l'ensemble les teneurs en métaux présents dans les sédiments ne s'écartent pas sensiblement des valeurs observées sur d'autres sites marins. Il convient de signaler en outre que des études récentes (CHEN et al., 1976) ont montré que les risques de désorption des métaux tels que le Cadmium, l'argent ou le mercure, au cours d'opérations de dragage étaient quasiment nuls. Il est donc permis, au vu de ces observations, de penser raisonnablement que les opérations de dragages ne seront pas à l'origine de problèmes graves de pollution par les micropolluants métalliques.

1.6. Gêne pour d'autres activités se déroulant dans le même secteur

La zone draguée étant un chenal d'accès au port de Dunkerque, aucune activité autre que la navigation maritime ne doit s'y exercer.

En résumé, l'examen des différents effets potentiels liés au dragage de sables dans le chenal ouest d'accès au port de Dunkerque montre que dans des conditions normales d'exploitation de la drague les impacts liés au projet ne paraissent pas devoir endommager gravement la faune et la flore du secteur d'étude, hormis une perte de biomasse de l'ordre de 370 tonnes de matière vivante prélevée au moment des dragages. La création d'un nuage turbide par la drague ne devrait pas affecter les peuplements marins, si le taux de matière en suspension du panache créé par la drague ne dépasse pas 0,5 g/l (à cet égard, il serait intéressant d'effectuer une série de mesures pour déterminer in situ les teneurs exactes associées à la remise en suspension des sédiments). Le dragage s'effectuant dans une zone de servitude, il ne peut gêner les autres activités se déroulant dans le milieu marin.

2. CONDUITE DE REFOULEMENT DES REMBLAIS ET DES REJETS DES EAUX EN MER A PROXIMITÉ DE BLERIOT-PLAGE

2.1. Ancrage de la drague

L'ancrage de la drague est prévu par des fonds de 8 à 9 m (CM) à environ 350 m de l'isobathe 0 m, et dans l'alignement du chemin dit de la Française qui relie les routes D 940 et N 1 au niveau de la ferme Trouille. Mise à part l'occupation temporaire d'un secteur littoral, on peut penser que les opérations d'ancrage de la drague auront un impact négligeable sur la flore et la faune.

2.2. Pose de la conduite

La conduite de refoulement est constituée d'une partie immergée et d'une partie terrestre.

2.2.1. La conduite immergée

Elle est réalisée en tuyaux métalliques de 750 mm de diamètre et 16 mm d'épaisseur. Elle est posée sur le sol et devrait progressivement s'ensouiller sous son propre poids de la mixture y transitant (800 kg/ml). L'installation de cette conduite ne nécessite pas de travaux de génie civil car la conduite est maintenue flottante par insufflation d'air, puis elle est coulée après évacuation de l'air qu'elle contenait. La conduite sera récupérée après la fin des travaux. Cette conduite immergée pourra, malgré ses dimensions réduites, constituer une gêne temporaire pour les activités de pêche avant qu'elle ne soit ensevelie sous le sable. Dans le cas où la zone de la conduite bénéficierait d'une réglementation d'accès, cela constituerait une perte de secteur (réduite) pour l'activité des autres usagers de la mer.

2.2.2. La conduite à terre

Une partie de cette conduite traversera l'estran jusqu'à la zone dunaire adjacente. La conduite suivra la ligne de plus grande pente et sera posée sur le sable de la plage. L'impact le plus important de cette conduite est une entrave à la circulation sur la plage, à laquelle il sera nécessaire de palier. Des impacts secondaires temporaires et de faible ampleur seront associés au roulage des engins sur la plage.

2.3. LE REJET DES EAUX EN MER (solution 1)

Après avoir été refoulés sur le site du terminal, les produits de dragage vont sédimenter dans des casiers de refoulement délimités, suivant le cas, par des digues d'enclôture ou le terrain naturel lui-même.

L'eau excédentaire est évacuée par gravité dans un bassin de décantation aménagé dans le point le plus bas de toute la zone de remblai, après passage à l'intérieur de plusieurs casiers secondaires permettant de multiplier le processus de décantation.

Une station de pompage aménagée à proximité du bassin permet de récupérer les eaux de surface avant de les évacuer vers la mer.

Les impacts potentiels de ce rejet en mer sont associés à :

- la qualité des eaux du rejet,
- l'accroissement de la turbidité dans le milieu naturel.

3.1. Qualité des eaux du rejet

3.1.1. Volume d'eau à évacuer

Le débit de la drague lors du déchargement étant de l'ordre de $2 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ et la concentration de la mixture de 25 %, le débit d'évacuation théoriquement suffisant pour que l'installation puisse fonctionner est de :

$$(1-0,25) \times 2 \times (30 \%) / (70 \%) = 0,65 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$$

auquel il faudrait ajouter le débit des eaux de ruissellement et des eaux de la nappe (environ 2 % du débit) qui sont considérées comme négligeables.

La charge solide évacuée sera de 1 t/j si la concentration du rejet est égale à 18 mg/l.

3.1.2. Teneurs en micropolluants

Compte tenu des phénomènes d'adsorption-désorption réversibles qui se produisent entre la phase liquide (eau) et la phase solide (sédiment), il est important dans les rejets de dragage à terre de s'assurer de la bonne qualité des eaux qui reviennent à la mer. KRIZEK et GIGER (1978) ainsi que CHEN et al. (1978) ont étudié attentivement le problème. L'essentiel de leurs résultats est résumé dans le tableau page 87. Il paraît évident à la lecture de ces résultats que les micropolluants métalliques ont tendance à rester fixés au sédiment puisque l'on constate un abattement des concentrations entre l'eau rentrante et l'eau sortante de l'ordre de 80 % et parfois plus.

Les concentrations en micropolluants métalliques des sédiments dragués étant normales pour le secteur considéré, et leur stockage à terre jouant un rôle dans l'épuration de l'eau, le problème du rejet en mer d'eaux polluées par des micropolluants métalliques ne paraît pas préoccupant.

METAUX LOURDS DANS L'EAU BRUTE (µg/l) - SITE EN EAU SAUMATRE (CHEN et al., 1978)

Métaux	Fe	Mn	Zn	Cd	Cu	Ni	Pb	Hg	Cr	Ti	V	As	Se
Eau entrante	3640	59,40	23,00	0,780	4,99	4,400	14,20	0,035	-	4,29	3,98	0,730	3,10
Eau sortante	423	13,20	2,63	0,032	0,48	0,416	1,82	0,008	0,032	1,55	1,15	0,079	1,89
% d'abattement	88	78	89	96	90	91	87	76	-	64	77	89	39

METAUX LOURDS DANS L'EAU FILTRÉE (µg/l) - SITE EN EAU SAUMATRE (CHEN et al., 1978)

Métaux	Fe	Mn	Zn	Cd	Cu	Ni	Pb	Hg	Cr	Ti	V	As	Se
Eau entrante	3,72	2,86	0,065	0,0047	0,020	0,016	0,0320	0,0017	-	0,017	0,018	0,0320	0,0033
Eau sortante	1,21	1,95	0,061	0,0046	0,021	0,015	0,0026	0,0012	0,025	0,016	0,013	0,0046	0,0026
% d'abattement	67	32	6	2	N.S.	6	19	29	-	6	28	83	21

METAUX LOURDS DANS L'EAU BRUTE (µg/l) - SITE EN EAU DOUCE (KRIZEK et GIGER, 1978)

Métaux	Fe	Mn	Zn	Cd	Cu	Ni
Eau entrante	3000	63,00	17,0	0,66	7,1	10,3
Eau sortante	5,6	2,1	0,7	0,24	3,9	5,7
% d'abattement	99,8	96,7	95,9	63,50	45,0	45,0

3.1.3. Qualité bactériologique

La zone prévue par le rejet présentant un certain attrait touristique et balnéaire, il est indispensable que la qualité de l'eau rejetée soit conforme aux réglementations en vigueur.

Les études ayant traité du problème de la qualité bactériologique des eaux issues d'un rejet de dragage à terre sont peu nombreuses. KRIZEK et GIGER (1978) insistent sur la difficulté qu'il y a à interpréter les résultats d'analyses de germes test (coliformes fécaux et totaux). Ils précisent en outre qu'ils n'ont pas constaté de dégradation de la qualité bactériologique entre les teneurs de l'eau entrante et celles de l'eau sortante. Il n'en demeure pas moins que ces conclusions doivent être maniées avec la plus grande prudence et qu'il est difficile d'émettre un avis en l'absence de mesures plus précises.

3.1.4. Salinité

La salinité de l'eau au moment du refoulement est égale à celle de la mer soit environ 34 ‰. L'abaissement de salinité dû à l'addition d'eau douce en provenance de la nappe phréatique et du ruissellement apparaît négligeable en première analyse. Les eaux de rejet auront donc une salinité peu différente de celle de l'eau ambiante.

3.1.5. Matières en suspension

L'annexe 1 présente les résultats d'analyses effectuées sur un chantier analogue à celui du projet soumis ici.

A la sortie des bassins de décantation la teneur en matières en suspension de l'eau est voisine de 18 mg.l^{-1} soit légèrement inférieure à la teneur de l'eau de mer au voisinage de Calais (20 mg.l^{-1}).

A leur arrivée dans la mer les eaux de rejet subiront encore une dilution importante par suite de leur mélange avec l'eau de mer. A de telles teneurs des eaux de rejet en matières en suspension on peut affirmer que l'impact du rejet sur les organismes marins sera inexistant.

3 A. LE REJET DANS LE CANAL D'ASFELD (solution 2)

Dans ce canal où les conditions physico-chimiques sont particulièrement défavorables à la vie de la flore et de la faune, il n'y a pas lieu d'examiner les effets potentiels du rejet. Signalons toutefois que l'on rejettera de l'eau salée (environ 34 ‰) dans un canal dont l'eau a une salinité très faible ($< 2 \text{ ‰}$).

4 B. BILAN RECAPITULATIF DES IMPACTS

4 B.1. Solution 2 - rejet dans le canal d'Asfeld

Ce site est déjà fortement impacté par des rejets domestiques et industriels, et il s'ensuit une qualité des eaux du canal qualifiée de médiocre. Les rejets ne comportant aucun produit toxique, ni matériel organique susceptible d'augmenter significativement la D.B.O. auront donc un effet mineur sur l'environnement. Le rejet d'eau salée risque en contrepartie de faire évoluer les eaux du canal vers un régime de cours d'eau saumâtre.

4 B.2. Solution 1 - rejet en mer

L'analyse des effets possibles du rejet sur le milieu marin a montré que le rejet se caractérisait par une eau de bonne qualité sensiblement identique à celle du milieu récepteur. La teneur en matières en suspension, seul élément susceptible de perturber l'équilibre du milieu, est voisine de celle de l'eau ambiante et ne devrait pas contribuer à la détérioration du milieu, l'examen de la littérature traitant des effets des matières en suspension sur les organismes marins ayant montré que pour des niveaux inférieurs à $0,5 \text{ g.l}^{-1}$ il n'y avait pas à redouter d'effets néfastes sur l'environnement.

Le point choisi pour le rejet est localisé dans une zone où les activités de pêche sont nombreuses et variées, notamment pour ce qui concerne le bar et la sole qui sont pêchés à la côte entre Calais et Blanc-Nez. Si la conduite peut éventuellement causer un gêne temporaire avant son ensouillage, celle-ci sera réduite en espace et en temps.

Les matières en suspension ne devraient pas avoir d'effet sur les poissons. Au cours de la phase d'exploitation de la conduite, des fuites accidentelles pourront éventuellement se produire. En conséquence, une importante quantité d'eau plus ou moins chargées en matières en suspension pourrait se déverser en mer. Dans ces conditions, les impacts potentiels seront directement liés à la durée du rejet accidentel, qui peut d'ailleurs être rapidement circonscrit par l'utilisation de barrages destinés à limiter l'extension du panache turbide. Il faut également noter pour tempérer quelque peu la notion d'impact d'un tel accident, que la granulométrie des sables dragués est identique à celle de la zone où sont situés le poste d'ancrage de la drague et le rejet.

5.3. Opérations de dragage

Les opérations de dragage se déroulant dans le chenal d'accès à l'avant-port ouest de Dunkerque, les nuisances liées à cette activité peuvent être considérées comme limitées. L'aspect le plus significatif est l'augmentation de la teneur en matières en suspension. Les sables dragués ayant une granulométrie relativement grossière et étant quasiment dépourvus de fraction vaseuse (1 %), le nuage turbide créé par la drague devrait s'estomper rapidement. Afin de réduire la dispersion du nuage turbide en surface les dragues modernes sont équipées d'une surverse immergée, qui évite la formation de turbidité à la surface de l'eau au voisinage de la drague. Des essais (BARNARD, 1978) ont montré que les dragues équipées de ce système provoquaient à la surface de l'eau un nuage turbide dont la concentration était à peine supérieure de 5 mg/l à celle du milieu ambiant (8 mg/l).

IV. CHOIX DE LA VARIANTE ET RAISON DU CHOIX

1. SOLUTION DU REJET DANS LE CANAL D'ASFELD

Compte tenu de l'état actuel de dégradation dans lequel se trouve ce site, les impacts négatifs du projet sont négligeables. Il faut cependant attirer l'attention sur le fait que le déversement d'eau salée dans le canal pourrait apporter des modifications sensibles au régime actuel des eaux (évolution vers un régime d'eaux saumâtres entre le point de rejet et le bassin des Chasses).

2. SOLUTION DU REJET EN MER

L'analyse des effets potentiels du rejet sur l'environnement a montré que :

- la teneur des eaux en matières en suspension ne dépasserait probablement pas 20 mg.l^{-1} ,

- le rejet de ces matières en suspension constituait une faible part de l'ensemble des apports (naturels ou humains) provenant du littoral de la région (cf. page 31),

- la zone côtière comprise entre Blanc-Nez et Dunkerque est naturellement turbide,

- les études examinant les effets des concentrations en matières en suspension sur les organismes marins ne décèlent pas d'impacts sérieux pour des concentrations inférieures à $0,5 \text{ g/l}$,

- les activités de pêche qui s'exercent dans la zone où est prévu le rejet sont importantes et variées. Cependant, la majeure partie d'entre elles est pratiquée au-delà de la zone des 3 milles. Deux activités essentielles se déroulent dans les proches fonds côtiers. Il s'agit de la pêche à la sole et au bar. La zone la plus fréquentée pour ce type de pêche est située entre Calais et Blanc-Nez et l'importance économique de cette pêche d'espèces commerciales à forte valeur marchande n'est pas négligeable. Toutefois, compte tenu du fait que le rejet est effectué dans

la zone la plus turbide et que les teneurs en matières en suspension du rejet sont peu importantes après décantation, il est raisonnable de penser que ces déversements ne conduiront pas à des effets nocifs sur les ressources halieutiques du site.

La présence de la conduite dans un site fréquenté à la fois pour des activités de pêche et des activités de loisirs balnéaires peut constituer une gêne pour les pêcheurs, un obstacle à la circulation sur la plage ainsi qu'une nuisance esthétique.

Pour ce qui concerne la pêche, l'emprise de la conduite sur les zones de pêche est réduite et temporaire puisque la durée du chantier est fixée à 2 ans. Par ailleurs, si comme cela est prévu, la conduite s'enfonce dans le sable (ce qu'il faudra vérifier), elle ne constituera pas un obstacle pour les engins de pêche.

Les impacts sur l'aspect touristique sont plus difficilement quantifiables et sortent du cadre des problèmes traités dans ce rapport.

En résumé, compte tenu des caractéristiques du rejet sur lesquelles l'étude est basée, il ressort que l'examen des conséquences d'un tel projet sur la flore et la faune marine des deux sites choisis ne laisse pas apparaître d'effets particulièrement néfastes, susceptibles de mettre gravement en péril l'équilibre biologique de la zone impactée.

3. RAISONS DU CHOIX

Parmi les deux variantes proposées, le choix doit s'orienter entre un rejet éloigné de la zone de travaux, effectué dans un milieu déjà sérieusement perturbé par des rejets d'origines diverses (canal d'Asfeld) et un rejet proche du chantier, dans une zone où s'exercent des activités liées à la pêche et à la baignade, et où la qualité des eaux, certes pas irréprochable, est tout de même nettement meilleure que celle du premier site.

Les caractéristiques des eaux rejetées, telles que définies dans l'APS sont celles d'un rejet pouvant être considéré comme non polluant et non toxique. En conséquence (toute situation exceptionnelle mise à part : échouage de la drague, ruptures répétées des canalisations) sur un plan strictement écologique, les deux sites présentés peuvent convenir aux opérations projetées, le site de rejet en eau de mer étant cependant intrinsèquement plus sensible que celui du canal d'Asfeld.

En résumé, il apparaît qu'en dehors de situations de type accidentel, les critères spécifiquement écologiques ne permettent pas de recommander un site plutôt que l'autre. Le canal d'Asfeld étant déjà fortement dégradé, il est tentant de l'utiliser comme milieu récepteur. Cependant le coût des ouvrages pour évacuer l'eau dans le canal est beaucoup plus élevé que celui du rejet en mer. C'est donc une optimisation économique du projet qui peut définir le site qui sera définitivement choisi.

CONCLUSION

Le projet de remblaiement du terminal Eurotunnel prévoit le dragage de 4 millions de m³ de sable dans le chenal d'accès à l'avant-port ouest de Dunkerque. Ces sables seront ensuite évacués sur la zone du terminal par refoulement hydraulique depuis un point de rejet situé en mer à proximité de Blério-plage, à raison de 300 000 m³ par mois. Les eaux excédentaires seront recueillies dans un réseau de drainage et envoyées dans un bassin de décantation avant leur évacuation soit vers la mer à proximité du point de refoulement, soit vers le canal d'Asfeld. Ces eaux après décantation auront une teneur voisine de 18 mg.l⁻¹ ce qui correspond à un débit solide journalier de 1 tonne.

L'examen des effets potentiels sur la faune et la flore marine du secteur concerné, ainsi que sur les activités halieutiques montre que la réalisation et l'exploitation du projet dont la durée est estimée à 2 ans, ne saurait endommager gravement le potentiel biologique existant dans la région.

Deux variantes ont été envisagées pour la détermination du site de rejet. L'une d'elles propose un rejet dans le canal d'Asfeld qui se jette dans le port de Calais et l'autre un rejet en mer à proximité de Blériot-plage. Compte tenu de la faible teneur en matières en suspension contenues dans l'eau rejetée (cette teneur est voisine de la teneur de l'eau de mer), et dans la mesure où aucune autre pollution ne s'y rajoute (toute situation exceptionnelle étant mise à part : échouage ou naufrage de la drague, ruptures répétées des canalisations, ...), les deux sites peuvent convenir aux opérations projetées, le site en eau de mer étant intrinsèquement plus sensible que celui du canal d'Asfeld.

Pour conclure, il apparaît qu'en dehors de situations de type accidentel, les critères spécifiquement écologiques ne permettent pas de recommander un site plutôt que l'autre. Le canal d'Asfeld étant déjà fortement dégradé, il est tentant de l'utiliser comme milieu récepteur. Cependant le coût des ouvrages pour évacuer l'eau dans le canal est beaucoup plus élevé que celui du rejet en mer. C'est donc une optimisation économique du projet qui peut définir le site qui sera définitivement choisi.

A N N E X E

LABORATOIRE
DE GÉOLOGIE MARINE
ET APPLIQUÉE

AMÉNAGEMENT DU LITTORAL

UNIVERSITÉ DE NANTES
INSTITUT DES SCIENCES DE LA NATURE
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE

2, RUE DE LA MOUSSINIÈRE
44072 NANTES CEDEX
TÉL (40) 74.50.70

ETUDE IN SITU DE QUELQUES CARACTÉRISTIQUES SEDIMENTOLOGIQUES
LORS D'OPÉRATION DE DRAGAGE ET DE REMLAI HYDRAULIQUE

Dragues et chantier de "International dredging"
Estuaire de l'Escaut . Anvers, Belgique

Par le Professeur François OTTMANN

1. Introduction:

Afin de préciser certaines conséquences que pourraient avoir l'utilisation de remblais hydrauliques pour la réalisation des plateformes de servitude du Terminal français du Tunnel sous la Manche, nous avons effectué une mission d'étude à Anvers, sur les chantiers de l'Escaut, les 18 et 19 Février 1988.

Participaient à cette mission:

MM. BASSOULET et MOMBET de l'IFREMER, Brest
M. DUBUISSON de Dredging International France
M. de LACERDA de l'UMD, Paris
M. OTTMANN, Nantes

Deux séries d'observations ont été réalisées:

- Etude de la décantation sur remblai hydraulique
- Etude de la surverse lors d'un chargement.

2 Etude de la décantation des eaux de refoulement sur un remblai hydraulique:

21. Description:

Il s'agit d'un remblai portuaire, situé en rive occidentale de l'Escaut un peu en aval d'Anvers. C'est un vaste rectangle d'environ 500 m de large et de 700 m de long (estimation), déjà endigué. Le remblai se fait à une extrémité, par un tuyau de 800 mm de diamètre, long de plus de 1000 m. Les eaux plus ou moins décantées s'accumulent à l'autre extrémité, puis passent dans un premier bassin de décantation. Ensuite elles gagnent le bassin de reprise et refoulement. Les eaux de ces bassins apparaissent relativement " claires " à l'oeil nu.

22. Concentration et évolution des mixtures:

Six échantillons ont été récoltés et étudiés au Laboratoire:

- N° 1. A la sortie , mais en partie haute du Tuyau de refoulement.
Concentration de 350 g/litre de mixture,
valeur peut être un peu faible par suite de la position du prélèvement.
- N° 2. A 100 m en aval, dans le ruissellement violent avec intense érosion du sédiment déjà déposé.
Concentration anormalement forte de 740 g/l, sans signification.
- N° 3. A 200 m en aval du tuyau, dans un ruissellement normal avec déjà dépôt de sable.
Concentration de 53 g/l
- N° 4. A 700 m du tuyau, dans l'eau surnageant, à la sortie vers le bassin de décantation.
Concentration extrêmement faible de 32 mg/l seulement.
- N° 5. Bassin de décantation
Eau claire , concentration de 16 mg/l
- N° 6. Bassin de reprise et évacuation. Ce bassin présentait des signes d'érosion des berges et une certaine agitation de l'eau par les pompes et un aspect légèrement turbide.
Concentration de 18 mg/l

Décroissance des Concentrations en fonction de la distance au tuyau de refoulement

Concentration
g/litre

1000

100

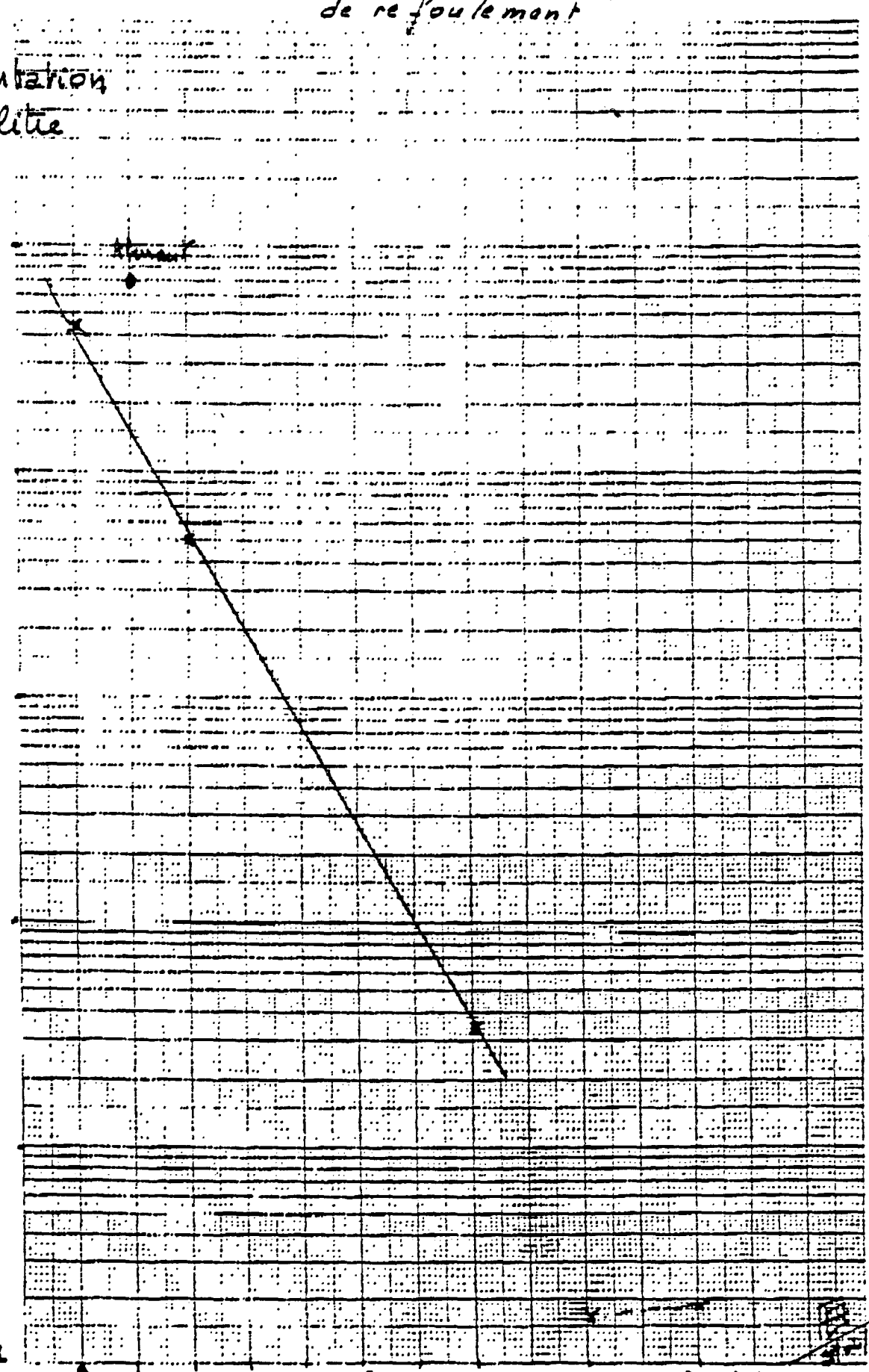
10

1

0.1

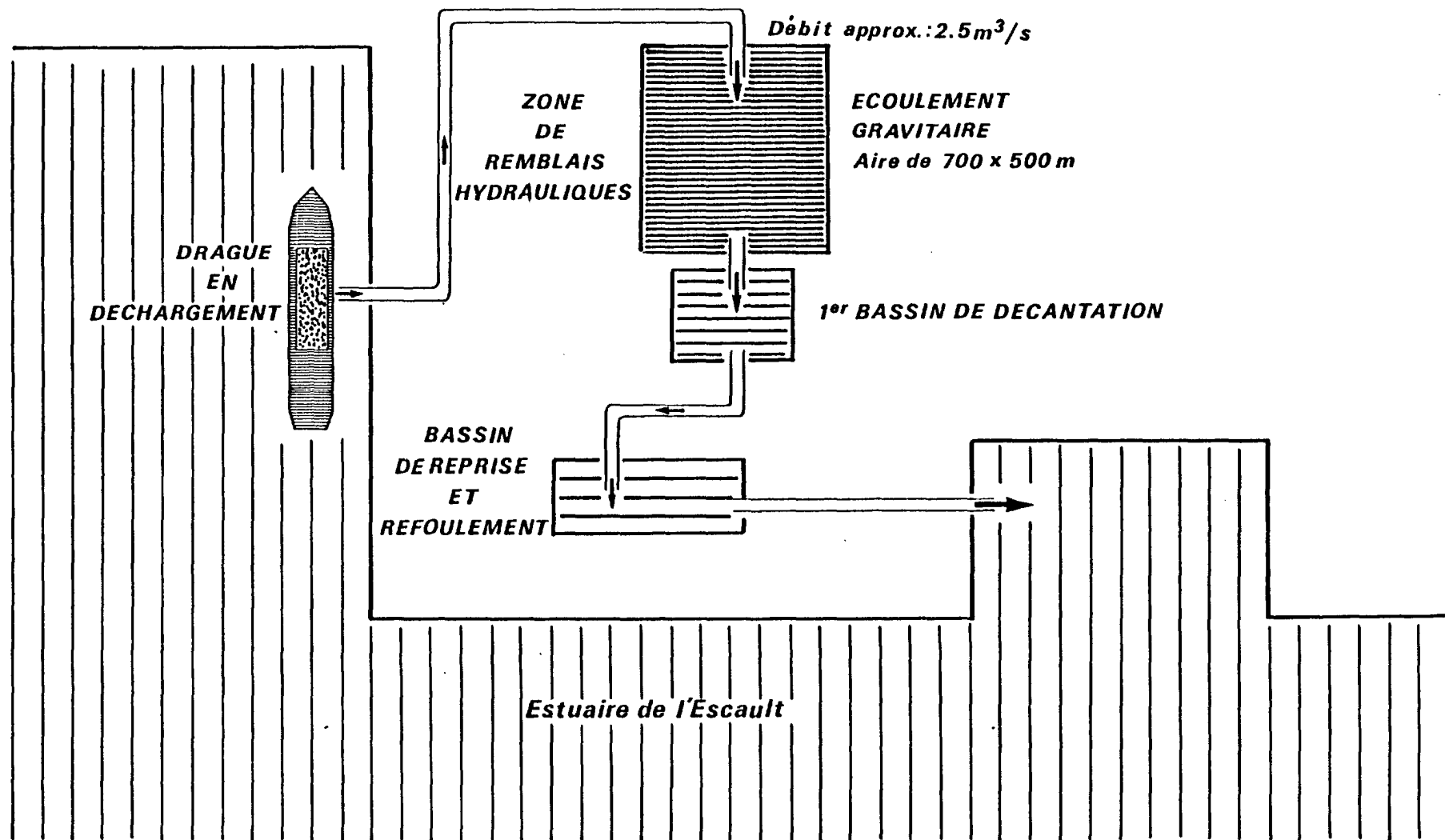
0.01

TUYAU



100 200 3 400 5 600 700 m Bassin Bassin le
Distance à partir du Tuyau →

Décontamination reprise



SCHEMA SIMPLIFIE DU PRINCIPE DE DECHARGEMENT
ET DECANTATIONS SUCCESSIVES

La figure ci-jointe montre que la décroissance des teneurs en suspension semble être de type logarithmique, sous réserve qu'il ne s'agisse pas d'un heureux hasard.

23. Salinité des eaux:

Les eaux de l'Escaut en cette période hivernale et humide, sont pratiquement douces. Leur salinité sur le remblai est de l'ordre de 480 mg/l. Elles ne présentent donc aucun risque pour la nappe phréatique et aucune précaution particulière ne semblait prise à cet égard lors de notre visite.

24. Vitesse de refoulement:

La drague ORWELL refoule à une vitesse de l'ordre de 5 m/s., dans un tuyau de 800 mm de diamètre, un volume d'eau de 2,4 m³ /s. environ, avec entre 800 et 900 kg de sable, ceci pendant une période de une heure à une heure et vingt minutes.

25. Granulométrie du sable:

Les sables étudiés sont ceux, récoltés à la partie supérieure de la sortie du tuyau (N°1). Ils ont donc déjà été lavés en puits et débarrassés d'une partie plus ou moins grande des fractions fines, par la surverse. La fraction fine représente encore 8 % ,ce qui est relativement important. Rappelons qu'il s'agit au départ de sables estuariens, en général toujours chargés d'une certaine quantité de fines, que nous ne connaissons pas ici. Peut être est ce dû à la position du prélèvement. On note le bon classement de ces sables et leur finesse; avec une médiane md de 90 microns.

26. Conclusion:

La comparaison des turbidités des échantillons 3 et 4 montre que sur 500 m environs, les concentrations passent de 53 g/l à 32 mg/l sur le remblai lui même.

De même, avec 8% de fines, il y avait à la sortie du tuyau 28 gde fines par litre, et il n'en reste que 32 mg après décantation.

Ceci prouve l'efficacité de la décantation.

D'autre part, on voit que les risques de turbidité apportée par les rejets, après décantation sont minimes, puisqu'après décantation dans un bassin, la turbidité tombe à 16 mg/l. A titre de comparaison, rappelons que la turbidité naturelle de l'Escaut était le 19 /02/88 de 192 mg/l, soit 12 fois plus forte que les rejets....

3 Etude des concentrations dans la surverse de la Drague aspiratrice en marche ORWELL:

Dans la matinée du 19 février, nous avons suivi les différentes opérations d'un chargement dans l'Escaut, à une dizaine de km à l'aval d'Anvers, chargement de 2 200 m³ en puits soit environ 3.800 tonnes, en 1 heure et 10 minutes.

31. Prélèvements dans la mixture:

Au début du dragage, dans la phase de remplissage du puits, nous avons prélevé de la mixture avant rejet en puits.(N°7).

Concentration de 325 g/l

Ce sable qui n'a pas encore été lavé représente bien l'échantillon de fond, à l'état naturel.

32. Prélèvements dans la surverse:

Nous avons attendu le remplissage du puits et le début de la surverse pour procéder à une série de prélèvements, jusqu'à complet remplissage du puits.

Les concentrations de la surverse furent les suivantes:

Heure	N°	Concentration	Observations
9 50	7	325 g/l	Arrivée de la mixture
9 55	8	16	Surverse

10 15	10	48	"
10 27	11	18	"
10 35	12	53	"
10 45	13	33	"
11 00	14	26	"
11 03	15	14	"
11 05	16	11	fin de la surverse

Ces chiffres appellent quelques remarques:

Je suis surpris par l'importance pondérale de la surverse s'agissant de sables, même fins, allant de 3,4 à 16,3 %, valeur énorme....

Ceci provient très probablement du système d'entonnoir absorbant la surverse, et que l'on peut élever ou abaisser à la demande.

Lorsqu'on le baisse très vite et très tôt, comme cela a été fait devant nous, il se produit un fort entrainement non seulement des fines, mais aussi du sable, comme le prouve le N° 12.

Cela constitue un danger pour l'environnement marin mais aussi une perte pour le dragueur, qu'il convient de chiffrer et de comparer avec le gain procuré lors du transport par l'élimination maximale de l'eau en puits.

33. Prélèvement dans le panache :

Vers 10 heures, nous avons prélevé de l'eau de surface dans le panache turbide, brassé par les hélices, à l'arrière du bateau (N° 9).

La concentration y est relativement peu élevée 936 mg/l seulement.

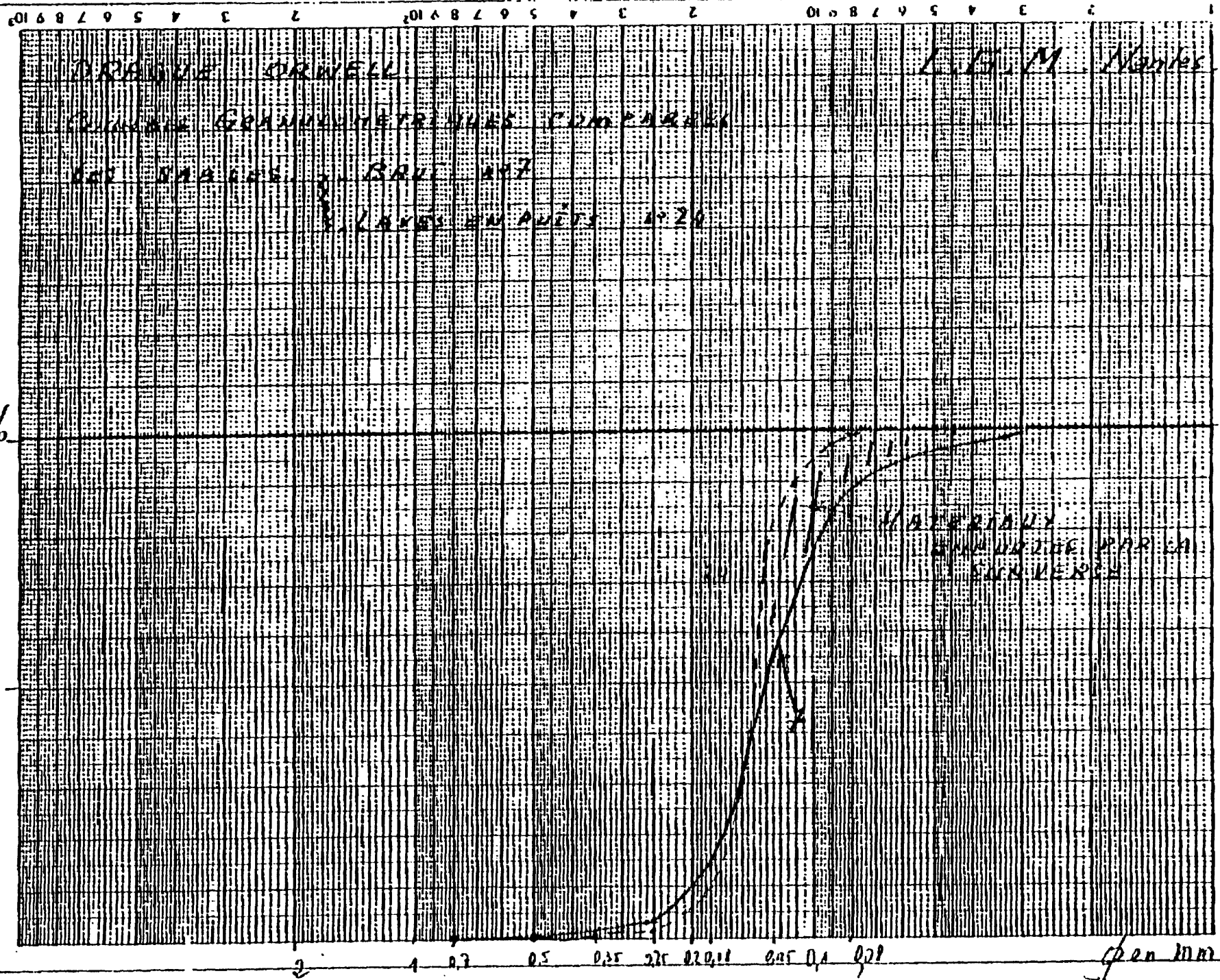
Rappelons que l'eau de surface de l'Escault (échantillon I7) dans cette zone présente une turbidité de 192 mg/l. Ainsi, la surverse multiplie à peine par 5, la turbidité naturelle en surface.

Nous ignorons ce qui se passe en profondeur.

34. Comparaison entre les granulométries des sables avant et après lavage en puits:

Nous disposons de deux échantillons de sable qui permettent une comparaison entre leurs granulométries, avant et après lavage en puits:

29 FEV 1988 17:57



P.9

P.9

-le sable brut à l'arrivée (N°7), qui présente 10% de fines inférieures à 80 microns et une médiane de 130 microns (0,130 mm)

-le sable lavé en puits (N° 24) qui n'a plus que 2,6 % de fines et une granulométrie de 140 microns.

La réduction des fines est de l'ordre de 74 %.

Ceci confirme bien ce que nous annonçons par expérience, une réduction de 70 à 80 %.

De même, la comparaison des courbes montre que la surverse commence à entraîner des particules à partir de 130 microns, c'est à dire toute la partie plus fine que la médiane.

Nota: Remarquons que ces sables sont nettement plus grossiers que ceux déchargés la veille, avec 90 microns et 8% de fines au refoulement. Ceci montre bien les variations possibles d'un chargement à l'autre.

4. Comparaison avec les problèmes de Calais:

Les matériaux qui seront refoulés à Calais, en provenance de Dukerque, présentent les granulométries suivantes, dans le puits de drague ou après refoulement, puisqu'ils sont appelés "sables de dragage":

DW 15	md= 0,22 mm	Fines inf. à 80 microns =	1,7%
DW 28	md= 0,25 mm	Fines	= 1,4%
DW 30	md= 0,25 mm	Fines	= 0,9%

Nous voyons que ces sables sont plus grossiers et nettement moins riches en fines que ceux de l'Escault. Il en résultera de meilleures conditions de décantation des eaux de refoulement, qui après passage dans un bassin de décantation seront d'excellente qualité et pourront être rejetées en mer sans causer des problèmes de turbidité.

5 Possibilités de rejet à Calais:

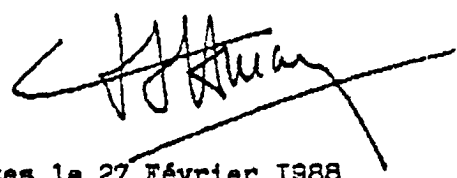
Trois possibilités peuvent être envisagées:

51. Rejet direct en mer par la conduite, dans ds fonds de -7 à -8 m. L'eau rejetée sera déversée au niveau du fond, où les eaux sont en général plus turbides, et seront entraînées par les courants de marée, sans formation de panache en surface.

52. Rejet au moyen d'une deuxième canalisation, doublant la première depuis la côte, avec vannage, dans des profondeurs de -2 à -3m, c'est à dire dans la zone très voisine du déferlement à basse mer. Ceci peut présenter des risques pour le diffuseur et des astreintes de vannage.

53. Rejet dans le bassin des chasses du port de Dunkerque, par une nouvelle conduite longue de 2,5 à 3 km, avec les contraintes de vannage et de surveillance. D'autre part, l'arrivée massive d'eau (2m³/s.) risque de remettre en suspension les vases du Bassin qui iront se déposer dans le Port ou le Chenal , ce qui n'est pas souhaitable! Cette solution qui ne présente que des inconvénients supplémentaires devrait être abandonnée.

Conclusion: A mon avis, vu les très faibles turbidités que l'on peut espérer à Calais, au vu des résultats de l'Escault, où les conditions sédimentologiques sont nettement moins favorables, je pense que la meilleure solution pour l'environnement est encore la première, qui de plus a le mérite de la simplicité et de l'économie....


Nantes le 27 Février 1988