

ETUDE D'IMPACT DU REJET DES EAUX D'EXHAURE  
DU TUNNEL SUR L'ENVIRONNEMENT MARIN

par

\*MONBET Yves - \*\*DELPECH Jean-Paul - \* LE HIR Pierre

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

Mai 1987



ETUDE D'IMPACT DU REJET DES EAUX D'EXHAURE  
DU TUNNEL SUR L'ENVIRONNEMENT MARIN

par

\*MONBET Yves - \*\*DELPECH Jean-Paul - \* LE HIR Pierre

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

Mai 1987

## SOMMAIRE

<b><u>INTRODUCTION</u></b> .....	1
<b><u>CADRE DE L'ETUDE</u></b> .....	2
1. CADRE GEOLOGIQUE .....	2
2. GEOMORPHOLOGIE .....	2
3. EVOLUTION GENERALE DU LITTORAL .....	2
<b><u>DESCRIPTION DU PROJET</u></b> .....	
<b><u>PRESENTATION DE L'ETAT INITIAL DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT -</u></b> <b><u>ANALYSE DE L'ETAT INITIAL</u></b> .....	5
1. LE SITE DE REJET EN MER .....	5
1.1. Caractéristiques physiques .....	5
1.2. Caractéristiques hydrologiques .....	20
1.3. Qualité des eaux, des sédiments et de la matière vivante .....	24
1.4. Caractéristiques biologiques .....	26
1.5. Les activités de pêche dans le secteur Calais - Gris-Nez .....	32
2. LE SITE DU CANAL D'ASFELD .....	46
<b><u>ANALYSE DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT</u></b> .....	52
1. SITE DU REJET EN MER .....	52
1.1. Identification des impacts .....	52
1.2. Analyse des effets sur l'environnement .....	57
2. LE SITE DU CANAL D'ASFELD .....	72
3. BILAN RECAPITULATIF DES IMPACTS .....	72
3.1. Solution rejet dans le canal d'Asfeld .....	72
3.2. Solution rejet en mer .....	72
4. CHOIX DE LA VARIANTE ET RAISON DU CHOIX .....	74
4.1. Solution rejet dans le canal d 'Asfeld .....	74
4.2. Solution rejet en mer .....	74
4.3. Choix de la variante .....	75
<b><u>RECOMMANDATIONS</u></b> .....	78
1. CONSTRUCTION DE L'OUVRAGE DE REJET .....	78
1.1. Canal d'Asfeld .....	78
1.2. Rejet en mer .....	78
2. UTILISATION EN COURS DE PERCEMENT DU TUNNEL (1988 - 1991) .....	79
2.1. Eaux d'exhaure normales (site rejet en mer).....	79
2.2. Eaux accidentelles .....	79
2.3. Pollution accidentelle .....	79

3. UTILISATION EN COURS D'EXPLOITATION DU TUNNEL .....	79
<u>PROGRAMME DE SURVEILLANCE</u> .....	80
1. ENTREE DE LA STATION DE TRAITEMENT .....	80
2. SORTIE DE LA STATION D'EPURATION .....	80
3. REJETS EN MER .....	81
<u>CONCLUSIONS</u> .....	82

## INTRODUCTION

En 1983, plus de 20 millions de voyageurs et près de 20 millions de tonnes de marchandises ont traversé la Manche ou la Mer du Nord entre la Grande-Bretagne et le continent. Ces échanges sont trois fois supérieurs à ceux enregistrés en 1970, ce qui représente une augmentation annuelle de l'ordre de 10 %. Les prévisions les plus réalistes tablent actuellement sur une augmentation moyenne légèrement supérieure à 4 % par an d'ici l'an 2000, ce qui équivaut à plus que doubler à cette date le trafic actuel. Pour répondre à une telle demande, il a été nécessaire d'envisager différentes solutions permettant de faire face à l'augmentation prévue.

Parmi ces solutions, l'idée de construire une liaison fixe capable d'assurer un meilleur service aux voyageurs et au transport des marchandises s'avère s'adapter le mieux aux évolutions actuelles du trafic transmanche (figure 1). Cette liaison fixe sera constituée de deux tunnels forés de 7,6 m de diamètre et d'un tunnel de service, plus petit, de 4,8 m de diamètre.

Parmi les problèmes cruciaux liés au percement de ces tunnels, le refoulement à terre des déblais résultant du percement des ouvrages, ainsi que l'évacuation des eaux d'infiltration, constituent des contraintes importantes, puisqu'il est nécessaire de choisir des lieux de dépôt et de rejet adéquats, et susceptibles d'entraîner le minimum d'impact sur l'environnement du site. Cette évacuation sera réalisée au moyen d'un système permettant d'acheminer l'eau depuis les galeries jusqu'à un réservoir situé dans un puits de creusement, puis jusqu'à un point à définir, situé dans l'enceinte du chantier. A ce point, l'eau sera traitée, puis acheminée, soit vers la mer, soit vers le canal d'Asfeld situé dans l'agglomération de Calais.

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

- l'état initial du site avant les 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.

## CADRE DE L'ETUDE

### 1. CADRE GEOLOGIQUE

Jusqu'au cap Gris-Nez le secteur de côte est constitué de falaises affleurantes de l'ère secondaire (jurassique). Il s'agit essentiellement du Kimmeridgien (argiles, grès, sables calcaires). Le crétacé moyen (Albien et Aptien) se rencontre du cap Blanc-Nez à Sangatte.

### 2. GEOMORPHOLOGIE

Sur la bordure littorale et l'estran, les falaises du Boulonnais font suite à la plaine picarde et s'étendent entre le cap d'Alprech au Sud et Sangatte au Nord.

Du cap d'Alprech au cap Gris-Nez, le littoral est sensiblement d'orientation Sud-Nord et est constitué par une falaise accore. La côte change ensuite d'orientation au Nord du cap Gris-Nez et elle est sensiblement Sud-Ouest - Nord-Est jusqu'à Sangatte. La falaise est accore lorsqu'elle borde la mer et elle culmine à l'altitude de 20 - 25 m à l'endroit de l'atterrage du projet.

En règle générale, on retrouve un estran du même type que celui rencontré devant les falaises cachoises : platier rocheux de 500 à 700 m. Devant Sangatte, l'estran sableux est assez large (400 à 500 m).

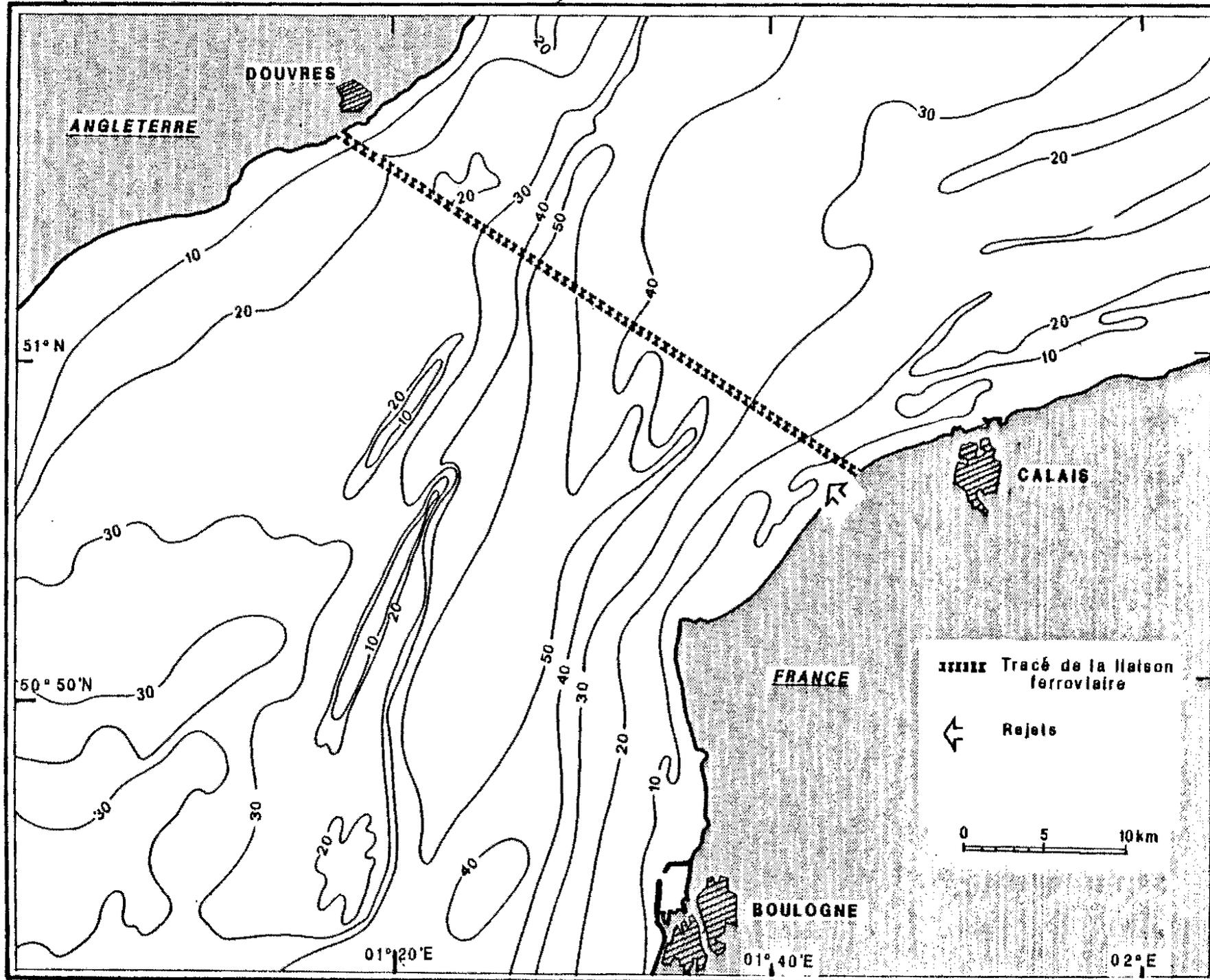
La pente des fonds marins augmente de Boulogne vers le cap Gris-Nez : les fonds de - 10 m se trouvent respectivement à 1000 m et 500 m du littoral. Au Nord du cap Gris-Nez on pénètre dans une zone où les ridens sont très développés et il faut aller à plus de 3 km de la côte pour trouver les fonds de 10 m. Au droit du site choisi pour les rejets, les fonds de 10 m se trouvent à 1 km du littoral.

### 3. EVOLUTION GENERALE DU LITTORAL

De même que les falaises de Haute-Normandie, les falaises du boulonnais reculent. D'après de Rouville (1942), le recul n'aurait dépassé nulle part 60 m en quarante ans (1,5 m par an). S'il est indiqué que les caps Gris-Nez et Blanc-Nez reculent, aucune valeur n'est donnée par BRIQUET (1980). D'après l'étude réalisée par le BCEOM, le recul du cap Gris-Nez se-

# Localisation du projet

Fig 1



rait de 25 m par siècle, soit 0,25 m par an. Une étude menée par le Service Maritime de Calais, sur les falaises du petit Blanc-Nez (à 4 km à l'Ouest du site), a montré que pour la période s'étalant de 1833 à 1965, le recul maximum de la falaise a été de 36 m, pour une moyenne de 20 m sur 1 km de côte, soit une érosion annuelle moyenne de 0,15 m/an.

## 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 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 Wissant. Lorsqu'il n'existe pas de données dans ce secteur, la zone est systématiquement élargie au point de mesure le plus proche.

#### 1. LE SITE DE REJET EN MER

##### 1.1. Caractéristiques physiques

###### 1.1.1. Les vents (figure 2)

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.

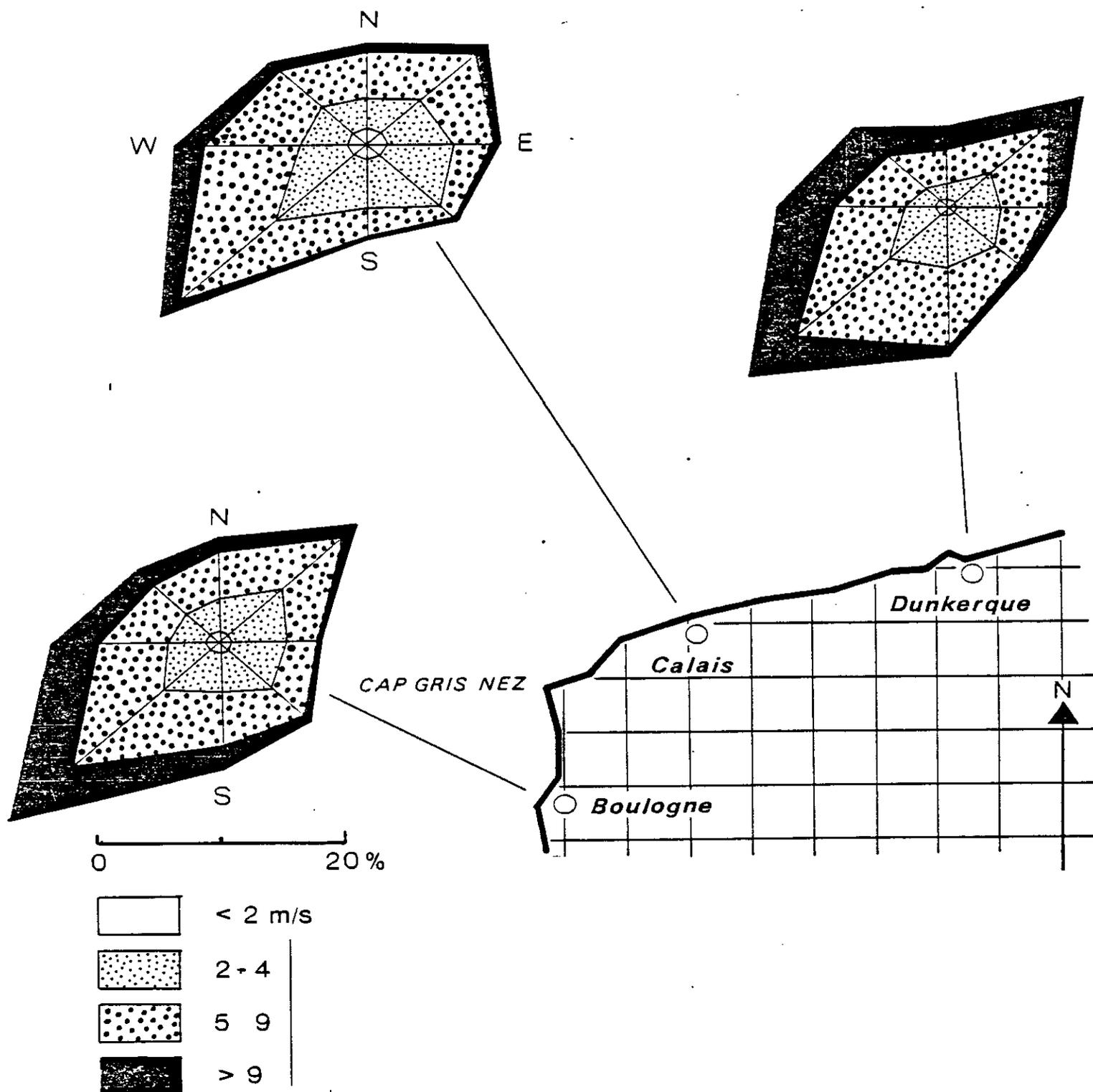
A la côte, dans le secteur Dunkerque - Gris-Nez, un changement brusque d'orientation amène une déviation notable du vent. C'est ainsi que dans ce secteur, les vents de Sud-Ouest s'orientent à l'Ouest-Sud-Ouest, et ceux d'entre Nord et Nord-Est soufflent à l'Est-Nord-Est.

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. 2

## 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 3)

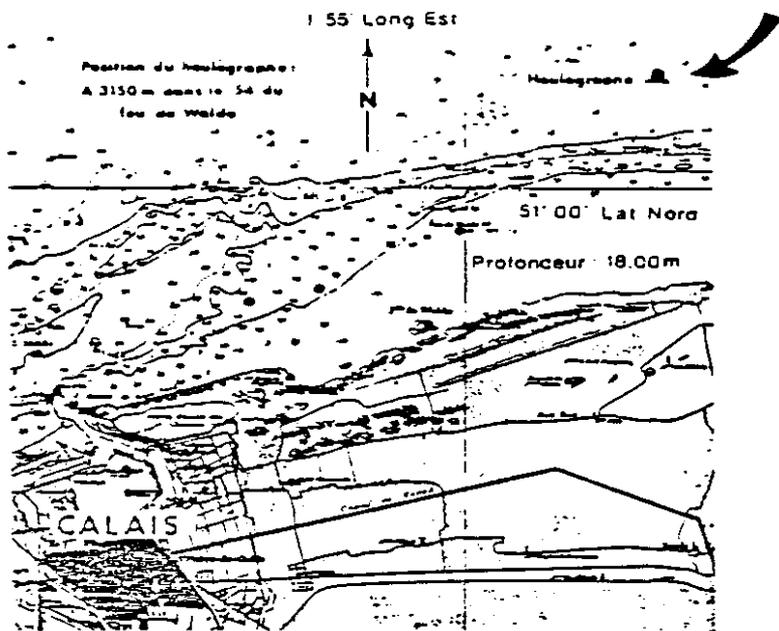
La houle joue un rôle important dans le domaine du transport des sédiments. Elle provoque des mouvements dans le profil des plages avec remise en suspension des sédiments fins, et attaque le rivage lorsqu'elle est forte. En arrivant obliquement à la côte, elle induit des transports parallèlement au rivage 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- 3-65 AU 28-10-66  
118 JOURS D OBSERVATION - 40 JOURS DE CALME PLAT ( $H_{max} < 0.25R$ )  
PERIODES ANALYSEES

22- 3-65 AU 9- 4-65	11- 5-66 AU 3- 6-66
8- 3-66 AU 7- 4-66	7- 7-66 AU 12- 7-66
8- 4-66 AU 11- 4-66	21- 9-66 AU 28-10-66

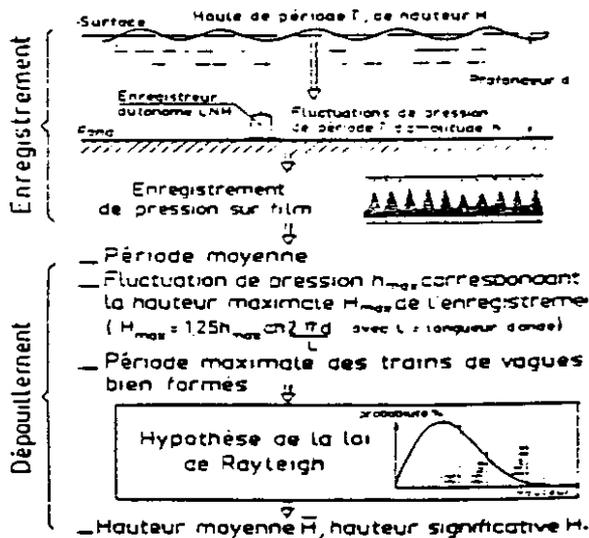
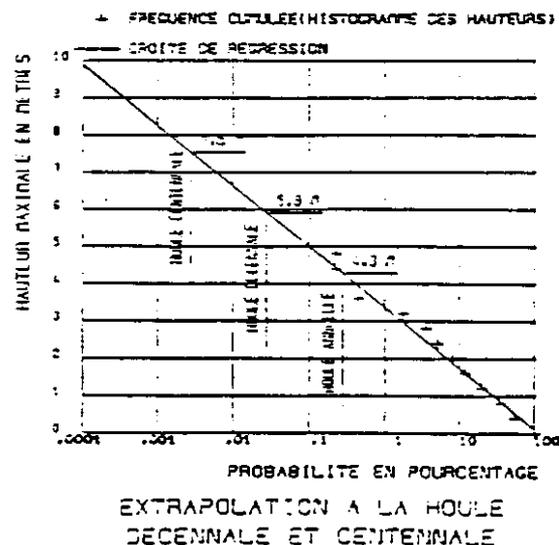
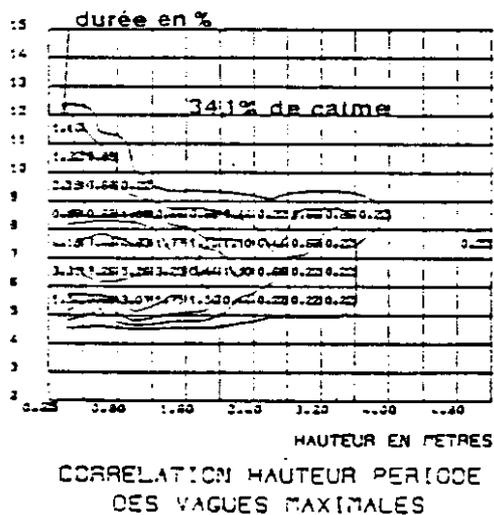
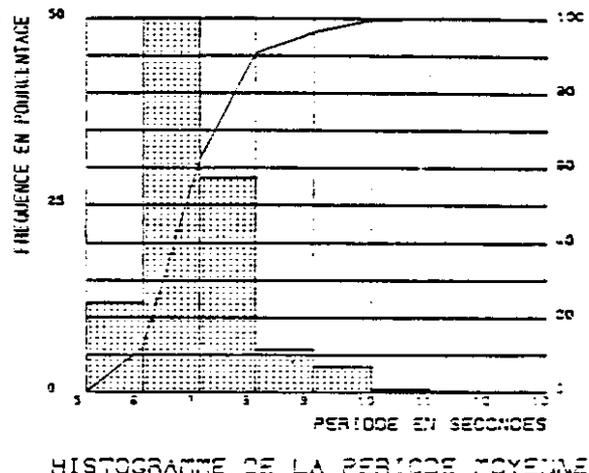
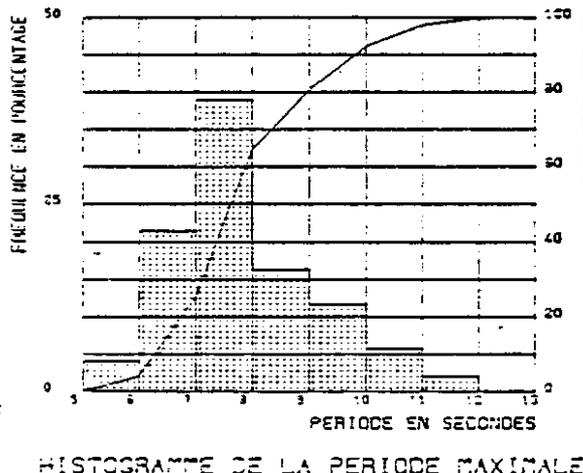
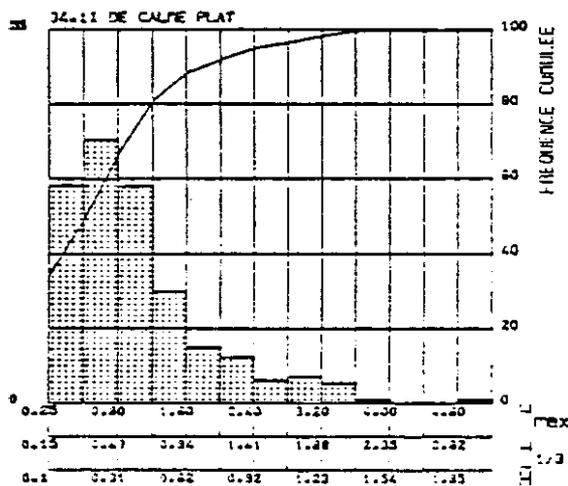


Fig.3 STATISTIQUES DE LA HOULE MESUREE A : CALAIS

### 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 notes 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 [13] :

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 4) : 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.

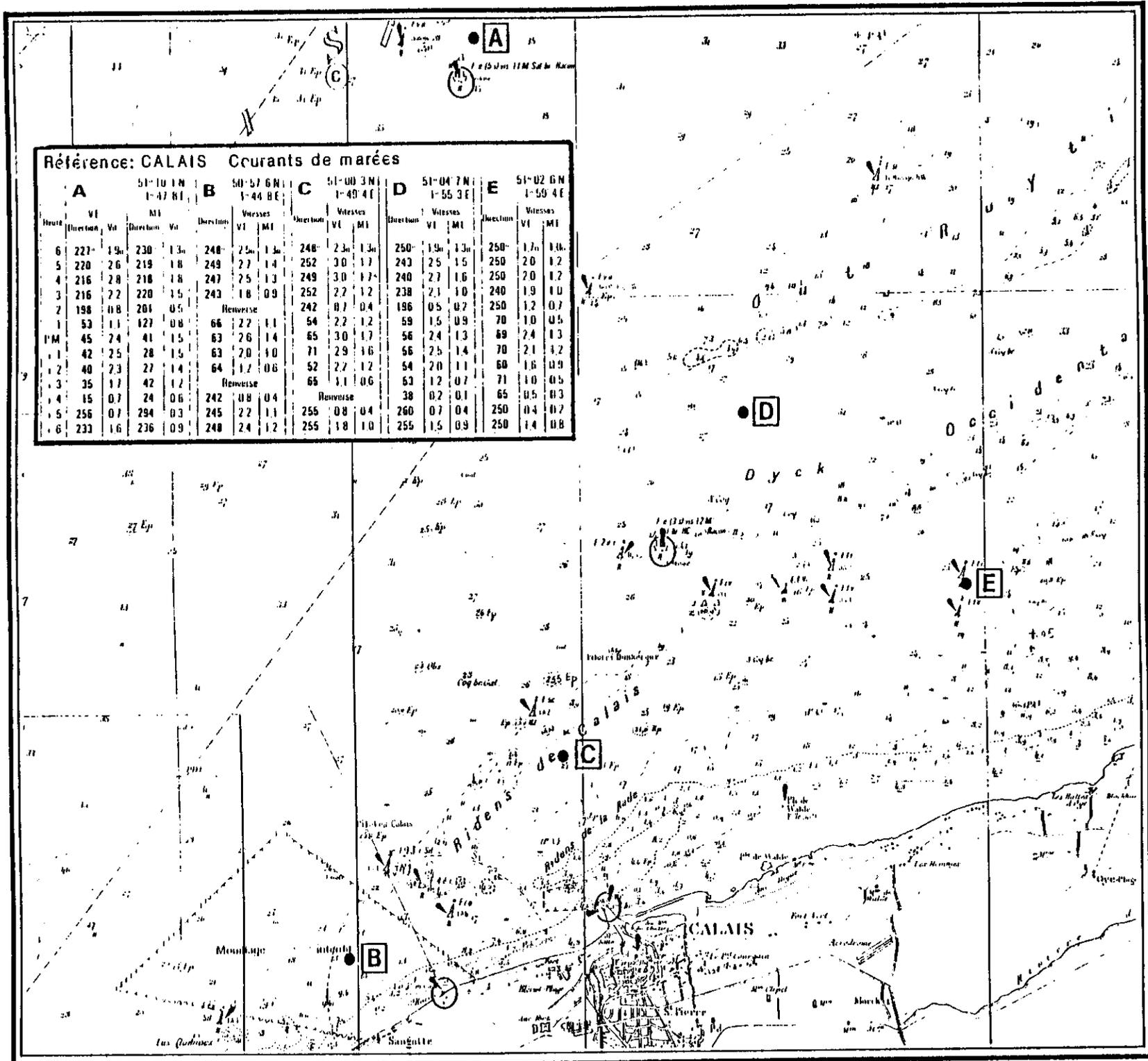


Fig. 4 -COURANTS DE MAREES- (source EPSHOM -carte n° 6651)

#### 1.1.4.1. Les courants au voisinage de Calais (figure 4)

##### - 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  $1 \text{ m.s}^{-1}$  en vive eau et plus d' $1 \text{ m.s}^{-1}$  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 :

Vive eau : 2,8 noeuds à PM . Cap 216

2,5 noeuds à PM + 1 Cap 42

Morte eau : 1,8 noeud à PM - 4 Cap 247

1,5 noeud à PM + 1 Cap 63

(1 noeud =  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$  )

##### - 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 6 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 m.s<sup>-1</sup> pour un coefficient de 30 à 1,35 m.s<sup>-1</sup> pour un coefficient voisin de 80. La vitesse des courants du flot est nettement moins influencée ( $V_{\max}$  1,0 m.s<sup>-1</sup> - Coeff. 80) par le coefficient de marée.

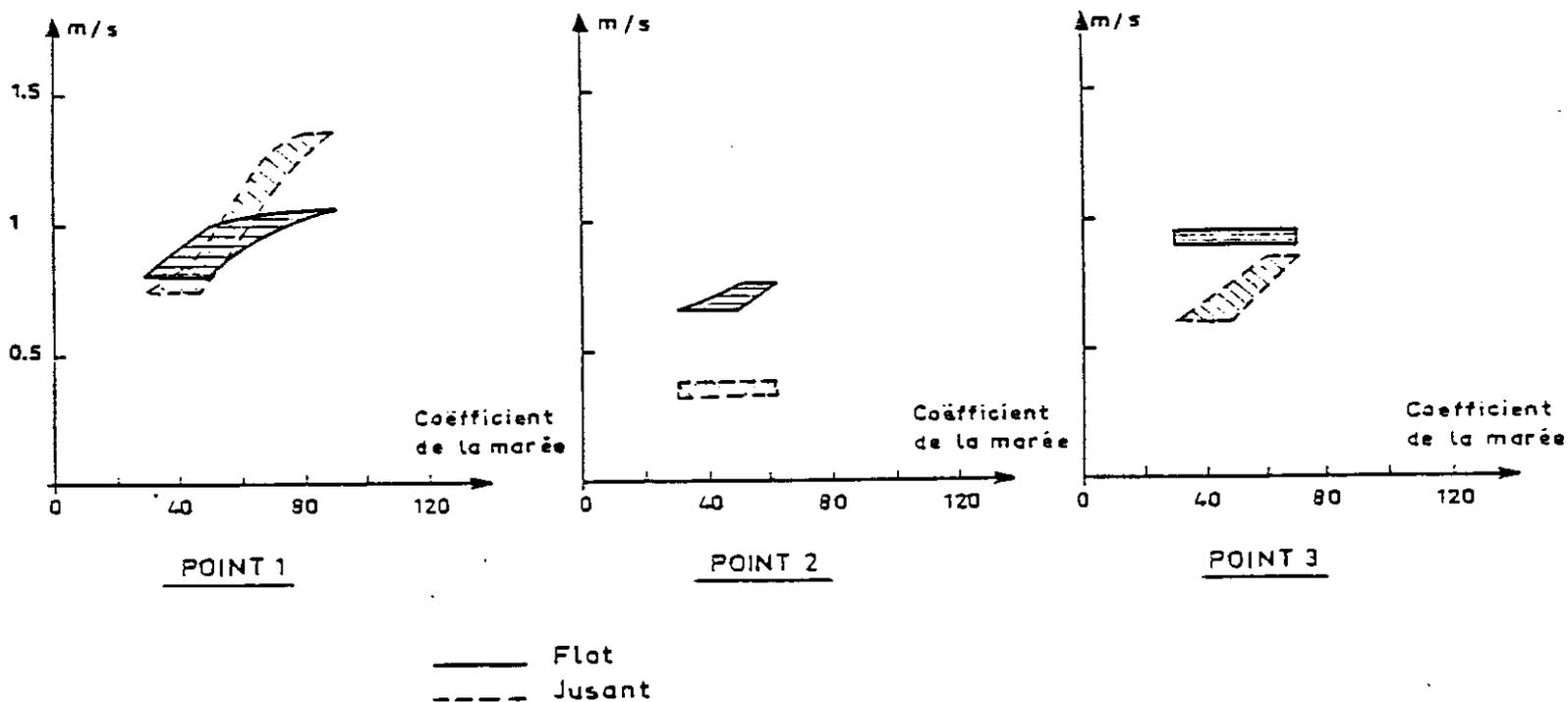
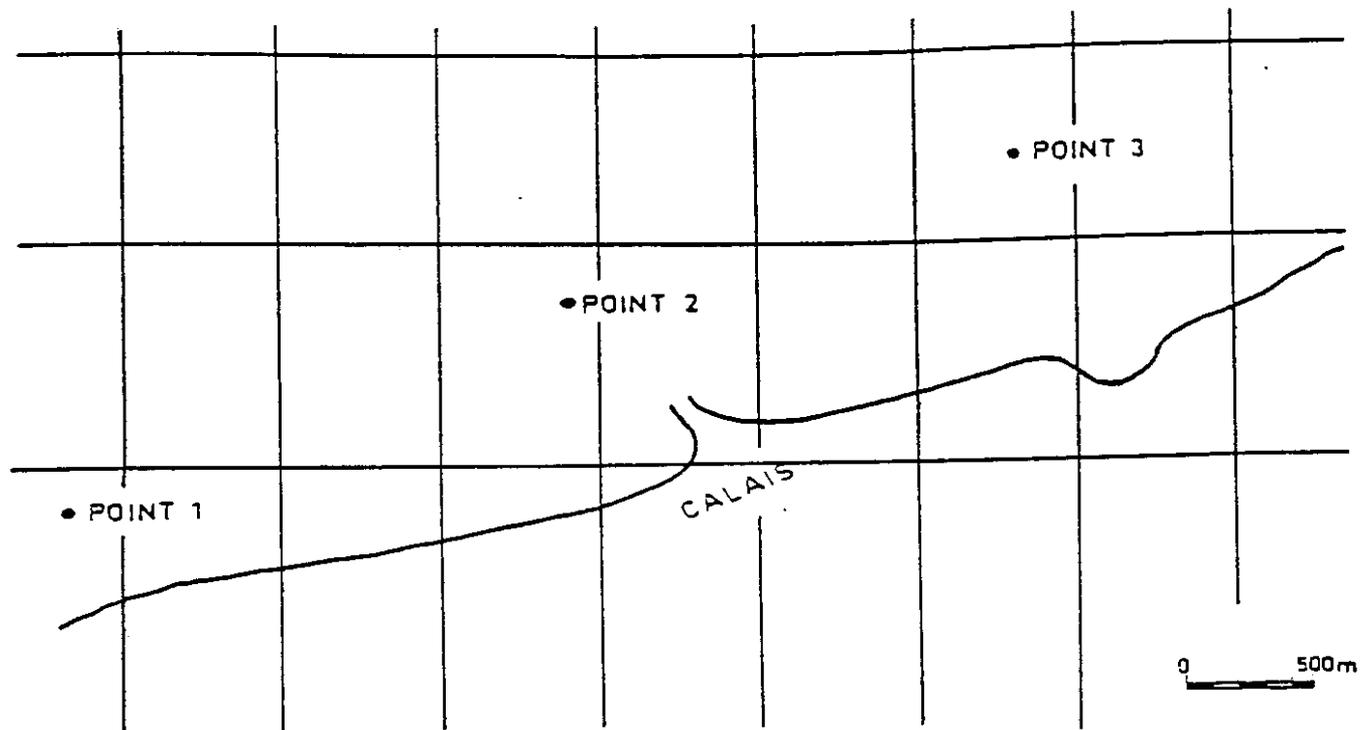
### 1.1.5. Les sédiments

#### 1.1.5.1. Les fonds sous-marins

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 le port de Calais, les sédiments de surface sont constitués de 75 % à 95 % de sables fins dont le diamètre médian est compris entre 150  $\mu$  et 250  $\mu$ . La largeur moyenne de cette passée sableuse est de 3,7 km. 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 du site sélectionné pour le rejet en mer, l'estran a une largeur d'environ 400 m. Il est bordé côté terre par une falaise de 20 m d'altitude, parsemée d'éboulis qui composent le haut de plage. Le niveau des hautes mers de morte eau 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.



**Fig. 6**  
 INTENSITE DES COURANTS EN FONCTION DU COEFFICIENT  
 DE LA MAREE DEVANT CALAIS (LNH)

Ce niveau est composé de sables moyens (diamètre moyen 250 à 300  $\mu$ ) bien classés. La fraction carbonatée représente 10 à 25 % du sédiment total. Cette fraction semble se comporter de manière comparable à celle du quartz en présence des agents hydrodynamiques (CLABAUD, 1984).

### 1.1.5.3. Les apports actuels (figure 7)

#### - 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<sup>-1</sup> pour environ 25 km de falaise d'une hauteur moyenne de 50 à 60 m, on peut estimer cette production à 300 000 m<sup>3</sup>.an<sup>-1</sup>, soit environ 12 000 m<sup>3</sup>.an<sup>-1</sup> . km<sup>-1</sup> 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 m<sup>3</sup>.an<sup>-1</sup> . km<sup>-1</sup> linéaire.

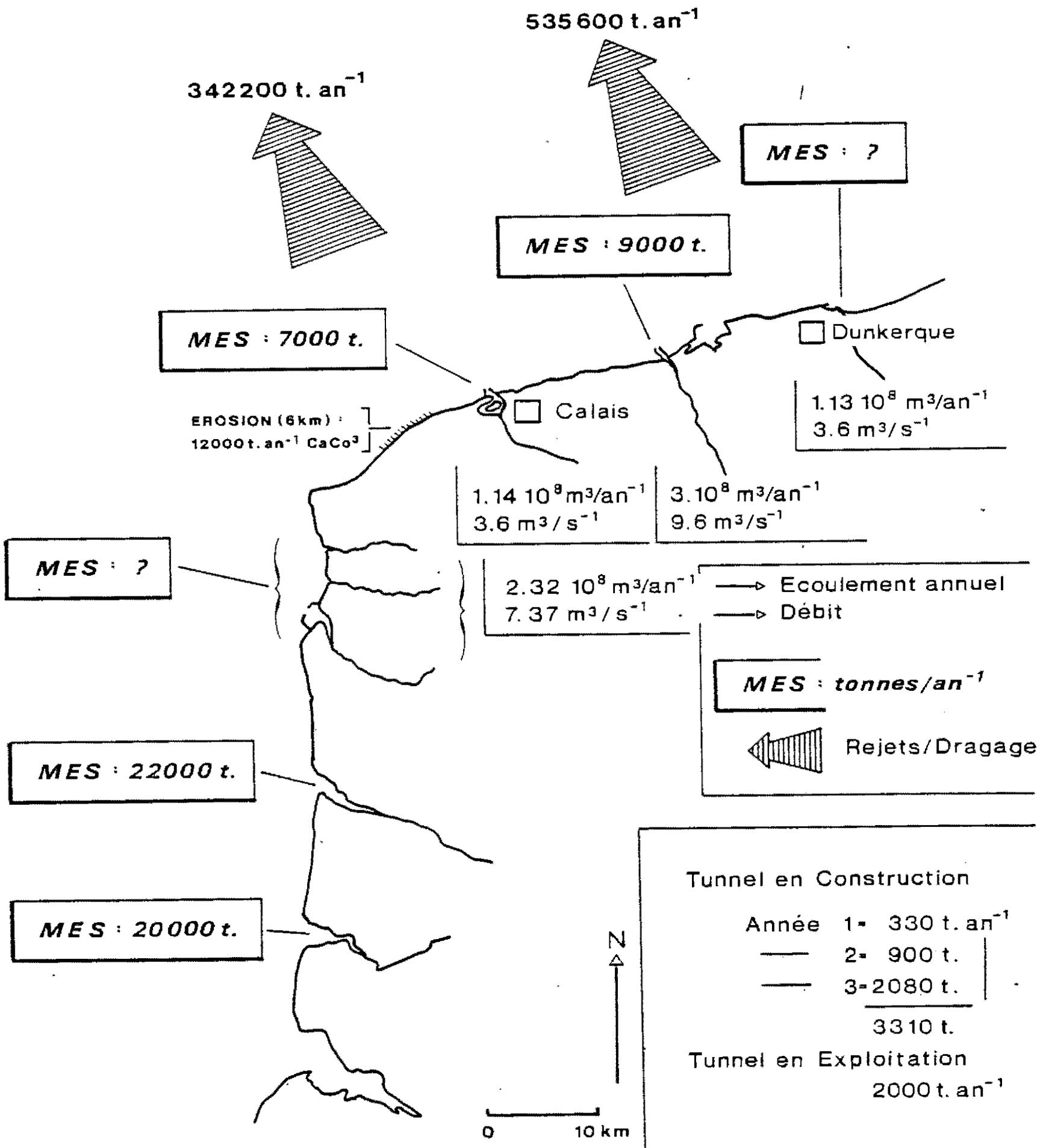
#### - Les apports fluviaux

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<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (estimation)
- . Canal de Calais à St-Omer : 1,10 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (estimation)
- . Canal de Mark : 0,42 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup> en moyenne), soit 240 t.an<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup> et quant il est supérieur, la teneur est proche de 20 mg.l<sup>-1</sup>. Le flux de matières en suspension peut alors être estimé à 6000 t.an<sup>-1</sup>.

Fig. 7 Apports de Matières en Suspension



Dans le canal de Mark, les teneurs en matières en suspension varient de 20 à 30 mg.l<sup>-1</sup>. Les apports solides sont donc estimés à 330 t.an<sup>-1</sup>. Les transports annuels de vase par ces trois canaux peuvent donc être évalués à environ 6500 t.an<sup>-1</sup> 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 (m<sup>3</sup>.an<sup>-1</sup>) : 660 000  
 Masse (T.an<sup>-1</sup> de sédiment sec) : 343 200  
 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<sup>-1</sup>.

- 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  $15000 \text{ m}^3.\text{an}^{-1}$  d'Ouest en Est et le transport par les courants à une résultante dirigée vers l'Est de  $400 \text{ m}^3.\text{an}^{-1} .\text{m}^{-1}$  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  $4^{\circ}\text{C}$  (minimum de janvier) à  $18^{\circ}\text{C}$  (maximum d'Août).

Les eaux côtières comprises entre les bancs et le rivage dans les fonds de  $-5 \text{ m}$  à  $-20 \text{ m}$  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 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 du site choisi pour le rejet, 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 <sub>3</sub> suspension (mg/l)	CaCO <sub>3</sub> 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**

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.

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 polychlorobipheyles (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 ( $9 \mu\text{g.kg}^{-1}$ ).

### 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 8)

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 rejets d'eaux chargés en matières en suspension.

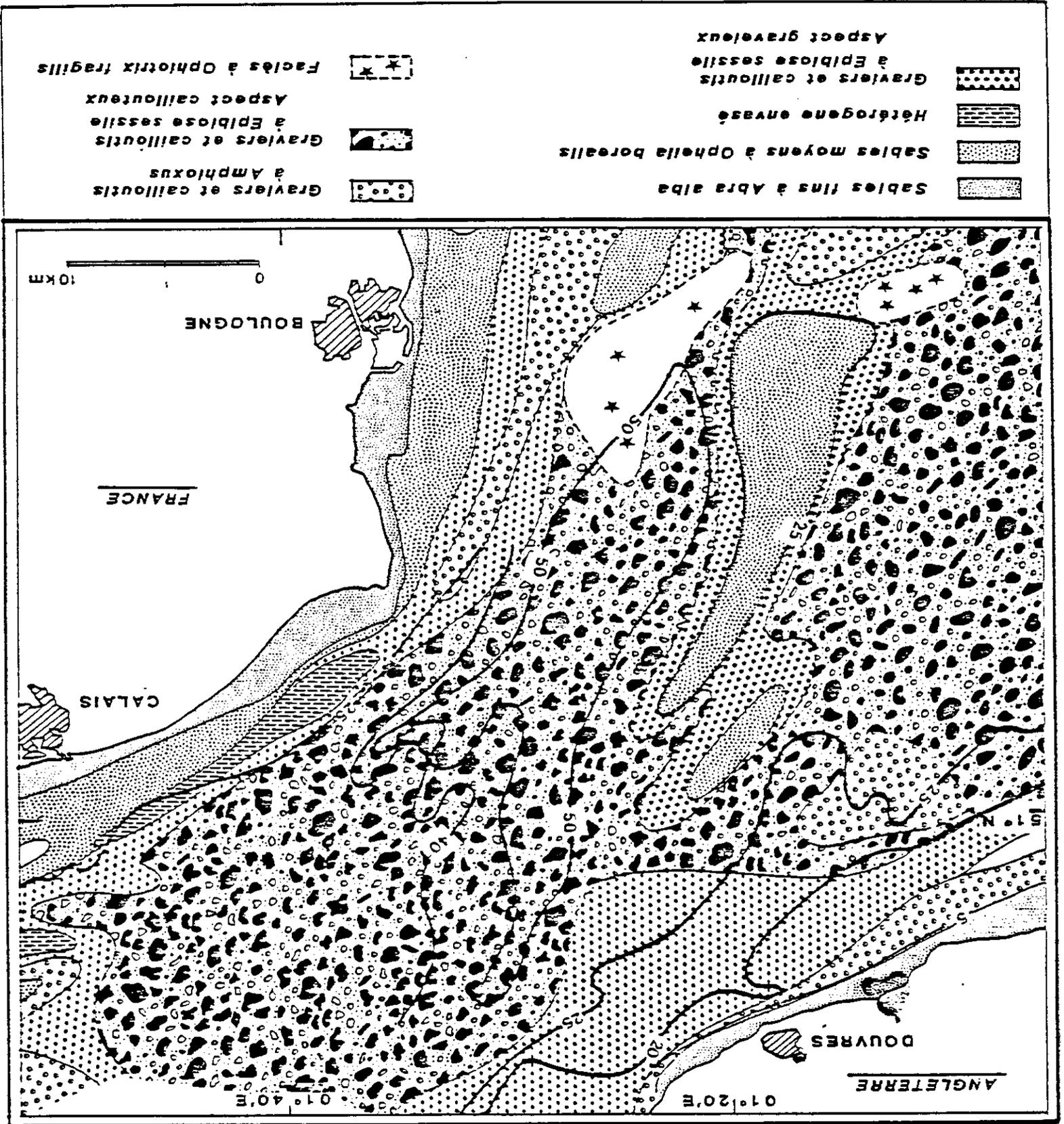
Le benthos est composé d'organismes dont la taille est généralement supérieure à 1 mm, et il s'organise en assemblages variés appelés communautés benthiques. Ces communautés jouent un rôle très important dans le fonctionnement général des écosystèmes marins. En particulier, les invertébrés benthiques 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 rejets pouvant modifier la composition et la stabilité des sédiments est susceptible d'affecter profondément 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 Boulogne et Calais a été réalisée par CABIOCH et GLACON (1975) d'une part, et par SOUPLET et al (1980) d'autre part. L'essentiel des résultats présentés dans ce rapport provient donc de ces auteurs respectifs. Il faut noter que ces travaux restent essentiellement limités à une zone comprise entre la côte et les fonds de - 30 m.



Distribution des peuplements benthiques

Fig 8

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./m<sup>2</sup>) ; la biomasse peut atteindre de 10 à 50 g/m<sup>2</sup> de poids sec.

- 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/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> de poids sec.

- Le peuplement des cailloutis et graviers à épibiose 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./m<sup>2</sup> mais la biomasse est relativement peu élevée (10 g/m<sup>2</sup> de poids sec).

**1.4.2. les peuplements planctoniques (IFREMER, 1986)**

**1.4.2.1. Chlorophylle a (figure 9a)**

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 :



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  $5 \times 10^9$  cell/m<sup>3</sup> dans les taches d'une eau rouge et  $2,4 \times 10^6$  cell/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup>/h et la moyenne est proche de 50 mgC/m<sup>3</sup>/h. Pendant les mois d'hiver la production baisse fortement (2 à 5 mgC/m<sup>3</sup>/h).

#### 1.4.2.3. Zooplancton (figure 9b)

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 m<sup>3</sup>) et un minimum en décembre (4000 ind./10 m<sup>3</sup>). La moyenne annuelle s'établit autour de 40000 ind./10 m<sup>3</sup>.

La biomasse zooplanctonique exprimée en poids sec varie entre 25 et 75 mg/m<sup>3</sup>.

### 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.

Les bateaux artisans travaillant dans le secteur sont ceux de Calais, Audresselles\*, Boulogne et les étaplois de Boulogne\*\*, flottilles qui sont rattachées aux quartiers des Affaires Maritimes de Dunkerque et Boulogne-sur-Mer. La flottille de Grand-Port-Philippe, dont la limite Ouest d'activité est Calais, n'est pas directement concernée par le projet.

\*Audresselles : nom de la station qui regroupe les petites unités appelées "flobards" qui échouent sur les plages de Wissant, Audinghen, Audresselles, Ambleteuse et Wimereux.

\*\*Etaplois de Boulogne : nom des artisans d'Etaples qui, à cause de leur gabarit important et de l'ensablement de la Canche, ont en fait comme port d'exploitation Boulogne.

### 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 (MF)
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
<b>Total</b>	<b>157</b>	<b>677</b>	<b>&gt; 27 676</b>	<b>&gt; 135 021</b>

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 traînants, 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.

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).

	Calais	Audresselles	Boulogne	Etaplois Boulogne
<b>Arts traînants</b>				
- Chalut de fond à panneaux (poissons)	+ 3		+	+
- Chalut de fond panneaux (crevettes)	+ (2)	+ (4)		
- Chalut à perche (poissons)				
- Chalut à perche (cettes)				
- Chalut boeuf pélagique			+	+
- Chalut pélagique	+ (1)		+	+
- Drague à coquille			+ (2)	+
<b>Arts dormants</b>				
- Trémail	+ (16)	+ (24)	+	+
- Filet maillant		+ (17)	+	
- Filet dérivant (roies)	+ (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.

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, 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 (cf. figure 10)

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

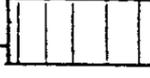
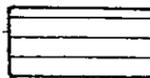
. au trémail de février à avril par six flobards de Wissant ; en fin de saison plusieurs flobards d'Audresselles se basent à Wissant ;

. 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.

Figure 10 :

CARTE DE PECHE  
(résultats partiels)  
poissons plats  
(sole, plie, turbot)

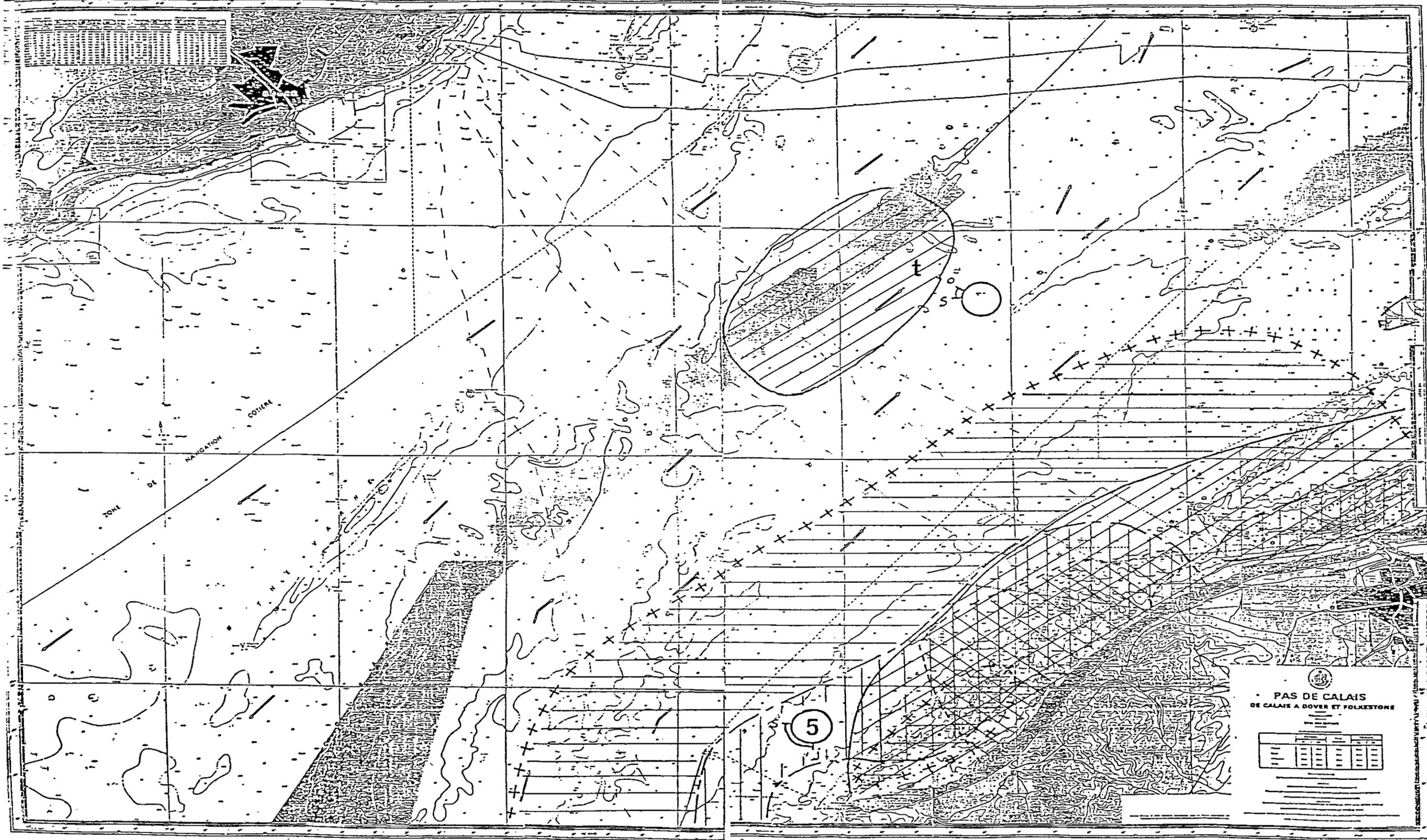
- Calais  12
- flobards  6
- Boulogne 
- Etaplois de Boulogne 
- ++++

 période d'activité (mois)  
x nombre de bateaux

IFREMER juin 1985  
BOULOGNE SUR MER

d'après carte SHOM 6681

un mille



  
**PAS DE CALAIS**  
 DE CALAIS A DOVER ET FOLKESTONE

Zone	Activité	Boat
Calais	12	
flobards	6	
Boulogne		
Etaplois de Boulogne		

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 (cf. figure 11).

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.

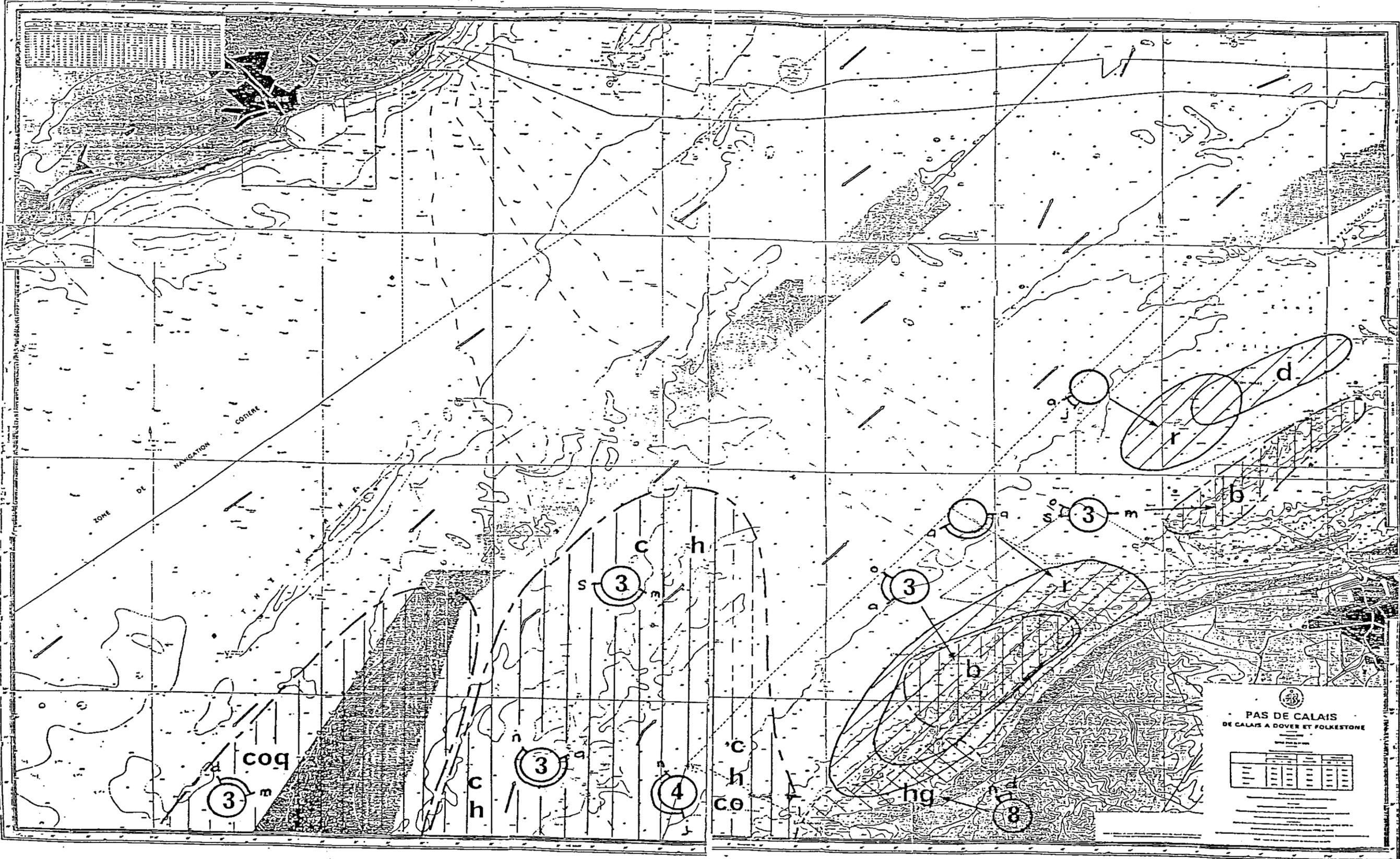
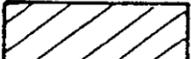
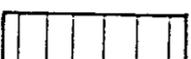


Figure 11 :

CARTE DE PECHE  
(résultats partiels)  
divers

Calais 

flobards 

Boulogne 

d divers  
b bar  
r rousette  
hg hareng  
c crabe  
h homard  
co congre  
coq coquille St-Jacques

 période d'activité (mois)  
x nombre de bateaux

IFREMER juin 1985  
BOULOGNE SUR MER

d'après carte  
SHOM 6681  
un mille

PAS DE CALAIS  
DE CALAIS A DOVER ET FOLKESTONE


- Les poissons ronds (cf. figure 12)

a) La morue : la morue 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.

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.

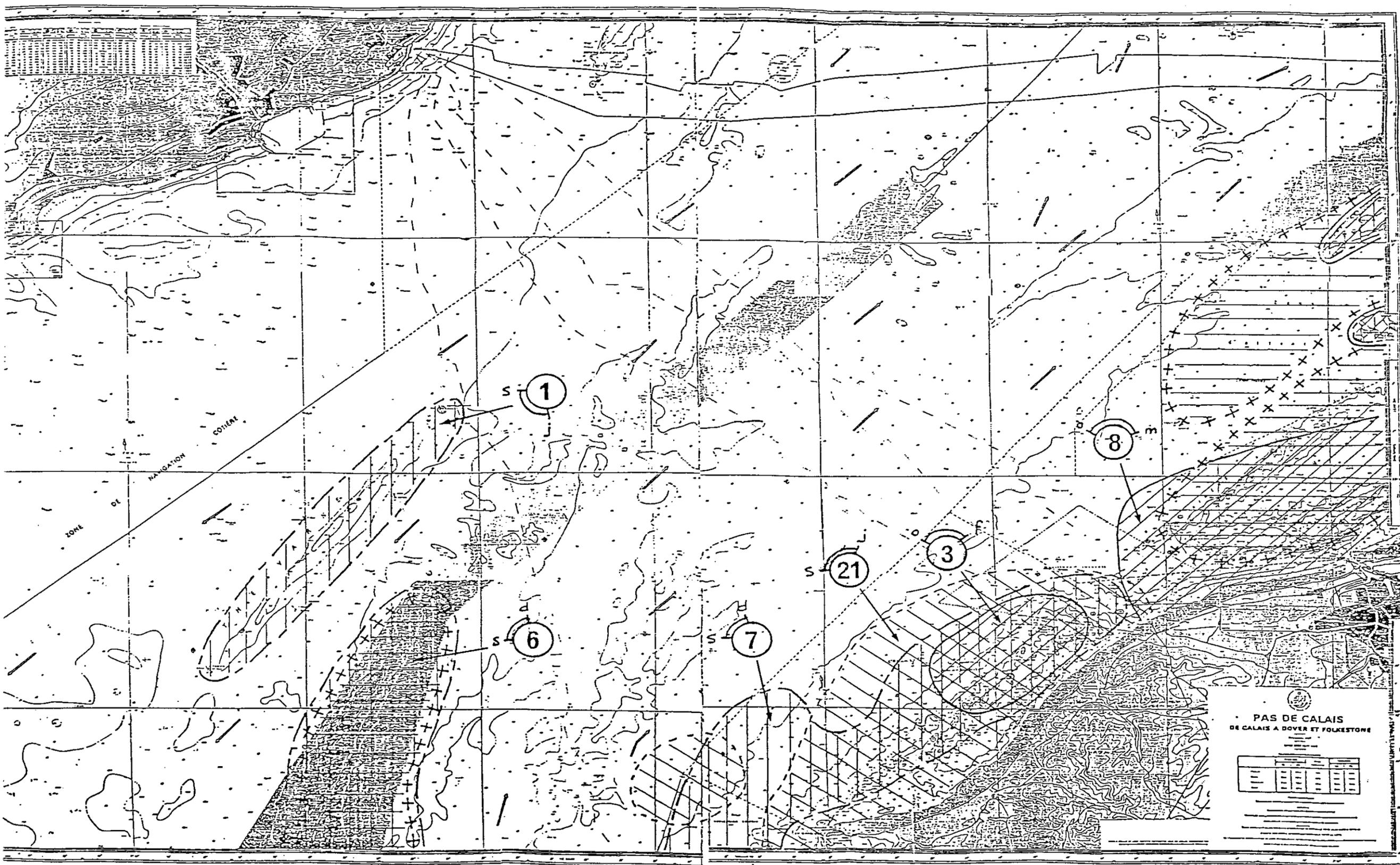
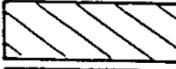
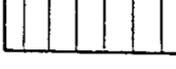
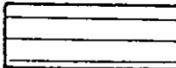


Figure 12 :  
 CARTE DE PECHE  
 (résultats partiels)  
 morue, merlan, maquereau

Calais   
 flobards   
 Eoulogne   
 Etaplois de Boulogne   
 + + + +

 période d'activité (mois)  
 x nombre de bateaux

IFREMER juin 1985  
 BOULOGNE SUR MER

d'après carte SHOM 6681  
 — un mille

PAS DE CALAIS  
 DE CALAIS A DOVER ET FOLKESTONE


- Divers (cf. figure 11)

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.

### 1.5.2. L'activité de pêche artisanale des autres ports

Aux quatre flottilles qui travaillent, exclusivement ou non, dans le secteur, il convient d'ajouter des bateaux étrangers de la région Nord/Pas-de-Calais et qui la fréquentent plus ou moins régulièrement.

Plusieurs grosses unités basées à Dieppe recherchent les pélagiques en fin d'année, hareng et maquereau, depuis les 3 milles jusqu'aux eaux anglaises.

Des bateaux belges, hollandais et plus rarement anglais, travaillent au-delà des 6 milles.

Une évaluation précise du nombre et de l'activité de ces bateaux "étrangers" à la région est difficile car ils vendent rarement dans les criées de Dunkerque ou Boulogne. Néanmoins, ce sont les belges (chalutiers à tangons) qui sont les plus nombreux et les plus assidus : une vingtaine d'entre eux y chalutent, surtout d'octobre à janvier pour la morue.

### 1.5.3. 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.

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

Sole et autres plats 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.

- 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.

#### 1.5.4. 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.

### 1.5.5. 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

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.

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 DBO<sub>5</sub>, la DCO, l'oxydabilité à froid, ... ;

- . les substances azotées ou phosphorées : NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, 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 :

PO<sub>4</sub> -> 4 : hors classe  
 NH<sub>4</sub> -> 4 : hors classe  
 Azote total kjedahl 4 : hors classe  
 NO<sub>2</sub> -> 2 : qualité passable  
 NO<sub>3</sub> -> 1 : eau non polluée

**Matières en suspension** : comme cela a déjà été mentionné (cf. page 11) le canal d'Asfeld (ou canal des Pierrettes) apporte environ 6000 t.an<sup>-1</sup> de matières en suspension (valeurs des M.E.S. variant entre 120 mg.l<sup>-1</sup> et 20 mg.l<sup>-1</sup> ).

**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.



# INVENTAIRE DU DEGRÉ DE POLLUTION DES EAUX SUPERFICIELLES rivières et canaux

POLICE DES EAUX NATURE DU COURS D'EAU SURFACE BASSIN AMONT (km²) CATÉGORIE PISCICOLE ALTITUDE (m) PENTE MOYENNE (%) DISTANCE AUX SOURCES (km) NATURE GÉOL. DU LIT NATURE GÉOL. REGIONALE		AGRICULTURE DURANIAL				BASSIN NOM DU COURS D'EAU NUMÉRO D'ORDRE NATIONAL CODE HYDROLOGIQUE PK COMMUNE N° INSEE COMMUNE N° DÉPARTEMENT N° RÉGION		A.P. CANAL DES PLEKEL 114300 E41975 99720 CALAIS 193 62 01	
Localisation précise Station permanente inv UUI									
Date de prélèvement	19/05/82	16/06/82	21/07/82	18/08/82	LABORATOIRE		203		
Heure de prélèvement	13 H 10	12 H 45	12 H 05	13 H 30	Fluor mg/l		0,250		
Organisme ordonnateur	20	20	20	20	Fer mg/l		0,550		
Nature du prélèvement	NON INSTANT.	NON INSTANT.	NON INSTANT.	NON INSTANT.	Manganèse mg/l		0,070		
Organisme préleveur	101	101	101	101	Arsenic mg/l		0,001		
Amont, aval, seuil					Cadmium mg/l		0,001		
Prélev. berge, courant					Cuivre total mg/l		0,006		
Aspect des abords	SALE	SALE	SALE	SALE	Cuivre mg/l		0,010		
Prés. abs d'hydrocarb.	PRES. (VISUEL)	PRES. (VISUEL)	PRES. (VISUEL)	ABS. (VISUEL)	Mercurie mg/l		0,0001		
Prés. abs mousses (det.)	PRES. (VISUEL)	ABS. (VISUEL)	PRES. (VISUEL)	ABS. (VISUEL)	Plomb mg/l		0,008		
Prés. abs bous. feuilles	ABS. (VISUEL)	PRES. (VISUEL)	ABS. (VISUEL)	PRES. (VISUEL)	Selenium mg/l		0,005		
Boues suageantes	PRES. (VISUEL)	ABS. (VISUEL)	PRES. (VISUEL)	ABS. (VISUEL)	Zinc mg/l		2,500		
Prés. abs autres corps	PRES. (VISUEL)	PRES. (VISUEL)	PRES. (VISUEL)	PRES. (VISUEL)	Cyanure mg/l		0,200		
Couleur (qualitatif)	TRES COLORE	TRES COLORE	TRES COLORE	TRES COLORE	Deterg anioniques mg/l		0,720		
Impidité (qualitatif)	TROUBLE	TROUBLE	TROUBLE	TROUBLE	Deterg non ioniques mg/l		27,000		
Odeur (qualitatif)	FORTE	FORTE	FORTE	LEGERE	Comp. phénoliques mg/l		0,000		
Importance de l'ombro	IMPORTANTE	IMPORTANTE	IMPORTANTE	FAIBLE	Subst. extr. étio. mg/l		20,000		
Météo	HUMIDE	HUMIDE	SEC ENSUL.	SEC ENSUL.					
Observations	0000	0000	0000	0000					
Organisme déter. débit					LABORATOIRE		203		
Nature du débit					Hexachlorobenzène mg/l		7		
Méth. estim. débit					Aldrine mg/l		10		
Valeur du débit	m³/s				Dieldrine mg/l		24		
					Heptachloro mg/l		10		
					Heptachloro epoxy mg/l		20		
					DDT pp mg/l		50		
					DDT op mg/l		50		
					DDE mg/l		20		
					TOE ou DDD pp mg/l		50		
					HCH alpha mg/l		14		
					HCH beta mg/l		20		
					HCH gamma mg/l		29		
					PCB totaux mg/l		500		
					Taux en Cl PCB %				
					Phénolique totaux mg/l		52000		
LABORATOIRE	203	203	203	203	CAMION LABO				
Couleur mg/l Pt	203	203	203	203	Indice de référence				
T° eau °C	18,1	19,5	20,0	16,5	Indice biologique				
pH	6,10	5,80	6,30	7,10	Indice toxiq.				
Conductivité 20° µS/cm	2600	2100	3300	2200	Oul. tenu - tot				
M E S T mg/l	39	32	222	47					
DBO 5 <sub>1</sub> mg/l	100,0	78,0	160,0	40,0	LABORATOIRE		404		
DCO mg/l	312	209	576	116	Activité alpha pCl				
Oxyg. (trouv. 4 h) mg/l	97,0	21,2	44,0	18,4	Activité beta BU/L/d		29		
Carbone org mg/l					Activité gamma BU/L/d		75		
Azote Kjeldahl mg/l	120,0	27,5	37,0	16,5					
Oxygène dissous mg/l	4,9	2,8	4,2	3,4	LABORATOIRE				
Taux de satur.	54	32	48	37	Chlorophylle A µg/l				
					Chlorophylle B µg/l				
					Chlorophylle C µg/l				
					Caroténoïde 1 µg/l				
					Caroténoïde 2 µg/l				
LABORATOIRE	203	203	203	203					
Ca ++ mg/l	132	116	106	102					
Mg ++ mg/l	19,3	14,0	34,0	14,8					
Na + mg/l	384,0	322,0	377,0	45,7					
K + mg/l	12,3	8,6	14,5	18,4					
NH 4 + mg/l	79,20	26,10	28,80	12,40					
LDJ - - mg/l									
NO 3 - mg/l	140	107	166	292					
SO 4 - - mg/l									
Cl - mg/l	390,0	390,0	345,0	178,0					
SO 4 - - mg/l	687,0	445,0	675,0	100,0					
NO 2 - mg/l	0,04	0,05	0,04	0,23					
NO 3 - mg/l	12,40	10,50	6,20	8,05					
PO 4 - mg/l	5,86	6,97	12,20	5,37					

ANALYSE DES EFFETS SUR L'ENVIRONNEMENT

**1. SITE DU REJET EN MER**

**1.1. Identification des impacts**

Les impacts potentiels du projet sont directement fonction des phases concernant la mise en oeuvre de l'ouvrage de rejet. On considèrera successivement :

- la phase de construction des ouvrages de rejet :
  - . ouvrage de rejet des eaux d'exhaure normales,
  - . ouvrage des venues d'eaux exceptionnelles ;
  
- la phase d'exploitation de l'ouvrage :
  - . en période de construction du tunnel,
  - . en période d'exploitation du tunnel ;
  
- la phase d'entretien.

**1.1.1. La phase de construction de l'ouvrage de rejet des eaux d'exhaure normales**

Les travaux consistent à enfouir la conduite d'exhaure normale. Le recouvrement de la tranchée lors des marées montantes nécessite de fractionner la réalisation de l'ensemble.

**Description des opérations :**

. Zone intertidale :

\*Excavation : Les procédés d'excavation sont classiques. En revanche, la présence de la mer, des niveaux sableux et crayeux impose :

- l'utilisation d'engins chenilles,
- si nécessaire, l'ouverture dans la craie par brise roche,
- le blindage des talus sur toute la longueur,
- le pompage des eaux d'infiltration et des dépôts sédimentaires (curage si besoin est).

\*Descente et connexion mécanique des tubes.



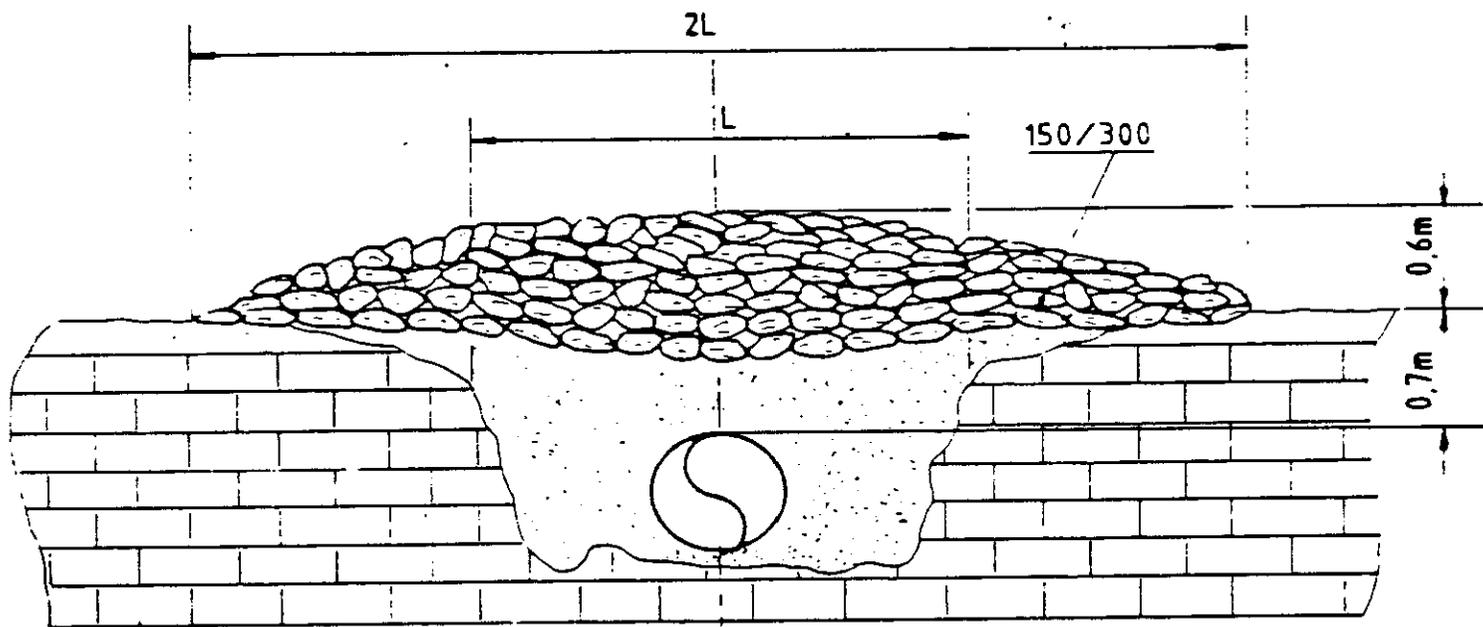
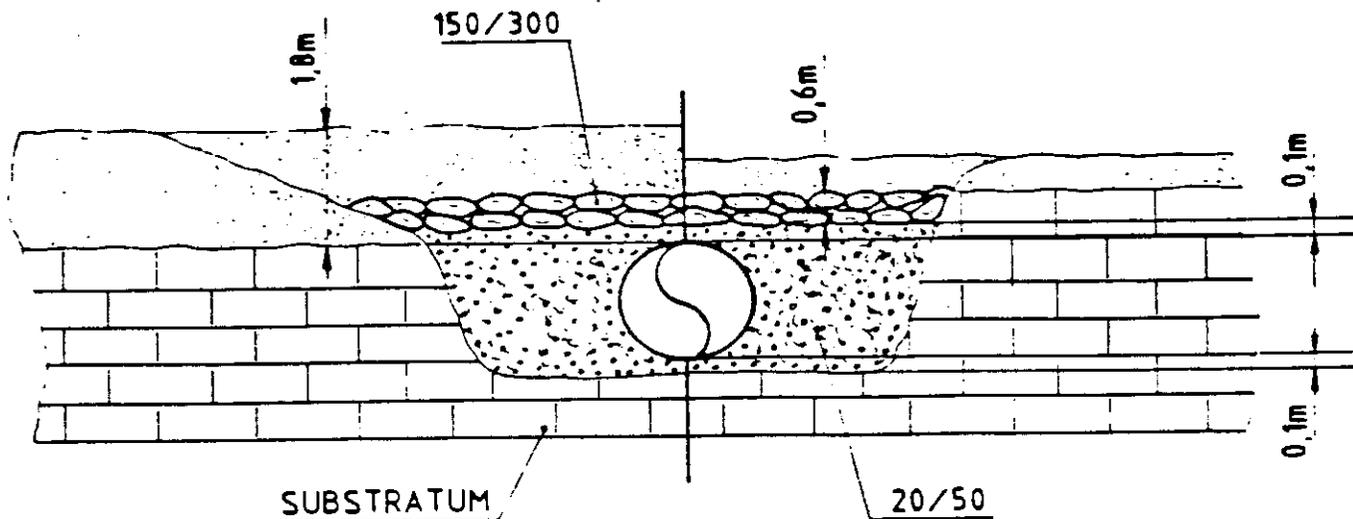
B.P. N° 157  
LA SEYNE SUR MER  
83500 (FRANCE)  
Télex : 400504 F SPICA  
Tél : 94 94 19 43

REJET DES EAUX  
D'EXHAURE DU TUNNEL  
AVANT PROJET SOMMAIRE

REF. 54 321  
DATE 15.04.1987

SECTION 1

SECTION 2



SECTION 3

ZONE AU-DELA DU B.M.V.E.  
( -2,51 IGN 69 )

\*Remplissage de la tranchée par déversement de granulats 20/50 10 cm en dessus de la génératrice supérieure, une couche de 60 cm d'enrochement de stabilisation sera régalée.

. Zone toujours immergée : l'impossibilité de circuler avec des engins terrestres traditionnels impose l'usage de techniques maritimes.

1ère phase : Excavation :

La tranchée sera ouverte à l'explosif. Les opérations seront simplifiées par l'utilisation de charges creuses sur une surface de 4 m x 120 m suivant un quadrillage de 1,5 m x 1,5 m.

Chaque charge creuse est intégrée à un lest, puis l'ensemble des lests et des cordons détonants seront préparés de façon à opérer la pose en continu.

Les phases suivantes nécessitent l'utilisation d'un ponton ou barge suffisamment large pour transporter une pelle rétro.

2ème phase : Curage des déblais :

Il sera réalisé par une pelle rétro à poste sur le ponton. Avant traction des 120 m de conduite, le fond de tranchée sera nettoyé au jetting.

3ème phase : Tirage de la conduite :

120 m de tubes seront préassemblés par soudure sur la plage et, ensuite, tirés depuis le large.

- Impacts potentiels associés :

- . accroissement de la turbidité,
- . impacts dus au roulage des engins sur la plage,
- . effets des explosifs.

#### 1.1.2. Phase de construction de l'ouvrage des venues d'eaux exceptionnelles

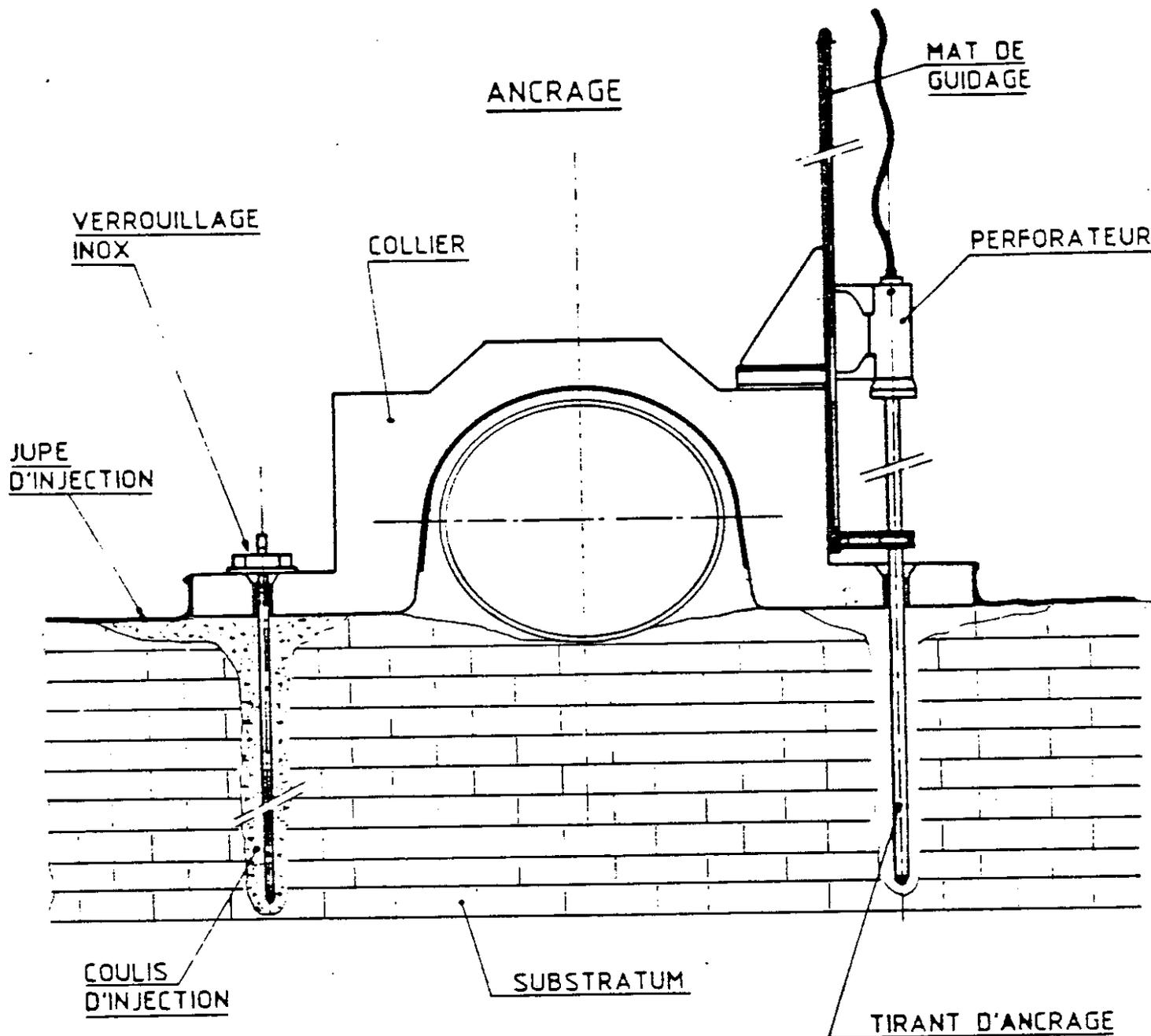
Cet ouvrage étant situé au niveau des éboulis de falaise, c'est-à-dire tout-à-fait en haut de plage, on considère que la phase de construction n'est pas susceptible d'entraîner des impacts négatifs importants sur le milieu marin sensu stricto.

Intersub

B.P. N° 167  
LA SEYNE SUR MER  
83500 (FRANCE)  
Télex : 400504 F SPICA  
Tél. : 94 94 19 43

REJET DES EAUX  
D'EXHAURE DU TUNNEL  
AVANT PROJET SOMMAIRE

REF. 54 321  
DATE 15.04.1987



### 1.1.3. Phase d'exploitation de l'ouvrage de rejet

#### 1.1.3.1. En période de construction du tunnel

##### - Ouvrage de rejets d'eaux d'exhaure normales :

Les caractéristiques des produits rejetés ont été décrites précédemment. Il s'agit d'eau saumâtre légèrement chargée en matières en suspension ( $\leq 0.5$  g/l). Quelques produits non toxiques (ciment, silicate de soude, durcisseur, bentonite, huiles et graisses) pourront s'y ajouter en quantité limitée.

##### - Impacts potentiels associés :

- . accroissement de la turbidité,
- . introduction de produits dans le milieu marin,
- . introduction d'eau saumâtre dans le milieu.

#### 1.1.3.2. Ouvrage de rejets de venues d'eaux exceptionnelles

En cas d'accident (rupture d'un joint de tunnelier, rencontre d'un sondage non cimenté), les eaux rejetées seront de même nature que celles des eaux d'exhaure normales mais ne transitant pas par la station de traitement, leur débit et leur charge matériel particulaire seront beaucoup plus élevés. Toutefois, ces rejets sont limités dans le temps.

##### - Impacts potentiels associés :

- . accroissement de la turbidité,
- . introduction de produits dans le milieu marin,
- . introduction d'eau saumâtre dans le milieu.

#### 1.1.3.3. En période d'exploitation du tunnel

##### - Eaux d'exhaures normales (cf. paragraphe 1.1.3.1.).

- Eaux d'exhaures polluées par un accident ferroviaire : il est possible qu'un accident ferroviaire se produise et que des produits dangereux soient déversés dans le tunnel. Il n'est cependant pas possible actuellement d'évaluer l'impact de leur rejet, car la nature et les quantités susceptibles d'être rejetées en mer font actuellement l'objet d'une étude qui sera achevée en 1988.

#### 1.1.4. Phase d'entretien de l'ouvrage

L'entretien courant consistera en une inspection de la protection de la conduite sur la plage et de l'extrémité de la conduite.

Contre la fixation d'organismes marins (moules et autres crustacés), il est prévu un nettoyage mécanique périodique, procédé qui n'est source d'aucune pollution.

#### 1.2. Analyse des effets sur l'environnement

Les facteurs susceptibles d'être à l'origine d'impacts négatifs sur l'environnement marin au cours de la construction et de l'exploitation du tunnel sont :

- un accroissement possible de la turbidité du milieu (craie),
- l'introduction dans le milieu marin de produits divers tels que :
 

<ul style="list-style-type: none"> <li>. du silicate de soude,</li> <li>. du ciment,</li> <li>. du durcisseur,</li> <li>. de la bentonite,</li> <li>. quelques hydrocarbures (huiles et graisses),</li> </ul>	}	pendant la phase de construction
---	---	----------------------------------
- des apports d'eaux saumâtres dont la salinité pourra varier de 5 à 10 g/l.

Les effets potentiels de ces différents facteurs sur les organismes marins seront traités dans les paragraphes suivants.

##### 1.2.1. Effets liés à l'accroissement de la turbidité du 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 crayeux.

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 crayeux, de petite dimension (2-4  $\mu$  de taille moyenne). Elles sont dépourvues de matériel organique susceptible d'induire une demande en oxygène, et elles ne transportent pas de polluants adsorbés. 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 adsorber 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 arrivé 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 au rejet.

#### 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.

PEDDCORD 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 (clame) 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 (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.

### 1.2.2. Effets des autres composants du rejet

Les autres composants du rejet sont constitués par :

- du silicate de sodium,
- du ciment,
- du durcisseur,
- de la bentonite,
- quelques hydrocarbures.

#### 1.2.2.1. Le silicate de sodium

C'est un sel cristalin incolore assez peu soluble dans l'eau, issu de l'association entre la silice et les oxydes de sodium. Il est utilisé comme agent dispersant, émulsifiant ou défloculant. Le pH est voisin de 10.

Quelques tests de toxicité ont été réalisés sur des crustacés d'eau douce (Daphnia magna) par FREEMAN et FOWLER (1953). Ces tests montrent que le seuil de toxicité sur cette espèce dépasse 100 mg/l. Associé à des sels de chrome, le seuil peut toutefois s'abaisser significativement (0,15 - 0,90 mg/l).

#### 1.2.2.2. Le ciment

Sans objet hormis sa contribution à l'accroissement de la turbidité.

#### 1.2.2.3. Les durcisseurs

Il s'agit d'un mélange d'adipate - glutarate - succinate d'éthyle. C'est un produit facilement biodégradable. Il apparaît d'après les renseignements fournis par le constructeur comme atoxique et moyennement irritant.

#### 1.2.2.4. La bentonite

Essentiellement composée de minéraux très fortement colloïdaux et plastiques (montmorillonite). La bentonite a fait l'objet de quelques études quant à ses effets sur les organismes marins (bivalves).

CHIBA et OSHIMA (1957) montrent que des concentrations de bentonite dans l'eau allant jusqu'à 1 g/l, ne réduisant pas le taux de pompage des moules et autres bivalves utilisés dans leurs expériences. A des concentrations supérieures, le taux de filtration de la moule augmente proportionnellement.

PEDDICORD et al (1975) observent un accroissement de la consommation d'oxygène de la moule en fonction de la concentration (non précisée) en bentonite.

#### 1.2.2.5. Les hydrocarbures

Les très faibles quantités rejetées dans des conditions normales ne sont pas susceptibles d'avoir un impact négatif important sur le milieu marin.

#### 1.2.3. Effets dus à l'apport d'eaux saumâtres

La salinité des eaux rejetées n'est pas connue avec précision. On peut cependant supposer qu'une certaine quantité d'eau saumâtre se déversera dans le milieu marin. Néanmoins, cette quantité restera toujours faible, comparée aux capacités de dilution de la mer. L'impact de ces rejets devrait donc rester spatialement très limité.

#### 1.2.4. Estimation de l'extension du panache turbide et des concentrations en matières en suspension au voisinage du rejet (solution rejet en mer)

L'objectif de ce paragraphe est d'estimer la dispersion dans l'eau des particules en suspension rejetées et l'extension du panache turbide provoqué par le rejet.

##### 1.2.4.1. Mécanismes en jeu

Le rejet pris en considération est constitué par de l'eau de mer de densité sensiblement équivalente à celle du milieu récepteur. Ces eaux qui contiennent des matières en suspension sont préalablement passées par la station de traitement et en conséquence, une certaine quantité de matières en suspension a été soustraite. Les particules qui subsistent dans le rejet sont celles qui ont échappé aux traitements de floculation et, compte tenu de leur taille ( $< 5 \mu$ ), on considère qu'une fois rejetées en mer, elles se comportent de manière équivalente à des particules d'eau.

##### 1.2.4.2. Modélisation

###### - Hypothèse de base

i) La vitesse de chute des particules est négligée et le sédiment est considéré comme un élément dissous conservatif.

ii) Le temps nécessaire pour atteindre les distances prises en compte est très inférieur à la durée de la marée (6 h). On peut alors considérer un régime de courant permanent et uniforme

iii) Le rejet est continu.

###### - Deux étapes seront distinguées :

- 1) Le panache n'occupe pas toute la tranche d'eau.
- 2) Etalement bidimensionnel du panache par un courant permanent et uniforme.

### 1.2.4.3. Données caractéristiques prises en compte

On distingue un certain nombre de cas :

	Débit $= Q$ ( $m^3.s^{-1}$ )	Vitesse à la sortie du tuyau $= V_0$ ( $m.s^{-1}$ )	Concentration $= C$ ( $g.l^{-1}$ )
<u>Phase de construction</u>			
Année 1	0,115	0,91	0,10
Année 2	0,235	1,87	0,16
Année 3	0,350	2,78	0,23
<u>Phase d'utilisation</u>			
	0,205	1,63	0,27

### 1.2.4.4. Etape 1

La vitesse du rejet à la sortie de l'émissaire étant considérée comme importante, on applique un modèle de jet dans un courant traversier permanent et uniforme.

On suppose en outre que le jet peut être schématisé de telle sorte que sa section à une distance  $X$  de l'émissaire est un 1/2 disque (figure 13). Cette schématisation est due à CHU et GOLDBERG (1974).

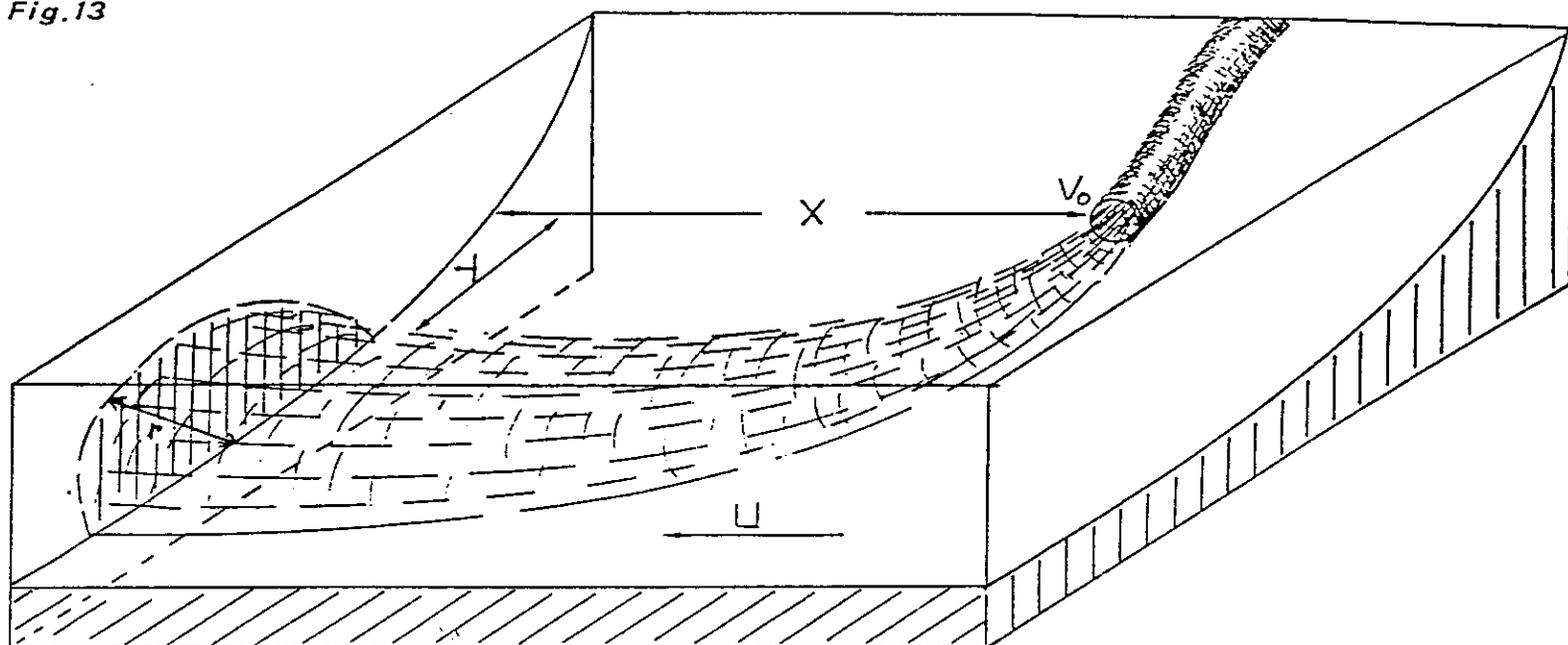
Le paramètre  $K$  est défini par l'expression suivante :

$$K = \frac{V_0}{U} \quad (1)$$

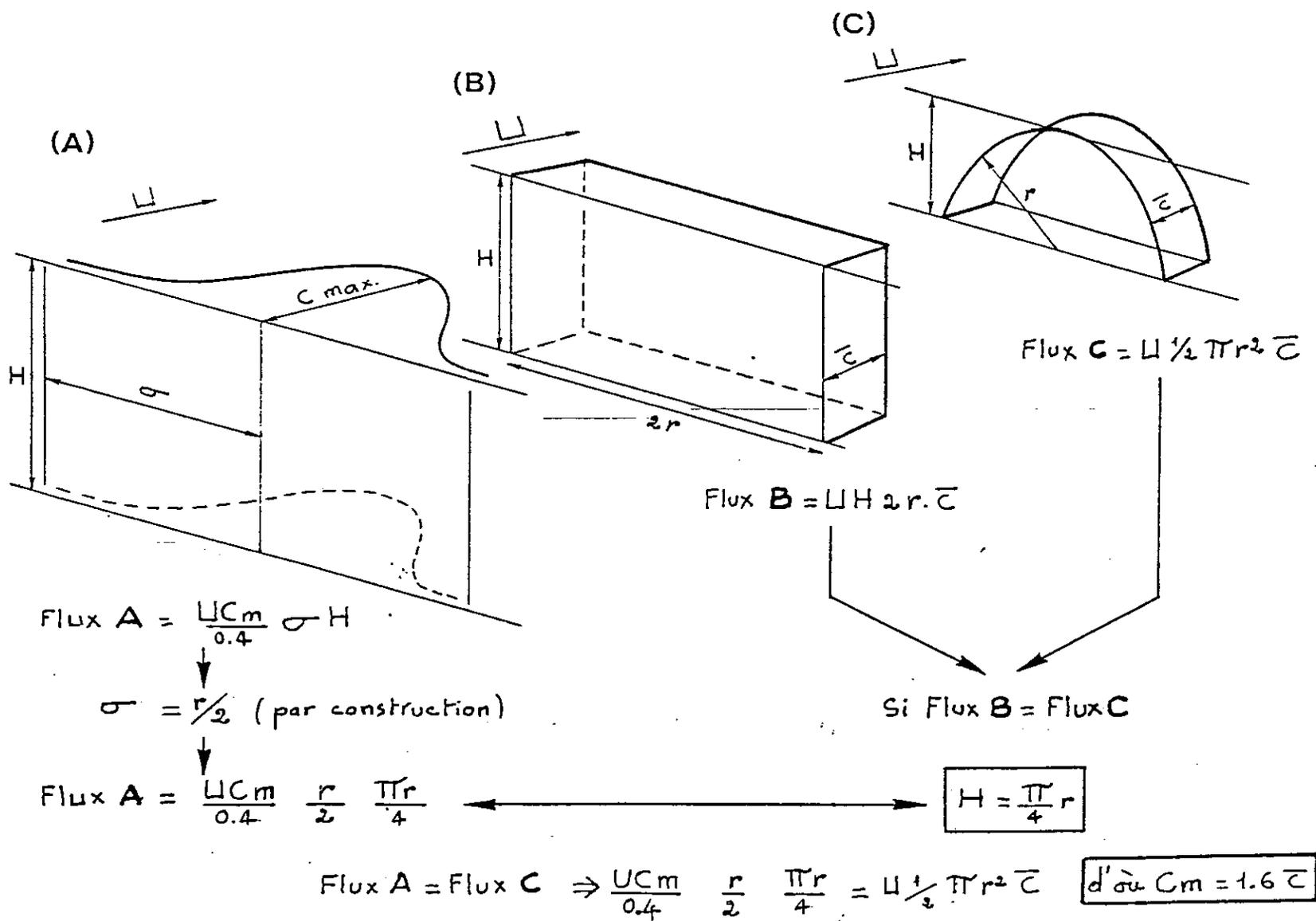
$V_0$  = Vitesse du jet

$U$  = Vitesse du courant ambiant

Fig.13



REPRESENTATION SCHEMATIQUE DU JET DANS UN COURANT TRAVERSIER



EQUIVALENCE ENTRE PANACHE "2D" GAUSSIEN ET PANACHE "3D" PLAT

La trajectoire est donnée par la formule :

$$y = D \left( \frac{3}{4E^2} \frac{K^2}{D} \right)^{1/3} x^{1/3} \quad (2)$$

D = diamètre du tuyau

E = 0,4 à 0,5 est un coefficient d'entraînement déterminé expérimentalement

x = distance à l'émissaire

Dimension caractéristique du jet :

$$v = Ey + r_0 \quad (3)$$

r = rayon du 1/2 disque

r<sub>0</sub> = rayon initial du 1/2 disque

Pour des raisons de conservation de la masse rejetée on a :

$$\frac{\pi r_0^3}{2} U = \frac{\pi D^2}{4} v_0$$

d'où :

$$r_0 = D \sqrt{\frac{K}{2}}$$

- Calcul de la dilution (on écrit la conservation de la masse rejetée) :

$$\frac{C_0}{C} = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{U r^2}{Q} \quad (4)$$

Q = débit de l'émissaire  
C<sub>0</sub> = concentration initiale  
C = concentration moyenne dans le panache à la distance X de la sortie de l'émissaire

- Application numérique : les cas suivants seront examinés :

D = 0,4 m			
V <sub>o</sub>	= 0,9	1,9	2,8
Q	= 0,115	0,235	0,350
U	= 0,5	1	
H (m)	= 5	10	
(hauteur de la tranche d'eau)			

- Résultats (cf. tableau page suivante).

Les résultats exposés montrent que dans les différents cas envisagés, les concentrations moyennes en matières en suspension diminuent très vite en fonction de l'éloignement par rapport au rejet. Ces concentrations sont généralement inférieures à la concentration observée dans le milieu.

Pour des conditions de rejet maximal de  $0,350 \text{ m}^3 \text{ s.}^{-1}$  et une vitesse du courant ambiant de  $1 \text{ m.}^{-1}$  on obtient :

$$K = 2,8 \quad D = 0,4 \text{ m} \quad E = 0,5 \quad \bar{C} = 0,23 \text{ mg/l}$$

$$Y = 1,53 x^{1/3}$$

$$r = 0,5 y + 0,47$$

$$\frac{C_o}{c} = 4,5^2$$

Soit à  $X = 10 \text{ m}$  de la sortie de l'émissaire :

$$y = 3,30$$

$$r = 2,10$$

$$\frac{C_o}{c} = 20$$

$$c = \frac{0,23}{20} = 0,012 \text{ g/l} = 11,5 \text{ mg/l}$$

U = 0.5							U = 1						
Vo m/s	0.9		1.9		2.8		0.9		1.9		2.8		
Q (m <sup>3</sup> /s)	0.119		0.235		0.350		0.115		0.235		0.350		
K	1.8		3.8		5.6		0.9		1.9		2.8		
H (m)	(1) 5	(2) 10	(3) 5	(4) 10	(5) 5	(6) 10	(7) 5	(8) 10	(9) 5	(10) 10	(11) 5	(12) 10	
r (m)	6.4	12.8	6.4	12.8	6.4	12.8	6.4	12.8	6.4	12.8	6.4	12.8	
r <sub>0</sub> (m)	0.38	0.38	0.55	0.55	0.67	0.67	0.27	0.27	0.39	0.39	0.47	0.47	
$y = \frac{r - r_0}{E}$	12	25	11.7	24.5	11	14.3	24.3	12,2	25	12	24.8	11.9	24.6
$x = \frac{4E^2 D(y)^3}{3K^2 (D)}$	1 083 ■	9 796 ■	203 ■	2 000 ■	96 ■	930 ■	4.553 ■	39.183 ■	972 ■	8 582 ■	437 ■	3 857 ■	
$\frac{C_0}{C} = \frac{\pi U r^2}{2 Q}$	280	1 120	137	548	92	368	560	2 240	274	1 100	184	735	
C <sub>0</sub> g/l	0.1	0.1	0.16	0.16	0.23	0.23	0.1	0.1	0.16	0.16	0.23	0.23	
C g/l	3.6.10 <sup>-4</sup>	9.10 <sup>-3</sup>	1.12 10 <sup>-4</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	2.5 10 <sup>-3</sup>	6.2 10 <sup>-4</sup>	1.8 10 <sup>-4</sup>	4.5 10 <sup>-5</sup>	6. 10 <sup>-4</sup>	1.4 10 <sup>-4</sup>	1.2 10 <sup>-3</sup>	3.10 <sup>-4</sup>	
C mg/l	0.36	0.089	1.17	0.29	2.5	0.62	0.18	0.05	0.6	0.15	1.25	0.31	

Tableau de calcul de la position du panache et de sa dilution à une distance x telle que la dimension caractéristique du panache soit de l'ordre de la hauteur d'eau ( $H = \frac{\pi}{4} r$ )

pour  $x = 100$  mètres de la sortie de l'émissaire :

$$y = 7 \text{ m}$$

$$r = 4 \text{ m}$$

$$\frac{C_0}{C} = 72$$

$$C = 3,10^{-3} \text{ g/l}^{-1} = 3,19 \text{ mg/l.}$$

A 3857 m on observe une concentration voisine de  $0,31 \text{ mg.l}^{-1}$  (cf. tableau page 67) le temps nécessaire pour atteindre cette distance est voisine de :

$$\frac{3850}{U} \quad 3850 \text{ secondes}$$

soit 1 heure ce qui est très inférieur à la durée du flot et du jusant. L'hypothèse (ii) est ainsi validée.

#### 1.2.4.5. Etape 2

Lorsque le panache atteint une dimension de l'ordre de grandeur de la hauteur d'eau on admet que l'effet de jet devient négligeable et que l'étalement est bidimensionnel. On est conduit à la résolution d'un problème classique d'étalement du panache dans un milieu où règne un courant permanent uniforme.

Régime permanent : étalement bidimensionnel du panache :

Dans ces conditions, la diffusion longitudinale est considérée négligeable par rapport à l'advection.

L'équation qui décrit cet étalement est :

$$U \frac{\partial c}{\partial x} = K_y \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \quad (5)$$

Si on admet que pour  $x = 0$ , la fonction  $C(y)$  décrit une distribution gaussienne, l'équation (5) a pour solution :

$$C = \frac{C_1}{\sqrt{1 + \xi}} e^{-\frac{\eta^2}{2(1 + \xi)}} \quad (6)$$

dans laquelle :

$$\xi = \frac{2 K_y x}{U \sigma_1^2} \quad \text{ou} \quad \frac{2 K_y (x - x_1)}{U \sigma_1^2}$$

$$\eta = \frac{y}{\sigma_1}$$

avec  $x_1$  = position initiale du panache par rapport à l'émissaire (étape 1)

$U$  = vitesse de courant ambiant

$K_y$  = coefficient de dispersion transversal variant de 1 à 5 m.2.s<sup>-1</sup>

$C_1$  = concentration maximum de la distribution gaussienne (au départ, c'est-à-dire trouvés au paragraphe précédent)

$\sigma_1$  = écart-type

Sur l'axe du panache, l'équation (6) devient :

$$C = \frac{C_1}{\sqrt{1 + \xi^2}}$$

- Transition entre les étapes

Le raccordement des deux étapes nécessite d'effectuer une équivalence entre un panache à trois dimensions "plat" (Etape 1) et un panache à 2 dimensions gaussien (Etape 2). Cette transition est schématisée sur la figure 13.

On définit donc un panache initial équivalent au panache en forme de 1/2 disque (panache C) obtenu à la fin de la première étape.

On procède en deux temps :

- le panache (C) est assimilé à un rectangle de hauteur  $H$  et de base  $2r$  de même concentration  $C$  uniforme. La conservation des flux impose alors :

$$H = \frac{\pi r}{L}$$

- la répartition uniforme des concentrations dans le panache (B) est remplacée par une distribution gaussienne telle que  $\sigma$  (écart-type) =  $\frac{r}{2}$  (conservation des flux).

Les paramètres  $\sigma_1$  et  $C$  des relations (6) et (7) sont alors définis.

## Application numérique :

On recherche la concentration le long de l'axe du panache faisant suite au jet (correspondant au scénario (5) du tableau page ).

On envisage 2 valeurs de  $K_y$  (1 et  $5 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ) :

$$- C_1 = 1,6 \bar{C} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ g.l}^{-1}$$

$$- \sigma_1 = 3,2 \text{ m}$$

$ky = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$ky = 5 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$
$C = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1 + (0,4(x-96))}} \text{ g.l}^{-1}$	$C = \frac{4 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1 + 2(x+96)}} \text{ g.l}^{-1}$
soit pour $x = 96 + 10 \text{ m}$ $C = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ g.l}^{-1} = 1,8 \text{ mg.l}^{-1}$	pour $x = 96 + 10 \text{ m}$ $C = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ g.l}^{-1} = 0,9 \text{ mg.l}^{-1}$
pour $x = 96 + 100 \text{ m}$ $C = 0,62 \cdot 10^{-3} \text{ g.l}^{-1} = 0,62 \text{ mg.l}^{-1}$	pour $x = 96 + 100 \text{ m}$ $C = 0,28 \cdot 10^{-3} \text{ g.l}^{-1} = 0,28 \text{ mg.l}^{-1}$
pour $x = 96 + 904 \text{ m}$ soit à 100 m de la sortie de l'émissaire $C = 0,21 \cdot 10^{-3} \text{ g.l}^{-1} = 0,21 \text{ mg.l}^{-1}$	pour $x = 96 + 904 \text{ m}$ $C = 0,09 \cdot 10^{-3} \text{ g.l}^{-1} = 0,09 \text{ mg.l}^{-1}$

En conclusion, dans le cas jugé le plus défavorable (scénario 5), le modèle montre que les concentrations en matières en suspension du panache diminuent fortement en fonction de la distance à l'émissaire. A 100 m de celui-ci, la concentration en matières en suspension est de 2,5 mg/l soit équivalente à celle des eaux du large. A 200 m de l'émissaire on atteint  $0,62 \text{ mg.l}^{-1}$  et à 1000 mètres  $0,21 \text{ mg.l}^{-1}$ . A ces concentrations, on peut affirmer que l'impact du rejet sur les organismes marins est inexistant.

### 1.2.5. Effets des explosifs

Dans la zone toujours immergée (PK 0.68 au PK 0.74), la tranchée devant recevoir la conduite sera ouverte à l'explosif. Les opérations seront effectuées à l'aide de charges creuses (cf. APS).

Les changements rapides de pression générés par les explosions peuvent causer d'importantes blessures, voire même, entraîner la mort massive de la faune marine. Les lésions graves se situent habituellement au niveau de la vessie natatoire des poissons. Les mortalités susceptibles de se produire chez les poissons dépendent en grande partie de leur poids. Des animaux pesant entre 0,02 g et 800 g ont été soumis à des conditions d'explosions similaires et les résultats ont montré que le pourcentage de mortalité augmente considérablement quand le poids du poisson est plus faible.

L'effet des explosions sur les oeufs et larves de poissons a été examiné par KOSTYUCHENKO (1973). L'auteur a montré que la survie des oeufs des quatre espèces testées était grandement réduite sous l'effet de petites charges de T.N.T. Les dommages causés aux oeufs et aux embryons consistaient essentiellement en une déformation et une compression de la membrane de l'oeuf, des déplacements de l'embryon dans sa coque protectrice et des déchirures de la membrane vitelline. Les larves de poissons quant à elles, sont moins sensibles que les oeufs.

YELVERTON et al (1975) ont proposé un modèle pour déterminer à quelle distance de la charge on peut s'attendre à ce qu'il n'y ait aucun effet sur des poissons. En utilisant ce modèle, on peut montrer que pour une charge d'explosif placée à 6 mètres de la surface, et pesant 2 kg, la distance minimum pour que des poissons de 200 g ne soient pas blessés est de l'ordre de 200 m. Cette distance serait réduite à 120 m pour une charge de 900 g d'explosif.

## **2. LE SITE DU CANAL D'ASFELD**

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 impacts potentiels du rejet. Il convient toutefois de signaler que le déversement de particules fines ( $< 5 \mu$ ) dans ce milieu très altéré par la pollution domestique et industrialo-portuaire peut présenter un danger dont les conséquences sont difficiles à évaluer. En effet, les particules fines en suspension transitant dans des eaux plus ou moins contaminées par des produits tels que les herbicides, P.C.B. ou métaux, sont susceptibles d'adsorber une certaine partie de ces polluants. Les particules transportées par les courants pourront, par la suite, éventuellement, contaminer la chaîne alimentaire marine.

## **3. BILAN RECAPITULATIF DES IMPACTS**

### **3.1. Solution rejet dans le canal d'Asfeld**

Ce site est déjà très fortement impacté par des rejets domestiques et industriels, et la qualité des eaux du canal est médiocre. Les rejets ne comportant ni produits toxiques, ni matériel susceptible d'augmenter significativement la D.B.O. auront donc un effet mineur sur l'environnement. Il faut cependant attirer l'attention sur le fait que le déversement de particules fines dans un milieu pollué chimiquement, peut conduire à l'adsorption de certaines de polluants (P.C.B., métaux) sur ces particules fines en suspension, qui dériveront au gré des courants et pourront éventuellement contaminer la chaîne alimentaire. La quantification de cet impact possible est toutefois difficile à réaliser dans l'état actuel de nos connaissances.

### **3.2. Solution rejet en mer**

L'analyse des effets potentiels sur l'environnement a montré que l'impact prédominant du rejet se manifestait par une augmentation de la teneur en matières en suspension au voisinage du point de rejet. Cependant, les concentrations en matières en suspension après traitement, et en dehors

de rejets exceptionnels dus à un accident, seront relativement faibles et du même ordre de grandeur que celles observées sur le site en bas de plage (cf. page 7). L'examen de la littérature traitant des effets des matières en suspension sur la flore et la faune marine a montré qu'à ce niveau de concentration ( $\ll 0,5 \text{ g/l}$ ) il n'y avait pas lieu de redouter d'effets néfastes sur l'environnement.

Différents produits seront ajoutés aux eaux rejetées (ciment, benthonite, silicates de sodium, ...). Ces composés se caractérisent par une toxicité faible, voire même nulle, compte tenu des concentrations utilisées.

Le point de rejet est localisé dans une zone où la pêche est active, notamment pour ce qui concerne la sole et le bar qui sont pêchés près de la côte entre Calais et Blanc-Nez. Au cours de la période de mise en place de la conduite, et notamment pendant l'utilisation d'explosifs, des mortalités de poissons pourront être observées. L'ampleur de ces mortalités dépendront à la fois de la quantité d'explosifs utilisée, de l'éloignement des poissons par rapport à la charge d'explosifs, et du poids individuel des poissons.

Les concentrations en matières en suspension obtenues après traitement ne devraient pas avoir d'effets sur les poissons.

Au cours de la construction du tunnel, des infiltrations d'eau importantes sont susceptibles de se produire accidentellement. Dans ce cas, un circuit secondaire by-passant la station de traitement conduiront les eaux sur le haut de plage où elles s'écouleront après avoir été diffusées. En conséquence, une importante quantité d'eau plus ou moins chargée en matières en suspension se déversera en mer. La quantité de matières en suspension pourra être éventuellement importante ( $10 \text{ g/l}$ ). Dans ces conditions, les impacts possibles seront directement proportionnels à la durée du rejet accidentel. Des précautions spéciales pourront cependant être prises pour limiter l'extension du panache turbide (utilisation de barrages destinés à circonscrire la tâche turbide).

#### 4. CHOIX DE LA VARIANTE ET RAISON DU CHOIX

##### 4.1. Solution 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 à peu près nuls. Il faut cependant attirer l'attention sur le fait que le déversement de particules très fines dans un milieu pollué chimiquement peut conduire à l'adsorption de certains de ces polluants (P.C.B., métaux traces, ...) sur ces particules, qui, par la suite, dériveront au gré des courants et pourront éventuellement contaminer la chaîne alimentaire. Il est toutefois difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de quantifier cet impact.

##### 4.2. Solution rejet en mer

L'analyse des effets potentiels sur l'environnement a montré que l'impact prédominant du rejet était constitué par l'augmentation de la teneur en matières en suspension, les autres produits associés au rejet étant peu ou pas toxiques et, en tous cas, déversés en petites quantités dans le milieu marin.

Il a été noté par ailleurs que :

- le rejet en matières en suspension constituait une assez faible part de l'ensemble des apports (naturels ou humains) provenant au littoral de la région (cf. page 11 à page 13),

- la zone très côtière qui baigne ce littoral est naturellement turbide (quelques centaines de mg/l) (cf. page 7),

- le panache turbide, du fait des conditions hydrodynamiques régnant dans ces parages, se diluait rapidement pour ne plus atteindre quelques dixièmes de mg/l au bout de quelques centaines de mètres, c'est-à-dire une concentration dix fois moins élevée que les concentrations naturelles qui, elles, sont égalées à moins de 100 m de la sortie de l'émissaire.

- 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 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 relativement faibles après traitement, il est raisonnable de penser que ces déversements ne conduiront pas à des effets nocifs sur les ressources halieutiques du site.

Un gisement naturel de moules existe également à 1,5 km au Sud - Ouest du site envisagé pour les rejets. Ce gisement est de faible valeur économique et il est extrêmement peu probable que dans des conditions normales les produits issus du rejet puissent l'affecter sérieusement.

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.

#### 4.3. Choix de la variante

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 qui peut être considéré comme non polluant et non toxique. En conséquence (toute situation exceptionnelle mise à part : accident grave en cours de construction ou d'utilisation du tunnel) sur un plan strictement écologique, les deux sites pressentis peuvent convenir aux opérations projetées.

Un élément susceptible de guider le choix vers un site plutôt que l'autre est l'examen des conséquences probables d'un éventuel accident ferroviaire au cours de l'utilisation du tunnel.

Dans le cas du déversement accidentel d'un produit particulièrement dangereux lors de la vie de l'ouvrage, et en l'absence de l'existence d'une capacité de stockage suffisante, des substances particulièrement nocives pourraient parvenir au milieu marin.

Si ce rejet est effectué dans le canal d'Asfeld, les effets à court terme seront moins spectaculaires que dans le cas du rejet en mer. Par ailleurs les possibilités de circonscrire les eaux polluées et éventuellement de les pomper pour les stocker à terre, seront meilleures que dans un site très brassé et peu accessible (zone déferlement).

Si le choix s'oriente vers la solution de rejet en mer, des dispositions spéciales devront être prises pour limiter les risques d'un tel accident (capacités de stockage d'eaux polluées suffisantes, interdiction du transport de certains produits, intervention au niveau de la station de traitement). Ces recommandations s'appliquent également dans le cas du rejet dans le canal d'Asfeld.

En résumé, il apparaît qu'en dehors de situations de type accidentel les critères proprement écologiques ne permettent pas de recommander un site plutôt qu'un autre. Le rejet dans le canal d'Asfeld paraît, a priori, la solution la plus simple puisque le milieu est déjà très fortement dégradé. Cependant, dans ce complexe industrialo-portuaire, le rejet de particules fines ( $< 8 \mu$ ) dont la capacité d'adsorption est mal connue, peut éventuellement conduire à des problèmes de contamination de la chaîne alimentaire, par suite de la possible association entre polluants (P.C.B., herbicides, métaux) et matières particulaires en suspension.

En contre partie, l'examen détaillé des effets potentiels du rejet en mer sur la flore et la faune ne permet pas de déconseiller le choix d'un tel site qui reste néanmoins plus sensible que le premier en cas d'accident entraînant le déversement en mer de produits toxiques dangereux.

## RECOMMANDATIONS

Ce chapitre a pour objet de fournir un certain nombre de recommandations destinées à conseiller le maître d'ouvrage sur les dispositions à prendre pour limiter, voire même supprimer les impacts sur l'environnement dont le projet peut être à l'origine.

### 1. CONSTRUCTION DE L'OUVRAGE DE REJET

#### 1.1. Canal d'Asfeld

Aucune recommandation particulière ne peut être formulée car l'ouvrage n'empiète pas directement sur le domaine marin.

#### 1.2. Rejet en mer

Un certain nombre d'opérations qui auront lieu dans la zone intertidale et subtidale au cours de la mise en place de la conduite sont susceptibles d'affecter temporairement les paramètres écologiques du site. Parmi ces travaux, on peut citer :

- le déplacement d'engins chenillés sur la plage,
- l'usage d'explosifs.

Dans la mesure du possible, ces opérations devront s'effectuer en période hivernale, au moment où la biomasse et la densité des organismes marins seront les plus faibles (décembre à février). C'est également au cours de cette période, que la zone côtière est la moins fréquentée par les pêcheurs.

La plage devra en outre être remise en état après la pose de la conduite de rejet, en prenant soin de respecter l'étagement granulométrique naturel de l'estran.

L'ouvrage de pied de falaise (eaux exceptionnelles) devra être aussi discret que le permettent les techniques actuelles. Des précautions particulières devront être prises pour assurer la sécurité des personnes qui fréquentent la plage (panneaux d'avertissement, signalisation, interdiction en période critique).

## 2. UTILISATION EN COURS DE PERCEMENT DU TUNNEL (1988 - 1991)

### 2.1. Eaux d'exhaure normales (site rejet en mer)

Il sera assuré une surveillance des rejets à la sortie de la station de traitement, de façon à ce que les concentrations des produits rejetés soient bien conformes aux valeurs annoncées dans l'A.P.S.

En cas de dépassement de ces valeurs, un traitement approprié devra être appliqué.

### 2.2. Eaux accidentelles

S'il est nécessaire de déverser de grandes quantités d'eaux sur la plage, il est probable que le profil en soit altéré. Celui-ci devra donc être reconstitué après la fin de la période de déversement des eaux.

## 3. UTILISATION EN COURS D'EXPLOITATION DU TUNNEL

### 3.1. Eaux d'exhaures normales

Cf. paragraphe 2.1..

### 3.2. Pollution accidentelle

En cas de pollution accidentelle, des capacités de stockage suffisantes devront être prévues. Les traitements appropriés à chaque type de pollution ne peuvent pas être définies dans le cadre de cette étude.

## PROGRAMME DE SURVEILLANCE

La surveillance de la quantité et de la qualité des rejets devra s'effectuer en trois points :

- à l'entrée de la station de traitement,
- à la sortie de la station de traitement,
- au niveau du rejet en mer.

N.B. : il n'est pas prévu de programme de surveillance dans le cas de rejet dans le canal d'Asfeld.

### 1. ENTREE DE LA STATION DE TRAITEMENT

- Paramètres mesurés :
  - . débit,
  - . pH,
  - . température,
  - . salinité,
  - . teneurs en matières en suspension ou turbidité,
  - . bactériologie (germes tests).

- Fréquence : journalière si possible (hebdomadaire autrement).  
 Les mesure devront être réparties de façon aléatoire afin de "lisser" les variations du débit. Il ne sera nécessaire de maintenir cette fréquence que pendant les deux premières années. En fonction des résultats obtenus, une nouvelle fréquence sera adaptée à la durée de vie de l'ouvrage (120 ans).

### 2. SORTIE DE LA STATION D'EPURATION

- Paramètres mesurés :
  - . débit,
  - . pH,
  - . température,
  - . salinité,
  - . teneurs en matières en suspension,
  - . sels nutritifs minéraux dissous ( $\text{NO}_3$  ,  $\text{NH}_4$  ,  $\text{PO}_4$  ,  $\text{SiO}_2$  ),
  - . bactériologie (germes tests).

- Fréquence journalière ou hebdomadaire pour les 4 premiers paramètres et fréquence mensuelle pour les sels nutritifs (la remarque du paragraphe 1 concernant la fréquence de l'échantillonnage s'applique ici également).

### 3. REJETS EN MER

La surveillance du rejet en mer peut nécessiter l'observation des paramètres de la qualité des eaux et celle des sédiments.

- Qualité des eaux : 2 campagnes annuelles seront effectuées en début de printemps et en fin d'été. Les paramètres suivants seront mesurés :

- . température,
- . salinité,
- . pH,
- . teneurs en matières en suspension,
- . turbidité et disque de Secchi,
- . sels nutritifs dissous,
- . + quelques polluants à déterminer plus tard,
- . bactériologie (germes tests).

- Qualité du sédiment : 1 campagne annuelle permettra de vérifier que le sédiment ne subit pas d'altération au voisinage du site de rejet.

Ces études de surveillance sont destinées à suivre l'évolution du rejet au cours des premières années suivant la construction et la mise en exploitation de l'ouvrage. Les résultats qui seront obtenus permettront, par la suite, de définir une nouvelle stratégie de surveillance tenant compte à la fois de l'ampleur des impacts observés et de la durée de vie de l'ouvrage. Cette modification pourrait par exemple intervenir lors du renouvellement des procédures d'autorisation du rejet.

### CONCLUSIONS

Le projet concernant l'installation d'un ouvrage de rejet d'eaux provenant des opérations de percement du tunnel Transmanche et de son utilisation à des fins d'exploitation, n'apportera pas de modification suffisamment importantes pour entraîner des perturbations appréciables dans l'équilibre de la zone située entre le cap Gris-Nez et Calais.

L'examen des effets potentiels sur la faune et la flore du secteur concerné, ainsi que sur les activités liées à la pêche, montre que la réalisation du projet ne saurait endommager gravement le potentiel biologique existant dans la région.

Deux variantes étaient proposées. L'une d'elles proposait un rejet dans le canal d'Asfeld qui se jette dans le port de Calais et l'autre un rejet en mer à proximité du chantier. Compte tenu de la nature des rejets et dans la mesure où aucune autre pollution ne s'y rajoute, les deux sites pressentis sont susceptibles de recevoir les eaux rejetées.

En cas de pollution accidentelle, le site "rejet en mer" se révèle, du fait des activités qui s'y exercent, plus sensible que le site du canal d'Asfeld, d'ores et déjà fortement dégradé.

Si le rejet devait s'effectuer en mer, des précautions particulières devront être prises pour limiter, voire supprimer, les conséquences d'une pollution accidentelle. Cette réserve étant faite, on peut raisonnablement prévoir que ce projet n'entraînera pas de conséquences graves sur la flore et la faune marine du secteur concerné.