

50376
1984
155

50376.
4984.
455.

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE LILLE

N° d'ordre 1219

STATION MARINE DE WIMEREUX

THESE DE TROISIEME CYCLE

BIOLOGIE ET PHYSIOLOGIE ANIMALES

OPTION : BIOLOGIE APPLIQUEE

Daniel BENTLEY

CONTRIBUTION A L'ETUDE HYDROBIOLOGIQUE

DU DETROIT DU PAS-DE-CALAIS

-Paramètres physicochimiques-



Soutenu le 7 novembre 1984

MM. Les Professeurs M. PORCHET Président
A. RICHARD Rapporteur
H. CHANLEY Examineur
S. FRONTIER Examineur
P. LE CORRE Examineur

AVANT-PROPOS

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur le Professeur M. PORCHET, Professeur à l'U.E.R. de biologie, d'avoir accepté de présider ce jury.

Monsieur le Professeur H. CHAMLEY, Directeur du laboratoire de sédimentologie et géochimie a bien voulu juger ce travail, je lui en suis d'autant plus reconnaissant qu'il m'a fréquemment encouragé lors des études menées en collaboration avec son laboratoire.

Monsieur le Professeur S. FRONTIER a accepté de lire et de donner son avis sur ce mémoire, je l'en remercie très sincèrement.

Monsieur P. LE CORRE, malgré la distance et ses nombreuses occupations, m'a fait l'honneur de corriger ce travail. Je tiens à lui exprimer ici toute ma gratitude.

Je veux rappeler que Monsieur le Professeur A. RICHARD m'a accueilli à la Station Marine de Wimereux depuis 1979, et que c'est sous sa direction que j'ai pu effectuer les travaux relatés dans ce mémoire. La formation théorique et pratique acquise pendant ces cinq années m'a permis d'obtenir un emploi d'enseignant-chercheur, je lui en suis très reconnaissant.

Je ne saurais oublier de remercier Jean-Michel BRYLINSKI, Joël DUPONT, Jérôme ORANGE, Yves DESPEYROUX qui m'ont accompagné au cours des différentes études. De même Michel VIOLLIER qui m'a fait découvrir les informations que peut apporter la télédétection satellitaire en océanographie.

Jean-Claude ARZUR, Chef de Travaux à l'I.N.T.M., a mis au point les traitements informatiques utilisés ici. Je le remercie d'avoir mis ses compétences à ma disposition avec beaucoup de patience.

Je tiens à exprimer ma gratitude à tout le personnel de la S.M.W. et notamment à Nicole DEGROS pour m'avoir initié avec compétence aux techniques analytiques, à Marie-Andrée JANQUIN pour sa disponibilité et son efficacité tant pour les prélèvements que pour les analyses, à Mireille PANNIER et Dominique MENU qui ont mené à bien la dactylographie et l'iconographie de ce mémoire.

Mes collègues cherbourgeois m'ont laissé suffisamment de disponibilité et m'ont encouragé à terminer ce travail malgré les charges liées à la mise en route d'un nouvel établissement. Je leur en suis extrêmement reconnaissant.

Enfin, merci à ma femme, à mes parents et beaux-parents sans le soutien moral et matériel desquels je n'aurais pu achever cette thèse.

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I - Présentation des zones d'étude - Matériels et Méthodes	
A - Présentation des zones d'étude	4
1. Détroit du Pas-de-Calais	4
1.1. Géographie - géologie	4
1.2. Hydrographie	6
1.2.1. Les marées	6
1.2.2. Les courants de marée	6
1.2.3. Les apports telluriques	9
1.3. Topographie et bathymétrie	9
2. Bateaux feux et bouée Nicolaw	9
3. Estuaires régionaux	12
3.1. Localisation	12
3.2. Géomorphologie	12
3.3. Hydrodynamique	14
B - Météorologie	16
C - Calendrier et distribution des stations	18
1. Calendrier	18
2. Distribution des stations	20
2.1. Trajets car ferry - Détroit du Pas-de-Calais	20
2.2. Estuaires régionaux	20
D - Matériels et méthodes	24
1. Prélèvements	24
1.1. Campagnes car ferry	24
1.2. Nicolaw bateaux feux	26
1.3. Estuaires	26
2. Analyses	27
2.1. Salinité	27
2.2. pH	28
2.3. Oxygène dissous	28
2.4. Sels nutritifs	28
2.4.1. Dosage des ions ammonium	28
2.4.2. Autres sels nutritifs	29
2.5. Pigments chlorophylliens	30
2.6. Turbidité	31
CHAPITRE II - Présentation et interprétation des données physicochimiques	
A - Exposé des résultats	32
B - Interprétation	32
1. Température	32
2. Salinité	37
2.1. Répartition dans le détroit	37
2.2. Répartition de la salinité dans les estuaires	43
2.3. Diagrammes T.S.	46

3. Eléments nutritifs	48
4. Le pH	52
5. L'oxygène dissous	53
C - Etude des relations entre les paramètres	58
1. Principe du traitement informatisé	58
2. Etude des matrices de corrélations linéaires et informations dérivées	62
2.1. Les données car ferry	62
2.2. Les données estuaires	76
3. Conclusions	85
 CHAPITRE III - Approches de la turbidité	 86
A - Mesures directes	86
1. Choix méthodologiques	86
1.1. Turbidité optique	86
1.2. Matières en suspension	86
2. Résultats	89
3. Cycles de marée	94
3.1. Essais car ferry	94
3.2. Points fixes de la campagne Hydrobios 80	95
3.2.1. Point fixe de Boulogne-sur-mer	96
3.2.2. Point fixe du Gris-Nez	98
3.3. Cycles de marée sur la Canche	98
 B - Transparisation	 102
1. Principe	102
2. Résultats	104
3. Informations concernant les pigments végétaux	107
 C - Analyses élémentaires	 116
1. Principe	116
2. Résultats	117
3. Interprétation	118
3.1. Echantillon I	119
3.2. Echantillons J et K	123
3.3. Echantillon L	129
4. Conclusions	133
CONCLUSION	134
 BIBLIOGRAPHIE	 137

INTRODUCTION

Des travaux récents ont tenté d'établir un état de référence écologique de la Manche (Campagnes Ecomanche I et II) et dans ce cadre LECOZ et MOAL (1980) ont étudié tout particulièrement les caractéristiques hydrologiques et le matériel particulaire en suspension depuis la mer d'Iroise jusqu'au littoral picard. Dans le cadre du SAUM (Schéma d'aptitude et d'utilisation de la mer), mis en place en 1976 pour l'estuaire de la Seine, AVOINE et coll.(1980) se sont intéressés au comportement hydrosédimentaire et à l'impact de ce fleuve sur la Baie de Seine orientale. Ces travaux complètent ceux du GRECOMANCHE qui réunit différents organismes régionaux et nationaux autour des problèmes de circulation en Manche orientale (CABIOCH 1982). En 1982 DUPOUY a présenté les résultats de ses travaux portant sur la Manche occidentale, associant les informations recueillies en mer à celles apportées par les images satellitaires.

Le Sud de la Mer du Nord est soumis à un suivi très régulier des équipes Belges aussi bien dans le cadre d'études sur la production primaire (MOMMAERTS, 1973 ; MOMMAERTS et HONIG, 1971) que sur la circulation des masses d'eau (PICHOT, 1971 ; NIHOUL et RONDAY, 1976 ; LEVAETSU, 1963). Des informations ont aussi été ajoutées sur cette zone par les travaux de JHONSTON (1971) et de POSTMA (1971) pour ce qui concerne les éléments nutritifs et la matière organique.

La dynamique des eaux au niveau du Détroit du Pas-de-Calais a été appréhendée dès 1961 par CARTWRIGHT puis précisée par KAUTSKY en 1973 en utilisant comme traceur de distribution des masses d'eau le caesium radioactif. Cependant le peu d'études sur les caractéristiques hydrobiologiques des eaux franchissant le détroit a amené la Station Marine de Wimereux à prendre en charge ce domaine. Du fait de la forte industrialisation du littoral et tout particulièrement du fonctionnement de la centrale thermique de Dunkerque et de l'installation de la centrale nucléaire à Gravelines, le suivi des paramètres physicochimiques et biologiques s'est révélé indispensable. Les travaux menés par les équipes de la Station Marine de Wimereux (BRYLINSKI et coll., 1973, 1979 ; BOUGARD et coll., 1976, 1977, 1978 ; GROSSEL et coll., 1980) ont abordé

la physicochimie du milieu ainsi que l'étude du phytoplancton et de la production primaire. ARNAL et coll. (1976, 1977) ont précisé la nature du zooplancton et les caractéristiques de la production secondaire dans cette zone.

Le Réseau National d'Observation du milieu marin (R.N.O.) a programmé depuis 1975 un suivi écologique (et notamment hydrobiologique) d'une série de stations situées au droit de Dunkerque. Le littoral "sud" de la région, entre le Cap Blanc-Nez et la Baie de la Somme n'a été par contre que très ponctuellement observé. Différents travaux ont été menés sur la zone de Boulogne sur mer (BRYLINSKI, 1975 ; HECQ, 1975 ; HECQ et Coll., 1975) et une étude d'impact a été réalisée au niveau de Dannes-Camiers en vue d'une installation de l'E.D.F. (1976) DESAUNAY (1973) s'est penché sur l'écologie et la productivité de l'estuaire de la Canche de même que DUVAL (1973) qui a appuyé son travail essentiellement sur l'écosystématique végétale du milieu estuarien.

En 1979, nous avons entrepris l'étude hydrobiologique du détroit du Pas-de-Calais grâce à des prélèvements effectués à bord des car-ferry* allant de Boulogne à Folkestone. Ce mémoire reprend d'ailleurs une part des données acquises lors de ces deux années de prélèvement (BENTLEY et DUPONT, 1980). En effet les résultats obtenus lors de ces campagnes ont orienté la plupart des travaux entrepris postérieurement.

Le Réseau National d'Observation a programmé en 1980 une étude pluridisciplinaire de la zone littorale du Nord - Pas-de-Calais (BENTLEY, DUPONT, RICHARD, 1980). Parallèlement à cet inventaire écologique nous avons entrepris d'utiliser les bateaux-feux* ancrés au centre du détroit (Sandettie et Bassurelle) et un point de référence proche de la côte (la bouée Nicolaw) pour récolter de façon suivie des données hydrologiques de base. Puis le C.N.E.X.O., associé à l'Etablissement Public Régional, a accepté de financer une étude de quelques estuaires du Nord - Pas-de-Calais (BENTLEY et ORANGE, 1983).

L'ensemble de ces travaux contribue donc à une meilleure connaissance de l'état hydrologique du littoral régional ainsi qu'à approcher les problèmes liés à la circulation et aux apports telluriques dans le détroit du Pas-de-Calais.

Après avoir successivement présenté les différentes zones d'étude et les techniques employées, nous exposerons les résultats obtenus et leurs variations spatiales et temporelles. Dans cette deuxième partie nous tenterons de comparer les valeurs obtenues lors des prélèvements en estuaires à celles de la zone littorale puis à leur évolution vers le large. Ceci afin d'appréhender l'impact des apports fluviaux sur l'hydrologie du détroit.

Dans une dernière partie les problèmes particuliers liés à la turbidité seront abordés. La définition de ce paramètre, les techniques d'étude choisies et la nature des suspensions seront alors précisées.

* Nous tenons à remercier tout particulièrement la Société Sealink - SNCF des car-ferry et les personnels du Service des phares et balises des Ponts et Chaussées maritimes pour leur efficace collaboration.

CHAPITRE I

PRESENTATION DES ZONES D'ETUDES

MATERIELS ET METHODES

CHAPITRE I

A - Présentation des zones d'étude (Fig. 1)

1. Détroit du Pas-de-Calais

1.1. Géographie - Géologie

Ce canal qui relie "géographiquement" la Manche à la Mer du Nord à une origine complexe et encore discutée. Il est certain que ce détroit a été établi sous l'effet de transgressions et régressions successives des eaux océaniques jusqu'à la dernière montée des eaux, la transgression flandrienne, qui a établi le niveau actuel des eaux. Par contre sa localisation précise est liée, d'après COLBEAUX et Coll, 1980, à l'existence de structures transverses aux grandes lignes tectoniques longitudinales de direction armoricaine. Ces entailles perpendiculaires induisent une structure en graben qui a facilité la submersion du détroit. (Fig. 2)

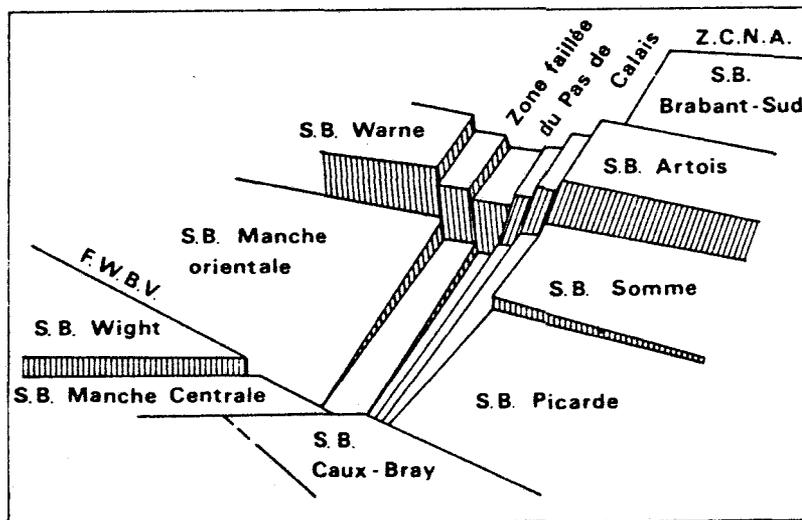


Fig. 2 : Bloc-diagramme hypothétique (sans échelle) d'une structure possible expliquant l'ouverture du Pas de Calais (selon COLBEAUX et al., 1980)

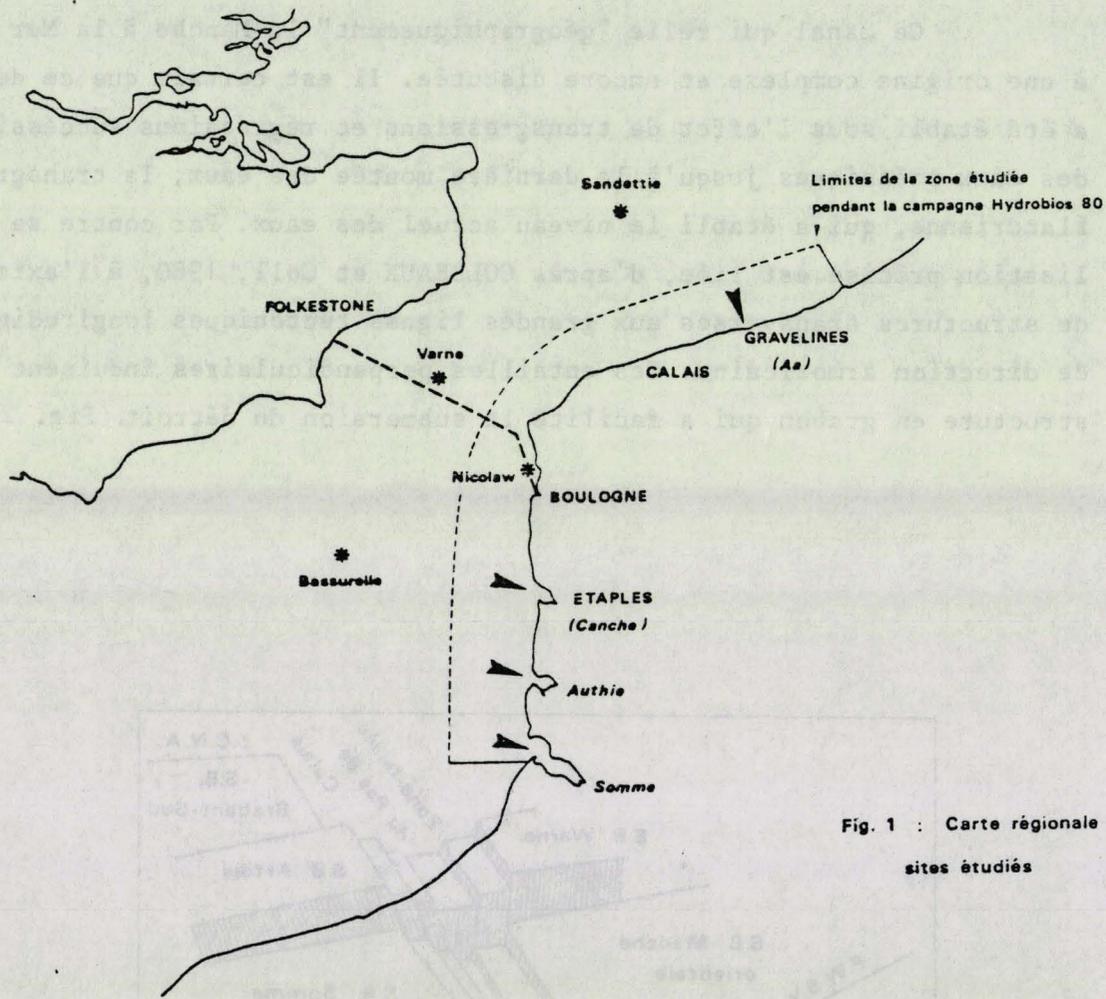


Fig. 1 : Carte régionale des sites étudiés

Du point de vue géographie humaine, on constate que le détroit est bordé par des zones à haute densité de population (dans la plupart des cas > 100 habitants au km²).

Dans la partie septentrionale du détroit, donc au sud de la Mer du Nord, les activités portuaires ont induit le développement d'agglomérations et d'industries très importantes (Calais, Dunkerque, estuaire de la Tamise, estuaire de l'Escaut).

La zone méridionale correspond au contraire, si on exclut Boulogne-sur-mer, à une région essentiellement agricole et touristique.

1.2. Hydrographie

(Services hydrographiques et océanographiques de la marine)

1.2.1. Les marées

La marée observée au niveau du Pas-de-Calais est le résultat de la superposition d'une onde progressive incidente, originaire de l'Atlantique et d'une onde réfléchiée par la côte picarde. Une autre onde progressive, de moindre importance, provenant de la Mer du Nord se dirige vers l'ouest.

Le résultat de ces interactions est un régime de marée de type semi-diurne (période d'environ 12 H 25 mn). Les caractéristiques de marnage sont les suivantes :

		V.E.M. (95)	MOYENNE (70)	M.E.M. (45)
Boulogne	(PM	8,7	7,9	7,1
	(BM	1,2	1,9	2,7
Dunkerque	(PM	5,80	5,30	4,80
	(BM	0,50	0,95	1,40

1.2.2. Les courants de marée

Ce sont les déplacements horizontaux des particules d'eau induits par le déplacement de l'onde de marée. Au montant est associé un courant de flot, au baissant un courant de jusant. Au niveau du détroit du Pas-de-Calais les courants sont presque parfaitement opposés du point de vue direction (Fig. 3) le flot portant au nord-est et le jusant au sud-ouest. Leur vitesse est élevée (2 noeuds en moyenne, soit environ 1m/s)

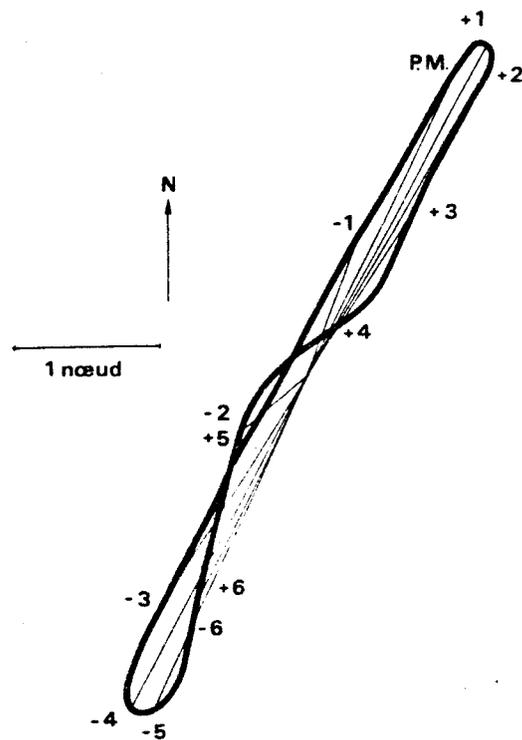


Fig. 3 : Rose des courants au centre du détroit

(ϕ : 50° 58' N, G : 1° 26' E)

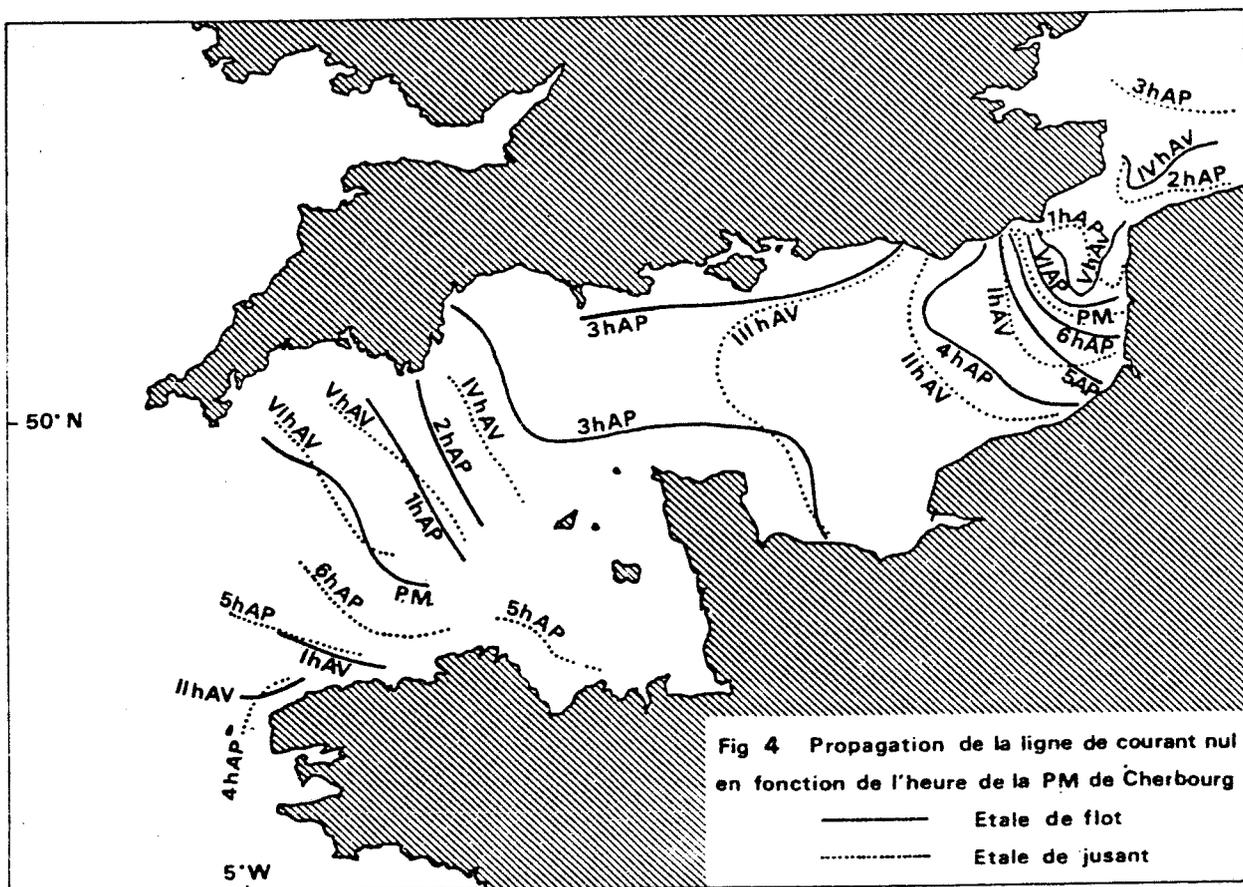


Fig 4 Propagation de la ligne de courant nul en fonction de l'heure de la PM de Cherbourg

— Etale de flot
- - - Etale de jusant

Ces courants sont décalés dans le temps (et donc dans l'espace) du fait de la forme en entonnoir du détroit (Fig. 4).

Tableau 1 : Situation des courants par rapport à la pleine mer à Boulogne-sur-mer (en heures par rapport à la pleine mer)

Courants face à :	Baie Somme	Canche	Boulogne	Gris-Nez	Calais	Dunkerque
Maxi flot	- 2	- 1	+ 1	+ 1	PM	PM
Renverse	+ 2	+ 3	+ 4	+ 4	+ 4	+ 4
Maxi jusant	+ 5	+ 6	- 5	- 5	- 4	- 4
Renverse	- 4	- 4	- 2	- 2	- 1	- 1

Bien que légèrement décalés ces courants ont la même phase que la marée (12 H 25 mn). De même leur force varie avec l'amplitude de la marée, et leur vitesse peut être calculée en fonction de son coefficient.

Ces courants ne sont pas parfaitement alternatifs, ce qui entraîne la formation d'un courant résiduel portant au Nord-Est. Ce courant est faible, le déplacement moyen atteint 2,7 miles/jour. Les eaux ont donc tendance à se déplacer depuis la Manche vers la Mer du Nord suivant des directions sensiblement parallèles aux côtes (sauf embouchure de la Tamise et Gyre d'Ostende - KAUTSKY, 1973 ; LAEVASTU 1963).

Du fait du courant de jusant orienté vers le sud-ouest, on peut supposer que des eaux provenant du Nord, influencées par les apports telluriques de la mer du Nord peuvent périodiquement se retrouver au sud du détroit. Cependant les "images satellites" obtenues grâce aux satellites Landsat et C.Z.C.S. (VIOLLIER et coll., 1981) montrent qu'en jusant les eaux du littoral Nord restent plaquées à la côte et que l'effet de Cap, qui entraîne les eaux côtières vers le large, est plus important au flot. Le vent peut avoir une influence sur la circulation de surface. Il a en effet été montré (HEDIN-BOUGARD et coll., 1979) que les eaux de l'Escaut peuvent descendre jusqu'à Dunkerque si les courants de marée sont faibles et qu'un vent du nord-est souffle assez fort et assez longtemps pour créer un courant de dérive portant au sud-ouest. Un phénomène comparable semble avoir été observé sur une série d'images du satellite CZCS en mai 80. En effet, un panache turbide issu du pays de Caux s'étend perpendiculairement à la côte en direction du Nord. L'effet du courant résiduel semble ici contrarié par un vent de Nord-Est dominant pendant une longue période.

1.2.3. Les apports telluriques +++++

Les cours d'eau qui vont influencer les caractéristiques des eaux du Pas-de-Calais sont, du fait de la courantologie générale du site, essentiellement ceux débouchant au sud de la zone . La Somme, l'Authie et la Canche seront envisagées dans le cadre de l'étude estuarienne. L'influence du Wimereux et de la Slack est limitée et la Liane a été exclue de l'étude du fait des interférences entre les caractéristiques propres à cette rivière canalisée et les influences de Boulogne sur mer et de son activité portuaire et industrielle. La Seine a une influence certaine mais l'effet de dilution laisse à penser que son impact est ressenti par l'ensemble des eaux de la Manche parvenant au détroit et non spécifiquement en tel ou tel point. Ceci d'autant plus que l'influence de ses rejets n'est pas limitée à la frange littorale mais est ressentie dans une bonne partie de la Manche orientale comme l'ont montré les résultats de la campagne Ecomanche concernant la production primaire (MOAL, 1980).

1.3. Topographie et bathymétrie

Liés à l'hydrodynamisme du Pas-de-Calais, des hauts fonds constitués le plus souvent de bancs de sable sont alignés parallèlement à la côte. (Fig. 5). Ces bancs affleurent pratiquement la surface en basse mer de grandes vives eaux. L'ensemble de la zone est de toutes façons peu profonde (< 50 m).

Un enregistrement réalisé lors d'une radiale transManche grâce au sondeur du carferry montre le profil bathymétrique sous la radiale d'étude (Fig. 6) par rapport à la bathymétrie générale de la zone (Fig. 7).

2. Les bateaux feux et la bouée Nicolaw

Les bateaux feux, gérés par le service des phares et balises, sont ancrés de part et d'autre du détroit pour signaler la présence des bancs de sable. Ils localisent de même les grands axes réglementaires de circulation (à l'est , navires montant, à l'ouest navires descendants). Cette technique de balisage a été préférée aux bouées, car les fonds sableux très meubles ne peuvent assurer un ancrage définitif. Le bateau feu possède une certaine autonomie qui lui permet de rejoindre son point exact quand les conditions météorologiques l'ont fait "chasser". Comme nous n'avons pu embarquer à bord de ces bateaux pour raison de sécurité, nous

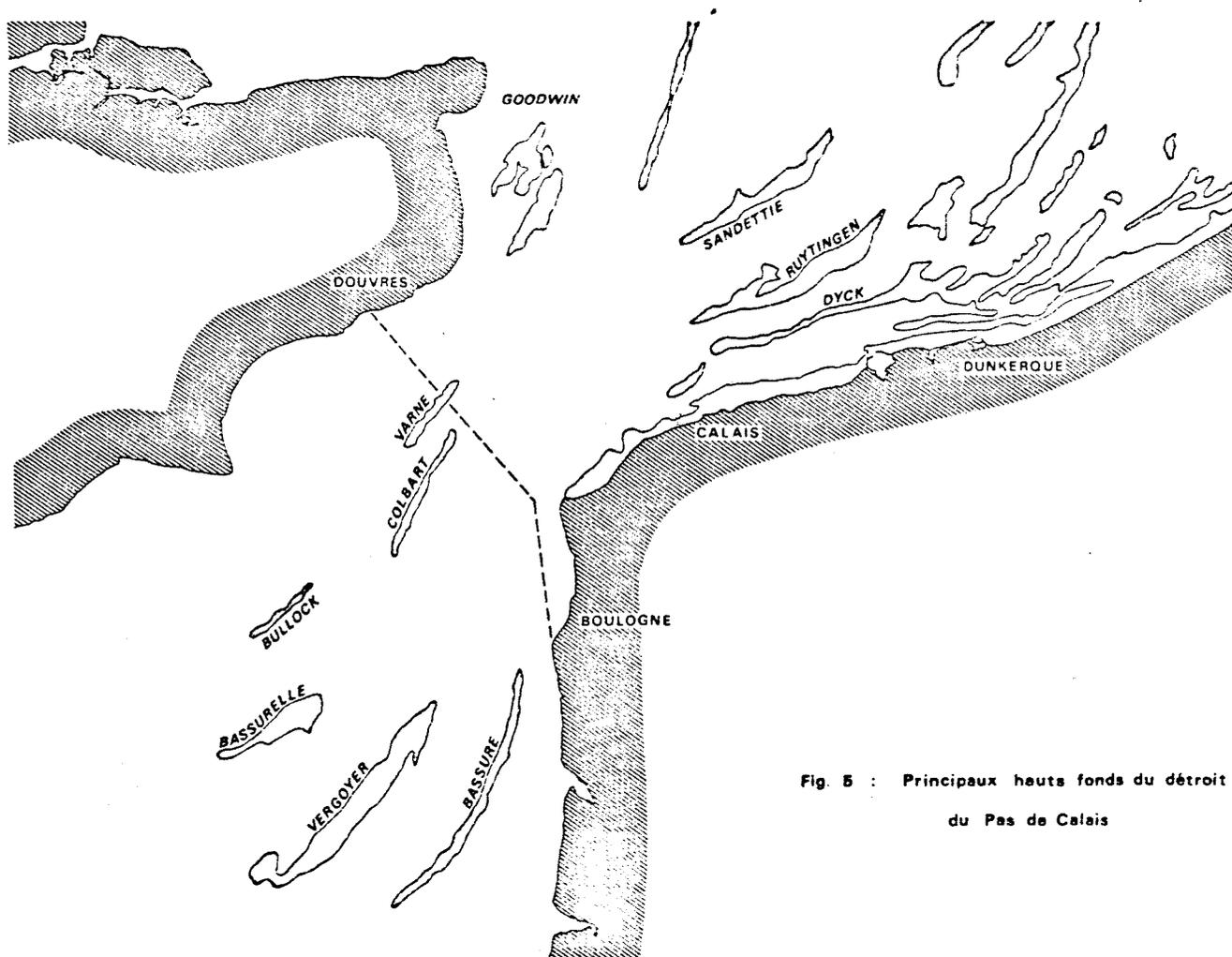


Fig. 5 : Principaux heuts fonds du détroit du Pas de Calais

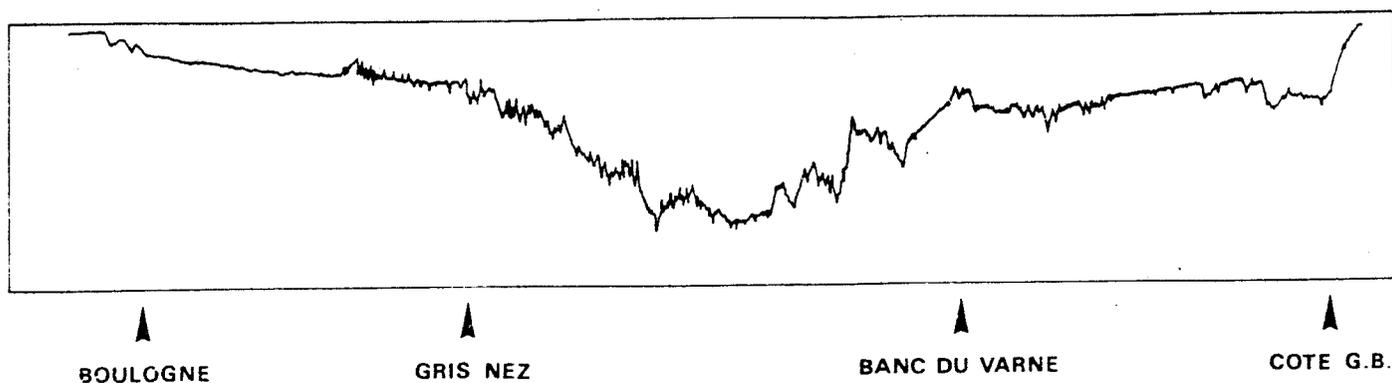


Fig. 6 : Profil bathymétrique enregistré
lors d'une campagne car ferry

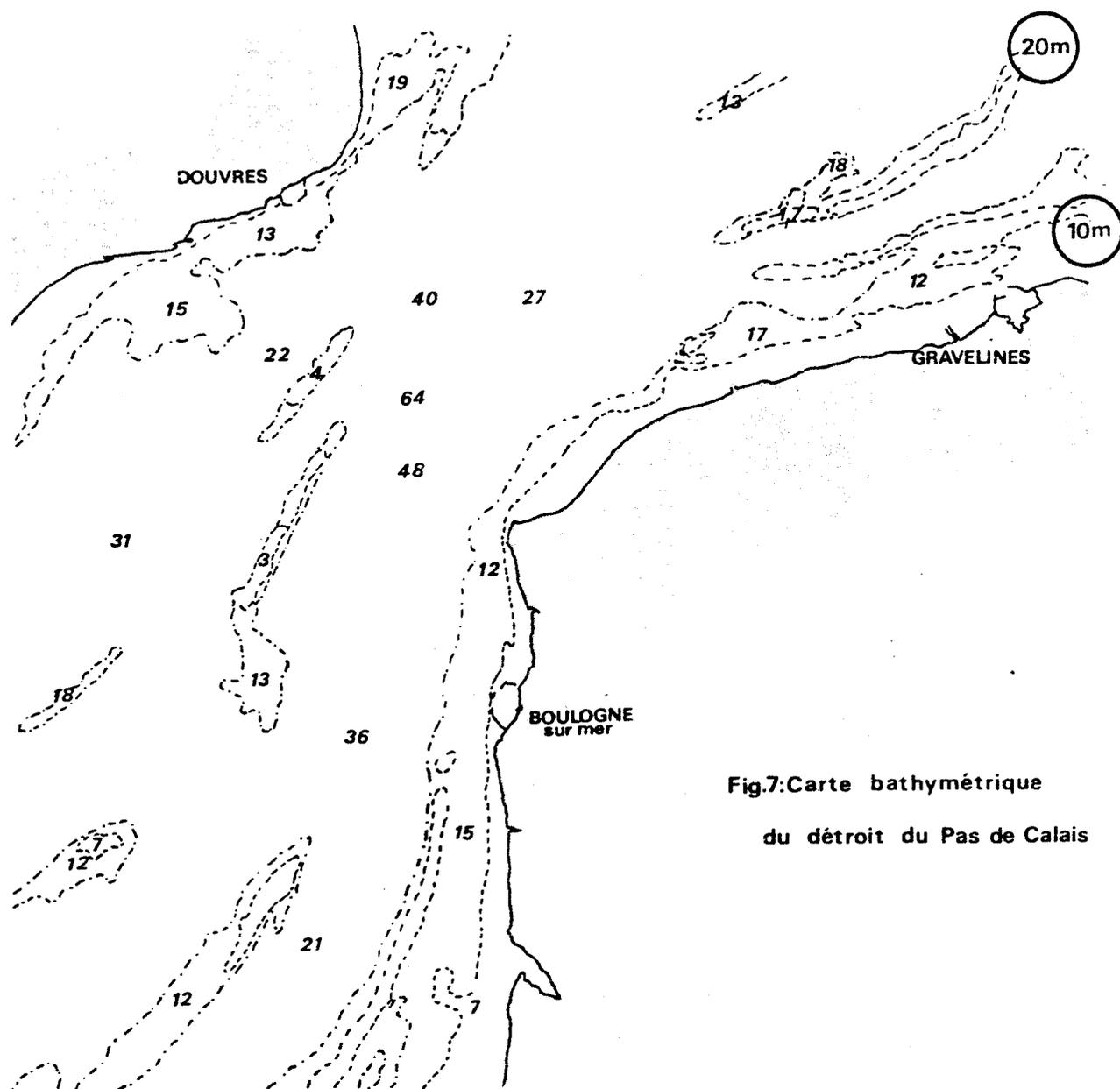


Fig.7: Carte bathymétrique
du détroit du Pas de Calais

avons obtenu des commandants que des prélèvements réguliers (tous les 5 jours) soient effectués par les personnels.

Les échantillonnages sont limités à de simples prises d'eau pour simplifier les manipulations. Du point de vue hydrologie physicochimique, la température, la salinité et les sels nutritifs ont pu être suivis de décembre 80 à juillet 82.

Parallèlement à ces prélèvements du large, un point de référence côtier est défini au large de Wimereux : la bouée du Nicolaw. A environ 2 milles au large de Wimereux ce point est échantillonné de façon hebdomadaire de janvier 81 à juillet 82 grâce au zodiac de la Station Marine de Wimereux*. La liste des paramètres étudiés est ici beaucoup plus importante du fait de la possibilité de traitement immédiat des échantillons. Ce point côtier est d'autant plus intéressant qu'il est situé sensiblement à la station 3 des trajets "carferry" et qu'il permet donc un suivi de la zone côtière boulonnaise.

3. Les estuaires régionaux

3.1. Localisation

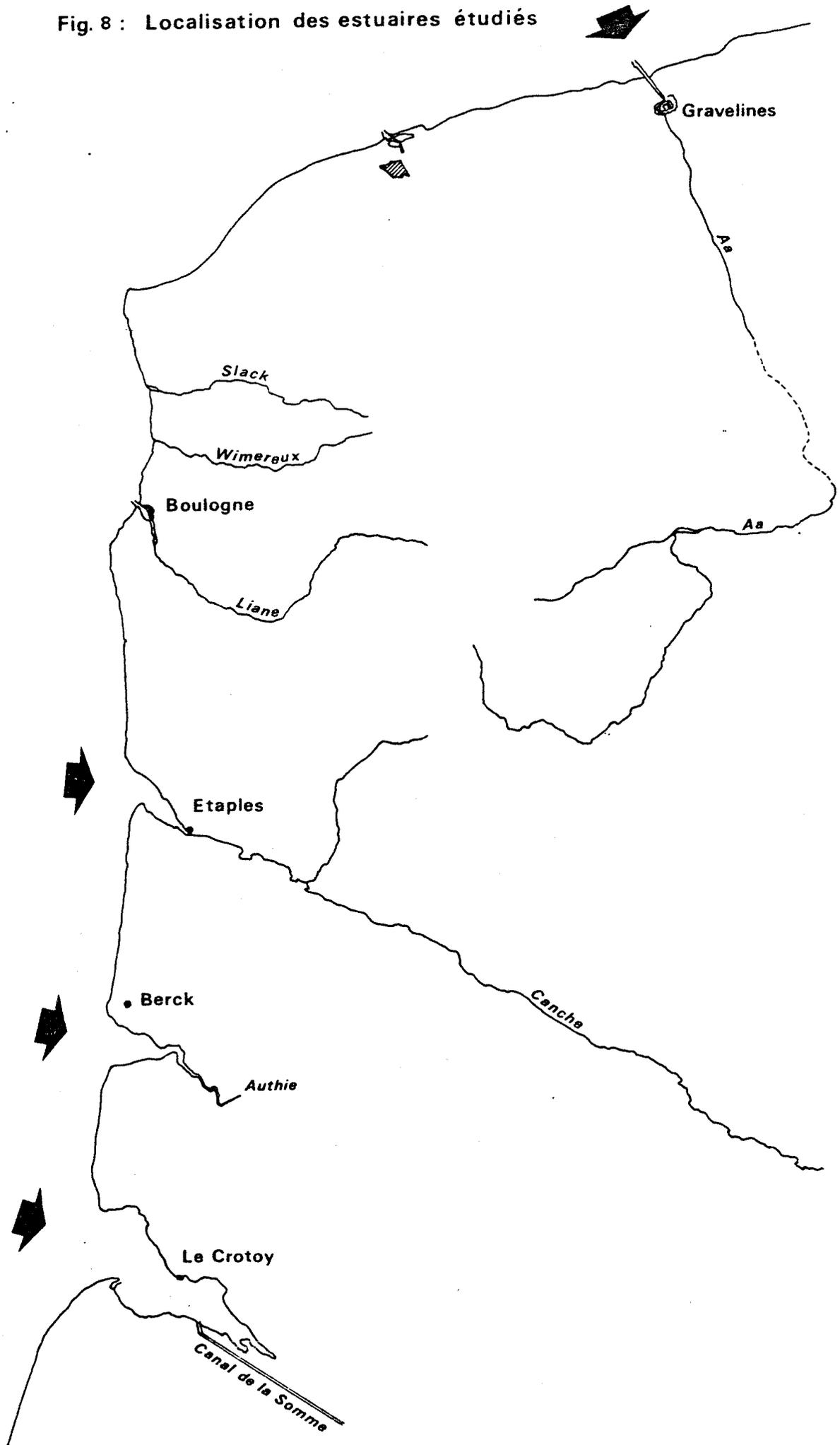
Parmi les estuaires de la région (Fig. 8) le choix a porté sur deux grands types d'estuaires ; canalisés et non-canalisisés. Pour le premier groupe l'Aa a été préférée à la Liane du fait de la zone portuaire moins complexe et d'un rejet vers l'aval plus direct (absence de rade). Dans le second ensemble la Somme, l'Authie et la Canche sont apparues plus intéressantes du fait de l'importance de leur bassin versant.

3.2. Géomorphologie

Les courants de marée alternatifs ajoutés à l'orientation de la houle dominante induisent une morphologie particulière typique des estuaires dits "picards" (historiquement la Picardie débute à partir de la Canche). Au Sud, la sédimentation provoque l'avancée d'une langue de sable, le poulrier, qui tend à fermer l'estuaire, ne laissant en communication avec la mer qu'un étroit chenal. A l'opposé, au Nord de l'estuaire, le littoral est érodé, formant un cap très arrondi dénommé musoir.

* Je tiens à renouveler tout particulièrement mes remerciements à M.A. JANQUIN, J.M. BRYLINSKI et D. HILDE de la S.M.W. sans lesquels ces prélèvements, quelquefois difficiles, n'auraient pu être réalisés aussi régulièrement.

Fig. 8 : Localisation des estuaires étudiés



On retrouve au niveau du chenal de l'estuaire cette dissymétrie sédimentaire liée aux conditions de circulation.

L'estuaire étant orienté obliquement par rapport aux vents et aux courants dominants, il apparaît que l'hydrodynamisme moyen est plus fort sur la rive droite (Nord) que sur la rive gauche de l'estuaire. De ce fait la partie gauche de la slikke et du shore présente une zone plus étendue de sédiments enrichis en fractions fines (phénomène accru à l'abri du banc de sable formant le poulrier). En rive droite de l'estuaire les faciès sont en moyenne plus sableux et moins réducteurs (sauf zones portuaires telles que Etaples ou le Crotoy). Ces observations ont surtout été réalisées sur la Canche et la Somme (CHAMLEY et coll., 1983, SIMON et coll., 1982) (l'Authie étant pour sa part beaucoup moins étudiée à cet égard). L'Aa canalisée jusqu'à son extrémité ne présente pas une embouchure évasée comme les précédents. Ici la diversification sédimentaire est longitudinale, amont-aval. Le chenal lui-même est envasé du fait de l'hydrodynamisme affaibli par les interventions humaines (digues, écluses...). Les caractères sédimentaires propres à l'Aa sont déterminés par l'antagonisme entre des actions hydrodynamiques naturelles et artificielles. Les teneurs en sable diminuent depuis le port de Gravelines (écluses en amont de l'estuaire) jusqu'au milieu (Petit-Fort-Philippe) où se trouvent les sédiments les plus envasés et les plus organiques, puis réaugmentent vers l'aval pour atteindre un maximum au niveau de la barre d'embouchure. L'action opposée des marées (aval vers amont) et des chasses lors de l'ouverture des écluses (amont vers aval) se ressent à ce niveau de l'estuaire. Les répartitions latérales sont pratiquement symétriques si on exclut quelques points de rétention liés à des constructions ou à l'angle du chenal. (DESPEYROUX, 1984).

3.3. Hydrodynamique

Essentiellement liés aux précipitations sur le bassin versant, les débits sont assez réguliers au cours de l'année avec une légère baisse en juillet - août - septembre.

L'année 1982 au cours de laquelle cette étude des estuaires a été menée, est considérée comme pluvieuse. Lors du dernier trimestre les précipitations ont presque doublé par rapport aux valeurs moyennes calculées pour cette même période depuis 25 ans (419 mm/288 mm).

Une particularité hydrodynamique des estuaires étudiés est leur rythme propre de marée. Le baissant est excessivement prolongé, alors que le montant est très bref (de l'ordre de 2 H 00 à 3 H 00)* avec une étale

* Voir "Cycles de marée" paragraphe III A 3

Tableau 2 : Débits annuels et mensuels moyens des fleuves étudiés
(valeurs 82 et valeurs moyennes de référence)

Cours d'eau	Station	Bassin versant (km ²)	Débit moyen annuel m ³ /s	Débits mensuels moyens (m ³ /s)											
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aa	Wizernes	392	1982	22,4	15,8	13,9	9,6	7,5	7,2	4,4	3,9	3,6	9,2	10,7	18,4
			Ref (64-77)	4,48	5,7	6,1	5,9	5,7	4,9	4,1	3,5	2,9	2,9	3,0	4,0
Canche	Brimeux	894	1982	20,6	20,1	18,5	16,5	14,3	13,9	12,3	11,6	11,0	12,9	14,8	19,9
			Ref (62-82)	11,45	12,9	13,5	13,3	13,1	12,3	11,2	10,3	9,3	8,9	9,3	10,6
Authie	Dompierre	726	1982	10,7	11,2	11,2	10,4	9,6	8,7	7,8	7,4	7,0	7,1	7,3	7,9
			Ref (63-82)	7,19	7,6	8,1	8,2	8,2	7,9	7,4	6,9	6,3	6,1	6,1	6,4
Somme	Abbeville	5560	1982	70,7	72,8	60,6	52,7	49,1	51,4	39,0	15,1	32,5	34,4	43,3	52,3
			Ref (63-82)	32,42	36,3	39,3	39,2	37,7	35,3	31,8	29,3	24,9	24,6	26,7	30,4

pleine mer quasi inexistante. De ce fait le montant s'accompagne d'une renverse de courant très brutale, et même spectaculaire lors des marées de vives-eaux. Nous avons en effet pu observer un "mini-mascaret" dans l'estuaire de la Somme lors de nos prélèvements du mois de mai 1982. L'existence d'une barre sableuse obstruant presque totalement les estuaires peut expliquer cette "rétention" de la marée dynamique jusqu'à ce que celle-ci puisse pénétrer dans l'estuaire. Le retard de l'heure de marée haute est, par contre, faible par rapport à la côte. (12 minutes pour la Canche, 20 à 25 minutes pour la Somme).

B - Météorologie

La météorologie de l'ensemble de la zone peut être aisément suivie grâce aux mesures effectuées quotidiennement par les stations de Boulogne sur mer et Le Touquet.

La température de l'air oscille entre un minimum hivernal situé en décembre, janvier ou février et un maximum estival en juillet ou août.

Les températures moyennes sont comprises entre 2° C et 18° C, tout à fait classiques d'un climat tempéré littoral.

Les précipitations sont plus irrégulières mais les maxima s'observent essentiellement en automne et au printemps. Le mois le plus pluvieux durant ces quatre années fut le mois d'octobre 81 où les précipitations ont atteint trois fois et demi la moyenne ! (222,4 mm). Cependant décembre 79 (158,1 mm), juillet 80 (104,1 mm), octobre 80 (122,2 mm), mai 81 (124,3 mm) et octobre-novembre 82 (135,6 et 120,9 mm) sont à prendre en considération comme des mois très pluvieux. A l'opposé les mois de juillet 79 (12,6 mm), avril 80 (18,3 mm), février 81 (19,5 mm), février 82 (14,0 mm), avril 82 (17,9 mm) sont des mois très secs pour la région. Le diagramme ombrothermique montre les périodes pour lesquelles le rapport T°/précipitation correspond réellement à une période de "sécheresse".

L'insolation, correspondant au nombre d'heures où le soleil a brillé, n'est mesurée qu'à la station du Touquet. Nous en avons relevé les valeurs car il semble que ce soit un paramètre dominant pour les phénomènes biologiques.

Les vents dominants sur la zone d'étude sont des vents de Sud-Ouest (donc orientés vers le Nord-Est). Leur intensité varie de façon essentiellement saisonnière : tempêtes d'hiver et calme relatif en été

Tableau 3 : Données météorologiques
(station de Boulogne sur mer)

Date	T° atmosphérique moyenne	Hauteur Précipitations mm	Vitesse moyenne du vent m/s	Insolation en h (Le Touquet)
79 J				
F				
M				
A				
M				
J	13,5	57,1	3	156
J	16,2	12,6	3,5	214
A	-	-	-	201
S	14,7	25,6	5	185
O	12,7	49,3	3,9	110
N	8,5	72,7	6,3	73
D	7,2	158,1	9,1	35
80 J	2,5	55,2	6,0	77
F	6,6	55,1	5,6	69
M	5,9	77,3	5,4	82
A	8,6	18,3	4,3	159
M	11,8	40,5	4	243
J	14,2	72,9	5,4	220
J	15,1	104,1	4,8	162
A	16,9	61,5	5,5	190
S	16,3	30,2	5,9	171
O	11,2	122,2	6,0	132
N	6,4	48,1	6,7	75
D	5,7	51,3	8,5	58
81 J	5,3	35,1	6,6	73
F	3,0	19,5	5,6	97
M	8,6	97,8	8,2	69
A	8,5	43,2	5,2	154
M	12,4	124,3	5,3	165
J	13	96,6	5,8	169
J	15,7	21,2	5,3	181
A	17,2	21,3	4,0	223
S	16	87,9	5,8	158
O	10,5	222,4	8,1	88
N	8,8	43,7	p	65
D	2,9	68,3	6,6	33
82 J	3,6	48,6	6,1	69
F	5,4	14,0	4,7	109
M	6,5	41,4	p	168
A	8,6	17,9	5,1	215
M	13,0	33,1	4,0	230
J	16,5	86,1	5,0	229
J	17,8	44,7	4,2	215
A	17,1	35,4	5,9	195
S	16,9	66,3	4,7	179
O	11,6	135,6	6,0	70
N	10,0	120,9	7,8	53
D	5,3	68,1	7,1	36

- : pas de données

(moyennes fréquemment supérieures à 7 m/s en hiver et voisines de 4 m/s en été - Cf tableau 3 et fig9-10). Les observations comparées de Boulogne et des bateaux feux montrent fréquemment des valeurs supérieures pour ces derniers.

Exemples :

	Boulogne	Bassurelle	Sandettie
5.XII.79	16 nds	25 nds	30 nds
22.III.80	2 nds	11 nds	8 nds

Ces différences s'expliquent par l'effet de couloir qu'engendre le détroit du Pas-de-Calais orienté dans l'axe des vents dominants.

C - Calendrier et distribution des stations

1. Calendrier

"carferry"

29 janvier 79

60 trajets
Boulogne à
Folkestone

29 octobre 80

37 trajets AR
Boulogne-Folkestone
Folkestone-Boulogne

27 janvier 81

HYDROBIOS 80
Août 80

Nicolaw

SA - BA

16 janvier 81

Décembre 80

2 juillet 82

Juillet 82

Estuaires

février 82

décembre 82

Ce calendrier permet de visualiser la succession des suivis réalisés sur les 3 années aux différents sites étudiés en Manche orientale.

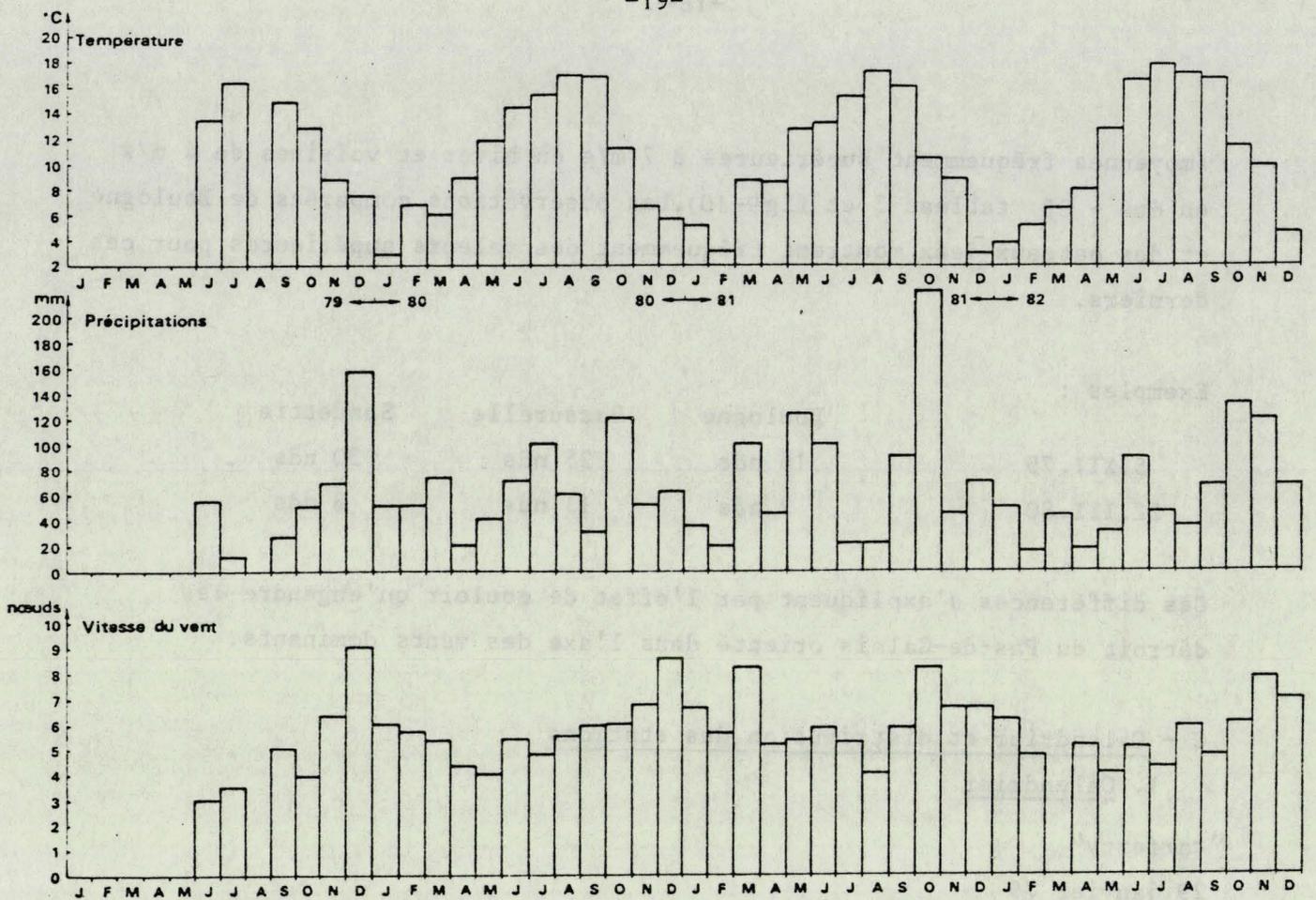


Fig. 9 : Températures, précipitations et vitesses du vent en moyenne mensuelle pendant la période d'étude

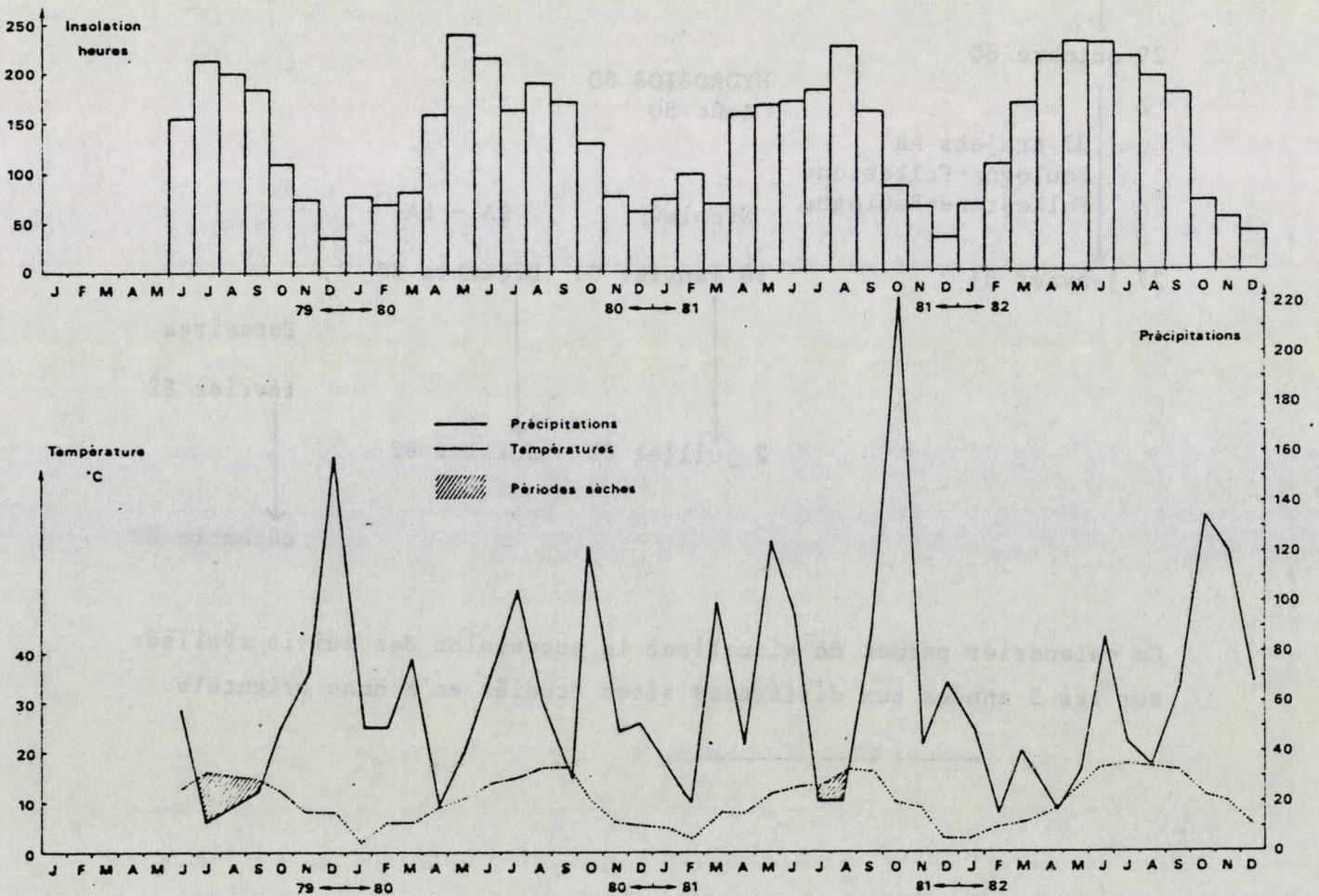


Fig.10 : Insolation (au Touquet) et diagramme ombrothermique

2. Distribution des stations

2.1. Trajets car ferry - détroit du Pas-de-Calais

Le choix du car ferry comme moyen logistique de prélèvement présente de très nombreux avantages. La régularité des traversées, selon un itinéraire constant et indépendamment des conditions météorologiques a permis de réaliser des campagnes très suivies pendant deux années. Cela confère évidemment à ce programme un grand intérêt répétitif et donc comparatif (Fig. 11). Les autres itinéraires, exceptionnellement suivis n'ont pas été pris en compte. Les stations ne correspondent pas à la définition classique d'une station hydrologique en océanographie du fait que les prélèvements sont réalisés en marche. L'échantillonnage concerne donc une eau de surface prélevée sur une partie du trajet du car ferry par intervalles de temps de 5 minutes représenté sur la figure 8 par l'espace entre deux "stations". La vitesse très régulière du bateau permet un espacement à peu près constant des "stations". La station Nicolaw échantillonnée en zodiac correspond très précisément à la station 3 des trajets "car ferry".

2.2. Estuaires régionaux

Les stations ont été réparties sur les quatre estuaires en fonction de repères à terre pour les prélèvements réalisés à partir du zodiac ou au niveau de ponts pour les échantillonnage plus en amont.

Tableau 4 : Répartition des stations (Fig. 12 a,b,c,d)

Estuaires	Aa	Canche	Authie	Somme
Stations 1	Ecluse	Pont d'Enocq	Pont à cailloux	Ecluse Crotoy
2	Port Gravelines	Ferme Hodicq	Méandre	Balise chenal
3	Entrée chenal	Pont Etaples	La Madelon	(Sortie chenal)
4	Bateau sauvetage	C. Vorte Etaples	Plage	Pte Hourdel
5	Port de plaisance Petit Fort	Talus hippodrome	Bec Perroquet	Digue submersible
6	Sortie chenal	C. Voile Le Touquet	Balise chenal	Entrée chenal
7		Balise des Dunes	Balise chenal	Semaphore
8			(Digue Berck)	(Ecluse St Valery)

(-) Station irrégulièrement échantillonnée

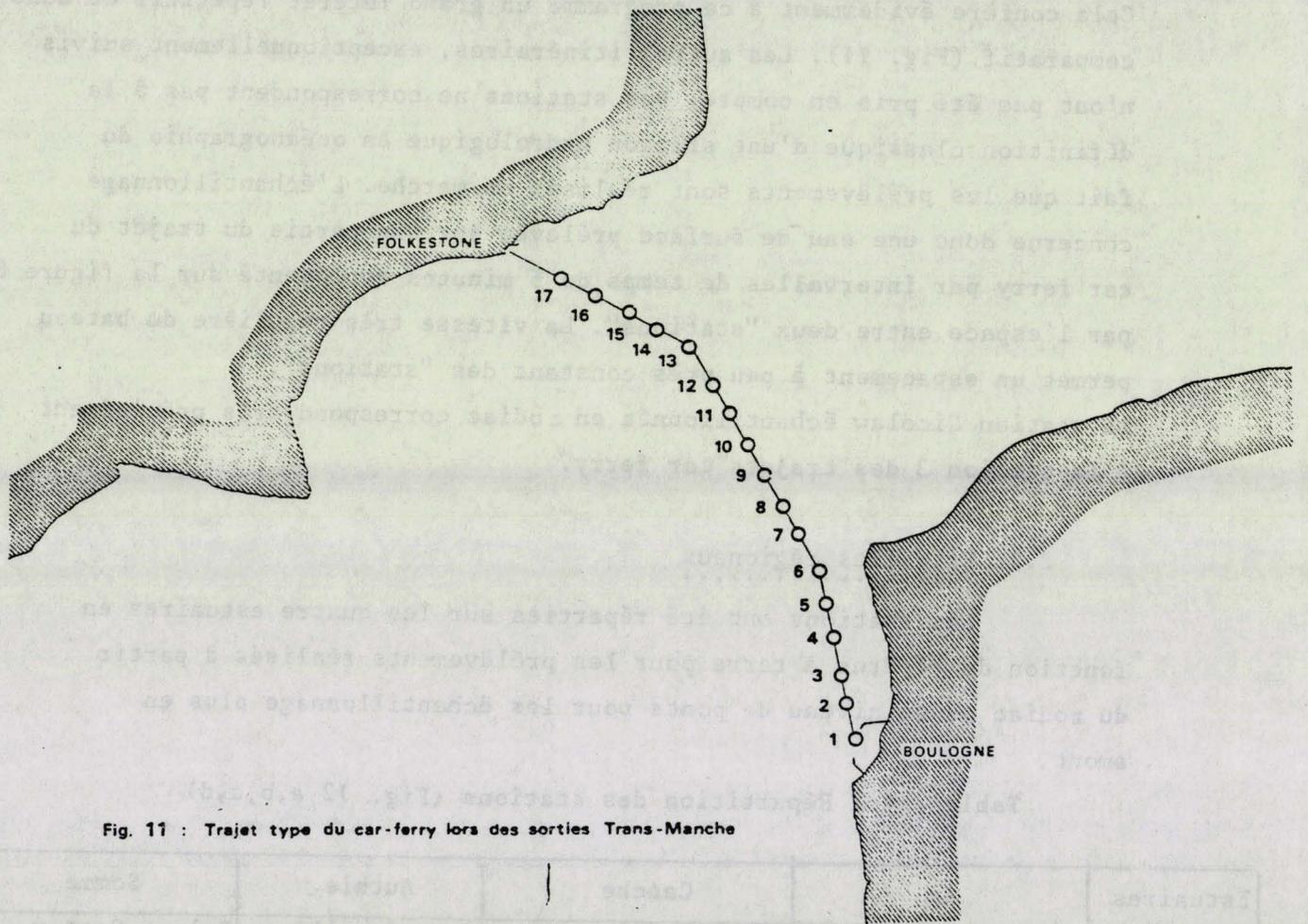


Fig. 11 : Trajet type du car-ferry lors des sorties Trans-Manche

Station	Distance (km)	Temps (min)	Notes
1	0	0	Boulogne
2	1	10	
3	2	20	
4	3	30	
5	4	40	
6	5	50	
7	6	60	
8	7	70	
9	8	80	
10	9	90	
11	10	100	
12	11	110	
13	12	120	
14	13	130	
15	14	140	
16	15	150	
17	16	160	Folkestone

Fig.12 a: Estuaire de l'Aa
stations de prélèvement : 1 - 6

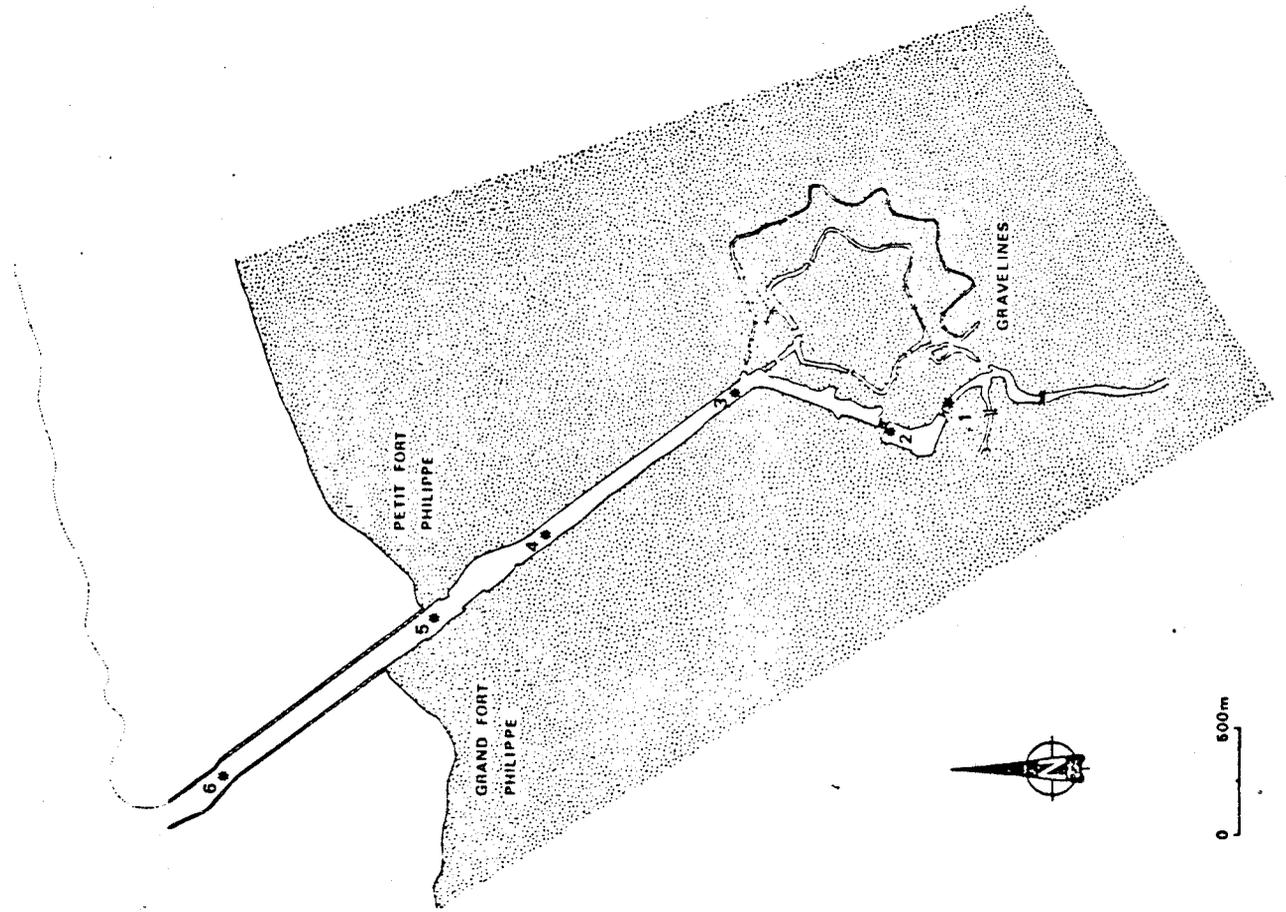


Fig.12 b: Estuaire de la Canche
stations de prélèvement : 1 - 7 : Hydrologie

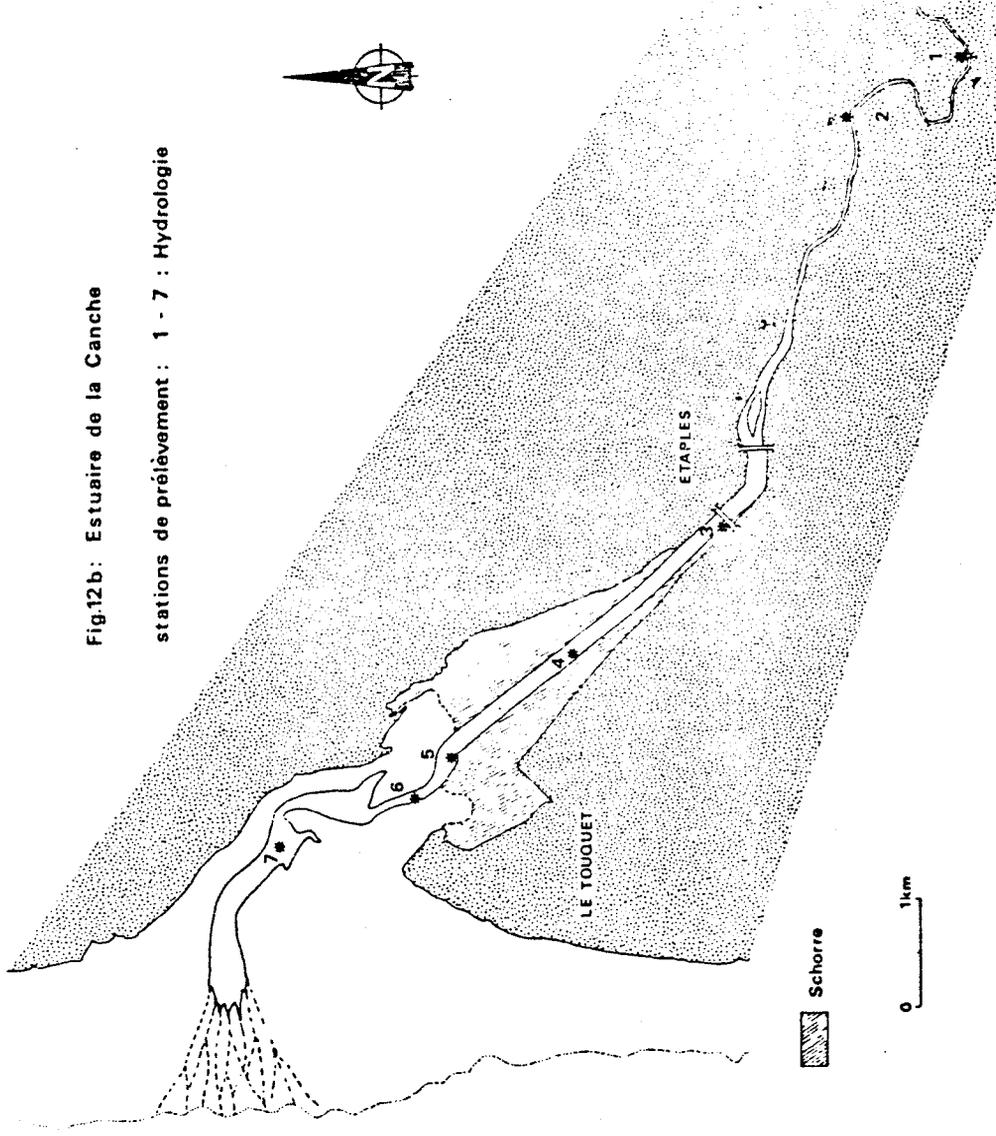
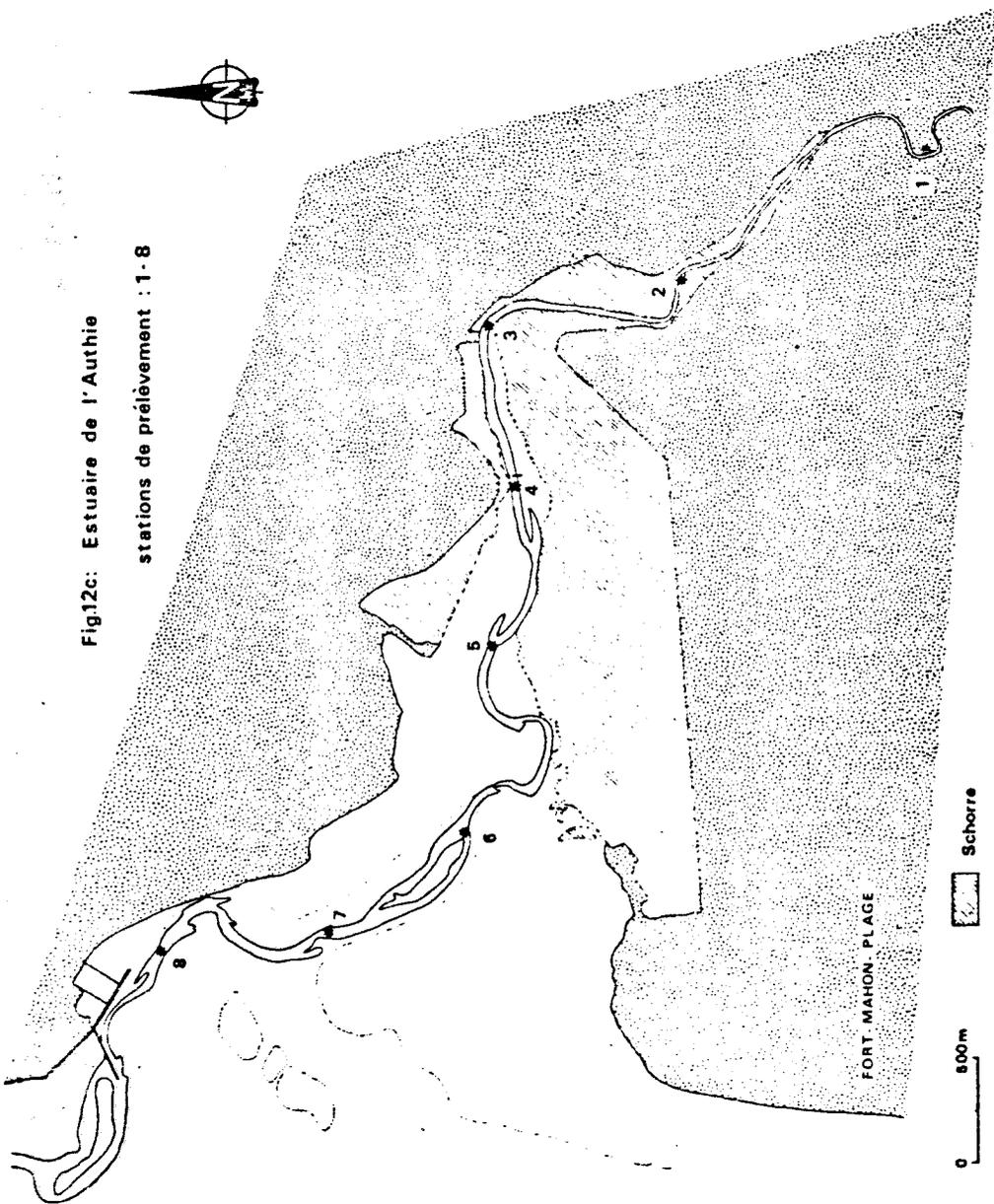


Fig.12c: Estuaire de l'Authie

stations de prélèvement : 1 - 8



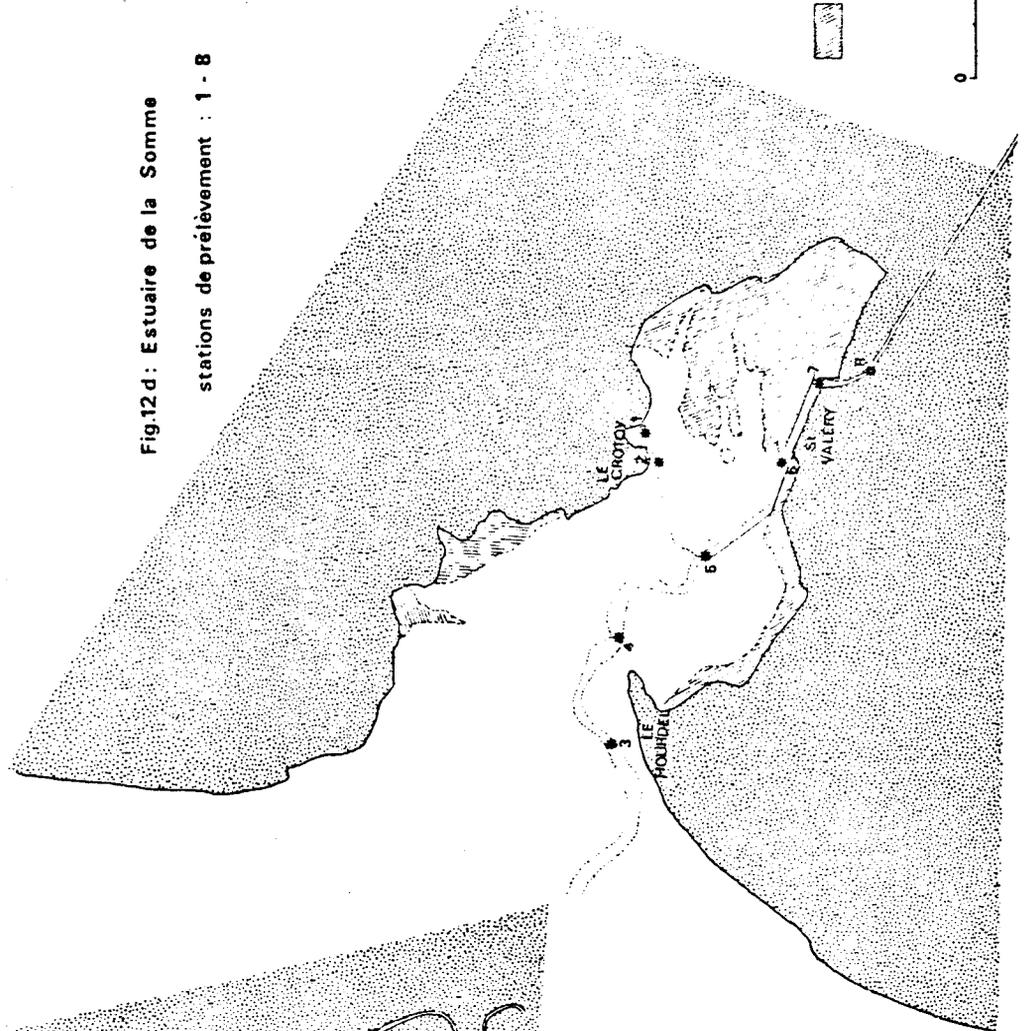
FORT MAHON - PLACE

0 800m

Schorre

Fig.12 d: Estuaire de la Somme

stations de prélèvement : 1 - 8



Schorre

0 2km

La majorité des prélèvements a été réalisée au moment de la pleine mer, seule période navigable dans l'estuaire lui-même. Divers essais de mesures au cours de cycles de marée ont été réalisés sur la Canche à partir du zodiac en station fixe ou depuis le pont d'Etaples. Les tentatives de prélèvement à marée basse sur l'Aa se sont par contre révélées très difficiles et sans grand intérêt (eaux douces seulement).

D - Matériels et méthodes

1. Prélèvements

1.1. Campagnes "car ferry"

L'originalité de ces campagnes vient de la méthode de prélèvement et de l'autonomie du matériel de filtration et d'échantillonnage embarqué.

Le prélèvement se fait à l'aide d'une corde de 35 mètres, amarrée au tiers avant du bateau, au niveau du pont promenade. Au bout de cette corde deux flacons de grande taille (5 l), en plastique, sont fixés par des colliers type serflex. Cette méthode s'est révélée la plus efficace après essais d'une bouteille à renversement métallique, d'un flacon de plastique unique avec différents types de lests.

Ces flaconnages ramenés à bord toutes les cinq minutes échantillonnent une eau très superficielle. Le prélèvement effectué latéralement limite l'effet des turbulences et brassages liés au bateau lui-même.

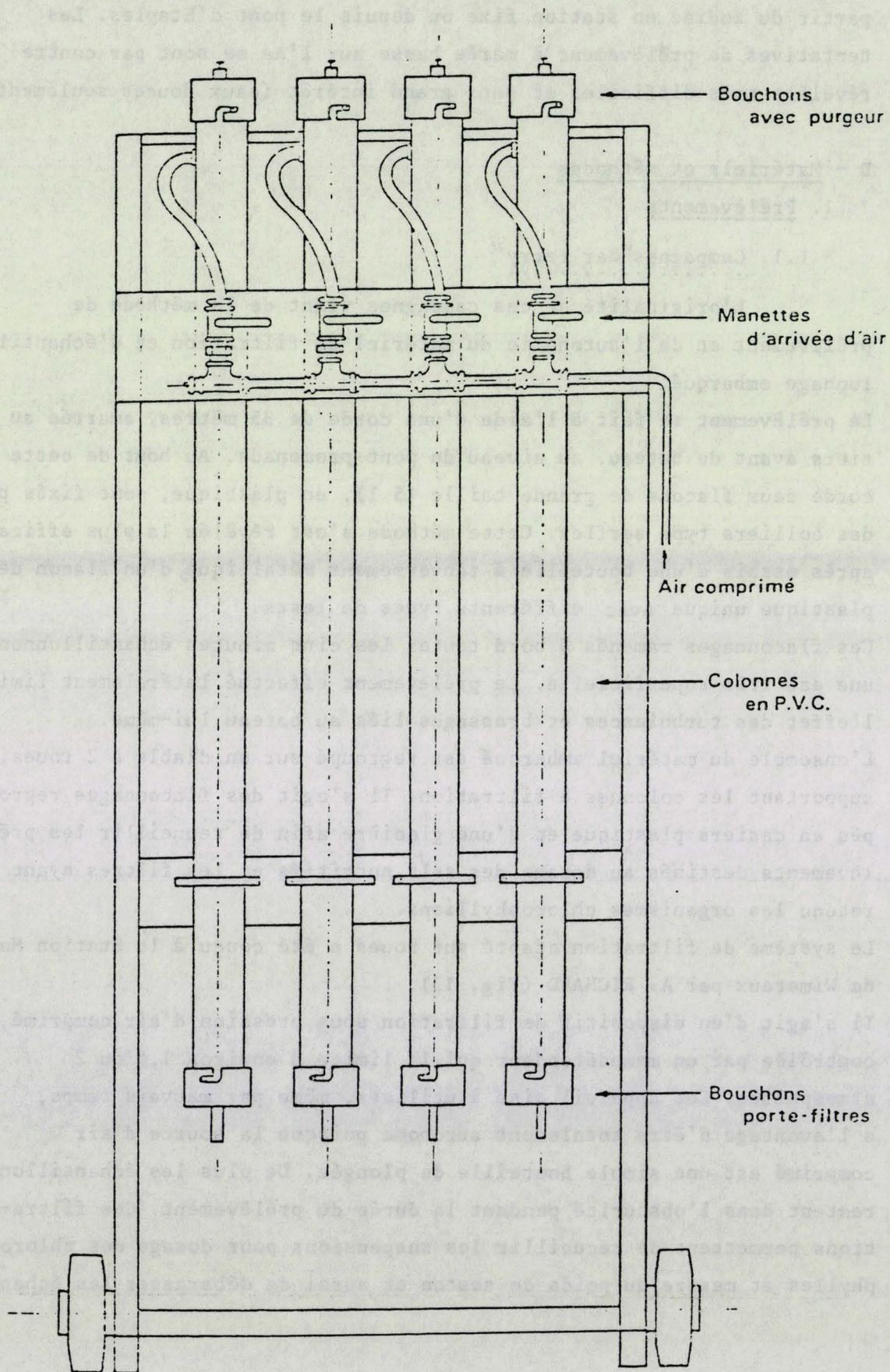
L'ensemble du matériel embarqué est regroupé sur un diable à 2 roues, supportant les colonnes à filtration. Il s'agit des flaconnages regroupés en casiers plastique et d'une glacière afin de recueillir les prélèvements destinés au dosage des sels nutritifs et les filtres ayant retenu les organismes chlorophylliens.

Le système de filtration adapté sur roues a été conçu à la Station Marine de Wimereux par A. RICHARD (Fig. 13).

Il s'agit d'un dispositif de filtration sous pression d'air comprimé, contrôlée par un manodétendeur qui la limite à environ 1,5 ou 2 atmosphères. Cet appareil aisé à utiliser, même par mauvais temps, a l'avantage d'être totalement autonome puisque la source d'air comprimé est une simple bouteille de plongée. De plus les échantillons restent dans l'obscurité pendant la durée du prélèvement. Ces filtrations permettent de recueillir les suspensions pour dosage des chlorophylles et mesure du poids de seston et aussi de débarasser les échan-

Fig. 13 : Dispositif mobile de filtration

(A.RICHARD , Station Marine de Wimereux)



tillons d'eau, destinés à l'analyse des éléments nutritifs dissous, de la phase particulaire qui pourrait nuire à leur conservation et à la précision du dosage.

1.2. Nicolaw - Bateaux-feux

Les prélèvements réalisés en zodiac à la bouée Nicolaw l'ont été à l'aide d'une pompe immergée permettant d'échantillonner à plusieurs profondeurs jusqu'à environ - 15 m. Les échantillons sont traités dès le retour au laboratoire (filtrations, addition des réactifs).

N.B. : les faibles différences observées sur la colonne d'eau nous ont amené à ne considérer que la moyenne des valeurs obtenues à la Station pour chaque prélèvement.

A bord des bateaux-feux les personnels ont accepté d'effectuer un échantillonnage parallèlement aux mesures de température et de salinité effectuées pour l'I.S.T.P.M. (tous les 5 jours). Les échantillons destinés à l'analyse des sels nutritifs ont été préfiltrés à l'aide d'une soie à plancton (200 μ) fixée sur un entonnoir puis conservés au congélateur du bord, les relèves n'ayant lieu que tous les 15 jours. Un flacon permettant la détermination de la salinité complète ces prélèvements avec un échantillon de phytoplancton et un trait de filet à zooplancton pour d'autres études à la Station Marine de Wimereux.

1.3. Estuaires

Pour les prélèvements effectués à partir de ponts, une corde munie d'un seau permet de recueillir sans problème une quantité suffisante d'eau de surface. L'agitation de l'eau conduit à une homogénéisation pendant l'échantillonnage.

En zodiac une bouteille à clapet type Niskin est immergée juste sous la surface et déclanchée manuellement. Les échantillons sont aussitôt répartis dans les différents flaconnages. Les filtrations et additions de réactifs se font dès le retour à terre, ainsi que la mesure du pH. Les données concernent essentiellement les eaux de surface (profondeur moyenne très faible des estuaires ; de l'ordre de 4 m à pleine mer). Quelques mesures de profondeur sont cependant réalisées quand la résistivité *in situ** présente un gradient vertical marqué ou même un palier.

* N.S.P. Un appareil mis à notre disposition par l'Institut Pasteur a permis une évaluation rapide de l'homogénéité de la colonne d'eau.

Dans tous les cas d'échantillonnage les températures sont mesurées à la remontée grâce à un thermomètre au 1/10ème immergé dans le seau ou la bouteille de prélèvement.

2. Analyses

De même que pour le choix des flacons et les techniques de conservation, nous avons utilisé les méthodes couramment employées à la Station Marine de Wimereux qui sont très généralement, celles recommandées par le Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin. Ces méthodes sont exposées par N. DEGROS dans le rapport "Techniques océanographiques" associé aux rapports d'études contractuelles de la Station Marine de Wimereux.

2.1. Salinité

Au début des campagnes "car ferry" la salinité a été évaluée par dosage au nitrate d'argent (méthode de Mohr Knudsen) en présence de chromate de Potassium comme indicateur coloré. Cette méthode a été employée jusqu'à l'acquisition du salinomètre de laboratoire BECKMAN type R57C. Ce salinomètre à induction mesure le rapport de conductivité des échantillons par rapport à un étalon, les deux étant ramenées à la même température par des corrections appropriées, tenant compte d'éventuelles variations dans l'étalonnage et la mesure sur l'échantillon. Les salinités sont ensuite calculées grâce à l'équation de WOOSTER et coll. (1969).

$$S^{\circ}/\text{‰} = - 0,08996 + 28,29720 R_{15} + 12,80832 R_{15}^2 - 10,67869$$

$$R_{15}^3 + 5,98624 R_{15}^4 - 1,32311 R_{15}^5$$

Dans les deux types de mesure l'eau de mer de référence est une eau de mer dite "Normale", fournie en ampoules scellées, à 35 ‰ de salinité.

Le R_{15} exprimé dans l'équation ci-dessus est le rapport entre la conductivité de l'échantillon analysé et celle de l'eau de mer normale considérés à 15° C sous une pression de 1 bar.

Le rapport obtenu est en fait R_t à la température t et on obtient R_{15} d'après $R_{15} = R_t + \Delta R$

$$\text{avec } \Delta R = 10^{-5} R_t (R_t - 1) (t - 15) [96,7 - 72,0 R_t + 37,3 R_t^2 - (0,63 + 0,21 R_t^2) (t - 15)]$$

La précision de l'appareil atteint 0,005 ‰ dans les meilleures conditions, nous nous contenterons d'exprimer les résultats au 1/100ème.

2.2. pH

Les mesures effectuées dès le retour à terre ont été réalisées avec un pH-mètre Radiometer, modèle 29, (1/10ème d'unité pH) ou un pH-mètre Metrohm Herisau, modèle E 603 (1/100ème d'unité pH) si les mesures étaient faites au laboratoire.

2.3. Oxygène dissous

Le dosage est fait selon la méthode de Winkler (O_2 oxyde le Manganèse puis l'Iode des réactifs et l' I_2 libéré est dosé par une solution titrée de thiosulfate.)

L'addition immédiate des réactifs permet de stabiliser le prélèvement et de reporter le dosage à condition d'éviter les échanges avec le milieu en immergeant totalement les flacons à bouchons rodés dans l'eau de mer et en les plaçant à l'obscurité.

2.4. Sels nutritifs dissous

2.4.1. Dosage des ions ammonium (azote ammoniacal)

Le dosage est basé sur la réaction signalée par BERTHELOT et adaptée par KOROLEFF et SOLORZANO à l'eau de mer. En milieu alcalin l'ammoniac réagit avec l'hypochlorite en une monochloramine qui, en présence de phénol, forme un bleu d'indophénol absorbant à 630 nm.

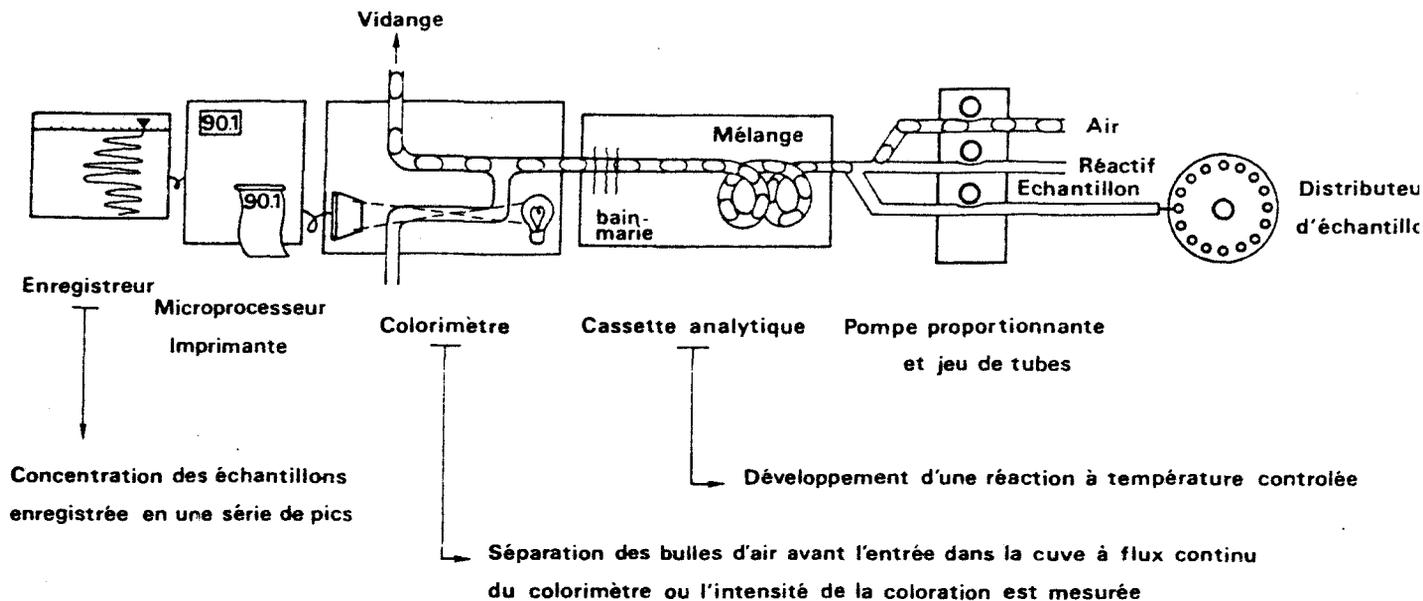
La réaction demande au moins 6 heures pour se développer aussi les réactifs sont ajoutés dès le prélèvement (ce qui limite les pollutions et interférences ultérieures).

La mesure s'effectue à l'aide d'un spectrophotomètre dans une cuve de 5 cm de trajet optique.

2.4.2. Autres sels nutritifs

Les nitrites, nitrates, phosphates et le silicium dissous sont dosés simultanément sur un autoanalyseur Technicon II

Fig. 14 : Circulation des fluides à l'intérieur d'une chaîne d'analyse automatique TECHNICON AA II



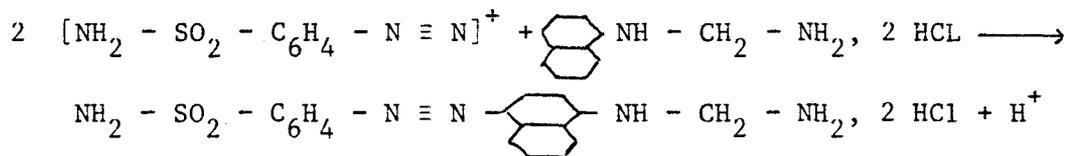
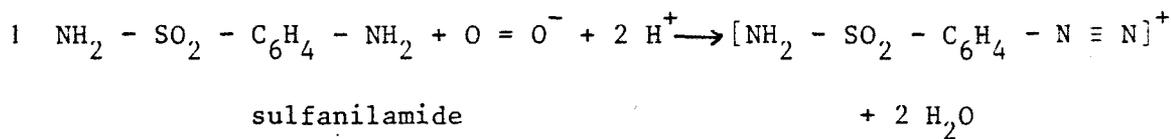
Cette automatisation est basée sur le principe du flux continu (circulation continue des fluides, échantillons, réactifs et air, à travers le système analytique). L'acquisition par la S.M.W. en 1982 d'un deuxième couple de chaîne et d'un microprocesseur Hewlett Packard a permis d'augmenter notablement le nombre d'échantillons traités.

Les réactions colorimétriques utilisées sont les mêmes que pour les techniques manuelles mais elles ont été adaptées par TREGUER et LECORRE à l'analyse automatique.

Dosages des nitrites !!!!!!!!!!!!

Le dosage automatique des nitrites est basé sur la méthode mise au point par BENDSCHNEIDER et ROBINSON (1952). La diazotation de la sulfanilamide en milieu acide et la copulation avec le N (1 naphtyl)

éthylène diamine donne un complexe coloré pourpre (colorant azoïque) absorbant à 540 nm.



Dosage des nitrates
.....

Ils sont dosés par la méthode décrite précédemment après leur réduction quantitative en nitrites par passage à travers une colonne cadmium-cuivre. La concentration en nitrates est obtenue après soustraction de la concentration réelle en nitrites.

Dosage des phosphates
.....

En milieu acide (pH < 1) et en présence de molybdate d'ammonium, les orthophosphates donnent un hétéropolyanion ou complexe phosphomolybdique qui, réduit par l'acide ascorbique, développe une coloration bleue absorbant à 885 nm. La réaction de réduction est catalysée par l'émétique ou antimonyl oxytartrate de potassium.

Dosage du silicium dissous
.....

La majorité du silicium dissous se trouve sous la forme d'acide orthosilicique Si(OH)₄, dont 5 % seraient ionisés [SiO(OH)₃⁻] au pH habituel de l'eau de mer. Le dosage est basé sur la méthode décrite par MULLIN et RILEY (1955). Les silicates solubles réagissent en milieu acide (1 < pH < 2) avec le molybdate d'ammonium pour former un hétéropolyacide : l'acide silicomolybdique, complexe jaune qui donne après réduction un bleu de molybdène mesurable à 660 nm.

2.5. Les pigments chlorophylliens
.....

Constituants cellulaires caractéristiques des végétaux, leur dosage permet une évaluation de la biomasse phytoplanctonique. Les organismes chlorophylliens (surtout le phytoplancton) sont recueillis avec l'ensemble des suspensions, par filtration, sur membrane en fibre

de verre (Whatman GF/C). Cette filtration s'effectue sous pression contrôlée afin d'éviter l'éclatement des cellules.

Les pigments sont ensuite extraits dans de l'acétone à 90 % pendant 18 à 24 H (RICHARDS et THOMPSON, 1952). La séparation entre le filtre et l'extrait acétonique se fait par centrifugation. Le dosage proprement dit consiste à lire la densité optique de l'extrait acétonique à différentes longueur d'ondes (750, 663, 645 et 630 nm) pour la méthode trichromatique proposée en 1966 par un groupe de travail du SCOR/UNESCO

$$\text{équation : } [\text{Chl a}]_{\text{mg/m}^3} = \frac{(11,64 D_{663} - 2,16 D_{645} + 0,10 D_{630}) + v}{V \cdot 1000}$$

ou v = volume de l'extrait en ml

V = Volume d'eau de mer filtré en l

D_x = densité optique à la longueur d'onde x, déduction faite de celle mesurée à 750 nm (turbidité)

2.6. Turbidité

Les différents aspects de l'évaluation de la turbidité seront repris et discutés dans le chapitre III.

CHAPITRE II

PRESENTATION ET INTERPRETATION DES DONNEES PHYSICOCHEMIQUES

CHAPITRE II

Présentation et interprétation des données physicochimiques

A - Exposé des résultats

L'ensemble des données recueillies lors de ces suivis successifs est exposé sous forme de tableaux regroupés en annexe:

Tableau 5 - Ensemble des données car ferry

Tableau 6 - Données hydrobios 80

Tableau 7 - Données Nicolaw (moyennes sur la colonne d'eau)

Tableau 8 - Données de l'estuaire de l'Aa

Tableau 9 - Données de l'estuaire de la Canche

Tableau 10 - Données de l'estuaire de l'Authie

Tableau 11 - Données de l'estuaire de la Somme

Tableau 12 - Données des "quadrillages" au large des estuaires

Les valeurs pour les différents paramètres sont données dans les unités suivantes :

- . Température en degrés Celcius
- . Salinité en mg de chlorures/kg d'eau de mer
- . Oxygène dissous en ml/l et en % de saturation
- . Sels nutritifs (ammoniac, nitrates, nitrites, phosphates et silicates) en $\mu\text{atg/l}$
- . Chlorophylle et phaeopigments en mg/m^3
- . Matières en suspension en mg/l
- . Turbidité en unités NTU (Nephelometric Turbidimetric Units)
- . pH en unités pH

B - Interprétation

1. Température

La température de l'eau dépend essentiellement de celle de l'air, les variations de ce paramètre en fonction du temps montrent en effet un profil sinusoïdal (maximum estival, minimum hivernal) tout à

fait comparable à celui des températures atmosphériques. La température de surface est fonction de l'éclairement solaire (source d'énergie), des échanges avec l'atmosphère et aussi des mélanges avec les eaux sous-jacentes (IVANOFF, 1972). Pour ce dernier facteur les eaux peu profondes de la zone d'étude, les vents et les courants importants provoquent un brassage suffisant pour répartir de façon quasi-homogène l'énergie solaire conservée par les océans (différence maximale observée au Nicolaw entre les niveaux 0 et 15 m, inférieure à 0,5° C). Il ne s'établit donc pas de thermocline estivale dans cette partie de la Manche. La mer joue nettement le rôle de volant thermique puisque ses variations présentent un léger décalage dans le temps, retard d'environ 1 mois. De plus l'amplitude des variations est plus importante pour l'air que pour l'eau.

Tableau 13 : Amplitudes comparées des variations de
Température de l'air et de l'eau

Date	Variations dans l'air (BOULOGNE/MER)	Variations dans l'eau (BOUEE NICOLAW)
1980	14° 40	13° 05
1981	14° 10	12° 85
	(BOULOGNE/MER)	(LARGE DE LA CANCHE)
1982	16° 0	11° 80

Ces variations classent le milieu littoral boulonnais parmi les mers tempérées froides (catégories définies par PERES, 1961). Il faut rappeler que sous l'effet de la circulation générale de la Manche, les eaux qui y pénètrent ont une origine atlantique. Une branche de la dérive Nord Atlantique, qui prolonge le Gulf Stream, s'engage donc le long des côtes européennes et participe ainsi au maintien des températures de l'eau supérieures à celles de l'air en hiver (ce qui, bien sûr, participe à l'établissement du climat tempéré de nos régions). Du point de vue spatial il existe un gradient de la côte vers le large, gradient qui s'inverse à l'automne et au printemps (Fig. 15). Les températures côtières sont très supérieures à celles du large en été

Fig.15 VARIATION SPATIALE DES TEMPERATURES
(Radiales trans-Manche; été et hiver)

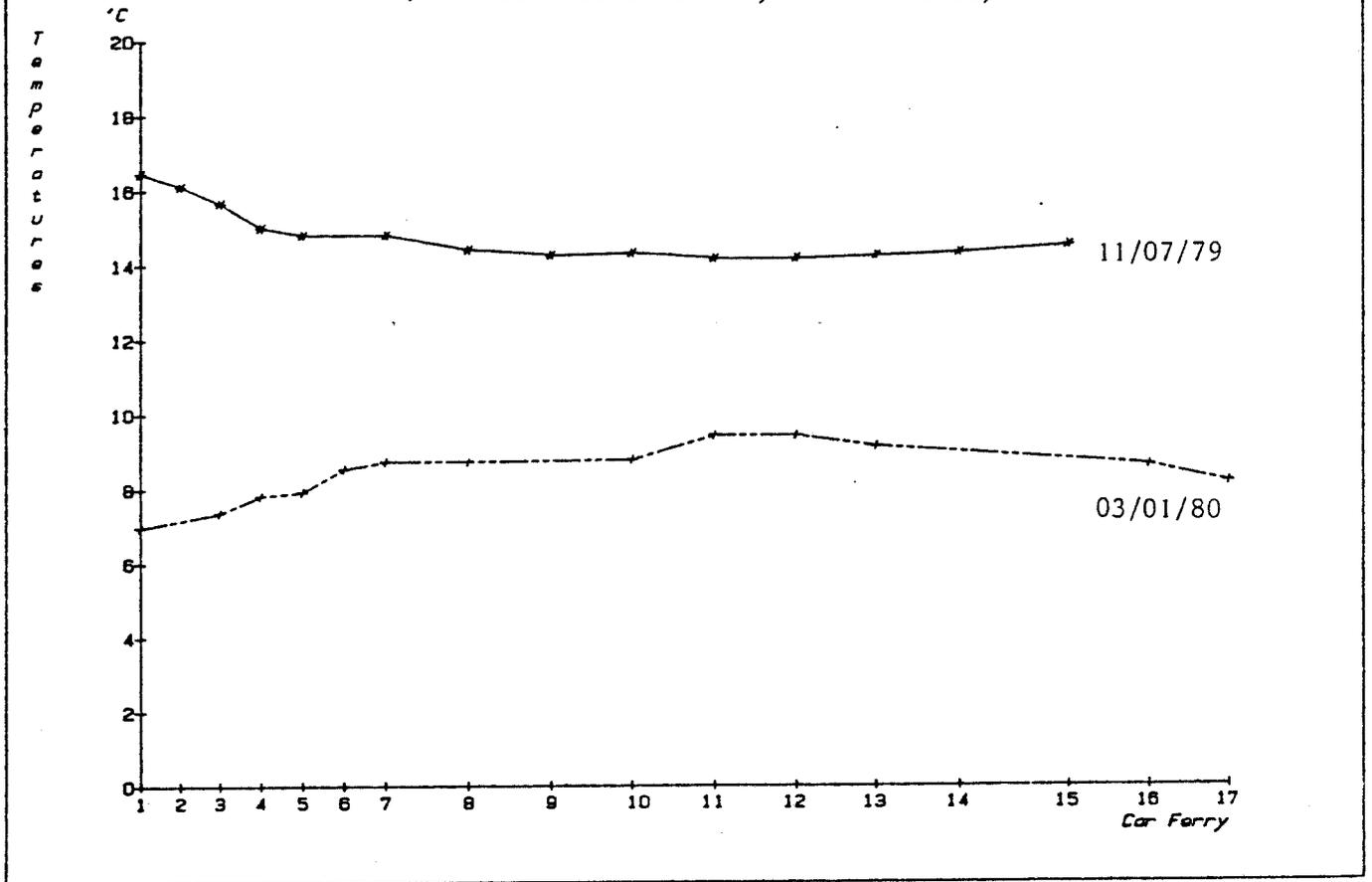
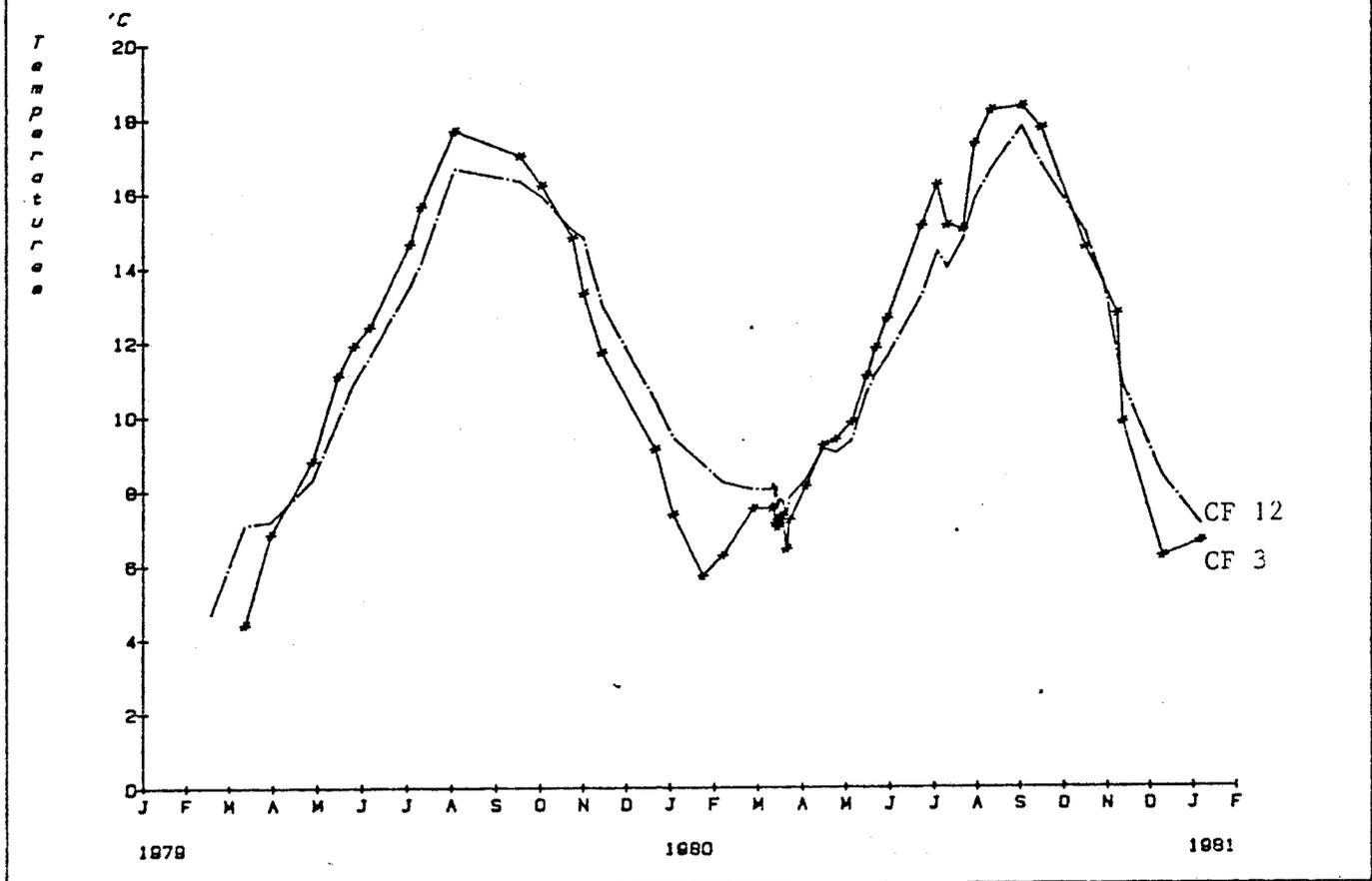


Fig.16 VARIATIONS TEMPORELLES DES TEMPERATURES
(Côte: station CF 3, large: station CF 12)



et nettement inférieures en hiver (Fig. 16). Cette différence, qui peut atteindre plusieurs degrés (2° 35 le 11.7.79, 3° 00 le 24.1.80) s'explique par le fait que les eaux côtières, peu profondes, sont beaucoup plus sensibles aux effets du rayonnement solaire et présentent une inertie thermique très inférieure à celle de la masse d'eau centrale. S'ajoute à ces effets, le rôle des apports telluriques. Ce rôle peut être appréhendé grâce à l'étude des estuaires menée en 82. Nous y avons séparé les quatre cours d'eau en deux types, canalisés et non canalisés. Du point de vue des températures cette différenciation, liée aux interventions humaines, se justifie. Pour l'Aa (canalisée) les températures varient comme celles des eaux côtières (maximum estival, minimum hivernal), ensemble, en tous points de l'estuaire (Fig. 17) les valeurs obtenues en aval oscillent entre 7°1 en hiver et 20° 9 en été (ΔT de 13,8). Les valeurs hivernales sont supérieures à celles relevées au point "Aa" lors du suivi des paramètres hydrobiologiques sur le site de Gravelines. Elles deviennent par contre inférieures de mai à octobre, ce qui montre la relative constance de température des eaux douces par rapport à celle des eaux côtières (sous influence de la centrale nucléaire)

T°	Fevrier 82	Avril 82	Mai 82	Septembre 82	Octobre 82
Aa - Station 3	7,6	11,8	11,6	18,0	12,8
Gravelines point Aa	5,05	9,35	17,6	21,3	13,0

Pour la Canche et l'Authie le phénomène apparaît plus complexe car il existe un gradient amont aval qui s'inverse entre l'été et l'hiver. Les températures sont plus élevées en amont l'hiver et en aval l'été (Fig. 18 et 19).

Les eaux de ces estuaires, qui découvrent presque complètement à marée basse, échangent beaucoup d'énergie avec le substrat qu'elles recouvrent en montant. Le fait qu'en été elles conservent de faibles valeurs en amont vient de ce que les apports d'eau douce froide sont permanents. Pour l'Aa au contraire cet apport est inexistant à marée haute du fait des écluses et de toute façon, les eaux immobilisées au-delà (points de prélèvement 1 et 2) subissent un réchauffement direct.

Fig.17 PROFILS DES TEMPERATURES SUR L'AA

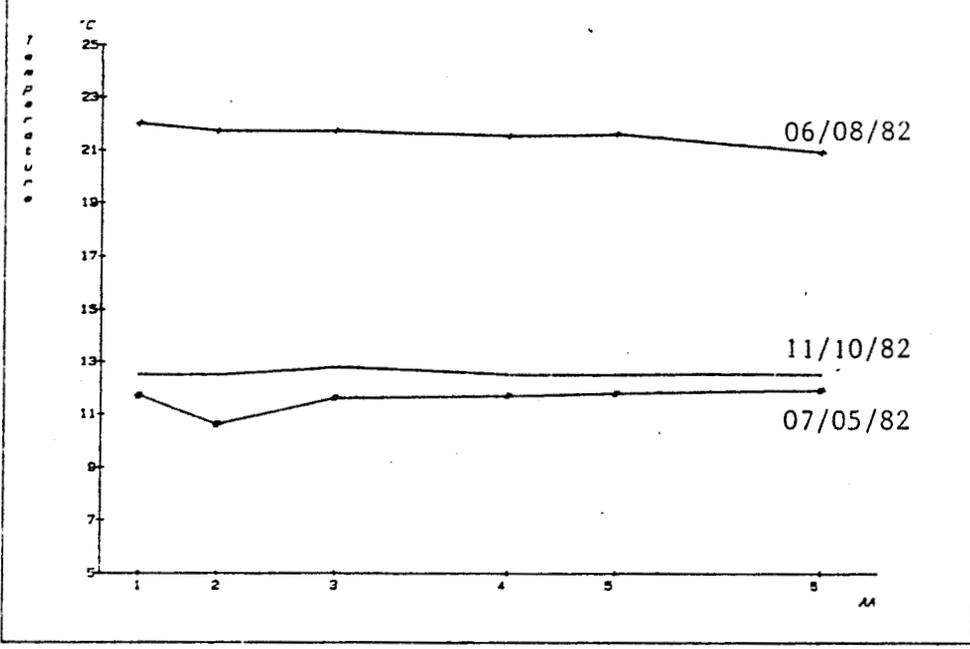


Fig.18 PROFILS DES TEMPERATURES SUR L'AUTHIE

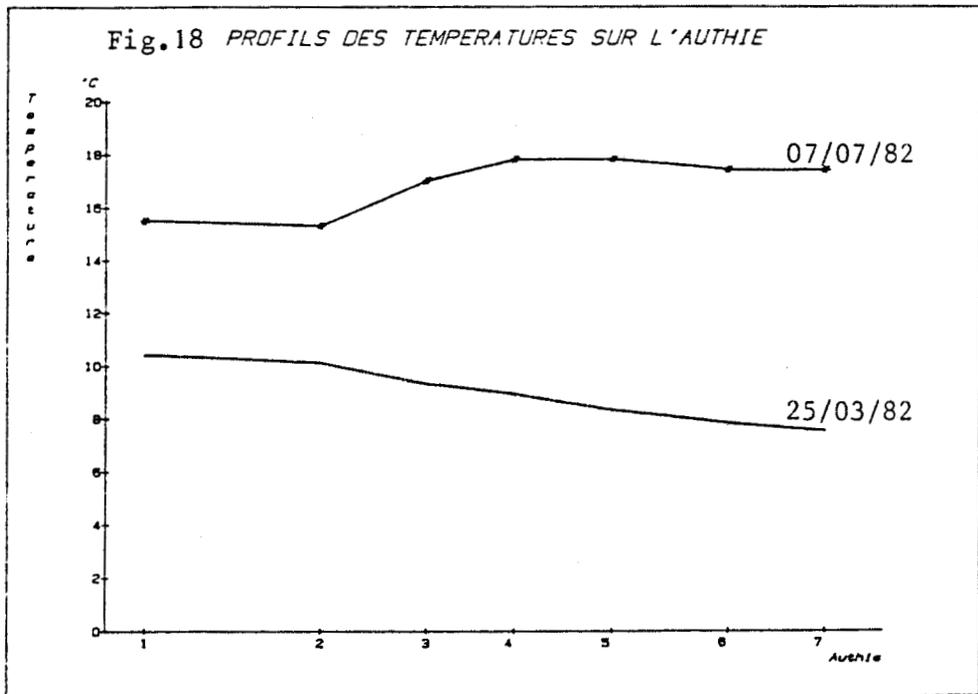
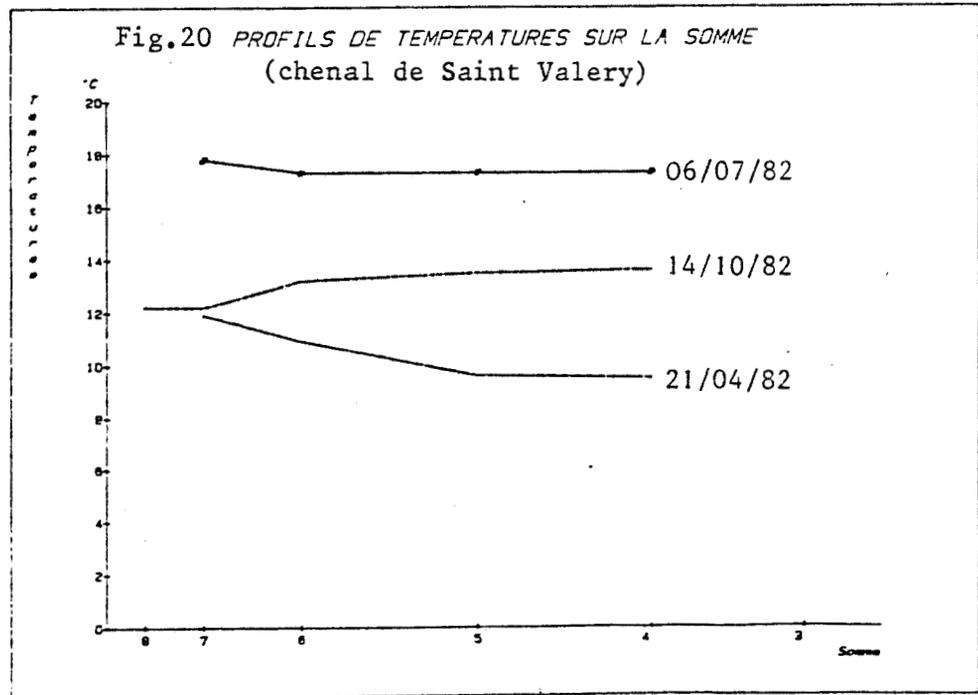


Fig.20 PROFILS DE TEMPERATURES SUR LA SOMME (chenal de Saint Valery)



Pour la Somme, le dédoublement des chenaux rend le phénomène beaucoup plus complexe. Le cours d'eau est en effet canalisé comme l'Aa et ses apports ainsi limités mais son aspect est plus proche de celui de la Canche et de l'Authie du fait d'une slikke très étendue et recouverte à marée haute. Si l'on considère le chenal quittant le Crotoy vers le large, où les apports sont quasiment nuls (bassin à flot du Crotoy), on se trouve dans une situation comparable à celle de l'Aa. Pour le chenal débutant au port de St Valéry/Somme où le débit, même éclusé, de la rivière n'est pas négligeable, on retrouve les inversions amont aval observées pour la Canche et l'Authie (Fig. 18 et 19). Lors de la Campagne "Hydrobios 80" l'étude des températures et des salinités pendant un cycle de marée devant la Somme montre qu'en été les valeurs sont supérieures pour les eaux provenant de l'estuaire (18,15° C/ 17,7° C) comme elles le sont pour la Canche (18,2° C/17,7° C) en août 82 alors qu'en septembre 82 les températures mesurées au large de Gravelines (QUISTHOUDT, 1983) sont légèrement supérieures à celles mesurées dans l'Aa.

Les estuaires "Sud" semblent donc, de par leur morphologie, très sensibles aux variations du climat ; échauffement et refroidissement notables des eaux par la grande surface de slikke découverte à chaque balancement des marées. De fait la structure des estuaires a tendance à accentuer les variations saisonnières de température des eaux côtières lorsque celles-ci recouvrent la slikke préalablement réchauffée ou refroidie à marée basse.

2. La salinité

2.1. Répartition dans le détroit

Paramètre conservatif par excellence en milieu océanique, la salinité varie notablement dans la zone d'étude essentiellement du fait des influences telluriques.

Il existe en toutes saisons (Fig. 21) une différence entre les salinités côtières (toujours inférieures à 34,5 ‰) et les salinités mesurées au centre du détroit (supérieures à 34,5 ‰).

Les relativement faibles valeurs à la côte sont dues aux précipitations qui diluent d'abord les eaux de surface et ensuite, par augmentation des

Fig.21 VARIATIONS TEMPORELLES DES SALINITES
(côte: station CF 3, large: station CF 12)

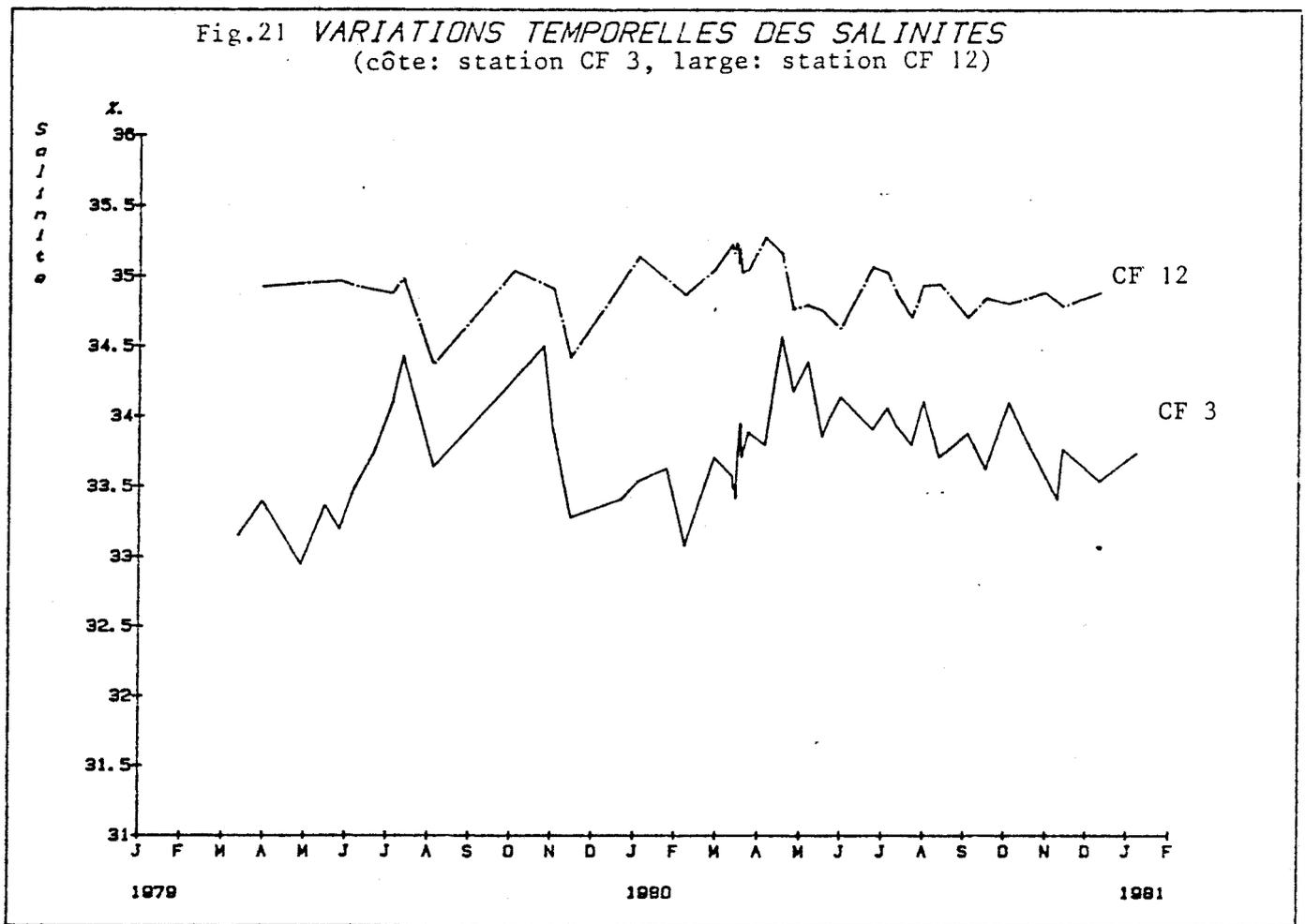
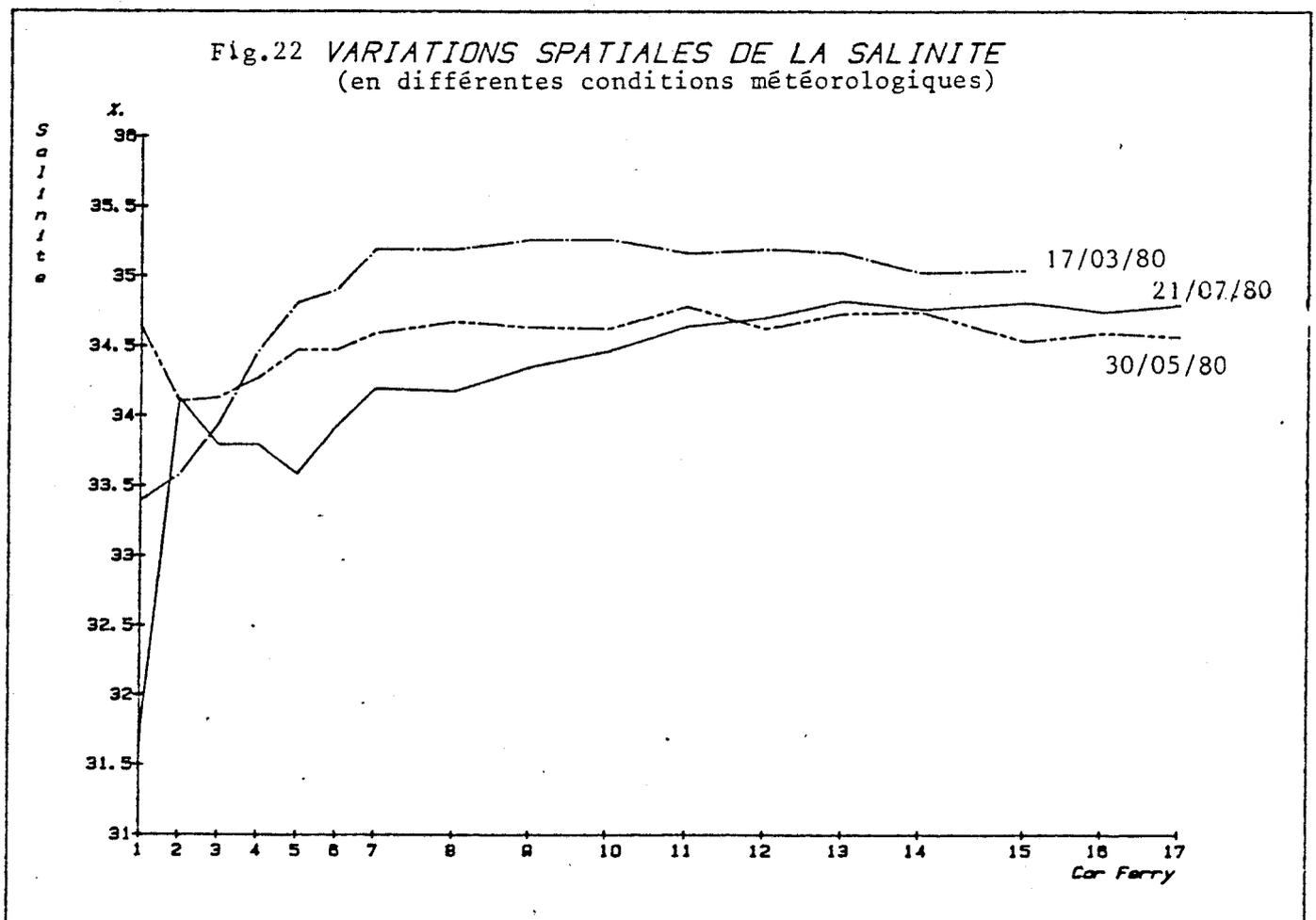


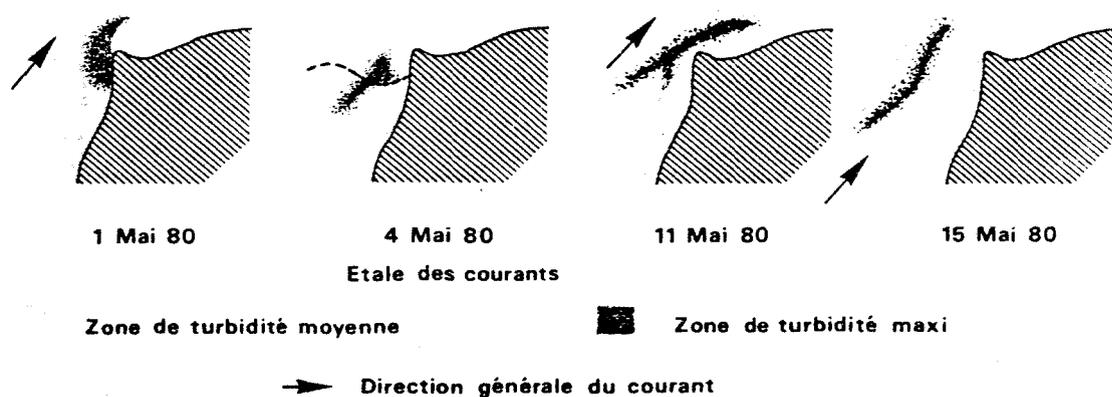
Fig.22 VARIATIONS SPATIALES DE LA SALINITE
(en différentes conditions météorologiques)



débits des fleuves côtiers agissent sur l'ensemble de la masse d'eau. On note bien que lors des précipitations importantes de l'hiver 80-81 (notamment octobre 81) les salinités ont atteint des valeurs proches de 33 ‰ à la côte. A l'opposé c'est aux périodes estivales "sèches" de l'été 79 que correspondent les teneurs les plus élevées. Les variations observées au large sont beaucoup moins faciles à relier aux caractéristiques météorologiques. Ces eaux proviennent en effet de l'Atlantique et de la Manche occidentale, soumises à des conditions climatiques différentes, et qui, de toute façon, proviennent à la zone d'étude avec un certain retard et avec un mouvement de va-et-vient qui facilite leur homogénéisation. De ce fait, les variations maximales observées entre deux mesures successives ne dépassent jamais 0,7 ‰ alors qu'elles atteignent fréquemment 1,0 ‰ à la côte (et même 1,2 ‰ entre fin avril et début mai 80). L'effet de dilution direct est difficile à mettre en évidence car si les précipitations se produisent en période agitée (tempêtes hivernales) le brassage avec les eaux inférieures se fait en quelques heures au maximum. Le diagramme ombrothermique appuie encore ces relations entre périodes sèches et humides et variations saisonnières de la salinité. (Fig. 10 et 21) Les variations spatiales de la salinité, observées lors des campagnes TransManche reflètent l'importance des apports fluviaux. En période humide l'effet des aménées d'eau douce est perçue bien au-delà des stations côtières (mars 81 - 97,8 mm - Fig. 22a) alors que si la campagne correspond à une période de sécheresse, les valeurs sont pratiquement égales tout au long du trajet (avril 80 - 18,3 mm - Fig. 22b). De même, en période exceptionnellement pluvieuse (juillet 80 - 122,2 mm - Fig. 22c) l'apport d'eau douce se ressent sur toute la zone, amenant l'ensemble des salinités à des valeurs inférieures à 34,9 ‰. Ces variations spatiales semblent déterminer au niveau du Cap Gris-Nez, en toutes saisons, deux types d'eaux (eaux "côtières" - eaux du "large"). Des valeurs très différentes de salinité ont d'ailleurs été retrouvées en 82-83 par QUISTHOUDT en des points situés l'un à la côte (GN1, 17 m de profondeur) et l'autre plus au large (GN2, 28 m de profondeur):

	GN 1	GN 2
28.10.82	33,34	34,48

Il faut remarquer sur la figure 22 que les valeurs faibles aux stations 4 à 6 du profil de juillet correspondent à un phénomène très particulier lié à la circulation dans le détroit au niveau du Cap Gris-Nez. L'effet de Cap projetant vers le large des eaux littorales sous l'effet des courants alternatifs "libère" une tache d'eau, à caractéristiques côtières, en travers de la radiale. Ce phénomène plusieurs fois constaté lors des radiales Gris-Nez → Colbart (BRYLINSKI et Coll., 1984) pour les différents paramètres étudiés a été confirmé par les images satellitaires LANDSAT mais surtout lors de la succession des images CZCS de mai 1980. Sur le canal 3 (570 nm) correspondant à la détection des matières en suspension une masse d'eau se détache progressivement de la côte selon le schéma suivant :



Il semble donc que le courant de flot "décolle" de la côte les eaux du littoral situées au niveau du Gris-Nez. Celles-ci sont ensuite rabattues vers le Sud-Ouest, et donc plus au centre du détroit par le courant de jusant. La poursuite de l'alternance des courants tend à étendre le panache et à diluer ces eaux dans la circulation centrale générale.

Certaines dates de campagne ont coïncidé avec l'existence de ce phénomène et confirment cette traversée d'une langue d'eau du large pénétrant par le sud entre les eaux côtières proprement dites et celles repoussées au large par effet de cap.

Au nord de la zone le gradient est encore présent et, comme au large du Cap Gris-Nez, il est parfois perturbé par les courants (HEDIN, 1980). La répartition spatiale de la salinité est donc essentiellement liée aux précipitations et apports telluriques. Les cycles de marée, réalisés hors de stations fixes durant la campagne "Hydrobios", montrent des

variations nettes de la salinité quand ces cycles sont réalisés face aux estuaires, même de moindre importance, alors que les valeurs restent pratiquement constantes en l'absence d'émissaires (Tableau 14).

Tableau 14: Valeurs extrêmes de salinité
mesurées en stations fixes (Hydrobios 80)

Site	Salinité mini	Salinité maxi
Baie de Somme	32,26	33,41
Boulogne s/mer (Liane)	33,10	33,55
Gris-Nez	33,60	33,96
Calais	33,65	33,84
Dunkerque	33,77	33,89

Les dessalures induites par les rejets estuariens sont extrêmement sensibles au sud des zones, lors du jusant.

Les quadrillages effectués devant les estuaires, bien que très insuffisants pour aboutir à une détermination précise des limites, permettent d'apprécier les phénomènes liés aux "vidanges" des estuaires picards.

Les eaux quittant l'estuaire au baissant sont entraînées par la fin du courant de flot vers le Nord; puis vers le Sud, à partir du mi-baissant, par le courant de jusant:

cela aboutit à une répartition latérale à peu près régulière des eaux saumâtres, parallèlement à la côte, de part et d'autre d'un minimum de salinité situé dans l'axe du chenal (Estuaire de la Canche - Fig. 23).

Dans ce cas, la limite entre le rejet estuarien et les eaux côtières est nettement visible à bord du navire du fait de la brusque variation du taux de matières en suspension, la dilution est par contre progressive vers le Nord et/ou vers le Sud selon l'orientation du courant portant.

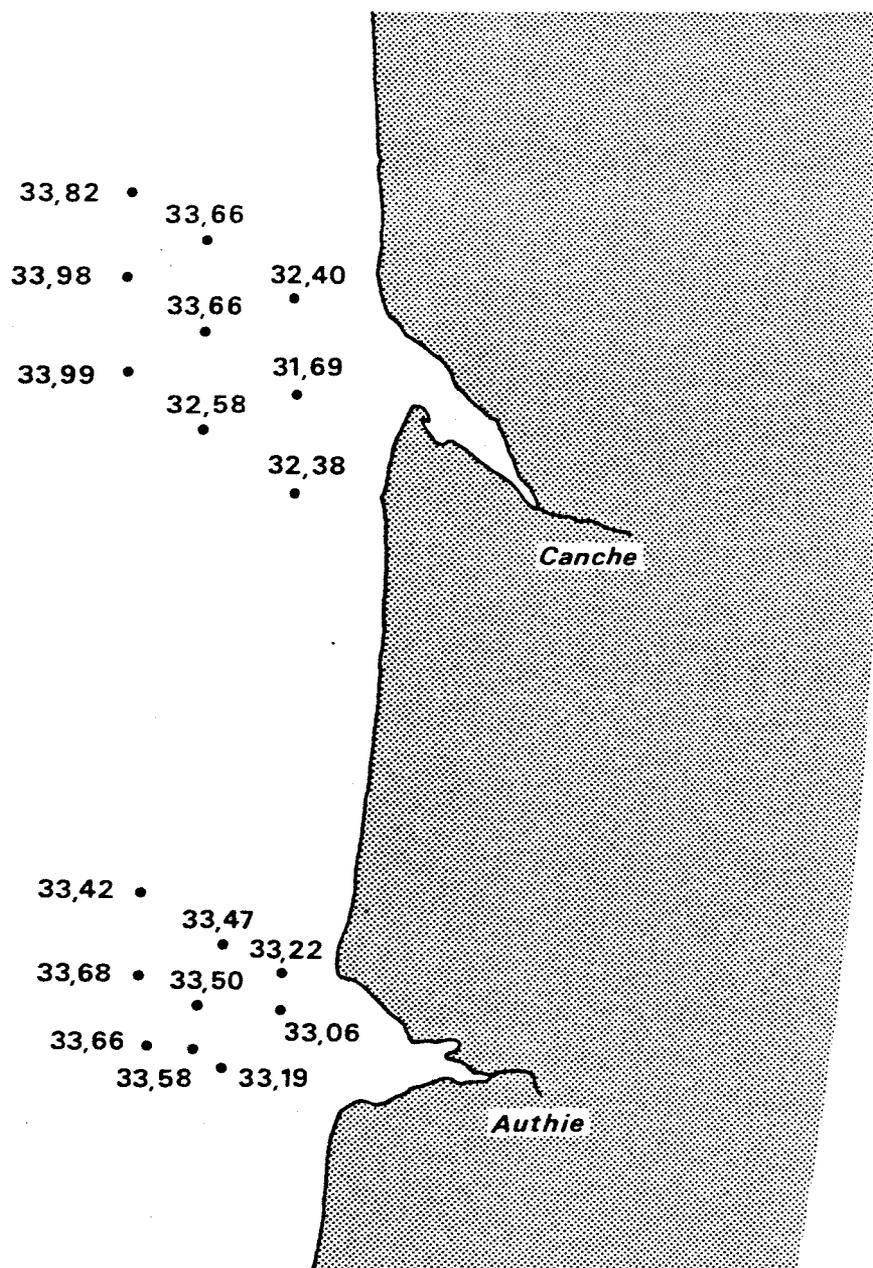


Fig.23 : Valeurs de salinité le 24.08.82
(Quadrillage de prélèvements face aux estuaires)

Sur la figure 23 l'impact est moins net pour les rejets de l'Authie du fait de son très faible débit.

La dessalure provoquée par la Somme est par contre perçue au Sud en période de jusant (Figure 24). Cette masse d'eau côtière, très nettement influencée par l'apport d'eau douce important, peut être visualisée par le tracé probable de l'isohaline 31 ‰. A nouveau, le minimum de salinité a été perçue au droit du chenal (25,85 ‰) et correspond nettement au panache turbide de l'estuaire au-delà duquel la salinité augmente brusquement de près de 4,5 ‰. Cette répartition de la dessalure d'origine estuarienne avait déjà été signalée par DESAUNAY en 1973 lors de campagnes de dragages face à l'estuaire de la Canche.

2.2. Répartition de la salinité dans les estuaires

C'est le paramètre fondamental pour la connaissance de l'estuaire car il détermine la limite de pénétration de l'eau de mer dans l'estuaire avec le montant. De plus, la zone de mélange plus ou moins étendue conditionne l'ensemble des autres paramètres hydrologiques et biologiques.

Dans les estuaires étudiés, il n'est apparu aucun cas de lentilles d'eaux douces emprisonnées dans les eaux salées, ni d'intrusion saline notablement dissymétrique ou anormalement répartie. Ces estuaires peuvent être classés dans les estuaires stratifiés (selon MARTIN J.M. et coll., 1974). Cependant l'aspect de cette stratification dépendra de la présence d'écluses limitant le débit du fleuve.

Pour les estuaires à débit contrôlé (Somme, Aa) le faible écoulement d'eau douce par rapport à l'énorme masse d'eau de mer pénétrant dans l'estuaire au montant, va former une langue superficielle très bien observée à l'étale de haute mer notamment à Saint-Valéry-sur-Somme. Les mesures directes de résistivité montrent en effet l'existence en surface d'une couche de 50 cm à 1 m d'épaisseur constituée d'eau douce (2000 Ω /cm) superposée aux eaux salées qui occupent l'ensemble de l'estuaire (22 Ω /cm). Ce "coin salé" très marqué explique la brusque variation de salinité mesurée lors des prélèvements de surface pour la Somme et l'Aa de part et d'autre de ce front (Fig. 25). Pour la Canche et l'Authie les quantités d'eaux douces et marines mises

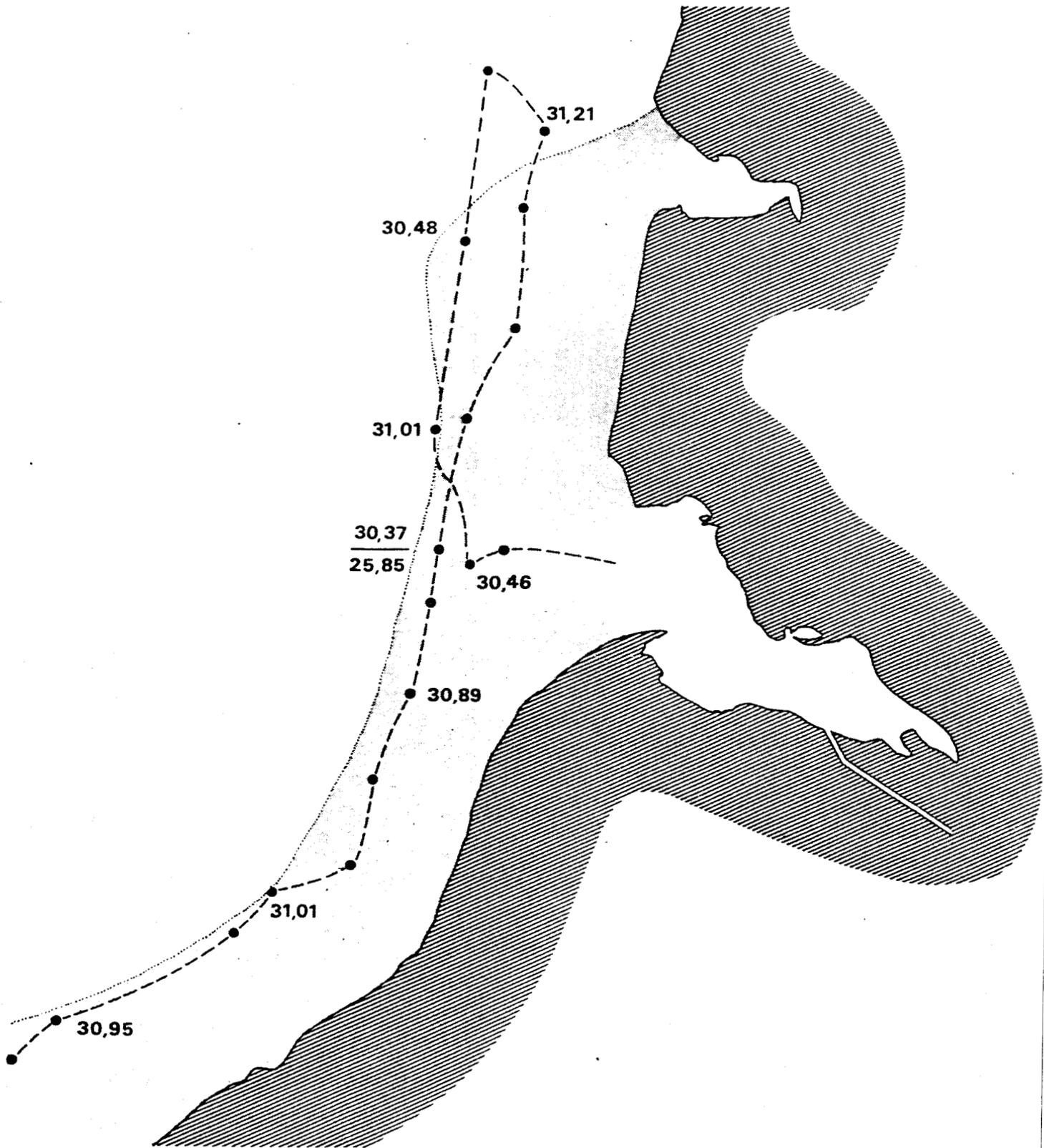


Fig. 24 : Valeurs de salinité relevées lors des trajets Dieppe - Somme
du 2.02.82

Fig.25 REPARTITION DES SALINITES SUR LA SOMME
(14/10/80)

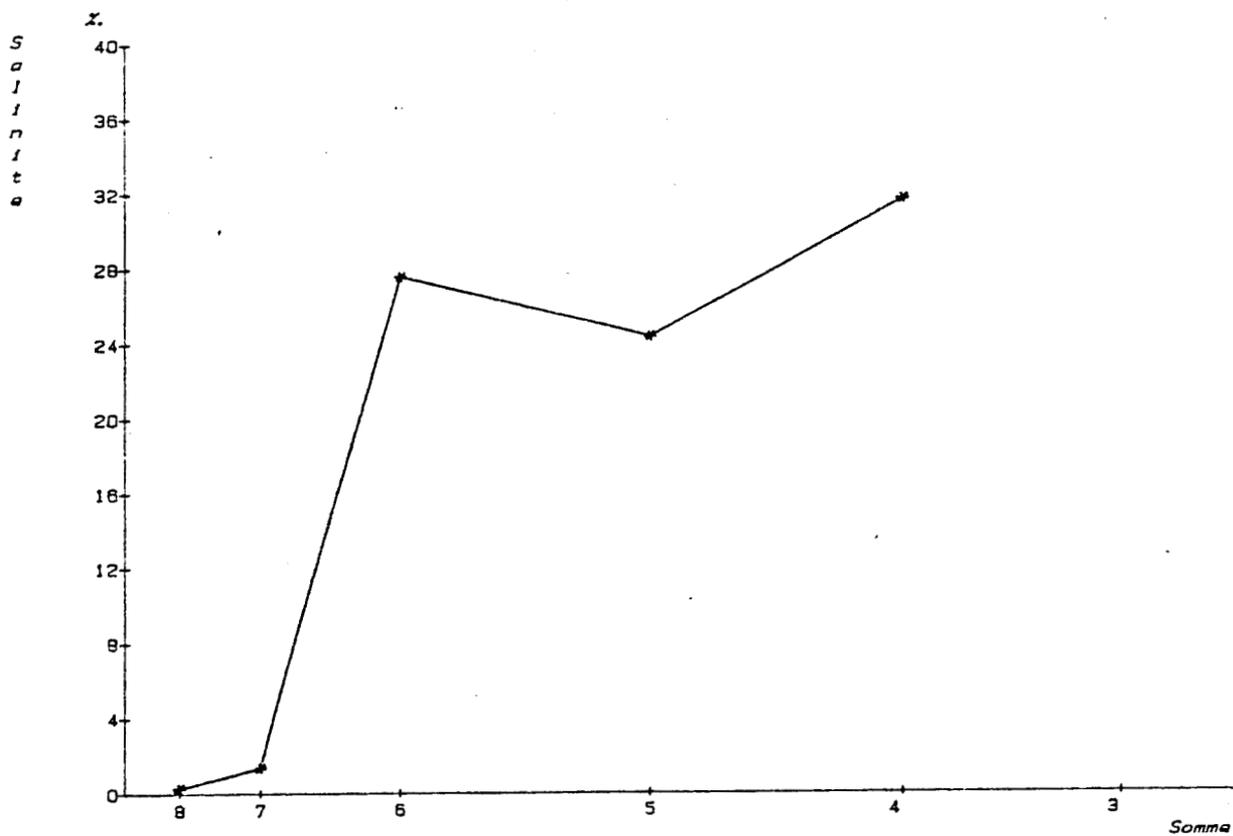
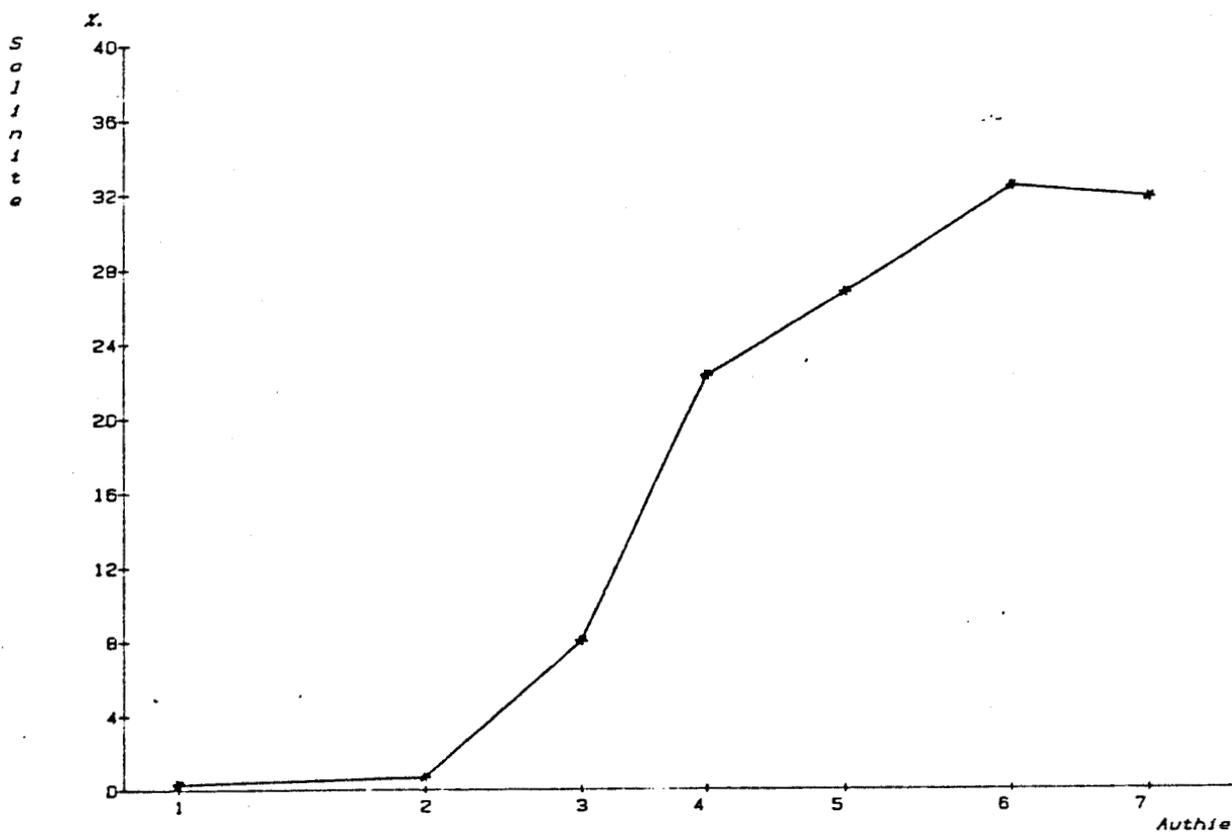


Fig.26 REPARTITION DES SALINITES SUR L'AUTHIE
(07/07/82)



en présence au montant sont plus équilibrées. Il se produit de part et d'autre du front de salinité une zone de mélange amenant à une structure qualifiée de "mélange partiel" avec une évolution plus progressive des salinités superficielles (Fig. 26). Le baissant tendra dans tous les cas à homogénéiser les eaux jusqu'à basse mer où les chenaux ne sont plus occupés que par des eaux fluviales (exemple Aa le 5.3.82).

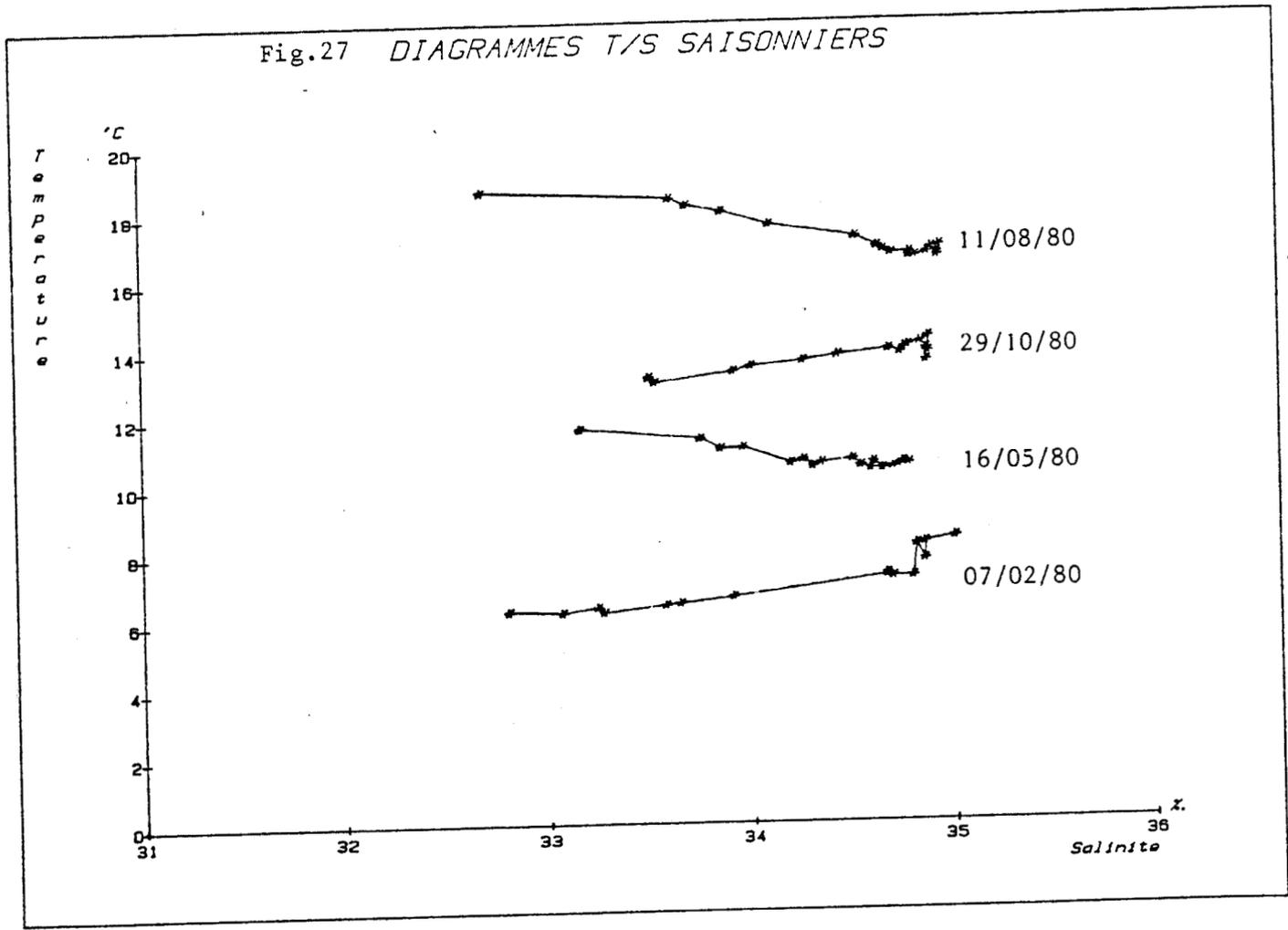
Les stations, telles qu'elles ont été établies, ont permis de cerner la limite supérieure de l'intrusion saline pour les différents estuaires. La Somme est entièrement "salée" à marée haute (chenal Nord du Crotoy et chenal Sud jusqu'à l'entrée du port de Saint-Valéry : station 7). Pour l'Authie une certaine salinité a pu être décelée au niveau du port de Groffliers (Madelon de l'Authie - station 3) mais jamais au Pont à cailloux (station 1). La limite de l'intrusion saline peut donc être située aux environs de la station 2 pour les coefficients les plus élevés. La Canche présente les mêmes caractéristiques au niveau du pont d'Enocq (station 1). Pour l'Aa, l'intrusion saline est freinée par la présence des écluses du port de Gravelines.

2.3. Diagrammes T.S.

L'association des températures et des salinités ne permet pas de caractériser les types d'eaux rencontrés en Manche comme on peut le faire en océan. En effet les variations de température sont beaucoup trop importantes, allant même jusqu'à une inversion saisonnière entre la côte et le large pour que l'on puisse y trouver un quelconque intérêt en tant que marqueur.

Cependant, si on trace pour chaque saison le diagramme T.S. correspondant à une campagne "car ferry", des caractéristiques communes apparaissent évidentes (Fig. 27). Les stations 1 à 6 (ou 7) sont réparties selon un gradient de salinité mais présentent des variations de température relativement faibles. Les points 7 à 17 correspondant aux eaux du "large" sont au contraire groupés en un noeud montrant de faibles variations de température et salinité. Ces tracés confirment donc la notion de masses d'eaux différentes se cotoyant dans le détroit. Une première catégorie mal définie sur les diagrammes T.S. est donc réalisée par le mélange d'eaux provenant de différentes origines et subissant d'importantes influences telluriques. La seconde, correspond à une zone précise sur les diagrammes T.S. Elle équivaut à une masse d'eau

Fig.27 *DIAGRAMMES T/S SAISONNIERS*



"unique" caractéristique de la Manche au niveau du détroit du Pas-de-Calais.

3. Eléments nutritifs

Au sein de l'environnement marin leur présence est avant tout liée aux cycles biologiques. Au développement des espèces végétales est associée une diminution du stock d'éléments nutritifs, à l'opposé la dégradation essentiellement bactérienne des organismes morts ou des déchets du vivant, tend par oxydation à régénérer ce stock (cf. paragraphe III. B3 - Chlorophylle).

Toutefois les pertes par sédimentation doivent être compensées par des apports extérieurs. La part essentielle de ces apports est liée aux fortes teneurs rencontrées dans les eaux douces. Ces eaux sont généralement beaucoup plus riches en matière organique particulaire et dissoute que ne peuvent l'être les eaux de mer et un enrichissement complémentaire vient du lessivage des sols (éléments organiques, engrais,

éléments minéraux...) ou des rejets urbains ou industriels. Les maxima observés sont répertoriés dans le tableau 15

Tableau 15 : Valeurs maximales et moyennes des concentrations en sels nutritifs observées lors des différentes études (en µatg/l).

		NH ₄	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₄
Estuaire Aa (st. 3)	maxi	506,48	23,17	348,0	9,1	144,0
	m ± 6	5.3.82	6.8.82	7.4.82	7.4.82	11.10.82
		193,03±152,87	10,22±6,48	276 ±72	3,98±3,08	96 ±37
Estuaire Canche (st.4)	maxi	17,80	3,78	260,0	1,40	174,7
	m ± 6	12.10.82	12.10.80	4.2.82	2.12.82	12.10.80
		6,49± 5,73	1,33±1,01	60,5 ±55,66	0,75±0,40	43,99±59,23
Estuaire Authie (st.3)	maxi	34,49	2,86	183	3,45	110,9
	m ± 6	13.10.82	25.3.82	6.12.82	6.12.82	6.12.82
		186,4 ± 11,82	1,56±0,63	106,18±55,32	2,18±1,1	58,83±28,39
Estuaire Somme (st.4)	maxi	8,86	0,74	55,7	1,35	17,9
	m ± 6	14.10.82	3.12.82	3.12.82	3.12.82	14.10.82
		9,17± 10,67	0,77±0,77	36,30±34,89	1,95±1,67	42,15±63,93
Station Nicolaw	maxi		0,54	19,16	1,96	9,80
	m ± 6		10.11.81	1.2.82	3.11.81	1.2.82
			0,22±0,15	5,82± 4,65	0,88±0,56	3,27± 2,76
Station 3 CF	maxi		1,06	18,44	2,80	10,48
	m ± 6		24.1.81	24.1.81	19.2.79	
			0,31±0,26	6,76± 7,28	0,55±0,57	3,23± 1,67
Stations 12 CF	maxi		0,42	11,67	1,07	4,69
	m ± 6		16.4.80	25.4.80	11.8.80	16.3.80
			0,14±0,11	3,54± 3,28	0,35±0,39	1,67± 1,28

On constate que la grande majorité des teneurs élevées observées coïncident avec des périodes printanières ou automnales, ce qui confirme le rôle important des précipitations dans les cycles saisonniers des sels nutritifs (Fig. 28).

De même, les teneurs notablement plus élevées pour les sels azotés et les phosphates qui sont mesurées sur l'Aa sont liées à la nature de son bassin versant. Ce fleuve draine dans sa première partie une région maraîchère, l'Audomarois, sillonnée par un réseau d'irrigation très dense. Il atteint ensuite une zone hautement industrialisée au niveau de laquelle il communique avec d'importants canaux de navigation qui déservent Dunkerque et Calais. D'après les cartes éditées par l'agence de l'eau Artois - Picardie sur la qualité des cours d'eau entre 73 et 76, l'Aa est en tous points de qualité médiocre en ce qui concerne les matières organiques et la teneur en éléments azotés. Dans l'ensemble de la zone littorale les cartonneries, sucreries et distilleries ajoutent leurs rejets organiques aux apports urbains mal épurés.

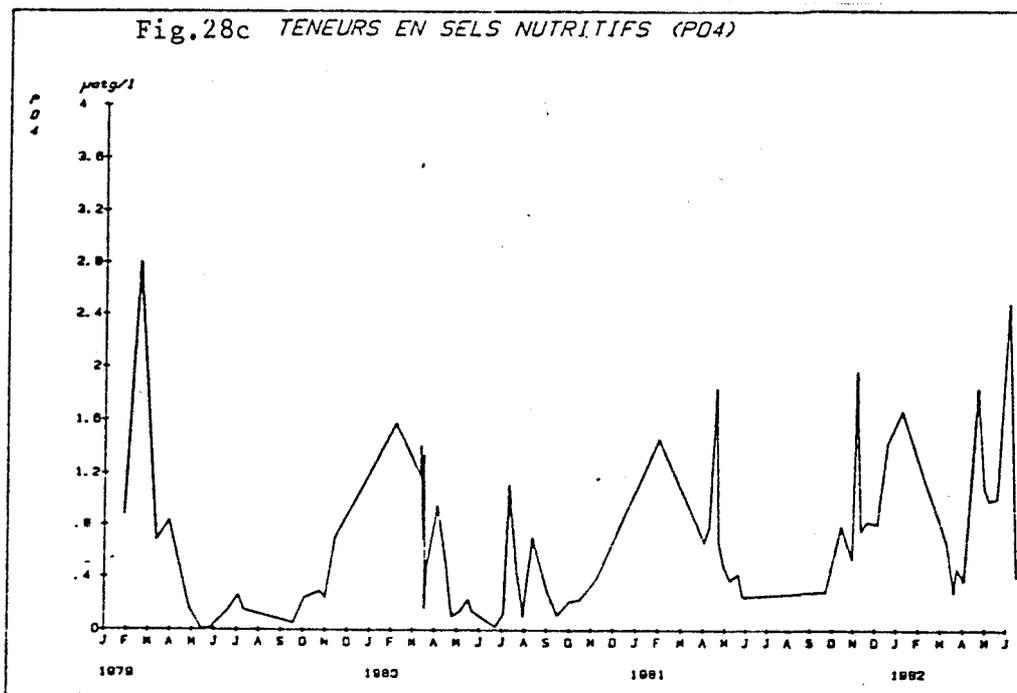
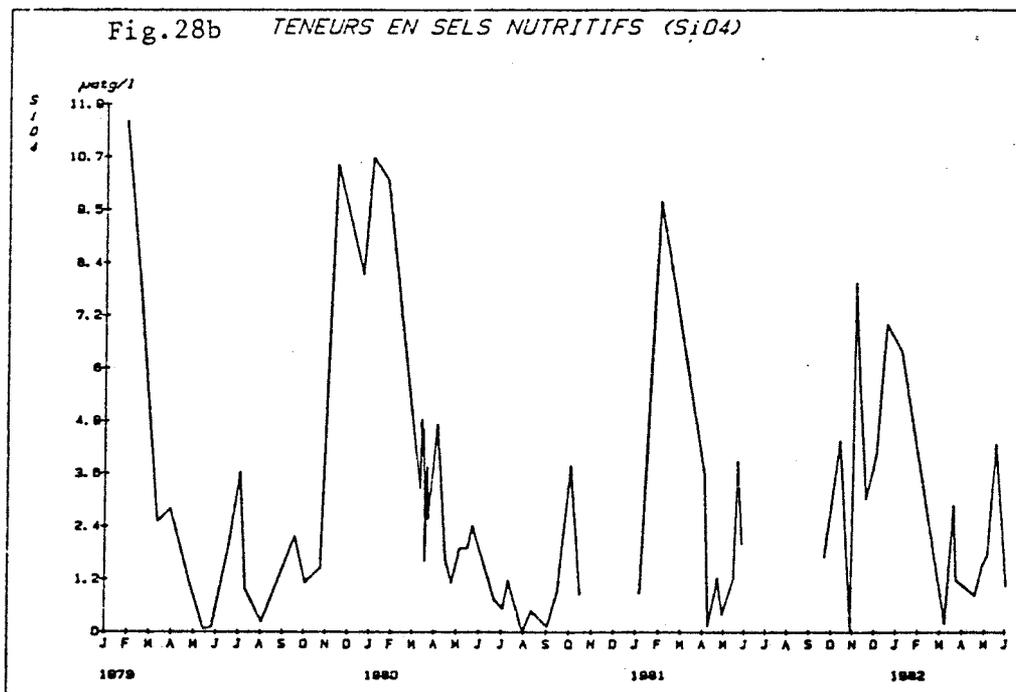
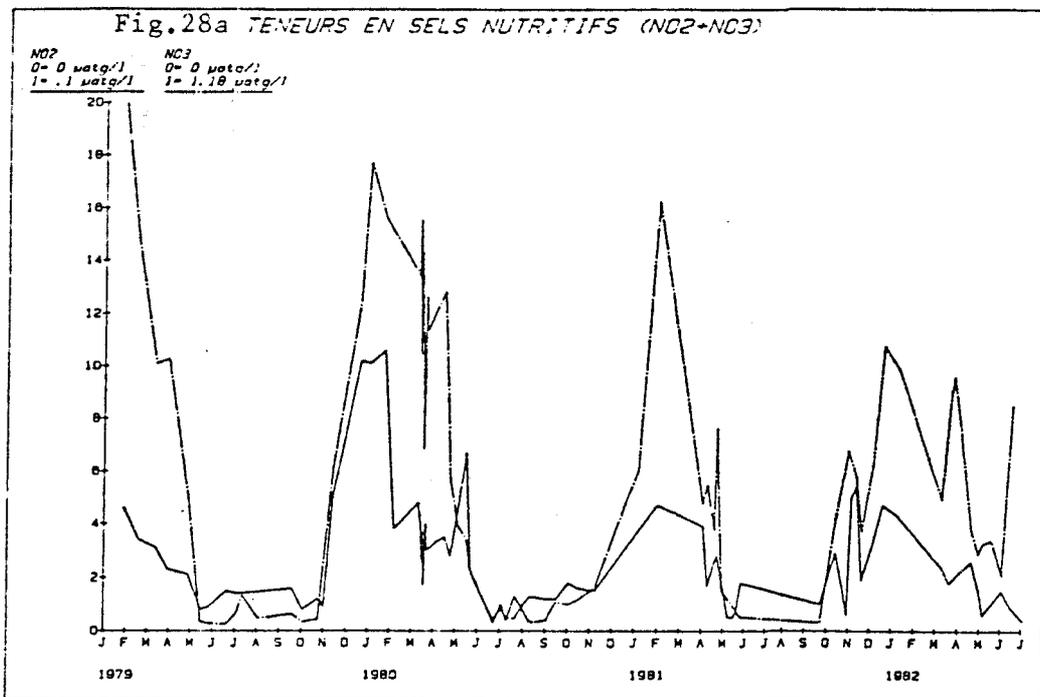
Les valeurs maximales observées sur l'Aa ne sont pas exceptionnelles. En les comparant aux valeurs publiées par HEDIN en 1980 (mesures de 78), on met indéniablement en évidence une charge élevée:

	NH ₄ ⁺	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₄
Valeurs en µatg/l maxi observées sur l'Aa en 78	289 12.X.78	11,3 12.X.78	350 7.II.78	18,9 7.II.78	145 7.II.78

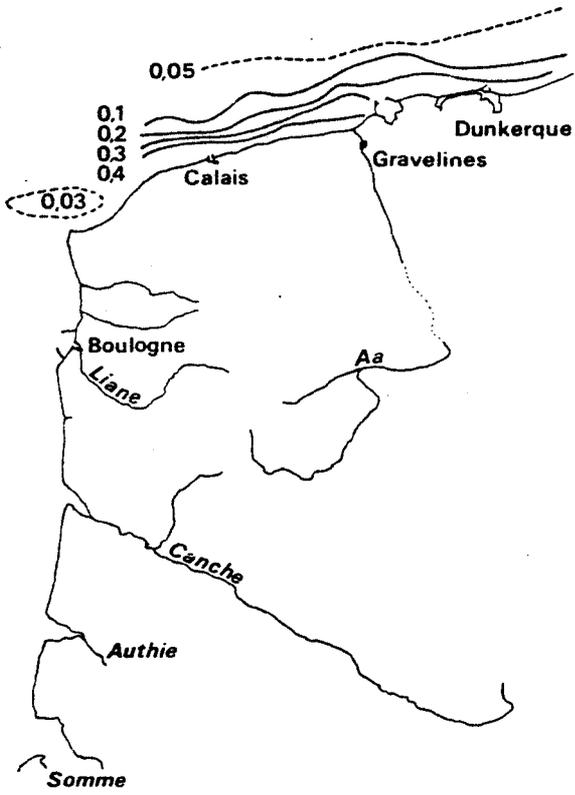
Tableau 16 : Valeurs maximales des taux de sels nutritifs (Aa 78).

L'impact de ces apports est mis en évidence par les résultats concernant les sels nutritifs de la campagne "Hydrobios 80". Malgré la période estivale où s'est déroulée cette campagne, les teneurs de la façade Nord de la région restent élevées et présentent un gradient côte-large qui confirme le rôle des effluents littoraux (Fig. 29).

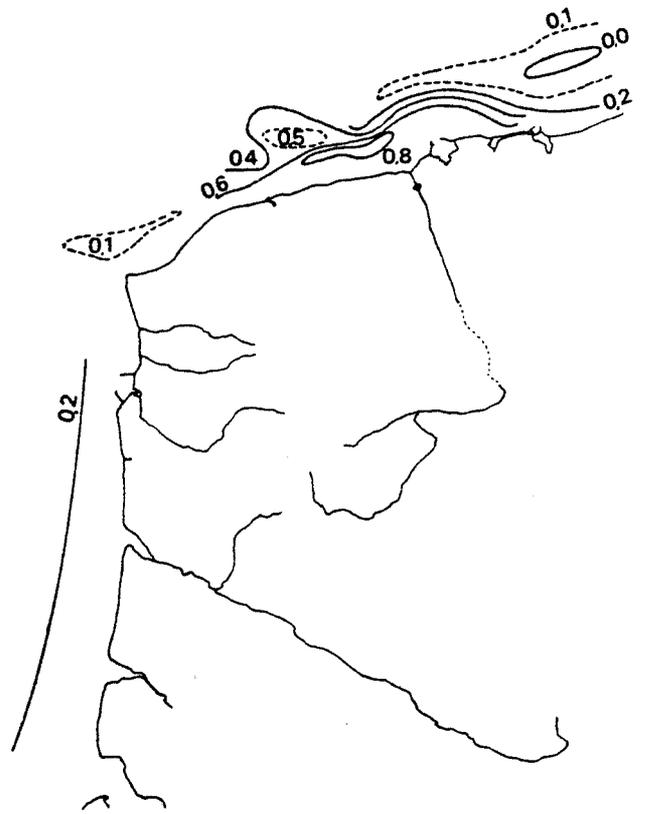
HEDIN (1980) précise d'ailleurs que les teneurs mesurées lors du suivi du site de Gravelines ou du point d'appui R.N.O. de Dunkerque sont élevées par rapport aux valeurs maximales relevées en Manche par SYKES et BONEY en 1970, comme elles le sont par rapport aux maxima mesurés à la station 12 des radiales "car ferry."



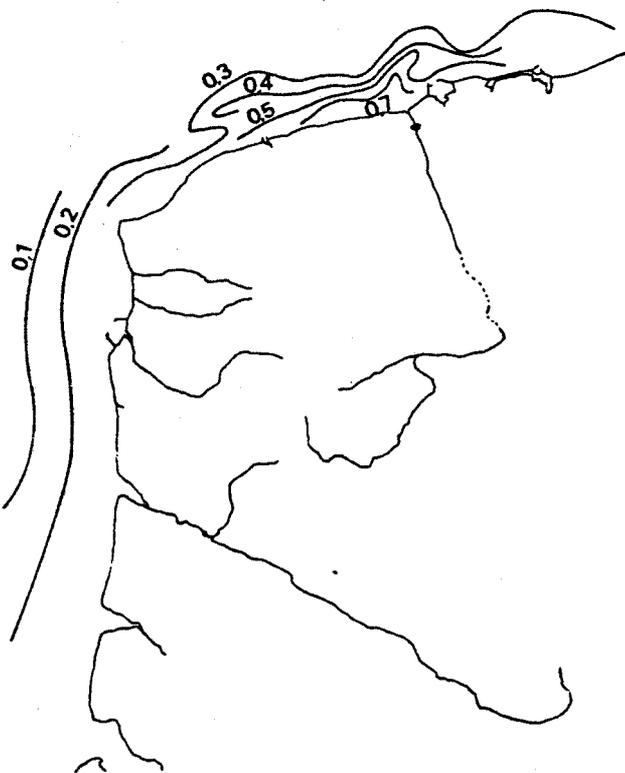
NITRITES



NITRATES



PHOSPHATES



SILICATES



Fig. 29 : Répartition des taux de sels nutritifs
lors de la campagne Hydrobios 80

L'épuisement des sels nutritifs lors des "bloom" de phytoplancton peut être total. Dans ce cas ces éléments peuvent devenir limitants pour la croissance des populations de phytoplancton. Cependant ces phénomènes s'observent essentiellement en zone côtière bien que les teneurs initiales y soient plus élevées. Cela s'explique sans doute par des conditions plus favorables pour la frange littorale.

Des valeurs nulles ont été trouvées lors de la campagne Hydrobios 80 pour quelques stations en ce qui concerne les sels azotés et pour une dizaine quant au silicium. De même les teneurs en nitrates se sont révélées nulles durant tout le mois de mai 81 à la bouée du Nicolaw alors que le silicium dissous n'était présent qu'à l'état de traces. Cet épuisement du stock d'éléments nutritifs est imputable au "bloom" de phaeocystis observé exactement à cette période en zone côtière.

4. Le pH

Pour des raisons pratiques, ce paramètre n'a pu être mesuré dans toutes les études menées. Les mesures perdent énormément en précision quand elles ne sont pas réalisées immédiatement après les prélèvements. Le développement, ou au contraire la dégradation, des organismes vivants présents dans l'échantillon peuvent faire varier notablement les valeurs. De plus ce paramètre qui varie énormément avec les conditions de pression qu'impose la profondeur en milieu océanique s'est révélé relativement stable sur l'ensemble du site étudié lors de la campagne "Hydrobios 80" (8,09 à 8,42). Sur la façade Nord de la zone (Cap Gris-Nez à la frontière belge) un gradient côte-large positif est établi. Il est aisé à expliquer dans une zone où les rejets urbains et industriels sont importants. L'oxydation de ces rejets entraîne un déplacement de l'équilibre des bicarbonates qui tamponne habituellement le pH de l'eau de mer. Cette influence restée d'ailleurs peu marquée car, parallèlement, la période favorable au développement d'espèces chlorophylliennes entraîne une consommation du CO_2 dissous qui a un effet inverse d'augmentation du pH de l'eau de mer de une, voir deux unités.

L'inversion du gradient au niveau des estuaires picards peut également s'expliquer ainsi. On constate que les fortes valeurs de pH observées devant la Somme et l'Authie sont associées à des teneurs élevées en chlorophylle pour la frange côtière:

Tableau 17 : Valeurs de pH et de teneur en chlorophylle.

		pH(unités de pH)	Chloro mg/m ³
Somme	St. 1 (Côte)	8,42	9,2
	St. 3 (Médian)	8,32	6,8
	St. 5 (Large)	8,31	4,9
Authie	St. 21(Côte)	8,42	7,7
	St. 23(Médian)	8,29	3,2
	St. 25(Large)	8,25	2,4

L'étude estuarienne a amené en toutes saisons à des résultats comparables à ceux d'Hydrobios 80 pour les stations en aval, presque exclusivement marines. Le pH a même atteint 8,70 pour les stations "marines" de l'Aa en avril 82 lors du développement des phaeocystis. Pour l'ensemble des estuaires, le profil des pH est normal. Les minima en amont correspondent aux eaux douces (7,6 pour l'Aa - 7,65 pour la Canche et la Somme - 7,75 pour l'Authie). Les maxima sont associés aux eaux marines côtières pénétrant dans l'estuaire à marée haute. Là encore la différence entre estuaires nettement stratifiés (les canalisés : Aa et Somme) et ceux partiellement mélangés (Canche et Authie) est sensible. Les variations sont beaucoup plus brusques sur la Somme et l'Aa que sur les deux autres estuaires (Fig. 30 a, b, c, d).

D'après les profils observés sur la Canche et l'Aa de part et d'autre des agglomérations (Etaples - Petit et Grand Fort Philippe) les rejets urbains ne semblent pas influencer sur les valeurs de pH. Il a été établi que les déversements d'eaux usées domestiques sont neutres ou faiblement basiques et possèdent un fort pouvoir tampon.(L'HOPITAULT et coll.1983)

5. L'oxygène dissous

L'analyse de ce paramètre étant impossible à partir des prélèvements très "superficiels" réalisés depuis les car ferry, seules les campagnes "Hydrobios" et "Estuaires" apportent une information. Les échantillons ont été fixés dès le prélèvement, ce qui permet de reporter le dosage par la méthode de Winkler. La valeur absolue du taux d'O₂ dissous n'a que peu d'intérêt, par contre l'expression des résultats en pourcentage de la saturation, tenant compte de la salinité et de la température, permet une comparaison des différentes eaux analysées. Lors de la campagne "Hydrobios 80", les teneurs observées sur l'ensemble de la zone conduisent à des valeurs très proches de la saturation (Fig. 31). Les taux sont légèrement supérieurs à 100 % face aux estuaires du

Fig.30b REPARTITION DES PH SUR LA CANCHE
(02/12/82)

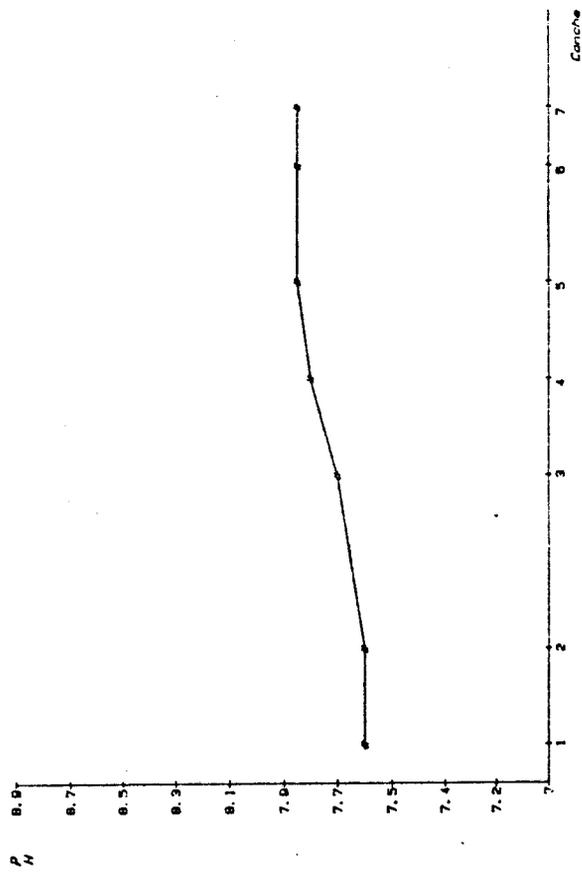


Fig.30c REPARTITION DES PH SUR LA SOMME
(14/10/80)

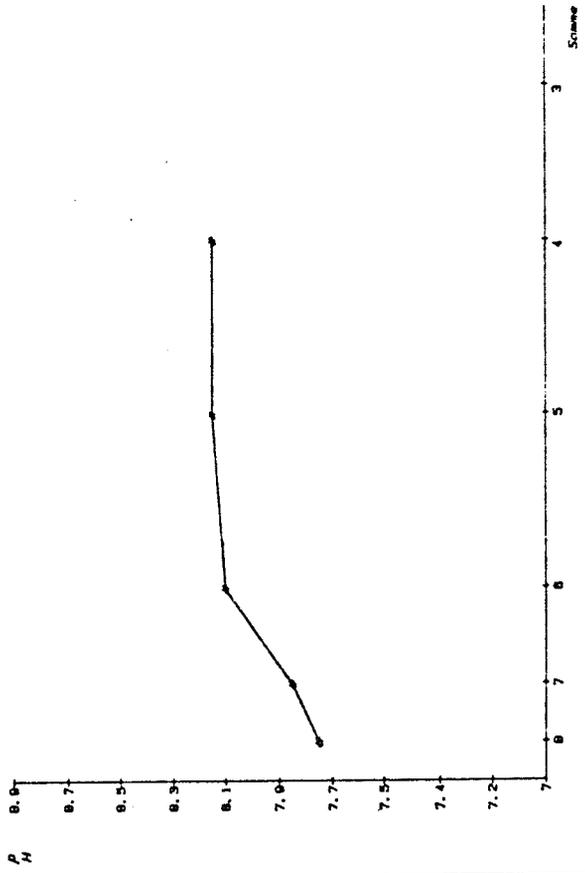


Fig.30a REPARTITION DES PH SUR L'AA
(07/05/82)

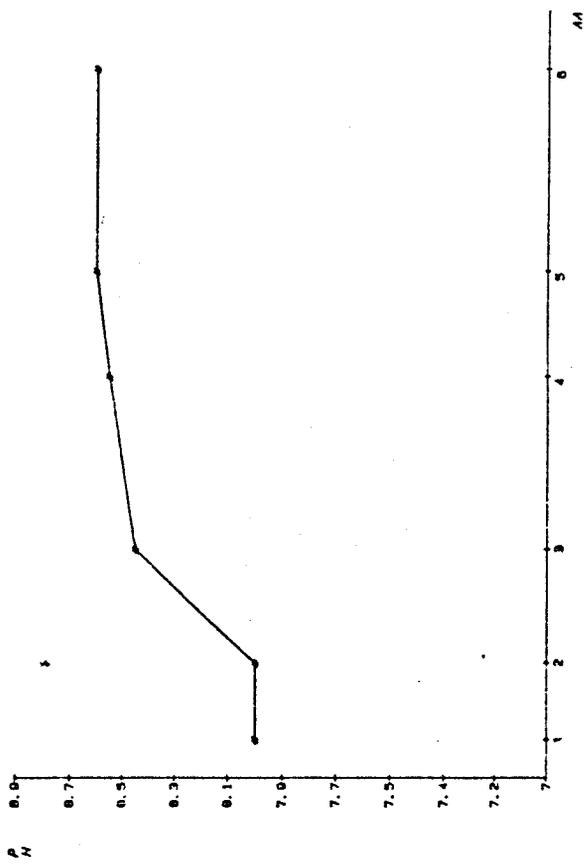
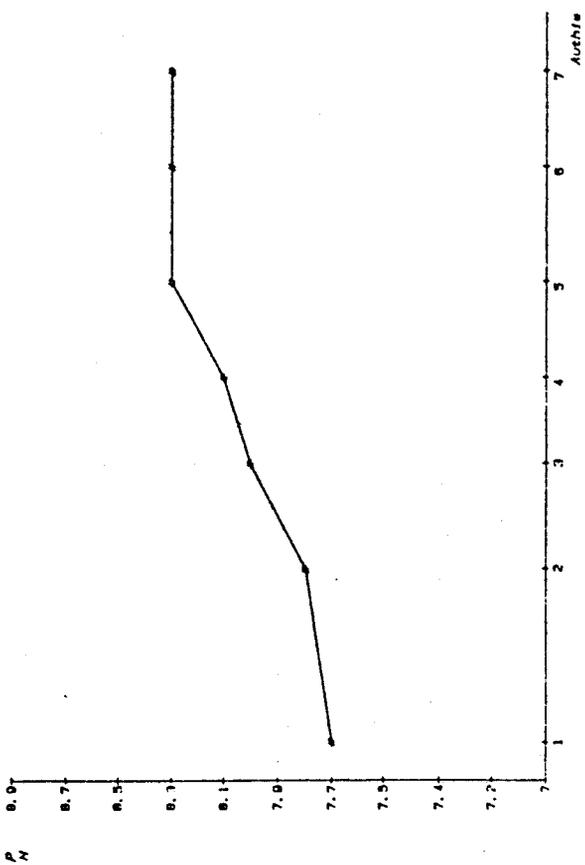


Fig.30c REPARTITION DES PH SUR L'AUTHIE
(13/10/82)



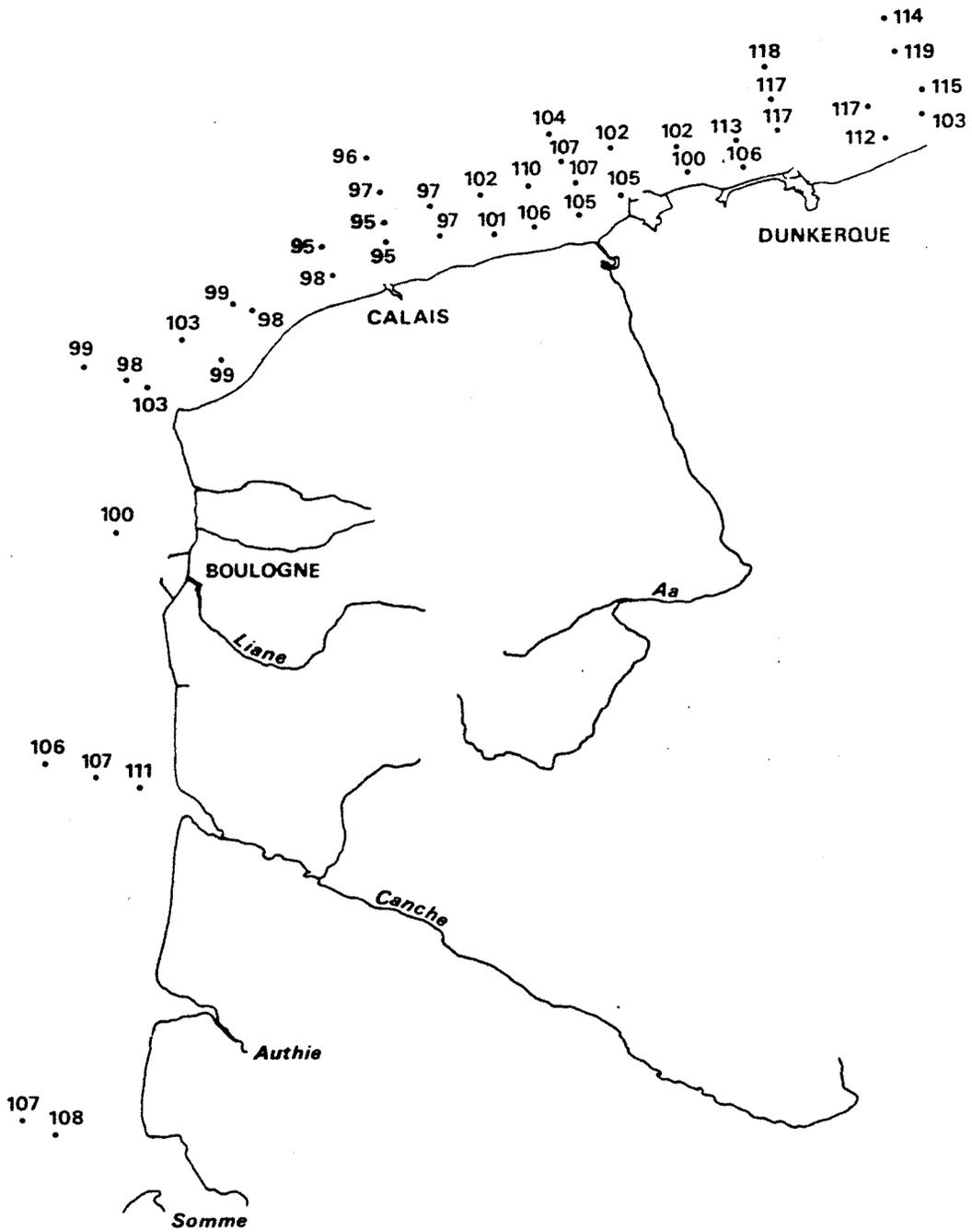


Fig. 31 : Oxygène (% de saturation)

Campagne Hydrobios 80

littoral "Manche" (Somme, Canche, Liane) et face à la zone de Gravelines (avant-port ouest de Dunkerque). Ces valeurs ne dépassent cependant jamais 120 % pendant la période d'étude. A l'opposé, au Nord de Calais, on observe une sous-saturation progressive atteignant un minimum de 95 % en face de Calais. En intégrant, grâce au calcul du pourcentage de saturation, les relations liant température et salinité au taux d'oxygène dissous, il reste à interpréter les variations observées sur le milieu en fonction des paramètres physiques et biologiques.

En zone littorale, l'agitation des eaux est l'une des causes de l'oxygénation en surface. Sous l'effet des vagues et des embruns l'augmentation des surfaces d'échange mer-atmosphère peut accroître notablement les teneurs en oxygène de l'eau. D'après les résultats de la campagne "Hydrobios", l'influence de ce facteur ne peut être déclarée prépondérante. En effet durant trois jours (3, 4 et 5 août) un vent plus fort a "formé" la mer en donnant naissance à des creux d'environ 2 m, ces dates ne correspondent cependant pas aux maxima observés durant la campagne. L'activité photosynthétique paraît avoir une influence plus nette sur l'enrichissement des eaux en oxygène dissous. On en perçoit les effets sur le site entre Dunkerque et la frontière belge (teneurs en chlorophylle > 5 mg/m³). De même au droit des estuaires, où les conditions sont favorables à un maximum de productivité primaire (forts apports en éléments nutritifs) et où les taux de chlorophylle atteignent et dépassent 8 mg/m³, on se trouve toujours en sursaturation. Les minima observés s'expliquent par une forte teneur en matières oxydable (notamment matière organique azotée dont la dégradation nécessite une intense consommation d'oxygène dissous. Les fortes teneurs en nitrites et nitrates observées autour de Calais prouvent l'existence de ces phénomènes d'oxydation. De plus la demande chimique en oxygène des rejets de l'usine Tioxide de Calais (connue surtout par les rejets de métaux lourds) atteint 48 900 équivalents habitants. S'y ajoutent les rejets comparables d'une papeterie et les apports du canal de Calais (conserverie, sucrerie, industries textiles et chimiques) s'élevant à environ 97 800 eq. habitants ; soit à peu près 195 000 eq. habitants, en ne considérant que les apports industriels (Données de l'agence de bassin Artois - Picardie - 1976).

Le gradient croissant de la côte vers le large observé sur la zone Nord (Gris-Nez - Frontière belge) confirmé par les observations de QUISTHOUDT en 1983 semble être perturbé sous l'effet de conditions particulières.

Ce gradient s'inverse en effet très nettement face au Cap Gris-Nez et aux estuaires "picards". Les courants tourbillonnaires engendrés par l'effet de Cap (cf. Salinité II.B2) peuvent expliquer les répartitions particulières entre le Gris-Nez et Calais. L'influence des apports telluriques face aux estuaires du Sud de la zone justifie aussi l'inversion de gradient qui y est observée (zone de forte production primaire). Les observations de HEDIN de 1975 à 1978 devant Gravelines, indiquent une suroxygénation printanière et estivale suivie d'une consommation de l'oxygène dissous par dégradation des phytoplanctontes et consommation par zooplanctontes. De même les taux d'oxygène discutés dans cette étude (HEDIN, 1980) ont tendance à croître de la côte vers le large excepté dans ces périodes de bloom phytoplanctonique où le processus productif devient prépondérant à la côte.

Les travaux du Groupe International d'Etude de la Pollution en Mer du Nord (I.C.E.S. 1974 *in* TOPPING, 1976) ont montré que la France est une des régions littorales de la Mer du Nord où la DBO (demande biologique en oxygène) des effluents arrivant en mer est la plus faible. Ces effluents n'affectent donc que très localement le taux d'oxygène dissous en mer. L'influence des apports estuariens sur la teneur en oxygène dissous des eaux côtières a été montrée par l'augmentation de la biomasse au niveau des rejets. Mais au sein des estuaires la répartition des taux d'oxygène dissous est régie par les conditions de mélange eau douce - eau de mer. Pour la Canche comme pour l'Authie, le maximum des teneurs en oxygène dissous se superpose à la zone de brassage (salinités intermédiaires entre eau douce et eau de mer). L'origine de cette oxygénation est donc essentiellement mécanique et liée au mélange (Fig. 32 a et b). L'oxygénation des eaux côtières, liée aux vagues, est accentuée lors de la rencontre avec les eaux estuariennes par la barre de déferlement marquant l'entrée de l'estuaire. La Somme présente par contre un maximum du taux d'oxygène dissous à l'arrière du front de salinité (du côté eau de mer). Cette zone de forte oxygénation ne s'étend pas vers les eaux douces du fait du mélange très limité entre les eaux douces et marines (cf. salinité II.B.2. - Fig. 32 c).

L'Aa présente des caractéristiques beaucoup plus complexes parce que variant avec les saisons du fait des changements de teneurs en chlorophylle. En automne et hiver où les teneurs sont relativement faibles

(20 mg/m³ environ), ce taux d'oxygène dissous des eaux superficielles varie peu tout au long de l'estuaire, il croit légèrement au niveau du front de salinité (Fig. 32 d)

Quand les quantités de chlorophylle atteignent les valeurs les plus élevées (printemps - été) l'activité photosynthétique induit une augmentation du taux d'oxygène dissous dans les eaux superficielles analysées. D'autant que les eaux stagnent transitoirement en amont de l'écluse du port de Gravelines, ce qui favorise le développement de macrophytes aquatiques, tel que celui observé en avril 82 qui associait à une forte teneur en chlorophylle planctonique (160 mg/m³) une couverture de lentilles d'eau très importante (Fig. 33).

Donc plus que la nature des zones de contact entre eaux douces et marines, ce sont les caractéristiques physiques s'y associant qui déterminent le taux d'oxygénation des eaux estuariennes (brassage par déferlement, simple contact ou stagnation favorable à l'activité photosynthétique).

C - Etude des relations entre les paramètres

1 - Principe du traitement informatisé des données

La totalité des données recueillies lors des campagnes "car ferry" et campagnes "estuariennes" ainsi que pour les prélèvements Nicolaw sont stockées sur ordinateur (ZENITH D.S.)* selon le cadre ci-dessous :

		Station : _____			
Date (jj/mm/aa) : _____				Heure (hh:mm) : _____	
Paramètre	Mesure	Paramètre	Mesure		
Temperature	C	Salinite	‰		
NH4	microatg/l	NO2	microatg/l		
NO3	microatg/l	PO4	microatg/l		
SiO3	microatg/l	Chlorophylle	mg/m		
Pheopigments	mg/m	Turbidite	N.T.U		
M.E.S.	mg/l	Secchi	m		
pH	unités pH	Oxygène dissous	ml/l		
% de Saturation	%				

* Je tiens à remercier tout particulièrement Mr J. Claude ARZUR, Chef de Travaux en informatique à l'I.N.T.M. qui a consacré de très nombreuses heures à l'établissement des programmes qui ont permis de stocker et de traiter mes données.

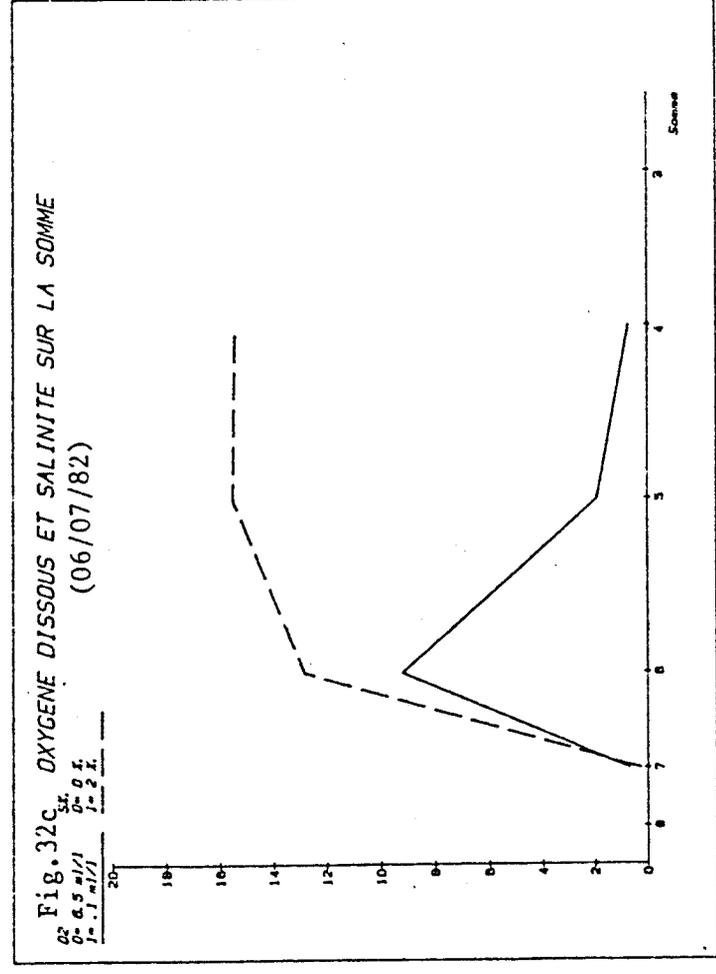
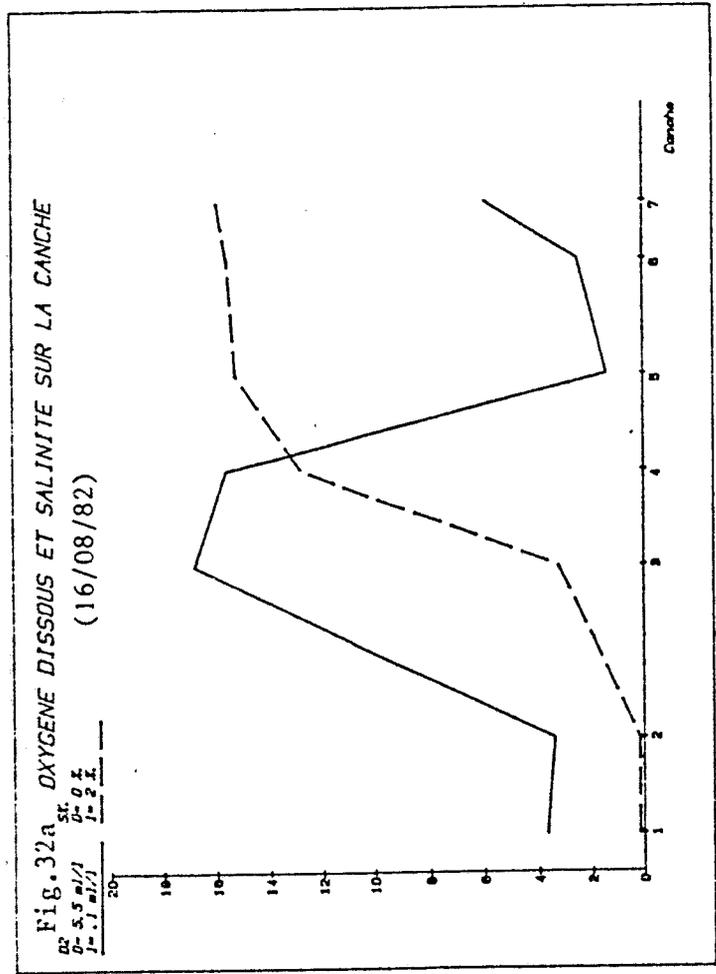
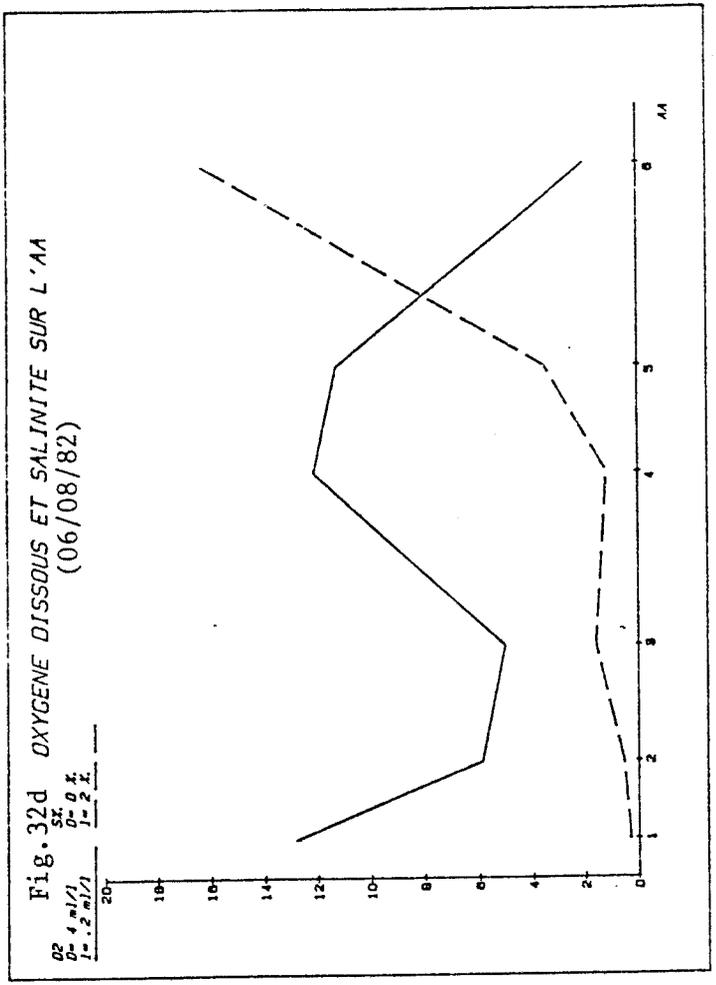
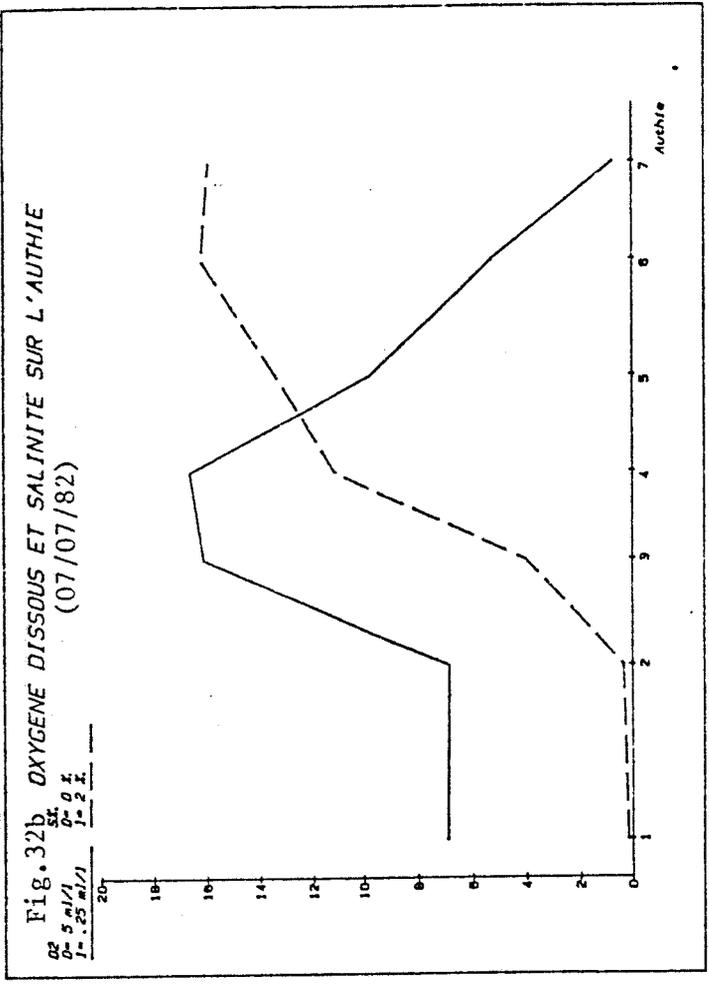
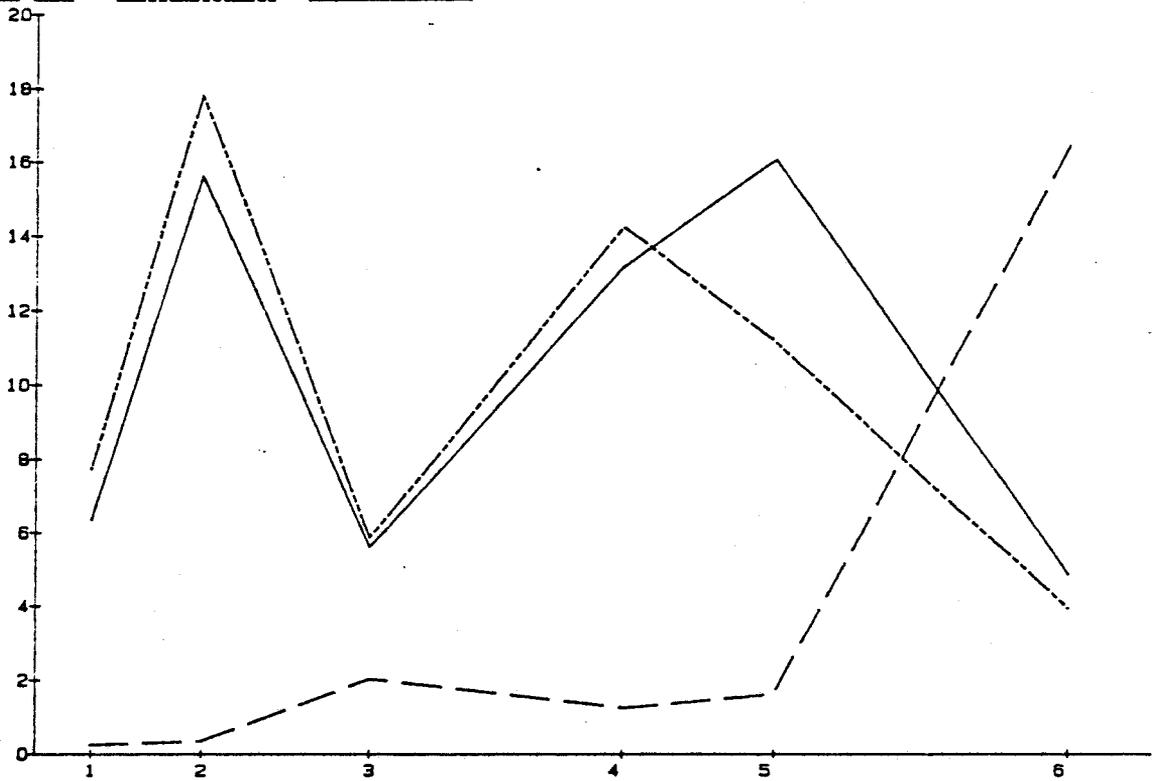


Fig.33 S% -CHLOROPHYLLE-02 DISSOUS SUR L'AA

S %	Chlorophylle	O2 dissous
0 = 0 %	0 = 0 mg/m ³	0 = 1 ml/l
1 = 2 %	1 = 10 mg/m ³	1 = .2 ml/l

(07/05/82)



AA

Chaque station y est codée avec deux lettres correspondant au site et 1 ou 2 chiffres correspondant aux stations.

CF 1 à 17	Stations "car ferry"
AA 1 à 6	Stations estuaire Aa
CA 1 à 7	Stations estuaire Canche
AU 1 à 7	Stations estuaire Authie
SO 1 à 8	Stations estuaire Somme

Les résultats obtenus lors des prélèvements en zodiac à la bouée Nicolaw ont été assimilés à un prolongement de la station CF 3 du mois de janvier 1981 au mois de juillet 1982. Cela a permis d'augmenter, lors de l'interprétation (cf. variation des sels nutritifs et chlorophylle), l'échelle temporelle des paramètres considérés pour cette station côtière.

A partir de fichiers de base constitués par ces données (2 fichiers : "Car ferry" et "Estuaires") des fichiers de synthèse peuvent être constitués. Ceux-ci prennent en compte :

- soit les données d'une station pendant une période de temps définie par l'utilisateur (variations temporelles)
- soit les données de tout ou partie des stations à une date donnée (variations spatiales)
- soit encore un ensemble de stations prises en compte sur une période donnée, le tout défini par l'utilisateur (variations spatio-temporelles).

Cette grande souplesse d'utilisation permet de traiter toutes les combinaisons possibles ; les stations "côtières" ou "du large", un ou plusieurs cycles saisonniers, comparaison de stations apparemment caractéristiques... etc. Il faut noter que les valeurs absentes lors de l'entrée des données (tous les paramètres n'ont pu être analysés à toutes les stations) sont prises en compte par l'ordinateur et associées à une valeur aberrante (- 9999) qu'il ne prendra en compte ni dans les traitements graphiques, ni dans les traitements statistiques.

Les possibilités de traitement sont multiples pour ces fichiers de synthèse.

- Impression par date (permet l'édition des tableaux de données)
- Représentations graphiques
 - . un paramètre en fonction d'un autre (exemple: diagramme T.S.)
 - . répartition temporelle : variations d'un ou plusieurs paramètres en fonction du temps (intervalle de temps défini par l'utilisateur)
 - . répartition spatiale : variations d'un ou plusieurs paramètres en

fonction des stations (répartition des stations sur l'axe des y programmé pour les différents sites)

- Calculs des corrélations : calcul et édition de la matrice des corrélations linéaires entre les 15 paramètres sur le type de celle-ci :

*** Correlations entre parametres ***

Matrice des correlations*100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T C	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
S %.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
NH4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
NO2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
NO3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PO4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
SiO3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Chloro	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Pheo	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Turb	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
M.E.S.	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Secchi	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
pH	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
O2 dis	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
% Sat	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

- Calcul et tracé des régressions selon quatre types d'équations possibles

$y = A + Bx$ régression linéaire

$y = A e^{Bx}$ régression exponentielle

$y = A + B \log x$ régression logarithmique

$y = A x^B$ régression puissance

et la possibilité de calculer un ajustement polynominal de degré défini par l'utilisateur (équation du type :

$y = Ax + Bx + Cx...etc)$

2 - Etude des matrices de corrélations linéaires et informations dérivées

2.1. Les données "car ferry"

Les matrices de corrélation (Tableau 18) ont été calculées pour les campagnes "car ferry" sur 17 fichiers de synthèse prenant en compte

Tableau 18 : Matrices de corrélation-données "car ferry" par stations

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station CF 1										
T C	100	29	---	-43	-65	-46	-36	-18	-43	-40
S %.	29	100	---	-81	-82	-76	-92	5	2	-39
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-43	-81	---	100	78	71	84	14	-10	38
NO3	-65	-82	---	78	100	83	84	-3	20	52
PO4	-46	-76	---	71	83	100	81	-15	-22	51
SiO3	-36	-92	---	84	84	81	100	-41	-39	39
Chloro	-18	5	---	14	-3	-15	-41	100	40	8
Pheo	-43	2	---	-10	20	-22	-39	40	100	31
Turb	-40	-39	---	38	52	51	39	8	31	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station CF 2										
T C	100	40	---	-67	-80	-60	-47	-7	-9	-32
S %.	40	100	---	-70	-55	-66	-44	-18	-18	-38
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-67	-70	---	100	75	53	55	-7	2	44
NO3	-80	-55	---	75	100	75	62	-8	-10	43
PO4	-60	-66	---	53	75	100	67	-13	-14	51
SiO3	-47	-44	---	55	62	67	100	-20	16	29
Chloro	-7	-18	---	-7	-8	-13	-20	100	55	3
Pheo	-9	-18	---	2	-10	-14	16	55	100	23
Turb	-32	-38	---	44	43	51	29	3	23	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station CF 3										
T C	100	40	---	-22	-80	-48	-29	-20	-23	-46
S %.	40	100	---	-20	-27	-34	-26	-24	-15	-33
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-22	-20	---	100	-6	71	97	4	-4	25
NO3	-80	-27	---	-6	100	40	12	15	15	40
PO4	-48	-34	---	71	40	100	79	1	-14	44
SiO3	-29	-26	---	97	12	79	100	0	-3	31
Chloro	-20	-24	---	4	15	1	0	100	52	-17
Pheo	-23	-15	---	-4	15	-14	-3	52	100	14
Turb	-46	-33	---	25	40	44	31	-17	14	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station CF 4										
T C	100	16	---	-55	-84	-63	-53	-8	-41	-40
S %.	16	100	---	-21	-23	-25	-28	-20	-1	-34
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-55	-21	---	100	60	44	58	7	32	62
NO3	-84	-23	---	60	100	74	74	-9	32	53
PO4	-63	-25	---	44	74	100	58	-10	16	32
SiO3	-53	-28	---	58	74	58	100	-14	10	79
Chloro	-8	-20	---	7	-9	-10	-14	100	37	-13
Pheo	-41	-1	---	32	32	16	10	37	100	-2
Turb	-40	-34	---	62	53	32	79	-13	-2	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station CF 5										
T C	100	5	---	-48	-83	-50	-48	-24	-27	-32
S %.	5	100	---	-7	-18	-21	-33	-34	4	-19
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-48	-7	---	100	65	31	66	7	14	67
NO3	-83	-18	---	65	100	58	73	14	28	44
PO4	-50	-21	---	31	58	100	60	-12	12	36
SiO3	-48	-33	---	66	73	60	100	-13	13	53
Chloro	-24	-34	---	7	14	-12	-13	100	27	-12
Pheo	-27	4	---	14	28	12	13	27	100	43
Turb	-32	-19	---	67	44	36	53	-12	43	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station CF 6										
T C	100	-12	---	-76	-84	-49	-51	-12	-13	-24
S %.	-12	100	---	-26	-9	-12	-13	-24	3	-21
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-76	-26	---	100	80	59	61	-7	-13	57
NO3	-84	-9	---	80	100	57	67	1	-1	42
PO4	-49	-12	---	59	57	100	52	-0	-23	41
SiO3	-51	-13	---	61	67	52	100	-18	-13	46
Chloro	-12	-24	---	-7	1	-0	-18	100	71	-30
Pheo	-13	3	---	-13	-1	-23	-13	71	100	-13
Turb	-24	-21	---	57	42	41	46	-30	-13	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station CF 7										
T C	100	-4	---	-30	-77	-41	-47	-11	-11	-33
S %.	-4	100	---	-1	-16	-22	-17	-26	8	-39
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-30	-1	---	100	54	29	50	3	-14	42
NO3	-77	-16	---	54	100	61	82	15	-3	69
PO4	-41	-22	---	29	61	100	77	-3	-19	42
SiO3	-47	-17	---	50	82	77	100	14	-9	65
Chloro	-11	-26	---	3	15	-3	14	100	74	-7
Pheo	-11	8	---	-14	-3	-19	-9	74	100	-12
Turb	-33	-39	---	42	69	42	65	-7	-12	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station CF 8										
T C	100	-17	---	-54	-82	-48	-53	-8	-3	-47
S %.	-17	100	---	8	33	24	35	-25	15	-10
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-54	8	---	100	65	56	63	-13	4	72
NO3	-82	33	---	65	100	63	69	4	17	55
PO4	-48	24	---	56	63	100	59	-19	-10	18
SiO3	-53	35	---	63	69	59	100	-24	1	65
Chloro	-8	-25	---	-13	4	-19	-24	100	58	-19
Pheo	-3	15	---	4	17	-10	1	58	100	-26
Turb	-47	-10	---	72	55	18	65	-19	-26	100

Tableau 18 (suite)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station 9										
T C	100	-45	---	-17	-86	-19	-47	-15	-30	-57
S %.	-45	100	---	11	49	29	39	-20	-18	15
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-17	11	---	100	29	15	20	37	6	9
NO3	-86	49	---	29	100	47	68	9	12	60
PO4	-19	29	---	15	47	100	54	-8	-10	33
SiO3	-47	39	---	20	68	54	100	-10	-2	46
Chloro	-15	-20	---	37	9	-8	-10	100	64	-10
Pheo	-30	-18	---	6	12	-10	-2	64	100	4
Turb	-57	15	---	9	60	33	46	-10	4	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station 10										
T C	100	-43	---	-25	-76	-12	-61	-13	-44	-48
S %.	-43	100	---	1	35	-2	53	-24	26	30
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-25	1	---	100	50	38	44	-5	8	45
NO3	-76	35	---	50	100	18	72	2	36	74
PO4	-12	-2	---	38	18	100	34	-12	-21	-1
SiO3	-61	53	---	44	72	34	100	-19	46	81
Chloro	-13	-24	---	-5	2	-12	-19	100	70	-10
Pheo	-44	26	---	8	36	-21	46	70	100	16
Turb	-48	30	---	45	74	-1	81	-10	16	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station 11										
T C	100	-52	---	-14	-85	-44	-55	-0	-16	-58
S %.	-52	100	---	-1	33	31	31	-21	-3	28
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-14	-1	---	100	32	28	26	12	-1	19
NO3	-85	33	---	32	100	33	66	11	-5	64
PO4	-44	31	---	28	33	100	42	-33	-27	16
SiO3	-55	31	---	26	66	42	100	-28	-13	38
Chloro	-0	-21	---	12	11	-33	-28	100	59	-6
Pheo	-16	-3	---	-1	-5	-27	-13	59	100	-3
Turb	-58	28	---	19	64	16	38	-6	-3	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station 12										
T C	100	-52	---	-14	-85	-44	-55	-0	-16	-58
S %.	-52	100	---	-1	33	31	31	-21	-3	28
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-14	-1	---	100	32	28	26	12	-1	19
NO3	-85	33	---	32	100	33	66	11	-5	64
PO4	-44	31	---	28	33	100	42	-33	-27	16
SiO3	-55	31	---	26	66	42	100	-28	-13	38
Chloro	-0	-21	---	12	11	-33	-28	100	59	-6
Pheo	-16	-3	---	-1	-5	-27	-13	59	100	-3
Turb	-58	28	---	19	64	16	38	-6	-3	100

Tableau 18 (suite)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station 13										
T C	100	-0	---	-18	-14	-63	-63	6	-12	-45
S %.	-0	100	---	-4	20	7	-4	-12	-19	-18
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-18	-4	---	100	-8	45	42	-4	10	50
NO3	-14	20	---	-8	100	6	-2	-9	17	-6
PO4	-63	7	---	45	6	100	57	-34	-14	53
SiO3	-63	-4	---	42	-2	57	100	-21	-8	61
Chloro	6	-12	---	-4	-9	-34	-21	100	67	-14
Pheo	-12	-19	---	10	17	-14	-8	67	100	-8
Turb	-45	-18	---	50	-6	53	61	-14	-8	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station 14										
T C	100	-9	---	-5	-81	-44	-81	4	-53	-61
S %.	-9	100	---	-42	-8	13	15	-25	-34	-28
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-5	-42	---	100	28	33	19	-5	14	31
NO3	-81	-8	---	28	100	43	76	-10	29	85
PO4	-44	13	---	33	43	100	54	-26	4	34
SiO3	-81	15	---	19	76	54	100	-20	14	58
Chloro	4	-25	---	-5	-10	-26	-20	100	32	-3
Pheo	-53	-34	---	14	29	4	14	32	100	36
Turb	-61	-28	---	31	85	34	58	-3	36	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station 15										
T C	100	-8	---	-25	-77	-34	-71	16	-31	-36
S %.	-8	100	---	-40	-21	8	23	-34	-16	-26
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-25	-40	---	100	48	22	35	4	29	91
NO3	-77	-21	---	48	100	19	65	-20	26	57
PO4	-34	8	---	22	19	100	31	-30	2	19
SiO3	-71	23	---	35	65	31	100	-27	32	59
Chloro	16	-34	---	4	-20	-30	-27	100	39	-8
Pheo	-31	-16	---	29	26	2	32	39	100	30
Turb	-36	-26	---	91	57	19	59	-8	30	100

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station 16										
T C	100	-7	---	-13	-80	11	-72	-16	-35	-49
S %.	-7	100	---	-31	-19	13	0	11	-19	-19
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-13	-31	---	100	42	22	43	-5	11	67
NO3	-80	-19	---	42	100	1	74	16	34	77
PO4	11	13	---	22	1	100	14	-5	-18	16
SiO3	-72	0	---	43	74	14	100	7	11	67
Chloro	-16	11	---	-5	16	-5	7	100	16	4
Pheo	-35	-19	---	11	34	-18	11	16	100	41
Turb	-49	-19	---	67	77	16	67	4	41	100

Tableau 18 (suite)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
station 17	T C	100	6	---	-16	-83	12	-75	0	-26	-57
	S %.	6	100	---	-18	-16	9	-12	-60	-72	-0
	NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
	NO2	-16	-18	---	100	45	5	18	12	51	76
	NO3	-83	-16	---	45	100	-5	66	18	44	81
	PO4	12	9	---	5	-5	100	2	-14	-27	4
	SiO3	-75	-12	---	18	66	2	100	-47	-9	63
	Chloro	0	-60	---	12	18	-14	-47	100	77	-8
	Pheo	-26	-72	---	51	44	-27	-9	77	100	38
	Turb	-57	-0	---	76	81	4	63	-8	38	100

pour chaque station l'ensemble de la période étudiée. Deux autres fichiers de synthèse ont été envisagés regroupant les données des stations côtières pour l'un, et celles des stations du large pour l'autre (tableau 19, stations 2 à 5, tableau 20, stations 8 à 15). Enfin dans quatre fichiers, on a tenté de réunir des données caractéristiques des saisons pour l'ensemble des stations, supprimant ainsi une bonne part des relations saisonnières et ne devant laisser apparaître que des corrélations spatiales (tableau 21). Au vu de l'ensemble de ces données, il ne semble exister que très rarement une relation simple entre les paramètres étudiés. Les coefficients de corrélation linéaire supérieurs à 80 % sont rares et ceux supérieurs à 90 % inexistant (à une exception près discutée plus loin).

En ce qui concerne les variations spatiales pour chaque station (17 fichiers) on trouve cependant assez couramment, en considérant les coefficients supérieurs à 70 %, une corrélation entre la concentration en nitrates et les valeurs de température (16 cas/17). Cette relation associe l'augmentation du stock de sels azotés à la baisse de température.

Ceci devrait aussi se produire pour les "silicates" et phosphates dont les fluctuations sont aussi dépendantes des activités biologiques saisonnières. Cependant on n'observe jamais de corrélation qui pourrait être significative entre PO_4 et T° et seulement quatre fois entre SiO_4 et T° . De même le taux de nitrites est une seule fois lié assez nettement à la température. L'explication est simple pour ce dernier cas ; étape intermédiaire de l'oxydation des sels azotés ($NH_4 \longrightarrow NO_2 \longrightarrow NO_3$), la forme NO_2 ne s'accumule dans le milieu que dans des conditions anoxiques très particulières, jamais rencontrées ici.

Pour les phosphates, les taux extrêmement faibles rencontrés (environ 10 fois moins que les "silicates" et 100 fois moins que les sels azotés) pourraient expliquer la difficulté à mettre en corrélation ce paramètre avec un autre. Les fluctuations des apports en milieu côtier sont certainement très supérieures aux variations dues à l'influence biologique saisonnière.

Toutefois cet argument ne peut être repris pour les "silicates" dont les concentrations sont nettement plus marquées et dont on connaît l'importance dans le développement des diatomées, majorité du phytoplancton de la zone d'étude. Cependant, l'hypothèse d'une perturbation du cycle saisonnier par les apports telluriques peut être envisagée puisque les quatre stations où silicates et température présentent un bon coefficient de corrélation sont situées au large (CF 12, CF 14, CF 16, CF 17). Du fait de la nature même des sols régionaux les apports par lessivages sont certainement limités, les apports éoliens ou directs par le sable littoral sont par contre une possible source de silice, indépendante des cycles saisonniers.

La corrélation la plus fréquemment trouvée concernant NO_3 et température est en fait une relation indirecte qui ne peut donc être étudiée en tant que telle. Les variations du taux de sels azotés dissous dépendent en effet de l'activité biologique et essentiellement des cycles saisonniers du phytoplancton. Or les blooms phytoplanctoniques sont liés aux variations de l'éclairement bien plus qu'à la température qui n'est qu'un paramètre associé (Fig. 34).

Les données d'éclairement recueillies à la Station Marine de Wimereux (tableau 22) peuvent être mises en corrélation avec les concentrations en chlorophylle mesurées à la station du Nicolaw et l'on obtient un coefficient de 0,51 avec une droite de corrélation d'équation $y = 3,55 + 4,73 \cdot 10^{-4}x$. Le lien plus direct entre NO_3 et chlorophylle aurait du permettre de calculer des coefficients de corrélation plus élevés, or ceux-ci sont généralement très faibles (maximum 0,2 sur les stations CF). Il n'apparaît pas de différence côte large mais en été un coefficient de 0,43 positif est atteint. Cette relation est probablement due à l'importance de l'activité zooplanctonique (grazing, excrétion) et à la dégradation des populations phytoplanctoniques. Sur l'ensemble des données de la station 15, un coefficient de corrélation excellent apparaît entre turbidité et taux de nitrites : 0,906, mais au tracé de la droite de régression linéaire (équation $y = - 0,78 + 31,36 x$; Fig. 35) on s'aperçoit que cette relation est accidentelle. Les deux valeurs élevées de nitrites et de turbidité des 21.12.79 et 16.04.80 permettant à elles seules l'établissement d'une bonne relation de corrélation. Il faut noter qu'à ces dates les stations voisines bénéficient aussi de teneurs élevées en

Fig.34 REG. LINEAIRE NO3/TEMP

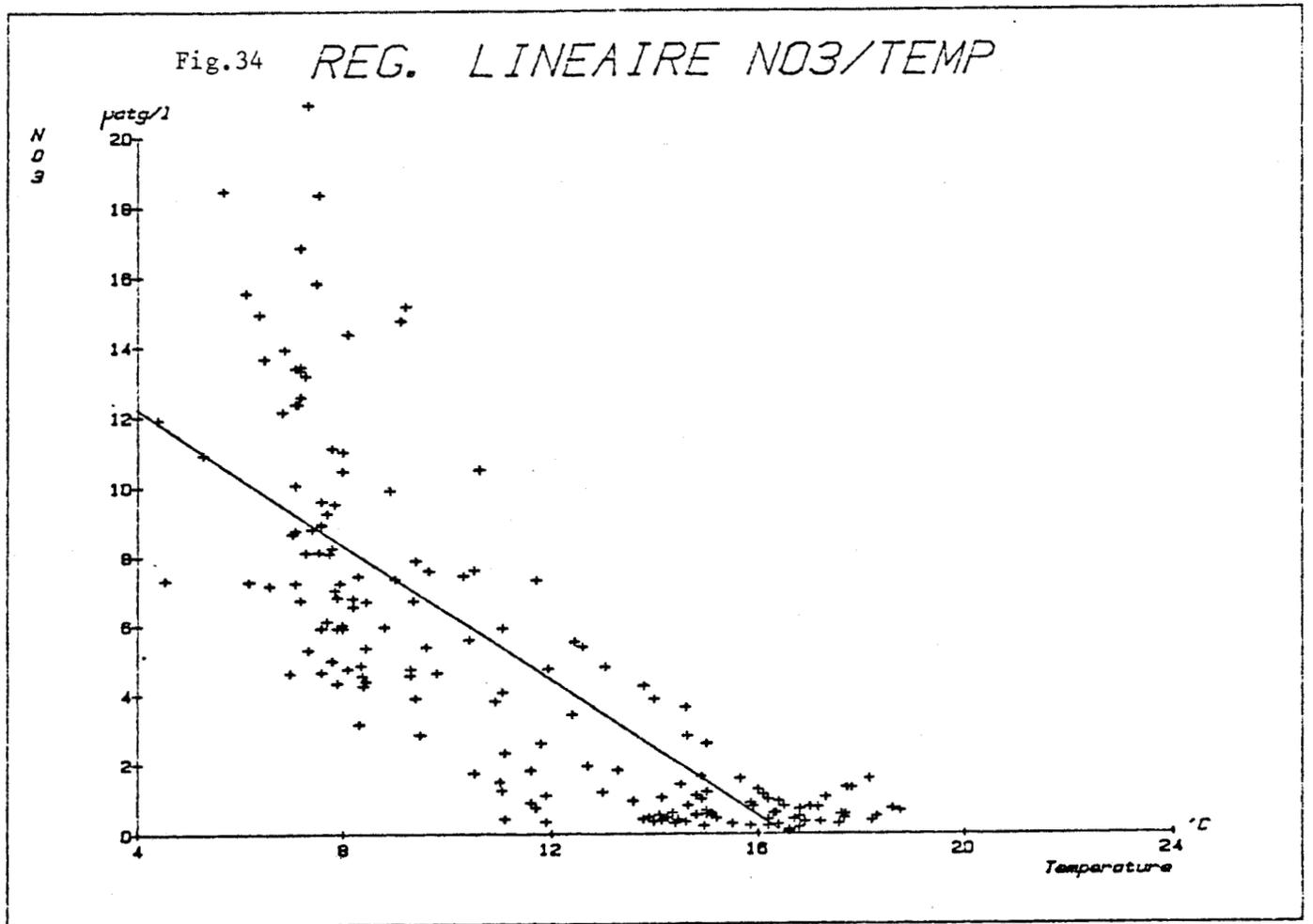


TABLEAU 22 : DONNEES D'ECLAIREMENT RECUEILLIES A LA STATION MARINE
DE WIMEREUX (MOYENNE HEBDOMADAIRE EN JOULES/M²) -
COMMUNICATION PERSONNELLE Joël DUPONT

Dates		Eclairnement	Dates		Eclairnement
81 janvier	1	1200	octobre	5	4450
	7	1450		12	3700
	14	1450		19	4600
	21	1550	26	4450	
	28	1900	novembre	3	3650
février	5	1600		10	2600
	12	3000		17	1000
	19	2650		24	1900
	26	2000	décembre	1	1100
Mars	2	2500		8	1200
	12	4000		15	1750
(pas de données)				22	1400
				29	1400
Mai	1	6300	82 janvier	5	1400
	7	10200		12	3200
	14	11300		20	4000
	21	13300	27	2050	
	28	10200	février	4	4200
Juin	5	11100		11	5000
	11	8800		18	3800
	18	7200		25	4750
	25	6500	mars	2	7500
Juillet	2	11800		9	6450
	10	15000		16	6550
	17	15000		23	8500
	24	11600		30	10800
Août	1	14800	avril	7	7500
	8	13550		14	11600
	15	13500		21	13500
	21	13500			
	28	13500			
Septembre	7	10000			
	14	6900			
	21	8200			
	28	8800			

F.35 REG. LINEAIRE TURBIDITE/NO2 -CF 15-

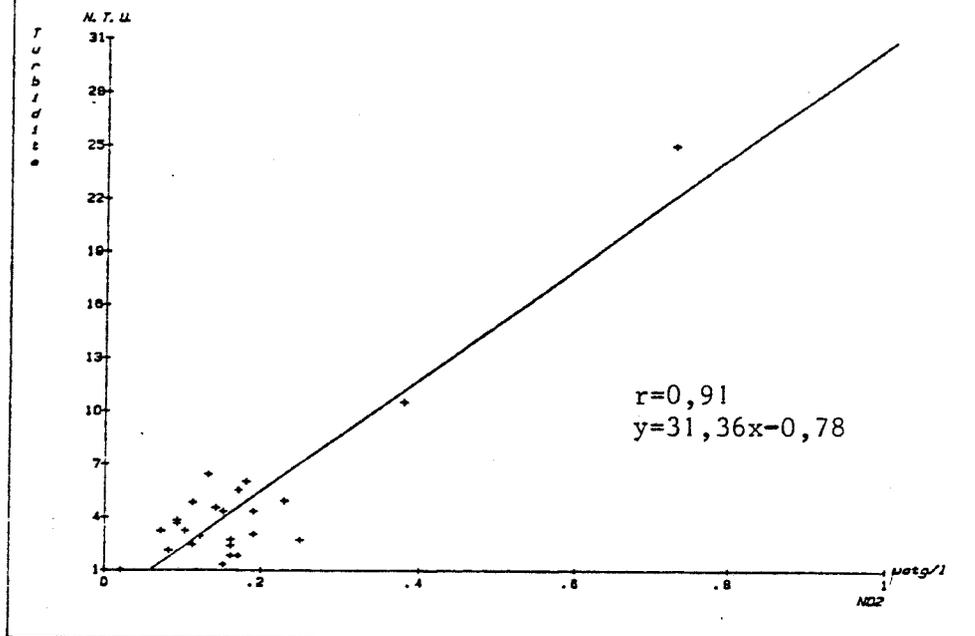


Fig.36 REG. LINEAIRE TURBIDITE/NO2

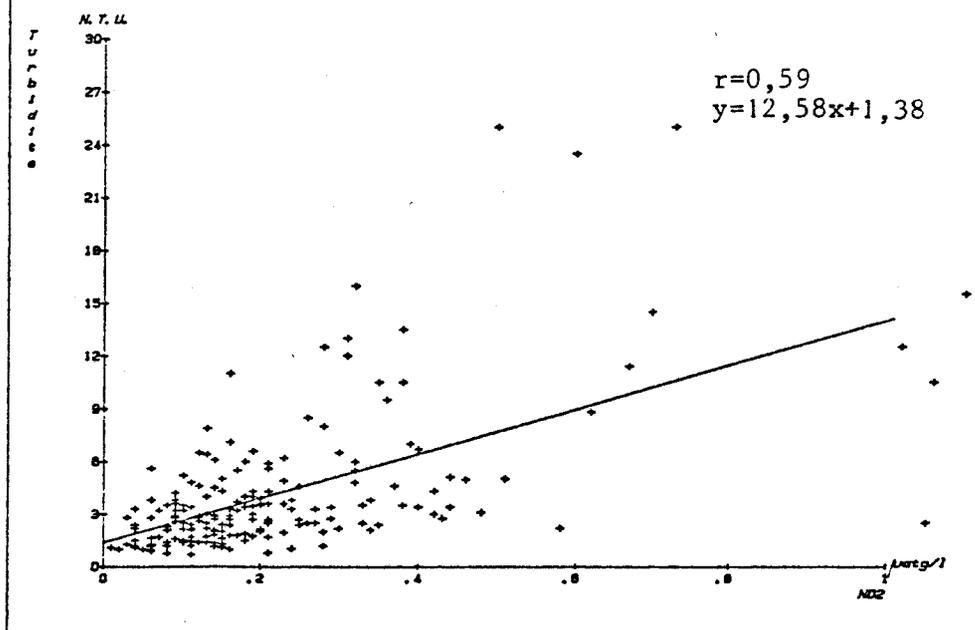
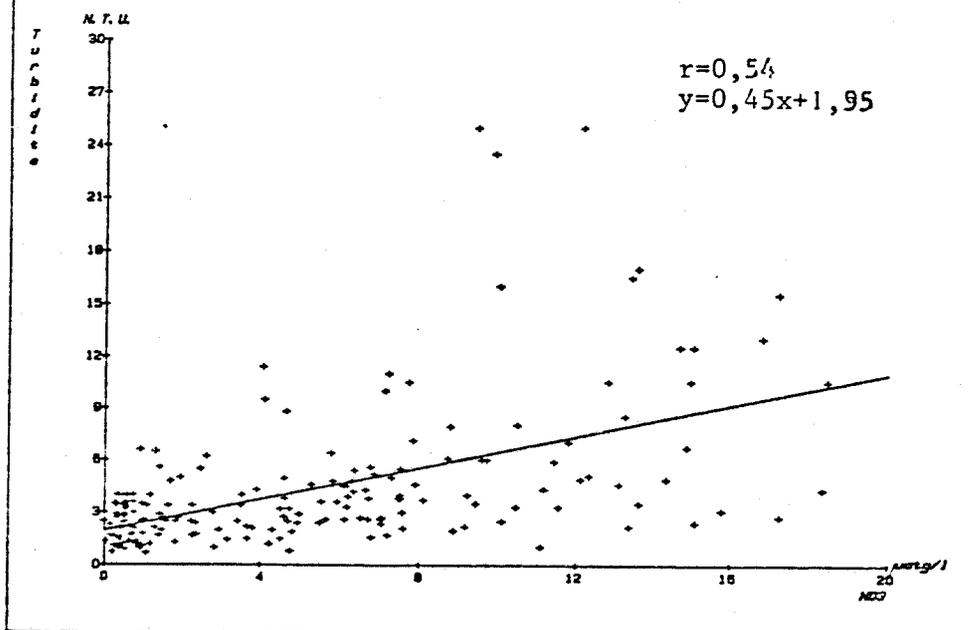


Fig.37 REG. LINEAIRE TURBIDITE/NO3



éléments nutritifs et en matières en suspension (panaches turbides liés aux caps de la côte anglaise ou apports de la Tamise en jusant ?). Comme expliqué précédemment, il paraît difficile de trouver une relation simple entre les nitrites, forme typiquement instable, et un autre paramètre. On en veut pour preuve la recherche de corrélation entre nitrites, nitrates et la turbidité sur un plus grand nombre de points (7 stations pour l'ensemble de la période d'étude)

Régression linéaire Turbidité/NO₂ (Fig. 36)

$$y = 1,38 + 12,58 x$$

Coeff 0,587

Régression linéaire Turbidité/NO₃ (Fig. 37)

$$y = 1,95 + 0,45 x$$

Coeff 0,536

Sur les matrices calculées à partir des données regroupées géographiquement on lit des coefficients de corrélation intéressants (voisins de 0,70) entre les différents sels nutritifs à la côte. Au large, seuls nitrates et "silicates" semblent liés. Cela peut confirmer le rôle prépondérant des apports telluriques dans les teneurs en éléments nutritifs, ceux ci sont tous amenés en quantité importantes par les estuaires (cf. chapitre II - paragraphe B.3). Au large par contre, les teneurs évoluent en fonction des cycles biologiques et les rapports entre les différents éléments dépendent des conditions de développement du phytoplancton (stock initialement disponible, nature des espèces phytoplanc-toniques, stabilité des masses d'eau...etc).

De fait il n'existe de relation entre température et silicium qu'au large, où seuls les développements et la disparition des colonies de diatomées influent sur les teneurs, alors que les apports permanents en zone côtière perturbent ces cycles théoriques simples.

Les campagnes "car ferry" peuvent aussi être considérées en les regroupant selon les différentes saisons afin de limiter l'impact des variations saisonnières sur les relations entre paramètres. Or il apparaît encore une fois qu'en dehors des relations liant les sels nutritifs entre eux, les différents paramètres semblent évoluer de façon relativement indépendante, seul un lien apparaît plus marqué entre le taux de chlorophylle

Tableau 19 : Matrices de corrélation, données "car ferry" côtières

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T C	100	23	---	-56	-82	-55	-49	-11	-23	-30
S %.	23	100	---	-34	-35	-46	-31	-28	-16	-40
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-56	-34	---	100	67	44	66	3	10	56
NO3	-82	-35	---	67	100	68	71	1	15	43
PO4	-55	-46	---	44	68	100	60	-6	-3	46
SiO3	-49	-31	---	66	71	60	100	-11	11	43
Chloro	-11	-28	---	3	1	-6	-11	100	45	3
Pheo	-23	-16	---	10	15	-3	11	45	100	19
Turb	-30	-40	---	56	43	46	43	3	19	100

Tableau 20 : Matrices de corrélation, données "car ferry" du large

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T C	100	-25	---	-21	-79	-32	-63	-2	-26	-42
S %.	-25	100	---	-3	18	10	27	-21	-8	-3
NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
NO2	-21	-3	---	100	41	27	33	4	13	41
NO3	-79	18	---	41	100	31	68	-3	18	57
PO4	-32	10	---	27	31	100	40	-18	-10	15
SiO3	-63	27	---	33	68	40	100	-19	7	50
Chloro	-2	-21	---	4	-3	-18	-19	100	52	-0
Pheo	-26	-8	---	13	18	-10	7	52	100	20
Turb	-42	-3	---	41	57	15	50	-0	20	100

Tableau 21 : Matrices de corrélation, données "car ferry"
regroupées par saisons

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Printemps	T C	100	-26	---	3	-58	-60	-22	34	12	5
	S %.	-26	100	---	-25	-31	-23	-49	-27	-34	-38
	NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
	NO2	3	-25	---	100	29	10	39	6	7	42
	NO3	-58	-31	---	29	100	72	57	-18	-1	36
	PO4	-60	-23	---	10	72	100	65	-27	2	37
	SiO3	-22	-49	---	39	57	65	100	-20	16	58
	Chloro	34	-27	---	6	-18	-27	-20	100	36	11
	Pheo	12	-34	---	7	-1	2	16	36	100	15
	Turb	5	-38	---	42	36	37	58	11	15	100
Eté		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	T C	100	-31	---	34	20	11	14	23	4	27
	S %.	-31	100	---	-52	-68	-5	-61	-72	-69	-57
	NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
	NO2	34	-52	---	100	85	40	77	34	16	18
	NO3	20	-68	---	85	100	15	85	43	35	35
	PO4	11	-5	---	40	15	100	32	8	-3	3
	SiO3	14	-61	---	77	85	32	100	32	36	46
	Chloro	23	-72	---	34	43	8	32	100	71	36
	Pheo	4	-69	---	16	35	-3	36	71	100	65
Turb	27	-57	---	18	35	3	46	36	65	100	
Automne		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	T C	100	32	---	-11	-60	-47	-39	-46	-44	-32
	S %.	32	100	---	5	-16	-24	-27	-22	-37	-62
	NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
	NO2	-11	5	---	100	45	27	59	-12	16	52
	NO3	-60	-16	---	45	100	48	42	9	49	54
	PO4	-47	-24	---	27	48	100	35	-0	26	26
	SiO3	-39	-27	---	59	42	35	100	-11	11	56
	Chloro	-46	-22	---	-12	9	-0	-11	100	49	13
	Pheo	-44	-37	---	16	49	26	11	49	100	47
Turb	-32	-62	---	52	54	26	56	13	47	100	
Hiver		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	T C	100	43	---	-52	-82	-6	-45	-2	-10	-53
	S %.	43	100	---	29	-22	13	-52	-44	-41	-22
	NH4	---	---	100	---	---	---	---	---	---	---
	NO2	-52	29	---	100	35	21	-10	-26	-20	34
	NO3	-82	-22	---	35	100	26	61	-33	-24	46
	PO4	-6	13	---	21	26	100	40	-17	-18	-1
	SiO3	-45	-52	---	-10	61	40	100	4	10	40
	Chloro	-2	-44	---	-26	-33	-17	4	100	96	29
	Pheo	-10	-41	---	-20	-24	-18	10	96	100	51
Turb	-53	-22	---	34	46	-1	40	29	51	100	

et la salinité en tête. Le tracé de la courbe de régression montre une forte dispersion du nuage de points quand les salinités décroissent (Fig. 38). Le maximum de chlorophylle observé correspond à une salinité faible (31,5 ‰) confirmant l'importance des apports dulçaquicoles dans la teneur en organismes chlorophylliens : apports directs d'espèces végétales ou induction de la production par apport d'éléments nutritifs. Il faut noter que c'est aussi en été que l'on constate de bons coefficients de corrélations (0,52 à 0,68) entre la salinité et les sels nutritifs. Le lien supposé entre chlorophylle et salinité existe bien par l'intermédiaire des apports d'éléments nutritifs

2.2. Données estuaires (tableaux 23)

Quatre fichiers de synthèse concernant les quatre estuaires ont été créés afin d'étudier les relations entre les 14 paramètres mesurés lors des campagnes "estuaires". Comme on pouvait s'y attendre c'est ici la salinité qui sera le paramètre déterminant. On observe en effet sur les quatre estuaires des relations de corrélation linéaire marquées entre nitrates et salinité (Aa-coefficient : 0,76, Canche-coefficient : 0,98, Authie-coefficient : 0,81, Somme-coefficient : 0,84).

Les nitrites apparaissent eux aussi liés à la salinité sur l'Authie et la Canche. Sur ces deux estuaires on remarque de même un lien entre la teneur en chlorophylle, le pH et la température plus net que sur les autres. On observe aussi les corrélations désormais classiques entre sels nutritifs ainsi que quelques relations évidentes entre oxygène dissous et pourcentage de saturation ou entre phaeopigments et chlorophylle.

Les tracés des régressions linéaires entre nitrates et nitrites, montrent bien l'importance des eaux douces dans les apports de sels azotés à la mer (Fig. 39 a, b, c, d). On note sur la Fig. 39a correspondant à la régression obtenue pour l'Aa, une distribution quasi complète des points entre 0 et 8 ‰ et entre 30 et 34 ‰. Cela confirme l'importance des écluses et de la canalisation dans les phénomènes de mélange eau douce-eau de mer. La séparation est moins marquée pour la Somme dont les deux chenaux principaux échantillonnés ne sont pas régulés artificiellement de la même façon. Sur la Canche et l'Authie on observe des valeurs correspondant à des salinités intermédiaires (entre 8 et 24 ‰). La répartition est tout à fait comparable dans ces deux

Fig.38 REG. LINEAIRE CHLOROPHYLLE/S%.

(campagnes "car ferry" d'été)

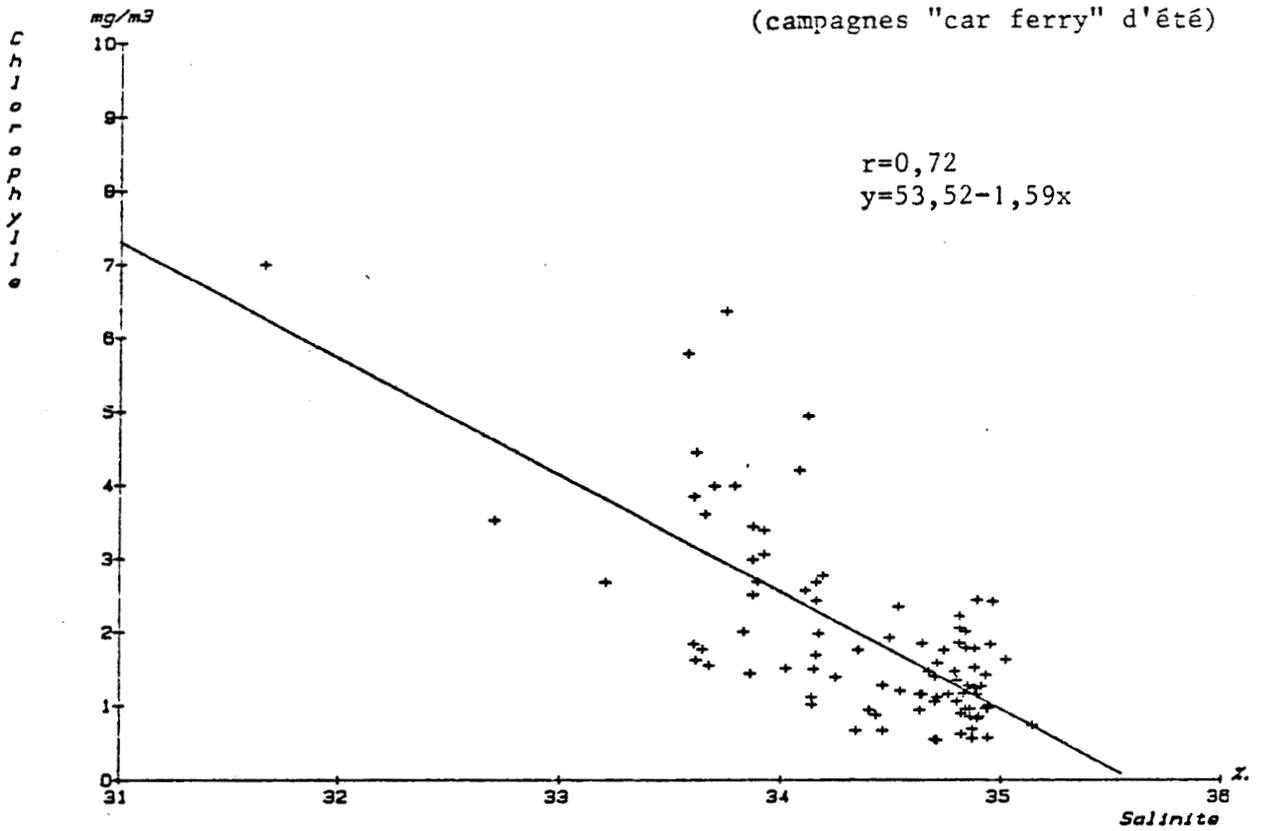


Tableau 23 : Matrices de corrélation, données "estuarires"

Aa

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T C	100	15	-53	58	13	-61	-61	34	38	-18	-12	---	58	8	36
S %.	15	100	-37	-34	-76	9	-63	-22	5	50	69	---	39	-7	20
NH4	-53	-37	100	-5	-3	6	45	-40	-47	-16	-23	---	-45	43	9
NO2	58	-34	-5	100	49	-65	-28	62	9	-25	-27	---	42	32	44
NO3	13	-76	-3	49	100	-20	33	29	-10	-46	-52	---	-50	-24	-24
PO4	-61	9	6	-65	-20	100	60	-50	-15	29	-5	---	-43	-26	-40
SiO3	-61	-63	45	-28	33	60	100	-41	-24	-38	-49	---	-58	-23	-57
Chloro	34	-22	-40	62	29	-50	-41	100	42	3	1	---	45	-7	4
Pheo	38	5	-47	9	-10	-15	-24	42	100	1	10	---	51	-4	-29
Turb	-18	50	-16	-25	-46	29	-38	3	1	100	94	---	6	25	36
M.E.S.	-12	69	-23	-27	-52	-5	-49	1	10	94	100	---	20	20	31
Secchi	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	---	---	---
pH	58	39	-45	42	-50	-43	-58	45	51	6	20	---	100	21	20
O2 dis	8	-7	43	32	-24	-26	-23	-7	-4	25	20	---	21	100	83
% Sat	36	20	9	44	-24	-40	-57	4	-29	36	31	---	20	83	100

Canche

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T C	100	18	16	-20	-28	-33	-11	65	54	28	-19	---	68	-11	24
S %.	18	100	-6	-86	-98	21	-57	48	28	41	7	---	56	30	57
NH4	16	-6	100	4	2	-16	26	-28	-23	32	-29	---	-6	-18	-17
NO2	-20	-86	4	100	84	-21	64	-46	-24	-47	-37	---	-53	-7	-41
NO3	-28	-98	2	84	100	-19	49	-47	-28	-48	-41	---	-58	2	-40
PO4	-33	21	-16	-21	-19	100	-14	-11	-18	-18	15	---	-8	-0	-26
SiO3	-11	-57	26	64	49	-14	100	-35	-24	-31	-40	---	-40	-2	-26
Chloro	65	48	-28	-46	-47	-11	-35	100	84	62	7	---	65	30	56
Pheo	54	28	-23	-24	-28	-18	-24	84	100	53	15	---	36	14	33
Turb	28	41	32	-47	-48	-18	-31	62	53	100	28	---	22	29	40
M.E.S.	-19	7	-29	-37	-41	15	-40	7	15	28	100	---	4	7	0
Secchi	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	---	---	---
pH	68	56	-6	-53	-58	-8	-40	65	36	22	4	---	100	12	62
O2 dis	-11	30	-18	-7	2	-0	-2	30	14	29	7	---	12	100	90
% Sat	24	57	-17	-41	-40	-26	-26	56	33	40	0	---	62	90	100

Tableau 23 (suite)

Authie

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T C	100	-4	18	10	27	-17	5	65	-15	-22	-1	---	74	-12	25
S %.	-4	100	-33	-76	-81	-15	-65	16	-4	58	67	---	39	-0	37
NH4	18	-33	100	42	11	58	29	-33	28	3	-12	---	5	-26	-35
NO2	10	-76	42	100	72	49	76	-7	3	-36	-42	---	-37	-10	-43
NO3	27	-81	11	72	100	6	74	3	-0	-54	-59	---	-24	3	-28
PO4	-17	-15	58	49	6	100	30	-37	37	1	-14	---	-35	-33	-49
SiO3	5	-65	29	76	74	30	100	-2	17	-29	-33	---	-34	-5	-35
Chloro	65	16	-33	-7	3	-37	-2	100	-5	3	13	---	55	41	69
Pheo	-15	-4	28	3	-0	37	17	-5	100	-3	-8	---	-38	1	-4
Turb	-22	58	3	-36	-54	1	-29	3	-3	100	59	---	9	10	31
M.E.S.	-1	67	-12	-42	-59	-14	-33	13	-8	59	100	---	42	-15	12
Secchi	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	---	---	---
pH	74	39	5	-37	-24	-35	-34	55	-38	9	42	---	100	-3	39
O2 dis	-12	-0	-26	-10	3	-33	-5	41	1	10	-15	---	-3	100	86
% Sat	25	37	-35	-43	-28	-49	-35	69	-4	31	12	---	39	86	100

Somme

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T C	100	12	-30	29	-44	-4	-27	60	39	17	-3	---	70	-18	27
S %.	12	100	-65	-28	-84	-39	-81	-14	-29	25	21	---	21	0	42
NH4	-30	-65	100	-5	61	27	71	-34	-24	-18	-28	---	-54	-19	-59
NO2	29	-28	-5	100	73	-4	30	30	-2	-19	-19	---	13	1	5
NO3	-44	-84	61	73	100	22	57	-14	14	-28	-17	---	-35	24	-34
PO4	-4	-39	27	-4	22	100	31	-20	-3	49	48	---	-2	-17	-17
SiO3	-27	-81	71	30	57	31	100	-9	-9	-17	-8	---	-35	1	-48
Chloro	60	-14	-34	30	-14	-20	-9	100	66	-15	-10	---	59	21	33
Pheo	39	-29	-24	-2	14	-3	-9	66	100	-9	-2	---	56	11	3
Turb	17	25	-18	-19	-28	49	-17	-15	-9	100	81	---	27	-16	9
M.E.S.	-3	21	-28	-19	-17	48	-8	-10	-2	81	100	---	12	-29	-11
Secchi	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	100	---	---	---
pH	70	21	-54	13	-35	-2	-35	59	56	27	12	---	100	44	70
O2 dis	-18	0	-19	1	24	-17	1	21	11	-16	-29	---	44	100	71
% Sat	27	42	-59	5	-34	-17	-48	33	3	9	-11	---	70	71	100

Fig. 39a REG. LINEAIRE NO3/S% (Aa)

r = 0,76
y = 4,24,16 - 12,14 x

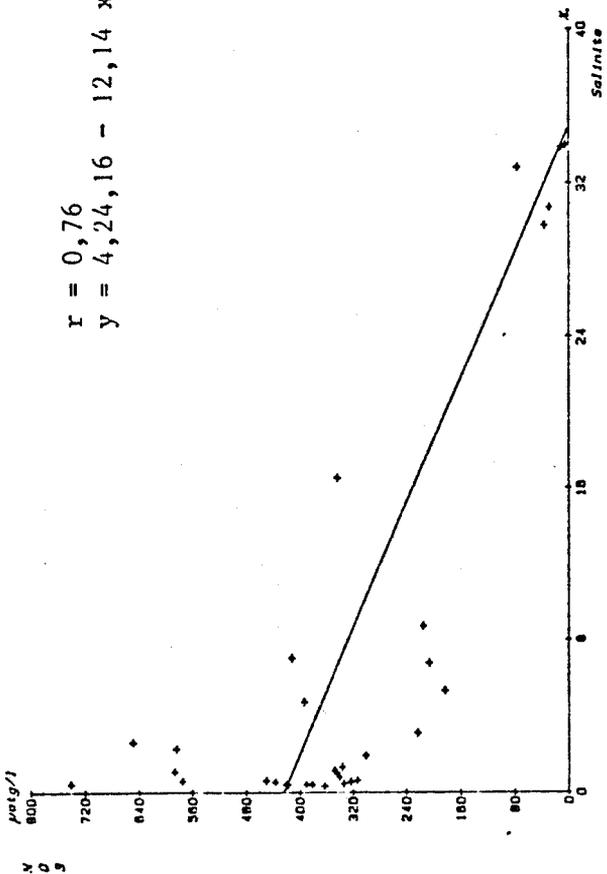


Fig. 39b REGRESSION LINEAIRE NO3/S%. (Canche)

r = 0,92
y = 236 - 7,19 x

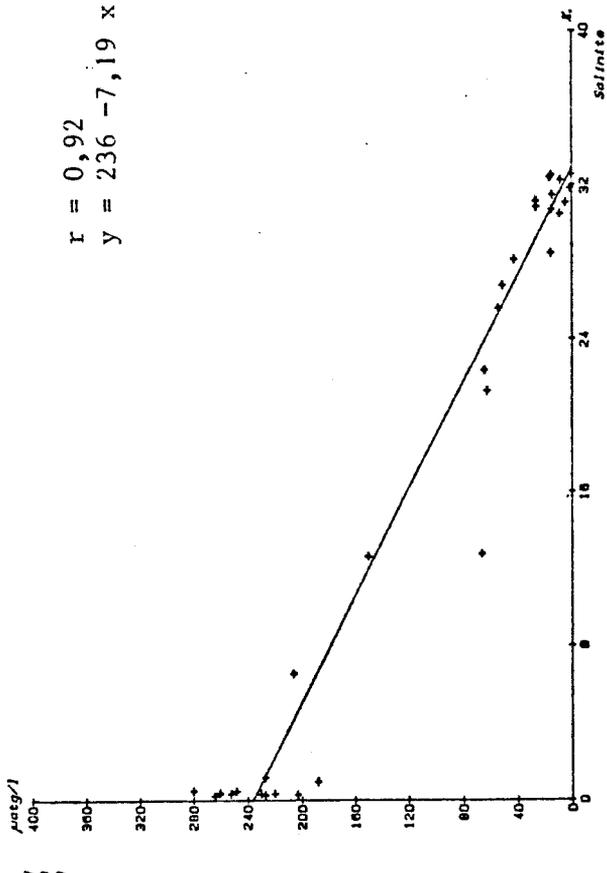


Fig. 39c REGRESSION LINEAIRE NO3/S%. (Authie)

r = 0,81
y = 176,7 - 0,3 x

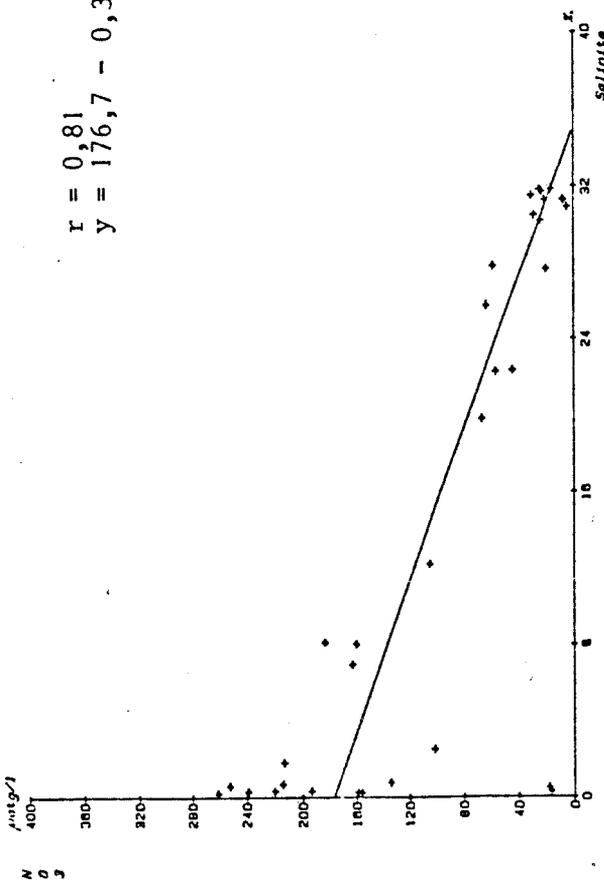
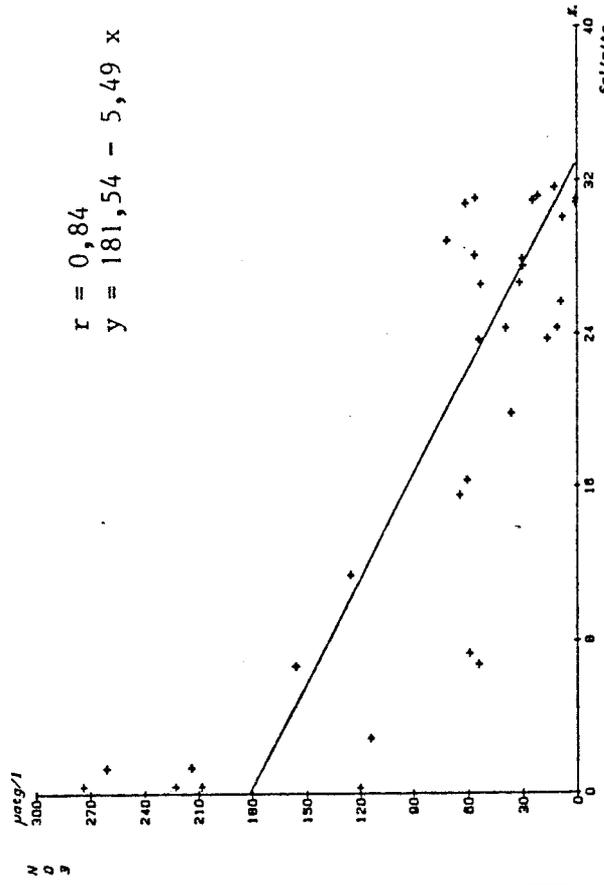


Fig. 39d REG. LINEAIRE NO3/SALINITE (Somme)

r = 0,84
y = 181,54 - 5,49 x



estuaire, pour les nitrites en fonction de la salinité (les pentes des droites de régressions sont d'ailleurs très voisines). Cela montre bien que le cortège des oxydations de sels azotés fonctionne dans ces milieux bien oxygénés (Fig. 40 a et b). Le lien entre le pH et la température semble plus marqué pour les estuaires "Sud" où l'on observe des valeurs de pH croissant assez régulièrement avec la température (Fig. 41 b, c d). L'Aa (Fig. 41 a), par contre, présente toute une gamme de pH (7,3 à 8,6) pour des températures comprises entre 7 et 13 degrés alors qu'entre 18 et 20 degrés les pH observés sont nettement basiques (> 8,5). Le lien entre pH et température peut s'expliquer à nouveau par une relation indirecte. Le pH augmente en effet avec l'activité photosynthétique, qui dépend, elle de l'éclairement, paramètre associé à la température.

En période de développement d'organismes chlorophylliens, le pH croît considérablement. Mais, lors de la disparition des populations phytoplanctoniques, la décomposition de la matière vivante entraîne la formation d'acides organiques. De ce fait le pH diminue. La régression entre pH et chlorophylle sur les données de la Canche montre des points relativement bien alignés le long d'une droite de régression de pente positive (Fig. 42).

Sur la Somme, on note une corrélation intéressante entre le pH et le taux d'oxygène dissous (en pourcentage de saturation), lié très certainement à l'effet commun des blooms phytoplanctoniques dont l'activité photosynthétique tend à accroître le pH et la saturation en O_2 dissous (Fig. 43).

Enfin des essais de recherches de corrélations ont été réalisés sur les fichiers "temporels" des estuaires (1 station au cours de toute la période d'étude). On n'y prend en considération que 10 points au maximum. En ne retenant que les corrélations qui présentent des coefficients très élevés, les résultats sont très peu nombreux. On peut citer à ce titre la relation entre SiO_4 et salinité calculée pour la station 6 de la Canche. La corrélation, $r=0,99$ indique que les fortes teneurs en "silicates" sont normalement associées aux salinités faibles et qu'*a contrario*, les très faibles teneurs de SiO_4 correspondent aux salinités de l'eau de mer. (Fig. 44)

Fig.40a *REGRESSION LINEAIRE NO2/S%.* (Canche)

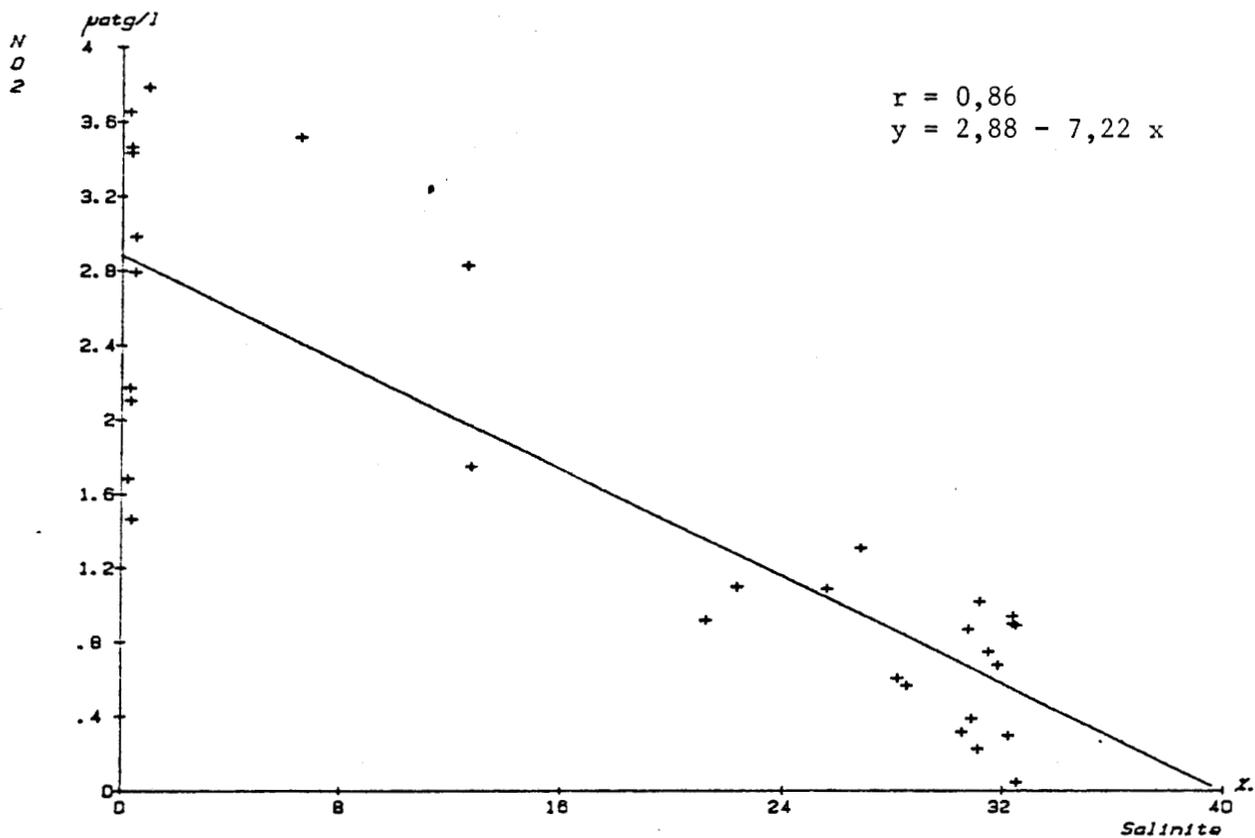


Fig.40b *REGRESSION LINEAIRE NO2/S%.* (Authie)

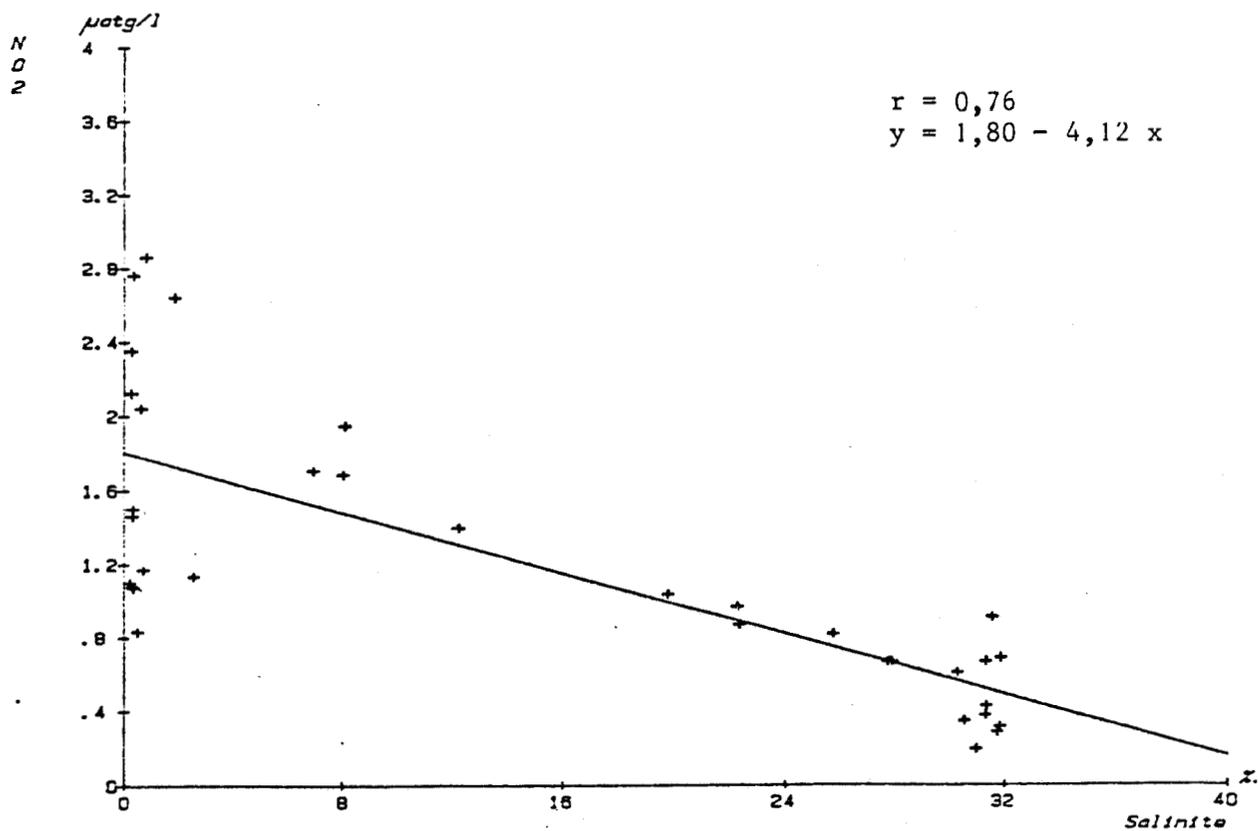


Fig.41a REG. LINEAIRE pH/TEMPERATURE (Aa)

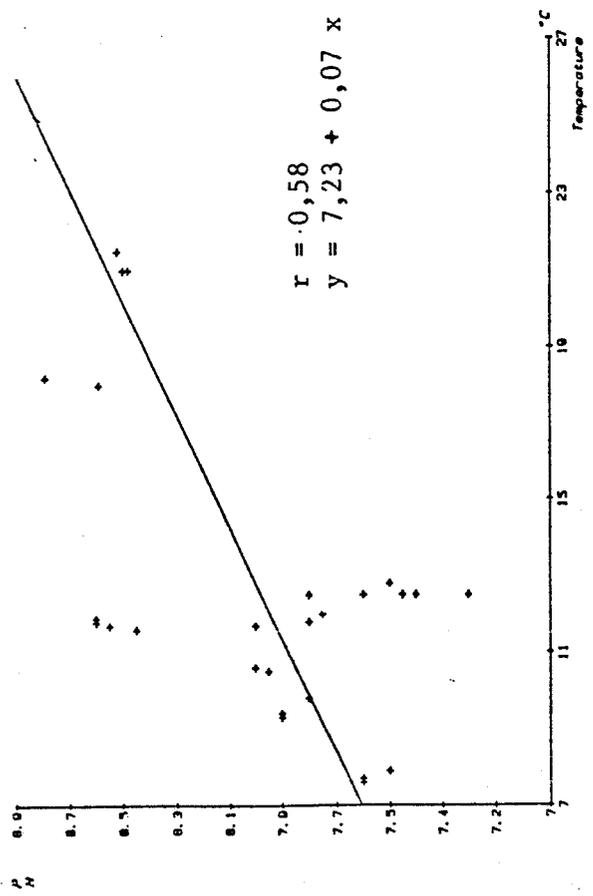


Fig.41b REG. LINEAIRE pH/TEMPERATURE (Canche)

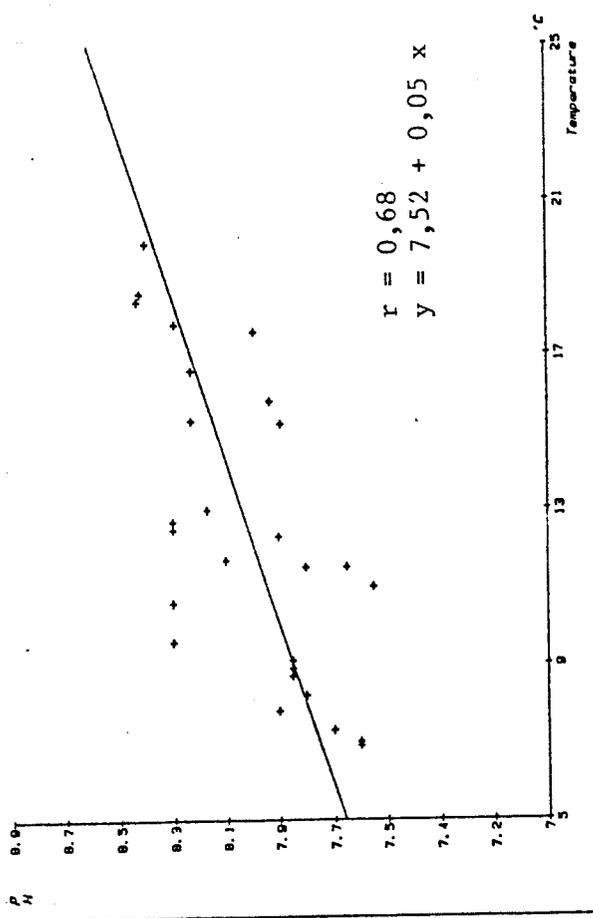


Fig.41c REG. LINEAIRE pH/TEMPERATURE (Authie)

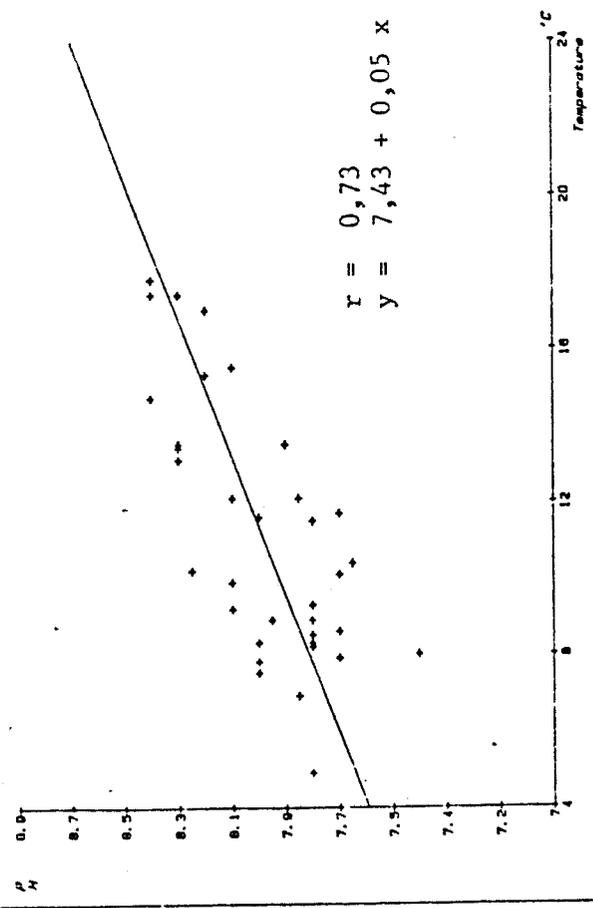


Fig.41d REG. LINEAIRE pH/TEMPERATURE (Somme)

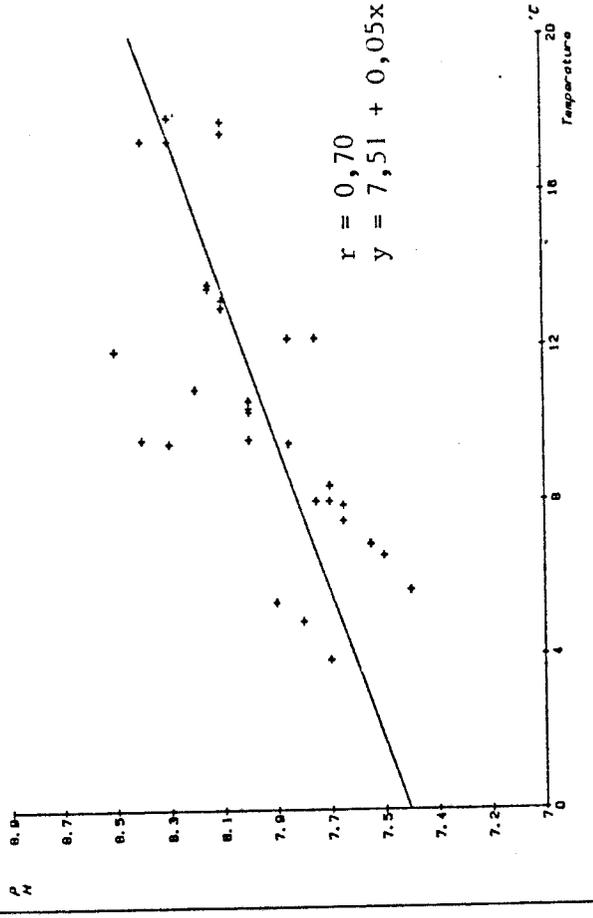
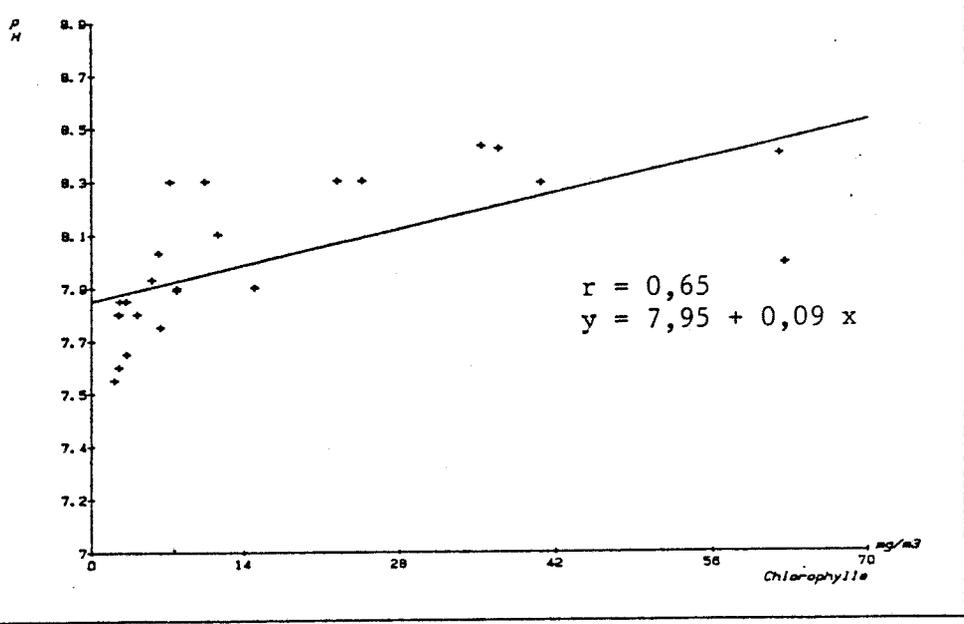


Fig.42 REG. LINEAIRE pH/CHLOROPHYLLE (Canche)



E.43 REG. LINEAIRE pH/O2 (% de saturation) (Somme)

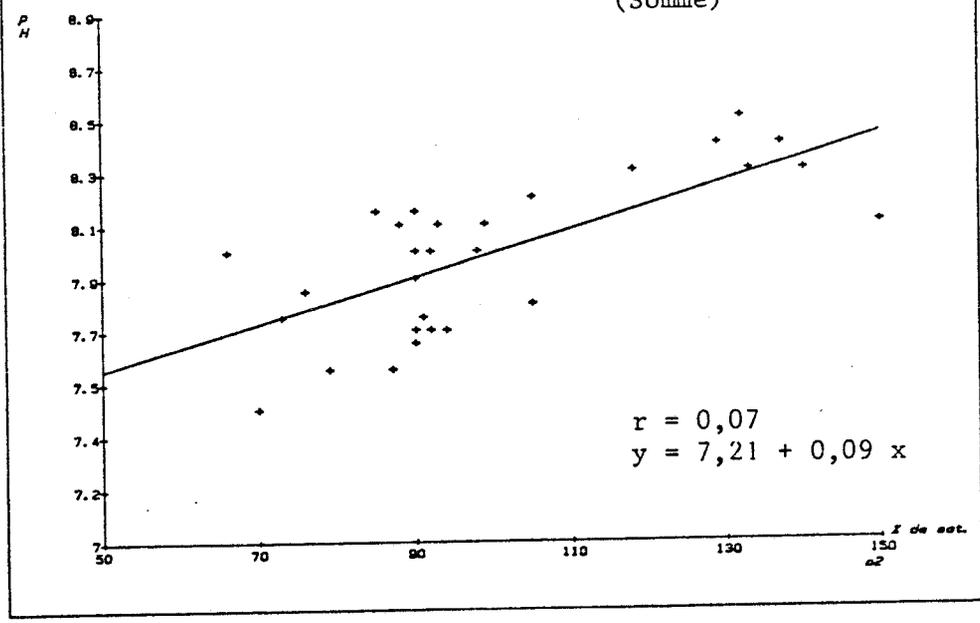
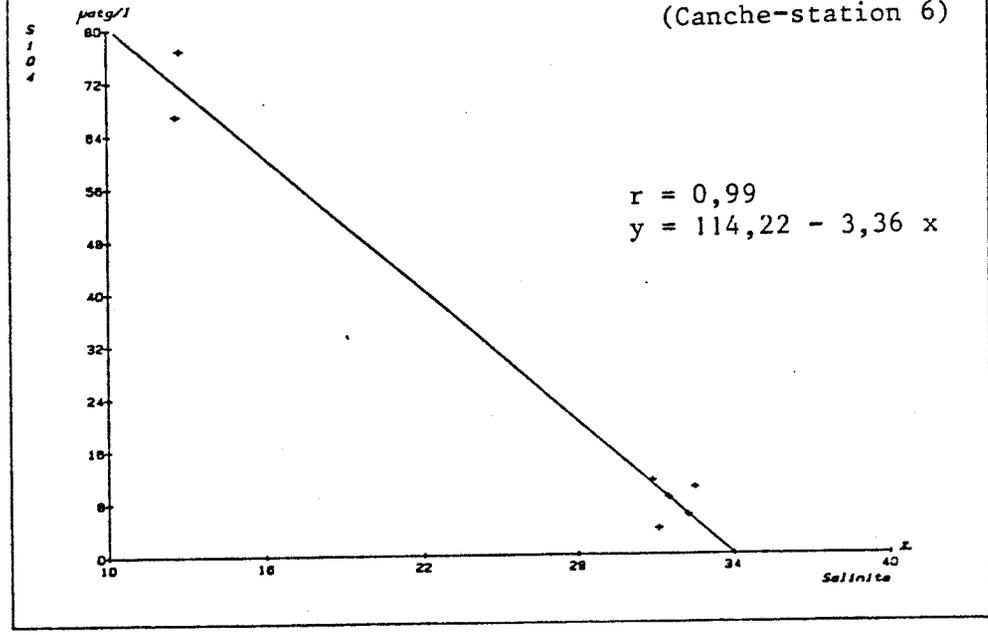


Fig.44 REG. LINEAIRE SiO4/SALINITE (Canche-station 6)



3 - Conclusions

L'étude des liens établis entre paramètres par l'intermédiaire des matrices de corrélation linéaire ne permet que très rarement de mettre en évidence des relations simples. Lorsque l'on prend en considération les régressions dont le coefficient de corrélation est supérieur à 0,60 on confirme fréquemment des relations supposées lors de la simple interprétation des résultats. Cependant si les variations des différents paramètres avec la température permettent de retrouver les cycles saisonniers, la température n'est pas le paramètre induisant directement les variations.

Les phénomènes biologiques difficilement quantifiables rendent complexes les variations. Ainsi, le taux de chlorophylle va dépendre de l'éclairement (qui varie sensiblement avec la température) mais dépend également de la nature et de l'âge des populations phytoplanctoniques, de leur dégradation directe ou par consommation. On peut cependant confirmer le rôle des apports telluriques dans les taux d'éléments nutritifs en étudiant les relations qui existent entre ces éléments et la salinité.

Le traitement graphique informatisé des données accumulées pendant ces quatre années a permis d'obtenir des tracés rapides et précis des différentes courbes. La possibilité d'une visualisation préalable sur écran permet le choix d'exemples caractéristiques. Cette sélection reste malgré tout relativement subjective. Il conviendrait d'ajouter à ce type d'analyse de données, des calculs statistiques permettant de prendre systématiquement en considération l'ensemble des données. La difficulté d'une telle entreprise réside en l'intégration de facteurs aussi aléatoires que les phénomènes biologiques et météorologiques.

CHAPITRE III

ETUDE DE LA TURBIDITE

CHAPITRE III

Lors des différents programmes hydrobiologiques envisagés dans cette étude deux approches de la notion de turbidité ont été réalisées par appréciation du poids des matières en suspension et par mesure néphé-
lométrique de ces suspensions.

La relation entre les deux types de mesure existe mais ne peut être résumée en une formule simple. Le diagramme de dispersion réalisé sur les données "estuariennes" qui portent sur une grande gamme de mesures ne présente qu'un alignement très relatif des points (Fig. 45a).

Une étude comparable effectuée par N. DEGROS (1984) dans le cadre d'un rapport technique montre des résultats similaires pour les données du site de Gravelines (Fig. 45b). En effet les éléments de faible poids spécifique (argiles, phytoplanctons) peuvent avoir un impact considérable sur la transmission d'un rayonnement lumineux à travers l'eau qui les charrie. A l'opposé des grains de sable peuvent constituer une masse de suspension élevée pour un risque d'interférence optique plus limité. Ces deux exemples montrent la nécessité d'inclure la caractérisation des suspensions à la discussion des variations de turbidité. Le rôle des apports telluriques a plusieurs fois été souligné lors de l'étude des différents paramètres hydrologiques, et il suffit d'observer les panaches turbides émis par les fleuves côtiers pour en comprendre l'importance dans le cas précis des suspensions.

C'est sur des prélèvements concernant l'estuaire de la Canche et son débouché que nous avons focalisé cette étude.

A - Mesures directes

1. Choix méthodologiques

1.1. Turbidité optique

Le choix pour ce paramètre était très simplement orienté par la présence d'un matériel à la S.M.W. Le néphélomètre HF instruments (modèle DRT 1000) fonctionne sur le principe de l'effet Tyndall. Des photocellu-

Fig.45a *CORRELATION N. T. U. / M. E. S.*

(Données des campagnes "estuarires")

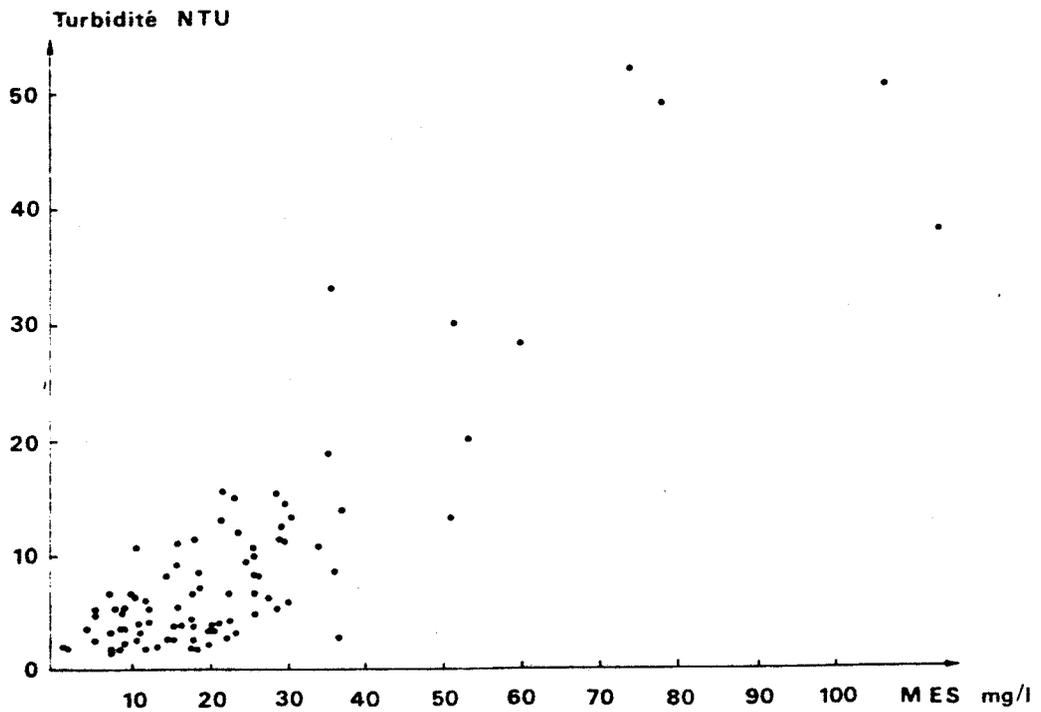
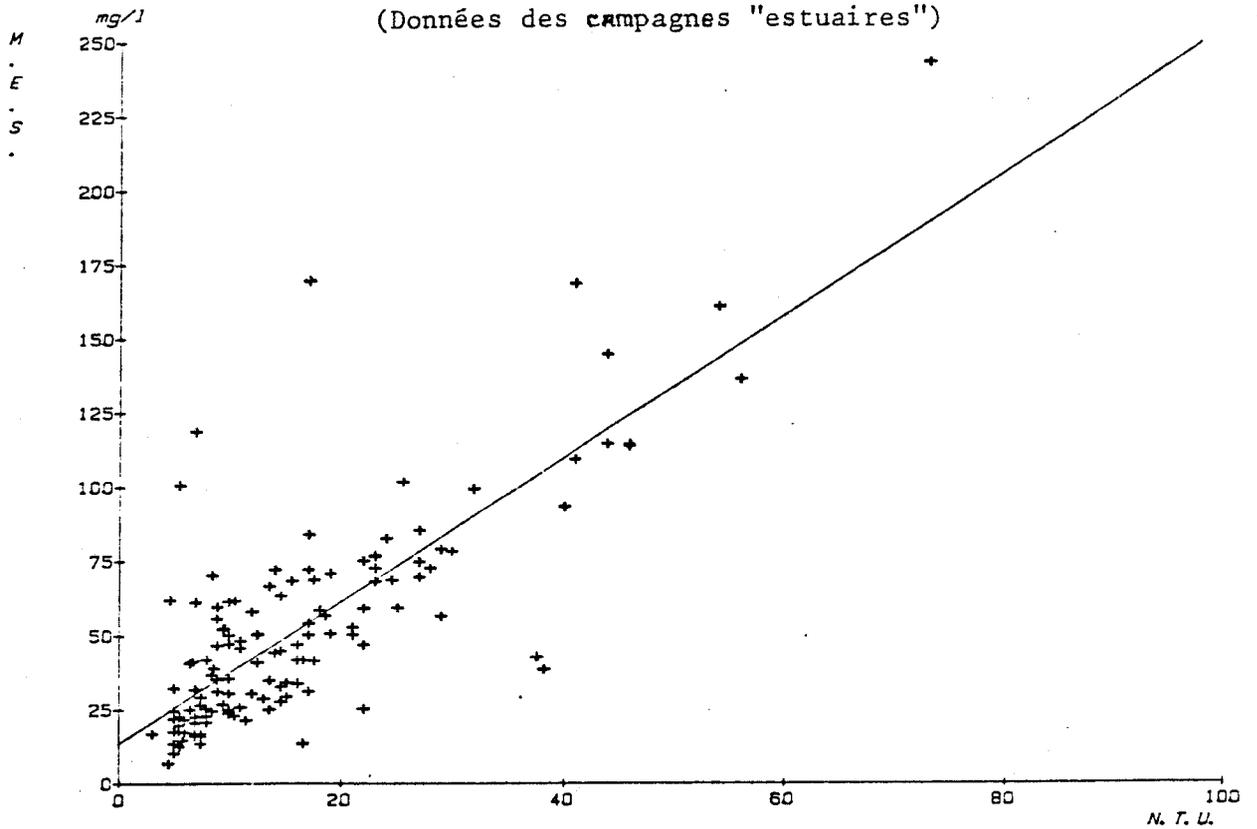


Fig. 45 b: Confrontation des mesures de turbidité
aux mesures de matières en suspension totales
(données Gravelines)

les recueillent la diffusion latérale d'un faisceau lumineux ayant rencontré des suspensions. La possibilité d'employer cet appareil en continu n'a pu être aisément exploité du fait des limites assez étroites des échelles de mesures. En milieu estuarien des variations brutales de l'ordre d'une dizaine d'unités néphélogométriques ne sont pas rares, or l'appareil nécessite des corrections de calibration pour chaque échelle le rendant alors inutilisable. Il est nécessaire de garder un certain esprit critique vis à vis des valeurs absolues obtenues par de tels appareils. En effet le principe de l'étalonnage par une suspension d'hydrazine est totalement indépendant de la nature des suspensions à mesurer, qui auront bien évidemment selon leurs dimensions, des effets très divers sur la lumière. Cette méthode a pour intérêt essentiel de recalibrer l'appareil dans les mêmes conditions à chaque utilisation et de permettre une intercalibration entre les échelles. Elle est conseillée par RODIER (1978) et par le Réseau National d'Observation du milieu marin (AMINOT, 1977, 1983). Les unités employées sont les Nephelometric Turbidimetric Units (N.T.U.) normalisées. Quelques mesures ont été réalisées grâce à un turbidimètre de marque Partech (comparaison de deux faisceaux transmis à partir d'une source identique). Cet appareil prévu pour une utilisation industrielle s'est révélé peu adapté aux mesures réalisées. De plus, de sérieux problèmes d'étalonnage en ont limité l'utilisation. Cependant des résultats très "parlants" obtenus grâce à lui lors d'un trajet entre Dieppe et la Baie de Somme, seront exploités plus loin.

1.2. Matières en suspension (M.E.S.)

La technique d'évaluation du taux de matières en suspension consiste à filtrer l'eau de mer sur une membrane afin de retenir toutes les particules de taille supérieure à 0,5 - 1 μ . La membrane est séchée et pesée avant et après filtration. La différence de poids permet de connaître la masse sèche totale de matières en suspension dans le volume filtré correspondant.

BANSE et coll. en 1963 préconisent l'emploi de membranes en esters de cellulose. Celles-ci ont pour avantage d'avoir un diamètre de pore précis (généralement on emploie les membranes ayant des pores de 0,45 μ de \emptyset). Utilisables sans problème dans une eau peu chargée, leur

porosité (nombre de pores/unité de surface) assez faible entraîne un colmatage rapide dans le cas de fortes teneurs en suspension rencontrées en milieu estuarien. Le volume nécessairement limité que l'on filtre dans ces conditions nuit beaucoup à la précision de la technique. Les membranes filtrantes en fibre de verre sont conseillées par contre par HOBSON (1967), STRICKLAND et PARSONS (1972) et SMETACEK (1980), elles ont été retenues dans le cadre des normes AFNOR (pour les eaux douces) et dans les méthodes normalisées par le R.N.O. Des filtres de fibre de verre marque WHATMAN, type GF/C ont donc été utilisés. La nécessité de réaliser un rinçage après filtration pour éliminer les cristaux de sel résiduel a été prouvée par MANHEIM et MEADE en 1970 qui le considèrent comme principale source d'erreur. On a choisi ici un rinçage des filtres à l'eau distillée, malgré le risque de perte par choc osmotique, car cela évitait d'avoir à placer les filtres à 105° C (température nécessaire pour éliminer la solution isotonique de formiate d'ammonium), conditions qui auraient nui à l'utilisation analytique ultérieure (microsonde). STRICKLAND et PARSONS (1972) jugent de toute façon, négligeables, les pertes par choc osmotique. La précision obtenue en suivant les indications de STRICKLAND et PARSONS (1972) amène à des évaluations à $\pm 0,4$ mg, largement suffisantes au vu des valeurs absolues trouvées en milieu estuarien et côtier.

2. Résultats

Lors des campagnes "car ferry" les profils que présentent les variations spatiales de la turbidité sont toujours comparables (Fig. 46). Après la valeur maximale relevée en station 1 (sortie de la rade de Boulogne dépendant donc directement des apports de la Liane) les chiffres décroissent progressivement jusqu'à la station 5. La teneur est ensuite relativement constante jusqu'à la station 12 à partir de laquelle des hauts fonds sableux du centre du Détroit favorisent la remise en suspension d'éléments minéraux (bancs du Colbart et du Varne). Les fonds, d'environ - 50 m entre la station 8 et la station 12 se maintiennent ensuite à - 20 m jusqu'à la côte anglaise. La dilution progressive des apports telluriques à partir de Boulogne sur mer et la bathymétrie du détroit expliquent donc aisément les résultats généralement obtenus.

Dans quelques cas (Fig. 47), le profil présente au niveau des stations 6-7, une remontée des valeurs. Ces particularités correspondent aux situations de panaches turbides, s'écartant progressivement du Cap Gris-Nez, évoquées lors de l'étude des salinités (II.B.2).

Les variations temporelles sont pratiquement indépendantes des saisons. Les brusques variations observées doivent être rapprochées de phénomènes de moindre période (tels que les cycles de marée) ou encore acycliques comme les conditions météorologiques. On a vu déjà combien les courants de marée pouvaient orienter la répartition des eaux littorales en les entraînant vers le nord en les collant à la côte ou en les dispersant vers le centre du détroit sous l'effet du jusant. A ces courants, irréguliers puisque liés aux coefficients de marée, se superposent les conditions météorologiques. GRALL et JACQUES en 1964 ont suggéré que "les valeurs de la transparence de l'eau sont surtout en relation avec l'agitation qui amène en suspension les particules détritiques du fond !" En 1980, SMETACECK, lors de l'étude des relations entre les cycles de sédimentation et l'écologie du plancton, estime que, l'hiver, la production primaire étant au minimum la participation du matériel remis en suspension est maximale. Dans la zone traversée par les car ferry, les fonds peu importants ne permettent qu'une stratification verticale limitée, les remises en suspension de sédiments après une période de tempête sont ressenties sur l'ensemble de la colonne d'eau. Ceci justifie les valeurs élevées trouvées en automne et hiver (couramment voisines de 10 NTU). Cependant dans cette zone très influencée par les apports telluriques, l'augmentation du charriage des fleuves côtiers s'ajoute à l'agitation, sous l'effet du vent, de la colonne d'eau. Les apports telluriques irréguliers interfèrent donc avec l'autre cause essentielle de turbidité, la remise en suspension des sédiments. A ces causes météorologiques s'ajoutent les phénomènes biologiques. Le développement des *Phaeocystis* en avril perturbe les caractéristiques de l'eau de mer et augmente de façon considérable la charge en matière organique. Il faut noter que cette population qui envahit la totalité des eaux côtières du détroit est totalement absente des eaux douces et faiblement salées des estuaires. La campagne "Hydrobios 80" a confirmé l'importance des apports telluriques sur la répartition des turbidités en montrant sur la zone étudiée un

Fig.46 PROFILS DE TURBIDITE
(Campagnes "car ferry")

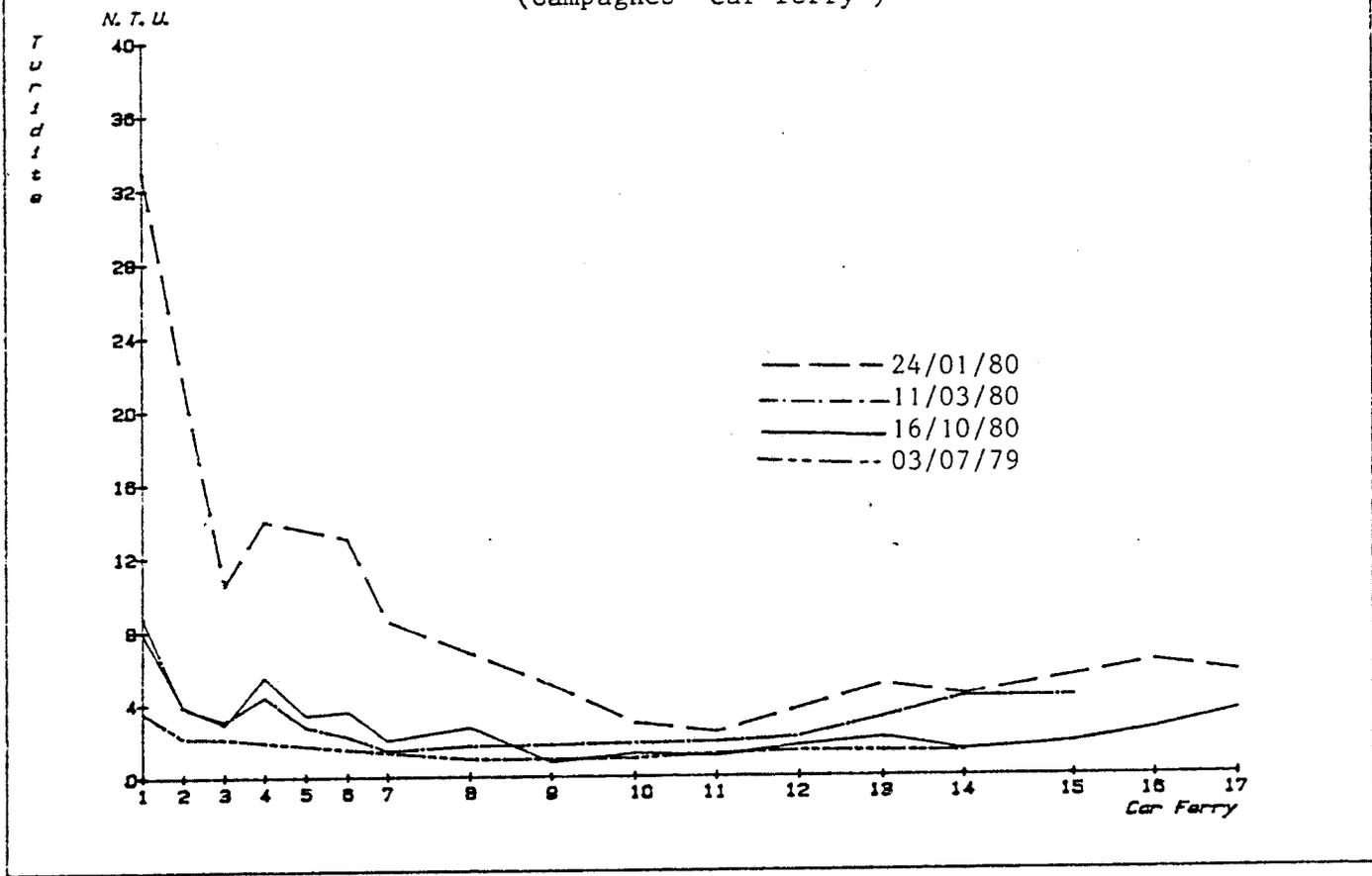
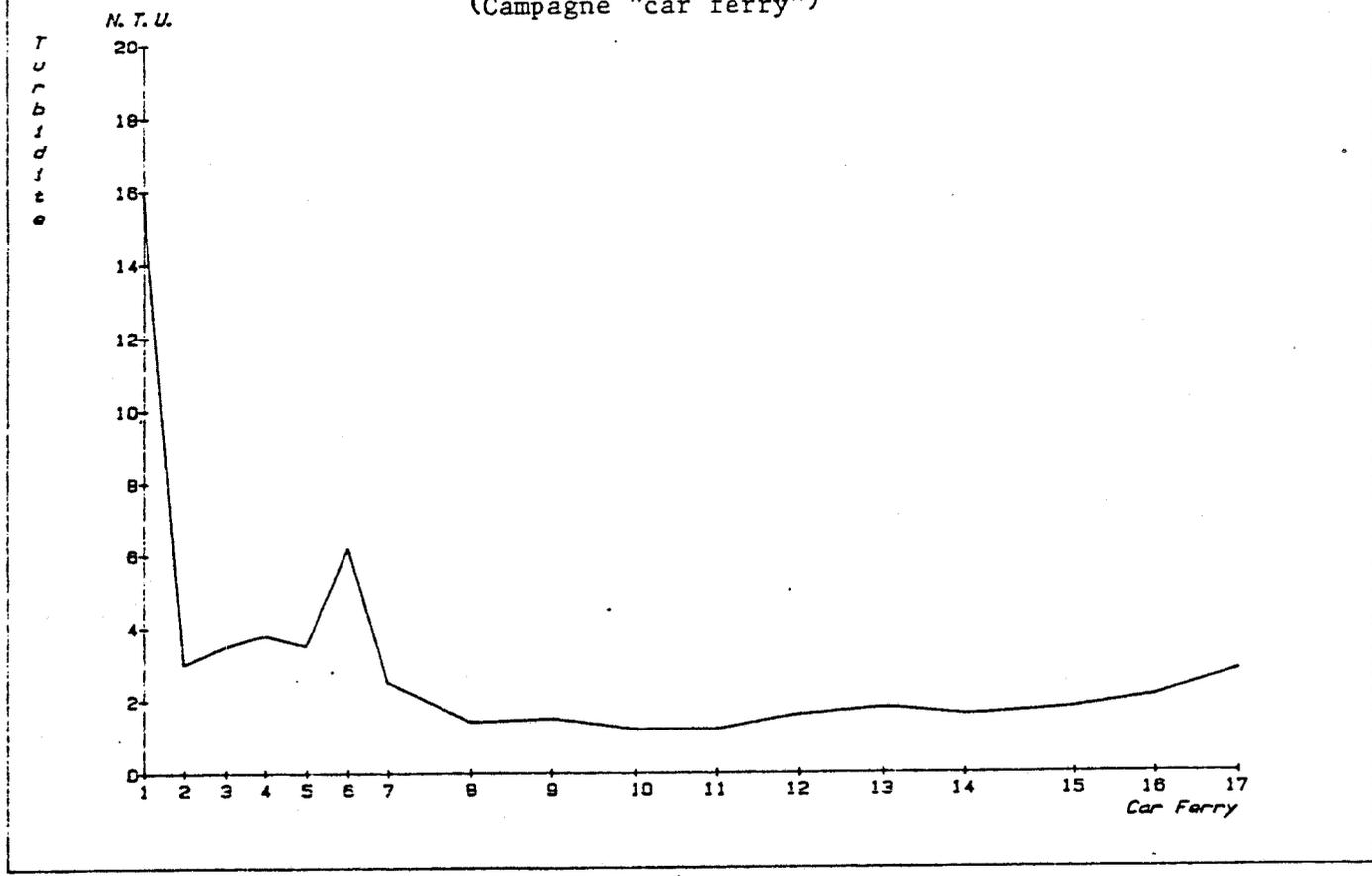


Fig.47 PROFIL DE TURBIDITE (03/07/80)
(Campagne "car ferry")



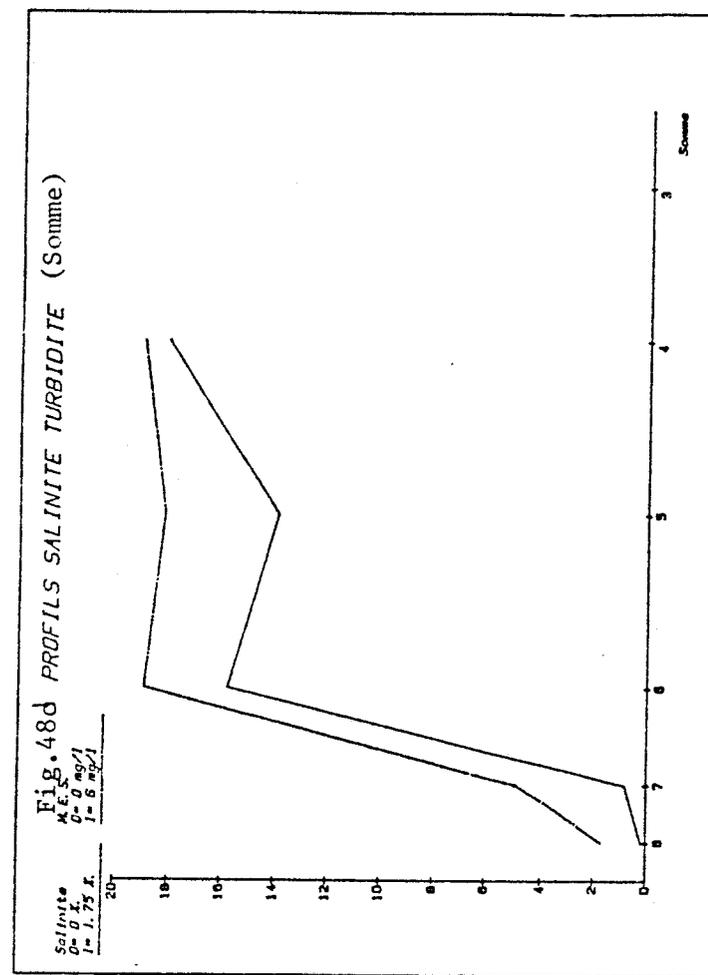
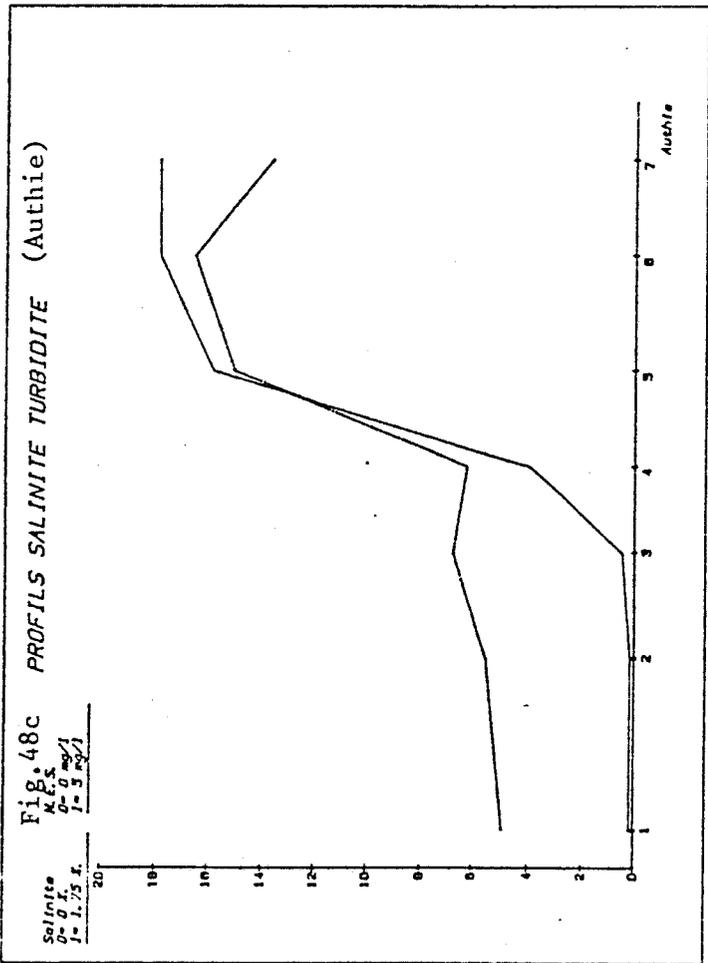
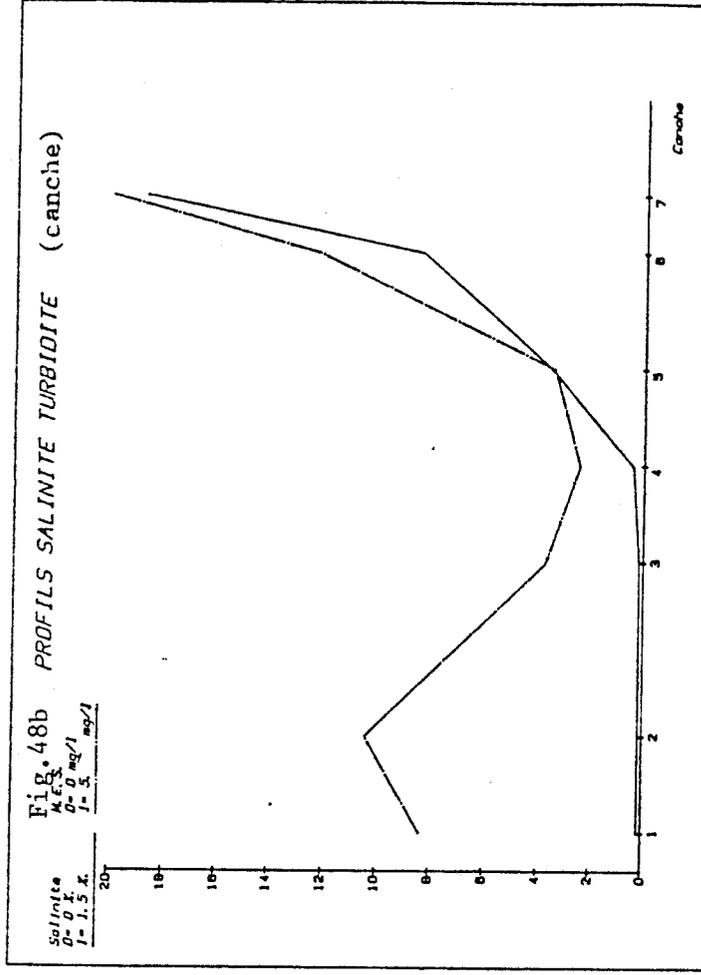
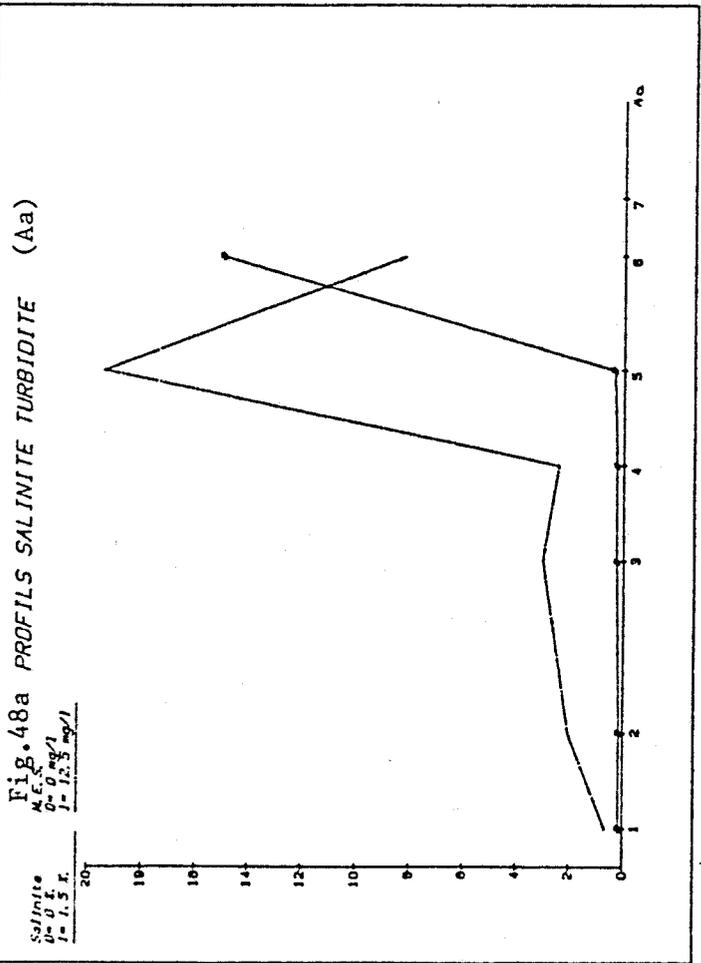
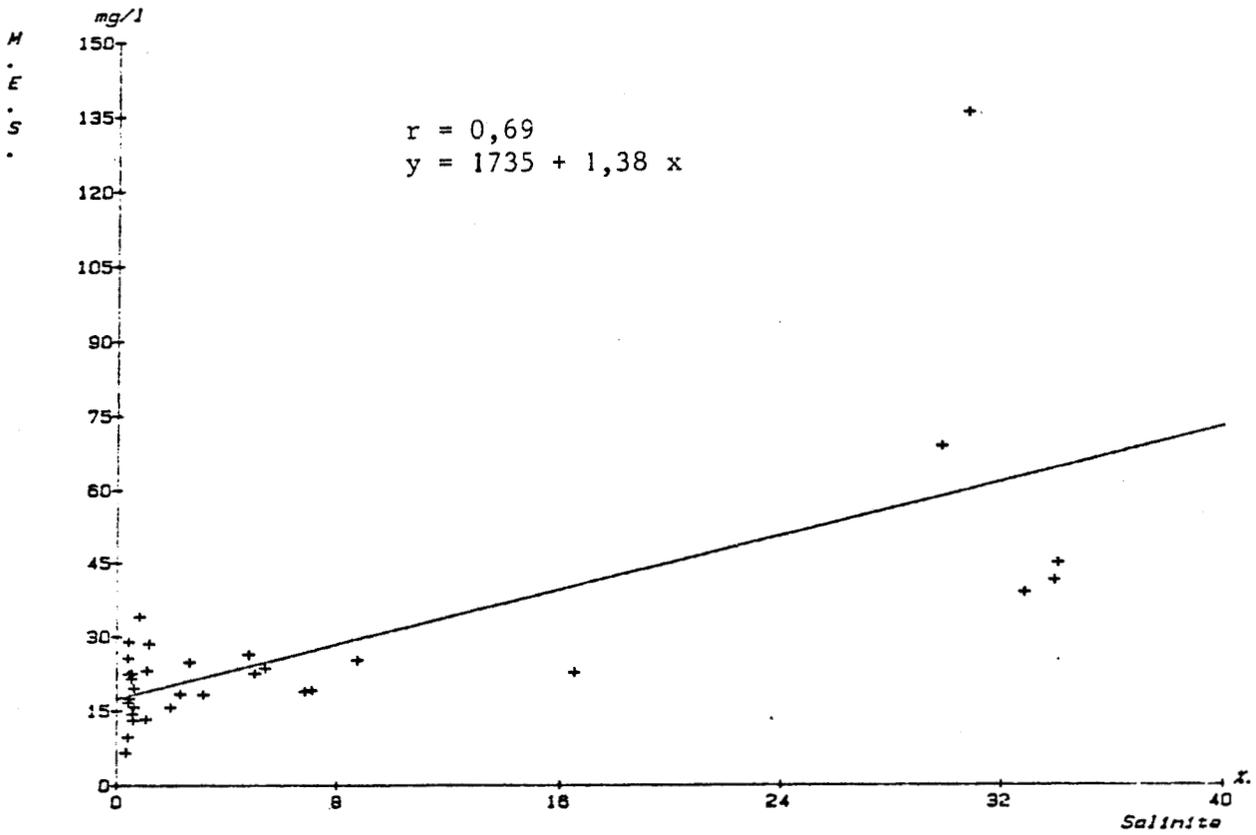


Fig.49a REG. LINEAIRE M. E. S. /S%. (Aa)



gradient côte-large décroissant, et de très fortes valeurs au droit des estuaires picards.

Les matières en suspension ont été pesées systématiquement lors des campagnes "estuaires". L'existence d'une zone très turbide dans tous les cas d'estuaires étudiés nous a initialement conduit à évoquer la notion de bouchon vaseux tel que l'a défini GLANGEAUD en 1941. Mais l'hydrodynamique des estuaires picards et aussi de l'Aa, conduisant à un renouvellement complet des eaux à chaque marée contredit cette hypothèse. De plus, l'étude sédimentologique ne met en évidence aucune zone de dépôt vaseux spécifique à ce type de bouchon. L'étude des cycles de marée a par contre montré que sur la Canche la zone de forte turbidité semblait "poussée" par le front de salinité. En fait cette grande quantité de suspensions est associée au brassage des eaux par la marée. En effet les variations des taux de matières en suspension coïncident presque systématiquement avec celles de la salinité (Fig. 48 a, b, c, d). Le tracé de la régression linéaire MES/salinité confirme que les eaux douces sont nettement moins chargées que les eaux de mer Fig. 49 a et b. Ceci est d'autant plus net que l'on considère un estuaire canalisé tel que l'Aa où les eaux stagnantes laissent sédimenter leurs particules. Dans le cas de fleuves "libres" tels que l'Authie, le brassage au passage de la barre et les courants importants déplacent les suspensions sur l'ensemble de l'estuaire.

3. Cycles de marée

Le rôle des apports telluriques dans les variations des paramètres physicochimiques du milieu côtier et notamment de la turbidité, peut être abordé grâce au suivi de ces caractéristiques lors de cycles de marée. La répartition des rejets estuariens se fait essentiellement en fonction des courants de marée. Des suivis de ce type ont été réalisés lors des trajets "car ferry", de la campagne "Hydrobios 80" et des prélèvements "Estuaires"

3.1. Essai "car ferry"

Treize jours de sorties "car ferry" ont été programmés du 10 au 23 mars 80 afin de mettre en évidence l'influence des courants de marée. On peut supposer que du fait des courants, les eaux échantillonnées en flot sont différentes de celles observées en jusant.

En flot on a affaire à des eaux originaires de la Manche, caractérisées par le "canal" d'eau central d'origine Atlantique, et par des eaux côtières très influencées par les apports telluriques. Au jusant les eaux proviennent par contre de la Mer du Nord et on ne peut négliger la possibilité d'un certain brassage homogénéisant l'ensemble des eaux du détroit.

Le principe de la campagne de 13 jours a permis de couvrir un cycle de marée complet. La sortie quotidienne à bord du navire s'effectuant à la même heure alors que la marée se décale d'environ 55 mn par 24 h. L'expérience débutait avec une sortie réalisée par marée de coefficient 48 (mortes eaux). Les valeurs de coefficients atteignaient 116 le 16 mars et redescendaient à 39 en fin de campagne. Si l'ensemble des courants de marée a pu être échantillonné (jusant du 10 au 15 mars et flot du 16 au 23 mars) il y a des interférences certaines liées au fait que la vitesse des courants de marée est proportionnelle aux coefficients de marée. De plus les conditions météorologiques ont été très irrégulières pendant ces 13 jours et ont perturbé les variations de certains paramètres tels que la turbidité ou les taux d'éléments nutritifs. Le vent a soufflé entre 15 et 25 noeuds pendant la première partie de la campagne pour ne mollir qu'aux derniers jours de la campagne vers 5 - 15 noeuds. Les précipitations, importantes les trois premiers jours sont devenues pratiquement nulles pendant le reste de la campagne. Il est donc difficile de séparer les phénomènes liés aux courants de marée des variations produites par les conditions météorologiques. L'augmentation progressive de la turbidité peut être aussi bien due à l'agitation des eaux littorales pendant la tempête qu'à la remontée des eaux côtières riches en suspensions du fait du courant de flot.

3.2. Points fixes de la campagne "Hydrobios"

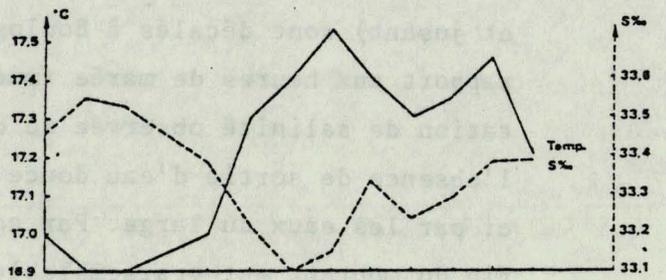
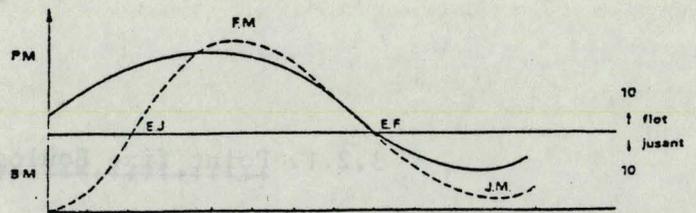
Lors de la campagne "Hydrobios 80" la disponibilité du bateau a permis de programmer des stations fixes où les prélèvements se sont succédés toutes les heures pendant 12 heures (environ un cycle de marée). Deux de ces stations nous intéressent particulièrement ; celles réalisées au droit du cap Gris-Nez et à la sortie de la rade de Boulogne sur mer.

3.2.1. Point fixe Boulogne sur mer (Fig. 50)

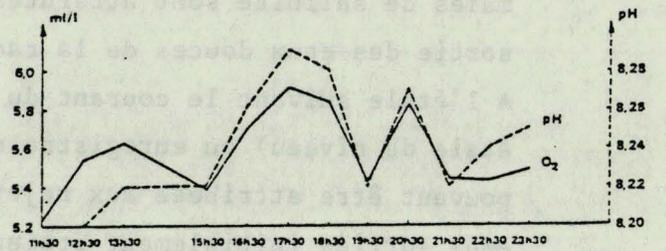
+++++

Pour l'interprétation des taux de salinité observés au cours de ce cycle de marée, il faut savoir que les courants de marée (flot et jusant) sont décalés à Boulogne sur mer d'environ 3 heures par rapport aux heures de marée (montant ou baissant). De ce fait, l'augmentation de salinité observée au début du montant peut être liée à l'absence de sortie d'eau douce de la rade et au remplissage de celle-ci par les eaux du large. Par contre la baisse de la salinité à la fin du montant est vraisemblablement due au retour de la masse d'eau côtière préalablement poussée au Sud par le jusant. Les valeurs minimales de salinité sont atteintes au début du baissant à cause de la sortie des eaux douces de la rade au cours du baissant (fin du flot). A l'étale suivant le courant du flot (renverse des courants et non étale de niveau) on enregistre une augmentation des valeurs de salinité pouvant être attribuée aux rejets d'eaux mélangées de la rade (les eaux sorties initialement étaient les eaux fortement dessalées superficiellement par les apports de la Liane). Quand débute le jusant (baissant en cours) la dessalure observée correspond au retour de la masse d'eau originaire de la rade en cours de dilution. Ces hypothèses sont confirmées par l'évolution de la courbe de température, exactement inverse de celle des salinités du fait que les eaux dessalées de la rade ont au moment de l'opération une température supérieure à celles circulant à l'extérieur. Le pH et l'O₂ dissous semblent montrer des valeurs maximales quand la salinité est minimale, cela s'explique par le fait que les eaux dessalées très riches de la rade sont des eaux de forte productivité primaire où l'activité photosynthétique est très importante. Les pics correspondant aux fortes concentrations en sels azotés et en silicates sont associés selon l'explication précédente à la sortie des eaux profondes de la rade, riches en matières en décomposition et par conséquent en éléments nutritifs. Les variations des taux de matières en suspension sont à rapprocher des variations de salinité. Les particules en suspension seraient plus nombreuses dans les eaux de la rade que dans les eaux marines extérieures, de même pour les taux de pigments végétaux confirmant la forte productivité des eaux de la rade. (BRYLINSKI, 1975).

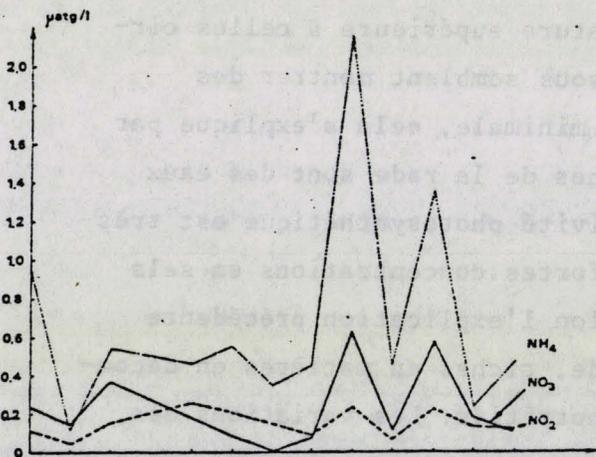
Fig. 50 : Variations des paramètres hydrologiques (cycle de marée Boulogne/mer)



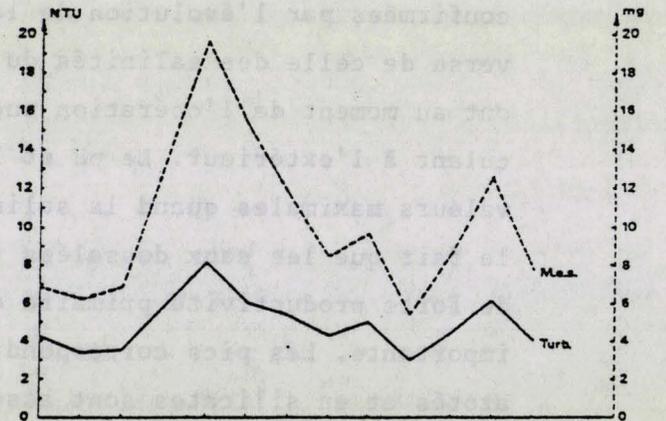
Température-Salinité



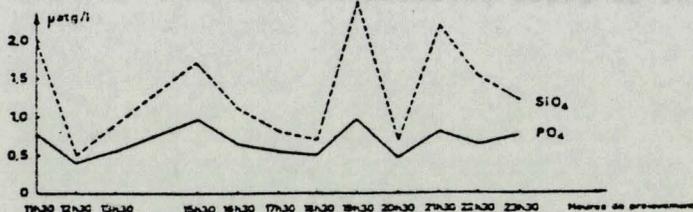
O₂ dissous-pH



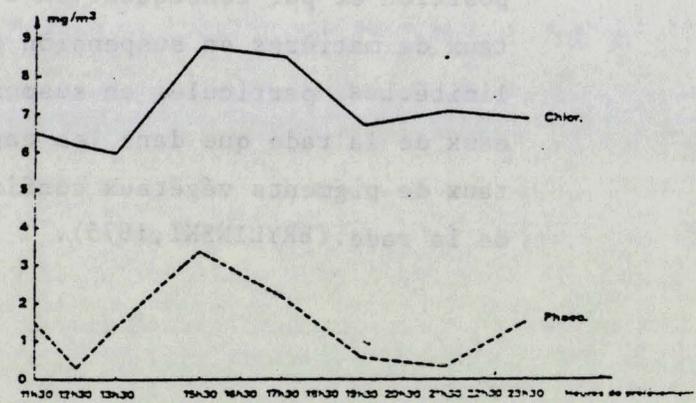
Sels Azotés



Turbidité N.T.U.-M.E.S.



Phosphates-Silicates



Chlorophylle-Pheopigments

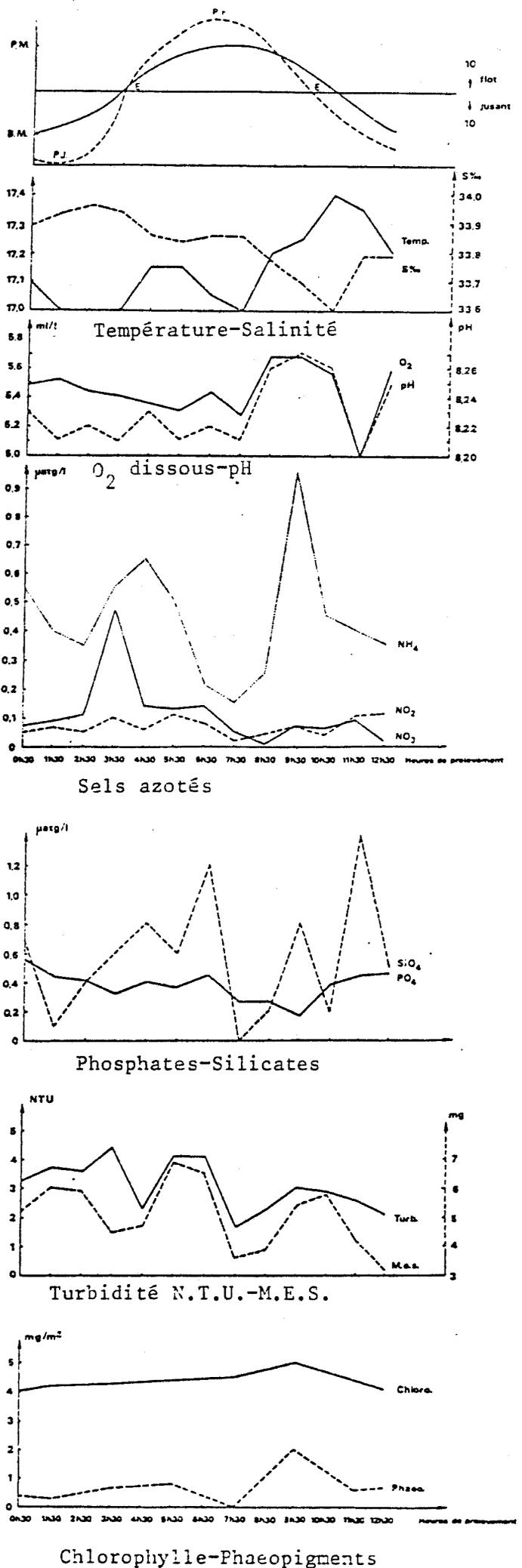
3.2.2. Point fixe du Gris-Nez (Fig. 51)

La station du Gris-Nez est moins directement soumise aux apports telluriques que celle étudiée précédemment, de ce fait les variations de la salinité au cours d'un cycle de marée sont de plus faible amplitude. Cependant on retrouve des variations liées aussi aux courants de marée et aux rejets continentaux. La salinité relativement élevée dans la première partie du cycle correspond au jusant et donc à un retour d'eaux centrales de la Mer du Nord à travers le détroit. L'orientation du courant plaque les eaux littorales dessalées le long des côtes et les déportent vers le Sud (observations satellite Landsat - 30 mars 1977 - Laboratoire Optique Atmosphérique de Lille). Au flot, au contraire, les eaux très affectées par les apports telluriques provenant des estuaires picards sont entraînées vers le Nord, ce qui explique la chute de salinité jusqu'à l'étalement de courant. La remontée des salinités est ensuite progressive au fur et à mesure que le jusant ramène sur le site des eaux plus "centrales" de la Mer du Nord. Les fluctuations du pH, de l'oxygène dissous et des taux de pigments végétaux semblent coïncider avec celles de la salinité et sont liées à la forte production primaire des eaux enrichies par les apports telluriques des eaux douces. Les maxima de sels nutritifs correspondent aux eaux marines où la synthèse chlorophyllienne est moindre. La turbidité paraît liée aux apports telluriques mais dépend probablement des conditions courantologiques très particulières au niveau du détroit. Le resserrement maximum au niveau du cap Gris-Nez entraîne une accélération des courants de marée alternatifs qui empêche la sédimentation locale et favorise même la remise en suspension des sables des hauts fonds voisins. De ce fait il semble que les turbidités et taux de matière en suspension les plus importants correspondent aux périodes de courants les plus forts alors que les étales coïncident avec des valeurs moins élevées de turbidité.

3.3. Cycles de marée sur la Canche (BENTLEY - ORANGE, 1983)

Les observations faites lors de cycles de marée, et tout particulièrement pendant la campagne "Hydrobios", ont montré l'importance des apports telluriques.

Fig. 51 : Variations des paramètres hydrologiques (cycles de marée Cap Gris Nez)



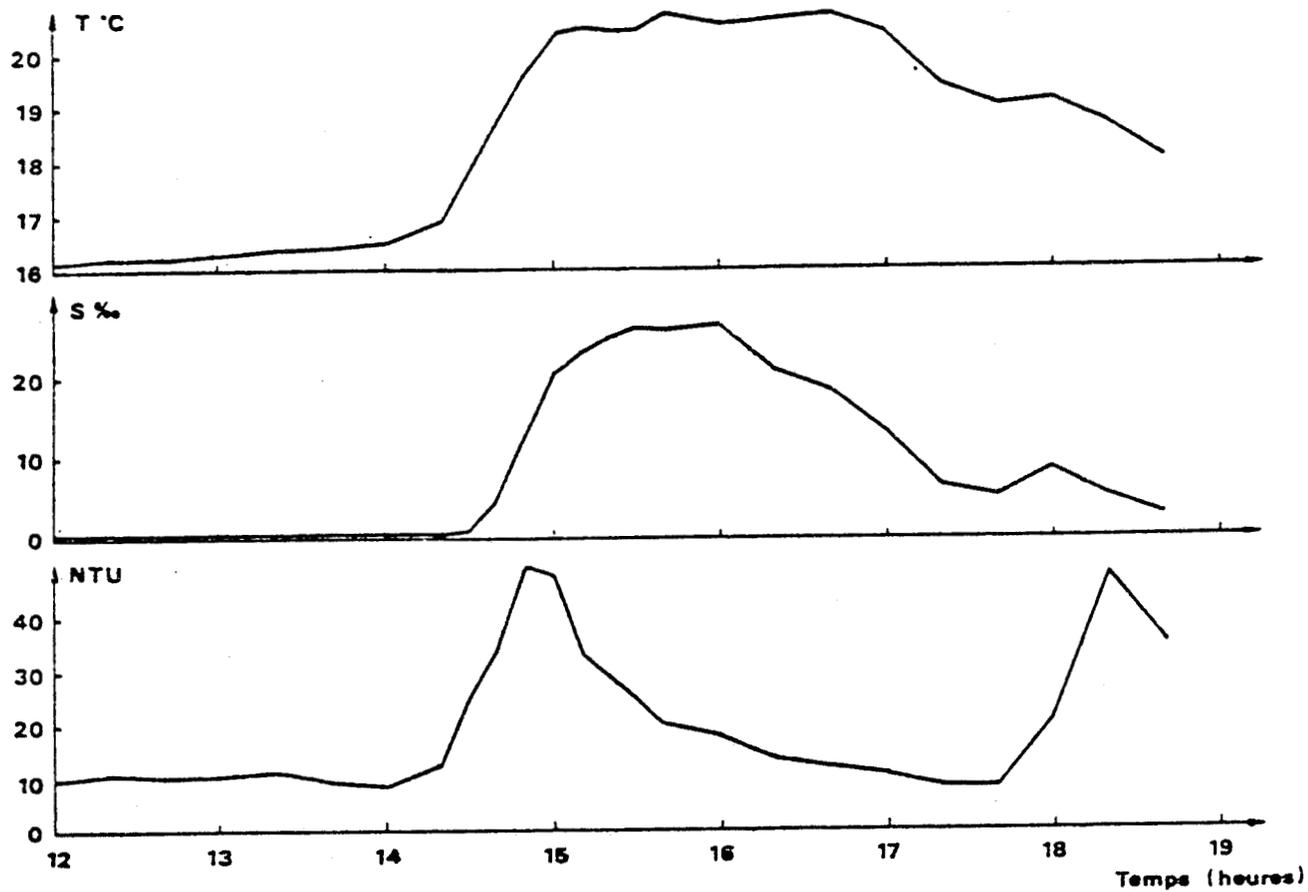
L'influence des marées sur les estuaires est indéniable et la pénétration des eaux marines détermine la répartition de l'ensemble des phénomènes chimiques et biologiques dans ce milieu. En plusieurs occasions, l'évolution de quelques paramètres a été suivie sur l'estuaire de la Canche. Le premier cycle réalisé en juillet 1982 en deux points (Pont d'Etaples, station 3 et cercle de voile d'Etaples, station 4), a permis de confirmer le déséquilibre entre le montant et le baissant dans l'estuaire. Les prélèvements ont été organisés entre deux marées hautes pour faciliter la mise à l'eau du zodiac et du matériel. Il s'est révélé nécessaire d'attendre durant 9 heures avant de détecter l'arrivée des eaux salées caractéristiques du montant soit jusqu'à environ 17 H, alors que la pleine mer à Etaples est à 19 H 50. Le baissant, au niveau d'Etaples, suivi d'une longue étale de basse mer occupe donc une dizaine d'heures alors que le montant et l'étales quasi inexistantes de pleine mer se déroulent en l'espace de trois heures. Les variations de température et de salinité se superposent bien mais les "pics" de turbidité (optique ou pondérale) précèdent légèrement l'augmentation de salinité. Il semble donc que l'intrusion d'eau de mer pousse devant elle une masse d'eau turbide.

Un autre suivi de sept heures, autour de l'heure de pleine mer, a permis de confirmer l'hypothèse précédente. Les prélèvements réalisés à partir du pont d'Etaples concernent température, salinité, matières en suspension et turbidité optique (Fig. 52). On constate en effet sur ces tracés un maximum de turbidité qui précède de très peu le maximum de salinité, cette turbidité décroît pendant le reste du montant et réapparaît bien après que la salinité ait diminué.

La turbidité est donc liée à la remise en suspension des particules sableuses au niveau de la barre d'entrée dans l'estuaire. Il faut y ajouter l'incontestable reprise par le courant de flot très rapide des sédiments déposés sur la slikke pendant le baissant et, pour les marées importantes, le lessivage des marigots du schorre.

En effet les profils instantanés observés lors des campagnes "estuarières" montrent que le maximum d'oxygène dissous correspond au front de salinité (oxygénation mécanique par brassage). En période de "bloom" chlorophyllien, le maximum de concentration en pigments végétaux se superpose au maximum de turbidité et précède donc légèrement le front de salinité. La récupération des eaux très productives provenant des

Fig. 52 : Suivi des températures, salinité et turbidité lors d'un cycle de marée au pont d'Etaples.



marigots et de diverses retenues d'eaux saumâtres des berges, pendant le montant pourrait expliquer ces fortes teneurs en espèces végétales planctoniques (diatomées benthiques vasicoles)..

L'utilisation du turbidimètre Partech lors du trajet du N/O SEPIA II, évoqué dans le cadre des salinités estuariennes, a permis un enregistrement continu (Fig. 53). Le pic de 10 NTU correspond au premier passage devant l'estuaire de la Somme. L'élévation finale à plus de 20 NTU (au-delà de l'échelle d'étalonnage) coïncide avec le retour en baie de Somme et l'entrée dans l'estuaire.

Outre ce maximum observé au droit de l'estuaire, l'augmentation progressive des turbidités lors du déplacement Sud → Nord montre, pour cette campagne réalisée en jusant, l'influence des courants de marée sur la répartition des rejets estuariens. Les mesures ponctuelles réalisées au néphélomètre lors de cet enregistrement montrent le même gradient de turbidité Sud → Nord avec aussi une chute brusque dès lors que l'on quitte la tache de rejet de l'estuaire ($\Delta = 5$ NTU). Des isoplèthes tracées à partir de ces valeurs (Fig. 54) mettent en évidence le gradient de dilution progressif ainsi que l'effet nettement moins marqué de l'Authie au Nord.

En début de flot (montant nettement entamé) lors du retour en baie de Somme, la limite de la tache turbide a nettement reculé et l'on ne retrouve des valeurs de turbidité de 10 NTU et plus qu'en pénétrant dans l'estuaire même. Le montant limite donc les rejets estuariens tout en favorisant la remise en suspension des particules à l'intérieur de l'estuaire où l'on atteint des valeurs de plus de 20 NTU (couramment mesurées lors des campagnes en zodiac dans l'estuaire).

B - Transparisation

1. Principe

Cette technique consiste à rendre transparente à la lumière une membrane filtrante afin de pouvoir observer les particules qui y sont déposées, à l'aide d'un microscope optique. Cela nécessite l'utilisation de filtres en ester de cellulose, aussi certains prélèvements ont été doublés lors de l'étude des estuaires afin de pouvoir faire ces observations. Diverses techniques ont été essayées (transparisation

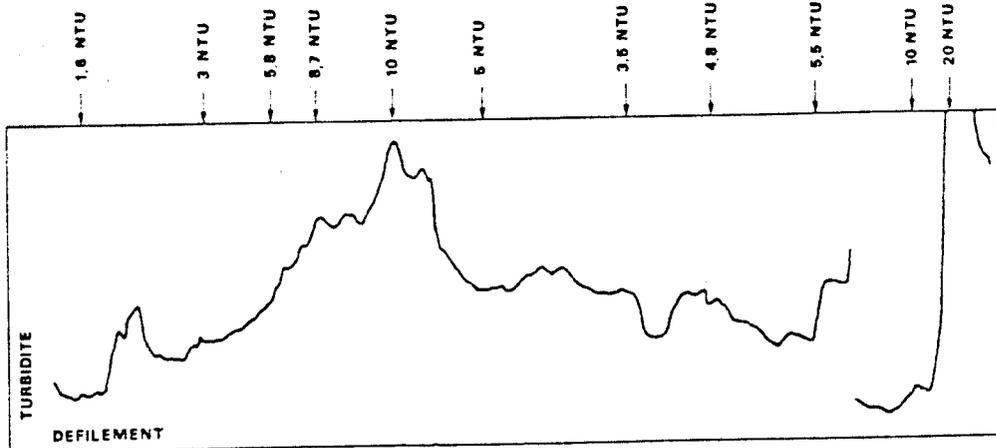


Fig. 53 : Enregistrement Partech du 2.02.82
(Trajet Dieppe → St Valéry/Somme)

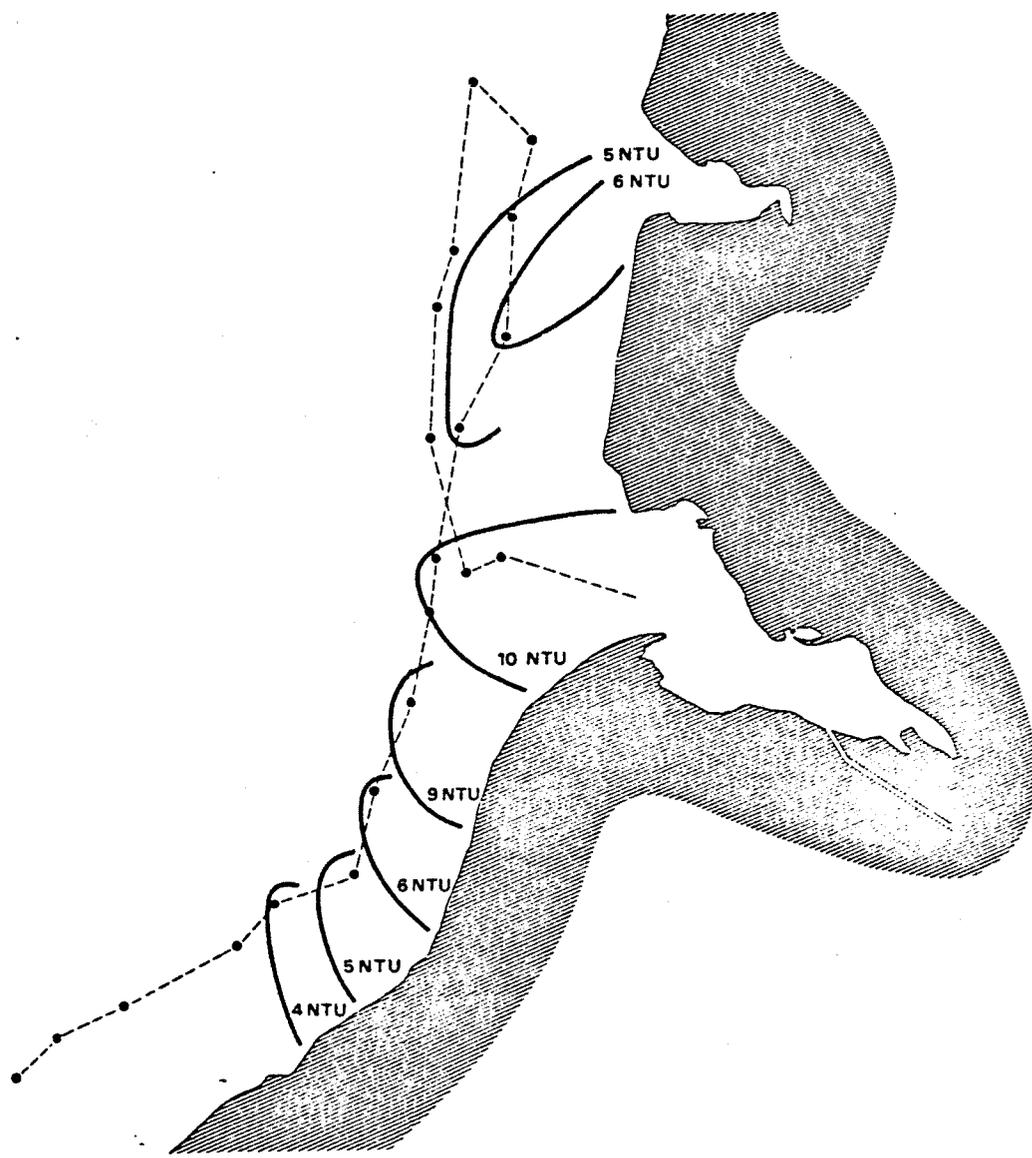


Fig. 54 : Répartition des turbidités lors du trajet Dieppe-Somme
du 2.02.82 (Tracé probable des isoplètes)

par des vapeurs de solvants organiques) puis la technique précisée par BOND et MEADE en 1966 a été retenue du fait de sa simplicité et de son efficacité. Les filtres sont placés dans un film d'huile à immersion entre lame et lamelle, ils deviennent alors translucides et le matériel recueilli s'observe sur le filtre.

L'inconvénient essentiel est d'avoir une épaisseur importante de particules déposées sur le filtre qui rend la mise au point difficile.

2. Résultats

Les filtres observés par cette technique proviennent de prélèvements effectués au cours d'un cycle de marée au niveau du pont d'Etaples le 9 août 1982 et l'on observe une évolution dans la nature des suspensions liée à l'augmentation progressive de salinité.

Les 2 premières photos (n° 1 et 2) présentent seulement un agrégat de particules minérales plus ou moins émoussées et correspondent à des eaux de salinité voisine de 0,4 ‰. Les images suivantes coïncident avec l'élévation de salinité (1 à 5 ‰) et seul un *Coscinodiscus* (photo n° 3) montre l'existence d'espèces planctoniques dans ces eaux. La photo n° se caractérise par l'apparition de diatomées (genre *Biddulphia*) qui coïncide avec le maximum de turbidité (MES : 189,7 mg/l) et la brusque augmentation de salinité (12,15 ‰) liés à l'intrusion des eaux côtières.

Au fur et à mesure que croît la salinité (20 à 27 ‰) un autre genre de diatomée devient dominant (*Rhizosolenia*) qui semble donc caractériser la pénétration d'eaux franchement marines dans l'estuaire (Photos 4 à 7).

Dès le début du baissant (photo n° 8) le genre *Biddulphia* réapparaît.

L'étude des populations phytoplanctoniques faite par HEDIN en 1980 montre que le genre *Rhizosolenia*, dominant dans les eaux nettement salées, a un préférendum thermique élevé qui justifie sa présence dans le phytoplancton estival. Le genre *Biddulphia* correspond à des espèces essentiellement côtières et même estuariennes (Estuaire de la Tamise). Il est associé ici aux eaux saumâtres.

Cette détermination de la nature même des particules, si elle n'est pas quantitative, permet cependant de confirmer le rôle des populations phytoplanctoniques dans la turbidité estivale.



PHOTO 1



PHOTO 2



PHOTO 3

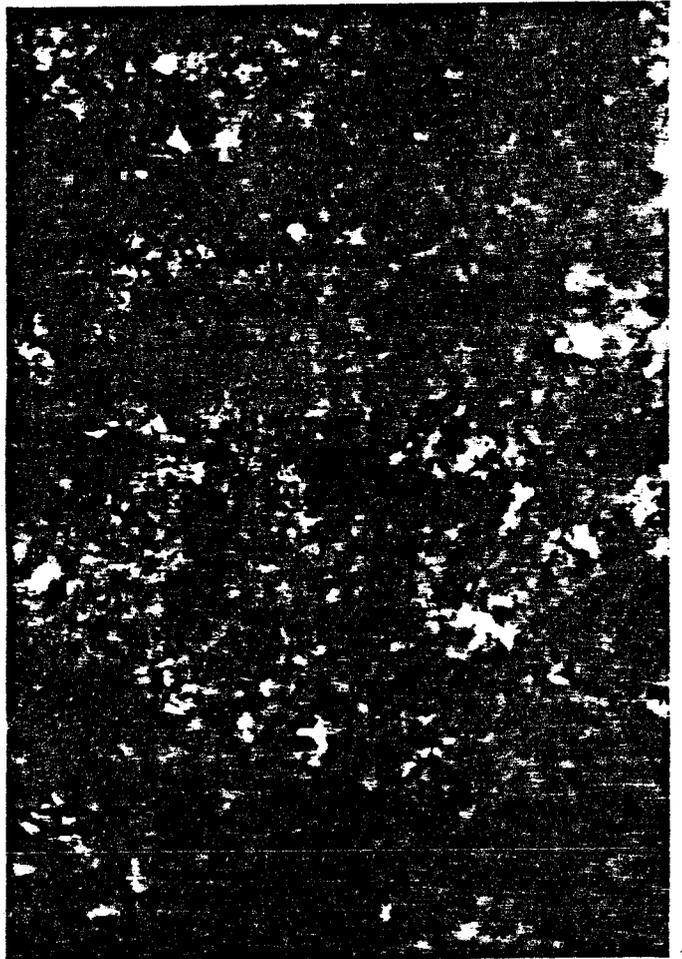


PHOTO 4

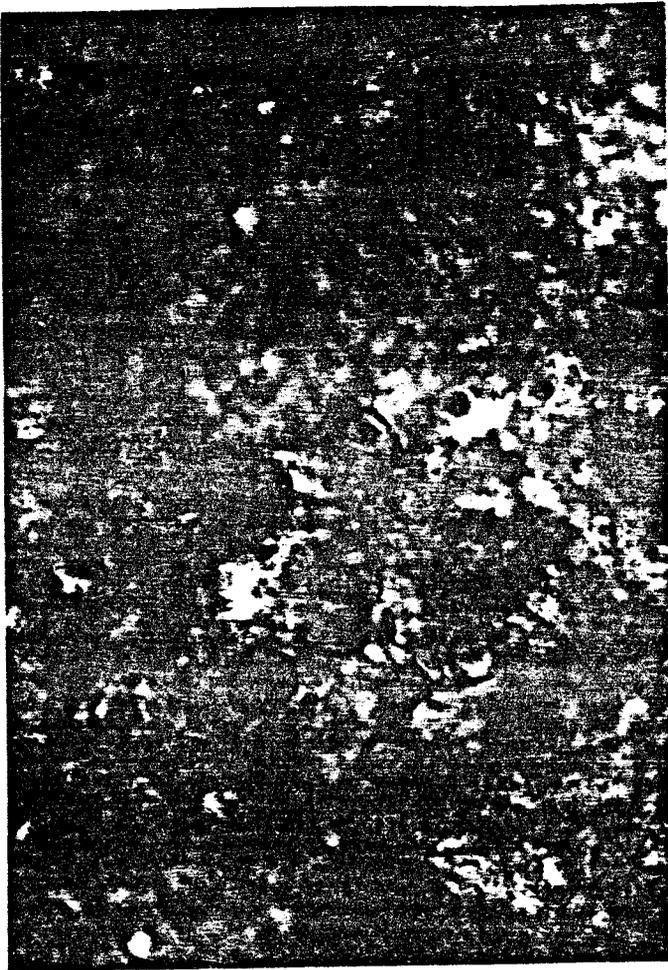


PHOTO 5



PHOTO 6



PHOTO 7



PHOTO 8

3. Informations concernant les pigments végétaux

Le rôle prépondérant des organismes végétaux dans la composition du seston nécessite une étude approfondie des teneurs en chlorophylle. Moyen indirect d'estimer la population phytoplanctonique, la concentration en chlorophylle dépend essentiellement des conditions du milieu. Une teneur suffisante en éléments nutritifs, un éclaircissement convenable conditionnent la production primaire et donc les taux de pigments photosynthétiques. Comme pour les paramètres précédemment étudiés, la répartition de la chlorophylle dans le détroit suit un gradient côte-large (Fig. 55). Il faut noter que, quelle que soit la saison, les teneurs entre les points 9 et 17 sont dans l'ensemble tout à fait comparables. Les variations saisonnières semblent peu importantes pour ces eaux transitant à travers le détroit. Ce mouvement des masses d'eau est d'ailleurs une cause probable des faibles teneurs en chlorophylle estivales au large. En effet les conditions d'éclaircissement sont dans le détroit tout à fait comparables au large et à la côte et les teneurs en sels nutritifs n'apparaissent jamais comme des facteurs limitants pour les stations concernées. Il semble que, par contre, la stabilité de la masse d'eau centrale soit insuffisante et que le brassage vertical important lié aux hauts fonds et aux courants de marée alternatifs gêne le développement des espèces planctoniques. On peut penser que celles-ci sont par exemple insuffisamment longtemps maintenues dans la couche superficielle dans les conditions optimales d'éclaircissement. Cette stabilité est un paramètre non négligeable puisque l'établissement d'une thermocline en Manche Ouest (Mer d'Iroise, Mer Celtique) peut favoriser la production de bloom dans la couche d'eau stabilisée au dessus de cette limite (C. DUPOUY, 1982). Dans quelques cas le profil "idéal" observé sur la figure 55 est perturbé et il apparaît des teneurs élevées au large, au niveau des hauts fonds du Varne et du Colbart (Fig. 56). Une interprétation de ce phénomène peut être proposée grâce à la coïncidence entre ces observations et les images du satellite CZCS prises entre le 1.5.80 et le 15.5.80. Ces images peuvent donner, après un traitement mathématique de corrections mis au point par M. VIOLLIER (1980), une information sur les teneurs en chlorophylle à partir des canaux 520 et 550 nm.

Les images disponibles qui nous intéressent sont datées du 5.5.80 et du 15.5.80.

Sur celle du 5 mai le tracé de la radiale justifie le gradient simple

Fig. 55 REPARTITION DES TENEURS EN CHLOROPHYLLE
(Campagnes "car ferry")

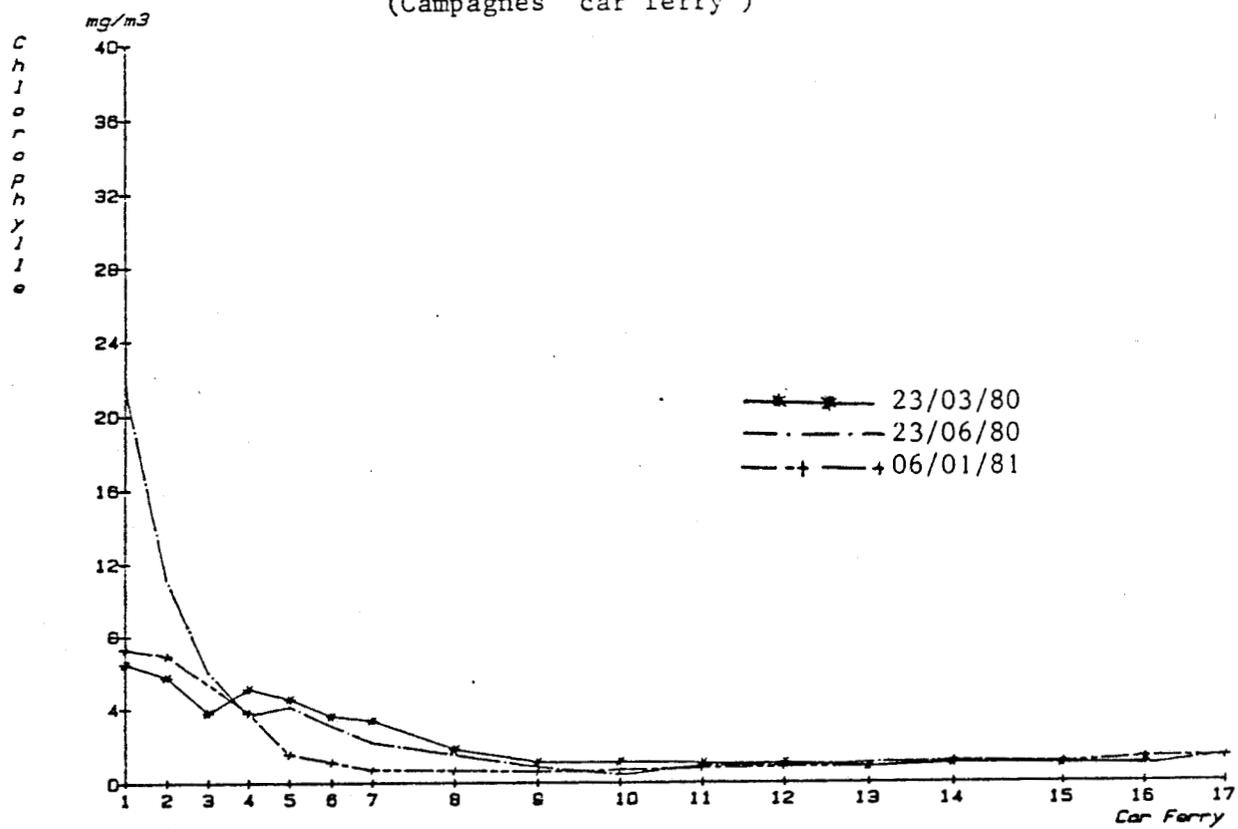


Fig.56a REPARTITION DES TENEURS EN CHLOROPHYLLE
05/05/80

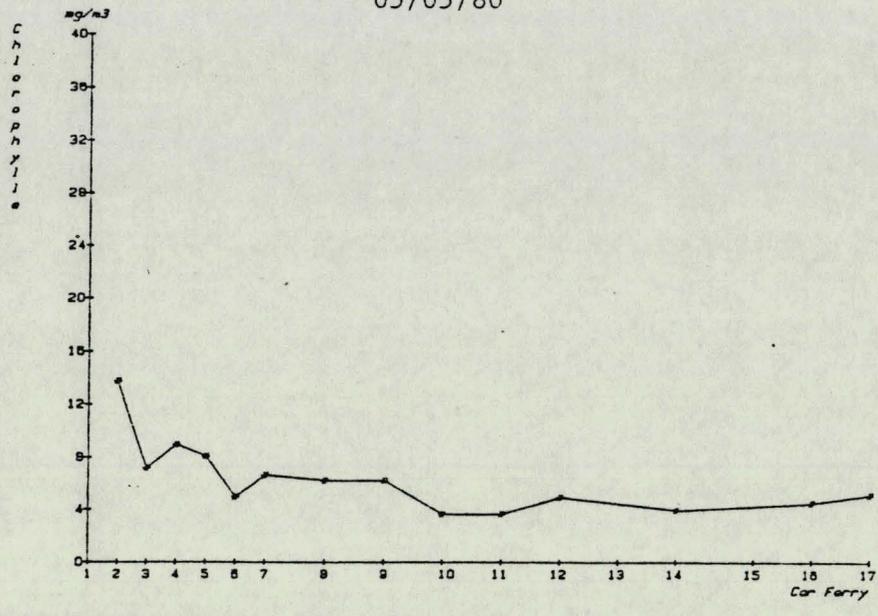


Fig.56b REPARTITION DES TENEURS EN CHLOROPHYLLE
16/05/80

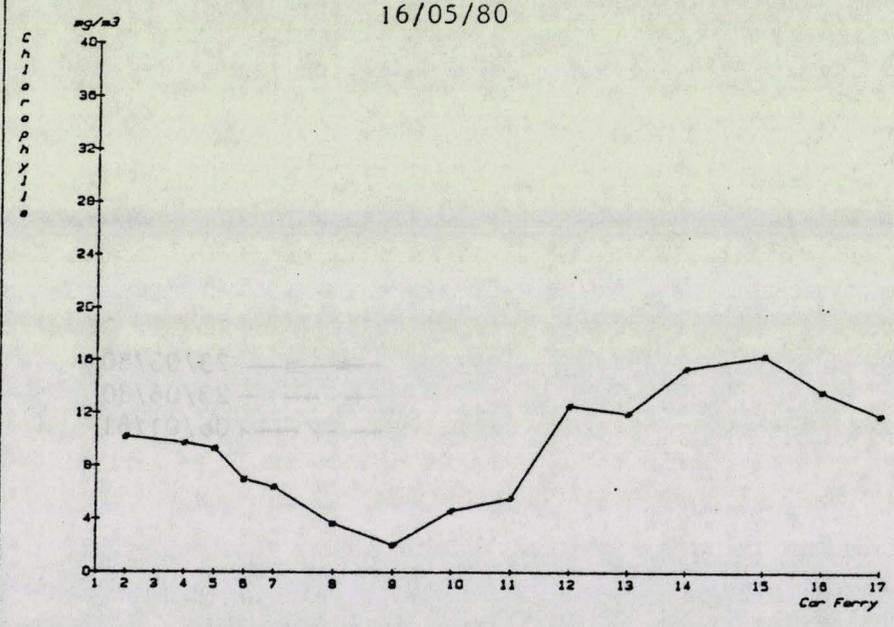
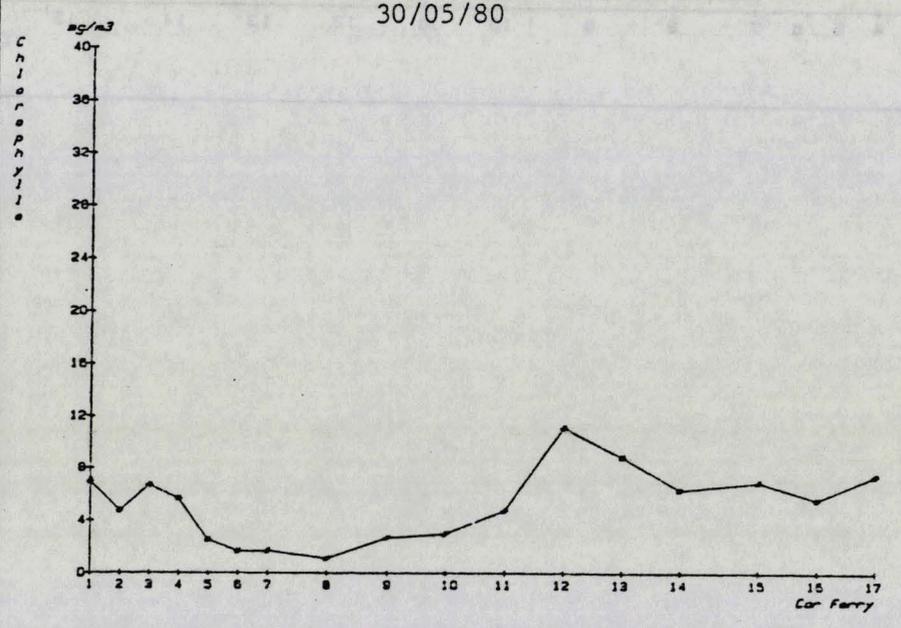


Fig.56c REPARTITION DES TENEURS EN CHLOROPHYLLE
30/05/80



des teneurs en chlorophylle observées à cette date (fortes valeurs côtières, minimum au large puis légère remontée vers les côtes anglaises). Les valeurs sont malgré tout élevées sur l'ensemble de la zone, ce qui peut s'expliquer du fait que le mois de mai correspond au "bloom" phytoplanctonique printanier auquel participe le développement des phytoflagellés *Phaeocystis* (BOUGARD, 1978)

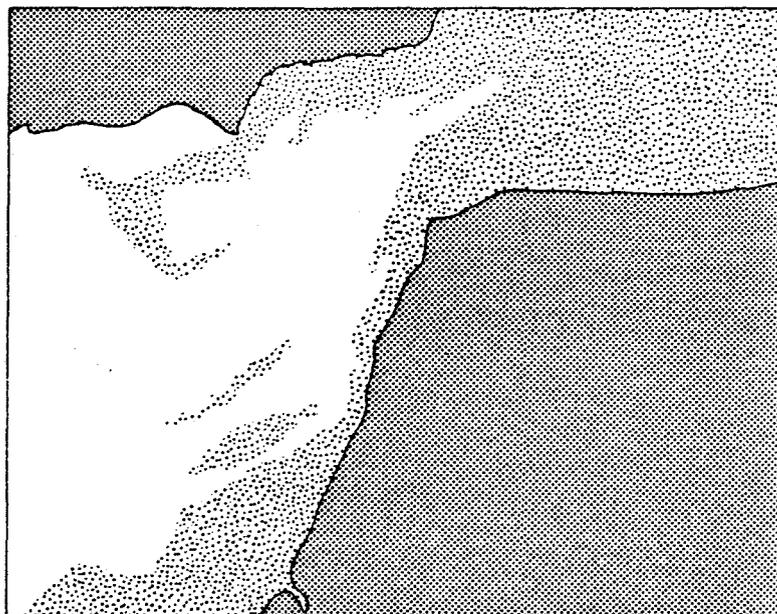


Image du 5 mai 1980

L'image du 15 mai présente des caractéristiques voisines de celles qu'on peut déduire du profil tracé lors de la sortie du 16 mai 1980. Un canal clair sur l'image correspond aux faibles valeurs mesurées avant les bancs du Varne et du Colbart, puis le reste de la radiale se déroule dans une zone très riche en pigments. L'enrichissement de cette région par rapport à la côte est liée, très certainement, aux effets de cap dus aux courants alternatifs (paragraphe II.B.2.1) qui touchent bien sûr, aussi les côtes anglaises.

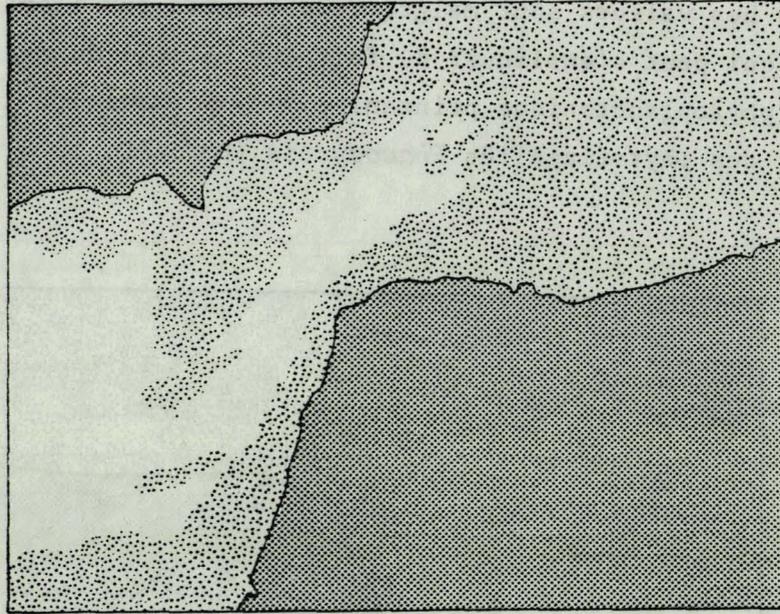
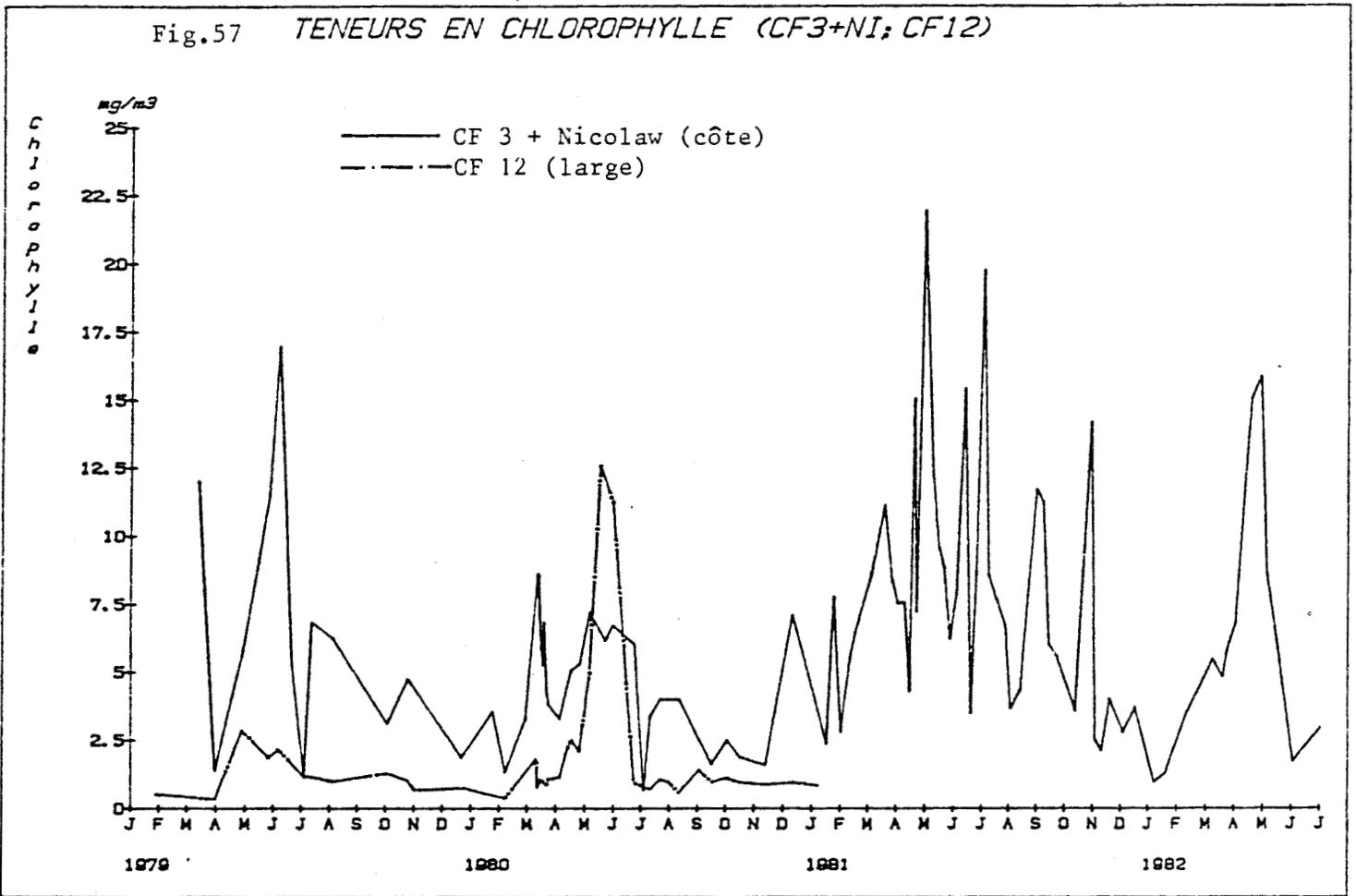


Image du 15 mai 1980

Les conditions climatiques à cette période (vent fort de Nord-Est soufflant depuis le 25 avril) ont certainement favorisé la descente d'"eaux riches" depuis l'estuaire de la Tamise jusqu'au Sud du détroit par établissement d'un courant de dérive. Le profil observé le 30 mai 1980 doit être lié à un phénomène comparable mais on ne dispose malheureusement pas d'images satellitaires pour confirmer cette hypothèse.

Comme cela avait été entrevu lors de l'étude des variations spatiales du taux de chlorophylle, les fluctuations du large sont très limitées. Les teneurs sont pratiquement toujours comprises entre 0 et 3 $\mu\text{g}/\text{l}$ à la station 12 lors des campagnes "car ferry" si ce n'est la période particulière de mai 1980, que nous avons précédemment commentée, où les concentrations ont atteint plus de 12 $\mu\text{g}/\text{l}$ au large (Fig. 57). Les fluctuations à la côte sont nettement plus marquées. On distingue très nettement en juin 79, mai 80 et 81, les pics très élevés et étroits correspondant au bloom de *Phaeocystis*. Les autres variations de courtes périodes ne doivent pas être interprétées comme liées directement aux cycles du phytoplancton. Les stations côtières n'ayant

Fig.57 TENEURS EN CHLOROPHYLLE (CF3+NI; CF12)



pu être réalisées systématiquement dans les mêmes conditions courantologiques, l'influence des rejets de la rade ne peut être négligée. Cependant, si on considère la moyenne des variations pour effectuer un lissage de la courbe, on constate que le taux de chlorophylle varie essentiellement avec les saisons comme varient les taux de sels nutritifs. De fortes valeurs de chlorophylle sont observées chaque année dès le mois de mars

. mars 1979	11,98	µg/l
. mars 1980	8,59	µg/l
. mars 1981	11,12	µg/l
. mars 1982	5,78	µg/l

Les teneurs diminuent ensuite brutalement fin mars début avril alors que le stock de sels nutritifs ne semble pas être limitant. De même les valeurs croissantes d'éclairement entre mars et avril ne peuvent justifier cette chute des concentrations en chlorophylle. L'hypothèse d'une interruption dans la succession des populations phytoplanctoniques pourra être appuyée par les résultats de l'étude taxonomique (DUPONT, thèse en cours). Les valeurs maximales, mesurées chaque année aux environs du mois de mai correspondent à la poussée de *Phaeocystis*.

. 6 juin 1979	16,96	µg/l
. 6 mai 1980	9,73	µg/l
. 30 avril 1981	21,95	µg/l
. 29 avril 1982	15,86	µg/l

La synthèse importante de matière organique épuise alors le stock de sels nutritifs, notamment en mai 1980 (pour les phosphates) et en mai 1981 (pour les nitrates).

La dégradation très brutale de cette espèce est liée à l'épuisement du stock de sels nutritifs et très probablement à des interactions entre individus et sans doute avec d'autres espèces concurrentes. La mort des *Phaeocystis* libère dans le milieu les éléments nutritifs qui permettront la succession des espèces phytoplanctoniques estivales. Les populations étant, dans la zone d'étude, essentiellement constituées de diatomées (HEDIN, 1980 - DUPONT, 1980) le silicium sera alors le facteur limitant pour la production primaire de juillet à octobre (valeurs nulles de silicium relevées sur une dizaine de stations lors de la campagne "Hydrobios" en juillet-août 1980).

L'apport tellurique de chlorophylle dans les eaux côtières ne peut être négligé puisque les valeurs mesurées lors des campagnes "estuarières" sont toujours très élevées.

Tableau 24 : Valeurs mini et maxi des taux de chlorophylles (mg/m³) relevées en estuarières.

	Mini	S°/‰	Maxi	S°/‰
Aa	5,18 11.2.82	6,78	178,07 7.5.82	0,71
Canche	0,90 4.2.82	0,37	62,42 16.8.82	25,58
Authie	2,58 13.10.82	0,27	165,56 7.7.82	8,02
Somme	1,85 14.10.82	0,30	91,77 21.4.82	0,41

Faute d'étude taxonomique (DUPONT - thèse 1984 à paraître), il est difficile de savoir si les fortes teneurs en pigments végétaux associées aux apports telluriques sont dues aux populations phytoplanctoniques dulçaquicoles ou à l'enrichissement général des eaux en éléments nutritifs. Les cycles de marée évoqués précédemment ont permis de situer les maxima de chlorophylle par rapport à la zone de brassage eau douce - eau de mer en montrant la part importante de reprise des espèces développées en eaux saumâtres (cf. *Biddulphia*). De la même façon, les valeurs élevées de la concentration en chlorophylle enregistrées devant Gravelines et Dunkerque lors de la campagne "Hydrobios 80" doivent certainement être associées aux concentrations élevées de sels nutritifs apportés par l'Aa qui "engraissent" alors le milieu littoral plutôt qu'à un apport direct d'espèces végétales planctoniques. L'étude de l'estuaire de l'Aa a cependant démontré que sur ce fleuve la présence d'écluses établit un bassin d'eau douce stagnante favorable au développement d'espèces phytoplanctoniques dulçaquicoles au printemps. Les teneurs sont maintenues constantes à des valeurs élevées d'avril à septembre aux points amont (50 à 178 mg/m³ aux stations 1 à 3 - Fig. 58a). En ce qui concerne la Canche et l'Authie on a, par contre, des valeurs faibles pour l'ensemble de l'année dans les eaux douces de la station. Le débit non négligeable de ces deux fleuves gêne, malgré le stock de sels nutritifs toujours

Fig.58a EVOLUTION DES TENEURS EN CHLOROPHYLLE (AA)

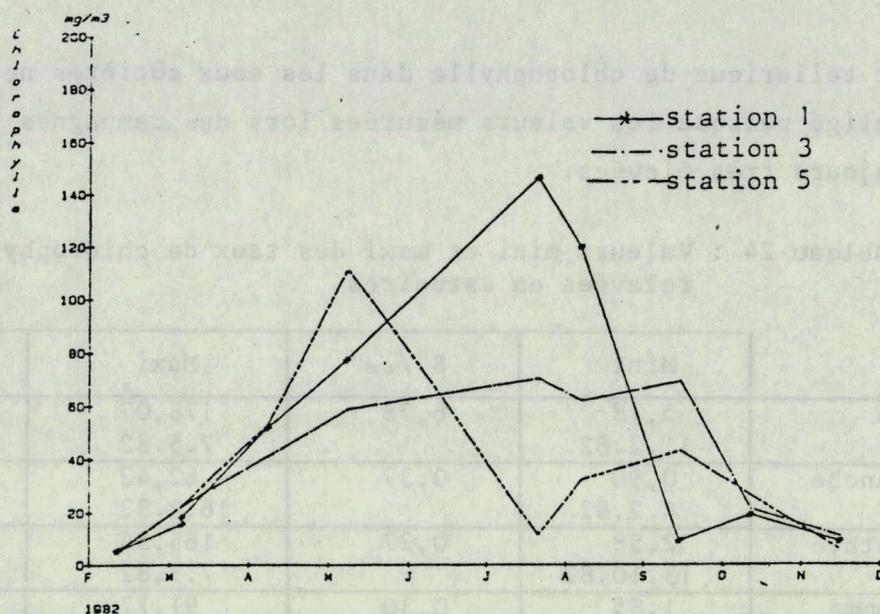


Fig.58b REPARTITION DES TENEURS EN CHLOROPHYLLE (CANCHE)

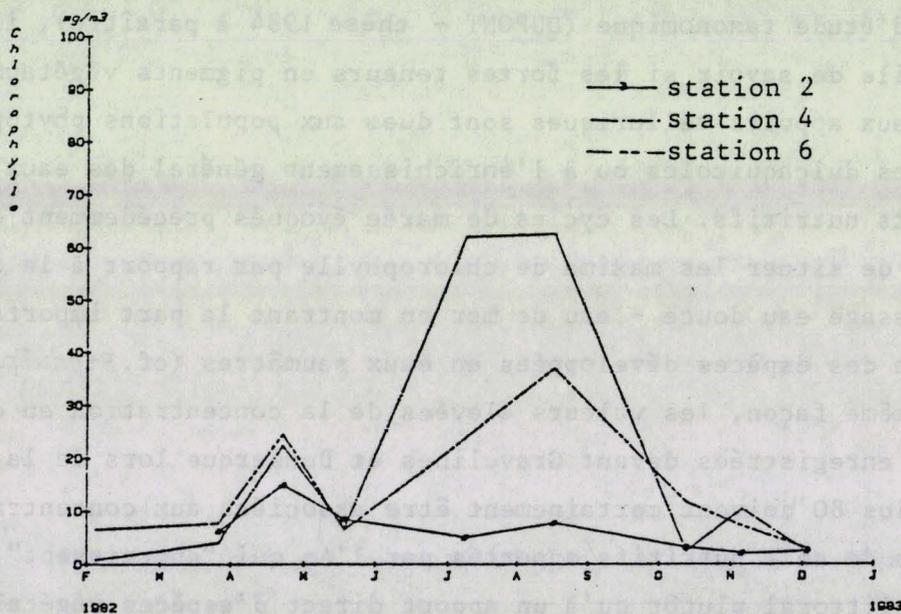
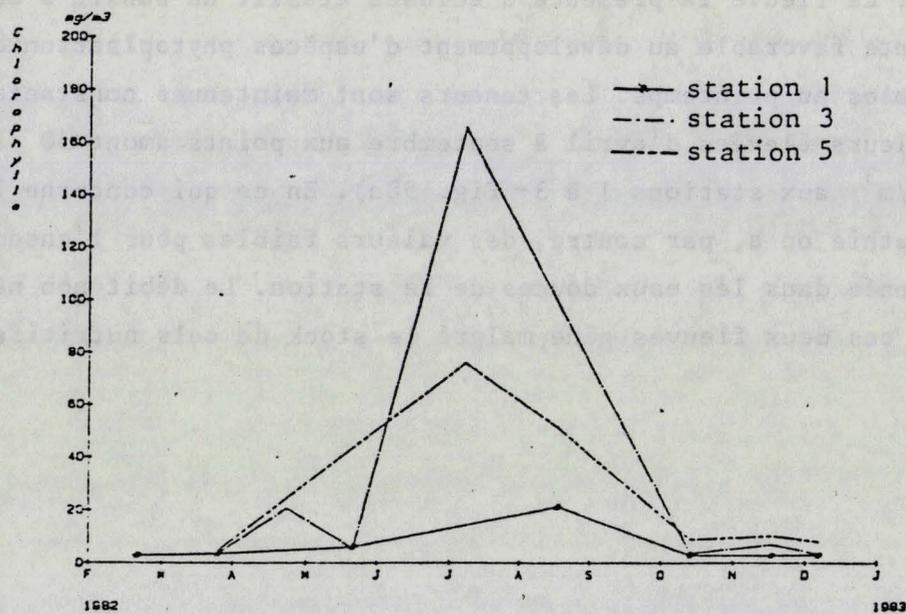


Fig.58c REPARTITION DES TENEURS EN CHLOROPHYLLE (AUTHIE)



important, le développement saisonnier des espèces phytoplanctoniques. (Fig. 58 b et c). Quant aux stations correspondant aux eaux salées ou partiellement mélangées, on y observe des cycles tout à fait superposables à ceux des eaux côtières, tel le pic d'avril-mai, dû aux *Phaeocystis*. Des valeurs relativement élevées et stables se maintiennent ensuite durant toute la période estivale.

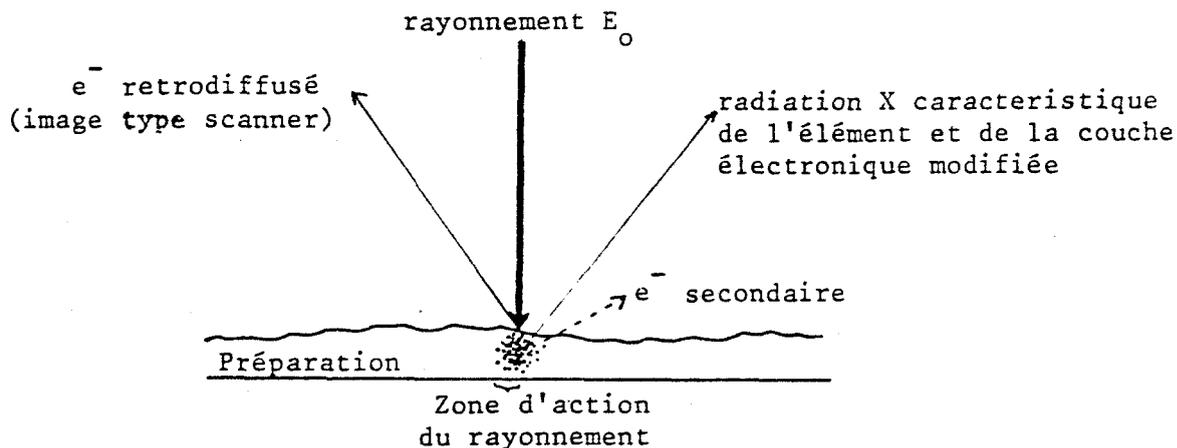
C. Analyses élémentaires

1. Principe

Ces analyses ont été réalisées à l'Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille par les soins de D. LEMAGUER qui a la responsabilité de la microsonde "Camebax" de cet établissement.

Le principe de cette microsonde analytique est d'envoyer un faisceau énergétique intense le plus ponctuel possible sur une préparation métallisée (meilleure conduction aux électrons). Au contact de la préparation des électrons de faible niveau énergétique sont libérés (électrons retrodiffusés) et donnent une image de surface du type microscopie à balayage (Scanning).

Le rayon énergétique en pénétrant dans la préparation provoque sur une certaine zone la libération d'électrons depuis les différentes couches atomiques. Les électrons ainsi détachés sont remplacés par ceux des couches voisines avec libération d'énergie sous forme de rayonnement X. Les électrons libérés quittent la préparation avec un niveau énergétique faible. Si la préparation est assez mince, certains électrons seront transmis au travers de celle-ci.



L'application analytique de ce principe est liée au fait que la longueur d'onde de chaque rayonnement X est spécifique d'un atome. Les rayonnements sont analysés par dispersion puis détection par un analyseur adapté à la longueur d'onde de l'élément.

On peut de plus obtenir une information quantitative par sa concentration massique par rapport à un étalon du même élément pur.

Le rayonnement d'efficacité optimale est déterminé comme 2 à 3 fois la valeur nécessaire à déplacer les électrons de l'élément considéré.

Un rayonnement de niveau énergétique compris entre 10 et 15 kv permettra par exemple de détecter le sodium, le soufre et le titane.

Les échantillons analysés ont été prélevés par la technique de filtration classique destinée à l'analyse du poids de matières en suspension le rinçage effectué à l'eau distillée a permis un séchage limité à 60-70° C (ce qui nuit le moins possible aux structures minérales et organiques à observer).

2. Résultats

Les prélèvements analysés à la microsonde concernent des stations échantillonnées en août 82 dans l'estuaire de la Canche (stations I et J : Ferme Hodicq-amont et cercle de voile d'Etaples-aval) et au droit de l'estuaire lors de campagnes à bord du SEPIA II (stations côtières K et médianes L respectivement à 0,5 et 1 mille de la côte). L'observation des images type microscope électronique à balayage permet de détecter des variations flagrantes dans la nature des suspensions rencontrées. Il semble que l'échantillon I diffère nettement des échantillons J et K eux-mêmes différents de L. Les paramètres mesurés parallèlement à ces prélèvements confirment cette répartition.

Tableau 25 : Répartition de divers paramètres hydrologiques lors des prélèvements destinés à l'analyse élémentaire (Août 1982).

Localisation du prélèvement	Nom de l'échantillon	Salinité ‰	MES mg/l	Turbidité NTU	Chlorophylle mg/m ³
Canche St. 2 - amont	I	0,34	24,26	5	7,72
Canche St. 4 - aval	J	25,58	68,35	15,5	62,52
Extérieur Côte	K	31,70	67,54	15,0	57,56
Extérieur Large	L	33,66	26,99	2,6	3,07

Les eaux des points J et K correspondent donc soit à des eaux brassées dans l'estuaire (salinité intermédiaire, forte turbidité) soit à des eaux très marquées par les apports telluriques pour l'extérieur de l'estuaire (dessalure nette, forte turbidité).

Il faut donc préciser que les prélèvements en face de l'estuaire ont été réalisés en jusant, donc quand les eaux rejetées par l'estuaire sont nettement entraînées vers le sud, n'affectant directement que les stations côtières. De plus les stations intra-estuariennes étant, elles, échantillonnées aux environs de la pleine mer, il est probable que les eaux prélevées pour l'échantillon K soient les mêmes que pour l'échantillon J, qui après leur brassage au niveau de l'intrusion saline, quittent l'estuaire sous l'effet du baissant.

Notons qu'en plus des teneurs en chlorophylle et en suspensions très voisines ces eaux présentent des valeurs de turbidité optique identiques confirmant que l'on a ici affaire à des suspensions de même nature (l'influence optique est similaire pour une charge pondérale équivalente)

3. Interprétation

L'analyse élémentaire proprement dite porte sur des éléments intéressants soit parce qu'ils caractérisent telle ou telle espèce minérale ou structure organique, soit parce qu'ils sont considérés comme micropolluants du cortège des métaux lourds. (1er ensemble : essentiellement Ca, Si, Al/2ème ensemble : Ti, Ni, Zn, Cr, Pb). Certains éléments comme le fer, sont naturellement présents et caractéristiques de certains minéraux, il ne deviennent contaminants qu'à des teneurs élevées. Il est intéressant de constater que lors de l'étude pluridisciplinaire effectuée sur les estuaires, l'équipe de molysmologie (Instituts Pasteur de Lille et Gravelines) a observé des concentrations maximales en micropolluants en fin de printemps et en été. Cependant les travaux effectués dans ce sens sur le plomb et sur le zinc montrent que la Canche est caractérisée par des apports plutôt faibles de métaux. Les plus fortes teneurs estivales s'expliquent par une absence de dilution. (L'HOPITAULT et Coll., 1983). Les métaux sous forme dissoute ou surtout en très fines particules liées aux matières organiques auraient un flux sensiblement constant plus ou moins dilué en fonction des précipitations. Le zinc et le plomb présentent généralement leurs valeurs maximales au point amont, confirmant le rôle réel du fleuve dans les apports plus ou moins dilués, d'éléments polluants à la mer.

Les concentrations relevées sur les tableaux joints aux planches sont exprimées en pourcentage du maximum observé sur l'échantillon, pour l'ensemble des éléments considérés sous forme d'oxydes (HgO, CaO, Fe₂O₃, SiO₂... etc).

3.1. Echantillon I

En consultant le tableau de résultats, on constate immédiatement que dans la grande majorité des cas, l'élément dominant est le silicium. Sur les images 1 et 2 (détail de 1) de cet échantillon on le trouve en proportions très fortes notamment aux points 8, 2 et 12. Pour le point 12, il apparaît évident au vu de la forme en navette régulière qu'il s'agit du test d'un organisme planctonique. Pour les points 2 et 8 il semble s'agir par contre de particules minérales (grains de quartz plus ou moins émoussés). D'autres associations minérales semblent représentées puisque l'on observe pour les points 3, 4, 5, 6 et 7 des teneurs élevées en aluminium et aussi en silice, caractérisant les argiles. Pour le point 6, il apparaît même que celui-ci correspond à une structure feuillée caractéristique.

La structure associée au point 9 semblait à première vue de type organique mais la composition élémentaire relativement équilibrée ne permet pas d'interprétation plus fine.

Les points 10 et 11 sont fort probablement des fragments de tests siliceux de même que le point 17.

Le fragment 15, d'aspect indéterminé, pourrait être un grain de calcite du fait de la teneur élevée en calcium. Deux points particuliers sont à signaler pour leurs proportions élevées de fer, (le point 1, très probablement un granule d'oxyde de fer et le point 14 qui associe à plus de 20 % de fer, plus de 20 % de silice.). Il peut ici s'agir de deux structures voisines ou superposées ayant répondu conjointement à l'analyse ou d'une association du type silicate de fer ? Dans l'ensemble de cette zone les métaux semblent toujours en très faible concentration à part le zinc que l'on retrouve à près de 1 % aux points 1 et 14 précédemment cités et à plus de 2 % au point 19. Il s'agit très probablement de métal déposé à la surface d'éléments minéraux ou associé à leur structure cristalline.

L'image 3, autre zone du même filtre, présente des associations minérales multiples dont fort peu semblent pouvoir être associées à une origine organique. Des teneurs équilibrées en aluminium et silicium associées à des concentrations non négligeables de potassium et calcium permettent de supposer l'existence de feldspaths alcalins ou alcalino-terreux. Dans quelques cas on observe à nouveau des teneurs en fer importantes (points 10, 11, 12, 16 et 17) et on peut supposer que ces teneurs ne sont pas anormales dans les minéraux silicatés amenés à l'estuaire par la Canche. La structure du point 1 semble essentiellement constituée de fer sous la forme probable d'oxyde. Le zinc n'atteint pas les teneurs observées sur l'image 1 mais reste cependant en quantité notable vis à vis des autres métaux étudiés. On observe des teneurs en titane qui sont par contre nettement plus élevées que dans l'autre partie du filtre (1,14 %, 2,17 %, 2,69 % contre un maximum de 0,51 % sur la première zone). Cette information pourrait recouper celles de la campagne "Hydrobios 80" au cours de laquelle des analyses de métaux dans les sédiments avaient montré des valeurs élevées de titane au large des estuaires Picards. Il est difficile de déterminer si l'origine des teneurs observées en ce point sur la Canche est naturelle ou industrielle. L'absence totale de mélange avec l'eau de mer à ce niveau de l'estuaire démontre l'origine tellurique de ces apports au littoral. Des analyses ont été effectuées au diffractomètre à rayon X par le laboratoire de sédimentologie et géochimie de l'Université de Lille I (Professeur CHAMLEY) sur des particules en suspension recueillies par filtration jusqu'au colmatage (tableau 36). Il apparaît (communication personnelle Y. DESPEYROUX) que les espèces minérales dominantes sont : quartz, en moindre part feldspaths et plus rarement dolomites. Ces informations confortent les résultats obtenus par analyse à la microsonde.

Tableau 36 : Analyses diffractométriques des constituants minéraux
(Prélèvements Canche 07/08/83)
Communication personnelle Y. DESPEYROUX (L.S.G. Lille)

N° des FILTRES	Station 2		Station 3		Station 5		Station 7	
	(31)	(71)	(48)	(51)	(32)	(52)	(31)	(42)
Z Feldspaths	4,98	2,83	0,84	2,43	1,12	1,74	2,18	1,13
Z Calcite	23,47	17,12	62,63	57,05	63,18	63,18	66,75	73,14
Z Quartz	68,53	78,12	33,40	46,57	39,42	33,77	28,64	22,35
Z Dolomite	1,45	0,9	1,46	1,03	1,12	0,22	0,49	1,81
Z Argile	1,56	1,03	1,67	1,18	1,28	2,11	1,94	1,58
Salinités	0,32 %/..	30 %/..	32,2 %/..	18 %/..	19,5 %/..	27,4 %/..	33,61 %/..	33,39 %/..
	eaux douces		eaux soumises au mélange				eaux de mer	

ECHANTILLON : I - IMAGE 1 et 2 - Maxi point 8 - total : 0,7402

Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Mg	0,88	1,20	1,32	1,90	1,90	2,17	3,10	0,35	0,46	1,34	2,92	3,10	-	0,72	-	1,03	1,74	1,58	1,62
Ca	4,01	2,17	4,28	5,39	3,40	1,63	1,59	7,15	13,82	10,39	1,62	2,17	13,06	0,90	43,43	12,01	4,85	2,69	3,63
Fe	38,26	1,90	5,71	12,59	7,78	4,14	3,66	1,65	2,58	3,82	2,23	1,43	4,12	20,94	0,78	5,79	3,55	3,25	4,74
K	0,27	0,39	1,76	3,01	2,16	0,66	1,28	0,13	0,69	1,24	1,20	0,69	1,13	1,10	0,13	1,73	0,85	1,08	1,17
Si	4,48	77,19	33,17	26,14	34,00	49,89	56,60	88,04	24,20	42,85	51,17	62,32	10,40	20,48	2,05	28,17	46,93	16,99	37,38
Al	0,42	3,62	18,02	15,41	17,44	10,85	15,49	0,91	5,02	7,17	4,84	3,05	2,16	5,96	0,88	9,44	6,69	10,54	6,31
F	0,05	2,00	1,09	1,07	0,61	3,31	2,81	1,46	0,72	2,48	0,39	0,75	-	0,78	2,59	1,28	2,36	5,98	0,30
P	9,16	0,10	1,20	0,81	1,27	1,28	0,58	-	0,58	0,74	0,67	0,53	0,44	0,96	0,94	1,27	0,86	0,84	1,26
Mn	0,35	0,09	0,13	0,10	0,16	0,08	0,10	0,03	0,13	0,05	0,07	0,03	0,09	0,26	0,23	0,17	0,17	0,11	0,05
Ti	-	0,04	0,31	0,16	0,44	0,23	0,06	-	0,12	0,33	0,20	0,07	0,43	0,30	-	0,51	0,09	0,27	0,17
Ni	0,01	0,05	0,06	-	0,03	0,01	0,05	0,01	-	0,07	0,07	-	0,09	-	0,11	-	-	-	0,05
Zn	0,82	0,07	0,20	0,12	0,19	0,04	0,40	0,23	0,47	0,05	0,38	0,15	0,33	0,93	0,11	0,27	0,13	0,13	2,08
Cr	0,13	0,04	0,04	-	-	0,04	0,01	-	-	0,05	-	0,03	0,16	-	-	-	0,03	-	0,05
Pb	0,30	0,01	-	-	0,13	-	-	0,02	-	0,04	-	0,19	0,11	0,11	-	0,08	0,05	-	-

ECHANTILLON : I - IMAGE 3 - Maxi point 1 - total : 0,6551

Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Mg	0,58	2,41	1,43	2,26	0,88	0,99	5,54	0,03	1,04	5,92	1,56	1,65	2,32	1,40	1,10	9,56	1,24
Ca	22,10	2,94	2,55	2,49	8,27	11,31	3,05	41,70	10,56	2,84	6,43	6,62	3,11	8,12	7,71	2,11	6,29
Fe	47,35	6,07	6,07	5,49	4,72	9,08	13,07	2,12	4,17	12,81	24,07	27,05	6,84	9,86	7,04	20,47	27,86
K	0,79	5,13	4,85	4,52	1,62	1,69	2,72	1,56	2,01	3,13	1,33	1,05	4,08	1,69	2,41	3,27	0,98
Si	18,44	34,76	29,92	39,64	25,74	33,02	27,63	22,10	29,84	30,04	16,62	16,18	34,94	33,75	36,44	38,02	18,12
Al	4,75	22,10	18,44	24,61	5,00	10,18	10,99	6,59	6,81	13,43	4,79	3,53	19,11	9,02	10,29	18,00	3,66
F	0,47	-	0,41	3,36	0,52	1,98	0,58	0,79	0,73	0,31	0,35	0,08	0,49	0,70	0,38	1,34	0,32
P	4,61	0,39	0,55	0,21	4,18	1,15	0,47	1,01	1,30	0,17	6,79	6,75	0,85	1,50	1,11	0,46	5,75
Mn	0,04	0,15	0,07	-	0,17	0,24	0,03	0,15	-	0,02	0,27	0,21	-	0,15	0,20	0,18	0,20
Ti	0,06	0,36	0,40	0,29	0,30	0,46	1,14	0,44	0,20	2,17	0,18	0,12	0,32	0,52	0,26	2,69	0,12
Ni	0,07	0,06	0,12	0,04	-	0,01	0,06	0,09	0,08	0,02	0,05	0,11	0,05	0,03	0,18	-	0,15
Zn	0,50	0,41	0,01	0,32	0,25	0,30	0,18	0,34	0,40	0,23	0,20	0,02	0,38	0,55	0,47	0,99	0,35
Cr	0,09	-	-	-	-	0,04	0,03	-	-	0,06	-	-	-	0,09	1,47	0,09	-
Pb	-	0,07	0,06	0,17	-	-	-	-	0,05	-	-	0,02	0,14	-	-	0,23	0,09

ECHANTILLON I

Image 1

G = 300

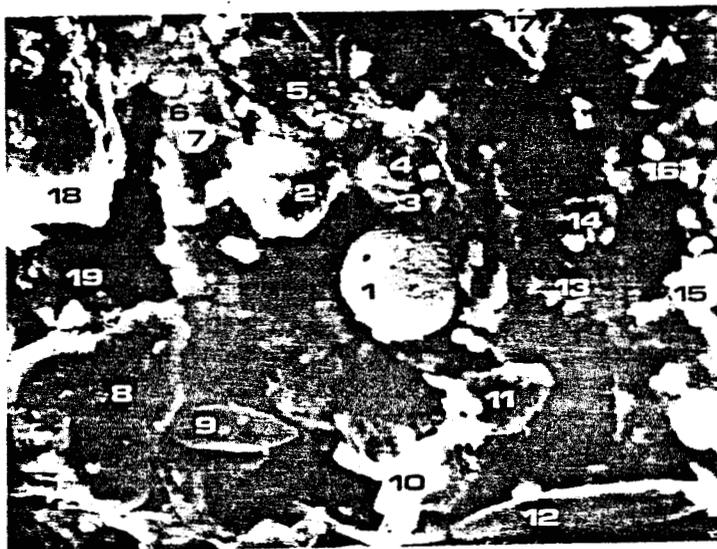


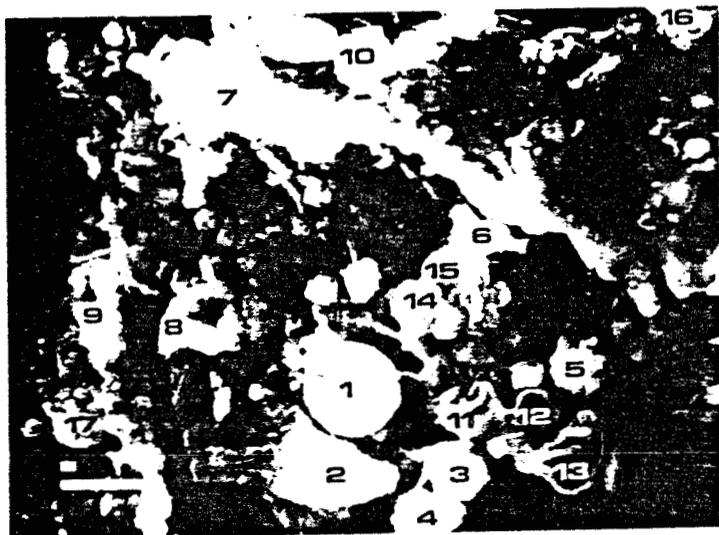
Image 2

(détail 1)



Image 3

(barre = 10 μ)



3.2. Echantillons J et K

Ces deux échantillons concernant des types d'eau comparables peuvent être étudiés ensemble. On observe une nette augmentation de la taille des particules retenues sur le filtre. De plus apparaissent des formes caractéristiques d'algues phytoplanctoniques unicellulaires (Echantillon J : image 1, points 1 et 2 ; image 2, points 1, 4 et 10 ; image 4, point 5 - Echantillon K : image 1, point 1).

La qualité obtenue sur l'image type microscope à balayage permet une détermination rapide du genre des phytoplanctontes rencontrés (*Biddulphia* sp., *Coscinodiscus (radiatus ?)*, *Pleurosigma (affine ?)*, *Rhizosolenia (shrubsolei ?)*).

L'analyse élémentaire confirme qu'il s'agit effectivement de structures siliceuses (au moins 60 % de silicium) PARSONS et coll (1961) ont montré que seules les diatomées ont une teneur substantielle en silicium, teneur qui peut dépasser 80 % du poids d'éléments inorganiques.

La structure filamenteuse enchevêtrée, analysée au point 4 de l'image 1, échantillon J, donne une réponse analytique d'interprétation difficile. Des taux moyens de calcium et de silicium laissent penser à la réponse d'une zone du filtre où seraient associées des microstructures organiques et minérales. Au point 6 de cette même image on détecte par contre très certainement des fragments de feldspaths, aluminosilicates riches en calcium et en potassium. On constate aussi qu'à certaines zones de l'image correspondent des teneurs élevées en calcium (J - 2 points 8, 9, 12 et 13) qui atteignent et dépassent 20 %. Le "fond" de la photo est, d'après les résultats analytiques des points 6, 8 et 13, constitué essentiellement de minéraux siliceux et/ou calcaires de petite taille occupant la totalité de la surface du filtre et sur lesquels semblent reposer les débris d'organismes de plus grande taille.

L'analyse diffractométrique de filtres provenant du même secteur est légèrement perturbée par la présence d'halite (NaCl) résiduelle due au rinçage difficile des filtres colmatés. On trouve cependant une dominance de calcite et de quartz et des réponses moindres en ce qui concerne feldspath et dolomites. La présence de calcium nettement plus marquée qu'au point I et la teneur toujours élevée en silicium (fragments organiques ou minéraux) montre encore que les résultats obtenus à la microsonde et les données diffractométriques se recourent. Les éléments analysés spécifiquement par la microsonde ne montrent toujours pas de concentrations exceptionnelles. Le titane ici n'atteint jamais 1 % et le zinc dépasse en deux points seulement 1,5 %.

ECHANTILLON : J - IMAGE 1 - Maxi point 6 - total : 0,5128

Points	1	2	3	4	5	6
Mg	4,23	4,29	2,05	2,09	2,81	5,56
Ca	6,08	3,92	4,89	13,42	8,23	26,76
Fe	1,17	1,35	3,06	2,52	1,76	4,50
K	2,40	2,30	3,53	2,54	2,89	4,33
Si	57,74	65,02	31,86	31,35	41,46	39,31
Al	2,50	3,78	2,79	2,20	3,07	15,76
F	0,06	0,18	-	-	0,14	1,31
P	1,23	0,98	0,43	0,70	1,03	2,03
Mn	0,08	-	0,02	0,14	0,10	0,06
Ti	0,12	0,10	0,23	0,10	0,18	0,23
Ni	0,04	-	0,04	-	0,06	0,10
Zn	-	-	0,18	-	-	-
Cr	0,10	-	0,04	-	-	0,06
Pb	-	-	0,01	-	-	-

ECHANTILLON : J - IMAGE 2 et 3 - Maxi point : 4 - total : 0,5274

Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Mg	4,91	4,89	1,72	2,86	8,17	6,90	6,01	7,09	1,36	3,15	3,60	5,08	3,85	2,31	3,96
Ca	4,99	4,53	11,24	3,01	7,58	7,58	16,74	24,10	28,34	7,28	8,85	24,89	21,48	4,44	7,53
Fe	2,31	1,48	0,72	0,80	7,55	4,85	5,33	7,03	1,46	1,21	2,10	6,62	4,80	0,74	1,50
K	2,62	2,99	1,70	2,07	4,70	3,37	3,45	3,75	1,59	2,10	2,69	4,80	4,23	1,88	2,50
Si	72,70	66,44	65,58	87,79	47,17	49,34	47,21	33,69	27,28	68,48	49,03	37,77	33,16	37,62	45,07
Al	5,54	6,35	1,97	1,90	12,48	12,59	9,99	11,05	1,38	2,56	5,33	9,74	8,85	1,55	3,05
F	0,53	0,32	0,25	0,49	0,91	1,12	0,28	1,08	0,28	0,09	0,47	-	-	0,09	0,04
P	1,16	0,76	0,83	0,89	2,52	1,63	1,74	4,04	1,14	0,80	1,72	1,67	1,57	0,95	1,27
Mn	-	0,06	0,06	-	0,04	-	0,13	0,17	0,07	0,19	0,04	-	0,15	-	0,21
Ti	0,06	0,07	0,09	-	0,53	0,23	0,17	0,15	0,09	0,04	0,11	0,09	0,15	0,06	0,17
Ni	0,07	-	0,02	0,04	-	-	0,06	-	-	0,02	-	-	-	0,04	-
Zn	0,02	-	-	-	0,36	0,02	0,34	-	-	0,15	-	0,30	0,13	0,30	0,19
Cr	-	-	0,02	0,04	-	-	0,02	-	0,06	-	-	0,04	0,02	0,09	0,06
Pb	-	-	-	0,13	-	-	-	-	0,13	-	-	0,19	-	-	-

ECHANTILLON : J - IMAGE 4 - Maxi point 4 - total : 0,4583

Points	1	2	3	4	5	6
Mg	2,50	4,27	4,65	4,88	6,28	3,45
Ca	8,71	9,34	25,83	10,27	8,25	8,60
Fe	1,57	2,36	2,92	3,47	1,22	1,29
K	2,57	2,77	2,66	2,68	2,77	2,75
Si	51,36	64,15	35,57	63,36	63,21	55,77
Al	1,96	2,62	5,74	12,50	3,51	2,29
F	0,19	0,74	0,30	-	1,44	0,22
P	1,05	0,96	1,22	17,45	1,37	0,87
Mn	0,04	0,17	0,19	0,13	-	0,30
Ti	0,15	0,06	0,19	0,78	0,11	0,04
Ni	0,02	0,06	0,02	-	0,06	0,04
Zn	-	0,04	-	0,04	0,48	0,28
Cr	0,03	0,06	-	-	0,02	0,06
Pb	-	-	-	0,09	-	-

ECHANTILLON J

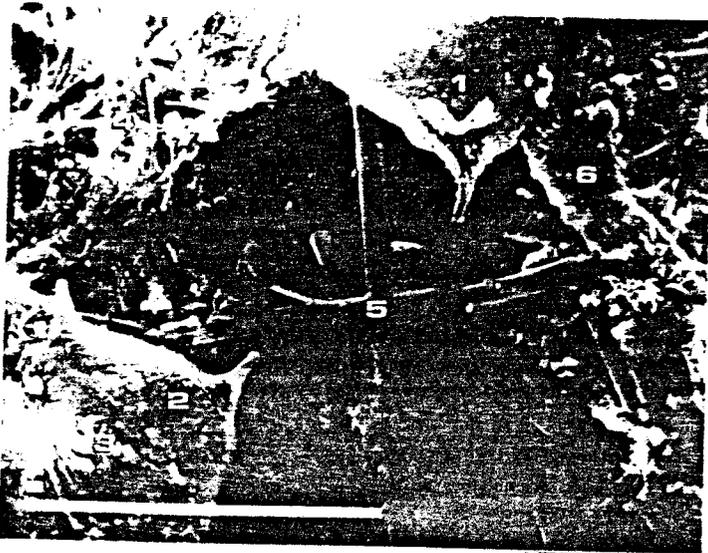


Image 1

G = 400

Image 2

(barre = 100μ)

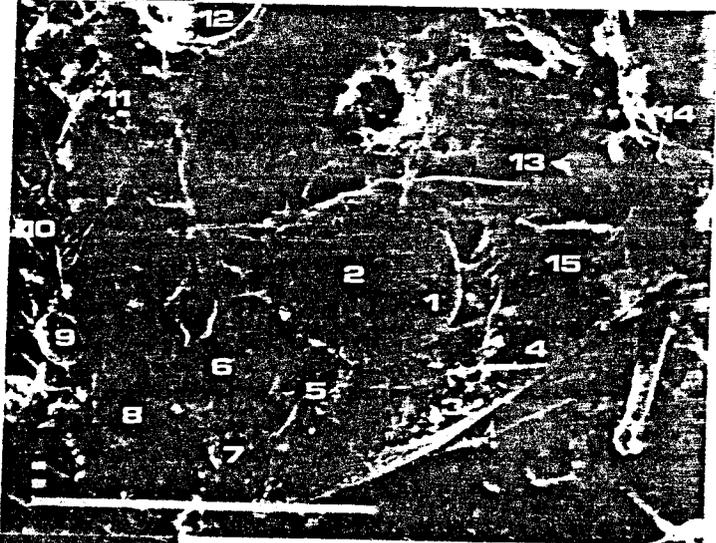


Image 3

(barre = 10μ)

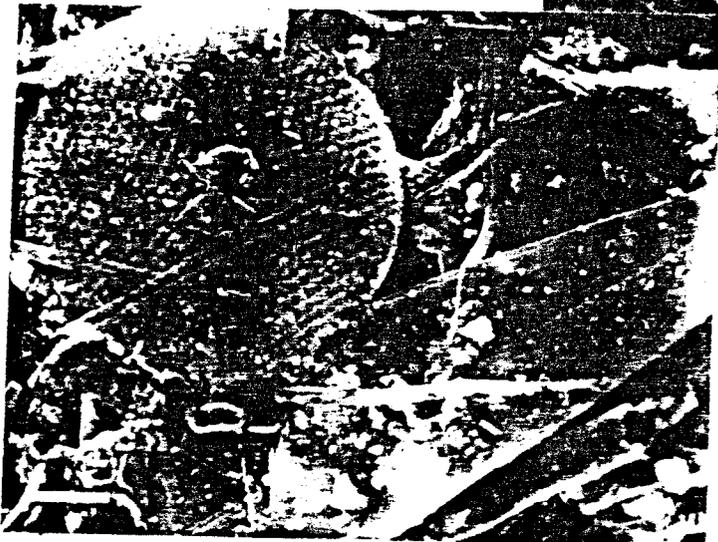
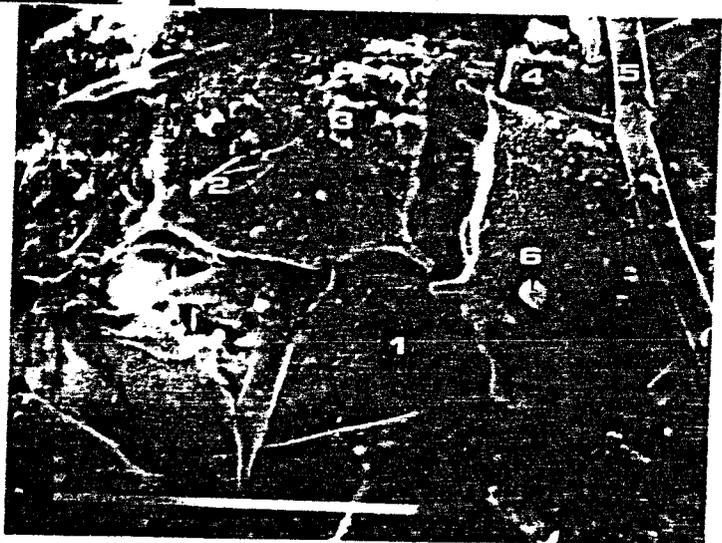


Image 4



ECHANTILLON : K - IMAGE 2 - Maxi point : 3 - total : 0,5095

Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mg	3,43	6,12	8,79	3,79	3,96	7,22	5,57	4,87	-
Ca	10,97	7,38	5,14	19,23	5,29	14,26	6,95	15,86	78,82
Fe	1,61	2,81	10,58	5,34	2,51	3,85	1,10	4,98	0,31
K	1,67	2,63	5,57	4,14	2,04	4,16	1,41	2,49	0,20
Si	61,94	55,64	49,24	34,27	62,31	47,24	74,97	49,34	0,80
Al	2,63	6,10	17,72	7,28	16,01	10,54	2,22	5,26	0,21
F	0,41	1,00	1,35	0,47	-	0,90	1,79	0,25	-
P	0,86	0,96	1,04	1,55	0,69	11,19	1,35	1,37	0,98
Mn	0,10	0,10	-	0,06	-	0,02	0,06	0,10	0,08
Ti	-	0,08	0,25	0,20	0,12	0,20	0,06	0,21	0,10
Ni	-	-	-	0,10	0,08	-	-	-	0,10
Zn	-	-	0,20	-	0,04	0,23	0,29	-	-
Cr	-	0,06	-	-	0,04	0,08	-	0,14	-
Pb	-	-	0,10	-	-	-	-	-	-

ECHANTILLON : K - IMAGE 1 - Maxi point : 4 - total : 0,6556

Points	1	2	3	4	5	6	7
Mg	3,28	5,15	3,50	1,22	2,30	1,39	1,27
Ca	5,44	3,13	6,56	0,70	30,95	19,77	7,73
Fe	1,62	1,23	2,06	1,79	3,09	2,16	0,91
K	2,18	2,01	1,88	1,05	2,55	1,80	1,28
Si	57,81	51,32	36,42	91,32	19,81	22,0	36,19
Al	3,74	3,03	4,22	3,43	4,71	4,77	4,47
F	0,03	0,32	0,08	0,20	-	0,27	0,08
P	0,72	0,94	0,61	0,10	0,84	0,35	0,43
Mn	0,04	0,01	0,06	-	0,09	-	0,03
Ti	0,06	0,03	0,11	0,08	0,11	0,06	0,09
Ni	0,06	0,01	-	-	0,04	0,03	-
Zn	-	0,08	0,03	0,03	-	1,74	1,60
Cr	-	0,01	-	0,006	-	-	-
Pb	-	-	0,06	-	-	-	0,06

ECHANTILLON K



Image 1

(barre 100 μ)



Image 2

(G = 400
barre = 100 μ)

Sur l'échantillon K, image 1, on trouve deux masses importantes constituées par des tests de diatomées du genre *Biddulphia*, points 1, 2 et 3 (plus de 50 % de silice) un grain de quartz (point 4) constitué à plus de 90 % de silicium, quelques granules de calcite (point 5) ainsi que d'autres débris de tests siliceux de forme allongée (*Rhizosolenia (shrubsolei ?)*) associés à des dépôts calcaires.

L'image 2 de ce même échantillon fait songer à priori à un fragment de test d'assez grande taille (250 μ) écrasé lors de la filtration. On se serait attendu de ce fait à la structure calcaire d'une mue de crustacé mais l'analyse montre pour les points caractéristiques de chaque fragment (1, 2, 5, 7) des teneurs en silice dépassant 50 %. On observe de très nombreuses particules de petite taille déposées sur ces éléments principaux et leur analyse, dans la mesure où elle peut les concerner spécifiquement, révèle soit des argiles ferrugineuses (point 3) soit des éléments constitués d'environ 15 à 20 % de calcium (point 4, 6 et 8). Ces derniers sont sans doute des grains de calcite (minéral dominant d'après l'analyse diffractométrique) qui répondent en même temps que leur support siliceux ou encore des feldspaths alcalinoterreux.

3.3. Echantillon L

Les suspensions recueillies sur cet échantillon d'eau côtière ont des caractéristiques franchement marines. Rappelons que la salinité mesurée lors du prélèvement était de 33,66 ‰ qui est une salinité normale d'eaux côtières. Sur les 4 images prises de ce filtre, ce qui frappe immédiatement est la quantité d'algues phytoplanctoniques, diatomées de l'espèce *Rhizosolenia shrubsolei*. Cette espèce qui a un optimum thermique élevé est présente essentiellement en été en Manche et en Mer du Nord. DUPONT (1980) a montré que cette espèce pouvait constituer plus de 75 % de la population phytoplanctonique estivale. Les points 4 et 6 de l'image 1, situés directement sur ces algues montrent des teneurs comparables en silice (environ 41 %). Les points 1 et 3 correspondant eux à une autre espèce (*Rhaphoneis amphiceros*) sont constitués d'environ 87 % de silice. Il semble donc que la part de silice dans le test, ou l'importance du test lui-même par rapport à l'organisme varie selon les espèces rencontrées. Elle serait beaucoup plus importante dans les diatomées pennées que pour les diatomées centriques. (tableau 37)

Tableau 37 : Pourcentages de silicium dans différentes familles de diatomées (d'après PARSONS et coll, 1961)

	% Silicium	Caractéristique
<i>Coscinodiscus</i>	72 %	
<i>Biddulphia</i>	55 à 65 %	Diatomée centrique
<i>Rhizosolenia</i>	40 à 63 %	
<i>Pleurosigma</i>	87 %	Diatomée pennée
<i>Rhaphoneis</i>	87 %	Diatomée pennée

La composition observée au point 2 de l'image 1 correspond sans aucun doute à une interférence entre une particule de petite taille et la structure siliceuse qui la supporte. Le point 5 comme le 8 associent silicium, calcium et magnésium. Ils font penser à des minéraux de la famille des feldspaths, bien que les teneurs en aluminium restent faibles. La particule minérale analysée au point 7 est vraisemblablement une calcite ou une dolomite alors que le point 9 correspond certainement à un grain de quartz, d'aspect peu émoussé. Sur cette image les teneurs en métaux sont basses et même assez fréquemment

ECHANTILLON L

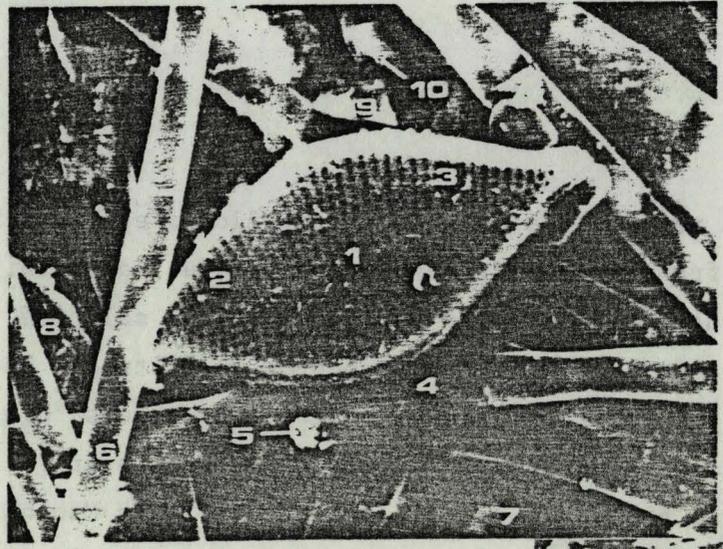


Image 1
(G = 1000)

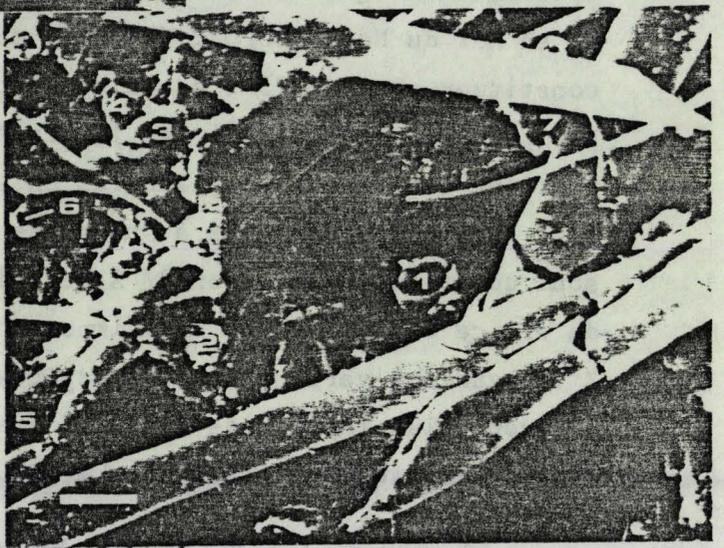


Image 2
(G = 1000)

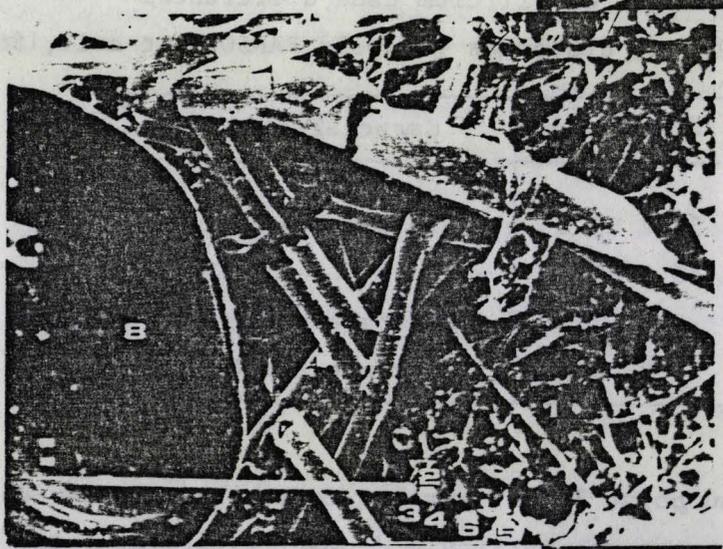


Image 3
(G = 500
barre = 100 μ)



Image 4
(barre = 10 μ)

ECHANTILLON : L - IMAGE 1 - Maxi point : 1 - total : 54,86

Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mg	4,65	5,63	4,88	9,79	6,67	5,60	5,94	5,34	1,68	1,40
Ca	4,19	9,40	3,48	5,49	4,14	12,74	37,46	3,79	3,95	3,28
Fe	0,95	1,35	0,91	2,64	0,64	0,73	1,15	0,45	0,31	1,89
K	0,84	1,29	0,87	2,24	0,98	1,62	0,89	1,20	0,22	0,73
Si	87,59	39,97	87,05	41,43	37,86	41,54	15,49	27,40	63,07	46,17
Al	0,71	1,62	1,04	5,52	1,24	1,51	2,19	1,18	5,29	0,87
F	0,51	1,00	0,09	0,87	-	0,09	0,24	1,55	0,49	0,24
P	0,38	0,51	0,42	0,78	0,45	0,42	1,02	0,29	0,09	0,14
Mn	0,04	0,11	-	0,07	0,11	-	0,09	0,13	-	0,07
Ti	0,02	0,14	-	0,24	-	-	0,04	0,11	0,04	0,11
Ni	-	0,04	0,09	-	0,12	0,05	0,02	-	0,07	0,05
Zn	0,11	0,11	-	0,27	-	0,04	0,09	0,18	0,05	0,29
Cr	-	0,05	0,09	0,07	-	0,02	0,04	-	0,05	0,14
Pb	-	-	0,05	-	-	0,04	0,22	-	-	0,07

ECHANTILLON : L - IMAGE 2 - Maxi point : - total : 48,58

Points	1	2	3	4	5	6	7
Mg	4,34	11,63	2,24	5,97	6,71	10,44	5,99
Ca	17,95	8,60	54,49	14,01	6,95	7,76	13,13
Fe	2,55	4,18	0,49	1,69	0,58	2,59	2,30
K	2,28	3,39	0,66	1,98	1,91	3,09	2,47
Si	55,12	34,23	5,80	22,19	41,44	31,95	55,56
Al	2,57	11,61	1,54	2,26	1,50	4,20	6,69
F	0,23	1,98	-	-	0,31	0,90	10,25
P	0,60	0,84	1,30	0,68	0,55	0,68	0,62
Mn	0,08	0,08	0,06	0,04	0,06	0,04	0,04
Ti	1,89	0,10	0,08	0,10	-	0,35	0,08
Ni	-	-	0,02	0,08	0,02	-	0,02
Zn	0,14	0,06	0,10	0,39	0,55	0,60	2,88
Cr	-	-	-	-	-	0,06	0,02
Pb	-	-	-	-	-	0,02	-

ECHANTILLON : L - IMAGE 3 et 4 - Maxi point : 8 - total : 34,17

Points	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Mg	7,87	9,31	14,49	17,97	23,70	25,11	14,72	-	5,71
Ca	45,53	15,13	7,32	7,99	4,92	5,85	17,29	96,57	14,05
Fe	1,40	3,45	7,90	4,62	2,02	3,10	3,51	-	1,32
K	1,58	1,20	2,95	1,75	1,87	2,02	2,40	0,29	2,16
Si	24,55	36,58	43,52	51,07	44,92	45,42	45,65	0,09	24,41
Al	3,63	5,27	14,49	12,88	10,68	8,90	8,52	-	2,02
F	1,84	1,32	0,41	1,73	2,43	2,93	0,26	-	0,15
P	1,63	1,20	1,37	1,20	1,05	1,49	1,05	1,61	1,11
Mn	0,09	0,15	-	0,03	-	0,15	0,15	-	0,03
Ti	0,15	0,06	0,29	0,09	-	0,12	0,17	0,06	0,06
Ni	-	-	0,03	0,06	0,03	-	0,20	0,09	0,12
Zn	0,41	0,56	0,32	0,56	0,53	1,11	0,47	0,41	0,99
Cr	-	0,03	-	0,03	-	-	0,06	0,09	-
Pb	-	-	-	-	0,03	-	0,03	-	0,20

inférieures à la limite de détection de l'appareil.

Sur l'image 2 on retrouve les "barres" correspondant aux *Rhizosolenia*. Le point 1 est probablement un fragment de test pris en coupe (teneur en Si proche de 50 %) de cette espèce. Sur la partie droite de l'image les points 2, 3, 4, 5 et 6 permettent l'analyse de divers matériaux. Aux points 2 et 6 aluminosilicate riche en magnésium, en 3 une structure calcaire (54,5 % Ca). La zone correspondant au point 4 donne une réponse analytique qui doit associer plusieurs éléments. En 5 il s'agit très certainement d'un fragment de test de *Rhizosolenia* avec lequel "répondent" des particules déposées en surface. Sauf pour la structure creuse évoquée au point 1 qui semble contenir près de 2 % de titane les teneurs en métaux dans cette portion de l'échantillon restent faibles.

L'image 3 et son détail (image 4) présentent, outre les *Rhizosolenia* toujours dominantes, une coquille de bivalve dont la taille comprise entre 100 et 150 μ explique la présence dans le plancton (point 8). Sa composition de 96,6 % de calcium était attendue puisque la calcite et l'aragonite sont les constituants essentiels de ces coquilles d'origine animale. Le point 1 présente lui aussi une composition essentiellement calcique mais la présence associée de silicium laisse penser à un fragment minéral de type feldspath.

Sur la partie inférieure de l'image 3, agrandie en 4, les fragments minéraux observés présentent tous des compositions comparables de type aluminosilicate relativement riche en magnésium (15 à 25 % Mg).

Le point 9 ne peut être interprété indépendamment de son support qui a très certainement influencé les résultats analytiques: il s'agit très probablement de dépôts calcaires sur le test siliceux du phytoplancton. Sur ce dernier fragment d'échantillon il n'apparaît aucune concentration excessive de métaux. On peut remarquer combien les structures coquillaires sont faiblement réceptrices de dépôts par rapport aux tests de diatomées.

Les filtres analysés par diffraction montrent pour cette partie de la côte des eaux riches en calcite, en quartz et beaucoup plus faiblement en feldspaths. Lors de l'analyse par la microsonde les teneurs souvent élevées de calcium, même en présence de minéraux nettement aluminosilicatés peuvent être attribuées à des déchets de coquilles de lamellibranches

ou à des apports liés au lessivage des falaises crayeuses du Pays de Caux, ces fines structures calcaires se déposant sur tout autre élément lors de la filtration.

4. Conclusions

L'étude initiale de la turbidité réalisée dans le cadre des sorties car ferry avait apporté des informations sur la répartition spatiale de ce paramètre mais il se révèle difficile d'associer les valeurs mesurées à des facteurs temporels simples. L'étude approfondie de la nature des suspensions par transparisation de filtres et les informations cumulées microsonde + diffractométrie ont permis d'évaluer la part primordiale des espèces planctoniques dans les matières en suspension. L'échantillonnage, au travers d'un estuaire, d'eaux aux caractéristiques physicochimiques bien différentes, a permis de montrer que la nature même des espèces planctoniques concernées est typique de tel ou tel milieu. Il est donc envisageable d'identifier une masse d'eau et de déterminer son origine en fonction des suspensions qu'elle transporte.

CONCLUSION GENERALE

L'étude que nous avons réalisée constitue une contribution à la connaissance hydrologique du détroit du Pas-de-Calais. Les diverses campagnes ont été réalisées avec des moyens allant du zodiac au car ferry, et concernent des milieux très différents. Toutes cependant ont un objectif commun : la compréhension des phénomènes liés à la circulation des eaux dans le détroit.

On sait en effet que la masse d'eau d'origine atlantique pénétrant en Manche est soumise à un mouvement alternatif conduisant à un courant résiduel orienté vers le Nord-Est qui fait donc participer ces eaux à la circulation générale de la Mer du Nord après leur passage dans le détroit du Pas-de-Calais.

Les travaux initiaux (BENTLEY-DUPONT, 1980) avaient amené à suggérer l'existence de deux masses d'eau précisément définies par leurs caractéristiques physicochimiques.

L'étude approfondie des données "car ferry", complétée par un suivi côtier et une campagne régionale générale confirme cette hypothèse mais en nuancant la caractérisation des masses d'eau. Il est apparu en effet dans un nombre assez important de campagnes, que le profil simple d'évolution des paramètres sur la radiale pouvait être perturbé. Ces perturbations peuvent avoir des causes diverses mais sont souvent liées à la météorologie. Un courant de surface, créé par un vent de Nord assez fort, peut perturber le déplacement Sud-Ouest - Nord-Est des eaux de surface en freinant l'effet du courant de flot. L'agitation importante de la colonne d'eau peut entraîner, sur les zones de hauts fonds (bancs du Varne et du Colbart), une remise en suspension d'éléments minéraux et organiques pendant les périodes de tempête.

Cependant, l'effet perturbateur essentiel semble être l'existence d'un effet de Cap au large du Gris-Nez. Sous l'effet du courant alternatif la masse d'eau côtière entraînée vers le Nord par le flot redescend au jusant mais se décolle de la côte modifiant alors au fur et à mesure de sa dilution les caractéristiques physicochimiques des eaux centrales (BRYLINSKI et coll., 1984).

Les observations faites sur les images de télédétection satellitaires sont à la base de cette interprétation. D'autant qu'une série d'images a pu être obtenue en mai 1980 grâce au satellite Landsatt. Les conditions météorologiques de cette période (vent de Nord Est) suggèrent que le phénomène est amplifié dans le cas où le vent oriente le courant de surface vers le large. Il est cependant indéniable que les évolutions saisonnières des deux masses d'eaux sont nettement différentes. Des cycles simples et d'amplitude moindre caractérisent l'évolution hydrobiologique des eaux du large. A la côte, au contraire, les variations sont extrêmes et surtout très fréquemment perturbées par les précipitations qui accroissent les apports telluriques ou par les tempêtes qui remettent en suspension les sédiments plus ou moins enrichis de la frange côtière.

Le rôle des fleuves dans ces perturbations est d'autant plus grand que les estuaires de la région, très étendus, découvrent et se vident totalement à marée basse libérant dans les eaux littorales leur charge particulaire et dissoute.

L'analyse statistique simple des données par la recherche de corrélations ou le calcul de droites de régression, laisse rarement entrevoir des liens simples entre les divers paramètres des écosystèmes complexes étudiés. Cependant dans la majorité des cas, elle confirme les relations pressenties et permet de percevoir l'impact d'un paramètre sur l'ensemble des données. (ex chlorophylle sur O_2 , pH...). Les échantillonnages au droit des estuaires ainsi que les suivis durant un cycle de marée au débouché de ceux-ci se sont révélés peu fructueux du fait des interférences entre courants et niveaux de marée qui rendent très aléatoire la localisation de la masse d'eau recherchée.

Pour les estuaires, par contre les quelques suivis réalisés au cours d'un cycle de marée permettent de confirmer la dynamique de l'estuaire que les prélèvements instantanés ne font que suggérer.

Les paramètres liés à la turbidité (effet optique, charge en matières en suspension) sont difficile à interpréter quant à leurs causes et évolutions saisonnières et géographiques. Les origines sont très souvent multiples et leurs importances respectives évoluent selon des règles souvent différentes (précipitations, tempêtes, force des courants...).

L'observation détaillée des suspensions et particulièrement l'adaptation récente (BISCAYE et OLSEN, 1976) des techniques d'observation et d'analyse par microsonde donnent des informations extrêmement nombreuses et précises sur la composition et la diversité de ces suspensions. Il apparaît aussi que, très spécifiques de leur lieu d'origine, elles peuvent servir de marqueur des masses d'eaux de façon nettement plus fidèle que les paramètres physicochimiques habituellement employés. Leur rôle dans le transport des polluants "particulaires" doit maintenant être appréhendé sur des milieux plus nettement contaminés que ceux étudiés. Il apparaît cependant que les teneurs relativement élevées en titane en amont de l'estuaire deviennent généralement très faibles après la rencontre avec les eaux de mer. Ceci suggère évidemment des processus de sédimentation associés aux floculations argileuses. D'autant que les taux d'aluminosilicates diminuent nettement à la sortie de l'estuaire (analyses diffractométriques) et que des teneurs élevées ont été dosées dans les sédiments de la frange littorale de cette zone.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1966 - *Determination of photosynthetic pigments in sea-water*. U.N.E.S.C.O., Monogr. oceanogr. Methodol., 1, 69 p.
- ANONYME, 1968 - *Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de l'Atlantique*. Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, Paris, 287 p. 39 c.
- ANONYME, 1972 à 1976 - *Annuaire des marées pour les années 1974 à 1978. Tome I - Ports de France*. Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, Paris.
- ANONYME, 1973 - *Tables océanographiques internationales, vol. 2*. National Institute of Oceanography of Great Britain and U.N.E.S.C.O., 141 p.
- ANONYME, 1974 à 1978 - *Bulletin climatologique, Département du Nord*. Météorologie Nationale.
- ANONYME, 1974 à 1978 - *Bulletin météorologique pour les régions côtières et le Déroit du Pas-de-Calais*. Station météorologique de Boulogne sur-mer
- ANONYME, 1974 à 1976 - *Recueil des observations. R.N.O., Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, C.N.E.X.O.*
- AMINOT A., 1977 - *Manuel des méthodes de prélèvements et d'analyses*. 1. Caractéristiques physicochimiques et hydrobiologiques. R.N.O., C.O.B. Département Scientifique.
- AMINOT A., 1983 - *Manuel des méthodes de prélèvements et d'analyses. Document provisoire*. R.N.O., C.O.B. Département Scientifique.
- ARNAL O., LEFEVRE G., NICOULAUD F., TOULARASTEL F. et VALDELIEVRE B., 1976. - *Le zooplancton. In Etude écologique du site de Gravelines - Rapport final, E.D.F. - C.N.E.X.O. - I.B.M.R.W.*, 105-194 + 48 fig.
- ARNAL O., LEFEVRE G. et TOULARASTEL F., 1977 - *Le zooplancton. In Etude écologique de projet - Site de Gravelines - 2ème cycle, E.D.F. - C.N.E.X.O. - I.B.M.R.W.*, 78-145.
- BANSE K., FALLS C.P. et HOBSON L.A.T., 1963 - *A gravimetric method for determining suspended matter in sea water using Millipore filters*. *Deep-Sea Res.*, 10, 639-642.
- BENTLEY D., 1980 - *Suivi hydrobiologique du Déroit du Pas-de-Calais*. I. Paramètres physico-chimiques. D.E.A. (*Biologie de la reproduction et du développement*). Univ. Sci. Techn. Lille, 36 p., 45 fig., 48 tableaux.

- BENTLEY D., DUPONT J., RICHARD A., 1980 - Campagne d'étude du Littoral Nord - Pas-de-Calais - Somme. (Hydrobios 80). Paramètres hydrobiologiques. *Bulletin R.N.O.*, 16, 87-145.
- BENTLEY D., ORANGE J., 1982 - Estuaire - Rapport d'étude interdisciplinaire Hydrobiologie. *E.P.R., C.N.E.X.O.*, 47, 38 fig., 13 tableaux.
- BISCAYE E., OLSEN, 1976 - Suspended particulate concentrations aux compositions in the N.Y. Bight. *Ann. Soc. Limnol. Oceanogr. Geological processes*, pp. 124 à 137.
- BOND G.C., MEADE R.M., 1966 - Size distributions of mineral grains suspended in Cheasepeake bay and nearby coastal waters. *Cheasepeake Se.* 7, 208-212.
- BOUGARD M., 1976 - Etude du phytoplancton marin de la région de Gravelines (Nord). *D.E.A. Sc. Nat., Univ. Sci. Tech. Lille*, 128 p., 332 fig.
- BOUGARD M., 1977 - Hydrologie phytoplancton - production primaire. In Etude écologique du site de Gravelines - 2° cycle, *E.D.F. - C.N.E.X.O. - I.B.M.R.W.*, 1-77.
- BOUGARD M., 1978 - Etude bibliographie sur le phytoflagellé *Phaeocystis* sp., *C.N.E.X.O. - I.B.M.R.W.*, 34 p.
- BOUGARD M., DEWARUMEZ N., MENU D., RICHARD A. et SOUPLET A., 1978 - Etude hydrobiologique du site de Dunkerque - Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin. *C.N.E.X.O. - I.B.M.R.W.*, 106 p.
- BRYLINSKI J.M., 1975 - Etude du zooplancton marin de la région de Boulogne-sur-mer. *D.E.A (Sciences Nat.) Univ. Sci. Techn. Lille*, 90 p.
- BRYLINSKI J.M., 1979 - Etude de l'écosystème portuaire de Dunkerque : populations zooplanctoniques. *Thèse 3è cycle, Univ. Sci. Tech. Lille*, 187 p.
- BRYLINSKI J.M., DELESALLE B., DEWARUMEZ J.M., DEY J. et GREGOIRE A., 1973 - Etude écologique du site de Gravelines (centrale E.D.F.) - Rapport préliminaire. *E.D.F - I.B.M.R.W.*, 116 p.
- BRYLINSKI J.M., DUPONT J., BENTLEY D., 1984 - Conditions hydrobiologiques au large du Cap Gris-Nez : premiers résultats. *Oceanologica acta*, Vol. VII, n° 3.
- CABIOCH L., 1982 - Groupe de recherches coordonnées "Manche" (GRECO 19) *Rapport d'activité n° 2*, Août 1982.
- CARTWRIGHT D.E., 1961 - A study of currents in the Straits of Dover. *J. of Inst. Navigation*, 14, 130-151.
- CHAMLEY H., DESPEYROUX Y., 1983 - Estuaires Aa, Canche - Sédimentologie. *Rapport d'étude interdisciplinaire*, 62 p.

- COLBEAUX J.P., DUPUIS Ch., ROBASZYNSKI F., AUFFRET J.P., MAESAERTS P., SOMME J., 1980 - Le détroit du Pas-de-Calais, un élément dans la tectonique des blocs de l'Europe Nord occidentale. *Bull. Inf. Geol. Bass. Paris*, 17, 41-54.
- DESAUNAY Y., 1973 - Rapport de l'étude sur l'écologie et la productivité de l'estuaire de la Canche. *I.S.T.P.M.*
- DEGROS N. 1984 - Techniques océanographiques. *S.M.W.*
- DUPONT J., 1980 - Suivi hydrobiologique du Détroit du Pas-de-Calais. II. Pigments végétaux - Phytoplancton. *D.E.A. (Biologie de la reproduction et du développement)*, Univ. Sci. Techn. Lille, 35 p. 37 fig., 2 pl., 13 tblx.
- DUPOUY C., 1982 - Etude des floraisons du phytoplancton sur la radiale Roscoff - Plymouth en 1980 et 1981. Apport des images satellitaires de la couleur de l'Océan. *Thèse 3ème cycle laboratoire optique atmosphérique S.M.W., U.S.T.L.*, 141 p.
- DUVAL J., 1973 - La productivité primaire en baie de Canche. *Thèse 3ème Cycle - Université de Lille*, 91 p.
- GLANGEAUD L., 1941 - Sur la formation et la répartition des faciès vaseux dans les estuaires. *C.R.A.S.*, fasc. 213, 1022-1024.
- GRALL J.R. et JACQUES G., 1964 - Etude dynamique et variations saisonnières du plancton de la région de Roscoff. *Cah. Biol. Mar.*, 5, 423-455.
- GROSSEL H., 1980 - Etude écologique du site de Gravelines - Hydrologie - Phytoplancton. *E.D.F. - C.N.E.X.O. - S.M.W.*
- HECQ J.H., 1975 - Cycle annuel du zooplancton à Boulogne-sur-mer (Pas-de-Calais) 1970-1971. I. Le méroplancton, ses variations saisonnières. *Bull. Soc. Roy. Sci. Liège*, 44, 477-485.
- HECQ J.M., HEYDEN D. et MOERMANS R., 1975 - Biologie de *Sagitta setosa* dans le Pas-de-Calais et le sud de la Mer du Nord. *Bull. Soc. Roy. Sci. Liège*, 44, 653-661.
- HEDIN-BOUGARD M. et MENU D., 1979 - Etude hydrobiologique du site de Dunkerque - 1978 - Réseau National d'Observation du milieu marin. *C.N.E.X.O. - I.B.M.R.W.*, 94 p.
- HEDIN-BOUGARD M., 1980 - Hydrobiologie littorale : Phytoplancton (Dunkerque, Mer du Nord) *Thèse de 3ème cycle. I.B.M.R.W. - U.S.T.L.*
- HOBSON, 1967 - The seasonal and vertical distribution of suspended particulate matter in an area of the Northeast Pacific Ocean. *Limnol. Oceanogr.*, 12 (4) 642-649.
- IVANOFF A., 1972 - Introduction à l'océanographie - Tome 1 : Propriétés physiques et chimiques des eaux de mer. *Ed. Unibert.*
- JOHNSTON R., 1971 - Nutrients and metals in the North Sea. *In North Sea Science*, pp. 293-307. Ed. E. Goldberg.

- KAUTSKY H., 1973 - The distribution of the radionuclide Caesium 137 as an indicator for the North Sea watermass transport. *Deut hydr. Zeit.*, 26, 241-246.
- L'HOPITAUULT J.C., PHILIPPO A., THOMAS P., 1983 - Estuaires - Micro-polluants des eaux. *Institut Pasteur de Lille - Service des eaux*, 194 p.
- MARTIN J.M., MEYBECK M., SALVADORI I., THOMAS A., 1976 - Pollution chimique des estuaires, Etat actuel des connaissances. *Rapp. Scient. et Tech. C.N.E.X.O.*, n° 22, pp. 50-120.
- MANHEIM F.T., MEADE R.M., BOND G.C., 1970 - Suspended matter in surface waters of the atlantic continental margin from cape Cod to the Florida keys. *Science, Washington*, 167, 371-376.
- MOAL J., 1980 - Campagne Ecomanche I et II - Caractéristiques de la matière particulaire en suspension. Définition d'un état de référence pour le niveau primaire pélagique. *C.N.E.X.O. Résultats des Campagnes à la mer*, fasc. 1, pp. 41 à 75.
- MOMMAERTS J.P., 1973 - The relative importance of nanoplankton in the North Sea primary production. *Br. Phycol. J.*, 8, 13-20.
- MOMMAERTS J.P., 1973 - On primary production in the South Bight of the North Sea. *Br. Phycol. J.*, 8, 217-231.
- MOMMAERTS J.P. et HÖNIG M., 1971 - La transparence de l'eau en Mer du Nord et sa relation avec la matière en suspension. In *Modèle mathématique, Rapport de synthèse I*, 214-216, *Belgian National R.D. Program on the Environment, Water, Sea Project, I.C.S.P.*, é. t. a. b. é. t. y. p. Liège.
- NIHOUL J.C.J. et RONDAY F.C., 1976 - Modèle hydrodynamiques. *Programme national belge de recherche et de développement, Environnement, Eau, Projet Mer*, é. t. a. b. é. t. y. p., Liège. Rapport final, vol. 3, 270 p.
- PARSONS T.R., STEPHENS K., STRICKLAND J., 1961 - On the chemical composition of eleven species of marine phytoplankton. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 18 (6) 1001-1016.
- PERES J.M., 1961 - Océanographie biologique et biologie marine. I. La vie benthique. *P.U.F., Paris*, 541 p.
- PICHOT G., 1971 - Courants. In *Modèle mathématique. Rapport de synthèse I*, Chp. I, 28-34, *Belgian National R.D. Program on the Environment, Water, Sea Project, I.C.S.P.* é. t. a. b. é. t. y. p. Liège.
- POSTMA M., 1971 - Transport and budget of organic matter in the North Sea in *North Sea Science*, pp. 326-336. Ed. E.D. Goldberg.

- QUISTHOUDT C., 1983 - Hydrologie du détroit du Pas-de-Calais. (Carbone - Azote - Chlorophylle). *D.E.A. - S.M.W. - U.S.T.L.*, 38 p.
- RODIER J., 1978 - L'analyse de l'eau - Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. *Ed. DUNOD Technique*.
- SIMON S., DEPREZ M., DUPONT J.P., PELLETIER J.C., 1981 - Distribution du macrozoobenthos intertidal de la baie de Somme. *C.R. A.S. Paris V*, 11, 292.
- SMETACEK V., 1980 - Annual cycle of sedimentation in relation to plankton ecology in western kiel Bight. *Ophelia suppl. 1, August 80*, 65-76.
- STRICKLAND J.D.M., PARSONS T.R., 1972 - Determination of particulate carbon. *In practical handbook of seawater analysis*, pp. 207-211.
- TREGUER P. et LE CORRE P., 1974 - Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer. Utilisation de l'Autoanalyser II Technicon R. *Lab. Oceanogr. chimique, Univ. Bretagne Occidentale, Brest*, 59 p.
- VIOLLIER M., 1980 - Télédétection des concentrations de seston et pigments chlorophylliens contenus dans l'océan. *Thèse de docteur es sciences Physiques. L.O.A.- U.S.T.L.*
- VIOLLIER M., BENTLEY D., RICHARD A., 1981 - Etude par télédétection des eaux du littoral Nord - Pas-de-Calais. *Rapport final C.N.E.X.O.- L.O.A.-S.M.W.*

LISTE des FIGURES

- Fig. 1 : Carte régionale des sites étudiés
- Fig. 2 : Bloc diagramme hypothétique d'une structure possible expliquant l'ouverture du Pas de Calais
- Fig. 3 : Rose des courants au centre du détroit
- Fig. 4 : Propagation de la ligne de courant nul en fonction de la pleine mer de Cherbourg
- Fig. 5 : Principaux hauts fonds du détroit du Pas de Calais
- Fig. 6 : Profil bathymétrique enregistré lors d'une campagne "car ferry"
- Fig. 7 : Carte bathymétrique du détroit du Pas de Calais
- Fig. 8 : Localisation des estuaires étudiés
- Fig. 9 : Températures, précipitations et vitesses du vent en moyennes mensuelles pendant la période d'étude
- Fig. 10: Insolation et diagramme ombrothermique
- Fig. 11: Trajet type du car ferry lors des sorties trans-Manche
- Fig. 12: Répartition des stations de prélèvement
- a - Aa
 - b - Canche
 - c - Authie
 - d - Somme
- Fig. 13: Colonnes à filtration, dispositif mobile
- Fig. 14: Circulation des fluides à l'intérieur d'une chaîne d'analyse automatique Technicon AAI
- Fig. 15: Variations spatiales des températures-radiales trans-Manche; été et hiver
- Fig. 16: Variations temporelles des températures (côte:station CF 3, large:station CF 12)
- Fig. 17: Profils des températures sur l'Aa
- Fig. 18: Profil des températures sur la Canche
- Fig. 19: Profil des températures sur l'Authie
- Fig. 20: Profil des températures sur la Somme
- Fig. 21: Variations temporelles des salinités (côte:station CF 3, large:station CF 12)
- Fig. 22: Variations spatiales de la salinité en différentes conditions météorologiques

- Fig. 23: Valeurs de salinité relevées lors du "quadrillage" Canche-Authie du 24.8.82
- Fig. 24: Valeurs de salinité relevées lors du trajet Dieppe-Somme du 4.2.82
- Fig. 25: Répartition des salinités sur la Somme (14.10.82)
- Fig. 26: Répartition des salinités sur l'Authie (7.7.82)
- Fig. 27: Diagrammes T./S. saisonniers des campagnes car ferry
- Fig. 28: Variations saisonnières des teneurs en sels nutritifs
- a : sels azotés
 - b : Silicates
 - c : Phosphates
- Fig. 29: Répartition des taux d'éléments nutritifs au cours de la campagne Hydrobios 80
- Fig. 30: Répartition des pH sur les estuaires
- a : Aa
 - b : Canche
 - c : Authie
 - d : Somme
- Fig. 31: Valeurs des pourcentages de saturation en oxygène dissous lors de la campagne Hydrobios 80
- Fig. 32: Oxygène dissous et salinité sur les estuaires
- a : Canche
 - b : Authie
 - c : Somme
 - d : Aa
- Fig. 33: Salinité, chlorophylle, et oxygène dissous sur l'Aa (7.5.82)
- Fig. 34: Régression linéaire NO_3 /température
- Fig. 35: Régression linéaire turbidité/ NO_2 - CF 15 -
- Fig. 36: Régression linéaire turbidité/ NO_2
- Fig. 37: Régression linéaire turbidité/ NO_3
- Fig. 38: Régression linéaire chlorophylle/salinité
- Fig. 39: Régression linéaire NO_3 /salinité sur les estuaires
- a : Aa
 - b : Canche
 - c : Authie
 - d : Somme

- Fig. 40: Regression linéaire NO_2 /salinité
- a : Canche
 - b : Authie
- Fig. 41: Regression linéaire pH/température
- a : Aa
 - b : Canche
 - c : Authie
 - d : Somme
- Fig. 42: Regression linéaire pH/chlorophylle -Canche-
- Fig. 43: Regression linéaire pH/% oxygène dissous -Somme-
- Fig. 44: Regression linéaire Silicates/salinité -station 6, Canche-
- Fig. 45: Diagrammes de dispersion des données N.T.U. par rapport aux données M.E.S.
- a : Données estuaires
 - b : Données Gravelines
- Fig. 46: Profils de turbidité -campagnes car ferry-
- Fig. 47: Profil de turbidité -radiale "car ferry" du 3.7.80-
- Fig. 48: Profils de salinité et de turbidité sur les estuaires
- a : Aa
 - b : Canche
 - c : Authie
 - d : Somme
- Fig. 49: Regressions linéaires M.E.S./salinité
- a : Aa
 - b : Authie
- Fig. 50: Variations des paramètres hydrologiques -cycle de marée, Boulogne-sur-mer-
- Fig. 51: Variations des paramètres hydrologiques -cycle de marée, Cap Gris Nez-
- Fig. 52: Suivi des températures, salinités et turbidité lors d'un cycle de marée au pont d'Etaples
- Fig. 53: Enregistrement du turbidimètre PARTECH au cours du trajet Dieppe-Somme du 4.2.82
- Fig. 54: Repartition des turbidités lors du trajet Dieppe-Somme
- Fig. 55: Repartition des teneurs en chlorophylle sur les radiales trans-Manche

Fig. 56: Repartition des teneurs en chlorophylle sur les radiales trans-Manche du mois de mai 80

Fig. 57: Variations des teneurs en chlorophylle sur deux stations (côte : CF 3 + Nicolaw ; large : CF 12)

Fig. 58: Evolution des teneurs en chlorophylle sur les estuaires

- a : Aa
- b : Canche
- c : Authie

LISTE DES TABLEAUX

- 1 - Situation des courants par rapport à la pleine mer à Boulogne-sur-mer.
- 2 - Débits annuels et mensuels moyens des fleuves étudiés.
- 3 - Données météorologiques.
- 4 - Répartition des stations.
- 5 - Ensemble des données car ferry.
- 6 - Hydrobios 80.
- 7 - Données Nicolaw (moyennes sur la colonne d'eau).
- 8 - Données de l'estuaire de l'Aa.
- 9 - Données de l'estuaire de la Canche.
- 10 - Données de l'estuaire de l'Authie.
- 11 - Données de l'estuaire de la Somme.
- 12 - Données des "Quadrillages" au large des estuaires.
- 13 - Amplitudes comparées des variations de température de l'air et de l'eau.
- 14 - Valeurs extrêmes de salinité mesurées en stations fixes (campagne Hydrobios 80).
- 15 - Valeurs maximales et moyennes des concentrations en sels nutritifs observées lors des différentes études.
- 16 - Valeurs maximales des taux de sels nutritifs (Aa 78).
- 17 - Valeurs de pH et de teneur en chlorophylle sur la Somme et l'Authie.
- 18 - Matrices de corrélation - Données car ferry par stations.
- 19 - Matrices de corrélation - Données car ferry regroupées géographiquement (stations 2 à 5).
- 20 - Matrices de corrélation - Données car ferry regroupées géographiquement (stations 8 à 15).
- 21 - Matrices de corrélation - Données car ferry regroupées par saison.
- 22 - Données moyennes hebdomadaires d'éclairement.

- 23 - Matrices de corrélation - Données estuaires.
- 24 - Valeurs minimales et maximales des taux de chlorophylle mesurées en estuaires et salinités associées.
- 25 - Répartition des divers paramètres hydrologiques lors des prélèvements destinés à l'analyse élémentaire (Août 82).
- 26 - Composition relative des particules analysées
Echantillon I - Image 1 et 2.
- 27 - Composition relative des particules analysées
Echantillon I - Image 3.
- 28 - Composition relative des particules analysées
Echantillon J - Image 1.
- 29 - Composition relative des particules analysées
Echantillon J - Image 2 et 3.
- 30 - Composition relative des particules analysées
Echantillon J - Image 4.
- 31 - Composition relative des particules analysées
Echantillon K - Image 1.
- 32 - Composition relative des particules analysées
Echantillon K - Image 2.
- 33 - Composition relative des particules analysées
Echantillon L - Image 1.
- 34 - Composition relative des particules analysées
Echantillon L - Image 2.
- 35 - Composition relative des particules analysées
Echantillon L - Image 3 et 4.
- 36 - Analyses defractométriques des constituants minéraux -
(Canche 7.8.83).

ANNEXES

Tableau 5: Ensemble des données "car ferry"

Tableau 6: Données "Hydrobios 80"

Tableau 7: Données "Nicolaw" (moyennes sur la colonne d'eau)

Tableau 8: Données de l'estuaire de l'Aa

Tableau 9: Données de l'estuaire de la Canche

Tableau 10: Données de l'estuaire de l'Authie

Tableau 11: Données de l'estuaire de la Somme

Tableau 12: Données des "quadrillages" au large des estuaires

Les valeurs pour les différents paramètres sont données dans les unités suivantes :

.Température en degrés Celsius

.Salinité en mg de chlorures par kg d'eau de mer

.Oxygène dissous en ml/l et en % de saturation

.Sels nutritifs (ammoniac, nitrates, nitrites, phosphates et silicates)
en $\mu\text{atg/l}$

.pH en unités pH

.Chlorophylle et phaeopigments en mg/m^3

.Matières en suspension en mg/l

.Turbidité en unités N.T.U. (Nephelometric turbidimetric units)

Tableau 5 (suite)

06/06/79

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	12.90	33.31								3.50
CF 2	14:15	12.90	33.22						13.84	5.01	2.30
CF 3	14:20	12.40	33.48						16.96	4.78	2.30
CF 4	14:25	12.40	33.56						11.46	3.02	2.00
CF 5	14:30	12.60	33.55								1.65
CF 6	14:35	12.60	33.69						10.66	2.59	1.75
CF 7	14:40	12.20	34.35						10.40		1.05
CF 8	14:45	11.90	34.70						4.12	1.42	
CF 9	14:50	11.80	34.75						4.36	1.74	1.00
CF 10	14:55	11.80							5.13	1.83	0.88
CF 11	15:00	11.70	34.96						4.97	1.35	1.05
CF 12	15:05	11.60	34.92						2.14	0.80	
CF 13	15:10	11.40							2.84	2.84	0.37

20/06/79

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10		33.44		0.37		0.76		2.10	1.98	3.90
CF 3	14:20		33.72		0.15	0.29	0.15	2.10	5.34	2.08	1.62
CF 4	14:25		33.79		0.23	0.70	0.29	2.80	3.99	1.02	2.00
CF 5	14:30		33.89		0.04	0.40	0.18	2.50	2.88	1.23	1.20
CF 6	14:35		34.06		0.07	0.37	0.17	1.50	2.78	0.32	1.20
CF 8	14:45		33.87		0.05	0.36	0.15	1.90	3.23	0.80	1.00
CF 9	14:50		33.67		0.03	0.34	0.12	1.70	2.97	1.96	1.00
CF 10	14:55		34.24		0.03	0.30	0.15	0.90	1.22	0.24	0.80
CF 13	15:10		34.61		0.02	0.19	0.12	1.80	1.10	0.51	1.10
CF 14	15:15		34.75		0.01	0.15	0.09	1.40	1.22		1.00
CF 15	15:20		34.87						1.40	0.53	1.05
CF 16	15:25		34.89		0.01	0.24	0.08	0.20			1.10

03/07/79

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	15.40	33.72		0.32	1.29	0.28	7.40	1.22	1.15	3.60
CF 2	14:15	14.75	33.96		0.11	0.87	0.16	3.37	1.34	0.61	2.15
CF 3	14:20	14.64	34.08		0.14	0.79	0.26	3.64	1.22	3.15	2.10
CF 4	14:25	14.45	33.89		0.13	1.09	0.17	2.62	0.59	2.80	
CF 6	14:35	14.15	34.20		0.11	1.02	0.16	3.14	1.01	0.32	1.50
CF 8	14:45	14.00	34.56		0.06	0.93	0.07	1.56	0.75		0.95
CF 10	14:55	13.95	34.75						0.77	0.40	1.00
CF 11	15:00	13.90	34.89		0.06	0.45	0.09	0.58			1.25
CF 12	15:05	13.50	34.87		0.05	0.89	0.07	0.85	1.14	0.51	1.40
CF 13	15:10	13.50	34.80		0.06	1.14	0.04	0.58	1.43	0.16	1.35
CF 14	15:15	13.60	34.79		0.04	0.77	0.03	0.98	1.54	0.35	1.30

11/07/79

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	16.45	33.94						13.24	4.09	10.50
CF 2	14:15	16.10	34.36		0.05	0.48	0.02	1.19	8.34	2.19	2.95
CF 3	14:20	15.65	34.42			1.56	0.15	0.97	6.83	1.84	
CF 4	14:25	15.00	34.33			3.35	0.20	0.81	2.98	1.53	2.85
CF 5	14:30	14.80	34.76		0.56	1.01	0.15	0.85	2.45	0.95	
CF 7	14:40	14.80	35.01		0.09	0.92	0.14	1.04	2.95	1.47	
CF 8	14:45	14.40			0.07	0.68	0.10	1.04	0.72	0.56	1.70
CF 9	14:50	14.25			0.05	0.45	0.03	0.51	1.30	0.52	1.85
CF 10	14:55	14.30							1.38		1.55
CF 11	15:00	14.15			0.06	0.35	0.04	0.28			1.65
CF 12	15:05	14.15	34.98		0.09	0.32	0.00	0.63	1.15	0.24	1.60
CF 13	15:10	14.22	35.25		0.03	0.32	0.05	0.28	1.29	0.52	1.50
CF 14	15:15	14.30	35.04		0.03	0.24	0.00	0.47			2.10
CF 15	15:20	14.50	35.08		0.04	0.77	0.10	1.05			

Tableau 5 (suite)

03/08/79

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo
CF 1	14:10	17.65	33.58			0.37		0.15	4.51	1.28
CF 2	14:15	17.65	33.62						6.55	1.39
CF 3	14:20	17.68	33.63			0.54		0.23	6.23	1.11
CF 4	14:25	17.58	33.56						4.34	0.91
CF 5	14:30	17.43	33.84			0.26		0.27	3.66	1.44
CF 6	14:35	17.55	33.76			0.26		0.38	4.14	0.34
CF 7	14:40	17.30	33.67			0.30		0.09	2.83	0.25
CF 8	14:45	16.70	34.39			0.35		0.12		
CF 9	14:50	16.40	34.20			0.25		0.47	1.25	0.44
CF 10	14:55	16.50	34.41			0.18		0.32	0.61	0.00
CF 11	15:00	16.70	34.39			0.40		0.85		
CF 12	15:05	16.65	34.36			0.33		0.31	0.97	0.61

18/09/79

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo
CF 1	14:10	17.20	33.75		0.09	1.41	0.17	1.60		
CF 3	14:20	17.00	34.10		0.16	0.76	0.05	2.18		
CF 4	14:25	16.95	34.06		0.14	0.56	0.35	1.13		
CF 5	14:30	16.90	33.94		0.07	0.68	0.13	1.90		
CF 6	14:35	16.80	34.55		0.06	0.69	0.30	1.44		
CF 8	14:45	16.55	34.92		0.12		0.13			
CF 9	14:50	16.50	34.86		0.10	0.77	0.20	1.48		
CF 10	14:55	16.40			0.04	1.01	0.10	2.30		
CF 11	15:00	16.35	35.06		0.08	0.58	0.22	1.80		
CF 12	15:05	16.30			0.02	0.44	0.13	1.02		
CF 13	15:10	16.35	35.16		0.03	0.45	0.30	0.77		
CF 15	15:20	16.45	35.13		0.09	0.60	0.10	1.21		
CF 16	15:25	16.50	35.16		0.10	0.58	0.19	1.33		

02/10/79

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo
CF 1	14:10	16.28			0.45	3.09	0.64	5.39	3.11	0.98
CF 2	14:15	16.20	34.04		0.17	0.85	0.11	1.99	3.20	1.00
CF 3	14:20	16.20			0.08	0.39	0.24	1.12	3.09	0.92
CF 4	14:25	16.25	34.10		0.09	0.32	0.09	1.89	2.92	0.75
CF 5	14:30	16.20			0.11	0.42	0.34	1.72	2.33	0.63
CF 6	14:35	16.30	34.30		0.06	0.57	0.24	2.15	2.68	0.72
CF 7	14:40	16.25	34.36		0.07	0.83	0.30	1.78	2.69	0.74
CF 8	14:45	16.20	34.65		0.07	0.98	0.18	2.50	0.92	0.43
CF 9	14:50	16.10	34.77		0.15	1.12	0.32	1.96	1.17	0.42
CF 10	14:55	15.97			0.10	1.27	0.11	2.50		
CF 11	15:00	15.90	34.96		0.07	0.77	0.17	1.56	2.02	0.13
CF 12	15:05	15.90	35.03		0.06	0.75	0.13	1.56	1.28	0.43
CF 13	15:10	15.95	35.08						1.17	0.24
CF 14	15:15	16.05	35.18						1.29	0.47
CF 15	15:20	16.00	34.91		0.09	0.59	0.27	1.76		
CF 17	15:30	16.00	35.06		0.11	1.25	0.20	2.45		

Tableau 5 (suite)

24/10/79

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	14.23	34.03						6.11	4.34	
CF 2	14:15	14.40			0.37	1.66	0.59	4.52	5.91	4.23	
CF 15	14:20	15.00	34.67								
CF 3	14:20	14.80	34.49		0.12	0.52	0.29	1.46	4.73	2.17	
CF 4	14:25	14.80	34.75		0.10	0.61	0.25	1.63			
CF 5	14:30	14.90	34.67						1.66	1.64	
CF 6	14:35	15.20							0.97	0.59	
CF 7	14:40	15.20	35.03		0.16	1.54	0.40	2.84	0.83	0.57	
CF 9	14:50	15.00			0.11	2.57	0.25	3.98	0.76	0.48	
CF 10	14:55	14.90	35.18						0.90	0.44	
CF 11	15:	14.90	34.96		0.11	1.62	0.25	2.93			
CF 12	15:05	15.00			0.07	1.12	0.24	1.86	1.01	0.73	
CF 13	15:10	15.10	34.75		0.07	1.17	0.12	1.79			
CF 14	15:15	15.10	34.84						0.94	0.98	

01/11/79

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	13.05	33.76		0.17	3.70	0.35	6.38			12.00
CF 2	14:15	12.90	33.70		0.20	1.86	0.18	5.42	8.08	5.91	
CF 3	14:20	13.30	33.88		0.09		0.24				2.80
CF 4	14:25	13.40			0.08	0.83	0.35	3.53	5.04	2.10	
CF 5	14:30	13.85	34.30		0.04	0.46	0.12	2.52	2.41	1.79	2.40
CF 6	14:35	14.30	34.49						1.96	1.79	
CF 7	14:40	14.40	34.75		0.14	2.53	1.79	5.66	1.29	0.71	1.30
CF 9	14:50	14.60	34.79		0.11	3.61	0.18	5.34	0.57	0.20	0.90
CF 10	14:55	14.60							0.62	0.28	
CF 11	15:00	14.63	34.90		0.16	2.79	0.25	4.57			1.00
CF 12	15:05	14.80	34.90						0.65	0.28	1.20
CF 13	15:10	14.80			0.16	2.88	0.19	4.79	0.81	0.31	
CF 14	15:15	14.80	34.92						0.71	0.22	2.30
CF 15	15:20	14.60	34.79		0.19	2.75	0.39	4.13			3.00
CF 16	15:25	14.25	34.65			3.51	0.83	4.71	1.06	0.22	4.00
CF 17	15:30	13.86	34.83								5.20

14/11/79

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb
CF 10	14:55	13.20	34.32						0.49	0.09	
CF 1	14:10	11.31			0.28	7.17	0.85	10.59			
CF 2	14:15	11.50	33.50								6.80
CF 3	14:20	11.70	33.27		0.51	7.30	0.70	10.62			5.00
CF 4	14:25	11.80							1.47	1.10	
CF 5	14:30	12.10	33.63		0.25	5.51	0.60	7.77	0.89	0.45	2.40
CF 6	14:35	12.60	33.82		0.18	5.35	0.53	6.59			1.10
CF 7	14:40	13.00	34.27		0.14	4.76	0.31	5.19	0.62	0.29	
CF 8	14:45	13.10	34.25		0.20	3.68	0.59	3.53			
CF 11	15:	13.05	34.32		0.21	4.77	0.35	3.41	0.47	0.00	0.80
CF 12	15:05	13.00	34.41		0.15	4.10	0.32	3.03			1.00
CF 14	15:15	13.00	34.44		0.27	3.13	0.20	2.83	0.55	0.02	1.20
CF 16	15:25	12.60	34.34		0.28	2.92	0.37	3.34	0.64	0.26	2.00
CF 17	15:30	12.40	32.63		0.26	3.40	0.33	3.29			2.50

Tableau 5 (suite)

10/03/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	7.12	33.00								
CF 2	14:15	7.12	33.38		0.38	9.12	1.22	2.35	8.19	0.13	5.00
CF 4	14:25	7.11	33.44		0.49	13.30	1.26	2.67			4.00
CF 5	14:30	7.11	33.57						8.03	1.12	5.20
CF 6	14:35	7.42			0.33	8.78	0.95	2.14	7.30	0.68	
CF 7	14:40	7.48	33.98		0.31	9.86	0.92	2.17			3.10
CF 8	14:45	7.50	34.03		0.26	10.11	0.75	2.17	6.08	0.80	2.50
CF 9	14:50	7.81							3.23	0.71	
CF 10	14:55	7.85	34.75						2.89	0.39	1.80
CF 11	15:00	7.90	35.01		0.14	4.31	0.46	1.64			2.00
CF 12	15:05	8.00							1.82	0.23	
CF 13	15:10	8.10	35.27		0.07	3.23	0.36	1.64			2.00
CF 14	15:15	7.91	35.23		0.06	4.97	0.42	2.43	0.79		2.80
CF 15	15:20	7.90									3.40
CF 16	15:25	7.70	35.19								3.60

11/03/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	7.45	32.60		0.54	13.74	1.25	3.21	10.24	2.74	8.80
CF 2	14:10	7.60	33.31		0.48	13.70	1.20	3.04	6.64	2.33	3.80
CF 3	14:20	7.50	33.57		0.48	15.80	1.18	3.25	8.59	3.70	3.10
CF 4	14:25	7.50	33.76		0.41	13.16	1.03	2.80	5.59	1.00	4.40
CF 5	14:30	7.55	33.71		0.43	17.26	1.02	3.42	9.00	1.88	2.75
CF 6	14:35	7.60	33.92		0.37	8.92	0.96	1.92	3.87	1.32	2.20
CF 7	14:40	7.95	34.94		0.24	7.16	0.65	2.37	1.64		1.45
CF 8	14:45	8.20	34.94		0.21	7.21	0.62	2.38	1.64	0.99	1.70
CF 9	14:50	8.40	35.26		0.16	4.23	0.45	1.70	1.06	0.28	1.75
CF 10	14:55	8.35	35.19		0.14	6.49	0.42	1.99	1.06	0.74	1.85
CF 11	15:00	8.35	35.21		0.18	4.82	0.50	1.66	0.48	0.94	1.90
CF 12	15:05	8.15	35.22		0.13	5.99	0.41	3.04	0.76	1.16	2.15
CF 13	15:10	7.90	35.11		0.11	7.62	0.43	3.42	0.97	0.64	3.20
CF 14	15:15	7.65	35.06		0.13	7.21	0.46	3.13	0.87	1.04	4.30
CF 15	15:20	7.50	35.04		0.15	6.66	0.50	2.96	0.96	0.78	4.30

12/03/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	7.55	33.07						13.27	6.66	15.50
CF 2	14:15	7.30	32.99		0.49	15.16	1.51	6.27	8.96	1.35	5.50
CF 3	14:20	7.55	33.48		0.42	18.33	1.40	3.77	8.57	1.40	4.30
CF 4	14:25	7.55	33.41						9.93	2.35	5.60
CF 5	14:30	7.45	33.53						7.96	1.80	3.10
CF 6	14:35	8.00	34.72		0.22	10.44	0.87	4.95			
CF 7	14:35	8.28	35.08		0.25	4.60	0.63	2.25	0.78	1.38	1.10
CF 8	14:45	8.40	35.22		0.18	5.63	0.58	2.66	0.97	0.59	
CF 9	14:45	8.45	35.27						0.94	1.04	1.40
CF 10	14:55	8.45	35.27		0.11	4.01	0.39	2.17	1.10	0.62	1.50
CF 11	15:00	8.32	35.22		0.11	3.13	0.51	1.93	0.97	0.61	1.45
CF 12	15:05	8.15	35.16		0.07	5.04	0.56	2.63	0.91	0.49	1.40
CF 13	15:10	8.05	35.13		0.13	3.93	0.58	2.30	0.76	0.31	1.60
CF 14	15:15	7.85	35.03						0.21	0.65	2.35
CF 15	15:20	7.75	34.99		0.09	5.55	0.75	2.89			3.60
CF 16	15:25	7.65	34.97		0.09	6.35	0.58	3.71	0.88	0.44	4.20

Tableau 5 (suite)

13/03/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 4	14:25	7.10	33.22		0.44	10.41	1.25	2.29	7.68	2.65	4.70
CF 2	14:15	7.05	33.09		0.59	16.71	1.33	4.18	8.24	1.42	7.50
CF 3	14:20	7.10	33.50		0.44	12.34	1.25	4.83	7.40		5.10
CF 6	14:35	7.10	33.32		0.27	13.36	0.68	3.97			4.50
CF 7	14:40	7.05	33.47		0.43	10.04	1.12	6.10	5.96	1.24	4.00
CF 8	14:45	7.50	34.59		0.24	11.09	0.78	3.20	2.83	0.55	1.05
CF 9	14:50	7.80	34.70		0.22	11.09	0.60	3.24	2.66	0.63	2.00
CF 10	14:55	8.10	35.23		0.11	5.13	0.50	2.91	0.94	1.41	1.30
CF 11	15:00	7.90	35.22		0.09	6.80	0.46	2.83	0.87	0.63	1.60
CF 12	15:05	7.80	35.16		0.08	4.04	0.40	1.96	0.91	0.45	2.00
CF 13	15:10	7.60	35.07		0.11	6.49	0.51		1.04	0.77	4.00
CF 14	15:15	7.50	35.01		0.12	8.26	0.53	4.09	0.90	1.96	3.30
CF 15	15:20	7.40	34.99		0.14	6.19	0.56	3.28	1.35	4.58	4.50
CF 16	15:25	7.30	34.96		0.10	6.87	0.33	2.75	1.41	1.57	5.20

14/03/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 2	14:00	7.30	30.46		0.94	23.32	2.58	7.12	6.79	2.43	22.00
CF 3	14:04	7.20	33.41		0.31	16.82	0.92	4.22	6.35	7.08	13.00
CF 4	14:07	7.40	33.82		0.30	11.17	0.84	2.62	5.19	1.44	4.70
CF 5	14:13	7.45	34.01		0.21	11.17	0.84	2.91	4.07	1.52	4.30
CF 6	14:17	7.55	34.17		0.19	8.11	0.76	2.29	4.00	1.03	
CF 7	14:24	7.80	34.60		0.17	10.07	0.57	3.32	2.87	1.67	3.20
CF 8	14:28	7.90	34.77		0.16	6.19	0.52	2.09	1.79	0.67	3.30
CF 9	14:33	8.00	34.99		0.17	6.00	0.52	2.58	1.24	2.10	3.10
CF 10	14:37	8.10	34.96		0.18	4.45	0.54	1.84	1.39	0.45	2.65
CF 11	14:43	8.20	35.26		0.14	6.53	0.44	2.87	0.93	0.28	2.70
CF 12	14:50	8.00	35.23						1.04	0.43	1.70
CF 13	14:54	7.85	35.15								2.40
CF 14	14:58	7.80	35.13								2.70
CF 15	15:02	7.65	34.79		0.10	4.75	0.42	2.46			3.20
CF 16	15:08	7.55	35.02		0.13	7.32	0.46	3.72	35.02	0.91	

15/03/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 2	14:06	6.90	31.96		0.61	15.44	1.17	6.25	4.25	3.17	8.60
CF 3	14:11	7.00	33.71						5.83	3.86	6.80
CF 4	14:14	7.00	34.14		0.33	8.88	1.06	4.02			5.00
CF 5	14:21	7.10	34.52		0.34	7.53	0.97	3.60	4.56	2.27	3.80
CF 6	14:24	7.10	34.97						2.31	1.24	3.20
CF 7	14:30	7.30	35.04								3.10
CF 8	14:36	7.40	34.77								2.00
CF 9	14:42	7.70	35.01						0.91	0.65	2.20
CF 10	14:45	7.70	35.15		0.16	3.28	0.48	3.36			2.35
CF 11	14:52	7.50	35.10						0.81	0.82	1.90
CF 12	14:55	7.50	35.22		0.14	4.03	0.50	3.20			2.00
CF 13	15:00	7.50	35.01		0.19	4.17	0.40	3.31	0.91	0.50	2.20
CF 14	15:04	7.50	35.11		0.12	4.67	0.42	3.56	0.84	0.59	2.60
CF 15	15:10	7.20	35.01						0.91	0.61	3.00
CF 16	15:14	7.20			0.06	4.32	0.49	3.35			
CF 17	15:22	7.00			0.11	4.60	0.45	3.57	0.89	0.45	

Tableau 5 (suite)

16/03/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	6.90	33.58		0.46	8.75	0.99	2.85	9.63	3.72	23.00
CF 2	14:15	7.00	33.80		0.33	9.49	1.29	2.88			12.00
CF 3	14:20	7.20	34.05		0.26	13.29	0.69	4.61	5.61	2.19	8.50
CF 4	14:25	7.10	34.36		0.30	12.98	0.91	5.82			7.00
CF 5	14:30	7.80	34.74						1.92	1.64	7.00
CF 6	14:35	7.85	34.97		0.21	7.01	0.60	4.68	1.51	1.67	3.20
CF 7	14:40	7.80	35.11		0.17	8.09	0.59	4.81			3.80
CF 8	14:45	7.90	35.23		0.20	6.21	0.52	5.07	0.93	0.72	3.90
CF 9	14:50	7.90	35.24		0.15	5.89	0.55	4.27			3.90
CF 10	14:55	7.80	35.19		0.13	6.52	0.44	4.95	1.01	1.29	4.60
CF 11	15:00	7.70	35.12		0.14	6.10	0.41	4.69			4.50
CF 12	15:05	7.70	35.09		0.31	6.28	0.59	4.59			4.70
CF 13	15:10	7.50	35.11		0.11	4.64	0.43	3.90			4.90
CF 14	15:15	7.10	35.02								6.60
CF 15	15:20	7.30	35.05		0.13	5.79	0.50	4.09			6.40
CF 16	15:25	7.20	35.05		0.13	8.79	0.53	6.03			7.90
CF 17	15:30	7.10			0.16	7.22	0.62	5.34			11.00

17/03/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:15	7.15	33.39		0.40	22.72	1.13	4.07			26.00
CF 2	14:20	7.20	33.58		0.40	20.12	1.15	4.59	7.94		19.00
CF 3	14:25	7.30	33.94		0.37	13.14	1.33	3.07	5.24	2.35	4.60
CF 4	14:30	7.55	34.46		0.29	14.89	0.82	3.87	3.01	1.52	3.40
CF 5	14:35	7.75	34.81		0.25	7.90	0.83	2.59	2.34	2.10	4.60
CF 6	14:40	7.85	34.90		0.26	9.49	0.77	3.34	1.16	1.19	3.00
CF 7	14:45	7.45	35.19		0.18	7.75	0.65	3.47	0.92	0.70	2.70
CF 8	14:50	7.45	35.19		0.12	6.13	0.65	2.91	0.92	0.86	2.60
CF 9	14:55	7.95	35.26		0.15	7.21	0.66	3.11	0.82	0.58	2.30
CF 10	15:00	7.90	35.26						1.04	0.72	1.70
CF 11	15:05	7.80	35.16		0.15	4.95	0.56	2.31	1.06		2.40
CF 12	15:10	7.75	35.19		0.12	5.24	0.50	2.59	0.98	0.48	2.00
CF 13	15:15	7.50	35.16		0.10	8.00	0.55	3.96	1.11	0.58	2.90
CF 14	15:20	7.45	35.02		0.10	4.82	0.59	2.23	1.11	0.78	3.60
CF 15	15:25	7.30	35.04		0.11	5.84	0.58	3.23	1.06	2.10	4.80
CF 16	15:30	7.20			0.16	7.84	0.49	4.23	1.42	0.88	7.10

18/03/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:20	7.40	33.19		0.57	12.89	0.79	2.87	8.44	4.34	20.00
CF 2	14:25	7.30	33.40						7.20	2.27	3.20
CF 3	14:30	7.30	33.70		0.17	8.11	0.16	1.61	6.82	2.55	3.70
CF 4	14:40	7.70	34.31		0.25	6.02	0.66	1.81	3.36	1.67	2.90
CF 5	14:45	7.80	34.64		0.24	7.48	0.55	2.58	2.03	2.29	3.80
CF 6	14:50	8.00	34.79		0.24	5.89	0.30	2.22	1.36	0.96	2.80
CF 7	14:55	8.00	34.92		0.29	8.43	0.42	2.95	1.32	0.21	3.00
CF 8	15:05	8.10	35.23		0.14	4.72	0.24	1.98	1.05	0.58	2.40
CF 9	15:10	8.05	35.57		0.11	3.99	0.23	1.65	1.12	0.62	1.90
CF 10	15:15	7.80	35.12		0.14	4.97	0.26	2.51	1.07	0.96	2.90
CF 11	15:20	7.70	35.02		0.17	4.37	0.44	2.42	0.94	0.47	3.00
CF 12	15:25	7.60	34.79		0.21	7.79	0.38	3.96			3.30
CF 13	15:30	7.40	34.86						0.93	2.45	4.70
CF 14	15:35	7.30	34.85		0.18	9.60	0.35	2.02	1.80	1.08	6.00
CF 15	15:40	7.20	34.83		0.35	7.73	0.66	4.08	2.01	1.28	10.50
CF 16	15:45	7.10	34.86		0.32	10.04	0.33	2.74	1.97	1.34	16.00

Tableau 5 (suite)

21/03/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:15	6.60			0.54	17.77	0.02	4.34	7.50	3.43	7.20
CF 2	14:20	6.55			0.40	9.06	0.14	2.53	4.03		3.60
CF 3	14:25	6.40			0.40	14.91	0.48	3.76	4.15	6.56	6.70
CF 4	14:30	6.80			0.35	12.72	0.17	3.72	2.78	4.72	3.90
CF 5	14:35	6.85			0.33	9.45	0.27	2.88	2.38	1.23	3.50
CF 6	14:40	6.90			0.32	13.89	0.48	3.00	2.25	3.62	6.10
CF 7	14:45	6.95			0.29	12.39	0.67	4.29	1.62	1.70	5.70
CF 8	14:50	7.05			0.32	6.30	0.18	2.46	1.11	0.98	4.80
CF 9	14:55	7.75			0.29	8.07	0.18	3.67			2.70
CF 10	15:00	7.30			0.20	4.35	0.09	2.36	0.75	0.74	3.30
CF 11	15:05	7.20			0.12	6.72	0.27	3.50	0.85	0.75	2.60
CF 12	15:10	7.30			0.19	3.75	0.30	1.58	0.83	0.80	2.40
CF 13	15:15	7.20			0.19	6.90	0.26	3.34	0.86	0.53	2.50
CF 14	15:20	7.00			0.18	5.25	0.09	2.88	0.95	1.73	3.30
CF 15	15:25	6.70			0.17	7.53	0.19	4.12	1.22	0.94	5.50
CF 16	15:30	6.30			0.21	11.43	0.18	5.34	1.50	1.04	5.90

23/03/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	7.20	33.16						6.45	9.35	6.40
CF 2	14:15	6.80	33.66		0.44	10.02	0.20	2.20	5.73	0.83	3.00
CF 3	14:20	7.20	33.88		0.30	13.41	0.54	2.55	3.78	1.09	2.20
CF 4	14:25	7.10	33.93		0.37	15.84	0.91	3.01	5.09	6.26	3.20
CF 5	14:30	7.40	33.69		0.38	13.68	0.46	2.71	4.52	1.28	3.50
CF 6	14:35	7.20	34.09		0.36	12.54	0.34	2.84	3.59	0.83	3.50
CF 7	14:40	7.10	34.23		0.32	12.72	0.36	3.28	3.35	0.65	3.20
CF 8	14:45	7.50	34.47		0.27	1.80	0.52	2.28	1.81	0.75	2.50
CF 9	14:50	7.60	34.72		0.24	9.57	0.33	3.38	1.11	0.42	2.30
CF 10	14:55	7.60	34.87		0.25	11.58	0.19	1.71	1.12	0.47	2.30
CF 11	15:00	7.60	34.91		0.23	8.88	0.49	4.03	1.05	0.26	1.95
CF 12	15:05	7.80	35.04		0.20	5.01	0.26	2.65	1.07	0.16	1.65
CF 13	15:10	7.60	35.18		0.21	6.18	0.38	3.45	0.85	0.21	1.70
CF 14	15:15	7.50	35.15		0.14	5.91	0.25	3.42	1.01	0.57	2.30
CF 15	15:20	7.40	35.22		0.16	7.05	0.29	4.30	0.96	0.38	2.35
CF 16	15:25	7.20	34.99		0.18	7.53	0.31	4.62	1.03	0.66	4.00
CF 17	15:30	7.10	34.94		0.14	8.73	0.37	5.44			6.10

04/04/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:05	8.00	32.84		0.47	35.10	1.52	8.63	1.92	2.57	
CF 2	14:10	7.80	33.61		0.35	22.85	1.10	5.78	4.92	2.12	
CF 3	14:15	8.10	33.79		0.33	14.34	0.94	4.72	3.28	1.40	
CF 4	14:20	7.90	33.65		0.32	7.87	0.75	3.92	3.82	2.75	
CF 5	14:25	8.00	34.19		0.32	13.81	0.84	4.12	2.57	6.27	
CF 6	14:30	8.00	34.33		0.32	10.99	0.94	3.29	2.13	1.49	
CF 7	14:35	8.00	34.53		0.22	7.32	0.71	2.38			
CF 8	14:40	8.20	34.71		0.21	9.87	0.67	3.68	2.35	2.29	
CF 10	14:45	8.50	35.22						1.36	0.91	
CF 9	14:45	8.30	35.03		0.27	7.42	0.64	2.70			
CF 11	14:55	8.45	35.26		0.18	5.33	0.62	2.57	1.64	1.26	
CF 12	15:00	8.30	35.27		0.18	4.00	0.49	2.14	1.13	0.50	
CF 13	15:05	8.50	35.17						1.34		
CF 14	15:10	8.30	35.14		0.17	3.48	0.37	1.86			
CF 15	15:15	8.20	35.10						3.41		
CF 16	15:20	8.20	35.00						1.33	0.63	

Tableau 5 (suite)

16/04/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:45	9.40	33.59		0.91	18.48	0.23	2.70	9.87	3.62	5.00
CF 2	14:50	9.20	34.24		0.36	15.07	0.76	1.95	6.73	2.04	3.40
CF 3	14:55	9.20	34.56		0.35	15.13	0.52	1.64	5.05	2.07	2.40
CF 4	15:00	9.70	34.29		0.27	12.98	0.46	1.67			1.80
CF 5	15:05	9.30	34.61		0.58	9.17	0.18	1.63	3.59	0.92	2.20
CF 6	15:10	9.40	34.86						3.20	0.97	2.80
CF 7	15:15	9.40	35.19		1.05	7.81	0.16	2.15	2.30	1.23	4.50
CF 8	15:20	9.40	35.34						2.65	1.02	4.40
CF 9	15:25	9.60	35.40		0.26	5.36	0.24	1.36	2.86	1.04	
CF 10	15:30	9.40	35.27		0.18	7.15	0.34	2.18			3.20
CF 11	15:35	9.65	35.04		0.42	7.58	0.16	1.95	2.56	1.49	3.00
CF 12	15:40	9.10	35.16		0.57	10.59	0.26	2.82	2.53	1.34	2.90
CF 13	15:45	9.10	34.87		0.28	10.66	0.43	2.70	2.62	1.78	4.40
CF 14	15:50	9.10	34.88						1.90	1.19	7.20
CF 15	15:55	9.30	34.84		0.38	15.00	0.61	3.96	2.87	1.76	10.50
CF 16	16:00	9.35	34.78		0.28	15.07	0.64	3.89	1.39		12.50

25/04/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:09	9.92	33.64		0.25	12.09	0.20	3.39	5.28	1.93	
CF 2	14:14	9.45	34.13		0.18	4.47	0.14	1.72	8.01	2.10	
CF 3	14:19	9.35	34.17		0.28	6.71	0.10	1.11	5.28	1.53	
CF 4	14:24	9.40	34.53		0.35	4.58	0.06	0.64	5.25	1.64	
CF 5	14:29	9.40	34.36		0.23	8.49	0.08	0.60	3.10	1.28	
CF 6	14:34	9.30	34.54		0.27	4.72	0.13	0.80	2.78	1.26	
CF 7	14:39	9.32	34.56		0.17	3.08	0.16	0.83	2.76	1.16	
CF 8	14:44	9.38	34.60		0.07	3.67	0.09	0.82	3.75	1.27	
CF 9	14:49	9.40	34.58		0.09	3.88	0.05	0.92	3.15	2.77	
CF 10	14:54	9.10	34.77		0.11	3.35	0.07	0.95	3.22	1.06	
CF 11	14:59	9.00	34.75		0.18	7.34	0.21	1.62	1.79	0.43	
CF 12	15:04	9.00	34.76		0.15	11.67	1.29	2.09	2.10	0.72	
CF 13	15:09	8.90	34.75						1.55	0.40	
CF 14	15:14	8.80	34.74		0.30	8.98	0.29	1.62	1.57	0.67	
CF 15	15:19	8.82	34.72		0.35		0.22	1.82	1.62	0.70	
CF 16	15:24	8.95	34.61		0.22	10.41	0.37	1.93	2.30	0.79	

05/05/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 2	14:07	9.80	34.16		0.32	1.82	0.09	1.10	13.76	2.36	3.40
CF 3	14:12	9.80	34.38		0.46	4.61	0.14	1.90	7.18	4.87	4.95
CF 4	14:17	9.70	34.34		0.68	3.49	0.12	1.50	8.95	4.18	2.80
CF 5	14:22	9.53	34.31		0.29	4.61	0.09	1.46	8.08	3.38	2.75
CF 6	14:27	9.48	34.25		0.21	2.83	0.11	1.22	4.96	3.00	1.80
CF 7	14:32	9.40	34.45		0.22	2.17	0.13	0.79	6.60	2.48	1.60
CF 8	14:37	9.30	34.69		0.18	4.51	0.10	1.34	6.19	2.16	1.50
CF 9	14:42	9.30	34.70		0.27	4.54	0.20	1.23	6.20	2.03	
CF 10	14:47	9.35	34.83		0.31	4.51	0.22	2.05	3.62	1.71	2.20
CF 11	14:52	9.40	34.80						3.64	1.30	1.50
CF 12	14:57	9.30	34.79		0.27	7.13	0.12	0.88	4.91	1.76	2.30
CF 13	15:02	9.30	34.79		0.28	12.58	0.17	1.42			3.00
CF 14	15:07	9.35	34.71		0.22	9.29	0.23	0.91	3.94	1.69	4.20
CF 15	15:12	9.30	34.58		0.23	14.39	0.17	1.02			4.90
CF 16	15:16	9.55	34.47						4.47	2.14	7.70
CF 17	15:20	9.40	34.37						5.11		10.00

Tableau 5 (suite)

16/05/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:07	11.65	33.16								14.00
CF 2	14:12	11.35	33.75		0.61	7.90	0.31	3.29	10.20	1.73	6.00
CF 3	14:17	11.05	33.85		0.67	4.05	0.23	1.92			11.40
CF 4	14:22	11.08	33.96		0.64	5.76	0.29	2.44	9.73	1.50	5.00
CF 5	14:27	10.60	34.20		0.44	2.23	0.06	1.96	9.33	2.99	3.40
CF 6	14:32	10.50	34.31		0.21	1.72	0.94	2.54	6.97	2.51	3.80
CF 7	14:37	10.70	34.26		0.13	1.22	0.11	2.05	6.41	2.01	2.00
CF 8	14:42	10.50	34.54		0.19	2.33	0.08	2.22	3.66	0.94	1.75
CF 9	14:47	10.40	34.65		0.18	5.57	0.21	1.77	2.04	1.53	1.90
CF 10	14:52	10.40	34.59		0.21	8.36	0.32	1.26	4.65	1.30	2.75
CF 11	14:57	10.50	34.73		0.11	7.60	0.03	0.84	5.58	1.31	2.10
CF 12	15:02	10.60	34.75		0.19	2.74	0.05	1.05	12.56	1.84	4.00
CF 13	15:07	10.55	34.78		0.10	2.83	0.06	1.35	11.98	1.56	2.40
CF 14	15:12	10.45	34.70		0.10	1.87	0.06	1.31	15.41	2.10	3.00
CF 15	15:17	10.60	34.60		0.19	3.90	0.04	0.67	16.36	2.44	4.30
CF 16	15:22	10.70	34.50		0.32	9.73	0.09	0.77	13.65		6.00
CF 17	15:28	10.60	34.35		0.28	10.49	0.15	0.13	11.83	2.48	8.00

22/05/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:52	12.35	33.42		0.60	5.02	0.20	5.28			8.20
CF 2	14:58	11.80	33.98		0.26	2.02	0.11	6.43			5.90
CF 3	15:03	11.80	33.99		0.23	2.58	0.14	2.41	6.15	6.95	6.20
CF 4	15:09	11.80	33.99		0.21	1.57	0.16	2.29	9.59	2.56	5.60
CF 5	15:15	11.70	34.07		0.40	3.49	0.11	2.12	3.08	1.14	3.40
CF 6	15:20	11.04	34.20		0.19	1.22	0.06	2.17	2.46	1.04	2.80
CF 7	15:25	11.22	34.24		0.18	0.61	0.06	0.81	2.63	1.54	2.10
CF 8	15:32	11.20	34.37		0.13	3.65	0.06	0.84	1.44	0.80	2.20
CF 9	15:37	11.00	34.32		0.11	1.47	0.05	0.81	1.52	0.13	1.40
CF 10	15:43	10.90	34.58		0.10	2.28	0.04	0.05	3.93		1.60
CF 11	15:49	10.90			0.34	3.80	0.04	0.00	3.44	1.41	2.10
CF 12	15:53	11.10			0.21	7.09	0.35	0.72			2.40
CF 13	15:59	11.20	34.36		0.21	4.31	0.06	0.14	4.82	1.21	2.50
CF 14	16:00	11.20			0.16	3.34	0.11	0.27			2.80
CF 15	16:06	11.25			0.11	1.67	0.03	0.10	6.45	0.67	4.80
CF 16	16:10	11.00							5.43	0.92	4.60
CF 17	16:15	11.18							6.64	1.28	5.00

30/05/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	15:30	12.90	34.64		0.94	4.58	0.18	4.66	6.98	2.11	7.50
CF 2	15:35	12.80	34.10		0.38	3.34	0.17	4.28	4.74	4.07	7.00
CF 3	15:40	12.60	34.13						6.70	1.17	4.00
CF 4	15:45	12.40	34.27		0.58	4.53	0.10	2.88	5.64	1.53	6.60
CF 5	15:50	11.80	34.47						2.52	1.06	3.40
CF 6	15:55	11.70	34.47		0.19	0.72	0.02	1.14	1.67	3.25	1.60
CF 7	16:00	11.50	34.59		0.21	1.49	0.04	1.52	1.70	1.12	1.90
CF 8	16:05	11.50	34.67		0.10	3.65	0.05	1.35	1.13	1.21	1.50
CF 9	16:10	11.60	34.63		0.70	1.80	0.03	1.01	2.72	0.96	1.65
CF 10	16:15	11.60	34.62		0.08	0.80	0.03	0.80	3.00	1.51	1.40
CF 11	16:20	11.60	34.78		0.06	0.87	0.02	0.71	4.78	6.24	1.25
CF 12	16:26	11.55	34.62		0.12	0.61	0.05	0.37	11.17	4.20	2.60
CF 13	16:31	11.55	34.73		0.14	1.13	0.04	0.80	8.88	3.02	1.80
CF 14	16:35	11.50	34.74						6.33	0.83	1.75
CF 15	16:40	11.70	34.53		0.11	2.31	0.15	1.09	6.91	1.19	2.40
CF 16	16:45	11.70	34.59		0.10	1.29	0.03	0.80	5.57	1.93	2.15
CF 17	16:50	11.90	34.56		0.29	1.08	0.01	0.37	7.40	2.57	3.40

Tableau 5 (suite)

23/06/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:05	15.20	33.47		0.24	1.18	0.17	0.80	21.63	3.66	10.50
CF 2	14:10	15.15	33.52		0.27	1.02	0.10	0.41	11.12	3.14	5.20
CF 3	14:15	15.10	33.90		0.03	0.51	0.02	0.72	6.00	3.20	2.80
CF 4	14:20	14.95	34.05		0.09	0.67	0.03	0.76	3.67	0.45	1.60
CF 5	14:25	14.95	34.00		0.10	0.82	0.07	0.37	4.11	0.98	1.40
CF 6	14:30	14.95	34.09		0.06	0.20	0.05	0.21	3.06	1.02	1.70
CF 7	14:35	14.70	34.24		0.11	2.42	0.20	0.25	2.16	0.79	
CF 8	14:40	14.50	34.32								1.25
CF 9	14:45	13.60	35.13		0.11	0.92	0.05	0.59	0.83	0.11	0.95
CF 10	14:50	13.45	35.18		0.02	0.15	0.02	0.85	0.41	0.03	1.70
CF 11	14:55	13.30	35.08		0.03	1.80	0.03	1.09	0.94	0.22	1.30
CF 12	15:00	13.20	35.06						0.92	0.09	0.95
CF 13	15:05	13.20	34.95		0.07	0.51	0.01	0.97	1.08	0.22	1.05
CF 14	15:10	13.15	35.06		0.07	1.39	0.01	0.63	1.17	0.20	1.10
CF 15	15:15	13.05	35.14						1.02	0.00	1.00
CF 16	15:20	13.00	34.75		0.06	0.82	0.05	0.89	0.88	0.13	1.20
CF 17	15:25	13.00	34.94		0.08	1.18	0.01	1.35	1.42	0.50	1.20

03/07/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:21	16.30	33.70		0.16	1.08	0.17	1.20	4.36		16.00
CF 2	14:26	16.70	33.98		0.14	1.19	0.20	1.20			3.00
CF 3	14:31	16.20	34.05		0.10	0.97	0.12	0.53	0.64		3.50
CF 4	14:36	16.00	33.78		0.09	0.75	0.16	0.48	0.46		3.80
CF 5	14:41	15.95	34.11		0.08	0.54	0.10	0.89	0.60		3.50
CF 6	14:46	15.85	34.14		0.14	0.86	0.17	0.58	1.10		6.20
CF 7	14:51	15.40	34.49		0.10	0.65	0.10	0.48	0.40		2.50
CF 8	14:56	14.85	34.74		0.08	0.65	0.04	0.38			1.40
CF 9	15:01	15.20	34.91		0.07	0.43	0.05	0.07	0.52		1.50
CF 10	15:06	14.90	34.99		0.08	0.32	0.15	0.12	0.45		1.20
CF 11	15:11	14.60	35.03		0.08	0.32	0.03	0.07	0.60		1.20
CF 12	15:16	14.40	35.02								1.60
CF 13	15:21	14.20	34.98		0.12	2.05	0.03	0.89			1.80
CF 14	15:26	14.20	34.94		0.16	0.75	0.03	0.43			1.60
CF 15	15:31	14.50	34.91		0.16	0.75	0.03	0.43			1.80
CF 16	15:36	14.90	34.89		0.08	0.32	0.03	0.00	1.36		2.10
CF 17	15:41	14.45	34.90		0.06	0.38	0.03	0.53			2.80

10/07/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:11	15.10	33.66		0.24	1.96	0.85	2.11	3.60	2.73	7.80
CF 2	14:16	15.20	33.87		0.10	1.09	0.89	1.87	3.43	1.76	6.00
CF 3	14:21	15.10	33.92		0.04	0.58	1.11	1.17	3.38	1.22	3.30
CF 4	14:26	14.90	34.16		0.02	0.46	0.30	0.68	2.42	0.67	2.20
CF 5	14:31	14.85	34.25		0.11	0.52	0.51	0.70	1.38	1.30	3.40
CF 6	14:36	14.80	34.43		0.09	0.52	0.36	0.98	0.87	0.91	8.30
CF 7	14:41	14.70	34.46		0.06	0.80	0.39	1.13	0.66	1.82	2.00
CF 8	14:46	14.55	34.70		0.12	0.63	0.33	1.13	0.54	0.47	1.40
CF 9	14:51	14.35	34.71		0.05	0.58	0.12	0.14	0.53	0.48	1.00
CF 10	14:56	14.15	34.82		0.03	0.69	0.15	0.24	0.61	0.61	1.60
CF 11	15:01	14.10	34.87		0.06	0.52	0.14	0.00	0.55	0.14	0.90
CF 12	15:06	13.95	34.87		0.02	0.52	0.17	0.00	0.68	0.27	1.00
CF 13	15:11	13.95	34.86		0.01	0.34	0.11	0.00	0.85	0.41	0.84
CF 14	15:16	13.80	34.90		0.02	0.40	0.11	0.14	0.85	0.37	1.15
CF 15	15:21	13.85	34.94		0.02	0.34	0.08	0.39	1.00	0.49	1.00
CF 16	15:26	14.00	34.89		0.04	0.40	0.02	0.19	1.15	0.50	1.10
CF 17	15:31	13.80	34.93		0.04	0.40	0.02	0.19	1.41	0.50	1.50

Tableau 5 (suite)

21/07/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:10	16.05	31.66		0.45	5.30	0.77	3.26	6.99	2.81	8.00
CF 2	14:12	16.05	34.12						4.93	1.34	3.00
CF 3	14:20	15.00	33.79		0.13	0.54	0.43	0.53	3.98	1.47	2.50
CF 4	14:22	15.00	33.79								
CF 5	14:27	15.65	33.58		0.09	0.54	0.26	0.53	5.78	2.61	3.20
CF 6	14:31	15.50	33.92		0.11	0.27	0.37	0.00	3.05	1.92	3.20
CF 7	14:36	15.40	34.19		0.14	0.82	0.22	0.00	2.76	1.37	2.80
CF 8	14:41	15.20	34.17		0.15	0.43	0.28	0.02	1.97	1.05	1.60
CF 9	14:46	15.00	34.35		0.13	0.65	0.20	0.17	1.75	1.02	0.85
CF 10	14:51	15.00	34.46		0.13	0.81	0.19	0.33	1.27	0.52	0.95
CF 11	14:56	14.80	34.64		0.11	1.08	0.17	0.58	1.15	0.64	0.70
CF 12	15:01	14.70	34.70		0.08	0.27	0.52	0.00	1.05	0.44	0.65
CF 13	15:06	14.55	34.82		0.11	0.43	0.19	0.17	0.89	0.48	0.80
CF 14	15:11	14.65	34.76		0.18	0.92	0.19	0.79	1.15	0.84	0.90
CF 15	15:16	14.80	34.81		0.15	0.65	0.31	0.07	1.85	1.05	1.30
CF 16	15:21	14.00	34.74		0.14	0.32	0.15	0.58	1.75	0.86	1.15
CF 17	15:26	14.00	34.79		0.14	0.32	0.15	0.58	1.46	0.81	1.80

30/07/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:32	17.50	33.75		0.10	1.19	0.22	0.02	6.35	3.24	8.00
CF 2	14:37	17.30	34.08		0.08	0.32	0.17	0.00	4.19	0.67	2.50
CF 3	14:42	17.30	34.10		0.09	1.03	0.10	0.00			2.60
CF 4	14:47	17.20	34.16		0.08	0.00	0.17	0.00	2.67		2.80
CF 5	14:52	16.80	34.14		0.09	0.43	0.12	0.00	1.01	0.38	
CF 6	14:57	16.60	34.49		0.09	0.10	0.06	0.00	1.92	1.10	2.30
CF 7	15:02	16.60	34.63		0.09	0.59	0.07	0.00	1.15	0.62	2.00
CF 8	15:07	16.60	34.69		0.11	0.49	0.11	0.00			1.20
CF 9	15:12	16.20	34.86		0.08	0.21	0.06	0.00	0.95	0.53	1.10
CF 10	15:17	16.10	34.94		0.06	0.21	0.05	0.22	0.96	0.26	0.85
CF 11	15:22	15.85	35.14		0.08	0.21	0.06	0.22	0.73	0.32	0.75
CF 12	15:27	15.80	34.93		0.08	0.21	0.06	0.02	0.96	0.50	0.80
CF 13	15:32	15.85	34.99		0.09	0.87	0.06	0.64			0.90
CF 14	15:37	15.85	34.88		0.11	0.27	0.05	0.02	1.51	0.12	1.30
CF 15	15:42	16.20	35.02		0.08	0.43	0.07	0.02	1.62	0.44	2.10
CF 16	15:47	16.20	34.84		0.08	0.16	0.06	0.02			2.30
CF 17	15:52	16.40	34.77		0.19	0.92	0.19	1.36			6.60

11/08/80

Station	Heure	T C	S %.	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:25	18.65	32.70		0.84	8.20	1.71	6.30	3.52	0.72	3.60
CF 2	14:30	18.40	33.62		0.18	1.24	0.66	2.34	4.44	2.40	4.10
CF 3	14:35	18.20	33.70		0.13	0.36	0.70	0.48	3.98	2.38	4.00
CF 4	14:40	18.00	33.87		0.09	1.27	0.70	0.17	2.98	1.14	2.85
CF 5	14:45	17.60	34.11		0.10	0.00	0.66	0.00	2.56	1.76	2.50
CF 6	14:50	17.20	34.53		0.13	0.32	0.73	0.00	2.34	0.48	2.50
CF 7	14:55	16.90	34.64		0.13	0.21	0.62	0.43	1.84	1.14	2.00
CF 8	15:00	16.70	34.71		0.13	0.16	0.56	0.17	1.57	0.99	1.70
CF 9	15:05	16.80	34.67		0.15	0.16	0.94	0.53	1.46	0.54	1.65
CF 10	15:10	16.60	34.80		0.16	0.21	3.39	0.89	1.34	0.00	1.60
CF 11	15:15	16.60	34.83		0.14	0.05	0.92	0.79	1.16	0.00	1.35
CF 12	15:20	16.60	34.94		0.12	0.16	1.07	1.36	0.56	0.02	1.00
CF 13	15:25	16.70	34.94		0.11	0.21	0.56	0.48	1.00	0.20	1.65
CF 14	15:30	16.70	34.89		0.18	0.27	1.07	0.79	0.82	0.08	1.75
CF 15	15:35	16.70	34.80		0.16	0.32	1.79	0.58	1.06	0.10	2.70
CF 16	15:40	16.85	34.91		0.23	0.54	3.83	1.00	1.26	0.48	3.60
CF 17	15:45	16.90	34.95		0.19	0.32	3.10	0.53	1.83	0.45	3.45

Tableau 5 (suite)

02/09/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 2	14:08	18.30	33.61		0.14	0.75	0.35	0.17	3.84	1.51	3.60
CF 3	14:13	18.30	33.87		0.12	0.48	0.28	0.12	2.50	1.12	2.80
CF 4	14:18	18.50	33.89		0.19	0.81	0.45	0.30	2.68	0.91	3.40
CF 5	14:23	19.05	33.83		0.19	0.75	0.43	0.43	2.00	1.06	4.00
CF 6	14:28	18.75	34.02		0.14	0.64	0.26	0.17	1.50	0.80	3.40
CF 7	14:33	18.00	34.14		0.20	0.97	0.35	0.64	1.11	0.83	2.50
CF 9	14:43	18.60	34.34		0.15	0.70	0.27	0.02	0.66	0.00	1.20
CF 10	14:48	18.25	34.54		0.18	0.43	0.38	0.00	1.20	0.00	1.35
CF 11	14:53	17.65	34.85		0.13	0.43	0.24	0.00	1.27	0.00	1.40
CF 12	14:58	17.75	34.70		0.13	0.37	0.14	0.00	1.39	0.00	1.80
CF 13	15:03	17.55	34.96		0.08	0.27	0.06	0.00	2.41	0.41	1.60
CF 14	15:08	17.30	34.89		0.11	0.54	0.11	0.00	2.43	0.40	2.40
CF 15	15:13	17.90	34.81		0.12	0.54	0.11	0.12	2.21	0.15	2.90
CF 16	15:18	17.70	34.81		0.11	0.64	0.15	0.00	2.05	0.23	2.20
CF 17	15:23	18.15	34.83		0.21	1.56	0.15	0.48			2.50

16/09/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 2	14:00										
CF 1	14:00	17.35	33.20		0.12	2.27	0.13	2.70	2.67	4.77	21.50
CF 2	14:05	17.60	33.61		0.11	1.08	0.17	1.30	1.83	1.00	17.00
CF 3	14:10	17.70	33.62		0.12	1.30	0.11	0.95	1.61	0.76	6.50
CF 4	14:15	18.00	33.65		0.10	0.86	0.07	1.31	1.76	0.82	5.00
CF 5	14:20	17.60	33.68		0.21	1.40	0.12	1.62	1.54	0.90	5.60
CF 6	14:25	17.80	33.86		0.14	1.30	0.23	1.56	1.43	0.94	4.60
CF 7	14:30	17.20	34.15		0.10	0.81	0.23	0.95	1.49	0.57	3.80
CF 8	14:35	17.10	34.16		0.13	0.75	0.20	1.05	1.68	0.48	3.00
CF 9	14:40	17.60	34.40			0.54	0.14	0.69	0.94	0.38	2.25
CF 10	14:45	17.50	34.63		0.05	0.54	0.16	0.69	0.94	0.00	2.00
CF 11	14:50	16.80	34.71		0.04	0.48	0.01	0.43	1.11	0.31	2.20
CF 12	14:55	16.70	34.84		0.05	0.43	0.01	0.00	0.95	0.35	2.60
CF 13	15:00	16.90	34.88		0.04	0.32	0.01	0.00	1.23	0.20	3.00
CF 14	15:05	17.40	34.84		0.04	0.48	0.04	0.33	1.78	0.49	3.60
CF 15	15:10	17.10	34.84		0.07	0.54	0.22	0.28	2.00	0.47	3.20
CF 17	15:15	17.15	34.80		0.20	0.75	0.25	0.79	1.05	0.38	3.60
CF 16	15:15	17.05	34.88		0.13	0.59	0.15	0.28	1.77	0.85	4.00

02/10/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:05		33.56		0.38	3.56	0.20	4.53	3.35	1.80	14.00
CF 2	14:10		33.95		0.24	2.27	0.12	1.84	3.26	1.26	5.00
CF 3	14:15		34.09		0.18	1.18	0.22	3.78	2.49	1.35	4.00
CF 4	14:20		33.94		0.35	2.75	0.46	3.60	2.20	1.66	7.00
CF 5	14:25		34.01		0.32	2.43	0.41	2.97	1.81	1.36	5.50
CF 6	14:30		34.13		0.31	1.89	0.56	3.15	1.43	1.39	4.80
CF 7	14:35		34.26		0.26	1.46	0.33	1.22	0.92		2.40
CF 8	14:40		34.43		0.20	1.46	0.23	2.03	1.11	0.49	2.00
CF 9	14:45		34.55		0.13	1.35	0.15	0.90	1.12	0.76	1.90
CF 10	14:50		34.73		0.20	1.13	0.35	1.09	1.22	0.77	2.00
CF 11	14:50		34.72		0.15		0.19		1.18	0.62	2.00
CF 12	15:00		34.80		0.19		0.26		1.12	0.74	2.00
CF 13	15:05		34.73		0.22	2.86	0.38	0.90	1.26	0.86	3.00
CF 14	15:10		34.50		0.27	3.45	0.38	1.09	2.17	3.65	4.50
CF 15	15:15		34.63		0.25	5.02	0.41	1.03	3.60	2.67	
CF 16	15:20		34.67		0.36	4.10	0.38				9.50
CF 17	15:25		34.73		0.30		0.29		2.00	1.38	6.50

Tableau 5 (suite)

16/10/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:03	14.00	33.19		0.18	3.89	0.12	1.46	2.69	2.04	8.00
CF 2	14:08	14.30	33.48		0.14	1.13	0.39	0.34	2.19	0.88	3.90
CF 3	14:13	14.50	33.81		0.16	1.40	0.23	0.84	1.87	0.87	2.90
CF 4	14:18	14.30	33.63		0.20	1.94	0.13	0.96			5.50
CF 5	14:23	14.50	33.87		0.18	1.62	0.21	1.22	1.64	0.86	3.40
CF 6	14:28	14.60	33.96						1.49	1.12	3.60
CF 7	14:33	14.90	34.24		0.21	1.62	0.33	1.59	0.96	0.66	2.00
CF 8	14:38	15.00	34.55		0.21	1.51	0.14	1.28	1.07	0.67	2.70
CF 9	14:43	15.00	34.55		0.16	1.18	0.04	0.96			0.80
CF 10	14:48	15.00	34.75						0.92	0.61	1.30
CF 11	14:53	14.90	34.77		0.15	0.97	0.00		1.08	1.28	1.10
CF 12	14:58	14.90	34.84		0.15	1.02	0.06	0.90	0.93	0.67	1.70
CF 13	15:03	14.80	34.69		0.17	0.88	0.04	0.35	1.20	0.68	2.10
CF 14	15:08	14.80	34.86		0.16	0.66	0.21	0.00	1.20	0.78	1.40
CF 15	15:13	14.70	34.74		0.17	0.99	0.04	0.05	1.37	0.62	1.80
CF 16	15:18	14.65	34.73		0.21	0.99	0.05	0.75	1.10	0.87	2.50
CF 17	15:23	14.40			0.20	0.28	0.07	1.40	1.41	0.85	3.50

29/10/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	15:00	13.15	33.51		0.17	3.79	0.39	1.75	6.99	1.90	9.30
CF 2	15:05	13.00	33.54		0.20	2.49	0.31	1.75	7.23	1.59	5.00
CF 4	15:15	13.30	33.92		0.13	2.47	0.37	1.00	4.04	2.34	2.40
CF 5	15:20	13.45	34.01		0.11	1.38	0.28	0.35	16.51	1.64	1.70
CF 6	15:25	13.60	34.27						3.48	2.22	1.70
CF 7	15:30	13.75	34.44		0.13	1.98	0.21	1.50	1.89	0.58	2.10
CF 8	15:35	13.95	34.77						0.95	0.30	1.10
CF 9	15:40	14.00	34.79		0.21	3.85	0.67	2.50	1.04	0.56	1.30
CF 10	15:45	13.90	34.88		0.16	3.08	0.17	1.80			1.20
CF 11	15:50	13.80	34.89		0.28	4.23	0.17	3.00	0.65	0.41	1.20
CF 12	15:55	13.55	34.88		0.33	1.87	0.14	1.15	0.88	0.10	1.35
CF 13	16:00	13.80	34.75		0.17	1.37	0.17	1.20			1.40
CF 14	16:05	14.25	34.89		0.27	1.81	0.11	1.15	3.20	0.84	1.50
CF 15	16:10	14.10	34.85		0.25	1.87	0.08	1.10	16.40	2.55	2.70
CF 16	16:15	13.90	34.69		0.33	2.20	0.14	1.25	1.24	0.78	2.50

12/11/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:07	9.30	33.24								3.60
CF 2	14:12	10.00	33.52						1.71	1.03	4.00
CF 3	14:17	9.80	33.76						1.57	1.20	2.20
CF 4	14:22	9.90	33.57						0.37	1.43	2.80
CF 5	14:27	10.15	33.92						1.16	0.99	1.40
CF 6	14:32	10.30	33.84						1.11	0.69	1.80
CF 8	14:42	10.40	34.31								2.30
CF 9	14:47	11.00	34.79						0.92	0.38	2.80
CF 10	14:52	11.05	34.80								2.20
CF 11	14:57	10.40	34.79								
CF 12	15:02	10.80	34.78						0.85	0.32	2.00
CF 13	15:07	10.00	34.75								2.40
CF 14	15:12	9.90	34.69						0.82	0.69	3.40
CF 15	15:17	9.75	34.74								3.80
CF 16	15:22	9.80	34.74						0.92	0.51	4.60
CF 17	15:25	9.40	34.69						1.02	0.89	6.50

Tableau 5 (suite)

10/12/80

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:48	5.75	33.07								12.20
CF 2	14:53	6.20	33.49						9.38	6.39	11.20
CF 3	14:58	6.20	33.53						7.10	3.09	9.80
CF 4	15:03	6.80	33.66						5.53	3.46	8.20
CF 5	15:08	7.20	33.83						5.39	4.86	8.60
CF 6	15:13	8.00	34.12						1.77	2.37	5.80
CF 7	15:18	8.40							0.92	0.72	5.40
CF 8	15:23	8.60	34.67						0.92	0.51	5.20
CF 9	15:28	8.80	34.86						0.93	0.53	5.20
CF 10	15:33	8.90	34.97						1.22	1.02	5.40
CF 11	15:38	8.80	34.94						1.14	0.75	5.80
CF 12	15:43	8.35	34.88						0.94	0.64	6.20
CF 13	15:48	8.10	34.81						1.00	0.64	5.90
CF 14	15:53	6.80	34.81						1.26	0.79	6.80
CF 15	15:58	7.80							1.31	1.30	6.60
CF 16	16:03	7.80	34.81								7.40

06/01/81

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb
CF 1	14:09	6.35	33.81			10.22		1.72	7.24	4.96	32.00
CF 2	14:14	6.45	33.47			7.58		1.08	6.90	2.90	26.00
CF 3	14:19	6.60	33.73			7.14		0.88			10.00
CF 4	14:24	6.60	34.51			8.79		0.78	3.79	1.74	9.20
CF 5	14:29	6.90	34.27			6.37		0.63	1.54	1.76	5.40
CF 6	14:34	7.35	34.53			5.27		0.53	1.11	1.23	2.80
CF 7	14:39	7.55	34.68			5.05		0.53	0.69	0.60	2.80
CF 8	14:44	7.70	34.82			5.00		0.53	0.64	0.55	2.90
CF 9	14:49	7.80	34.87			8.24		1.67	0.58	0.44	3.10
CF 10	14:54	7.60	34.83			10.99		3.05	0.69	0.40	4.00
CF 11	14:59	7.70	34.88			9.23		2.16	0.77	0.67	4.00
CF 12	15:04	7.05				11.04		2.56	0.82	1.01	6.00
CF 13	15:09	7.10	34.71			8.24		1.96	0.83	0.72	5.90
CF 14	15:14	6.60	34.52			15.93		5.12	1.15	1.22	11.00
CF 15	15:19	6.70	34.59			12.85		3.59	1.07	0.95	10.50
CF 16	15:24	6.60	34.57			13.46		4.13	1.32	1.24	16.50
CF 17	15:29	6.50	34.30			13.63		4.04	1.34	1.30	17.00

Tableau 6 : Données de la campagne HYDROBIOS

N° Station	T°C	S°/‰	O2 ml	pH	NO3	NO2	PO4	SiO4	NH4	Turb	Chlor	Phaeo	%O2	date	heure
1	18.10	-	5.93	8.24	0	0.12	0.50	0.2	0.3	5.8	9.2	1.2	-	6/08	10h25
3	17.8	33.10	5.88	8.32	0.05	0.06	0.36	0.3	0.5	2.1	6.8	1.8	108	6/08	00h35
5	17.35	33.79	5.88	8.31	0.09	0	0.25	0	0	1.0	4.9	1.0	107	5/08	23h15
21	18.5	32.76	5.96	8.42	0.02	0.08	0.5	0.2	0.35	5.3	7.7	2.0	111	6/08	14h10
23	16.9	34.05	5.91	8.29	0.22	0.04	0.16	0.1	0.25	1.1	3.2	0.0	107	5/08	17h15
25	16.45	34.34	5.86	8.25	0.02	0.07	0.08	0.2	0.30	1.1	2.4	0.0	106	5/08	16h10
36	16.75			8.25											
37	16.5	34.00	5.55	8.24	0.21	0.05	0.16	0.4	0.20	2.0	2.6	0.6	100	31/07	00h20
39	16.15	34.24	-	8.22	0.10	0.02	0.25	0	0.25	1.0	2.2	0.0	-	31/07	02h00
50	16.9	33.98	5.66	8.23	0.12	0.03	0.25	0	0.45	1.2	4.0	1.1	103	5/08	04h10
51	16.6	34.13	5.44	8.23	0.07	0.03	0.19	0.1	0.35	1.4	3.2	0.0	98	5/08	05h20
53	15.75	34.58	5.58	8.19	0.20	0.03	0.08	0.6	0.3	0.7	1.9	0.0	99	31/07	11h40
54	16.9	33.93	5.45	8.21	0.2	0.03	0.48	0.5	0.55	1.7	4	0.8	99	3/08	23h55
55	16.9	33.98	5.66	8.23	0.12	0.03	0.25	0	0.45	1.2	4	1.1	103	5/08	03h10
57	16.85	33.98	5.41	8.22	0.13	0.05	0.22	0.6	0.50	1.7	3.0	0.1	98	5/08	23h15
58	16.55	34.20	5.51	8.22	0.05	0.06	0.19	0	0.05	1.7	2.8	0.0	99	4/08	22h40
60	17.3	33.82	5.35	8.20	0.30	0.66	0.30	0.6	0.55	2.0	5.0	1.1	98	3/08	22h35
61	16.55	34.27	5.28	8.18	0.44	0.13	0.41	2.1	1.45	1.5	3.7	0.2	95	4/08	21h15
64	17.05	33.89	5.21	8.17	0.44	0.14	0.44	0.4	0.75	2.3	3.5	0.2	95	4/08	15h10
66	16.9	34.10	5.26	8.19	0.28	0.07	0.41	0.7	0.65	1.6	2.9	0.2	95	4/08	16h30
67	16.65	34.17	5.37	8.19	0.52	0.08	0.29	0.8	0.70	2.0	2.5	0.2	97	4/08	17h10
68	16.30	34.30	5.37	8.19	0.60	0.05	0.36	0.5	0.70	1.2	2.4	0.0	96	4/08	18h00
69	17.3	33.89	5.32	8.10	0.84	0.23	0.46	0.70	1.45	2.6	4.1	0.1	97	2/08	19h10
70	17.0	33.98	5.32	8.16	0.52	0.12	0.35	0.70	0.90	2.4	3.4	0.4	97	2/08	18h10
72	17.7	33.75	5.49	8.12	1.6	0.42	0.78	1.0	4.95	2.9	6.9	0.8	101	2/08	17h50
73	17.0	34.01	5.62	8.17	0.46	0.11	0.36	0	0.44	1.5	4.4	0.6	102	2/08	18h20
75	17.7	33.81	5.77	8.15	0.78	0.41	0.70	0.4	3.45	2.3	8.0	0.0	106	2/08	16h25
76	17.0	34.00	6.03	8.18	0.19	0.08	0.27	0.0	0.60	1.3	4.5	0.2	110	2/08	16h00
78	17.5	33.82	5.71	8.15	0.67	0.33	0.68	0.6	3.05	5.0	8.4	1.6	105	2/08	12h30
80	17.45	33.84	5.82	8.15	0.82	0.30	0.73	0.9	2.55	2.1	7.8	0.0	107	2/08	13h15
81	17.00	34.10	5.86	8.19	0.26	0.10	0.30	0.0	0.46	1.6	4.7	1.5	107	2/08	14h00
82	16.55	34.17	5.74	8.2	0.10	0.05	0.11	0.3	0.30	1.7	5.1	1.1	104	2/08	14h50
83	17.45	33.81	5.71	8.12	0.52	0.27	0.50	0.1	4.4	2.4	7.9	2.2	105	2/08	11h45
86	17.35	33.75	5.47	8.09	1.2	0.42	0.68	0.4	4.2	3.8	7.6	0.0	100	2/08	8h10
87	17.35	33.93	5.57	8.12	0.61	0.16	0.23	0.2	0.9	1.7	5.0	1.0	102	2/08	8h45
89	17.3	33.82	5.78	8.14	0.5	0.28	0.50	0	2.55	2.6	8	0.4	106	2/08	7h40
90	17.0	34.01	6.21	8.19	0.24	0.06	0.039	0.1	0.12	1.1	6.3	0.3	113	1/08	19h00
93	16.85	34.01	6.47	8.23	0.12	0.04	0.23	0.1	0.30	1.0	5.4	0.6	117	1/08	19h35
94	16.85	34.20	-	8.26	0.05	0.06	0.35		0.25	1.1	5.6	2.4	118	1/08	18h10
95	16.9	34.22	6.50	8.24	0.09	0.03	0.11	0	0.25	1.0	4.4	0.6	118	1/08	17/30
96	17.25	33.87	6.12	8.19	0.23	0.19	0.41	0.4	0.95	3.1	9.2	1.8	112	1/08	9h45
97	17.15	34.00	6.39	8.25	0.06	0.06	0.37	0.0	0.35	2.1	6.7	0.2	117	1/08	13h00
99	17.15	33.89	6.2	8.2	0.13	0.06	0.37	0.1	0.11	2.7	6.4	0.0	113	1/08	10h20
100	17.15	34.01	6.29	8.24	0.09	0.08	0.11	0.8	0.35	1.7	6.7	1.1	115	1/08	11h15
101	17.2	34.01	6.5	8.29	0.05	0.05	0.08	0.2	0.25	1.1	4.4	0.4	119	1/08	15h20
102	16.8	34.22	6.26	8.28	0.06	0.04	0.18	0.4	0.25	1.0	4.5	1.2	114	1/08	16h12

Tableau 6 : Données de la campagne HYDROBIOS
concernant les stations fixes

N° Station	T°C	St.	O2ml	pH	NO3	NO2	PO4	SiO4	NH4	Turb	Chlo	Phaeo	MES	date	heure	
35/1	17.0	33.46	5.22	8.2	0.24	0.11	0.78	2.0	0.95	4.2	6.5	1.5	6.8	30/07	11H25	BOULOGNE
35/2	16.9	33.55	5.54	8.2	0.15	0.05	0.41	0.5	0.12	3.5	6.2	0.3	6.2		12H30	
35/3	16.9	33.53	5.63	8.22	0.37	0.15	0.54	0.9	0.55	3.6	6.01	1.4	6.9		13H45	
35/4	17.0	33.38	5.39	8.22	0.18	0.27	0.95	1.7	0.46	(8.2)	8.8	3.4	19.7		15H30	
35/5	17.3	33.22	5.7	8.26	0.09	0.20	0.66	1.1	0.55	6.0	-	-	15.4		16H30	
35/6	17.4	33.10	5.91	8.29	0	0.15	0.54	0.8	0.35	5.4	8.5	2.2	11.7		17H30	
35/7	17.55	33.15	5.84	8.28	0.07	0.08	0.50	0.7	0.45	4.3	-	-	8.4		18H45	
35/8	17.4	33.36	5.43	8.22	0.62	0.23	0.95	2.7	2.15	5.0	6.7	0.6	9.7		19H30	
35.9	17.3	33.24	5.82	8.27	0.11	0.07	0.44	0.7	0.45	3.0	-	-	5.4		20H40	
35/10	17.35	33.29	5.44	8.22	0.57	0.22	0.78	2.2	1.35	4.4	7.1	0.3	8.6		21H30	
35/11	17.45	33.38	5.43	8.24	0.18	0.14	0.63	1.5	0.23	6.2	-	-	12.6		22H35	
35/12	17.2	33.39	5.49	8.25	0.10	0.12	0.72	1.2	0.46	4.0	6.9	1.5	7.8		23H30	
49/1	17.1	33.89	5.46	8.23	0.07	0.05	0.57	0.7	0.55	3.2	4.0	0.4	5.2	4/08	00H40	GRIS NEZ
49/2	17.0	33.94	5.52	8.21	0.09	0.07	0.44	0.1	0.40	3.7	4.2	0.3	6.0		01H40	
49/3	17.0	33.96	5.44	8.22	0.11	0.05	0.42	0.4	0.35	3.6	-	-	5.9		02H35	
49/4	17.0	33.94	5.41	8.21	0.47	0.10	0.27	0.6	0.55	4.4	4.3	0.7	4.5		03H30	
49/5	17.15	33.86	-	8.23	0.14	0.06	0.41	0.8	0.65	2.3	-	-	4.7		04H30	
49/6	17.15	33.84	5.31	8.21	0.13	0.11	0.37	0.6	0.5	4.1	4.4	0.8	6.9		05H30	
49/7	17.05	33.86	5.44	8.22	0.14	0.08	0.45	1.2	0.21	4.1	-	-	6.5		06H30	
49/8	17.0	33.86	5.27	8.21	0.05	0.02	0.27	0.0	0.15	1.7	4.5	0.0	3.6		07H30	
49/9	17.2	33.77	5.68	8.26	0.01	0.04	0.27	0.2	0.25	2.3	-	-	3.8		08H30	
49/10	17.25	33.69	5.68	8.27	0.07	0.07	0.17	0.8	0.95	3.0	5.0	2.0	5.4		09H30	
49/11	17.4	33.6	5.57	8.26	0.06	0.04	0.38	0.2	0.45	2.9	-	-	5.8		10H30	
49/12	17.35	33.79	(4.94)	8.20	0.09	0.10	0.44	1.4	0.40	2.6	4.4	0.6	4.2		11H30	
49/13	17.2	33.79	5.59	8.25	0.02	0.11	0.46	0.5	0.35	2.1	4.1	0.7	3.2		12H30	
63/1	17.65	33.65	5.10	8.11	0.66	0.30	0.85	2.0	2.90	3.2	4.5	1.7	3.2	3/08	8H35	CALAIS
63/2	17.55	33.75	5.13	8.12	0.51	0.18	0.68	0.9	2.35	3.0	-	-	3.5		9H35	
63/3	17.5	33.77	5.16	8.15	0.49	0.21	0.60	1.4	0.21	2.7	3.9	1.2	3.3		10H30	
63/4	17.8	33.75	5.24	8.09	0.27	0.18	0.60	0.9	2.25	3.2	-	-	4.0		11H30	
63/5	17.8	33.75	5.24	8.09	2.0	0.31	0.85	0.5	4.20	5.2	6.4	0.6	7.6		12H30	
63/6	17.85	33.77	5.23	8.05	1.2	0.37	1.04	1.5	5.6	6.3	-	-	9.2		13H30	
63/7	17.6	33.75	5.26	8.12	0.61	0.21	0.70	0.9	3.05	3.6	4.6	0.0	-		14H30	
63/8	17.5	33.81	5.33	8.07	1.03	0.31	1.0	1.2	3.40	7.3	-	-	-		15H30	
63/9	17.5	33.82	5.22	8.07	1.11	0.36	0.8	0.9	3.75	4.3	6.0	0.5	-		16H30	
63/10	17.6	33.84	5.47	8.11	0.85	0.25	0.67	0.5	2.55	4.5	-	-	5.7		17H30	
63/11	17.45	33.82	5.23	8.15	0.43	0.20	0.54	0.9	1.5	4.3	3.9	1.4	8.5		18H30	
63/12	17.6	33.81	5.22	8.16	0.36	0.18	0.60	1.0	1.8	4.8	-	-	8.0		19H30	
63/13	17.5	33.82	5.29	8.49	0.15	0.12	0.60	1.2	0.46	4.0	4.0	0.4	7.5		20H30	
92/1	17.20	33.89	6.38	8.21	0.37	0.30	0.44	0	0.95	3.0	11.9	0.0	5.0	31/07	17H40	DUNKERQUE
92/2		33.87	6.41	8.20	0.44	0.30	0.65	0.1	1.15	4.1	-	-	8.1		18H30	
92/3	17.65	33.77	5.2	8.22	1.2	0.56	0.50	0.2	1.95	2.8	10.9	1.2	3.3		19H30	
92/4	17.4	33.81	6.57	8.21	0.46	0.37	0.50	0.1	1.05	2.2	-	-	2.6		20H30	
92/5	17.2	33.87	6.48	8.21	0.23	0.32	0.18	0.8	0.60	3.7	10.62	9	5.4		21H30	
92/6	17.25	33.87	6.36	8.21	0.41	0.30	0.50	0.3	0.95	5.7	-	-	10.2		22H30	
92/7	17.40	33.86	6.23	8.21	0.16	0.29	0.66	0.5	0.95	6.0	12.1	1.8	9.9		23H30	
92/8	17.3	33.89	6.20	8.22	0.16	0.21	0.80	0.4	0.70	4.6	-	-	7.3		00H30	
92/9	17.5	33.84	6.12	8.22	0.05	0.19	0.60	0.0	0.70	4.2	11.1	1.3	7.9		01H30	
92/10	17.45	33.87	6.18	8.23	0.02	0.14	0.44	0.1	0.40	2.1	-	-	3.5		02H30	
92/11	17.3	33.87	6.35	8.23	0.0	0.19	0.37	0.0	0.48	3.0	8.6	3.6	3.9		03H30	
92/12	17.2	33.86	(5.37)	8.22	0.21	0.23	0.68	0.3	0.90	3.0	-	-	5.3		04H30	
114/1	18.2	32.96	6.02	8.30	0.04	0.04	0.4	0.2	0.25	2.4	6.8	1.3	3.7	6/08	17H30	SOMME
114/2	18.15	33.08	6.25	8.31	0.01	0.07	0.44	0.0	0.65	1.5	-	-	-		18H30	
114/3	18.0	33.19	6.27	8.30	0.06	0.05	0.33	0.0	0.40	1.4	6.0	0.0	2.2		19H30	
114/4	17.8	33.32	6.10	8.30	0.10	0.04	0.41	0.5	0.0	2.4	-	-	-		20H40	
114/5	18.2	33.10	6.28	8.30	0.05	0.03	0.49	0.2	0.25	3.7	6.7	1.6	4.4		21H35	
114/6	17.7	33.41	6.00	8.27	0.15	0.01	0.38	0.0	0.0	1.3	-	-	-		22H35	
114/7	17.7	-	5.87	8.26	0.12	0.05	0.23	0.4	0.42	2.0	6.1	0.0	2.1		23H40	
114/8	18.0	33.15	5.81	8.27	0.09	0.06	0.62	0.1	0.16	3.0	-	-	-		00H25	
114/9	18.05	32.98	5.73	8.27	0.0	0.08	0.55	0.6	0.35	3.9	9.7	0.0	6.7		01H35	
114/10	18.00	32.26	5.86	8.28	0.04	0.10	0.69	2.9	0.11	6.3	-	-	-		02H35	
114/11	18.00	32.36	5.89	8.28	0.04	0.08	0.65	2.6	0.40	6.1	7.6	1.7	7.2		03H30	
114/12	18.2	32.48	5.61	8.29	0.04	0.05	0.44	0.6	0.18	5.9	-	-	-		04H35	
114/13	18.1	33.01	5.81	8.29	0.04	0.05	0.19	0.2	0.25	2.4	8.3	2.6	5.3		05H30	

Tableau 7 : Données de la station Nicolav
(moyennes sur la colonne d'eau)

Date	Heure	T° C	S°/‰	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₄	Chloro a	Turb	MES	Secchi
16.01.81	11 H	5,30	33,93					2,35			1,5
22.01.81	16 H	5,70	33,76					6,52			1,0
28.01.81	11 H	6,0	33,74					5,01			2,0
11.02.81	10 H 30	6,0	33,52					5,49	8,9		1,75
17.02.81	10 H 45	5,5	33,33					6,44	11,4		1,20
24.02.81	10 H 45	5,1	33,37					7,77			2
4.03.81	-	5,75	33,73					8,59	4,1		2,5
18.03.81	-	-	33,32					11,12	6,5		
27.03.81	10 H 45	7,75	33,14					8,3	2,8		2
2.04.81	11 H 15	8,0	33,87	0,39	5,63	0,66	3,60	7,52			1,75
9.04.81	10 H 45	7,4	33,03	0,17	6,45	0,78	0,13	7,54			3,50
15.04.81	11 H 30	8,2	33,70					4,26	2,0		5
22.04.81	10 H 45	7,8	33,77	0,28	9,0	0,67	1,23	7,18	5,7		1,5
30.04.81	10 H 15	7,90	33,40	0,17	1,78	0,47	0,4	21,95			2,4
8.05.81	7 H 45	8,55	33,20	0,05	0,0	0,37	-	12,53			2,5
15.05.81	9 H 45	9,90	33,54	0,05	-	0,40	1,22	9,56			2,5
20.05.81	17 H 30	10,60	33,53	0,07	0,0	0,42	3,88	8,84			2,5
27.05.81	10 H 45	-	33,53	0,18	0,6	0,25	2,0	6,2			3,5
3.06.81	11 H 45	13,0	33,83					7,91			5,5
12.06.81	-	13,8	33,22					15,44			
19.06.81	9 H 30	13,7	33,80					3,46			5,2
25.06.81	-	13,6	33,64					8,67	1,4	9,16	4,5
2.07.81	17 H 15	-	33,56					19,77		17,53	3,25
8.07.81	14 H 45	15,2	33,79					8,52		13,67	
17.07.81	10 H 0	15,9	33,47					7,68		15,17	2,25
27.07.81	10 H 30	16,2	33,5					6,68	3,40		4,5
2.08.81	15 H 15	-	33,74					3,65		7,82	3,75
13.08.81	15 H 45	-	33,86					4,32		3,91	4,5
31.08.81	17 H 15	-	33,58					11,7	7,5	22,5	2
7.09.81	11 H 15	17,9	33,74					11,24			3,5
14.09.81	15 H 45	-	33,67					5,98	2,3	18,08	-
22.09.81	10 H 45	17,4	33,57					5,59	2,6	16,3	3
29.09.81	10 H 30	16,75	33,5	0,06	0,08	0,53	0,01	14,18	4,2	12,19	2
12.09.81	11 H 00	14,0	33,63	0,29	4,94	0,79	4,72	3,56	5,9	13,02	2
3.11.81	10 H 15	11,2	32,88	0,50	-	1,96	8,6	2,5	6,65	17,72	1,75
10.11.81	11 H 45	-	33,63	0,54	6,85	0,75	6,0	2,11	7,3	19,96	1,5
19.11.81	9 H 15	10,5	32,93	0,19	4,38	0,82	3,26	4,00	-	17,47	1
3.12.81	11 H 15	8,9	33,53	0,32	7,36	0,80	4,38	2,79			2,5
17.12.81	10 H 15	6,8	33,19	0,47	12,71	1,42	7,58	3,72	4,3	5,31	1,5
7.01.82	10 H 45	7,1	33,6	0,43	11,67	1,66	6,93	0,95	7,3	17,14	2
19.01.82	11 H 15	-	33,01					1,28	10,1		
1.02.82	15 H 15	5,6	32,91	0,47	19,16	1,45	9,8	2,78			1,5
12.02.82	11 H	5,7	-	-	-	-	-	3,54		35,5	1,5
8.03.82	-	-	33,16	0,24	5,81	0,66	0,20	5,47	4,0		2,5
19.03.82	9 H 45	-	32,9	0,18	10,58	0,28	3,12	4,81	7,7	8,15	1
23.03.82	14 H 30	6,42	33,29	0,19	11,28	0,46	1,28	5,68	8,3	17,07	2
2.04.82	9 H 30	-	33,26	0,22	8,98	0,37	-	6,77	9,1	10,45	2,75
19.04.82	13 H 15	9	33,84	0,26	4,46	1,83	0,9	15,05	3,0	9,36	3
29.04.82	8 H 15	9,8	33,66	0,16	3,41	1,08	1,66	15,86	6,0	27,2	1,5
5.05.82	15 H 15	9,80	33,5	0,06	3,86	0,98	1,88	8,61	8,60	3,9	2
17.05.82	11 H	11,9	33,52	0,1	4,0	1,0	4,63	5,88	-	27,56	2
2.06.82	14 H	13,7	33,72	0,15	2,5	2,5	1,14	1,70	3,2	22,3	4
15.06.82	-	15,1	33,87	0,09	0,1	0,4	-	2,27	-	3,97	7
2.07.82	14 H 30	16,3	33,60	0,04	-	-	-	2,95	0,8	5,26	5

Tableau 8 : Ensemble des données de l'estuaire de l'Aa

11/02/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AA 1	15:50	7.90	0.40	179.60	15.01	421.00		149.00	5.37	0.03		9.70		7.60	5.41	65.00
AA 3	15:00	7.60	6.78	169.37	6.30	206.00	2.10	129.00	5.18	2.08		18.90		7.70	4.85	60.00
AA 5	14:30	7.70		151.40	3.30	234.00		128.00	5.35	2.26		22.89		7.70	5.20	

05/03/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AA 3	16:10	8.10	0.40	392.70	14.35	381.00	3.30	60.00	22.69	17.94	11.00	25.63			7.01	85.00
AA 5	15:45	7.80	0.81	385.85	14.17	340.00		143.00	22.92	12.48	15.00	34.03			6.97	84.00
AA 1	14:45		0.32	151.71	16.35	363.00		131.00	18.41	31.26	4.50	6.56			6.53	
AA 1	11:30		0.45	353.60	12.94	334.00		77.00	15.73	2.91	5.50	17.43			5.92	
AA 2	11:00		0.53	460.81							6.00	21.47			6.12	
AA 3	10:00	7.50	1.33	506.48	14.54	336.00	1.90	126.00			8.00				6.21	75.00
AA 4	09:30		1.04	420.72	14.46	345.00		140.00	22.54	6.96	7.50	13.28			6.27	
AA 5	09:00	7.20	1.93	443.51	12.60	300.00	4.80	127.00	22.83	12.16	7.50	15.66			6.53	78.00
AA 6	08:15	7.10	29.76	190.75	0.68	35.70		10.60	13.16	10.20	17.50	68.69			7.13	100.00

07/04/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AA 1	13:30	12.00	0.40	94.60	10.66	418.00	9.10	78.00	51.78	11.15	7.50	16.63		7.85	6.10	81.00
AA 3	12:00	11.80	1.15	131.60	9.33	348.00	9.10	115.00			13.00	28.52		7.90	6.66	88.00
AA 5	11:20	10.50	30.70	15.96	0.83	28.40		5.90	53.05	45.01	56.00	135.98		8.05	7.13	111.00

07/05/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AA 3	14:25	11.60	4.05	49.00					58.61	58.54	8.00			8.55	2.12	28.00
AA 4	14:05	11.70	2.49	53.20					142.26		8.50			8.65	3.63	48.00
AA 5	13:50	11.80	3.26	44.80					111.41	33.53	10.00			8.70	4.21	57.00
AA 6	13:30	11.90	32.81	1.17					39.22	13.39	17.00			8.70	1.97	31.00
AA 2	12:50	11.60	0.71	58.40					178.07		9.40			8.10	4.12	54.00
AA 1	12:32	11.70	0.51	67.40					77.26	71.73	7.00			8.10	2.27	30.00

Tableau 8 (suite)

20/07/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AA 1	14:15	21.50	0.53	41.35	23.33	437.00	0.22	69.00	146.28	34.16	7.60	22.54		8.62	6.32	102.00
AA 3	13:00	21.00	4.97	41.15			0.09	50.00	70.41	71.32	8.00	22.54		8.60	8.37	132.00
AA 5	12:35	21.00	33.86	4.09	0.30	11.00		4.00	11.43	10.46	6.80	41.29		8.58	5.06	99.00

06/08/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AA 1	15:45	22.00	0.58	101.00	66.33	575.00		57.00	119.84			13.05			6.56	107.00
AA 2	15:20	21.70	1.07	95.50	67.33	587.00	0.28	41.00	91.50	53.06		23.12			5.17	84.00
AA 3	14:40	21.70	3.13	112.00	23.17	223.00	0.26	44.00	61.82	42.44		18.22			5.00	82.00
AA 4	14:25	21.50	2.28	105.00	63.67	584.00	0.22	37.00	62.07	24.16		18.36			6.42	105.00
AA 5	14:10	21.60	7.05	100.00	50.33	412.00	0.29	52.00	32.35	42.54		19.09			6.25	105.00
AA 6	14:00	20.90	32.80	11.60	0.44	76.00		8.00	6.28	8.70	8.70	38.85			4.40	85.00

14/09/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AA 1	10:45		0.41		15.83	390.00	1.80	91.00	9.04	60.08	7.50	28.90		8.91	6.74	
AA 3	10:05	18.00	8.72		8.42	215.00	4.60	71.00	69.32	228.00	8.00	25.15		8.69	5.34	5.34
AA 5	09:45	18.20	33.98		5.30	4.50		59.00	43.12	108.28	14.50	44.86		8.89	4.56	84.00

11/10/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AA 1	08:55	12.50	0.42	111.43	1.75	741.00	5.10	145.00	18.96	24.92	5.50	22.39		7.55	1.83	22.00
AA 2	08:35	12.50	0.62	95.23	1.92	450.00	2.90	97.00	13.82	17.97	5.50	19.46		7.30	2.14	29.00
AA 3	07:55	12.80	0.61	77.97	1.42	313.00	6.90	144.00	21.37	27.49	7.00	15.72		7.60	3.49	47.00
AA 4	07:45	12.50	2.62	86.64	2.37	649.00	4.60	156.00	19.65	27.99	6.50	24.83		7.50	3.76	51.00
AA 5	07:30	12.50	4.75	47.50	1.92	393.00		93.00			7.50	26.36		7.70	3.77	52.00
AA 6	07:15	12.50	16.51	38.38	2.08	343.00	7.80	95.00	12.69	17.46	10.50	22.73		7.90	4.42	65.00

15/11/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AA 1	15:00	9.80	0.55	232.00	8.39	323.00	7.70	164.00	8.73		5.80	14.32		7.90	4.80	60.00
AA 3	14:05	9.40	5.33	258.00	4.20	183.00	7.60	124.00	10.93	1.04	10.00	23.59		8.00	5.51	71.00

Tableau 9 : Ensemble des données de l'estuaire de la Canche

04/02/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
CA 1	12:00		0.23		1.68	264.00	0.30	29.40				8.07		7.90		
CA 2	11:45		0.23									25.41				
CA 3	11:30	7.10	0.37	1.63	1.46	260.00		1.98	0.98	1.26		37.52			6.31	75.00
CA 4	11:20	0.70	0.37	1.57					0.90	1.61		29.98			6.34	75.00
CA 5	11:00	6.80	0.51	1.29					5.69	6.71		242.76			6.37	75.00
CA 6	10:15	5.00	22.50	4.01					6.62	2.40		101.68			6.94	90.00

26/03/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
CA 2	15:30		0.23	5.10					6.27			47.03		7.85	6.57	
CA 4	14:10		21.26	4.42	0.91	62.00	0.60	42.00	4.13	1.59		32.25		7.90	6.86	
CA 6	12:45	7.80	30.85	0.85	0.38	25.92	22.10	11.20	7.79	1.01		51.45		8.00		

22/04/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
CA 2	14:	12.30	0.34	3.53					14.91		14.00	72.11		8.00	6.78	90.00
CA 4	12:43	10.60	30.56	0.70					22.36	18.62	7.00	31.63		8.40	6.93	108.00
CA 6	11:20	9.60	33.17	0.55					24.55	4.77	10.00	30.30		8.40	9.54	147.00

18/05/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
CA 1	11:30	14.20	0.25	8.36					7.07	5.08	8.00	41.93			2.47	34.00
CA 2	11:10	13.85	0.25	7.10					8.48	13.18	9.60	52.35			2.79	39.00
CA 3	09:45	14.10	0.26	7.82					6.99	3.21		18.63			0.39	5.00
CA 4	09:30	13.60	0.63	12.16					6.60	4.05		12.27			0.73	10.00
CA 5	09:15	13.10	5.33	13.64					4.82	5.50	5.00	17.34			3.34	47.00
CA 6	09:00	12.70	12.61	7.48	2.82	150.00	1.30	66.90	6.48	3.04	4.60	61.84			2.97	43.00
CA 7	08:35	12.70	28.12		0.60	42.30		10.10	15.92	4.24	5.50	100.44			3.80	61.00

08/07/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
CA 2	16:30	16.70	0.47	0.83	2.79	248.00	0.10	90.80	5.05	4.45	5.00				6.50	118.00
CA 4	15:15	19.90	28.45	0.18	0.56	15.10		7.10	61.91	12.18	16.50	13.21		8.50	9.30	172.00
CA 7	13:20	17.80	32.55		0.04	0.10	0.20	0.90	40.62	13.00	21.00	52.70		8.39	6.87	125.00

Tableau 9
(suite)

16/08/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	N02	N03	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
CA 1	12:30		0.33	7.20	3.46	220.00	1.10	21.00	6.07	2.85	6.50	40.61		8.13	5.87	
CA 2	12:00	15.20	0.33		3.43	252.00	0.50	26.50	7.72	9.33	5.00	24.26		7.99	5.84	83.00
CA 3	11:05	15.80	6.53		3.51	206.00	1.40	67.70	5.48	5.41	7.00	22.25		8.03	7.18	107.00
CA 4	10:45	17.60	25.58	2.41	0.08	54.00	0.29	18.86	62.42	48.54	15.50	68.35		8.09	7.06	122.00
CA 5	10:25	18.40	30.49	2.24	0.31	8.60		5.80	35.25	14.88	10.00	49.99		8.53	5.64	103.00
CA 6	10:00	18.60	31.09	5.03	0.22	4.40	0.34	3.90	36.83		9.50	52.10		8.52	5.75	106.00
CA 7	09:40	18.20	31.83	4.15	0.67	1.20		0.50	75.07	44.30	23.00	76.92		6.07	6.07	111.00

30/09/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	N02	N03	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
CA 2	10:51	13.00	0.29	6.15	2.17	203.00	0.50	52.40			5.50	12.26		8.27	5.75	78.00
CA 4	10:	15.30	22.35	13.52	1.09	64.00	0.46	36.90			26.00			8.33	6.21	101.00
CA 6	09:35	16.60	32.24	54.33	0.29	8.10	0.41	5.90			22.50			8.33	5.33	94.00

12/10/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	N02	N03	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
CA 2	07:25	11.50	0.27	10.14	3.65	227.00		14.95	3.18	2.43	13.00			7.75	5.71	75.00
CA 4	08:10	11.50	0.95	17.80	3.78	188.00		174.70	2.47	3.80	11.50	21.19		7.90	5.64	74.00
CA 6	08:25	11.70	12.76	26.53	1.74	66.00	3.00	76.80	11.57	0.48	12.00	30.26		8.20	6.94	98.00

05/11/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	N02	N03	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
CA 2	15:15	11.00	1.18	21.00		227.00	0.50	127.20	2.06	2.37	8.00	20.50		7.65	6.21	81.00
CA 4	14:40	12.50	30.72	5.98	0.86	14.40	1.00	9.60	10.36	10.34	12.50	50.43		8.40	4.43	96.00
CA 6	14:10	12.70	31.47	4.83	0.74	14.10	0.84	8.60	7.12	9.04	11.00	48.21		8.40	5.68	93.00

02/12/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	N02	N03	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
CA 1	14:45	6.90	0.32	10.62	2.10	230.00	0.60	34.80			10.00	61.47		7.70	6.75	79.00
CA 2	14:30	7.00	0.50	10.54	2.98	280.00	0.98	47.30	2.47		14.00	44.14		7.70	6.65	78.00
CA 3	13:15	7.30	26.78	8.43	1.30	51.00	1.73	28.60			10.00	35.37		7.80	6.34	89.00
CA 4	13:00	8.20	31.14	6.15	1.01	26.00	1.40	16.80	2.42	0.93	8.50	36.58		7.90	6.23	92.00
CA 5	12:40	8.90	32.39	4.20	0.93	16.00	1.24	11.40	2.54	0.53	9.00	35.01		7.95	6.03	91.00
CA 6	12:20	9.10	32.52	3.16	0.88	14.50	1.51	10.10	3.04	0.92	12.50	40.90		7.95	6.00	91.00

Tableau 10 : Ensemble des données de l'estuaire de l'Authie

21/02/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AU 1	12:15	6.90	0.49	4.76	0.83	18.20	0.30	3.40	2.87	2.16	11.00	45.75		7.95	7.80	92.00
AU 3	11:10		0.29	10.67	1.08	17.00		3.70	2.83	1.80	9.00	30.94		7.95	7.73	
AU 6	10:40	4.90	25.73	4.48	0.81	63.30	0.46	33.50	17.52	7.19	19.00	50.60		7.90	7.84	104.00

25/03/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AU 1	14:45	10.40	0.21	2.31	1.10	261.00	0.70	51.20	3.49	1.23		15.04		7.75	7.37	95.00
AU 2	13:30	10.10	0.61	8.25	2.04	252.00	0.50	65.80	5.47	2.42		43.21		7.80	7.13	91.00
AU 3	12:55	9.30	8.10	13.70	1.94	183.00	2.10	82.90	3.53	1.67		33.19		7.90	7.13	94.00
AU 4	12:40	8.90	27.84	1.64	0.66	58.20	0.50	26.20	4.91	1.23	38.14	38.14		8.05	7.18	106.00
AU 5	12:25	8.30	30.50		0.34	28.70		10.70	4.77	0.74		40.83		8.10	7.29	108.00
AU 6	12:05	7.80	31.82	2.07	0.31	24.80		7.00	8.88			53.57		8.10	7.13	105.00
AU 7	11:45	7.50	31.72	1.95	0.28	23.10	0.60	6.70				59.65		8.10	7.01	103.00

23/04/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AU 1	14:15	12.10	0.34	4.48							5.00	21.69		7.95	7.18	96.00
AU 3	13:15		27.54	2.33					20.58	3.85	9.00	55.68		8.20	8.40	
AU 6	12:35	10.20	32.57	1.35					56.50		17.00	72.11		8.35	8.39	131.00

21/05/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	Si03	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AU 1	12:50	13.20	0.27	5.68					6.07	1.39	6.00	17.09				
AU 3	11:45	13.50	4.62	18.40					5.52	4.05	7.00	20.34		8.00	1.96	28.00
AU 6	11:30	13.40	28.40	0.94					23.05	1.15	7.00	118.45		8.40	3.18	52.00

07/07/82

Tableau 10
(suite)

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AU 1	15:10	15.50	0.33	3.01	1.07	220.00	0.50	125.20	61.79	7.59	3.00	16.60		8.20	6.73	96.00
AU 2	14:30	15.30	0.69	8.40	1.17	214.00	0.30	117.20	165.56	37.52	14.50	32.61		8.30	6.71	96.00
AU 3	14:10	17.00	8.02		1.68	160.00	0.50	90.90	131.67	19.94	16.00	41.68		8.50	9.03	140.00
AU 4	13:55	17.80	22.28		0.96	56.14		25.00	75.90	17.00	17.00	68.58		8.50	9.16	157.00
AU 5	13:35	17.80	26.76						40.06	8.99	18.00	53.98		8.50	7.42	131.00
AU 6	13:10	17.40	32.37						47.75	9.48	28.00	56.40		8.40	6.31	114.00
AU 7	12:55	17.40	31.77									72.57		8.50	5.18	94.00

17/08/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AU 1	12:00	14.70	0.30	7.18	1.46	239.00	0.50	35.90	21.32	8.35	3.50	72.57		8.50	6.14	86.00
AU 3	11:05		2.52	37.60	1.13	101.00	1.10	62.80	50.87	13.14	23.00	69.61		8.40	6.60	
AU 5	10:45		30.93		0.19	4.90	0.20	4.60			27.00			8.50	5.73	

13/10/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AU 1	10:15	11.70	0.26	14.94	2.35	159.00	2.10	91.00	2.75	3.22	8.50	24.34		7.80	5.51	72.00
AU 2	09:30	11.50	0.27	14.34	2.12	156.00	2.00	75.90	2.58	3.14	14.50	27.45		7.90	5.41	71.00
AU 3	09:10	11.60	0.79	34.49	2.86	134.00	3.40	82.30	3.67	3.02	16.00	33.63		8.10	6.01	79.00
AU 4	08:40	12.10	6.94	30.78	1.70	163.00	4.00	77.70	3.14	9.71	17.00	30.92		8.20	5.38	88.00
AU 5	08:30	13.10	27.67	16.81	0.66	20.00	1.47	24.90	8.76	13.37	22.00	75.09		8.40	5.81	93.00
AU 6	08:15	13.50	31.28	14.25	0.37	7.50	0.83	8.20	11.89	9.54	24.00	82.60		8.40	5.78	96.00
AU 7	08:00	13.50	31.31	24.53	0.42	8.10	0.60	8.70	9.73		23.00	68.05		8.40	5.85	97.00

17/11/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AU 1	13:45	8.90	0.33	7.82	2.76	193.30	2.00	191.30	2.83	1.32	25.00	59.14		7.90	6.42	79.00
AU 3	12:45	9.20	22.36	7.60	0.86	44.00	2.56	48.00	6.96	1.71	29.00	56.23		8.20	6.75	96.00
AU 5	12:25	9.90	30.22	5.59	0.60	24.10	1.40	22.60	10.26	1.79	44.00	114.21		8.20	6.49	99.00

06/12/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	P04	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
AU 1	16:35	7.90	0.32	13.30	1.50	193.60	1.29	176.10	2.84	1.55	9.00	46.60		7.80	6.91	83.00
AU 2	16:00	7.90	1.82	22.40	2.64	213.00	1.84	206.50	3.31	1.48	22.00	59.03		7.80	6.67	81.00
AU 3	15:49	8.00	12.24	24.30	1.39	104.30	3.45	110.90	3.25		17.50	41.32		7.50	6.54	85.00
AU 4	15:28	8.20	19.82	15.20	1.03	66.30	2.27	41.20	4.37	1.44	16.50	41.62		7.90	6.42	88.00
AU 5	15:28	8.30	31.52	3.93	0.90	30.50	1.67	19.20	7.85	2.03	27.00	74.72		7.90	6.15	91.00
AU 6	15:19	8.60	31.27	3.85	0.66	21.10	1.44	14.20	8.10	3.08	18.50	99.21		7.80	6.39	95.00
												56.65		7.90	6.33	94.00

Tableau II : Ensemble des données de l'estuaire de la Somme

22/02/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	N02	N03	P04	S103	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
S0 2	12:05	3.90	16.36	18.30	0.76	60.20	1.16	33.00	7.03	1.12	10.00	24.73		7.80	7.76	94.00
S0 7	11:40	5.40	0.41	31.93	1.94	273.60	0.39	127.00	10.76	2.35	5.00	13.22		8.00	7.96	90.00
S0 4	11:00	4.90	31.20	4.48	0.35	21.35	0.48	7.60	15.40	5.66	17.00	50.22		7.90	7.62	105.00

27/03/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	N02	N03	P04	S103	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
S0 2	14:05		28.11	5.40	0.27	56.00	0.50	17.30	8.81			44.67		8.10	7.08	
S0 4	13:00		30.99	1.30	0.41	24.30	1.80	5.10	10.58	12.44		84.55		8.10	7.54	
S0 6	12:10		1.34	17.88	3.91	261.00	2.50	60.90	37.11	48.41		37.99		8.10	8.86	

21/04/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	N02	N03	P04	S103	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
S0 2	13:00	10.30	25.91	1.55					4.38	18.10	17.00	83.92		8.30	8.31	125.00
S0 6	12:35	10.90	10.75	6.56					41.55	7.23	12.00	57.94		8.30	7.62	105.00
S0 7	11:45	11.90	0.41	2.00					91.77	69.38	8.50	70.18		8.60	9.97	132.00
S0 5	11:20	9.60	31.02	0.46					36.88	4.76	9.00	59.58		8.50	8.98	137.00
S0 4	11:05	9.50	32.11	0.70					58.38	29.70	44.00	144.56		8.40	8.70	133.00
S0 1	10:20		14.90	6.66					57.13	24.36	23.00	76.54		8.10	7.76	

19/05/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	N02	N03	P04	S103	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
S0 2	10:25	15.90	11.44	14.56	5.96	125.40	0.48	44.60	61.24	14.44	7.00	61.12			1.84	27.00
S0 7	09:55	16.70	0.29	15.96					79.86	53.78	9.50	26.60			1.92	32.00
S0 4	09:35	13.30	30.09	1.24	0.39	8.00	0.50	6.60	40.76	22.36	17.00	169.55				

Tableau 11
(suite)

06/07/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
SO 1	14:40	17.90	19.82	0.26	2.39	36.00	0.10	17.70	34.52		37.50	42.46		8.40	8.27	140.00
SO 2	14:20	17.50	23.75	0.10	1.41	16.39		8.30	109.34	14.71	21.00	50.24		8.20	8.70	150.00
SO 7	13:35	17.80	0.55	11.77	224.00		1.40	123.20	63.25	7.53	7.00	16.64		8.20	6.57	99.00
SO 6	13:25	17.30	25.68		0.77	9.13		5.80	73.48	15.16	22.00	46.76		8.50	7.42	129.00
SO 5	13:10	17.30	31.04		0.01	0.39		0.20	38.78	14.49		51.28			6.69	120.00
SO 4	12:40	17.30	30.84		0.04	0.66		0.70	38.36	12.66	22.00	24.92		8.40	6.57	118.00

14/10/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
SO 1	10:53	13.00	26.68	21.66	1.32	31.40	2.00	33.50	5.63	7.05	29.00	79.04		8.20	5.52	88.00
SO 2	10:40	13.00	24.31	26.13	1.53	38.90	2.20	42.00	10.44	14.30	40.00	93.13		8.20	5.89	93.00
SO 6	10:15	13.20	27.57	14.98	1.15	29.50	1.87	22.60	7.31	8.37	46.00	113.45		8.20	5.75	93.00
SO 8	09:45	12.20	0.30	38.85	7.74		2.68	153.30	1.88	3.32	5.00	10.04		7.85	5.48	73.00
SO 7	09:30	12.20	1.38	38.66	6.32	214.00	2.60	63.40	5.55	5.01	15.00	29.08		7.95	5.71	76.00
SO 5	09:10	13.50	24.32	16.72	0.49	11.00	1.16	16.00	7.04	8.17	41.00	108.96		8.25	5.37	85.00
SO 4	08:50	13.60	31.65	8.86	0.55	12.40	1.26	17.90			46.00	114.03		8.25	5.43	90.00

18/11/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
SO 2	09:10	10.40	15.59	15.70	2.00	64.00	4.70	43.00	4.90	2.69	30.00	78.21		8.10	6.55	92.00
SO 4	09:45	10.30	2.89	17.10	2.67	114.00	5.70	101.10	17.34	7.40	73.00	242.84		8.10	5.09	66.00
SO 7	10:20	9.50	0.38	21.46	4.14	223.00	4.40	77.20	18.98	2.20	41.00	168.44		7.95	6.13	76.00
SO 2	13:00	10.60	27.92	8.62	0.75	30.00	1.63	27.20	7.52	2.18	54.00	160.64		8.10	6.40	98.00
SO 7	13:35	9.60	7.35	18.67	1.49	59.00	2.10	26.20	11.26		28.00			8.10	6.95	90.00

03/12/82

Station	Heure	T C	S %	NH4	NO2	NO3	PO4	SiO3	Chloro	Pheo	Turb	M.E.S.	Secchi	pH	O2 dis	% Sat
SO 1	13:10	7.90	28.89	5.98	0.80	71.00	1.26	11.40	4.68	0.96	13.50	66.48		7.75	6.25	90.00
SO 2	13:00	8.40	30.82	5.39	0.72	61.00	1.37	8.30	3.90	0.82	10.50	61.64		7.80	6.20	92.00
SO 7	12:35	6.60	6.71	41.40	2.63	156.00	2.20	36.60	13.40	1.64	13.50	34.72		7.60	6.79	
SO 6	12:20	7.50		13.38	0.97	93.00	1.31	15.30	12.96		27.00	85.42		7.75	5.77	
SO 5	12:05	8.00	26.59	4.76	0.70	52.70	1.41	8.10	0.45	0.90	14.50	63.36		7.80	6.28	90.00
SO 4	11:45	8.00	31.11	5.67	0.74	55.70	1.35	8.00	4.76	0.68	19.00	70.76		7.85	6.23	91.00
SO 7	09:30	6.90	0.39	40.30	2.80	208.00	1.20	97.60	15.08		5.00	32.10		7.65	6.76	79.00
SO 4	09:05	5.70	6.77	34.00	1.00	54.00	2.60	190.20	18.72		25.50	101.50		7.50	5.94	70.00
SO 2	08:30	6.90	23.71	19.20	1.28	54.00	2.00	48.80	2.56	0.72	10.00	47.08		7.65	6.38	87.00

Tableau 12 :Données des quadrillages au large des estuaires

Resultats des sorties : -du 4.2.82 sur la Canche

-du 29.3.82 sur l'Authie

ESTUAIRE	N° STATION	T°C	S°/..	pH	O ₂ ml	% O ₂	NH ₄	NO ₂	NO ₃	PO ₄	SiO ₄	Chloro	Phaeo	MES	Turb
ESTUAIRE DE LA CANCHE	1	5,9	30,55		7,21	101	1,18	0,65	34,45	1,26	16,3	2,06	1,02	34,63	9,8
	2	5,95	31,48	7,5	7,09	100	0,90	0,59	29,61	1,22	13,6	1,12	0,6	24,31	3
	3	5,95	-	7,45	7,22	-	0,51	0,43	21,3	0,77	10,6	1,45	-	23,72	2,2
	4	6	32,13	7,2	7,13	101	0,24	0,53	24,2	1,28	12,1	0,84	-	24,55	2,2
	5	6	31,35	7	7,04	99	1,07	-	-	-	-	1,79	-	22,36	2,4
	6	-	25,81	7,5	7,28	-	2,49	0,62	45,2	0,27	23	3,71	0,78	55,72	-
ESTUAIRE DE L'AUTHE	1	7,8	32,63	8,3	-	-	0,27	0,28	19,42	-	-	10,15	2,48	37,24	3
	2	7,8	32,35	8,25	7,07	104	1,32	0,30	16	0,38	-	5,53	4,82	41,16	3
	3	7,9	32,00	8,25	6,81	100	0,48	0,29	15,51	1,07	-	7,94	-	42,56	3,4
	4	7,9	31,60	8,25	7,30	108	0,58	0,36	20,54	0,7	-	8,29	8,04	38,84	5
	5	7,9	32,10	8,30	6,73	100	1,08	0,39	17,71	2,68	-	8,57	0,54	35,13	3
	6	8,2	32,70	8,25	7,74	116	0,32	-	-	-	-	8,41	4,33	37,70	2
	7	8,2	32,89	8,20	7,21	108	0,20	0,27	18,33	0,32	-	9,09	-	35,04	1,6
	8	8,1	32,33	8,25	3,63	54	0,62	0,28	14,32	0,51	-	-	-	32,75	3,4
	9	7,8	31,77	8,20	3,74	55	0,35	0,35	19,85	0,54	-	6,63	6,56	39,9	4,5
ESTUAIRE DE LA SOMME	1	8,15	29,92	8,05	7,71	113	1,98	0,58	15,52	1,31	-	8,52	3,49	38,71	5,8
	2	7,8	31,44	8,15	7,69	113	0,69	-	-	-	-	7,47	-	43,34	4,5
	3	7,9	32,22	8,15	7,78	115	0,38	0,32	16,58	-	-	8,82	0,16	32,74	1,95
	4	7,9	31,56	8,2	7,84	117	0,23	0,32	14,28	0,61	-	6,47	5,19	41,83	2
	5	8	31,99	8,2	7,89	117	0,27	0,27	14,93	0,82	-	7,82	7,71	36,71	3
	6	7,95	31,82	8,15	7,43	110	0,46	-	-	-	-	9,76	10,59	39,36	5,5
	7	8	31,31	8,20	7,27	107	0,61	-	-	-	-	-	-	50,73	11
	8	7,7	32,62	8,25	7,93	117	0,41	0,30	12	0,92	-	7,79	7,43	74,05	4
	9	7,4	32,88	8,25	7,38	109	0,64	0,17	20,53	0,2	-	7,62	6,56	43,40	1,95

Resultats de la sortie du 12.5.82

ESTUAIRE	N° STATION	T°C	S°/..	pH	O ₂ ml	% O ₂	NH ₄	Chloro	Phaeo	MES	Turb
ESTUAIRE DE LA CANCHE	1	11,7	33,00	8,35	8,13	131	2,08	10,50	3,27	105,88	9
	2	11,3	33,60	8,30	7,62	123	0,69	3,90	1,75	86,48	5,4
	3	11,1	33,80	8,35	7,38	118	0,62	-	-	99,68	5
	4	11,2	33,89	8,35	7,07	114	0,60	3,06	1,01	92,44	3,5
	5	11,2	33,52	8,40	7,02	113	1,20	4,16	2,10	119,24	5
	6	11,8	33,01	8,45	7,20	117	3,71	14,03	2,46	137,12	10
	7	11,5	33,12	8,35	7,29	117	0,98	12,89	2,41	60,76	10
	8	11,3	33,63	8,40	7,58	122	0,49	7,17	1,22	59,36	6
	9	11,2	33,78	8,35	7,39	119	1,92	3,40	2,38	116,2	6
ESTUAIRE DE L'AUTHE	1	11,3	33,47	8,55	5,28	85	3,15	3,61	1,96	95,12	3
	2	11,4	33,39	8,35	6,82	110	1,29	3,68	2,00	104,54	2,5
	3	11,4	32,79	8,40	6,64	106	1,52	6,87	2,00	119,53	4
	4	11,5	32,84	8,35	6,60	106	1,59	9,89	4,02	108,32	5,5
	5	11,4	33,45	8,40	7,11	115	1,65	3,75	-	91,52	4
	6	11,1	33,63	8,40	-	-	0,96	-	-	107,36	4
	7	11,2	33,64	8,35	7,15	115	2,36	3,19	-	119,52	3
	8	11,4	33,39	8,40	7,53	121	1,70	5,28	2,73	122,52	3,2
	9	11,4	32,90	8,40	7,50	120	0,69	10,20	3,37	115,58	5,6
ESTUAIRE DE LA SOMME	1	11,1	32,64	8,45	5,68	90	2,44	18,06	3,56	113,08	6
	2	10,95	32,84	8,60	6,73	107	7,30	17,37	4,84	102,76	6
	3	10,9	33,20	8,55	-	-	1,61	7,73	1,46	86,24	5
	4	10,95	33,35	8,50	6,25	100	2,11	4,82	1,54	100,28	6
	5	11,0	33,24	8,45	7,37	118	0,23	7,27	3,91	105,64	7
	6	11,7	29,74	8,40	5,43	86	0,98	10,60	4,70	98,44	3,4
	7	11,5	32,76	8,45	4,85	78	0,38	5,42	3,42	121,2	3,5
	8	11,6	33,34	8,45	7,13	115	1,49	11,90	1,33	47,08	4
	9	11,9	33,65	8,50	6,84	92	1,29	2,90	1,09	116,88	2,5

Tableau 12 (suite)

Resultats de la sortie du 24.8.82

ESTUAIRE	N° STATION	T°C	S°/..	pH	O ₂ ml	Z O ₂	NH ₄	Chloro	Phaeo	MES	Turb
ESTUAIRE DE LA CANCHE	1	17,5	32,88	8,32	5,51	100	0,22	-	-	38,85	4
	2	17,5	32,58	8,30	-	-	0,08	9,96	4,45	35,27	4,2
	3	17,7	33,99	8,26	5,59	103	0,40	5,91	-	31,11	1
	4	17,5	33,98	8,26	-	-	0	3,51	2,31	27,07	0,5
	5	17,6	33,66	8,32	5,54	101	0	3,07	2,15	26,99	2,6
	6	16,9	31,69	8,40	-	-	0,15	57,56	53,51	67,54	15
	7	17,3	32,10	8,30	-	-	0,39	23,22	3,29	37,77	8,4
	8	17,7	33,66	8,31	-	-	0	1,41	0,71	32,82	1,2
	9	17,6	33,82	8,24	-	-	0	1,43	0,94	31,04	0,75
ESTUAIRE DE L'AUTHIE	1	17,9	33,66	8,32	-	-	0	1,57	1,67	34,86	2,1
	2	17,9	33,51	8,29	-	-	0,18	5,43	3,77	35,02	1,7
	3	17,8	33,19	8,31	5,44	99	0	8,39	4,60	44,74	5
	4	17,6	33,06	8,30	5,24	95	0	14,04	7,15	69,46	16
	5	17,8	35,50	8,29	5,61	103	0	5,44	2,18	33,45	1,7
	6	17,9	33,68	8,26	5,65	104	0	4,89	1,70	38,63	2,10
	7	18,1	33,42	8,30	-	-	0	3,71	1,91	36,34	1,8
	8	17,9	33,47	8,33	-	-	0	6,47	1,64	45,78	2,8
	9	17,8	33,22	8,32	5,55	101	-	6,75	2,87	43,53	3
ESTUAIRE DE LA SOMME	4	17,8	33,80	8,29	5,67	104	-	4,45	3,54	29,95	2
	5	17,7	33,65	8,30	5,68	104	-	5,46	2,04	27,36	1,5
	6	17,7	33,13	8,30	5,75	105	0	8,78	3,89	38,60	3
	7	17,4	33,15	8,31	-	-	0	7,43	5,41	40,17	3,4
	8	17,9	33,22	8,25	5,73	105	0	3,67	3,64	31,25	0,8
9	17,9	33,85	8,30	-	-	0	3,09	1,70	35,97	0,8	

Resultats de la sortie du 6.10.82

ESTUAIRE	N° STATION	T°C	S°/..	pH	O ₂ ml	Z O ₂	NH ₄	NO ₂	NO ₃	PO ₄	Si O ₄	Turb
ESTUAIRE DE LA CANCHE	1	15,5	33,26	-	5,63	98	0,04	0,05	0,6	-	6	2
	2	16,3	33,82	8,3	5,25	94	0,13	0,07	-	-	5,9	0,7
	3	16,5	34,01	8,2	5,34	96	0,27	0,09	1,5	-	15,4	0,35
	4	16,4	34,08	8,3	5,33	95	0,51	0,18	4,2	-	45,4	0,25
	5	16,2	33,88	8,45	5,21	93	0,14	0,08	1	-	8,2	0,75
	6	15,7	33,03	7,8	4,80	84	0,73	0,12	2,3	-	18,1	1,5
	7	15,8	32,94	8,45	5,13	72	0,100	0,14	3,1	-	26,9	1,35
	8	16,2	33,87	8,35	5,05	90	0,27	0,05	1	-	8,2	0,8
	9	16,4	34,06	8,4	5,24	94	0,46	0,16	3	-	26,9	0,55
ESTUAIRE DE L'AUTHIE	1	16,1	33,63	8,1	6,08	108	-	0,03	0,2	-	0,4	0,7
	2	16	33,48	8,35	6,04	107	-	0,05	0,1	-	traces	0,9
	3	15,8	33,04	8,4	6,08	107	-	0,1	0	-	0,2	1,8
	4	15,8	32,90	8,35	6,02	105	-	0,1	3,1	-	0,6	1,5
	5	16	33,49	8,4	6,11	108	-	0,03	0,1	-	traces	0,8
	6	16,2	33,71	8,35	6,11	108	-	0,14	0	-	-	0,7
	7	16,2	33,81	8,4	5,97	105	-	0,08	traces	-	-	0,8
	8	15,8	33,41	8,4	5,83	101	-	0,06	traces	-	0,1	0,9
	9	15,8	33,01	8,3	5,70	100	-	0,09	traces	-	0,1	2,2
ESTUAIRE DE LA SOMME	1	15,2	32,27	8,2	5,32	92	-	0,33	5,2	0,57	3,0	3,6
	2	15,3	32,42	8,3	5,51	95	-	0,29	4,2	0,58	2,0	2,6
	3	15,5	33,07	8,25	5,91	103	-	0,22	1,6	0,65	0,4	1,3
	4	15,8	33,07	8,25	5,83	102	-	0,13	1,4	0,48	0,2	1,3
	5	15,4	32,63	8,3	5,61	97	-	0,24	2,7	0,49	0,7	-
	6	15,3	32,63	8,25	5,58	97	-	0,30	3,8	0,49	1,4	8,4
	7	15,5	32,70	-	5,59	-	-	0,23	3,5	-	0,7	7
	8	15,8	33,29	8,3	5,89	104	-	0,07	0,2	0,16	traces	1,1
	9	16,3	33,55	8,35	5,90	105	-	0,05	0,4	0,40	0,4	0,9

