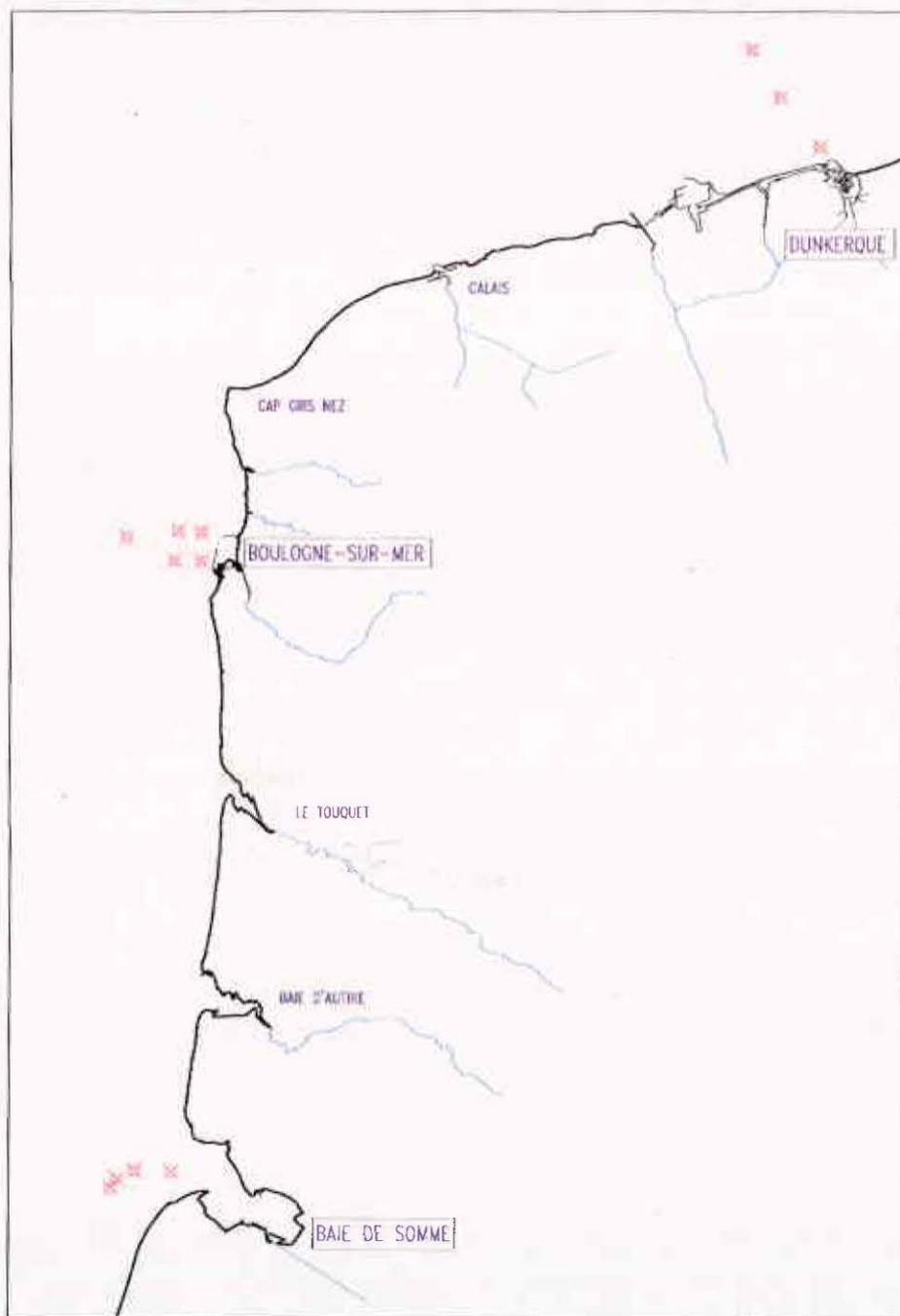


C126R20-S01-S

46659

SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS SUR LE LITTORAL NORD PAS DE CALAIS PICARDIE

BILAN 1995



Grégory DELIGNIERES - Benoist HITIER - René OLIVESI - Régis DELESMONT - Marc MOREL - Nicolas LOQUET



AGENCE DE L'EAU ARTOIS PICARDIE

IFREMER Bibliothèque de BREST

JUIN 1996



OEL10466

SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS
SUR LE LITTORAL NORD/PAS-DE-CALAIS/PICARDIE

Bilan 1995

Rapport réalisé en collaboration par :

Grégory Delignières / D.E.U.S.T. A.E.L. Calais
Benoist Hitier / IFREMER Boulogne sur mer
René Olivesi / IFREMER St Valéry sur Somme
Régis Delesmont / I.P.L. Gravelines
Marc Morel / IFREMER Boulogne sur mer
Nicolas Loquet / GEMEL St Valéry sur Somme

avec l'aide des moyens nautiques de :

Service Maritime de Boulogne /Calais
Service Maritime du Nord
Sport Nautique Valéricain

pour les prélèvements

et des laboratoires de :

IFREMER Boulogne et Saint Valéry sur Somme
GEMEL Saint Valéry sur Somme
I.P.L Gravelines

pour les analyses

SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS SUR LE LITTORAL NORD/PAS-DE-CALAIS/PICARDIE

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	1
<u>I. PRESENTATION DU SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS EN 95</u>	
I.1 - Les radiales	2
I.2 - Fréquence de prélèvements	2
I.3 - Paramètres étudiés et analyses	2
<u>II. COMPARAISON INTRARADIALE</u>	
II.1- <i>Dunkerque</i>	7
II.1.1 - Température	7
II.1.2 - Salinité	7
II.1.3 - Turbidité	8
II.1.4 - Matières en suspension	8
II.1.5 - Matière organique	9
II.1.6 - Chlorophylle a	9
II.1.7 - Phaeopigments	10
II.1.8 - Ammonium	10
II.1.9 - Nitrites	11
II.1.10 - Nitrates	11
II.1.11 -Phosphates	12
II.1.12 - Silicates	12
II.1.13 - Phytoplancton	13

	Pages
II.2 - <i>Boulogne-sur-mer</i>	14
II.2.1 - Température	14
II.2.2 - Salinité	14
II.2.3 - Turbidité	15
II.2.4 - Matières en suspension	15
II.2.5 - Matière organique	16
II.2.6 - Chlorophylle a	16
II.2.7 - Phaeopigments	17
II.2.8 - Ammonium	17
II.2.9 - Nitrites	18
II.2.10 - Nitrates	18
II.2.11 - Phosphates	19
II.2.12 - Silicates	19
II.2.13 - Phytoplancton	20
II.3 - <i>La Baie de Somme</i>	21
II.3.1 - Température	21
II.3.2 - Salinité	21
II.3.3 - Turbidité	22
II.3.4 - Matières en suspension	22
II.3.5 - Matière organique	23
II.3.6 - Chlorophylle a	23
II.3.7 - Phaeopigments	24
II.3.8 - Ammonium	24
II.3.9 - Nitrites	25
II.3.10 - Nitrates	25
II.3.11 - Phosphates	26
II.3.12 - Silicates	26
II.3.13 - Phytoplancton	27
III. <u>DISCUSSION</u>	
III.1 - <i>Comparaison interradiale</i>	28
III.1.1 - Paramètres physico-chimiques et biologiques	28
III.1.1.1 - Température et Salinité	28
III.1.1.2 - Matières en suspension, Turbidité et Matière organique	28
III.1.1.3 - Chlorophylle a et Phaeopigments	28
III.1.1.4 - Nutriments	28
III.1.2- Phytoplancton	29
III.2 - <i>Discussion</i>	29
CONCLUSION	33
ANNEXES	34
BIBLIOGRAPHIE	48

INTRODUCTION

L'enrichissement excessif des eaux marines côtières par les sels nutritifs, l'eutrophisation, est un problème qui préoccupe de plus en plus Scientifiques, Administrations, Collectivités locales et Professionnels de la mer.

Jusqu'à présent, le suivi des nutriments sur le littoral n'était réalisé qu'épisodiquement par l'intermédiaire du RNO (Réseau National d'Observation) ou du RNC (Réseau National de Contrôle).

La nécessité de surveiller plus finement et sur une longue période les variations de concentration en sels nutritifs du milieu littoral a conduit l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et l'IFREMER à mettre en place en 1992 un Suivi Régional des Nutriments (SRN) sur la façade Nord/Pas-de-Calais/Picardie.

Après une année de mise en place du protocole d'étude et les publications en juillet 93, 94 et 95 des trois premières séries de résultats, l'année 1995 a confirmé le schéma opérationnel de suivi sur les 3 radiales de Dunkerque, Boulogne-sur-Mer et la Baie de Somme.

Le présent rapport rappelle le principe de fonctionnement du SRN et fait le bilan des résultats obtenus, à l'issue de la quatrième année d'étude, en présentant radiale par radiale l'évolution en fonction du temps des valeurs obtenues pour chaque paramètre analysé. Quelques éléments de comparaison interradielle seront repris en discussion-conclusion. Tous les résultats ayant servi à l'élaboration des figures se trouvent en annexes.

A noter cette année l'absence de résultats bruts concernant le phytoplancton, un changement de logiciel ayant interrompu la saisie des données en novembre 1995. Le nouveau système (QUADRIGE) n'étant pas encore opérationnel à la date de ce rapport, seules les tendances concernant l'évolution des populations de phytoplancton sont présentées.

I. PRESENTATION DU SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS SUR LE LITTORAL NORD/PAS-DE-CALAIS/PICARDIE EN 1995 :

L'historique, les objectifs, les sites, les paramètres et les méthodes d'analyses ont été décrits en détail dans le bilan SRN 1992. Nous nous bornerons à en faire ici une description sommaire.

I. 1 - Les radiales

En 1995, les 3 radiales de Dunkerque, Boulogne-sur-mer et la Baie de Somme, composées de 3 ou 4 stations selon un gradient côte-large ont été globalement reprises. Les coordonnées des différents points sont précisées dans le tableau 1, leur position est indiquée sur les cartes 1, 2 et 3.

I. 2 - Fréquence des prélèvements

Cette année, tous les prélèvements prévus n'ont pu être réalisés à cause des conditions météorologiques défavorables ou par manque de moyens nautiques. C'est pourquoi on n'enregistre que 14 sorties sur les 16 prévues à Boulogne et en Baie de Somme et seulement 12 sorties sur les 16 prévues à Dunkerque. Ce sont les moyens nautiques du Port Autonome pour Dunkerque, du SMBC pour Boulogne et du Sport Nautique Valéricain pour la Baie de Somme qui ont servi à effectuer les prélèvements selon le calendrier en annexe n°4.

I. 3 - Paramètres étudiés et analyses

Les paramètres étudiés sont les mêmes que les années précédentes, à savoir :

- température
- salinité
- turbidité
- ammonium
- nitrites
- nitrates
- phosphates
- silicates
- M E S (Matières en Suspension)
- M O (Matière Organique)
- chlorophylle a
- phaeopigments
- phytoplancton

Ils ont été analysés dans les laboratoires de l'Institut Pasteur à Gravelines (radiale de Dunkerque), de l'IFREMER à Boulogne-sur-mer (radiale de Boulogne) et du GEMEL à St-Valéry-sur-Somme (radiale de la Baie de Somme).

Les méthodes d'analyses chimiques, inspirées du manuel des analyses chimiques en milieu marin d'AMINOT et CHAUSSEPIED, sont pour l'essentiel identiques aux trois laboratoires.

Les dénombrements de phytoplancton ont été réalisés soit à l'IFREMER Boulogne soit à l'IFREMER St-Valéry-sur-Somme.

TABLEAU 1 : COORDONNEES DES STATIONS SUR LES 3 RADIALES

RADIALES	DUNKERQUE	BOULOGNE	BAIE DE SOMME
STATIONS			
Station 0	—	—	<u>MI-MER</u> Latitude : 50°13'30 Nord Longitude : 1°32'40 Est
Station 1	<u>RNO 1</u> Latitude : 51°04'30 Nord Longitude : 2°20'20 Est	Latitude : 50°43'90 Nord au flot 50°45'02 Nord au jusant Longitude : 1°33'00 Est au flot 1°33'90 Est au jusant	<u>ATSO</u> Latitude : 50°14'0 Nord Longitude : 1°28'50 Est
Station 2	<u>RNO 3</u> Latitude : 51°06'70 Nord Longitude : 2°17'20 Est	<u>OPHELIE OU APPROCHE</u> Latitude : 50°43'90 Nord au flot 50°45'30 Nord au jusant Longitude : 1°30'90 Est au flot 1°31'11 Est au jusant	<u>MER 1</u> Latitude : 50°13'60 Nord Longitude : 1°27'20 Est
Station 3	<u>RNO 4</u> Latitude : 51°09'20 Nord Longitude : 2°15'10 Est	<u>ZC1</u> Latitude : 50°45'02 Nord Longitude : 1°27'15 Est	<u>MER 2</u> Latitude : 50°13'15 Nord Longitude : 1°26'75 Est

PLAN DE SITUATION DES STATIONS DE LA RADIALE DUNKERQUE

0 1852

Echelle Graphique en mètres

STATION 4 

STATION 3 

STATION 1 

STATION 1

Latitude : 51°04'30 Nord

Longitude : 2°20'20 Est

STATION 3

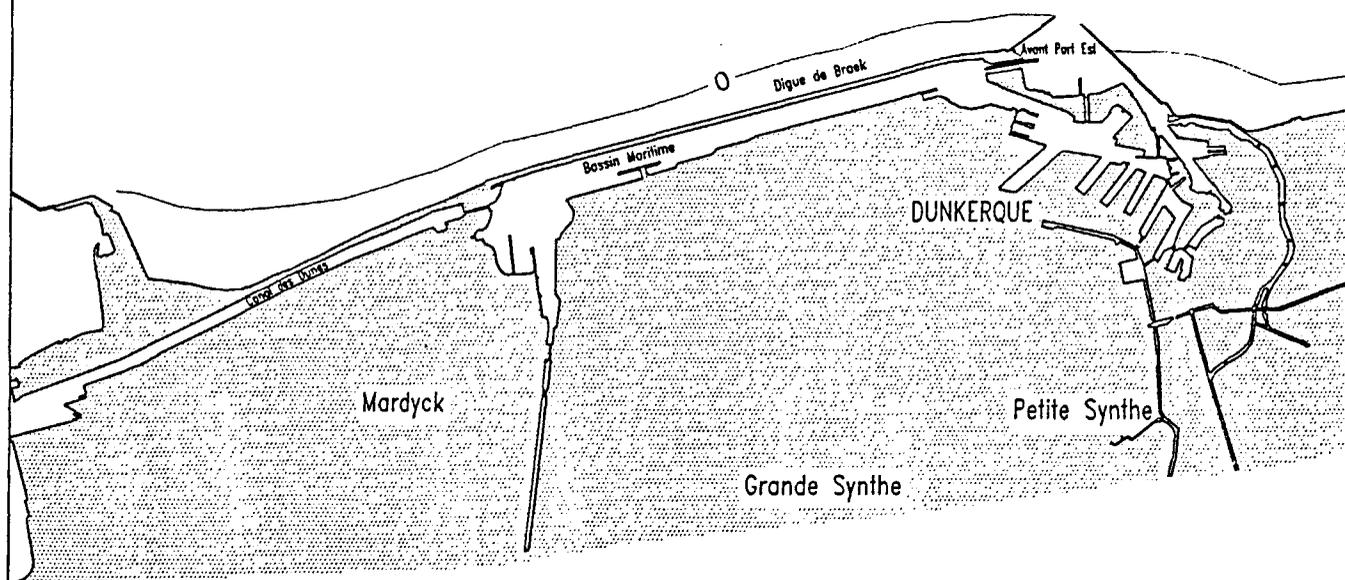
Latitude : 51°06'70 Nord

Longitude : 2°17'20 Est

STATION 4

Latitude : 51°09'20 Nord

Longitude : 2°15'10 Est



CARTE 1

PLAN DE SITUATION DES STATIONS DE LA RADIALE BOULOGNE-SUR-MER

0 1852
Echelle Graphique en mètres

STATION 3
ZC1

STATION 2J
Approches Boulogne

STATION 1J

STATION 2F
Ophélie

STATION 1F



CAP D'ALPRECH

PORT DE BOULOGNE

BOULOGNE-SUR-MER

Le Portel

Outreau

Equihen Plage

Hardelot Plage

Ambleteuse

Wimereux

STATION 1J

Latitude : 50°45'30 Nord
Longitude : 1°33'00 Est

STATION 2J (Approches Boulogne)

Latitude : 50°45'38 Nord
Longitude : 1°31'11 Est

STATION 3 (ZC1)

Latitude : 50°45'02 Nord
Longitude : 1°27'15 Est

STATION 2F (Ophélie)

Latitude : 50°43'90 Nord
Longitude : 1°30'90 Est

STATION 1F

Latitude : 50°43'90 Nord
Longitude : 1°33'00 Est

CARTE 2

PLAN DE SITUATION DES STATIONS DE LA RADIALE BAI DE SOMME

0 1852

Echelle Graphique en mètres



Fort Mahon
Plage

Pointe de
Saint Quentin

BAIE DE SOMME

ATSO

MI-MER

MER1

MER2

Le Crotoy

Pointe du Hourdel

MI-MER

Latitude : 50°13'30 Nord
Longitude : 1°32'40 Est

ATSO

Latitude : 50°14'00 Nord
Longitude : 1°28'50 Est

MER1

Latitude : 50°13'60 Nord
Longitude : 1°27'20 Est

MER2

Latitude : 50°13'15 Nord
Longitude : 1°26'75 Est

Cayeux sur Mer

Saint Valéry
sur Somme

CARTE 3

II COMPARAISON INTRA-RADIALE

II.1 - Dunkerque

En raison de conditions météorologiques défavorables ou faute de moyens nautiques, seulement 12 prélèvements sur les 16 prévus initialement ont pu être effectués. Les paramètres turbidité, M.E.S. et M.O. ont été analysés cette année dans le cadre du RNO par *Flandres Analyses*.

I.1.1 - Température

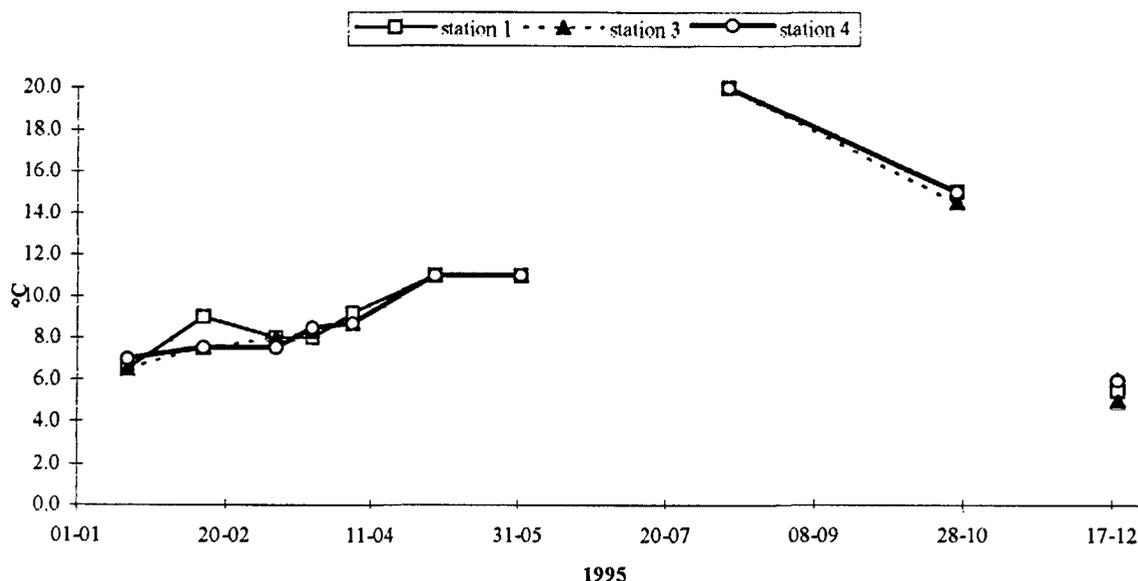


Fig.1.1 : Dunkerque - Température

L'évolution annuelle de la température montre un réchauffement progressif jusqu'en août avec une température qui atteint 20°C le 10 août pour les 3 stations. La température la plus faible (5°C) est relevée le 19 décembre à la station 3. Il manque 2 valeurs sur les 12 (12 juillet et 8 novembre).

II.1.2 - Salinité

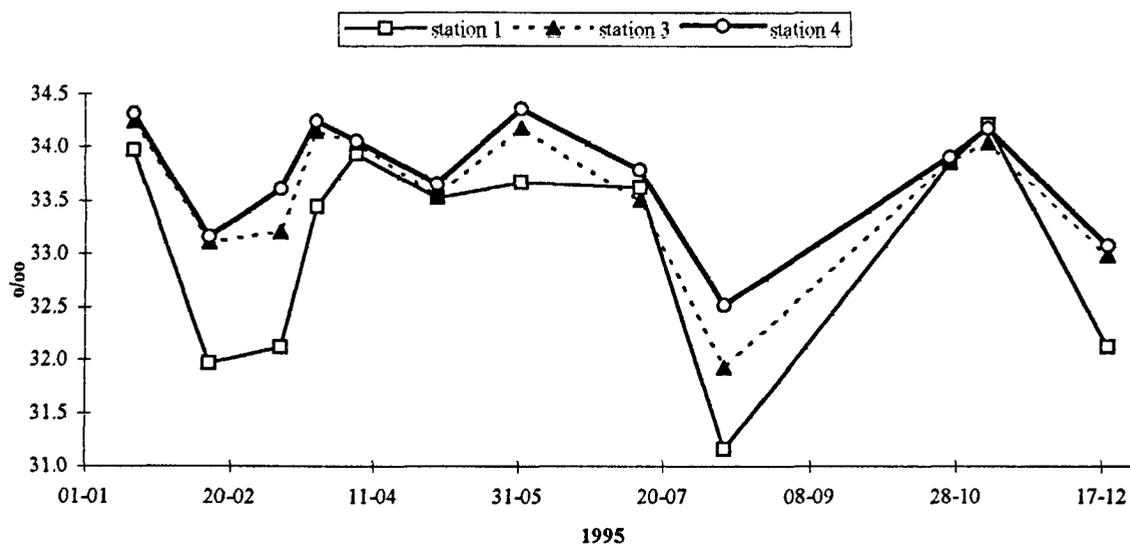


Fig.1.2 : Dunkerque - Salinité

En raison des précipitations du mois de juillet, la dessalure la plus importante est relevée en août à la station côtière (31,16 ‰). Au large, la salinité est alors de 32,52 ‰. La valeur moyenne annuelle globale est d'environ 33,5 ‰.

II.1.3 - Turbidité

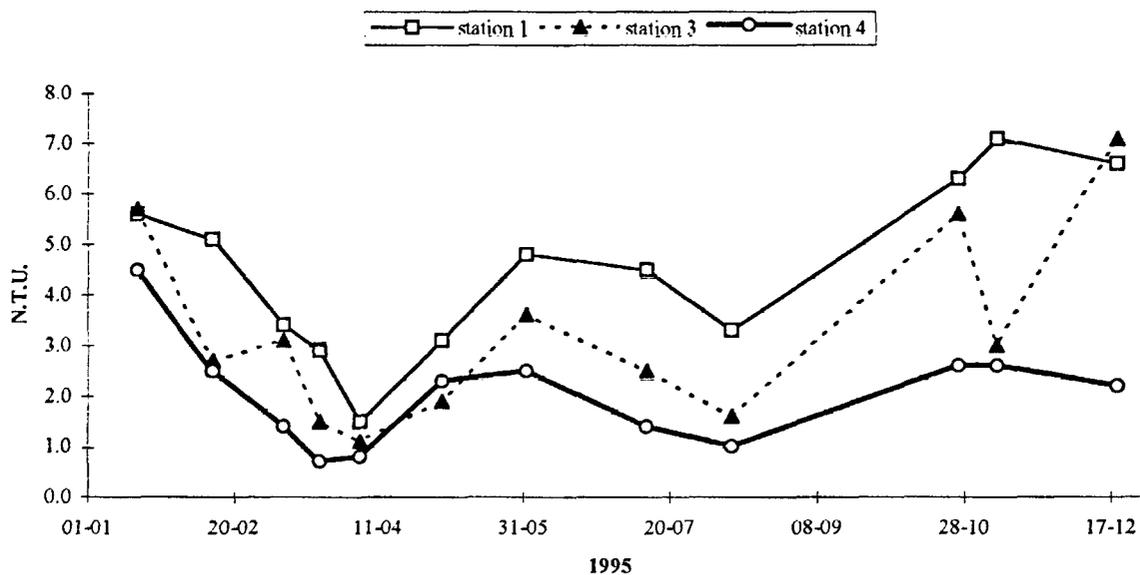


Fig.1.3 : Dunkerque - Turbidité

Les valeurs les plus importantes sont relevées en novembre pour la station 1 (7,1 N.T.U.), en décembre pour la station 3 (7,1 N.T.U.) et en janvier pour la station 4 (4,5 N.T.U.). On peut remarquer un gradient côte-large décroissant.

II.1.4 - Matières en suspension

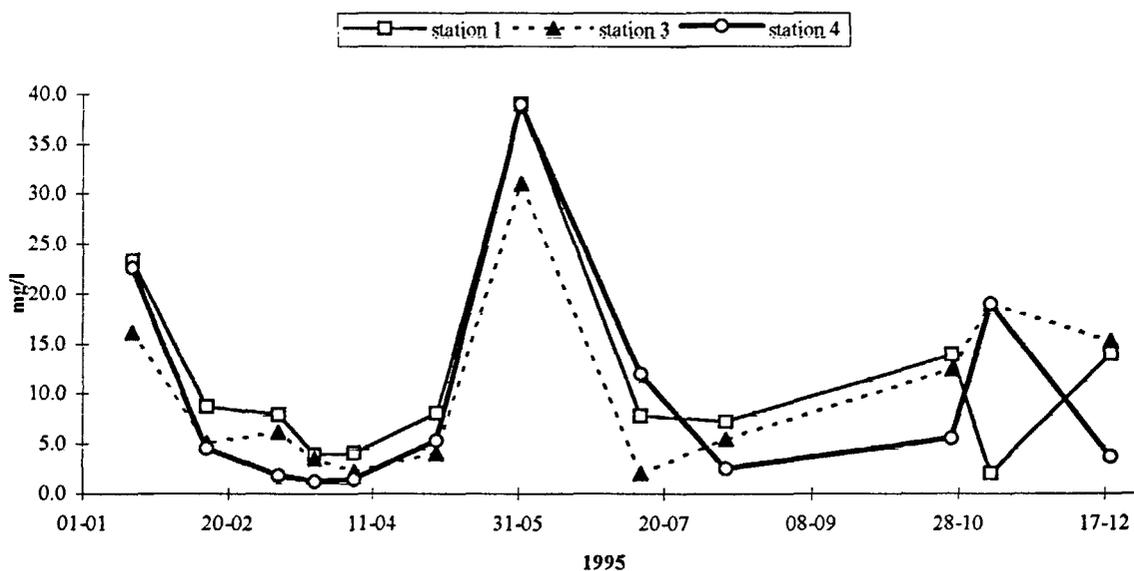


Fig.1.4 : Dunkerque - Matières en suspension

Les matières en suspension présentent un pic important en juin pour les 3 stations, 31 mg/l (station 3) et 39 mg/l (stations 1 et 4). Le reste de l'année, elles ne dépassent jamais 23,3 mg/l. On peut observer un second pic à la station 4 le 8 novembre (19 mg/l), alors qu'à la station côtière, on ne relève que 2 mg/l.

II.1.5 - Matière organique

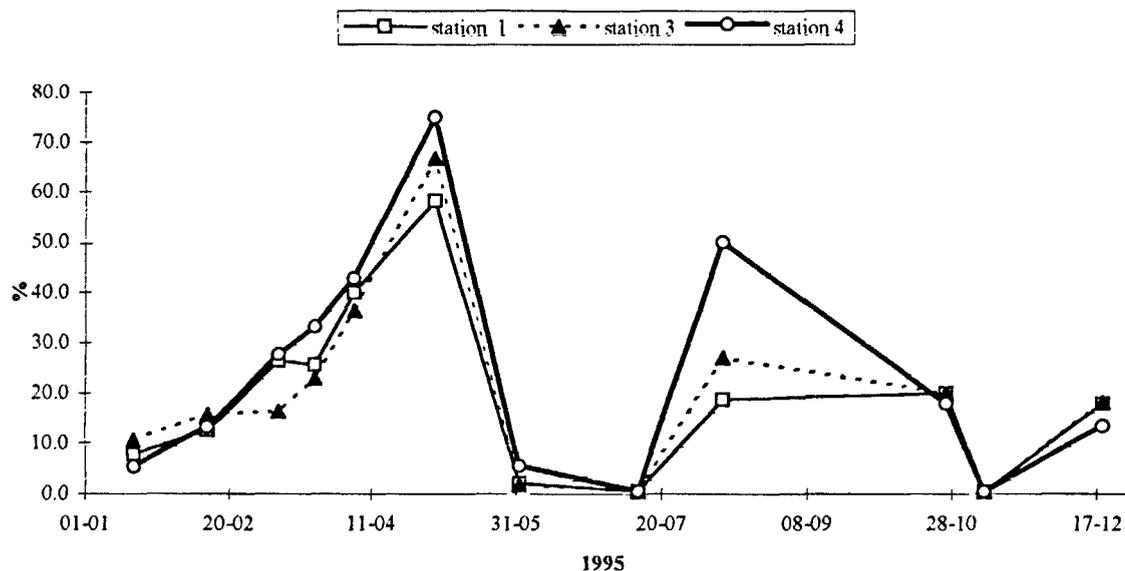


Fig.1.5 : Dunkerque - Matière organique

Les matières en suspension sont de nature essentiellement organique en mai (75,1 % à la station 4), cela s'explique principalement par le développement phytoplanctonique et par une moindre mise en suspension des sédiments. A l'inverse, elles sont de nature essentiellement minérale en juin (1,8 % à la station 3). Le 10 août, la station 4 présente un second pic (50 %).

II.1.6 - Chlorophylle a

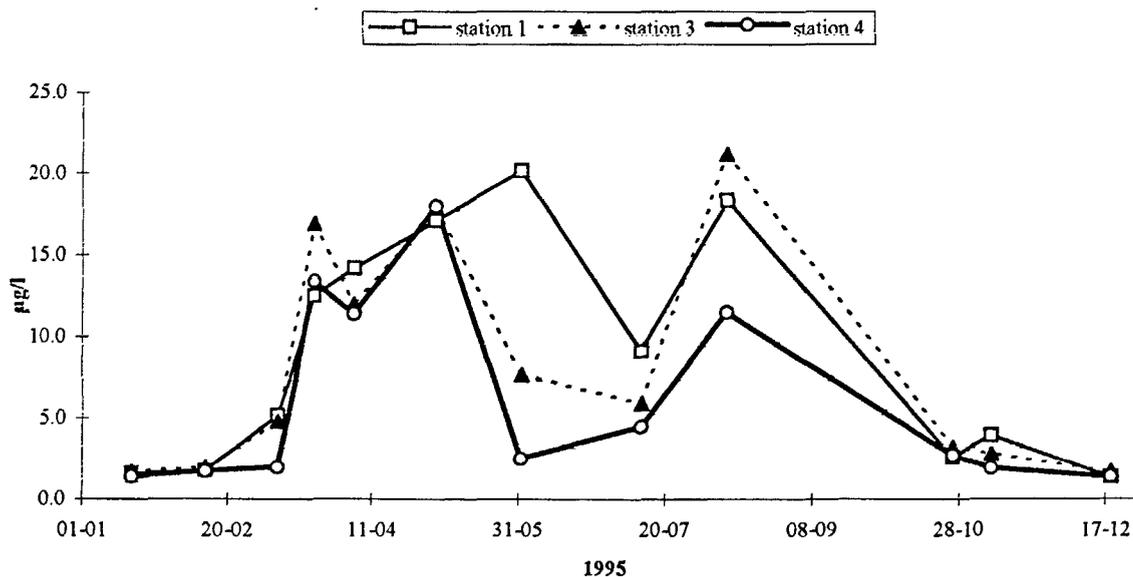


Fig.1.6 : Dunkerque - Chlorophylle a

Contrairement aux années précédentes, le cycle de la chlorophylle n'est pas marqué par un pic de grande ampleur. Les concentrations maximales se situent au printemps pour les stations 1 et 4 (respectivement 20,2 µg/l le 1 juin et 18 µg/l le 3 mai), et en été pour la station 3 (21,2 µg/l le 10 août). A partir de la mi-août, les valeurs chutent pour atteindre 1,4 µg/l le 19 décembre (station 1 et 4).

II.1.7 - Phaeopigments

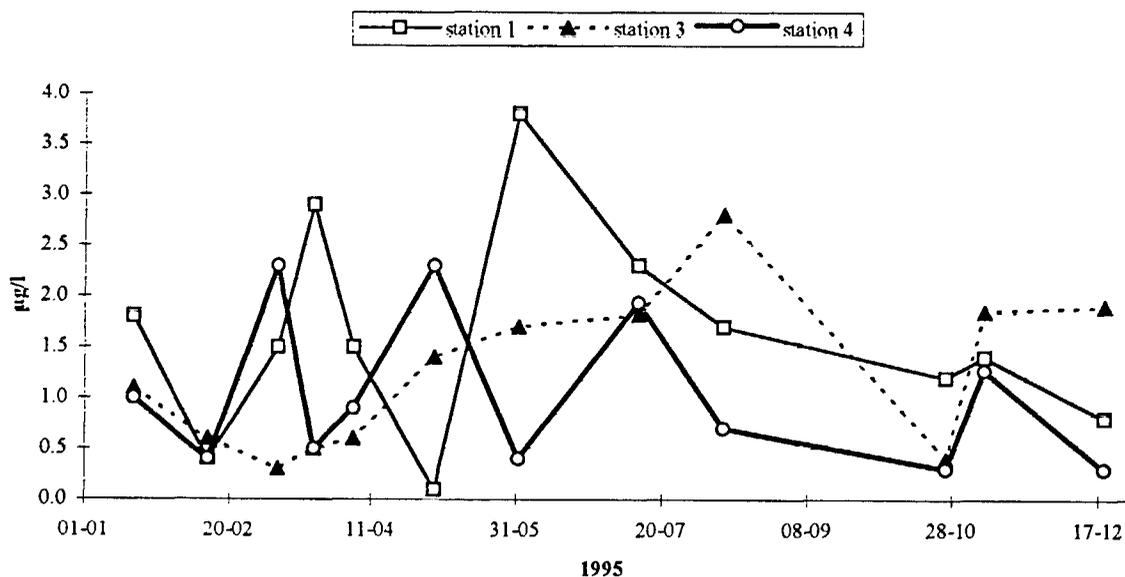


Fig.1.7 : Dunkerque - Phaeopigments

Les concentrations en phaeopigments restent inférieures à 4 µg/l, le maximum est relevé le 1 juin à la côte (3.8 µg/l). Les valeurs les plus élevées correspondent aux périodes de dégradation du plancton.

II.1.8 - Ammonium

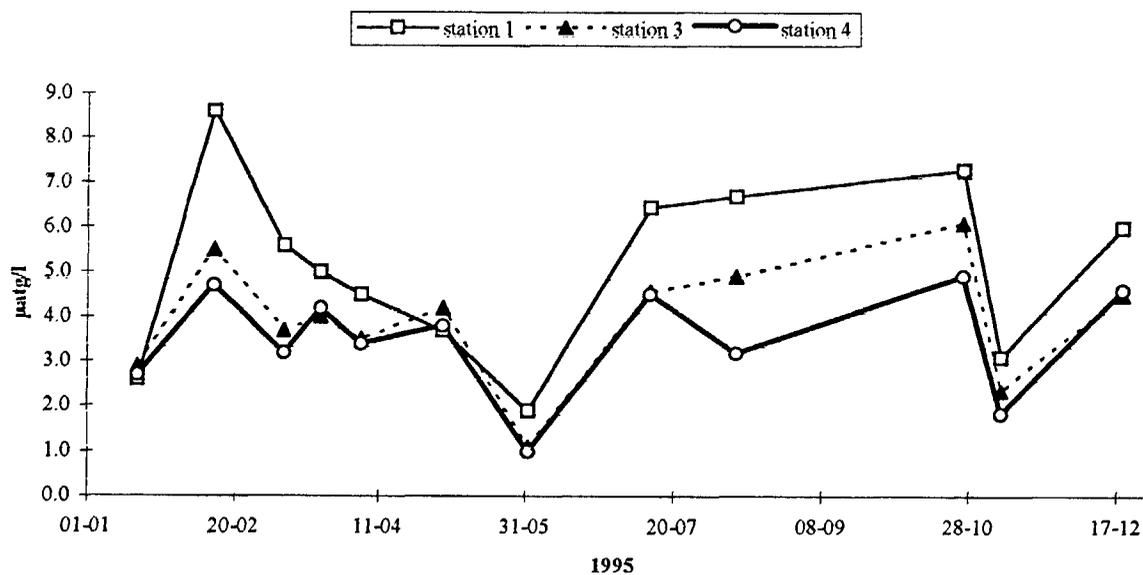


Fig.1.8 : Dunkerque - Ammonium

Les valeurs sont maximales en février à la côte (8,6 µatg/l), puis elles diminuent jusqu'au 1 juin (1,9 µatg/l à la côte). Ensuite, elles remontent progressivement pour atteindre 7,3 µatg/l le 26 octobre. Le gradient côte-large décroissant est bien marqué.

II.1.9 - Nitrites

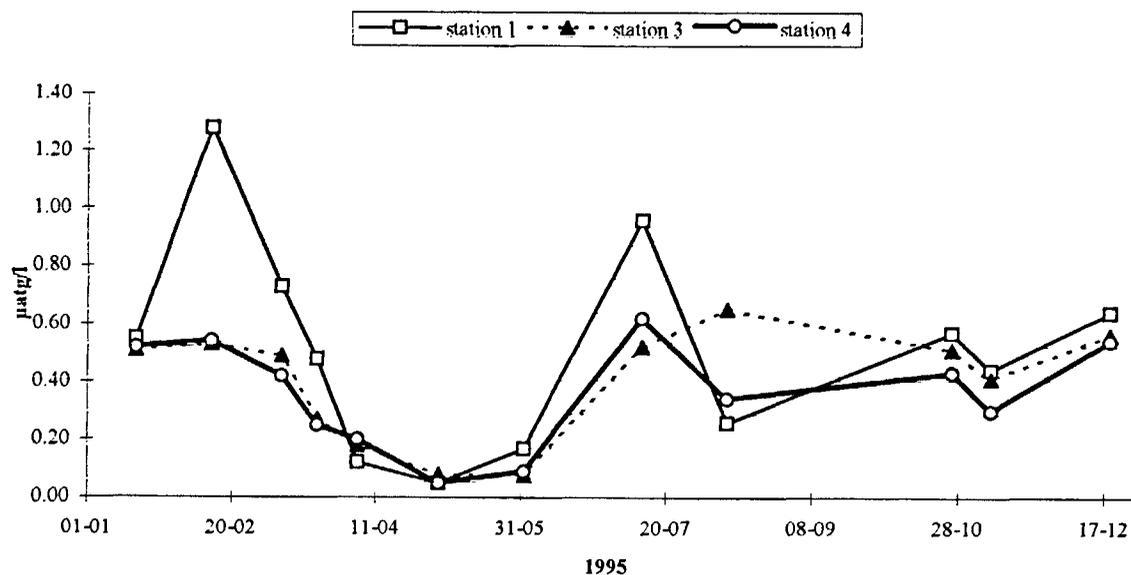


Fig.1.9 : Dunkerque - Nitrites

Mis à part 2 pics à la station côtière, l'un en février (1,28 µatg/l) et l'autre en juillet (0,96 µatg/l), les concentrations en nitrites restent inférieures à 0,75 µatg/l, avec des valeurs minimales en mai (<0,1 µatg/l).

II.1.10 - Nitrates

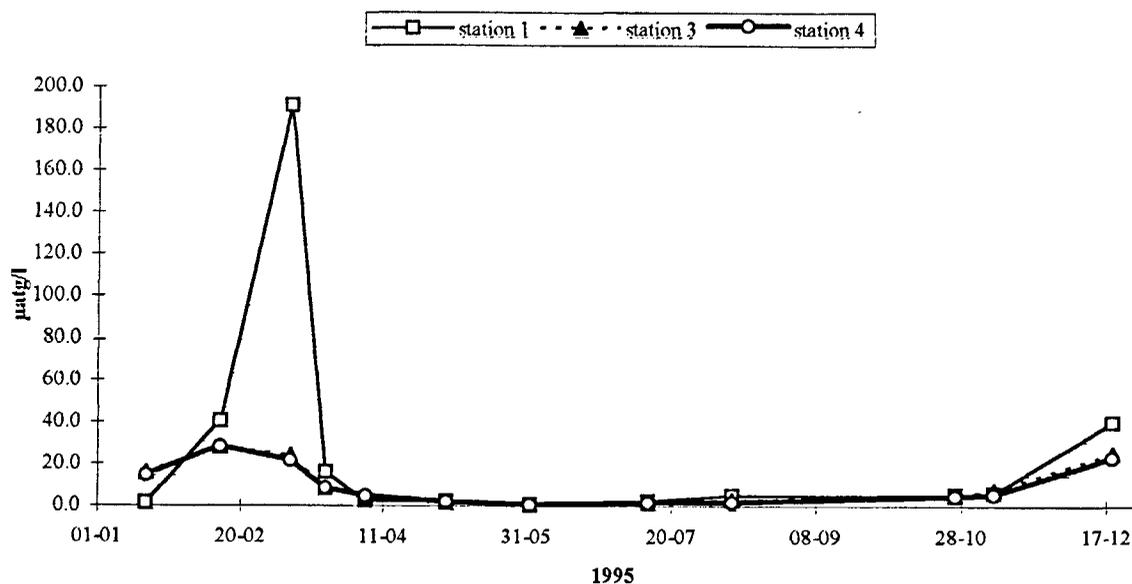


Fig.1.10 : Dunkerque - Nitrates

La concentration maximale en nitrates est de 191,1 µatg/l le 9 mars (station côtière). Les nitrates sont alors rapidement consommés par le plancton jusqu'à épuisement observé en mai. Il faut attendre les pluies automnales pour retrouver des valeurs voisines de 40 µatg/l (39,9 µatg/l le 19 décembre à la côte).

II.1.11 - Phosphates

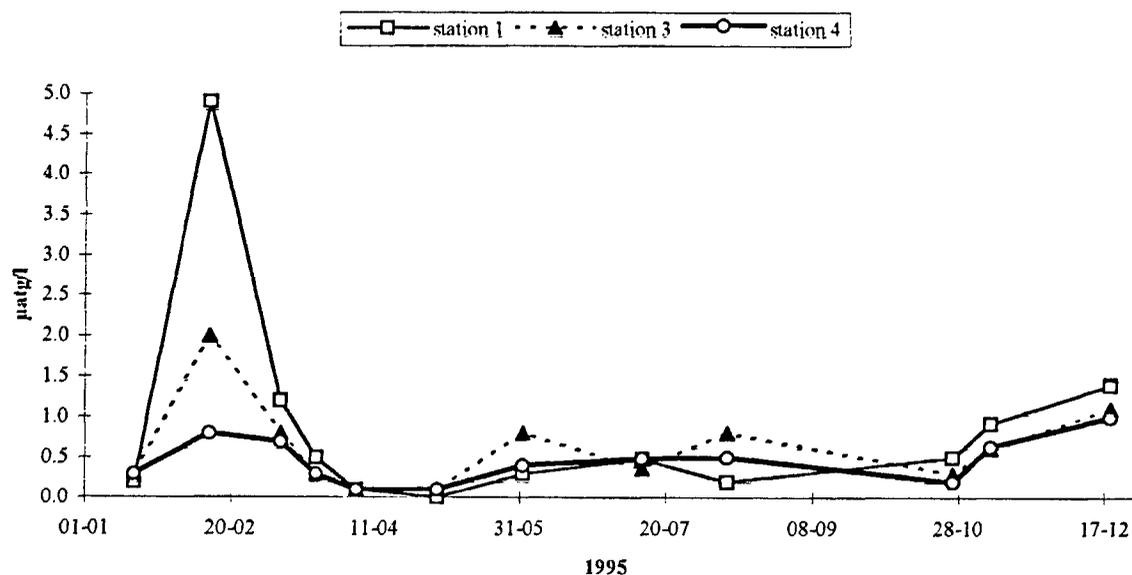


Fig 1.11 : Dunkerque - Phosphates

Les concentrations en phosphates varient de la même façon que les concentrations en nitrates, avec des valeurs maximales en février (4,9 µatg/l à la côte), puis des valeurs plus faibles le reste de l'année, ne dépassant jamais 1,4 µatg/l (le 19 décembre à la station 1).

II.1.12 - Silicates

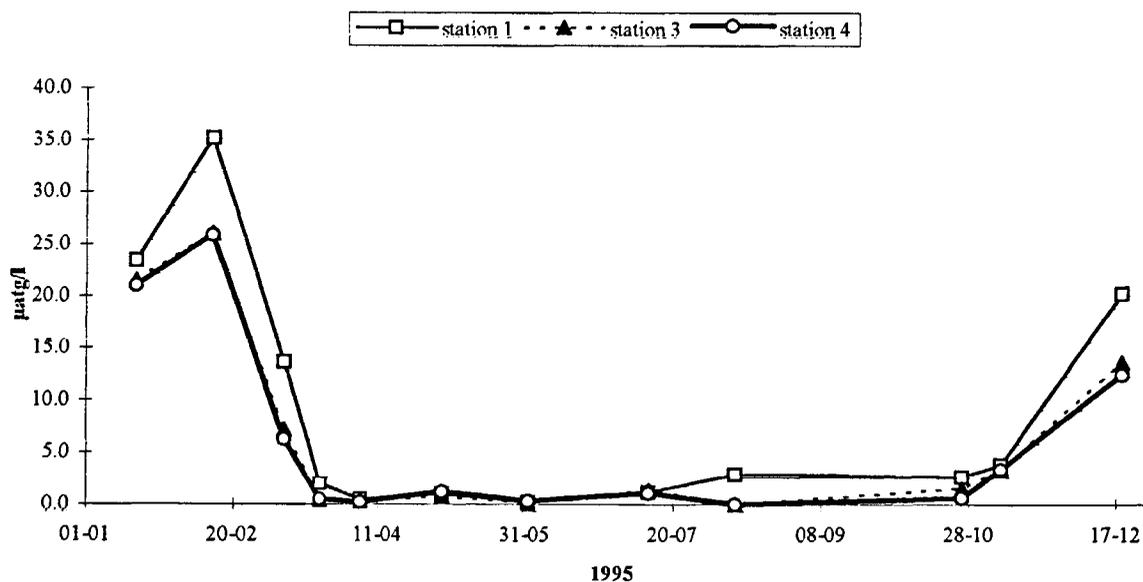


Fig.1.12 : Dunkerque - Silicates

L'évolution annuelle des silicates est très comparable à celle des nitrates avec des concentrations importantes en février (35,2 µatg/l à la côte) et en décembre (20,3 µatg/l à la côte).

I.1.13 - Phytoplancton

Les résultats bruts 1995 n'étant pas parvenus, il est impossible pour l'instant de traiter le phytoplancton sur la radiale de Dunkerque. Cependant, on peut présenter, à titre indicatif, les tendances principales du phytoplancton à Gravelines. Un prélèvement d'eau hebdomadaire est effectué au canal d'amenée de la centrale électrique dans le cadre du suivi de l'impact des grands aménagements (IGA).

- *Phaeocystis* :

Phaeocystis apparaît fin mars et est présent jusqu'à mi-mai (avec un pic à 2.850.000 cellules le 27 avril). On peut également noter sa présence en juillet (faible quantité).

- *Diatomées* :

Les *diatomées* sont surtout présentes en juillet, plus de 1.300.000 cellules composées à 80 % de *Chaetoceros* dont plus de la moitié sont des *Chaetoceros curvicutus*. Les autres espèces les plus représentées sont *Rhizosolenia*, *Nitzschia closterium*.

- Espèces toxiques :

On observe *Gyrodinium* en quantité importante (>200.000 cellules) surtout fin mai, mais aucune autre espèce toxique n'est observée en 1995.

II.2.3 - Turbidité

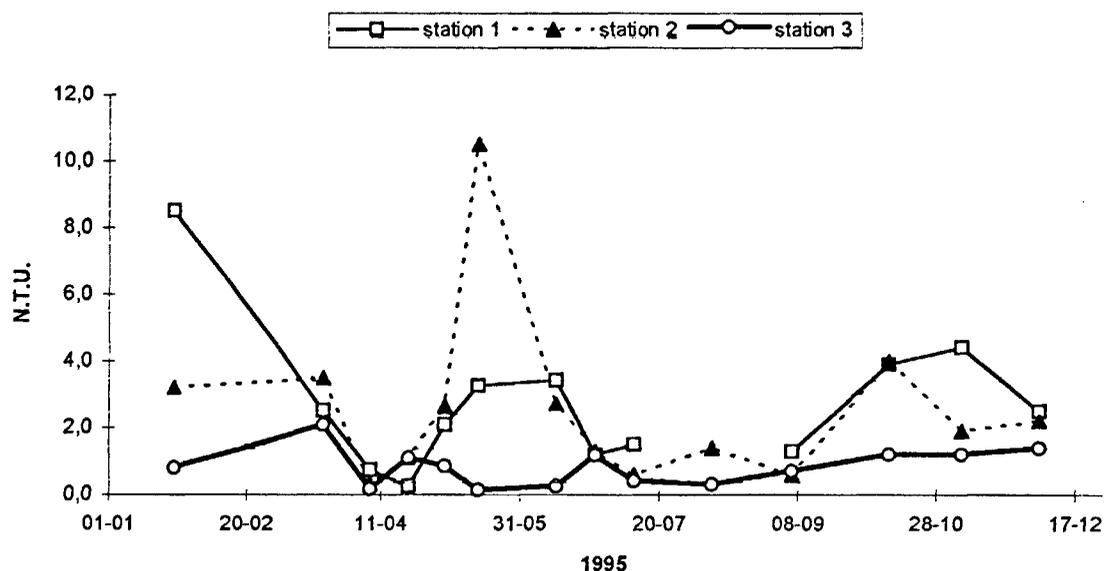


Fig.2.3 : Boulogne-sur-mer - Turbidité

La turbidité est comprise entre 8,4 (station 1) et 0,8 N.T.U. (station 3) le 25 janvier. Le 7 avril, les valeurs sont inférieures à 1 N.T.U. Malgré un pic à 10,5 N.T.U. le 16 mai (station 2), on observe le plus souvent un gradient côte-large décroissant.

II.2.4 - Matières en suspension

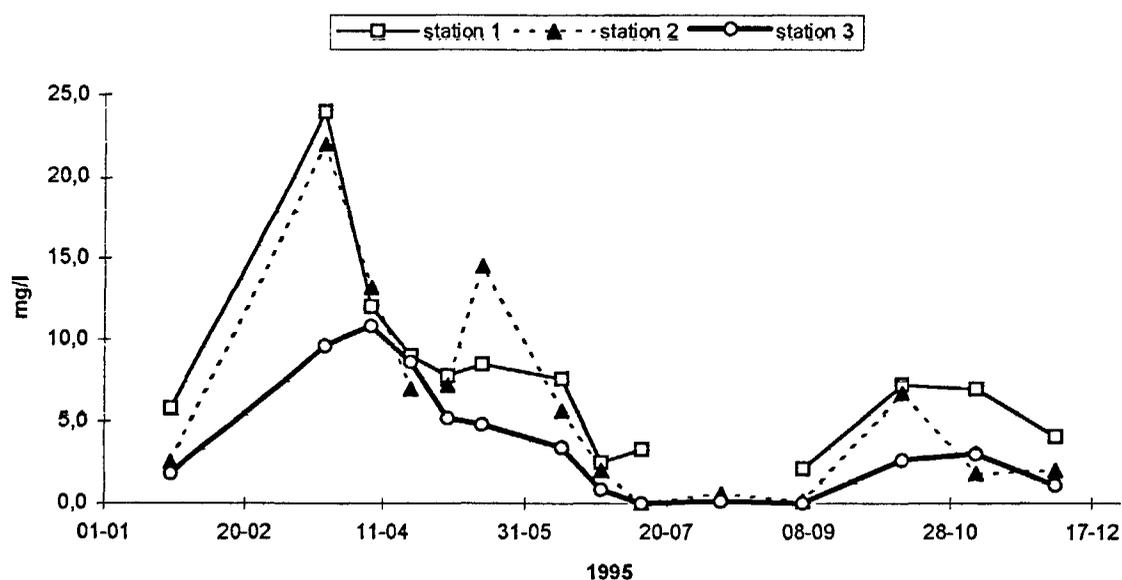


Fig.2.4 : Boulogne-sur-mer - Matières en suspension

Les stations 1 et 2 présentent un pic important (respectivement 24 et 22 mg/l) le 21 mars, suivi d'un second pic (14,5 mg/l) pour la station 2 le 16 mai. Les valeurs moyennes, de 7,8 (station 1) à 3,7 mg/l (station 3) montrent un gradient côte-large décroissant.

II.2.5 - Matière organique

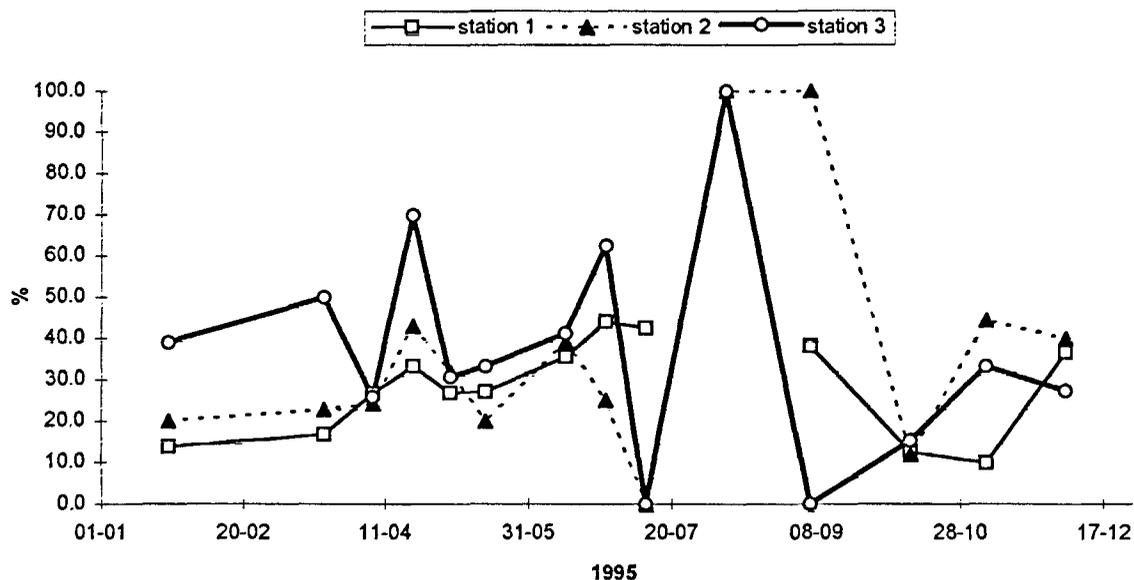


Fig.2.5 : Boulogne-sur-mer - Matière organique

La matière organique est représentée ici en pourcentage des matières en suspension. La part de la M.O. dans la M.E.S. fluctue considérablement au cours de l'année (station 3), avec en particulier un pic à 100% le 8 août pour les stations 2 et 3 (pas de données pour la station 1), et également le 6 septembre pour la station 2, alors que la station 3 est redescendue à 0%. On peut remarquer, au vu des valeurs moyennes, un gradient côte-large croissant à l'inverse de la M.E.S.

II.2.6 - Chlorophylle a

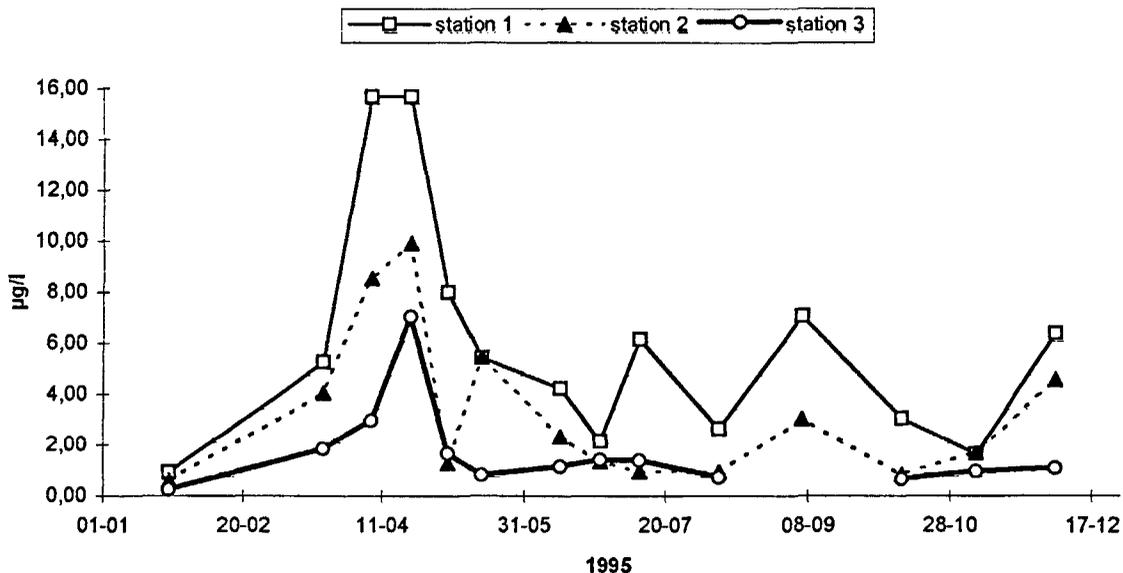


Fig.2.6 : Boulogne-sur-mer - Chlorophylle a

Les teneurs en chlorophylle, indicatrices de l'abondance du phytoplancton, sont faibles en janvier ($<1 \mu\text{g/l}$). Elles présentent un pic important le 7 avril à la station côtière ($15,7 \mu\text{g/l}$) et de moindre importance pour les deux autres stations ($9,93$ et $7,05 \mu\text{g/l}$) le 21 avril. La station 2 connaît un second pic le 16 mai ($5,45 \mu\text{g/l}$). A partir des mois de juin, les valeurs fluctuent autour de $5 \mu\text{g/l}$ à la côte. Le gradient côte-large décroissant est bien marqué.

II.2.7 - Phaeopigments

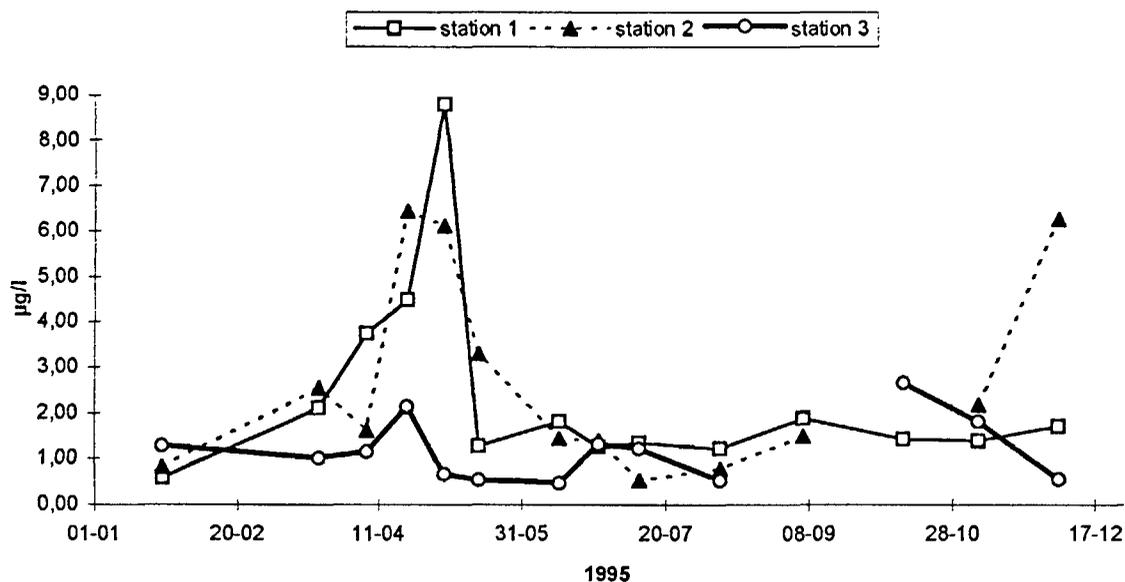


Fig.2.7 : Boulogne-sur-mer - Phaeopigments

La teneur est maximale le 4 mai à la station côtière (8,8 µg/l). Les phaeopigments évoluent de la même façon que la chlorophylle avec des valeurs maximales au printemps et des valeurs plus ou moins stables en été et en automne.

II.2.8 - Ammonium

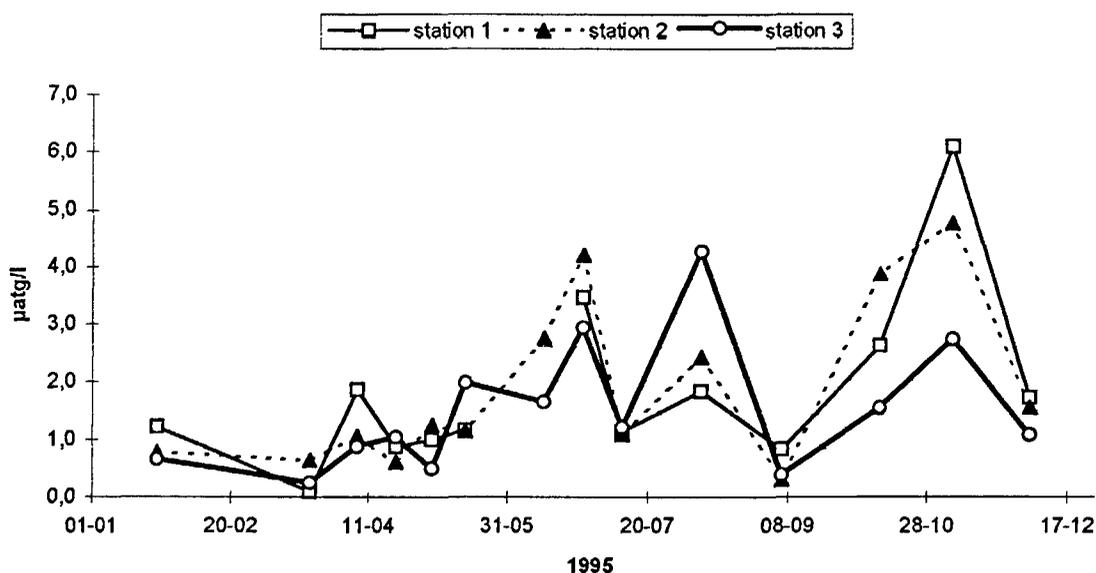


Fig.2.8 : Boulogne-sur-mer - Ammonium

Les concentrations en ammonium sont faibles (<2 µatg/l) jusqu'au mois de mai, puis présentent des pics plus ou moins marqués pendant l'été suivant les stations (4,2 µatg/l le 16 mai pour la station 2 et 4,3 µatg/l le 8 août pour la station 3). C'est au cours de l'automne que la station côtière connaît un pic important (6,1 µatg/l le 6 novembre).

II. 2.9 - Nitrites

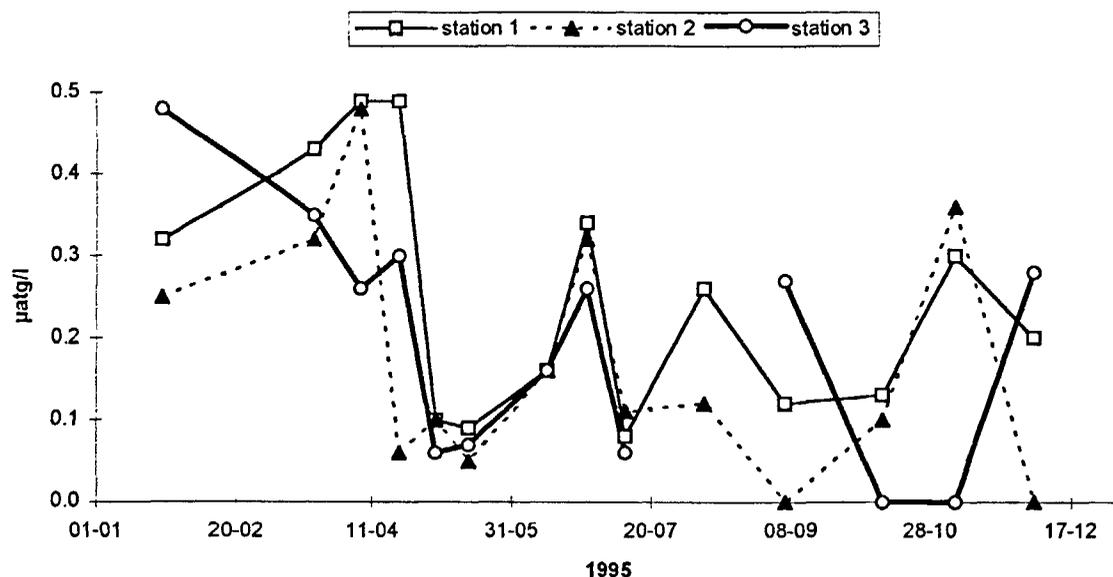


Fig.2.9 : Boulogne-sur-mer - Nitrites

Les teneurs en nitrites fluctuent toute l'année avec des valeurs maximales en avril pour la station 1 et la station 2 et en janvier pour la station 3 (0,5 µatg/l). Les valeurs minimales se situent en septembre et en décembre pour la station 2 (<0,1 µatg/l) et en octobre pour la station 3 (<0,1 µatg/l). D'avril à mai, on assiste à une chute des valeurs qui ne cessent d'augmenter et de diminuer le reste de l'année sans jamais dépasser 0,4 µatg/l.

II. 2.10 - Nitrates

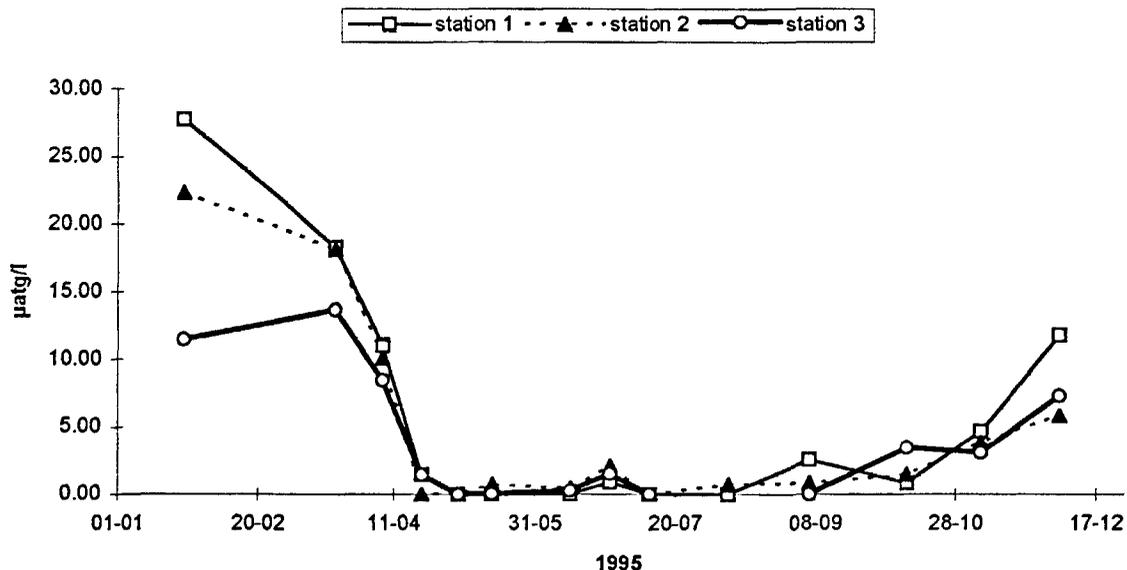


Fig.2.10 : Boulogne-sur-mer - Nitrates

Les réserves accumulées pendant l'hiver (27,77 µatg/l pour la station côtière) sont épuisées le 4 mai. Les concentrations restent quasiment nulles jusqu'au mois de septembre, puis remontent progressivement et atteignent 11,80 µatg/l le 4 décembre (station côtière). On observe un gradient côte-large décroissant.

II.2.11 - Phosphates

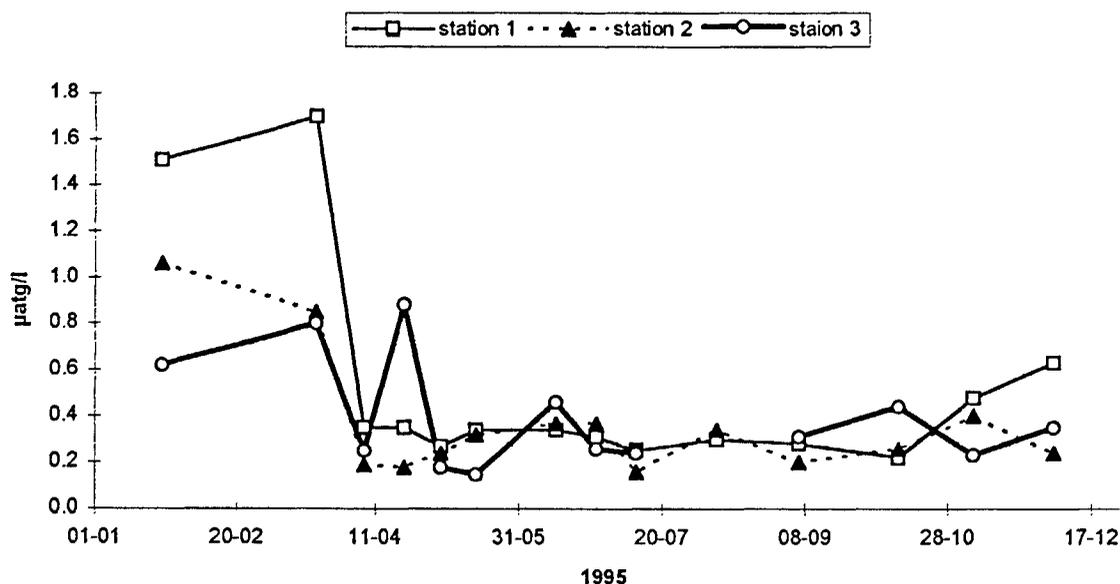


Fig.2.11 : Boulogne-sur-mer - Phosphates

La courbe d'évolution des phosphates a sensiblement la même allure que celle des nitrates. Les réserves de phosphates diminuent jusqu'au mois d'avril puis conservent une valeur moyenne de 0,4 µatg/l le reste de l'année, mis à part un pic fin avril pour la station 2 (0,9 µatg/l).

II.2.12 - Silicates

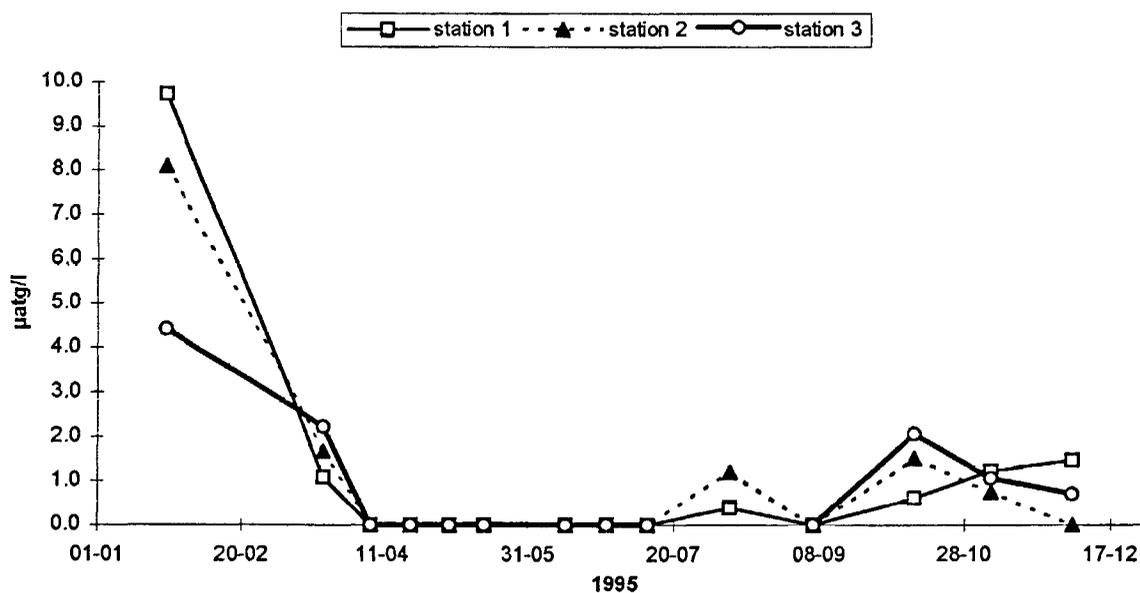


Fig.2.12 : Boulogne-sur-mer - Silicates

Les silicates utilisés par les diatomées pour former leur thèque sont épuisés dès le mois d'avril. Les réserves ne se reconstituent qu'à partir du mois d'octobre. On observe une baisse des silicates (<0,1 µatg/l) à la station 2 en décembre.

II.2.13 - Phytoplancton

Pour les raisons évoquées en introduction, il est impossible de présenter les résultats bruts de l'année 1995, nous nous contenterons d'exprimer les tendances.

- *Phaeocystis* :

Phaeocystis est surtout présent en avril et en mai (698.000 cellules) et on le trouve également en octobre en quantité beaucoup moins importante (15.000 cellules).

- *Diatomées* :

On peut signaler l'efflorescence de *Rhizosolenia setiger* le 11 juillet (312.900 cellules). Les autres espèces les plus représentées sont *Rhizosolenia delicatula* (608.190 cellules le 2 août pour un total de 824.290 cellules en 1995), *Leptocylindrus* (338.580 cellules le 2 août pour un total de 432.180 cellules), *Lauderia* (628.950 cellules le 7 mai pour un total de 660.810 cellules).

Espèces toxiques :

La famille des *dinophyceae* est présente toute l'année en faible quantité. Mais aucune espèce toxique n'est observée à Boulogne en 1995.

II.3 - Baie de Somme

En 1995, 14 sorties ont été effectuées. En raison de mauvaises conditions météorologiques, la station MER2 n'a pu être échantillonnée lors des sorties du 20 mars et du 21 décembre 1995. Cette année, la turbidité a pu être effectuée grâce à l'équipement du laboratoire de St Valery par un turbidimètre.

II.3.1 - Température

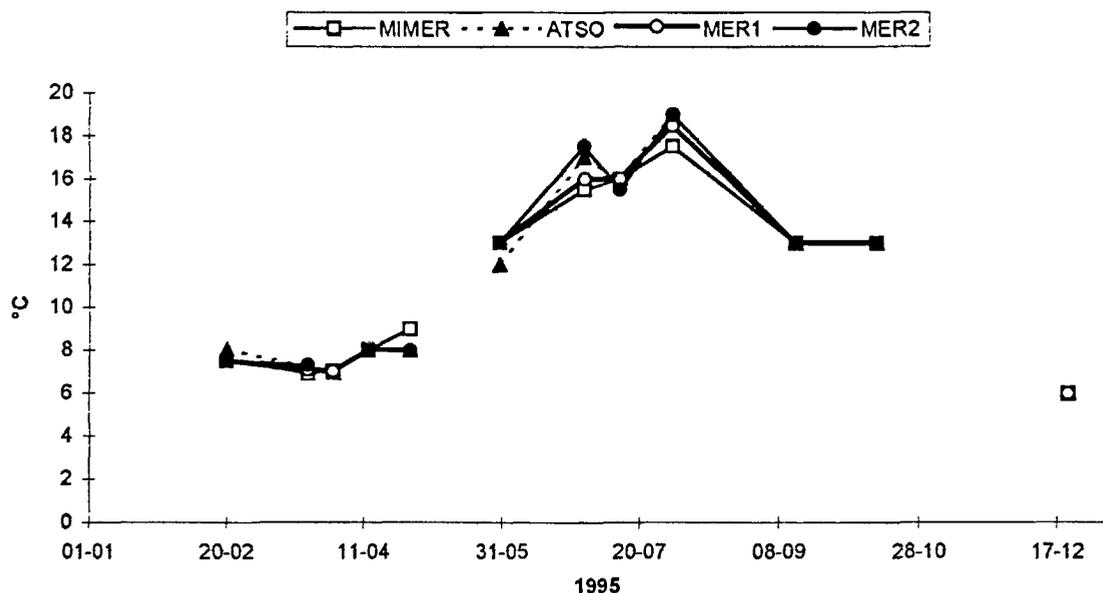


Fig.3.1 : Baie de Somme - Température

La moyenne annuelle générale (11,4°C) est sensiblement la même qu'en 1994 (11,6°C). On notera l'absence de valeurs le 16 mai et le 9 novembre pour les 4 stations. Le mois le plus froid est le mois de décembre. La température atteint un maximum de 19°C le 1 août (ATSO et MER2) puis décroît rapidement jusqu'au mois de septembre (la température de l'eau de mer perd plus de 6°C). En décembre, la température atteint 6°C, soit une perte de 13°C par rapport au mois d'août.

II.3.2 - Salinité

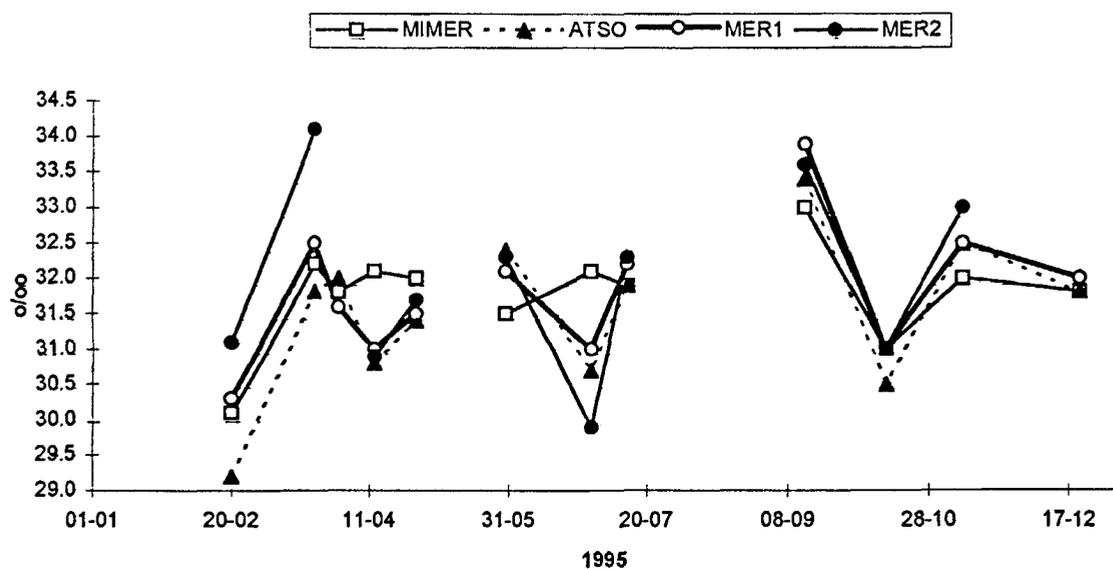


Fig.3.1 : Baie de Somme - Salinité

Il manque 2 valeurs pour les 4 stations (16 mai et 1 août). La moyenne est pratiquement la même qu'en 1994 (31,8 ‰ contre 31,5 ‰ en 1994), mais la salinité fluctue beaucoup plus en 1995.

II.3.3 - Turbidité

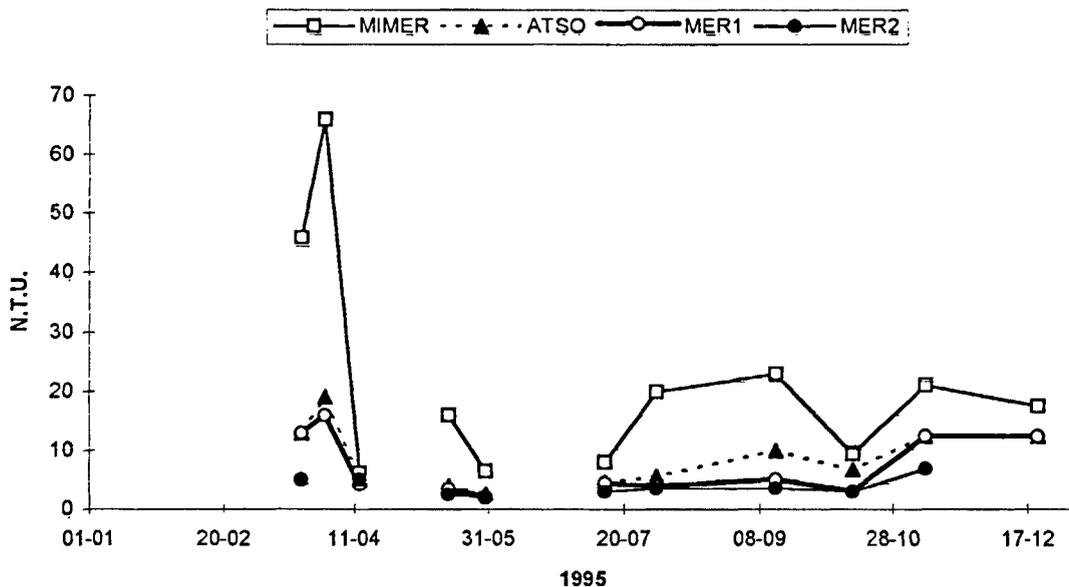


Fig.3.3 : Baie de Somme - Turbidité

L'absence de valeurs (20 février, 28 avril et 30 juin pour les 4 stations) ne permet pas une analyse correcte de la courbe d'évolution de la turbidité. Cependant, on peut noter un pic important de 66 N.T.U. le 31 mars (station MIMER). Ensuite, les valeurs fluctuent entre 10 et 20 N.T.U. pour la station MIMER et restent inférieures à 10 N.T.U. pour les 3 autres.

II.3.4 - Matières en suspension

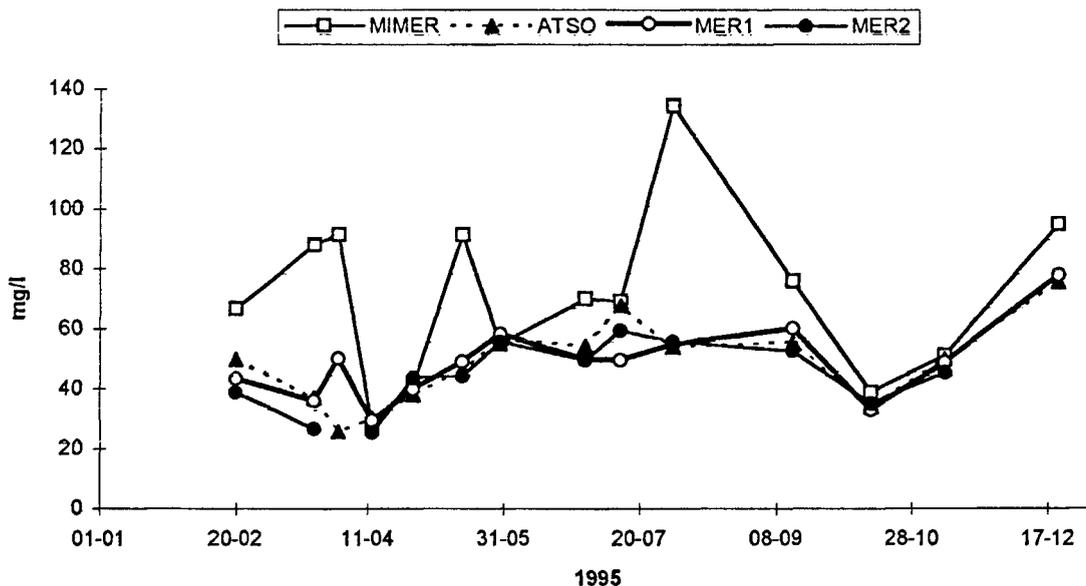


Fig.3.4 : Baie de Somme - Matières en suspension

Les concentrations moyennes annuelles en M.E.S. par station confirment l'existence d'un gradient MIMER-MER2 décroissant. Les concentrations s'échelonnent en moyenne de 71,2 mg/l pour le point MIMER à 44,43 mg/l pour le point MER2. On observe le plus grand écart (106,01 mg/l) à la station MIMER entre le 13 avril (28,41 mg/l) et le 1 août (134,42 mg/l). Les 3 autres stations évoluent de façon similaire.

II.3.5 - Matière organique

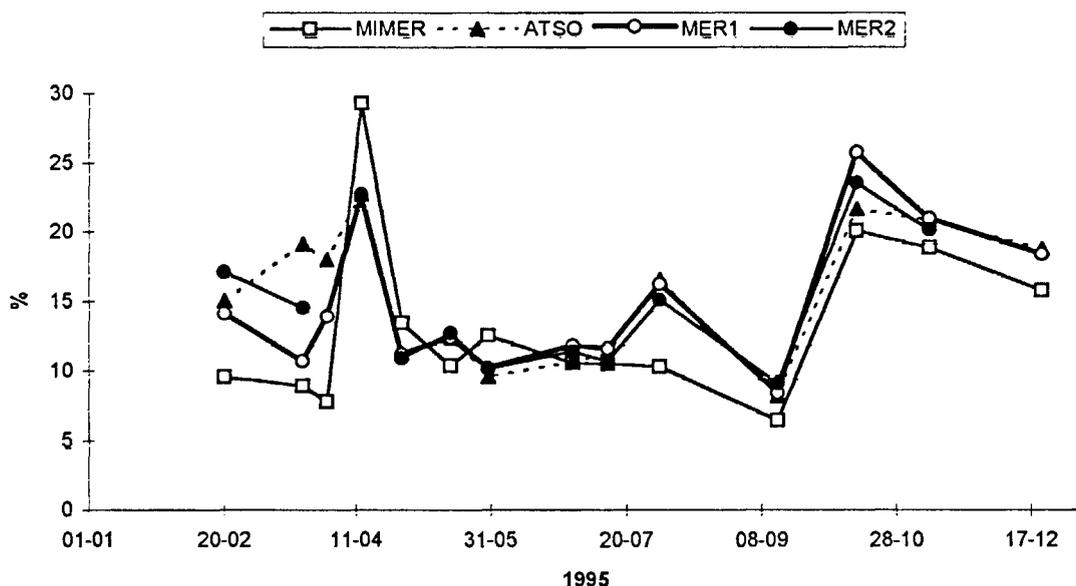


Fig.3.5 : Baie de Somme - Matière organique

Les valeurs moyennes sont comprises entre 13,2 (MIMER) et 15,5% (ATSO); La figure.3.5 montre un pic de M.O. en avril et en octobre pour les 4 stations, et un pic de moindre importance en août pour les stations ATSO, MER1 et MER2.

II.3.6 - Chlorophylle a

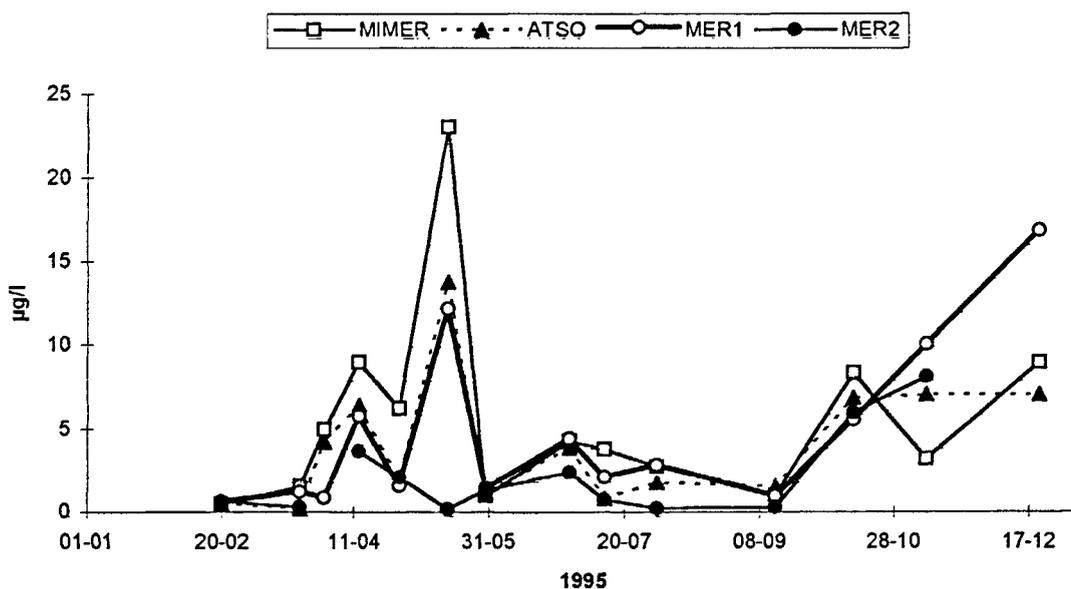


Fig.3.6 : Baie de Somme - Chlorophylle a

La station MIMER présente un pic le 12 mai (23,07 µg/l) qui traduit l'efflorescence algale printanière. A cette même date, la station MER2 enregistre sa plus faible valeur : 0,16 µg/l. A partir du 12 mai, les valeurs baissent et ne remontent qu'en septembre pour atteindre 7,05 µg/l (ATSO) et 16,87 µg/l (MER1).

II.3.7 - Phaeopigments

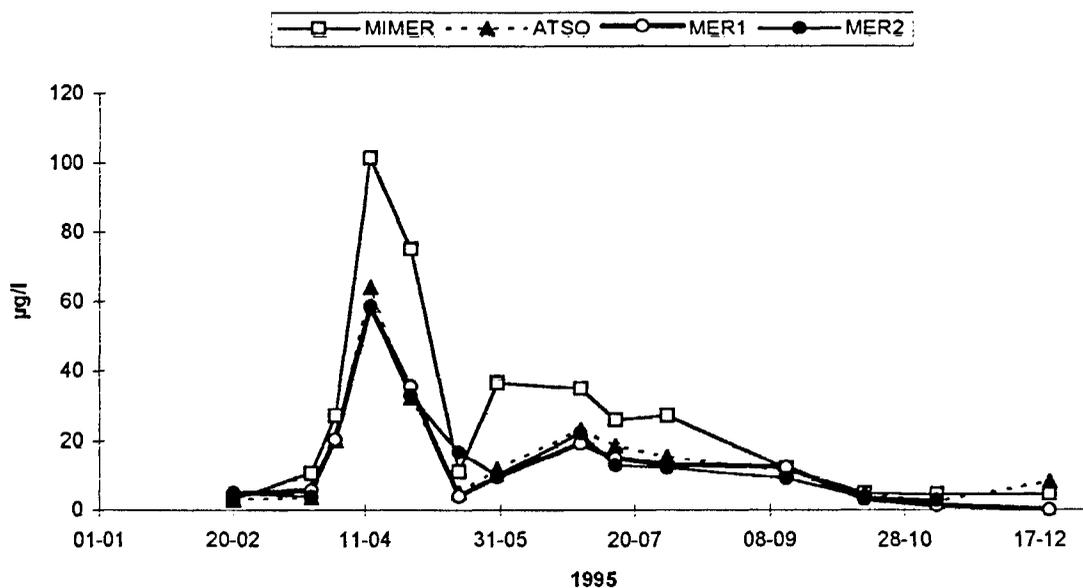


Fig.3.7 : Baie de Somme - Phaeopigments

Si la mesure des phaeopigments est un bon indicateur de la dégradation de la chlorophylle, on peut constater en 1995 que la concentration maximale en phaeopigments (avril) correspond globalement au pic de chlorophylle (mai).

II.3.8 - Ammonium

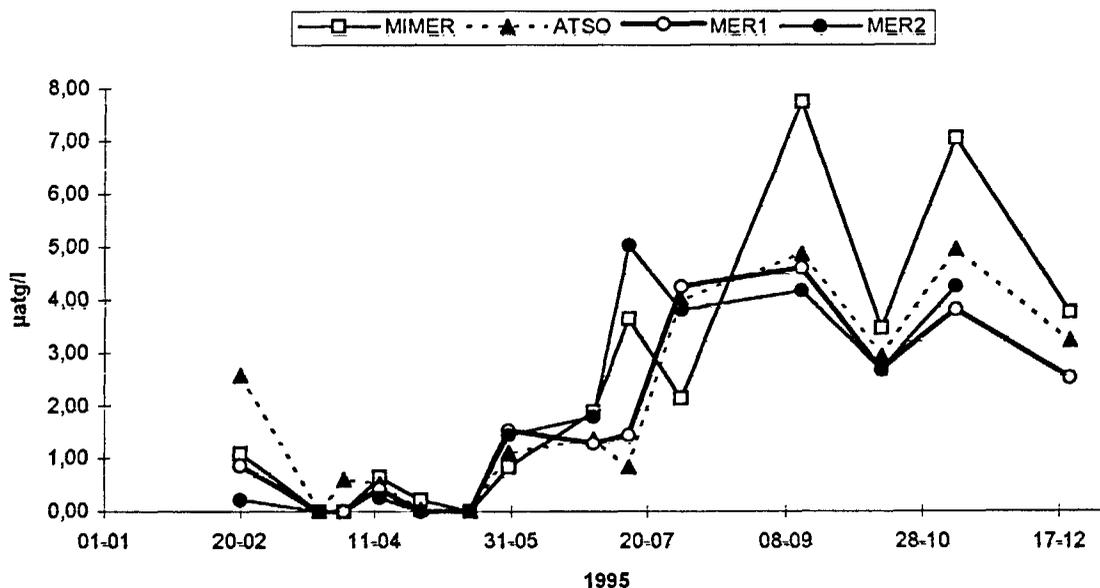


Fig.3.8 : Baie de Somme - Ammonium

Les moyennes annuelles s'échelonnent de 1,7 (MER1) à 2,3 µatg/l (MIMER). On enregistre les valeurs les plus faibles durant le mois de mars et le mois de mai. Elles correspondent au bloom printanier. Les concentrations importantes sont relevées au mois de septembre pour la station MIMER (7,76 µatg/l). Pendant la période hivernale, les teneurs n'excèdent pas 2,6 µatg/l.

II.3.9 - Nitrites

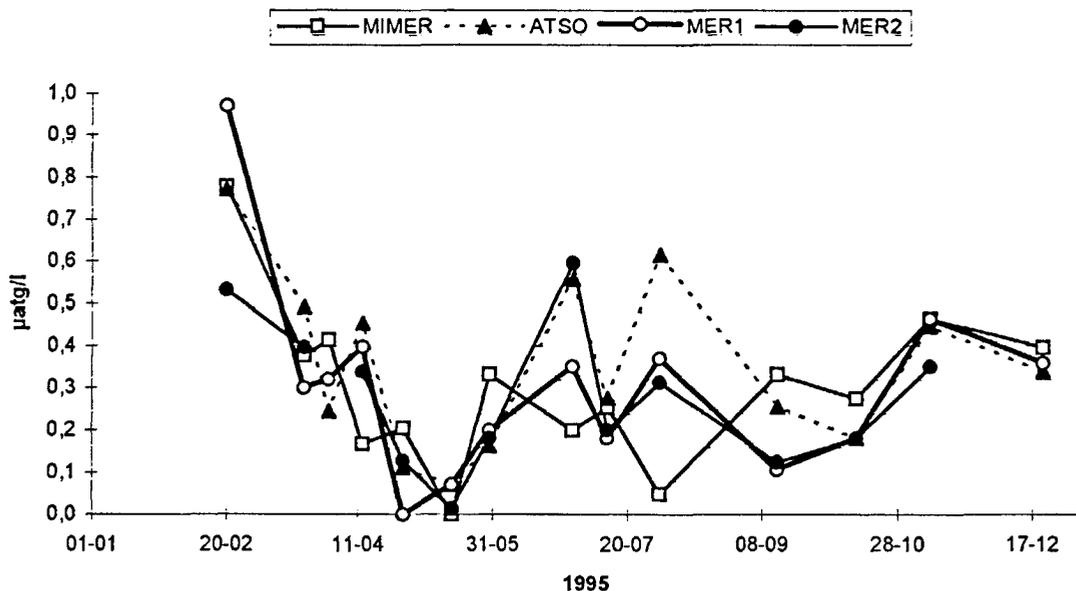


Fig.3.9 : Baie de Somme - Nitrites

L'étude des valeurs montre que la moyenne générale annuelle a pratiquement diminué de moitié par rapport à 1994. Les nitrites représentent une forme de transition très fugace entre l'ammonium et les nitrates. Leurs concentrations sont très variables dans l'espace et dans le temps et réagissent très rapidement à des modifications du milieu et en particulier aux modifications des concentrations en oxygène dissous. L'interprétation de cette figure demeure délicate car les concentrations fluctuent sans cesse. Mais, on peut quand même remarquer une chute des valeurs de février à mai.

II.3.10 - Nitrates

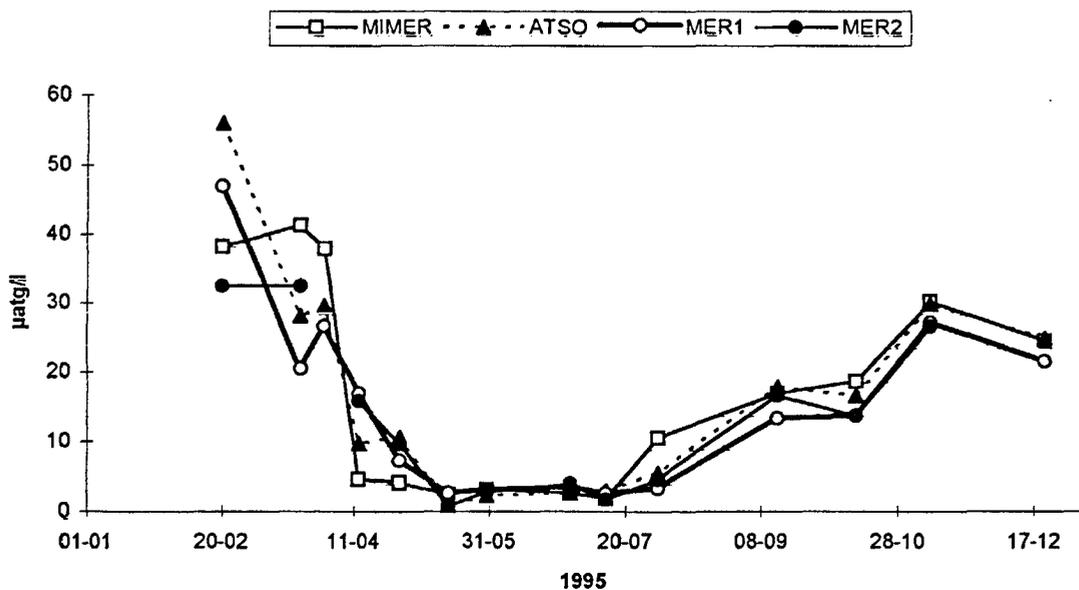


Fig.3.10 : Baie de Somme - Nitrates

Les concentrations moyennes annuelles des nitrates sont comprises entre 13,49 µatg/l (MER2) et 17,01 µatg/l (ATSO). La valeur minimale de concentration est relevée le 16 mai à MER2 (0,70 µatg/l), la valeur minimale est observée le 20 février à ATSO (56,09 µatg/l) où l'on note également la salinité la plus faible (29,2 o/oo). Le démarrage de la production phytoplanctonique printanière conduit rapidement à l'épuisement des nitrates le 16 mai. Le stock des nitrates commence à se reconstituer dès le mois de juillet.

II.3.11 - Phosphates

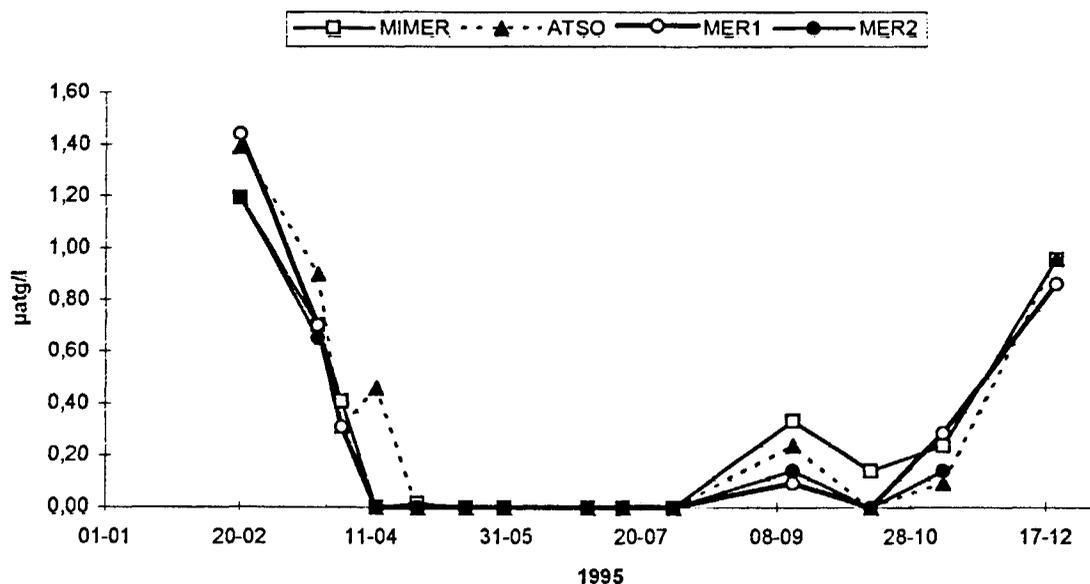


Fig.3.11 : Baie de Somme - Phosphates

Le maximum de concentration est relevé en février à MER1 (1,44 µatg/l) et le minimum, d'avril à août où l'on relève des valeurs nulles sur les 4 stations. Cela est lié à la reprise de la production phytoplanctonique. On peut remarquer que les 4 stations évoluent de façon similaire tout au long de l'année mis à part un pic à la station ATSO le 13 avril (0,46 µatg/l contre 0 µatg/l pour les 3 autres). A partir du mois d'août, et surtout du mois d'octobre, les réserves de phosphates se reconstituent.

II.3.12 - Silicates

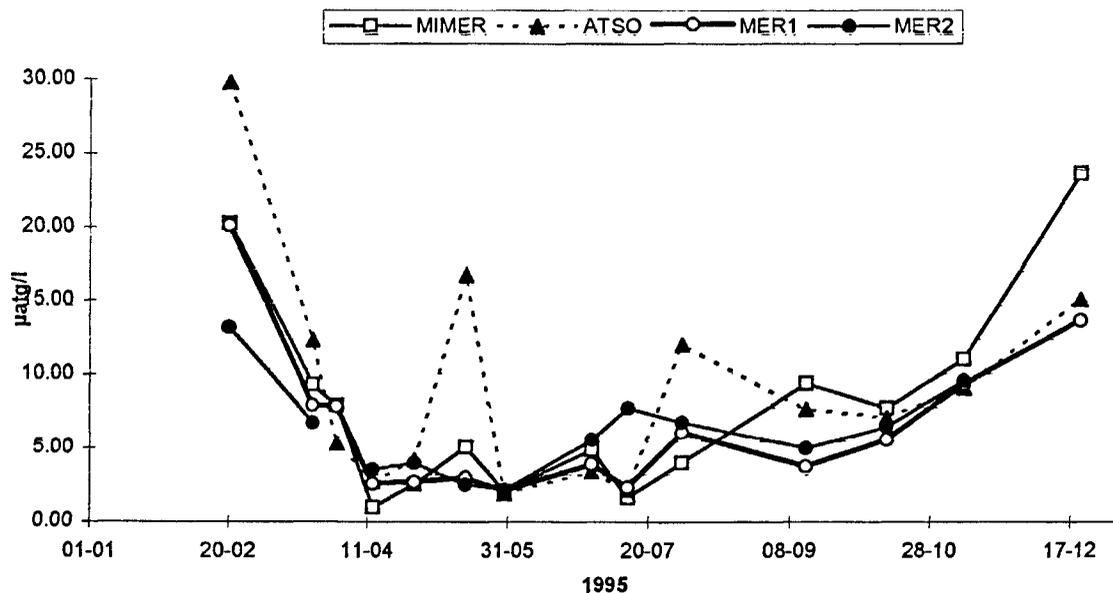


Fig.3.12 : Baie de Somme - Silicates

Le maximum est relevé en février à la station ATSO (29,76 µatg/l) et le minimum, en avril à la station MIMER (0,94 µatg/l). Les blooms successifs d'avril à octobre sont bien marqués, notamment à la station ATSO.

II.3.13 - Phytoplancton

Comme pour les radiales de Dunkerque et de Boulogne, nous présenterons ici les tendances principales de l'évolution des populations de phytoplancton.

Phaeocystis :

Phaeocystis est surtout présent en avril-mai avec plus de 6.000.000 de cellules à la côte, on le trouve également en octobre (27.000 cellules).

Diatomées :

Les *diatomées* sont en quantité importante en mai, on dénombre environ 11.000.000 de cellules à la côte fin mai avec plus de 10.000.000 de *Nitzschia*. Les autres espèces les plus représentées sont *Lauderia borealis* (avec un pic à 401.875 cellules le 28 avril pour un total de 1.105.200 cellules en 1995), *Asterionella glacialis* (avec un pic à 370.000 cellules le 13 juillet pour un total de 903.800 cellules) et *Leptocylindrus* (avec un pic à 591.250 cellules le 30 juin pour un total de 963.050 cellules).

Espèces toxiques :

On peut signaler la présence inaccoutumée de *Gymnodinium spp* fin juillet, début août (75.000 cellules). Mais aucune autre espèce toxique n'est observée en 1995 en Baie de Somme.

III. DISCUSSION

II.1 - Comparaison interradiale

Comme pour les bilans des années antérieures, nous nous proposons de dégager les différences essentielles entre chaque radiale en ce qui concerne les résultats des analyses physico-chimiques, biologiques et le phytoplancton.

II.1.1 - Paramètres physico-chimiques et biologiques

II.1.1.1 - Température et salinité

La température évolue pour les 3 radiales dans une plage située entre 5°C et 7°C pour les minima, 19 et 20°C pour les maxima. L'écart de température entre la côte et le large ne dépasse jamais 2°C.

La salinité moyenne pour Dunkerque et Boulogne est de l'ordre de 33-34 ‰ alors qu'elle est de 31-32 ‰ pour la Baie de Somme, ce qui confirme l'influence de la dessalure due au fleuve Somme. A Boulogne, certaines valeurs dépassent 37 ‰ sur les stations 2 et 3 (voir III.2 - Discussion).

III.1.1.2 - M.E.S., turbidité et matière organique

Les valeurs de turbidité sont beaucoup plus élevées en Baie de Somme (moyenne : 10,43 N.T.U.) qu'à Dunkerque (moyenne : 3,28 N.T.U.) et Boulogne (moyenne : 2,03 N.T.U.) avec un maxima de 66,6 N.T.U. contre 7,1 à Dunkerque et 10,5 N.T.U. à Boulogne. Il en est de même pour les matières en suspension, les teneurs les plus élevées se situent en Baie de Somme avec un maxima de 134,42 mg/l en août à la station côtière contre 39 mg/l en juin à Dunkerque et 24 mg/l en mars à Boulogne.

Le pourcentage de matière organique est plus élevé en avril-mai en Baie de Somme (29,32 %) et à Dunkerque (75,1 %), et en août-septembre à Boulogne (100 %). Les moyennes évoluent de 14,6% (Baie de Somme) à 34,33 % (Boulogne).

III.1.1.3 - Chlorophylle a et phaeopigments

On note un net pic printanier en chlorophylle a sur la station la plus côtière à Boulogne (24 µg/l) et en Baie de Somme (23,07 µg/l). Par contre, à Dunkerque, on n'observe pas de pic important, mais plutôt des valeurs élevées à la côte début juin (20,2 µg/l). Pour cette radiale, la valeur maximale relevée en 1995 se situe en août à la station médiane (21,2 µg/l).

Les phaeopigments sont des indicateurs de la dégradation de la chlorophylle. En Baie de Somme, les phaeopigments dépassent 100 µg/l à la côte en avril contre 3,8 µg/l en juin à Dunkerque et 8,8 µg/l en mai à Boulogne.

III.1.1.4 - Nutriments

Les concentrations en ammonium sont comprises, pour les 3 radiales, entre 0 et 8 µatg/l avec un gradient décroissant côte-large marqué à Dunkerque. Les valeurs les plus fortes se situent en fin d'année pour Boulogne et la Baie de Somme, alors qu'à Dunkerque, c'est l'inverse (février).

Les teneurs en nitrites ne dépassent pas 1 µatg/l sauf en Baie de Somme en février (1,28 µatg/l). Les minima se produisent au printemps pour Dunkerque et la Baie de Somme, et à l'automne pour Boulogne. C'est en hiver que l'on trouve les maxima pour les 3 radiales.

Mis à part le pic à Dunkerque en mars (191,1 µatg/l), l'évolution saisonnière des nitrates est comparable à Dunkerque, Boulogne et en Baie de Somme. On passe par des maxima l'hiver puis par des minima d'avril à octobre. Sur les stations les plus côtières, les teneurs atteignent 27,77 µatg/l à Boulogne, 56,09 µatg/l en Baie de Somme et 191,1 µatg/l à Dunkerque (cette valeur est surprenante car la salinité ne présente pas de valeur trop basse).

Les phosphates suivent globalement les mêmes variations annuelles que les nitrates mais avec des valeurs comprises entre 0 et 2 $\mu\text{atg/l}$ sauf à la station côtière de Dunkerque le 13 février (4,9 $\mu\text{atg/l}$).

Les teneurs en silicates sont faibles dès le mois d'avril à Dunkerque et Boulogne, et ce jusqu'en septembre-octobre où les teneurs commencent à remonter. Par contre, pour la Baie de Somme, les teneurs fluctuent beaucoup plus avec des valeurs faibles en avril, mais qui évoluent différemment ensuite. Les maxima se situent en février pour les 3 radiales (9,7 $\mu\text{atg/l}$ à Boulogne, 35,2 $\mu\text{atg/l}$ à Dunkerque et 29,76 $\mu\text{atg/l}$ en Baie de Somme).

III.1.2 - Phytoplancton

Phaeocystis apparaît de mars à mai à Dunkerque et d'avril à mai à Boulogne et en Baie de Somme avec une légère rémanence en octobre à la station ATSO.

En ce qui concerne les *diatomées*, On note quelques similitudes dans la succession des espèces principales. On dénombre ainsi les genres suivants : *Leptocylindrus*, *Lauderia*, *Rhizosolenia*.

Globalement le nombre d'espèces identifiées est plus élevé en Baie de Somme qu'à Dunkerque ou Boulogne.

On observe *Dinophysis* à Boulogne, *Gymnodinium* en Baie de Somme et *Gyrodinium* à Dunkerque mais à des quantités trop faibles pour entraîner des problèmes de toxicité.

III.2 - Discussion

Il faut en préambule, constater que 40 sorties sur les 48 programmées ont été effectuées en 1995 avec 14 sorties pour Boulogne et la Baie de Somme, et 12 sorties pour Dunkerque. L'absence de sorties s'explique suivant les radiales par les conditions météorologiques défavorables ou par absence de moyens nautiques disponibles.

1. Température et salinité

Les résultats confirment bien l'évolution saisonnière de la température et le gradient côte-large pour la salinité à Dunkerque et en Baie de Somme avec les influences maritimes pour Dunkerque et celles du fleuve Somme en Baie.

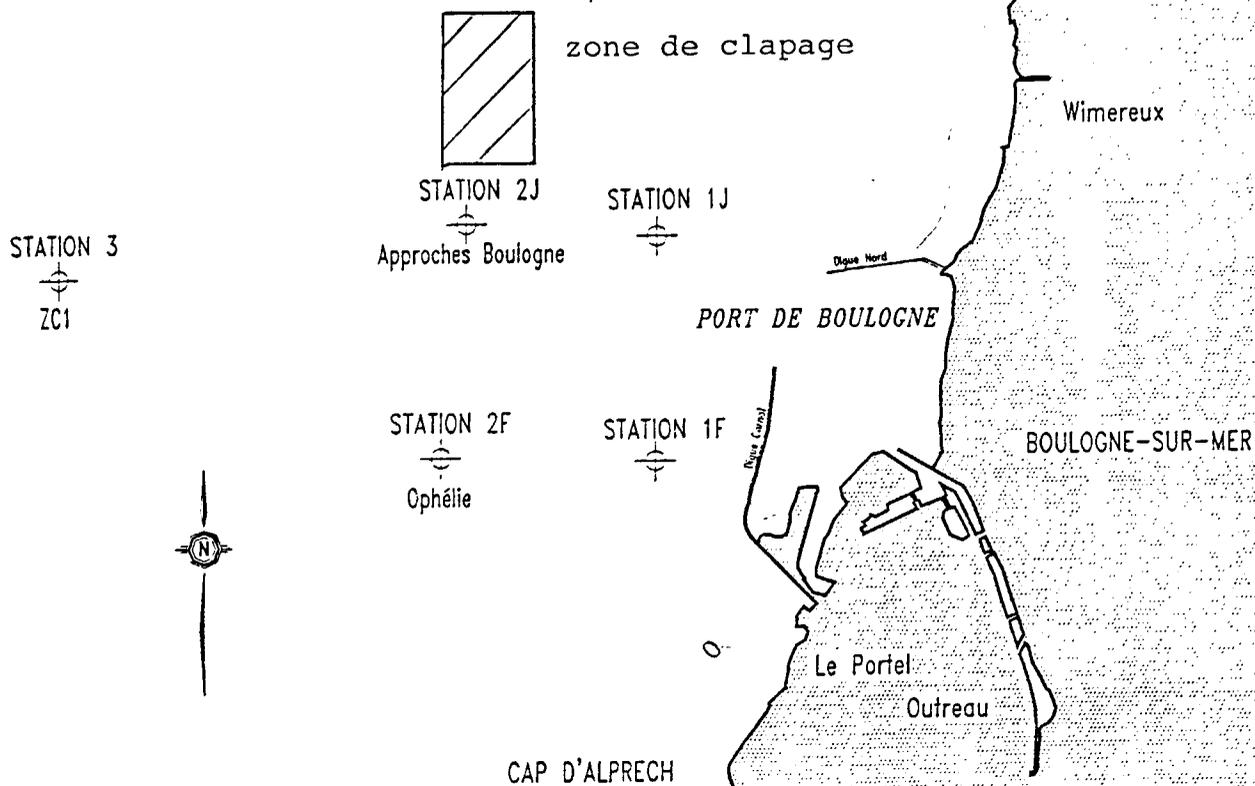
Comme les années précédentes, on observe à Boulogne des valeurs aberrantes (>37 ‰) sur les stations 2 et 3. Plusieurs hypothèses sont possibles. Une d'entre elles concerne les rejets de sel en mer par les professionnels du salage-fumage des produits de la mer. En effet, ceux-ci utilisent environ 4.000 tonnes de sel par an soit environ 80 tonnes par semaine. Mais cette hypothèse apparaît peu probable à cause du phénomène important de dilution en mer.

Une seconde hypothèse concerne les rejets de dragage du port de Boulogne. Il faut savoir que les volumes moyens dragués et immergés en mer en 1995 représentent 491.700 m³ à Boulogne (source : SMBC). Or lorsque l'on compare la carte de localisation de la zone d'immersion des déblais de dragage du port de Boulogne avec le plan de situation des stations de la radiale de Boulogne-sur-mer (voir page 30), on peut constater que la zone de clapage (ou d'immersion) se situe aux environs des stations de prélèvements. Ce qui pourrait, malgré les dilutions importantes en mer, expliquer les valeurs aberrantes relevées sur ces 2 stations surtout si les prélèvements SRN interviennent peu de temps après ces rejets. Cependant, les volumes dragués lorsque les salinités sont élevées (16.500 m³ en septembre 95 pour la totalité du port de Boulogne) ne sont pas trop importants, du moins par rapport à ceux de décembre par exemple (42.500 m³) où on ne relève pas de valeurs aberrantes.

Une troisième hypothèse concerne les erreurs de flaconnage ou analytiques. Mais là aussi, cette hypothèse apparaît peu probable du fait des précautions prises par les analystes du laboratoire de Boulogne et de plus car ce phénomène se produit toujours aux mêmes périodes. D'autres hypothèses sont actuellement à l'étude pour tenter d'expliquer ce phénomène.

PLAN DE SITUATION DES STATIONS DE LA RADIALE BOULOGNE-SUR-MER

0 1852
Echelle Graphique en mètres



STATION 1J
Latitude : 50°45'30 Nord
Longitude : 1°33'00 Est
STATION 2J (Approches Boulogne)
Latitude : 50°45'38 Nord
Longitude : 1°31'11 Est
STATION 3 (ZC1)
Latitude : 50°45'02 Nord
Longitude : 1°27'15 Est
STATION 2F (Ophélie)
Latitude : 50°43'90 Nord
Longitude : 1°30'90 Est
STATION 1F
Latitude : 50°43'90 Nord
Longitude : 1°33'00 Est

CARTE 2

Situation géographique de la zone de clapage des rejets de dragage

2. M.E.S., turbidité et matière organique

Avant toute chose, on peut remarquer que sur les 3 radiales les teneurs en matières sèches ont augmenté par rapport à 1994 (fortement à Boulogne : +293,7 % par rapport à 1994) et que leur origine est d'avantage minérale.

Il est possible de corréliser ces 3 paramètres pour chaque radiale. A Dunkerque, le maxima de M.E.S. correspond au minima de matière organique, c'est-à-dire que dans ce cas, les 39 mg/l de M.E.S. sont à 98 % d'origine minérale (station côtière le 1 juin). Par contre, il ne semble pas y avoir d'influence majeure (légère augmentation) sur la turbidité.

A Boulogne, les M.E.S., très faibles en août (0,1 mg/l à la station 3), sont majoritairement d'origine organique (100 % à la station 3), et on peut également observer des valeurs assez faibles de turbidité. Par contre, les valeurs élevées de M.E.S. de mars sont essentiellement d'origine minérale.

En Baie de Somme, les minima de M.E.S. (mars-avril) correspondent aux maxima de matière organique (29,32 %), mais en étant essentiellement d'origine minérale. Ces valeurs correspondent aussi avec le maxima de turbidité relevé à la côte en mars (66 N.T.U.).

3. Chlorophylle et phaeopigments

Les teneurs maximales en chlorophylle a sont moins élevées qu'en 1994, surtout en Baie de Somme où on ne relève que 23,07 µg/l contre 42,29 µg/l en 1994, et à Dunkerque avec 21,2 µg/l contre 51,7 µg/l en 1994. Le pic d'avril-mai 1994 n'est pas si bien marqué à Dunkerque en 1995. Par contre, on retrouve sensiblement la même chose à Boulogne et en Baie de Somme.

4. Nutriments et phytoplancton

A Boulogne et en Baie de Somme, on peut remarquer que les teneurs en nutriments, hormis l'ammonium, ont diminué par rapport à 1994. A Dunkerque, c'est l'inverse qui se produit, les teneurs en ammonium diminuent alors que les autres paramètres augmentent.

Les concentrations en ammonium et en nitrites évoluent en dent de scie du fait de leur instabilité ou de leur consommation préférentielle par le phytoplancton.

Les nitrates et les phosphates sont consommés rapidement par le phytoplancton, ce qui explique leur chute en avril lors du bloom est observé. La valeur élevée à Dunkerque en mars (191,1 µatg/l à la station côtière) s'explique difficilement au regard des autres paramètres relevés à la même période.

Dès février, les *diatomées* utilisent les silicates dissous jusqu'à épuisement afin de constituer leurs thèques.

Le bloom de *Phaeocystis* coïncide cette année avec le pic de chlorophylle à Boulogne et en Baie de Somme.

5. Influence des conditions météorologiques

On sait que les conditions météorologiques (pluie, vent, soleil) peuvent avoir une influence importante sur la plupart des paramètres analysés dans cette étude.

Le paramètre pluviométrie a été particulièrement étudié. Les précipitations enregistrées par décade aux trois stations météorologiques de Dunkerque, Boulogne/mer et de la Baie de Somme (annexe 3) font apparaître plusieurs épisodes pluvieux tout au long de l'année avec des maximums en février, mars, juillet, septembre et octobre.

En moyenne, l'année 1995 a été moins pluvieuse qu'en 94 (634,1 mm contre 900 mm) sur le littoral Nord/Pas-de-Calais/Picardie. Les pics de précipitations en Baie de Somme de janvier, juillet et septembre se traduisent par des dessalures notables, de même à Dunkerque en février, août et décembre. Par contre à Boulogne les dessalures sont beaucoup moins marquées, il n'y a pas de véritable chute des valeurs comme à Dunkerque et en Baie de Somme.

Ces valeurs peuvent également expliquer les teneurs en nutriments en baisse par rapport à 1994, mis à part l'ammonium.

CONCLUSION

Les résultats de cette quatrième année de fonctionnement du Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord/Pas-de-Calais/Picardie permettent de tirer toute une série d'enseignements qui confirment souvent les résultats obtenus lors des précédents suivis :

- Un gradient côte -large, plus ou moins net selon les radiales et les paramètres, existe qu'il soit croissant ou décroissant.

- L'évolution saisonnière est bien marquée pour la plupart des paramètres. Les sels nutritifs passent par des maxima en hiver et des minima en été. Pour la chlorophylle et le phytoplancton, on observe les valeurs les plus faibles en hiver et les plus élevées au printemps et en été.

- Enfin, on note l'influence des épisodes pluvieux, bien qu'ils soient moins nombreux qu'en 1994, sur la plupart des paramètres.

Par rapport aux résultats de 94, on constate surtout une tendance à la diminution des teneurs en nutriments mis à part l'ammonium sur les radiales de Boulogne et de la Baie de Somme, et de la chlorophylle a à Dunkerque. Par contre, on constate une augmentation des valeurs en matières sèches sur les 3 radiales.

Une synthèse globale sur 5 ans des résultats obtenus de 1992 à 1996 est prévue au cours du second semestre 1997 lorsque les résultats de l'année 1996 seront connus. Cette synthèse devrait nous permettre d'entrevoir d'éventuelles améliorations ou dégradations des eaux littorales depuis 1992 et d'envisager une reconduction du Suivi Régional des Nutriments.

ANNEXE 1

Analyses physicochimiques

Résultats bruts

DATE	T°	Salinité	Turbidité	M.E.S.T.	M.O.	Chloro a	Phaeo a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4---	Silicates	
	(°C)	(o/oo)	(N.T.U.)	(mg/l)	(%)	(µg/l)	(µg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	
18-janv	6,5	33,97	5,6	23,3	7,7	1,6	1,8	2,6	0,55	1,4	0,2	23,4	
13-févr	9,0	31,97	5,1	8,7	12,6	1,8	0,4	8,6	1,28	40,6	4,9	35,2	
09-mars	8,0	32,12	3,4	7,9	26,6	5,2	1,5	5,6	0,73	191,1	1,2	13,7	
22-mars	8,0	33,45	2,9	3,9	25,6	12,5	2,9	5,0	0,48	16,3	0,5	2,0	
05-avr	9,2	33,94	1,5	4,0	40,0	14,2	1,5	4,5	0,12	2,6	0,1	0,5	
03-mai	11,0	33,53	3,1	8,0	58,4	17,1	0,1	3,7	0,05	2,4	0,0	1,0	
01-juin	11,0	33,67	4,8	39,0	2,0	20,2	3,8	1,9	0,17	0,9	0,3	0,2	R.N.O.
12-juil		33,63	4,5	7,8	0,6	9,2	2,3	6,5	0,96	2,9	0,5	1,2	R.N.O.
10-août	20,0	31,16	3,3	7,2	18,7	18,4	1,7	6,7	0,26	5,2	0,2	2,9	
26-oct	15,0	33,85	6,3	13,9	20,0	2,6	1,2	7,3	0,57	5,6	0,5	2,6	
08-nov		34,22	7,1	2,0	0,4	3,9	1,4	3,1	0,44	6,1	0,9	3,8	R.N.O.
19-déc	5,5	32,13	6,6	14,0	17,9	1,4	0,8	6,0	0,64	39,9	1,4	20,3	

1995, Radiale de Dunkerque, Station 1

DATE	T°	Salinité	Turbidité	M.E.S.T.	M.O.	Chloro a	Phaeo a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4---	Silicates	
	(°C)	(o/oo)	(N.T.U.)	(mg/l)	(%)	(µg/l)	(µg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	
18-janv	6,5	34,24	5,7	16,1	10,6	1,7	1,1	2,9	0,51	16,0	0,3	21,5	
13-févr	7,5	33,11	2,7	5,1	15,7	2,0	0,6	5,5	0,53	28,1	2,0	26,0	
09-mars	8,0	33,21	3,1	6,1	16,4	4,8	0,3	3,7	0,49	24,1	0,8	7,2	
22-mars	8,3	34,15	1,5	3,5	22,9	16,9	0,5	4,0	0,27	8,7	0,3	0,4	
05-avr	8,7	34,05	1,1	2,2	36,4	12,0	0,6	3,5	0,18	4,0	0,1	0,3	
03-mai	11,0	33,55	1,9	4,0	66,8	17,9	1,4	4,2	0,08	2,2	0,1	0,7	
01-juin	11,0	34,18	3,6	31,0	1,8	7,7	1,7	1,1	0,08	0,8	0,8	0,1	R.N.O.
12-juil		33,51	2,5	2,0	0,5	6,0	1,8	4,6	0,52	2,2	0,4	1,3	R.N.O.
10-août	20,0	31,93	1,6	5,4	27,0	21,2	2,8	4,9	0,65	2,9	0,8	0,0	
26-oct	14,5	33,87	5,6	12,4	20,0	3,2	0,4	6,1	0,51	5,3	0,3	1,5	
08-nov		34,05	3,0	19,0	0,4	2,8	1,9	2,4	0,41	7,4	0,6	3,4	R.N.O.
19-déc	5,0	32,98	7,1	15,3	18,3	1,7	1,9	4,5	0,56	25,3	1,1	13,7	

1995, Radiale de Dunkerque, Station 3

DATE	T° (°C)	Salinité (o/oo)	Turbidité (N.T.U.)	M.E.S.T. (mg/l)	M.O. (%)	Chloro a (µg/l)	Phaco a (µg/l)	NH4+ (µatg/l)	NO2- (µatg/l)	NO3- (µatg/l)	PO4--- (µatg/l)	Silicates (µatg/l)	
18-janv	7,0	34,32	4,5	22,6	5,3	1,4	1,0	2,7	0,52	14,9	0,3	21,0	
13-févr	7,5	33,16	2,5	4,5	13,3	1,7	0,4	4,7	0,54	28,4	0,8	25,9	
09-mars	7,5	33,61	1,4	1,8	27,8	2,0	2,3	3,2	0,42	21,9	0,7	6,3	
22-mars	8,5	34,25	0,7	1,2	33,3	13,4	0,5	4,2	0,25	8,9	0,3	0,5	
05-avr	8,7	34,06	0,8	1,4	42,9	11,4	0,9	3,4	0,20	4,7	0,1	0,2	
03-mai	11,0	33,66	2,3	5,3	75,1	18,0	2,3	3,8	0,05	2,1	0,1	1,2	
01-juin	11,0	34,36	2,5	39,0	5,5	2,5	0,4	1,0	0,09	0,9	0,4	0,3	R.N.O.
12-juil		33,79	1,4	12,0	0,6	4,5	1,9	4,5	0,62	1,8	0,5	1,0	R.N.O.
10-août	20,0	32,52	1,0	2,5	50,0	11,5	0,7	3,2	0,34	1,9	0,5	0,0	
26-oct	15,0	33,91	2,6	5,5	18,0	2,7	0,3	4,9	0,43	4,4	0,2	0,6	
08-nov		34,18	2,6	19,0	0,4	1,9	1,3	1,8	0,30	5,3	0,6	3,4	R.N.O.
19-déc	6,0	33,08	2,2	3,7	13,5	1,4	0,3	4,6	0,54	23,0	1,0	12,5	

1995, Radiale de Dunkerque, Station 4

DATE	T°	Salinité	Turbidité	M.E.S.T.	M.O.	Chloro A	Phaeo a	NH4+	NO2 -	NO3 -	PO4 - -	Silicates
	(°C)	(o/oo)	(N.T.U.)	(mg/l)	(%)	(µg/l)	(µg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)
25-janv	6,8	29,14	8,5	5,8	13,8	0,91	0,59	1,2	0,3	27,77	1,5	9,7
21-mars	7,5	29,90	2,5	24,0	16,7	5,28	2,11	0,1	0,4	18,27	1,7	1,1
07-avr	9,6	33,81	0,8	12,0	26,7	15,70	3,76	1,9	0,5	11,01	0,4	<0,1
21-avr	10,0	31,12	0,2	9,0	33,3	15,70	4,49	0,9	0,5	1,44	0,4	<0,1
04-mai	10,0	31,12	2,1	7,8	26,9	8,01	8,81	1,0	0,1	<0,15	0,3	<0,1
16-mai	11,8	34,24	3,3	8,5	27,1	5,45	1,28	1,2	0,1	<0,15	0,3	<0,1
13-juin	13,8	34,60	3,4	7,6	35,5	4,26	1,82		0,2	<0,15	0,3	<0,1
27-juin	14,8	34,77	1,2	2,5	44,0	2,15	1,27	3,5	0,3	0,88	0,3	<0,1
11-juil	17,0	33,60	1,5	3,3	42,4	6,17	1,35	1,1	0,1	<0,15	0,3	<0,1
08-août	19,0	34,27				2,64	1,23	1,8	0,3	<0,15	0,3	0,4
06-sept	18,7	34,10	1,3	2,1	38,1	7,09	1,88	0,8	0,1	2,56	0,3	<0,1
11-oct	16,3	34,08	3,9	7,2	12,5	3,04	1,44	2,6	0,1	0,82	0,2	0,6
06-nov	14,1	34,44	4,4	7,0	10,0	1,64	1,39	6,1	0,3	4,73	0,5	1,2
04-déc	10,2	32,50	2,5	4,1	36,6	6,40	1,72	1,7	0,2	11,80	0,6	1,5

1995, Radiale de Boulogne, Station 1

ANNEXE 2

Analyses phytoplanktoniques

Résultats bruts

DATE	T°	Salinité	Turbidité	M.E.S.T.	M.O.	Chloro A	Phaeo a	NH4+	NO2 -	NO3 -	PO4- - -	Silicates
	(°C)	(o/oo)	(N.T.U.)	(mg/l)	(%)	(µg/l)	(µg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)
25-janv	7,8	29,94	3,2	2,5	20,0	0,59	0,83	0,8	0,3	22,31	1,1	8,1
21-mars	7,5	29,28	3,5	22,0	22,7	4,05	2,54	0,6	0,3	18,15	0,9	1,7
07-avr	9,4	31,29	0,3	13,2	24,2	8,56	1,62	1,1	0,5	10,10	0,2	<0,1
21-avr	9,9	31,77	1,1	7,0	42,9	9,93	6,44	0,6	0,1	<0,15	0,2	<0,1
04-mai	10,0	31,60	2,6	7,2	31,9	1,28	6,12	1,2	0,1	<0,15	0,2	<0,1
16-mai	10,9	34,41	10,5	14,5	20,0	5,45	3,30	1,1	0,1	0,70	0,3	<0,1
13-juin	13,7	34,60	2,7	5,6	39,3	2,33	1,45	2,8	0,2	0,44	0,4	<0,1
27-juin	14,6	34,77	1,3	2,0	25,0	1,35	1,40	4,2	0,3	2,06	0,4	<0,1
11-juil	17,0	34,29	0,6	0,0	0	0,96	0,53	1,1	0,1	<0,15	0,2	<0,1
08-août	18,6	34,61	1,4	0,6	100	0,96	0,78	2,4	0,1	0,72	0,3	1,2
06-sept	18,9	37,42	0,6	0,1	100	3,02	1,50	0,3	<0,1	0,80	0,2	<0,1
11-oct	16,4	34,44	4,0	6,7	11,9	0,84		3,9	0,1	1,44	0,3	1,5
06-nov	14,0	34,61	1,9	1,8	44,4	1,69	2,17	4,8	0,4	3,84	0,4	0,7
04-déc	11,0	31,39	2,2	2,0	40,0	4,57	6,26	1,6	<0,1	5,91	0,2	<0,1

1995, Radiale de Boulogne, Station 2

DATE	T°	Salinité	Turbidité	M.E.S.T.	M.O.	Chloro A	Phaco a	NH4+	NO2 -	NO3 -	PO4 - -	Silicates
	(°C)	(o/oo)	(N.T.U.)	(mg/l)	(%)	(µg/l)	(µg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)
25-janv	8,1	31,08	0,8	1,8	38,9	0,25	1,28	0,7	0,5	11,51	0,6	4,4
21-mars	7,5	29,28	2,1	9,6	50,0	1,84	1,02	0,2	0,4	13,64	0,8	2,2
07-avr	9,7	31,98	0,2	10,8	25,9	2,98	1,16	0,9	0,3	8,47	0,3	<0,1
21-avr	9,9	31,77	1,1	8,6	69,8	7,05	2,15	1,0	0,3	1,48	0,9	<0,1
04-mai	10,0	34,24	0,9	5,2	30,8	1,68	0,67	0,5	0,1	<0,15	0,2	<0,1
16-mai	11,6	34,41	0,1	4,8	33,3	0,82	0,55	2,0	0,1	<0,15	0,2	<0,1
13-juin	13,2	35,40	0,3	3,4	41,2	1,14	0,48	1,7	0,2	0,28	0,5	<0,1
27-juin	14,4	34,60	1,2	0,8	62,5	1,43	1,33	3,0	0,3	1,49	0,3	<0,1
11-juil	18,0	33,94	0,4	0,0	0	1,39	1,23	1,2	0,1	<0,15	0,2	<0,1
08-août	18,4	34,27	0,3	0,1	100	0,76	0,53	4,3				
06-sept	18,9	37,49	0,7	0,0	0			0,4	0,3	<0,15	0,3	<0,1
11-oct	16,3	34,73	1,2	2,6	15,4	0,64	2,67	1,6	<0,1	3,43	0,4	2,1
06-nov	13,3	34,73	1,2	3,0	33,3	0,98	1,82	2,7	<0,1	3,11	0,2	1,1
04-déc	12,2	31,53	1,4	1,1	27,3	1,10	0,56	1,1	0,3	7,37	0,4	0,7

1995, Radiale de Boulogne, Station 3

DATE	T° (°C)	Turbidité (N.T.U.)	Salinité (o/oo)	M.E.S.T. (mg/l)	M.O.T (%)	Chloro a (µg/l)	Phaeo a (µg/l)	NH4+ (µatg/l)	NO2- (µatg/l)	NO3- (µatg/l)	PO4--- (µatg/l)	SiO2 (µatg/l)
20-févr	7,5		30,1	66,70	9,61	0,48	3,33	1,09	0,78	38,24	1,20	20,28
22-mars	6,9	46,0	32,2	88,14	8,94	1,52	10,59	0,00	0,38	41,28	0,70	9,32
31-mars	7,0	66,0	31,8	91,54	7,82	4,97	27,22	0,00	0,42	37,85	0,41	7,94
13-avr	8,0	6,1	32,1	28,41	29,32	8,97	101,37	0,65	0,17	4,56	0,00	0,94
28-avr	9,0		32,0	40,78	13,46	6,25	75,17	0,21	0,21	4,15	0,02	2,51
16-mai		16,0		91,60	10,39	23,07	10,91	0,00	0,00	2,44	0,00	5,09
30-mai	13,0	6,5	31,5	54,82	12,57	0,96	36,49	0,84	0,33	3,20	0,00	2,07
30-juin	15,5		32,1	70,02	10,58	4,25	35,06	1,89	0,20	2,66	0,00	4,92
13-juil	16,0	8,0	31,9	69,34	10,51	3,76	26,12	3,64	0,26	1,89	0,00	1,63
01-août	17,5	20,0		134,42	10,30	2,72	27,27	2,16	0,05	10,53	0,00	4,03
14-sept	13,0	23,0	33,0	75,76	6,49	1,04	11,97	7,76	0,33	16,97	0,33	9,45
13-oct	13,0	9,5	31,0	39,02	20,07	8,33	4,98	3,47	0,28	18,70	0,14	7,76
09-nov		21,0	32,0	51,18	18,84	3,20	4,42	7,06	0,46	30,27	0,24	11,06
21-déc	6,0	17,5	31,8	94,94	15,80	8,97	4,49	3,76	0,40	24,65	0,96	23,67

1995, Radiale Baie de Somme, Station MIMER

DATE	T° (°C)	Turbidité (N.T.U.)	Salinité (o/oo)	M.E.S.T. (mg/l)	M.O.T (%)	Chloro a (µg/l)	Phaeo a (µg/l)	NH4+ (µatg/l)	NO2- (µatg/l)	NO3- (µatg/l)	PO4--- (µatg/l)	SiO2 (µatg/l)
20-févr	8,0		29,2	49,68	15,06	0,48	3,00	2,58	0,77	56,09	1,39	29,76
22-mars	7,2	13,0	31,8	36,97	19,15	0,24	3,46	0,00	0,49	28,17	0,90	12,36
31-mars	7,0	19,0	32,0	25,77	18,01	4,25	20,09	0,60	0,24	29,65	0,31	5,36
13-avr	8,0	5,0	30,8	30,26	22,74	6,41	64,13	0,54	0,45	9,83	0,46	2,69
28-avr	8,0		31,4	38,12	11,28	1,92	32,28	0,05	0,11	10,70	0,00	4,17
16-mai		4,0		46,12	12,42	13,78	5,06	0,00	0,07	0,82	0,00	16,69
30-mai	12,0	2,7	32,4	57,00	9,60	1,12	11,66	1,11	0,16	2,26	0,00	1,89
30-juin	17,0		30,7	54,30	10,70	3,84	23,24	1,37	0,56	2,68	0,00	3,40
13-juil	16,0	4,7	31,9	67,84	11,23	0,80	18,71	0,84	0,28	3,05	0,00	2,16
01-août	19,0	5,7		53,94	16,56	1,76	15,28	3,99	0,62	5,48	0,00	12,03
14-sept	13,0	10,0	33,4	55,54	8,23	1,52	11,37	4,87	0,26	17,88	0,24	7,67
13-oct	13,0	6,8	30,5	34,40	21,66	6,84	4,68	2,94	0,18	16,70	0,00	7,14
09-nov		12,5	32,5	49,96	20,86	7,05	2,37	4,96	0,45	29,87	0,10	9,10
21-déc	6,0	12,5	31,8	75,52	18,83	7,05	8,05	3,24	0,34	25,00	0,96	15,12

1995, Radiale Baie de Somme, Station ATSO

DATE	T° (°C)	Turbidité (N.T.U.)	Salinité (o/oo)	M.E.S.T. (mg/l)	M.O.T (%)	Chloro a (µg/l)	Phaeo a (µg/l)	NH4+ (µatg/l)	NO2- (µatg/l)	NO3- (µatg/l)	PO4--- (µatg/l)	SiO2 (µatg/l)
20-févr	7,5		30,3	43,44	14,16	0,64	4,63	0,87	0,97	46,97	1,44	20,10
22-mars	7,1	13,0	32,5	36,04	10,74	1,20	5,75	0,00	0,30	20,55	0,70	7,94
31-mars	7,0	16,0	31,6	50,13	13,96	0,88	20,37	0,00	0,32	26,77	0,31	7,85
13-avr	8,0	4,3	31	29,71	22,58	5,77	58,49	0,43	0,40	16,99	0,00	2,60
28-avr	8,0		31,5	39,86	11,24	1,60	35,63	0,00	0,00	7,26	0,00	2,69
16-mai		3,5		49,16	12,41	12,18	3,97	0,00	0,07	2,64	0,00	2,97
30-mai	13,0	2,2	32,1	58,42	10,25	1,44	9,55	1,54	0,20	3,08	0,00	2,07
30-juin	16,0		31	50,04	11,83	4,41	19,20	1,28	0,35	3,62	0,00	3,94
13-juil	16,0	4,5	32,2	49,56	11,58	2,08	15,02	1,46	0,18	2,64	0,00	2,34
01-août	18,5	4,0		54,96	16,30	2,80	13,12	4,26	0,37	3,37	0,00	6,07
14-sept	13,0	5,2	33,9	60,24	8,45	0,96	12,44	4,61	0,11	13,41	0,10	3,76
13-oct	13,0	3,1	31	33,17	25,75	5,55	3,12	2,68	0,18	13,76	0,00	5,63
09-nov		12,5	32,5	48,96	20,96	10,04	1,32	3,82	0,46	27,33	0,29	9,37
21-déc	6,0	12,5	32	77,92	18,40	16,87	0,00	2,54	0,36	21,64	0,86	13,70

1995, Radiale Baie de Somme, Station MER1

DATE	T°	Turbidité	Salinité	M.E.S.T.	M.O.T	Chloro a	Phaeo a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4---	SiO2
	(°C)	(N.T.U.)	(o/oo)	(mg/l)	(%)	(µg/l)	(µg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)	(µatg/l)
20-févr	7,5		31,1	38,80	17,11	0,64	4,97	0,21	0,53	32,54	1,20	13,19
22-mars	7,3	5,0	34,1	26,87	14,55	0,32	3,83	0,00	0,40	32,56	0,66	6,74
13-avr	8,0	5,0	30,9	25,39	22,73	3,68	58,78	0,27	0,34	15,88	0,00	3,52
28-avr	8,0		31,7	43,76	10,90	2,08	33,13	0,00	0,13	9,76	0,00	3,98
16-mai		2,6		44,28	12,74	0,16	16,77	0,00	0,01	0,70	0,00	2,51
30-mai	13,0	1,9	32,3	55,78	10,20	1,28	9,93	1,46	0,18	2,83	0,00	2,16
30-juin	17,5		29,9	49,58	11,42	2,40	22,32	1,81	0,60	3,98	0,00	5,63
13-juil	15,5	3,0	32,3	59,48	10,69	0,72	12,90	5,04	0,20	1,78	0,00	7,76
01-août	19,0	3,5		55,78	15,15	0,24	12,15	3,82	0,31	4,69	0,00	6,79
14-sept	13,0	3,7	33,6	52,46	9,13	0,32	9,04	4,17	0,12	16,75	0,14	5,01
13-oct	13,0	3,0	31,0	35,38	23,57	5,98	3,74	2,68	0,18	13,76	0,00	6,50
09-nov		7,0	33,0	45,54	20,16	8,12	2,65	4,26	0,35	26,60	0,14	9,63

1995, Radiale Baie de Somme, Station MER2

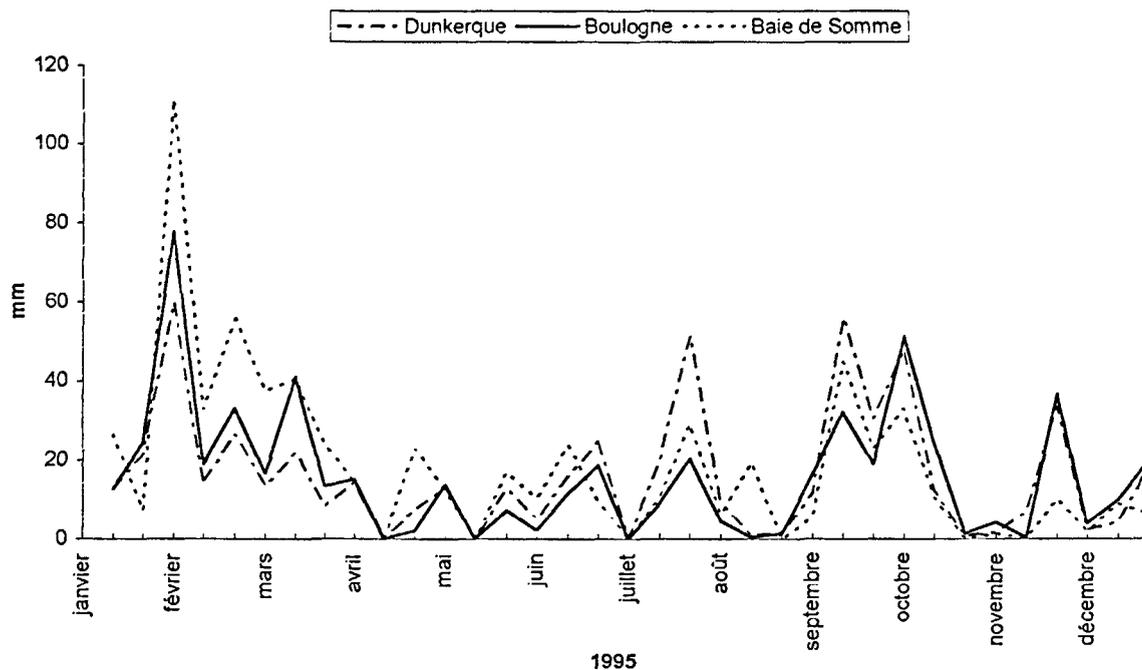
Cette année, on note l'absence de résultats bruts concernant le phytoplancton, un changement de logiciel ayant interrompu la saisie des données en novembre 1995. Le nouveau système (QUADRIGE) n'étant pas encore opérationnel à la date de ce rapport.

ANNEXE 3

***Pluviométrie par décade
à Dunkerque - Boulogne - Baie de Somme***

mois	Dunkerque	Boulogne	Baie de Somme	moyenne	écart-type
janvier	12,6	12,8	26,4	17,3	7,9
	21,6	24,2	7,2	17,7	9,2
février	59,8	77,6	111,0	82,8	26,0
	14,6	19,0	32,8	22,1	9,5
mars	26,6	33,0	56,0	38,5	15,5
	13,4	16,6	37,4	22,5	13,0
avril	21,8	41,0	40,4	34,4	10,9
	8,4	13,4	23,8	15,2	7,9
mai	14,4	15,2	14,4	14,7	0,5
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
juin	7,4	2,0	23,0	10,8	10,9
	13,0	13,8	12,4	13,1	0,7
juillet	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	12,8	7,2	17,0	12,3	4,9
août	5,0	2,2	10,4	5,9	4,2
	16,0	11,6	23,8	17,1	6,2
septembre	24,8	18,8	9,6	17,7	7,7
	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
octobre	19,8	9,0	10,6	13,1	5,8
	51,4	20,4	29,0	33,6	16,0
novembre	9,2	4,6	6,2	6,7	2,3
	1,0	0,4	19,4	6,9	10,8
décembre	1,6	1,4	0,0	1,0	0,9
	11,6	16,4	5,6	11,2	5,4
somme	56,0	32,0	44,8	44,3	12,0
	30,4	19,0	22,8	24,1	5,8
somme	48,0	51,2	33,0	44,1	9,7
	12,2	24,6	10,6	15,8	7,7
somme	0,8	1,4	0,0	0,7	0,7
	1,6	4,2	1,4	2,4	1,6
somme	7,0	0,2	0,0	2,4	4,0
	33,6	36,6	10,2	26,8	14,5
somme	2,2	3,8	1,8	2,6	1,1
	4,4	10,0	9,2	7,9	3,0
somme	18,8	20,0	6,4	15,1	7,5
	29,4	31,2	39,8	33,5	5,6
somme	611,2	594,8	696,4	634,1	54,5

Pluviométrie décadaire en 1995 (en mm)



Il est tombé en moyenne 634,1 mm d'eau sur le littoral durant l'année 1995, soit environ 356 mm de moins qu'en 1994, ce qui représente 36 % de précipitations en moins par rapport à 1994. La plus grande différence se situe en Baie de Somme où il n'a plu que 696,4 mm d'eau en 1995 contre 1033,2 mm en 1994. A Boulogne, les précipitations représentent 594,8 mm contre 998,8 mm en 1994. Par contre, à Dunkerque, les valeurs ont peu évolué (611,2 mm contre 667,2 mm en 1994).

Les premières décades d'avril et de mai ainsi que la dernière de juin ont été les plus sèches (0 mm). La troisième décade de janvier a été la plus humide (82,8 mm), les valeurs oscillent de part et d'autre de 26 mm.

Les valeurs passent par un maximum fin janvier (111 mm en Baie de Somme), puis diminuent pour rester faibles au cours du printemps (4 mm en moyenne). Il faut attendre le mois de juillet pour retrouver des valeurs supérieures à 50 mm (51,4 mm à Dunkerque).

Les pluies automnales sont moins importantes qu'en 1994, il est tombé en moyenne 16,8 mm d'eau contre 31,2 mm en 1994, ce qui représente environ 50 % de précipitations en moins par rapport à l'année dernière.

ANNEXE 4

CALENDRIER DES SORTIES

Dates	Dunkerque	Boulogne	Baie de Somme
Janvier	18/01/1995	25/01/1995	
Février	13/02/1995		20/02/1995
Mars	09/03/1995 22/03/1995	21/03/1995	22/03/1995 31/03/1995
Avril	05/04/1995	07/04/1995 21/04/1995	13/04/1995 28/04/1995
Mai	03/05/1995	04/05/1995 16/05/1995	16/05/1995 30/05/1995
Juin	01/06/1995	13/06/1995 27/06/1995	30/06/1995
Juillet	12/07/1995	11/07/1995	13/07/1995
Août	10/08/1995	08/08/1995	01/08/1995
Septembre		06/09/1995	14/09/1995
Octobre	26/10/1995	11/10/1995	13/10/1995
Novembre	08/11/1995	06/11/1995	09/11/1995
Décembre	19/12/1995	04/12/1995	21/12/1995

BIBLIOGRAPHIE

- "*Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord / Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1992*"
M. MIRLICOURTOIS, R. OLIVESI, F. JAMET, H. RYBARCZYK, M. MOREL -
Juillet 1993, 115 pp.
- "*Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord/Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1993*"
B. HITIER, R. OLIVESI, H. RYBARCZYK, R. DELESMONT, M. MOREL - Juillet 1994, 66
pp.
- "*Suivi Régional des Nutriments sur le Littoral Nord / Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1994*"
B. HITIER, R. OLIVESI, H. RYBARCZYK, R. DELESMONT, M. MOREL - Juillet 1995, 71
pp.
- *Le littoral de la région Nord/Pas-de-Calais, "Qualité du milieu marin"* - Rapport IFREMER
n° 3-1986, 149 pp.
- *Le littoral de la région Nord/Pas-de-Calais, "Apports à la mer"* - Rapport IFREMER
n° 15-1989, 149 pp.
- *Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin, "Dix années de surveillance,
1974-1984"* - Rapport IFREMER, vol.II, 1988, 229 pp.
- *Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin, "Surveillance du milieu
marin, Travaux du RNO"* - Rapport IFREMER, éditions 1989-1990 (32 pp.), 1991 et 1992-93,
1994.
- *Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin ; Surveillance du milieu
marin, Travaux du RNO, "Intercomparaison 1992 pour la salinité et les sels nutritifs"*-
Rapport IFREMER, 1992, 68 pp.
- "*Annuaire de la qualité des eaux de surface du département de la Somme*".- Agence de l'Eau
Artois-Picardie, 1991.
- "*Nitrogen, Phosphorus, Plankton and Oxygen. Deficiency in the German Bight and in Kiel
Bay*" - Kieler Meeresforschungen, 1990, 35 pp.
- "*Manuel des analyses chimiques en milieu marin*" - Centre National pour l'Exploitation des
Océans -. AMINOT et CHAUSSEPIED, 1983, 395 pp.
- Reports and studies n° 34, "*Review of potentially harmful substances. Nutrients*" - United
Nations Educational, Scientific and Organisation, 1990, 40 pp.
- "*Groupe de travail pour l'étude de l'eutrophisation des cours d'eau et des eaux littorales de
la région Nord-Pas-de-Calais*" - Secrétariat d'Etat du Premier Ministre chargé de
l'Environnement - Service de l'Eau - Rapport 1989, 74 pp.

- *"Processus d'eutrophisation et ses conséquences sur les peuplements d'un écosystème estuarien : la Baie de Somme"* - Thèse soutenue par H. RYBARCZYK à l'Université PARIS-6, Juin 1992, 171 pp.
- *"North Sea subregion 4 et 9, Assessment Report"* - North Sea Task Force - 1993, 195 pp. et 153 pp.
- *"Qualité du milieu marin littoral"*- Rapport IFREMER 1993, M. JOANNY, 241 pp.
- *"Water Pollution Research Report n° 23 : The dynamics of Phaeocystis Blooms in Nutrient Enriched coastal zones"* - C. LANCELOT and Al. 1991, 106 pp.