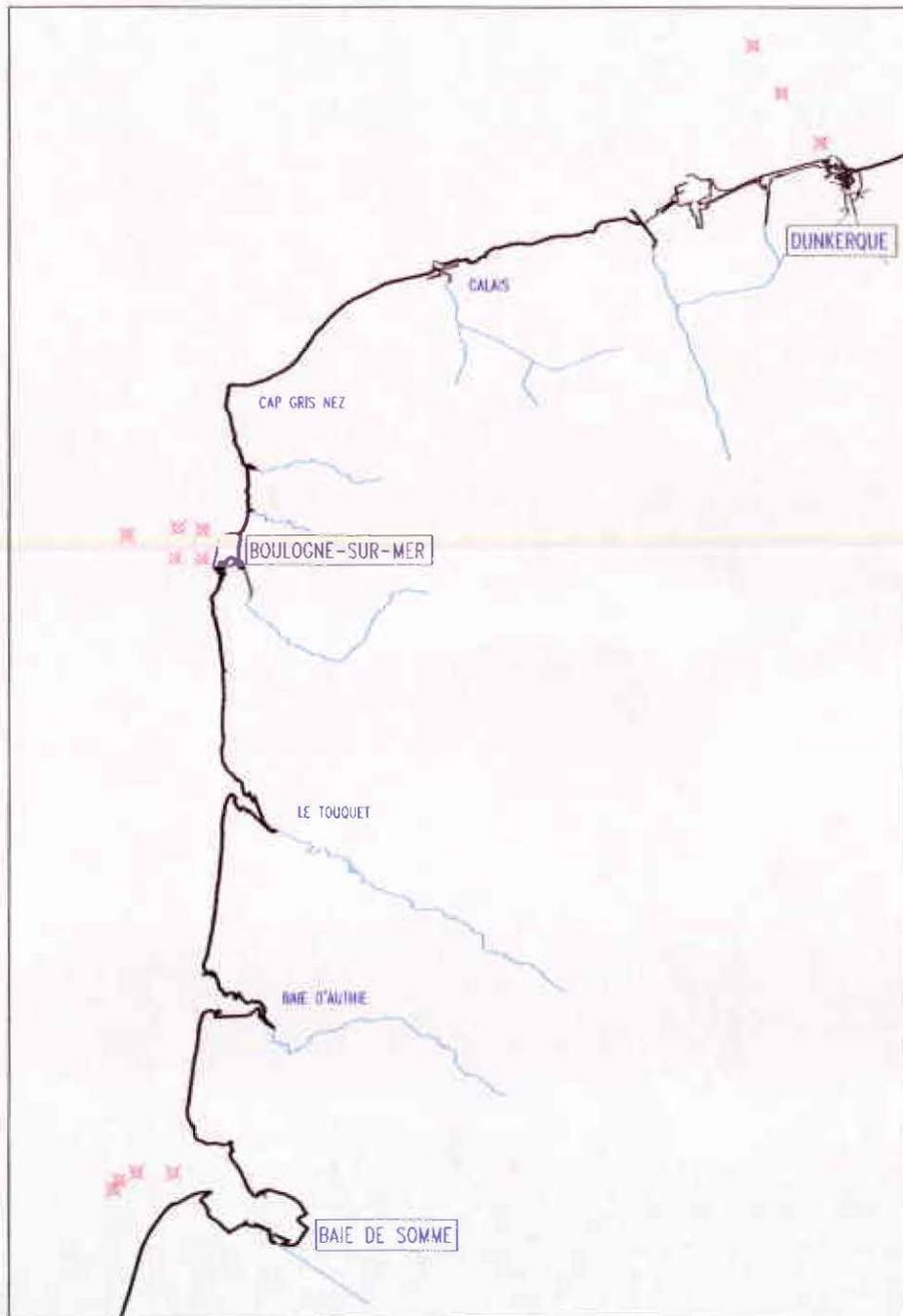


61018

N°13-7-SUI-533

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

Bilan de l'année 1993



Benoist HITIER - René OLIVESI - Hervé RYBARCYCK - Régis DELESMONT - Marc MOREL - Nicolas LOQUET



IFREMER

AGENCE DE L'EAU ARTOIS PICARDIE

IFREMER Bibliotheque de BREST



0EL07623

JUILLET 1994

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

Bilan 1993

Rapport réalisé en collaboration par :

Benoist Hitier IFREMER Boulogne sur mer
René Olivési IFREMER St Valéry sur Somme
Hervé Rybarczyk GEMEL St Valéry sur Somme
Régis Delesmont I.P.L. Gravelines
Marc Morel IFREMER Boulogne sur mer

avec l'aide des moyens nautiques de :

Services Maritimes de Boulogne /Calais
Services Maritimes 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

INTRODUCTION

I. PRESENTATION DU SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS EN 93

- I.1 - Les radiales
- I.2 - Fréquence de prélèvements
- I.3 - Paramètres étudiés et analyses

II. COMPARAISON INTRARADIALE

II.1- *Dunkerque*

- II.1.1 - Température
- II.1.2 - Salinité
- II.1.3 - Turbidité
- II.1.4 - Matières en suspension
- II.1.5 - Matière organique
- II.1.6 - Chlorophylle a
- II.1.7 - Phaeopigments
- II.1.8 - Ammonium
- II.1.9 - Nitrites
- II.1.10 - Nitrates
- II.1.11 -Phosphates
- II.1.12 - Silicates
- II.1.13 - Phytoplancton

II.2 - *Boulogne-sur-Mer*

- II.2.1 - Température
- II.2.2 - Salinité
- II.2.3 - Turbidité
- II.2.4 - Matières en suspension
- II.2.5 - Matière organique
- II.2.6 - Chlorophylle a
- II.2.7 - Phaeopigments
- II.2.8 - Ammonium
- II.2.9 - Nitrites
- II.2.10 - Nitrates
- II.2.11 - Phosphates
- II.2.12 - Silicates
- II.2.13 - Phytoplancton

II.3 - *La Baie de Somme*

- II.3.1 - Température
- II.3.2 - Salinité
- II.3.3 - Matières en suspension
- II.3.4 - Matière organique
- II.3.5 - Chlorophylle a
- II.3.6 - Phaeopigments
- II.3.7 - Ammonium
- II.3.8 - Nitrites
- II.3.9 - Nitrates
- II.3.10 - Phosphates
- II.3.11 - Silicates
- II.3.12 - Phytoplancton

III. DISCUSSION

III.1 - *Comparaison interradiale*

- III.1.1 - Paramètres physicochimiques et biologiques
 - III.1.1.1 - Température et Salinité
 - III.1.1.2 - Matières en suspension, Turbidité et Matière organique
 - III.1.1.3 - Chlorophylle a et Phaeopigments
 - III.1.1.4 - Nutriments
- III.1.2 - Phytoplancton

III.2 - *Discussion*

CONCLUSION

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

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 la publication en juillet 93 d'une première série de résultats, l'année 1993 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 seconde 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. —

I. PRESENTATION DU SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS SUR LE LITTORAL NORD/PAS-DE-CALAIS/PICARDIE EN 1993 :

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 1993, les 3 radiales de Dunkerque, Boulogne-sur-Mer et la Baie de Somme, composées de 3 stations selon un gradient côte-large ont été globalement reprises. Cependant, en Baie de Somme, la radiale est passée à 4 stations en ajoutant le point MI.MER pour mieux suivre le gradient estuaire-large. Les coordonnées des différents points sont précisées dans le tableau 1, leur position est indiquée sur la carte 1.

I. 2 - Fréquence des prélèvements

Cette année, les prélèvements prévus sur chacune des 3 radiales ont presque tous été réalisés sauf ceux de décembre pour Boulogne-sur-Mer et la Baie de Somme. 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.

I. 3 - Paramètres étudiés et analyses

Les paramètres étudiés sont les mêmes qu'en 92, 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.

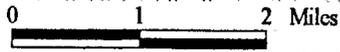
Les dénombrements de phytoplancton ont été réalisés soit à l'IFREMER Boulogne soit à l'IFREMER St-Valéry-sur-Somme.

TABLEAU 1 : COORDONNEES DES STATIONS SUR LES 3 RADIALES

RADIALES STATIONS	DUNKERQUE	BOULOGNE	BAIE DE SOMME
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 DE DUNKERQUE**

STATION 1
Latitude : 51°04'30 Nord
Longitude : 2°20'20 Est



STATION 3
Latitude : 51°06'70 Nord
Longitude : 2°17'20 Est

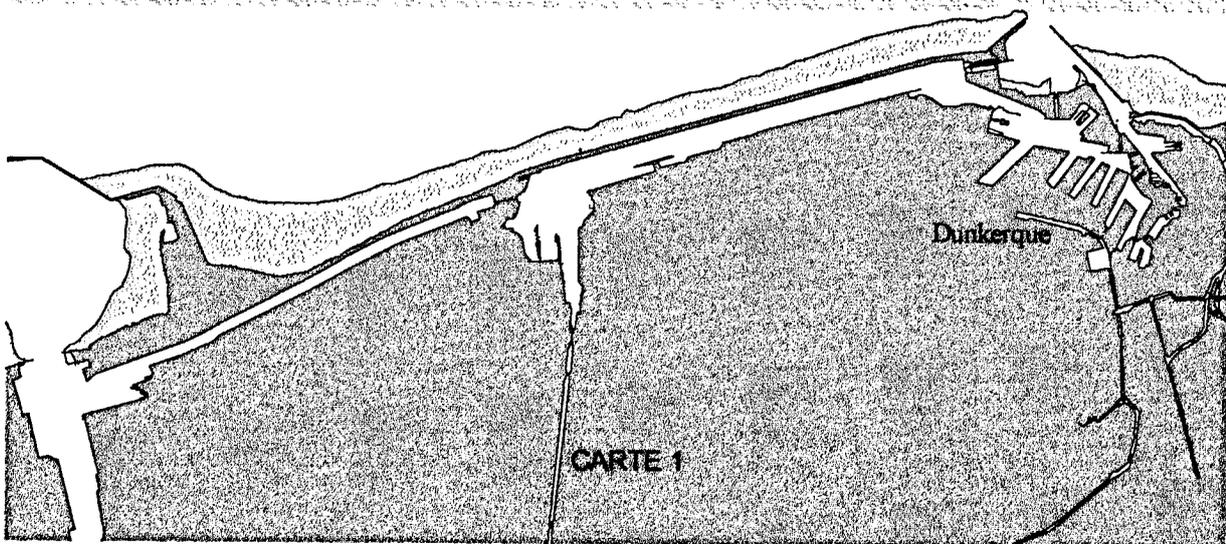


STATION 4
Latitude : 51°09'20 Nord
Longitude : 2°15'10 Est

⊕ STATION 4

⊕ STATION 3

⊕ STATION 1



**PLAN DE SITUATION DES STATIONS
DE LA RADIALE DE BOULOGNE**

0 1 2 Miles



⊕ STATION 3

⊕ STATION 2J

⊕ STATION 1J

⊕ STATION 2F

⊕ STATION 1F

Boulogne
sur mer

STATION 1J

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

STATION 2J

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

STATION 3

Latitude : 50°42'02 Nord
Longitude : 1°27'15 Est

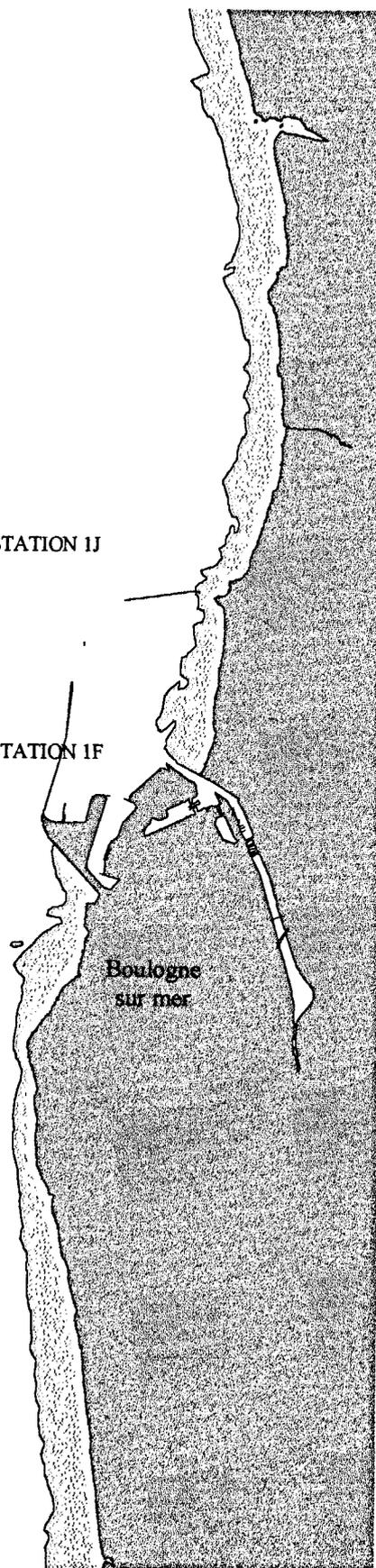
STATION 2F

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

STATION 1F

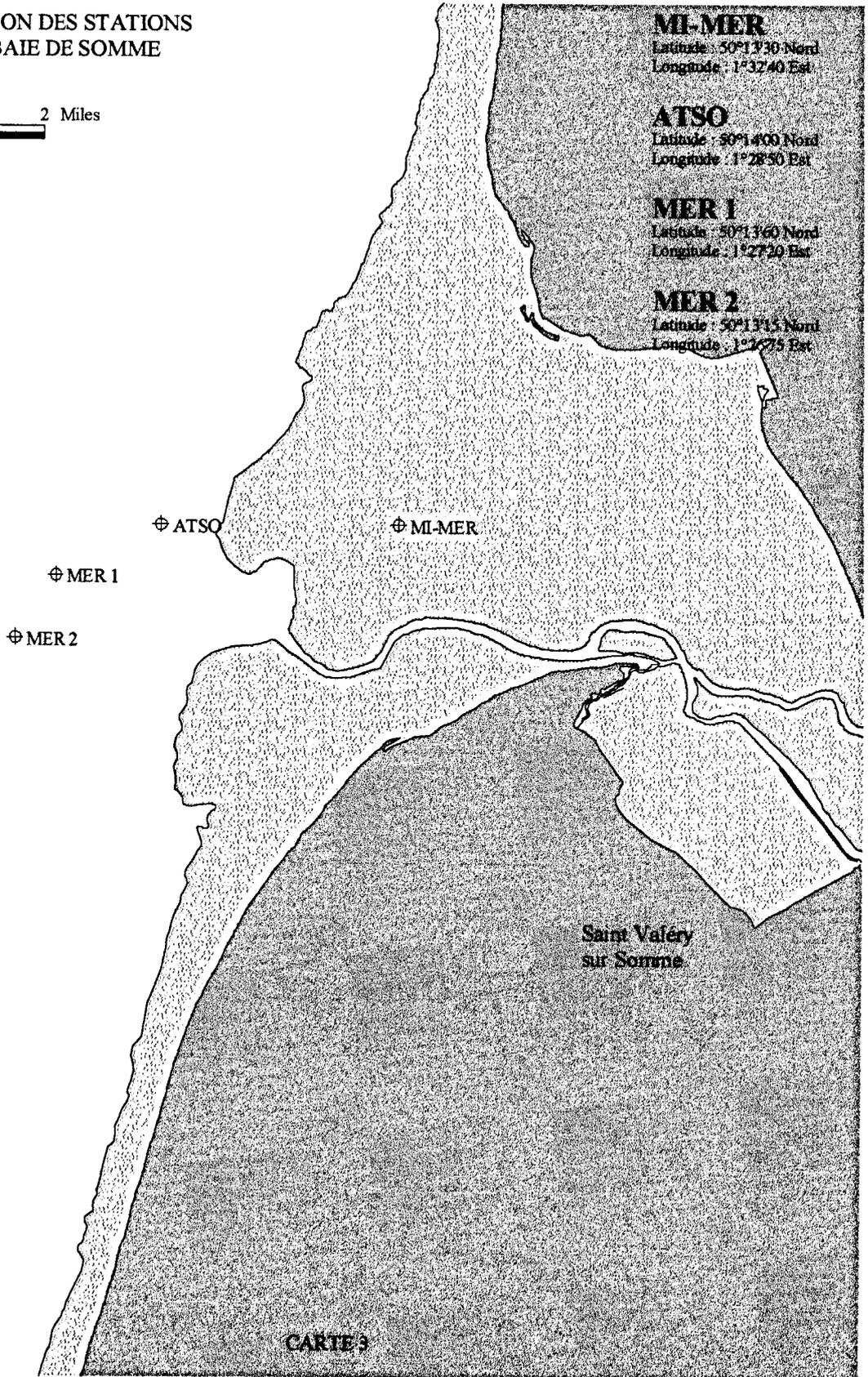
Latitude : 50°43'90 Nord
Longitude : 1°33'00 Est

CARTE 2



PLAN DE SITUATION DES STATIONS
DE LA RADIALE BAIE DE SOMME

0 1 2 Miles



II COMPARAISON INTRARADIALE

II.1 - DUNKERQUE

Les campagnes en mer de ce programme sont trois fois par an remplacées par des campagnes du programme R.N.O. Les analyses réalisées par le laboratoire *Flandre Analyses* ne comprennent pas la totalité des paramètres ce qui explique l'absence de trois séries de valeurs concernant la turbidité, les MeST, la Matière Organique et le phytoplancton.

II.1.1 - Température

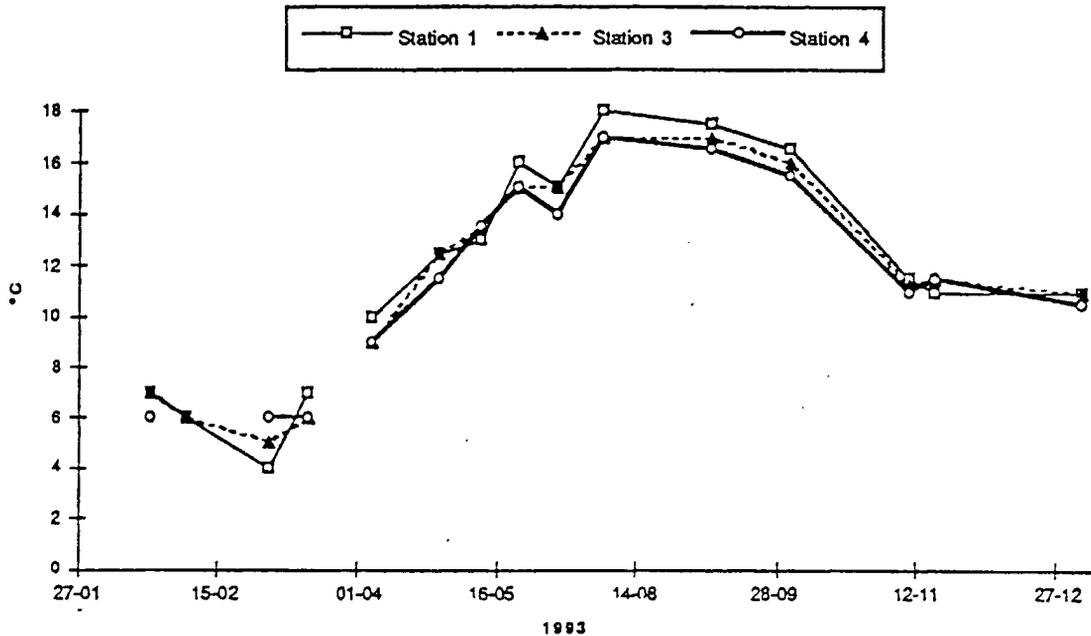


Fig. 1.1 : Dunkerque - Température

L'évolution annuelle de la température (Fig. 1.1) montre un réchauffement progressif jusqu' en août avec une température qui atteint un maximum de 17,5 °C à la station côtière. La température la plus basse est de 4,0 °C le 10 mars à la même station côtière (station 1).

II.1.2 - Salinité

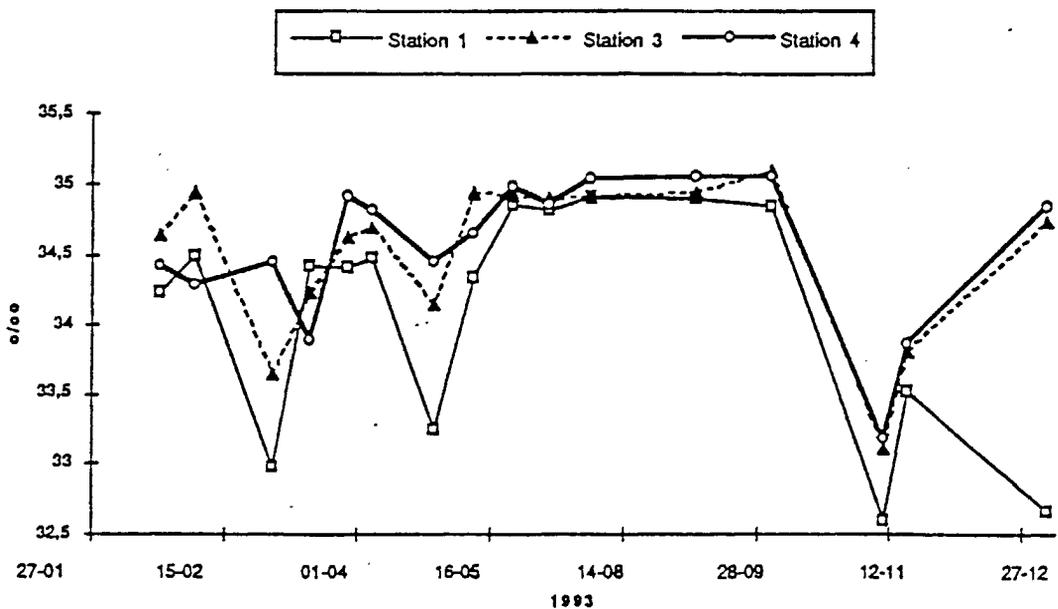


Fig. 1.2 : Dunkerque - Salinité

En raison des précipitations importantes de l'automne, une dessalure sensible est observée sur l'ensemble de la radiale en octobre. Au large, la salinité est alors de 33,18 ‰ pour une valeur moyenne sur l'année de 34,55 ‰.

II.1 .3 - Turbidité

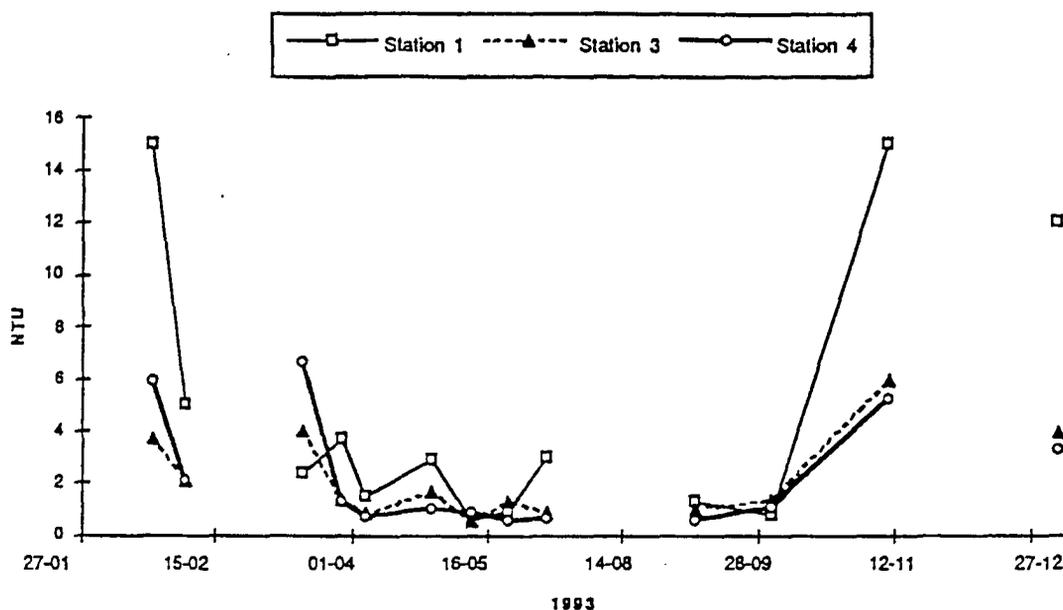


Fig. 1.3 : Dunkerque - Turbidité

La turbidité montre des valeurs élevées en hiver. Les valeurs les plus importantes sont alors relevées à proximité de la côte.

II.1 .4 - Matières en suspension

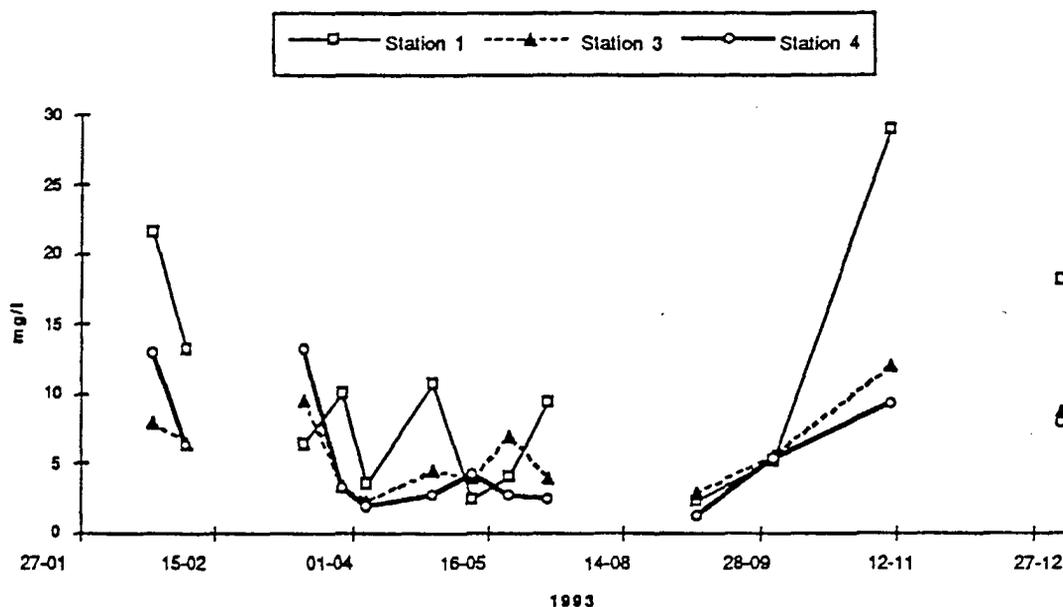


Fig. 1.4 : Dunkerque - Matières en suspension

Les matières en suspension (M.e.S.T.) évoluent comme la turbidité de l'eau. Les moyennes annuelles varient de 10,5 mg/l à la Station 1 à 5,7 mg/l au large (Station 4).

II.1 .5 - Matière organique

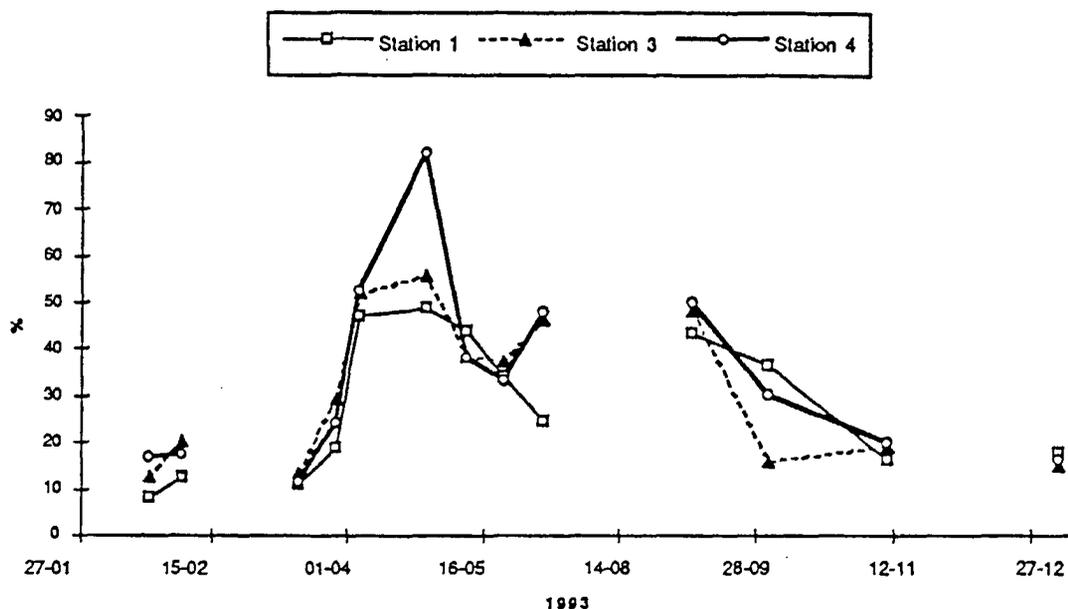


Fig. 1..5 : Dunkerque - Matière organique

Les matières en suspension abondantes de la période hivernale sont de nature essentiellement minérales (env. 20% de M.O.). Les pourcentages en matière organique semblent bien corrélés avec les concentrations en chlorophylle de la courbe ci-dessous.

II.1 .6 - Chlorophylle a

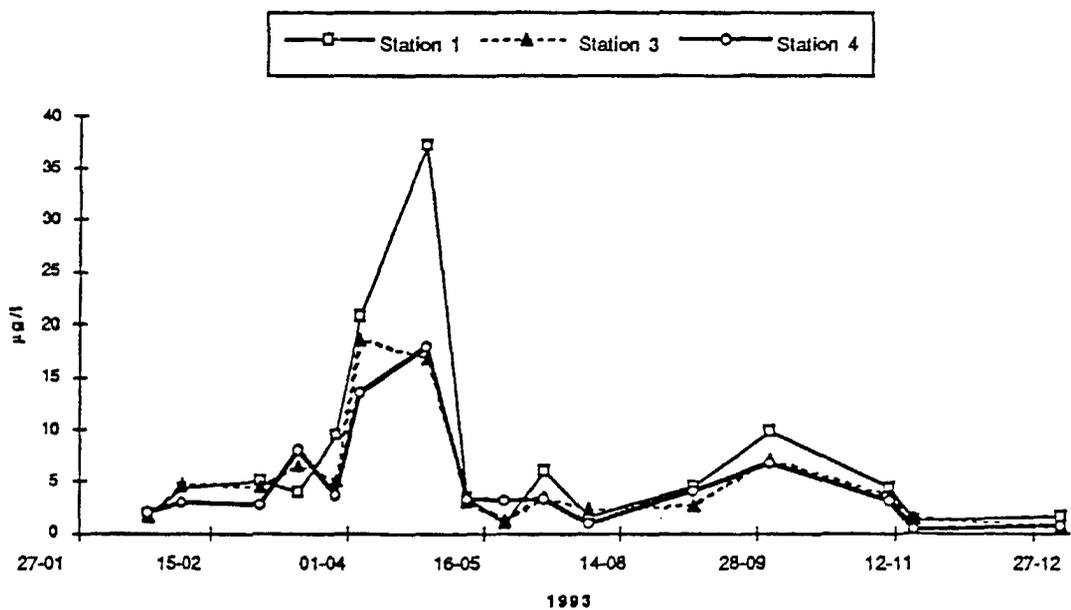


Fig. 1..6 : Dunkerque - Chlorophylle

Le cycle de la chlorophylle observé à Dunkerque cette année est comparable à celui habituellement observé avec un premier pic de grande ampleur en avril-mai (37 µg/l à la station 1) suivi d'un pic plus faible en automne.

II.1.7 - Phaeopigments

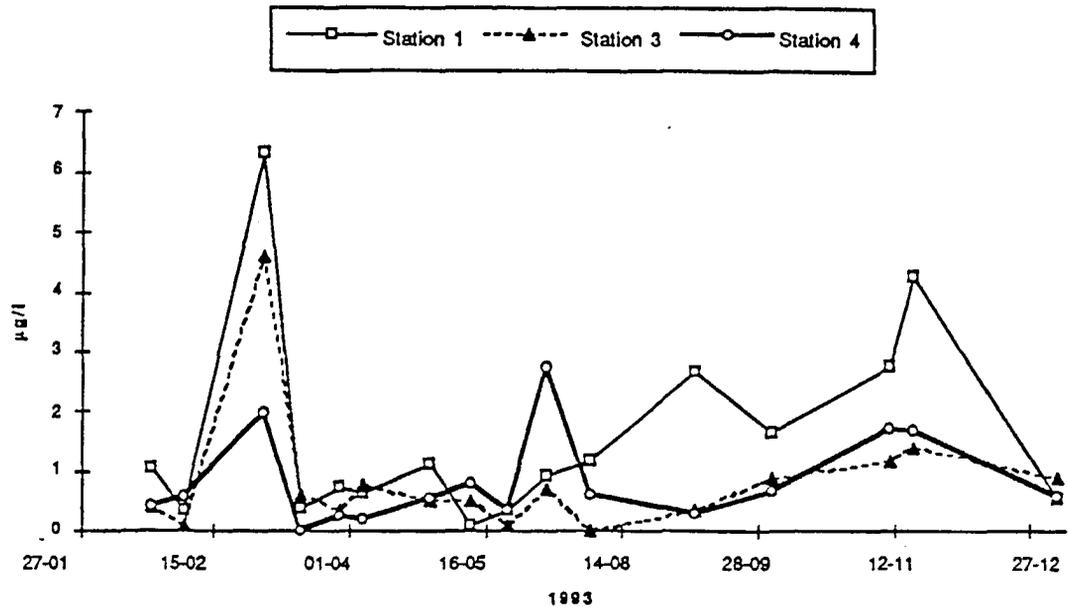


Fig. 1.7 : Dunkerque - Phaeopigments

Les concentrations en chlorophylle altérée évoluent très différemment de celles en chlorophylle. Durant le bloom phytoplanctonique d'avril-mai les phaeopigments ne représentent que 5% de la chlorophylle totale alors que ce pourcentage est de l'ordre de 50% en hiver.

II.1.8 - Ammonium

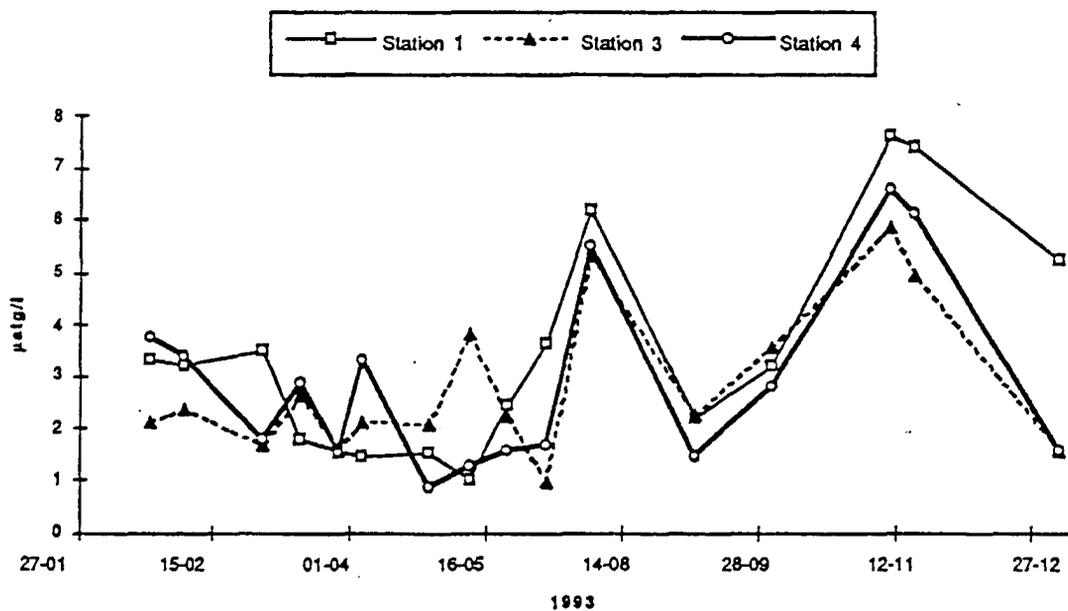


Fig. 1.8 : Dunkerque - Ammonium

Les concentrations élevées ont probablement pour origine les importants apports continentaux de cette période de l'année mis en évidence par l'évolution de la salinité.

II.1 .9 - Nitrites

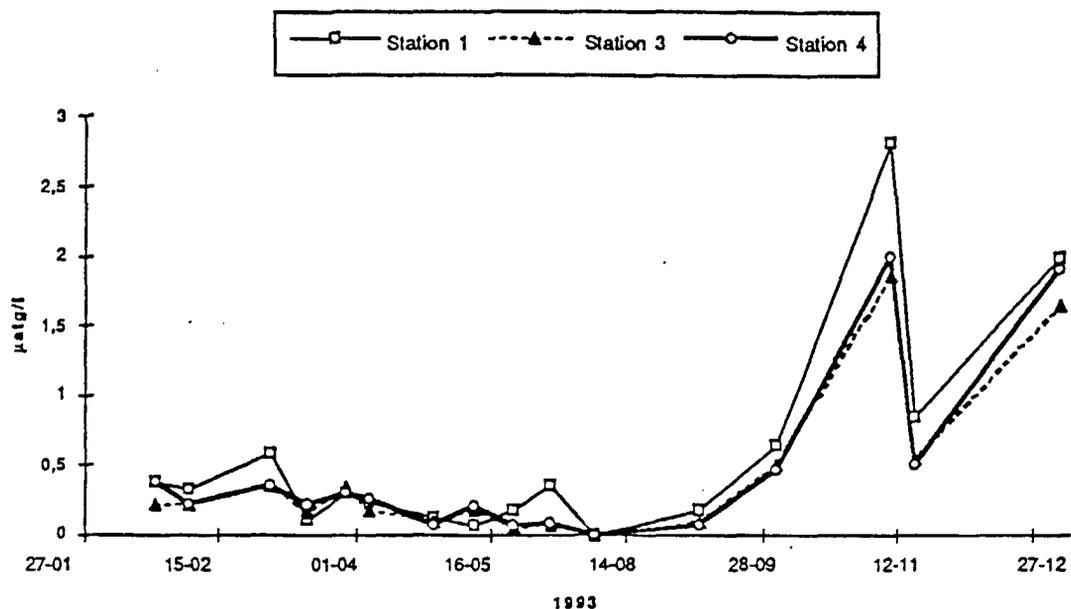


Fig. 1.9 : Dunkerque - Nitrites

A l' exception de l' automne, les concentrations sont faibles, inférieures ou égales à 0,5 µg/l. En été, les valeurs sont souvent inférieures au seuil de mesure de 0,05 µg/l.

II.1 .10 - Nitrates

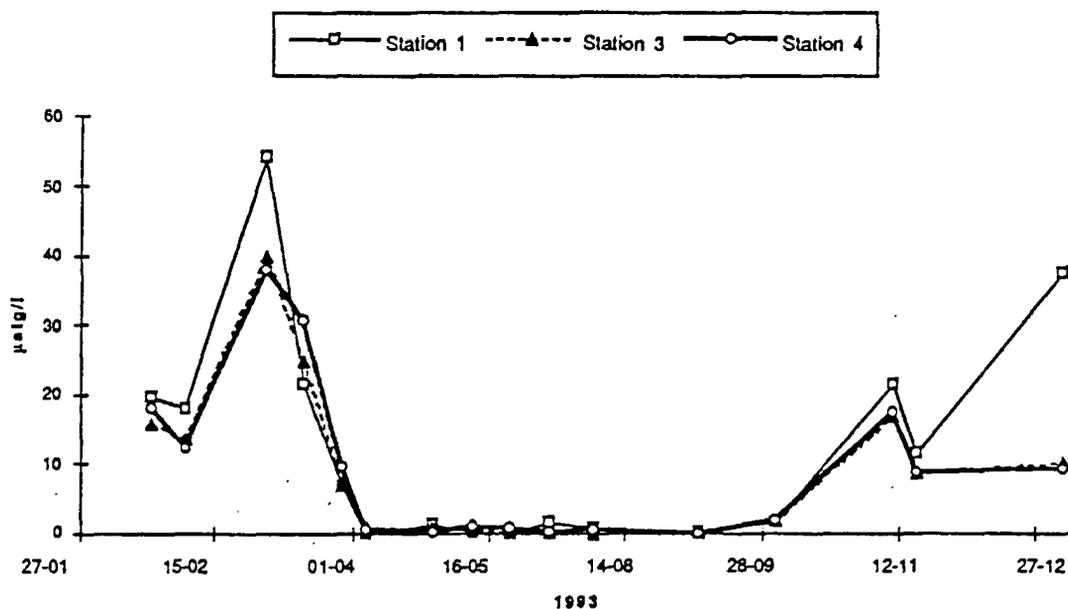


Fig. 1.10 : Dunkerque - Nitrates

La concentration maximale en nitrate est de 54 µg/l à la station côtière le 10 mars. Les nitrates sont alors rapidement consommés par le plancton jusqu' à épuisement observé le 16 avril. Il faut attendre les pluies automnales pour retrouver des concentrations notables.

II.1 .11- Phosphates

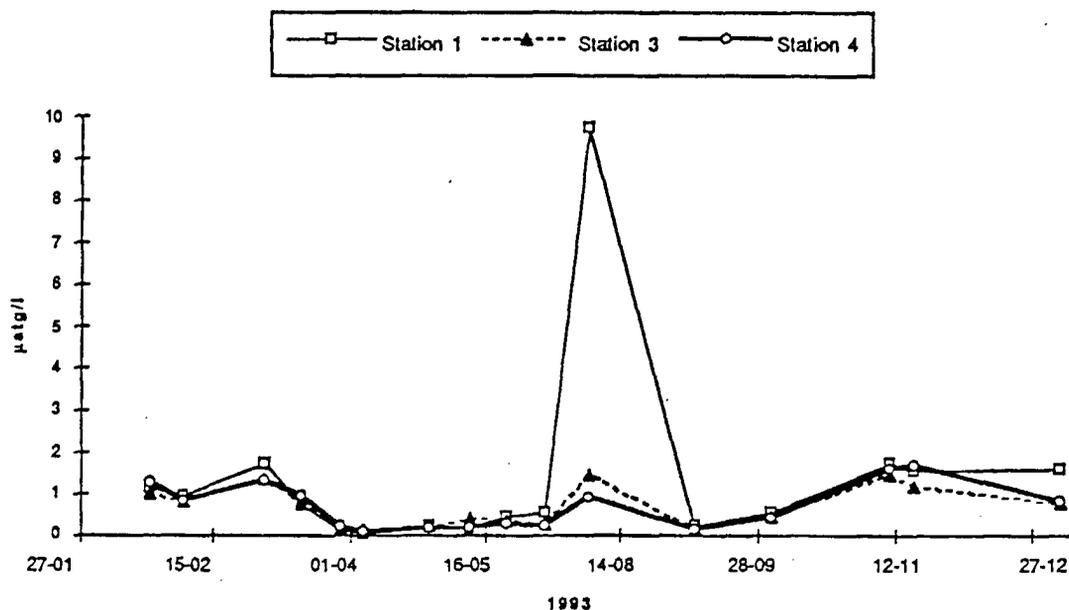


Fig. 1.11 : Dunkerque - Phosphates

Les variations annuelles sont semblables à celles des nitrates bien que de moins grande amplitude. On note cependant un pic important concernant l'ensemble de la radiale le 08 juillet. Ce phénomène que l'on retrouve de façon moins marquée en chlorophylle, ammonium, nitrite et silicates pourrait, en l'absence de dessalure notable, correspondre à une vidange du Canal Exutoire de Dunkerque contenant une proportion importante en rejets urbains à cette période de l'année.

II.1 .12- Silicates

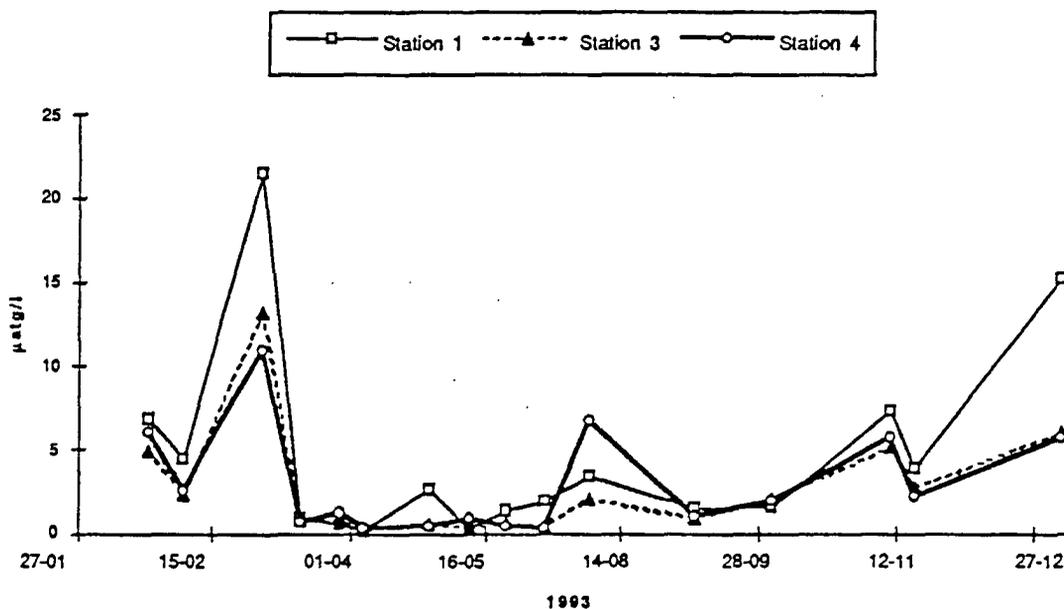


Fig. 1.12 : Dunkerque - Silicates

A l'exception de l'épisode de début juillet, l'évolution annuelle des silicates est très comparable à celle des nitrates.

II.1.13 - Phytoplancton

*aspect quantitatif

- *Phaeocystis*

Date	station 1	station 3	station 4
07/04/94	2 606 000	55 000	15 600
16/04/94	239 000	919 500	4 236 000
10/05/94	312 000	979 000	193 800

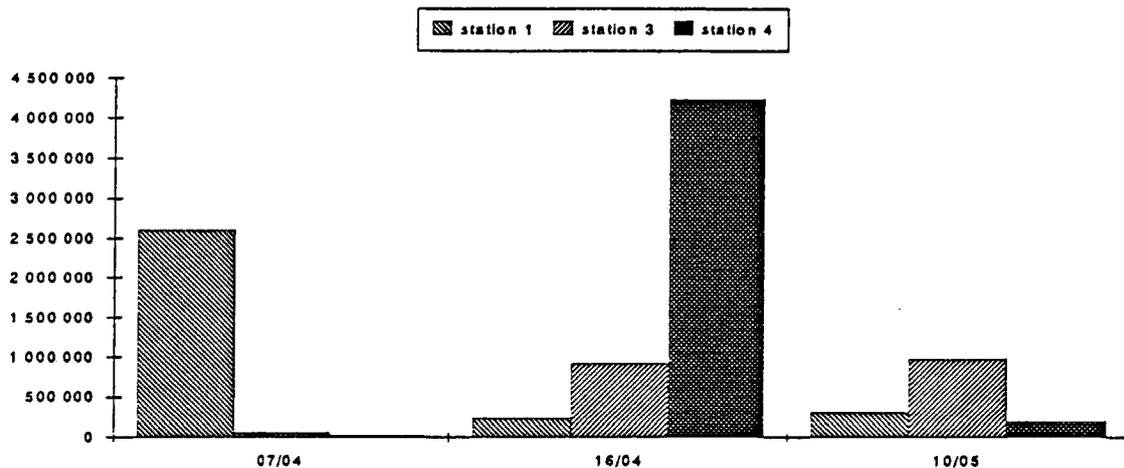


Fig. 1.13 : Abondance de *Phaeocystis* à Dunkerque

Comme on peut le voir dans le tableau et le graphe ci-dessus, *Phaeocystis* est présent à toutes les stations entre le 7 avril et le 10 mai. Sa répartition spatiale n'est pas la même pendant toute la période. En effet, le 7 avril sa concentration décroît suivant un gradient côte large. Le 16 avril, on constate l'inverse. Alors que le 10 mai c'est à la station médiane que les cellules sont les plus nombreuses.

C'est le 16 avril qu'il est le plus abondant. Les graphes de la chlorophylle et de matière organique font apparaître un pic à cette même époque.

On retrouve *Phaeocystis* le 13 septembre à la station 1.

- Diatomées

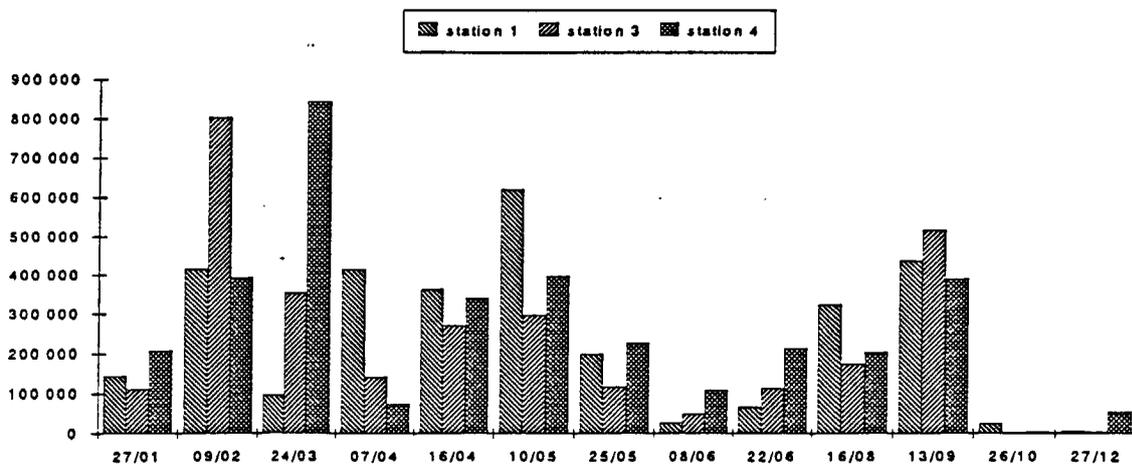


Fig. 1.14 : Somme des diatomées sur la radiale de Dunkerque

La figure ci-dessus ne fait pas apparaître une quelconque hiérarchie entre les stations. C'est peut-être du à la topologie des fonds marins qui modifient les courants. Les pics de chlorophylle du printemps et de la fin de l'été se retrouvent dans la figure 1.14.

*aspect qualitatif

En excluant *Phaeocystis* dont on a parlé plus haut, la succession des espèces dominantes est la suivante :

- En janvier : *Thalassionema nitzschioides* sur toute la radiale et *Melosira sulcata* dans une moindre proportion.
- En février, ces deux espèces dominent encore à la station 4. Le genre *Thalassiosira* remplace *Melosira sulcata* aux stations 1 et 3.
- En mars : Les *Thalassiosira* sont toujours là associées à *Skeletonema costatum* aux stations du large;
- *Rhizosolenia delicatula* est bien présente pendant tout le printemps. Elle est remplacée par *Rhizosolenia stolterfortii* au mois de juin. Elle est alors associée à *Eucampia zoodiacus* aux points 1 et 4.
- *Rhizosolenia delicatula* revient en force aux trois stations le 16 août.
- Le genre *Chaetoceros* à la côte et *Eucampia zoodiacus* à la station 4 dominant au mois de septembre.
- Les espèces hivernales *Thalassionema nitzschioides* et *Melosira sulcata* réapparaissent au mois d'octobre.

Nous n'avons jamais observé de *Dinophysis* ni d'autres espèces toxiques sur la radiale de Dunkerque.

II.2 - Boulogne-sur-mer

En raison de conditions météorologiques défavorables au mois de décembre, 15 sorties ont été effectuées sur les 16 prévues initialement.

II.2.1 - Température

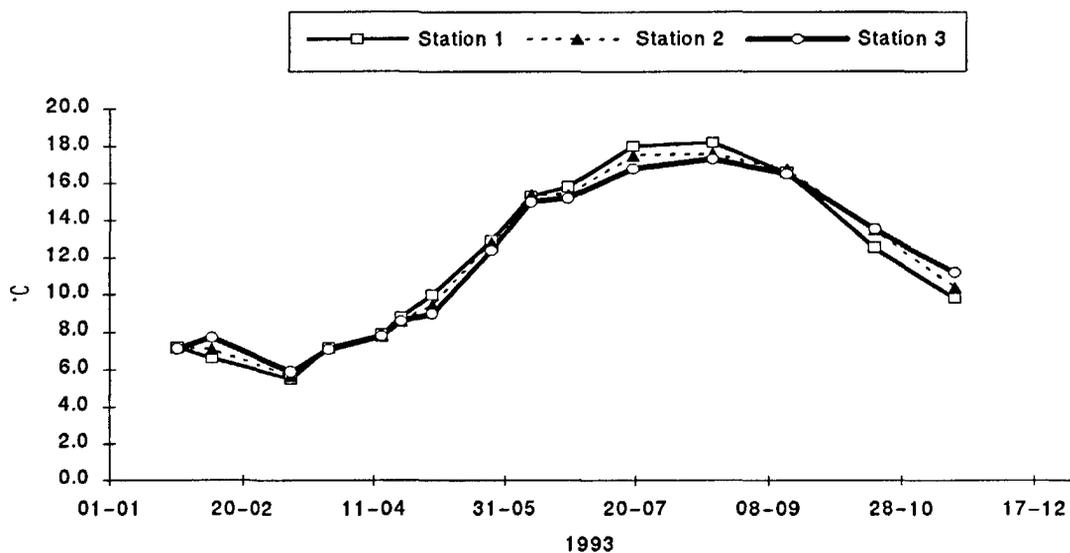


Fig. 2.1 : Boulogne-sur-mer - Température

Les températures passent de 5,5 °C le 11 mars à 18,2°C le 18 août. Elles sont plus élevées à la côte entre les mois de mars et septembre. La différence de température entre la station à la côte et celle au large atteint 1 °C en été.

II.2.2 - Salinité

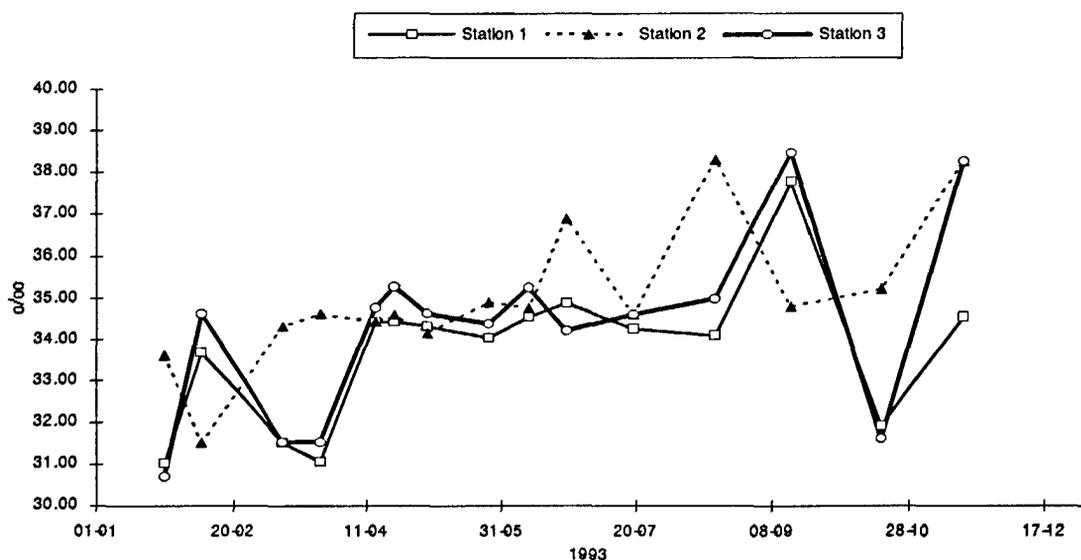


Fig. 2.2 : Boulogne-sur-mer - Salinité

La salinité se situe autour de 34 ‰. Les stations du large et de la côte varient ensemble. Les valeurs passent par des minima le 26 janvier, au mois de mars ainsi que le 18 octobre. L'évolution de la salinité doit pouvoir être mise en relation avec les conditions météorologiques.

II.2.3 - Turbidité

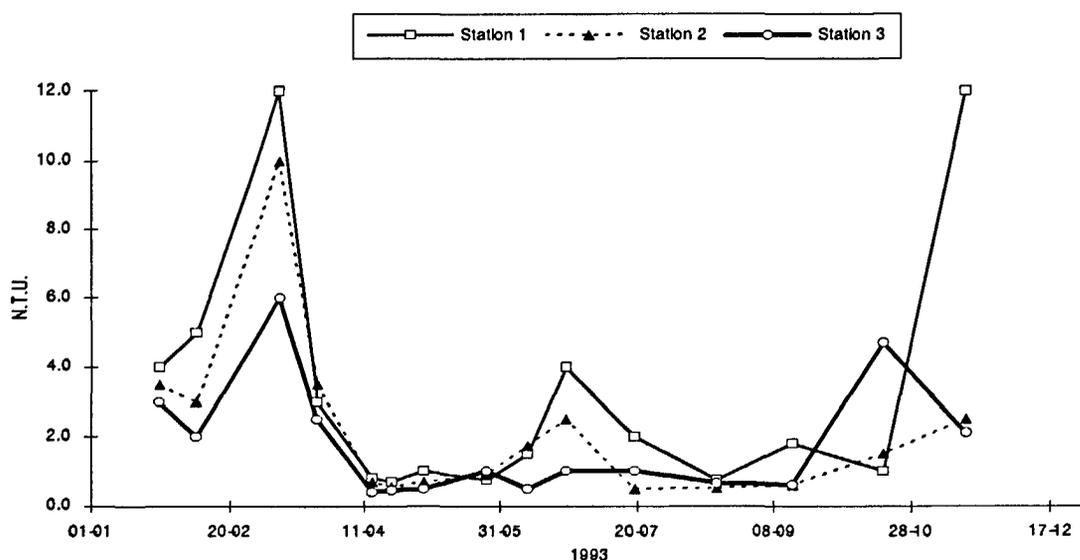


Fig. 2.3 : Boulogne-sur-mer - Turbidité

La turbidité passe par un pic quatre fois plus élevé que les valeurs moyennes le 11 mars; Les valeurs restent faibles mis à part un maximum au mois de juin pour les stations 1 et 2. Elles remontent à partir du 15 septembre. La courbe présente beaucoup de similitudes avec celle des matières en suspension.

II.2.4 - Matières en suspension

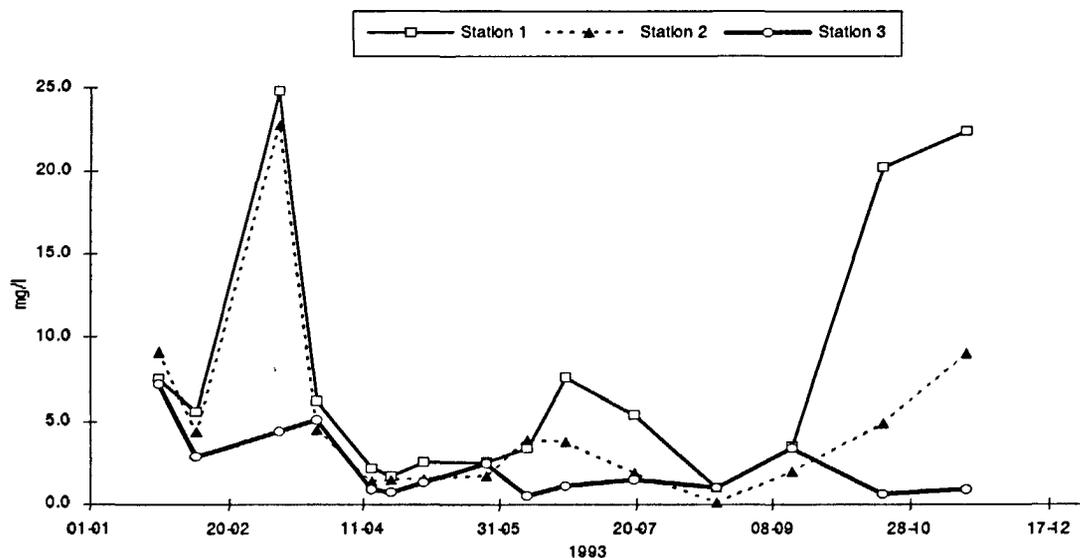


Fig. 2.4 : Boulogne-sur-mer - Matières en suspension

C'est au large que les matières en suspension sont les plus stables oscillant autour de la valeur moyenne de 2,3 mg/l. Aux stations 1 et 2, on observe un pic de 24,8 et 22,8 mg/l le 11 mars. C'est au cours de l'été que les teneurs sont les plus faibles. Elles augmentent de nouveau en automne graduellement à la station 2 et fortement à la côte.

II.2.5 - Matière organique

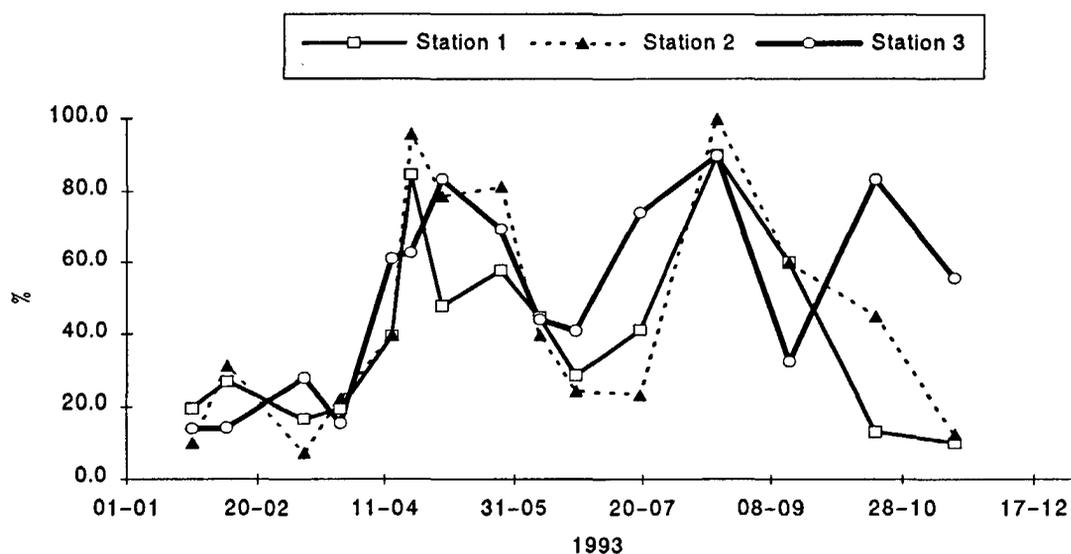


Fig. 2.5: Boulogne-sur-mer - Matière organique

La matière organique est représentée ici en pourcentage des matières en suspension. Elle subit des variations importantes au cours de l'année. Pendant les mois d'avril, mai et août la matière organique représente plus de 80% des matières en suspension. Au contraire, Les matières minérales sont la part la plus importante des matières en suspension en hiver et pendant les mois de juin et juillet.

II.2.6 - Chlorophylle a

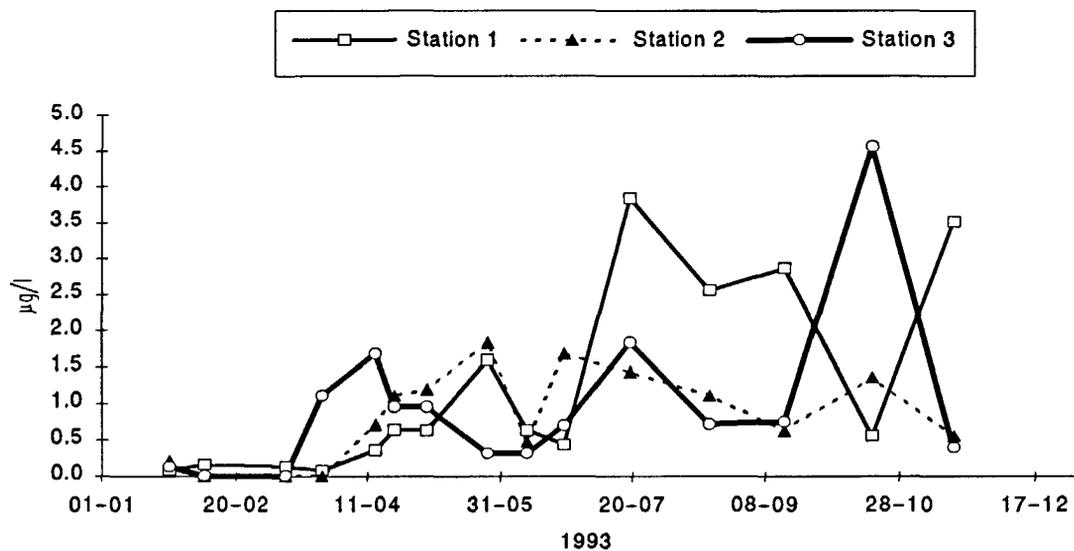


Fig. 2.6 : Boulogne-sur-mer - Chlorophylle

Les teneurs en chlorophylle évoluent en dent de scie. A la station du large, les valeurs augmentent pour atteindre 4,6 µg/l le 18 octobre. A la station intermédiaire, elles passent par un maximum de 1,8 µg/l le 26 mai. A la côte, c'est le 19 juillet que la teneur est la plus élevée à 3,8 µg/l.

II.2.7 - Phaeopigments

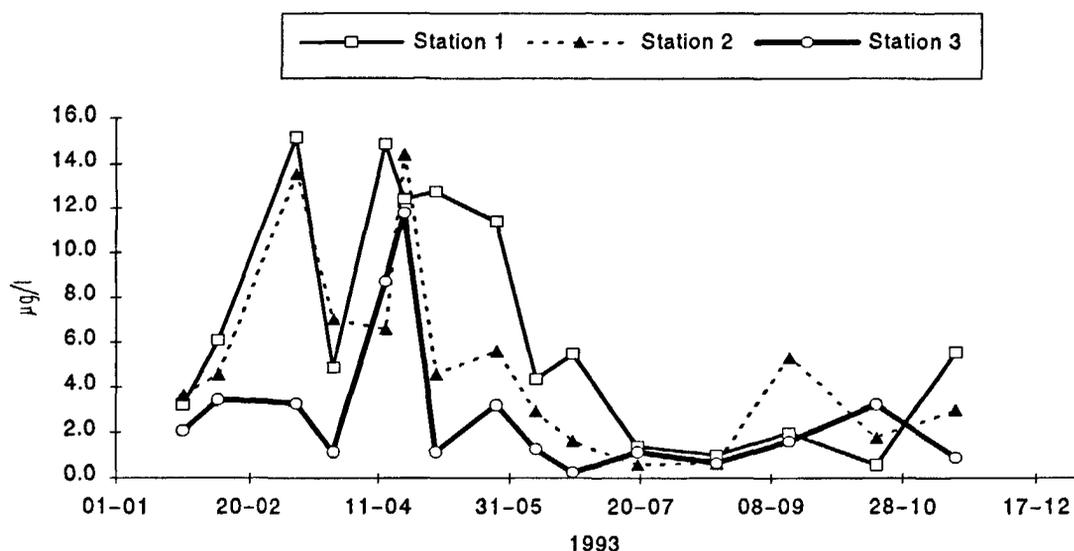


Fig. 2.7 : Boulogne-sur-mer - Phaeopigments

Les phaeopigments évoluent dans le sens opposé de celui de la chlorophylle. Aux points 1 et 2, on constate une concentration maximale de phaeopigments de respectivement 15,2 et 13,6 $\mu\text{g/l}$ le 11 mars. Le 21 avril les teneurs dépassent 11,5 $\mu\text{g/l}$ soit quatre fois les concentrations moyennes. Les valeurs passent par un minimum en juillet et en août pour remonter sensiblement ensuite.

II.2.8 - Ammonium

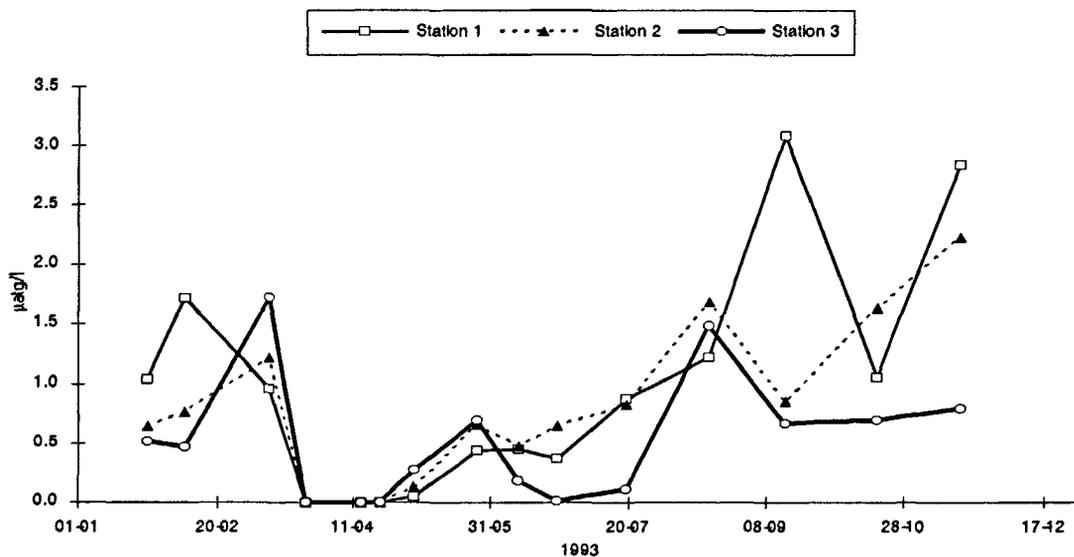


Fig. 2.8 : Boulogne-sur-mer - Ammonium

Les concentrations en ammonium augmentent au cours de l'hiver puis chutent brutalement au mois d'avril. Elles remontent ensuite pour passer par un maximum le 18 août au point 2 et 3 et le 15 septembre au point 1.

II.2.9 - Nitrites

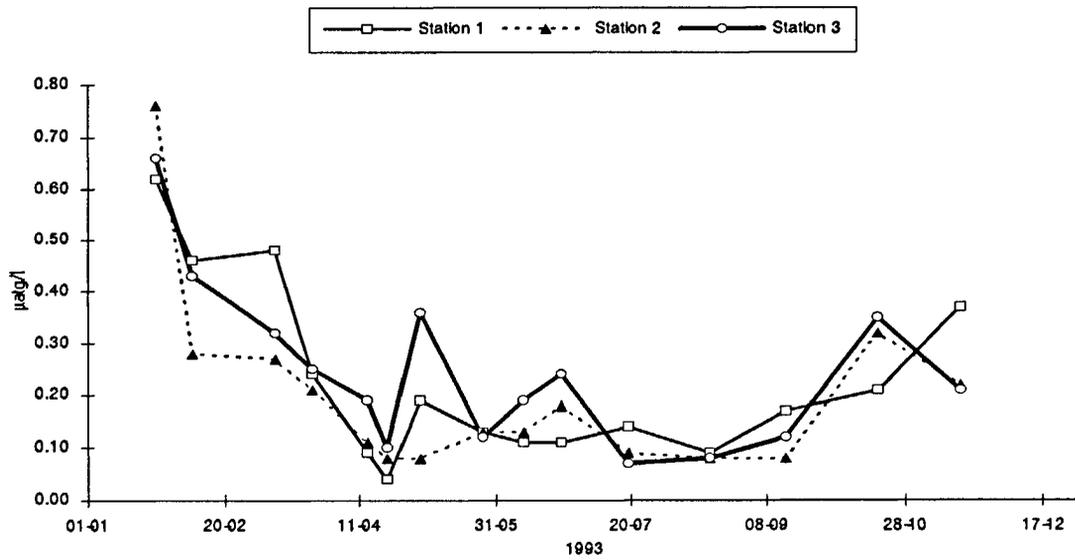


Fig. 2.9 : Boulogne-sur-mer - Nitrites

Les concentrations en nitrite passent progressivement d'environ 0,7 µatg/l en janvier à 0,1 µatg/l le 14 avril. Elles restent à de faibles valeurs jusqu'au 15 septembre puis remontent lentement.

II.2.10 - Nitrates

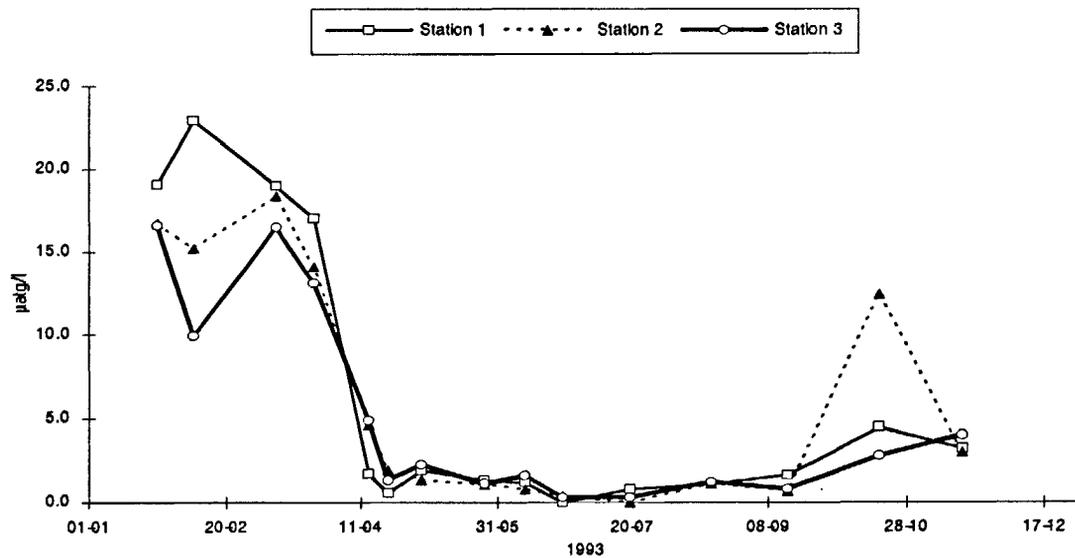


Fig. 2.10 : Boulogne-sur-mer - Nitrates

Les concentrations en nitrate se situent aux alentours de 15 µatg/l en hiver. Elles descendent à 1 µatg/l le 14 avril à la station 3, le 21 avril aux deux autres. Elles restent à de faibles valeurs jusqu'au 15 septembre puis remontent ensuite.

II.2.11 - Phosphates

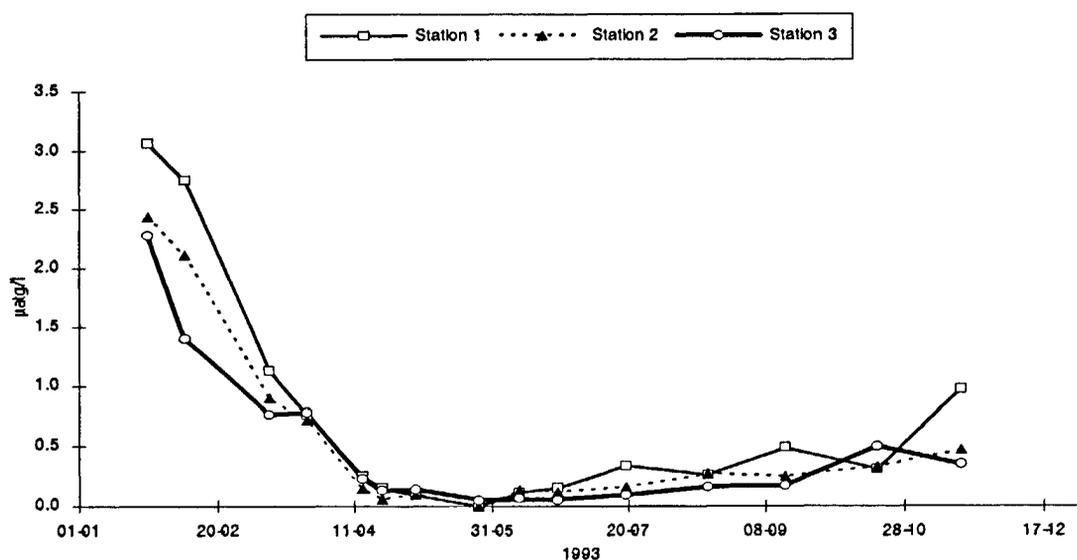


Fig. 2.11 : Boulogne-sur-mer - Phosphates

Les teneurs en phosphate passent progressivement de valeurs situées autour de 2,5 µatg/l le 26 janvier à 0,2 µatg/l le 14 avril. Les valeurs remontent très légèrement à partir du 10 juin.

II.2.12 - Silicates

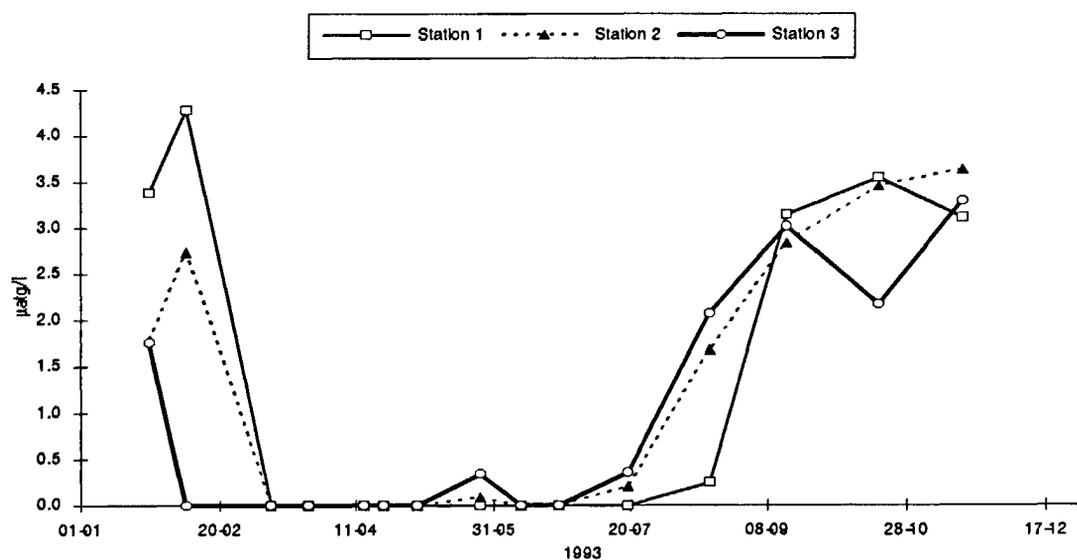


Fig. 2.12 : Boulogne-sur-mer - Silicates

Les teneurs en silicate augmentent encore au début de l'année puis chutent brutalement le 11 mars pour les stations 1 et 2. Elles tombent dès le 8 février à la station du large. Il n'y a pas de silicates pendant tout le printemps. Les valeurs remontent graduellement jusqu'à 3 µatg/l entre le 24 juin et la fin de l'année.

II.2.13 - Phytoplancton

*aspect quantitatif

- Phaeocystis

Date	station 1	station 2	station 3
25/03/94	9 500 000		
14/04/94	104 000	262 000	
21/04/94	162 000	54 000	597 000
03/05/94	47 675	46 600	

Abondance de *Phaeocystis* à Boulogne sur mer

Le tableau ci-dessus montre qu'il y a un pic important de *Phaeocystis* à la station côtière le 25 mars. On compte alors 9 500 000 cellules à cette station. *Phaeocystis* y est présent en quantité moindre jusqu'au 3 mai;

Par contre *Phaeocystis* n'apparaît qu'une fois à la station du large le 21 avril en quantité importante : 597 000 soit 75% des individus dénombrés ce jour là à la station 3.

A la station médiane, l'espèce est présente entre le 14 avril et le 3 mai.

Il fait une apparition le 17 novembre à la station 1.

- Diatomées

La richesse des eaux tant en nombre de cellules qu'en variété d'espèces est le plus souvent décroissante à mesure qu'on se dirige vers le large.

*aspect qualitatif

Mis à part la prymnesiophycée *Phaeocystis* dont on a parlé plus haut la succession des espèces dominantes est la suivante :

- en janvier et février : *Thalassionema nitzschioides* et *Melosira sulcata* pour les trois stations
- En mars : *Asterionella glacialis* et *Thalassionema nitzschioides* aux stations 1 et 2
- *Rhizosolenia delicatula* est dominante à la station 3 du 14 avril au 10 juin. Du 21 avril au 3 mai à la station 2 et seulement le 3 mai à la station 1. *Rhizosolenia stolterfortii* prend sa succession à la station 3 entre le 10 juin et le 18 août.
- Le genre *Chaetoceros* est prépondérant à la station 1 entre le 26 mai et le 24 juin, entre le 10 juin et le 19 juillet à la station 2.
- Le 15 septembre, on note le retour de *Rhizosolenia delicatula* sur les trois stations. Au large, on la trouve associée à l'espèce *Melosira sulcata*;
- Au mois d'octobre, le genre *Chaetoceros* domine à la station 2 et *Nitzschia* à la station 3 .

Nous n'avons jamais observé de Dinophysis ni d'autres espèces toxiques sur la radiale de Boulogne-sur-mer.

II.3 - La Baie de Somme

Depuis 1993 la radiale Baie de Somme exploitée dans le cadre du SRN est passée de trois à quatre stations avec la station MIMER située entre Le Hourdel et ATSO. Ce point de prélèvement, à l'origine exploité par le réseau de surveillance des eaux littorales, permet de disposer de données à la côte et de valoriser l'originalité de la Baie de Somme.

En raison des conditions météorologiques défavorables du mois de décembre 15 prélèvements ont été réalisés sur les 16 prévus.

Faute de matériel disponible, la turbidité n'a pas été effectuée sur cette radiale;

II.3.1 - Température

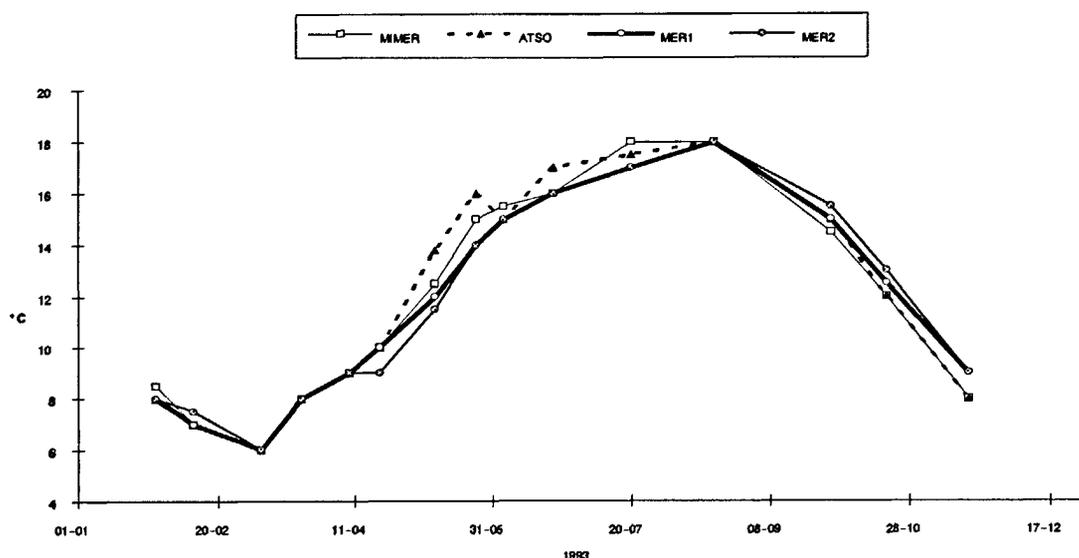


Fig. 3.1 : Baie de Somme - Température

La moyenne annuelle de la température sur la radiale est d'environ 12 degrés et elle varie peu d'une station à l'autre.

On observe un réchauffement printanier plus rapide des eaux sur les deux premières stations (MIMER et ATSO) avec 14°C en mai. Les deux stations plus marines (Mer 1 et Mer 2) sont seulement à 12°C. On remarque également que la température maximale de 1993, soit 18°C, est atteinte à MIMER dès le mois de juillet (un mois plus tôt que sur les autres stations) et qu'elle se maintient plusieurs semaines. Les extrêmes vont de 6°C en février à 18°C en juillet et août (figure 3.1).

II.3.2 - Salinité

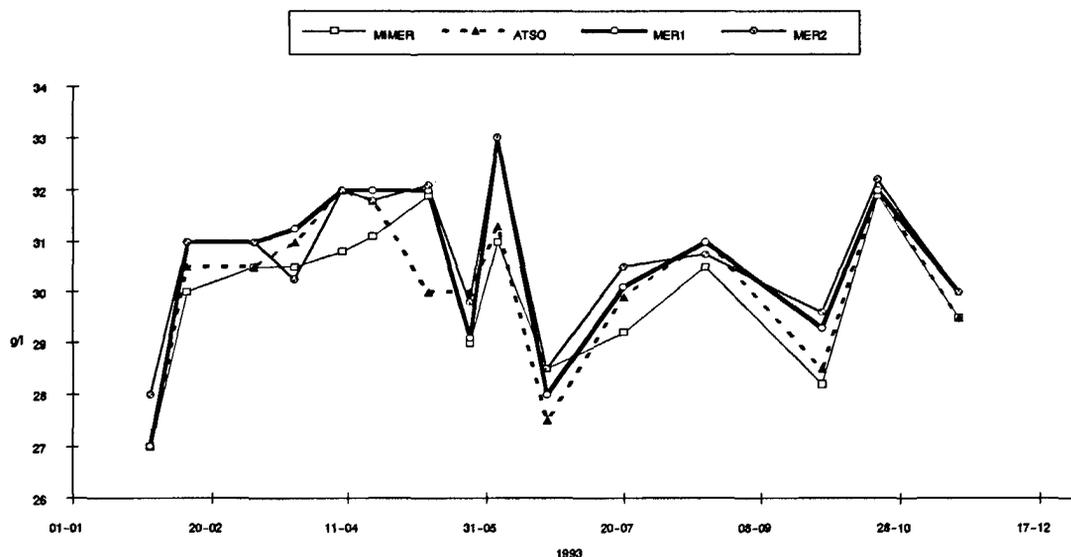


Fig. 3.2 : Baie de Somme - Salinité

Les moyennes annuelles des salinités sur la radiale mettent bien en évidence le gradient salinité de la Baie de Somme vers le large soit de MIMER à MER 2. Les valeurs s'échelonnent de 29,3 ‰ à MIMER à 30,6 à MER 2.

Le minimum de 27 ‰, se situe en janvier pour toutes les stations. Le maximum est de 33 ‰ sur les deux stations marines et un palier apparaît de mars à mai à 32 ‰. Cette valeur n'est atteinte que ponctuellement sur les deux stations les plus proches de la côte (figure 3.2).

Les variations de salinité observées de mai à novembre 1993 sont à rapprocher des conditions météorologiques et notamment des pluies.

II.3.3 - Matières en suspension

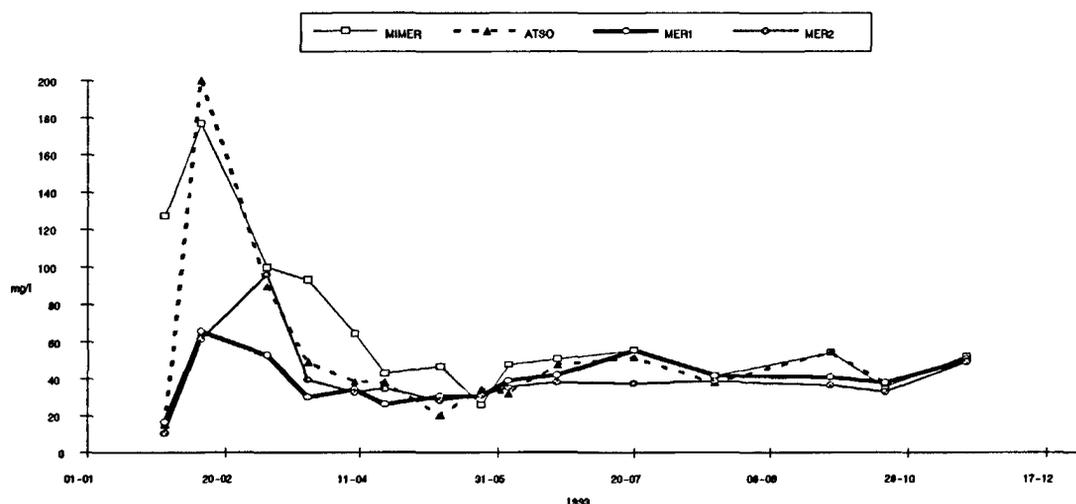


Fig. 3.3 : Baie de Somme - Matières en suspension

Les concentrations moyennes en matières en suspension évoluent de 73,92 mg/l à MIMER à 40 mg/l à Mer 2. Ce gradient s'oppose au gradient de salinité.

La figure 3.3 fait apparaître des valeurs élevées au cours du mois de janvier sur les deux stations proches de la côte. On observe également une forte concentration en mars sur la station la plus au large.

II.3.4 - Matière organique

La perte au feu permet d'estimer la matière organique en % de la matière en suspension. La moyenne annuelle par station est relativement stable entre 22,2 et 24,8 %.

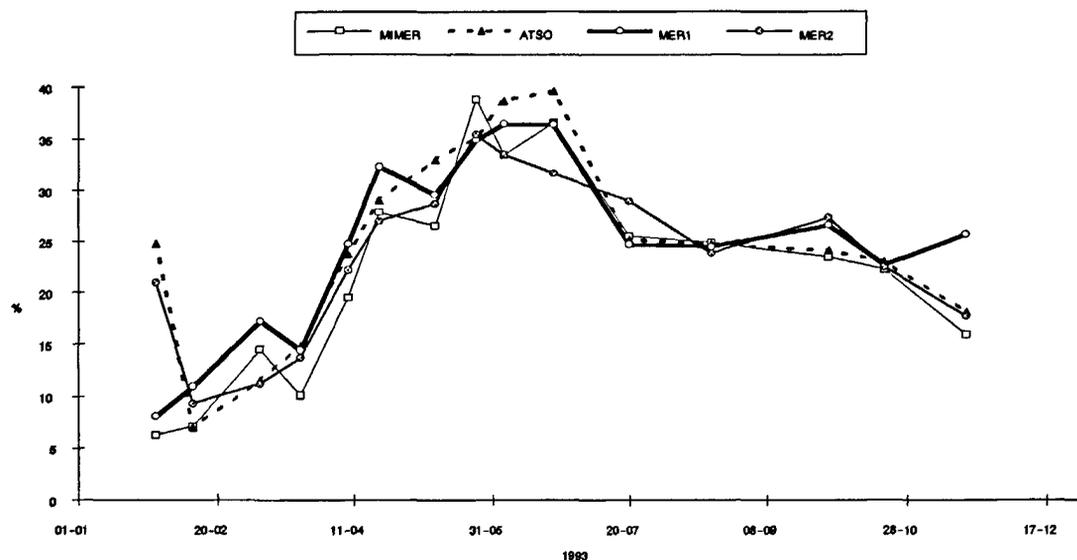


Fig. 3.4 : Baie de Somme - Matière organique

La figure 3.4 met en évidence les éléments suivants :

a) Les fortes concentrations en MES de janvier sont associées à de faibles pourcentages en perte au feu, ce qui souligne le caractère minéral de ces suspensions.

b) Le pourcentage de perte au feu évolue dans le temps et sur chaque station en augmentant régulièrement de janvier à juin puis en diminuant de juin à novembre. Il retrace assez bien l'ensemble des processus biologiques observables en milieu marin, bloom au printemps et en automne et développement du zooplancton associé.

II.3.5 - Chlorophylle a

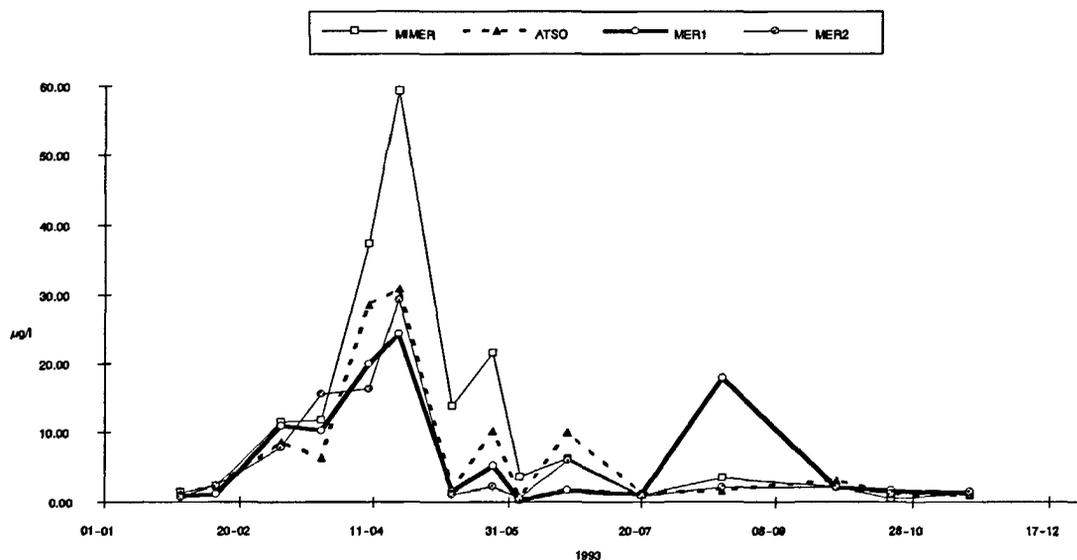


Fig. 3.5 : Baie de Somme - Chlorophylle

L'adjonction en 1993 de la station de prélèvement MIMER, située à proximité immédiate de l'entrée de l'estuaire ne fait que confirmer les résultats obtenus en 1992. En effet, les concentrations en chlorophylle observées, décroissent selon un gradient côte-large (figure 3.5). Les valeurs relevées sur la station MIMER lors de l'efflorescence algale printanière (60 $\mu\text{g/l}$) témoignent de la forte productivité de la Baie de Somme.

Durant la même période, les concentrations en chlorophylle *a*, enregistrées sur les stations situées les plus au large, MER 1 et MER 2 n'excèdent pas respectivement, 24 et 29 $\mu\text{g/l}$.

En 1993 pour les quatre stations de prélèvements, les pics de concentration en chlorophylle coïncident tant sur le plan spatial que temporel (le 20/4/93). Dès le mois de Mai on relève une réduction notable des concentrations de chlorophylle *a* sur les stations de prélèvements les plus marines. La diminution enregistrée sur la station MIMER s'avère de plus faible amplitude et dénote du caractère rémanent des efflorescences algales en Baie de Somme.

Dates	20/04/93	10/05/93
MIMER	59,27 $\mu\text{g/l}$	13,78 $\mu\text{g/l}$
ATSO	30,84 " "	1,92 " "
MER 1	24,43 " "	1,44 " "
MER 2	29,32 " "	1,04 " "

II.3.6 - Phaeopigments

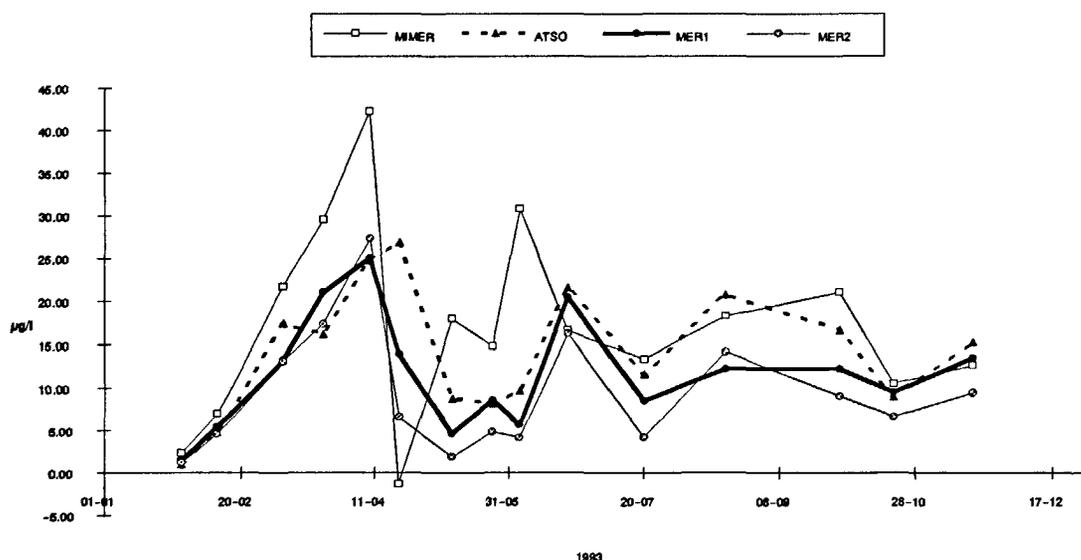


Fig. 3.6 : Baie de Somme - Phaeopigments

La mesure des Phaeopigments est un indicateur de la dégradation de la chlorophylle. Sur la figure 3.6 on observe une concentration minimale en Phaeopigments correspondant au maximum de chlorophylle pour la station MIMER (figure 3.5). Ensuite l'augmentation des concentrations en Phaeopigments est synchronisée avec la diminution des concentrations en chlorophylle.

II.3.7 - Ammonium

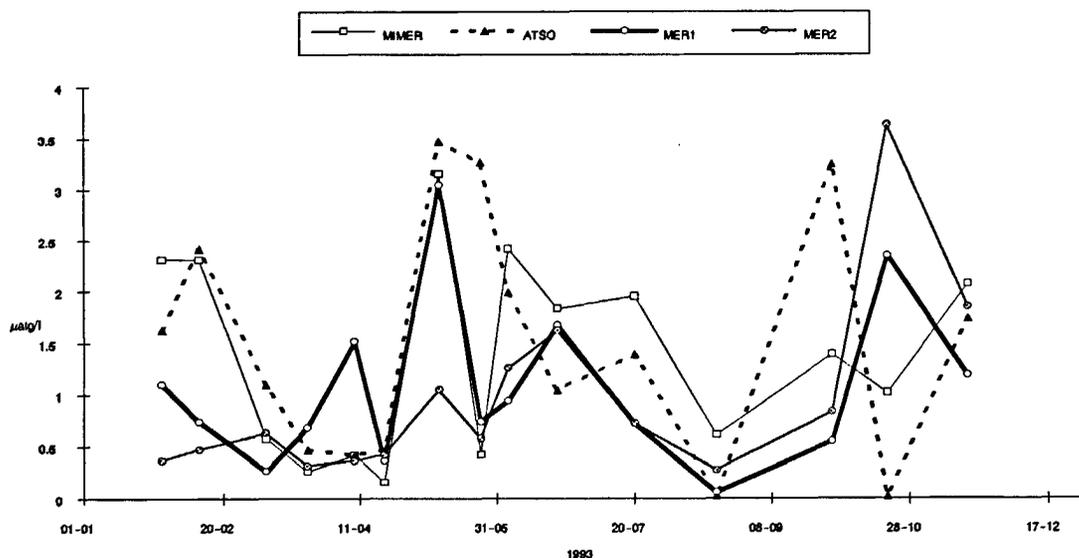


Fig. 3.7: Baie de Somme - Ammonium

Les concentrations moyennes annuelles en ammonium sont plus élevées sur les 2 stations proches de la baie (1,45 µatg/l) par rapport aux stations plus marines (1 µatg/l). On observe sur la figure 3.7 une diminution en hiver et au début de printemps des concentrations en NH_4^+ puis un pic en mai sauf sur la station MER 2. On relève ensuite une diminution des concentrations puis une remontée en automne.

II.3.8 - Nitrites

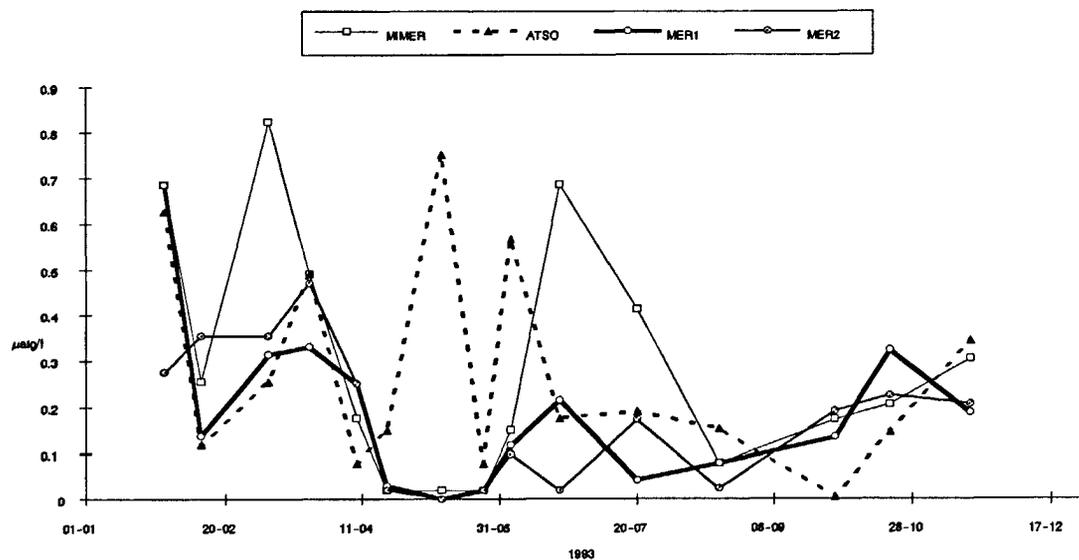


Fig. 3.8 : Baie de Somme - Nitrites

Les nitrites (figure 3.8) représentent une forme de transition entre l'ammonium et les nitrates et leurs concentrations varient beaucoup dans le temps et sur la radiale. Ceci rend l'interprétation délicate. On remarquera tout de même que les concentrations les plus élevées s'observent sur les deux stations les plus côtières, MIMER et ATSO.

II.3.9 - Nitrates

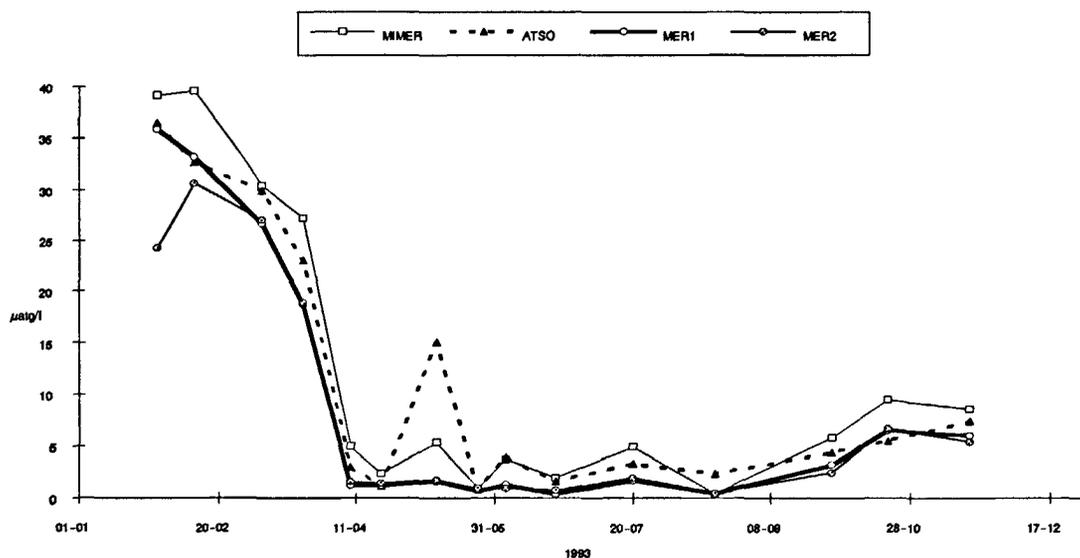


Fig. 3.9 : Baie de Somme - Nitrates

Les concentrations moyennes annuelles des nitrates sur les quatre stations s'opposent au gradient de salinité. Sur la figure 3.9 on retrouve ce phénomène avec en plus deux remarques :

a) Sur les stations MIMER et ATSO on observe les fortes concentrations et les plus fortes amplitudes.

b) Sur la station MER 2 on observe une augmentation des concentrations de janvier à mars sans diminution de janvier à février comme pour les autres stations.

II.3.10 - Phosphates

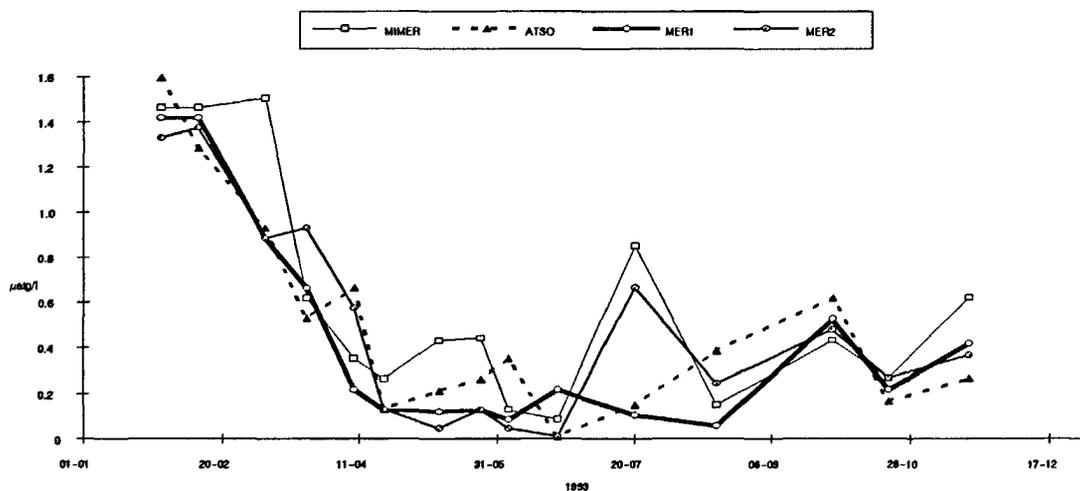


Fig. 3.10 : Baie de Somme - Phosphates

On observe sur la figure 3.10 une diminution des concentrations en phosphates de Janvier à Avril sur l'ensemble des stations. Cette diminution affecte avec moins d'amplitude la station MIMER plus influencée par la Somme. D'avril à novembre les concentrations varient beaucoup indépendamment du gradient côte large. Toutefois on peut remarquer que les concentrations les plus élevées relevées en juillet correspondent aux deux stations les plus opposées MIMER et MER 2,

II.3.11 - Silicates

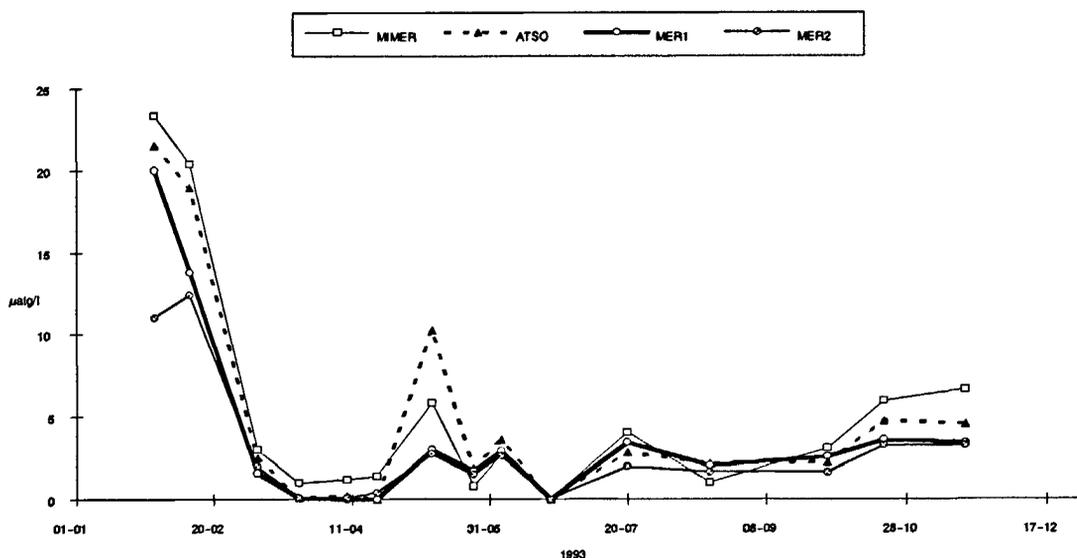


Fig. 3.11 : Baie de Somme - Silicates

Les concentrations en silicates (figure 3.11), comme pour les concentrations en nitrates et en phosphates diminuent de Janvier à Avril puis évoluent ensuite mais en respectant mieux le gradient côte large.

II.3.12 - Phytoplancton

* Aspect quantitatif

- Phaeocystis

Phaeocystis globosa domine les espèces présentes dans l'eau de mer de Mars à Avril, sur l'ensemble des stations de prélèvements. Les premières colonies apparaissent toutefois avec un retard de 15 jours par rapport à 1992. On note, en fin d'année, d'Octobre à Novembre, une rémanence du phénomène sur les stations MIMER, MER 1, MER 2.

- Diatomées

Afin d'analyser plus finement l'abondance relative de certaines diatomées il convient d'éliminer du traitement le pourcentage observé de la prymnesiophycée *Phaeocystis globosa*. Ainsi observe-t-on sur la station MIMER un pic d'abondance d'*Asterionella glacialis* le 8 mars 1993.

Lors du prélèvement du 11 février, *Thalassionema nitzschioides* constitue 60 % de l'effectif sur cette même station et sur la station ATSO.

Les espèces de diatomées les plus abondantes observées sur la radiale Baie de Somme en 1993 sont les suivantes : *Thalassionema nitzschioides*, *Asterionella glacialis*, *Nitzschia*, *Rhizosolenia delicatula*, *Leptocylindrus* et *Chaetoceros socialis*.

* Aspect qualitatif

Le simple critère quantitatif n'apparaît pas comme l'élément essentiel régissant les taux de concentration en chlorophylle du milieu marin. En effet, si en 1992, le pic d'abondance de concentration en chlorophylle *a* coïncidait au nombre maximum de cellules observées, il convient en 1993 de pondérer cette relation purement quantitative par l'aspect qualitatif des espèces concernées. Les diatomées semblent à priori plus riches en chlorophylle *a* que la prymnesiophycée *Phaeocystis globosa*. Ainsi lors du pic de concentration en chlorophylle *a* du 20 avril on observe la présence de *Rhizosolenia delicatula* sur les quatre stations de prélèvement

Les pourcentages d'abondance relative de ces deux espèces sont les suivants :

	<i>Rhizosolenia delicatula</i>	<i>Phaeocystis</i>
MIMER	46 %	44 %
ATSO	59 %	34 %
MER 1	56 %	39 %
MER 2	28 %	69 %

Enfin, il convient d'ajouter qu'aucune espèce toxique n'a été décelée en 1993 sur la radiale Baie de Somme.

III. DISCUSSION

III.1 - Comparaison interradiale

Comme pour le bilan 1992, 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.

III.1.1 - Paramètres physico-chimiques et biologiques

III.1.1.1 - Température et salinité

La température évolue pour les trois radiales dans une plage située entre 4 et 6 °C pour les minima et 17-18 °C pour les maxima. L'écart de température entre la côte et le large dépasse rarement 1°C sauf en Baie de Somme où la différence atteint 2°C fin mai.

La salinité moyenne pour Dunkerque et Boulogne est de l'ordre de 34-35 ‰ alors qu'elle est de 29,5-30,5 ‰ pour la Baie de Somme ce qui confirme l'influence de la dessalure due au fleuve Somme.

On remarque pour les trois radiales des baisses de salinité liées aux fortes précipitations, principalement à celles de l'automne.

Le gradient de salinité côte-large est le plus marqué en Baie de Somme.

III.1.1.2 - Matières en suspension, Turbidité et Matière organique

Les paramètres "matières en suspension" et "turbidité" évoluent de façon identique à Dunkerque et à Boulogne (pas de résultats de turbidité en Baie de Somme). C'est en hiver que l'on trouve les valeurs en MEST les plus élevées pour les trois radiales. Le maximum est atteint en Baie de Somme avec près de 200 mg/l pour les stations les plus côtières.

La matière organique présente un maximum de 80 à 90% des matières en suspension en avril-mai pour les radiales de Dunkerque et Boulogne et près de 40% pour la Baie de Somme en mai-juin.

III.1.1.3 - Chlorophylle *a* et Phaeopigments

On note un net pic printanier en chlorophylle *a* sur la station la plus proche de la côte pour les radiales de Dunkerque et de la Baie de Somme avec des valeurs respectivement de 37,2 et 59,2 µg/l. A Boulogne les concentrations en chlorophylle *a* restent assez faibles au printemps (2µg/l). Un second pic, commun aux trois radiales, apparaît au début de l'automne.

Les phaeopigments sont des indicateurs de la dégradation de la chlorophylle. Ils sont présents durant les premiers mois de l'année en quantité importante (jusqu'à 15 µg/l) à Boulogne aux stations côtières, en plus faible quantité à Dunkerque (maximum 6,3 µg/l). En Baie de Somme les phaeopigments peuvent atteindre 42,3 µg/l début avril. Ils fluctuent autour d'une moyenne de 15 µg/l tout au long de l'année pour les deux stations proches de l'estuaire.

III.1.1.4 - Nutriments

Les concentrations en ammonium sont comprises pour les trois radiales entre 0 et 5 µatg/l avec généralement un gradient décroissant côte-large. On constate que les valeurs les plus faibles se situent au début du printemps pour les stations côtières et que les valeurs les plus fortes apparaissent en automne.

Les nitrites présentent en moyenne des teneurs faibles pour les trois radiales (0,5 µatg/l). Les minima se produisent l'été, les maxima l'hiver.

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 septembre et enfin on observe une remontée des concentrations l'automne. Les teneurs ne dépassent pas 25 µatg/l sur la station la plus côtière de Boulogne/mer, elles atteignent 40 µatg/l en Baie de Somme et 55 µatg/l à Dunkerque.

Les phosphates suivent globalement les mêmes variations annuelles que les nitrates avec des valeurs comprises entre 0 et 3 µatg/l. on note un maximum de 10 µatg/l à Dunkerque le 8 juillet qui pourrait correspondre à la vidange du Canal Exutoire.

Les silicates présentent pour les trois radiales des niveaux bas dès le mois de mars et ce jusqu'en juillet où les teneurs commencent à remonter. Les maxima se situent fin février avec 20 µatg/l à Dunkerque et en Baie de Somme pour 5 µatg/l à Boulogne.

III.1.2 - Phytoplancton

L'espèce *Phaeocystis globosa* apparaît surtout de fin mars à début mai à Dunkerque et à Boulogne, jusqu'en juin en Baie de Somme avec une légère rémanence en octobre et novembre. *Phaeocystis globosa* domine l'ensemble des taxons durant l'efflorescence printanière pour l'ensemble des stations de prélèvements.

En ce qui concerne les diatomées, on note une similitude sur les trois radiales dans la succession des espèces principales. On dénombre ainsi les genres suivants : *Thalassionema*, *Melosira*, *Asterionella*, *Thalassiosira*, *Rhizosolenia*, *Chaetoceros*, *Nitzschia*.

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

Aucune espèce toxique n'est présente sur les trois radiales.

III.2. - Discussion

Il faut, en préambule, constater que 46 des 48 sorties programmées ont été effectuées. A Dunkerque, du fait des sorties effectuées dans le cadre du programme R.N.O., tous les paramètres prévus n'ont pu être analysés.

1. Température et Salinité

Ces deux paramètres ne posent pas de problèmes particuliers d'interprétation. Les résultats confirment bien l'évolution saisonnière de la température et le gradient côte-large pour la salinité avec les influences maritimes pour Boulogne et Dunkerque et les dessalures liées aux fortes précipitations.

2. MEST, Turbidité et MO

Il est possible de corréliser ces trois paramètres : les MEST sont principalement abondantes l'hiver, de nature essentiellement minérale et contribuent à une turbidité élevée. L'été, les MEST passent par un minimum, sont de nature principalement organique et influent beaucoup moins sur la turbidité.

3. Chlorophylle α et Phaeopigments

On explique mal les faibles teneurs en chlorophylle α à Boulogne/mer au printemps. Ceci résulte peut-être de la moindre quantité de diatomées ou de la dégradation en phaeopigments de la chlorophylle présente dans les cellules.

Les teneurs en chlorophylle α pour les trois radiales sont en général plus élevées qu'en 1992.

4. Nutriments et Phytoplancton

Les concentrations élevées en ammonium et en nitrites à l'automne ont certainement pour origine les apports continentaux. Elles évoluent en dents 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 mi-avril lorsque le bloom est observé. Comme en 1992, le pic de nitrates est le plus élevé à Dunkerque.

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

Le bloom de *Phaeocystis* ne coïncide pas avec le pic de chlorophylle du 10 mai à Dunkerque et du 20 avril en Baie de Somme. Il semble qu'il faille attribuer ces pics à des diatomées et en l'occurrence à l'espèce *Rhizosolenia delicatula*.

D'une façon générale, les efflorescences phytoplanctoniques ont été moins intenses en 1993 qu'en 1992.

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 le Hourdel (Annexe 3) font apparaître deux épisodes pluvieux en septembre et fin décembre et deux plus ponctuels début juin et fin juillet.

Ces périodes pluvieuses peuvent expliquer les dessalures d'octobre à Dunkerque et Boulogne, ou de juin en Baie de Somme et également les augmentations de concentration d'ammonium, de nitrites, de nitrates ou de silicates, d'octobre, sur les trois radiales.

CONCLUSION

Les résultats de cette deuxième 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 du suivi 1992 :

- Un gradient côte-large, plus ou moins net selon les radiales et les paramètres, existe qu'il soit croissant ou décroissant.
En Baie de Somme, l'adjonction de la station MIMER complète la radiale et approfondit la connaissance de l'écosystème propre à l'estuaire.
- 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.
- Une différence assez nette apparaît entre les deux sites marins de Dunkerque - Boulogne d'une part et celui de la Baie de Somme d'autre part en ce qui concerne la salinité, les matières en suspension, la chlorophylle a , les nutriments et la variété d'espèces phytoplanctoniques.
- Enfin, on note l'influence des épisodes pluvieux sur l'ensemble des paramètres.

Une synthèse des trois années de fonctionnement du Suivi Régional des Nutriments est prévue en 1995. Il est envisagé de mettre en relation la qualité du milieu marin et le flux des apports en nutriments afin de mieux comprendre les phénomènes.

Cette synthèse devra également établir un bilan critique de la méthode d'échantillonnage et du choix des stations de prélèvement.

Mais c'est à plus long terme, comme le prévoit la convention passée entre l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et l'IFREMER, que l'on pourra entrevoir d'éventuelles améliorations ou dégradations des eaux littorales.

BIBLIOGRAPHIE

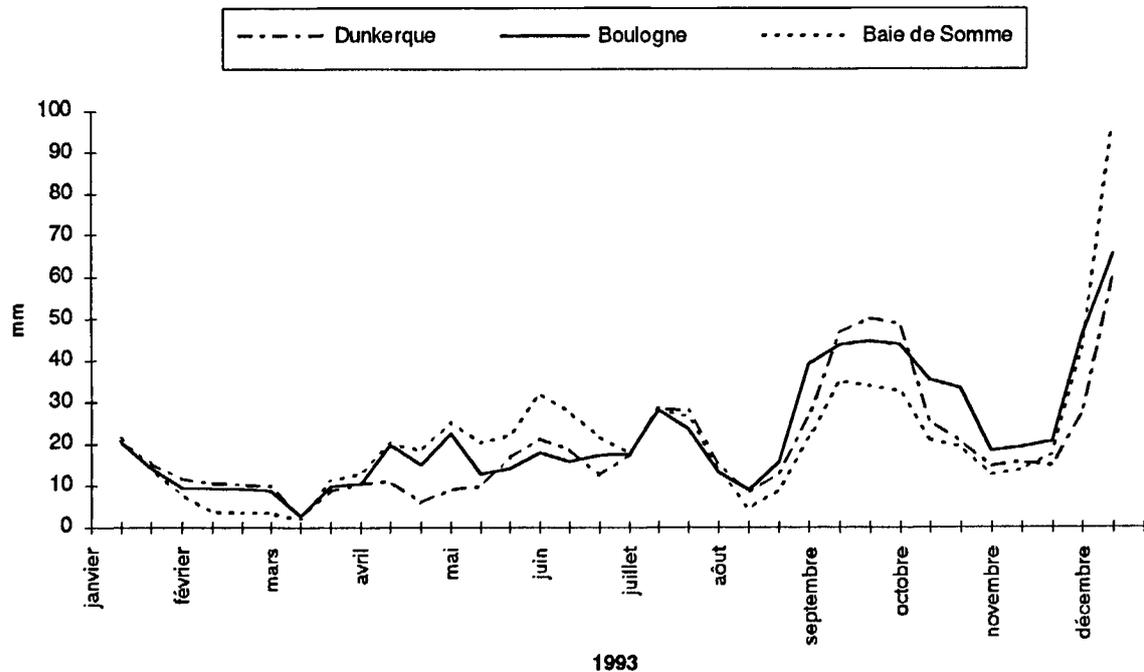
- "Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord-Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1992"- M. MIRLICOURTOIS, R. OLIVESI, F. JAMET, H. RYBARCZYK, M. MOREL.- Juillet 1993, 115 pp.
- Le littoral de la région Nord-Pas-de-Calais, "Qualité du milieu marin" - Rapport IFREMER n° 3-1986, 149 pp.
- Le littoral 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.
- 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 Océan -. 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 soutenu 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.

ANNEXE 3

*Pluviométrie par décade
à Dunkerque - Boulogne - Baie de Somme
en 1993*

Mois	Dunkerque	Boulogne	Baie de Somme	Moyenne	Ecart-type
Janvier	18,0	19,7	22,6	20,1	2,3
	13,4	15,9	18,8	16,0	2,7
	31,3	25,9	22,6	26,6	4,4
Février	1,6	1,0	0,8	1,1	0,4
	2,0	1,8	0,2	1,3	1,0
	28,4	25,7	10,2	21,4	9,8
Mars	0,5	0,3	0,0	0,3	0,3
	0,7	0,6	0,0	0,4	0,4
	6,1	7,5	6,0	6,5	0,8
Avril	19,2	21,8	27,6	22,9	4,3
	6,2	2,1	5,0	4,4	2,1
	7,5	35,7	27,8	23,7	14,5
Mai	4,2	7,5	22,4	11,4	9,7
	15,5	24,4	25,4	21,8	5,5
	10,1	6,4	13,2	9,9	3,4
Juin	24,7	11,6	27,8	21,4	8,6
	29,0	36,0	55,2	40,1	13,6
	2,5	0,0	0,0	0,8	1,4
Juillet	6,0	16,1	10	10,7	5,1
	43,5	36,8	43,4	41,2	3,8
	36,3	31,6	31,2	33,0	2,8
Aôut	4,0	2,3	5,0	3,8	1,4
	5,8	5,9	5,6	5,8	0,2
	15,3	18,6	2,8	12,2	8,3
Septembre	17,2	22,8	18,2	19,4	3,0
	47,4	76,5	43,0	55,6	18,2
	75,5	32,3	44,0	50,6	22,3
Octobre	28,0	25,9	14,8	22,9	7,1
	43,1	73,8	39,2	52,0	19,0
	4,6	6,4	8,8	6,6	2,1
Novembre	14,1	19,9	10,0	14,7	5,0
	24,9	28,5	18,8	24,1	4,9
	7,9	9,1	12,4	9,8	2,3
Décembre	11,4	24,3	21,4	19,0	6,8
	61,9	105,0	94,6	87,2	22,5
	106,8	67,0	172,2	115,3	53,1
Somme	667,8	779,7	708,8	718,8	56,6

Pluviométrie décadaire en 1993



Moyenne mobile des pluviométries décadaires.

Il est tombé en moyenne 719 millimètres d'eau sur le littoral durant l'année 1993. C'est à Boulogne que la pluviométrie a été maximum, et à Dunkerque qu'elle a été la plus faible. Pourtant c'est la Baie de Somme qui a connu la décade la plus arrosée avec 172 millimètres.

Le tableau fait apparaître des valeurs en dents de scie. De la figure représentant la moyenne mobile (n=3) se dégage des valeurs décroissantes jusqu'à un minimum en mars. La pluviométrie remonte progressivement pendant tout le printemps. Les trois premières semaines d'août sont sèches. Elles sont suivies d'un épisode humide qui se prolonge jusqu'à la deuxième décade d'octobre. La fin du mois est sèche. L'année se termine par des pluies très abondantes pendant le mois de décembre