

61015

N713-7-SW1-997

Direction de L'environnement et de l'aménagement littoral  
Laboratoire côtier de Boulogne sur mer

**ifremer**

Olivier PETA  
Benoist HITIER  
René OLIVESI  
Régis DELESMONT  
Marc MOREL  
Nicolas LOQUET

octobre 1998

SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS SUR LE LITTORAL

NORD/PAS-DE-CALAIS/PICARDIE

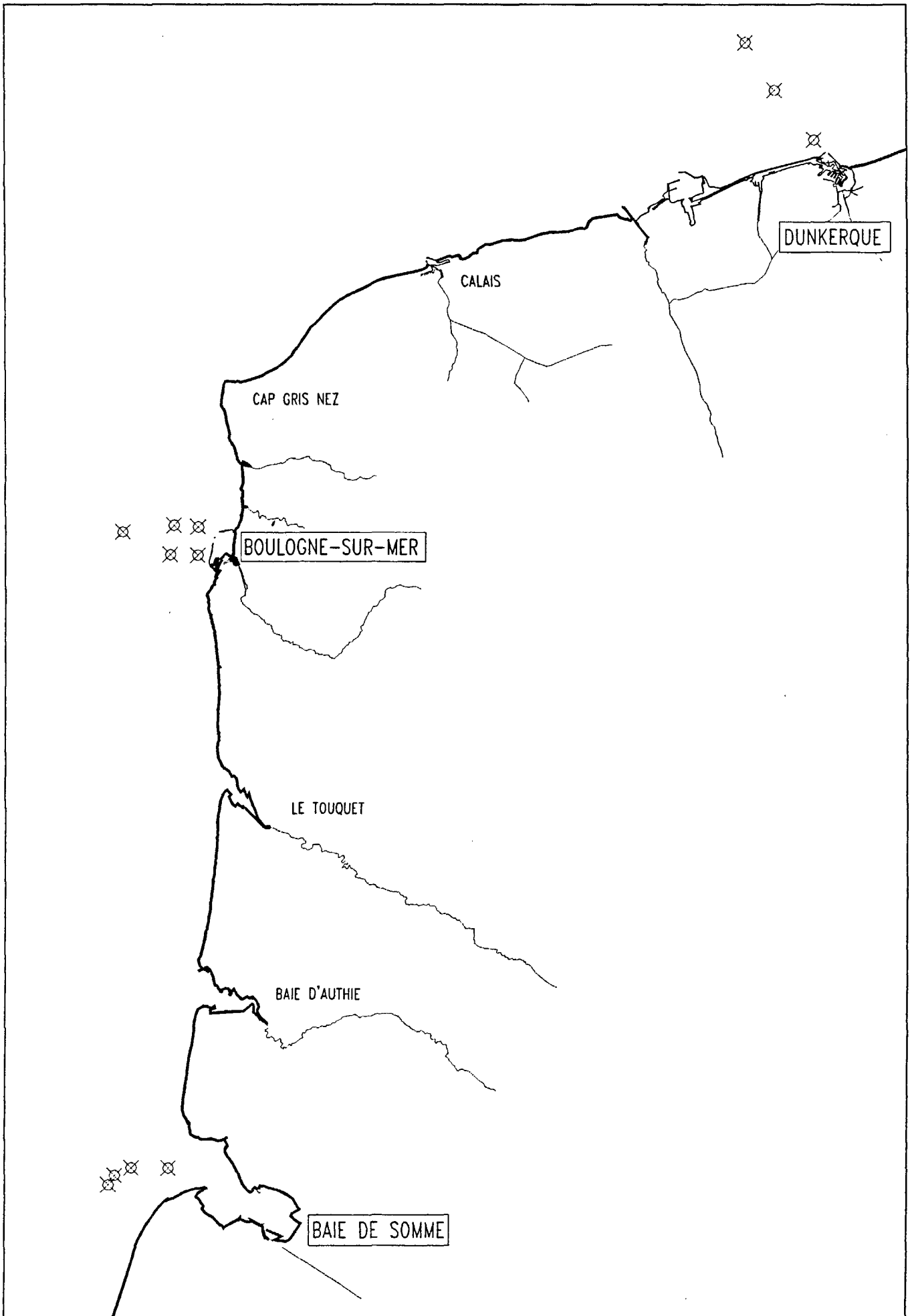
Bilan de l'année 1997

AGENCE DE L'EAU ARTOIS PICARDIE

IFREMER Bibliotheque de BREST



0EL07851



# SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS SUR LE LITTORAL NORD/PAS-DE-CALAIS/PICARDIE Bilan 1997

Rapport réalisé en collaboration par :

Olivier Péta / D.U.T. G.B. Boulogne-sur-Mer

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 St-Valéry-sur-Somme

GEMEL St-Valéry-sur-Somme

I.P.L. Gravelines

pour les analyses.

# SOMMAIRE

Introduction.....	5
<b>I - PRESENTATION DU SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS SUR LE LITTORAL NORD/PAS-DE-CALAIS/PICARDIE EN 1997 .....</b>	<b>6</b>
I. 1- Les radiales :.....	6
I. 2- Fréquence des prélèvements :.....	6
I. 3- Paramètres étudiés :.....	6
<b>II - COMPARAISON INTRA-RADIALE : .....</b>	<b>11</b>
II. 1- Dunkerque : .....	11
II.1.1- Température : .....	11
II.1.2- Salinité : .....	11
II.1.3- Turbidité :.....	12
II.1.4- Matières en suspension :.....	12
II.1.5- Matière organique particulaire :.....	13
II.1.6- Chlorophylle a :.....	13
II.1.7- Phaeopigments : .....	14
II.1.8- Ammonium :.....	14
II.1.9- Nitrite : .....	15
II.1.10- Nitrate :.....	15
II.1.11- Phosphate : .....	16
II.1.12- Silicate :.....	16
II. 2- Boulogne-sur-mer :.....	17
II.2.1- Température : .....	17
II.2.2- Salinité :.....	17
II.2.3- Turbidité :.....	18
II.2.4- Matières en suspension :.....	18
II.2.5- Matière organique particulaire :.....	19
II.2.6- Chlorophylle a :.....	19
II.2.7- Phaeopigments : .....	20
II.2.8- Ammonium :.....	20
II.2.9- Nitrite : .....	21
II.2.10- Nitrate :.....	21
II.2.11- Phosphate : .....	22
II.2.12- Silicate :.....	22
II. 3- Baie de Somme :.....	23
II.3.1- Température : .....	23
II.3.2- Salinité :.....	23
II.3.3- Turbidité :.....	24
II.3.4- Matières en suspension :.....	24
II.3.5- Matière organique particulaire :.....	25
II.3.6- Chlorophylle a :.....	25
II.3.7- Phaeopigments : .....	26
II.3.8- Ammonium :.....	26
II.3.9- Nitrite : .....	27
II.3.10- Nitrate :.....	27
II.3.11- Phosphate : .....	28

II.3.12- Silicate :.....	28
<b>III - PHYTOPLANCTON.....</b>	<b>29</b>
III. 1- Introduction .....	29
III. 2- Fluctuations saisonnières.....	29
III. 3- Méthodes .....	30
III.3.1- Choix des Taxons.....	30
III.3.2- Indices calculés par point et par espèce.....	31
III.3.2.1 INDICE de SANDERS .....	31
III.3.2.2 APPLICATION DE L'INDICE DE SANDERS .....	31
III.3.3- Comparaison interradales :.....	32
III.3.3.1 INDICE de SHANNON .....	33
III.3.3.2 INTERPRETATION GRAPHIQUE DE L'INDICE DE SHANNON. ....	33
<b>IV - DISCUSSION:.....</b>	<b>35</b>
IV. 1- Comparaison interradales : .....	35
IV.1.1- Paramètres physico-chimiques et biologiques :.....	35
IV.1.1.1 Température et salinité :.....	35
IV.1.1.2 M.E.S, turbidité et matière organique particulaire : .....	35
IV.1.1.3 Chlorophylle a et phaeopigments.....	35
IV.1.1.4 Nutriments.....	35
IV.1.2- Phytoplancton.....	36
IV. 2- Discussion.....	36
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>38</b>
<i>Analyses physicochimiques Résultats bruts .....</i>	<i>39</i>
<i>Analyses phytoplanctoniques Résultats bruts.....</i>	<i>44</i>
<b>Calendrier des sorties.....</b>	<b>58</b>

## Introduction

—L'enrichissement excessif des eaux marines côtières par les sels nutritifs et sa conséquence, l'eutrophisation sont des problèmes qui préoccupent de plus en plus Scientifiques, Administrations, Collectivités locales et Professionnels de la mer.

Avant 1992, le suivi des nutriments sur le littoral était réalisé 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 réseau appelé Suivi Régional des Nutriments (SRN) sur la façade du littoral Nord/Pas-de-Calais/Picardie.

Les résultats ont été publiés à la fin de chaque année. Une synthèse des 5 premières années de fonctionnement a été rédigée. Une des conclusions confirmait 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 des analyses effectuées au cours de l'année 1997. Il présente, radiale par radiale, l'évolution en fonction du temps des valeurs obtenues pour chaque paramètre analysé. Quelques éléments de comparaison interradiale sont repris à la fin du document. Tous les résultats ayant servi à l'élaboration des graphiques se trouvent en annexes.

Un traitement sur la variation des abondances du phytoplancton a été effectué en utilisant les deux indices mathématiques de SANDERS et SHANNON.

# **I - PRESENTATION DU SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS SUR LE LITTORAL NORD/PAS-DE-CALAIS/PICARDIE EN 1997**

L'historique, les objectifs, les sites, les paramètres et les méthodes d'analyses ont été décrits en détail dans le bilan SRN 1992. Nous le décrivons sommairement ci-dessous.

## **I. 1- Les radiales :**

En 1997, la composition des trois radiales n'a pas subi de changement notable. Seul le positionnement des stations de prélèvement, ME.1 et ME.2, de la radiale de Baie de Somme a été légèrement modifié pour répondre aux critiques émises lors de la réunion SRN du printemps 1997 ; ces deux points de prélèvement ont été déplacés vers le large.

Les 3 radiales de Dunkerque, Boulogne-sur-Mer et Baie de Somme sont composées de 3 ou 5 stations de prélèvement positionnées selon un gradient côte-large. 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 :**

Comme les années précédentes, les opérations de prélèvements ont été réalisées avec les moyens nautiques du Port Autonome pour Dunkerque, du SMBC pour Boulogne et du Sport Nautique Valéricain pour la Baie de Somme.

Le protocole d'échantillonnage (voir Le calendrier en annexe 4) a été pratiquement respecté à Dunkerque (15 sorties) et en Baie de Somme (16 sorties). Il n'a pu être exécuté intégralement sur la radiale de Boulogne-sur-Mer (12 sorties) en raison de conditions météorologiques défavorables et d'indisponibilité momentanée de l'embarcation du SMBC.

## **I. 3- Paramètres étudiés :**

- température,
- salinité,
- turbidité,
- ammonium,
- nitrite,
- nitrate,
- phosphate,
- silicate,
- MES ( Matières en Suspension),
- MOP (Matière Organique Particulaire),
- chlorophylle a et phaeopigments,
- phytoplancton.

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) ont effectué les analyses.

Les procédures sont décrites dans le manuel des analyses chimiques en milieu marin d'AMINOT et CHAUSSEPIED.

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

<b>RADIALES STATIONS</b>	<b>DUNKERQUE</b>	<b>BOULOGNE</b>	<b>BAIE DE SOMME</b>
Station 1			<u>BIF</u> Latitude : 50°12'88 Nord Longitude : 1°35'96 Est
Station 2			<u>MI-MER</u> Latitude : 50°13'30 Nord Longitude : 1°32'40 Est
Station 3	<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 4	<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°14'00 Nord Longitude : 1°27'50 Est
Station 5	<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°14'00 Nord Longitude : 1°26'50 Est

Tableau I-1: COORDONNEES DES STATIONS SUR LES 3 RADIALES

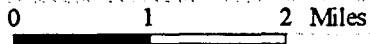


PLAN DE SITUATION DES STATIONS  
DE LA RADIALE DE DUNKERQUE

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

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

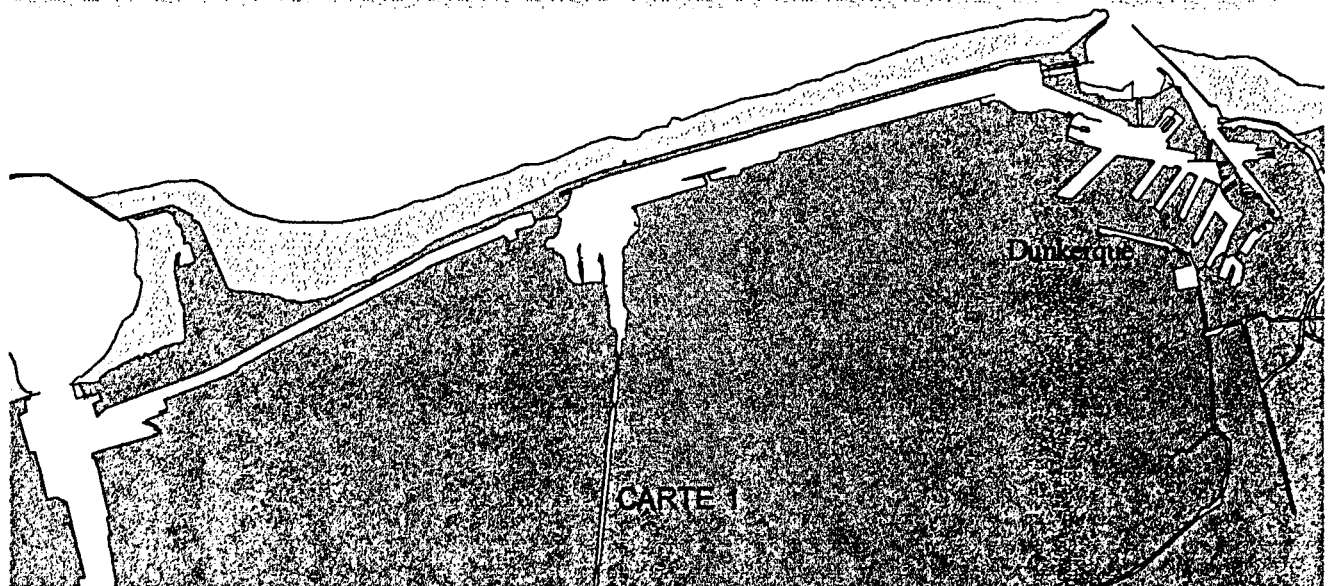
**STATION 4**  
Latitude : 51°09'20 Nord  
Longitude : 2°15'10 Est



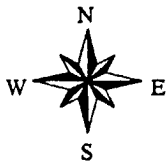
⊕ STATION 4

⊕ STATION 3

⊕ STATION 1



PLAN DE SITUATION DES STATIONS  
DE LA RADIALE DE BOULOGNE



⊕ 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

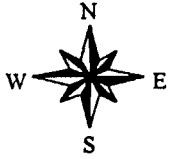
**STATION 1F**

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

CARTE 2

PLAN DE SITUATION DES STATIONS  
DE LA RADIALE BAIE DE SOMME

0 2 4 Milles



- BIF**  
Latitude: 50°12'58 Nord  
Longitude: 1°23'06 Est
- MIMER**  
Latitude: 50°12'30 Nord  
Longitude: 1°22'40 Est
- ATSO**  
Latitude: 50°11'00 Nord  
Longitude: 1°22'50 Est
- MER1**  
Latitude: 50°08'00 Nord  
Longitude: 1°22'50 Est
- MER2**  
Latitude: 50°08'00 Nord  
Longitude: 1°22'50 Est

MER2    ATSO    MIMER    BIF  
 MER1

Saint Valery  
sur Somme

LA CARTE

## II - COMPARAISON INTRARADIALE :

### II. 1- Dunkerque :

Tous les paramètres ont été analysés cette année sur chaque prélèvement, y compris ceux effectués dans le cadre du RNO.

#### II.1.1- Température :

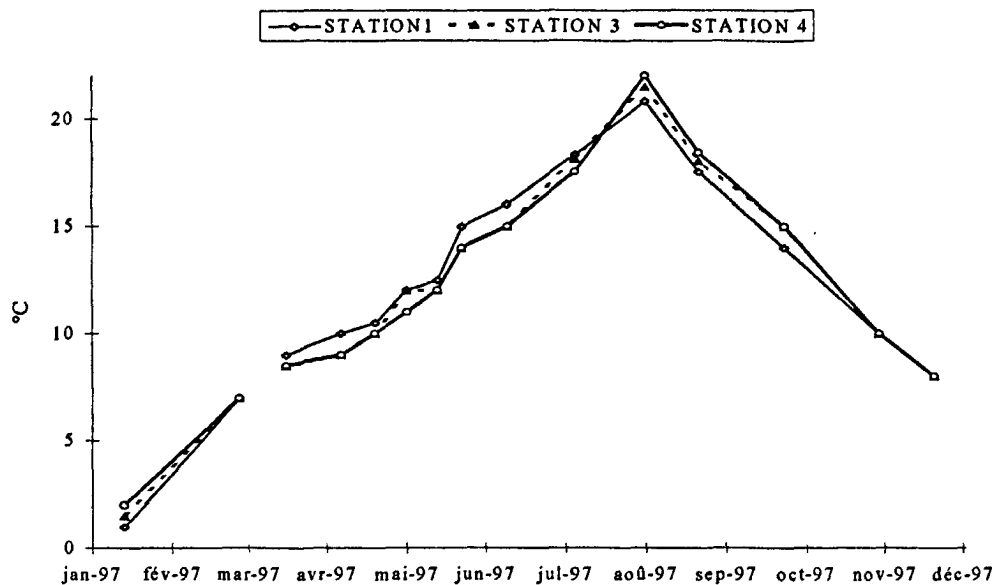


Figure II-1 : Dunkerque - Température.

L'évolution annuelle de la température montre un réchauffement progressif jusqu'en août avec une température qui atteint 22°C, le 20 août, pour la station 4. La température la plus faible (1°C) est relevée le 14 janvier à la station 1.

#### II.1.2- Salinité :

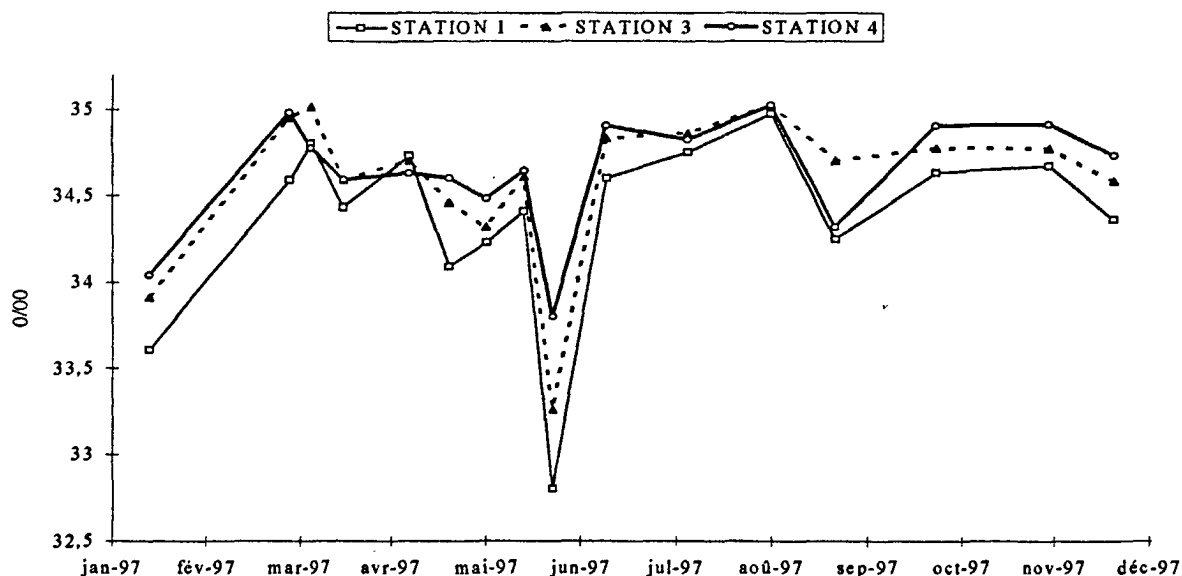


Figure II-2: Dunkerque - Salinité.

La dessalure la plus importante est relevée en juin à la station côtière (32,8 ‰). Au large, la salinité est alors de 33,8 ‰. La valeur moyenne annuelle globale est d'environ 34,5 ‰.

### II.1.3- Turbidité :

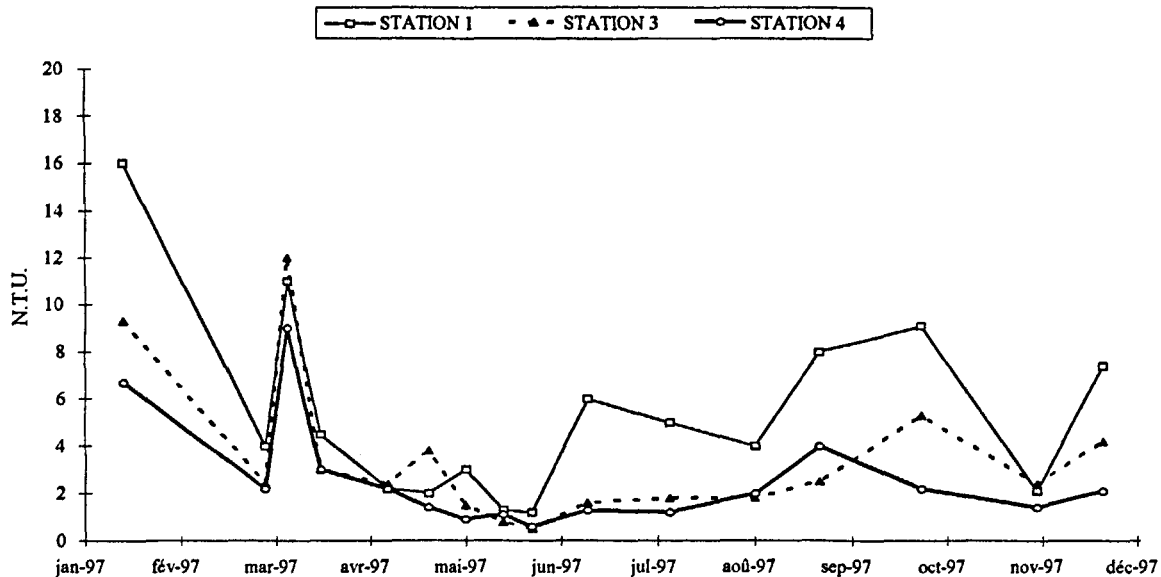


Figure II-3: Dunkerque - Turbidité.

Les valeurs les plus importantes sont relevées en janvier pour la station côtière (16 N.T.U.), en mars pour la station 2 (12 N.T.U.) ainsi que pour la station 3 (9 N.T.U.). Les plus faibles sont enregistrées en juin pour les trois stations.

### II.1.4- Matières en suspension :

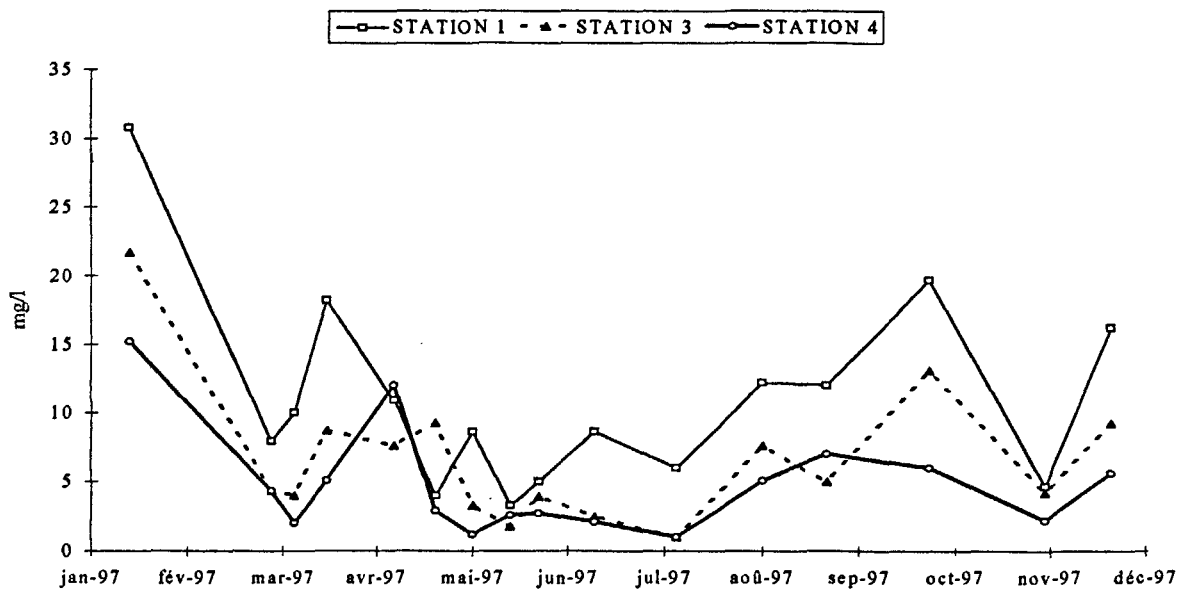


Figure II-4: Dunkerque - Matières en suspension.

Les matières en suspension présentent un pic important en janvier pour les 3 stations (30,8 à 15,2 mg/l). On peut le relier à la turbidité. On observe, à la station 1, un second pic en mars (18,2 mg/l) et un troisième en octobre (19,7 mg/l). Le gradient côte-large décroissant est bien marqué.

## II.1.5- Matière organique particulaire :

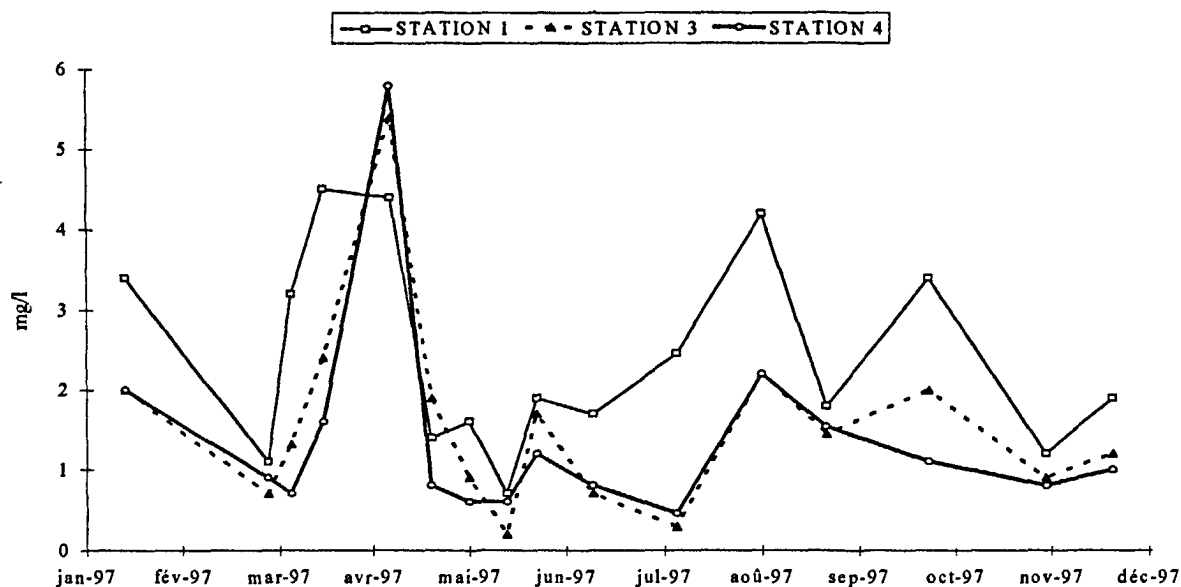


Figure II-5: Dunkerque - Matière organique particulaire.

Les matières en suspension sont de nature essentiellement organique au printemps (5,8 mg/l à la station 4). Elles sont liées au développement du phytoplancton. A l'inverse, elles sont minérales en mai (0,2 mg/l à la station 3). Le 20 août, les 3 stations présentent un pic dont la valeur maximale est égale à 4,2 mg/l (station 1), puis un dernier le 16 octobre pour les stations 1 et 3.

## II.1.6- Chlorophylle a :

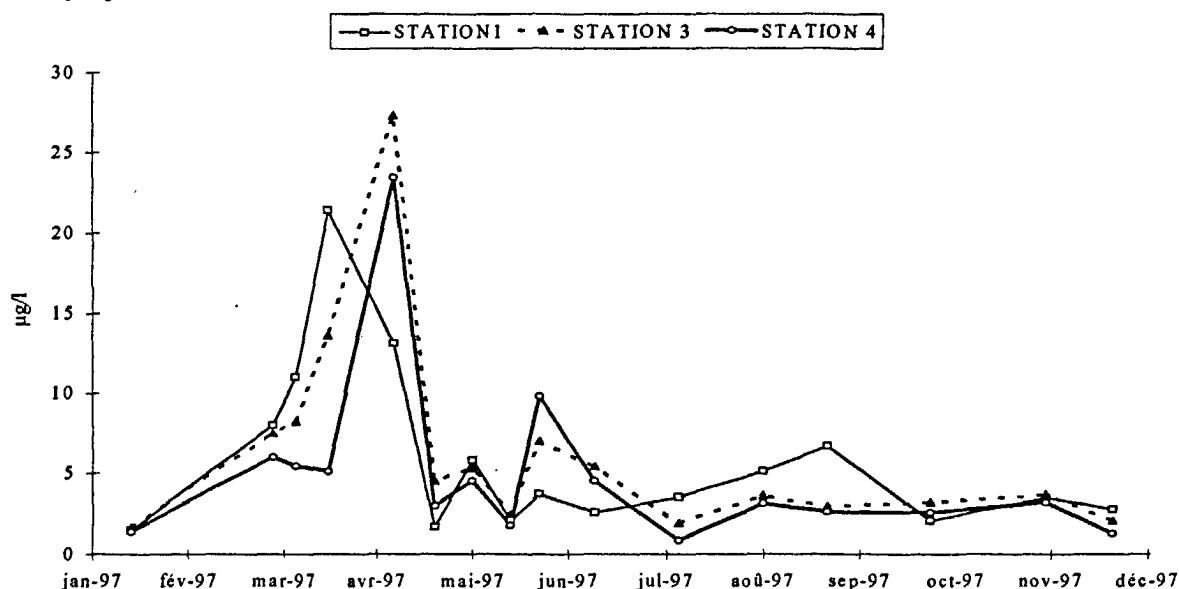


Figure II-6 : Dunkerque - Chlorophylle a.

Contrairement à l'année 1996, le cycle de la chlorophylle n'est pas marqué par un pic de grande ampleur. Les teneurs maximales sont observées le 24 mars à la station 1 (21,4 µg/l) et le 16 avril pour les stations 3 et 4 (respectivement 27,3 µg/l et 23,4 µg/l contre 45,5 µg/l le 9 avril 1996). A partir de la mi-août, les teneurs en chlorophylle chutent pour atteindre une valeur de l'ordre de 2,1 µg/l le 18 décembre.

## II.1.7- Phaeopigments :

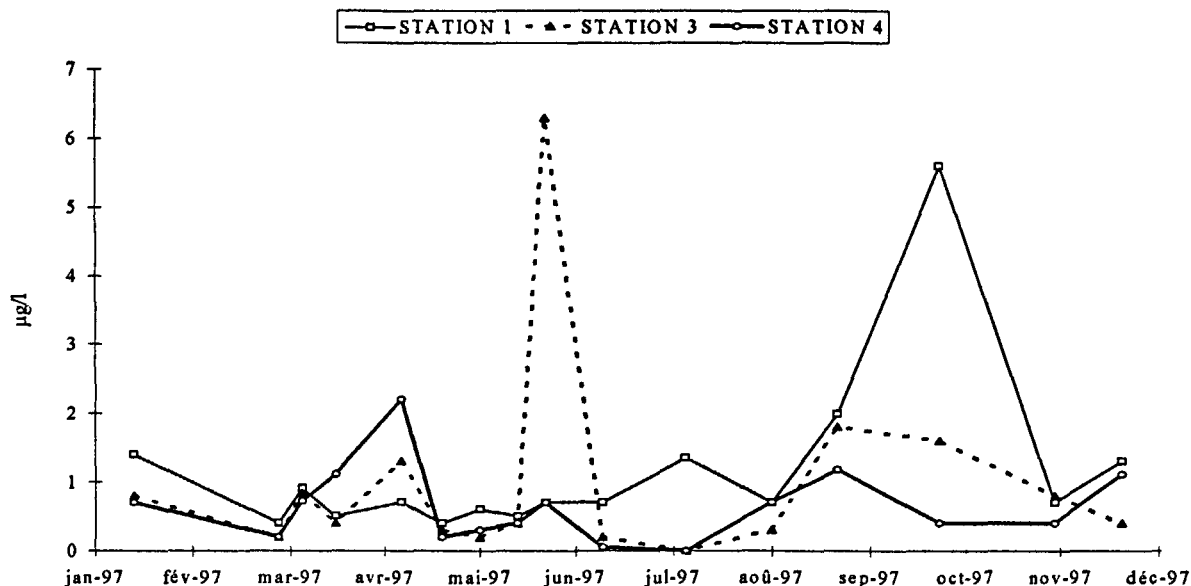


Figure II-7: Dunkerque - Phaeopigments.

En général, les teneurs en phaeopigments restent inférieures à 2,5 µg/l. Cependant, un maximum est relevé à la station 3 le 5 juin (6,3 µg/l) ainsi que le 16 octobre à la station 1 (5,6 µg/l). Les valeurs les plus élevées correspondent à la dégradation du phytoplancton.

## II.1.8- Ammonium :

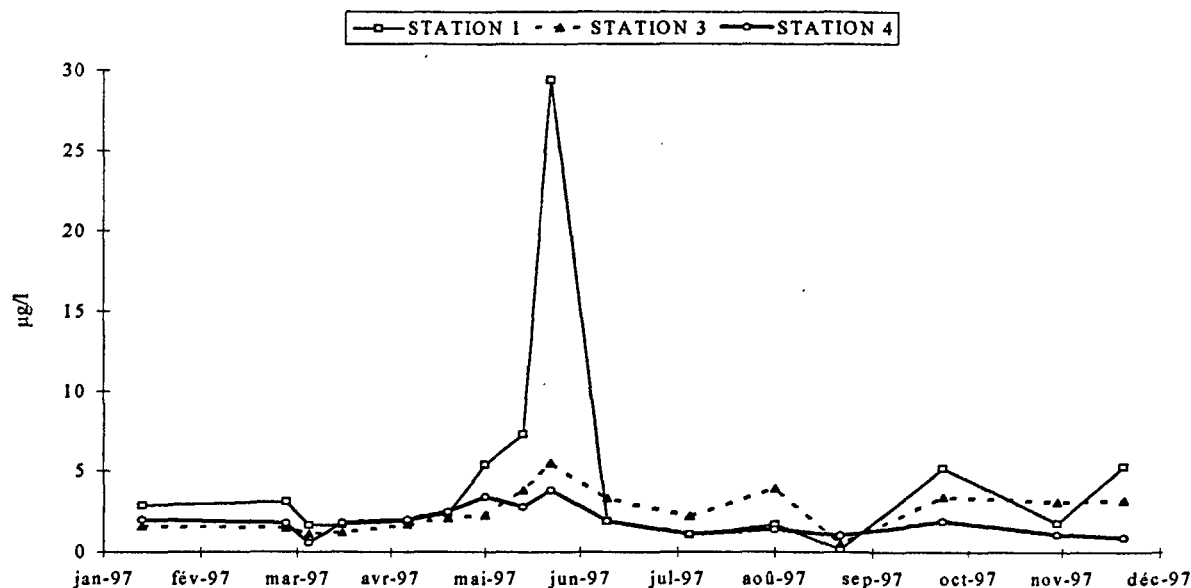


Figure II-8: Dunkerque - Ammonium.

Les valeurs sont maximales en juin à la côte (29,4 µg/l). Ce pic se retrouve aux deux autres stations. Il pourrait correspondre aux faibles valeurs de salinités relevées alors. Elles restent inférieures à 5 µg/l le reste de l'année.

## II.1.9- Nitrite :

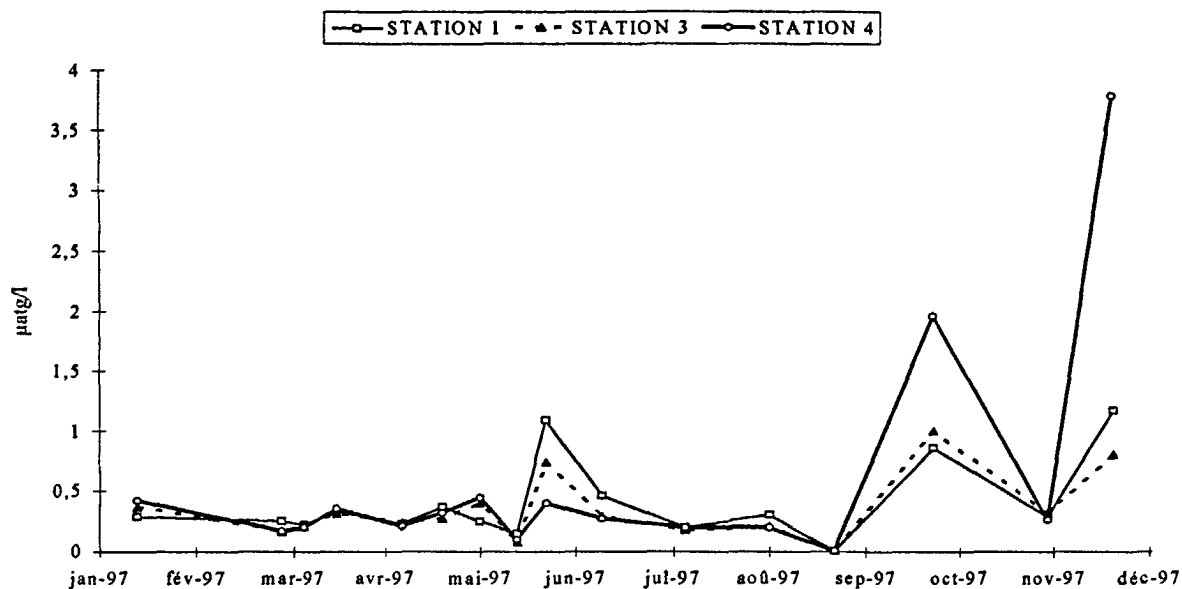


Figure II-9: Dunkerque - Nitrite.

Les teneurs en nitrite sont basses du mois de janvier au mois de septembre où elles connaissent leur valeur la plus basse de l'année ( $0,01 \mu\text{atg/l}$ ). Elles atteignent un premier maximum le 16 octobre ( $1,96 \mu\text{atg/l}$  pour la station 4) et un second le 18 décembre ( $3,78 \mu\text{atg/l}$  à la station 4).

## II.1.10- Nitrate :

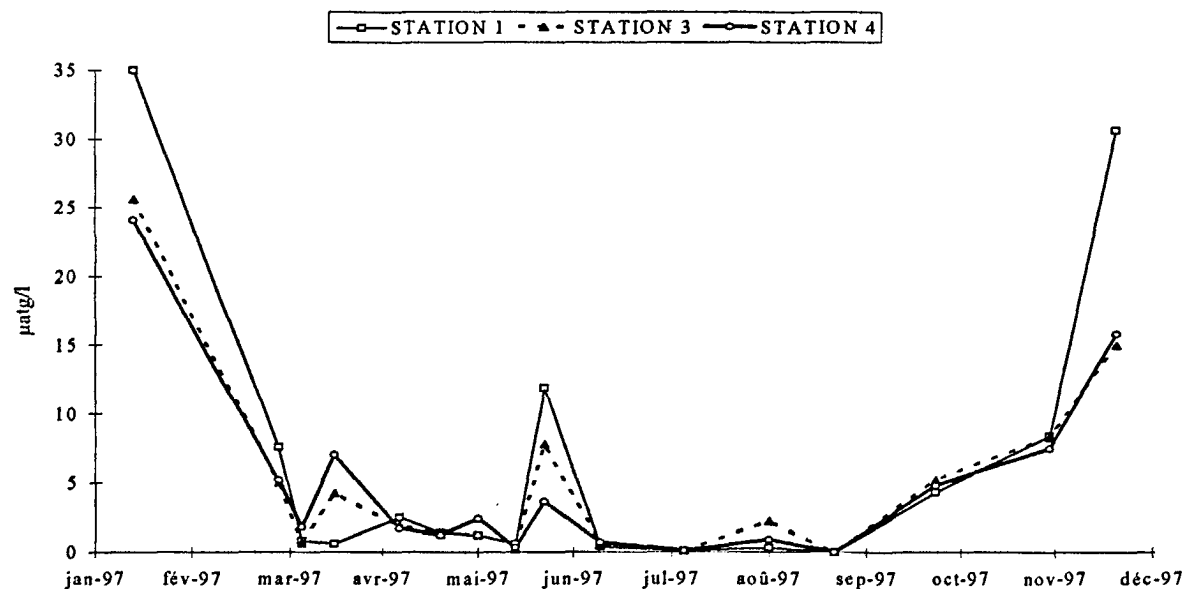


Figure II-10 : Dunkerque - Nitrate.

La concentration maximale en nitrate est de  $35 \mu\text{atg/l}$  le 14 janvier à la côte. Il est ensuite consommé par le plancton et atteint sa valeur minimale à partir du 4 juin ( $0,01 \mu\text{atg/l}$ ). L'arrivée des pluies automnales se traduit par une augmentation de sa concentration atteignant  $30,6 \mu\text{atg/l}$  le 18 décembre à la station côtière.



## II.1.11- Phosphate :

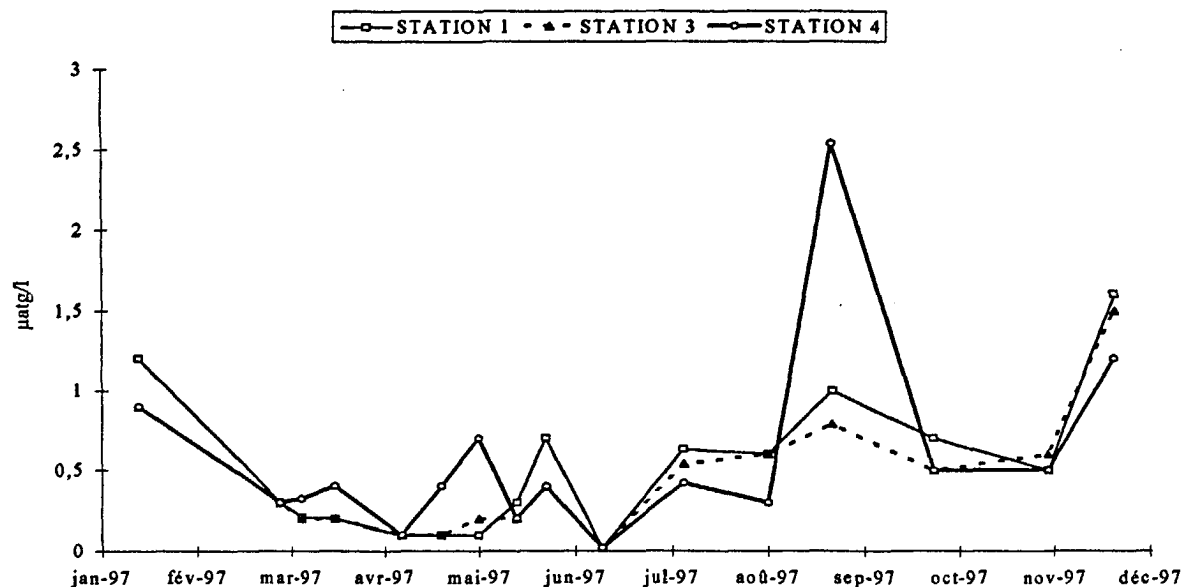


Figure II-11: Dunkerque - Phosphate.

Les concentrations en phosphate évoluent en dents de scie. Elles sont minimales en juin avec 0,02 µatg/l pour les trois stations et maximales, en septembre pour la station 4 (2,54 µatg/l), et en décembre pour les stations 1 et 3 (respectivement 1,6 et 1,5 µatg/l).

## II.1.12- Silicate :

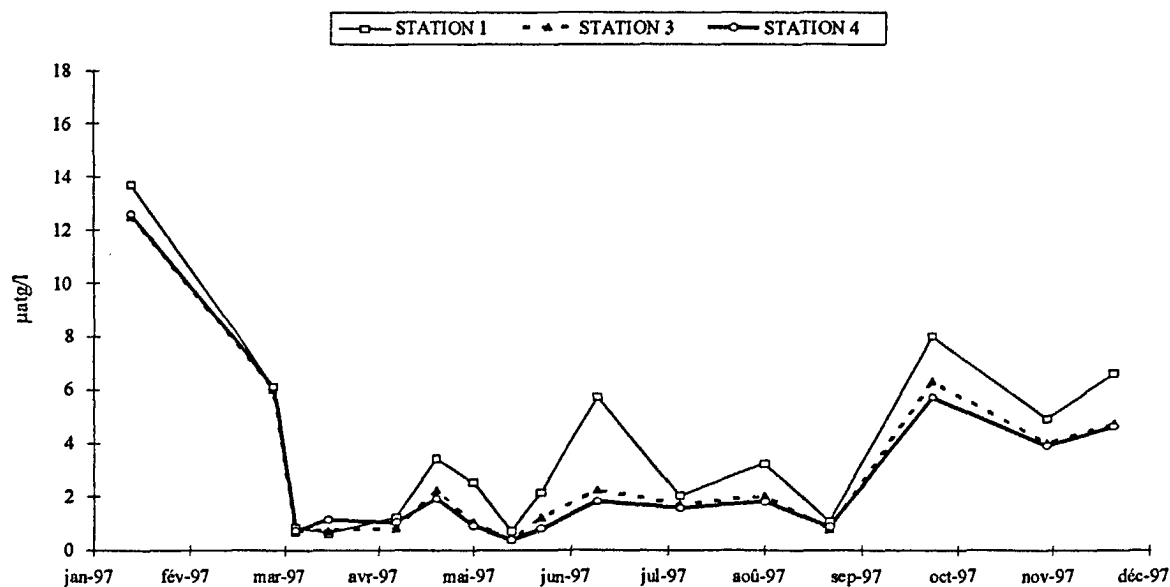


Figure I-II-12 : Dunkerque - Silicate.

L'évolution annuelle du silicate est comparable à celle du nitrate avec des concentrations importantes en hiver (de 13,4 µatg/l en janvier à 6,6 µatg/l en décembre à la côte). En été, elles sont faibles, pouvant limiter le développement des *Diatomées* dont le squelette est constitué de silice. Le gradient côte-large décroissant est ici bien visible.

## II. 2- Boulogne-sur-Mer :

En 1997, 12 sorties ont eu lieu sur les 16 prévues initialement en raison surtout de conditions météorologiques défavorables.

### II.2.1- Température :

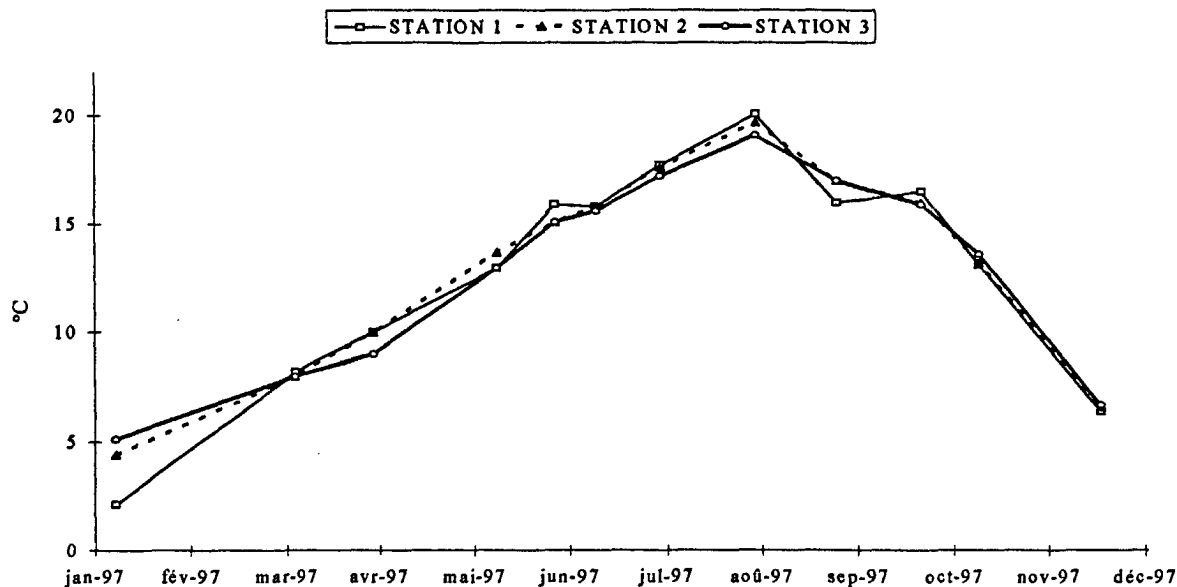


Figure II-13: Boulogne-sur-Mer - Température.

Comme pour 1996, les températures les plus basses sont relevées durant le mois de janvier, puis elles augmentent progressivement pour atteindre leur valeur maximale le 18 août. Elles passent donc de 3,9 à 19,6°C de moyenne, enfin elles diminuent progressivement jusqu'à 6,6°C le 18 décembre.

### II.2.2- Salinité :

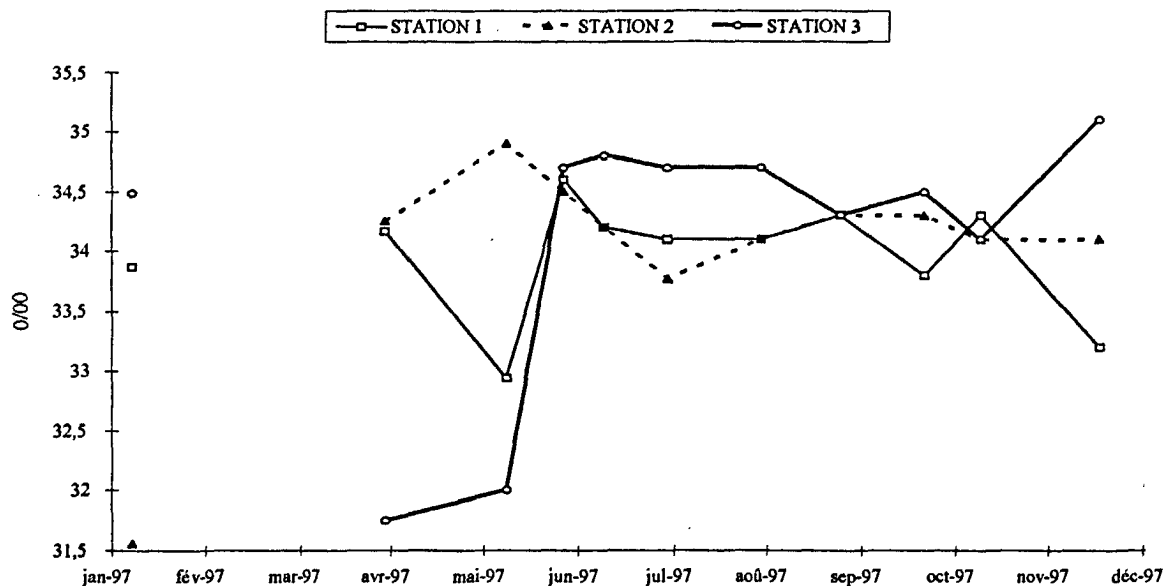


Figure II-14 : Boulogne-sur-Mer - Salinité.

Les valeurs moyennes aux 3 stations oscillent autour de 34 ‰. Le maximum est de 35,1 ‰ à la station 3 le 18 décembre et le minimum de 31,6 ‰ le 8 janvier à la station 2. Des pluies abondantes provoquent des dessalures. On note l'absence de résultats en février et mars.

### II.2.3- Turbidité :

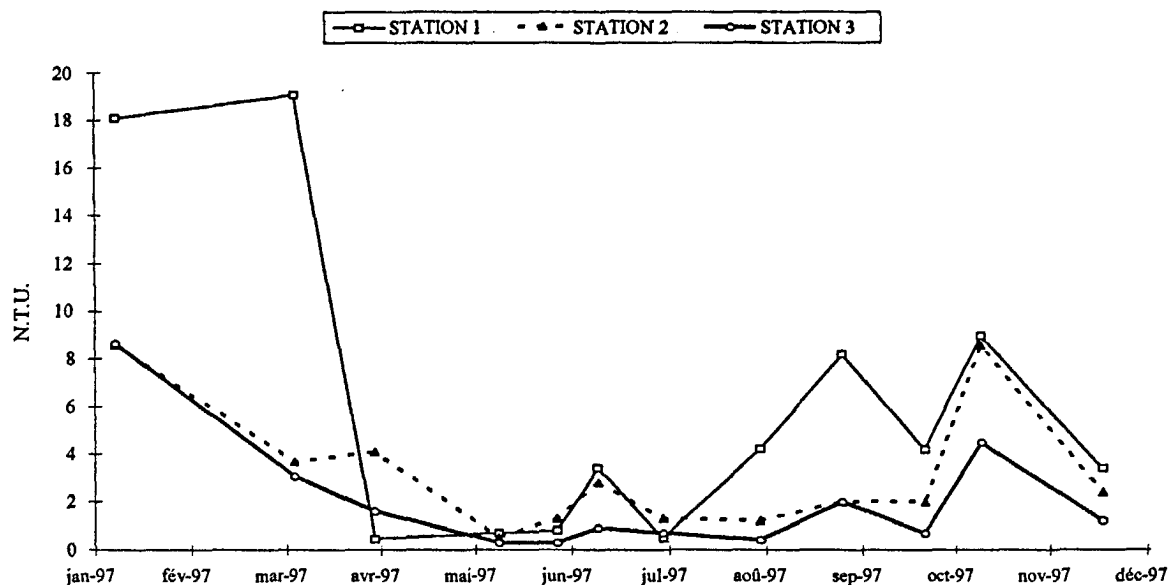


Figure II-15 : Boulogne-sur-Mer - Turbidité.

A la fin de l'hiver, une forte turbidité est observée à la côte (19,1 N.T.U le 11 mars) alors que les eaux du large sont faiblement turbides (3,05 N.T.U.). Les valeurs intermédiaires subissent l'influence de la côte et on observe le plus souvent un gradient côte-large décroissant.

### II.2.4- Matières en suspension :

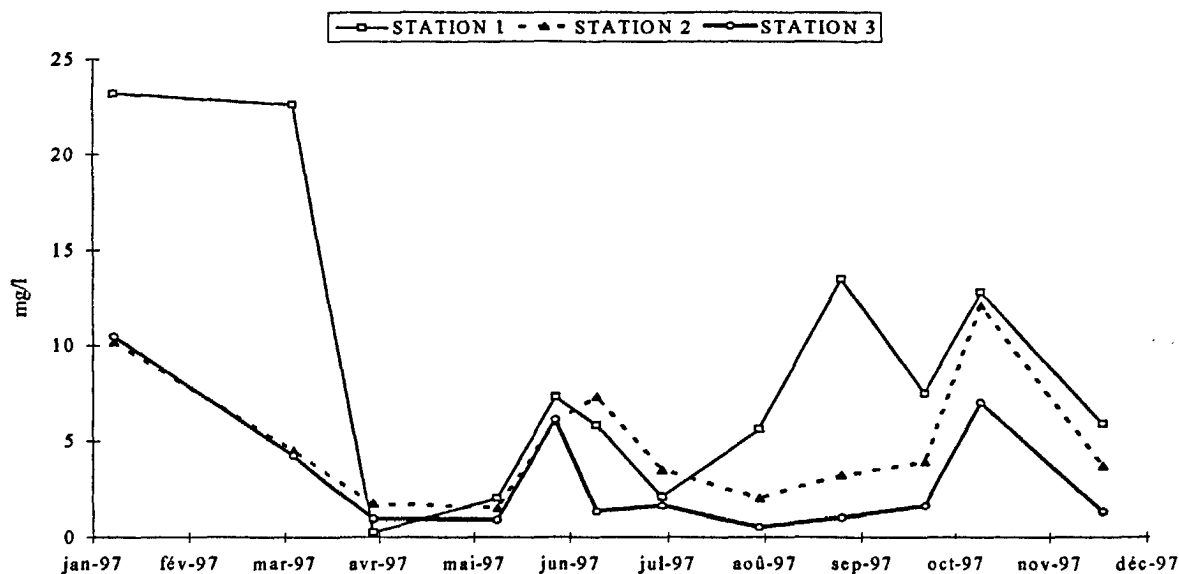


Figure II-16 : Boulogne-sur-Mer - Matières en suspension.

Le 8 janvier, la station 1 présente un pic important (23,2 mg/l). Cette valeur est en rapport avec la turbidité. La moyenne annuelle des valeurs (respectivement 9.14, 4.96 et 3.07mg/l) montre un gradient côte-large décroissant.

## II.2.5- Matière organique particulaire :

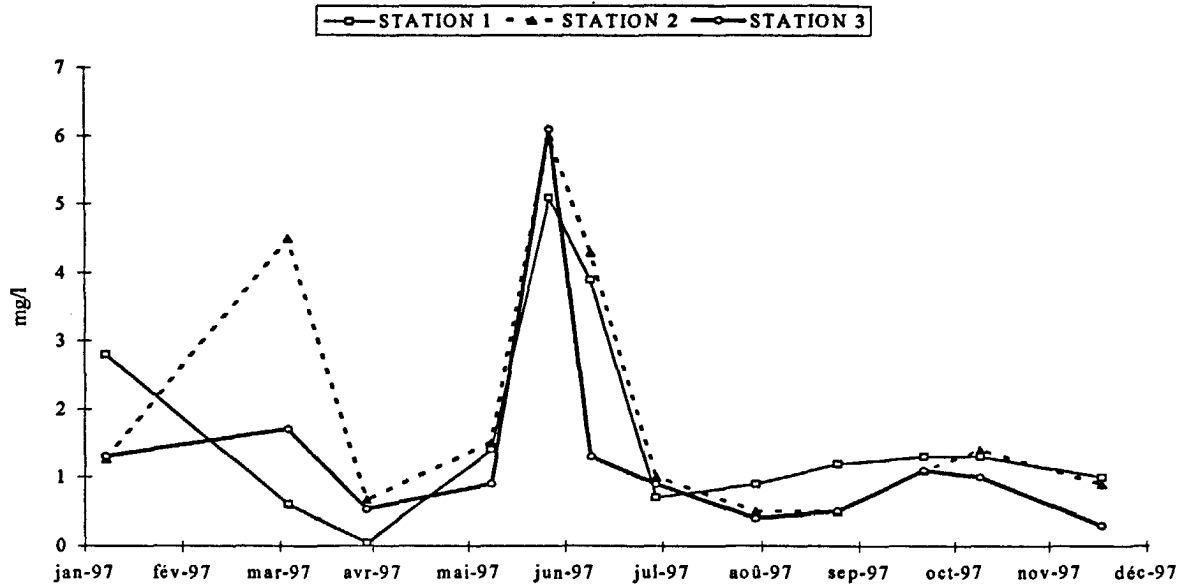


Figure II-17 : Boulogne-sur-Mer - Matière organique particulaire.

Les quantités de matière organique sont importantes, surtout en juin (valeur moyenne de 5,7 mg/l le 10 juin), avec de basses valeurs au mois d'avril. Le reste de l'année, la teneur est relativement constante, ne dépassant pas 1,5 mg/l.

## II.2.6- Chlorophylle a :

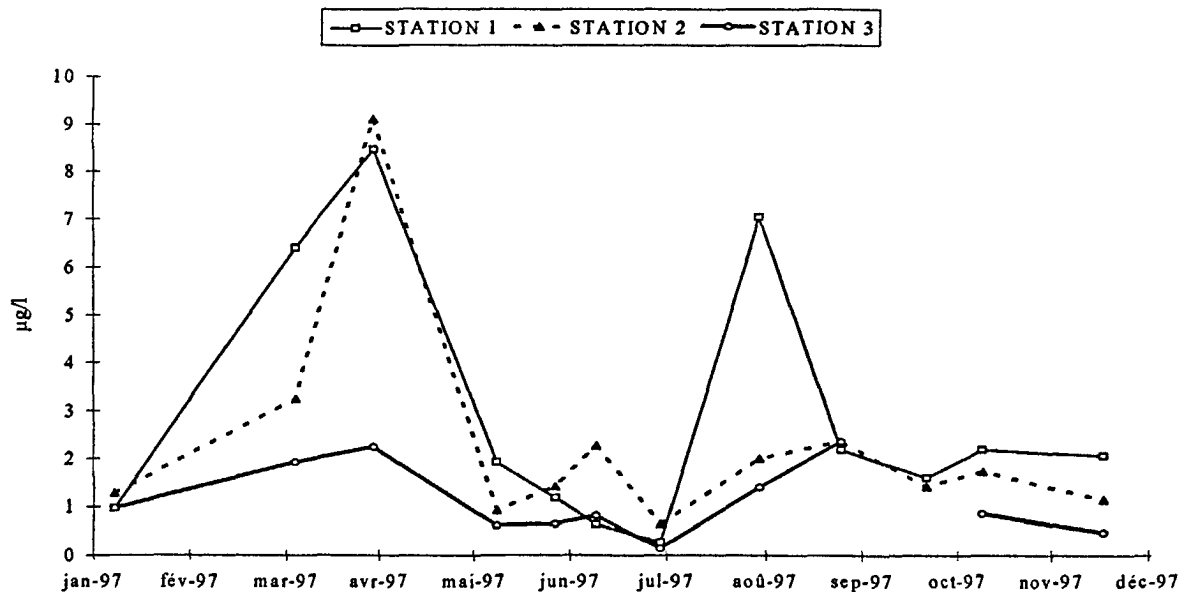


Figure II-18 : Boulogne-sur-Mer - Chlorophylle a.

Les teneurs en chlorophylle, indicatrices de l'abondance du phytoplancton, sont faibles en janvier (1,06 mg/l). Elles augmentent pour les 3 stations dès février. On d'observe un pic le 8 avril pour les stations 1 et 2 (8,47 et 9,11 mg/l). Les teneurs en chlorophylle chutent et restent relativement constantes jusqu'en décembre, sauf pour la station 1 le 18 août.

## II.2.7- Phaeopigments :

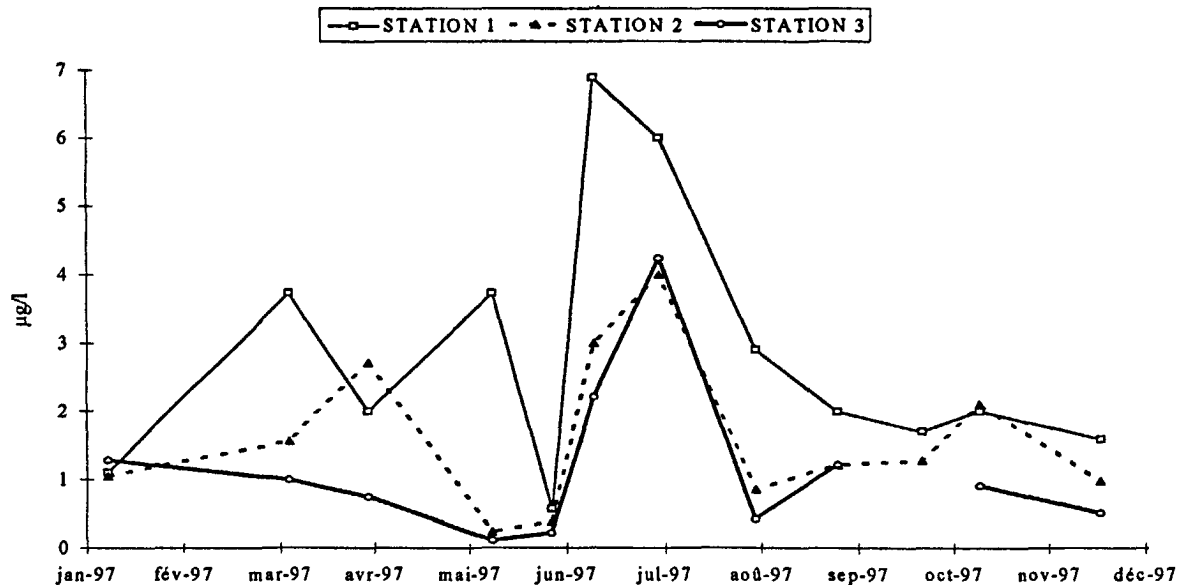


Figure II-19 : Boulogne-sur-Mer - Phaeopigments.

En début d'année, les teneurs en phaeopigments évoluent comme celles de la chlorophylle a. On voit un pic à la station 1 le 24 juin 1997 et le 16 juillet aux autres stations.

## II.2.8- Ammonium :

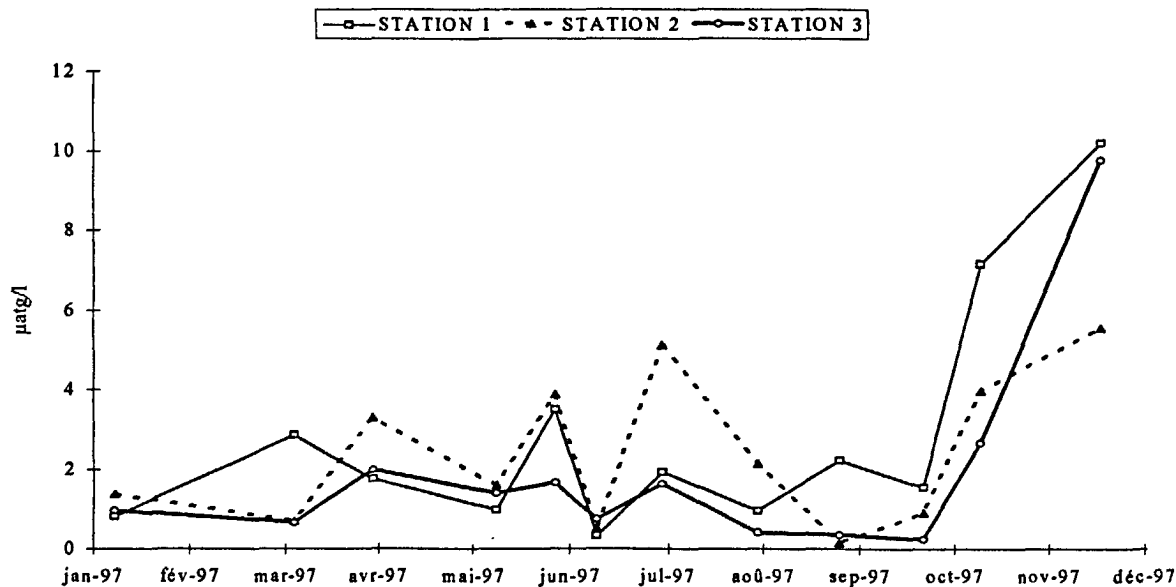


Figure II-20 Boulogne-sur-Mer - Ammonium.

Comme en 1996, les concentrations en ammonium sont assez fluctuantes, mais globalement plus élevées. Jusqu'au mois d'août, les concentrations en ammonium sont inférieures ou égales à 5,11 µatg/l. A partir du mois de septembre, elles augmentent progressivement pour atteindre leur maximum le 15 décembre (10,2 µatg/l à la station 1 et 9,77 µatg/l à la station 3). Les rejets urbains sont à l'origine de l'excès d'ammonium dans l'eau de mer.

## II.2.9- Nitrite :

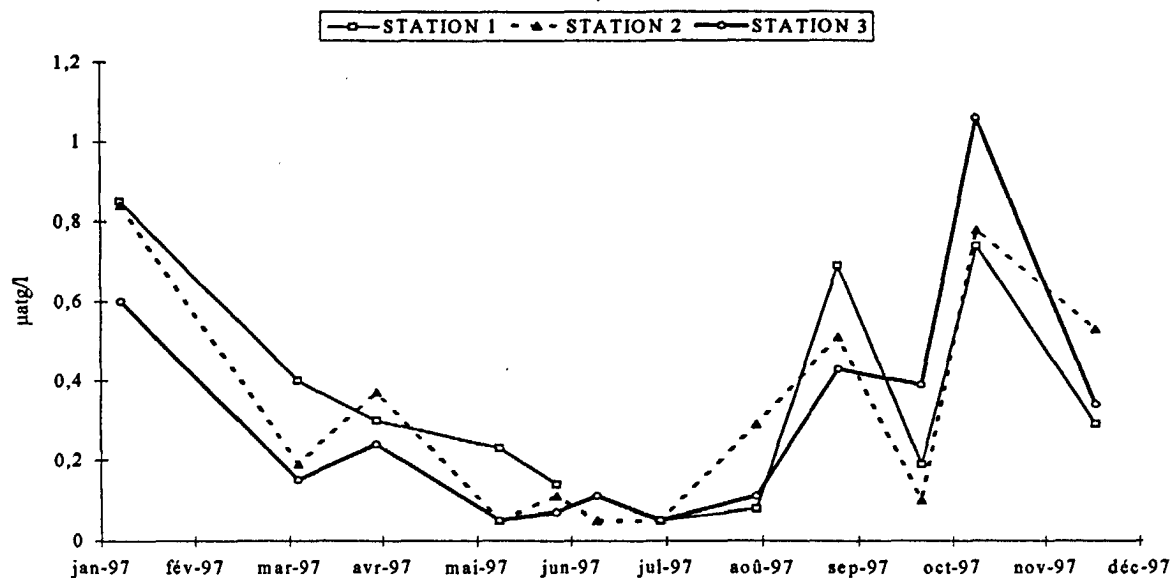


Figure II-21 : Boulogne-sur-Mer - Nitrite.

Les teneurs baissent progressivement, passant de 0,76 µatg/l le 8 janvier à 0,05 µatg/l le 16 juillet. On observe ensuite deux pics distincts pour les 3 stations : le 15 septembre (0,69, 0,51 et 0,43 µatg/l) et le 3 novembre (0,74, 0,78 et 1,06 µatg/l). Le gradient côte-large décroissant est bien visible en début d'année.

## II.2.10- Nitrate :

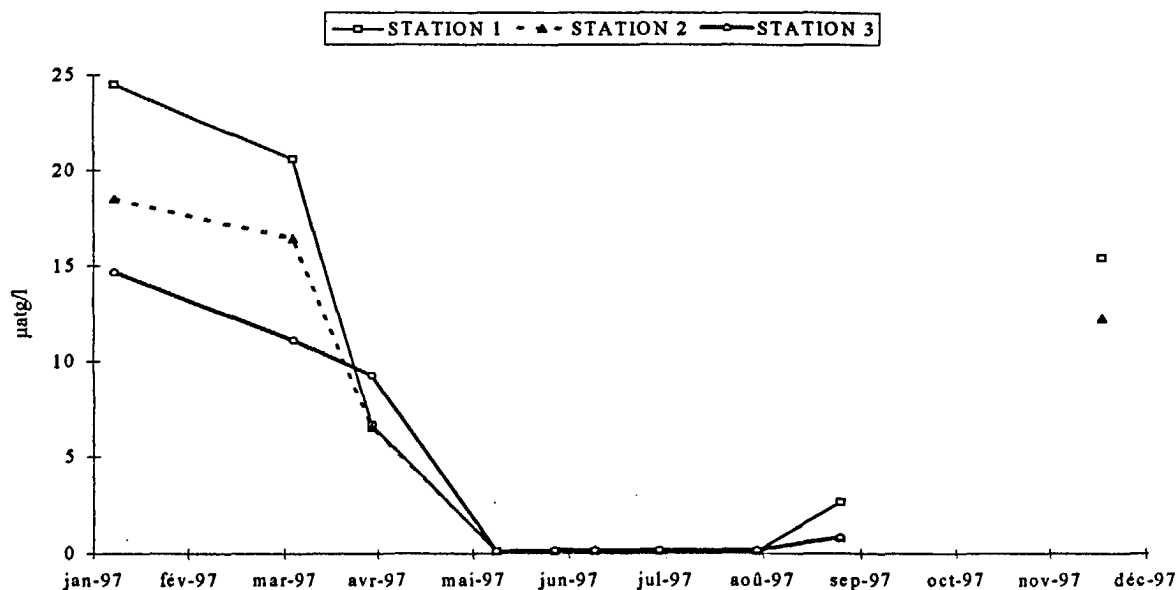


Figure II-22 : Boulogne-sur-Mer - Nitrate.

Les réserves accumulées pendant l'hiver (24,5 µatg/l pour la station côtière) sont épuisées pour les 3 stations le 21 mai. Le nitrate est consommé par le phytoplancton. Les teneurs en nitrate commencent à remonter au mois de septembre pour atteindre 15,4 µatg/l à la station côtière le 15 décembre. A noter l'absence de résultats d'analyse en octobre et novembre.

## II.2.11- Phosphate :

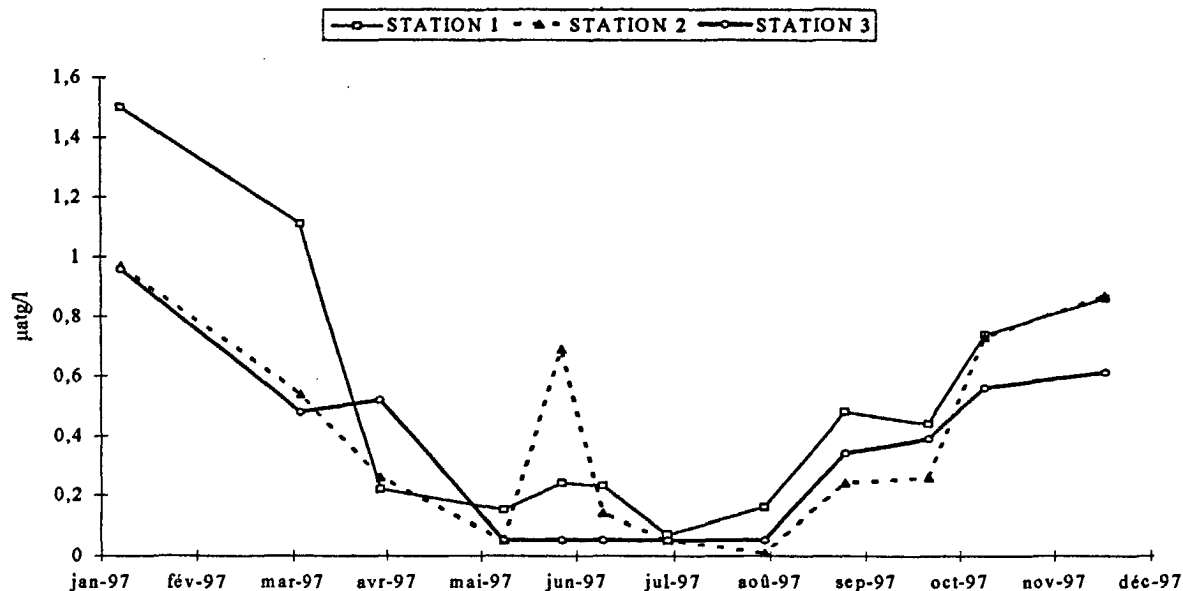


Figure II-23 : Boulogne-sur-Mer. Phosphate.

La courbe d'évolution du phosphate a sensiblement la même allure que celle du nitrate. La teneur en phosphate diminue jusqu'au 21 mai. A partir de cette date, la concentration reste constante au large pendant 4 mois (0,05 µatg/l). Elle augmente à partir du 15 septembre. Ce sont les réserves pour l'année 1998 qui s'accumulent.

## II.2.12- Silicate :

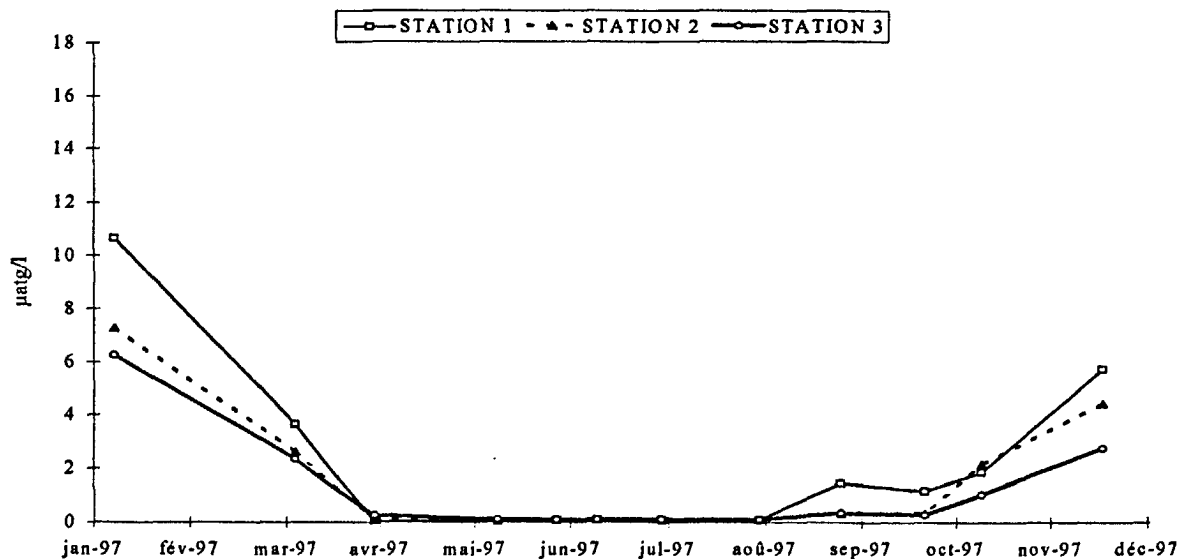


Figure II-24 : Boulogne-sur-Mer - Silicate.

Le silicate, utilisé par les *Diatomées* pour former leurs thèques, est rapidement épuisé. Les concentrations sont constantes du mois d'avril au mois d'août. Les réserves ne se reconstituent qu'à partir du mois de septembre. Les teneurs ont une moyenne de 4,29 µatg/l le 15 décembre. Le gradient côte-large est bien visible.

## II. 3- Baie de Somme :

En 1997, les 16 sorties prévues ont été effectuées.

### II.3.1- Température :

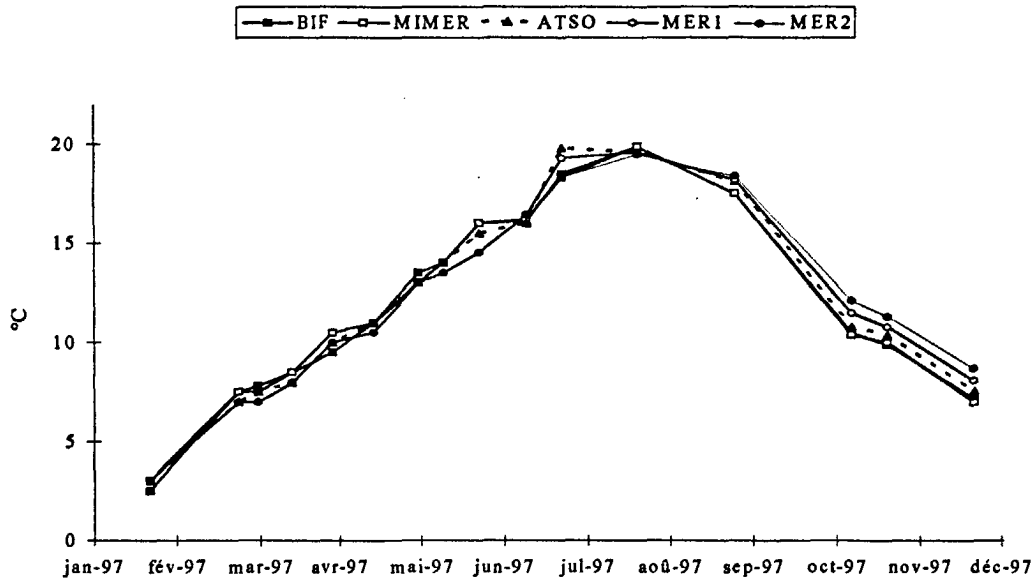


Figure II-25 : Baie de Somme - Température.

La moyenne annuelle globale (11,7°C) est sensiblement la même qu'en 1996 (11,8°C). La température atteint un maximum de 19,9°C le 7 août aux stations BIF et MIMER. La température amorce une légère chute au mois de septembre. Ensuite, la température décroît rapidement.

### II.3.2- Salinité :

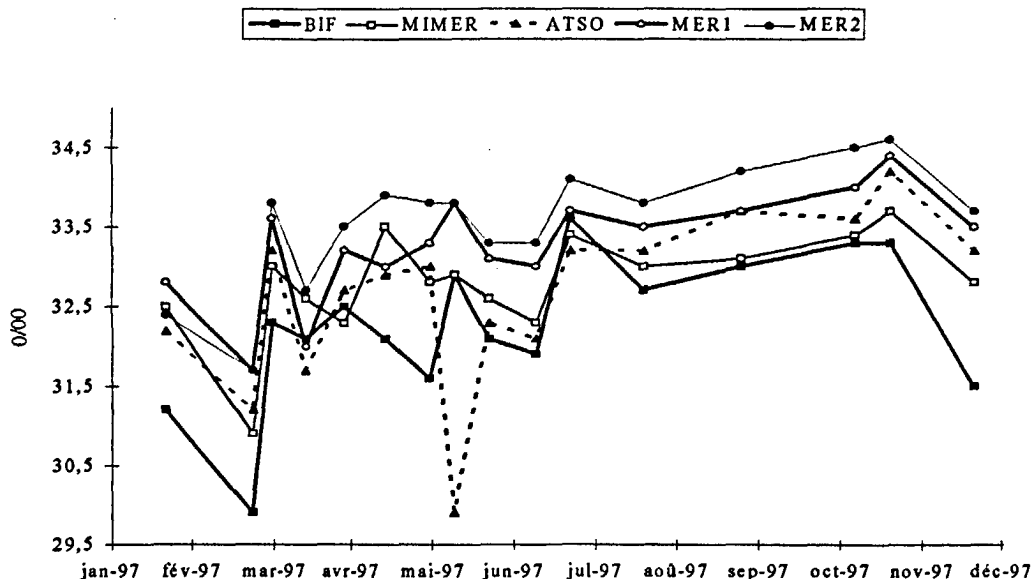


Figure II-26 : Baie de Somme - Salinité

Un minimum de 29,9 ‰ est atteint le 27 février à la station MER 1 ainsi que le 22 mai 1997 à la station ATSO. La salinité de l'eau de mer est plus faible sur cette radiale en raison du caractère estuarien de la Baie de Somme. Cependant, on note une moyenne plus élevée que celle de 1996 (32,9 ‰ contre 30,03 ‰ en 1996).



### II.3.3- Turbidité :

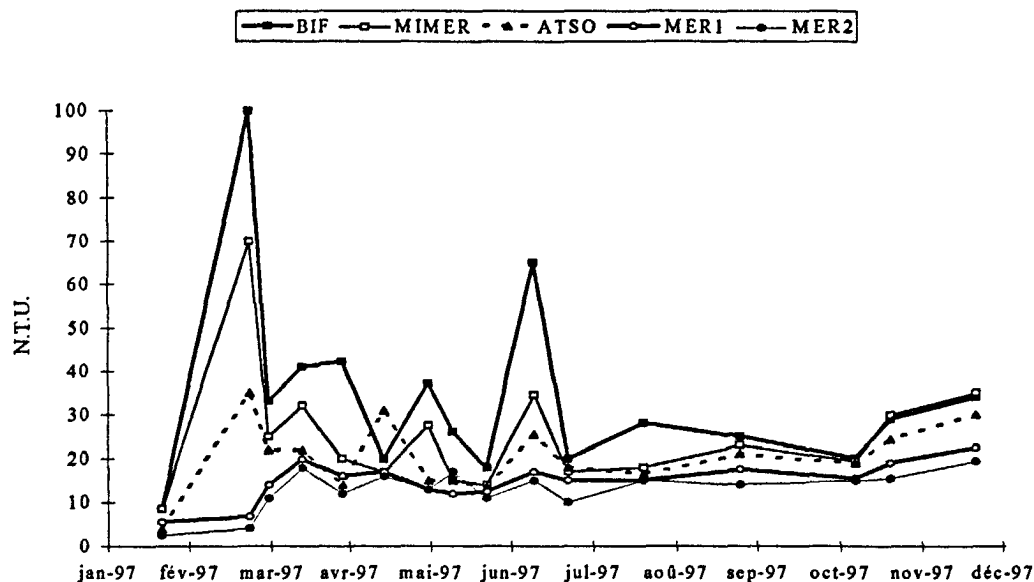


Figure II-27 : Baie de Somme - Turbidité.

Les valeurs maximales sont atteintes le 27 février aux stations de prélèvements BIF et MIMER avec respectivement 100 et 70 N.T.U. Ces 2 points sont situés à l'intérieur de la baie où les particules sont remises en suspension à chaque marée. Pour les autres stations, situées plus au large, on observe la même tendance avec des turbidités plus faibles. Il existe donc un gradient décroissant de l'intérieur de la Baie vers le large.

### II.3.4- Matières en suspension :

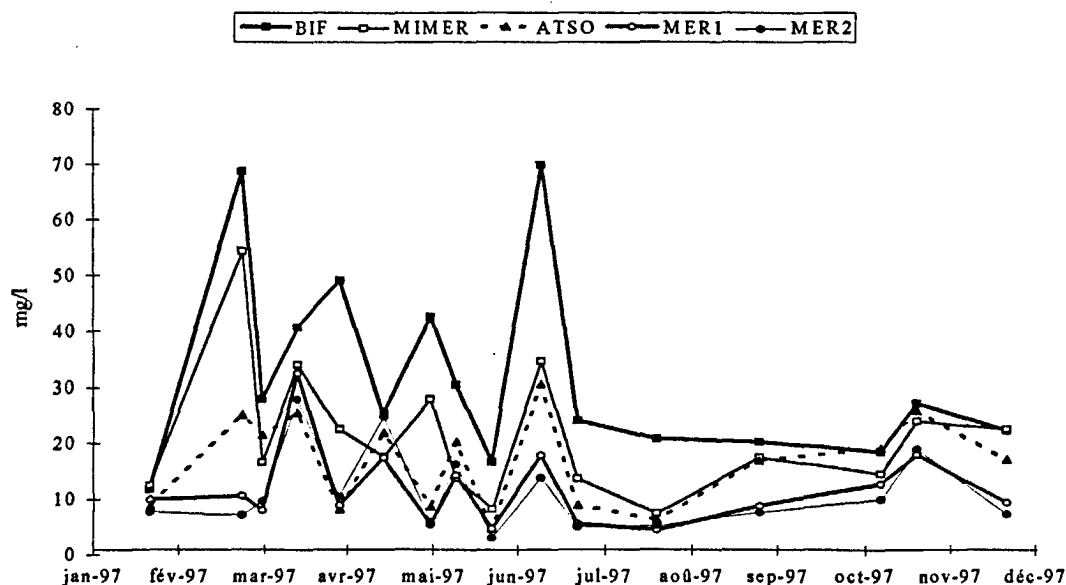


Figure II-28: Baie de Somme - Matières en suspension.

Les figures II-27 et II-28 présentent beaucoup de similitudes. Les courbes sont très irrégulières pendant les six premiers mois de l'année. Comme pour la turbidité, les teneurs les plus élevées sont enregistrées à la station estuarienne BIF où elles atteignent 68,8 mg/l en février et 70 mg/l en juin. Il en est de même pour le point MIMER avec un premier maximum de 54,4 mg/l et un second de 34,7 mg/l durant la même période.

### II.3.5- Matière organique particulaire :

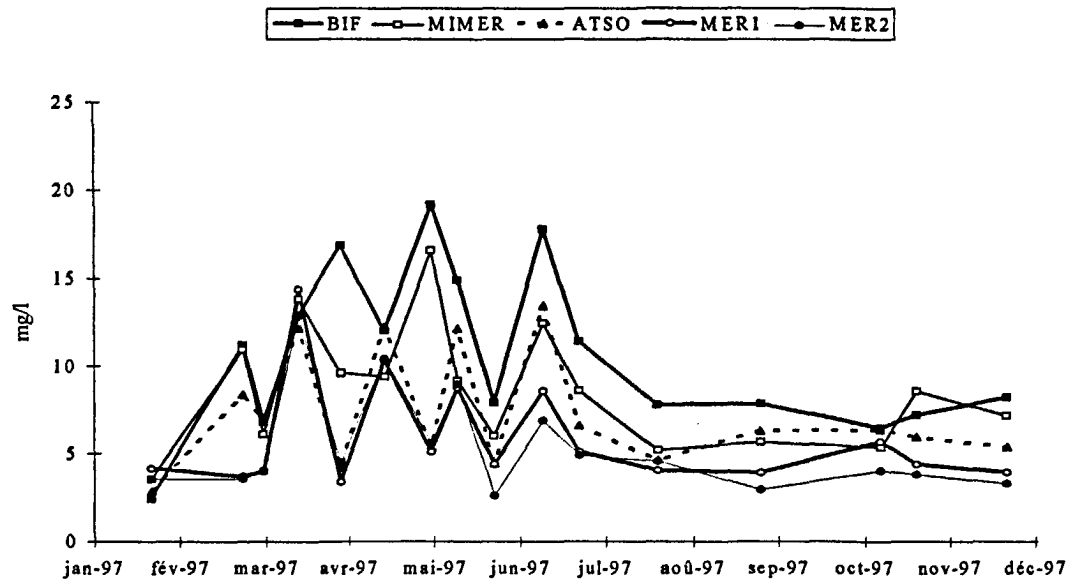


Figure II-29 : Baie de Somme - Matière organique particulaire.

De janvier à fin juin, les valeurs évoluent en dents de scie avec des minima proches de 2,42 mg/l et des maxima d'environ 19,16 mg/l. A partir du 24 juin, les teneurs baissent sensiblement puis remontent légèrement en fin d'année. C'est durant la période estivale que le gradient décroissant côte-large est le plus marqué.

### II.3.6- Chlorophylle a :

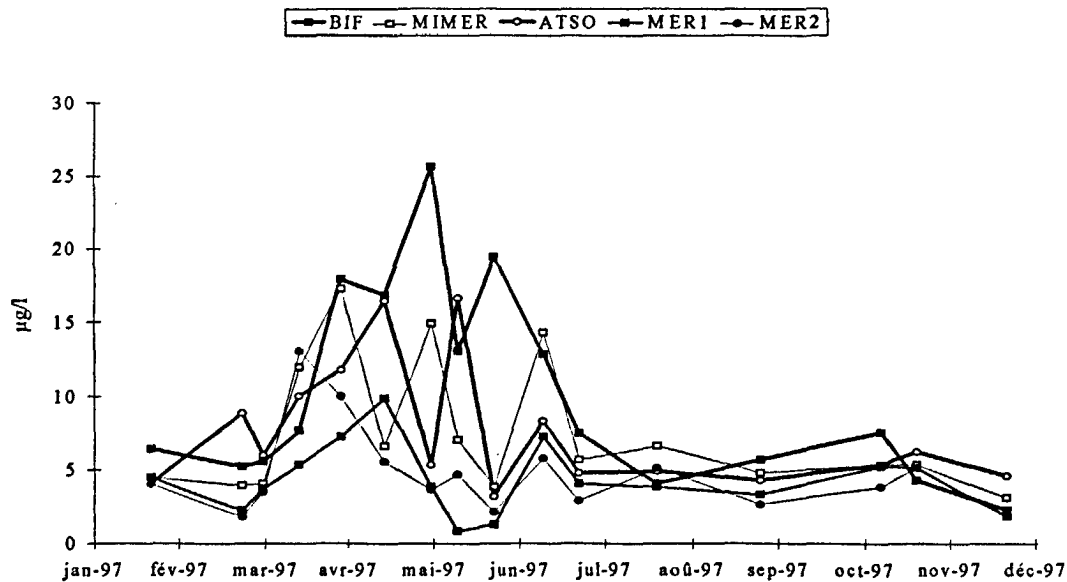


Figure II-30 : Baie de Somme - Chlorophylle a.

L'abondance et la répartition du phytoplancton sur une année nous sont données par la mesure de la quantité de chlorophylle <sub>a</sub> dans l'eau de mer. Le maximum observé est relevé le 12 mai à la station estuarienne BIF avec 30 µg/l. Dix jours plus tard, on enregistre la valeur la plus faible de l'année à la station de prélèvements MER1 ( 0,85 µg/l). De mars à juin, on constate plusieurs pics correspondant à la succession des efflorescences algales. Les valeurs élevées sont relevées à l'intérieur de l'estuaire.

### II.3.7- Phaeopigments :

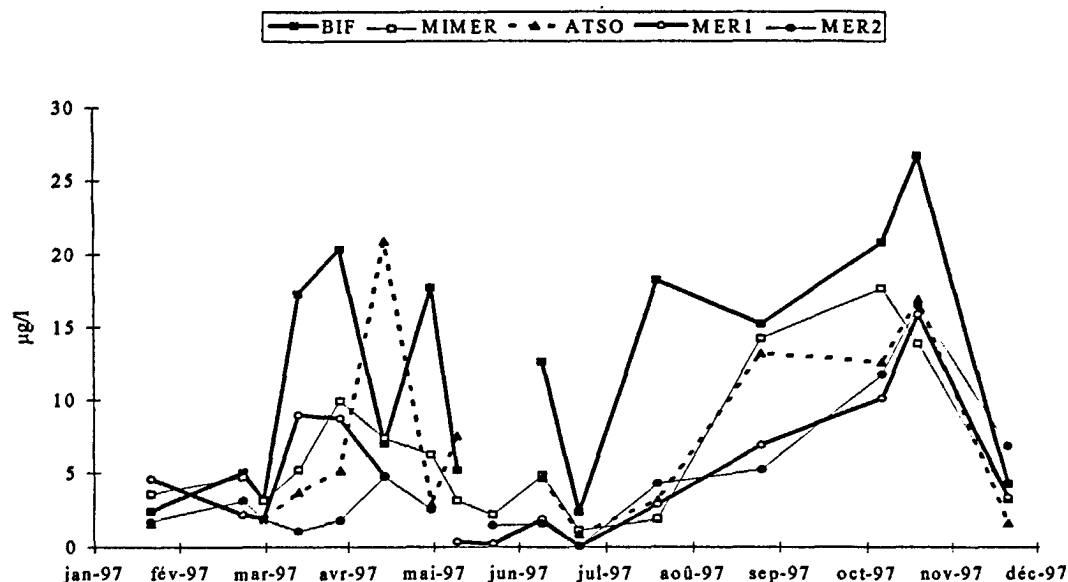


Figure II-31 : Baie de Somme - Phaeopigments.

La mesure des phaeopigments est un bon indicateur de la dégradation de la chlorophylle  $a$ . Durant le printemps, on observe une quantité importante de phaeopigments avec un maximum de 20,93  $\mu\text{g/l}$  à la station ATSO le 24 avril. Durant les trois mois suivants, les teneurs sont minimales (0,21  $\mu\text{g/l}$  le 5 juin à la station MER1). Les teneurs remontent régulièrement et de façon importante jusqu'à la fin de l'année.

### II.3.8- Ammonium :

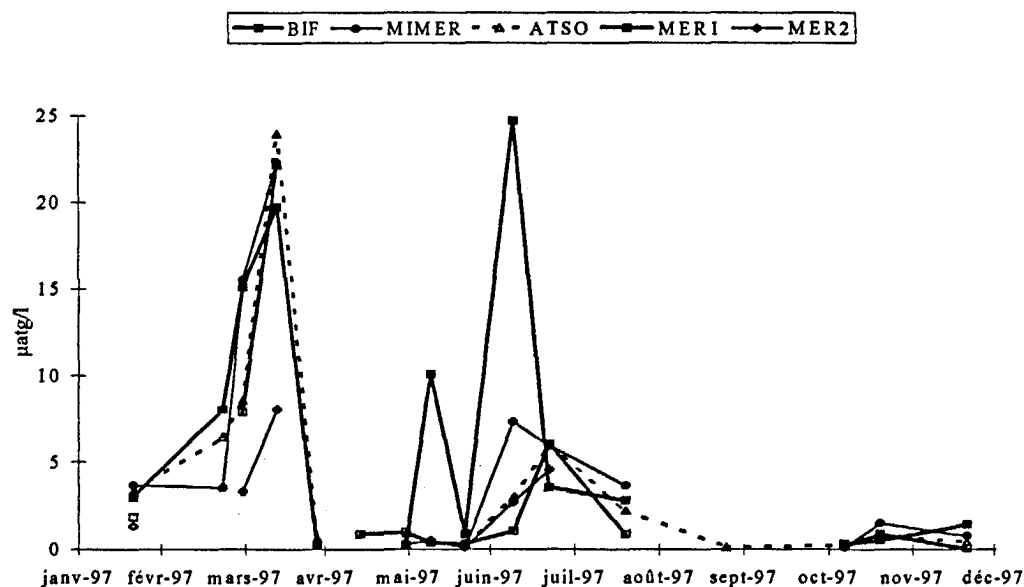


Figure II-32 : Baie de Somme - Ammonium.

Ce paramètre est important à suivre parce qu'il intervient dans le cycle de l'azote. De plus, il est assimilé préférentiellement par rapport au nitrate. Les efflorescences planctoniques successives sont à l'origine des valeurs minimales durant les mois d'avril mai et juin (respectivement 0,58, 1,45 et 0,65  $\mu\text{atg/l}$ ). Les concentrations maximales sont relevées le 21 mars aux 5 stations et le 24 juin à la station BIF. Au début de la période hivernale, les teneurs sont les plus élevées à la station MIMER (1,51  $\mu\text{atg/l}$  le 14 novembre).

### II.3.9- Nitrite :

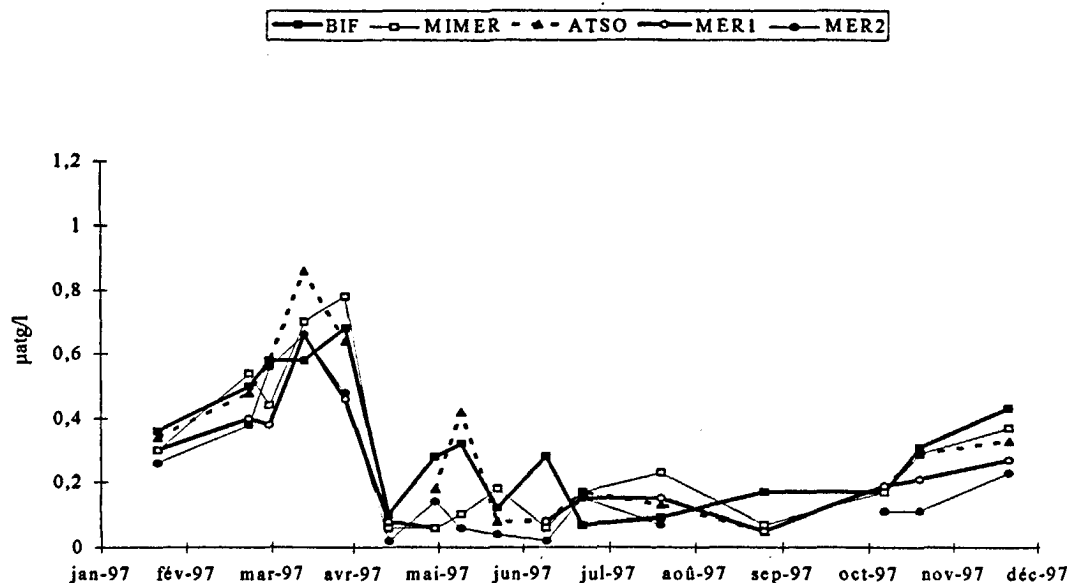


Figure II-33 : Baie de Somme - Nitrite.

La comparaison des valeurs montre que la moyenne générale annuelle est restée semblable à celle de l'année 1996 (0,24  $\mu\text{atg/l}$  en 1996 contre 0,27  $\mu\text{atg/l}$  cette année). Le nitrite représente une forme de transition fugace entre l'ammonium et le nitrate. Les valeurs observées montrent une grande variabilité dans l'espace et dans le temps. Ces variations ont peut-être pour cause les modifications de la concentration en oxygène dissous dans la masse d'eau. En effet, la concentration en oxygène dissous intervient dans le cycle de l'azote. Il s'ensuit que l'interprétation de cette figure demeure délicate puisqu'on note une chute des valeurs de mars à avril et l'apparition de plusieurs pics s'étalant de mai à août.

### II.3.10- Nitrate :

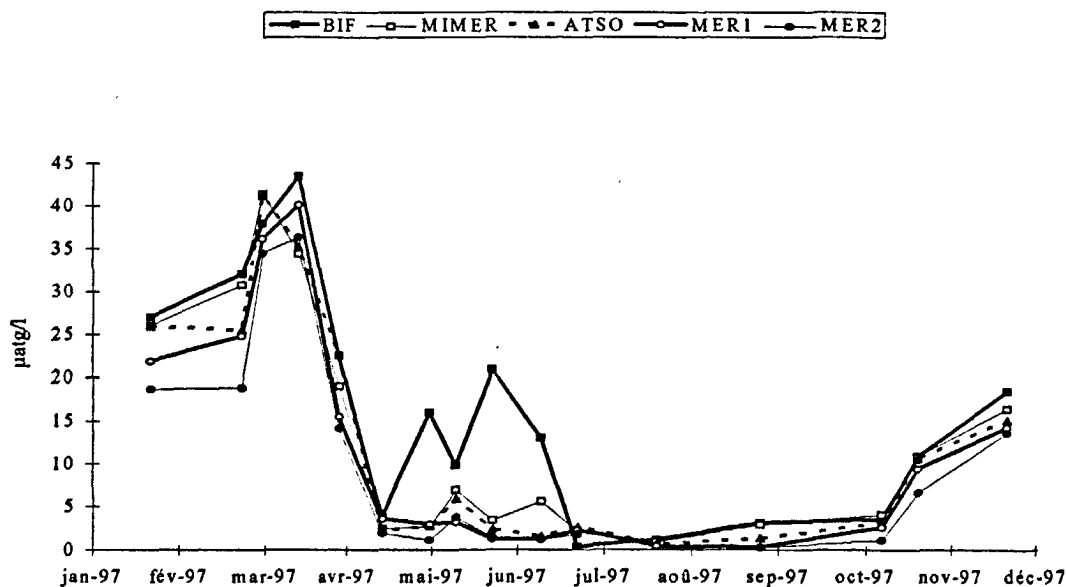


Figure II-34 : Baie de Somme - Nitrate.

Les concentrations moyennes annuelles en nitrate sont comprises entre 11,03  $\mu\text{atg/l}$  (MER1) et 16,5  $\mu\text{atg/l}$  (BIF). Le maximum est atteint le 21 mars à la station estuarienne BIF (43,5  $\mu\text{atg/l}$ ). A partir de cette date, les teneurs décroissent sur l'ensemble des stations pour se stabiliser ensuite. Elles restent constantes jusqu'au mois d'octobre, à l'exception de la station estuarienne BIF où l'on enregistre 2 pics successifs, le 12 mai avec 16  $\mu\text{atg/l}$  et le 5 juin avec 20,9  $\mu\text{atg/l}$ .

### II.3.11- Phosphate :

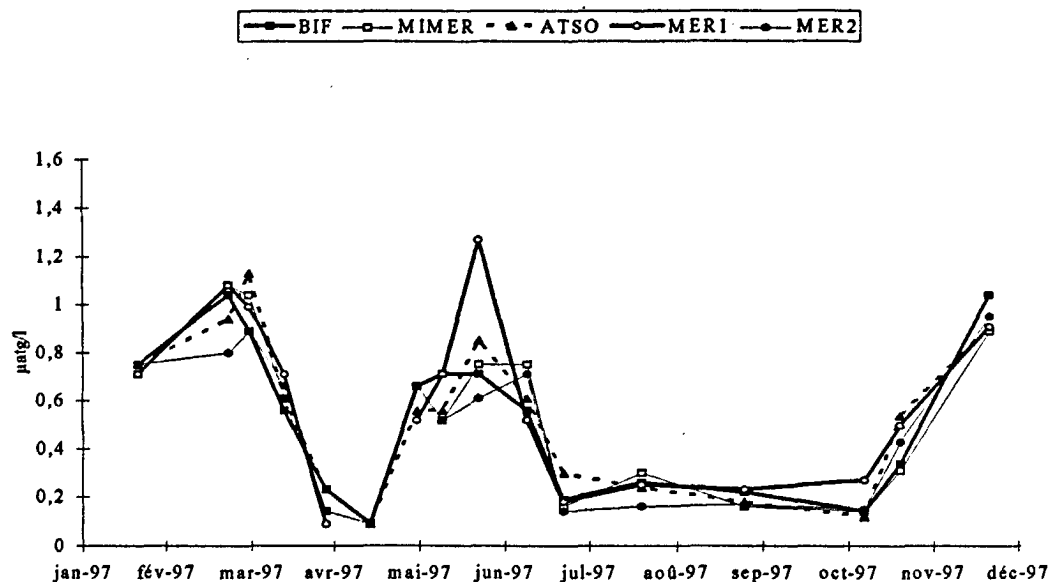


Figure II-35 : Baie de Somme - Phosphate.

Les valeurs minimales sont relevées durant les mois d'avril et de juillet à octobre. Le 27 février, on enregistre un premier pic sur les 5 stations avec 1,1  $\mu\text{atg/l}$  pour la valeur maximale. Ensuite, les concentrations diminuent, puis augmentent de nouveau à partir du mois d'avril, de telle sorte que l'on enregistre un second pic le 5 juin. Finalement, les valeurs décroissent jusqu'à un palier et restent plus ou moins constantes jusqu'au mois octobre. Les réserves de phosphate se reconstituent ensuite.

### II.3.12- Silicate :

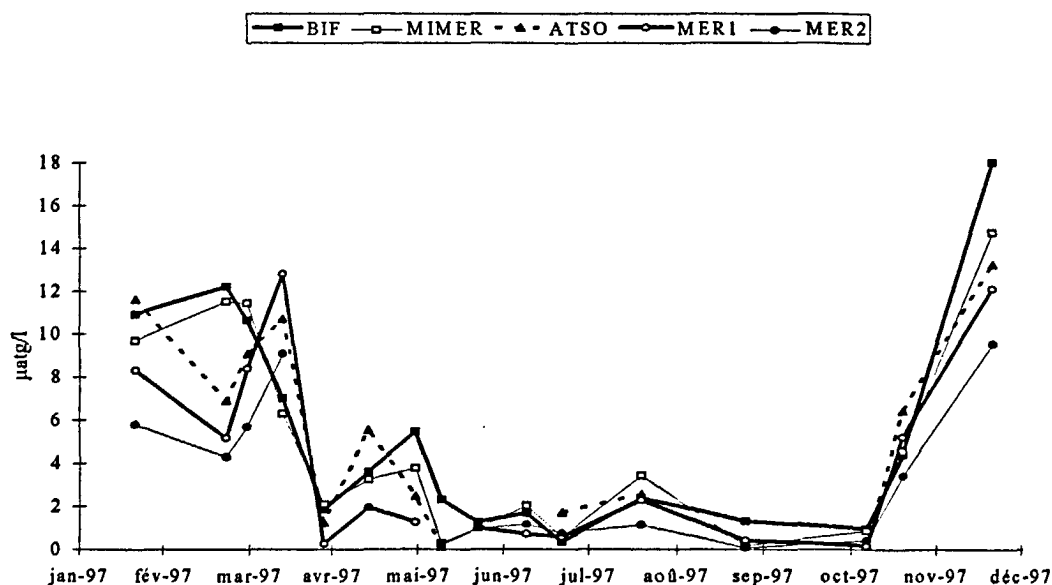


Figure II-36 : Baie de Somme - Silicate.

La courbe d'évolution du silicate, dont les concentrations sont élevées en hiver, montre des valeurs relativement basses l'été, ponctuées par quelques légers pics. La concentration maximale du début d'année se situe le 27 février à la station BIF.

La fluctuation des teneurs en silicate reflète bien la succession des efflorescences de diatomées de mars à août sur les 5 stations. De même que pour le phosphate, les réserves en silicate se reconstituent pour atteindre 13,5  $\mu\text{atg/l}$  de moyenne en décembre.

## III - PHYTOPLANCTON

### III. 1- Introduction

Dans les zones de climat tempéré, la croissance du phytoplancton peut être limitée par deux types de facteurs : les facteurs physiques (température, éclairage, turbulence, turbidité des masses d'eau...) et les facteurs nutritionnels dont nous avons pu noter les variations dans le chapitre précédent. Au cours des périodes post-automnales, la température et surtout l'énergie solaire diminuent et limitent la croissance du phytoplancton. Ils favorisent la reconstitution des stocks de sels nutritifs par minéralisation de la matière organique (débris de cellules phytoplanctoniques, en particulier). A la fin de l'hiver, l'abondance des sels nutritifs, l'allongement des jours et le réchauffement progressif de l'eau déclenchent la pousse du phytoplancton constitué majoritairement de diatomées. Dans le secteur côtier non soumis à des apports terrigènes significatifs, les sels nutritifs sont consommés par le phytoplancton, ce qui entraîne la chute de leur concentration. Pendant la période estivale, on observe aussi les dinoflagellés, dont la croissance et les besoins nutritionnels sont moindres. Une nouvelle poussée de diatomées peut intervenir en automne si les conditions hydrologiques ont favorisé le brassage et remis dans l'eau les sels nutritifs générés pendant l'été. Dans ce chapitre, nous allons nous intéresser aux variations d'abondance des espèces phytoplanctoniques avec l'aide de deux indices mathématiques qui nous ont été d'une grande utilité.

### III. 2- Fluctuations saisonnières

Le phytoplancton est le premier maillon de la chaîne alimentaire. Il est important de suivre son évolution dans les eaux marines. Les observations régulières en un même lieu montrent des variations d'abondance de grande amplitude au cours de l'année. Chaque espèce a un cycle annuel qui lui est propre ; certaines sont hivernales, alors que d'autres sont printanières ou estivales.

Presque tous les ans, certaines espèces du phytoplancton pullulent dans des zones particulières sans qu'il soit possible de prévoir la date où le phénomène va se produire ainsi que sa durée.

Toutes ces variations, connues depuis plus ou moins longtemps, ont suscité de nombreux travaux cherchant à en préciser les modalités ou à les expliquer.

Certaines espèces contiennent des toxines que les animaux concentrent. Lorsque l'homme consomme ces coquillages, il est alors intoxiqué. D'autres espèces ont des effets néfastes sur les coquillages et les poissons qui s'en nourrissent. C'est en raison du risque pour la santé publique qu'un réseau de surveillance du phytoplancton fonctionne depuis 1984 sur tout le littoral français.

Comme l'année dernière, nous disposons des listes floristiques de chaque radiale. Il est donc possible de présenter les résultats bruts de l'année 1997 et de les interpréter.

### III. 3- Méthodes

#### III.3.1-Choix des Taxons

Les données brutes sur les espèces du phytoplancton des trois radiales ont été simplifiées afin de faciliter nos travaux. Ainsi, une liste limitée de taxons permet de mettre en valeur les espèces les plus significatives et de négliger, dans notre étude, les espèces peu significatives.

taxon	synthèse ligne
RHIZDEL	640
RHIZSTO	445
THAANIT	418
ASTEGLA	376
LEPT	352
THALROT	333
CHAE	306
RHIZIMB	304
PARAMAR	291
CHAESOC	240
MELO	235
PHAE	230
THAL	201
CHAECUR	197
PSNZDEL	187
RHAP	185
SKELCOS	175
NITZLON	154
PSNZSER	142
EUCP	138

Tableau III-1 : Taxons dénombrés pour l'ensemble des stations.

Taxon	synthèse ligne
RHIZDEL	369
RHIZSTO	257
MELO	232
CHAE	198
THAANIT	174
LEPT	170
RHIZIMB	160
CHAECUR	137
THALROT	137
PSNZ	115
STAUMEM	108
THAL	108
SKELCOS	105
NITZLON	101
CHAESOC	97
GUIN	84
ASTEGLA	81
PSNZDEL	80
EUCP	79
GYMN	76

Tableau III-2 : Taxons dénombrés pour DUNKERQUE-BOULOGNE confondus.

### III.3.2-Indices calculés par point et par espèce

#### III.3.2.1 INDICE de SANDERS

L'indice biologique d'une espèce est l'addition des rangs occupés par cette espèce pour toutes les dates (dates auxquelles l'espèce a été dénombrée). Le rang de l'espèce pour une date donnée est fonction de sa dominance par rapport à celles des autres espèces présentes.

L'indice biologique est calculé selon la méthode de SANDERS (1960). Pour chaque date, les espèces sont classées en fonction de leur abondance. La plus abondante, donc la plus dominante à cette date, est notée 10. La seconde 9, la troisième 8 jusqu'à la dixième 1, les suivantes étant notées 0. Ainsi, pour chaque date, 10 espèces sont classées. Pour chaque espèce, les notes obtenues à toutes les dates sont additionnées et leur somme correspond à l'indice de SANDERS rencontré dans les tableaux de résultats.

Guille (1970) propose la classification biocénétique suivante des espèces, en fonction de la valeur de l'indice de SANDERS, pour un site donné :

1. Les espèces classées dans les dix premières sont appelées espèces *préférantes* du site.
2. Les espèces classées dans les dix suivantes sont appelées espèces *accompagnatrices* du site.
3. Les espèces dont l'indice de SANDERS est égal à 0, sont dites *accessoires* du site.

#### III.3.2.2 APPLICATION DE L'INDICE DE SANDERS

DUNKERQUE								BOULOGNE							
côte		intermédiaire		large		global		côte		intermédiaire		large		global	
RHIZDEL	73	RHIZDEL	69	RHIZDEL	68	<i>RHIZDEL</i>	210	RHIZDEL	65	CHAE	48	RHIZDEL	47	<i>RHIZDEL</i>	159
MELO	54	RHIZSTO	54	RHIZSTO	55	<i>RHIZSTO</i>	134	THALROT	54	RHIZDEL	47	RHIZSTO	43	<i>CHAE</i>	129
THAANIT	34	RHIZIMB	37	MELO	37	<i>MELO</i>	117	CHAE	49	MELO	46	LEPT	38	<i>RHIZSTO</i>	123
RHIZIMB	28	CHAE	31	THAANIT	34	<i>THAANIT</i>	95	RHIZSTO	48	LEPT	37	THAANIT	36	<i>LEPT</i>	117
PARAMAR	26	ASTEGLA	29	STAUME	31	<i>RHIZIMB</i>	95	LEPT	42	THAL	34	CHAE	62	<i>MELO</i>	115
RHIZSTO	25	PHAE	27	RHIZIMB	30	<i>PARAMAR</i>	75	MELO	41	THAANIT	33	MELO	28	<i>THALROT</i>	107
PSNZSER	25	THAANIT	27	NITZLON	30	<i>CHAE</i>	69	CHAECUR	30	RHIZSTO	32	CHAESOC	27	<i>THAANIT</i>	79
PLAG	25	MELO	26	PARAMAR	29	<i>PHAE</i>	67	PSNZDEL	26	THALROT	32	PSNZ	23	<i>CHAECUR</i>	72
RHIZSET	24	PSNZ	24	CHAECUR	26	<i>STAUMEM</i>	67	THAL	25	STAUME	23	THALROT	21	<i>THAL</i>	70
PHAE	20	COSC	22	CHAE	25	<i>ASTEGLA</i>	66	RHIZIMB	24	CHAECUR	22	RHIZIMB	21	<i>CHAESOC</i>	68
LEPT	19	LEPT	21	SKELCOS	22	<i>CHAECUR</i>	65	CHAESOC	23	PSNZ	22	GUIN	21	<i>PSNZ</i>	66
CHAECUR	19	PARAMAR	20	ASTEGLA	21	<i>SKELCOS</i>	58	PSNZ	21	NAVI	21	CHAECUR	20	<i>RHIZIMB</i>	65
SKELCOS	19	CHAECUR	20	PHAE	20	<i>GYMN</i>	53	EUCP	20	RHIZIMB	20	DITY	20	<i>PSNZDEL</i>	49
GYMN	19	STAUME	18	GYMN	20	<i>LEPT</i>	53	NITZLON	19	NITZLON	19	SKELCOS	19	<i>NITZLON</i>	49
STAUME	18	PSNZDEL	17	PSNZ	18	<i>NITZLON</i>	52	SKELCOS	12	EUCP	19	STAUME	18	<i>EUCP</i>	48
CHAEDAN	17	SKELCOS	17	GUIN	16	<i>NAVI</i>	50	LAUD	11	CHAESOC	18	NAVI	14	<i>SKELCOS</i>	47
CHAESOC	16	PLAG	16	THAL	16	<i>PSNZ</i>	49	CLDIATO	11	GUIN	17	ORPERID	13	<i>GUIN</i>	41
THALROT	15	GYRO	16	EUCP	15	<i>PSNZSER</i>	45	THAANIT	10	SKELCOS	16	LAUD	13	<i>STAUMEM</i>	41
CHAE	13	ORPERID	16	DITY	14	<i>GUIN</i>	43	RHAP	9	BIDD	13	ASTEGLA	11	<i>NAVI</i>	38
PSNZDEL	13	GUIN	15	LEPT	13	<i>COSC</i>	42	GYRO	8	STEX	12	THAL	11	<i>DITY</i>	33

Tableau III-3 : les 20 espèces les plus abondantes à Dunkerque et à Boulogne

Le tableau III-3 réunit 20 espèces principales rencontrées aux 3 stations de Dunkerque et de Boulogne. Chaque espèce se voit respectivement affecter une somme. Celle-ci correspond aux sommes des indices de Sanders pour un même site donné (côte intermédiaire large). D'après la classification biocénétique des espèces, les dix premières de ce tableau sont dites espèces préférantes du site. Les dix suivantes sont appelées espèces accompagnatrices du site.



**DUNKERQUE :** L'espèce *RHIZOLENIA delicatula* (global: 210), dont la répartition est homogène de la côte au large, (respectivement 73, 69, 68), est la plus abondante. La répartition des autres espèces est hétérogène selon la station. Prenons l'exemple de *RHIZOLENIA imbricata*, les sommes d'indice de Sanders sont non alignées dans le tableau. A savoir, THAANIT domine RHIZIMB (34 contre 28) à la côte, RHIZSTO domine RHIZIMB (54 contre 37) à l'intermédiaire et RHIZSTO, MELO, THAANIT et STAUMEM dominant RHIZIMB (respectivement 55, 37, 34 et 31 contre 30) au large.

**BOULOGNE :** L'espèce la plus abondante est cette fois encore *RHIZOLENIA delicatula*. On peut remarquer que les *Leptocylindrus* (LEPT) sont en position 3 au large, 4 au milieu et 5 à la côte. Les autres espèces sont réparties dans l'espace de façon hétérogène, comme on a pu le voir à Dunkerque.

Baie De Somme									
BIF		ATSO		MER1		MER2		total	
ASTEGL	12	ASTEGL	10	RHIZDE	88	RHIZDE	65	ASTEGL	29
PARAM	67	PARAM	76	RHIZST	67	RHIZST	60	RHIZDE	27
THAANI	60	RHIZDE	68	THAANI	56	THAANI	62	THAANI	24
RHIZDE	50	THAANI	66	ASTEGL	50	LEPT	55	PARAM	21
PHAE	47	PHAE	58	THALRO	49	THALRO	53	THALRO	19
THALRO	45	LEPT	52	RHAP	42	RHAP	49	RHIZST	18
PLAG	41	RHAP	50	LEPT	38	RHIZIMB	45	LEPT	18
LEPT	37	THALRO	49	RHIZIMB	37	PSNZSE	42	PHAE	15
PSNZDE	31	CHAESO	46	PARAM	34	PARAM	39	RHIZIM	14
CHAESO	28	RHIZIMB	36	EUCP	33	CHAESO	38	CHAESO	14
RHIZST	27	THAL	36	CHAESO	31	PHAE	30	RHAP	14
RHIZIMB	26	RHIZST	34	CHAE	26	CHAE	28	CHAE	10
CHAE	24	CHAE	30	PSNZDE	26	PSNZDE	26	PSNZDE	10
THAL	24	PSNZSE	26	SKELCO	26	SKELCO	26	PSNZSE	93
LAUD	20	CHAECU	25	PORO	24	GUIN	23	THAL	93
ORPERI	17	PSNZDE	24	NITZ	25	ASTEGL	23	NITZ	79
NITZ	16	NITZ	23	PHAE	19	CERA	22	SKELCO	70
PORO	16	NITZLO	19	PLEUGY	19	PLEUGY	20	CHAE	60
STEX	16	RHIZSET	15	RHIZSET	14	THAL	20	PORO	60
DITY	15	ODONR	14	ODONR	14	CHAECU	18	EUCP	59

Tableau III-4 : Les 20 espèces les plus abondantes en Baie de Somme

Le tableau III-4 réunit vingt espèces principales du phytoplancton, rencontrées depuis l'intérieur de la Baie jusqu'au large de la Baie de Somme. La présentation du tableau est similaire au précédent.

**BAIE de SOMME :** *ASTERIONELLA* (ASTEGLA) et *RHIZOLENIA delicatula* se partagent la première place de chaque station. Pour les points BIF et ATSO on trouve *ASTERIONELLA*, pour les points MER1 et MER2, il s'agit de *RHIZOLENIA delicatula*.

*PHAEOCYSTIS* fait partie des espèces préférées du site pour les stations BIF et ATSO tandis qu'elle est considérée comme espèce accompagnatrice pour les stations MER1 et MER2.

### III.3.3-Comparaison interradales :

On note que :

- L'espèce dominante est *RHIZOLENIA delicatula* pour Dunkerque et Boulogne et *ASTERIONELLA* pour la Baie de Somme,
- l'indice de Sanders est différent pour une même espèce rencontrée sur chaque point de prélèvement,
- il est difficile de classer les espèces ayant le même indice,
- on ne rencontre pas forcément les mêmes espèces dans les trois radiales. Si tel est le cas, elles ont des valeurs d'indice différentes.
- *PHAEOCYSTIS* n'apparaît pas parmi les 20 premières espèces rencontrées à Boulogne et elle est au huitième rang à Dunkerque et en Baie De Somme.

### III.3.3.1 INDICE de SHANNON

Pour chaque site, les évolutions de la richesse spécifique rapportée au nombre total de taxons rencontrés sur le site et de la diversité spécifique peuvent être représentées.

La richesse spécifique (S) est le nombre d'espèces identifiées à une date donnée. L'indice de diversité, retenu ici pour caractériser la diversité spécifique, est l'indice de Shannon, H.

$$H = - \sum P_i \text{Log}_2 (P_i)$$

Avec  $P_i = N_i / \sum N_i$  qui est égale à la fréquence de l'espèce i dans l'échantillon.

$N_i$  est le nombre d'individus de l'espèce i

et  $\sum N_i$  est le nombre total d'individus pour toutes les espèces dans l'échantillon N.

Dans notre étude  $N_i / \sum N_i$  n'est autre que la dominance de l'espèce i dans la station considérée.

L'indice de Shannon tient compte du nombre d'espèces.

On dit de l'indice qu'il est BON quand il monte jusqu'à 6.

On dit de l'indice qu'il est MAUVAIS quand il descend jusqu'à 0.52.

### III.3.3.2 INTERPRETATION GRAPHIQUE DE L'INDICE DE SHANNON.

#### DUNKERQUE

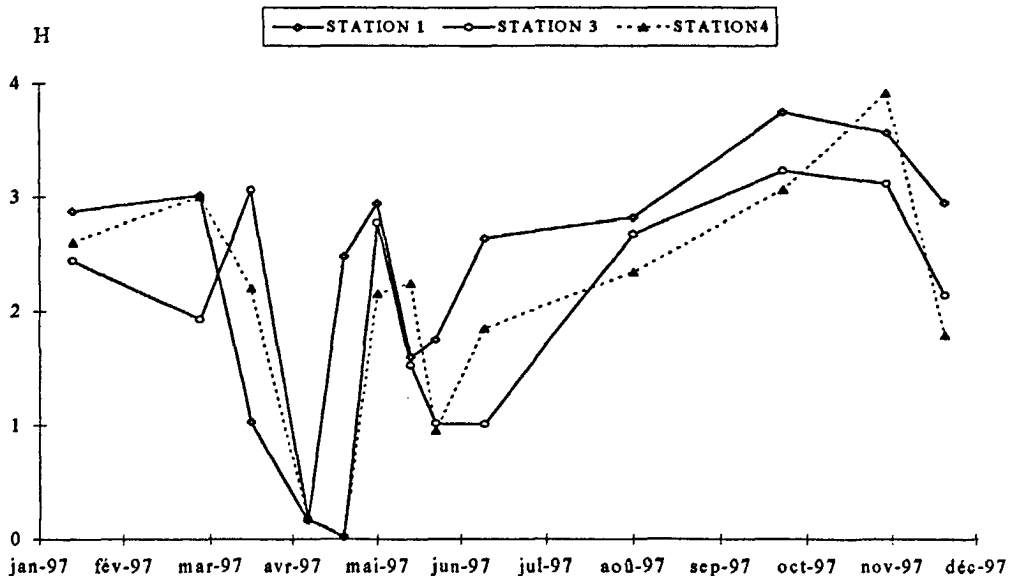


Figure III-1 : Dunkerque - Indice de Shannon

Les indices d'avril sont les plus faibles pour les trois stations (station 1 : 0,17, station 3 : 0,02 et station 4 : 0,03). Les espèces du phytoplancton sont très peu diversifiées à cette période pour les trois stations. En regardant les listes floristiques, on voit qu'une espèce domine alors ; il s'agit de *PHAEOCYSTIS*. Par contre, là où les indices de Shannon sont les plus élevés, nous rencontrons un milieu riche en espèces du phytoplancton dont la densité ( $p_i$ ) est relativement identique. Les valeurs importantes sont rencontrées au mois de mars et du mois de juin au mois de novembre.

## BOULOGNE

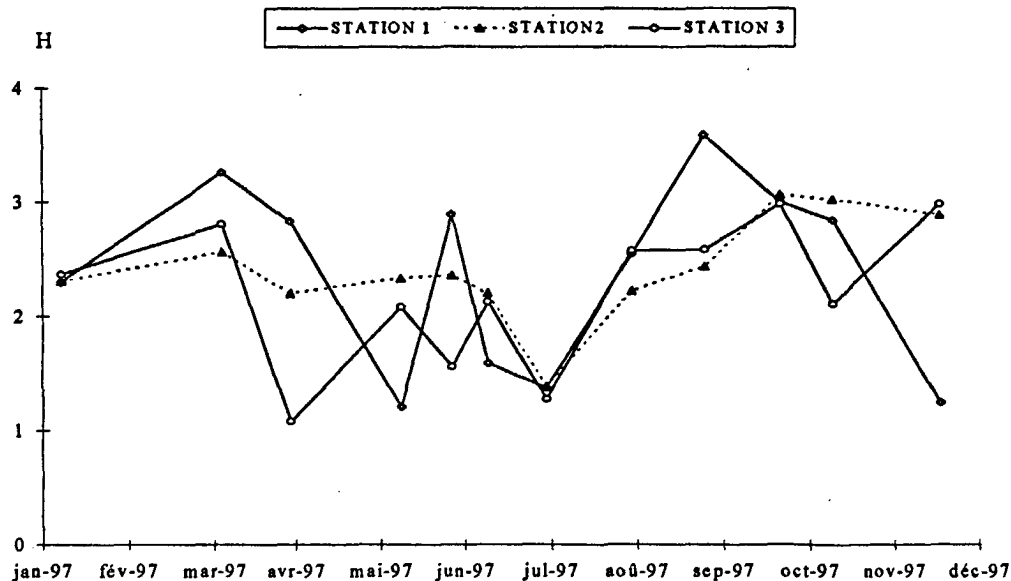


Figure III-2 : Boulogne - Indice de Shannon

La valeur minimale de l'indice est atteinte à 1,08 le 8 avril à la station 3. Le 16 juillet, on enregistre aux 3 stations des valeurs sensiblement égales (de 1.28 à 1.39). Sur cette radiale, les espèces dominantes sont *RHIZOLENIA stolterfothii* et celles du genre *LEPTOCYLINDRUS*. *PHAEOCYSTIS* n'a pas connu de grand bloom cette année. L'indice le plus important est de 3,59 le 15 septembre pour la station 1.

## BAIE de SOMME

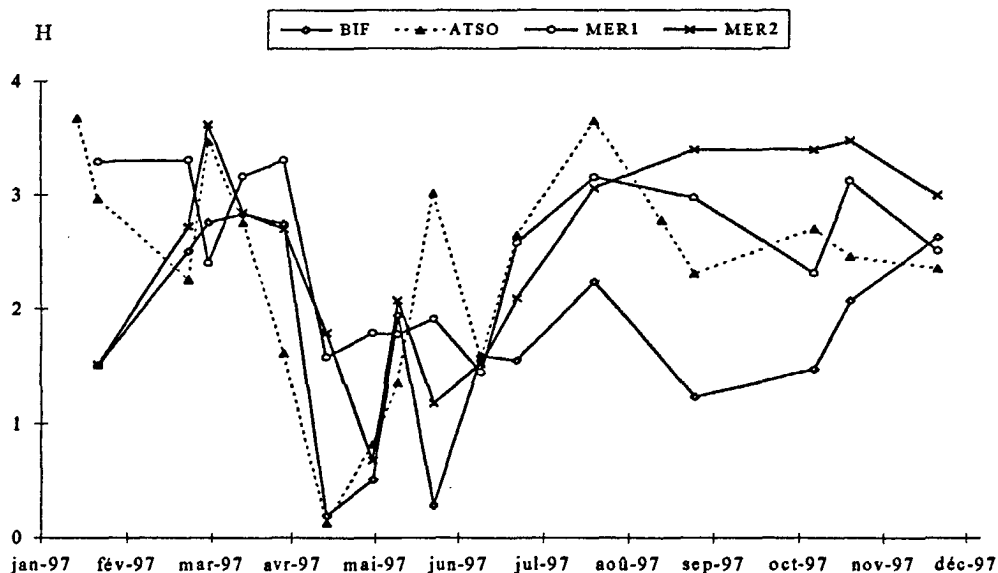


Figure III-3 : Baie de Somme - Indice de Shannon

Les indices de diversité les plus faibles sont rencontrés le 24 avril pour les stations BIF, ATSO et MER1, le 12 mai pour la station MER2. Ils correspondent à l'efflorescence de l'espèce *PHAEOCYSTIS* qui empêche le développement de toute autre espèce. Le reste de l'année se caractérise par de nombreuses fluctuations, avec des indices oscillant entre 0,51 et 3,67.

## **IV - DISCUSSION :**

### **IV. 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 du dénombrement du phytoplancton.

#### **IV.1.1- Paramètres physico-chimiques et biologiques :**

##### **IV.1.1.1 Température et salinité :**

La température évolue, pour les 3 radiales, dans une plage située entre 1°C et 5,1°C pour les minima, 19,1 et 22°C pour les maxima. L'écart de température entre la côte et le large ne dépasse jamais 3°C.

La salinité moyenne pour Dunkerque est de 34,5 ‰ et pour Boulogne de 33,9 ‰, alors qu'elle est de 32,9 ‰ pour la Baie de Somme. La dessalure est due au fleuve Somme.

##### **IV.1.1.2 M.E.S, turbidité et matière organique particulaire :**

A Dunkerque et Boulogne, les valeurs de turbidité sont relativement faibles (moyennes respectives : 3,82 et 4,61 N.T.U.) alors qu'en Baie de Somme, les valeurs sont beaucoup plus élevées (moyenne : 21,57 soit 3 fois plus qu'en 1996). On y relève un maximum de 100 N.T.U. contre 16 à Dunkerque et 35,5 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 maximum de 70 mg/l en juin en baie contre 23,2 mg/l à la côte en janvier à Boulogne et 30,8 mg/l à la côte en janvier à Dunkerque.

La teneur en matière organique est la plus élevée en mai en Baie de Somme (19,16 mg/l), en avril à Dunkerque (5,8 mg/l), et en juin à Boulogne (6,1 mg/l).

##### **IV.1.1.3 Chlorophylle a et phaeopigments**

On note un pic printanier en chlorophylle a relativement faible sur les 3 radiales cette année. La valeur maximale est de 27,3 µg/l à Dunkerque, 9,11 µg/l à Boulogne et 25,6 µg/l en Baie de Somme.

Les phaeopigments sont des indicateurs de la dégradation de la chlorophylle. En Baie de Somme, les phaeopigments ont une teneur de 20,9 µg/l en avril contre 6,3 µg/l et 6,89 µg/l en juin à Dunkerque et à Boulogne.

##### **IV.1.1.4 Nutriments**

Les concentrations en ammonium sont comprises, pour les 3 radiales, entre 0,03 et 29,4 µatg/l avec un gradient décroissant côte-large légèrement marqué à Dunkerque. Les valeurs les plus fortes se situent en début d'année et en juin en baie de Somme ; en milieu d'année à Dunkerque. A Boulogne, les valeurs sont toutes inférieures à 10 µatg/l.

Les teneurs en nitrite ne dépassent pas 2 µatg/l, à l'exception de la station du large de Dunkerque en décembre (3,78 µatg/l), Lce qui correspond à une légère augmentation par rapport à 1996. Les minima se situent au printemps et en été pour les trois stations. C'est en hiver que les valeurs sont les plus élevées pour les radiales de Dunkerque et de Boulogne.

L'évolution saisonnière du nitrate 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. Sur les stations côtières, les teneurs atteignent 35 µatg/l à Dunkerque, 24,5 µatg/l à Boulogne et 43,5 µatg/l en Baie de Somme.

Le phosphate suit globalement les mêmes variations annuelles que le nitrate mais avec des valeurs comprises entre 0 et 2,5 µatg/l. Le maximum (2,5 µatg/l) est enregistré à la station 4 de la radiale de Dunkerque le 11 septembre 1997. Ailleurs, les valeurs sont proches de 1,8 µatg/l.

Les teneurs en silicate sont faibles durant les mois de mars et d'avril et évoluent en dents de scie par la suite. Pour Dunkerque, les teneurs sont les plus faibles entre les mois de mars et de septembre. Ensuite, elles augmentent progressivement. En ce qui concerne la Baie de Somme, les teneurs sont irrégulières entre les mois de janvier et d'octobre pour finalement augmenter régulièrement jusqu'au mois de décembre.

#### IV.1.2- Phytoplancton

C'est au cours des mois d'avril et de mai que *PHAEOCYSTIS* apparaît à Dunkerque et en Baie de Somme, entraînant de fortes teneurs en chlorophylle pendant ces deux mois.

A Boulogne, cette année encore, il n'y a pas eu d'efflorescence à *PHAEOCYSTIS*. Ce sont les espèces *RHIZOLENIA stolterfothii* et *LEPTOCYLINDRUS* qui dominent en 1997.

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

Globalement, le nombre d'espèces identifiées est plus élevé en Baie de Somme que pour les deux autres radiales.

Des espèces appartenant aux genres *DINOPHYSIS*, *GYMNODINIUM* ET *GYRODINIUM* sont toxiques. Cette année, *DINOPHYSIS* et *GYRODINIUM* ont été dénombrées sur les radiales de Boulogne et de Dunkerque. *GYMNODINIUM* a été dénombrée aux trois radiales. Dans tous les cas, les quantités étaient trop faibles pour entraîner des problèmes de toxicité.

#### IV. 2- Discussion

43 sorties sur les 48 programmées ont été effectuées en 1997, avec 12 sorties pour Boulogne, 15 sorties pour Dunkerque et 16 pour la Baie de Somme. La baisse du nombre de sorties pour Boulogne s'explique par des conditions météorologiques défavorables et par l'indisponibilité des moyens nautiques.

##### IV.2.1.1.1 Température et salinité

Les résultats confirment bien l'évolution saisonnière de la température et le gradient côte-large décroissant pour la salinité des trois radiales avec des influences maritimes pour Dunkerque et celles du fleuve Somme en Baie. La salinité reste inférieure à 35 ‰ pour les 3 radiales.

##### IV.2.1.1.2 . M.E.S, turbidité et matière organique.

Il est possible de corréliser ces 3 paramètres pour chaque radiale.

A Dunkerque, le maximum de M.E.S correspond au maximum de turbidité, c'est-à-dire que les 30,8 mg/l de MES représentent une turbidité de 16 N.T.U.

A Boulogne, les teneurs en M.E.S du mois de mars (4,5 mg/l à la station 2) sont d'origine organique (4,5 mg/l soit 100 %). On observe également des valeurs assez faibles de turbidité.

En Baie de Somme, les maxima de M.E.S (février mars) correspondent à des valeurs moyennes de matière organique. A noter que ces maxima correspondent au maximum de turbidité (100 N.T.U.).

##### IV.2.1.1.3 . Chlorophylle a et phaeopigments.

Les teneurs maximales en chlorophylle sont plus faibles qu'en 1996 et ressemblent plus à celles rencontrées en 1995 : c'est-à-dire que, pour Dunkerque, on relève un maximum de 27,3 µg/l contre 45 µg/l en 1996 et 25 µg/l en 1995 ; à Boulogne et en Baie de Somme, la tendance est la même.

#### IV.2.1.1.4 Nutriments et phytoplancton.

De Dunkerque à la Baie de Somme, les teneurs en nutriments sont restées généralement les mêmes par rapport à 1996.

Les concentrations en ammonium et en nitrite évoluent irrégulièrement, en raison de leur instabilité. L'évolution de leur teneur est identique depuis trois années.

Le phytoplancton consomme le nitrate et le phosphate, entraînant la chute des concentrations dès le début du printemps. On relève toutefois des valeurs élevées de phosphate à Boulogne en juin ( $0,7\mu\text{atg/l}$  à la station intermédiaire) et aux 5 stations de la Baie de Somme entre les mois d'avril et de juin, ainsi que des maxi en nitrate un peu plus élevés qu'en 1996.

Le silicate dissous dans le milieu est utilisé par les Diatomées pour constituer leurs thèques ; leur teneur est faible durant le printemps et l'été au niveau des 3 radiales.

Le bloom de *PHAEOCYSTIS* coïncide, cette année, avec le pic de chlorophylle a à Dunkerque et en Baie de Somme.

#### IV.2.1.1.5 Influence des conditions météorologiques

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

La pluviométrie a été particulièrement étudiée. Les précipitations enregistrées par décade aux trois stations météorologiques de Dunkerque, Boulogne-sur-Mer et de la Baie de Somme (annexe 3) font apparaître plusieurs épisodes pluvieux tout au long de l'année avec des maxima en novembre et quelques pics enregistrés en été.

En moyenne, l'année 1997 a été plus humide que 1996 (735,3 mm contre 571.49 mm) sur le littoral Nord/Pas-de-Calais/Picardie. Les pics de précipitations en Baie de Somme et à Dunkerque en février, en juillet et en novembre se traduisent par des dessalures notables. Par contre, à Boulogne, les dessalures sont observées, mais de manière plus homogène ; il n'y a pas de véritable chute des valeurs comme à Dunkerque et en Baie de Somme.

## CONCLUSION

Les résultats de cette sixième année de fonctionnement du Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord/Pas-de-Calais/Picardie 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.

Par rapport aux résultats de 1996, il ne se dégage pas de tendance significative de l'évolution des teneurs en nutriments ni à la baisse ni à la hausse.

Les teneurs en chlorophylle sont proches de celles de 1995 et il n'y a pas eu de bloom de *PHAEOCYSTIS* à Boulogne-sur-Mer.

La reconduction du Suivi Régional des Nutriments pour 5 nouvelles années a été décidée en mars 97 par le Conseil d'Administration de l'Agence de l'Eau Artois-Picardie afin de parfaire la connaissance de l'évolution des teneurs en nutriments dans le temps et de voir l'impact du traitement de l'azote dans les stations d'épuration des eaux usées sur le littoral.

# ANNEXE 1

## *Analyses physico-chimiques*

### *Résultats bruts*



DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
14/01/97	1	33.6	16	30.8	3.4	1.5	1.4	2.9	0.29	35	1.2	13.7
04/03/97	7	34.6	4	7.9	1.1	8	0.4	3.1	0.25	7.6	0.3	6.1
12/03/97	-	34.8	11	10	3.2	11	0.9	1.67	0.22	0.81	0.21	0.83
24/03/97	9	34.4	4.5	18.2	4.5	21.4	0.5	1.7	0.33	0.6	0.2	0.6
16/04/97	10	34.7	2.2	10.9	4.4	13.1	0.7	1.9	0.23	2.5	0.1	1.2
30/04/97	10.5	34.1	2	4	1.4	1.7	0.4	2.4	0.37	1.4	0.1	3.4
13/05/97	12	34.2	3	8.6	1.6	5.8	0.6	5.4	0.25	1.2	0.1	2.5
26/05/97	12.5	34.4	1.3	3.3	0.7	2.1	0.5	7.3	0.15	0.6	0.3	0.7
05/06/97	15	32.8	1.2	5	1.9	3.7	0.7	29.4	1.09	11.9	0.7	2.1
24/06/97	16	34.6	6	8.6	1.7	2.6	0.7	1.9	0.46	0.4	0.02	5.7
22/07/97	18	34.8	5	6	2.46	3.52	1.35	1.08	0.2	0.15	0.63	2
20/08/97	21	35	4	12.2	4.2	5.1	0.7	1.7	0.3	0.3	0.6	3.2
11/09/97	17.5	34.3	8	12	1.8	6.68	1.99	0.16	0.01	0.01	1	1.05
16/10/97	14	34.6	9.1	19.7	3.4	2.1	5.6	5.2	0.86	4.3	0.7	8
25/11/97	10	34.7	2.1	4.7	1.2	3.5	0.7	1.8	0.29	8.4	0.5	4.9
18/12/97	8	34.4	7.4	16.2	1.9	2.8	1.3	5.3	1.17	30.6	1.6	6.6

1997, Radiale de Dunkerque, Station 1.

DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
14/01/97	1.5	33.9	9.3	21.7	2	1.7	0.8	1.6	0.37	25.6	0.9	12.5
04/03/97	7	35	2.4	4.3	0.7	7.5	0.2	1.5	0.17	5	0.3	6
12/03/97	-	35	12	4	1.32	8.25	0.83	1.14	0.21	0.65	0.2	0.67
24/03/97	8.5	34.6	3	8.7	2.4	13.6	0.4	1.2	0.31	4.2	0.2	0.7
16/04/97	9	34.7	2.4	7.6	5.4	27.3	1.3	1.7	0.24	1.9	0.1	0.8
30/04/97	10	34.5	3.8	9.2	1.9	4.5	0.3	2.1	0.27	1.3	0.1	2.2
13/05/97	12	34.3	1.5	3.3	0.9	5.3	0.2	2.3	0.4	2.4	0.2	1
26/05/97	12	34.6	0.8	1.8	0.2	2.5	0.4	3.8	0.08	0.2	0.2	0.4
05/06/97	14	33.3	0.5	3.9	1.7	7	6.3	5.5	0.74	7.8	0.4	1.2
24/06/97	15	34.8	1.6	2.5	0.7	5.4	0.2	3.3	0.29	0.6	0.02	2.2
22/07/97	18	34.9	1.8	1	0.29	1.92	0	2.22	0.18	0.11	0.54	1.69
20/08/97	21.5	35	1.8	7.6	2.2	3.6	0.3	3.9	0.21	2.2	0.6	2
11/09/97	18	34.7	2.5	5	1.45	2.96	1.8	0.51	0.01	0.01	0.79	0.8
16/10/97	15	34.8	5.3	13.1	2	3.2	1.6	3.4	1	5.2	0.5	6.3
25/11/97	10	34.8	2.4	4.2	0.9	3.7	0.8	3.1	0.32	8.3	0.6	4
18/12/97	8	34.6	4.2	9.2	1.2	2.1	0.4	3.2	0.8	15	1.5	4.7

1997, Radiale de Dunkerque, Station 3.

DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
14/01/97	2	34.0	6.7	15.2	2	1.4	0.7	2	0.42	24.1	0.9	12.6
04/03/97	7	35.0	2.2	4.3	0.9	6	0.2	1.8	0.17	5.2	0.3	6.1
12/03/97	-	34.8	9	2	0.7	5.45	0.72	0.55	0.2	1.77	0.32	0.69
24/03/97	8.5	34.6	3	5.1	1.6	5.1	1.1	1.8	0.35	7	0.4	1.1
16/04/97	9	34.6	2.2	12	5.8	23.4	2.2	2	0.21	1.7	0.1	1
30/04/97	10	34.6	1.4	2.9	0.8	3	0.2	2.5	0.32	1.2	0.4	1.9
13/05/97	11	34.5	0.9	1.2	0.6	4.5	0.3	3.4	0.45	2.4	0.7	0.9
26/05/97	12	34.6	1.1	2.6	0.6	1.8	0.4	2.8	0.1	0.3	0.2	0.4
05/06/97	14	33.8	0.6	2.7	1.2	9.8	0.7	3.8	0.4	3.6	0.4	0.8
24/06/97	15	34.9	1.3	2.1	0.8	4.5	0.05	1.9	0.27	0.7	0.02	1.8
22/07/97	17.5	34.8	1.2	1	0.45	0.88	0	1.1	0.2	0.13	0.42	1.57
20/08/97	22	35.0	2	5.1	2.2	3.1	0.7	1.4	0.2	0.9	0.3	1.8
11/09/97	18.5	34.3	4	7	1.54	2.64	1.17	1.02	0.01	0.01	2.54	0.86
16/10/97	15	34.9	2.2	6	1.1	2.6	0.4	1.9	1.96	4.8	0.5	5.7
25/11/97	10	34.9	1.4	2.2	0.8	3.2	0.4	1.1	0.26	7.5	0.5	3.9
18/12/97	8	34.7	2.1	5.6	1	1.3	1.1	0.9	3.78	-	-	-

1997, Radiale de Dunkerque, Station 4.

DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
08/01/97	2.1	33.9	18.1	23.2	2.8	0.96	1.1	0.82	0.85	24.5	1.5	10.66
11/03/97	8.2	-	19.1	22.6	0.6	6.41	3.74	2.86	0.4	20.5	1.1	3.64
08/04/97	10	34.2	0.45	0.26	0.05	8.47	2	1.75	0.3	6.65	0.22	0.05
21/05/97	13	32.9	0.7	2	1.4	1.92	3.74	0.97	0.23	0.1	0.15	0.01
10/06/97	15.9	34.6	0.8	7.3	5.1	1.19	0.57	3.5	0.14	0.1	0.24	0.1
24/06/97	15.8	34.2	3.4	5.8	3.9	0.63	6.89	0.33	-	0.1	0.23	0.1
16/07/97	17.7	34.1	0.5	2.1	0.7	0.27	6	1.92	0.05	0.1	0.07	0.1
18/08/97	20.1	34.1	4.2	5.6	0.9	7.05	2.9	0.95	0.08	0.1	0.16	0.1
15/09/97	16	34.3	8.2	13.5	1.2	2.19	2	2.21	0.69	2.63	0.48	1.45
14/10/97	16.5	33.8	4.2	7.5	1.3	1.6	1.7	1.54	0.19	-	0.44	0.15
03/11/97	13.1	34.3	9	12.8	1.3	2.19	2	7.15	0.74	-	0.74	1.83
15/12/97	6.4	33.2	3.4	5.9	1	2.06	1.59	10.2	0.29	15.4	0.86	5.71

1997, Radiale de Boulogne, Station 1.

DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
08/01/97	4.4	31.6	8.6	10.2	1.27	1.28	1.05	1.37	0.84	18.5	0.97	7.27
11/03/97	8	-	3.65	4.5	4.5	3.25	1.56	0.7	0.19	16.4	0.54	2.62
08/04/97	10	34.3	4.1	1.73	0.67	9.11	2.71	3.29	0.37	6.51	0.26	0.1
21/05/97	13.7	34.9	0.5	1.5	1.5	0.92	0.24	1.6	0.05	0.1	0.05	0.1
10/06/97	15.1	34.5	1.3	6	6	1.42	0.38	3.89	0.11	0.15	0.69	0.1
24/06/97	15.8	34.2	2.8	7.3	4.3	2.27	3	0.51	0.05	0.2	0.14	0.1
16/07/97	17.6	33.8	1.3	3.5	1	0.64	4	5.11	0.05	0.15	0.05	0.1
18/08/97	19.7	34.1	1.2	2	0.5	2	0.85	2.13	0.29	0.15	0.01	0.1
15/09/97	17	34.3	2	3.2	0.5	2.36	1.21	0.15	0.51	0.82	0.24	0.34
14/10/97	16	34.3	2	3.9	1.1	1.42	1.27	0.89	0.1	-	0.26	0.34
03/11/97	13.2	34.1	8.6	12.1	1.4	1.73	2.1	3.97	0.78	-	0.73	2.13
15/12/97	6.6	34.1	2.4	3.7	0.9	1.14	0.97	5.55	0.53	12.2	0.87	4.43

1997, Radiale de Boulogne, Station 2.

DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
08/01/97	5.1	34.5	8.63	10.5	1.3	0.96	1.28	0.96	0.6	14.7	0.96	6.25
11/03/97	8	-	3.05	4.2	1.7	1.92	0.99	0.66	0.15	11.1	0.48	2.34
08/04/97	9	31.8	1.58	0.93	0.53	2.24	0.74	1.98	0.24	9.25	0.52	0.25
21/05/97	13	32	0.3	0.9	0.9	0.6	0.11	1.4	0.05	0.1	0.05	0.1
10/06/97	15.1	34.7	0.3	6.1	6.1	0.64	0.22	1.66	0.07	0.15	0.05	0.1
24/06/97	15.6	34.8	0.9	1.3	1.3	0.8	2.21	0.74	0.11	0.15	0.05	0.1
16/07/97	17.2	34.7	0.7	1.6	0.9	0.14	4.25	1.62	0.05	0.15	0.05	0.1
18/08/97	19.1	34.7	0.4	0.5	0.4	1.4	0.42	0.41	0.11	0.15	0.05	0.1
15/09/97	17	34.3	2	1	0.5	2.36	1.21	0.35	0.43	0.82	0.34	0.34
14/10/97	15.9	34.5	0.7	1.6	1.1	-	-	0.24	0.39	-	0.39	0.26
03/11/97	13.6	34.1	4.5	7	1	0.85	0.9	2.65	1.06	-	0.56	1.02
15/12/97	6.7	35.1	1.2	1.3	0.3	0.46	0.5	9.77	0.34	-	0.61	2.73

1997, Radiale de Boulogne, Station 3.

DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
23/01/97	2.5	31.2	8.5	11.9	2.42	6.41	2.41	2.98	0.36	27.0	0.75	1091
27/02/97	7.5	29.9	100	68.8	11.147	5.23	5.08	8	0.5	32.1	1.04	12.22
07/03/97	7.8	32.3	33	28	6.86	5.55	3.19	15.1	0.58	38.0	0.89	10.65
21/03/97	8.5	32.1	41	40.7	12.86	6.69	17.28	19.7	0.58	43.5	0.56	7
07/04/97	9.5	32.5	42	49.2	16.84	17.94	20.33	0.25	0.68	22.6	0.23	1.86
24/04/97	11	32.1	20	25.4	12.02	16.87	7.05	-	0.1	3.84	0.09	3.6
12/05/97	13.5	31.6	37	42.6	19.16	25.63	17.73	0.25	0.28	16.0	0.66	5.43
22/05/97	14	32.9	26	30.6	14.9	13.03	5.21	10	0.32	9.38	0.71	2.29
05/06/97	16	32.1	18	16.8	7.9	19.44	-	0.87	0.12	20.9	0.71	1.25
24/06/97	16.1	31.9	65	70	17.78	12.82	12.6	24.7	0.28	13.0	0.56	1.68
08/07/97	18.5	33.6	20	24.2	11.4	7.48	2.32	3.53	0.07	0.37	0.34	0.19
07/08/97	19.9	32.7	28	20.9	7.78	4.06	18.22	2.8	0.09	1.16	2.37	0.26
15/09/97	17.5	33	25	20.4	7.84	5.66	15.2	-	0.17	3.16	1.31	0.22
31/10/97	10.5	33.3	20.2	18.6	6.48	7.58	20.83	0.31	0.17	3.49	0.96	0.14
14/11/97	9.9	33.3	29	27.3	7.2	4.27	26.68	0.49	0.31	10.9	4.4	0.34
19/12/97	7.2	31.5	34	22.5	8.21	2.24	4.26	1.41	0.43	18.4	1.04	18.01

1997, Radiale Baie de Somme, Station BIF.

DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
23/01/97	3	32.5	8.5	12.6	3.54	4.49	3.59	3.66	0.3	26	0.71	9.69
27/02/97	7.5	30.9	70	54.4	10.92	3.95	4.72	3.53	0.54	30.8	1.08	11.52
07/03/97	7.5	33	25	16.7	6.07	4.06	3.12	15.5	0.44	41.4	1.04	11.44
21/03/97	8.5	32.6	32	34	13.8	11.96	5.23	22.3	0.7	34.5	0.61	6.3
07/04/97	10.5	32.3	20	22.6	9.58	17.3	9.91	-	0.78	19.1	0.14	2.12
24/04/97	11	33.5	17	17.7	9.38	6.62	7.43	-	0.06	2.37	0.09	3.25
12/05/97	13	32.8	27.5	28	16.56	14.95	6.28	0.31	0.06	2.74	0.66	3.77
22/05/97	14	32.9	15	13.8	9.14	7.05	3.12	0.5	0.1	6.99	0.52	0.29
05/06/97	16	32.6	14	8.3	5.98	3.84	2.14	0.12	0.18	3.45	0.75	0.99
24/06/97	16.2	32.3	34.5	34.7	12.46	14.31	4.83	7.31	0.06	5.67	0.6	2.03
08/07/97	18.3	33.4	17	13.7	8.6	5.66	1.14	5.93	0.17	2.12	3.43	0.16
07/08/97	19.9	33	18	7.55	5.21	6.62	1.9	3.63	0.3	0.93	0.16	0.3
15/09/97	17.5	33.1	23	17.6	5.67	4.81	14.22	-	0.07	2.91	0.87	0.16
31/10/97	10.4	33.4	19.5	14.7	5.35	5.34	17.68	0.12	0.17	4.06	4.58	0.14
14/11/97	10	33.7	30	24.0	8.57	5.34	13.87	1.51	0.29	10.9	0.89	0.31
19/12/97	7	32.8	35	22.6	7.18	3.1	3.18	0.77	0.37	16.4	0.89	14.74

1997, Radiale Baie de Somme, Station MIMER.

DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
23/01/97	3	32.2	4	8.85	2.86	4.06	1.62	3.29	0.34	26	0.75	11.61
27/02/97	7	31.2	35	25.2	8.34	8.86	0	6.45	0.48	25.5	0.94	6.91
07/03/97	7.5	33.2	22	21.6	6.81	5.98	1.87	8.55	0.58	41.2	1.13	9.09
21/03/97	8	31.7	22	25.6	12.14	10.04	3.72	23.9	0.86	35.3	0.61	10.74
07/04/97	10	32.7	14	8.24	4.18	11.75	5.15	0.62	0.64	22.6	0.23	1.25
24/04/97	11	32.9	31	22.1	12.26	16.45	20.93	-	-	2.23	0.09	5.52
12/05/97	13	33	15	8.76	5.34	5.34	2.88	0.25	0.18	2.77	0.56	2.47
22/05/97	14	29.9	15	20.5	12.14	16.66	7.56	0.5	0.42	5.98	0.56	0.12
05/06/97	15.5	32.3	13.5	4.72	4.44	3.2	-	0.25	0.08	2.4	0.85	-
24/06/97	16	32.1	25.5	30.7	13.44	8.33	4.68	2.97	0.08	1.62	0.61	-
08/07/97	19.8	33.2	18	8.98	6.6	4.81	0.88	5.93	0.17	2.7	0.3	1.75
07/08/97	19.6	33.2	16.5	6.39	4.65	4.91	3.16	2.24	0.13	0.67	0.24	2.55
15/09/97	18.1	33.7	21	17	6.31	4.27	13.22	0.12	0.05	1.33	0.18	-
31/10/97	10.8	33.6	19	19.3	6.35	5.34	12.6	0.21	0.19	3.13	0.12	0.16
14/11/97	10.4	34.2	24.5	25.9	5.96	6.19	16.91	0.86	0.29	10.7	0.54	6.44
19/12/97	7.6	33.2	30	17.3	5.39	-	-	0.4	0.33	15.1	0.91	13.24

1997, Radiale Baie de Somme, Station ATSO.

DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
23/01/97	3	32.8	5.5	9.94	4.15	4.49	4.64	1.86	0.3	21.9	0.71	8.3
27/02/97	7	31.7	6.8	10.7	3.7	2.24	2.17	-	0.4	24.8	1.08	5.17
07/03/97	7	33.6	14	8.11	3.96	3.74	1.87	7.88	0.38	36.2	0.99	8.39
21/03/97	8	32	20	32.5	14.36	5.34	9.01	22.1	0.66	40.2	0.71	12.83
07/04/97	10	33.2	16	8.94	3.34	7.26	8.74		0.46	15.6	0.09	0.29
24/04/97	10.5	33	17	17.6	10.32	9.83	4.83	0.87	0.08	3.63	-	1.95
12/05/97	13	33.3	13	5.5	5.08	3.84		0.99	0.06	2.97	0.52	1.25
22/05/97	13.5	33.8	12	14.4	8.74	0.85	0.34	0.37	-	3.26	0.71	-
05/06/97	14.5	33.1	12.5	4.72	4.38	1.28	0.21	0.31	-	1.22	1.27	0.99
24/06/97	16.4	33	17	17.94	8.56	7.26	1.86	1.05	0.08	1.28	0.52	0.73
08/07/97	19.3	33.7	15	5.6	5.12	4.06	0.05	6.02	0.15	2.27	0.6	0.18
07/08/97	19.6	33.5	15	4.56	4.06	3.84	2.88	0.86	0.15	0.41	2.28	0.25
15/09/97	18.2	33.7	17.5	8.83	3.89	3.31	6.93	-	0.05	0.3	0.43	0.23
31/10/97	11.5	34	15.5	12.9	5.69	5.23	10.17	0.21	0.19	2.63	0.16	0.27
14/11/97	10.8	34.4	19	18.0	4.39	5.13	15.88	0.86	0.21	9.5	5.2	0.5
19/12/97	8.1	33.5	22.5	9.51	3.94	1.82	3.34	0.03	0.27	14.3	0.91	12.09

1997, Radiale Baie de Somme, Station MER 1.

DATE	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S	MESOP	Chloro	Phaeo	NH4	NO2	NO3	PO4	SIOH
23/01/97	3	32.4	2.5	7.81	3.52	4.06	1.7	1.36	0.26	18.7	0.75	5.78
27/02/97	7	31.7	4.2	7.27	3.53	1.82	3.12	-	0.38	18.8	0.8	4.3
07/03/97	7	33.8	11	9.66	4.01	3.48	1.86	3.32	0.56	34.5	0.89	5.69
21/03/97	8	32.7	18	28	12.9	13.03	1.1	8.06	0.66	36.4	0.66	9.09
07/04/97	10	33.5	12	10.6	4.44	10.04	1.77	-	0.48	14.2	0.14	-
24/04/97	10.5	33.9	16	24.9	10.4	5.55	4.76	-	0.02	1.89	-	1.95
12/05/97	13	33.8	13	5.96	5.58	3.63	2.5	0.81	0.14	1.13	0.66	-
22/05/97	13.5	33.8	17	16.4	8.94	4.7	-	0.5	0.06	3.8	0.52	0.2
05/06/97	14.5	33.3	11	3.12	2.6	2.14	1.45	0.12	0.04	1.51	0.61	0.99
24/06/97	16.4	33.3	15	13.88	6.88	54.77	1.56	2.73	0.02	1.21	0.71	1.16
08/07/97	18.3	34.1	10	4.98	4.9	2.9	0.07	4.55	0.15	1.81	0.78	0.14
07/08/97	19.5	33.8	15	5.3	4.56	5.13	4.29	-	0.07	-	1.13	0.16
15/09/97	18.4	34.2	14	7.69	2.93	2.67	5.25	-	-	0.22	0.07	0.17
31/10/97	12.1	34.5	15	10.1	4.01	3.84	11.78	0.12	0.11	1.13	0.43	0.15
14/11/97	11.3	34.6	15.5	19	3.8	5.13	16.48	0.86	0.11	6.69	3.43	0.43
19/12/97	8.7	33.7	19.5	7.37	3.29	1.84	6.84	-	0.23	13.6	0.95	9.53

1997, Radiale Baie de Somme, Station MER 2.

# ANNEXE 2

## *Analyses phytoplanktoniques* *Résultats bruts*

SRN Dunkerque station 1	14-jan	04-mar	24-mar	16-avr	30-avr	13-mai	26-mai	05-jun	24-jun	20-aoû	16-oct	25-nov	18-déc
Asterionella glacialis	2800	600	6300			17850							
Bacillaria paradoxa			10500										
Bacteriastrium hyalinum											3300	1700	
Biddulphia	500		200						100	2100	300		200
Cerataulina						6300				2100			100
Ceratium fusus										1050			
Chaetoceros			4000	1400		16800				33600	2100		
Chaetoceros curvisetus		8720	479800								1000		
Chaetoceros danicus									3400		1400	8400	100
Chaetoceros sociale		400	15000	13650							2800		
Dinophycées			1050			1050				1050			
Coscinodiscus		100									2100	1400	2800
Nitzschia closterium									1900				
Dictyocha									500		100	100	
Diploneis						1050							
Dtylum	300	600	5250								1400	700	300
Eucampia zoodiacus											1800	4200	
Guinardia flaccida				2100		6300	500			4200	1400	200	100
Gymnodinium	600		100		400	8400		100	2500				
Gyrodinium	300	300	3150	2100		1050			1200				
Gyrodinium spirale													300
Lauderia borealis											1300	2100	
Leptocylindrus									1300	35700	2100	1400	
Leptocylindrus minimus											4900		
Melosira	13500	3700	6800	1700	500		800	500	6800	17850			
Naviculae					300	2100			500	1050	700		
Nitzschia longissima	100		43050	4200					500	1050			200
Noctiluca scintillans					200	200	100	900	600			100	
Biddulphia sinensis											500	200	
Peridinién	400	200	300	200					1000	2100			
Melosira sulcata											21700	2900	2800
Phaeocystis globosa			3292000	4369000									
Plagiogramma	4000		44100									700	900
Pleurosigma	200		100						200		1400		
Podosira				200									
Porosira	900	500											
Proto peridinién													100
Procentrum micans				100									
Nitzschia						57750					700		
Nitzschia delicatula		3000	5250	8400									
Nitzschia seriata	700		44100	26250							4200	1400	
Raphoneis	200	400			200				100	1050	1400	700	200
Rhizosolenia delicatula			5250	9450		76650	7900	6300	24700	14700	16800	9800	200
Rhizosolenia shrusolei		1600	13650	1050		7350	600	3000		3150			
Rhizosolenia setigera	200	700	2100	100		61950		600	1200		700	1400	
Rhizosolenia stoterforthii							2700			73500	700		600
Scripsiella												100	
Skeletonema costatum	2400					156450			1100				
Stauroneis membranacea				2500		7350				12600	7700	700	
Stephanopyrix turris												100	
Thalassionema nitzschioide	700	4600	18900			8400					800	5600	900
Thalassiosira	900	300	1050		200	10500			500			300	
Thalassiosira rotula	1400	700				1500					2100	300	200

SRN Dunkerque station 3	14-jan	04-mar	24-mar	18-avr	30-avr	13-mai	26-mai	05-jun	24-jun	20-aoû	16-oct	25-nov	18-déc
<i>Asterionella glacialis</i>		2100	45150	10500		13650		1000		10500			
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>										360	2000		
<i>Biddulfia</i>	600									100			
<i>Cerataulina</i>		2100				1050	2100		100	200			
<i>Ceratium fusus</i>										600	100		
<i>Chaetoceros</i>	700	6000	23100			4200					5600	43400	
<i>Chaetoceros curvisetus</i>		245700	157500										
<i>Chaetoceros danicus</i>												16800	
<i>Chaetoceros sociale</i>			400										
<i>Coscinodiscus</i>	200	3150		1150	100			100		100	1400	8400	2200
<i>Nitzschia closterium</i>	700												
<i>Diploneis</i>											1400		
<i>Dtylum</i>	200	5250	11550								700	1400	100
<i>Eucampia zoodiacus</i>			100	800							1500	16100	
<i>Fragilaria islandica</i>	6000												
<i>Guinardia faccida</i>				3150		7350	4200			600	100		
<i>Gymnodinium</i>	300			1050			1050	1050		4200	700		
<i>Gyrodinium</i>		1050	2100		400	2100		1050	100	1050			
<i>Gyrodinium spirale</i>											200	100	
<i>Lauderia borealis</i>												9800	
<i>Leptocylindrus</i>								700	2500	3150	7000		
<i>Leptocylindrus minimus</i>											1200		
<i>Melosira</i>	15000	4200		2500			13650			2400			
<i>Naviculæ</i>	300		1050			1050			200	2100	2100		400
<i>Nitzschia longissima</i>	500	2100	2100	200				4200	100	100		2100	
<i>Noctiluca scintillans</i>								200					
<i>Biddulfia aurita</i>											1400		
<i>Biddulfia rhombus</i>											1400		
<i>Biddulfia sinensis</i>											1400	700	300
<i>Peridiniæ</i>		4200	1050		200	1050		1050		2100			
<i>Melosira sulcata</i>											40600	800	14000
<i>Phaeocystis globosa</i>			81000	3181000	547000								
<i>Plagiogramma</i>											8400		2000
<i>Pleurosigma</i>	300			100				100		100	400		100
<i>Porosira</i>		7350										11900	
<i>Prorocentrum micans</i>					100					300			100
<i>Nitzschia</i>			81900			28350	1050		300				
<i>Nitzschia delicatula</i>		31500		11550							1400		
<i>Nitzschia seriata</i>				7300							3500		
<i>Raphoneis</i>	400	100	1050						100		100		200
<i>Rhizosolenia delicatula</i>		3150	16800	11550		40950	31500	144900	29300	16800	8400	2100	100
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>		9450	8400	1000		9450		6300	500	8400		200	
<i>Rhizosolenia setigera</i>	100	5250	4200	100				3150	100	1050		700	100
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>				7000		72450	105000	4200	1500	47250		4900	100
<i>Skeletonema costatum</i>	1700					31500		900					
<i>Stauroneis membranacea</i>		8400	3200								4900	200	1000
<i>Stephanopyrix turris</i>											800	6300	
<i>Thalassionema nitzschioide</i>	900	7350	31500									2100	2200
<i>Thalassiosira</i>	1300	1850	2100			1050	1050		100	1050			
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>			86100										
<i>Thalassiosira rotula</i>						2100						1000	500

SRN Dunkerque station 4	14-jan	04-mar	24-mar	16-av	30-av	13-mai	26-mai	05-jun	24-jun	20-aoû	16-oct	25-nov	18-déc
<i>Asterionella glacialis</i>	2900		1600										800
<i>Bacteriastrium hyalinum</i>			400								1200	2800	
<i>Biddulfia</i>											300		
<i>Cerataulina</i>						4200	2100	1050	100				
<i>Ceratium fusus</i>									100	300			
<i>Chaetoceros</i>		3200						70350	2500		700		
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	200	200	23300				8400		1900		5400		
<i>Chaetoceros danicus</i>											700	2800	100
<i>Chaetoceros sociale</i>		1300		5250									
<i>Coscinodiscus</i>	100			200								1900	700
<i>Nitzschia closterium</i>				13650					400				
<i>Diploneis</i>											100		
<i>Dtylum</i>		900	900								200	1400	100
<i>Eucampia zoodiacus</i>				800							5600	3500	
<i>Guinardia flaccida</i>				4200		3150	14700		800	100		100	
<i>Gymnodinium</i>	400			500	700		2100	100	10500				
<i>Gyrodinium</i>				1000					3350	100			
<i>Lauderia borealis</i>												2200	
<i>Leptocylindrus</i>										1800	1200	2400	
<i>Leptocylindrus minimus</i>											18200	400	
<i>Melosira</i>	18000	500			500	4200			2500	600			
<i>Naviculæ</i>	400		200		100					100		100	200
<i>Nitzschia</i>											1400	700	
<i>Nitzschia longissima</i>	400		400	15750				2100	114400			1400	100
<i>Biddulfia aunita</i>	800												
<i>Biddulfia sinensis</i>	100										700	700	100
<i>Peridiniën</i>		100								200			
<i>Melosira sulcata</i>											15400	8400	8800
<i>Pediastrum</i>												100	
<i>Phaeocystis globosa</i>				6043000	651000								
<i>Plagiogramma</i>	4000										500		
<i>Pleurosigma</i>	200			100					100		700		
<i>Porosira</i>		400											
<i>Proto peridiniën</i>											100		
<i>Prorocentrum micans</i>										300	100	100	
<i>Nitzschia</i>			400		400	6300	3150						
<i>Nitzschia delicatula</i>				3150									
<i>Nitzschia seriata</i>				47250					700		300	700	
<i>Raphoneis</i>	200									100	100		160
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	200	200	400	14700		34650	57750	393750	130200	600	3500	7000	
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>		1000	400	2100		6300	7350	3150		200	100	700	
<i>Rhizosolenia setigera</i>	200	200						2100	100		300	300	
<i>Rhizosolenia stolterforthii</i>				5200		67200	84000	2100	23100	6900		3500	
<i>Skeletonema costatum</i>	2900					8400		11550	700				
<i>Stauroneis membranacea</i>			2500	5100			10500			2200	700	2800	
<i>Stephanopyrix turris</i>											300		
<i>Thalassionema nitzschiole</i>	3500	1500	4100									900	900
<i>Thalassiosira</i>	1000	600	400			1050	2100						
<i>Thalassiosira nordenskieoldii</i>			10900										
<i>Thalassiosira rotula</i>	700											2800	



SRN Boulogne parc10n	08-jan	11-mar	08-avr	21-mai	10-jun	24-jun	16-jul	18-aoû	15-sep	14-oct	03-nov	15-déc
Asterionella glacialis						5350					200	
Biddulfia		700		300	100					400	1000	
Cerataulina			10500		200					100		
Chaetoceros		22400			3000		26250	29400	500	4300	1900	
Chaetoceros curvisetus		4200	5250	8400	1600	8400			900	800		
Chaetoceros sociale		800	15750		500	547000		26250				
Diatomées		9800	1050									100
Dinophycées					100							
Coscinodiscus	200											
Diploneis								1050				
Dtylum		2800	1050						700	100	100	
Eucampia zoodiacus		13300	23100							900		
Gonyaulax								1050				
Guinardia flaccida				2100	300	700	2100				200	
Gymnodinium			3150	2100	500	2100		4200	200			
Gyrodinium			2100	7350		1050	2100					
Lauderia borealis		9800	11550					8400		100		
Leptocylindrus					900	294000	143850	30450	100	1600	800	
Melosira	3400				800	3150			1700	400	1800	2900
Naviculae	100	1400	1050		100		1050	1050	200	200	100	
Nitzschia longissima			1050	14700		7350	4200	1050	100			
Noctiluca scintillans								1050				
Biddulfia rhombus						100						
Peridinium	100	1400	4200	5250	400	1050		3150				
Phaeocystis globosa					4000							
Pleurosigma				1050		200						
Procentrum micans			1050			100		2100	100			
Nitzschia									900	1000		100
Nitzschia delicatula			26250	562800				1050	1700			
Nitzschia seriata								17850				
Raphoneis	200	1400	1050		200	5250				200	200	
Rhizosolenia delicatula	800	9800	165900	4200	9000	11550	7350	26250	700	200	1700	
Rhizosolenia shrubsolei		700	5250	12600	200	200	4200	231000				
Rhizosolenia setigera	100	5600	100					2100	200	200		
Rhizosolenia stolterforthii			31500	71400	600	43050	364350	56700	100			
Skeletonema costatum	800					4200			400			
Stauroneis membranacea			1200									
Thalassionema nitzschiolde	300	7700							400		300	
Thalassiosira	100	16100	3600		200			4200	1500			500
Thalassiosira rotula	200	46200	40950	10500		1700			2300	800		300

SRN Boulogne station 2	08-jan	11-mar	08-avr	21-mai	10-jun	24-jun	16-jul	18-aoû	14-oct	03-nov	15-déc
Asterionella glacialis						200					
Bacteriastrium hyalinum										2500	
Biddulphia	200									700	100
Cerataulina											100
Ceratium fusus						100				100	
Chaetoceros		3500	14700		600	13100		300	900	800	
Chaetoceros curvisetus		400				1600			3400		
Chaetoceros sociale		700	8400			14500					
Diatomées						100					
Dinophycées		100									
Coscinodiscus		100	1050								200
Dictyocha						100					
Diploneis								100	100	100	
Distephanus speculum							1050				
Dtylum		300								100	500
Eucampia zoodiacus			33600		1500				600		
Guinardia flaccida			4200	900	600	800	2100				
Gymnodinium				100	400	300	2100	500			
Gyrodinium	100	100				200					
Lauderia borealis			73500								
Leptocylindrus					1300	35000	156450		2200		
Melosira	1700	2000		800	800			700	1800	400	3700
Naviculae	400	100	1050	200	100			300	100	400	300
Nitzschia longissima			1050			1000	9450		100		
Peridinién		200	2100			400		200			
Pleurosigma						400					
Porosira		400									100
Prorocentrum micans		100	1050				2100	200			
Nitzschia				4400					3300	100	
Nitzschia delicatula			6300			3000					
Protiste			1050								
Raphoneis	200	200			100			100	100	100	200
Rhizosolenia delicatula		1600	201600	1300	11000	5000		2100	300	600	
Rhizosolenia shrubsolei			2100	900	2200		1050	7100	200		100
Rhizosolenia setigera		400	2100						200		100
Rhizosolenia stolterforthii				9700		77100	260400	1800			200
Skeletonema costatum	1300					600					400
Stauroneis membranacea					1700		11550		100	200	300
Stephanopyrix turis									300	900	
Thalassionema nitzschioide	300	8500	5250	800							2100
Thalassiosira	100	12100	8400						600	100	300
Thalassiosira rotula		17500		1000		400					700

SRN Boulogne station 3	08-jan	11-mar	08-avr	21-mai	10-jun	24-jun	16-jul	18-aoû	15-sep	14-oct	03-nov	15-déc
<i>Asterionella glacialis</i>						12600						700
<i>Bacillaria paradoxa</i>											400	
<i>Biddulphia</i>						100						600
<i>Cerataulina</i>								100				
<i>Ceratium fusus</i>						100				600		
<i>Chaetoceros</i>		900		4158		39900	2100		80850			
<i>Chaetoceros curvisetus</i>		5100								3200		
<i>Chaetoceros sociale</i>		1000				396900			262500			
Dinophycées					200					100		
<i>Diploneis</i>	100											
<i>Dylum</i>		100							25200	200	300	600
<i>Eucampia zoodiacus</i>									1050	2500		
<i>Guinardia flaccida</i>			100	300	600	8400	5250					
<i>Gymnodinium</i>				462	100	3150	1050	800	1050	100		
<i>Gyrodinium</i>			200			6300			1050			
<i>Lauderia borealis</i>			900						11550			
<i>Leptocylindrus</i>				4158	2000	306600	75600		9450	200		
<i>Melosira</i>	400							1700			2500	2600
Naviculæ	200	100			100					100	200	100
<i>Nitzschia longissima</i>			100	462			4200		1050			100
Perdinien		100	300		100	1050		200	2100	100		
<i>Pleurosigma</i>		100		462		500						
<i>Porosira</i>		1100							2100			
<i>Proocentrum micans</i>		100				1050	1050					
<i>Nitzschia</i>			300				18900	2300		2100		
<i>Nitzschia delicatula</i>						23100			237300			
<i>Nitzschia seriata</i>						200						
Raphoneis					100				1050		100	400
<i>Rhizosolenia delicatula</i>		400	10900	2310	7600	42100		400	7350	1600	200	
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>		600	200	5082				1300		100		
<i>Rhizosolenia setigera</i>	200	100	100						2100		100	100
<i>Rhizosolenia stouterforthii</i>				29560	200	63000	399000	900	4200			700
<i>Skeletonema costatum</i>	1000			3696					10500			
<i>Stauroneis membranacea</i>		200					25200			1100		200
<i>Thalassionema nitzschiolde</i>	400	2000							21000	400		1500
<i>Thalassiosira</i>					100				9450		300	
<i>Thalassiosira rotula</i>	100	400				1100			59850			600

SRN	Baie de Somme bif	23-jan	27-fév	07-mar	21-mar	07-avr	24-avr	12-mai	22-mai	05-jun	24-jun	08-jul	07-aoû	15-sep	31-oct	14-nov	19-déc
Actinocyclus	undulatus				400						100						
Asterionella	formosa			600		10000	17500						800				
Asterionella	glacialis	700		7500		482500	823750	131250	297500	1882500	677500	725000	697500	745000	1481250	261250	20500
Biddulphia													2500				
Biddulphia	alternans												3750			15000	
Cerataulina						1000	2400	5000	1250	17500	3750		2500				
Ceratium	fusus															100	
Chaetoceros		3200				8750				1000	11250	6000	63750		22550		
Chaetoceros	curvisetus	5000		1200	3000												
Chaetoceros	danicus	1250		3750	2500										11250	2500	
Chaetoceros	decepiens	1200															
Chaetoceros	socialis										298750	15000	60000	15000			
Euglenes								1250	2500	200		100	100	1250			
Coscinodiscus		2500	100	100	2500	2500	100	1250				100	1250	100	200	2500	600
Dictyocha		1250													100		
Diplopsalis												100					
Ditylum		1250		1000	6250	23750		200	100				400	100	5000	10000	1900
Eucampia	zoodiacus					7500	1100					400	5000		172500	8600	
Guinardia	flaccida						1250	8750	5000	100	100	7500				300	
Gymnodinium												100	100				
Gyrodinium	spirale					300			500	800	100	1200	400	200	100		
Lauderia	borealis			400	6250	48750						10000	2700		400	15000	
Leptocylindrus										6100	86250	30000	60000	5000	13750	3200	
Leptocylindrus	minimus													600	18750		
Melosira		400										2300					700
Naviculae		2500			1250	8750	2500	300		1250	5000	1250	2500		100		100
Nitzschia						2500	448750	3750	3750	10000	1250	5000			2500	1250	
Nitzschia	longissima	1250			3750	11250	17500	5000	3750	3750			7500	1250		1250	
Noctiluca	scintillans												100				
Biddulphia	aurea		2500		8750	5000	5000	200	100								700
Biddulphia	regia	200	600	500	7500	15000	2500	22500	3750	5000	11250	200	7500	1250	5000	15000	1900
Biddulphia	rhombus	1250	3750	500	2500					1250	200	100		17500		200	
Biddulphia	sinensis	100														2500	5000
Melosira	sulcata	32500	7500	700	23750	26250	5000	16250	2300	6250	2900	7500	1000	2500	2200	32500	9600
Pediastrum													100	1250			
Phaeocystis	globosa	540000				366800	6,2E+07	2,8E+07								80000	
Plagiogramma					1300	17500	800		1500				800		6250		
Pleurosigma			5000	400		2500	300	5000	500		100						
Porosira				12500	18750	5000											
Proto perdinien						100				300		100	200	300			
Prorocentrum	micans					400							1400	1300	200		
Nitzschia	delicatula							2532500	417500			8750	6250	11250	2500		
Nitzschia	seriata					500						2200	1300	45000	32500		
Raphoneis		2500		100	1250	2500	2500	100	3750	1250		100	1250	1250	1250		600
Rhizosolenia	delicatula	8750			1250	106250	500	11250	40000	200		12500	126250	100	68750	13750	
Rhizosolenia	shrubslei						7500	7500	12500	100	500	7500	11250	117500	100		
Rhizosolenia	setigera	800	200	1250	8750	10000							1250		2500	100	200
Rhizosolenia	stoilferthii	200				6250	61250	16250	18750			156250	6250		4200	3750	
Scenedesmus				2500			1250	3750	5000	100		800	6250	2500	1250		
Scrippsiella						500			200	400		300	100				
Skeletonema	costatum	2500		1500													1000
Stauroneis	membranacea					2500	7500					100	500		6250	600	500
Stephanopyrix	turris														1900		
Synedra		300	100	2500	6250	5000	3750			1250		1250			100	100	400
Thalassionema	nitzschioi	46250		8750	137500	66250	2500	27500	25000				7500		17500	1100	7200
Thalassiosira		18750	10000	11250	5000	5000			200					1200			
Thalassiosira	rotula	30000	1250	42500	80000			12500			5000		700	800		600	3000

SRN Baie de Somme atao	15-jan	23-jan	27-lev	07-mar	21-mar	07-avr	24-avr	12-mai	22-mai	05-jun	24-jun	08-jul	07-aoû	02-sep	15-sep	31-oct	14-nov	19-déc
<i>Actinocyclus undulatus</i>			1250															
<i>Asterionella formosa</i>	400			400	700		7500											
<i>Asterionella glacialis</i>	6100	26250	5000	5500	40000	31250		36250	462500	6250	1800	236250	12500	35000		26250		2300
<i>Biddulphia alternans</i>																		
<i>Cerataulina</i>						1300	600		500	6250	1250		100				2500	
<i>Ceratium fuscus</i>										100								
<i>Chaetoceros</i>		14550		2800	800	1000				800	6250	8800	36250		5000	1400	6250	100
<i>Chaetoceros curvisetus</i>	4400	1100			300	25000								235000	17500			
<i>Chaetoceros danicus</i>	500	300		1250	300	7500								600	1100	1500		
<i>Chaetoceros decipiens</i>	300				500									700				
<i>Chaetoceros sociale</i>											957500	187500	43750	280000	20000			
<i>Euglènes</i>											1250	1250	2500					
<i>Coscinodiscus</i>	900	1100		1250	2500	1250					1250		1250	1250	200	500	8750	1300
<i>Dictyocha</i>	100															100		
<i>Diploëis</i>															200	100		
<i>Diplopsalis</i>												300	400					
<i>Dylum</i>	600	400	100	300	1500	1250	2500	100	100				200	300	100	3750	1250	1800
<i>Eucampia zoodiacus</i>						3100							10000			225000	100	
<i>Guinardia flaccida</i>						200	1250	6250	13750		100	2500			100	100		
<i>Gymnodinium</i>										300	1100	100	100					
<i>Gyrodinium spirale</i>		100			300	1400	200		100	1400	700	1400	300		300	200	100	
<i>Lauderia borealis</i>				1400	2900	33750	600		3750		500	1900	7500	1300		500		
<i>Leptocylindrus</i>							500		1100	7500	176250	36250	53750	23750	10000	26250	3750	
<i>Leptocylindrus minimus</i>														15000	5000	11250		
<i>Melosira</i>		3750																
<i>Naviculae</i>		100		1250		2500			2500		300		5000	6250	1250			
<i>Nitzschia</i>								386250		11250	13750		5000					
<i>Nitzschia longissima</i>	1250			1250	2500	2500	3750	2500	28750		1250	5000	11250	1250	5000	1250	1250	
<i>Noctiluca scintillans</i>																300		
<i>Biddulphia surfta</i>					400				1250									
<i>Biddulphia regia</i>			1350		2000			100	400	3750	1250	100	400			400	5000	
<i>Biddulphia rhombus</i>		100	1000	1250	400	1300	2500					13750	100		300	200	5000	2400
<i>Biddulphia sinensis</i>																6250	1250	200
<i>Melosira sulcata</i>	7500	2400	12500	3750	6250	6250	5700	7500	6000		18750	1200		40000	18750	1300	80000	14800
<i>Pediastrum</i>									100			1250						
<i>Phaeocystis globosa</i>	4500	54000			878100	3,5E+07	2063500				27000					30000		
<i>Plagiogramma</i>							7500											
<i>Pleurosigma</i>	200		1250	6250		1250	1250		300		2600	100			100			
<i>Podosira</i>																		300
<i>Porosira</i>				4200	5000	1600						1400						
<i>Proto peridiniën</i>						100				600	200	100	100	100	500	100		
<i>Prorocentrum micans</i>					100	500					2000	4700	2400	200	500			
<i>Nitzschia delicatula</i>								266250	1506250		6250	27500	8750	3750				
<i>Nitzschia seriata</i>						900					12500	8750	22500	126250	17500	3750		
<i>Raphoneis</i>	5000	11250	1250	13750	2500	8750	2500		1250	10000	3750	300	200	12500	600	5000	42500	1200
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	5000	7500			200	122500	17500	2500	82500		27500	6250	87500	5000	1250	37500	3750	
<i>Rhizosolenia fragillissima</i>						300							5000					
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>						3750	2500	8750	15000		500	30000	1250	31250	156250	2500	2500	200
<i>Rhizosolenia setigera</i>	2500	5000	1250	3750	5000	6250							10000	3750	2500	500		500
<i>Rhizosolenia stotterforthii</i>	500					2000	63750	15000	1250	200	25000	127500	1250			12500	2500	
<i>Scenedesmus</i>						1250			5000	3750	1250	3750	3750					
<i>Scrippsiella</i>						900						200				100		
<i>Skeletonema costatum</i>	4300	7500		7500				500		600								
<i>Stauroneis membranacea</i>	200			200		1250	1250			600	200	1250	100	100		10000	1250	
<i>Stephanopyrix turris</i>																12500		
<i>Streptothecha thamensis</i>						500												
<i>Synedra</i>	1250		1250	3750	6250	200	1250											
<i>Thalassionema nitzschiolde</i>	7500	75000	43750	11200	21250	11250		2700			400	800	23750	7500		400	400	11100
<i>Thalassiosira</i>	16250	4800	1900	11250	20000	8750		300					800	7500				
<i>Thalassiosira rotula</i>	3750	27500	7500	36250	93750	600		5800			10000		6900	1250			900	2200

SRN Baie de Somme MER1	23-jan	27-fév	07-mar	21-mar	07-avr	24-avr	12-mai	22-mai	05-jun	24-jun	08-jul	07-aoû	15-sep	31-oct	19-déc
Actinopterychus undulatus					200										
Asterionella formosa				700								200			
Asterionella glacialis	8800	6100	1100	2000	1250	12500	37500	2500			88750	13750		3750	2800
Bacillaria paradoxa		600													
Biddulphia alternans											400				
Cerataulina					11250	2500	2500		2500	2500		2500			
Chaetoceros	800		3800	2800			10000			55000	5000	21250		4800	300
Chaetoceros curvisetus	3200		21250	2400	1900							1000	1100		
Chaetoceros danicus	1250	100	1250	1250	3750								3750	1100	
Chaetoceros decipiens	600			1200											
Chaetoceros sociale					8000					1473750	56250	1800	46250		
Euglènes							1250								
Coscinodiscus	2500	200	100	5000	1250		1250	100	1250	1250				500	900
Dictyocha	2500													1250	
Diplopsalis												200	200		
Dtylum	1250	100	700	3750	400	1250	100					300	300	1250	2800
Eucampia zoodiacus					3000	17500						6250	5000	211250	
Guinardia flaccida	100					1250	3600	6250	900		1250			300	
Gymnodinium										1900	100				
Gyrodinium spirale		100		100	400				1400	400	500		200	400	
Lauderia borealis				1600	50000					800		2500		1100	
Leptocylindrus						300			35000	381250	46250	20000	6000	5000	
Leptocylindrus minimus													16250	16250	
Melosira	1600														
Naviculae	1250			1250	1250					200		5000	1250	100	
Nitzschia					7500	47500			2500	2500	11250			400	
Nitzschia longissima			1250	100	3750		10000	1250		5000	2500	8750		1250	100
Biddulphia aurita				10000											
Biddulphia regia	100	100		2800			300								200
Biddulphia rhombus		7500	5000		500	200	600	200	400	2500		200	700	700	
Biddulphia sinensis														5000	
Melosira sulcata		7500	800	1800	6250	5200	5000		400	3750		600	37500	900	21600
Pediastrum				200											
Phaeocystis globosa						451000	316000								
Plagiogramma															1200
Pleurosigma	100	10000	8750	100	100	1600	1250	400	400	400		200	1350		100
Porosira			20000	25000	27500						900				
Proto peridinien					100			100	300	100	100	100	200	100	
Prorocentrum micans		100			400					500	1600	1000	700	100	100
Nitzschia delicatula							700000	113750		32500					
Nitzschia seriata		400			6250					4200	10000	3750	28750		
Raphoneis	1250	8750	1250		26250	6250			1250	3750			1250	26250	900
Rhizosolenia delicatula	18750			5000	93750	5000	21250	88750	56250	17500	12500	78750	13750	40000	
Rhizosolenia fragilissima					1600										
Rhizosolenia shrubsolei		100			1250	8750	11250	7500	1250	300	47500	500	57500	1250	200
Rhizosolenia setigera	5000	5000	5000	2500	7500							900	1250	1250	300
Rhizosolenia stolterforthii	600					35000	42500	18750	3750	51250	222500	27500		11250	
Scenedesmus				10000			800	100			3750	3750			
Scrippsella			100	100	800									100	
Skeletonema costatum	6800	15000	2100	7500			400								1500
Stauroneis membranacea				100	1100	5000	200	100		5000	500			6250	100
Stephanopyrix turris														10000	
Synedra	100		1250	8750		100									
Thalassionema nitzschioides	18750	5000	6100	77500	12500	2500	5000			7500	600	14900			10000
Thalassiosira	28750	2300	900	4400	1300		5000								200
Thalassiosira rotula	19700	13750	100000	56250			1800			7500	600				2500

SRN Baie de Somme MER2	23-jan	27-fev	07-mar	21-mar	07-avr	24-avr	12-mai	22-mai	05-jun	24-jun	08-jul	07-aoû	15-sep	31-oct	14-nov	19-déc
Actinoptychus undulatus				2500												
Asterionella glacialis	17500		4500	36250	27500	2500	1250									
Biddulphia															100	
Biddulphia alternans													1250	1250	2500	
Cerataulina					3750	7500	1500	3750	2500	6250		400				
Chaetoceros	11250	900			13700				400	4650	2700	5800	5500	5500		3400
Chaetoceros curviretus	1450			2100	3700								31250	31250		
Chaetoceros danicus	2500	1250	1250	5000	2500							900			7500	
Chaetoceros decipiens				2400												
Chaetoceros sociale										992500		5000	58750	58750	20000	400
Coscinodiscus	1250	100		7500			200			200			1250	1250	2500	1200
Dictyocha		100	2500							1250	1250				1250	100
Diplopsalis												100				
Ditylum	300	200		8750	1250							100	6250	6250	2500	1800
Eucampia zodiacus					300	1800						4600	3600	3600	5800	
Guinardia flaccida	100					1250	6250	7500	2500	1000	3750		1250	1250	100	
Gymnodinium										600		600				
Gyrodinium spirale	100		100	200	400			200	600	300	400	400	200	200		
Lauderia borealis			1700		5000	600				700	500	2500			10000	
Leptocylindrus						3750			8800	443750	62500	22500	10000	10000	31250	
Naviculae			1250		1250		100			1250	100	2500	2500	2500		100
Nitzschia				400	1250	93750				1250					16250	500
Nitzschia longissima		1250			1250		1250	100				100	7500	7500	2500	
Biddulphia aurita				2500												
Biddulphia regia			2500													2500
Biddulphia rhombus	200	900	600		600	2500		200		1250			200	200	600	400
Melosira sulcata		1700	3100			10000	200	2600		10000			5400	5400	51250	6400
Phaeocystis globosa					129400	306500	1994500									
Plagiogramma		1500	7500													
Pleurosigma	100	7500	11250	100	1350	1250	2500	1250	400	100			2500	2500		
Podosira															100	
Porosira			10000	45000	1000											
Proto peridinium		300	300		3950	100	2500		400				200	200		100
Prorocentrum micans				2500												
Nitzschia delicatula			300				137500	93750		31250	1400	1200	200	200		
Nitzschia seriata					11250					6250	5000	11250	61250	61250		
Raphoneis	20000	26250	20000	1250	3750	500	1250	1250	100	1250			7500	7500	41250	1200
Rhizosolenia delicatula	25000		1300	2500	75000	200	8750	47500	98750	3750	13750	47500	5000	5000	13750	
Rhizosolenia fragilissima					2500				5000							
Rhizosolenia shubsolei					1200	5000	11250	8750	400	800	16250	6250	27500	27500	2500	
Rhizosolenia setigera	5000	2500	5000	8750	2500							1250	2500	2500		400
Rhizosolenia stollerforthii					200	26250	46250	21250	1200	65000	111250	43750	6250	6250	6250	
Scenedesmus											3750					
Scrippsiella				600	200				200	200		200	100	100		
Skeletonema costatum	36250	28750	4300	5000											600	800
Stauroneis membranacea				100	2500	2500	300			1250	300				100	
Synedra			100	2500	1250											
Thalassionema nitzschioide	30000	11800	12500	115000	200	11250	800					35000			7500	7400
Thalassiosira	22500	48750	800	5100												
Thalassiosira rotula		8750	17500	85000			5000			10000	300	2500	12500	12500		4400

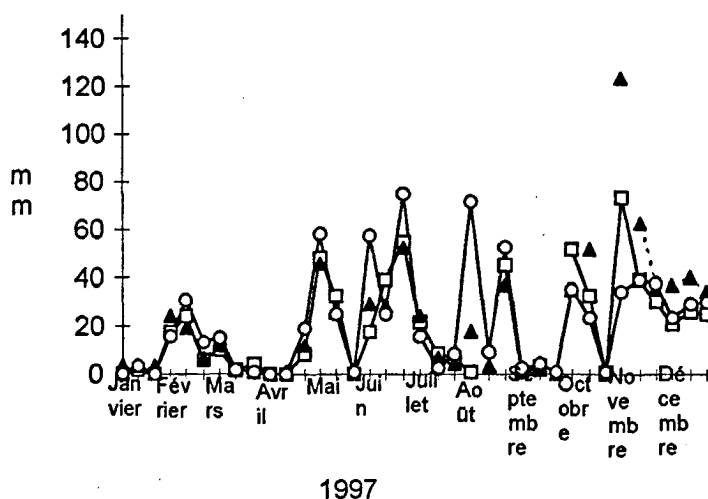
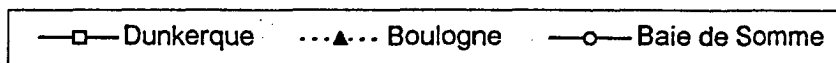
## ANNEXE 3

*Pluviométrie par décade  
à Dunkerque, Boulogne et Baie de Somme*



MOIS	Dunkerque	Boulogne	Baie de Somme	moyenne	écart type
Janvier	0	3,6	0,4	1,33	1,97
	1,8	3,6	3,4	2,93	0,99
	0,4	3,4	0,4	1,40	1,73
Février	17,8	24,2	15,8	19,27	4,39
	24	19,4	30,8	24,73	5,74
	6	6,6	13,2	8,60	3,99
Mars	9,6	11,6	14,8	12,00	2,62
	1,8	1,6	1,4	1,60	0,20
	4,2	1	1,2	2,13	1,79
Avril	0	0	0,2	0,07	0,12
	0	1,2	0	0,40	0,69
	8,6	11,6	19,2	13,13	5,46
Mai	48,6	45,8	58	50,73	6,43
	32,6	26,2	25,4	28,07	3,95
	0	0,2	1	0,40	0,53
Juin	17,2	28,8	57,8	34,60	20,91
	39,4	28	25,2	30,87	7,52
	54,8	52,8	74,8	60,80	12,17
Juillet	22	24,4	15,8	20,73	4,44
	8,2	6,7	2,2	5,70	3,12
	6,8	4,2	8,4	6,47	2,12
Août	1	17,4	71,6	30,00	36,95
	?	3,2	8,8	6,00	3,96
	44,8	36,8	52,2	44,60	7,70
Septembre	1	1	2,8	1,60	1,04
	3	2	4,4	3,13	1,21
	?	0,2	1	0,60	0,57
Octobre	51,4	35,2	35	40,53	9,41
	32,6	52	23,6	36,07	14,51
	0,8	0,4	0,8	0,67	0,28
Novembre	73,6	123,4	33,8	76,93	35,21
	39	62,2	39,4	46,87	16,40
	30,2	35,4	37,6	34,40	3,68
Décembre	20,6	36,4	23	26,67	11,17
	25,6	40,4	29	31,67	10,47
	24,8	34,4	29,6	29,60	6,79
somme	652	785,3	762	735,30	250,23

Pluviométrie décadaire en 1997 (en mm).



pluviométrie décadaire

Il est tombé en moyenne 735,30 mm d'eau sur le littoral durant l'année 1997, soit 163,81 mm de plus qu'en 1996, ce qui représente 22 % de précipitations de plus qu'en 1996. La plus grande différence se situe en Baie de Somme où on relève 762 mm d'eau en 1997 contre 414,4 mm en 1996. A Boulogne, les valeurs évoluent dans le même sens (785,3 mm contre 583,6 mm en 1996). De même, à Dunkerque, les valeurs ont tendance à augmenter mais différemment des autres radiales (652 mm contre 500.4 mm).

Les mois de janvier, mars, avril et septembre ont été les plus secs. Le mois de novembre a été le plus humide avec un maximum de 123,4 mm à Boulogne.

Les premiers mois du printemps sont relativement secs, puis on assiste à plusieurs légers pics durant la période estivale (60,8 mm de moyenne pour la dernière décade de juin). Enfin, on trouve des pluies importantes durant l'automne avec des valeurs moyennes supérieures à celles de 1996.

# ANNEXE 4

## Calendrier des sorties

Dates	Dunkerque	Boulogne	Baie de Somme
Janvier	14/01/97	08/01/97	23/01/97
Février			27/02/97
Mars	04/03/97 24/03/97	11/03/97	07/03/97 21/03/97
Avril	16/04/97 30/04/97	08/04/97	07/04/97 24/04/97
Mai	13/05/97 26/05/97	21/05/97	12/05/97 22/05/97
Juin	05/06/97 24/06/97	10/06/97 24/06/97	05/06/97 24/06/97
Juillet	22/07/97	16/07/97	08/07/97
Août	20/08/97	18/08/97	07/08/97
Septembre	11/09/97	15/09/97	15/09/97
Octobre	16/10/97	14/10/97	31/10/97
Novembre	25/11/97	03/11/97	14/11/97
Décembre	18/12/97	15/12/97	19/12/97

Calendrier des sorties SRN pour l'année 1997.

# 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, 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 N. LOCQUET, - juillet 1995, 71 pp.
- « Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord/Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1995. »  
G. DELINIERES, B. HITIER, R. OLIVESI, R. DELESMONT, M. MOREL, N. LOCQUET - juin 1996,  
49 pp.
- « Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord/Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1996. »  
S. TRUFFIER, B. HITIER, R. OLIVESI, H. RYBARCZYK, R. DELESMONT, M. MOREL - juin 1997,  
62 pp.
- Le littoral de la Région Nord/Pas-de-Calais, "Qualité du milieu marin" juillet 96 - 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.