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

Bilan de l'année 1999

Rapport réalisé en collaboration par :

MEIRLAND Antoine / IUT Environnement Boulogne sur mer

DELESMONT Régis / Institut Pasteur Gravelines

HITIER Benoist / IFREMER Boulogne sur mer

LEFEBVRE Alain / IFREMER Boulogne sur mer

LOQUET Nicolas / GEMEL Saint Valery sur Somme

MOREL Marc / IFREMER Boulogne sur mer

OLIVESI René / IFREMER Saint Valery sur Somme

Avec l'aide des moyens nautiques de :

Services Maritimes de Boulogne / Calais

Services Maritimes du Nord

Sport Nautique Valéricain

Pour les prélèvements

Et des laboratoires de :

IFREMER Boulogne et Saint Valery sur Somme

GEMEL Saint Valéry sur Somme

Institut Pasteur Gravelines

Pour les analyses.

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....3

1. PRÉSENTATION DU SUIVI RÉGIONAL DES NUTRIMENTS EN 19995

1.1. LES RADIALES.....5

1.2. FRÉQUENCE DES PRÉLÈVEMENTS5

1.3. PARAMÈTRES ÉTUDIÉS ET ANALYSES.....6

2. COMPARAISON INTRA RADIALE 11

2.1. DUNKERQUE..... 12

2.1.1. *Température*..... 12

2.1.2. *Salinité* 13

2.1.3. *Turbidité*..... 14

2.1.4. *Matières en suspension* 15

2.1.5. *Matière organique* 16

2.1.6. *Chlorophylle a* 17

2.1.7. *Phéopigments*..... 18

2.1.8. *Ammonium* 19

2.1.9. *Nitrite* 20

2.1.10. *Nitrate* 21

2.1.11. *Phosphate*..... 22

2.1.12. *Silicate* 23

2.2. BOULOGNE-SUR-MER 24

2.2.1. *Température*..... 24

2.2.2. *Salinité* 25

2.2.3. *Turbidité*..... 26

2.2.4. *Matières en suspension* 27

2.2.5. *Matière organique* 28

2.2.6. *Chlorophylle a* 29

2.2.7. *Phéopigments*..... 30

2.2.8. *Ammonium* 31

2.2.9. *Nitrite*..... 32

2.2.10. *Nitrate* 33

2.2.11. *Phosphate*..... 34

2.2.12. *Silicate* 35

2.3. LA BAIE DE SOMME..... 36

2.3.1. *Température*..... 36

2.3.2. *Salinité* 37

2.3.3. *Turbidité*..... 38

2.3.4. *Matières en suspension* 39

2.3.5. *Matière organique* 40

2.3.6. *Chlorophylle a* 41

2.3.7. *Phéopigments*..... 42

2.3.8. *Ammonium* 43

2.3.9. *Nitrite*..... 44

2.3.10. *Nitrate* 45

2.3.11. *Phosphate*..... 46

SOMMAIRE

2.3.12.	<i>Silicate</i>	47
3.	PHYTOPLANCTON	48
3.1.	INTRODUCTION	49
3.2.	FLUCTUATIONS SAISONNIÈRES	49
3.3.	MÉTHODES	50
3.3.1.	<i>Choix des Taxons</i>	50
3.3.2.	<i>Indices calculés par point et par espèce</i>	50
3.3.2.1.	Indice de SANDERS	50
3.3.2.2.	Application de l'indice de SANDERS.	51
3.3.2.3.	Indice de SHANNON	54
3.3.2.4.	Interprétations graphiques de l'indice de SHANNON	55
4.	DISCUSSION	58
4.1.	COMPARAISON INTER RADIALE	59
4.1.1.	<i>Paramètres physico-chimiques et biologiques</i>	59
4.1.1.1.	Température et salinité	59
4.1.1.2.	Turbidité, matières en suspension et matière organique	59
4.1.1.3.	Chlorophylle <i>a</i> et phéopigments	59
4.1.1.4.	Nutriments	60
4.1.2.	<i>Phytoplankton</i>	61
5.	CONCLUSIONS	64
6.	ANNEXES	66
	ANNEXE 1	67
	ANNEXE 2	71
	ANNEXE 3	82
	ANNEXE 4	84
	ANNEXE 5	87
	ANNEXE 6	89
	ANNEXE 7	91

INTRODUCTION

L'enrichissement excessif des eaux de surface par les sels nutritifs et leur devenir dans le milieu marin préoccupe 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, le SRN (Suivi Régional des Nutriments) sur la façade du littoral Nord / Pas-de-Calais - Picardie.

Une synthèse des cinq premières années de fonctionnement du réseau confirmait en 1996 le schéma opérationnel de suivi sur les 3 radiales : Dunkerque, Boulogne-sur-mer et Baie de Somme.

Le présent rapport rappelle le principe de fonctionnement du SRN et établit le bilan des résultats des analyses effectuées au cours de l'année 1999. Il présente, radiale par radiale, l'évolution, au cours de l'année, des valeurs obtenues pour chaque paramètre et quelques éléments de comparaison inter radiale sont repris à la fin du document.

Enfin, le traitement concernant la variation des abondances du phytoplancton s'appuie sur les deux indices écologiques de SANDERS et SHANNON.

1. Présentation du suivi régional des nutriments en 1999

L'historique, les objectifs, les sites, les paramètres et les méthodes d'analyses ont été décrits en détail dans le rapport SRN 1992.

1.1. Les radiales

Au nombre de 3 : Dunkerque, Boulogne-sur-mer, Baie de Somme, les radiales sont constituées de 3 ou 5 stations de prélèvements positionnées selon un gradient côte-large. Les coordonnées des différentes stations sont précisées dans le tableau 1. Leurs positions sont indiquées sur les cartes 1, 2 et 3.

1.2. Fréquence des prélèvements

En 1999, tous les prélèvements prévus n'ont pu être réalisés en raison de conditions météorologiques défavorables et de problèmes techniques concernant les moyens nautiques. Ainsi, sur 16 sorties prévues seules 10 ont été réalisées en Baie de Somme, 12 à Dunkerque et 15 à Boulogne-sur-mer. Les moyens nautiques utilisés sont mis à disposition par le Port Autonome pour Dunkerque, par le SMBC (Service Maritime des ports de Boulogne et de Calais) pour Boulogne-sur-mer et par le Sport Nautique Valéricain pour la Baie de Somme. On retrouvera le calendrier des sorties en annexe 5.

1.3. Paramètres étudiés et analyses

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

- Température (en °C),
- Salinité (en P.S.U.),
- Turbidité (en N.T.U.),
- Ammonium (en $\mu\text{mol.l}^{-1}$),
- Nitrite (en $\mu\text{mol.l}^{-1}$),
- Nitrate (en $\mu\text{mol.l}^{-1}$),
- Phosphate (en $\mu\text{mol.l}^{-1}$),
- Silicate (en $\mu\text{mol.l}^{-1}$),
- MES (Matières En Suspension en mg.l^{-1}),
- MOP (Matière Organique Particulaire en mg.l^{-1}),
- chlorophylle *a* et phéopigments (en $\mu\text{g.l}^{-1}$),
- phytoplancton.

Les analyses sont effectuées dans les laboratoires de l'Institut Pasteur à Gravelines (radiale de Dunkerque), de l'IFREMER à Boulogne-sur-mer (radiale de Boulogne) et du GEMEL à Saint Valery sur Somme (radiale de la Baie de Somme).

Les méthodes d'analyses suivent les procédures décrites dans le manuel des analyses chimiques en milieu marin d'AMINOT et CHAUSSEPIED (1983), et sont, pour l'essentielles identiques pour les trois laboratoires.

L'identification et le dénombrement des espèces phytoplanctoniques ont été réalisés aux laboratoires de l'IFREMER à Boulogne et à Saint Valery sur Somme.

RADIALES STATIONS	DUNKERQUE	BOULOGNE	BAIE DE SOMME
Station 0			BIF Latitude : 50°12'88 Nord Longitude : 1°35'96 Est
Station 1			MIMER Latitude : 50°13'30 Nord Longitude : 1°32'40 Est
Station 2	RNO 1 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	ATSQ Latitude : 50°14'0 Nord Longitude : 1°28'50 Est
Station 3	RNO 3 Latitude : 51°06'70 Nord Longitude : 2°17'20 Est	OPHELIE OU APPROCHE 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	MER 1 Latitude : 50°13'60 Nord Longitude : 1°27'20 Est
Station 4	RNO 4 Latitude : 51°09'20 Nord Longitude : 2°15'10 Est	ZC1 Latitude : 50°45'02 Nord Longitude : 1°27'15 Est	MER 2 Latitude : 50°13'15 Nord Longitude : 1°26'75 Est

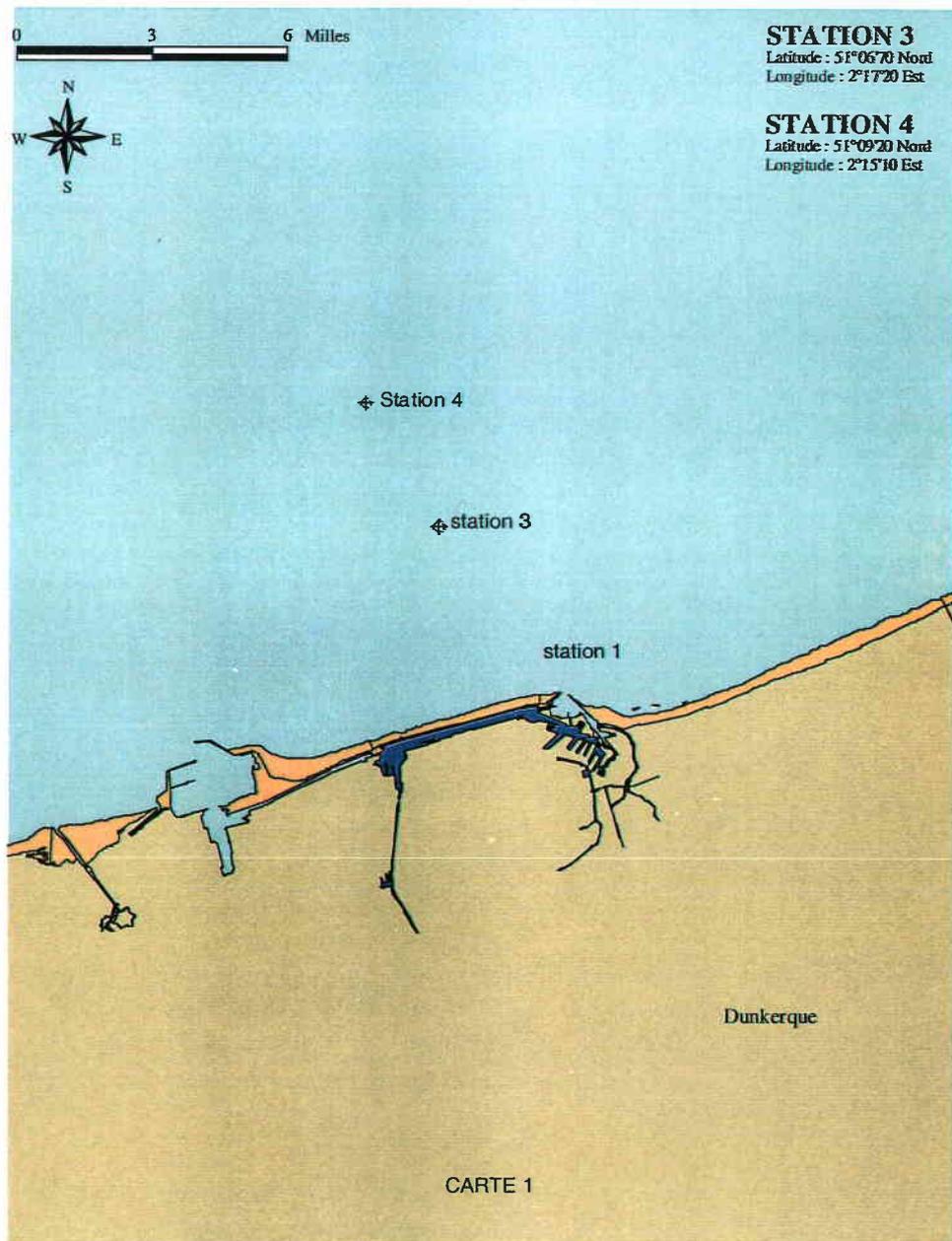
Tableau 1 : COORDONNEES DES STATIONS SUR LES 3 RADIALES

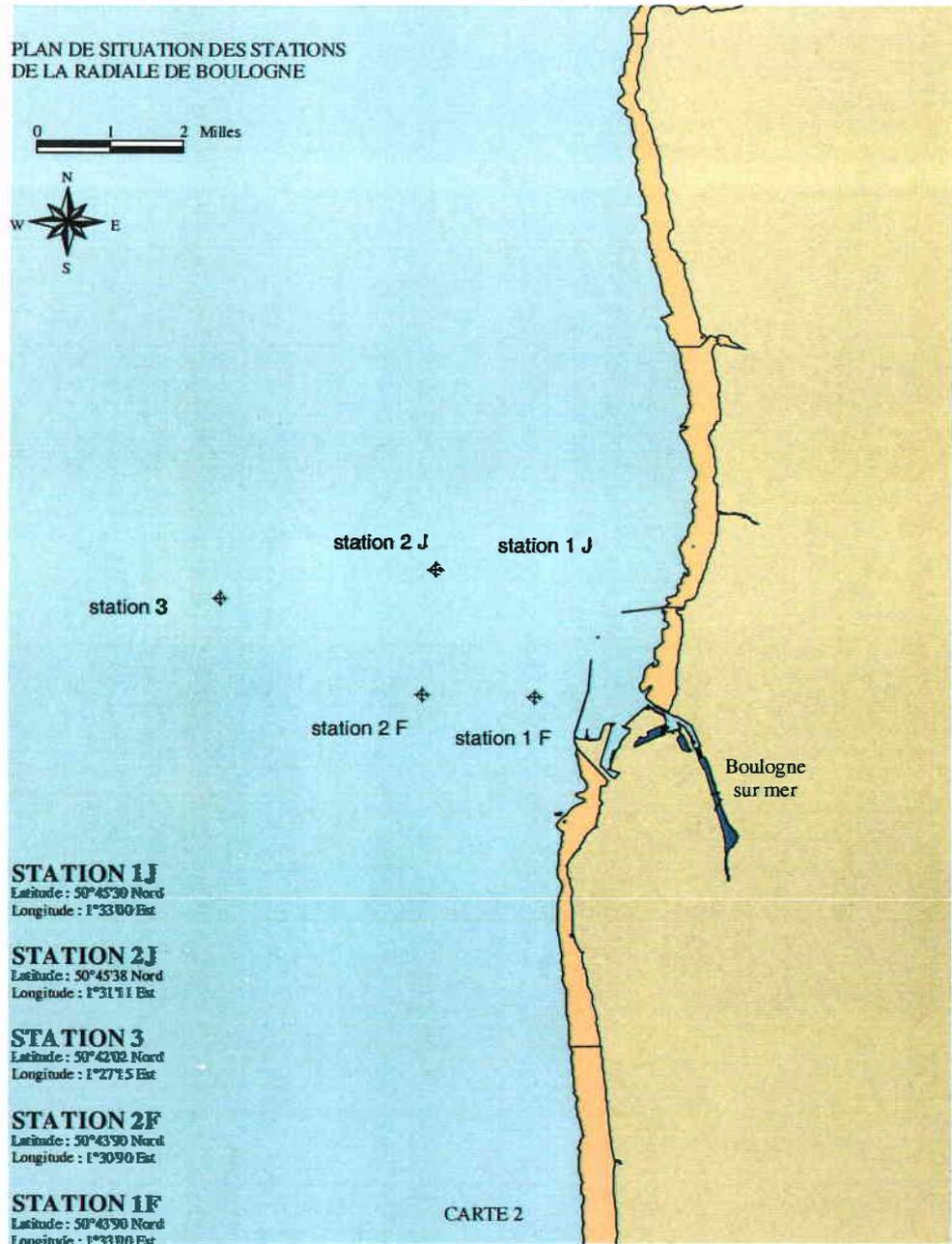
PLAN DE SITUATION DES STATIONS
DE LA RADIALE DE DUNKERQUE

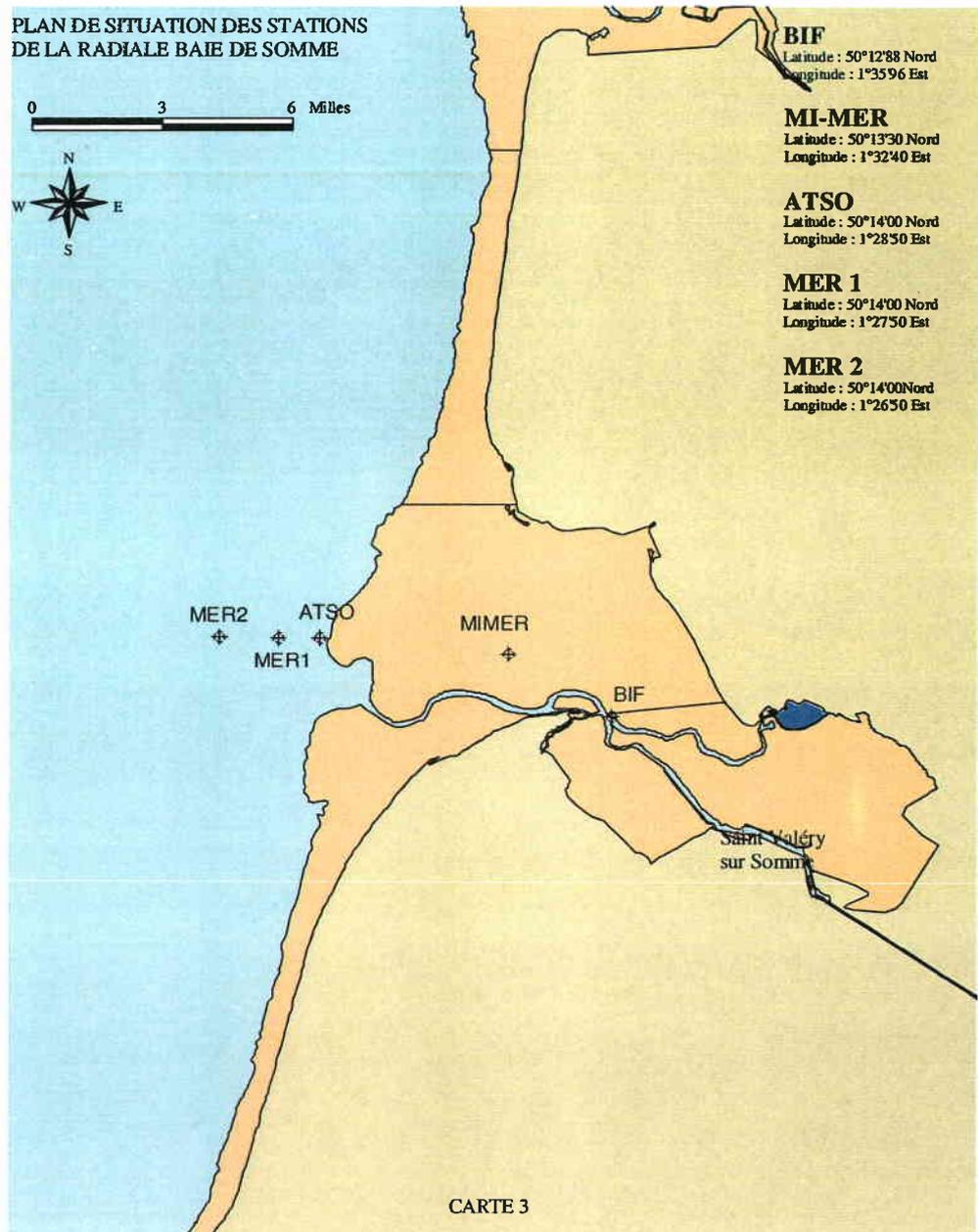
STATION 1
Latitude : 51°04'30 Nord
Longitude : 2°20'20 Est

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

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







2. Comparaison intra radiale

2.1. Dunkerque

2.1.1. Température

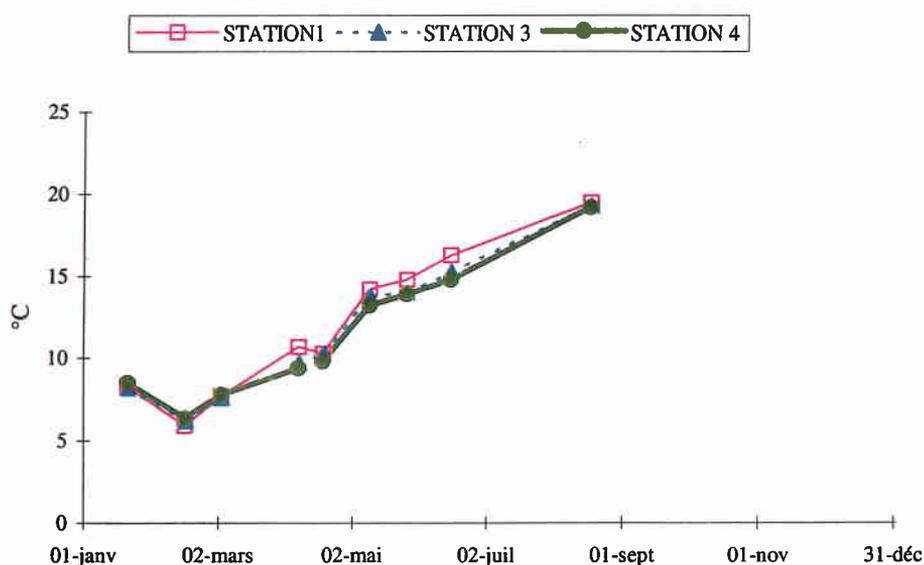


Figure 1. 1 : Dunkerque - Température

La valeur maximale mesurée (19,5°C) est enregistrée le 18 août à la station côtière ; les maxima des autres stations sont proches de cette valeur (19,3°C et 19,2°C). La température la plus faible est relevée le 15 février à la station côtière (5,9°C). Malgré l'absence de sorties après le 18 août, imputable à des problèmes techniques et aux contraintes météorologiques, cette année se caractérise par des valeurs supérieures aux mesures obtenues l'année précédente (max. : +2,5°C).

2.1.2. Salinité

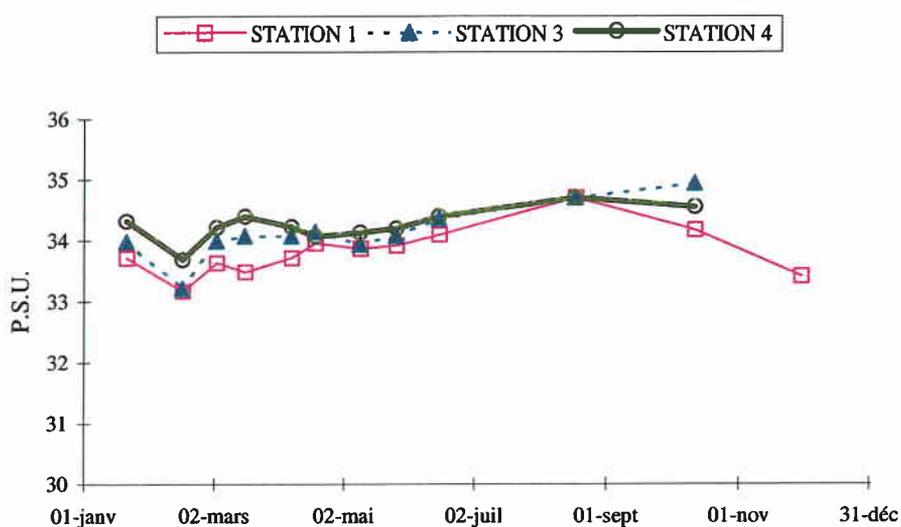


Figure 1. 2 : Dunkerque - Salinité

La salinité est un paramètre relativement stable tout au long de l'année. Il permet d'identifier les masses d'eau dans lesquelles le prélèvement a été effectué. La valeur maximale (34,93 PSU) est atteinte le 12 octobre à la station 3. La valeur minimale (33,16 PSU) est relevée le 16 février sur la station côtière. Le gradient côte-large de salinité est bien marqué (Δ Salinité moyen = 0,40 P.S.U.) au mois d'août où l'on observe une inversion des salinités entre la côte et le large, liée, peut-être, à la chronologie des prélèvements.

2.1.3. Turbidité

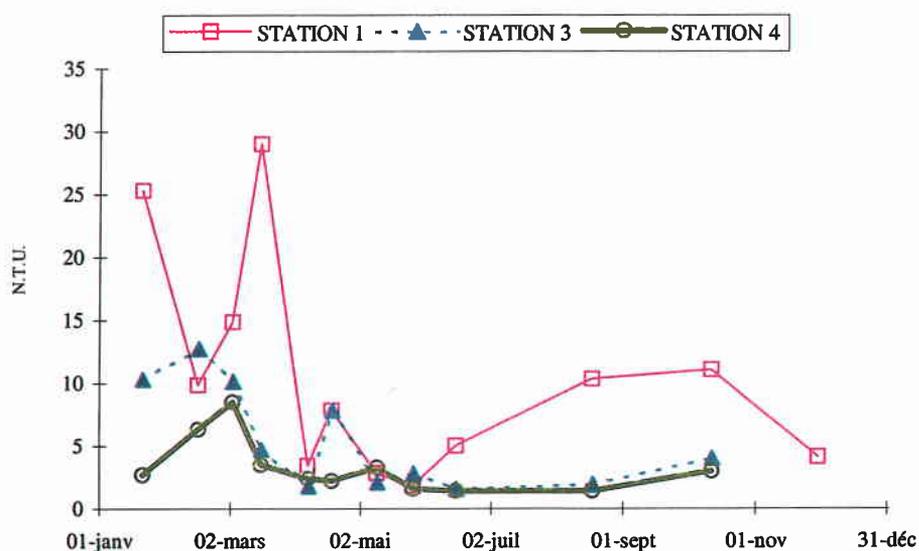


Figure 1.3 : Dunkerque - Turbidité

La turbidité est un paramètre éminemment variable. Au point côtier on relève un maximum de 29 N.T.U. le 17 mars et un minimum au large les 16 juin et 18 août (1,4 N.T.U.). Les valeurs maximales de turbidité observées résultent du brassage des eaux durant l'hiver et au début du printemps.

2.1.4. Matières en suspension

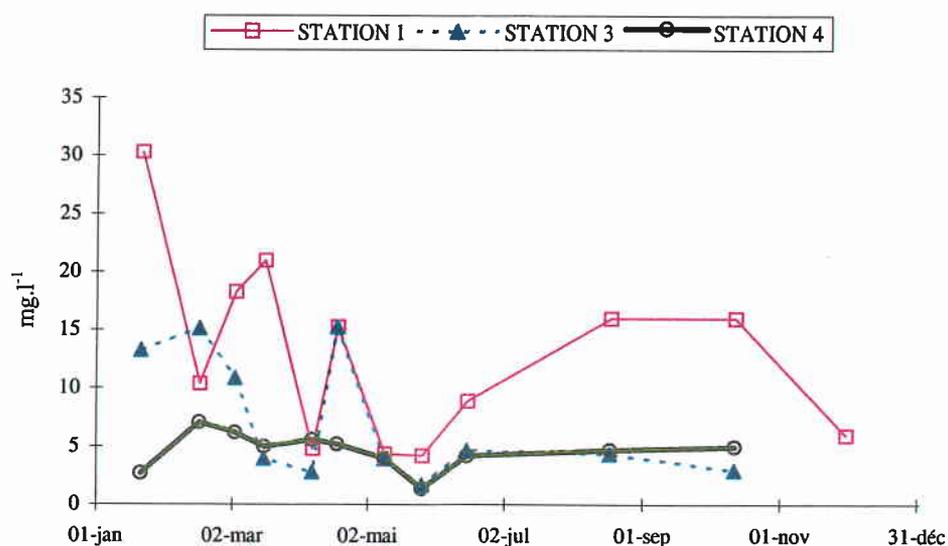


Figure 1. 4 : Dunkerque - Matières en suspension

MES et Turbidité sont deux mesures visant à évaluer les concentrations en matières en suspension dans le milieu. On observe en 1999 une réelle cohérence entre les deux courbes. Ces résultats sont particulièrement variables et résultent du brassage des eaux lors de tempêtes durant l'hiver, mais également des efflorescences algales printanières. Le contenu en MO de ces MES sera alors différent (§ 2.1.5.). On observe ainsi un maximum de concentration le 21 janvier à la station côtière (30,3 mg.l⁻¹) alors que le minimum (1,4 mg.l⁻¹) est enregistré le 27 mai au large.

2.1.5. Matière organique

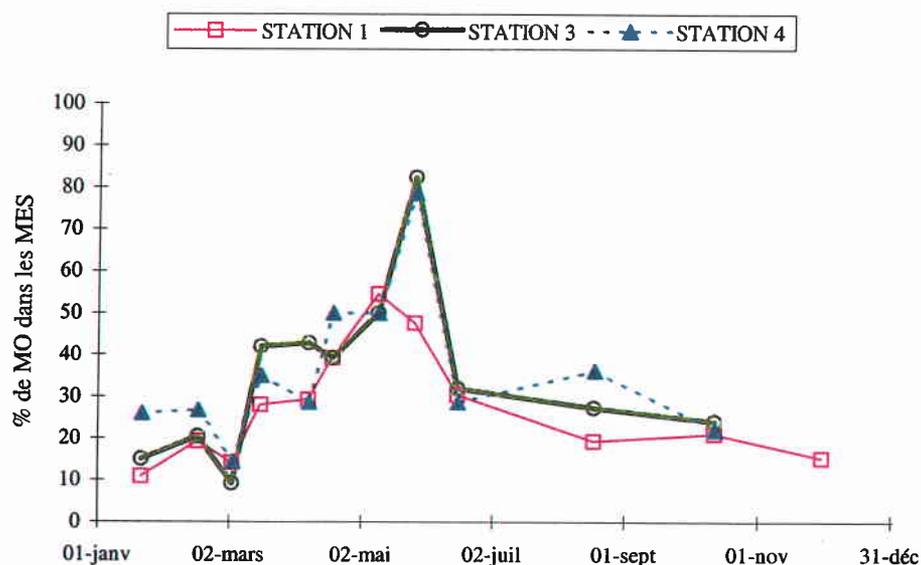


Figure 1. 5 : Dunkerque - Matière organique

En générale conditionnée par la production primaire, la matière organique particulaire (MO) permet de distinguer la partie organique de la partie minérale des MES. Les valeurs les plus importantes sont relevées à la stations au large le 19 avril (>80% de MO dans les MES). Cette augmentation de la quantité de matière organique est liée au développement du phytoplancton. En automne et en hiver, la combinaison des effets hydrodynamiques et météorologiques fait que les matières en suspensions sont essentiellement d'origine minérale.

2.1.6. Chlorophylle *a*

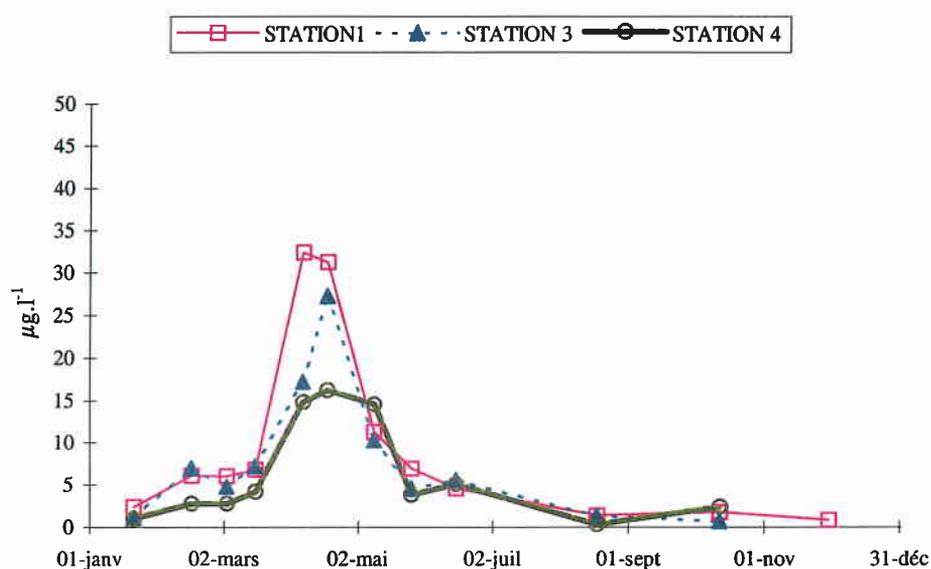


Figure 1. 6 : Dunkerque - Chlorophylle *a*

La chlorophylle *a* est un indicateur de la biomasse phytoplanctonique présente dans le milieu marin. Elle permet de suivre l'évolution caractéristique des efflorescences algales, processus qui s'amorce au mois de janvier et qui se termine en juin. Les concentrations diminuent dès l'automne pour atteindre leur minima durant l'hiver. Les prélèvements effectués en 1999 font apparaître une concentration maximale en avril à la station côtière ($32,4 \mu\text{g.l}^{-1}$). On remarque également que l'efflorescence du mois d'avril est plus marquée à la côte qu'au large.

2.1.7. Phéopigments

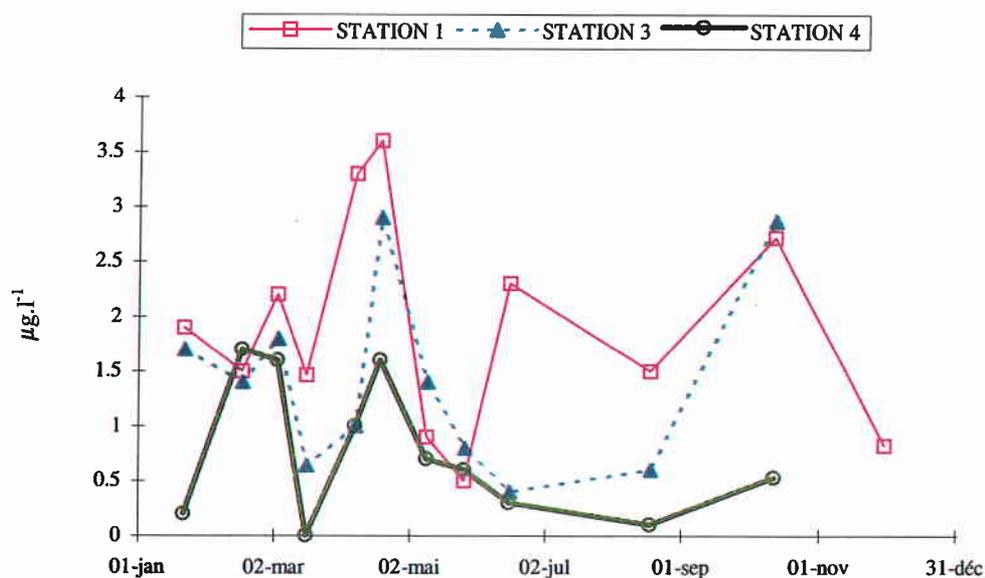


Figure 1. 7 : Dunkerque - phéopigments

Les concentrations en phéopigments sont très irrégulières au cours de l'année et ne dépassent pas $3,6 \mu\text{g.l}^{-1}$ à la station côtière. Les valeurs élevées correspondent aux phases de dégradation de la chlorophylle. Les plus faibles concentrations de phéopigments sont relevées à la station au large le 17 mars ($0,04 \mu\text{g.l}^{-1}$ -seuil de détection) et le 18 août ($0,1 \mu\text{g.l}^{-1}$).

2.1.8. Ammonium

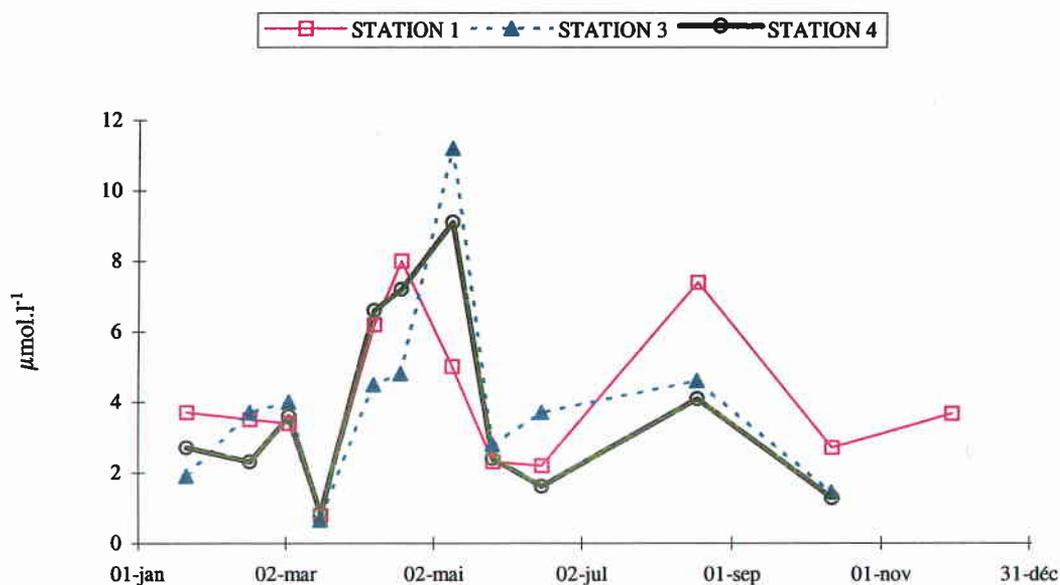


Figure 1. 8 : Dunkerque - Ammonium

Les concentrations en ammonium présentent une forte hétérogénéité. Le maximum a été mesuré à la station 3 le 10 mai ($11,20 \mu\text{mol.l}^{-1}$). Les augmentations de concentration pourraient être liées aux rejets urbains et agricoles. Les teneurs les plus faibles sont relevées le 17 mars avec $0,70 \mu\text{mol.l}^{-1}$ à la station 3.

2.1.9. Nitrite

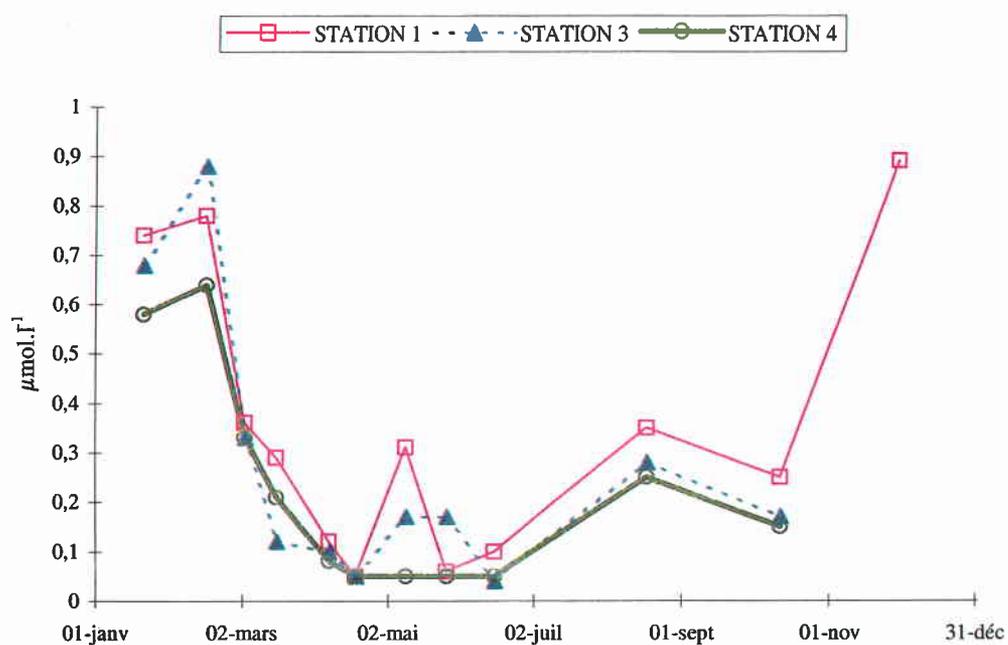


Figure 1. 9 : Dunkerque - nitrite

Eléments fugaces du cycle de l'azote, les concentrations en nitrite sont de l'ordre de 0,50 à 0,90 $\mu\text{mol.l}^{-1}$ en hiver et sont presque indécélables au printemps. Le maximum est observé sur la station côtière le 30 novembre et s'élève à 0,89 $\mu\text{mol.l}^{-1}$.

2.1.10. Nitrate

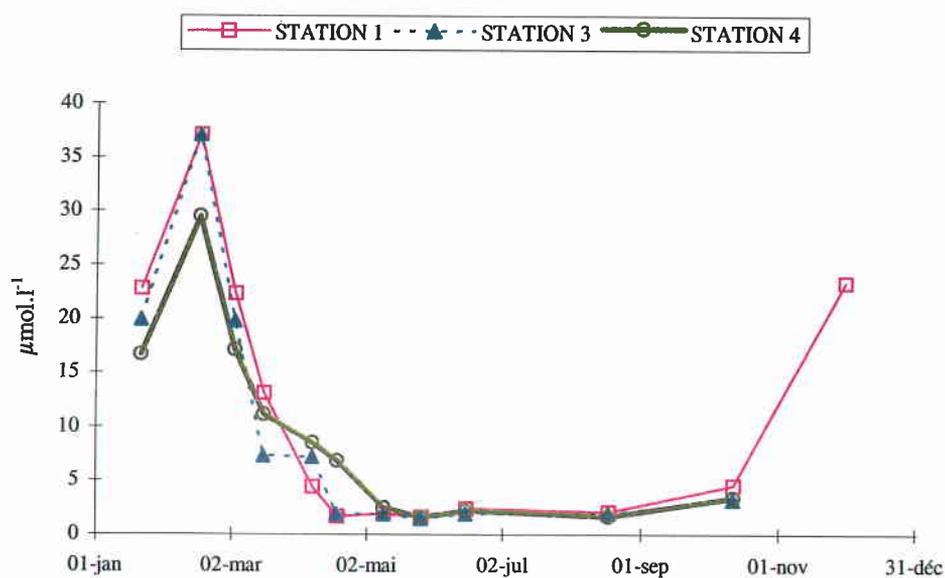


Figure 1.10 : Dunkerque - Nitrate

Le nitrate est la forme stable de l'azote en milieu marin. A la suite des efflorescences algales printanières et durant toute la période estivale, la concentration en nitrate reste faible. La valeur maximale est enregistrée le 16 février aux stations 1 et 3 ($37,10 \mu\text{mol.l}^{-1}$). Le stock se reconstitue à partir d'octobre.

2.1.11. Phosphate

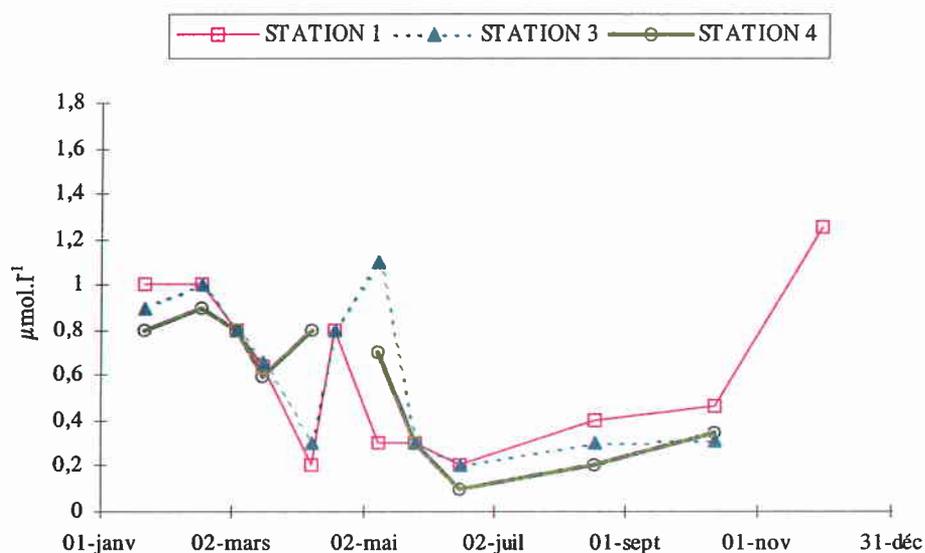


Figure 1.11 : Dunkerque - Phosphate

Les concentrations en phosphate sont assez faibles, elles ne dépassent pas $1,25 \mu\text{mol.l}^{-1}$ (le 30 novembre à la station côtière). Le phosphate participe au développement phytoplanctonique printanier d'où sa chute à la fin du printemps. Le stock se reconstitue, comme pour le nitrate, durant l'automne et l'hiver.

2.1.12. Silicate

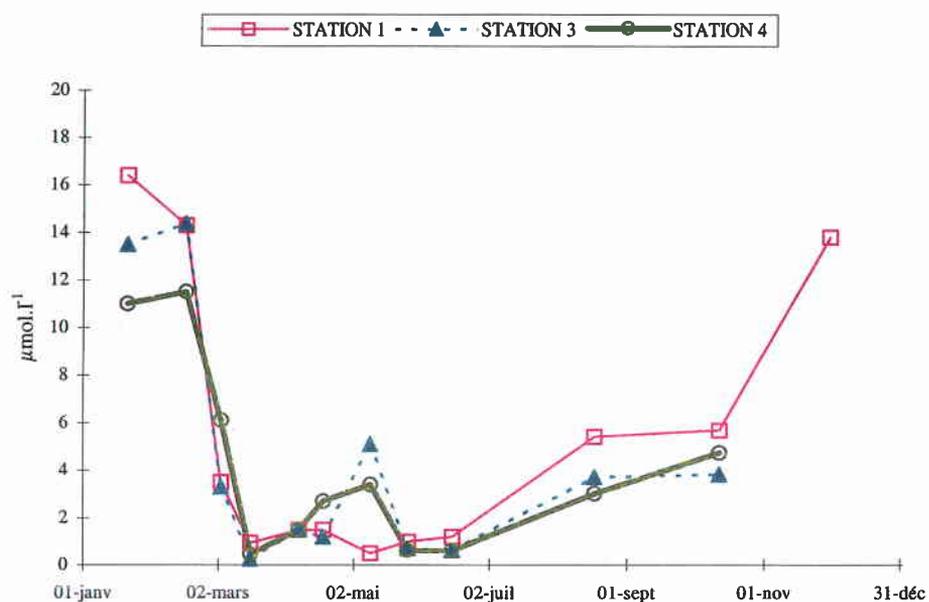


Figure 1.12 : Dunkerque - Silicate

Le silicate est largement mobilisé au printemps par l'efflorescence des *Diatomées* à thèques siliceuses ; ceci conduit à sa diminution dans le milieu marin. C'est à la station côtière que le maximum est relevé ($16,40 \mu\text{mol.l}^{-1}$ le 21 janvier). La valeur la plus basse a été mesurée à la station 3 le 17 mars ($0,25 \mu\text{mol.l}^{-1}$).

2.2. Boulogne-sur-mer

2.2.1. Température

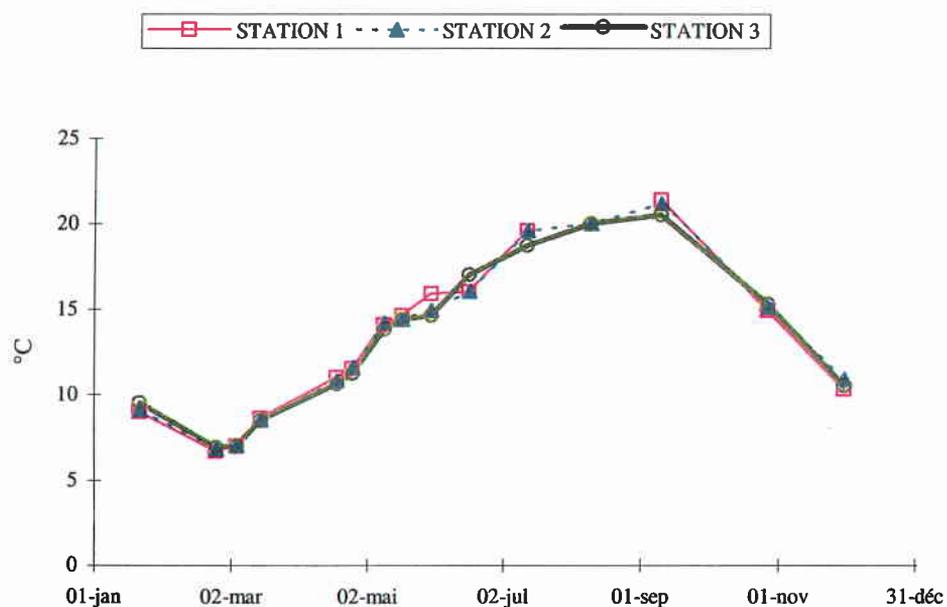


Figure 2. 1 : Boulogne-sur-mer - Température

Les températures les plus basses sont relevées en février (6,7°C à la station côtière). Elles augmentent progressivement pour atteindre 21,4°C également à la côte. A partir de septembre les valeurs diminuent assez rapidement. La température semble avoir augmenté par rapport à 1998 (max. +2,2°C).

2.2.2. Salinité

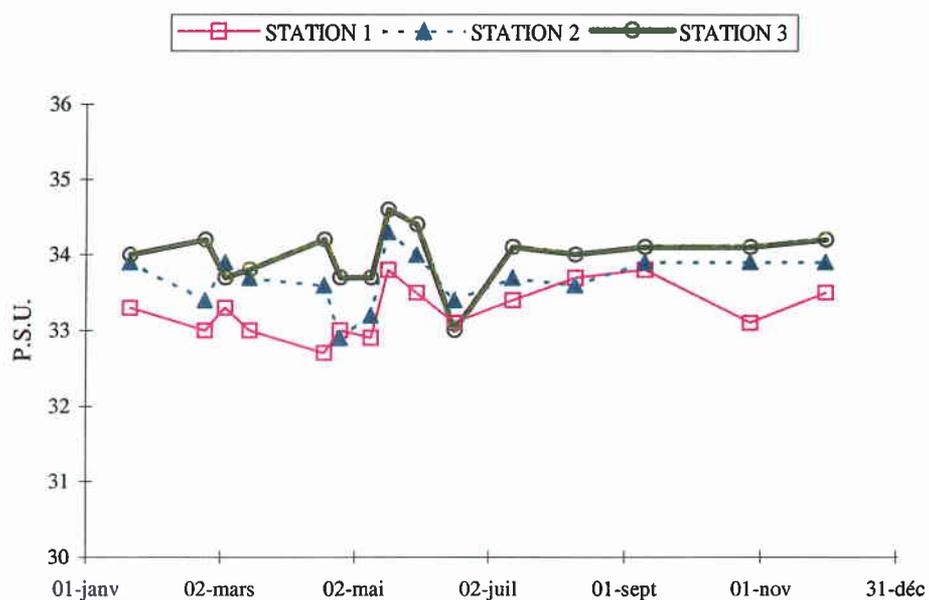


Figure 2. 2 : Boulogne-sur-mer - Salinité

La salinité est un facteur caractéristique des masses d'eau. Le graphique met en évidence un gradient côte large (Δ Salinité moyen = 0,70 P.S.U.), à l'exception de la sortie du 17 juin où l'on observe une dessalure plus importante au large. La dessalure la plus importante est relevée en avril à la station côtière (32,7 P.S.U.). La salinité la plus élevée est enregistrée le 18 mai au large (34,6 P.S.U.).

2.2.3. Turbidité

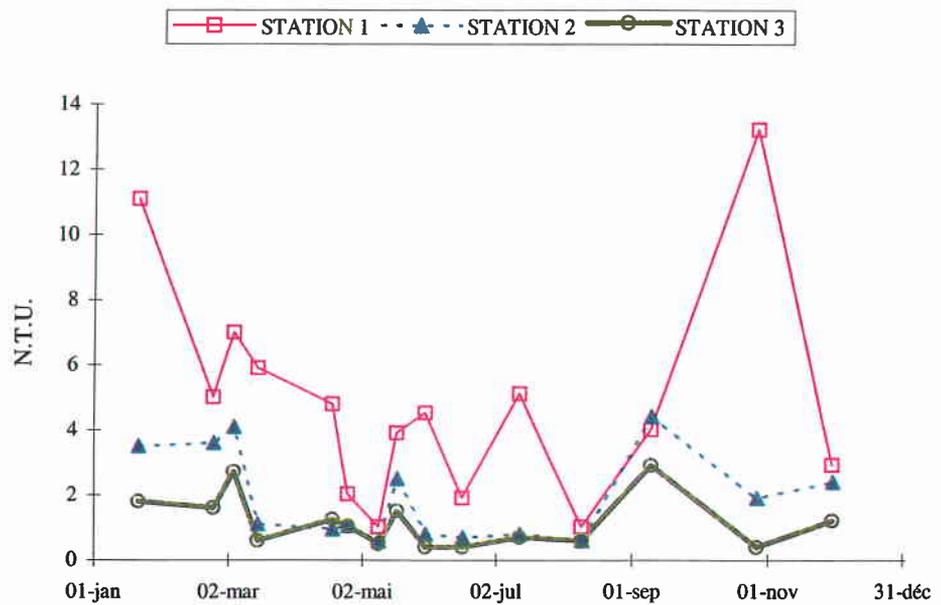


Figure 2.3 : Boulogne-sur-mer - Turbidité

La turbidité montre un gradient décroissant de la côte vers le large (Δ Turbidité moyen = 3,7 N.T.U.). Elle est beaucoup plus forte à la côte en période automnale et hivernale. On relève un minimum de 0,4 N.T.U. les 31 mai, 17 juin et 27 octobre au large. A partir d'août, les valeurs remontent jusqu'à 13,2 N.T.U., valeur maximale atteinte le 27 octobre à la côte.

2.2.4. Matières en suspension

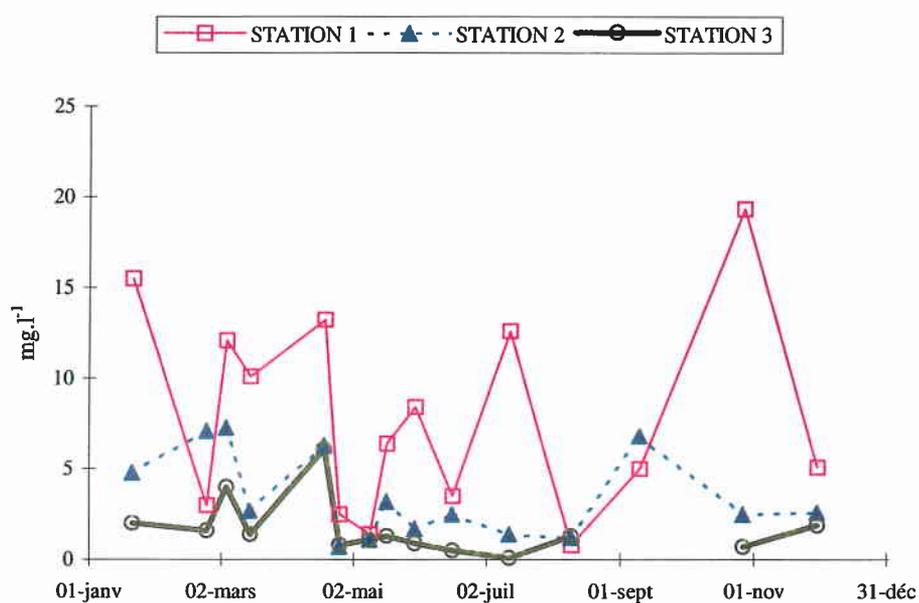


Figure 2. 4 : Boulogne-sur-mer - Matières en suspension

Matières en suspension et turbidité évoluent de la même manière (Figure 2.3). La concentration maximale est enregistrée le 27 octobre à la station côtière avec $19,3 \text{ mg.l}^{-1}$. Le minimum est mesuré le 13 juillet au large ($0,1 \text{ mg.l}^{-1}$).

2.2.5. Matière organique

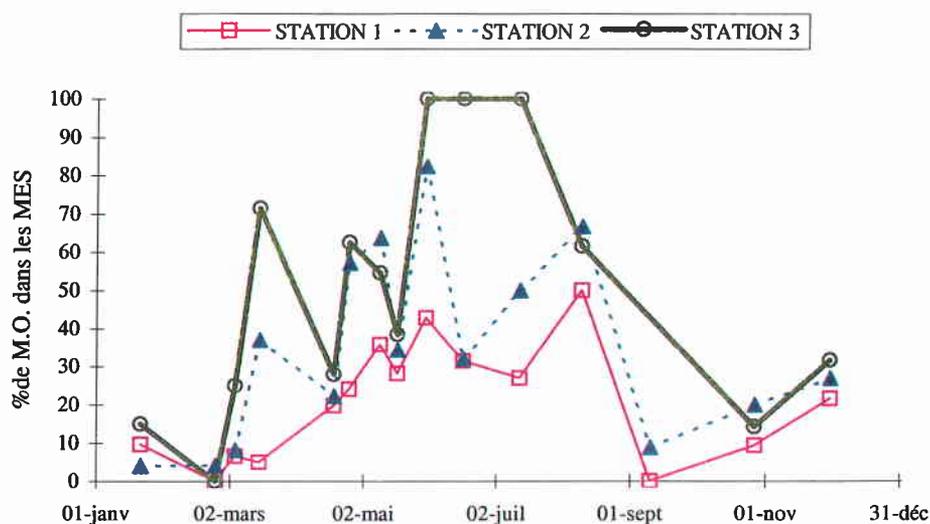


Figure 2. 5 : Boulogne-sur-mer - Matière organique

La composition en MO de la matière en suspension (MES) varie au cours de l'année en fonction des stations. La matière organique en est une composante essentielle au printemps et en été (les MES sont composées de 100% de MO les 18 mai, 17 juin et 13 juillet). Si l'on compare les dates de maxima de la station côtière aux blooms de *Phaeocystis sp.* (annexe 2), on remarque un schéma d'évolution comparable pour les mois d'avril, de mai et d'octobre.

2.2.6. Chlorophylle a

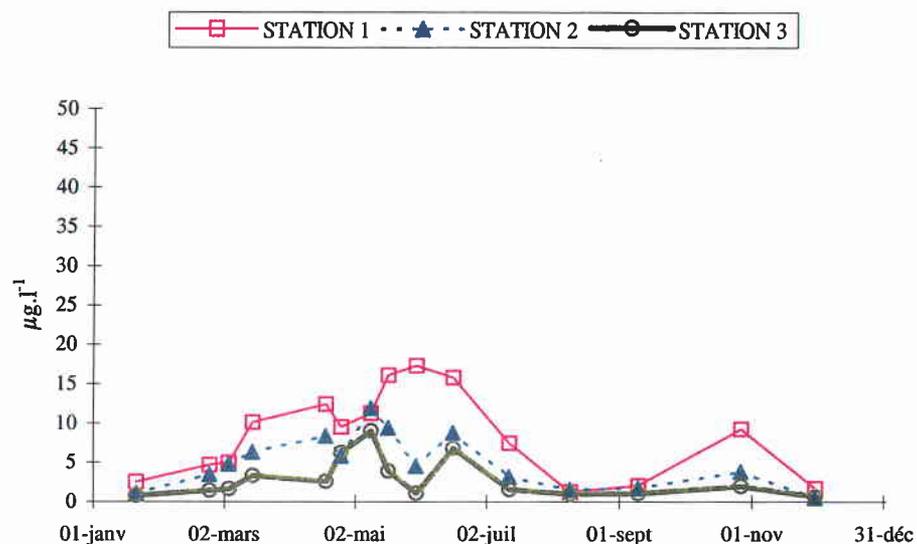


Figure 2. 6 : Boulogne-sur-mer - Chlorophylle

Les concentrations en chlorophylle *a* augmentent dès le mois de janvier. Les valeurs les plus importantes sont enregistrées à la station côtière où l'on observe trois fortes valeurs distinctes tout comme l'on observe trois blooms de *Phaeocystis sp.* (annexe 2). Le premier a lieu le 19 avril (12,34 µg.l⁻¹), le deuxième le 31 mai (17,22 µg.l⁻¹) et le troisième le 27 octobre (9,18 µg.l⁻¹). A partir de juin les valeurs diminuent ; on relève le 10 août une concentration de 1,20 µg.l⁻¹. On remarque également un gradient décroissant de chlorophylle *a* de la côte vers le large (ΔChlorophylle *a* moyen = 5,55 µg.l⁻¹)

2.2.7. Phéopigments

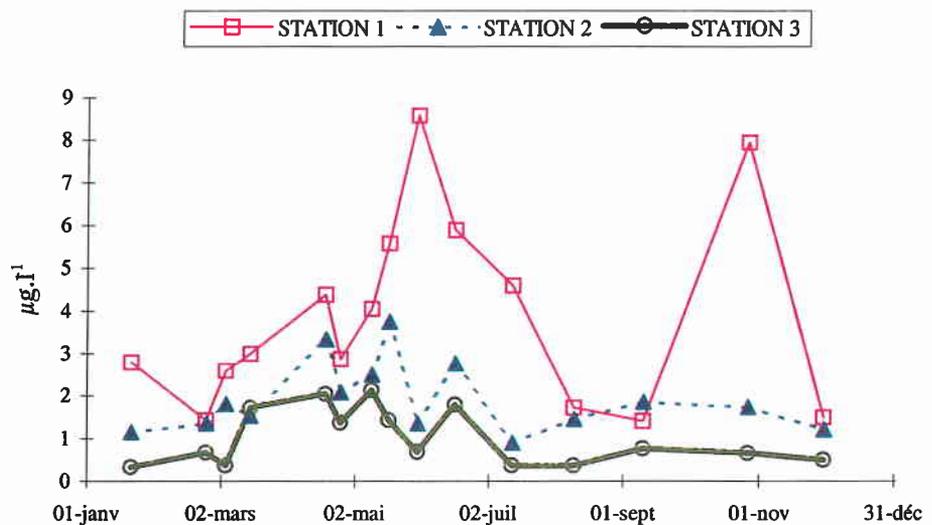


Figure 2. 7 : Boulogne-sur-mer - Phéopigments

Les concentrations en phéopigments sont liées à celles de la chlorophylle *a*. On remarque sur les trois stations un gradient décroissant côte large (Δ Phéopigment moyen = $2,87 \mu\text{g.l}^{-1}$). Les fortes valeurs de concentration en phéopigments sont observées lors des efflorescences algales printanière et automnale.

2.2.8. Ammonium

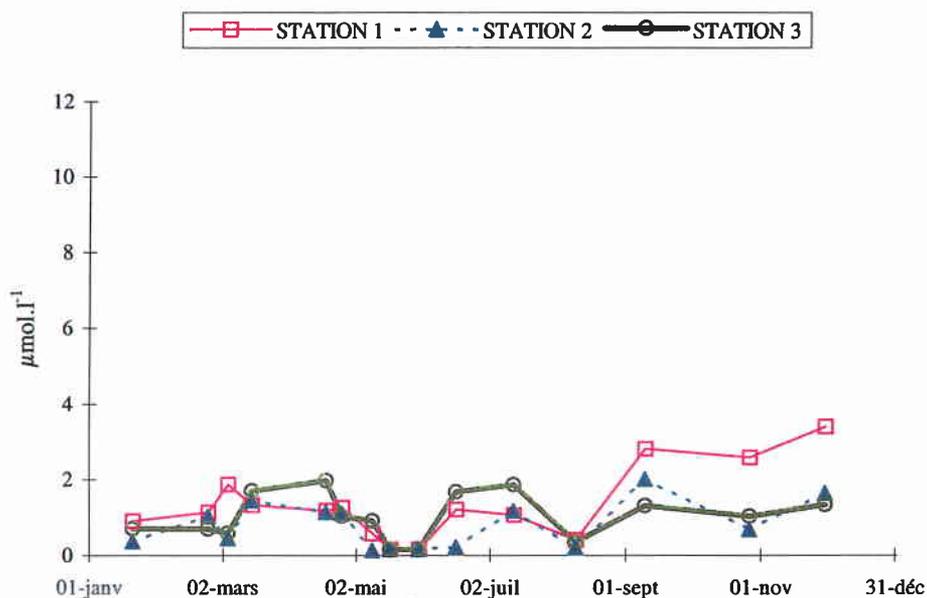


Figure 2. 8 : Boulogne-sur-mer - Ammonium

Les teneurs en ammonium varient beaucoup au cours de l'année. Les valeurs les plus élevées sont enregistrées à la côte avec un maximum de $3,39 \mu\text{mol.l}^{-1}$ le 30 novembre. On observe deux fortes valeurs successives dans la première partie de l'année. Les concentrations augmentent régulièrement au cours de l'été pour les trois stations.

2.2.9. Nitrite

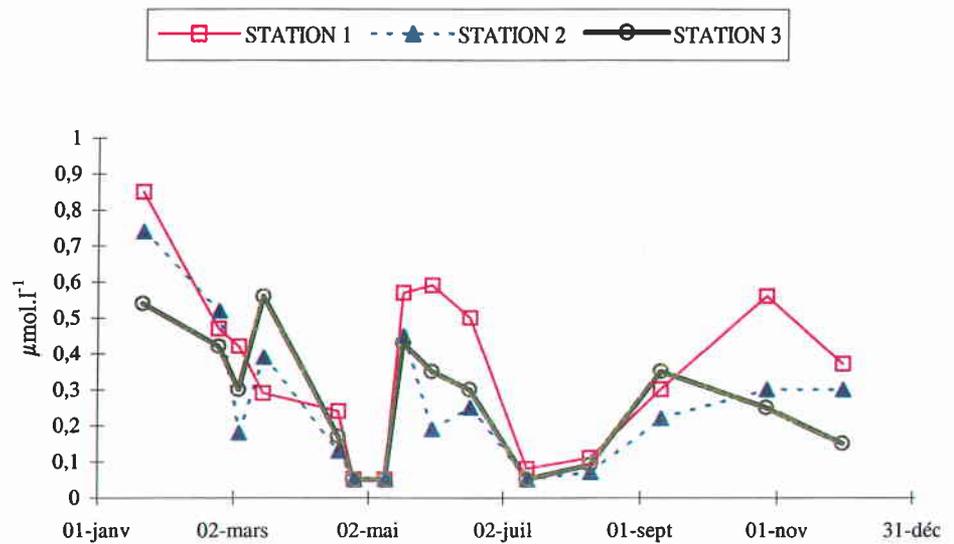


Figure 2. 9 : Boulogne-sur-mer - Nitrite

Les concentrations en nitrite diminuent progressivement jusqu'au seuil de détection en avril ($0,05 \mu\text{mol.l}^{-1}$ sur toutes les stations), forment un pic en été puis augmentent progressivement en automne. La valeur maximale est mesurée le 21 janvier à la station côtière ($0,85 \mu\text{mol.l}^{-1}$).

2.2.10. Nitrate

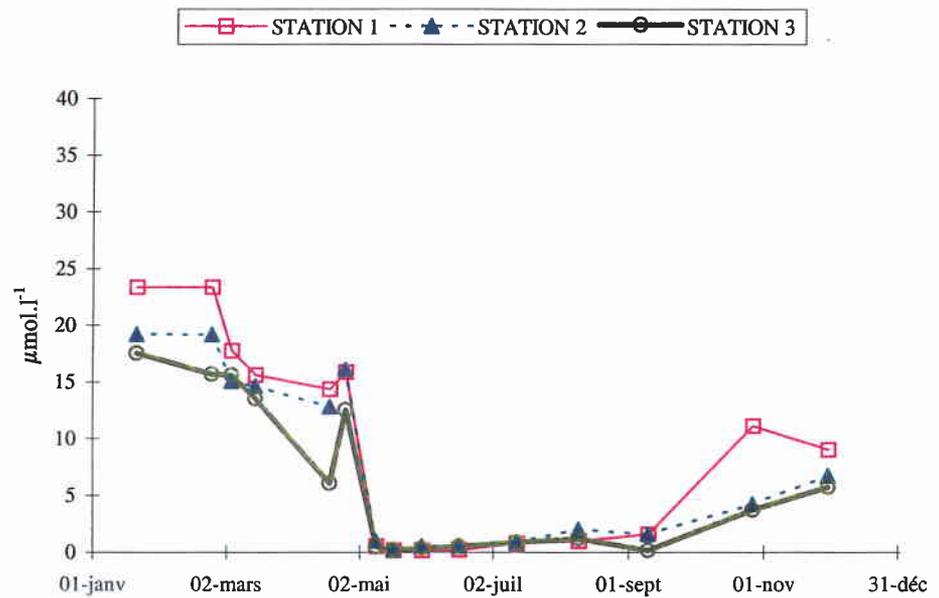


Figure 2. 10 : Boulogne-sur-mer - Nitrate

Les concentrations en nitrate sont élevées en début d'année avec un maximum de $23,35 \mu\text{mol.l}^{-1}$ les 21 janvier et 24 février (station côtière). A partir du mois de mai, les valeurs mesurées demeurent très faibles jusqu'en septembre où le stock de nitrates se reconstitue progressivement.

2.2.11. Phosphate

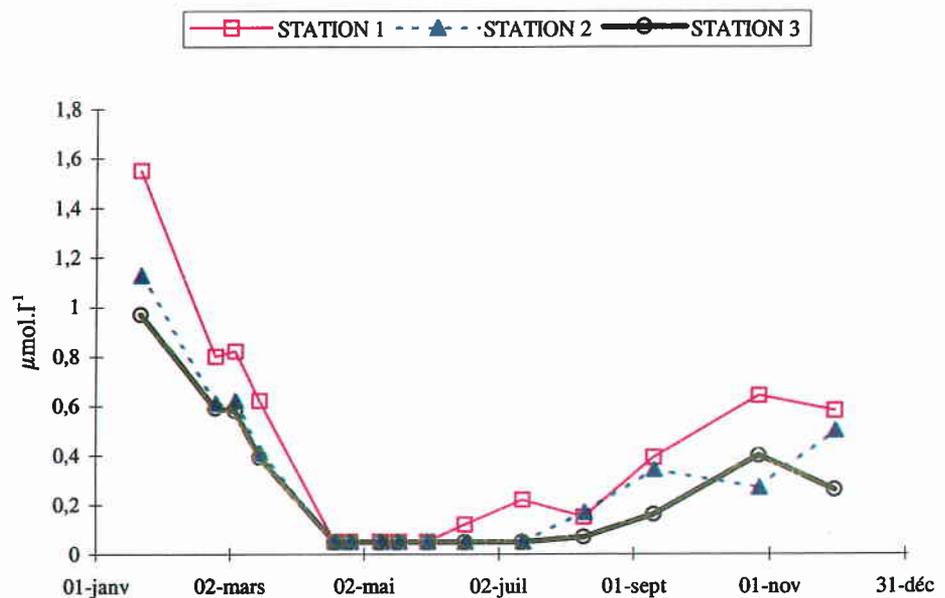


Figure 2. 11 : Boulogne-sur-mer - Phosphate

Les concentrations en phosphate suivent une évolution parallèle à celles du nitrate. Elles s'élèvent jusqu'à $1,55 \mu\text{mol.l}^{-1}$ à la côte le 21 janvier, puis diminuent au printemps lors de l'efflorescence algale. La valeur atteint le seuil de détection ($0,05 \mu\text{mol.l}^{-1}$) durant les mois d'avril et de mai pour toutes les stations. Le stock se régénère à partir de la fin de l'été.

2.2.12. Silicate

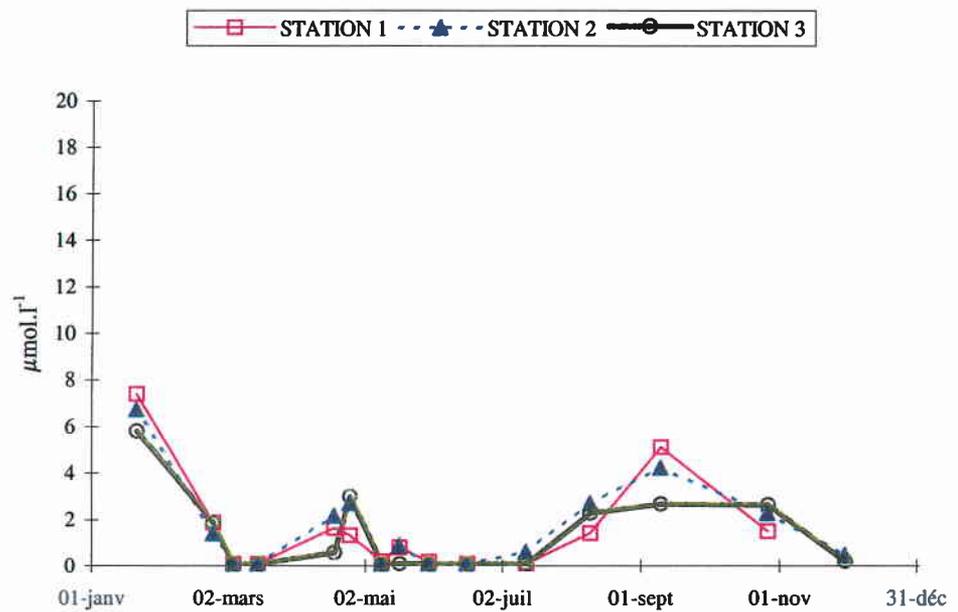


Figure 2. 12 : Boulogne-sur-mer - Silicate

L'évolution du silicate est comparable à celles du phosphate et du nitrate. Utilisé par les *Diatomées*, le silicate est consommé au printemps puis s'accumule à nouveau la fin de l'été. La concentration maximale, relevée à la côte, est de 7,39 $\mu\text{mol.l}^{-1}$. L'été, la plupart des mesures effectuées se situent en dessous du seuil de détection (0,1 $\mu\text{mol.l}^{-1}$).

2.3. La Baie de Somme

2.3.1. Température

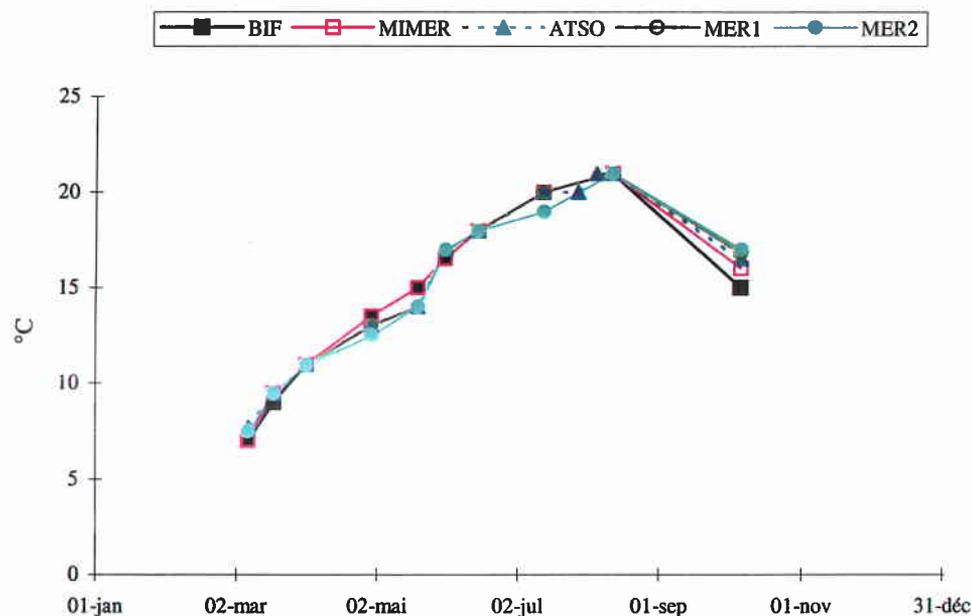


Figure 3. 1 : Baie de Somme - Température

C'est au mois de janvier que l'on observe la température la plus basse (7°C aux stations MIMER et BIF). Le maximum (21°C) est atteint le 12 août sur toutes les stations. La température de l'eau décroît à partir du mois de septembre. La température semble avoir augmenté par rapport à 1998 (min. +1,8°C ; max. +2°C).

2.3.2. Salinité

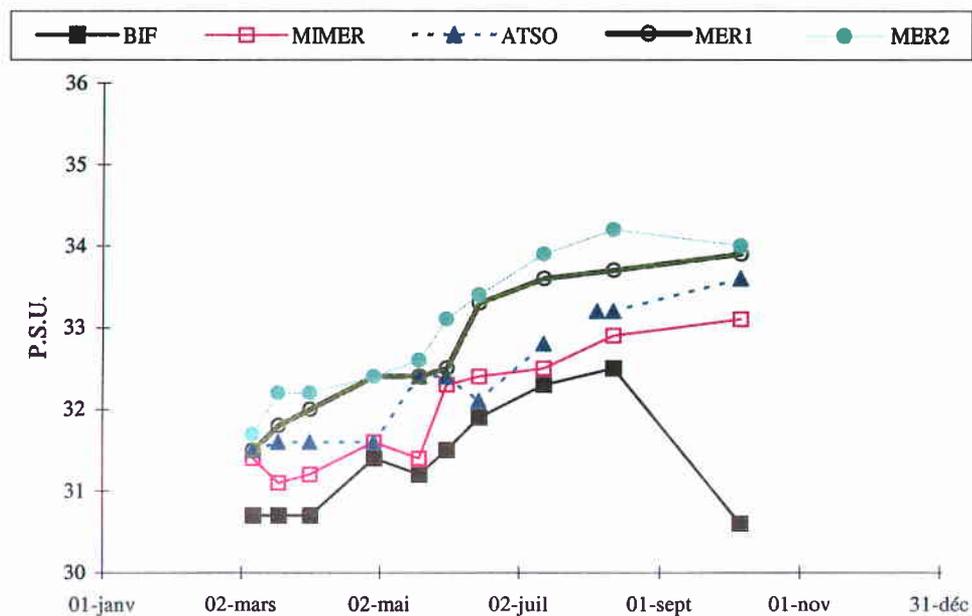


Figure 3. 2: Baie de Somme - Salinité

Caractérisant les masses d'eau, les salinités mesurées en Baie de Somme révèlent l'important hydrodynamisme de l'estuaire. La valeur minimale de salinité est atteinte le 6 octobre 1999 à la station BIF (30,6 P.S.U.). Un maximum de 34,2 P.S.U. est relevé le 12 août à la station au large.

2.3.3. Turbidité

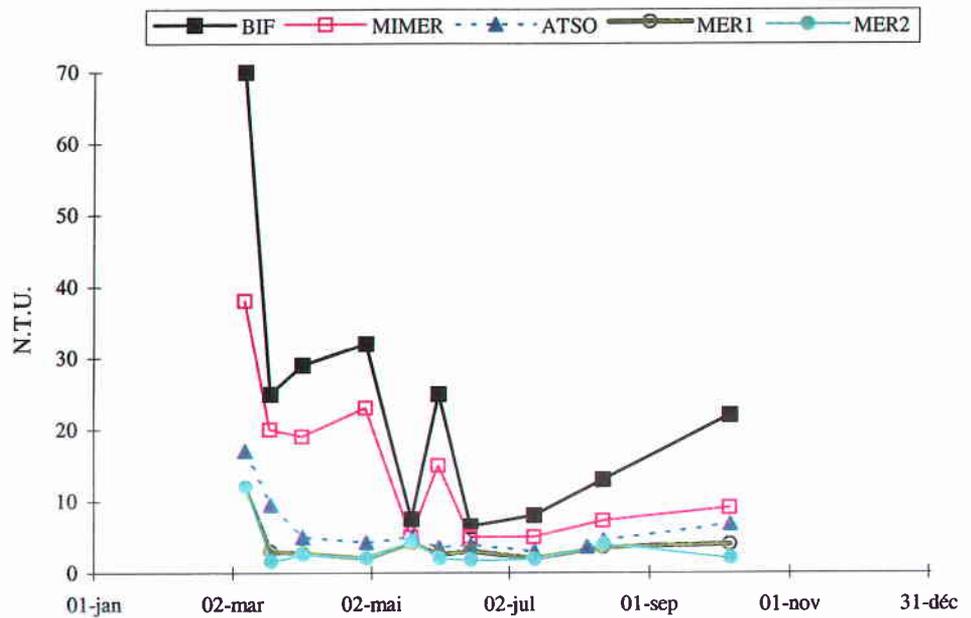


Figure 3. 3 : Baie de Somme - Turbidité

On observe un fort gradient décroissant côte large (Δ Turbidité moyen = 20,4 P.S.U.). Il est vraisemblablement dû aux apports de sédiments charriés par la Somme. Les turbidités les plus faibles sont enregistrées au large avec un minimum de 1,5 N.T.U. (le 19 mars). On passe par un minimum le 20 mai pour l'ensemble des stations.

2.3.4. Matières en suspension

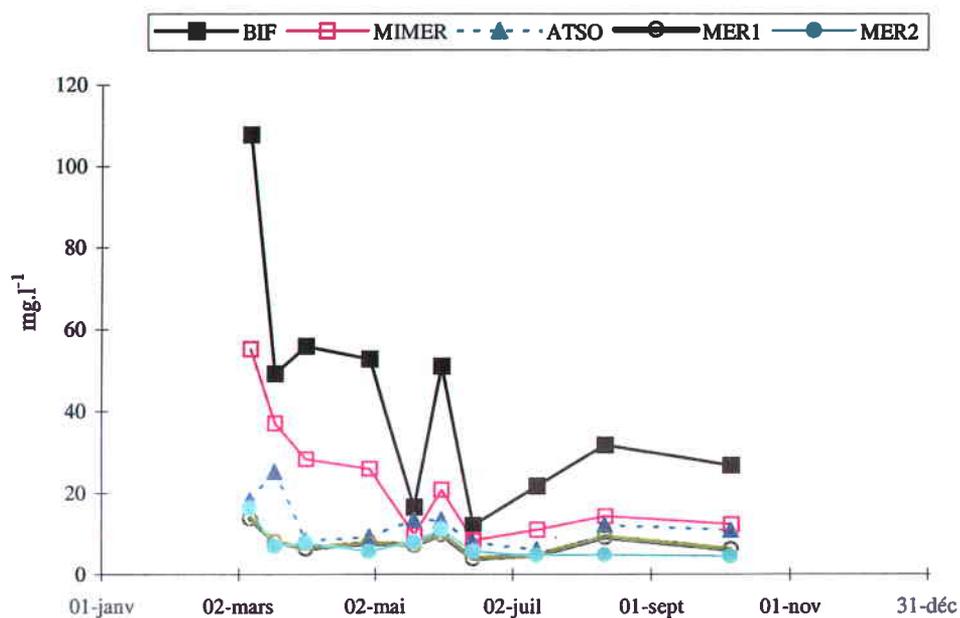


Figure 3. 4 : Baie de Somme - Matières en suspension

Ces courbes, très semblables aux précédentes (Figure 3.3), montrent un gradient décroissant de concentration en MES de la côte vers le large (Δ MES moyen = 34,9 mg.l⁻¹). La valeur maximale est atteinte le 8 mars (107,82 mg.l⁻¹) à cette même station. La valeur minimale est observée le 15 juin à la station MER 1 (3,91 mg.l⁻¹).

2.3.5. Matière organique

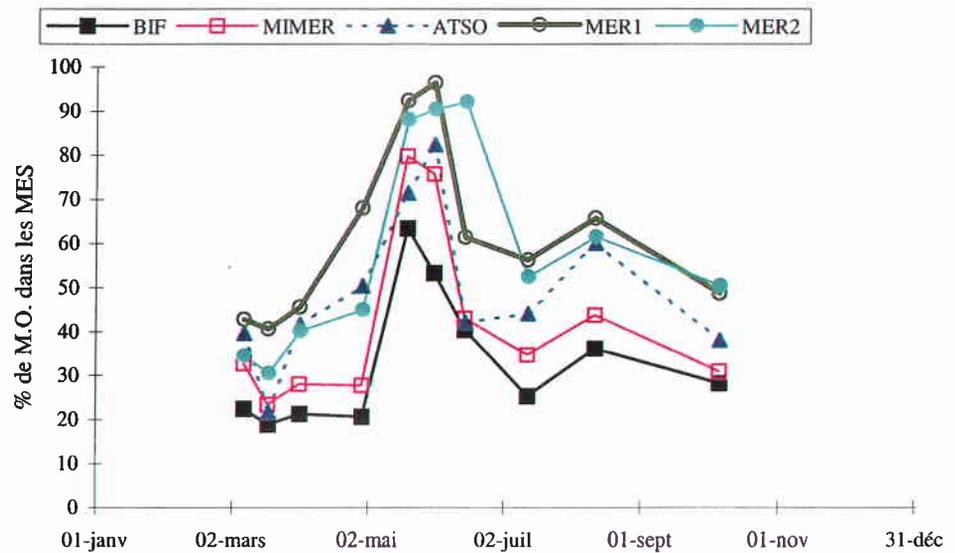


Figure 3. 5 : Baie de Somme - Matière organique

La valeur la plus importante a été mesurée le 1^{er} juin (96,3% de MO dans les MES) à la station MER 1. Les fortes valeurs de matière organique correspondent à une forte production primaire notamment de la prymnesiophycée *Phaeocystis* sp. (Annexe 2).

2.3.6. Chlorophylle a

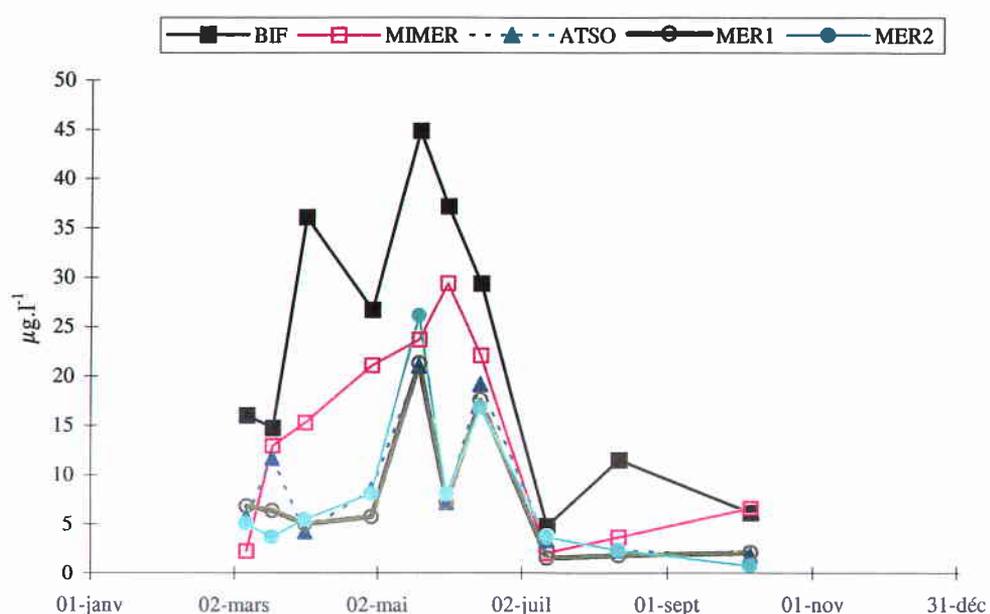


Figure 3. 6 : Baie de Somme - Chlorophylle a

On observe un gradient côte large bien marqué (Δ Chlorophylle a moyen = $14,67 \mu\text{g.l}^{-1}$). Les stations situées dans l'estuaire présentent des concentrations nettement supérieures à celles situées en mer. On enregistre les maxima de concentration le 20 mai ($44,86 \mu\text{g.l}^{-1}$ pour la station estuarienne). Il coïncide avec la présence d'une forte concentration de *Phaeocystis sp.* (annexe 2). La valeur minimale est observée le 6 octobre sur la station MER 2 ($0,8 \mu\text{g.l}^{-1}$).

2.3.7. Phéopigments

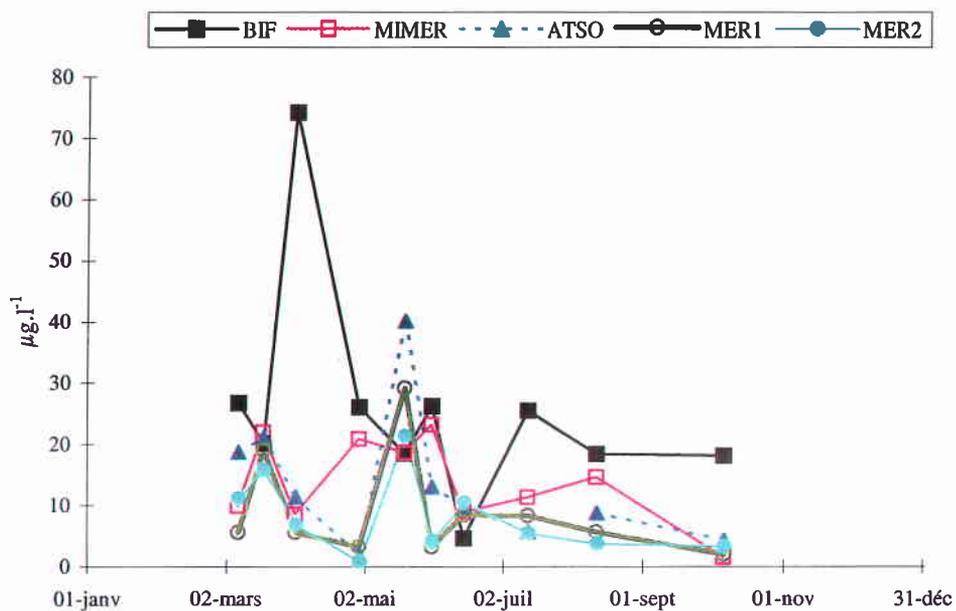


Figure 3. 7 : Baie de Somme - Phéopigments

La mesure des phéopigments est un bon indicateur de la dégradation de la chlorophylle *a*. C'est dans la partie exondable de la Baie de Somme que l'on trouve les formes dégradées de la chlorophylle *a*. On observe ainsi une forte valeur de phéopigments ($74,23 \mu\text{g.l}^{-1}$) sur la station estuarienne durant l'efflorescence algale printanière.

2.3.8. Ammonium

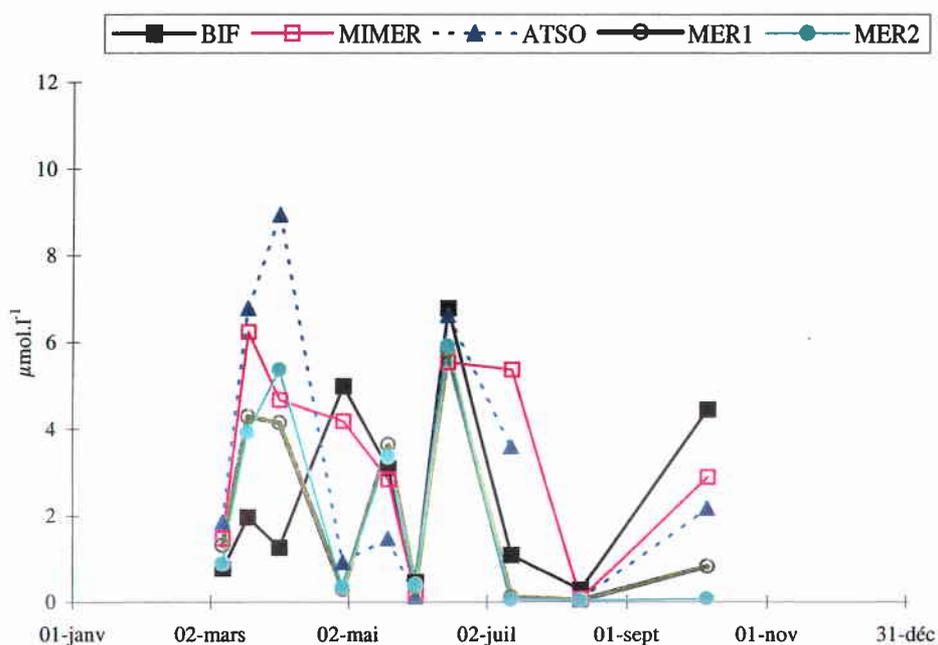


Figure 3. 8 : Baie de Somme - Ammonium

Les teneurs en ammonium présentent une forte hétérogénéité. Les valeurs les plus faibles sont enregistrées en début et en fin d'été. En juin, on relève des teneurs inférieures à $0,05 \mu\text{mol.l}^{-1}$ (seuil de détection) à la côte comme au large. La valeur maximale est atteinte le 2 avril à la station ATSO ($8,94 \mu\text{mol.l}^{-1}$).

2.3.9. Nitrite

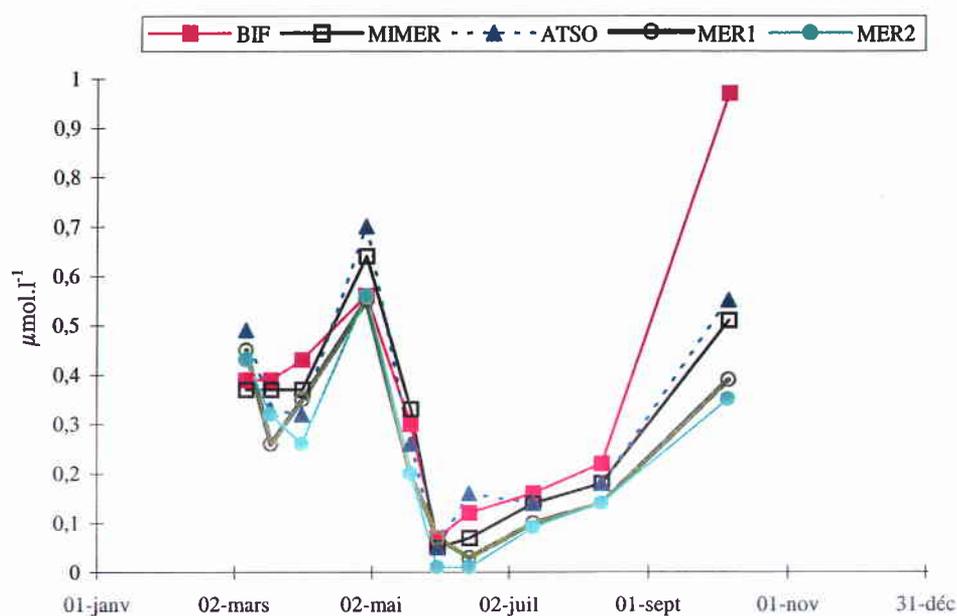


Figure 3. 9 : Baie de Somme - Nitrite

On remarque un gradient décroissant de la baie vers le large (Δ Nitrite moyen = $0,12 \mu\text{mol.l}^{-1}$). Les concentrations les plus élevées sont enregistrées au mois d'octobre, le maximum s'élève à $0,97 \mu\text{mol.l}^{-1}$ pour la station estuarienne. On note une diminution considérable des teneurs en nitrite à partir de mai. Les minima sont relevés les 1 et 15 juin ($0,01 \mu\text{mol.l}^{-1}$ - limite de détection) à la station du large.

2.3.10. Nitrate

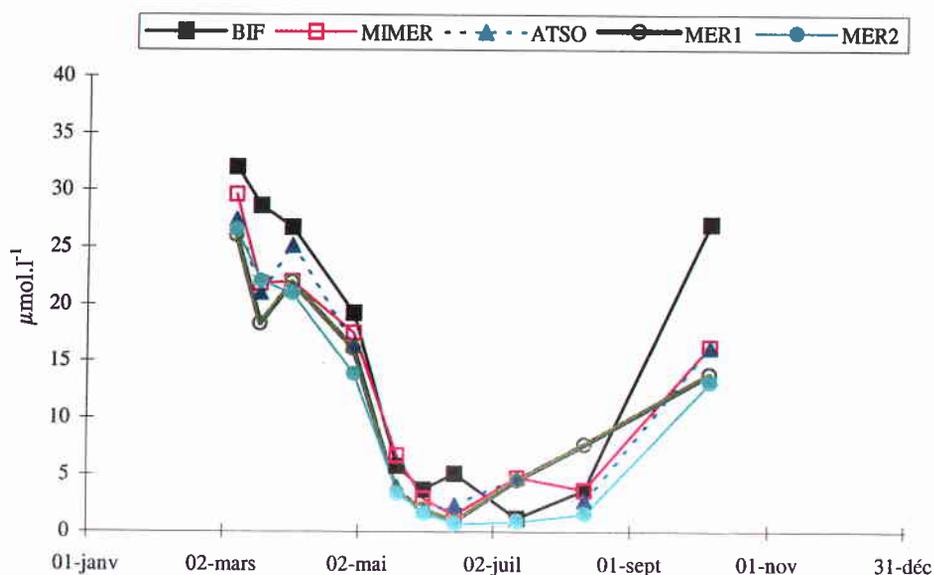


Figure 3. 10 : Baie de Somme - Nitrate

Les valeurs les plus fortes sont relevées à proximité de la Somme. La valeur maximale est atteinte le 8 mars à la station estuarienne ($32,01 \mu\text{mol.l}^{-1}$) et la valeur minimale est relevée le 15 juin à la station au large ($0,68 \mu\text{mol.l}^{-1}$). La reconstitution du stock de nutriments qui sera consommé par le plancton au printemps suivant commence dès la fin de l'été.

2.3.11. Phosphate

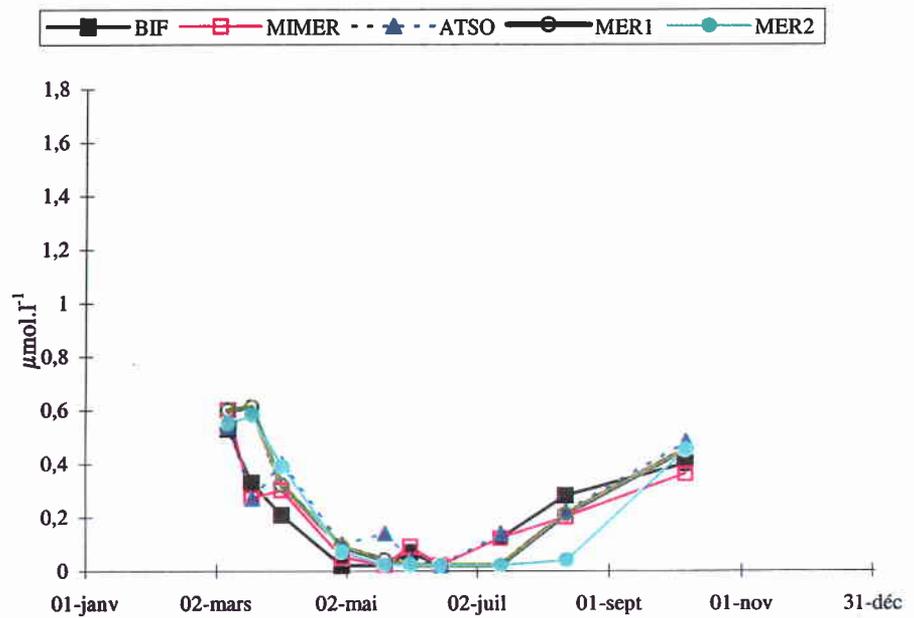


Figure 3. 11 : Baie de Somme - Phosphate

Le graphique met en évidence la mobilisation du phosphate par la production végétale printanière et la reconstitution du stock en hiver. Les concentrations demeurent sous le seuil de détection durant une partie de l'été ($0,02 \mu\text{mol.l}^{-1}$).

2.3.12. Silicate

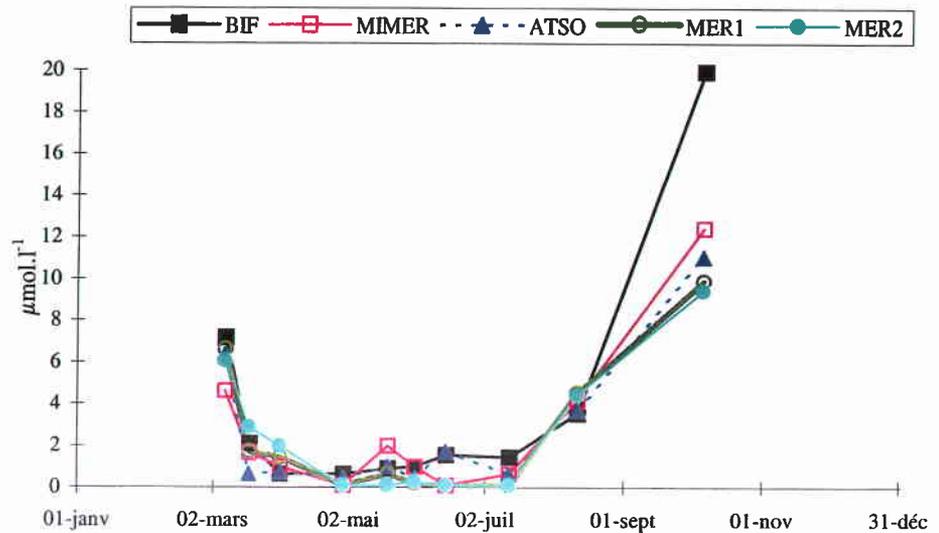


Figure 3. 12 : Baie de Somme - Silicate

Les valeurs maximales sont observées en automne avec notamment une valeur maximale de silicate le 6 octobre pour chaque station (de $9,42\mu\text{mol.l}^{-1}$ à la station MER à $19,94\mu\text{mol.l}^{-1}$ à la station BIF). En période printanière et estivale les concentrations en silicate sont faibles. La valeur minimale enregistrée le 13 juillet 1999, est de $0,08\mu\text{mol.l}^{-1}$ (MER 1).

3. Phytoplancton

3.1. 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'ensoleillement diminuent, limitant la croissance du phytoplancton. Ceci permet la reconstitution des stocks de sels nutritifs par la minéralisation de la matière organique d'une part, et est favorisé par les apports fluviaux d'autre part. A la fin de l'hiver, l'abondance des sels nutritifs, l'allongement des jours en terme d'ensoleillement et le réchauffement progressif de l'eau sont favorables au développement du phytoplancton. Dans le secteur côtier non soumis à des apports terrigènes significatifs, les sels nutritifs sont consommés par le phytoplancton, ce qui diminue leur concentration. Pendant la période estivale, on observe aussi les dinoflagellés, dont la croissance et les besoins nutritionnels sont moindres. Une efflorescence accessoire de diatomées intervient en automne. Dans ce chapitre, nous allons nous intéresser aux variations d'abondance des espèces phytoplanctoniques et à la densité spécifique de la communauté phytoplanctonique grâce à l'utilisation de deux indices écologiques.

3.2. 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. On observe chaque année des blooms sans qu'il soit possible de prévoir la date et la durée du phénomène. Certaines espèces contiennent des toxines dangereuses pour l'homme, les coquillages ou les poissons. C'est en raison du risque pour la santé publique qu'un réseau de surveillance du phytoplancton (REPHY) fonctionne depuis 1984 sur tout le littoral français.

Comme l'année dernière, nous disposons de listes floristiques pour chaque radiale (Annexe 2).

3.3. Méthodes

3.3.1. Choix des Taxons

Les données brutes sur les espèces du phytoplancton ont été simplifiées. Ainsi, une liste limitée de taxons permet de mettre en valeur les espèces les plus significatives. La liste des abréviations utilisées (selon la norme Quadrigé) est jointe en annexe 6

3.3.2. Indices calculés par point et par espèce

3.3.2.1. 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 biocénotique suivante des espèces, en fonction de la valeur de l'indice de SANDERS, pour un site donné :

- Les espèces classées dans les dix premières sont appelées espèces *préférantes* du site.
- Les espèces classées dans les dix suivantes sont appelées espèces *accompagnatrices* du site.
- Les espèces dont l'indice de SANDERS est égal à 0 sont dites *accessoire*s du site.

3.3.2.2. Application de l'indice de SANDERS.

Dunkerque							
Côte		Intermédiaire		Large		TOTAL	
Abréviation du taxon	Indice de Sanders						
RHIZDEL	51	RHIZDEL	55	RHIZDEL	53	RHIZDEL	159
PSNZ	37	MELO	49	RHIZSTO	37	PSNZ	101
PHAE	30	PSNZ	33	PSNZ	31	RHIZSTO	94
RHIZIMB	28	PHAE	30	RHIZIMB	31	PHAE	90
RHIZSTO	28	RHIZSTO	29	PHAE	30	RHIZIMB	87
THAANIT	28	THAANIT	29	THAANIT	28	THAANIT	85
ASTEGLA	26	RHIZIMB	28	EUCP	21	MELO	81
PARAMAR	20	CHAE	24	MELO	21	ASTEGLA	59
CHAE	17	ASTEGLA	19	ST AUMEM	21	EUCP	56
RHAP	17	EUCP	19	GUIN	16	CHAE	48
THAL	17	CHAE CUR	17	CHAESOC	15	GUIN	46
EUCP	16	GUIN	17	ASTEGLA	14	THAL	39
SKELCOS	16	CERA	16	LAUD	14	ST AUMEM	36
CHAESOC	13	NIT ZLON	14	THAL	14	NIT ZLON	35
GUIN	13	RHAP	11	THALROT	13	SKELCOS	35
LEPT	11	LAUD	9	NIT ZLON	12	CERA	34
MELO	11	LEPT	9	NAV	10	CHAESOC	34
CERA	10	SKELCOS	9	SKELCOS	10	CHAE CUR	33
CHAE CUR	9	ST AUMEM	9	CERA	8	LAUD	31
NIT ZLON	9	CLDIATO	8	LEPT	8	RHAP	30

Tableau 2- 1 : Indice de Sanders des taxons dénombrés sur la radiale de Dunkerque

Le tableau 2.1 réunit les vingt principales espèces rencontrées sur la radiale de Dunkerque. Pour chaque station nous avons attribué à chacune des espèces la somme des indices de Sanders au cours de l'année 1999. D'après la classification biocénotique des espèces, les dix premières de ce tableau sont dites "espèces préférantes" du site et les dix suivantes "espèces accompagnatrices" du site. Nous pouvons remarquer que la répartition des espèces de la côte vers le large est hétérogène. Selon l'indice de Sanders, l'espèce *Rhizosolenia delicatula* est dominante à la côte (51), dans la zone intermédiaire (55) et au large (53). Globalement les taxons "préférants" du site sont : *Rhizosolenia delicatula*, *les Pseudonitzschia*, *Rhizosolenia stolterfortii*, *Phaeocystis sp.*, et *Rhizosolenia shrubsolei* (5^{ème} rang).

Boulogne-sur-mer							
Côte		Intermédiaire		Large		TOTAL	
Abréviation du taxon	Indice de Sanders						
RHIZDEL	74	RHIZDEL	86	RHIZDEL	80	RHIZDEL	240
MELO	62	MELO	66	RHIZSTO	43	MELO	168
THAANIT	62	THAANIT	50	PHAE	42	THAANIT	146
PHAE	50	PHAE	49	MELO	40	PHAE	141
CHAE	46	CHAE	46	CHAE	36	CHAE	128
THAL	36	SKELCOS	43	CHAEQUR	36	RHIZSTO	112
PSNZ	35	RHIZSTO	41	THAANIT	34	SKELCOS	105
THALROT	34	THAL	34	PSNZ	31	THAL	93
SKELCOS	32	RHAP	30	ST AUMEM	31	PSNZ	87
CHAEQUR	28	RHIZIMB	26	SKELCOS	30	RHIZIMB	76
NAV	28	THALROT	26	RHIZIMB	27	CHAEQUR	64
RHIZSTO	28	NAV	25	BIDD	25	LEPT	64
ASTEGLA	27	DITY	23	LEPT	23	THALROT	60
LEPT	27	PSNZ	21	THAL	23	RHAP	57
RHAP	27	ST AUMEM	20	DITY	22	LAUD	54
RHIZIMB	23	ASTEGLA	17	GYRO	22	NAVI	53
LAUD	21	RHIZSET	16	ORPERID	19	ST AUMEM	51
THALNOR	21	LAUD	15	LAUD	18	DITY	45
CERA	18	GYRO	14	PARAMAR	17	ASTEGLA	44
GYMN	14	LEPT	14	GYMN	16	GYRO	36

Tableau 2- 2 : Indice de Sanders des taxons dénombrés sur la radiale de Boulogne-sur-mer

Rhizosolenia delicatula occupe également le premier rang pour les trois stations de la radiale de Boulogne-sur-mer. D'après le classement, nous pouvons observer que *Melosira* vient en deuxième position, juste devant *Thalassionema nitzschioides*. Cette fois encore *Phaeocystis sp.* fait partie des espèces préférantes de la radiale (4^{ème} rang) ; avec un indice égale à 141, elle se place avant les *Chaetoceros* (128).

Baie de Somme									
BIF		A'So		MER 1		MER 2		TOTAL	
Abréviation du taxon	Indice de Sanders								
ASTEGLA	85	ASTEGLA	78	PHAE	50	PHAE	50	ASTEGLA	221
ODONREG	57	CHAESOC	69	CHAESOC	45	CHAESOC	36	PHAE	199
PHAE	49	RHIZSTO	67	THAANIT	40	RHIZDEL	36	CHAESOC	186
CHAESOC	36	PHAE	50	ASTEGLA	37	NITZ	32	THAANIT	136
THAANIT	32	PARAMAR	42	RHIZDEL	32	PARAMAR	32	RHIZSTO	133
RHIZDEL	29	THAANIT	34	PARAMAR	31	THAANIT	30	PARAMAR	132
PARAMAR	27	NITZ	28	RHIZSTO	25	CERA	26	RHIZDEL	120
RHIZSTO	23	NITZLON	26	CERA	24	RHIZIMB	24	NITZ	103
NITZ	22	RHIZDEL	23	NITZ	21	NITZLON	23	ODONREG	101
NITZLON	22	ODONREG	22	RHIZIMB	21	ASTEGLA	21	CERA	88
CERA	20	CERA	18	SKELCOS	19	RHAP	21	NITZLON	84
RHIZSET	16	LEPT	16	PLESGYR	17	SKELCOS	19	RHIZIMB	68
SKELCOS	14	RHIZSET	16	CHAE	16	RHIZSTO	18	SKELCOS	60
LEPT	13	RHIZIMB	15	RHAP	16	CHAECUR	17	LEPT	58
PLAG	13	EUCP	14	CHAEDEC	14	LEPT	16	RHIZSET	58
THALROT	12	RHAP	12	LEPT	13	PLESGYR	16	RHAP	54
ODONAJUR	10	RHIZFRA	12	NITZLON	13	RHIZSET	13	CHAECUR	40
SCEN	9	NAVI	11	RHIZSET	13	GUIN	12	NAVI	37
RHIZIMB	8	PRORMC	11	CHAECUR	12	NAVI	12	PLESGYR	36
DITY	7	LAUD	9	ODONREG	12	THAL	11	THALROT	35

Tableau 2- 3 : Indice de Sanders des taxons dénombrés sur la radiale de la Baie de Somme

Nous pouvons remarquer que la répartition des espèces n'est pas homogène. Elle varie selon la progression dans la baie. A l'intérieur de celle-ci, l'espèce dominante est *Asterionnella glacialis* alors qu'au large on trouve *Phaeocystis sp.* puis *Chaetoceros sociale*. Parmi les espèces préférantes du site on identifie *Asterionnella glacialis* suivie de *Phaeocystis sp.* (2^{ème} rang) puis *Chaetoceros sociale*, *Thalassionema nitzschioides* et *Rhizosolenia stolterfortii*.

3.3.2.3. 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(ou taxons) identifiées à une date donnée. L'indice de diversité, retenu ici pour caractériser la diversité spécifique, est l'indice de Shannon, noté H.

$$H = -\sum P_i \log_2(P_i)$$

Avec $P_i = \frac{N_i}{\sum N_i}$ qui est égal à la fréquence de l'espèce i dans l'échantillon.

N_i est le nombre d'individus de l'espèce i et \sum 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 également compte du nombre d'espèces dans l'échantillon. On dit que la diversité est faible lorsque l'indice de Shannon est proche de 0,52. On dit qu'elle est forte lorsque l'indice est voisin de 6.

Un indice de Shannon *faible* signifie que le milieu est peu diversifié. En général, cela signifie qu'une espèce est fortement prépondérante par rapport aux autres mais cela peut également signifier qu'il n'y a que très peu d'espèces différentes. Cela ne signifie pas que la biomasse du milieu soit faible. En effet, l'indice de Shannon ne tient pas compte de la biomasse mais uniquement de sa diversité.

Un indice de Shannon *fort* signifie que le milieu est très diversifié. Cela signifie qu'il y a beaucoup d'espèces différentes sans qu'il y en une qui domine les autres. Mais cela ne signifie pas que la biomasse du milieu soit importante.

3.3.2.4. Interprétations graphiques de l'indice de SHANNON

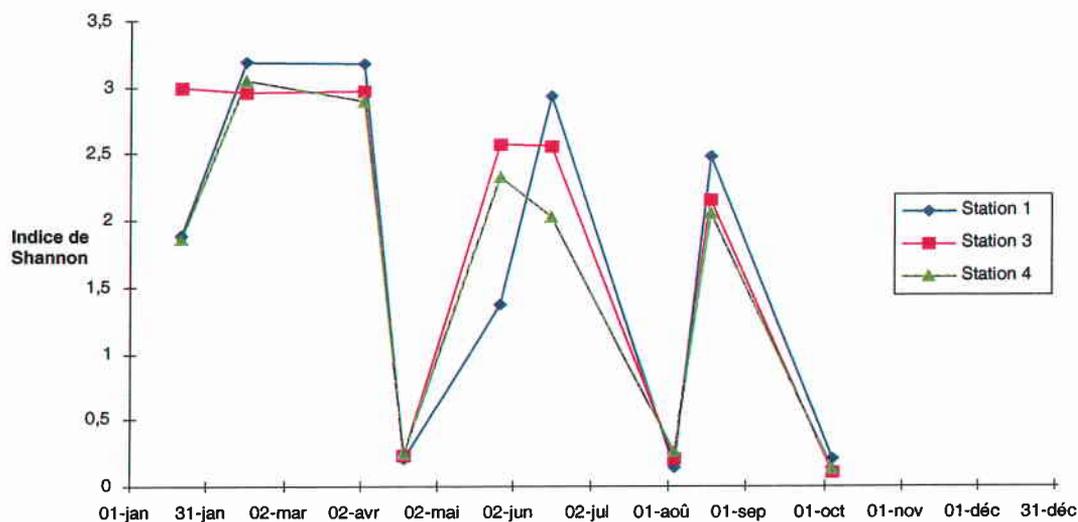


Figure 4- 1 : Dunkerque - Indice de Shannon

Les indices sont variables au cours de l'année. Ils sont compris entre 0 et 3,2. Le milieu est assez riche en espèces phytoplanctoniques au début de l'année. Les valeurs les plus importantes sont relevées en février (avec un indice maximum de 3,2) et en septembre. Les chutes des indices durant les mois d'avril, d'août et d'octobre sont très importantes. En se reportant aux listes floristiques, on constate que ce manque de diversité durant ces mois est consécutif à l'efflorescence massive de *Phaeocystis sp.* (jusqu'à 11 millions de cellules par litre).

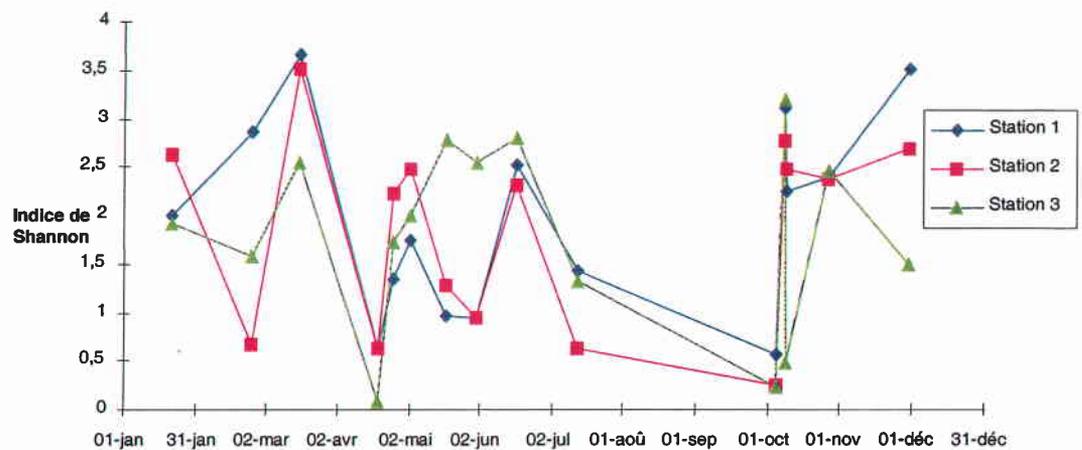


Figure 4- 2 : Boulogne sur mer - Indice de Shannon

Nous pouvons remarquer que les indices sont très variables. Le maximum est atteint le 16 mars avec un indice de 3,7 (à la station côtière). Les valeurs les plus faibles sont enregistrées au mois d'avril en raison de l'abondance de *Phaeocystis sp.* (jusqu'à 4,7 millions de cellules par litre). La diminution de la diversité au mois d'octobre correspond également à la prédominance de *Phaeocystis sp.*.

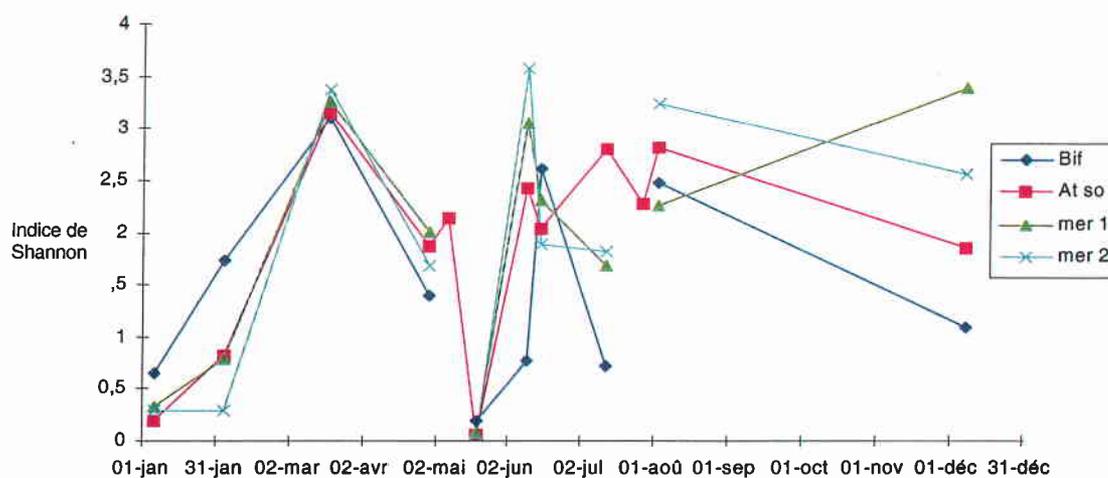


Figure 4- 3 : Baie de Somme - Indice de Shannon

Les indices fluctuent beaucoup au cours du temps mais ces fluctuations sont identiques pour les trois stations. Comme pour les deux autres radiales le bloom de *Phaeocystis sp.* (jusqu'à 52 millions de cellules par litre en baie) explique les indices du mois de mai (ATSO : 0,1). On remarque ici que le bloom de *Phaeocystis sp.*, est très court dans le temps. La biodiversité maximale est atteinte juste après le bloom. On note la valeur la plus importante au mois de juin avec un indice de 3,6.

4. Discussion

4.1. Comparaison inter radiale

4.1.1. Paramètres physico-chimiques et biologiques

4.1.1.1. Température et salinité

Les températures sont comprises entre 5,9°C et 21,4°C. L'écart de température entre la côte et le large reste cependant assez faible (moins de 1°C). On remarque un gradient décroissant de température Nord-Sud (en moyenne 14,9°C en Baie de Somme, 13,2°C à Boulogne et 11,7°C à Dunkerque).

Les moyennes annuelles de salinité permettent de constater que la dessalure est plus importante en Baie de Somme, en raison de l'influence du fleuve Somme. La radiale de Boulogne-sur-mer a une salinité un peu plus faible que celle de Dunkerque. La Liane pourrait jouer un rôle dans ce phénomène. Le gradient côte large croissant est plus ou moins marqué selon les radiales (en moyenne, de 1,62 P.S.U. en Baie de Somme à 0,40 P.S.U. à Dunkerque).

4.1.1.2. Turbidité, matières en suspension et matière organique

Les valeurs de turbidité les plus élevées sont enregistrées en Baie de Somme. On y relève un maximum de 70 N.T.U. contre 29 N.T.U. à Dunkerque et 13,2 N.T.U. à Boulogne-sur-mer. La turbidité est beaucoup plus stable à Dunkerque et à Boulogne-sur-mer qu'en Baie de Somme. Ceci est probablement dû aux rejets de sédiments de la Somme.

Matières en suspension (MES) et turbidité permettent tous deux de mesurer le même phénomène : la turbidité de l'eau. On remarque une réelle concordance entre ces deux séries de mesures. Les matières organiques (MO) permettent d'évaluer la fraction minérale et la fraction organique des MES. La matière organique en est la constituante principale durant le printemps. Ceci est dû en grande partie aux efflorescences phytoplanctoniques. On constate qu'à chaque radiale correspond un gradient côte-large décroissant pour ces trois paramètres.

4.1.1.3. Chlorophylle *a* et phéopigments

Les fortes valeurs de chlorophylle *a* correspondent bien aux blooms phytoplanctoniques. Les teneurs en chlorophylle *a* sont beaucoup plus importantes en Baie de Somme où elles atteignent un maximum de 44,86 µg.l⁻¹ contre 17,22 µg.l⁻¹ à Boulogne-sur-mer et 32,40 µg.l⁻¹ à Dunkerque. Les teneurs les plus élevées en phéopigments sont enregistrées en Baie de Somme avec une valeur maximale de 74,23 µg.l⁻¹.

4.1.1.4. Nutriments

Pour les trois radiales, on observe de fortes concentrations en nitrite l'hiver. Les teneurs en nitrite sont légèrement plus fortes à Boulogne-sur-mer (en moyenne $0,298 \mu\text{mol.l}^{-1}$) et en Baie de Somme (en moyenne $0,295 \mu\text{mol.l}^{-1}$) qu'à Dunkerque (en moyenne $0,286 \mu\text{mol.l}^{-1}$).

La présence de nitrate est bien marquée pour l'ensemble des radiales et évolue selon un cycle annuel. Le stock est consommé par le phytoplancton au printemps et en été, puis se reconstitue en automne et en hiver. Les maxima sont comparables avec ceux de 1998 : pour Dunkerque $37,10 \mu\text{mol.l}^{-1}$, et Boulogne $23,35 \mu\text{mol.l}^{-1}$. En Baie de Somme, on observe une augmentation : de 29,40 en 1998 à $32,01 \mu\text{mol.l}^{-1}$ en 1999.

L'évolution des concentrations en phosphate est comparable à celles du nitrate pour les trois radiales.

Le silicate est utilisé par les diatomées. Les variations de concentrations correspondent bien aux variations de dominance des espèces phytoplanctoniques. Pour toutes les radiales, le cycle annuel est bien marqué avec des teneurs maximales en hiver et minimales en été. La valeur maximale est relevée en Baie de Somme ($19,94 \mu\text{mol.l}^{-1}$)



4.1.2. Phytoplancton

Taxon	indice de Sanders
RHIZDEL	519
PHAE	430
THAANIT	367
RHIZSTO	339
ASTEGLA	324
MELO	249
RHIZIMB	231
CHAESOC	220
SKELCOS	200
PSNZ	188
CHAE	176
RHAP	141
CHAECUR	137
PARAMAR	132
THAL	132
CERA	122
LEPT	122
NITZLON	119
NITZ	103
ODONREG	101

Tableau 5- 1: Somme des indices de Sanders sur l'ensemble des stations

Rhizosolenia delicatula est toujours l'espèce la plus abondante. On remarque cependant une forte baisse par rapport à l'année précédente (indice de Sanders de 519 en 1999 contre un indice de Sanders de 715 en 1998). *Phaeocystis sp.* est moins abondante que l'année dernière également. Dans le tableau 5-1, Elle arrive au deuxième rang des espèces derrière *Rhizosolenia delicatula* contre le 3^{ème} rang en 1998.

Les espèces toxiques telles que *Dinophysis*, *Gymnodinium* et *Gyrodinium* n'ont été dénombrés cette année qu'en petites quantités, trop faibles pour entraîner des problèmes de toxicité. Les *Pseudo-nitzschia* apparaissent en grand nombre sur nos côtes, mais aucune espèce toxique n'a été identifiée.

4.2. Discussion

38 sorties sur les 48 programmées ont été effectuées en 1999 :

- 12 sorties pour Dunkerque
- 15 sorties pour Boulogne,
- 10 pour la Baie de Somme.

Les résultats confirment bien l'évolution saisonnière de la température et le gradient côte large décroissant pour la salinité des trois radiales avec une influence des apports côtiers pour les radiales de Dunkerque et de Boulogne sur mer. La température semble avoir augmenté par rapport à l'année dernière (min. :+0,7°C ; max. :+2,2°C).

Turbidité et matières en suspension sont des paramètres mesurant tous deux la turbidité de l'eau. Aussi observe t'on à Dunkerque, à Boulogne-sur-mer et en Baie de Somme des fortes valeurs de MES et de turbidité simultanées.

A Boulogne-sur-mer, les teneurs en chlorophylle *a* sont plus fortes qu'en 1998 (en moyenne 5,4 contre 5 $\mu\text{g.l}^{-1}$ à Boulogne et 7,9 contre 5 $\mu\text{g.l}^{-1}$ à Dunkerque). Elles sont stables en Baie de Somme (en moyenne 12,2 $\mu\text{g.l}^{-1}$ pour 1999 et 1998). La forte concentration de phéopigments relevée en Baie de Somme caractérise à la fois la forte productivité algale de celle-ci et la dégradation de la chlorophylle.

Par rapport aux résultats de 1999, il ne se dégage pas de tendance significative de l'évolution des teneurs en nutriments.

L'ammonium est une forme transitoire du cycle de l'azote dont l'évolution sur l'année est difficile à apprécier. On remarque cependant une diminution de sa concentration durant les blooms phytoplanctoniques.

Malgré son caractère fugace, on observe des concentrations en nitrite plus élevées en hiver que pendant le reste de l'année.

En ce qui concerne le nitrate, son cycle saisonnier est bien marqué avec une reconstitution du stock hivernal et une chute brutale de ses concentrations dès le début du printemps en relation avec le développement phytoplanctonique.

On peut également observer une baisse des concentrations en phosphate, surtout durant le printemps et l'été.

Le silicate dissous dans le milieu est utilisé par les *Diatomées* pour reconstituer leurs thèques. Sa concentration suit donc également le rythme des efflorescences algales. On ne note pas de variations significatives en silicate d'une année sur l'autre.

Le phytoplancton mobilise l'ensemble des nutriments lorsque les conditions sont requises (lumière et température). Le bloom de *Phaeocystis sp.* est à l'origine du maximum de concentration en chlorophylle *a* en ce qui concerne les trois

stations. En 1999, l'efflorescence de *Phaeocystis sp.* a été très précoce en Baie de Somme (dès le mois de janvier) alors qu'elle n'apparaît qu'en avril pour les autres radiales.

Les conditions météorologiques ont une influence sur la plupart des paramètres analysés. La pluviométrie a un rapport direct avec les apports telluriques et par conséquent les flux d'éléments nutritifs apportés par les cours d'eau (annexe 3). Les précipitations enregistrées par décade sur les trois stations météorologiques de Dunkerque, Boulogne-sur-mer et de la Baie de Somme (annexe 4) font apparaître plusieurs épisodes pluvieux tout au long de l'année. En moyenne l'année 1999 a été plus humide que 1998 (891,73 mm contre 860,63 mm) sur le littoral Nord / Pas-de-Calais - Picardie. Les précipitations les plus importantes ont eu lieu en automne pour toutes les stations.

5. CONCLUSIONS

Les résultats de cette huitième année de fonctionnement du Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord / Pas-de-Calais - Picardie confirment 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 nutriments. Ils passent par des maxima en hiver et des minima en été.
- Le phytoplancton, la chlorophylle *a* et les phéopigments sont trois paramètres très liés. Les blooms occasionnent une augmentation de la concentration en chlorophylle *a* et en phéopigments et une baisse de la concentration en nutriments.
- Les apports de nutriment par les fleuves côtiers sont non négligeables (surtout pour les nitrates qui sont reconnus comme provenant du lessivage des terres agricoles : Annexe 3). Ces fleuves influent aussi sur la salinité des stations côtières.
- Enfin, les épisodes pluvieux ont une influence sur les flux de nutriments.

6. ANNEXES

Annexe 1**Résultats bruts des analyses physico-chimiques**

	CHLOROA	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SIOH	TEMP	TURB
	$\mu\text{mol l}^{-1}$	mol l^{-1}	mol l^{-1}	$\mu\text{mol l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol l}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	NT.U.				
21-janv	2,4	30,3	3,3	3,7	0,74	22,8	1,9	1	33,71	16,4	8,3	25,3
16-févr	6,1	10,4	2	3,5	0,78	37,1	1,5	1	33,16	14,3	5,9	9,8
04-mars	6	18,3	2,6	3,4	0,36	22,3	2,2	0,8	33,63	3,5	7,7	14,8
17-mars	6,81	21	5,88	0,78	0,29	13,1	1,46	0,64	33,48	0,95		29
08-avr	32,4	4,8	1,4	6,2	0,12	4,4	3,3	0,2	33,71	1,5	10,7	3,4
19-avr	31,3	15,3	6	8	0,05	1,7	3,6	0,8	33,95	1,5	10,3	7,8
10-mai	11,2	4,4	2,4	5	0,31	1,9	0,9	0,3	33,86	0,5	14,2	2,8
27-mai	6,9	4,2	2	2,3	0,06	1,6	0,5	0,3	33,91	1	14,8	1,8
16-juin	4,6	8,9	2,7	2,2	0,1	2,4	2,3	0,2	34,09	1,2	16,3	5
18-août	1,4	16	3,1	7,4	0,35	2,1	1,5	0,4	34,7	5,4	19,5	10,3
12-oct	1,76	16	3,36	2,7	0,25	4,56	2,72	0,46	34,17	5,68		11
30-nov	0,8	6	0,92	3,67	0,89	23,3	0,82	1,25	33,41	13,8		4,1

1999, Radiale de Dunkerque, Station 1

	CHLOROA	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SIOH	TEMP	TURB
	$\mu\text{mol l}^{-1}$	mol l^{-1}	mol l^{-1}	$\mu\text{mol l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol l}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	NT.U.				
21-janv	1,1	13,3	2	1,9	0,68	19,9	1,7	0,9	33,98	13,5	8,2	10,3
16-févr	7	15,2	3,1	3,7	0,88	37,1	1,4	1	33,22	14,4	6,2	12,7
04-mars	4,8	10,9	1	4	0,33	19,8	1,8	0,8	33,99	3,3	7,6	10,1
17-mars	7,21	4	1,68	0,66	0,12	7,32	0,64	0,66	34,07	0,25		4,7
08-avr	17,2	2,8	1,2	4,5	0,1	7,2	1	0,3	34,07	1,5	9,7	1,8
19-avr	27,3	15,3	6	4,8	0,05	1,9	2,9	0,8	34,14	1,2	10,3	7,8
10-mai	10,3	4	2	11,2	0,17	1,9	1,4	1,1	33,94	5,1	13,8	2,1
27-mai	4,6	1,7	1,4	2,8	0,17	1,5	0,8	0,3	34,08	0,7	14	2,8
16-juin	5,6	4,7	1,5	3,7	0,04	1,9	0,4	0,2	34,35	0,6	15,3	1,6
18-août	1,4	4,4	1,2	4,6	0,28	2	0,6	0,3	34,7	3,7	19,3	1,9

1999, Radiale de Dunkerque, Station 3

	CHLOROA	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SIOH	TEMP	TURB
	$\mu\text{mol l}^{-1}$	mol l^{-1}	mol l^{-1}	$\mu\text{mol l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol l}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	NT.U.				
21-janv	1	2,7	0,7	2,7	0,58	16,7	0,2	0,8	34,32	11	8,5	2,7
16-févr	2,8	7,1	1,9	2,3	0,64	29,5	1,7	0,9	33,68	11,5	6,4	6,3
04-mars	2,8	6,2	0,9	3,6	0,33	17,1	1,6	0,8	34,21	6,1	7,8	8,5
17-mars	4,21	5	1,75	0,84	0,21	11,1	0	0,59	34,39	0,45		3,5
08-avr	14,8	5,6	1,6	6,6	0,08	8,5	1	0,8	34,22	1,5	9,4	2,4
19-avr	16,2	5,2	2,6	7,2	0,05	6,8	1,6		34,06	2,7	9,8	2,2
10-mai	14,5	4	2	9,1	0,05	2,5	0,7	0,7	34,12	3,4	13,2	3,3
27-mai	3,8	1,4	1,1	2,4	0,05	1,6	0,6	0,3	34,19	0,6	13,9	1,6
16-juin	5,1	4,2	1,2	1,6	0,05	2,2	0,3	0,1	34,39	0,6	14,8	1,4
18-août	0,3	4,7	1,7	4,1	0,25	1,7	0,1	0,2	34,7	3	19,2	1,4
12-oct	2,4	5	1,1	1,27	0,15	3,42	0,53	0,35	34,55	4,73		3

1999, Radiale de Dunkerque, Station 4

	CHLOROA	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SIOH	TEMP	TURB
	$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	N.T.U.
21-janv	2.46	15.5	1.5	0.9	0.85	23.35	2.78	1.55	33.3	7.39	9	11.1
24-févr	4.64	3	0	1.13	0.47	23.35	1.43	0.8	33	1.87	6.7	5
05-mars	4.94	12.1	0.8	1.87	0.42	17.76	2.59	0.82	33.3	0.1	7	7
16-mars	10.06	10.1	0.5	1.32	0.29	15.62	2.99	0.62	33	0.1	8.6	5.9
19-avr	12.34	13.2	2.6	1.18	0.24	14.37	4.37	0.05	32.7	1.63	11	4.78
26-avr	9.48	2.5	0.6	1.25	0.05	15.87	2.86	0.05	33	1.31	11.5	2.02
10-mai	11.21	1.4	0.5	0.57	0.05	0.51	4.04	0.05	32.9	0.21	14.1	1
18-mai	16.02	6.4	1.8	0.15	0.57	0.15	5.57	0.05	33.8	0.81	14.6	3.9
31-mai	17.22	8.4	3.6	0.15	0.59	0.15	8.57	0.05	33.5	0.18	15.9	4.5
17-juin	15.7	3.5	1.1	1.2	0.5	0.21	5.89	0.12	33.1	0.1	16	1.9
13-juil	7.37	12.6	3.4	1.06	0.08	0.76	4.59	0.22	33.4	0.1	19.6	5.1
10-août	1.2	0.8	0.4	0.4	0.11	0.98	1.71	0.15	33.7	1.41		1
10-sept	2.02	5	0	2.8	0.3	1.56	1.4	0.39	33.8	5.11	21.4	4
27-oct	9.18	19.3	1.8	2.57	0.56	11.1	7.94	0.64	33.1	1.49	14.9	13.2
30-nov	1.65	5.1	1.1	3.39	0.37	9	1.49	0.58	33.5		10.3	2.9

1999, Radiale de Boulogne-sur-mer, Station 1

	CHLOROA	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SIOH	TEMP	TURB
	$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	N.T.U.
21-janv	1.01	4.8	0.2	0.37	0.74	19.2	1.15	1.13	33.9	6.75	9.1	3.5
24-févr	3.46	7.1	0.3	1.03	0.52	19.19	1.35	0.61	33.4	1.41	6.8	3.6
05-mars	4.76	7.3	0.6	0.44	0.18	15.06	1.8	0.62	33.9	0.1	7	4.1
16-mars	6.28	2.7	1	1.44	0.39	14.62	1.53	0.41	33.7	0.1	8.5	1.1
19-avr	8.33	6.3	1.4	1.13	0.13	12.8	3.33	0.05	33.6	2.17	10.8	0.94
26-avr	5.77	0.7	0.4	1.1	0.05	16.12	2.08	0.05	32.9	2.72	11.6	1.05
10-mai	11.85	1.1	0.7	0.13	0.05	1	2.5	0.05	33.2	0.1	14.2	0.6
18-mai	9.35	3.2	1.1	0.15	0.45	0.19	3.74	0.05	34.3	0.9	14.4	2.5
31-mai	4.49	1.7	1.4	0.15	0.19	0.51	1.35	0.05	34	0.1	14.9	0.8
17-juin	8.73	2.5	0.8	0.21	0.25	0.5	2.76	0.05	33.4	0.1	16	0.7
13-juil	3.12	1.4	0.7	1.17	0.05	0.85	0.89	0.05	33.7	0.62	19.6	0.8
10-août	1.52	1.2	0.8	0.2	0.07	1.99	1.45	0.17	33.6	2.72	20	0.6
10-sept	1.68	6.8	0.6	2	0.22	1.55	1.85	0.34	33.9	4.24	21.2	4.4
27-oct	3.76	2.5	0.5	0.67	0.3	4.2	1.73	0.27	33.9	2.28	15.1	1.9
30-nov	0.46	2.6	0.7	1.64	0.3	6.7	1.21	0.5	33.9	0.49	10.9	2.4

1999, Radiale de Boulogne-sur-mer, Station 2

	CHLOROA	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SIOH	TEMP	TURB
	$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$	$^{\circ}\text{C}$	N.T.U.
21-janv	0.75	2	0.3	0.7	0.54	17.54	0.33	0.97	34	5.8	9.5	1.8
24-févr	1.39	1.6	0	0.69	0.42	15.67	0.67	0.59	34.2	1.87	6.9	1.6
05-mars	1.6	4	1	0.58	0.3	15.6	0.36	0.58	33.7	0.1	7	2.7
16-mars	3.27	1.4	1	1.7	0.56	13.53	1.71	0.39	33.8	0.1	8.5	0.6
19-avr	2.54	6.1	1.7	1.97	0.17	6.05	2.04	0.05	34.2	0.58	10.6	1.24
26-avr	6.19	0.8	0.5	1.03	0.05	12.52	1.36	0.05	33.7	2.99	11.2	1.05
10-mai	8.97	1.1	0.6	0.9	0.05	0.46	2.13	0.05	33.7	0.1	13.8	0.5
18-mai	3.84	1.3	0.5	0.15	0.43	0.21	1.43	0.05	34.6	0.1	14.4	1.5
31-mai	1.04	0.9	0.9	0.15	0.35	0.34	0.68	0.05	34.4	0.1	14.6	0.4
17-juin	6.73	0.5	0.5	1.67	0.3	0.5	1.79	0.05	33	0.1	17	0.4
13-juil	1.52	0.1	0.1	1.86	0.05	0.85	0.37	0.05	34.1	0.1	18.7	0.7
10-août	0.93	1.3	0.8	0.35	0.09	1.17	0.37	0.07	34	2.28	20	0.6
10-sept	1.01			1.3	0.35	0.15	0.76	0.16	34.1	2.67	20.5	2.9
27-oct	1.92	0.7	0.1	1.02	0.25	3.7	0.66	0.4	34.1	2.63	15.3	0.4
30-nov	0.6	1.9	0.6	1.33	0.15	5.7	0.49	0.26	34.2	0.2	10.5	1.2

1999, Radiale de Boulogne-sur-mer, Station 3

	CHLORO A	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SICH	TEMP	TURB
	$\mu\text{g.l}^{-1}$	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	°C	NT.U.
08-mars	16,02	107,82	24,14	0,78	0,39	32,01	26,74	0,53	30,7	7,16	7	70
19-mars	14,74	49,13	9,26	1,97	0,39	28,61	20,25	0,33	30,7	2,08	9	25
02-avr	36,05	55,9	11,86	1,27	0,43	26,71	74,23	0,21	30,7	0,63	11	29
30-avr	26,7	52,76	10,87	4,99	0,56	19,22	26,08	0,02	31,4	0,63	13,5	32
20-mai	44,86	16,62	10,54	3,1	0,3	5,78	18,5	0,02	31,2	0,9	15	7,5
01-juin	37,17	51,04	27,2	0,46	0,07	3,68	26,23	0,07	31,5	0,99	16,5	25
15-juin	29,37	12,08	4,88	6,78	0,12	5,09	4,65	0,02	31,9	1,54	18	6,5
13-juil	4,81	21,67	5,48	1,1	0,16	1,15	25,47	0,12	32,3	1,44	20	8
12-oct	11,48	31,66	11,42	0,29	0,22	3,63	18,42	0,28	32,5	3,53	21	13
06-oct	6,14	26,71	7,53	4,45	0,97	27,01	18,16	0,4	30,6	19,94	15	22

1999, Radiale de la Baie de Somme, BIF

	CHLORO A	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SICH	TEMP	TURB
	$\mu\text{g.l}^{-1}$	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	°C	NT.U.
08-mars	2,35	55,24	18,04	1,48	0,37	29,62	9,91	0,6	31,4	4,62	7	38
19-mars	13,03	37,13	8,67	6,24	0,37	21,79	21,96	0,27	31,1	1,63	9,5	20
02-avr	15,38	28,3	7,91	4,67	0,37	21,98	8,54	0,3	31,2	0,99	11	19
30-avr	21,15	25,92	7,17	4,18	0,64	17,47	20,87	0,05	31,6	0,1	13,5	23
20-mai	23,76	9,88	7,88	2,83	0,33	6,71	18,66	0,02	31,4	1,99	15	5
01-juin	29,48	20,76	15,72	0,19	0,05	2,91	23,15	0,09	32,3	0,99	16,5	15
15-juin	22,16	8,47	3,64	5,53	0,07	1,43	8,86	0,02	32,4	0,1	18	5
13-juil	2,14	11,03	3,82	5,37	0,14	4,75	11,32	0,12	32,5	0,63	20	5
12-oct	3,74	14,28	6,24	0,08	0,18	3,66	14,58	0,2	32,9	4,16	21	7,2
06-oct	6,68	12,4	3,82	2,89	0,51	16,22	1,55	0,36	33,1	12,41	16	9

1999, Radiale de la Baie de Somme, MIMER

	CHLORO A	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SICH	TEMP	TURB
	$\mu\text{g.l}^{-1}$	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	°C	NT.U.
08-mars	5,77	18,22	7,22	1,86	0,49	27,39	18,75	0,54	31,5	6,34	7,7	17
19-mars	11,75	25,23	5,46	6,78	0,33	21	21,15	0,27	31,6	0,63	9,5	9,5
02-avr	4,27	8,4	3,49	8,94	0,32	25,15	11,43	0,4	31,6	0,72	11	5
30-avr	8,54	9,29	4,68	0,94	0,7	16,39	1,92	0,1	31,6	0,45	13	4,2
20-mai	21,09	13,48	9,62	1,48	0,26	3,93	40,21	0,14	32,4	0,99	14	5
01-juin	7,26	13,36	11	0,13	0,05	1,89	13,07	0,04	32,4	0,45	17	3,5
15-juin	19,22	8,01	3,37	6,62	0,16	2,35	9,93	0,02	32,1	1,72	18	4
13-juil	3,47	6,19	2,73	3,59	0,14	4,72	5,69	0,14	32,8	0,63	20	3
28-juil											20	
05-oct									33,2		21	3,6
12-oct	2,4	12,25	7,35	0,05	0,18	2,75	8,81	0,22	33,2	3,71	21	4,5
06-oct	1,87	10,87	4,13	2,18	0,55	16,15	4,3	0,48	33,6	11,05	16,5	6,8

1999, Radiale de la Baie de Somme, ATSO

	CHLORO A	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SICH	TEMP	TURB
	$\mu\text{g.l}^{-1}$	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	°C	NT.U.
08-mars	6,84	13,82	5,91	1,32	0,45	26,04	5,57	0,6	31,5	6,61	7,5	12
19-mars	6,41	8,13	3,3	4,29	0,26	18,25	19,01	0,61	31,8	1,72	9,5	3
02-avr	5,07	6,48	2,95	4,15	0,35	21,87	5,58	0,32	32	1,44	11	2,7
30-avr	5,77	7,74	5,26	0,29	0,55	16,05	3,2	0,09	32,4	0,1	13	2
20-mai	21,36	7,26	6,7	3,64	0,2	3,46	29,1	0,04	32,4	0,63	14	4,1
01-juin	7,26	9,84	9,48	0,35	0,07	1,97	3,2	0,02	32,5	0,18	17	2,5
15-juin	17,62	3,91	2,4	5,81	0,03	0,91	8,36	0,02	33,3	0,1	18	3
13-juil	1,6	4,68	2,63	0,13	0,1	4,5	8,3	0,02	33,6	0,08	20	2
12-oct	1,87	9,23	6,06	0,05	0,14	7,63	5,61	0,21	33,7	4,53	21	3,5
06-oct	2,14	6,2	3,02	0,83	0,39	13,79	1,98	0,45	33,9	9,88	16,8	4

1999, Radiale de la Baie de Somme, Station MER 1

	CHLORO A	MES	MESORG	NH4	NO2	NO3	PHEO	PO4	SALI	SICH	TEMP	TURB
	$\mu\text{g.l}^{-1}$	mg.l^{-1}	mg.l^{-1}	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	$\mu\text{g.l}^{-1}$	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	P.S.U.	$\mu\text{mol.l}^{-1}$	°C	NT.U.
08-mars	5,13	16,37	5,64	0,89	0,43	26,5	11,17	0,55	31,7	6,07	7,5	12
19-mars	3,74	6,99	2,13	3,91	0,32	22,01	15,7	0,58	32,2	2,9	9,5	1,5
02-avr	5,55	7,9	3,17	5,37	0,26	20,92	6,86	0,39	32,2	1,99	11	2,5
30-avr	8,12	5,63	2,53	0,35	0,56	13,83	0,85	0,07	32,4	0,1	12,5	2
20-mai	26,17	8,02	7,06	3,37	0,2	3,31	21,31	0,02	32,6	0,1	14	4,3
01-juin	8,12	11,16	10,08	0,4	0,01	1,57	4,14	0,02	33,1	0,27	17	2
15-juin	16,82	5,78	5,32	5,91	0,01	0,68	10,47	0,02	33,4	0,1	18	1,7
13-juil	3,74	4,77	2,5	0,05	0,09	0,88	5,42	0,02	33,9	0,1	19	1,8
12-oct	2,4	4,88	3	0,05	0,14	1,53	3,76	0,04	34,2	4,44	21	4
06-oct	0,8	4,44	2,24	0,08	0,35	13,07	3,31	0,45	34	9,42	17	2

1999, Radiale de la Baie de Somme, Station MER 2

Annexe 2**Résultats bruts des analyses phytoplanctoniques**

Nombre de cellules dénombrées par espèce, par date et par litre à Dunkerque Point 1

SRN Dunkerque Point 1	21-janv	16-févr	03-avr	19-avr	27-mai	16-juin	04-août	18-août	05-oct
ASTERIONELLA	4 200	44 100	78 750						4 888
BIDDULFIA		1 050	3 150	200		1 050	700	200	
CERATAULINA		1 050		8 000			14 000		1 333
CHAETOCEROS (autres)		2 100	12 800	1 300		12 600		2 900	500
CHAETOCEROS curvicaetus			7 350			21 000			
CHAETOCEROS sociale			42 000	6 666			26 666		
COSCINODISCUS	100	1 050		200					
DIATOMEES (autres)					6 300		200		
DINOPHYCEES (autres)			2 100	100		2 100	300	200	
DITYLUM		10 500	13 650	666					
EUCAMPIA zoodiacus			2 100	8 000		6 300	38 666		
FRAGILARIA		48 300							
GUINARDIA flaccida				1 333	385 350	1 050	1 333		1 333
GYRODINIUM				100			200	200	
LEPTOCYLINDRUS							8 000	4 100	
MELOSIRA	8 200	12 600	64 000	100			8 000		12 000
NAVICULA		4 200	1 050	100		1 050	100	100	
NITSCHIA (autres)	200	2 100	18 900	90 666	11 550	2 100	30 666		207 333
NITSCHIA delicatula		7 350				7 350			
NITSCHIA longissima	100	39 900	6 300	666	1 050	1 050	5 333		
NITSCHIA seriata				6 000			4 000		
NOCTILUQUE					1 050	1 050			
PHAEOCYSTIS				19 257 000			28 233 000		9 663 000
RAPHONEIS amphiceros	8 400	2 100	3 150	6 666	1 050	3 150	666		666
RHIZOSOLENIA (autres)					5 250				
RHIZOSOLENIA delicatula		2 100	5 250	201 333	12 600	45 150	174 666	7 100	6 666
RHIZOSOLENIA setiger		2 100		6 000			5 333		
RHIZOSOLENIA shrubsolei			7 350	57 333	6 300		52 666		15 333
RHIZOSOLENIA stouterfortii			10 500	18 666	139 650		8 000	600	8 666
SKELETONEMA costatum		149 100						600	
THALASSIONEMA	23 100	56 800	168 000			2 100			
THALASSIOSIRA (autres)	200	1 050	23 100			4 200	8 666	300	
THALASSIOSIRA rotula		1 050	49 350				2 666		
TOTAUX	44 500	390 600	518 650	1.967E+07	570 150	111 300	2.862E+07	16 300	9.941E+06

Nombre de cellules dénombrées par espèce, par date et par litre à Dunkerque Point 3

SRN Dunkerque point 3	21-janv	16-févr	03-avr	19-avr	27-mai	16-juin	04-août	18-août	05-oct
ASTERIONELLA		16 800	2 400	666	7 350		800		
CERATAULINA				8 666		2 100	19 333	500	
CHAETOCEROS (autres)	12 800	6 300		2 666	36 750		12 000	500	1 333
CHAETOCEROS curviretus			2 000				12 000	1 300	
CHAETOCEROS sociale				11 333			6 000		
COSCINODISCUUS							666		
DIATOMEES (autres)				40 000		2 100		200	1 300
DINOPHYCEES (autres)			100	1 300		1 050	100	600	100
DIPLONEIS			100	100					
DITYLUM	1 050	6 300	700	100			1 333		
EUCAMPIA zoodiacus				17 333			16 000	1 200	
GUINARDIA flaccida		19 950		666	8 400	4 200	666		400
GYMNODINIUM			100						
GYRODINIUM				300		1 050	100		100
LEPTOCYLINDRIUS							400	3 700	
MELOSIRA	18 900	35 700	3 000	15 333	21 000	15 750		800	4 000
NAVICULA	6 300	3 150	300	100	1 050	1 050			
NITSCHIA (autres)	1 050	1 050	100		43 050	6 300	62 666		81 333
NITSCHIA longissima	8 400	29 400	400	666		1 050		100	
NITSCHIA seriata							2 000		
PHAEOCYSTIS				10 610 000			10 662 000		11 590 000
RAFHONEIS amphiceros	9 450	13 650	300	2 000	4 200		666		
RHIZOSOLENIA delicatula	1 050		500	138 666	25 200	47 250	62 666	11 300	4 666
RHIZOSOLENIA setiger		3 150	200	5 333	1 050		4 666		
RHIZOSOLENIA shrubsolei				30 000	4 200	17 850	14 000		2 000
RHIZOSOLENIA stalterfortii				4 666	100 800	32 550	5 333		23 333
SKELETONEMA costatum		93 450							
THALASSIONEMA	16 800	137 550	7 500	300			3 333		
THALASSIOSIRA (autres)	2 100	18 900	4 200				1 800	100	
THALASSIOSIRA rotula	1 050		1 500				200		
AUTRES cellules				666					
TOTAUX	78 750	385 350	23 400	10 890 194	253 050	132 300	10 888 728	20 300	11 678 565



Nombre de cellules dénombrées par espèce, par date et par litre à Dunkerque Point 4

SRN Dunkerque Point 4	21-janv	16-févr	03-avr	19-avr	27-mai	16-juin	04-août	18-août	05-oct
ASTERIONELLA		8 400	2 100				1 800		
BIDDULFIA							200		
CERATAULINA				6 666			12 666		
CHAETOCEROS (autres)		2 100	1 400		11 550		800		100
CHAETOCEROS curvicaetus			900				11 333		
CHAETOCEROS sociale				38 000			25 333		
COSCINODISCUS		1 050							200
DIATOMEES (autres)		11 550			16 800	700		100	10 000
DINOPHYCEES (autres)			100	100		100	100	300	100
DIPLONEIS	100								
DITYLUM		3 150	1 200	100			666		
EUCAMPIA zoodiacus				23 333			18 666	2 000	
GUINARDIA flaccida				700	4 200	1 100	300		2 000
GYMNODINIUM		1 050			2 100			100	
GYRODINIUM				100		100	100	100	100
LEPTOCYLINDRUS							7 333	1 200	
MELOSIRA	2 500	43 050	600						1 900
NAVICULA	200	2 100	200		1 050		666		
NITSCHIA (autres)		1 050		87 333	4 200		13 333	200	138 000
NITSCHIA longissima	200	17 850					1 333		
NOCTILUQUE						200			
PHAEOCYSTIS				10 689 000			10 417 000		14 742 000
RAFHONEIS amphiceros		3 150	100	500		100	100		100
RHIZOLENIA (autres)					6 300				300
RHIZOLENIA delicatula			100	126 000	28 350	6 900	146 666	7 300	6 000
RHIZOLENIA setiger		3 150		4 000			8 666		1 333
RHIZOLENIA shrubsolei			600	17 333	1 050	4 800	20 666	100	2 666
RHIZOLENIA stollterfortii		6 300		3 500	67 200	1 100	8 666	600	45 333
SKELETONEMA costatum		76 650							
THALASSIONEMA	400	53 550	6 300	1 400			1 500		
THALASSIOSIRA (autres)	600	8 400	100	1 300			2 000	300	
THALASSIOSIRA rotula	100		5 000				400		
TOTAUX	4 100	242 550	18 700	10 999 365	142 800	15 100	10 700 293	12 300	14 950 132



**Nombre de cellules dénombrées par espèce, par date et par litre à Boulogne-sur-mer
Point 1**

SRN Boulogne 10 n	21-janv	24-févr	18-mars	19-avr	29-avr	03-mai	16-mai	31-mai	17-juin	13-juil	05-oct	08-oct	09-oct	27-oct
ASTERIONELLA		100	12 800	45 150	63 000			5 250			44 100			
BIDDULFIA	200		2 100	3 150	1 050		1 050	4 200					200	1 050
CERATALUNA							7 350	23 100		4 180	5 250		100	1 050
CHAETOCEROS (autres)			42 000	24 150	23 100		13 650				18 900		100	182 700
CHAETOCEROS curvicauda			18 900	52 500	66 150		6 300	6 300						7 350
COSCINODISCUS			1 050				1 050							3 150
DIATOMES (autres)				3 150			27 300	11 550					600	500
DICTYOCHA apiculatum														
DINOPHYCEES (autres)			1 050				1 050	1 050	300		3 150	100	100	
DINOPHYSIS														1 050
DIPLONES											1 050			1 050
DITYLUM	200		13 850	18 950	2 100								100	3 150
EUCAMPIA zoodiacus			8 400	5 250					100			1 200		
GUINARDIA flexilis							1 050	1 050		2 080	1 050			100
GYMNODINIUM							2 100	1 050	300			300	300	100
GYRODINIUM			1 050		2 100		8 450	14 700	200			200		
LEPTOCYLINDRUS										10 450		800	6 700	
MELOSIRA	5 200	200	29 400	14 700	2 100	2 100	5 250	2 100		8 380		700	3 900	29 400
NAVICULA		100			2 100	300	2 100	7 350	300	2 080	1 050	200	200	3 150
NITSCHIA (autres)	300	100		100	45 150	100	24 150	117 800					100	100
NITSCHIA closterium								1 050				100		
NITSCHIA delicatula				11 550										5 250
NITSCHIA longissima		200	2 100	1 050	3 150	100		3 150						
NITSCHIA variata							1 050							4 200
NOCTILLUQUE														
PHAEOCYSTIS				4,75E+06	1,33E+08		1,71E+06	1,82E+06			1,71E+06			
RAPHONIS amphicerus	500	100	7 350	4 200	5 250	200	4 200		100	8 270	2 100			2 100
RHIZOSOLENA (autres)				4 200			3 150							
RHIZOSOLENA delicatula			33 800	15 750			49 350	85 050	3 400	80 810	65 100	1 800	100	45 200
RHIZOSOLENA saliger			1 050	7 550	5 250		1 050	1 050				100		
RHIZOSOLENA shubertii			2 100					6 300	1 500	4 180	5 250			1 050
RHIZOSOLENA stohlerfortii							11 550		2 800	254 980			500	2 100
SKELETONEMA costatum		600	25 200	34 650			13 650					1 400		
THALASSIONEMA	400	5 200	18 950	30 450	141 750	2 700	27 300	2 100						4 200
THALASSIOSIRA (autres)	2 100	200	1 050	5 250	14 700	100	17 850			200	2 080		300	8 400
THALASSIOSIRA rotula		600	57 750	14 700	600		2 100						300	1 050
TOTALX	8 900	7 400	2,80E+05	5,05E+06	1,71E+06	5,00E+03	1,94E+06	2,12E+06	9,00E+03	3,56E+05	1,86E+06	7,00E+03	1,33E+04	3,08E+05

**Nombre de cellules dénombrées par espèce, par date et par litre à Boulogne-sur-mer
Point 2**

SRN Boulogne point 2	21-janv	24-févr	16-mars	19-avr	25-avr	03-mai	16-mai	31-mai	17-juin	13-juil	05-oct	08-oct	08-oct	27-oct	30-nov
ASTERIONELLA			19 950		232 950						800				
BIDDULFIA	100				1 050							500			
CERATALUNA			3 150				17 850	11 550			700				
CHAETOCEROS (autres)	400		25 200	16 800	61 950	200	12 800	11 550			700		300	800	
CHAETOCEROS curvicaetus			22 050		33 900										
CHAETOCEROS sociale					980						6 000				
COSCINOIDISCUS	100					100								2 100	
DIATOMES (autres)							42 000	21 000			800				
DINOPHYCEES (autres)			1 050	1 050		100		6 300	200	2 090		100	200		
DIPLOEIS													200	1 050	
DITYLUM		100	18 900	3 150	4 200									6 450	
EUCAMPIA zoediacus						200			200						
GUINARDIA flaccida			1 050				4 200			4 180					
GYMNODINIUM								3 150					100		
GYRODINIUM			1 050				17 850	6 300	100			100			100
LEPTOCYLINDRUS												400	600		
MELOSIRA				25 200		2 700	22 050			12 540	800	1 200	6 500	43 050	700
NAVIOLA	100				1 050		1 050	2 100	700	2 090	100	300	200	100	100
NITSCHIA (autres)	100			38 850	14 700		11 550			4 180					
NITSCHIA delicatula			13 650						900					600	
NITSCHIA longissima		200	1 050		1 050	100									
NITSCHIA seriata														6 300	
PHAEOCYSTIS				1 800 800	258 400		1 235 000	779 000			823 200				
RAPHONEIS amphioxos	300	100		2 100		300	1 050			2 090	100		200		100
RHIZOSOLENIA (autres)							5 250								
RHIZOSOLENIA delicatula			28 350	55 650	10 500	100	114 450	25 200	1 100	2 090	4 300	2 600	700	33 900	
RHIZOSOLENIA setiger	100	100	1 050	6 300	6 300										
RHIZOSOLENIA strubasaki			6 300	1 050			7 350	23 100	4 500		500			2 100	100
RHIZOSOLENIA stollerfortii			3 150			400	11 550	6 300	1 500	*****	1 300	100			
SKELETONEMA costatum	2 100					400					800	500		7 350	400
THALASSIONEMA	1 800	5 800		5 250	46 200	2 000								200	400
THALASSIOSIRA (autres)	1 500	100	1 050	4 200	4 200	100	9 450		200				700	2 100	200
THALASSIOSIRA rotula	200		15 750										800		900
TOTAL	6 600	6 200	1,63E+05	1,96E+05	7,37E+05	6,70E+03	1,52E+06	8,96E+05	9,40E+03	3,43E+05	6,40E+05	5,80E+03	1,11E+04	1,07E+05	3300



**Nombre de cellules dénombrées par espèce, par date et par litre à Boulogne-sur-mer
Point 3**

SPN Boulogne point 3	21-janv	24-fevr	16-mars	19-avr	26-avr	03-mai	18-mai	31-mai	17-juin	13-juil	05-oct	08-oct	08-oct	27-oct	30-nov
ASTERIONELLA					53 550										
BIDDULFIA	200	100			1 050	100						100		200	
CERATAULINA							400		200		100				
CHAETOCEROS (autres)			3 150	1 700	9 450						900			3 700	
CHAETOCEROS curvicaulis			15 750	2 500	89 450							800			
CHAETOCEROS sociale					36 750										
COSCINOIDISCUS															100
DIATOMES (autres)						200	3 100	43 050		700					100
DINOPHYCEES (autres)						100	100	2 100	400	100		100	100		
DIPLOEIS								1 050				100	100		
DITYLUM	100		9 450												500
EUCAMPIA zoediacus			7 350												
GUINARDIA fuscida			1 050				200	1 050							100
GYMNODINIUM							300	11 550	100						100 200
GYRODINIUM							400	19 950	200		100	700			
LEPTOCYLINDRUS							900			2 800			4 000		
MELOSIRA		2 900				600	1 500		1 100		1 800			800	3 500
NAVICULA		100	1 050				100		200	100	100	100			
NTSCHIA (autres)	100			900	4 200	100			300	300		100		100	
NTSCHIA delicatula				1 200											
NTSCHIA longissima	100	100													
PHAEOCYSTIS				9.50E+05	9.50E+05		1.06E+04	1.33E+03			5.51E+05				
RAPHONEIS amphiceros		100			1 050	200									
RHIZOSOLENA (autres)					39 900		500								
RHIZOSOLENA delicatula			33 600	200	5 250	400	3 700	35 700	1 600	300	4 000	100	100	1 200	
RHIZOSOLENA setiger					3 150										
RHIZOSOLENA rhubaricet			1 050				1 000	6 300	200		500				100
RHIZOSOLENA stolarfordi							4 100	3 150	1 500	11 500	1 000	200			
SKELETONEMA costatum		1 000									800	600			800
THALASSIONEMA				1 100	27 300	2 400							200		700
THALASSIOSIRA (autres)		200	2 100								4 300	200			100
THALASSIOSIRA rotula					18 900										1 000
TOTALX	500	4 500	74 550	9.58E+05	1 244 000	4 100	26 940	1.25E+05	5 800	15 400	5.65E+05	3 300	4.3E+03	7 800	5 400



**Nombre de cellules dénombrées par espèce, par date et par litre en Baie de Somme
Point Bif**

SRN Baie de Somme BIF	06-janv	04-févr	19-mars	30-avr	20-mai	10-juin	15-juin	13-juil	03-août	09-déc
ASTERIONELLA	997 000	6 666	5 333	200	1 026 666	200	318 000	666	666	1 148 000
BIDDULFIA	12 000	7 333	6 666	4 666	666	100	2 700	200	16 000	100
CERATAULINA	58 000			2 666	42 666	666	2 000	20 666		
CHAETOCEROS (autres)	4 000	4 666	5 333		4 000			4 000	2 666	
CHAETOCEROS curvicaus		8 000		10 666						
CHAETOCEROS sociale	34 000	3 333		602 000	32 666	26 000				222 000
COSCINODISCUS		666	200	100			100		100	
DIATOMEES (autres)	3 000									
DINOPHYCEES (autres)	200				100		300	200		100
DITYLUM		13 333	4 000						4 666	
EUCAMPIA zoodiacus	400	1 333					6 000	8 666		
FRAGILARIA	15 000	44 666	4 200			6 666	2 666			3 333
GUINARDIA flaccida						100	666	4 000		
GYMNODINIUM								100		
GYRODINIUM	100	400			300		300	1 300		100
LEPTOCYLINDRUS						2 666	1 333	56 666		3 333
MELOSIRA	18 000	2 666	1 333	1 400	3 200	7 333	1 500	4 000	28 000	16 000
NAVICULA	3 000	1 333		666		1 333	2 000	3 333	100	14 000
NITSCHIA (autres)	171 000	3 333		2 000	118 000	2 000	42 666			
NITSCHIA longissima	8 000	16 666	2 000	22 000	9 333		4 000	6 000		5 333
PHAEOCYSTIS	1.25E+07	9.79E+05		2.99E+06	5.23E+07		2.72E+05			
RAPHONEIS amphiceros	100		8 000	100	666	100		100	666	666
RHIZOLENIA (autres)	21 000						5 333			
RHIZOLENIA delicatula	28 000	2 500	2 666	17 333	66 666		56 000			14 666
RHIZOLENIA setiger		14 000	7 333	12 000	20 666				2 000	
RHIZOLENIA shrubsolei	3 000			1 500	1 333		194 666	2 666		
RHIZOLENIA stofferfortii	700	700				10 666	160 000	192 000		2 666
SKELETONEMA costatum	4 000		36 666	2 666					4 666	
THALASSIONEMA	20 000	32 666	27 333	29 333	4 666			700	25 333	400
THALASSIOSIRA (autres)		300	1 800				1 333		3 000	
THALASSIOSIRA rotula		4 000	10 000			700			8 000	
AUTRES cellules	1 000	666	666	2 000	4 000	666	2 000	100		2 000
TOTAUX	1.39E+07	1.15E+06	1.23E+05	3.70E+06	5.36E+07	5.85E+04	1.07E+06	3.05E+05	9.59E+04	1.43E+06

Nombre de cellules dénombrées par espèce, par date et par litre en Baie de Somme Point Atso

SPIN Baie de Somme At so	06-janv	04-févr	19-mars	30-avr	08-mai	20-mai	10-juin	15-juin	13-juil	28-juil	03-août	08-déc
ASTERIONELLA	95 333	666	666	1 333	666	2 500	8 000	1 333	100	2 900	3 333	185 333
BIDDULFIA		200	4 666		200	200	100		666	100	1 333	666
CERATALUNA	45 333		100	4 666	666	38 000			4 000			666
CHAETOCEROS (autres)	1 300	9 666	2 666	1 100	4 666	1 300			700	700		666
CHAETOCEROS curvicaetus		2 100		30 000	1 300							
CHAETOCEROS sociale	10 000			131 333	140 000	8 000	14 000			14 000		59 333
COSCINOIDSUS	666	1 333	1 333	200		666	100			100		
DIATOMES (autres)		600										
DINOPHYCEES (autres)	400		100	100	100	100		200	100	100		300
DITYLUM		7 333	9 333	666								6 666
EUCAMPIA zoodiacus	900				4 666			2 666	800	1 333		600
FRAGILARIA		6 000										12 666
GUINARDIA flaccida							666	1 333	2 666	100	300	
GYRODINIUM	200	100	100		200		100	200	200	100		100
LEPTOCYLINDRUS					1 400				32 000	2 666		1 333
MELOSIRA	1 900	3 100	4 000	1 900	800	6 000	26 666	2 900	5 333	200	41 333	2 000
NAVICULA	100			666	666	2 000	666	100	100	100	1 333	14 666
NITSCHIA (autres)	77 333	1 333	800	2 000	666	60 666		29 333		8 666	200	
NITSCHIA longissima	2 000	17 333	9 333	5 333	1 333	2 000	666	666	3 333	3 333	5 333	2 666
PHAECCYSTIS	1.29E+07	1.41E+06		5.71E+05		4.89E+07		4.08E+05				
RAPHONEIS amphiceros	666	12 666	20 666	666	2 666	2 666	666	666	666	200	3 333	200
RHIZOSOLENIA (autres)	11 333							2 666				3 333
RHIZOSOLENIA delicatula	7 333		666	23 333	400	77 333	500	55 333				666
RHIZOSOLENIA setiger	666	18 000	6 000	5 333		28 000						
RHIZOSOLENIA ehnubacoi	18 666			100		666		140 000	2 666			
RHIZOSOLENIA stolleriortii	900				28 666	1 300	8 666	98 000	158 666	151 333		1 100
SKELETONEMA coelatum			72 666									800
THALASSIONEMA	800	34 666	80 000	26 666		300					105 333	
THALASSIOSIRA (autres)		500	2 400			3 400	800				6 000	
THALASSIOSIRA rotula		4 666	46 666								4 000	
AUTRES cellules	666	666	666	2 666	666			100	100			1 333
TOTALX	1.32E+07	1.53E+06	2.62E+05	8.07E+05	1.89E+05	4.92E+07	6.16E+04	7.43E+05	2.12E+05	1.86E+05	1.93E+05	2.74E+05

**Nombre de cellules dénombrées par espèce, par date et par litre en Baie de Somme
Point Mer 1**

SPN Somme mer 1	06-janv	04-févr	19-mars	30-avr	20-mai	10-juin	15-juin	13-jul	03-août	06-déc
ASTERIONELLA	104 000	666	100	38 666	4 666	300			5 333	666
BIDDULFIA	800	1 333	2 100		100	666	200		2 666	666
CERATALUNA	40 666			666	34 000	666		26 000		666
CHAETOCEROS (autres)	1 000	5 900	2 666		3 333	1 333		1 400		4 000
CHAETOCEROS curvicoelus		13 333	900	78 000					1 000	
CHAETOCEROS sociale	16 666	14 666		194 666	42 666	7 333		2 000		3 333
COSCINODISCUS		2 666	300							
DICTYOCHA speculum						666				
DINOPHYCEES (autres)	200		300	100		100		100		100
DIPLONEIS						100				
DITYLUM	666	8 666	4 666	1 333					2 666	
EUCAMPIA zoodiacus	1 700						500			
FRAGILARIA		5 333							2 800	
GUINARDIA flaccida							1 600	10 000		
GYRODINIUM			200					200	100	
LEPTOCYLINDRUS						1 100		110 000		
MEIOSIRA		1 000		3 333	1 333	8 000	700		6 666	9 333
NAVICULA						100	666	100	666	6 000
NITSCHIA (autres)	36 666	6 000	2 000	100	44 666		8 000			
NITSCHIA longissima	3 333	12 666	4 000		1 333	1 333		666	4 000	
NITSCHIA seriata						400				
PHAEOCYSTIS	6 772 800	1 849 600		272 000	29 212 800		136 000			
RAFHONEIS amphiceros	666	18 000	16 666	1 000	700		1 333	666		1 333
RHIZOSOLENIA (autres)	10 000				200		15 333			
RHIZOSOLENIA delicatula	18 000		2 800	5 333	34 666	400	46 666			5 333
RHIZOSOLENIA setiger	1 333	14 000	4 000	3 333	13 333				666	
RHIZOSOLENIA shrubsolei	11 333	666		100	1 333		133 333	6 000	100	1 333
RHIZOSOLENIA stouterfortii	1 000					1 100	106 666	226 000		2 000
SKELETONEMA costatum	4 000	12 000	37 333						28 666	
THALASSIONEMA	2 100	16 666	64 000	10 666	666	2 666			125 333	1 100
THALASSIOSIRA (autres)		1 000	3 400			7 333	3 333		700	
THALASSIOSIRA rotula		2 000	18 666						2 666	
AUTRES cellules	100			1 333				1 333		
TOTAUX	7 026 929	1 986 161	164 097	609 296	29 395 795	33 596	454 330	383 132	184 028	35 863



**Nombre de cellules dénombrées par espèce, par date et par litre en Baie de Somme
Point Mer 2**

SRN Somme mer 2	08-janv	04-févr	19-mars	30-avr	20-mai	10-juin	15-juin	13-juil	03-août	08-déc
ASTERIONELLA		1 333	1 333	666				2 666	2 666	
BIDDULFIA	200	666	2 000			2 666			200	200
CERATAULINA	24 666			1 333	34 000	666	300	17 333		
CHAETOCEROS (autres)	300	3 100	11 333		666	4 000	1 333			
CHAETOCEROS curvicaetus		40 666		85 333						
CHAETOCEROS sociale	11 333	40 666	16 000	102 666	48 000					
COSCINODISCUS		3 333	100		666	100		666	666	
DICTYOCHA speculum						1 333				
DINOPHYCEES (autres)	400		100	600			100	300		600
DITYLUM		3 333	2 000			100			2 666	
EUCAMPIA zoodiacus	6 666						600	1 333		
FRAGILARIA									14 666	
GUINARDIA flacida							2 666	15 333		
GYRODINIUM	100	100	100		100		700	100	200	100
LEPTOCYLINDRUS						6 000		164 000		6 666
MELOSIRA	4 000	1 200		2 800	100	6 666	1 100	800	9 333	3 333
NAVICULA	666	2 000		1 333	200	1 333		666		4 666
NITSCHIA (autres)	20 000	6 000			56 000	6 000	31 333			
NITSCHIA longissima		4 666	8 000	100		6 000	2 000		4 000	666
NITSCHIA seriata						800				
PHAEOCYSTIS	3 563 200	4 814 400		435 200	36 393 600		408 000			
RAPHONEIS amphiceros		22 000	9 333	100	6 666	666	666	666	2 666	666
RHIZOLENIA (autres)	12 666						666			
RHIZOLENIA delicatula	24 000	2 666		4 000	32 000		48 666			5 333
RHIZOLENIA setiger		5 333	3 333	4 000	9 333				666	
RHIZOLENIA shrubolei	15 333	500		300	4 666		110 666	13 333		
RHIZOLENIA stollerfortii	666					700	91 333	170 666		
SKELETONEMA coetatum			36 000			1 700			26 666	
THALASSIONEMA		10 666	38 666	1 200	3 333	4 000			20 666	
THALASSIOSIRA (autres)			700	800	2 666	9 333	900		1 200	
THALASSIOSIRA rotula		6 666	8 400						3 200	
AUTRES cellules						1 333		1 333		
TOTAUX	3.68E+06	4.97E+06	1.37E+05	6.40E+05	3.66E+07	5.21E+04	7.01E+05	3.88E+05	8.95E+04	2.22E+04

Annexe 3

Relation entre le suivi des nutriments sur le littoral et les apports à la mer

L'Agence de l'Eau mesure mensuellement dans les rivières du Bassin Artois Picardie, les teneurs en matières en suspension (MES), ammonium (NH_4^{4+}), nitrite (NO_2^-), nitrate (NO_3^-) et phosphate (PO_4^{3-}). Ces mesures faites dans le cadre du RNB (Réseau National de Bassin) nous ont permis de connaître, en partie, l'impact des rejets fluviaux sur les concentrations de ces nutriments en mer.

Comparaison des teneurs en nutriments dans la Liane et à la Station 1 de Boulogne

Station de Surface : 092500						
Date Mesure	MEST(mg/l)	NH4($\mu\text{mol/l}$)	NO2($\mu\text{mol/l}$)	NO3($\mu\text{mol/l}$)	PO4($\mu\text{mol/l}$)	Débit en m3/s
21-jan	50,00	350,00	7,17	193,55	35,79	4,86
05-mar	83,00	111,11	28,26	177,42	14,74	5,40
23-avr	13,00	127,78	7,83	177,42	11,58	1,76
18-mai	8,00	150,00	13,04	209,68	14,74	0,91
11-jun	14,00	611,11	26,09	135,48	48,42	0,66
12-aoû	26,00	483,33	23,91	9,68	53,68	0,40
28-oct	15,00	216,67	8,91	193,55	16,84	1,20

Parc 10 n					
Date Mesure	MEST(mg/l)	NH4($\mu\text{mol/l}$)	NO2($\mu\text{mol/l}$)	NO3($\mu\text{mol/l}$)	PO4($\mu\text{mol/l}$)
21-jan	15,50	0,90	0,85	23,35	1,55
05-mar	12,10	1,87	0,42	17,76	0,82
26-avr	2,50	1,25	0,05	15,87	0,05
18-mai	6,40	0,15	0,57	0,15	0,05
17-jun	3,50	1,20	0,50	0,21	0,12
10-aoû	0,80	0,40	0,11	0,98	0,15
27-oct	19,30	2,57	0,56	11,10	0,64

Les apports de la Liane, mesurés au point RNB n° 092500, sont comparés aux concentrations mesurées à la station côtière (Parc 10 n) de la radiale de Boulogne-sur-mer. Nous avons retenu les dates de prélèvements proches pour le RNB et le SRN. On remarque que les mesures réalisées se répartissent en deux groupes distincts :

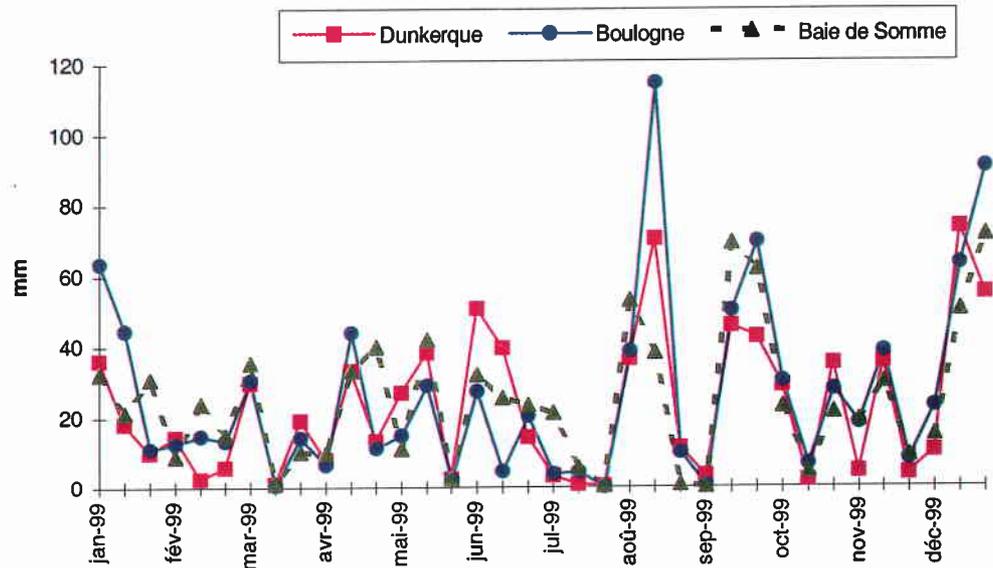
- le premier comprend les MES et les nitrates. Ces paramètres ont une concentration qui reste constante quand le débit du fleuve augmente. Ils sont donc apportés par ruissellement. Le nitrate semble provenir essentiellement du lessivage des terres agricoles et les MES des apports terrigènes charriés par les pluies. La concentration en mer de ces paramètres s'élève consécutivement à cette augmentation de débit du fleuve.
- le second groupe comprend l'azote ammoniacal, le nitrite et le phosphate. Leur concentration diminue quand le débit du fleuve augmente. Cette dilution signifie que les apports en ces nutriments sont constants dans le fleuve. La concentration en mer diminue avec la réduction de la teneur en nutriment dans la rivière.

On observe le même regroupement en Baie de Somme mais les mesures simultanées au RNB et au SRN sont trop peu nombreuses pour être réellement exploitables.

Annexe 4**Résultats de la pluviométrie décadaire de 1999**

Du	Au	Dunkerque	Boulogne	Baie de Somme	Moyennes	Ecart-type
01/01/1999	10/01/1999	36	63.4	32.2	43.87	17.02
11/01/1999	20/01/1999	18	44.4	21.2	27.87	14.41
21/01/1999	31/01/1999	9.8	11	30.6	17.13	11.68
01/02/1999	10/02/1999	14.2	12.4	8.8	11.80	2.75
11/02/1999	20/02/1999	2.4	14.6	23.8	13.60	10.73
21/02/1999	28/02/1999	5.6	13.2	14.8	11.20	4.92
01/03/1999	10/03/1999	29.6	30.4	35.2	31.73	3.03
11/03/1999	20/03/1999	1	0.6	1.2	0.93	0.31
21/03/1999	31/03/1999	19	14	10	14.33	4.51
01/04/1999	10/04/1999	7.8	6.4	9.6	7.93	1.60
11/04/1999	20/04/1999	33	43.8	33	36.60	6.24
21/04/1999	30/04/1999	13.2	11.2	39.8	21.40	15.97
01/05/1999	10/05/1999	26.8	14.8	11	17.53	8.25
11/05/1999	20/05/1999	38.2	28.8	41.8	36.27	6.71
21/05/1999	31/05/1999	2.4	2.2	2.4	2.33	0.12
01/06/1999	10/06/1999	50.6	27.2	32	36.60	12.36
11/06/1999	20/06/1999	39.4	4.6	25.4	23.13	17.51
21/06/1999	30/06/1999	14.2	20.2	23.4	19.27	4.67
01/07/1999	10/07/1999	3.2	3.8	21.2	9.40	10.22
11/07/1999	20/07/1999	0.8	4.4	5.4	3.53	2.42
21/07/1999	31/07/1999	0.4	0	0.6	0.33	0.31
01/08/1999	10/08/1999	36.4	38.6	53	42.67	9.02
11/08/1999	20/08/1999	70.4	114.6	38.2	74.40	38.36
21/08/1999	31/08/1999	11.2	9.8	0.8	7.27	5.64
01/09/1999	10/09/1999	3.2	0.4	0.2	1.27	1.68
11/09/1999	20/09/1999	45.6	50	69.2	54.93	12.55
21/09/1999	30/09/1999	42.6	69.6	62	58.07	13.92
01/10/1999	10/10/1999	28.8	30.2	23	27.33	3.82
11/10/1999	20/10/1999	1.8	6.6	4.6	4.33	2.41
21/10/1999	31/10/1999	35	27.8	21.4	28.07	6.80
01/11/1999	10/11/1999	4.4	18.2	19.2	13.93	8.27
11/11/1999	20/11/1999	35.6	38.6	30	34.73	4.37
21/11/1999	30/11/1999	3.8	8	9.2	7.00	2.84
01/12/1999	10/12/1999	10.2	23	15	16.07	6.47
11/12/1999	20/12/1999	73.6	63.4	50.4	62.47	11.63
21/12/1999	31/12/1999	55	90.6	71.6	72.40	17.81
Somme		823.2	960.80	891.2	891.73	301.30

Pluviométrie décadaire de 1999 (en mm)



Moyennes des pluviométries décadaires de 1999

En moyenne, 891,73 mm d'eau sont tombés sur le littoral Nord / Pas-de-Calais - Picardie en 1999, soit 31,1 mm de plus qu'en 1998. En ce qui concerne Dunkerque, il y a eu une forte augmentation des précipitations (823,2 mm en 1999 contre 693,2 mm en 1998) et une forte diminution en Baie de Somme (891,2 mm contre 974,9 mm). Elle est moins marquée à Boulogne-sur-mer (960,8 mm contre 913,80 mm). De février à juillet, les précipitations sont relativement faibles. De août à janvier, les pluies sont beaucoup plus abondantes. Le mois le plus pluvieux est décembre où l'on enregistre un total de 452,8 mm sur l'ensemble des stations. La précipitation maximum a été enregistrée à Boulogne sur mer entre le 11/08/98 et le 20/08/98 (114,6 mm).

Annexe 5**Calendrier des sorties en mer de 1999**

station date	Dunkerque	Boulogne sur mer	Baie de Somme
Janvier	21/01/1999	21/01/1999	
Février	16/02/1999	24/02/1999	
Mars	04/03/1999	05/03/1999	08/03/1999
	17/03/1999	16/03/1999	19/03/1999
Avril	08/04/1999	19/04/1999	02/04/1999
	19/04/1999	26/04/1999	30/04/1999
Mai	10/05/1999	10/05/1999	20/05/1999
	27/05/1999	18/05/1999	
		31/05/1999	
Juin	16/06/1999	17/06/1999	01/06/1999
			15/06/1999
Juillet		13/07/1999	13/07/1999
			28/07/1999
Août	18/08/1999	10/08/1999	05/08/1999
			12/08/1999
Septembre		10/09/1999	
Octobre	12/10/1999	27/10/1999	06/10/1999
Novembre	30/11/1999	30/11/1999	
Décembre			

Calendrier des sorties en mer de 1999

Annexe 6

Liste des abréviations des espèces de phytoplancton rencontré.

Abréviation	genre et espèce
Ordre des Centrales	
ACTN	ACTINOPTYCHUS undulatus
BELL	BELLEROCHEA malleus
BIDD	BIDDULFIA
BIDDALT	TICERATIUM alternans
CERA	CERATAULINA
CHAE	CHAETOCEROS
CHAECUR	CHAETOCEROS curvicutus
CHAESOC	CHAETOCEROS sociale
COSC	COSCINODISCUS
EUCP	EUCAMPIA zodiacus
GUIN	GUINARDIA flacida
LAUD	LAUDERIA boréalus
LEPT	LEPTOCYLINDRUS
MELO / PARAMAR	MELOSIRA
ODONREG	BIDDULFIA regia
ODONRHO	BIDDULFIA rhombus
ODONSIN	BIDDULFIA sinensis
RHIZ	RHIZOLENIA
RHIZDEL	RHIZOLENIA delicatula
RHIZFRA	RHIZOLENIA fragilissima
RHIZIMB	RHIZOLENIA shrubsolei
RHIZSET	RHIZOLENIA setiger
RHIZSTO	RHIZOLENIA stolterfortii
SKELCOS	SKELETONEMA costatum
STEX	STEPHANOPYRIX turris
THAL	THALASSIOSIRA
THALROT	THALASSIOSIRA rotula
Ordre des Pennales	
ASTE	ASTERIONELLA
ASTEFOR	ASTERIONELLA formosa
ASTEGLA	ASTERIONELLA glacialis
DIPLO	DIPLONEIS
NAVI	NAVICULA
NITZLON	NITSCHIA longissima
PLAG	FRAGILARIA plagiogramma
PLESGYR	PLEUROSIGMA
PSNZ / NITZ	NITSCHIA
PSNZDEL	NITSCHIA delicatula
PSNZSER	NITSCHIA seriata
RHAP	RAPHONEIS amphiceros
STAUMEM	STAURONEIS membranacea
THAANIT	THALASSIONEMA nitzschioides
Dinoflagellés	
CERIFUS	CERATIUM fusus
GYMN	GYMNODINIUM
GYRO	GYRODINIUM
GYROSPI	GYRODINIUM spirale
NOCTSCI	NOCTILUCA scintillans
PROI	PERIDINIEN
PRORMIC	PROROCENTRUM micans
Phytoflagellés	
DITY	DITYLUM
PHAE	PHAEOCYSTIS

Annexe 7**Bibliographie**

- Anonyme, 1986. Le littoral de la Région Nord Pas-de-Calais, Qualité du milieu marin. Rapport IFREMER n°3 : 149 pp.
- Anonyme, 1988. Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin, Dix années de surveillance, 1974-1984. Rapport IFREMER, vol. II : 229 pp.
- Anonyme, 1989. 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.
- Anonyme, 1989. Le littoral de la Région Nord Pas-de-Calais, Apports à la mer. Rapport IFREMER n° 15 : 149 pp.
- Anonyme, 1990. Review of potentially harmful substances. Nutrients. United Nations Educational, Scientific and Organisation, Reports and studies n° 34 : 40 pp.
- Anonyme, 1991. Annuaire de la qualité des eaux de surface du département de la Somme.
- Anonyme, 1992. Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin ; Surveillance du milieu marin, Travaux du RNO, Inter comparaison 1992 pour la salinité et les sels nutritifs. Rapport IFREMER : 68 pp.
- Anonyme, 1993. North Sea subregion 4 & 9, Assessment Report. North Sea Task Force : 195 pp. et 153 pp.
- AMINOT A. & M. CHAUSSEPIED, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans : 395 pp.
- DELINIERES G., HITIER B., OLIVESI R., DELESMONT R., MOREL M. & N. LOCQUET, 1996. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1995. Rapport IFREMER DEL : 49 pp.
- GOIDIN L., HITIER B., OLIVESI R., DELESMONT R., MOREL M. & N. LOQUET, 1999. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1998. Rapport IFREMER DEL : 59 pp.
- HITIER B., OLIVESI R., DELESMONT R. & M. MOREL, 1994. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1993. Rapport IFREMER DEL : 66 pp.

- HITIER B., OLIVESI R., RYBARCZYK H., DELESMONT R., MOREL M. & N. LOCQUET, 1995. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1994. Rapport IFREMER DEL : 71 pp.
- HITIER B., OLIVESI R., RYBARCZYK H., DELESMONT R., MOREL M. & N. LOCQUET, 1996. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Synthèse des résultats du suivi de 1992 à 1994. Rapport IFREMER DEL : 67 pp.
- JOANNY M., 1993. Qualité du milieu marin littoral. Rapport IFREMER : 241 pp.
- MIRLICOURTOIS M., OLIVESI R., JAMET F., RYBARCZYK H. & M. MOREL, 1993. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1992. Rapport IFREMER DEL : 115 pp.
- PETA O., HITIER B., OLIVESI R., DELESMONT R., MOREL M. & N. LOQUET, 1998. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1997. Rapport IFREMER DEL : 59 pp.
- RYBARCZYK H., 1992. Processus d'eutrophisation et ses conséquences sur les peuplements d'un écosystème estuarien : la Baie de Somme. Thèse de l'Université PARIS 6 : 171 pp.
- TRUFFIER S., HITIER B., OLIVESI R., RYBARCZYK H., DELESMONT R. & M. MOREL, 1997. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1996. Rapport IFREMER DEL : 62 pp.