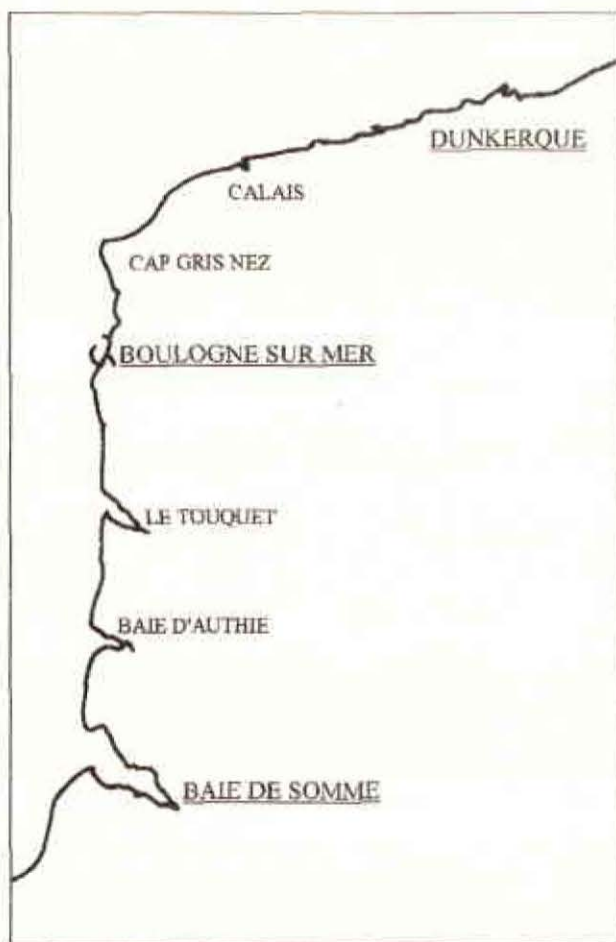


61019

N713-7-SUI-S 32

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

Bilan de l'année 1992



Mélanie Mirlicourtois - René Olivési - Frédéric Jamet - Hervé Rybarczyk - Marc Morel



IFREMER Bibliotheque de BREST



0EL07687

AGENCE DE L'EAU ARTOIS PICARDIE

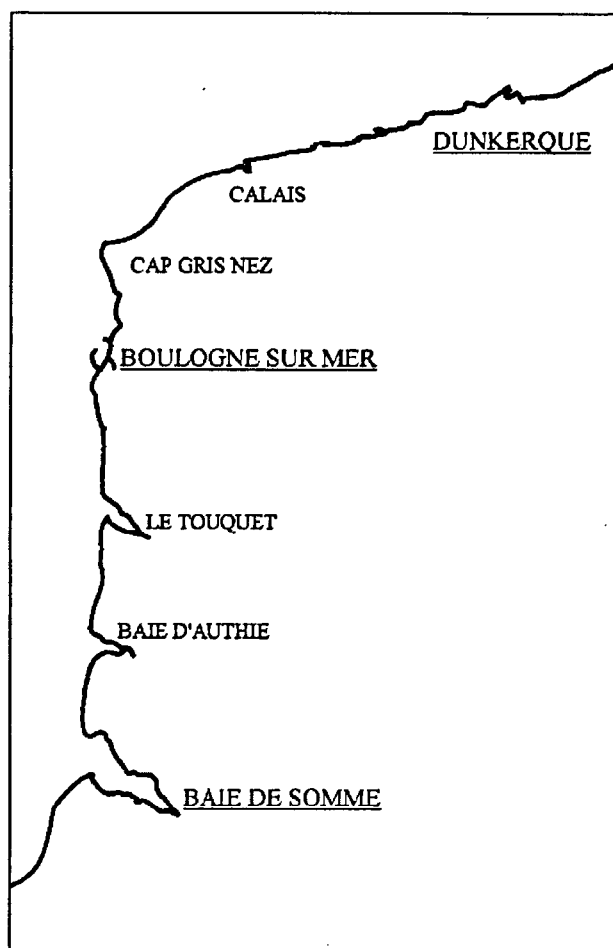
JUILLET 1993

SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS

SUR LE LITTORAL NORD/PAS DE

CALAIS/PICARDIE

Bilan de l'année 1992



Mélanie Mirlicourtois - René Olivési - Frédéric Jamet - Hervé Rybarczyk - Marc Morel

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

Bilan 1992

Rapport réalisé par Mélanie Mirlicourtois (stagiaire du DEUST Techniques de la Mer et
du Littoral à Calais)

avec la collaboration

de René Olivési IFREMER St Valery sur Somme
Frédéric Jamet IFREMER Boulogne sur Mer
Hervé Rybarczyk GEMEL St Valery sur Somme
Marc Morel IFREMER Boulogne sur Mer

et Institut Pasteur de Lille
Services Maritimes de Boulogne/Calais
Services Maritimes Nord
Sport Nautique Valéricain

SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS

SOMMAIRE.....	3
INTRODUCTION.....	9
REMIERE PARTIE	
I. LES RESEAUX DE SUIVI DES NUTRIMENTS DANS LE NORD / PAS-DE-CALAIS / PICARDIE.....	10
I. Le RNO : Réseau National d'Observation.....	10
1. Historique	10
2. Objectifs.....	11
2.1. Surveillance dans la colonne d'eau.....	11
2.2. Surveillance dans la matière vivante.....	12
2.3. Surveillance dans le sédiment.....	12
3. Fonctionnement.....	13
II. Le RNB : Réseau National de Bassin.....	13
1. Historique et objectifs	13
2. Organisation	13
III. Le RNC : Réseau National de Contrôle.....	14
1. Historique et objectifs	14
2. Organisation	15
IV. ETUDES REGIONALES.....	16
1. DYSCOP : Dynamique Côtière.....	16
2. EXELSOM : EXploitation des Estuaires de la Somme.....	16
3. Zones à risque.....	16
4. IFREMER.....	17

DEUXIEME PARTIE

II. SRN : SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS	18
1. Historique	18
2. Objectifs.....	18
3. Sites, Paramètres et Méthodes	20
1. Sites.....	20
1.1. Dunkerque	20
1.1.1. Choix du site.....	20
1.1.2. Description du site et de la radiale	20
1.1.2.1. Morphologie du site	20
1.1.2.2. Hydrologie des eaux marines.....	20
1.1.2.3. Courantologie	20
1.1.2.4. Description de la radiale	21
1.1.2.5. Fréquence des prélèvements	21
1.1.2.6. Moyens.....	21
1.2. Boulogne.....	22
1.2.1. Choix du site.....	22
1.2.2. Description du site et de la radiale	22
1.2.2.1. Morphologie du site	22
1.2.2.2. Hydrologie des eaux marines.....	22
1.2.2.3. Courantologie	22
1.2.2.4. Description de la radiale	23
1.2.2.5. Fréquence des prélèvements	24
1.2.2.6. Moyens.....	24
1.3. Baie de Somme.....	25
1.3.1. Choix du site.....	25
1.3.2. Description du site et de la radiale	25
1.3.2.1. Morphologie	25
1.3.2.2. Courantologie	26
1.3.2.3. Description de la radiale	26
1.3.2.4. Fréquence des prélèvements	26
1.3.2.5. Moyens.....	26
2. Paramètres Etudiés	27
2.1. Paramètres physico-chimiques	27
2.1.1. Température.....	27

2.1.2. Salinité	27
2.1.3. Turbidité	27
2.1.4. Ammonium.....	27
2.1.5. Nitrites	27
2.1.6. Nitrates.....	28
2.1.7. Phosphates	28
2.1.8. Silicates.....	28
2.2. Paramètres biologiques	28
2.2.1. Matières En Suspension	28
2.2.2. Matière organique	29
2.2.3. Chlorophylle.....	29
2.2.4. Phaeopigments.....	29
2.2.5. Phytoplancton.....	29
3. Méthodes.....	29
3.1. Prélèvements :	29
3.1.1. Dunkerque	29
3.1.2. Boulogne.....	29
3.1.3. Baie de Somme.....	29
3.2. Analyses :.....	29
3.2.1. Température.....	30
3.2.2. Salinité	30
3.2.3. Turbidité	30
3.2.4. Matières en suspension	30
3.2.5. Matière organique	30
3.2.6. Chlorophylle.....	30
3.2.7. Azote amoniacal	31
3.2.8. Azote nitreux	31
3.2.9. Azote nitrique	31
3.2.10. Phosphates	31
3.2.11. Silicium.....	31
3.2.12. Phytoplancton.....	31

TROISIEME PARTIE

III. COMPARAISON INTRARADIALE.....	32
1. Dunkerque	32
1.1. Paramètres physicochimiques et biologiques	32
1.1.1. Température.....	32
1.1.2. Salinité	32
1.1.3. Turbidité	33
1.1.4. Matière en suspension.....	33

1.1.5. Matière organique	33
1.1.6. Chlorophylle	33
1.1.7. Phaeopigments.....	34
1.1.8. Ammonium.....	35
1.1.9. Nitrites	35
1.1.10. Nitrates.....	35
1.1.11. Phosphates	35
1.1.12. Silicates.....	35
1.2. Le phytoplancton.....	36
1.2.1. Aspect semi-quantitatif	37
1.2.1. Aspect qualitatif	37
1.2.1. Toxicité.....	37
2. Boulogne.....	37
2.1. Paramètres physicochimiques.....	37
2.1.1. Température.....	38
2.1.2. Salinité	38
2.1.3. Turbidité	39
2.1.4. Matière en suspension.....	39
2.1.5. Matière organique	39
2.1.6. Chlorophylle	39
2.1.7. Phaeopigment	40
2.1.8. Ammonium.....	40
2.1.9. Nitrites	40
2.1.10. Nitrates.....	40
2.1.11. Phosphates	41
2.1.12. Silicates.....	41
2.2. Le phytoplancton.....	41
2.2.1. Aspect semi-quantitatif	41
2.2.2. Aspect qualitatif	42
2.2.3. Toxicité.....	42
3. Baie de Somme.....	43
3.1. Paramètres physicochimiques et biologiques	43
3.1.1. Température.....	43
3.1.2. Salinité	43
3.1.3. Matière en suspension.....	43
3.1.4. Matière organique	44
3.1.5. Chlorophylle.....	44
3.1.6. Phaeopigments.....	45
3.1.7. Ammonium.....	45
3.1.8. Nitrites	46
3.1.9. Nitrates.....	46

3.1.10. Phosphates	47
3.1.11. Silicates.....	47
3.2. Le phytoplancton.....	47
3.2.1. Aspect semi-quantitatif	47
3.2.2. Aspect qualitatif	48
3.2.3. Toxicité.....	48
QUATRIEME PARTIE	
IV. COMPARAISON INTERRADIALE	49
1. Paramètres physicochimiques et biologiques	49
1.1. Température.....	49
1.2. Salinité	49
1.3. Turbidité	49
1.4. Matières en suspension	50
1.5. Matières organiques	50
1.6. Chlorophylle.....	50
1.7. Phaeopigments.....	51
1.8. Ammonium.....	51
1.9. Nitrites	52
1.10. Nitrates.....	52
1.11. Phosphates	53
1.12. Silicates.....	55
2. Phytoplancton.....	56
2.1. Aspect quantitatif	56
2.2. Aspect qualitatif	56
2.3. Toxicité.....	56
CONCLUSION.....	57

ANNEXE 1 : Résultats bruts du SRN (tableaux)	58
ANNEXE 2 : Tableaux des espèces phytoplanctoniques.....	67
Tableaux d'abondance relative du phytoplancton.....	76
ANNEXE 3 : Graphiques représentant l' évolution saisonnière de la chlorophylle	85
ANNEXE 4 : Graphiques représentant l' évolution saisonnière de l' azote.....	88
ANNEXE 5 : Graphiques représentant l'évolution saisonnière des phosphates et silicates.	97
ANNEXE 6 : Analyses chimiques et dénombrement du phytoplancton	100
ANNEXE 7 : Cycle de l' azote et du phosphore	109
ANNEXE 8 : Moyennes et écarts types	111
GLOSSAIRE	112
SIGLES	114
BIBLIOGRAPHIE	115

INTRODUCTION

- L' espace littoral et les estuaires constituent des zones d' interfaces entre le milieu marin et le continent.

Si l' on néglige les pollutions accidentelles liées au trafic maritime (pétroliers, etc...) l' essentiel de la pollution a pour origine les apports en provenance des bassins versants des rivières et des fleuves. Dans l' éventail complet des pollutions éventuelles (bactériologiques, chimiques, organiques ...), la nécessité de surveiller sur une longue période les variations de concentration en nutriments du milieu a conduit l' Agence de l' eau ARTOIS-PICARDIE et l' IFREMER à développer sur le littoral du Nord-Pas-de-Calais /Picardie un Réseau de Suivi Régional des Nutriments - SRN - . -

On ne saurait trop insister sur l' importance des apports en nutriments dans le milieu marin. Liés au lessivage des terres pendant la saison hivernale, acheminés par les cours d' eau, rivières et fleuves côtiers, ceux-ci s' affirment comme les facteurs essentiels de l' enrichissement de la mer. Enrichissement, somme toute, nécessaire au développement de la production primaire et au delà, à toute la chaîne trophique.

En effet, l' azote, le *phosphore* et le *silicium* influent lorsque les conditions sont requises (température et éclaircissement) directement sur la productivité des masses d' eau de la bande côtière et, plus encore sur celles des estuaires, mais ce phénomène peut être amplifié, augmenté de façon démesurée par l' activité humaine.

Agriculture et élevage intensifs, industries, agglomérations urbaines concourent, par delà les cycles saisonniers, à l' eutrophisation du milieu, multipliant ainsi les risques d' accident anoxique sur les cheptels coquilliers et plus globalement sur l' ensemble des ressources halieutiques des eaux côtières. L' absence de maîtrise de tels rejets risquerait à terme, d' affecter les activités traditionnelles de pêche et de conchyliculture.

Le présent rapport analyse les résultats obtenus à l' issue de la première année de suivi sur les trois radiales situées à Dunkerque, Boulogne sur Mer et au large de la Baie de Somme.

I. LES RESEAUX DE SUIVI DES NUTRIMENTS DANS LE NORD / PAS-DE-CALAIS / PICARDIE

A l'échelon de la France, la loi du 16 décembre 1964 relative au régime des eaux et à la lutte contre leur pollution préconise la création de cellules d'intervention contre les Pollutions Marines. Celles-ci créées en 1972 (cellules anti-pollution) sont chargées du contrôle et du suivi des rejets en mer, au sein du Service Maritime des départements littoraux.

La conférence de l'ONU en juin 1972, à Stockholm a initié plusieurs actions internationales.

Ainsi, dans l'annexe 1 du huitième rapport annuel d'activité de la Commission d'Oslo, on peut trouver les définitions d'objectifs suivants :

- 1) l'évaluation de risques possibles pour la santé humaine,
- 2) l'évaluation de la nocivité pour les ressources vivantes et la vie marine (écosystèmes),
- 3) l'évaluation du niveau de la pollution marine existante,
- 4) l'évaluation de l'efficacité des mesures prises dans le cadre des conventions en vue de la diminution de la pollution marine. "

Plusieurs réseaux de suivi de la qualité du milieu marin et des cours d'eau ont été mis en place, parmi ceux-ci, trois s'intéressent plus particulièrement à la qualité physico-chimique de l'eau et donc aux nutriments.

I. RNO : Réseau National d'Observation.

Selon le contexte défini plus haut, le RNO s'intéresse plus particulièrement aux points 3 et 4 c'est-à-dire à l'évaluation des niveaux de concentration en polluants et de l'ensemble des paramètres généraux concernant la qualité du milieu marin.

1. HISTORIQUE

Par une lettre du 25 août 1971, le Ministre Délégué chargé de la protection de la nature et de l'environnement soumettait aux autres ministres intéressés le principe d'instituer un groupe de travail interministériel qui aurait à se pencher sur l'harmonisation des actions administratives de lutte contre la pollution de la mer. Le Comité Interministériel du 2 novembre 1971 confirmait la création du Groupe Interministériel chargé des problèmes de Pollution Marine (GIPM). Sa mission était de présenter un rapport en vue de définir les éléments d'une politique nationale à mener dans ce domaine.

Les conclusions de ce rapport publié en 1972 ont conduit à la création du RNO, décidé par le Comité Interministériel d'Action pour la nature et l'Environnement (CIANE) le 6 décembre 1972.

L'organisation en a été confiée au Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO) avec la collaboration de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes (ISTPM), deux organismes désormais fusionnés en un seul, l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER).

Les premiers prélèvements ont débuté en juin 1974, et jusqu' en 1978 ont essentiellement porté sur les eaux marines.

Les sites choisis dans un premier temps, étaient au nombre de six : les quatre grands estuaires de Seine, Loire, Gironde et Rhône (golfe de Fos), plus deux zones de référence, la rade de Brest et le site des baies de Cannes et Villefranche.

La fréquence des surveillances était hebdomadaire.

En 1975, se mettait en place trois sites supplémentaires de surveillance à Dunkerque, dans le golfe d'Ajaccio, et à St Jean de Luz. D'autres sites conchylicoles importants furent ajoutés par la suite .

A partir de 1978, du fait de l'expérience acquise et des nécessités budgétaires, la programmation du RNO s'est orientée vers une optimisation des travaux:

- diminution des fréquences des sorties à la mer sur l'ensemble des sites surveillés depuis plus de trois ans,
- diversification des compartiments surveillés par des prélèvements effectués dans le sédiment et la matière vivante,
- création ou abandon de sites de surveillance ou de paramètres, à partir d'une redéfinition des missions et des moyens du RNO.

Le développement des travaux dans la matière vivante et le sédiment a entraîné une multiplication des sites de prélèvements. En 1980, on définissait 43 sites regroupés en 8 façades.

En 1983, dans le cadre du RNO des campagnes à la mer INTERSITE viennent compléter la surveillance .

2. OBJECTIFS

2.1. Surveillance dans la colonne d'eau

Les paramètres analysés jusqu'en 1978, étaient répertoriés en trois classes :

- *Classe I* : paramètres physico-chimiques (température, salinité, PH, oxygène dissous), sels nutritifs (nitrates, nitrites, ammonium, phosphates, silice), matières en suspension, turbidité, carbone organique, sulfates.

- *Classe II* : paramètres de pollution tels que détergents, hydrocarbures, organochlorés (plastifiants, PCB,...), métaux (mercure, cadmium, plomb, zinc, cuivre, fer),

- *Classe III* : mesures complémentaires locales de type biologique tels que comptages bactériologiques (contamination fécale), biomasse planctonique, chlorophylle et phaeopigments.

De plus, il était prévu d'effectuer à chaque sortie des relevés de type hydro-météorologique (état de la mer, débit du fleuve, précipitations...).

Quatre à dix prélèvements étaient effectués avec une fréquence hebdomadaire sur des stations fixées géographiquement. L'une d'entre elles était prévue au large, les autres représentant soit un gradient de salinité, soit des zones caractéristiques du site.

Cette stratégie a été limitée pour des raisons économiques.

2.2. Surveillance dans la matière vivante

La programmation de la surveillance dans la matière vivante a été orientée vers la définition des niveaux de contamination. La présence quasi continue de coquillages le long du littoral permet d'obtenir des résultats comparables quels que soient les lieux géographiques de prélèvements.

Une maille serrée d'échantillonnage représentant 126 stations différentes a été mise en place. Les coquillages utilisés (moules, coques, huîtres) représentent uniquement le proche littoral. C'est pourquoi des mesures dans les poissons, si possible sédentaires, et les crevettes ont été régulièrement programmées.

La mesure de la concentration des polluants dans la matière vivante est plus facile à réaliser que dans la colonne d'eau.

2.3. Surveillance dans le sédiment

Le programme de surveillance des concentrations en polluants dans le sédiment a été bâti dans le même esprit que pour la matière vivante. Les sites d'apports telluriques sur le littoral ont été répertoriés. Seuls ceux dont le débit moyen annuel minimum dépasse $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ont été retenus. Des campagnes de prélèvements de la couche superficielle des sédiments ont été réalisées à raison de deux à trois prélèvements selon les sites.

3. FONCTIONNEMENT

Le calendrier de programmation annuelle du RNO est déterminé par le Centre IFREMER de Brest (Département Environnement Littoral) en relation avec le ministère de l'Environnement et les partenaires locaux.

La mise en oeuvre des travaux de surveillance dans la colonne d'eau incombe exclusivement aux Cellules départementales de lutte contre la pollution marine rattachées au Ministère de l'Environnement. Celles-ci sont implantées dans les Services Maritimes des départements littoraux. Par cet intermédiaire, on peut disposer de données sur les nutriments.

II. Le RNB : Réseau National de Bassin

1. HISTORIQUE ET OBJECTIF

Le Réseau National de Bassin est né de la volonté de poursuivre le travail réalisé dans le cadre des "inventaires du degré de pollution superficielle", publiés en 1971, 1976, 1981.

Corrélativement à ces travaux, des programmes sur des stations permanentes avaient été mis en place. Ces travaux comportaient 10 à 15 points sur lesquels étaient effectués une mesure par mois.

Une restriction budgétaire a entraîné l'abandon de cet inventaire. Le RNB a pris le relais.

Initié en 1986 le RNB a pour but d'évaluer l'état de la pollution des cours d'eau. Il est financé conjointement par le Ministère de l'Environnement et l'Agence de l'Eau Artois-Picardie pour la région.

2. ORGANISATION

Le RNB comporte 67 stations d'échantillonnage sur lesquelles douze mesures annuelles sont effectuées. Pour compléter ces mesures, il existe un Réseau Complémentaire dans les départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme.

Les prélèvements sont effectués par l'Agence qui confie les analyses à des laboratoires agréés par le ministère de l'environnement.

Ainsi, l'*Institut Pasteur* à Lille prend en charge les analyses du RNB.

En ce qui concerne le Réseau Complémentaire les analyses sont réalisées aux laboratoires de l'*Equipement* et de la *DIREN* à Amiens.

Les paramètres déterminés sont :

- l'Oxygène, la température, le PH;
- les matières organiques, les matières en suspension;
- DCO, DBO, COD;
- les substances azotées et phosphatées.

Des analyses sur les métaux lourds sont effectuées tous les 2 ans.

Depuis 1991, à titre expérimental, des mesures de micropolluants toxiques sur le sédiment et dans l'eau sont réalisées.

Les résultats obtenus sont recueillis dans un annuaire et synthétisés sous forme d'une carte de la qualité des eaux . On peut estimer les valeurs des apports en nutriments au milieu marin à partir des données du RNB.

III. Le RNC : Réseau National de Contrôle de la Qualité des eaux Côtières

1. HISTORIQUE ET OBJECTIFS

Ce réseau de surveillance a été mis en place au cours de la saison estivale en 1980.

Il a pour but de permettre une exploitation statistique informatisée de tous les résultats d'analyses obtenus sur des échantillons d'eau de mer, y compris ceux des eaux de baignade. Son objectif principal est de vérifier le rendement des ouvrages d'épuration mis en place sur le littoral et de mesurer la qualité des eaux de la bande côtière.

L'accès au fichier est resté limité aux administrations concernées, à la Direction Générale de la Santé à la Direction de la Prévention des Pollutions, ainsi qu' aux départements littoraux. Les départements et autres collectivités territoriales ne peuvent avoir accès qu' aux résultats les concernant directement.

L'établissement du nouveau fichier " Qualité des Eaux littorales " devait, au départ, être assuré par les CIPOLMAR. La DDASS pour sa part devait communiquer les résultats de ses analyses essentiellement bactériologiques et relatives à la surveillance des eaux de baignade. A l'époque, la participation d'organismes tels que l'ISTPM avait été souhaitée, compte tenu du grand nombre de résultats d'analyses d'eau et de coquillages.

En 1989, le Secrétariat d'Etat à l'environnement demandait l'interruption de ce suivi, celui-ci devant être assuré par le Ministère de la Santé.

Une coordination avec le RNO est prévue, lorsque les prélèvements d'eau ou de coquillages s'effectuent en des points voisins de ceux retenus par le RNC. Il a été même prévu, dans certains secteurs, d'organiser des prélèvements simultanés par les divers services concernés (DDASS, Cellules...).

Une liste des points de contrôle (une dizaine, en moyenne, par département) a été établie en vue de la réalisation des prélèvements sur les sites correspondants. Des laboratoires extérieurs (Laboratoire municipaux notamment) ont été le plus souvent chargés de la réalisation des programmes d'analyses. Un manuel de méthodes de prélèvements et d'analyses a été d'ailleurs mis au point en 1982 afin d'harmoniser les techniques utilisées.

Les premiers départements où le RNC commença à fonctionner furent les Bouches du Rhône, la Gironde, le Calvados et le Nord, un crédit étant affecté pour ce poste au budget RNO.

2. ORGANISATION

Le RNC du Nord-Pas-de-Calais comporte 16 points de prélèvements situés sur les plages.

Les paramètres étudiés sont :

- *aspect physico-chimiques de l'eau.* -Oxygène, Ph, Salinité, Matières en suspension totale

- *aspect bactériologiques de l'eau.* Dénombrement de : -Coliformes totaux, Coliformes fécaux, Streptocoques fécaux

- *apport en nutriments.* - Ammonium, Nitrites, Nitrates, Phosphates

Les analyses sont effectuées par le laboratoire de l'Institut Pasteur à Graveline.

En outre, pour les zones fortement urbanisées ou industrialisées qui présentent un intérêt en raison de leur vulnérabilité ou de leur degré de pollution, des Cellules antipollutions chargées d'assurer une surveillance ont été mises en place et viennent compléter le RNC.

Le Secrétariat d'Etat à l'Environnement a récemment envisagé de se documenter plus efficacement sur les sources de pollution des plages impropres à la baignade et de mieux évaluer les efforts d'assainissement réalisés ou projetés par les communes concernées. Ces informations viendraient compléter celles dont dispose le Ministère de la Santé en matière de qualité des eaux de baignade. Cette nouvelle banque de données serait accessible par Minitel comme certaines bases de données antérieures, telles qu' INFOPLAGE (gérée à partir de 1987 par l'IFREMER) ou SALUB (mis en place en 1988 par le Ministère de la Santé).

De 1982 à 1987, tous les résultats étaient informatisés à la demande du ministère de l'environnement et de la DDASS.

IV. ETUDES REGIONALES

Parallèlement à ces trois réseaux, viennent s'ajouter des études régionales effectuées en collaboration avec l'IFREMER ou l'Agence de l'eau :

1. DYSCOP (DYNAMIQUE COTIERE)

Elaboré en 1989 par l'Université des Sciences et Techniques de Lille, ce projet démarre l'année suivante.

Financé conjointement par l'Etat et la Région Nord-Pas-de-Calais ce travail a pour objectifs :

- d'évaluer la *dynamique des sédiments et nutriments* de la zone côtière vers le large.
- *d'établir une modélisation des transports verticaux et horizontaux* dans les masses d'eau c'est-à-dire de déterminer leurs mouvements et leur dilution .

Les prélèvements sont effectués sur des points situés entre Dunkerque et Boulogne (Cap Gris-Nez).

Les paramètres analysés sont : la chlorophylle, les phaeopigments et les nutriments.

Les analyses confiées au laboratoire de Cherbourg font l'objet d'une publication scientifique et sont disponibles à la station marine de Wimereux.

2. EXELSOM : EXPLOITATION DES ESTUAIRES ET DU LITTORAL DE LA SOMME

Ce programme élaboré par le GEMEL (Groupe d'Etude des Milieux Estuariens et Littoraux) en 1989 grâce au Conseil Régional de Picardie et au Conseil Général de la Somme a permis de développer un suivi de la qualité des eaux estuariennes avec le concours de l'Agence de l'eau Artois-Picardie et de l'IFREMER.

Ce programme s'intéresse plus particulièrement à la dynamique des espèces, à la contamination bactérienne en estuaire et au suivi des nutriments dans le milieu marin.

3. ZONES A RISQUES

Outre la mobilisation menée par les différents services afin d'élaborer divers réseaux de suivi du milieu sur le littoral Nord Pas-De-Calais/Picardie, un effort de réflexion devait être entrepris afin d'évaluer les risques liés aux problèmes d'eutrophisation des eaux superficielles continentales et littorales. (rapport du service de l'eau du groupe de travail pour l'étude de l'eutrophisation des cours d'eau et des eaux littorales de la région Nord/ Pas-de-Calais).

A l'initiative du Service Régional d'Aménagement des Eaux, du Service Maritime du Nord, de l'IFREMER, de l'agence de l'Eau , du Service des Voies Navigables du Nord-Pas de -Calais, un premier bilan a été dressé à partir des données du RNC et du RNO synthétisé par une carte des zones à risques élaborée en fonction des taux de concentration en nutriments relevées de 1985 à 1988.

Il présente également des solutions de nature à réduire l'eutrophisation des cours d'eau.

4- IFREMER

L'ensemble des travaux effectués entre 1980 et 1989 sur les apports et la qualité du milieu marin du Nord-Pas-de-Calais a fait l'objet de deux bilans en 1986 (rapport n°3 *Qualité du milieu marin*) et en 1989 (rapport n° 15 *Apports à la mer*) dans le cadre d'une Convention de Coopération Région Nord-Pas-de-Calais. La qualité physico-chimique du littoral s'appuie d'une part sur l'étude des paramètres généraux de la qualité des eaux marines et, d'autre part, sur la recherche de micropolluants minéraux et organiques dans le sédiment et la matière vivante (moules et coques).

II. SRN : SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS

1. HISTORIQUE

En octobre 1990, le Groupe de réflexion " Plages et milieu marin " de la Commission littoral se réunissait.

Les thèmes abordés portaient sur :

- l'assainissement et la qualité bactériologique sur le littoral,
- la lutte contre l'eutrophisation,
- la prise en compte de la pollution toxique.

L'une des recommandations émise par la Commission concernait la qualité du milieu marin et plus particulièrement les effets à long terme des apports en nutriments dans les eaux côtières.

Cette recommandation s'est traduite par une collaboration entre l'Agence de l'Eau et l'IFREMER avec la participation du Service Maritime de Boulogne-Calais et du Service Maritime du Nord en vue de créer un *Réseau de Suivi des Nutriments* sur le littoral NORD-PAS- DE-CALAIS/PICARDIE. Ce suivi s'est articulé autour des réseaux existants (RNO, REMI, REPHY) auxquels s'est adjoint un volet " nutriments " qui était jusqu' alors peu suivi et essentiellement limité à la façade Calais-Dunkerque par l'intermédiaire du RNO.

Ce réseau est financé conjointement par l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et par l'IFREMER.

2. OBJECTIFS

Ce réseau a pour objectifs :

1) d'évaluer l'influence des apports continentaux sur le milieu marin (nitrates, phosphates...) et sur les processus d'eutrophisation. D'estimer l'efficacité des stations d'épuration dans l'éventuelle élimination de tels rejets.

2) l'établissement d'un *suivi à long terme* permettant de suivre l'évolution de la qualité des eaux littorales.

Ce réseau est constitué par trois radiales respectivement positionnées au large de :

- Dunkerque,
- Boulogne-Wimereux ,
- Baie de Somme.

Chaque radiale comporte trois stations sur lesquelles 16 prélèvements d'eau sont effectués chaque année selon le protocole suivant :

- une fois par mois de *janvier* à *février* et de *juillet* à *décembre*,
- deux fois par mois de *mars* à *juin*.

3. SITES, PARAMETRES ET METHODES

1. Sites

1.1. DUNKERQUE

1.1.1. Choix du site

Troisième port de France, Dunkerque avec ses 213 000 habitants constitue l'ensemble économique et démographique le plus important du littoral du Nord-Pas-de-Calais. Les possibilités offertes par le Port Autonome, l'existence depuis plusieurs années du RNO, la présence sur place d'une équipe de chercheurs à l'Institut Pasteur de Gravelines ont été autant de facteurs qui ont contribué au choix de ce site.

1.1.2. Description du site et de la radiale

1.1.2.1. Morphologie du site

La Flandre Maritime constitue le rivage méridional de la mer du Nord; c'est une côte basse dunaire (5 à 10 m de hauteur, exceptionnellement 20 m) qui protège des terres de très faible altitude (- 2 m par endroit) drainées par un réseau dense de canaux (wateringues) dont les écluses s'ouvrent à basse mer.

L'estran particulièrement étendu (1 km de large) prolonge la plaine sous la mer par des petits fonds (- 10 à -20 m) de sable, de gravier et de débris coquilliers surmontés de bancs de sable fin gris disposés en lanières. Ces bancs protègent la côte des houles du large qui brisent fortement sur eux.

1.1.2.2. Hydrologie des eaux marines

L'amplitude de variation des paramètres température et salinité augmente en se rapprochant du rivage. Les températures se répartissent en bandes régulières parallèles à la côte avec une faible différence surface-fond (0.1 °C). Le gradient côte-large des salinités est plus net que celui des températures.

1.1.2.3. Courantologie

Sur les bancs du large, le courant tourne légèrement en sens inverse des aiguilles d'une montre. près de la côte, les courants sont sensiblement alternatifs et suivent la direction des chenaux principaux.

1.1.2.4. Description de la radiale

La radiale est constituée de trois points.
Ceux-ci sont inclus dans le programme RNO

- le point 1 : situé à proximité des côtes

Latitude : 51° 04' 3 Nord

Longitude : 2° 20' 2 Est

- le point 3 : intermédiaire entre la côte et la pleine mer.

Latitude : 51° 06' 7 Nord

Longitude : 2° 17' 2 Est

- le point 4 : situé au large.

Latitude : 51° 09' 2 Nord

Longitude : 2° 15' 1 Est

1.1.2.5. Fréquence des prélèvements

En 1992, 16 prélèvements sont prévus.

1.1.2.6. Moyens

Les *moyens nautiques* sont mis à disposition par le Port Autonome de Dunkerque qui effectue les prélèvements.

L'*analyse des nutriments* est confiée au laboratoire de l'Institut Pasteur à Graveline.

La *durée* des prélèvements est d'environ trois heures.

1.2. BOULOGNE

1.2.1. Choix du site

Le projet sur le bassin versant de la Liane de stations d'épuration des eaux usées, équipées de systèmes de dénitrification a conduit les responsables du SRN à choisir ce site pour établir la deuxième radiale.

En outre, la préexistence d'un point du REPHY sur le site de Boulogne-sur-Mer ne pouvait que renforcer ce choix.

1.2.2. Description du site et de la radiale

1.2.2.1. Morphologie du site

Le Boulonnais s'ouvre à l'ouest sur la Manche par une côte à falaises variées constituant le point saillant car relativement résistant de cet ensemble régional. Du nord au sud, on rencontre

- le cap Blanc-Nez,
- le cap Gris-Nez,
- le cap d'Alprech, qui limite au sud le site du port de Boulogne établi à l'embouchure de la rivière la Liane.

La pente des fonds diminue en allant du cap Gris-Nez à Boulogne : les profondeurs de -10 m se trouvent respectivement à 500 et 1000 m du rivage.

Les bassins versants : la Liane, le Wimereux, la Slack.

1.2.2.2. Hydrologie des eaux marines

En raison de la faible largeur du Pas-De-Calais, les lignes de courant se ressèrent près de la côte et les eaux présentent les mêmes caractéristiques de salinité et de température que des eaux du large.

1.2.2.3. Courantologie

D'une manière générale, l'intensité des courants augmente vers le Pas-De-Calais (2.7 milles par jour).

Les courants de marée :

Immédiatement à l'ouest du méridien du Cap Blanc-Nez, le courant du large est pratiquement alternatif. Le flot et le jusant au sud ouest ont sensiblement même durée, mais leur vitesse est généralement plus grande qu' en Flandres et dépasse parfois 3 noeuds. A la côte les courants sont alternatifs est nord-ouest, leur intensité augmente en allant vers l'ouest.

Au sud du Cap Gris-Nez, les courants près des côtes sont à peu près alternatifs. Eloigné des indentations de la côte et de la saillie constituée par les digues de BOULOGNE, le flot porte au nord, le jusant au sud. Les plus grandes vitesses sont de l'ordre de 3 noeuds en vive-eau moyenne, au flot comme au jusant.

12.2.4. Description de la radiale

La radiale est constituée de trois points dont un intègre le REPHY.

Suivant la période de la marée, flot ou jusant, les stations de prélèvements sont disposées différemment et ce afin d'éviter le panache de sortie de la Liane :

<u>au flot</u>	<u>au jusant</u>
point 1: <i>Sud</i>	Point 1 : <i>Sud bis</i>
Latitude : 50° 43' 90 Nord	Latitude : 50°45' 02 Nord
Longitude : 1°33' 00 Est	Longitude : 1°33' 90 Est
point 2 : <i>Ophélie</i>	Point 2 : <i>Approche Boulogne</i>
Latitude : 50°43' 90 Nord	Latitude : 50°45' 30 Nord
Longitude : 1°30' 90 Est	Longitude : 1°31' 11 Est
point 3 : <i>ZCI</i>	Point 3 : <i>ZCI</i>
Latitude : 50°45' 02 Nord	Latitude : 50°45'02 Nord
Longitude : 1°27' 15 Est	Longitude : 1°27' 15 Est

1.2.2.5. Fréquence des prélèvements

En 1992, 16 prélèvements sont prévus.

1.2.2.6. Moyens

Les moyens nautiques sont mis à disposition par le S.M.B.C de Boulogne-sur-Mer.

Les *analyses* sont réalisées au laboratoire de la DEL (Département Environnement Littoral) à Boulogne-sur-Mer.

1.3. LA BAIE- DE- SOMME

1.3.1 Choix du site

Située sur la façade maritime de la région Picardie, la Baie de Somme de par sa morphologie s'affirme comme un site privilégié.

Outre les aspects cynégétiques et ornithologiques, la Baie de Somme s'affirme comme un lieu de production conchylicole qui est loin d'être négligeable. En effet, la pêche à pied fournit en moyenne 2000 tonnes de coques par an, avec un maximum de 7500 tonnes pendant la saison 1991/1992. Cette production permet à 200 " hénéoniers " de vivre de cette activité. Ainsi, depuis de nombreuses années, cet écosystème fait l'objet des soins attentifs de l'IFREMER et du GEMEL.

La présence d'une équipe à la Station d'Etude en Baie de Somme, les suivis et les programmes réalisés (REPHY, EXELSOM) ont contribué au choix de cette troisième radiale.

1.3.2. Présentation du site et de la radiale

1.3.2.1. Morphologie

Située sur les côtes nord-ouest de la France, la baie de Somme draine toutes les eaux du bassin versant de la Somme vers la Manche.

Limitée au nord par la Pointe de Saint Quentin et au sud par la pointe du Hourdel, sa superficie couvre 70 km² d'estran sableux et de mollières.

Constituée des estuaires emboîtés de la Somme et de la Maye, la baie se caractérise par de fortes arrivées d'eau salée (deux marées par jour) et de faibles apports d'eau douce (eau provenant des deux rivières et de leurs canaux : la Somme et la Maye).

En raison de la morphologie particulière de la Baie de Somme la courbe de marée dans le domaine interne est fortement dissymétrique et en retard de 40 minutes par rapport à la zone du large. Le jusant est deux fois plus long que le flot (2h 30).

La dissymétrie entre le flot et le jusant, des courants de marée côtiers favorise le piégeage de matières en suspension (MES) et l'importation de sables alluvionnaires de la Manche orientale. Elle est à l'origine d'un delta de marée très développé dans les domaines externes et pénétrant dans le domaine interne.

Les grandes marées atteignent des hauteurs de près de 10 mètres et envahissent la totalité de l'estuaire. Le schorre (mollières) est recouvert. Les plantes halophiles présentes produisent de la matière organique qui entre dans les réseaux trophiques sous forme de détritus.

1.3.2.2. Courantologie

Du sud du Cap d'Alprech au Bourg d'Ault,

– oscillant du nord vers le centre de la zone ils deviennent giratoires à l'ouest de la Baie de Somme.

– à la côte, devant la partie orientée nord sud, les courants sont sensiblement alternatifs. Devant l'embouchure de la Somme, le flot atteint environ 2.4 noeuds en direction du nord. Au jusant les courants portent au Sud Ouest avec une vitesse de 1.9 noeuds.

1.3.2.3. Description de la radiale :

Point 1: ATSO	Point 2 : MER 1 (1 mille d'ATSO)	Point 3 : MER 2 (2 milles d'ATSO)
Latitude : 50°14' 0 Nord	Latitude : 50°13' 60 Nord	Latitude : 50°13' 15 Nord
Longitude : 1°28' 5 Est	Longitude : 1°27' 20 Est	Longitude : 1°26' 75 Est

1.3.2.4. Fréquence des prélèvements

En 1992, 16 prélèvements sont prévus.

1.3.2.5. Moyens

Les *moyens nautiques* sont mis à disposition par l'association Sport Nautique Valéricain.

Les *analyses* sont réalisées au laboratoire du GEMEL à Saint-Valéry-sur-Somme.

La *durée* des prélèvements est de deux heures.

2. PARAMETRES ETUDIES

2.1. Paramètres physico-chimiques

Les paramètres étudiés sont : la température, la salinité, la turbidité, l'ammonium, les nitrites, les nitrates, les phosphates, les silicates.

2.1.1. La température

C'est un élément conservatif qui permet d'identifier les masses d'eau.

La température varie en fonction des courants, de la profondeur et de la distance par rapport à la côte.

Elle est exprimée en degrés Celsius.

2.1.2. La salinité

Elle correspond à la masse totale de sels dissous par kg d'eau de mer.

La salinité moyenne est de 35 kg dans l'eau de mer.

C'est un paramètre conservatif.

2.1.3. La turbidité

Elle traduit la propriété optique responsable de la dispersion et de l'absorption de la lumière.

La turbidité est fonction de la concentration, de la taille, de la forme et des coefficients de réflexion ou de réfraction des particules présentes.

Elle s'exprime en NTU (unités de turbidité néphélométrique).

2.1.4. Ammonium (cycle de l'azote en annexe 7)

Ils proviennent de la dégradation de l'azote organique dissous et particulaire.

Les ions ammonium (NH_4^+) se transforment grâce aux bactéries en nitrites (NO_2^-).

2.1.5. Nitrites (cycle de l'azote en annexe 7)

Ils proviennent de l'ammonium dégradé par les bactéries.

Les nitrites (NO_2^-) se transforment en nitrates (NO_3^-).

Dans le cycle de l'azote, les ions nitrites sont des intermédiaires relativement fugaces entre l'azote ammoniacal et les ions nitrates. Ils peuvent être toxiques pour la faune aquatique quand leur concentration dépassent 0.1 à 0.3 mg/l.

2.1.6. Nitrates (cycle de l'azote en annexe 7)

Forme oxydée stable de l'azote en solution aqueuse, les ions nitrates ne possèdent pas de faculté de complexation ou d'adsorption.

Ces derniers résultent de la dégradation des nitrites par les bactéries et sont assimilés par les plantes.

2.1.7. Phosphates (cycle du phosphore annexe 7)

Ils se présentent sous forme ionique.

Le phosphore est un élément nutritif dont la forme minérale majoritaire, orthophosphate, est essentielle à la vie aquatique.

Dans l'eau de mer, les orthophosphates sont présents essentiellement sous les deux formes PO_4^{3-} (10 %) et HPO_4^{3-} (90 %).

Au moment du développement phytoplanctonique printanier, le phosphore est consommé et peut descendre à la limite de détection des méthodes courantes d'analyse (0.01 $\mu\text{mol/l}$).

2.1.8. Silicates

Le silicium est un élément nutritif car il entre dans la composition des squelettes de certaines espèces phytoplanctoniques (diatomées, radiolaires...) auxquelles il est indispensable.

Le silicium dissous se trouve à 95 % sous forme d'acide orthosilicique, $\text{Si}(\text{OH})_4$, le reste sous forme ionisée $\text{SiO}(\text{OH})_3^-$.

Les teneurs en silicium au moment du développement phytoplanctonique au printemps dans la zone euphotique peuvent s'abaisser à quelques dixièmes de micromole par litre et même devenir indétectables par la méthode courante d'analyse.

2.2. Paramètres biologiques

Les paramètres étudiés sont : les Matières En Suspension (M.E.S.), la Matière Organique (M.O), la chlorophylle, les phaeopigments et le phytoplancton.

2.2.1. Matières En Suspension

L'évaluation du taux de concentration des matières en suspension (MES) constitue un élément important pour l'étude des milieux aquatiques. Les particules, réduisant la transparence de l'eau, ont une action sur la production primaire photosynthétique. D'autre part, présentant une surface de contact importante, elles facilitent les échanges physico-chimiques et biologiques avec l'eau de mer. Selon leur nature, elles sont également une source nutritive non négligeable pour la faune.

C'est en milieu côtier et estuarien que les plus fortes valeurs de MES sont observées.

Ces concentrations subissent des variations saisonnières : plancton, apports terrigènes, tempêtes.

2.2.2. Matière Organique

Elle correspond à la perte au feu (poids de la matière organique obtenue après calcination).

2.2.3. Chlorophylle

Représentant essentiellement le phytoplancton, la chlorophylle s'avère un bon indicateur de la production primaire. Elle permet de rendre compte de la qualité du milieu et de son éventuelle altération.

2.2.4. Phaeopigments

Liés à la dégradation de la chlorophylle, les phaeopigments témoignent de l'éventuelle dégradation des populations phytoplanctoniques.

2.2.5. Phytoplancton

C'est l'ensemble des végétaux qui appartiennent au plancton.

3. METHODES

3.1. Prélèvements

3.1.1. Dunkerque

En 1992, 16 prélèvements ont été effectués

3.1.2. Boulogne

13 prélèvements ont été réalisés à Boulogne sur Mer

3.1.3. Baie de Somme

Les 16 prélèvements prévus ont été effectués.

fréquence : une fois par mois le reste de l'année.
deux fois par mois de mars à juin.

3.2. Analyses

Une intercomparaison a été réalisée entre les trois laboratoires concernés : l'Institut Pasteur à Gravelines, l'IFREMER à Boulogne, le GEMEL à Saint-Valéry-sur-Somme.

Les protocoles de prélèvements et les méthodes analytiques utilisées sont pour l'essentiel identiques.

3.2.1. Température

La température est mesurée à l'aide de *thermomètre à mercure* .

3.2.2. Salinité

Le principe du dosage des ions halogénures est fondé sur la précipitation des ions chlorures (Cl^-), bromure (Br^-), Iodures (I^-) de l'eau de mer, sous forme d'halogénures d'argent par addition d'une solution de nitrate d'argent.

A Saint-Valéry-sur-Somme, on utilise un salinomètre.

3.2.3. Turbidité (annexe 6)

La turbidité correspondant aux substances qui sont dispersées, elle ne peut être déterminée par méthode chimique.

La mesure de ce paramètre s'effectue à l'aide d'un néphélomètre. Cet appareil repose sur le principe de l'effet Tyndall (la lumière est dispersée quand elle traverse un milieu hétérogène).

3.2.4. Matières En Suspension

La séparation des M.E.S s'effectue par filtration; on utilise des membranes en fibres de verre (méthode en annexe 6).

3.2.5. Matière Organique : méthode en annexe 6

Elle est obtenue à partir des M.E.S.(perte au feu)

3.2.6. Chlorophylle : (principe en annexe 6).

L'analyse des concentrations en chlorophylle est réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre selon la méthode de Lorenzen.

3.2.7. Dosage de l'azote ammoniacal

L'azote ammoniacal total ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4^+$) est dosé immédiatement après décongélation. La méthode utilisée est celle de *Koroleff* (1969), basée sur la formation de monochloramine par l'ammoniac et l'hypochlorite. (principe en annexe 6).

3.2.8. Dosage des ions nitrites

On utilise le principe fondé sur la réaction de *Griess*, et appliqué à l'eau de mer par *Bendshneider et Robinson* (1952). En milieu acide les ions nitrites forment le diazoïque avec la sulfanilamide. Le diazoïque réagit ensuite avec le N-naphtyl-éthylènediamine pour former un colorant qui absorbe à 543 nm (principe en annexe 6).

3.2.9. Dosage de nitrates

La méthode est fondée sur la réduction des ions nitrates en ions nitrites par le passage de l'échantillon sur une colonne à cadmium traitée au sulfate de cuivre. La somme des concentrations des ions NO_2^- et NO_3^- est donc mesurée et la concentration des ions NO_3^- déduite du dosage en parallèle des ions NO_2^- (principe en annexe 6).

3.2.10. Les phosphates

On utilise la méthode de *Murphy et Riley* (1962) pour le dosage des ions orthophosphates. Les ions phosphates réagissent avec le molybdate d'ammonium pour former en présence d'antimoine III un complexe que l'on réduit par l'acide ascorbique : cette forme réduite de coloration bleue, a un maximum d'absorbance à 885 nm (principe en annexe 6).

3.2.11. Le silicium

On utilise la méthode de *Mullin et Riley* (1962) adaptée par *Strickland et Parsons* (1972).

Le dosage colorimétrique est fondé sur la formation d'un complexe silicomolybdique qui après réduction donne une coloration bleu intense qui absorbe à 810 nm (annexe 6).

3.2.12. Phytoplancton

Le dénombrement qualitatif et quantitatif du phytoplancton est réalisé au microscope photonique sur des cuves de 10 cm^3 . (annexe 6)

III. COMPARAISON INTRARADIALE

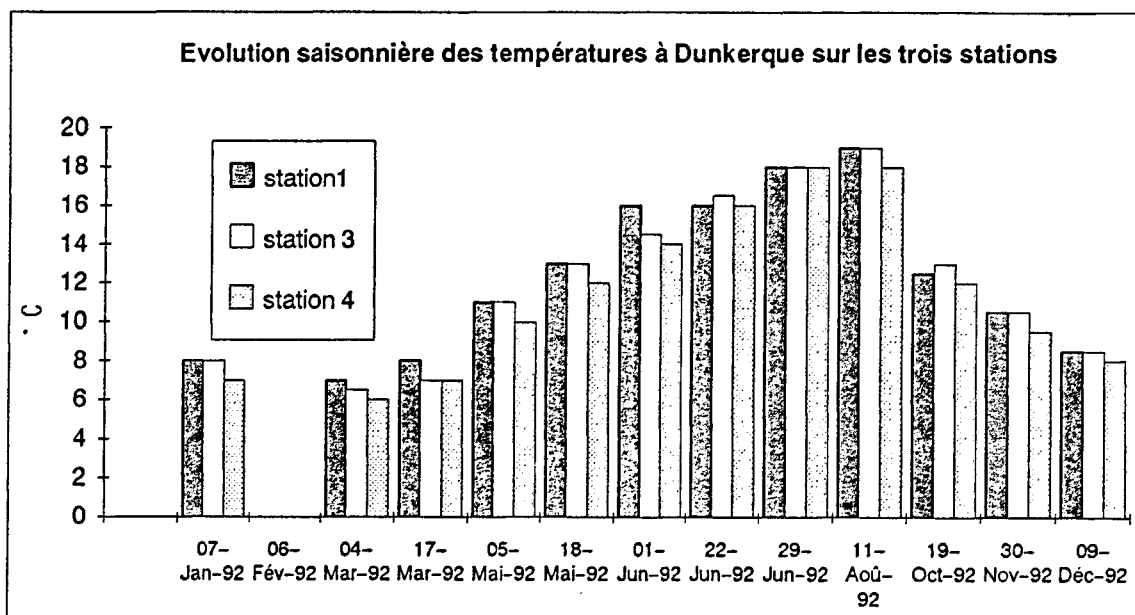
1. DUNKERQUE

1.1. Paramètres physicochimiques et biologiques

1.1.1. Température

L'évolution annuelle de la température (figure 1) montre un réchauffement progressif jusqu' en août où la température atteint un maximum de 19 ° C. Le minimum enregistré est de 6 ° C sur la station 4 au mois de mars.

figure 1 :



1.1.2. Salinité

Il existe un gradient halin croissant du port vers le large avec une moyenne annuelle de 34.09 g/kg sur la station 1 et de 34.68 g/kg sur la station 4.

Le taux de concentration maximum enregistré est de 35.18 g/kg le 17/03/92 sur la station 4 et le minimum est de 31.51 g/kg le 22/06/92 sur la station 1 ce qui est exceptionnellement faible .

Cette dessalure sur la station 1 est probablement liée à l'ouverture du canal exutoire de Dunkerque au début du mois de juin.

1.1.3. Turbidité

La turbidité est nettement plus forte dans la zone portuaire. Cette turbidité diminue lorsqu' on s'éloigne de cette zone. La moyenne enregistrée est de 5.42 NTU au port et de 2.41 NTU au large.

On observe une évolution saisonnière classique :

- un maximum de turbidité l'hiver avec 18 NTU le 7/01/92 ce qui est exceptionnel

- un minimum l'été avec 0.5 NTU le 29/06/92.

La turbidité plus élevée l'hiver est due aux tempêtes plus fréquentes pendant cette saison.

1.1.4. Matières en suspension : M.E.S

On observe un **gradient de concentration décroissant** de la zone portuaire vers le large avec une moyenne de 13.74 mg/l sur la *station 1* et de 5.85 mg/l sur la *station 4*.

Le taux de MES varie de novembre à janvier de :
18.5 mg/l à 27.3 mg/l sur la station 1
15.0 mg/l à 17.8 mg/l sur la station 3
4.3 mg/l à 20.1 mg/l sur la station 4

La turbidité étant liée aux MES, on note la même évolution saisonnière. (voir 1.1.3.)

1.1.5. Matière Organique

On observe un gradient de concentration décroissant de la zone portuaire vers le large avec une moyenne de 2.64 mg/l sur la *station 1* et 1.53 mg/l sur la *station 3* et 1.2 mg/l sur la *station 4*.

1.1.6. Chlorophylle (a)

Les résultats des concentrations en chlorophylle (a) (annexe 3, Figure I-1) montrent **deux pics importants** en mars et en juin sur l'ensemble des stations, concentrations qui coïncident à l'abondance **du phytoplancton**.

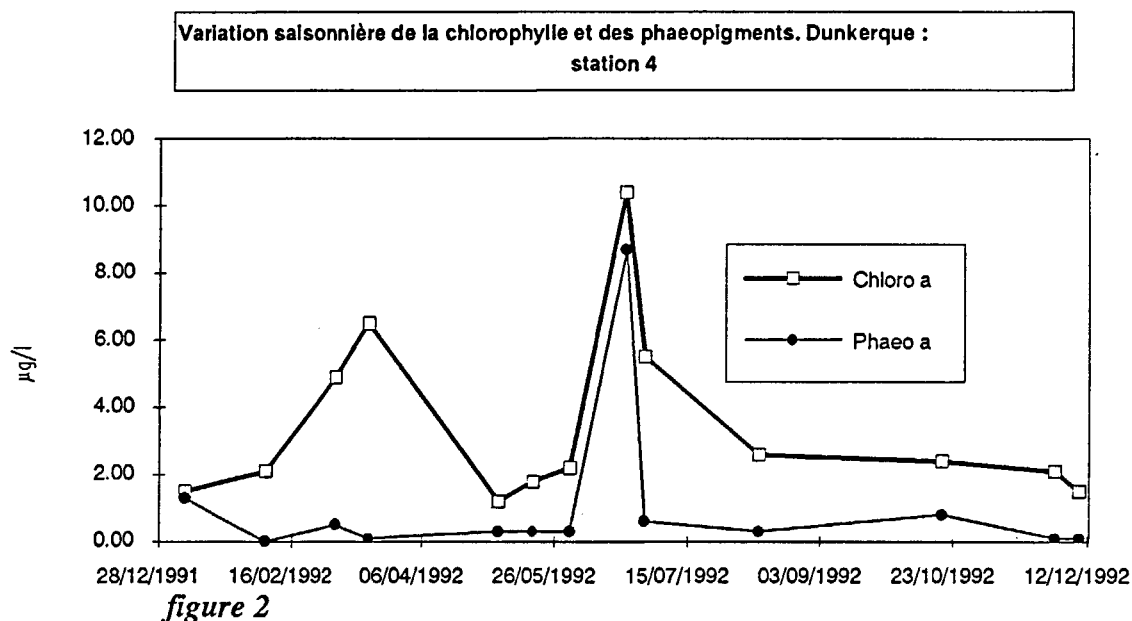
On observe également une légère augmentation fin avril sur les station 1 et 3. La faible amplitude de ce pic est probablement due à un déficit en sels nutritifs qui limite une croissance des algues planctoniques.

En revanche, la disponibilité des sels nutritifs enregistrés l'été participe à l'efflorescence observée.

A la fin de l'été on observe une chute du taux de concentration de chlorophylle pour atteindre un minimum l'hiver, période au cours de laquelle le nombre d'espèces phytoplanctoniques est moindre. En effet, les températures plus froides et la brièveté de l'ensoleillement limitent le développement du phytoplancton.

1.1.7. Phaeopigment (a)

L'évolution saisonnière correspond globalement à celle de la chlorophylle (figure 2).



1.1.8. Ammonium (NH₄⁺)

La concentration en ammonium est plus élevée à proximité de la zone portuaire qu'au large.

L'évolution saisonnière (annexe 4, Figure I-2, a,b,c) met en évidence un pic de concentration sur la station 1 en juin avec 24.6 µmol/l. Comme pour la faible valeur de salinité relevée à la même date, cette concentration exceptionnelle correspond à l'ouverture du canal exutoire.

Sur les deux autres stations aucun pic saisonnier n'apparaît.

1.1.9. Nitrites (NO₂⁻) : annexe 4, Figure I-2.a, b, c.

Les concentrations en nitrites sont plus faibles que les concentrations en ammonium et nitrates, ceci se vérifie pour tous les résultats obtenus.

Les minima observés de mars à juin ont des valeurs inférieures à 0.05 µmol/l.

On note un pic en juin avec une valeur de 1.84 µmol/l sur la station 1 qui correspond aux pics observés pour les autres formes d'azote.

De plus, on observe un gradient décroissant des concentrations en nitrites de la zone portuaire vers le large.

L'évolution saisonnière des nitrites suit celle de l'ammonium.

1.1.10. Nitrates (NO_3^-) : annexe 4, Figure I-2. a ou b ou c

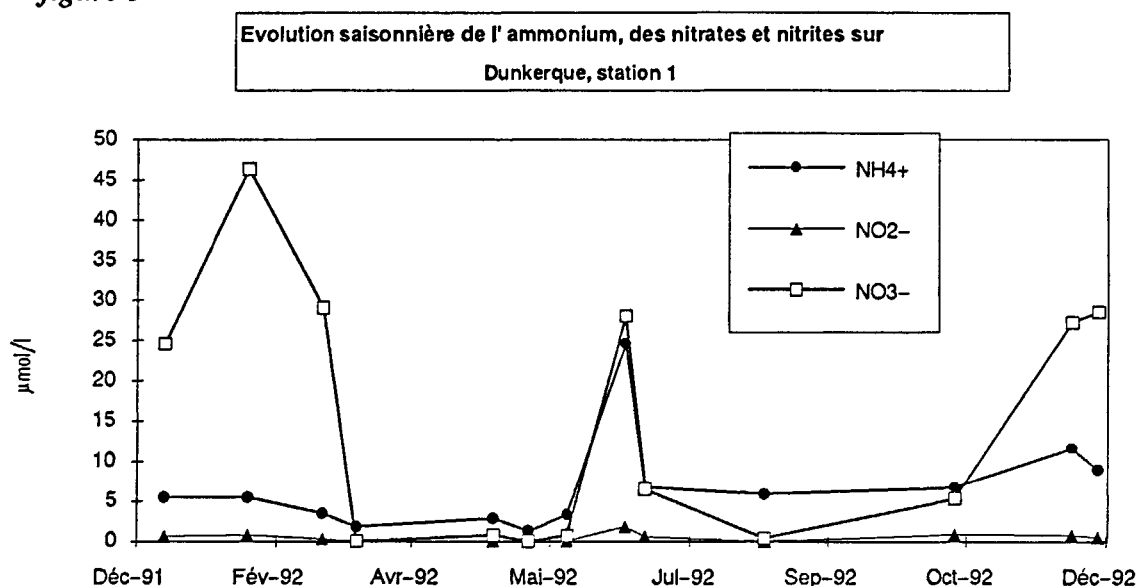
Les nitrates représentent la part la plus importante de l'azote dissous.

L'évolution saisonnière des nitrates confirme la corrélation Ammonium-Nitrites-Nitrates. (voir l'évolution de ces trois sels nutritifs sur la figure 3)

On observe un gradient décroissant de la zone portuaire vers le large.

Les maxima apparaissent de novembre à mars. En effet, l'hiver le phytoplancton ne peut se développer et les nitrates ne sont pas consommés.

figure 3



1.1.11. Phosphates

L'évolution saisonnière (annexe 5, figure I-3) met en évidence deux pics importants : le premier en février, le deuxième en juin.

Ces pics précèdent le *bloom phytoplanctonique*. Les phosphates sont alors consommés par le phytoplancton ce qui explique la chute brutale lors de l'efflorescence.

Un troisième pic moins prononcé apparaît également au printemps.

1.1.12. Silicates : (annexe 5, figure I-3)

La concentration en silicate est quasiment nulle voir absente du printemps à la fin de l'été.

A cette période, la silice est consommée par le phytoplancton et plus particulièrement par les *diatomées* qui l'utilisent pour constituer leur squelette.

La concentration maximale observée l'hiver est un bon indicateur de la pauvreté en phytoplancton durant cette saison.

On note cependant sur la station 1 un pic supplémentaire en juin.

La concentration des silicates semble inversement liée à la teneur en chlorophylle. L'évolution annuelle sur la station 1 (figure 4) nous le montre bien. A une chute des concentrations en silicate correspond un pic de chlorophylle.

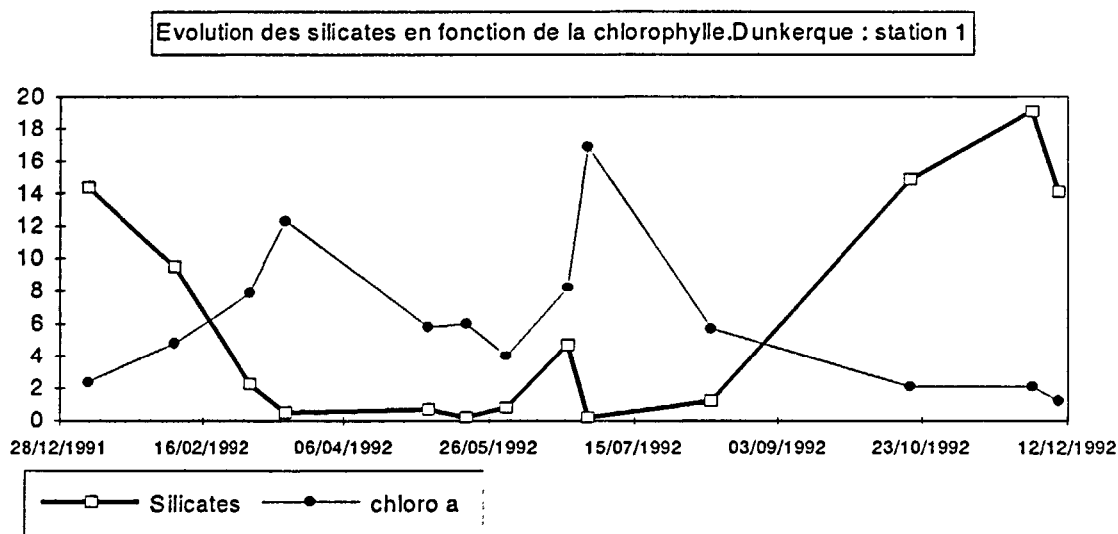


figure 4

1.2. Le phytoplancton

1.2.1. Aspect semi-quantitatif : (annexe 2, tableaux I-4, I-5, I-6)

On observe sur l'ensemble de la radiale :

- la nette prédominance de *Phaeocystis* de mars à mai .
- la prédominance de *Rhizosolenia stolterforthii* et *Rhizosolenia delicatula* de mai à août.
- la présence de *Melosira sulcata* l'hiver.

Apparition des pics d'efflorescence de *Chaetoceros* et de *Phaeocystis* en mars (le 17/03/92), de *Melosira sulcata* et de *Asterionella nitzschioide* en novembre (le 30/11/92). Les pics de *Rhizosolenia delicatula* sont observés le 1^{er} juin sur la station 1 et en août (le 11/08/92) sur les deux autres stations.

Les courbes de l'évolution de la chlorophylle a, correspondent en général à l'abondance du phytoplancton et témoignent de la variation des efflorescences saisonnières. (printemps, automne). La relation entre l'évolution de la concentration en chlorophylle et le nombre de cellules phytoplanctoniques est souvent confirmée (voir 1.1.6).

Cependant, le pic de chlorophylle observé au mois de juin à Dunkerque, ne relève pas d'une abondance particulière de cellules phytoplanctoniques mais plutôt de l'efflorescence de diatomées telles : *Rhizosolenia delicatula* et *Rhizosolenia stolterforthii* riches en chlorophylle.

Enfin, on peut noter que le nombre d'espèces identifiées est plus important à proximité de la zone portuaire qu'au large.

En outre, le *pic de printemps* en chlorophylle(a) correspond à la *concentration maximale* de cellules.

1.2.2. Aspect qualitatif

En 1992, 39 espèces ont été identifiées.

1.2.3. Toxicité

Aucune espèce toxique n'a été déterminée.

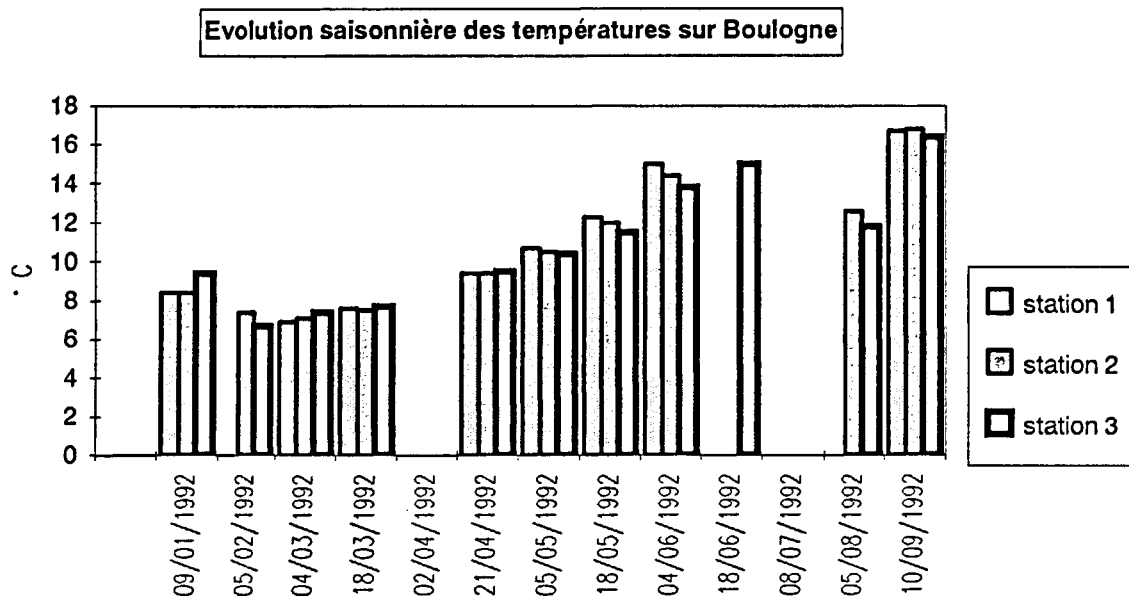
2. BOULOGNE

2.1. Paramètres physicochimiques et biologiques

2.1.1. Température

L'évolution annuelle de la température montre un réchauffement progressif jusqu' en été avec un maximum 16.8° C le 10/09/1992 et un minimum de 6.7° C le 05/02/1992 sur l'ensemble des stations.

figure 5



2.1.2. Salinité

Le taux de salinité varie peu. Elle oscille d'un minimum de 34.10 g/kg le 18/03/1992 à un maximum de 35.37 g/kg le 18/06/1992.

Ces résultats sont normaux puisque la moyenne du taux de salinité en mer est de 35 g/kg.

L'apport d'eau douce de la *Liane* explique la salinité légèrement plus faible à proximité de la zone côtière avec 34.54g/kg par rapport au large où l'on observe une moyenne de 34.93 g/kg.

2.1.3. Turbidité

Elle est liée à la concentration en M.E.S et suit donc la même évolution saisonnière. La turbidité est d'autant plus élevée que le taux en M.E.S est fort. La figure 6 suivante nous le confirme.

Variation de la turbidité en fonction des MES sur Boulogne : station 1

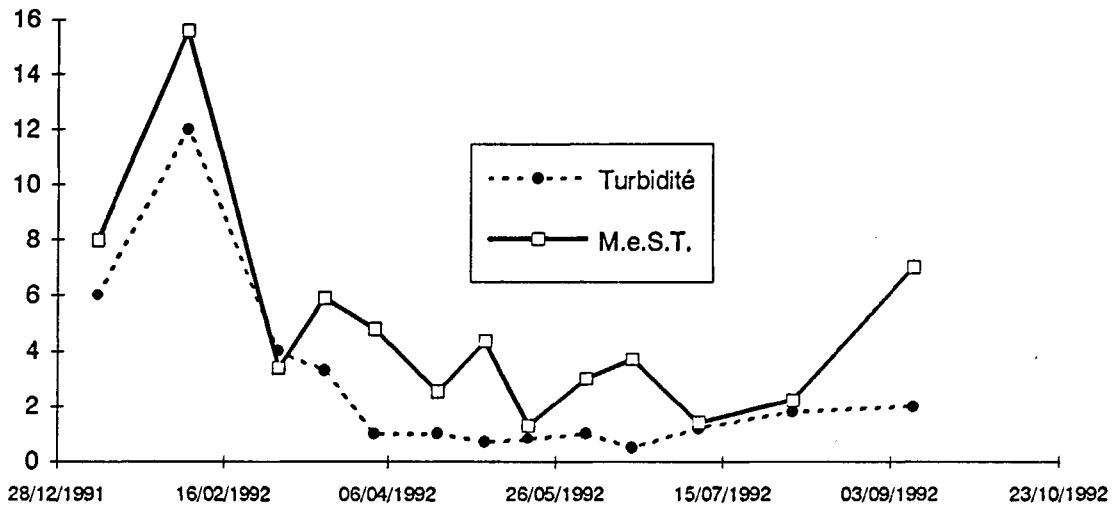


figure 6

L'activité portuaire expliquerait la forte turbidité près des côtes.

moyennes : station 1 : 2.71 NTU
station 3 : 1.53 NTU

2.1.4. Matière en suspension

Les eaux sont plus chargées dans la zone portuaire qu' au large. On note un minimum de 0.1 mg/l le 05/05/92 et un maximum de 15.6 mg/l le 15/02/1992.

2.1.5. Matière organique

Les concentrations sont plus élevées au point 1 et diminuent lorsqu' on s'éloigne de la zone portuaire.

2.1.6. Chlorophylle

La concentration moyenne en chlorophylle est supérieure sur la station 1 (0.65 $\mu\text{g/l}$) par rapport à la station 3 (0.11 $\mu\text{g/l}$).

L'évolution saisonnière de la chlorophylle (annexe 3, Figure II-1) montre :

- deux pics au *printemps* et en *été* sur la station cotière.
- l'absence de pic sur les deux stations du large où l'on observe de simples variations de concentration en chlorophylle. Celles-ci témoignent de moindres apports en sels nutritifs.
- une **faible concentration l'hiver**, liée aux conditions climatiques qui ne sont pas favorables au développement du phytoplancton.

2.1.7. Phaeopigments

L'évolution saisonnière des phaeopigments correspond à celles de la chlorophylle a (voir 2.1.6.)

On note un minimum de $0.083 \mu\text{mol/l}$ le 9/01/1992 et un maximum de $9.396 \mu\text{mol/l}$ le 5/08/1992 pour l'ensemble des stations.

2.1.8. Ammonium (NH_4^+)

L'évolution saisonnière de l'ammonium montre (annexe 4, Figure II-2.a,b,c)

- un pic de concentration sur les trois stations en hiver et en été.

- une concentration plus élevée sur la station 1 début septembre.

Certaines concentrations sont probablement liées à l'influence du tourisme qui constitue un apport ponctuel en ammonium.

On note un gradient de concentration décroissant zone portuaire- large.

2.1.9. Nitrites (NO_2^-) : annexe 4, Figure II-2 a,b,c

Leur concentration dans le milieu est toujours faible par rapport à la concentration d'ammonium et de nitrates.

On observe une évolution saisonnière des nitrites à l'image de celle de l'ammonium avec un minimum de $0.05 \mu\text{mol/l}$ au printemps et un maximum de $0.93 \mu\text{mol/l}$ l'hiver sur l'ensemble des stations.

2.1.10. Nitrates (NO_3^-) : annexe 4, Figure II-2 a,b,c

L'évolution saisonnière correspond à celle de l'ammonium.

Le minimum observé est de $0.08 \mu\text{mol/l}$ le 18/05/1992 et le maximum de $20.09 \mu\text{mol/l}$ le 5/02/1992 pour l'ensemble des stations.

On peut souligner l'importance des apports de la Liane dans le stockage des sels nutritifs l'hiver.

2.1.11. Phosphates

L'évolution saisonnière (annexe 5, Figure II-3) des concentrations en phosphates est identique pour chaque station.

On observe une forte concentration en *hiver* avec un pic en janvier de 3.46 $\mu\text{mol/l}$ sur la station 1. Le reste de l'année les concentrations en phosphates varient.

Minimum de 0.11 $\mu\text{mol/l}$ le 4/06/1992 et maximum de 1.19 $\mu\text{mol/l}$ le 9/01/1992.

Il ne semble pas y avoir de gradient de concentration côte-large.

2.1.12. Silicates

Sur les trois stations, on peut observer : (annexe 5, Figure II-3)

- une concentration nulle de mars à fin mai (au *printemps*).

- Deux pics importants en *été* et en *hiver*.

Les *diatomées* utilisent la silice dissoute dans l'eau pour constituer leur squelette au printemps ce qui explique les concentrations nulles relevées pendant cette période.

En outre, il existe également des *diatomées d'eau douce* qui consomment beaucoup de silice réduisant par la même la quantité apportée par les rivières.

Inférieure à 0.1 $\mu\text{mol/l}$ du 21/04/1992 au 4/06/1992 et le 10/09/1992.

Maximum de 7.21 $\mu\text{mol/l}$ le 18/06/1992.

Il n'apparaît pas de gradient de concentration côte - large.

2.2. le phytoplancton

2.2.1. aspect semi-quantitatif

On observe sur l'ensemble de la radiale (annexe 2, tableaux II-4,5,6)

- la prédominance de *Phaeocystis* et la forte présence de *Chaetoceros* au printemps.

- L'importance prépondérante de *Rhizosolenia (delicatula, shrubsolei, setigera)* du printemps jusqu'à l'automne.

De plus, on note des pics d'efflorescence le 17/03/92 de *Phaeocystis* sur la station 1, et de *Rhizolenia delicatula*, le 21/04/92 de *Nitzschia delicatissima* sur la station 1, le 17/06/92 de *Skeletonema costatum*, *Rhizosolenia delicatula*, *Rhizosolenia stolterforthii*, le 08/07/92 de *Leptocylindrus* sur les deux premières stations, le 10/09/92 de *Skeletonema costatum*, *Leptocylindrus*, *Asterionella glacialis* sur la station 1.

Le maximum de cellules correspond au pic de chlorophylle de printemps.

On observe une concentration maximale d'espèces à proximité de la zone portuaire.

2.2.2. Plan qualitatif

30 espèces ont été identifiées en 1992.

2.2.3. Toxicité

Aucune espèce toxique n'a été identifiée.

3. BAIE DE SOMME

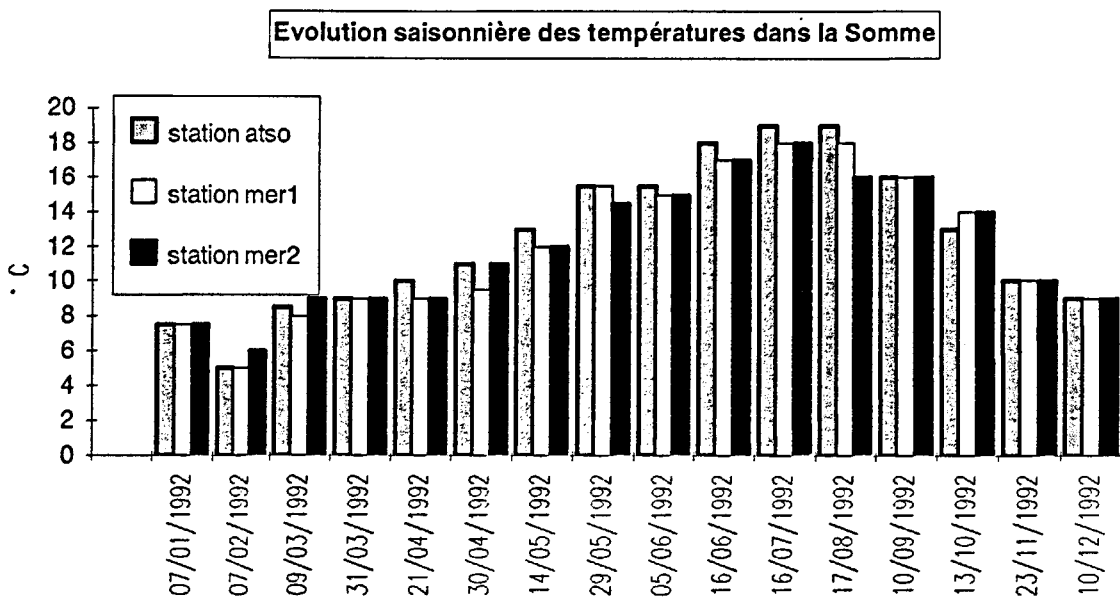
Les 16 prélèvements prévus ont été effectués.

Il faut noter l'absence de trois valeurs pour la matière organique le 31/3/92 liée à un accident technique de laboratoire.

3.1. Paramètres physicochimiques et biologiques

3.1.1. Température

L'évolution saisonnière de la température montre un réchauffement progressif allant de 5°C en hiver jusqu'à un maximum de 20 °C en été.



3.1.2. Salinité

Elle varie de 29 à 32 g/kg. Cette teneur plus faible que la moyenne en mer (35 g/kg) caractérise la présence d'un estuaire (*apport d'eau douce de la Somme*).

3.1.3. Matières En Suspension

Le taux plus important l'hiver avec un maximum de 27.5 mg/l le 31 mars.
On note une concentration plus importante en Baie due à l'apport de sédiments par la mer.

3.1.4. Matière Organique

La moyenne annuelle de la concentration en matière organique montre l'existence d'un gradient Baie (moy : 6.9 mg/l) – Pleine mer (moy : 4.1 mg/l).

L'importance de cette concentration en baie de Somme est liée à la présence de *Mollières* ou " prés salés ". Ces derniers sont recouverts d'une végétation qui produit une grande quantité de matières organiques rejetée en mer sous forme de tripton.

Minimum : 1.2 mg/l en janvier.

Maximum : 23 mg/l le 24 avril.

3.1.5. Chlorophylle

On observe un *gradient* de concentration *baie - pleine mer* avec une concentration moyenne de 7.5 $\mu\text{g/l}$ sur la *station ATSO* et 4.6 $\mu\text{g/l}$ sur la *station 2*. Ce gradient est mis en évidence par la figure 7 suivante :

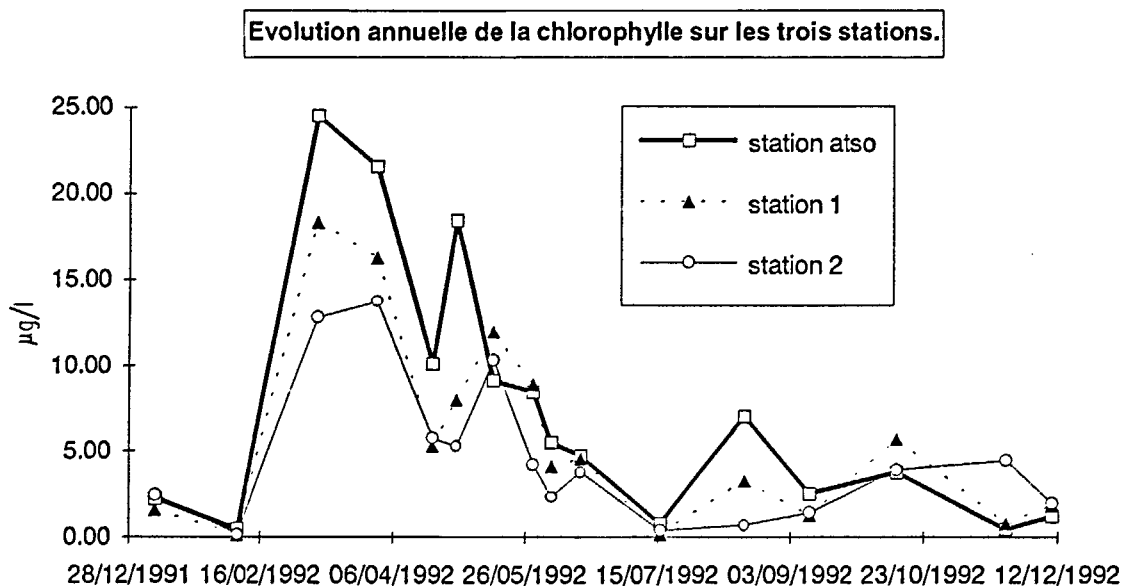


figure 7

L'évolution saisonnière de la chlorophylle (annexe 3, figure III-1) montre :

– deux pics printaniers caractéristiques, liés à l'efflorescence du phytoplancton avec un maximum relevé en mars sur les trois stations, notamment en Baie où la concentration atteint 25 $\mu\text{g/l}$.

– une diminution régulière de la concentration ponctuée par des petits pics.

– un petit pic l'été.

– une concentration faible voir nulle en hiver.

La présence de pics moins importants traduit une carence en sels nutritifs.

Le pic l'été apparaît bien sur le graphique à la station ATSO mais il n'atteint qu' un tiers du pic printannier. Sur les deux autres stations, ce phénomène n'est pas aussi net.

3.1.6. Phaeopigments

L'évolution saisonnière est identique à celle de la chlorophylle (voir 3-1.5) avec un minimum de 0.865 $\mu\text{g/l}$ sur la station 1.

3.1.7. Ammonium (NH_4^+)

L'évolution saisonnière de l'ammonium (annexe 4, Figure III-2.a,b,c) fait apparaître *deux pics* en mai et juin sur l'ensemble des trois stations. Ces pics sont probablement dûs à la dégradation du phytoplancton.

Les concentrations plus fortes en ammonium peuvent avoir également pour origine l'excrétion azotée des *coques*. Des études sont en cours pour quantifier la part de cette régénération et son importance dans le cycle de l'azote en estuaire.

Les minima observés sont relevés de janvier à avril, période au cours de laquelle la concentration en ammonium est parfois nulle. En fait, la quantité d'ammonium rejetée pendant cette période dans le milieu est immédiatement *consommée par le phytoplancton*.

On note aucun gradient de concentration côte-large .

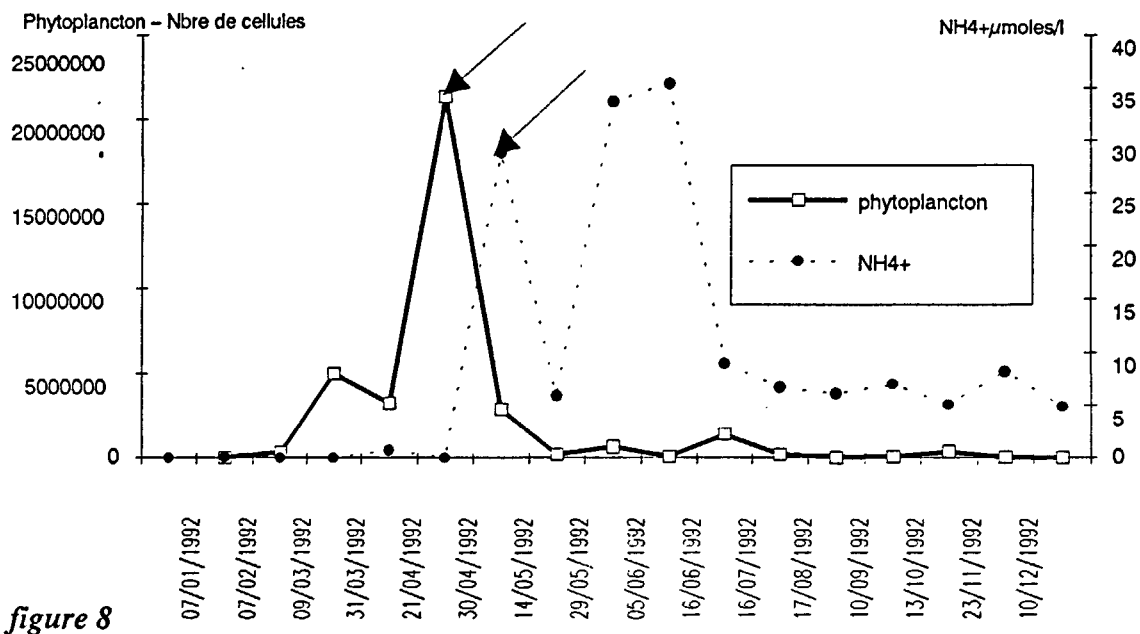


figure 8

Le premier pic d'ammonium observé en avril fait suite à l'efflorescence de mars. La dégradation du phytoplancton dans le milieu joue donc un rôle primordial sur la teneur en ammonium.

3.1.8. Nitrites (NO_2^-)

Les nitrites sont toujours présents dans l'eau en concentrations très faibles. Les valeurs oscillent tous le long de l'année et atteignent les valeurs maximales de 0.6 $\mu\text{mol/l}$.

3.1.9. Nitrates (NO_3^-) : annexe 4, figure III-2 (a,b,c)

On observe une forte concentration en nitrates sur les trois stations en décembre avec des valeurs qui approchent les 25 $\mu\text{mol/l}$. Ce stockage des nitrates, l'hiver, est lié à l'absence tant qualitative que quantitative d'espèces phytoplanctoniques (facteurs limitants: éclaircissement et température).

Les minima de concentration en nitrates ont été observés de Mai à Octobre.

L'évolution saisonnière des nitrates est liée aux apports de la Somme.

3.1.10. Phosphates : annexe 5, figure III-3

L'évolution saisonnière des concentrations en phosphates est la même sur l'ensemble des stations.

On peut observer des pics importants en hiver et en mai.

Il n'y a pas de gradient de concentration côte-large.

3.1.11. Silicates : annexe 5, figure III-3

La silice en baie de Somme a pour principale origine la Somme et ses affluents.

On peut noter une relation inversement proportionnelle entre la chlorophylle et les teneurs en silicates, ces derniers étant consommés par les diatomées.

Les teneurs en silicates sont faibles voir nulles de mars à juin. A partir de juin, on observe une augmentation relativement régulière jusqu' en janvier puis la concentration en silicates diminue.

3.2. Phytoplancton

3.2.1. Aspect semi-quantitatif

On observe sur l'ensemble de la radiale (annexe 2, tableaux III-1. 4a et b; 5a et b; 6a et b)

- la prédominance de *Phaeocystis globosa* de mars à avril et la présence relativement importante de *Chaetoceros* et *Rhizosolenia (delicatula, shrubsolei, setigera, stolterforthii)*.
- la présence de *Melosira sulcata* l'hiver.

Dans la succession des efflorescences printanières observées, on note une concentration de *Chaetoceros* le 31/3/92, un pic d'abondance de *Phaeocystis globosa* le 21/4/92 enfin des concentrations importantes de *Rhizosolenia delicatula* et d'*Asterionella glacialis* respectivement les 30/4/92 et 16/6/92 sur l'ensemble des stations.

On relève la présence quasi constante de *Melosira sulcata* au cours de l'année. Cette diatomée demeure présente l'hiver, période au cours de laquelle les autres espèces ont pratiquement disparu.

La dégradation du phytoplancton se manifeste en Baie de Somme par l'émulsion de la matière organique et l'accumulation d'écume à la surface de l'eau.

Le nombre maximum de cellules observées le 21/04/92 correspond, a peu près, au pic de chlorophylle a.

Les concentrations en cellules phytoplanctoniques sont nettement plus importantes à l'embouchure de la baie qu' en pleine mer.

3.2.2. Aspect qualitatif

44 espèces ont été identifiées.

3.2.3. Toxicité

Aucune espèce toxique n'a été décelée.

IV. COMPARAISON INTERRADIALE

Nous sommes en présence de deux sites maritimes (Dunkerque et Boulogne) et d'un estuaire (Baie de Somme). Sur ces sites les radiales sont orientées différemment (*nord/ouest* pour Dunkerque, *ouest* pour Boulogne et la Baie de Somme).

S'agissant des résultats d'une première année de suivi il n'est pas possible de pousser plus avant l'analyse des résultats. Cette quatrième partie se propose donc de dégager les différences essentielles pour l'année 1992 entre chaque site.

1. PARAMETRES PHYSICOCHIMIQUES ET BIOLOGIQUES

1. Température

On observe un réchauffement de l'eau jusqu' en été (septembre).

D'après les moyennes annuelles, on note une température légèrement plus basse sur le site de Boulogne-sur-mer sans qu' il soit possible de l'expliquer.

<u>Moyennes</u>	<u>Point 1</u>	<u>Point 2</u>	<u>Point 3</u>
Dunkerque	12.3 °C	12.1 °C	11.5 °C
Boulogne	10.8 °C	10.6 °C	10.8 °C
Somme	12.4 °C	12.0 °C	12.0 °C

2. Salinité

La salinité est en moyenne de 34.5 g/kg sur les radiales de Dunkerque et Boulogne. Il s'agit d'une salinité très proche de celle de la Manche 34.5 à 35 g/kg.

Sur la radiale Baie-de-Somme, on observe une salinité moyenne de 30.8 g/kg. Les eaux douces en provenance de la Somme sont à l'origine de cette dessalure.

De plus, on peut noter sur chaque site un gradient halin côte-large.

En outre, on remarque durant la saison printanière un léger fléchissement de la salinité sur l'ensemble des stations de prélèvements des trois radiales, ce fléchissement étant la conséquence de la forte pluviométrie enregistrée au cours des mois de mai et septembre 1992.

3. Turbidité

Le laboratoire de Saint-Valéry-sur-Somme ne disposant pas de turbidimètre, cette mesure n'a été réalisée que sur les radiales de Dunkerque et de Boulogne. La comparaison ne peut s'effectuer qu' avec le taux de MES qui donne indirectement une image de la turbidité.

Pour les radiales de Boulogne et de Dunkerque, on note une augmentation de la turbidité en hiver. Celle-ci est essentiellement due à la remise en suspension des sédiments lors des tempêtes hivernales et de manière générale à la plus forte agitation de la mer durant cette période. Inversement, les temps plus calmes, l'été, favorisent leur sédimentation.

De plus, on observe une turbidité plus forte sur le site de Dunkerque.

4. Matières en suspension

	<u>Point 1</u>	<u>Point2</u>	<u>Point3</u>
Dunkerque	13.74 mg/l	7.51 mg/l	5.85 mg/l
Boulogne	4.86 mg/l	1.80 mg/l	1.80 mg/l
Somme	23.79 mg/l	14.40 mg/l	10.27 mg/l

Le caractère estuarien de la Baie de Somme, son aspect sédimentaire (particules fines, vases en abondance) déduisent des teneurs en MES très supérieures à celles observées sur les sites de Dunkerque et de Boulogne.

Sur les trois sites apparaît un **gradient de concentration décroissant côte-large**.

5. Matières organiques

Comme pour les MES, la concentration en matière organique est nettement plus élevée en Baie de Somme que sur les autres sites.

On note un gradient décroissant en MO de la zone côtière au large.

Moyenne annuelle sur les trois sites :

	<u>Point 1</u>	<u>Point 2</u>	<u>Point 3</u>
Dunkerque	2.64 mg/l	1.53 mg/l	1.20 mg/l
Boulogne	1.20 mg/l	0.66 mg/l	0.11 mg/l
Somme	6.90 mg/l	6.00 mg/l	4.10 mg/l

6. Chlorophylle

L'absence de certains prélèvements sur le site de Boulogne ne permet pas une comparaison satisfaisante avec les deux autres radiales.

Cependant on peut observer :

– un pic printanier commun aux trois radiales.

– un pic l'été sur Dunkerque avec 16.9 $\mu\text{g/l}$ le 29/06/92

Les concentrations en chlorophylle mesurées en Baie de Somme s'avèrent supérieures à celles observées sur les radiales de Dunkerque et surtout Boulogne sur laquelle on observe des concentrations inférieures à 3 $\mu\text{g/l}$.

Les moyennes sont respectivement :

	<u>Point 1</u>	<u>Point 2</u>	<u>Point 3</u>
Dunkerque	6.11 $\mu\text{g/l}$	4.63 $\mu\text{g/l}$	3.44 $\mu\text{g/l}$
Boulogne	0.65 $\mu\text{g/l}$	0.26 $\mu\text{g/l}$	0.11 $\mu\text{g/l}$
Somme	7.50 $\mu\text{g/l}$	5.70 $\mu\text{g/l}$	4.60 $\mu\text{g/l}$

Aux variations des concentrations de la chlorophylle observées sur le plan spatial, correspondent les gradients de concentration en matières organiques et en MES.

En effet, on sait que le phytoplancton constitue une bonne part de la matière vivante présente en suspension dans l'eau.

Il importe de souligner encore une fois les valeurs importantes constatées en Baie de Somme.

7. Phaeopigments

Mêmes observations que précédemment.(cf.6-)

8. Ammonium

L'évolution saisonnière de l'ammonium fait apparaître sur les radiales de Dunkerque et la Baie de Somme

- un pic au printemps (uniquement sur la station 1 de *Dunkerque*).
- une concentration minimale de décembre à avril-mai.

Le pic d'ammonium au printemps est lié à la dégradation de la chlorophylle et du phytoplancton et aussi aux apports d'eau douce. (nous avons vu précédemment que les pluies printanières jouaient un rôle).

En revanche, l'évolution saisonnière sur Boulogne est différente puisque l'on observe des concentrations maximales l'hiver avec un pic en janvier.

Les concentrations en ammonium sont plus élevées en Baie de Somme et notamment par rapport à Boulogne où l'on observe des concentrations faibles.

Ce sel nutritif est un paramètre important à suivre en raison de son assimilation préférentielle par rapport aux nitrates.

9. Nitrites

L'évolution saisonnière des nitrites sur les trois sites montre :

- un pic commun l'hiver moins prononcé cependant à Dunkerque.
- une concentration minimale au printemps et en août.

On peut noter un pic important supplémentaire en juin sur *Dunkerque*.

10. Nitrates

L'évolution saisonnière suit celle des nitrites mais avec des concentrations nettement supérieures (environ 25 fois plus concentrés).

La prépondérance des nitrates dans le milieu marin par rapport aux autres composés azotés est liée à la bonne oxygénation des sols superficiels et des eaux d'infiltration qui permet à l'azote organique de se transformer en ammonium, lui-même oxydé, jusqu' au stade nitrate par les bactéries nitrifiantes. Toutes ces transformations ont le temps de se produire avant que l'azote n'arrive en mer.

Les augmentations ponctuelles observées proviennent des pluies et du lessivage des sols.

On peut préciser que les nitrates et les nitrites sont aussi consommées et susceptibles de limiter provisoirement la production phytoplanctonique à la suite de la baisse de leur concentration.

11. Phosphates

L'évolution saisonnière met en évidence : voir figures 11,12,13 ci-après et figures I-3, II-3, III-3.

- un pic l'hiver commun au trois sites.

- un *deuxième pic* en *mai-juin* sur la Baie de Somme et Dunkerque mais très peu marqué sur Boulogne.

figure 11

Evolution des phosphates – Dunkerque : Station 1

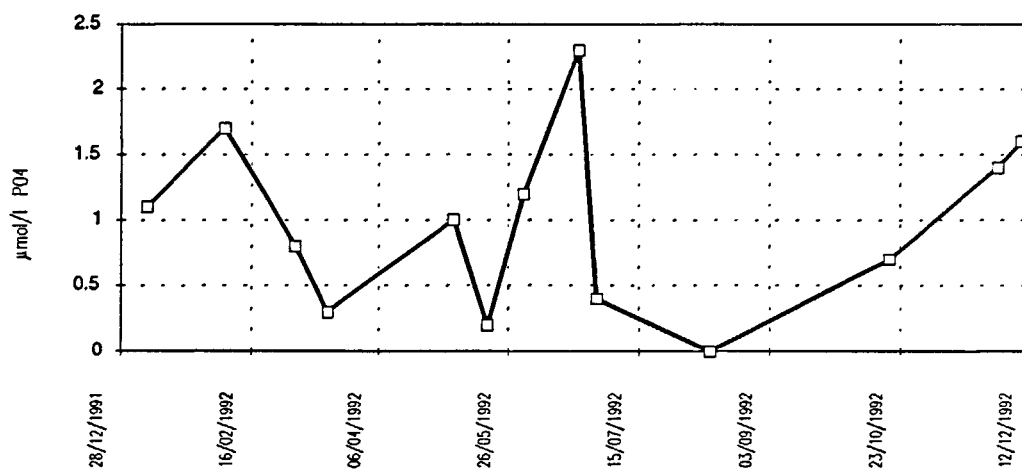


figure 12

Evolution des phosphates. Boulogne : Station 1

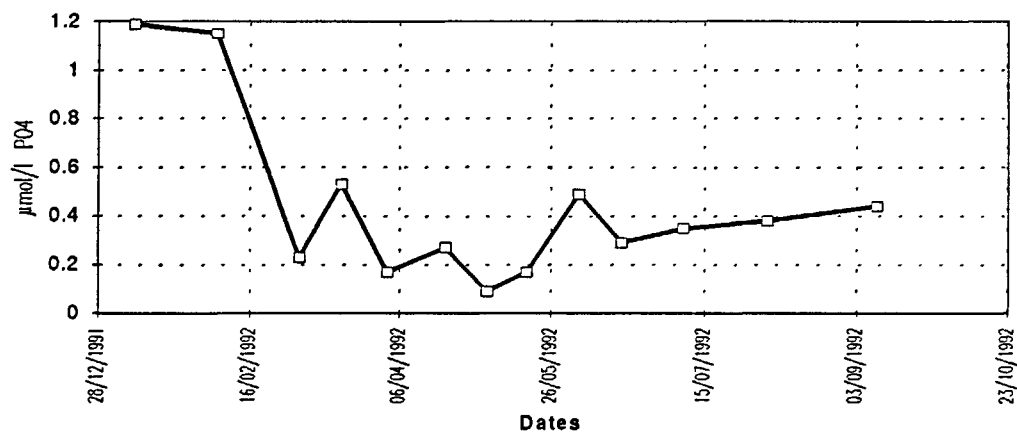
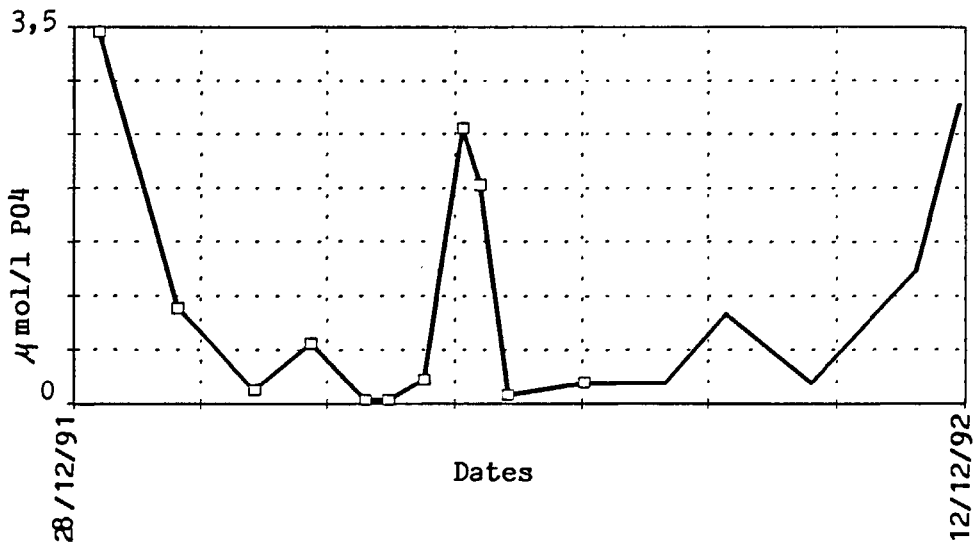


figure 13

Evolution des phosphates
Baie de Somme : Station 1



12. Silicates

L'évolution saisonnière montre sur les trois sites (voir figures 14, 15 et 16) :

- des teneurs maximales en automne et surtout l'hiver;
- des concentrations minimales voir nulles au printemps.

figure 14

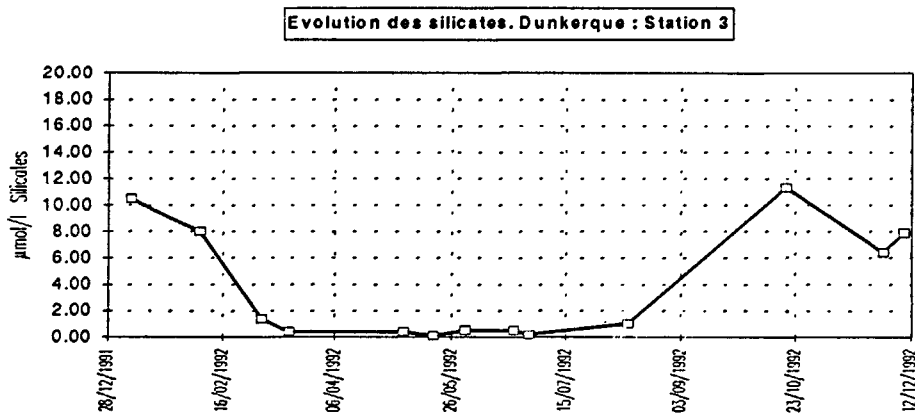


figure 15

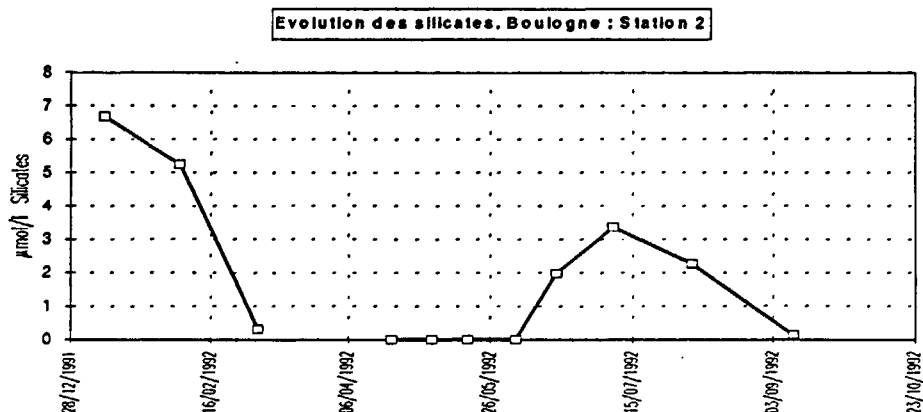
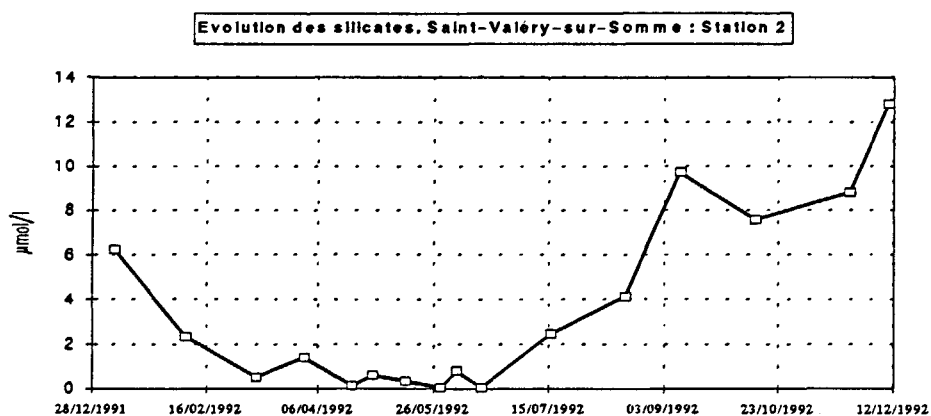


figure 16



L'évolution annuelle des concentrations en silicates témoigne du rôle du phytoplancton (plus particulièrement des *diatomées*). Celui-ci consomme la silice jusqu' à son épuisement. Les silicates s'affirment comme un facteur limitant à l'efflorescence des diatomées.

Les concentrations plus fortes en hiver témoignent d'un stockage de ces deux derniers sels nutritifs.

L'enrichissement ponctuel des masses d'eau en sels nutritifs n'est pas dommageable au milieu littoral lorsqu' une circulation générale de grande ampleur entraîne les eaux côtière riches et les dilue au large. Ainsi, les apports terrigènes peuvent apporter une fertilisation bénéfique au milieu marin, et ce d'autant plus si celui-ci est oligotrophe.

En revanche, lorsque les courants sont faibles ce qui est le cas pour la Baie de Somme, l'enrichissement se traduit par une importante production végétale. On observe alors un processus d'eutrophisation à phytoplancton mis en évidence sur la station ATSO le 31-03-92 avec 3258000 cellules/l et une concentration en chlorophylle de 24.5 µg/l qui se manifeste par un déficit en oxygène .

2. PHYTOPLANCTON

2.1. Aspect quantitatif

Sur les trois stations, on observe :

- une abondance du phytoplancton au printemps,
- la nette prédominance de *Phaeocystis* de mars à mai,
- la présence de *Melosira sulcata* toute l'année.

Les tableaux d'abondances relatives (annexe 2) mettent en évidence l'importance des effluorescences de *Phaeocystis globosa* au printemps. La présence en quantité de ce phytoflagellé témoigne de l'eutrophisation du milieu. L'eau devient brune et visqueuse et génère des émulsions de matière organique à proximité de la côte.

La baie de la Somme est touchée par ce phénomène depuis plusieurs années et l'on constate des mortalités de coques durant cette période.

2.2. Aspect qualificatif

Le nombre d'espèces identifiées est plus important en Baie de Somme. Sur chacun des sites on dénombre des espèces marines et d'eau douce. D'une manière générale, la concentration en phytoplancton est plus forte à proximité de la côte qu'au large.

2.3. Toxicité

On ne relève la présence d'aucune d'espèce toxique sur les trois sites.

CONCLUSION

A l'issue de la première année du Suivi Régional des Nutriments, les résultats obtenus montrent :

Paramètres physicochimiques :

- les *températures* de l'eau : Elles sont légèrement plus faibles à Boulogne par rapport aux deux autres sites.

- la *salinité* : A Dunkerque et Boulogne, la salinité correspond à celle de la Manche (34.5 à 35 g/kg). En Baie de Somme, on observe un taux salinité caractéristique d'un estuaire.

- les *matières en suspension* et *matières organiques* : Les concentrations sont supérieures en Baie par rapport aux sites maritimes.

- *chlorophylle* : on note une efflorescence printanière commune aux trois sites.

- *ammonium* : L'évolution saisonnière est identique sur Dunkerque et la Baie de Somme.

- *nitrites* et *nitrates* : L'évolution saisonnière sur l'ensemble du réseau se caractérise par un pic l'hiver et des concentrations minimales au printemps et en août.

- *phosphates* et *silicates* : Sur les trois sites on constate pour ces deux paramètres un pic l'hiver et des concentrations minimales au printemps.

- Les pics observés sur le site de Dunkerque , *en juin*, pour la salinité, la température et l'ensemble des sels nutritifs semblent dûs à l'ouverture des écluses du canal Exutoire.

Plancton :

- Sur le plan quantitatif, on remarque un bloom phytoplanctonique au printemps avec une nette prédominance de *Phaeocystis*.

- Sur le plan qualitatif, on note un nombre d'espèces phytoplanctoniques plus important en Baie de Somme.

Nous avons vu que les apports continentaux induisent des dessalures importantes dans les masses d'eau à proximité de la Baie de Somme, dessalures plus faibles dans les eaux côtières de Boulogne et Dunkerque.

Afin d'analyser plus finement la distribution des concentrations en sels nutritifs et en chlorophylle selon un gradient de salinité il serait nécessaire à l'avenir de disposer d'analyses d'eau douce (salinité zéro) et de prendre en considération l'influence du flot et du jusant pour les trois sites. Dès 1993, afin de mieux prendre en compte les problèmes spécifiques de la Baie de Somme liés à sa vidange totale, un point supplémentaire sera échantillonné à proximité de l'estuaire. Ultérieurement, un traitement statistique de l'ensemble des données devra être réalisé.

Avec 45 prélèvements effectués au cours de l'année 1992, le **Suivi Régional des Nutriments** constitue l'outil indispensable au suivi des apports continentaux. La stricte observation des protocoles de prélèvements tant sur le plan temporel que dans la fréquence d'échantillonnage demeure une priorité. On ne peut cependant mésestimer les contraintes liées aux sorties en mer (marées, météorologie).

Seule la reconduction de ce réseau sur le long terme permettra d'appréhender d'éventuelles améliorations ou dégradations du milieu marin.

ANNEXES

ANNEXE 1

RESULTATS BRUTS DU SRN 1992

Dunkerque

Tableau I-1 : Bilan 1992 des nutriments sur Dunkerque : station 1

Tableau I-2 : Bilan 1992 des nutriments sur Dunkerque : station 3

Tableau I-3 : Bilan 1992 des nutriments sur Dunkerque : station 4

Boulogne

Tableau II-1 : Bilan 1992 des nutriments sur Boulogne : station 1

Tableau II-2 : Bilan 1992 des nutriments sur Boulogne : station 2

Tableau II-3 : Bilan 1992 des nutriments sur Boulogne : station 3

Baie de Somme

Tableau III-1 : Bilan 1992 des nutriments en Baie de Somme : station atso

Tableau III-2 : Bilan 1992 des nutriments en Baie de Somme : station mer 1

Tableau III-3 : Bilan 1992 des nutriments en Baie de Somme : station mer 2

Bilan 1992 des nutriments sur Dunkerque
Station 1

Dunkerque point 1												
DATE	T°	Salinité	Turbidité	M.e.S.T.	MO	chloro a	Phaeo.a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4- - -	Silicates
	(°C)	(g/l)	(N.T.U)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)
07/01/92	8.00	34.20	18.00	27.30	3.11	2.40	1.70	5.50	0.63	24.60	1.10	14.40
06/02/92		34.34	7.00	17.80	2.51	4.80	1.20	5.50	0.80	46.40	1.70	9.50
04/03/92	7.00	34.81	5.60	13.00	1.76	7.90	0.80	3.50	0.34	29.10	0.80	2.30
17/03/92	8.00	34.83	2.20	3.40	1.62	12.30	0.60	1.80	<0.05	<0.2	0.30	0.50
05/05/92	11.00	34.85	6.50	17.00	4.00	5.80	0.20	2.90	<0.05	0.80	1.00	0.70
18/05/92	13.00	34.89	1.40	4.20	1.20	6.00	0.40	1.30	<0.05	<0.1	0.20	0.20
01/06/92	16.00	34.82	1.30	28.00	6.30	4.00	0.50	3.30	<0.05	0.70	1.20	0.80
22/06/92	16.00	31.51	4.60	9.00	3.40	8.20	1.10	24.60	1.84	28.10	2.30	4.70
29/06/92	18.00	32.89	1.60	6.40	3.20	16.90	0.50	6.80	0.58	6.50	0.40	0.20
11/08/92	19.00	34.87	2.40	5.00	1.10	5.70	0.60	5.90	<0.05	0.40	<0.1	1.20
19/10/92	12.50	34.32	4.60	14.70	1.84	2.10	0.90	6.70	0.88	5.30	0.70	14.90
30/11/92	10.50	33.21	7.60	18.50	2.33	2.10	1.30	11.60	0.78	27.30	1.40	19.10
09/12/92	8.50	33.65	7.60	14.30	2.00	1.20	0.80	8.90	0.52	28.60	1.60	14.10

Bilan 1992 des nutriments sur Dunkerque
Station 3

Dunkerque point 3												
DATE	T°	Salinité	Turbidité	M.e.S.T.	MO	Chloro a	Phaeo a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4- - -	Silicates
	(°C)	(g/l)	(N.T.U)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)
07/01/1992	8.00	34.45	7.40	15.00	1.80	2.50	0.40	0.70	0.50	21.80	1.10	10.50
06/02/1992		34.69	3.50	7.80	1.26	2.60	0.40	2.90	0.51	35.60	1.60	8.00
04/03/1992	6.50	35.00	2.70	7.80	1.51	7.90	0.20	2.10	0.17	25.40	0.80	1.40
17/03/1992	7.00	35.02	1.70	3.60	1.60	10.80	0.90	1.60	<0.05	<0.2	0.30	0.40
05/05/1992	11.00	35.13	1.80	6.20	1.51	1.50	0.40	5.80	<0.05	1.70	1.80	0.40
18/05/1992	13.00	35.04	0.80	3.20	1.03	3.40	0.30	1.40	<0.05	<0.1	<0.1	0.10
01/06/1992	14.50	34.88	0.80	1.30	0.50	1.40	0.20	3.00	<0.05	0.10	1.00	0.50
22/06/1992	16.50	32.87	1.70	3.60	1.80	10.00	17.50	6.50	0.68	14.50	0.90	0.50
29/06/1992	18.00	33.41	0.50	3.20	2.00	10.90	0.30	4.10	0.34	3.70	0.20	0.20
11/08/1992	19.00	35.00	0.90	1.70	0.60	3.30	0.20	5.00	<0.05	0.20	<0.1	1.00
19/10/1992	13.00	34.46	3.00	16.00	2.00	2.10	1.00	5.30	0.62	7.50	0.80	11.30
30/11/1992	10.50	34.64	5.90	17.80	2.83	2.10	0.30	4.40	0.21	9.30	1.00	6.40
09/12/1992	8.50	34.42	5.70	10.40	1.44	1.70	0.40	3.50	0.21	14.40	1.00	7.90

Bilan 1992 des nutriments sur Dunkerque

Station 4

Dunkerque point 4

DATE	T° (°C)	Salinité (g/l)	Turbidité (N.T.U)	M.e.S.T. (mg/l)	MO (mg/l)	Chloro a (µg/l)	Phaeo a (µg/l)	NH4+ (µmol/l)	NO2- (µmol/l)	NO3- (µmol/l)	PO4- (µmol/l)	Silicates (µmol/l)
07/01/1992	7.00	34.55	5.00	10.00	1.20	1.50	1.30	2.20	0.50	20.60	1.10	10.00
06/02/1992		34.65	2.00	6.80	1.76	2.10	0.00	3.30	0.57	36.50	1.70	8.10
04/03/1992	6.00	35.09	3.00	7.80	1.38	4.90	0.50	2.20	0.11	21.70	0.80	2.00
17/03/1992	7.00	35.18	1.80	1.50	0.89	6.50	0.10	1.90	<0.05	3.80	0.40	0.70
05/05/1992	10.00	35.16	0.80	2.40	0.88	1.20	0.30	3.40	<0.05	0.40	1.00	0.30
18/05/1992	12.00	35.13	0.70	1.70	0.42	1.80	0.30	1.60	<0.05	0.80	<0.1	0.10
01/06/1992	14.00	34.91	0.60	1.50	0.70	2.20	0.30	4.70	<0.05	0.50	1.00	0.30
22/06/1992	16.00	33.45	1.10	6.00	2.60	10.40	8.70	5.00	0.53	8.60	0.60	0.40
29/06/1992	18.00	33.90	0.70	1.90	1.17	5.50	0.60	4.70	0.19	2.30	0.20	0.20
11/08/1992	18.00	35.06	0.60	1.00	0.50	2.60	0.30	6.60	<0.05	0.30	<0.1	1.60
19/10/1992	12.00	34.58	5.90	11.10	1.13	2.40	0.80	5.10	0.52	9.50	0.60	8.60
30/11/1992	9.50	34.55	6.10	20.10	2.13	2.10	0.10	4.50	0.21	9.50	0.80	6.80
09/12/1992	8.00	34.65	3.00	4.30	0.80	1.50	0.10	3.20	0.16	12.60	1.00	6.60

Bilan 1992 des nutriments sur Boulogne
Station 1

Boulogne point 1

DATE	T° (°C)	Salinité (g/l)	Turbidité (N.T.U.)	M.e.S.T. (mg/l)	M.O (mg/l)	Choro a (µg/l)	Phaeo a (µg/l)	NH4+ (µmol/l)	NO2- (µmol/l)	NO3- (µmol/l)	PO4- - - (µmol/l)	Silicates (µmol/l)
09/01/1992	8.4	34.36	6	8	0.9	0.133	0.21	0.11	0.68	13.87	1.19	7.21
05/02/1992		34.46	12	15.6	0.9	2.67	1.068	2.2	0.7	20.09	1.15	6.97
04/03/1992	6.9	34.44	4	3.4	1.4			0.89	0.15	0.68	0.23	1.12
18/03/1992	7.6	34.1	3.3	5.9	0.6			0.32	0.2	0.35	0.53	
02/04/1992		34.82	1	4.79	1.23	0.32	9.15	0.21	0.05	0.49	0.17	
21/04/1992	9.4	34.15	1	2.53	1.79	0.32	6.913	0.57	0.15	3.84	0.27	<0.1
05/05/1992	10.7	34.25	0.7	4.35	2.47	0.08	6.816	0.74	0.06	1.35	0.09	<0.1
18/05/1992	12.3	35.3	0.8	1.3	0.6	0	0.65	0.06	0.1	0.21	0.17	<0.1
04/06/1992	15	34.62	1	3	1.12	0.56	7.96	1.02		0.14	0.49	<0.1
18/06/1992		35.02	0.5	3.7	2.3	2.803	7.533	0.54	0.07	1.18	0.29	2.08
08/07/1992		34.32	1.2	1.4	0.3	0	2.243	1.41	0.22	4.06	0.35	4.06
05/08/1992		34.65	1.8	2.22	0.78	0.16	6.328	0.81	0.09	2.22	0.38	2.77
10/09/1992	16.7	34.53	2	7	2	0.16	7.802	2.07	0.25	2.44	0.44	3.53

Bilan 1992 des nutriments sur Boulogne
Station 2

Boulogne point 2												
DATE	T°	Salinité	Turbidité	M.e.S.T.	M.O	Chloro a	Phaeo a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4- - -	Silicates
	(°C)	(g/l)	(N.T.U)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)
09/01/1992	8.4	34.72	0.8	4.6	2.4	(-) 0.053	0.24	0.81	0.93	11.97	1.05	6.68
05/02/1992	7.4	34.88	5	8.6	1.7	1.144	1.098	0.86	0.54	16.57	1.02	5.25
04/03/1992	7.1	34.78	2	1.3	0.2			1.46	0.2	4.1	0.25	0.3
18/03/1992	7.5	34.27	0.55	0.5				1.19	0.05	0.39	0.2	
02/04/1992		34.99	0.5	2.06	0.87	0	4.261	0.45	0.08	0.79	0.19	
21/04/1992	9.4	34.49	0.75	0.7	0.3	0.16	2.755	0.72	0.2	0.46	0.25	<0.1
05/05/1992	10.5	34.75	0.55	0.1	0	0.64	3.508	1.09	0.06	0.4	0.26	<0.1
18/05/1992	12	35.3	0.65	0.6	0.3	0	6.11	0.55	0.05	0.21	0.34	<0.1
04/06/1992	14.4	35.13	0.8	0.88	0.66	0.24	6.43	0.6		0.1	0.24	<0.1
18/06/1992		34.85	0.85	3	1.3	0.32	7.249	1.64	0.24	1.27	0.41	1.98
08/07/1992		34.32	1.3	0.5	0	0	4.756	0.91	0.29	5.57	0.24	3.36
05/08/1992	12.6	34.48	1.5	0.5	0	0	4.542	0.26	0.11	2.31	0.2	2.26
10/09/1992	16.8	34.91	0.5	0.4	0.2	0.16	5.391	0.15	0.01	1	0.35	0.13

Bilan 1992 des nutriments sur Boulogne
Station 3

DATE	T° (°C)	Salinité (g/l)	Turbidité (N.T.U)	M.e.S.T. (mg/l)	M.O (mg/l)	chloro a (µg/l)	Phaeo a (µg/l)	NH ₄ ⁺ (µmol/l)	NO ₂ ⁻ (µmol/l)	NO ₃ ⁻ (µmol/l)	PO ₄ ^{- - -} (µmol/l)	Silicates (µmol/l)
09/01/1992	9.4	34.89	1	2	1.1	0.093	0.083	0.44	0.93	8.05	0.83	5.37
05/02/1992	6.7	34.99	4	9.5	4.5	0.6	0.801	1.55	0.47	19.78	1.09	6.17
24/03/1992	7.4	34.61	3	1.9	1.1			1.06	0.28	9.69	0.47	3.6
18/03/1992	7.7	34.78	0.45	0.6	0.1			0.71	0.12	1.85	0.25	
02/04/1992		34.82	0.45	2.13	0.67	0	4.598	0.47	0.11	1	0.13	
21/04/1992	9.5	34.67	0.6	0.77	0.55	0.24	2.451	0.54	0.16	1.08	0.16	<0.1
05/05/1992	10.4	34.96	0.3	0.82	0.7	0	0.658	0	0.17	0.67	0.14	<0.1
18/05/1992	11.5	35.3	1	0.8	0.6	0.08	4.18	0.4	0.17	0.08	0.35	<0.1
04/06/1992	13.8	34.96	0.4	0.47	0.37	0.08	3.96	0.39		0.27	0.11	<0.1
18/06/1992	15	35.37	0.7	1.44	0.11	0.08	5.19	1.46	0.21	1.24	0.26	2.47
08/07/1992		34.65	1.2	0.4	0.3	0	3.981	1.64	0.08	4.88	0.27	6.04
05/08/1992	11.8	34.84	1.3	2.25	1.5	0.08	9.396	0.21	0.07	2.54	0.19	3.26
10/09/1992	16.4	35.25	0.6	1	0.2	0	3.252	1.08	0.07	2.48	0.45	<0.1

Bilan 1992 des nutriments en Baie de Somme
Station ATSO

Saint-Valéry-sur-Somme. Station ATSO											
Dates	T°	Salinité	M.e.S.T.	MO	chloro a	Phaeo. a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4 - - -	Silicates
	(°C)	(g/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)
07/01/1992	7.5	32	44	3.2	2.242	2.691	0	0.476	16.145	1.651	7.605
07/02/1992	5	31.5	56.4	8	0.48	13.761	0.058	0.476	10.097	0.984	3.151
09/03/1992	8.5	30	33.8	9.5	24.51	8.01	0	0.042	0	0.08	0.514
31/03/1992	9	30	32.86		21.55	4.15	0.437	0.198	13.173	0.576	0.974
21/04/1992	10	31.8	20.2	20.8	10.092	4.149	0.513	0.061	0	0.032	1.423
30/04/1992	11	32	17.1	5.1	18.423	18.676	28.058	0.042	0	0.127	0.151
14/05/1992	13	31	9.7	5.1	9.131	4.886	24.786	0.74	3.491	0.413	0.423
29/05/1992	15.5	32	5.7	4.7	8.49	9.732	30.695	0.344	0.344	2.365	0
05/06/1992	15.5	30	22	7.4	5.526	3.444	27.513	0.155	0.155	3.032	1.151
16/06/1992	18	31	13.6	6.9	4.725	19.272	4.513	0.08	0.08	0.27	0.06
16/07/1992	19	29	22	9	0.8	5.198	9.1	0.26	1.37	0.82	13.97
17/08/1992	19	31	25	8.3	7.048	3.716	7.48	0.05	0.05	0.36	8.84
10/09/1992	16	29	9.3	4.5	2.563	2.931	7.99	0.05	0.05	0.54	7.32
13/10/1992	13	29	13.7	1.42	3.764	14.458	6.61	0.16	2.23	0.48	11.15
23/11/1992	10	29.75	42.83	8	0.48	3.78	9.38	0.6	13.6	1.52	12.05
10/12/1992	9	29.5	12.5	2.5	1.201	3.788	5.844	0.589	28.98	2.732	12.58

Bilan 1992 des nutriments en Baie de Somme
Station 1

Saint-Valéry-sur-Somme. Station 1											
Dates	T°	Salinité	M.e.S.T.	MO	chloro a	Phaeo. a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4 - - -	Silicates
	(°C)	(g/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)
07/01/1992	7.5	32	15	1.6	1.602	0.865	0.058	0.419	19.007	3.46	7.06
07/02/1992	5	31.5	27.3	5.5	0.16	10.997	0	0.532	9.114	0.889	1.878
09/03/1992	8	31	23.8	7.2	18.342	6.159	0	0.363	0	0.127	0.696
31/03/1992	9	30	27.5	12.1	16.28	17.1	0.729	0.238	13.084	0.561	0.503
21/04/1992	9	33	15.3	23	5.286	2.563	0	0.061	0.292	0.032	0.332
30/04/1992	9.5	32	8.6	4.7	8.01	7.633	28.786	0.023	0	0.032	0
14/05/1992	12	31.5	7.9	4.9	11.934	5.727	5.877	0.532	1.504	0.222	0
29/05/1992	15.5	32	4.4	4.2	8.891	9.668	33.695	0.061	0	2.556	0
05/06/1992	15	30	7.3	2.7	4.085	2.643	35.422	0.174	0	2.032	1.151
16/06/1992	17	31	9.8	4.5	4.565	11.077	8.967	0.192	0	0.08	0
16/07/1992	18	31	8.4	6.5	0.16	3.54	6.7	0.33	3.99	0.194	4.84
17/08/1992	18	31	12.9	4.9	3.284	2.21	6.05	0.05	0.05	0.19	8.56
10/09/1992	16	30	5.2	2.7	1.281	5.166	6.98	0.05	0.05	0.83	11.4
13/10/1992	14	29.5	10.28	2.4	5.687	11.358	5.04	0.05	0.05	0.19	12.69
23/11/1992	10	29.5	42.5	5.8	0.801	4.469	8.18	0.29	2.45	1.23	12.47
10/12/1992	9	29.5	4.1	3.5	1.842	3.372	4.863	0.41	25.12	2.78	7.41

Bilan 1992 des nutriments en Baie de Somme

Station 2

Saint-Valéry-sur-Somme. Station 2											
Dates	T°	Salinité	M.e.S.T.	MO	chloro a	Phaeo. a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4 - - -	Silicates
	(°C)	(g/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)
07/01/1992	7.5	32	10	1.2	2.483	1.273	0	0.363	17.917	3.175	6.242
07/02/1992	6	31	27.4	5.8	0.16	7.745	0	0.646	7.341	0.794	2.332
09/03/1992	9	30	14.5	5.5	12.816	1.874	0	0.193	0	0.032	0.514
31/03/1992	9	30.5	16.29	15.2	13.72	12.69	0.653	0.156	11.511	0.53	1.414
21/04/1992	9	33	11.7	3.9	5.767	1.97	0	0.061	0.341	0.08	0.151
30/04/1992	11	32	8.1	3.9	5.286	7.609	33.058	0.023	0.013	0.08	0.605
14/05/1992	12	31.5	5.9	2.8	10.332	9.011	9.604	0.646	1.878	0.46	0.332
29/05/1992	14.5	32	4.4	2.8	4.245	5.903	14.149	0.098	0	3.318	0.06
05/06/1992	15	30	5.6	2.8	2.322	1.714	10.149	0.061	0	2.603	0.787
16/06/1992	17	31.5	3.5	3.5	3.764	4.701	2.604	0.381	0	0.175	0.06
16/07/1992	18	31	2.4	0.5	0.4	1.337	5.4	0.05	0.05	0.13	2.46
17/08/1992	16	31	5.2	3.6	0.721	1.634	5.41	0.05	0.05	0.25	4.15
10/09/1992	16	30	4.1	3	1.441	3.324	6.05	0.09	0.05	0.48	9.72
13/10/1992	14	29.5	9.19	2.3	3.924	10.933	5.87	0.46	8.56	0.14	7.56
23/11/1992	10	31	31.9	5.7	4.469	1.962	6.98	0.53	11.08	1.35	8.81
10/12/1992	9	29.5	4.2	3.5	2.002	2.427	5.224	0.393	24.7	2.828	7.58

ANNEXE 2

Espèces phytoplanctoniques

Dunkerque

Tableau I-4.a : Phytoplancton sur l' année 1992 à Dunkerque : station 1

Tableau I-5.a : Phytoplancton sur l' année 1992 à Dunkerque : station 3

Tableau I-6.a : Phytoplancton sur l' année 1992 à Dunkerque : station 4

Tableau I-4.b : Abondance relative du phytoplancton. Dunkerque : station 1

Tableau I-5.b : Abondance relative du phytoplancton. Dunkerque : station 3

Tableau I-6.b : Abondance relative du phytoplancton. Dunkerque : station 4

Boulogne

Tableau II-4.a : Phytoplancton sur l' année 1992 à Boulogne : station 1

Tableau II-5.a : Phytoplancton sur l' année 1992 à Boulogne : station 2

Tableau II-6.a : Phytoplancton sur l' année 1992 à Boulogne : station 3

Tableau II-4.b : Abondance relative du phytoplancton. Boulogne : station 1

Tableau II-5.b : Abondance relative du phytoplancton. Boulogne : station 2

Tableau II-6.b : Abondance relative du phytoplancton. Boulogne : station 3

Baie de Somme

Tableau III-4.a : Phytoplancton sur l' année 1992 en Baie de Somme : station atso

Tableau III-5.a : Phytoplancton sur l' année 1992 en Baie de Somme : station mer 1

Tableau II-6.a : Phytoplancton sur l' année 1992 en Baie de Somme : station mer 2

Tableau III-4.b : Abondance relative du phytoplancton. Baie de Somme : station atso

Tableau III-5.b : Abondance relative du phytoplancton. Baie de Somme : station mer1

Tableau III-6.b : Abondance relative du phytoplancton. Baie de Somme : station mer 2

Tableau I-4.a	Phytoplancton sur l'année 1992 à DUNKERQUE : Station 1										
Dates	07/01/1992	06/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	05/05/1992	18/05/1992	01/06/1992	11/08/1992	19/10/1992	30/11/1992	09/12/1992
Melosira sulcata	8 000	600	23 100		2 000	1 700			4 400	111 300	1 400
Melosira spp	200									36 750	
Coscinodiscus	300		200					6 300	100	3 150	
Thalassiosira spp	500	6 000	18 900				100				800
Skeletonema costatum		16 000	6 300		24 150				600		
Biddulphia sinensis				400							
Biddulphia regia		1 600	1 600								
Biddulphia spp		3 400	6 300		200	100		800			
Eucampia zoodiacus			5 300	900				800			
Ditylum brightwellii		200	300	100						3 150	
Cerataulina				2 100		2 100	1 050				
Chaetoceros socialis		13 000									
Chaetoceros spp	3 200	4 300	31 000	326 550	14 250	1 050		125 300			600
Bacteriastrium hyalinum			1 500								
Guinardia flaccida						1 050	2 100	4 900			
Leptocylindrus		400				500	2 100			45 150	1 300
Rhizosolenia delicatula	200	2 000	9 450	129 150	1 050	61 950	91 350	44 800	400		
Rhizosolenia shrubsolei		600	1 050	3 150	2 100	6 300	2 100				
Rhizosolenia setigera	2 300	1 600	2 000	1 050			2 100	700		4 200	200
Rhizosolenia stolterforthii	100	200	700	5 250	8 400	108 150	72 450	92 400		6 300	
Rhizosolenia spp											
Fragilaria spp	1 500	15 000	47 250		12 600						
Stauroneis membranacea						400		700			
Raphoneis amphiceros	200	800	300	100	200	100				13 650	1 000
Asterionella glacialis	800	3 800	1 200		5 250	4 800				10 500	
Thalassionema nitzschioides	8 000	10 600	6 300	15 750				800		50 400	800
Naviculae	700	200	5 250	3 150	100	3 150	2 100			168 000	600
Diploneis										1 050	
Pleurosigma	300	200	300	100	200				100	5 250	100
Nitzschia spp	2 300		19 400	15 750	58 950	16 800	18 900		800		100
Nitzschia longissima					5 250			2 800	100	6 300	400
Nitzschia seriata				3 150	3 000	3 300					
Streptotheca thamensis	200			300							
Noctiluca scintillans		200							100		
Dinophyceae	300	600	2 100	1 050		2 100	3 150				
Peridinién		200	300	300	100	100	2 100	13 300			200
Ceratium fusus								2 800			
Gymnodinium		200	300	6 300	300	1 050	5 250	700			
Gyrodinium		200		3 150	2 100	500		6 300			
Prorocentrum micans	300	200		100	100			2 800	200		
Distephanus speculum		200						600			
Phaeocystis				3 195 000	2 470 000	12 200					
Totaux	29 400	82 300	190 400	3 712 850	2 610 300	227 400	204 850	306 800	6 800	465 150	7 500

Tableau I-5.a	Phytoplancton sur l'année 1992 à DUNKERQUE : Station 3										
Dates	07/01/1992	06/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	05/05/1992	18/05/1992	01/06/1992	11/08/1992	19/10/1992	30/11/1992	09/12/1992
Melosira sulcata	12000	1300	6 300	1 400		800			2 400	138 600	4 900
Porosira glacialis				3 100		400					
Coscinodiscus	200	100			100		300	5 250	500	3 150	300
Thalassiosira rotula	600	2000	3 900								
Thalassiosira spp	1200	2800	7 350			200					
Stephanopyxis turris	200										
Skeletonema costatum		2000	12 600			1 200				11 550	
Biddulphia sinensis			200						300		
Biddulphia regia	100	100	1 200								
Biddulphia aurita			2 700								
Biddulphia spp	400	1100									
Eucampia zodiacus				800				3 150			
Ditylum brightwellii			200							1 050	
Cerataulina pelagica											
Cerataulina bergonii				500		400					
Chaetoceros compressus											
Chaetoceros socialis			189 000								
Chaetoceros decipiens			13 650								
Chaetoceros danicus			1 050					6 300	1 200		
Chaetoceros spp		4500	441 000	256 200	11 000			48 300	700		400
Bacteriastrium hyalinum											
Guinardia flaccida			100			800	11 200	15 750			
Lauderia borealis									400		
Leptocylindrus								132 300			
Rhizosolenia delicatula	500	100	8 400	79 800	400	29 600	82 600	196 350	200		
Rhizosolenia shrubsolei	300	800	7 350	2 100	600	8 600	300			1 050	
Rhizosolenia setigera	1800	1200	2 100	3 150						3 150	400
Rhizosolenia stollterforthii	100	500	3 150	9 450	19 800	94 400	14 000	137 550	200	1 050	
Fragilaria spp			37 800		800						
Stauroneis membranacea										2 100	
Raphoneis amphiceros		500	500						200	16 800	300
Asterionella glacialis	4400	700	55 650	21 400		400					
Thalassionema nitzschioides	9500	2400	3 200	1 000					600	27 300	2 200
Naviculae	1100	500	6 300	4 200	2 000			5 250	500	5 250	700
Diploneis									200		
Pleurosigma	900	500	400			100	100			4 200	
Nitzschia spp											
Nitzschia delicatissima		1100	5 250	13 650	10 800	1 400			600		
Nitzschia longissima								18 900	200	12 600	1 200
Nitzschia closterium	3300	2100	13 650	2 100	3 000	400	46 900	15 750			
Nitzschia seriata			400					21 000	100		
Streptotheca thamensis	300										
Noctiluca							100				
Dinophyceae	400	700	3 150	2 100	1 200	200	3 510				
Peridinién				2 000	100	200	1 400	24 150			200
Ceratium fusus								2 100			
Gymnodinium		200	1 050	1 050	400		500	2 100			
Gyrodinium spirale					100						
Gyrodinium		400		5 250		1 200	1 100	1 050			100
Prorocentrum micans		100		100				6 300	100		
Distephanus speculum	100	100							600		2 300
Phaeocystis			13 900	1 027 000	199 500	4 000		135 000			
Totaux	37400	25800	841 500	1 436 350	249 800	144 300	162 010	776 550	9 000	227 850	13 000

Tableau I-6.a	Phytoplancton sur l'année 1992 à DUNKERQUE : Station 4										
Dates	07/01/1992	06/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	05/05/1992	18/05/1992	01/06/1992	11/08/1992	19/10/1992	30/11/1992	09/12/1992
Melosira sulcata	12 200	7 200	7 000			7 000	3 500			85 050	3 300
Melosira spp											
Porosira glacialis				2 200							
Coscinodiscus spp	100	200					400	600	200		
Thalassiosira spp		6 600	1 200					700	500		
Skeletonema costatum	1 300							3 150		19 950	1 000
Biddulphia sinensis		200							600		
Biddulphia regia	100		1 600								
Biddulphia spp	100		1 000					200			
Ditylum brightwellii	200	100	200	100							100
Cerataulina			2 000			800	100				
Chaetoceros curvisetus											
Chaetoceros socialis				73 500							
Chaetoceros spp	1 900	800	39 000	406 350	19 600			2 500	1 100	2 100	400
Bacteriastrium hyalinum											
Guinardia flaccida				100		800	2 900	2 400			
Lauderia borealis									400		900
Leptocylindrus											
Rhizosolenia delicatula	400		4 600	55 650	400	29 200	20 000	67 200	1 400		100
Rhizosolenia shrubsolei	400	100	1 200	2 100	1 400	5 000	1 100	1 050		2 100	
Rhizosolenia setigera	1 200	600	1 400	1 000					200	1 050	400
Rhizosolenia stollerforthii		400	200	4 200	28 200	39 800	12 000	21 000	200		
Rhizosolenia spp											
Fragilaria spp	800	6 500	6 000								
Stauroneis membranacea	200				1 400						
Raphoneis amphiceros	200	1 600	400	100		200			400	9 450	900
Asterionella glacialis	10 000		6 800	21 000						42 000	900
Thalassionema nitzschoide	5 400	2 300	2 400							25 250	2 200
Thalassionema spp		1 700									
Naviculae	100	400	800	13 650	600		100	2 100	600	1 050	400
Diploneis											
Pleurosigma	100	300								5 250	
Nitzschia spo	1 600	3 100	3 000	13 650	3 800	1 000	700	8 400	500		100
Nitzschia longissima									200	18 900	500
Nitzschia seriata				12 600				36 750			
Streptotheca thamensis		200	600								
Noctiluca											
Dinophyceae	300	300	600	3 150	200	600	100	2 100			
Peridinién	300			100		200	200	3 150			
Ceratium fusus								300	300		
Gymnodinium			800		600	200	100	3 150			
Gyrodinium	200	200		1 050	800	2 600	200	2 100			100
Prorocentrum micans	100			100		200		3 150			
Distephanus speculum	400	200									1 900
Gonyaulax grindleyi							100				
Phaeocystis				507 000	20 000						
Totaux	37 600	33 000	80 800	1 117 600	77 000	87 600	41 500	160 000	6 700	213 150	13 200

tableau I-4.b abondance relative du phytoplancton <10 % ; 10 % < oo<30 % ; ooo > 30%

1992	Dunkerque point 1											
	Dates	07/01/1992	06/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	05/05/1992	18/05/1992	01/06/1992	11/08/1992	19/10/1992	30/11/1992	09/12/1992
Melosira sukata	oo	o	oo			o	o			ooo	oo	oo
Melosira sop	o										o	
Coscinodiscus	o		o						o	o	o	
Thalassiosira sop	o	o	o				o					oo
Skeletonema costatum		oo	o			o			o			
Biddulphia sinensis				o								
Biddulphia regia		o	o									
Biddulphia sop		o	o			o	o		o			
Eucampia zoodiacus			o	o					o			
Dityum brightwellii		o	o								o	
Cerataulina				o			o		o			
Chaetoceros socialis		oo										
Chaetoceros sop	oo	o	oo	o		o	o		ooo			o
Bacterastrum nyalinum			o									
Guinardia flaccida							o	o	o			
Leptocylindrus		o					o	o			o	oo
Rhizosolenia delicatula	o	o	o	o		o	oo	ooo	oo	o		
Rhizosolenia shrobsolei		o	o	o		o	o	o				
Rhizosolenia setigera	o	o	o	o				o	o		o	o
Rhizosolenia stouterthii	o	o	o	o		o	ooo	ooo	ooo		o	
Rhizosolenia sop												
Fragilaria spp	o	oo	oo			o						
Stauroneis membranacea							o		o			
Raononeis amonicercs	o	o	o			o	o				o	oo
Astenonella glacialis	o	o	o			o	o				o	
Thalassionema nitzschioides	oo	oo	o	o					o		oo	oo
Naviculae	o	o	o	o			o	o			ooo	o
Diponeis											o	
Pleurosigma	o	o	o			o				o	o	o
Nitzschia spp	o		oo	o		o	o	o		oo		o
Nitzschia longissima						o			o		o	o
Nitzschia seriata				o		o	o					
Streptotheca thamensis	o			o								
Noctiluca scintillans		o								o		
Dinobryceae	o	o	o	o			o	o				
Penninien		o	o	o			o	o	o			o
Ceratium fusus									o			
Gymnodinium		o	o	o		o	o	o				
Gyrodinium		o		o		o	o		o			
Prorocentrum micans	o	o							o	o		
Distaplia soculum		o							o			
Phaeocystis					ooo	ooo	o					

tableau I-5.b abondance relative du phytoplancton 0 < 10 % ; 10 % < oo < 30 % ; ooo > 30%

1992	Dunkerque point 3										
	Dates	07/01/1992	06/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	05/05/1992	18/05/1992	01/06/1992	11/08/1992	19/10/1992	30/11/1992
<i>Melosira succata</i>	ooo	o	o	o	o	o	o	o	oo	ooo	ooo
<i>Porosira glacialis</i>				o	o						
<i>Coscinodiscus</i>	o	o				o		o	o	o	o
<i>Thalassiosira rotula</i>	o	o	o								
<i>Thalassiosira spo</i>	o	oo	o			o					
<i>Steganobovxis lums</i>	o										
<i>Skeletonema costatum</i>		o	o			o				o	
<i>Biddulphia sinensis</i>			o						o		
<i>Biddulphia regia</i>	o	o	o								
<i>Biddulphia aunta</i>			o								
<i>Biddulphia spo</i>	o	o									
<i>Eucampia zoodiacus</i>				o				o			
<i>Dityum brightwellii</i>			o							o	
<i>Ceratium peragica</i>											
<i>Ceratium peronii</i>				o		o					
<i>Chaetoceros compressus</i>											
<i>Chaetoceros socialis</i>			oo								
<i>Chaetoceros oecoiensis</i>			o								
<i>Chaetoceros danicus</i>			o					o	oo		
<i>Chaetoceros spo</i>		oo	ooo	oo	o			o	o		o
<i>Bactenastrium hyalinum</i>											
<i>Guanarcia flaccida</i>			o			o	o	o			
<i>Laurencia borealis</i>									o		
<i>Leptocylindrus</i>								oo			
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	o	o	o	o	o	oo	ooo	oo	o		
<i>Rhizosolenia striuosa</i>	o	o	o	o	o	o	o			o	
<i>Rhizosolenia setigera</i>	o	o	o	o						o	o
<i>Rhizosolenia stottertorii</i>	o	o	o	o	o	ooo	o	oo	o	o	
<i>Fragilaria spo</i>			o		o						
<i>Stauroneis membranacea</i>										o	
<i>Raponeis amoniacos</i>		o	o						o	o	o
<i>Astenonema glacialis</i>	oo	o	o	o		o					
<i>Thalassionema nitzschoides</i>	oo	o	o	o	o				o	oo	oo
<i>Naviculae</i>	o	o	o	o	o			o	o	o	o
<i>Diatomees</i>									o		
<i>Pleurosigma</i>	o	o	o			o	o			o	
<i>Nitzschia spo</i>											
<i>Nitzschia delicatissima</i>		o	o	o	o	o			o		
<i>Nitzschia longissima</i>								o	o	o	o
<i>Nitzschia costatum</i>	o	o	o	o	o	o	oo	o			
<i>Nitzschia senata</i>			o					o	o		
<i>Streptoneca namensis</i>	o										
<i>Noctuca</i>								o			
<i>Dinococceae</i>	o	o	o	o	o	o	o				
<i>Pennin</i>				o	o	o	o	o			o
<i>Ceratium rufus</i>								o			
<i>Gymnodinium</i>		o	o			o	o	o			
<i>Gyrodinium spirale</i>					o						
<i>Gyrodinium</i>		o	o	o		o	o	o			o
<i>Prorocentrum micans</i>		o	o					o	o		
<i>Distephanus soeculum</i>	o	o							o		oo
<i>Phaeocystis</i>			o	ooo	ooo	o		oo			

tableau I-6.b abondance relative du phytoplancton 0 < 10 % ; 10 % < oo < 30 % ; oo > 30%

1992 Dates	Dunkerque point 4										
	07/01/1992	06/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	05/05/1992	18/05/1992	01/06/1992	11/08/1992	19/10/1992	30/11/1992	09/12/1992
Meiosira sulcata	ooo	oo	o			o	o			ooo	oo
Meiosira spp											
Porosira glacialis				o							
Coscinodiscus spp	o	o					o	o	o		
Thalassiosira spp		oo	o					o	o		
Skeletonema costatum	o							o		o	o
Biddulphia sinensis		o							o		
Biddulphia regia	o		o								
Biddulphia spo	o		o					o			
Ditylum bnghtweli	o	o	o	o							o
Cerataulina			o			o	o				
Chaetoceros curvisetus											
Chaetoceros socialis				o							
Chaetoceros spp	o	o	ooo	ooo	oo			o	oo	o	o
Bacteriastrium nyalinum											
Guinardia flaccida				o		o	o	o			
Lauderia borealis									o		o
Leotocycindrus											
Rhizosolenia delicatula	o		o	o	o	ooo	ooo	ooo	oo		o
Rhizosolenia snrubsolei	o	o	o	o	o	o	o	o		o	
Rhizosolenia setigera	o	o	o	o					o	o	o
Rhizosolenia stouterforthii		o	o	o	ooo	ooo	oo	oo	o		
Rhizosolenia spp											
Fragilaria spp	o	oo	o								
Stauroneis membranacea	o				o						
Raponeis amohiceros	o	o	o	o		o			o	o	o
Astenonella glacialis	oo		o	o						oo	o
Thalassionema nitzschiolde	oo	o	o							oo	oo
Thalassionema spp		o									
Naviculae	o	o	o	o	o		o	o	o	o	o
Diploneis											
Pleurosigma	o	o								o	
Nitzschia spp	o	o	o	o	o	o	o	o	o		o
Nitzschia longissima									o	o	o
Nitzschia senata				o				oo			
Streptotheca thamensis		o	o								
Noctiluca											
Dincohyceae	o	o	o	o	o	o	o	o			
Peridinium	o			o		o	o	o			
Ceratium fusus						o		o	o		
Gymnodinium			o		o	o	o	o			
Gyrodinium	o	o		o	o	o	o	o			o
Prorocentrum micans	o			o		o		o			
Distephanus speculum	o	o									oo
Gonyaulax gndleyi							o				
Phaeocystis				ooo	oo						

Tableau II-4.a		Phytoplankton sur l'année 1992 a BOULOGNE : Station 1													
Dates	05/01/92	05/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	02/04/1992	21/04/1992	05/05/1992	18/05/1992	04/06/1992	17/06/1992	08/07/1992	27/07/1992	05/08/1992	19/08/1992	10/09/1992
Melosira sulcata	16000	8000		4000	1000	3900	9100		22400	4500	1000	1400		2100	18900
Coscinodiscus			200	100									2500	100	23100
Thalassiosira	1000	9800	4190			100	1400		300	6300	1500	100			92400
Skeletonema costatum	1200	6500								60900		3000	4160	700	
Biddulphia spp	400	800	800	700		300	500	200	1000			1000	100		19550
Eucampia zoodiacus			10500	400									4000	9450	
Ditylum brightwellii			300												
Cerataulina			800	100	300	300	2100			4200			4680		35800
Chaetoceros curvisetus	600	1200	25200												23100
Chaetoceros sociale				13500											
Chaetoceros spp		200	1923600	1769400	1671	26400	35700			6250	4400	5400	28080	43850	24450
Guinardia flaccida			400	100		200	6300	1400	12600	9450					
Lauderia borealis		100													
Leptocylindrus										23100	137600			9450	67200
Rhizosolenia delicatula		1000	101850	81900	500	2800		23100	23800	170100	1400	800		61950	17850
Rhizosolenia shrubsolei			14700	4200		2900		110250	25900	2200	9800		39520	18900	5250
Rhizosolenia setigera	200	1100	700	1050	100					200	200				100
Rhizosolenia stollerforthii			15600	9450	600	5300		27300	24500	109200	200			10500	12600
Raphoneis amphiceros	2800	300	100		900	400							2080		6300
Asterionella glacialis	1200	2000			924	700			14000			3200	3200		69300
Thalassionema nitzschioid	1400	18000	2100	2100		500									
Naviculae	800	300	1050	1050		300			1400	2100	400	4200	7280	1050	3150
Pleurosigma	200							200	1400					100	
Nitzschia longissima		700	6300		200	2400				9450		14400		3150	
Nitzschia delicatissima			31500	18900	6468	220000		13656	8400	6300				5250	
Nitzschia seriata			5250		4620	15500						3200	1600	14600	29400
Peridinién	100	200		1050	924	1600		200		300	2500	5000	3740	3400	100
Gymnodinium				1050	462	100		3150	2100	8400		1200		4200	
Gyrodinium	200		3150	5250	1848	3500		12600	4200	2600	2400	200	300	2100	
DINOPHYCEES spp		400	1050	100		1100		200	800			100	200	1050	11550
Phaeocystis			2252600	4053500	2407200	1934000		499000	100000			1600		609000	
totaux	300	600	2256800	4060950	2410434	1940300	0	515150	107100	11300	4900	8100	4240	619750	11650

tableau II-5.a Phytoplancton sur l'année 1992

1992	Boulogne point 2													
	Dates	09/01/1992	05/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	02/04/1992	21/04/1992	05/05/1992	18/05/1992	04/06/1992	17/06/1992	08/07/1992	05/08/1992	10/09/1992
Melosira sulcata	7000	3500				1500	400	10000	1200	700	800	800		3150
Coscinodiscus	300	100		100					600	700	100			27300
Thalassiosira	2000	5900		1050	100	100				200	1600	800		
Skeletonema costatum	400	400									32000	1800		
Biidulphia spp	200	500		200			4200			100	800			
Eucampia zoodiacus			3200			200							800	
Ditylum brightwellii		100												
Cerataulina				2000		200	1050	200	2100	200	400			
Chaetoceros curvisetus														
Chaetoceros sociale					16170									
Chaetoceros spp		700	1017450	100800	85470	14600	26250		1200	1200	1600	22400	126000	
Guinardia fiaccida			100	300			4200	2400	12600	1600			4200	
Lauderia borealis				7350										
Leptocylindrus											205800	4400	46200	
Rhizosolenia delicatula	500		40950	16800	100	2400	69300	188000	6300	33200	3000	3000	9450	
Rhizosolenia shrubsolei		400	2100	200	100	5500	26250	14000	11900	5000	1800	1600	44100	
Rhizosolenia setigera	400	400				100				600	400	2400	100	
Rhizosolenia stolterforthii			8000	6300		2700	26250	18800	14000	12200	200	13400		
Raphoneis amphiceros	400	400	1050			400	2100	200						
Asterionella glacialis		2300	400											
Thalassionema nitzschiolde	1500	2000				200								
Naviculatae	200	3900	1050			500		200	700	1200	600	1000	100	
Pleurosigma	100	400			100	100	300		700	200				
Nitzschia longissima	400	1100	2100		924	400	100			800	200			
Nitzschia delicatissima			4200	3150		1800	5250	800	5600	5400	400	600		
Nitzschia seriata				5000	13860	500	2000			600	600	33400		
Peridiniin			100	1050	100	500	500		900	100	1500	1600	200	
Gymnodinium	100				462		1050		3500	800	1400			
Gyrodinium			400	12600	1386	1800	4200	1400	5600	600	600	600		
DINOPHYCEES	300	900	6150	3150		1300	3150		700	400	600	600		
Pnaecocystis				114000		1017000	92000							

tableau II-6.a Phytoplancton sur l' année 1992

1992	Boulogne point 3												
	Dates	09/01/1992	05/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	02/04/1992	21/04/1992	05/05/1992	18/05/1992	04/06/1992	17/06/1992	08/07/1992	05/08/1992
Melosira sulcata	1000	6000	1500				1800	3400	600	10200	1400		
Coscinodiscus	100	100	100	3640		100					200		
Thalassiosira	1100	1500						200	200	200		200	
Skeletonema costatum	2000	900	1000				300				14400	1800	
Biddulphia	100	300		3640									
Eucampia zoodiacus							400						
Ditylum brightwellii	100			1560									
Cerataulina											200		100
Chaetoceros curvisetus		1100	2000										
Chaetoceros sociale													
Chaetoceros spp			15600	104520	27700	400	5900		9600				100
Guinardia flaccida			100	520		600	100	800	3600	2000			
Lauderia borealis	200												
Leptocylindrus												1500	
Rhizosolenia delicatula			2400	38480		3200	7000	5800	9000	4000			
Rhizosolenia shrubsolei		100	600	520		4700	12800	9600	7800	2600	300	100	
Rhizosolenia setigera	100	400	300	1560		100				400			
Rhizosolenia stolterforthii	300						2000	15400	15000	8600	3600		500
Raphoneis amphiceros	100	100				300							
Asterionella glacialis		1000											
Thalassionema nitzschiolde		2300	500										
Naviculae	500	300		1560	100	200			200	600	300	700	
Pleurosigma	200	100			100	100	200		600				
Nitzschia longissima	300	1400	1000		200					600			
Nitzschia delicatissima						1300	600		3000	2400		100	
Nitzschia seriata		900		4680	1200		6200			400		2000	
Nitzschia spp													
Péridinien				1040	100	1000		200	200				700
Gymnodinium	300		200				200	200	400	600	500	900	
Gyrodinium	100		200			900	400	400	1600	400		600	
DINOPHYCEES	100	400		3120		500	1200		1200		100	700	
Phaeocystis						328500		12000					3100

tableau II-4.b abondance relative du phytoplancton 0 < 10 % ; 10 % < 00 < 30 % ; 000 > 30 %

1992	Boulogne point 1														
	Dates	09/01/1992	05/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	02/04/1992	21/04/1992	05/05/1992	18/05/1992	04/06/1992	17/06/1992	08/07/1992	27/07/1992	05/08/1992	19/08/1992
Melosira sulcata	000	00		0	0	0	00		0	0	0	0		0	0
Coscinodiscus		0												0	0
Thalassiosira	0	00	0				0		0	0	0	0			00
Skeletonema costatum	0	00								00		0	0	0	
Biddulphia spp	0	0	0	0		0	0	0	0			0	0		0
Eucampia zoodiacus			0	0									0	0	
Ditylum brightwellii			0												
Cerataulina			0		0	0	0			0			0		0
Chaetoceros curvisetus	0	0	0												0
Chaetoceros sociale				0											
Chaetoceros spp		0	000	00	0	0	000			0	0	00	00	0	0
Guinardia flaccida			0			0	00	0	0	0					
Lauderia borealis		0													
Leptocylindrus										0	000			0	00
Rhizosolenia delicatula		0	0	0	0	0		0	0	000	0	0		0	0
Rhizosolenia shrubsolei			0	0		0		00	00		0		000	0	0
Rhizosolenia setigera	0	0	0	0							0				0
Rhizosolenia stouterforthii			0	0	0	0		0	00	00	0			0	0
Raphoneis amphiceros	00	0			0	0							0		0
Asterionella glacialis	0	0			0	0			0		0	0			00
Thalassionema nitzschioides	0	000	0	0		0									
Naviculae	0	0	0	0		0			0	0	0	0	0	0	0
Pleurosigma	0							0	0		0			0	
Nitzschia longissima		0	0		0					0		000		0	
Nitzschia delicatissima			0	0	0	0		0	0	0				0	
Nitzschia seriata			0		0	0					0	0		0	0
Péridinien	0	0		0	0	0		0		0	0	00	0	0	0
Gymnodinium				0	0			0	0	0	0	0		0	
Gyrodinium	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	
DINOPHYCEES spp		0	0			0		0	0		0	0	0	0	0
Phaeocystis			000	000	000	000		000	000			0		000	

tableau II-5.b abondance relative du phytoplancton 0 < 10 % ; 10 % < oo < 30 % ; ooo > 30%

1992 Dates	Boulogne point 2												
	09/01/1992	05/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	02/04/1992	21/04/1992	05/05/1992	18/05/1992	04/06/1992	17/06/1992	08/07/1992	05/08/1992	10/09/1992
Melosira sulcata	ooo	oo			o	o	o	o	o	o	o		o
Coscinodiscus	o	o		o				o	o	o			oo
Thalassiosira	oo	oo		o	o	o			o	o	o		
Skeletonema costatum	o	o		o						oo	o		
Biddulphia spp	o	o		o			o		o	o			
Eucampia zoodiacus			o			o						o	
Ditylum brightwellii		o											
Cerataulina				o		o	o	o	o	o	o		
Chaetoceros curvisetus													
Chaetoceros sociale					oo								
Chaetoceros spp		o	ooo	oo	ooo	o	o		o	o	o	oo	ooo
Guinardia flaccida			o	o			o	o	oo	o			o
Lauderia borealis				o									
Leptocylindrus											ooo	o	oo
Rhizosolenia delicatula	o		o	o	o	o	oo	ooo	o	ooo	o	o	o
Rhizosolenia shrubsolei		o	o	o	o	o	o	o	oo	o	o	o	oo
Rhizosolenia setigera	o	o								o	o	o	o
Rhizosolenia stolterforthii			o	o		o	o	o	oo	oo	o	o	
Raphoneis amphiceros	o	o	o			o	o	o					
Asterionella glacialis		o	o										
Thalassionema nitzschiolde	oo	o				o							
Naviculae	o	oo	o			o		o	o	o	o	o	o
Pleurosigma	o	o			o	o	o		o	o			
Nitzschia longissima	o	o	o		o	o	o			o	o		
Nitzschia delicatissima			o	o		o	o	o	o	o	o	o	
Nitzschia seriata				o	oo	o	o			o	o	oo	
Péridinien			o	o	o	o	o		o	o	o	o	o
Gymnodinium	o				o		o		o	o	o		
Gyrodinium			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	
DINOPHYCEES	o	o	o	o		o	o		o	o	o	o	
Phaeocystis				ooo		ooo	ooo					ooo	

o <10 % ; 10 % < oo <30 % ; ooo > 30%

tableau II-6.b abondance relative du phytoplancton

1992 Dates	Boulogne point 3											
	09/01/1992	05/02/1992	04/03/1992	17/03/1992	02/04/1992	21/04/1992	05/05/1992	18/05/1992	04/06/1992	17/06/1992	08/07/1992	05/08/1992
Melosira sulcata	oo	ooo	o			oo	o	o	oo	o		
Coscinodiscus	o	o	o	o	o					o		
Thalassiosira	oo	o					o	o	o		o	
Skeletonema costatum	ooo	o	o			o				ooo	ooo	
Biddulphia	o	o		o								
Eucampia zoodiacus						o						
Ditylum brightwellii	o			o								
Cerataulina										o		o
Chaetoceros curvisetus		o	o									
Chaetoceros sociale												
Chaetoceros spp			ooo	ooo	o	o	o		oo			o
Guinardia flaccida			o	o		o	o	o	o	o		
Lauderia borealis	o											
Leptocylindrus											ooo	
Rhizosolenia delicatula			o	oo		oo	o	oo	oo	oo		
Rhizosolenia shrubsolei		o	o	o		oo	oo	oo	oo	o	o	o
Rhizosolenia setigera	o	o	o	o		o				o		
Rhizosolenia stolterforthii	o					oo	oo	ooo	oo	oo		o
Raphoneis amphiceros	o	o			o							
Asterionella glacialis		o										
Thalassionema nitzschiolde		oo	o									
Naviculae	o	o		o	o	o			o	o	o	o
Pleurosigma	o	o			o	o	o		o			
Nitzschia longissima	o	o	o		o					o		
Nitzschia delicatissima						o	o		o	o		o
Nitzschia seriata		o		o	o		o			o		oo
Nitzschia spp												
Péridinien				o	o	o		o	o			o
Gymnodinium	o		o				o	o	o	o	o	o
Gyrodinium	o		o			o	o	o	o	o		o
DINOPHYCEES	o	o		o		o	o	o	o		o	o
Phaeocystis					ooo		oo					oo

tableau III-4.a Phytoplankton sur l'année 1992 en Baie de Somme

1992	POINT ATSO																
	Dates	07/01/92	07/02/92	09/03/92	31/03/92	21/04/92	30/04/92	14/05/92	29/05/92	05/06/92	16/06/92	16/07/92	17/08/92	10/09/92	13/10/92	23/11/92	10/12/92
<i>Melosira sulcata</i>	40625	68750				1875			6875	2500	1875	15625	8750	11250		46875	7600
<i>Melosira granulata</i>														6875			
<i>Coscinodiscus</i>	1875		625										200		100	625	300
<i>Actinocyclus uncinatus</i>	1250																
<i>Thalassiosira</i>		56250												8125	4100		1400
<i>Skatognema costatum</i>		30000															
<i>Biddulphia sinensis</i>		625	1250												625		200
<i>Biddulphia regia</i>		3750	1250	2500						1250		200					
<i>Biddulphia</i> spp	2500	625	1875	1250											3125	100	1100
<i>Ticaratum alternans</i>												800					
<i>Eucampia zodiacus</i>															305000		
<i>Dityum brightwellii</i>															3125		200
<i>Cerataulina</i>						9375		1250	75625		3750	1250	1875	1250			
<i>Chaetoceros curvisetus</i>		14375														11875	
<i>Chaetoceros socale</i>			82125	11250													
<i>Chaetoceros</i> spp		22500	339375	452500	38750	2500				4375	31875	3750		15900			900
<i>Guinardia</i>			625	1250	2500		1250	6875	1875	6250							
<i>Lauderia borealis</i>			4375	625	1250												
<i>Leptocylindrus</i>												36875	11250			8125	
<i>Rhizosolenia delicatula</i>			414375	136875	135625	1198125	4375			625	625	6250		2500	100		
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>			16250	8125	26250	88750	68125	33125		2500		1875		3750	1250		
<i>Rhizosolenia setigera</i>	625	6250	3750	1250	1875	4375									3125		200
<i>Rhizosolenia stouterforthii</i>			50000		45000	121250	106875	447500	24375	33150	10000						
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>				10000		38125											
<i>Stauroneis membranacea</i>			625					625		1250				2500	1875		
<i>Raouaneis amonicerus</i>	625	5625	6250	18750	8125	8750			54375		6875	3750	6250	19375	625		900
<i>Asterionella formosa</i>																	500
<i>Asterionella glacialis</i>	2500	47500	13750	23750	16875	22500	1875	25625	3125	1344375	98750			51875			
<i>Thalassionema nitzschoides</i>		52500	8125	10000										10000	900	5625	3100
<i>Naviculae</i>		1875		2500	1875	625			625	2500		100			625	625	200
<i>Dicioneis</i>		1250										625					
<i>Pleurosigma</i>		1875	625		625	625								625	1250	625	100
<i>Nitzschia</i> spp			23750	5000	11250	9375		81250		4375							
<i>Nitzschia longissima</i>	625	7500	13750	11875	3125	3125		625	1250	5625						625	
<i>Nitzschia seriata</i>			6250	3125	5625	1250											
<i>Stenonopyx turris</i>															1000		
<i>Bacteriastrum hyalinum</i>															2300		
<i>Baierocoea malleus</i>																	
<i>Dinocysis</i>																	
<i>Peridinium</i>				625											100		
<i>Ceratium fusus</i>																	
<i>Gymnodinium</i>														625	625		
<i>Gyrodinium</i>			3750	3125	1875		16250	625	5000	1250	625				1250		
<i>Prorocentrum micans</i>								625				3750	2500				
<i>Distaplanus speculum</i>															625		
<i>Phaeocystis globosa</i>			4032000	2550500	21031500	1417500											
TOTAUX	50625	321250	5019750	3258000	21341500	2920625	200000	679375	93125	1413150	206875	41300	99375	391375	57075	16700	

tableau III-5.a Phytoplancton sur l'année 1992 en Baie de Somme

1992	Point ME.1																
	Dates	07/01/92	07/02/92	09/03/92	31/03/92	21/04/92	30/04/92	14/05/92	29/05/92	05/06/92	16/06/92	16/07/92	17/08/92	10/09/92	13/10/92	23/11/92	10/12/92
<i>Meiosira sulcata</i>	21250	58750				3750	300				3750	11250	7500	16250	1800	33750	11600
<i>Meiosira granulata</i>																	
<i>Coscinodiscus</i>			3750					625			1250		625	1250	100	100	300
<i>Actinopterychus undulatus</i>																	
<i>Thalassiosira</i>	5000	103750											16875				2400
<i>Skeletonema costatum</i>	5625	8125												16250			600
<i>Biddulphia sinensis</i>		625	1875												300		100
<i>Biddulphia regia</i>									625								
<i>Biddulphia spp</i>		1875					1875										500
<i>Ticeratium alternans</i>																	
<i>Eucampia zoodiacus</i>			5625												236250		
<i>Ditylum brightwellii</i>			625												2100	625	300
<i>Cerataulina</i>					5625	7500		34375			2500		1875				
<i>Chaetoceros curvsetus</i>																	
<i>Chaetoceros sociale</i>			87000	23250									37500				
<i>chaetoceros spp</i>		1250	239375	593750	11875					6250	12500	32500	625	4200			
<i>Guinardia</i>			3125		2500	625	1875	6250	1875	10625							
<i>Lauderia borealis</i>					1875												
<i>Leptocylindrus</i>										6250	30625	7500				32500	
<i>Rhizosolenia delicatula</i>		625	369375	109375	170625	559375	10000					5625	3125	200			
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>			20625		21875	59375	75625	25000	2500						3125		100
<i>Rhizosolenia setigera</i>	625	4375	1250	1875	1250	625									1250	625	
<i>Rhizosolenia stollerforthii</i>			29375	10000	22500	47500	104375	463750	6875	353750	37500						
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>				1875		9375											
<i>Stauroneis membranacea</i>										1250					625		
<i>Raphoneis amphiceros</i>	3125	23750	13125	33750	2500	6250			22500	625	3750	14375	3125	10625	625	1300	
<i>Asterionella glacialis</i>	625		16875	28750	3125	625	625	1250		25000	1250						
<i>Asterionella formosa</i>																	300
<i>Thalassionema nitzschoide</i>	4375	46875		1875										12500		5000	1900
<i>Naviculae</i>		625		2500											1250	3750	200
<i>Diponeis</i>												625					
<i>Pleurosigma</i>			625				625			1875	625						400
<i>Nitzschia spp</i>			6250	8125	8125			48750							2500		
<i>Nitzschia longissima</i>	1875	5625	14375	6875	625	625				5000				1250	1250	625	300
<i>Nitzschia seriata</i>					1875										11875		
<i>Stephanopyrix turris</i>			1250												1400		
<i>Streptothecha thamensis</i>																	400
<i>Bacteriastrum hvalinum</i>															3400		
<i>Noctiluca scintillans</i>																	
<i>Dinophysis</i>																	
<i>Peridinium</i>				625		1250											
<i>Ceratium fusus</i>																	
<i>Gymnodinium</i>											625		625				
<i>Gyrodinium</i>				625	5625		22500	1250	1875							3750	
<i>Prorocentrum micans</i>					625								625	625	625		
<i>Distephanus speculum</i>															625	625	
<i>Phaeocystis globosa</i>			2592000	1391500	13020500	2130500	158000										
Totaux	42500	256250	3406500	2214750	13284875	2826425	373625	580625	36250	418125	98125	125625	55625	319750	45725	20700	

tableau III-6.a Phytoplancton sur l'année 1992 en Baie de Somme

1992	Point ME.2																
	Dates	07/01/92	07/02/92	09/03/92	31/03/92	21/04/92	30/04/92	14/05/92	29/05/92	05/06/92	16/06/92	16/07/92	17/08/92	10/09/92	13/10/92	23/11/92	10/12/92
<i>Melosira sulcata</i>	43750	8125	8125				5000						5000	14375	3750	24375	9000
<i>Melosira granulata</i>																	
<i>Coscinodiscus</i>	625												625		1875	100	200
<i>Actinocyclus undulatus</i>	1250			625										100			
<i>Thalassiosira</i>			87500											14375	800		
<i>Skeletonema costatum</i>	3750	21250											5000	3750			
<i>Biocuffia sinensis</i>				625											300	100	
<i>Biocuffia regia</i>																	
<i>Biocuffia</i> spp		1250					1250										700
<i>Ticeratium alternans</i>																	
<i>Eucampia zoodiacus</i>			4375										5000		4325		
<i>Dirytm brightwellii</i>															1875	625	100
<i>Cerataulina</i>				625	1875	3125	1875	75					1875	300			
<i>Chaetoceros curvisetus</i>															3125		
<i>Chaetoceros sociale</i>		48000	27750	27750	2250								51250	6200			
<i>chaetoceros</i> spp		10000	330000	454375	6250						3125			8125	1200		400
<i>Guinardia</i>					625		3750	1250	1250	8750							
<i>Laudera borealis</i>				12500	8150												400
<i>Leptocylindrus</i>												48750	15000		41875		
<i>Rhizosolenia delicatula</i>		625	308125	121875	115625	383750	23125	213125					23125	1250	1875		
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>			9375	625	21250	66250	83125	1875	2500						3125		
<i>Rhizosolenia setigera</i>	625	4375	625	1250		1875							100		1875	1250	200
<i>Rhizosolenia stouterforthii</i>			10000	18125	14375	56250	115625		1875	313750	41875	3125					
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>						8750											
<i>Stauroneis membranacea</i>					1250		1250			1250	1250	625	1250	1250	1250	625	
<i>Raponeis ampiceros</i>	6875	8125	21875	28125	1875	625	1250		4375				4375		10625	1250	900
<i>Asterionella glacialis</i>	6250		7500	12500	1875	3125					10625						
<i>Asterionella formosa</i>																	
<i>Thalassionema nitzschiolde</i>	8750	13750	4375	6875										16875		1250	3800
<i>Naviculae</i>	625	625		1250										100	100	1250	625
<i>Dioneis</i>													625			100	
<i>Pleurosigma</i>	1250							625		625	1875		100				300
<i>Nitzschia</i> spp		1250	3750	3750	3750				2500		3125	1875					
<i>Nitzschia longissima</i>	3125	5000	3125	2500							1250	1875			1875		200
<i>Nitzschia serata</i>			6875		12500												
<i>Siregotneca thamensis</i>			3750														
<i>Noctiluca scintillans</i>																	
<i>Dinocorysis</i>																	
<i>Peridinium</i>													100	2500	625		
<i>Ceratium fusus</i>													100				
<i>Gymnodinium</i>							1250				625					625	
<i>Gyrodinium</i>			1250	1875	1250	2500	19375		1875			625	100		625		
<i>Prorocentrum micans</i>													625	1250	625		
<i>Distodnanus speculum</i>													300		625		
<i>Phaeocystis globosa</i>			3225000	2000000	10449000	2921500											
Totaux	76875	209875	3977125	2694000	10641900	3454000	251250	218825	12500	344375	96250	117150	72325	82250	30300	16700	

ANNEXE 3

Figure I-1 : Variation saisonnière de la chlorophylle(a) sur l'année 1992 à DUNKERQUE

Figure II-1 : Variation saisonnière de la chlorophylle (a) sur l'année 1992 à BOULOGNE

Figure III-1 : Variation saisonnière de la chlorophylle (a) sur l'année 1992 en BAIE DE SOMME

Figure I-1 :

Variation saisonnière de la chlorophylle (a) sur l'année 1992 à DUNKERQUE

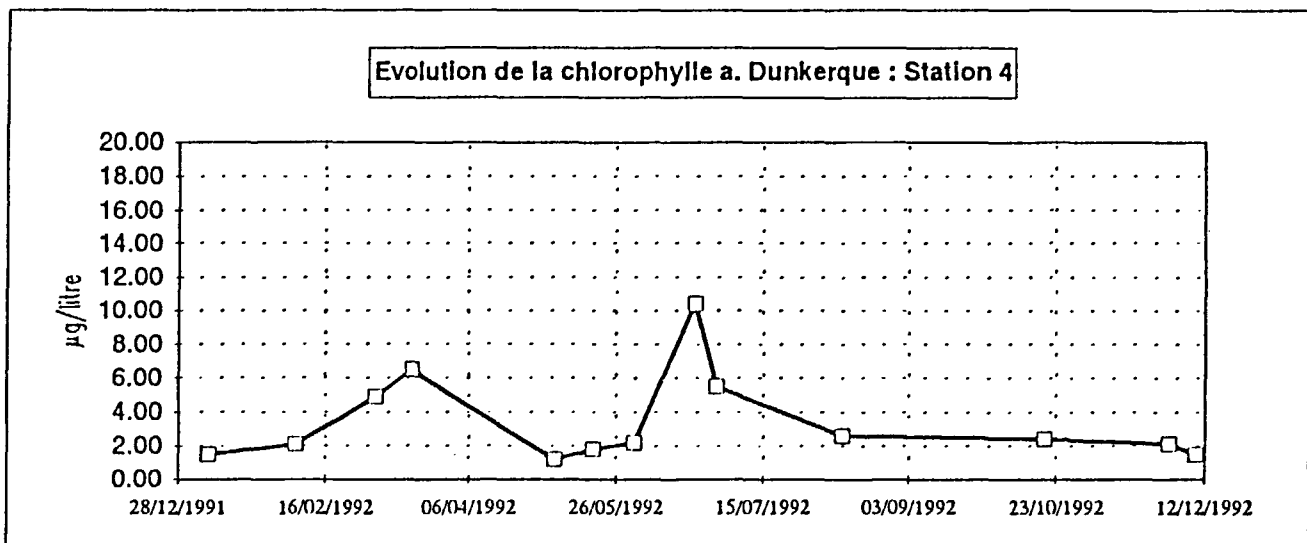
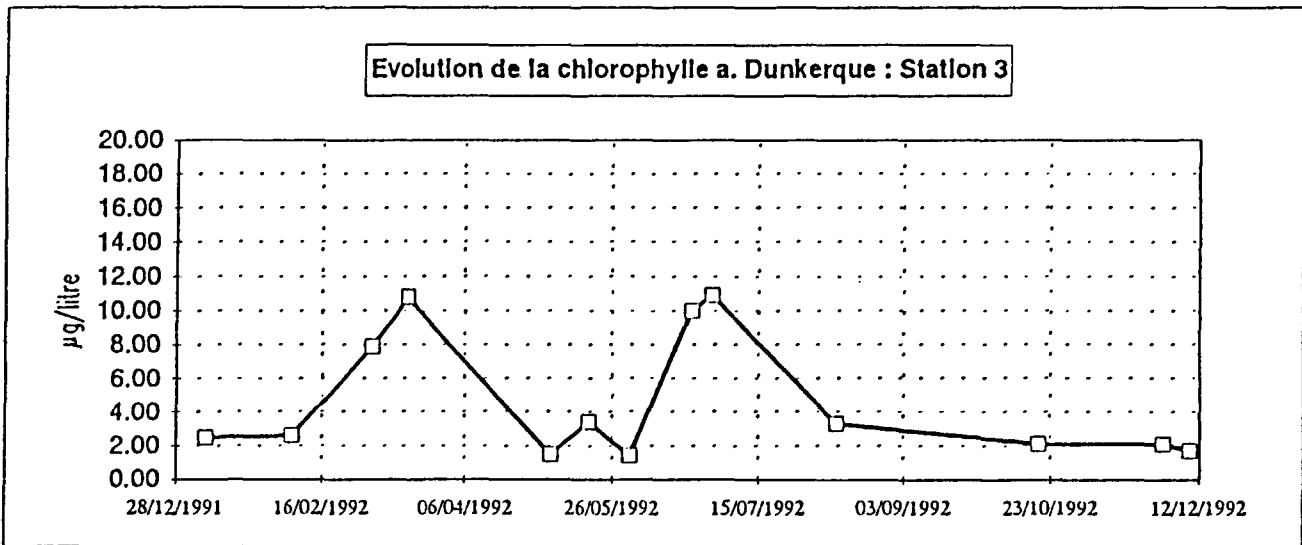
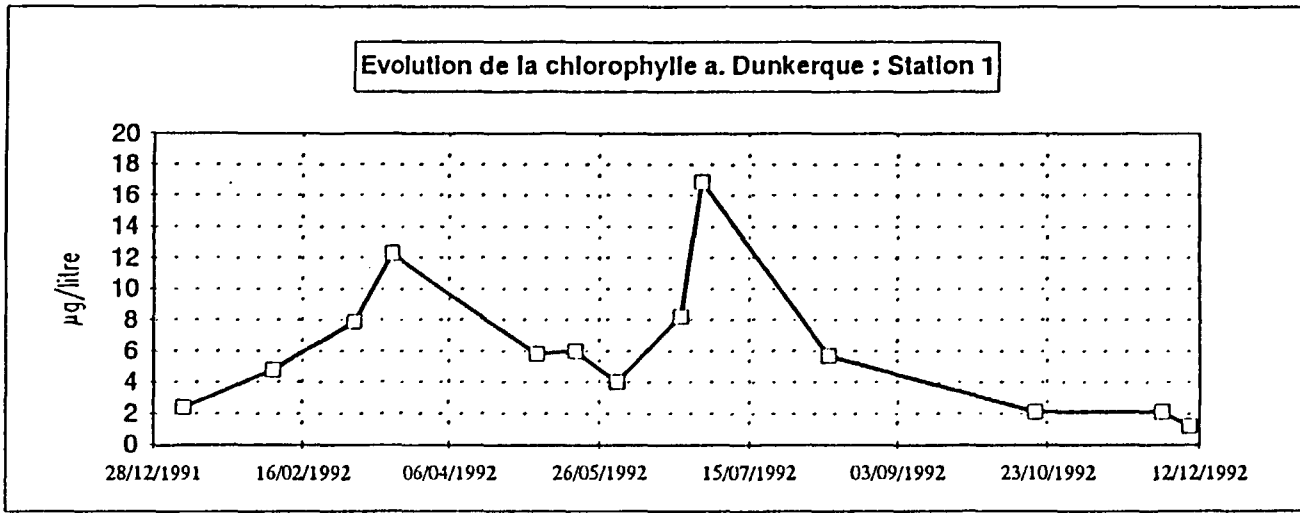


Figure II-1:

Variation saisonnière de la chlorophylle (a) sur l'année 1992 à BOULOGNE

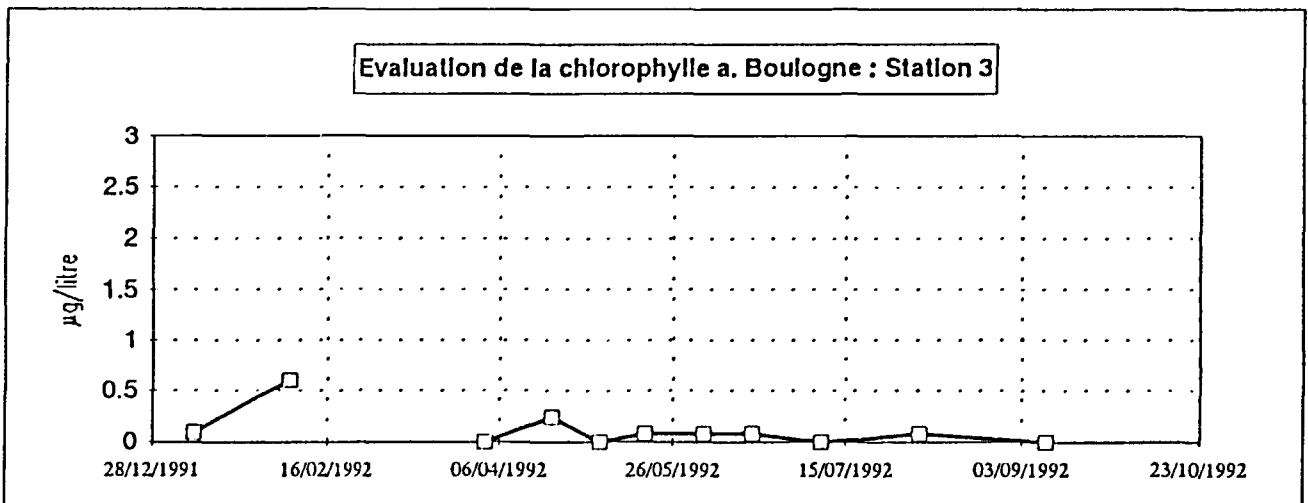
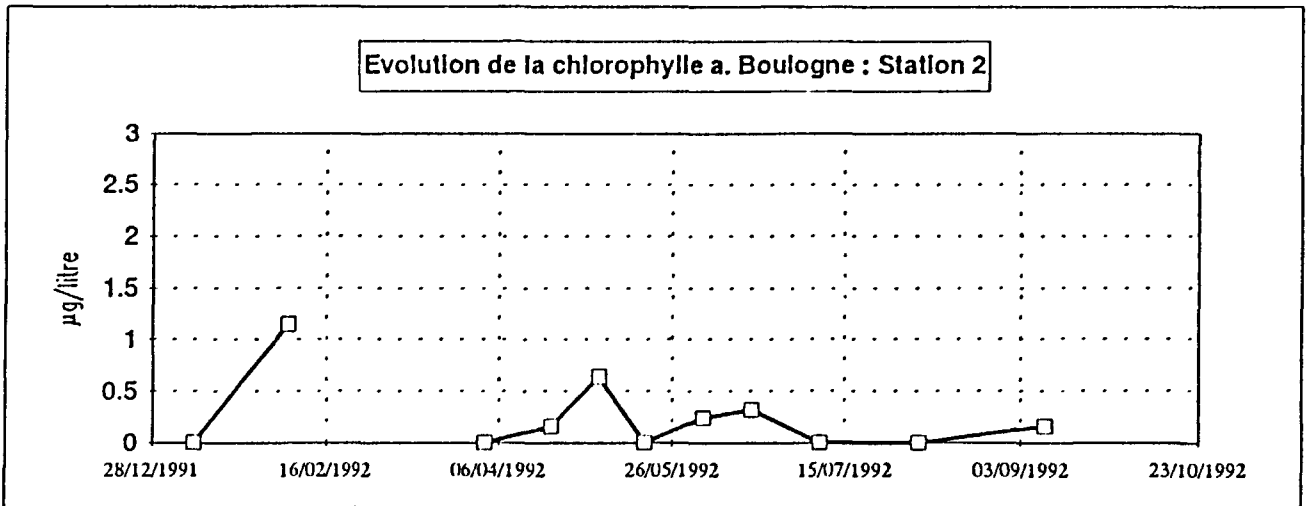
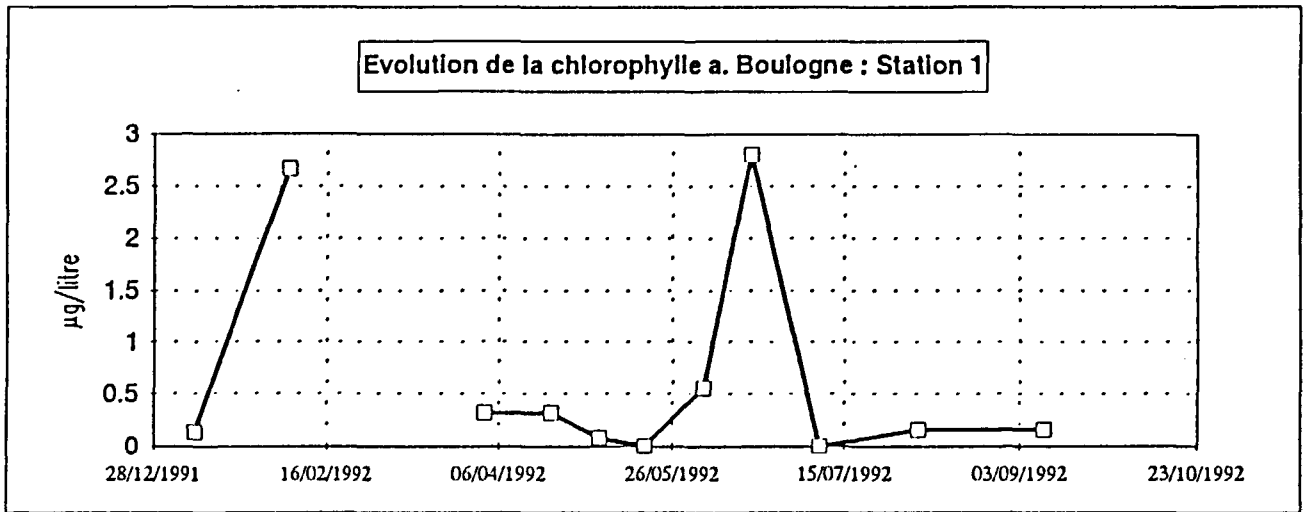
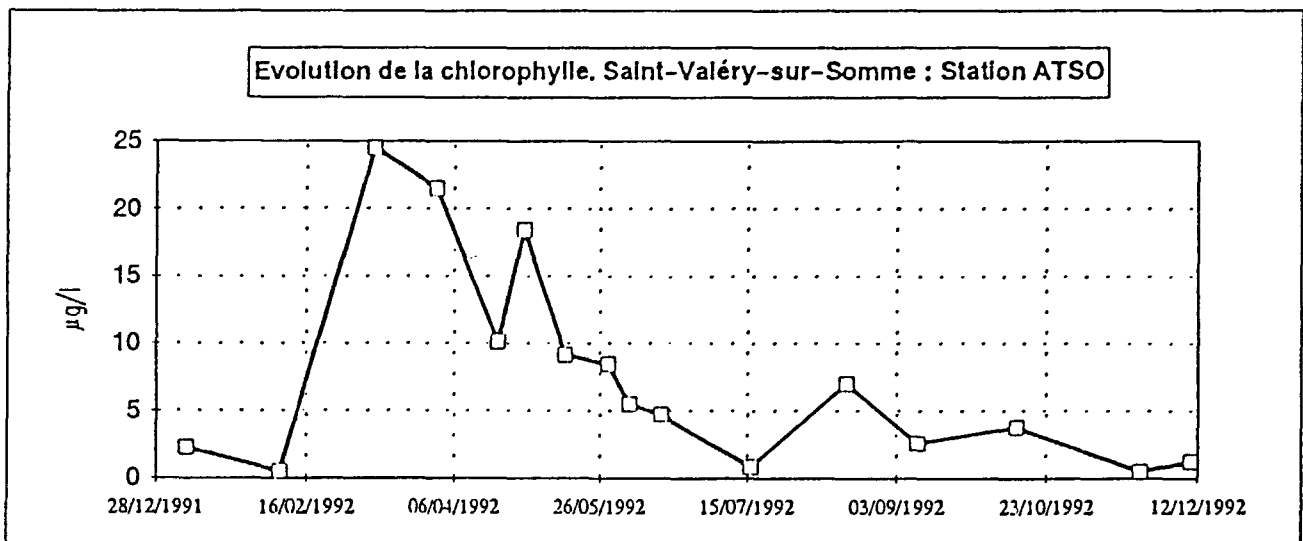
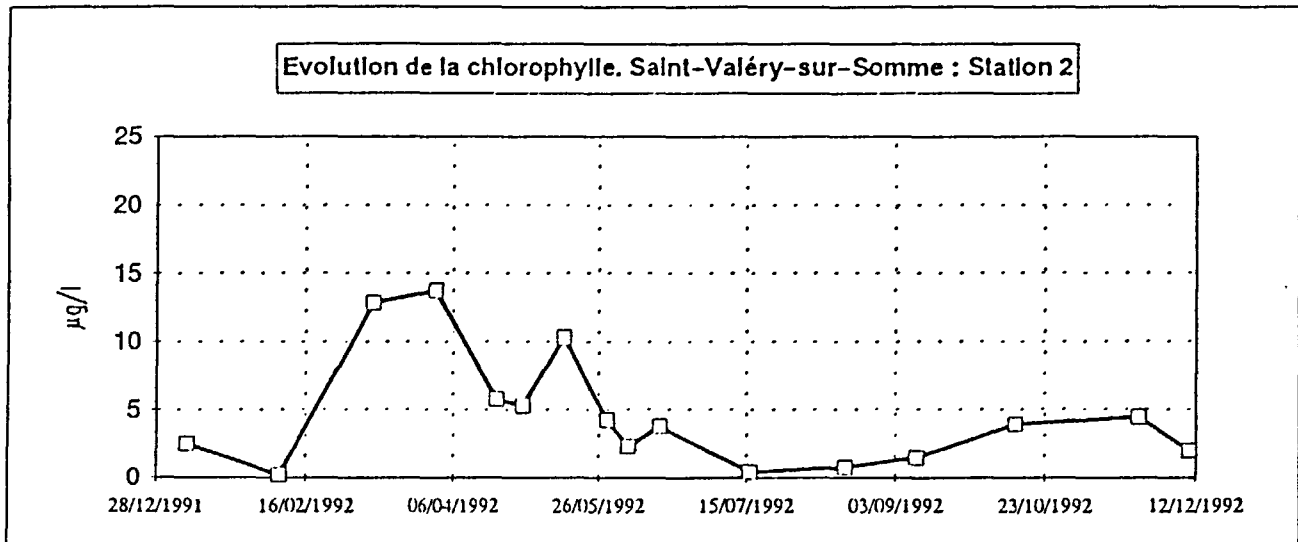
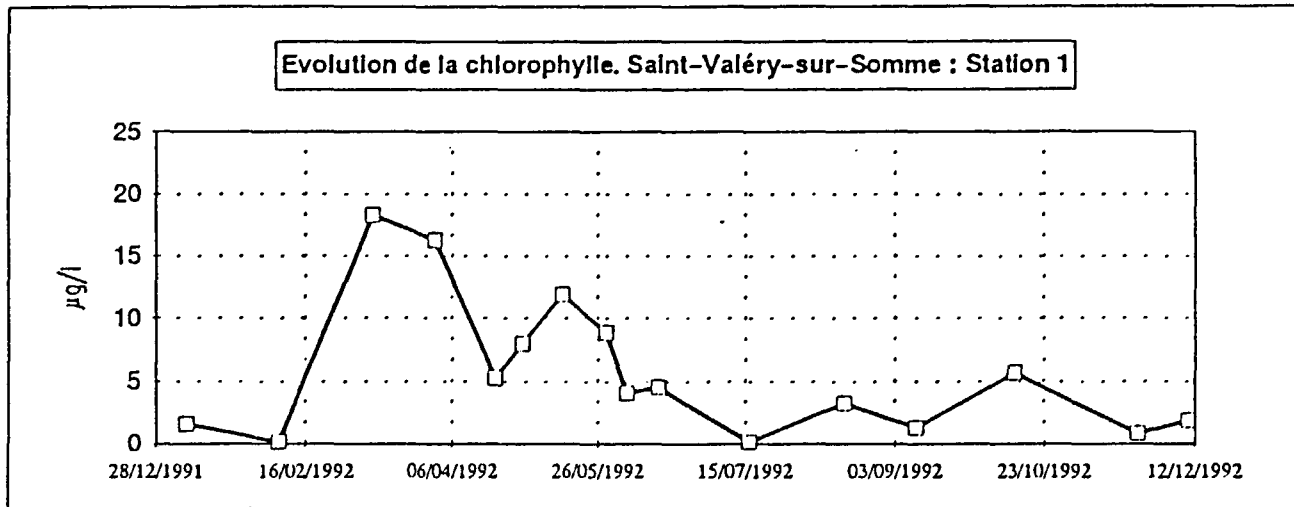


Figure III-1:

Variation saisonnière de la chlorophylle (a) sur l'année 1992 en
BAIE DE SOMME



ANNEXE 4

Dunkerque

Figure I-2 a : Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 à DUNKERQUE. Station 1

Figure I-2 b : Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 à DUNKERQUE. Station 3

Figure I-2 c : Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 à DUNKERQUE. Station 4

Boulogne

Figure II-2 a : Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 à BOULOGNE. Station 1

Figure II-2 b : Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 à BOULOGNE. Station 2

Figure II-2 c : Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 à BOULOGNE. Station 3

Baie de Somme

Figure III-2 a : Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 en BAIE DE SOMME.
Station atso

Figure III-2 b : Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 en BAIE DE SOMME.
Station mer 1

Figure III-2 c : Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 en BAIE DE SOMME.
Station mer 2

Figure I- 2 a :
 Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 à DUNKERQUE
 Station 1

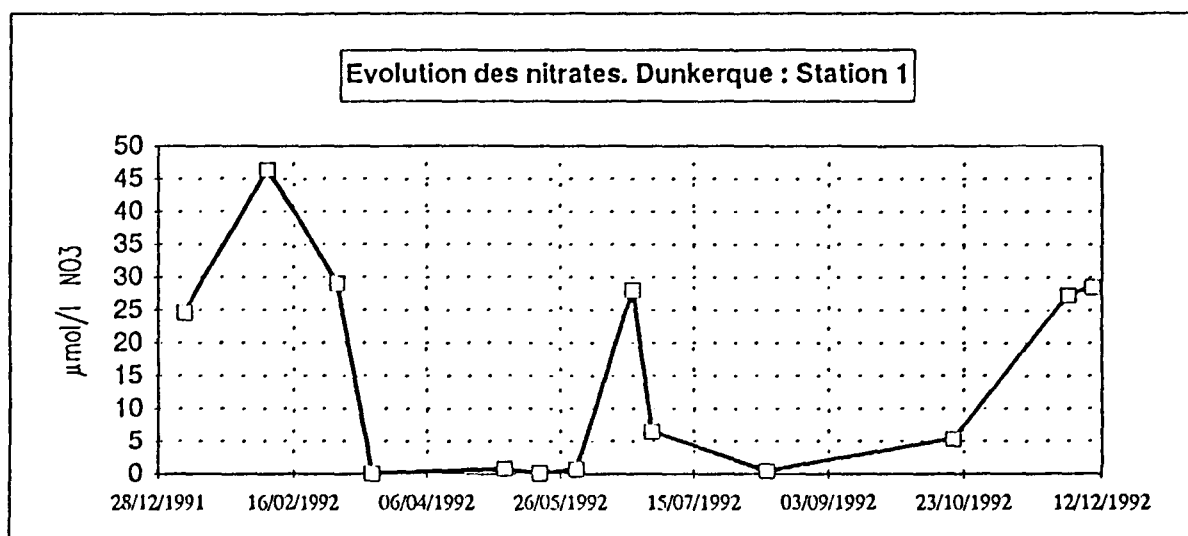
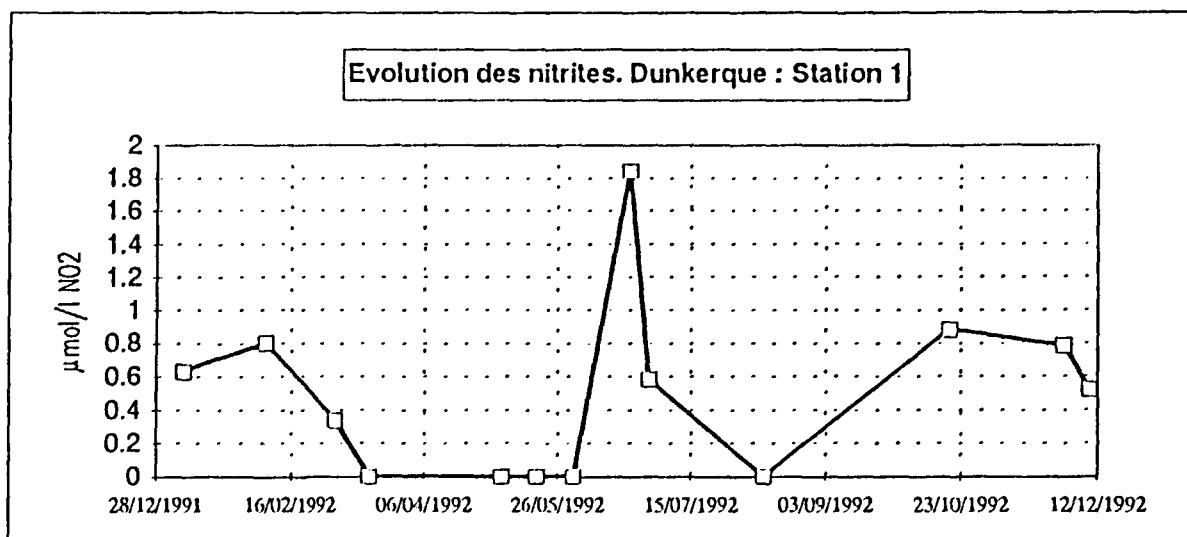
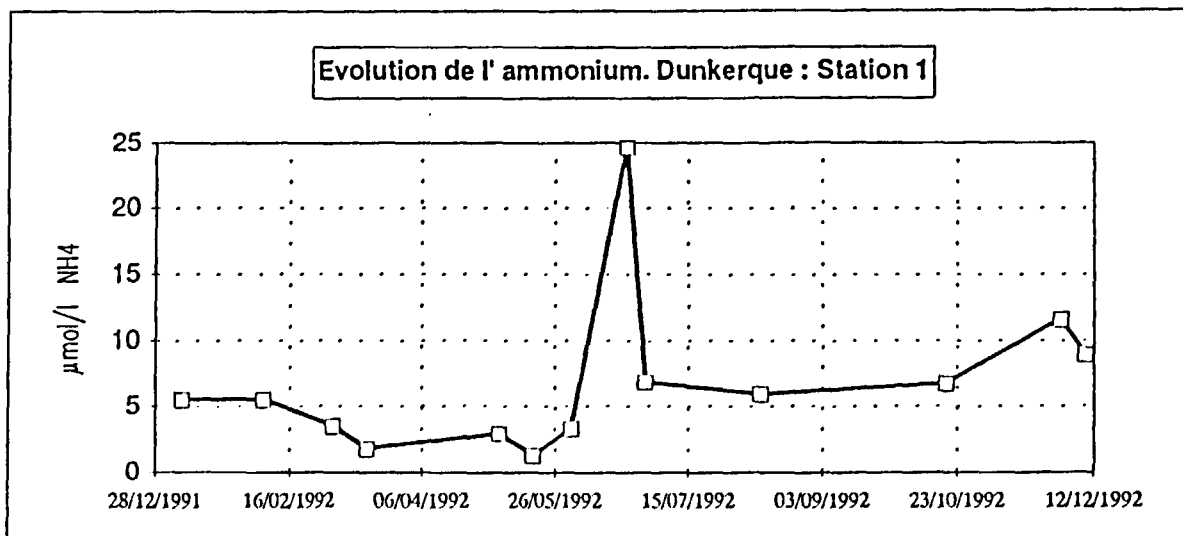


Figure I-2 b :
Evolution saisonnière de l'azote sur l'année 1992 à DUNKERQUE
Station 3

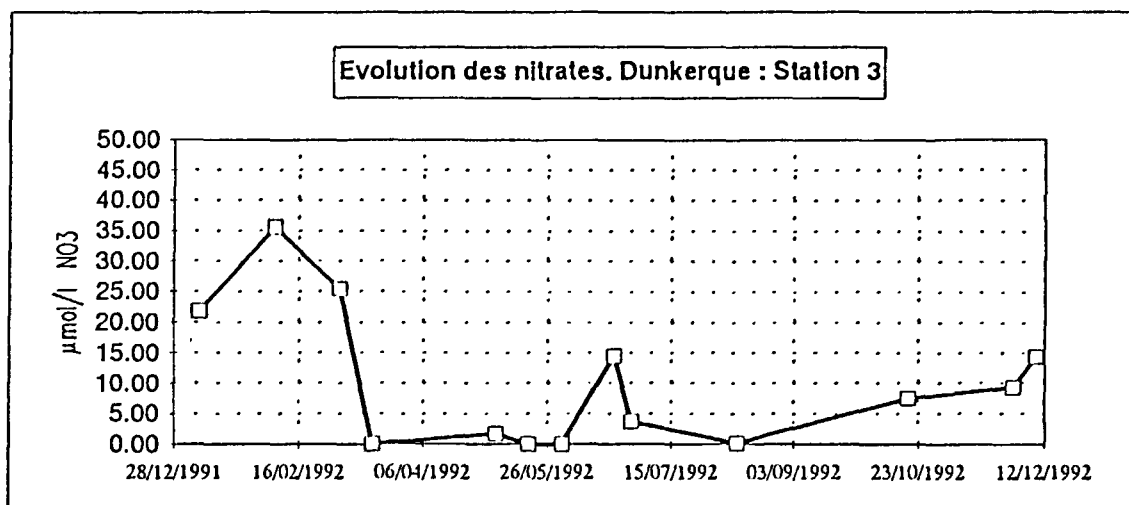
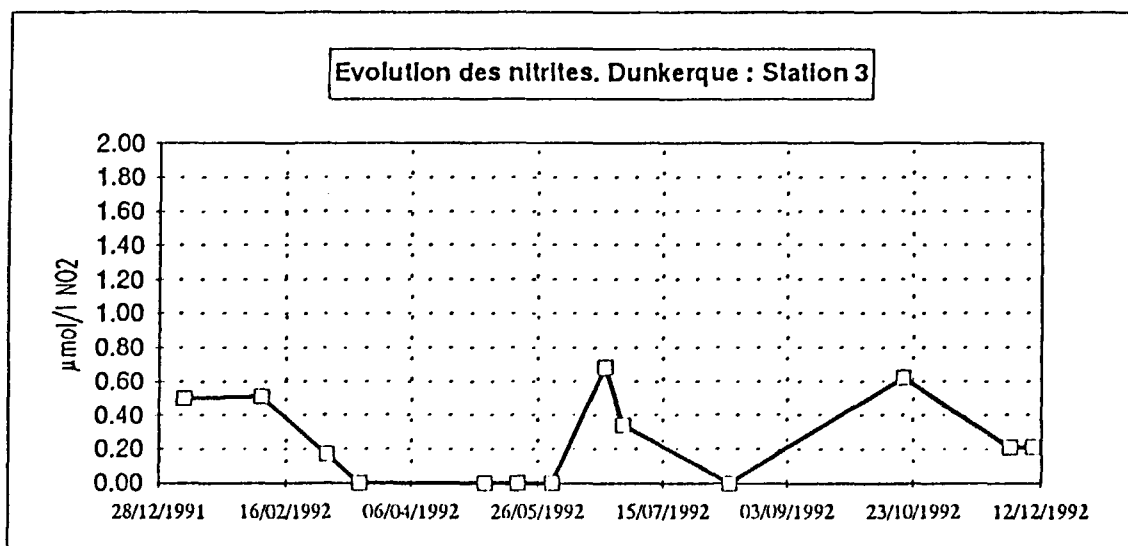
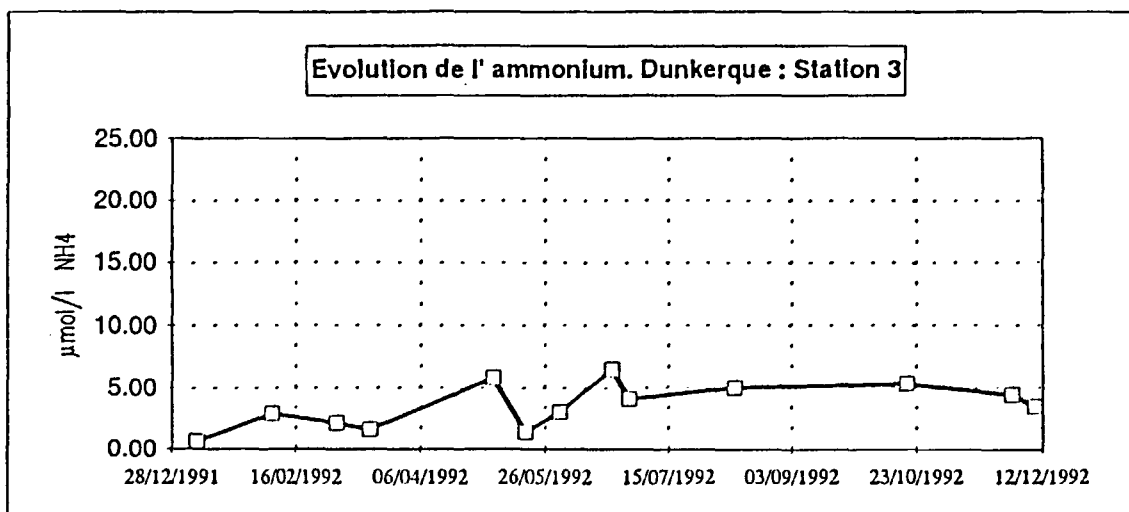


Figure I-2 c
 Evolution saisonnière de l'azote sur l'année 1992 à DUNKERQUE
 Station 4

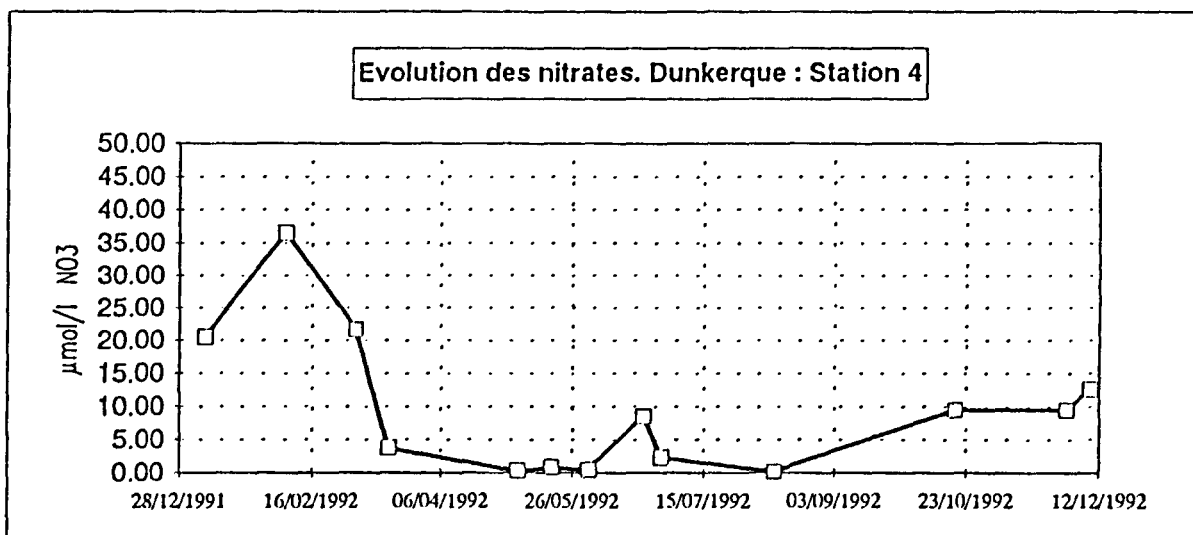
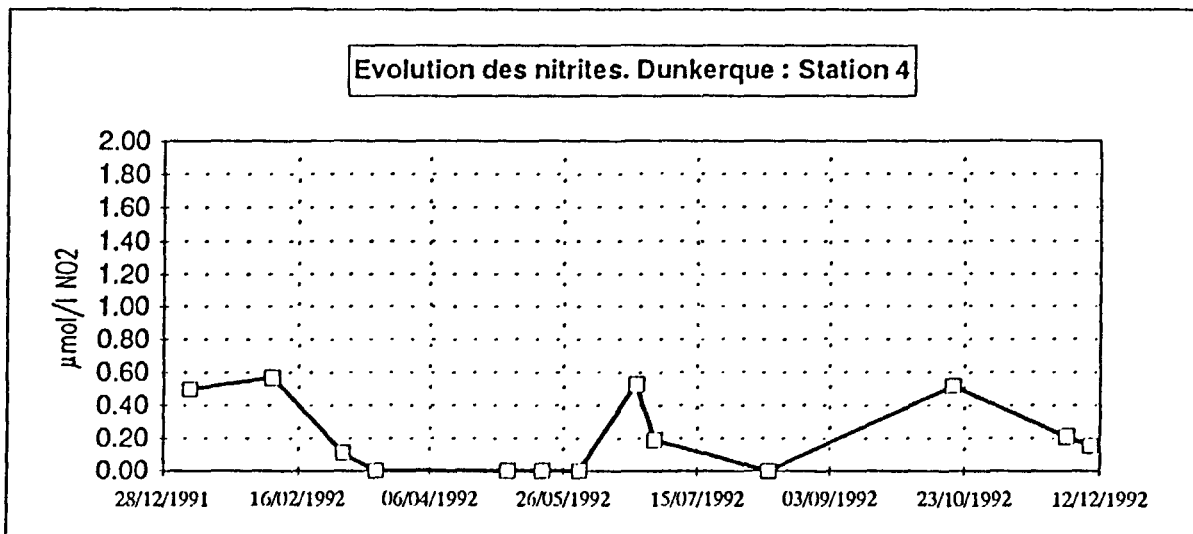
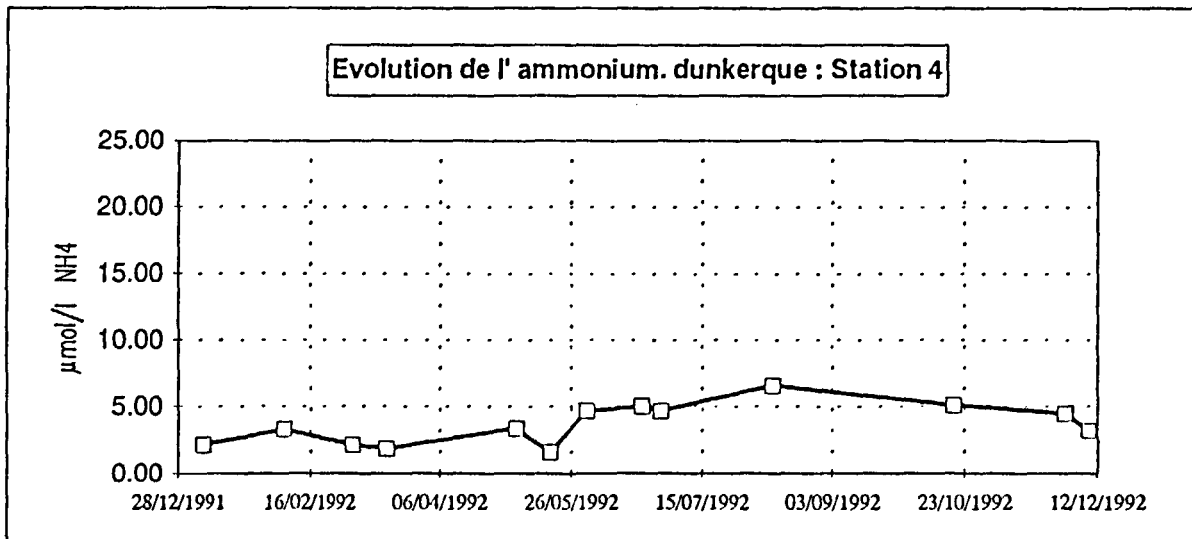


Figure II-2 a
 Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 à BOULOGNE
 Station 1

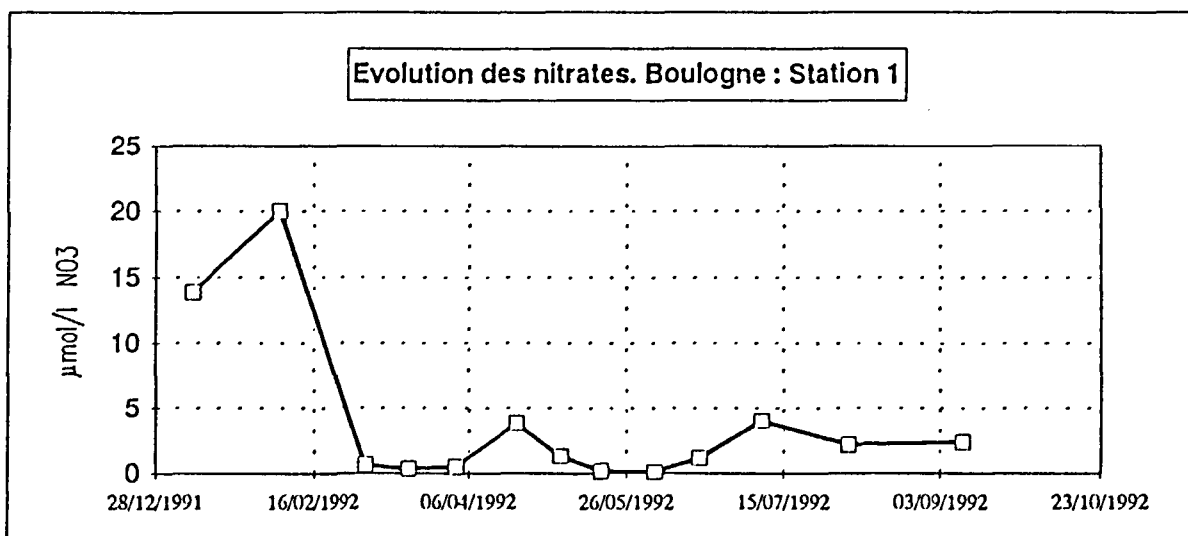
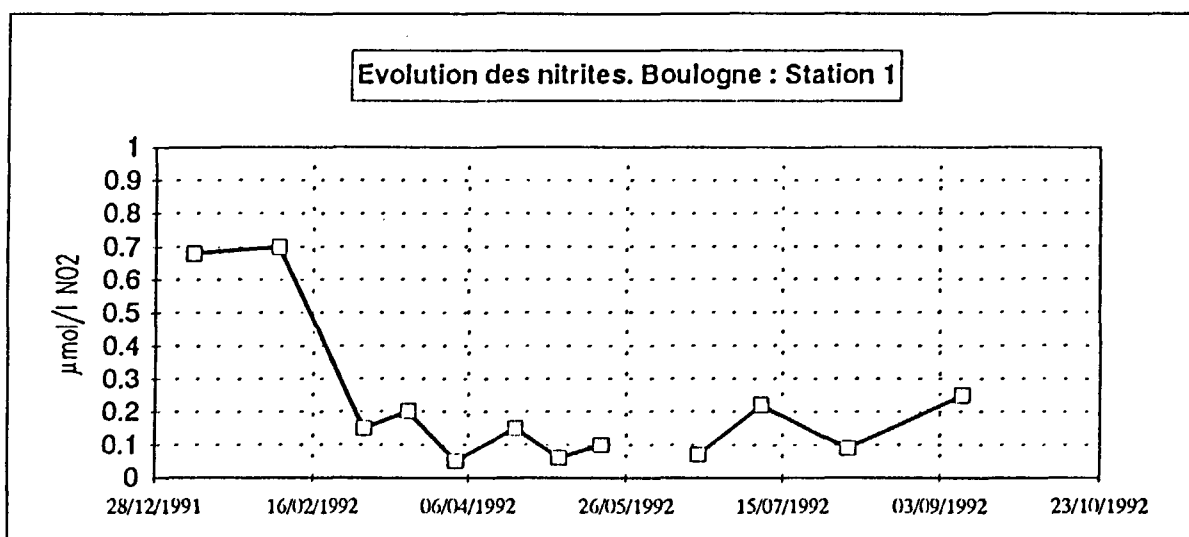
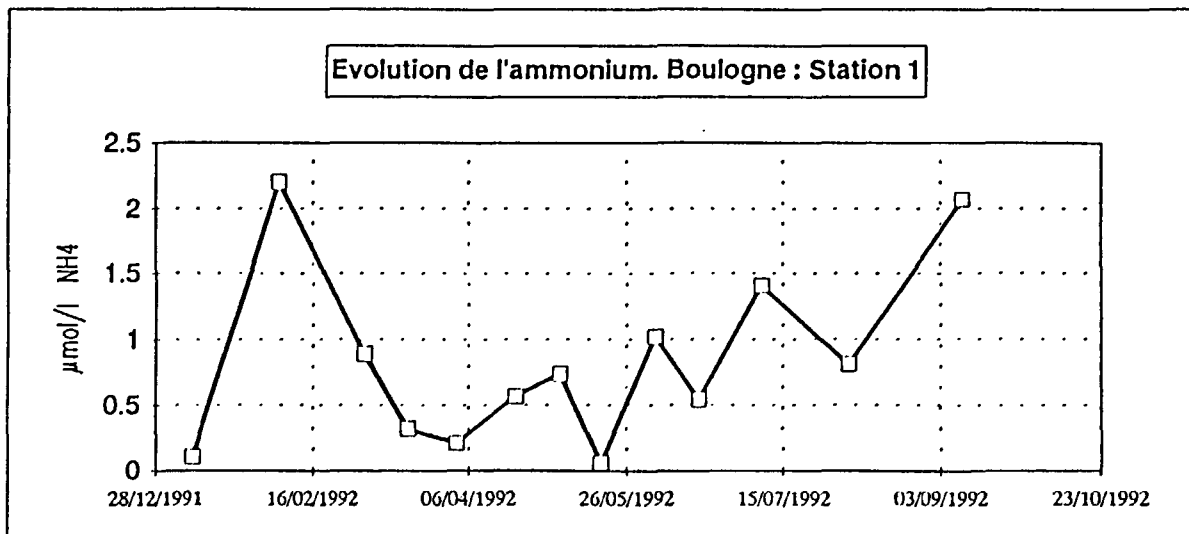


Figure II-2 b :
Evolution saisonnière de l' azote sur l' année 1992 à BOULOGNE
Station 2

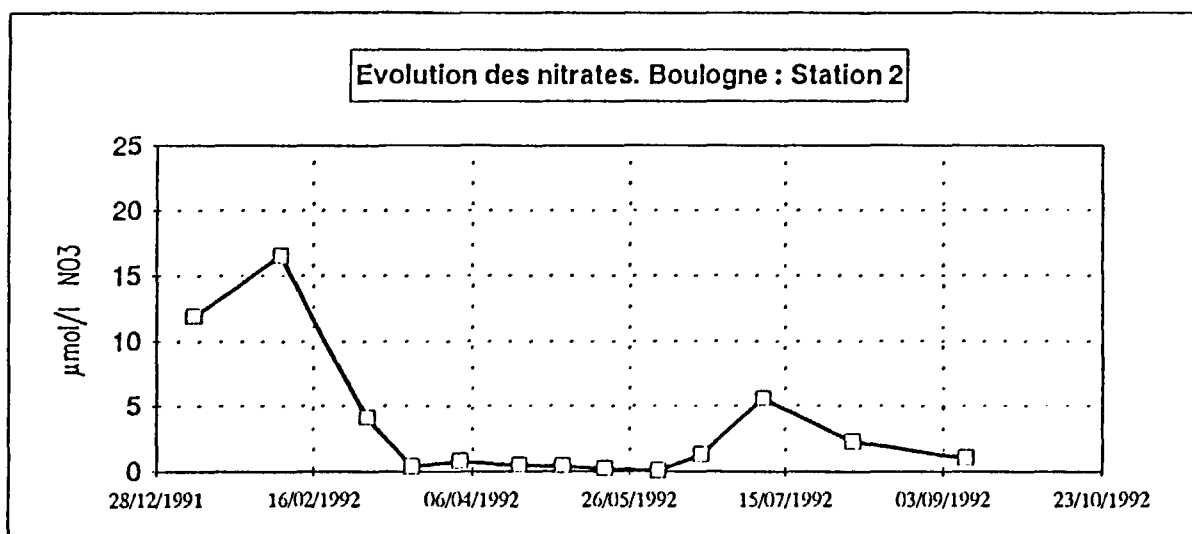
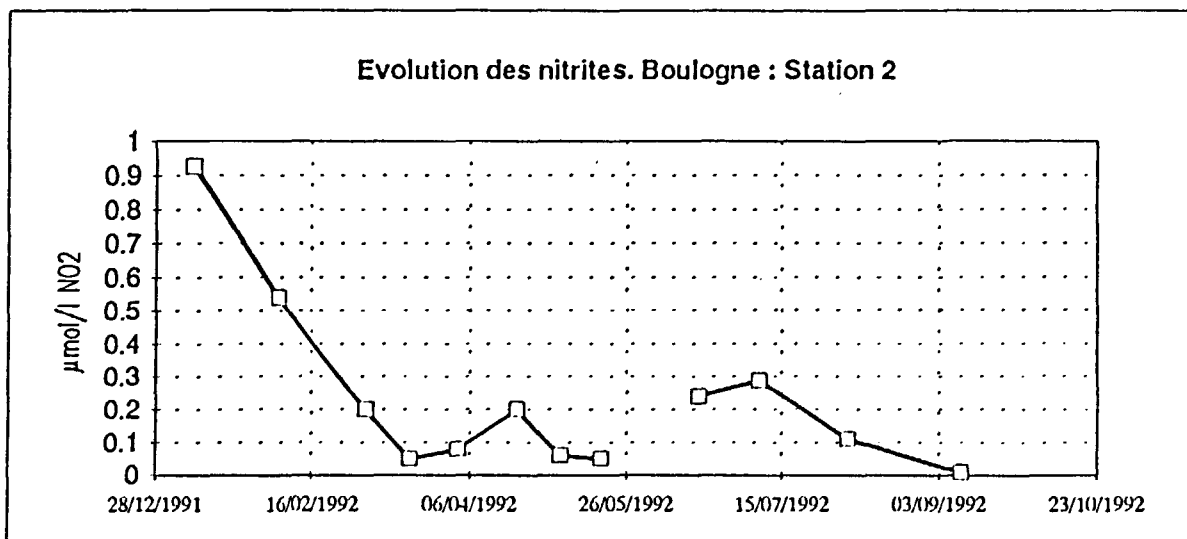
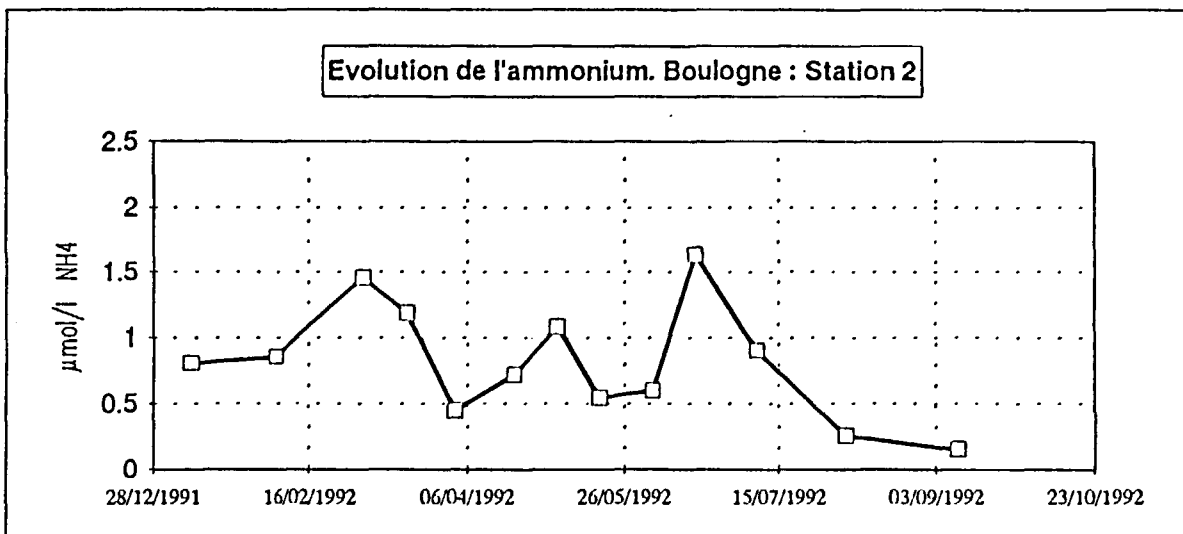


Figure II-2 c :
 Evolution saisonnière de l' azote sur 1992 à BOULOGNE
 Station 3

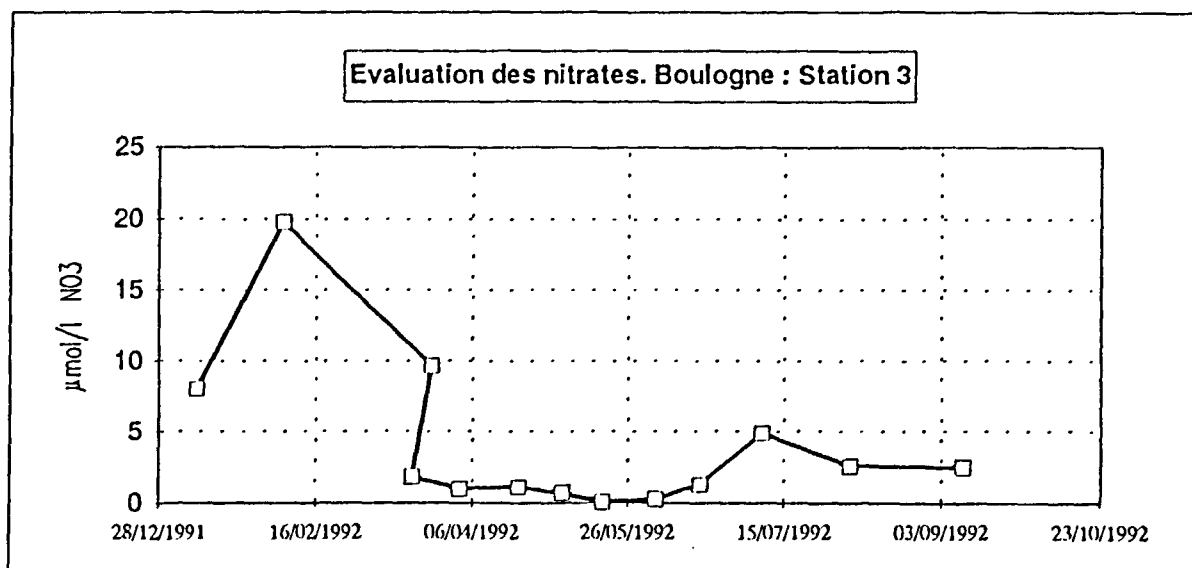
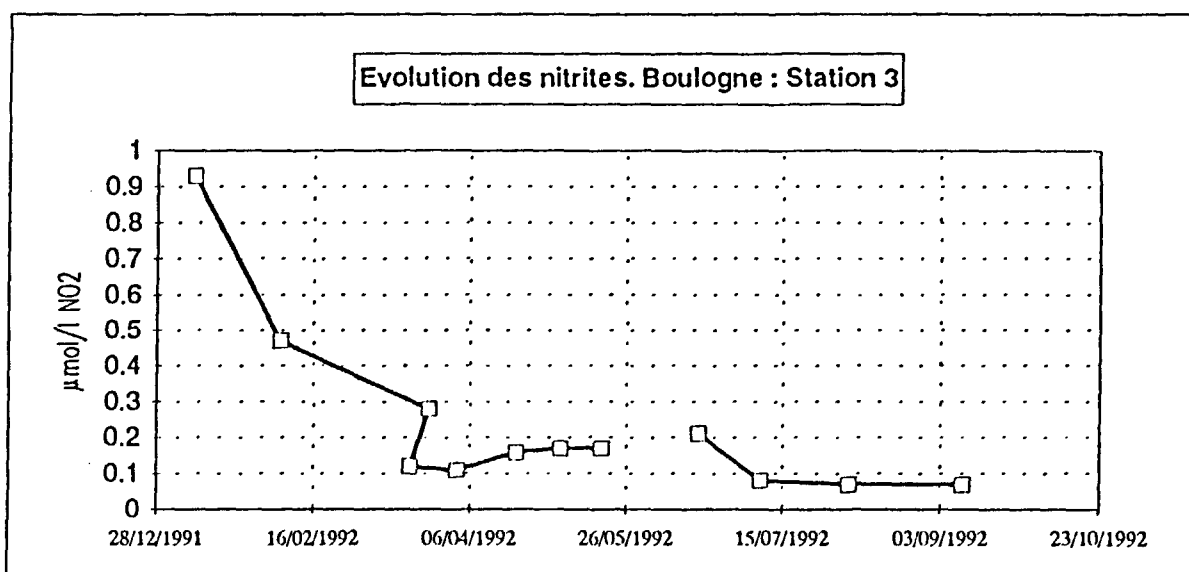
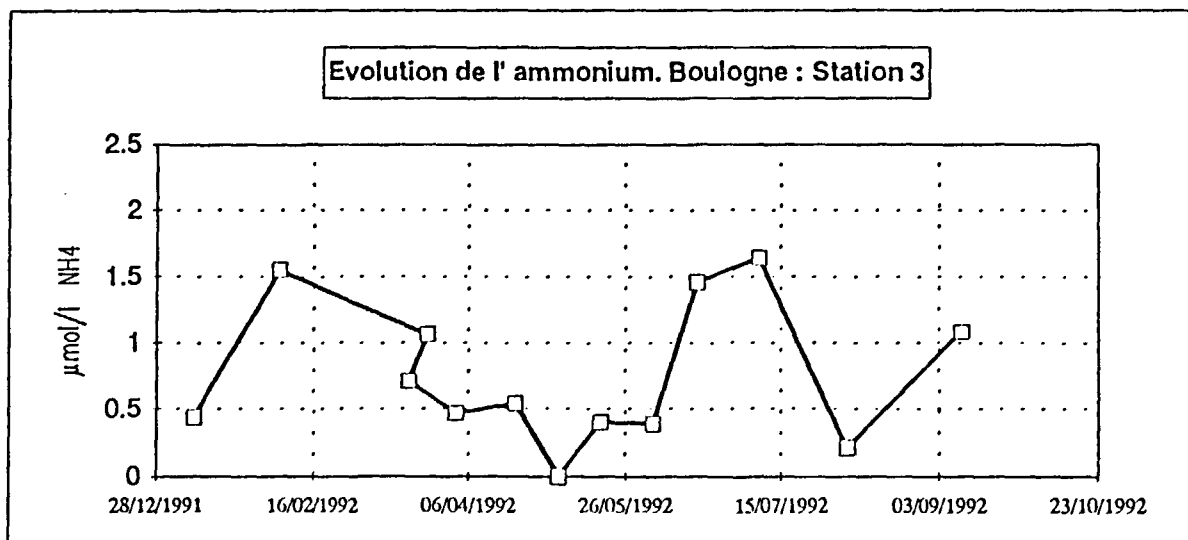


Figure III-2 a :

Variation saisonnière de l' azote sur l' année 1992 en
BAIE DE SOMME

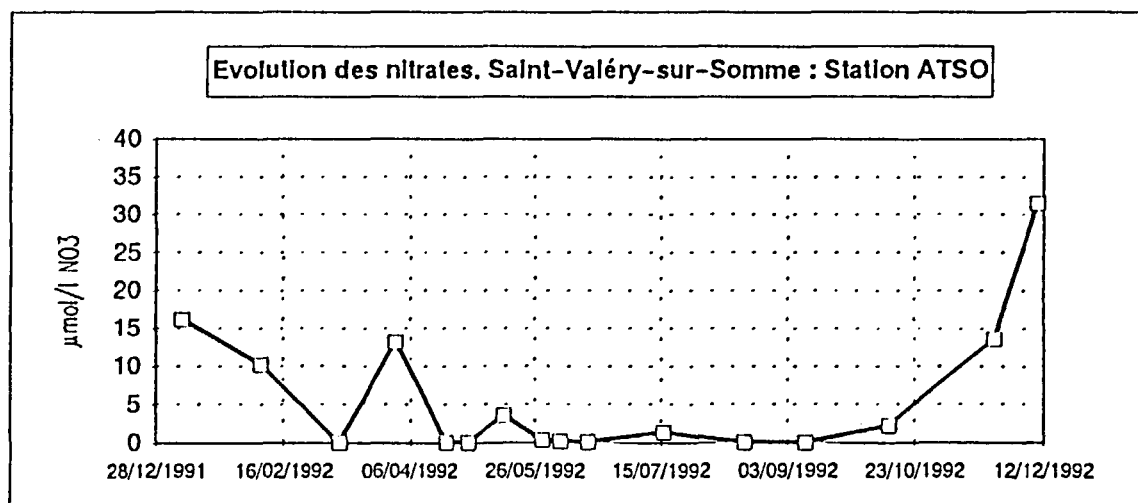
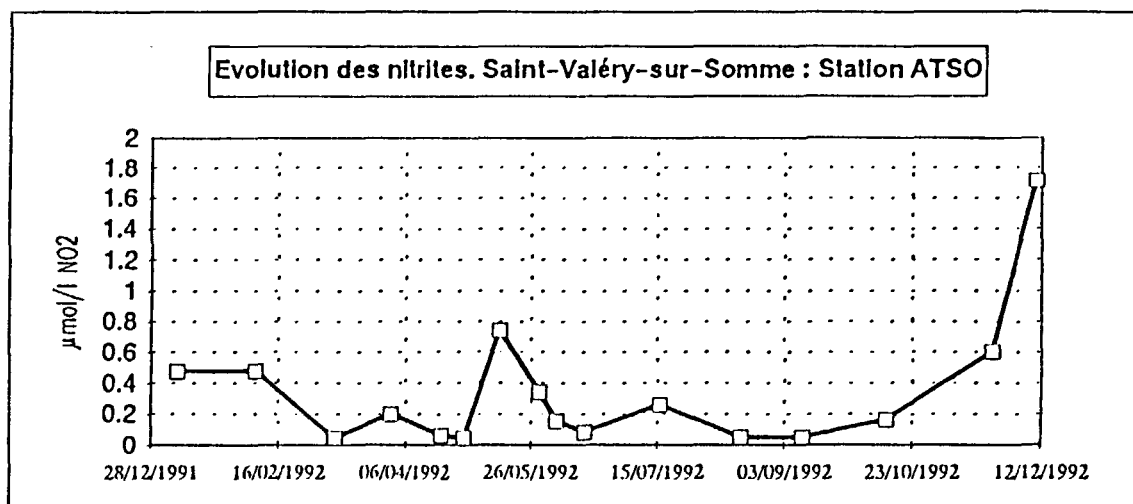
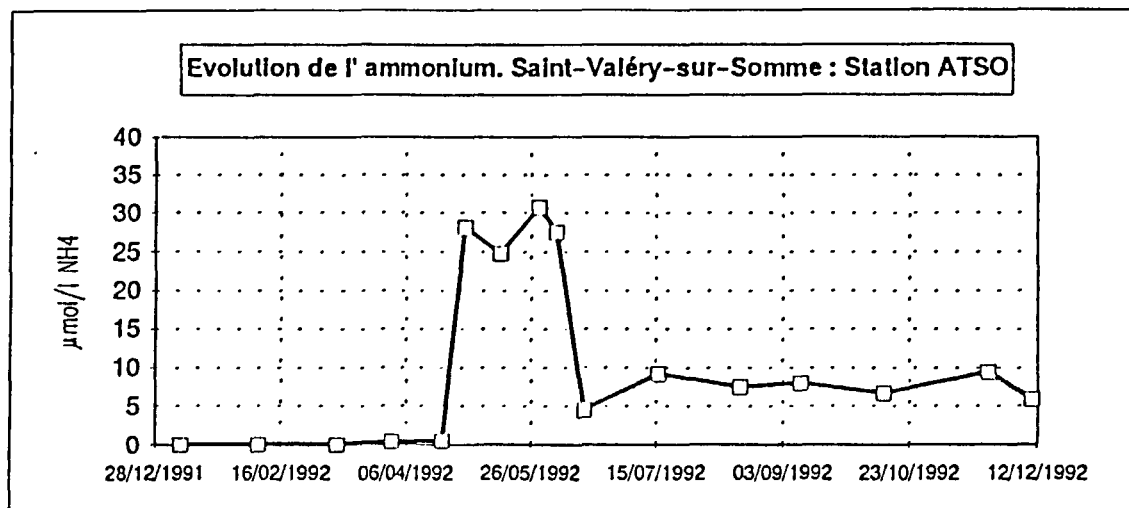


Figure III-2 b :

Variation saisonnière de l' azote sur l' année 1992 en
BAIE DE SOMME

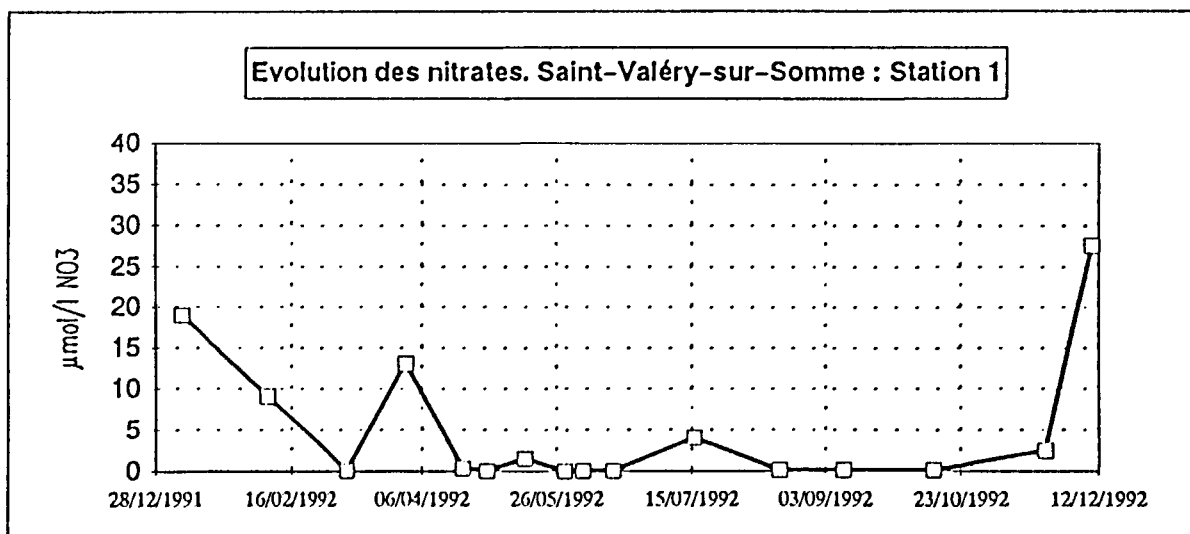
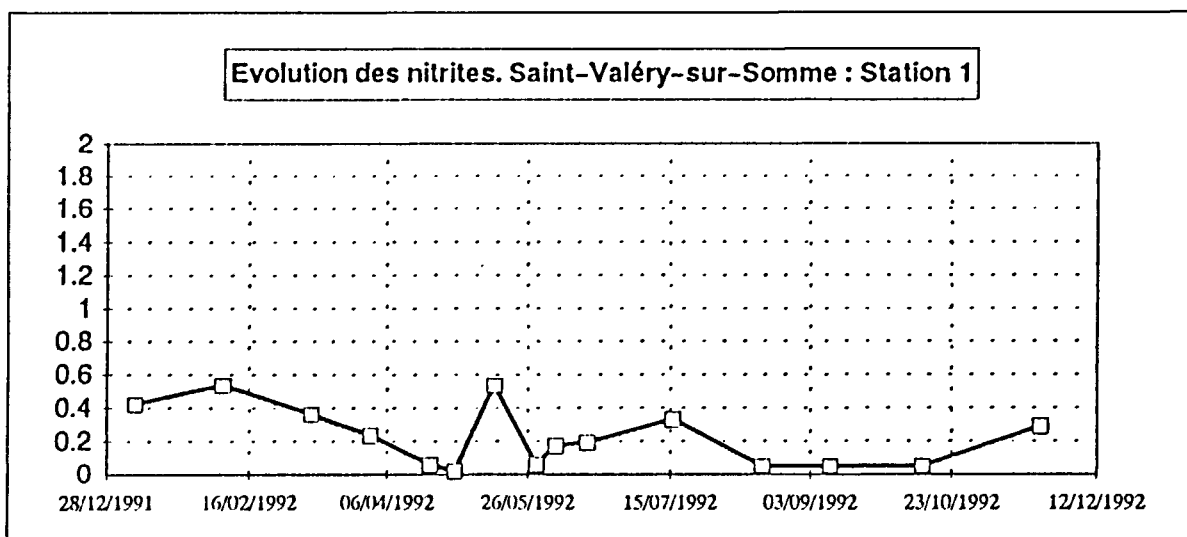
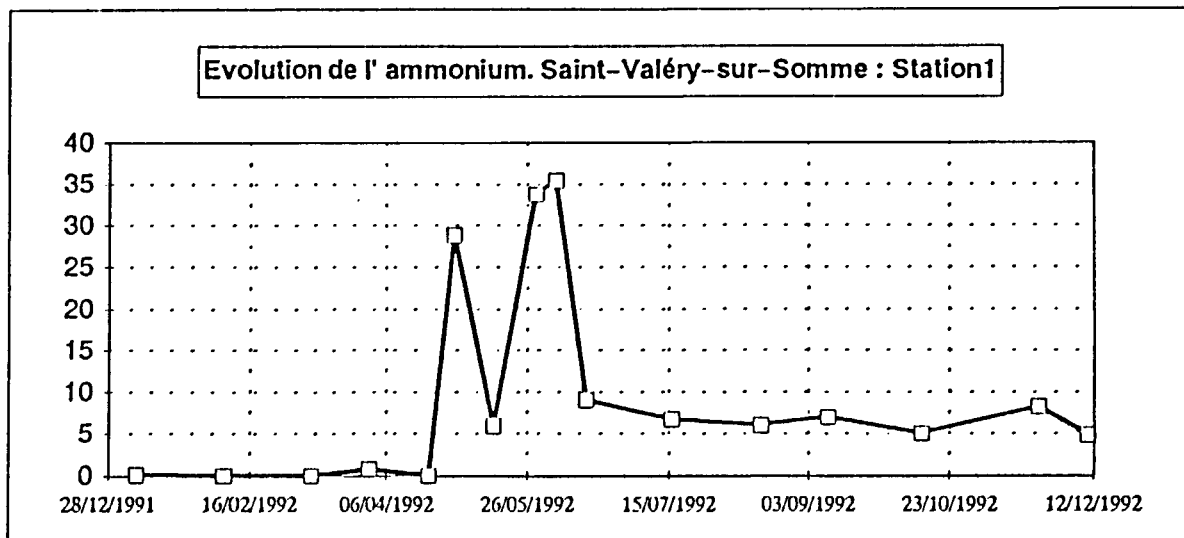
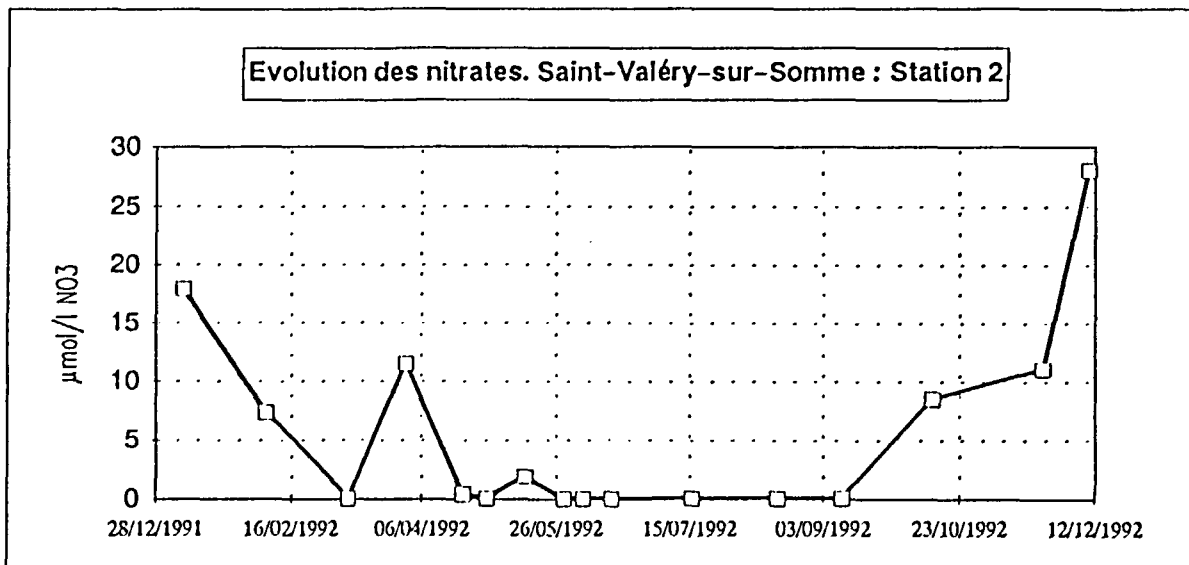
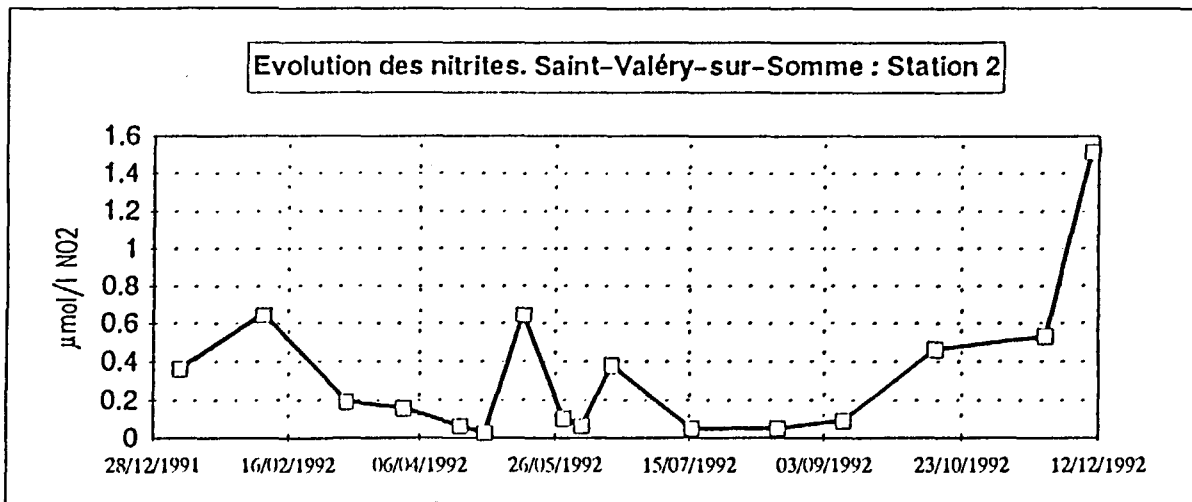
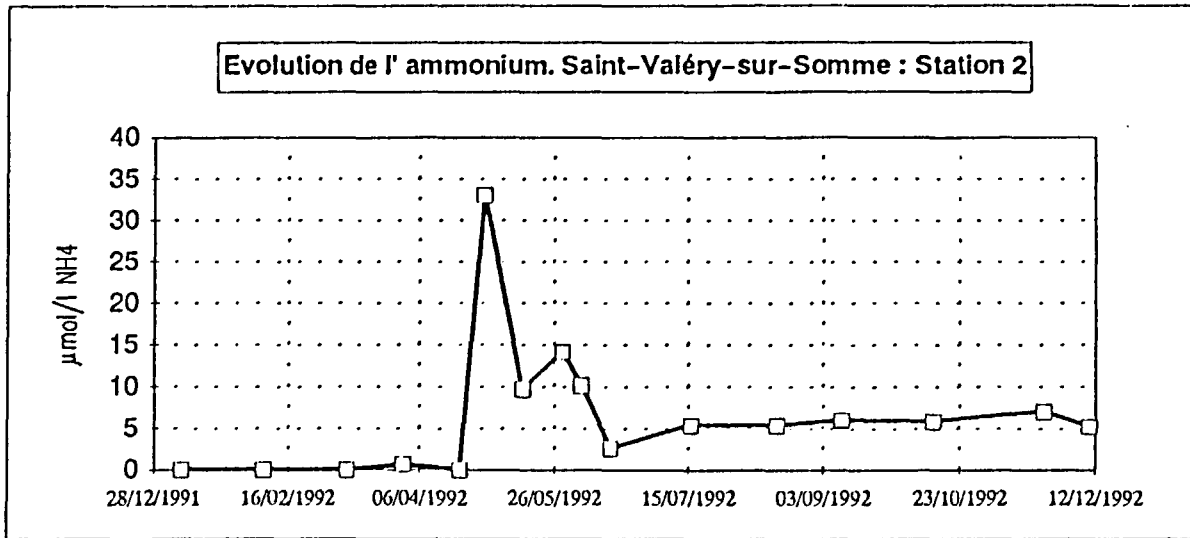


Figure III-2 c :

Variation saisonnière de l'azote sur l'année 1992 en
BAIE DE SOMME



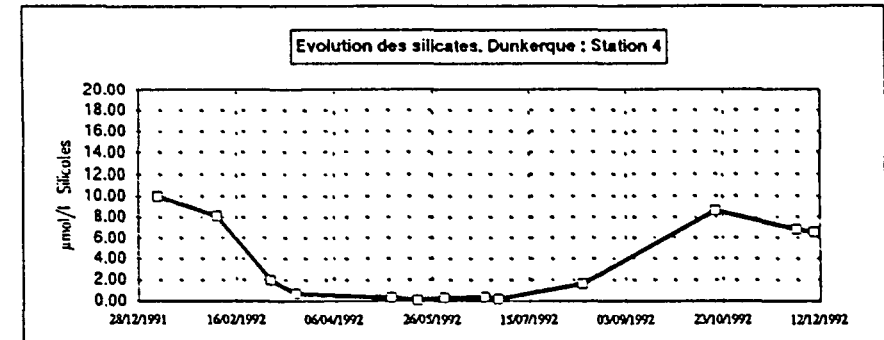
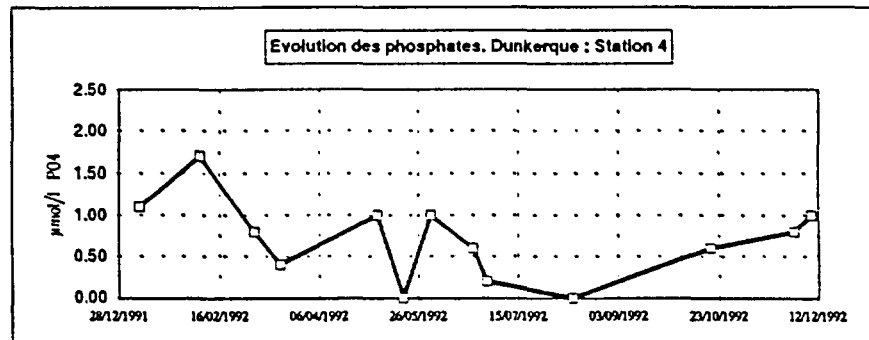
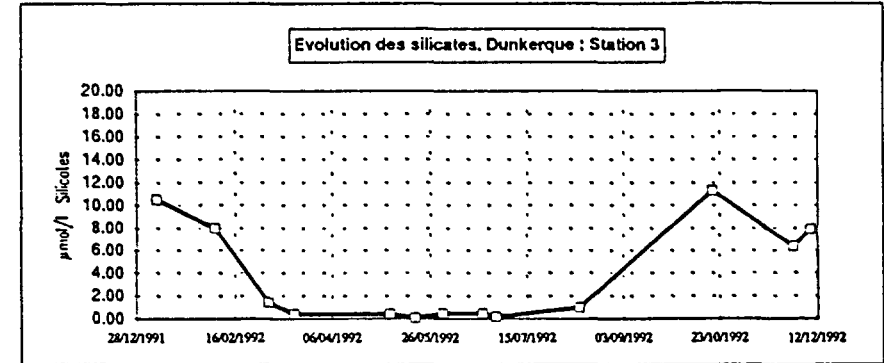
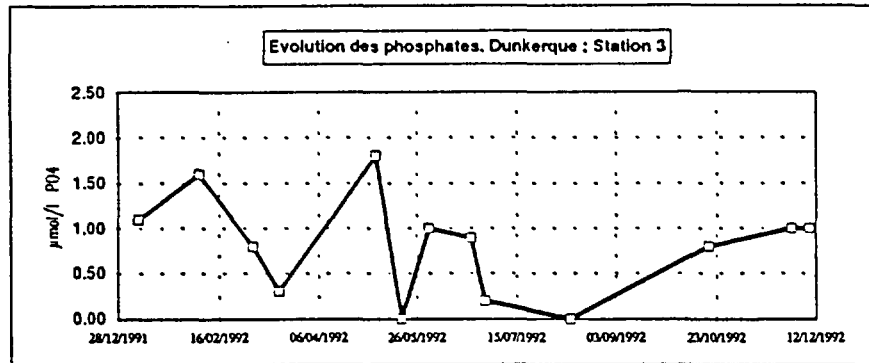
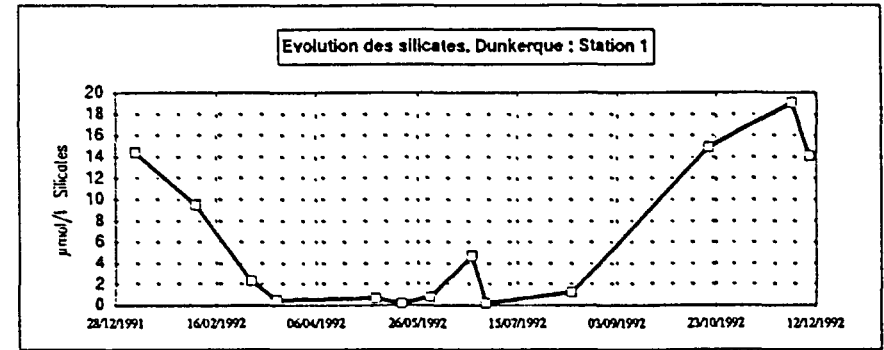
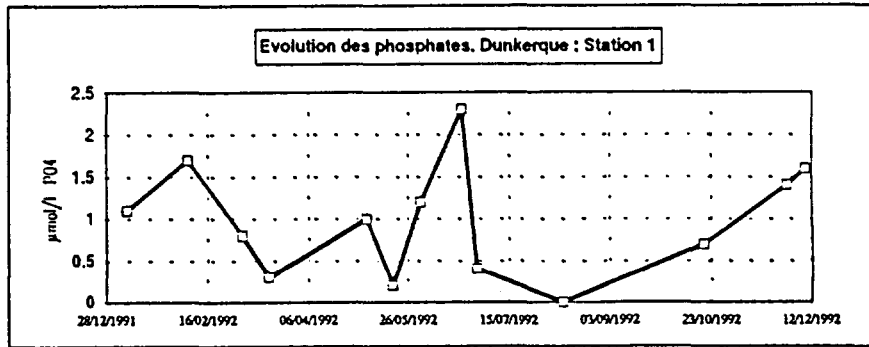
ANNEXE 5

Figure I-3 : Evolution saisonnière des silicates et phosphates sur l' année 1992. DUNKERQUE

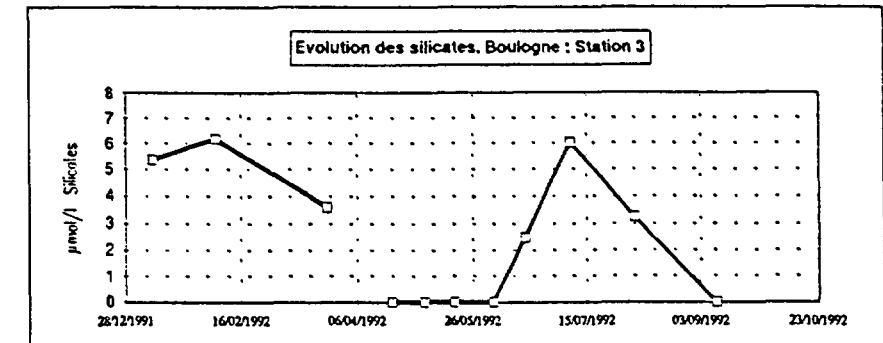
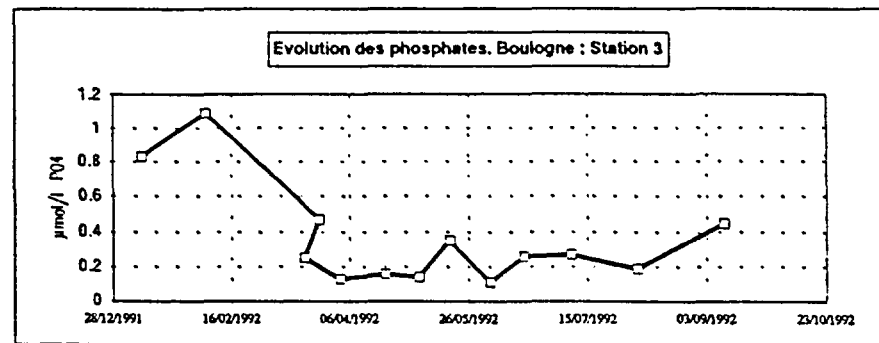
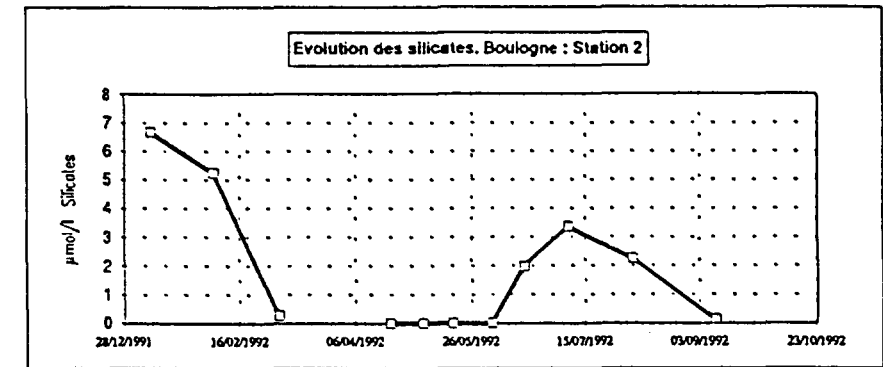
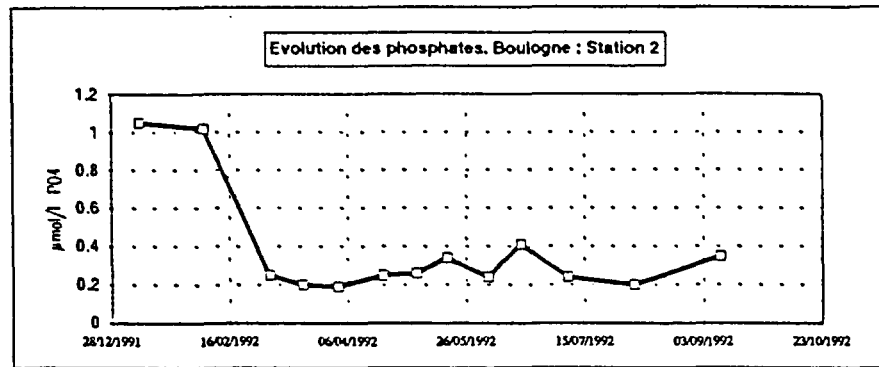
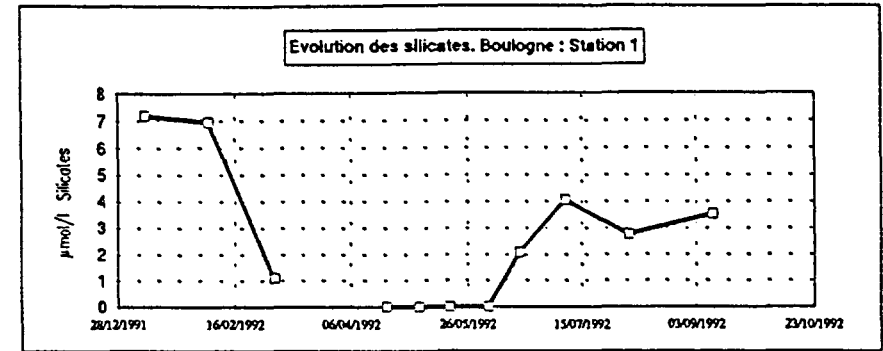
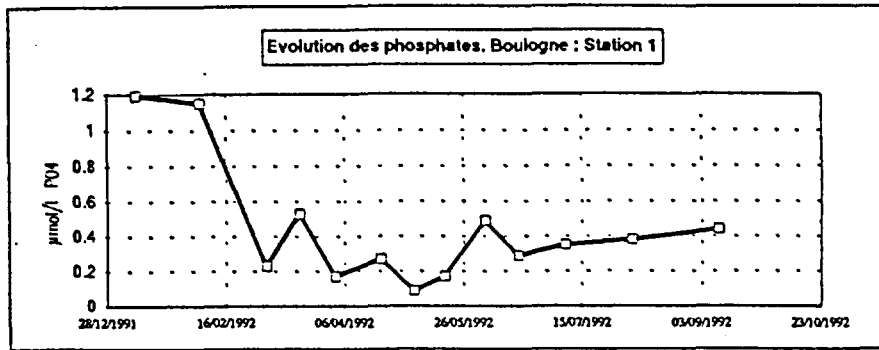
Figure II-3 : Evolution saisonnière des silicates et phosphates sur l' année 1992. BOULOGNE

Figure III-3 : Evolution saisonnière des silicates et phosphates sur l' année 1992. BAIE DE SOMME

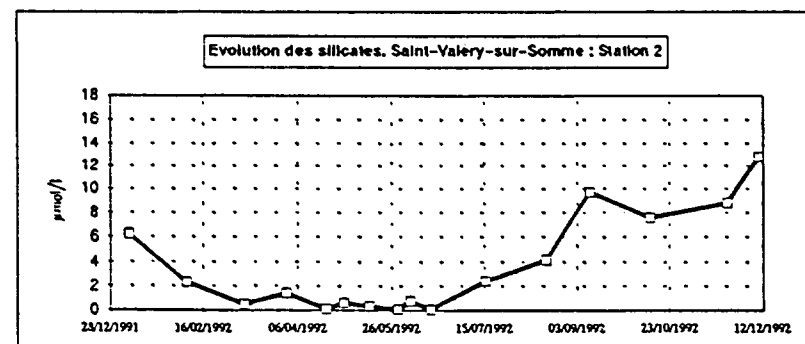
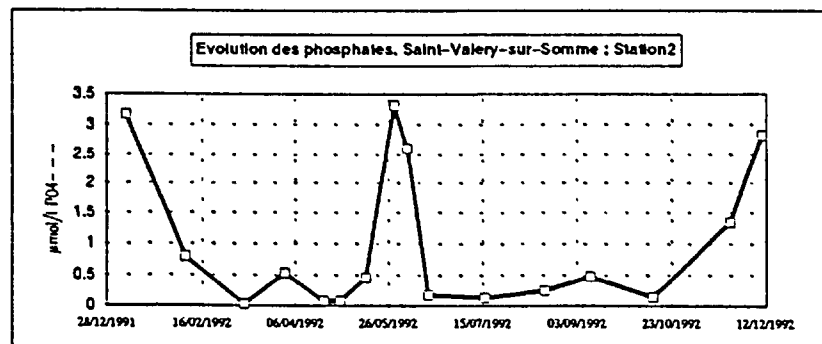
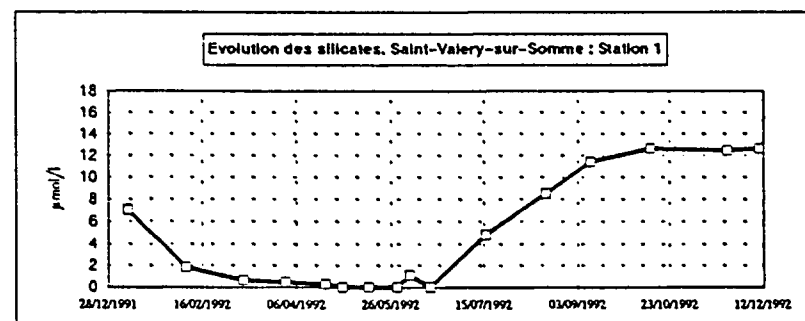
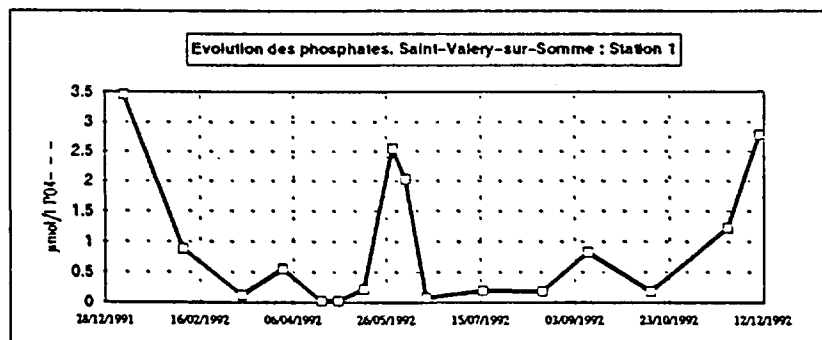
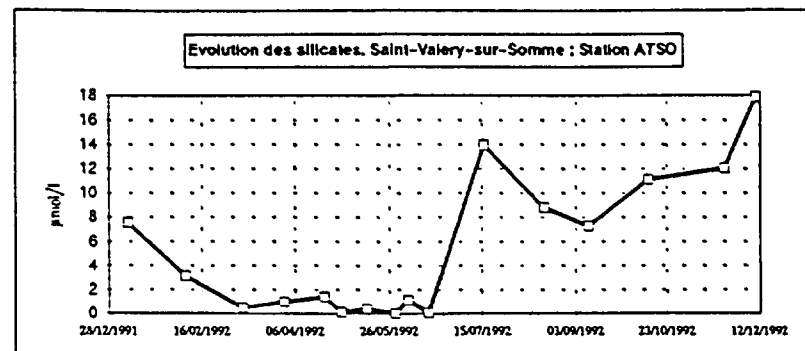
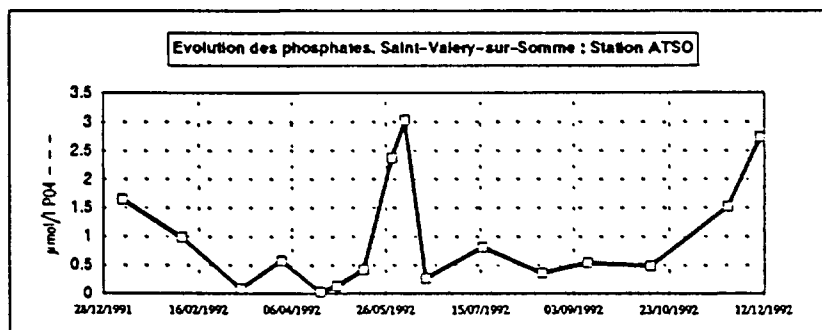
Evolution saisonnière des silicates et phosphates sur l'année 1992 à
DUNKERQUE



Evolution saisonnière des silicates et phosphates sur l'année 1992
BOULOGNE



Evolution saisonnière des phosphates et silicates sur l'année 1992
BAIE DE SOMME



ANNEXE 6

ANALYSES CHIMIQUES
DENOMBREMENT PHYTOPLANCTON

ANALYSES CHIMIQUES

Les méthodes décrites ci-dessous sont inspirées du manuel des analyses chimiques en milieu marin d' *Aminot et Chaussepied*.

Matières En Suspension :

principe :

La méthode consiste à filtrer l' eau de mer sur une membrane filtrante afin de retenir toutes les particules de taille supérieure à 0.45 μm . La membrane est séchée et pesée avant et après filtration. La différence de poids permet de connaître la masse sèche totale de matières en suspension dans le volume filtré correspondant.

Lors de l' analyse des M.E.S en eaux salées, on lave les filtres afin d' éliminer le sel qui est une source d' erreur par excès. le lavage à l' eau distillée est approprié aux milieux pauvres en phytoplancton. Par contre, dans les milieux biologiquement riches, ce lavage est à l' origine d' une perte de masse due à l' éclatement des cellules les plus fragiles sous l' effet du choc osmotique. Afin d' éviter ce phénomène, on rince les filtres avec une solution de *formiate d' ammonium isotonique à l' eau de mer* .

L' échantillonnage :

Les échantillons sont pris immédiatement après les prélèvements Afin d' éviter le risque de décantation, il faut agiter la bouteille de prélèvement de façon à bien homogénéiser à nouveau les particules en suspension.

Conservation :

– échantillons d' eaux

Pour les eaux chargées (< 1 mg/l), on ne peut stocker et conserver les grands volumes d' eau nécessaires à l' analyse. La filtration est généralement effectuée à bord. Cependant un délai de quelques heures est toléré entre le prélèvement et la filtration à condition de maintenir les échantillons au frais et à l' abri de la lumière.

Pour les eaux dont la concentration est supérieure à quelques milligrammes par litre, on peut conserver plusieurs semaines sans diminution importante. On place toujours les échantillons au froid et à l' abri de la lumière afin de limiter toute modification d' origine biologique.

– filtres

Une fois les échantillons filtrés, on sèche les filtres dès que possible. Ils se conserve alors in définiment.

Lorsque la filtration est réalisée peu après le prélevement mais que le séchage doit être retardé, les filtres sont conservés au froid et à l' abri de la lumière. Ils se conservent plusieurs semaines. Pour des délais supérieurs, il faut congeler.

appareillage :

- appareils de filtration

La filtration est effectuée sous vide. On utilise un support fritté.

- filtres

Les membranes filtrantes utilisées sont susceptibles de retenir toute les particules de taille supérieure à 0.45 μm .

Mode opératoire :

Les filtres sont déposés à l'étuve à 50 ° pendant 48 heures.

On les pèse puis on les met au four à 450 ° C pendant 2 h. Ces filtres sont alors placés au dessiccateur. On pèse à nouveau et on obtient le poids sec qui correspond à la matière minérale (cendre) et la matière organique brûlée. la différence entre les deux équivaut à la perte au feu, c'est-à-dire à la matière organique.

Chlorophylle :

La méthode utilisée pour la détermination de la teneur en chlorophylle est celle de *Lorenzen*.

L'appareillage :

La filtration est effectuée par aspiration à l'aide d'un dispositif support-filtres.

Une centrifugeuse à 4500 tours/min.

Un spectrophotomètre qui permet d'insérer des cuves de 5 cm de trajet optique. Le volume utile à la mesure doit rester inférieur à 10ml et les cuves sont étroites. On bouche les cuves car l'évaporation engendre des mouvements de convection qui modifie l'absorbance.

Réactifs :

On utilise l'acétone à 90 % pour l'extraction.

On utilise l'acide chlorhydrique concentré pour l'acidification.

Mode opératoire :

Filtration :

L'eau de mer est filtrée le plus rapidement possible après le prélèvement (0.5 à 1 l).

On utilise des membranes en fibre de verre qui retiennent les particules supérieure à 0.5-1 μm .

- On place une membrane sur le support et on dépose 1 à 2 ml de suspension de carbonate de magnésium.

- On applique le vide et on filtre l'échantillon après l'avoir agité afin de récupérer toutes les particules. Pour éviter l'éclatement des cellules, on ne crée pas un vide supérieur à 1/2 bar.

- On place les filtres dans des tubes à essai entouré de papier aluminium afin de les protéger de la lumière. Si l'analyse est différée, on les met au froid.

Extraction des pigments :

- on ajoute 10 ml d'acétone à 90 % pour l'extraction dans le tube à essai .

- on broie le filtre à l'aide d'une baguette et on bouche et agite le tube afin de disperser les fibres.

- On met ces tubes au réfrigérateur une vingtaine d'heures pour que l'extraction continue.

- On laisse revenir à température ambiante. On centrifuge pendant 5 min à 4500 tr/min afin de faire tomber les fibres de verre.

Mesures de l'absorbance :

- L'absorbance est mesurée à plusieurs longueurs d'onde : 665, 663, 645, 630, 430, 410 nm.

- On détermine un blanc de cuve : On remplit une cuve du spectrophotomètre avec le solvant d'extraction. Ce blanc est mesuré pour chaque longueur d'onde avant d'effectuer les mesures sur les échantillons.

- Méthode de *Lorenzen* :

Transférer le surnageant de centrifugation dans la cuve du spectrophotomètre. Eviter l'entraînement de fibres de verre en aspirant.

Mesurer les absorbances brutes des extraits non acidifiés aux longueurs d'ondes indiquées auparavant.

Acidifier par addition de 1 ml d'acide chlorhydrique.

Mesurer les absorbances brutes des extraits acidifiés.

L' ammonium :

Pour mesurer la totalité de l'azote ammoniacal, on applique la méthode de *Koroleff*

Prélèvement, échantillonnage :

Les échantillons doivent être analysés dans l'heure qui suit le prélèvement ou bien conservés au froid et à l'abri de la lumière.

Appareillage :

- spectrophotomètre.

Réactifs :

On utilise deux réactifs qui donnent la coloration bleu d'indophénol

- réactif 1 : solution de phénol-nitroprussiate
- réactif 2 : solution alcaline d'hypochlorite

On prépare deux solutions étalon :

- solution étalon primaire d'ammonium.
- solution étalon secondaire d'ammonium.

Mode opératoire :

Manipulation :

Prélever 100 ml d'échantillon directement dans le flacon à réaction.

Ajouter 3 ml du réactif 1.

Boucher et agiter pour bien homogénéiser.

Ajouter immédiatement 3 ml du réactif 2.

Boucher et agiter à nouveau

Placer à l'abri de la lumière pendant 6 à 8 heures à température ambiante.

Mesurer l'absorbance à 630 nm.

Étalonnage :

L'étalonnage demande une attention particulière en raison de l'influence non linéaire de la salinité sur la coloration. On la réalise donc en deux étapes : la gamme d'étalonnage proprement dite, puis la correction de l'influence de la salinité.

Blanc de turbidité :

C'est l'absorbance de l'eau de mer non traitée.

Blanc des réactifs :

Ce blanc doit être mesuré avec chaque série d'analyses.

Il est obtenu à partir d'eau déminéralisée à laquelle on a ajouté les réactifs.

L' azote nitreux :

La méthode de dosage retenue est celle qui est fondée sur le dosage des ions NO_2^- obtenus par réduction quantitative (<95 %) des ions NO_3^- .

On mesure la somme des concentrations des ions NO_2^- et NO_3^-

Par déduction de la concentration en nitrite, déterminée sans réduction, on obtient la concentration en nitrate.

La réduction est effectuée par passage de l'échantillon sur une colonne de *cadmium* traité au cuivre.

Prélèvement, échantillonnage :

L'échantillon, placé au froid et à l'abri de la lumière se conserve plusieurs heures. Pour une longue conservation, congeler après le prélèvement.

Appareillage :

colonnes de verre dans lesquelles on introduit le réducteur.

Réactifs :

- réactif 1 : solution de sulfanilamide
- réactif 2 : solution de n-naphtyl-éthylènediamine
- solution étalon de nitrite
- solution étalon de nitrate
- solution concentrée de chlorure d'ammonium
- solution diluée de chlorure d'ammonium
- solution de sulfate de cuivre.

- colonne réductrice

Mode opératoire :

principe :

Analyse de la concentration totale nitrate + nitrite

- prendre 100 ml d'échantillon, ajouter 2 ml de la solution concentrée de chlorure d'ammonium et mélanger correctement.
- verser 5 ml de cette solution dans la colonne et les laisser écouler.
- verser alors le reste de l'échantillon.
- rejeter les 30 premiers millilitres.
- recueillir 50 ml de l'effluent.

- ajouter aussitôt 1 ml de réactif 1 et mélanger.
- laisser reposer 2 à 8 minutes .
- ajouter 1 ml du réactif 2, mélanger.
- attendre au moins 10 minutes.
- Mesurer l' absorbance à 543 nm.

Analyse des ions nitrite :

- prendre 50 ml d' échantillon, ajouter 1 ml de solution concentrée de NH_4Cl et mélanger; poursuivre le dosage comme sur 50 ml d' effluent de la colonne.

Etalonnage:

Comme les ions nitrates sont réduits en nitrite par passage sur la colonne, l' étalonnage est effectué avec des solutions nitrite.

Blanc des réactifs :

On utilise de l' eau déminéralisée ou distillée.

Phosphore :

On utilise la méthode de *Murphy et Riley* pour le dosage des orthophosphates.

Prélèvement, échantillonnage :

Les échantillons doivent être placés immédiatement au congélateur. Seuls les échantillons filtrés peuvent être préservés en y ajoutant du chloroforme.

Appareillage :

Spectrophotomètre

Eprouvettes

Réactifs :

- solution de molybdate d' ammonium
- acide sulfurique
- solution d' acide ascorbique
- solution d' oxytartrate de potassium et d' antimoine

Un mélange à partir de ces réactifs est préparé immédiatement avant chaque série d' analyses.

- solution étalon primaire de phosphate
- solution étalon secondaire de phosphate (étalon primaire dilué 100 fois)

Mode opératoire :

Manipulation :

Les échantillons doivent être à température ambiante.

- préparer le mélange-réactif.
- Mesurer 100 ml d'échantillon.
- Ajouter 10 ml (plus ou moins 5 ml) de mélange réactif et homogénéiser aussitôt.
- Attendre 5 minutes et mesurer l'absorbance à 885 nm.

L'étalonnage :

La réaction étant indépendante de la salinité, cet étalonnage peut être effectué indifféremment avec de l'eau distillée ou de l'eau de mer.

Blancs de turbidité:

Mesurer l'absorbance de l'eau de mer brute, sans addition de réactif, par rapport à l'eau distillée.

Blanc des réactifs :

Prendre 100 ml d'eau fraîchement distillée ou déminéralisée et y ajouter 10 ml de mélange-réactif.

Silicium :

L'analyse est effectuée selon la méthode de *Mullin et Riley* (1965).

Prélèvement, échantillonnage :

On utilise exclusivement des flacons en plastique.

L'échantillon placé au froid et à l'abri de la lumière doit être analysé au plus tard le lendemain du prélèvement.

Pour une plus longue conservation, congeler les échantillons après les prélèvements.

Appareillage :

Spectrophotomètre

Eprouvettes bouchables en plastique.

Fioles jaugées en plastique pour éviter la contamination des étalons par le verre.

Réactifs :

– eau distillée: Elle doit être stockée dans un récipient en plastique. On l' utilise pour faire les blancs des réactifs.

– Réactif 1 : réactif au molybdate

– Solution de métol-sulfite

– Solution saturée d'acide oxalique

– Solution d'acide sulfurique

– Réactif 2 : Ce réactif réducteur est obtenu en mélangeant successivement les 3 solutions ci-dessus complétées d'eau distillée.

Cette solution doit être préparée juste avant utilisation et ne se conserve pas.

Solution étalon de silicium :

– Etalon à base de quartz

– Etalon à base d'hexafluorosilicate

Mode opératoire :

principe:

La température des échantillons doit être comprise entre 18 et 25 ° C.

Introduire dans une éprouvette en polyéthylène de 50 ml, 10 ml de réactif 1.

Ajouter à la pipette 25 ml d' échantillon, boucher et mélanger.

Attendre au minimum 10 min mais pas plus de 30 min, et noter ce temps à 30 secondes près afin d'opérer de façon identique pour tous les échantillons et les étalons.

Ajouter rapidement le réactif 2, fraîchement préparé, pour compléter à 50 ml et mélanger aussitôt.

Attendre 2 à 3 heures et mesurer l'absorbance à 810 nm.

étalonnage:

L'étalonnage est effectué avec de l'eau de mer.

blanc de turbidité :

Mesurer l'absorbance de l'eau de mer brute, sans addition de réactif, par rapport à l'eau distillée.

blanc des réactifs :

Faire deux mesures en utilisant de l' eau distillée.

Identification du phytoplancton :

La détermination du phytoplancton global se fait en microscopie photonique inversée selon le protocole du REPHY IFREMER (REseau PHYtoplancton). Le prélèvement d' eau de mer de 500 ml est additionné de 3 ml de formol pur et conservé au frais. Un volume de 10 cc est mis à sédimenter 3 heures dans des cuves cylindriques d' observation.

Dénombrement : (semi-quantitatif)

Quatre diamètres de cuve sont observés (chaque diamètre représente une surface balayée de 1/25 de la surface totale). L' estimation du nombre d' individus, dans le cas de formations coloniales, n' est réalisée que pour l' espèce *Phaeocystis globosa* :

Le diamètre moyen de chaque colonie est mesuré au micromètre optique et réparti dans des classes de tailles auxquelles sont associées des nombres d' individus.

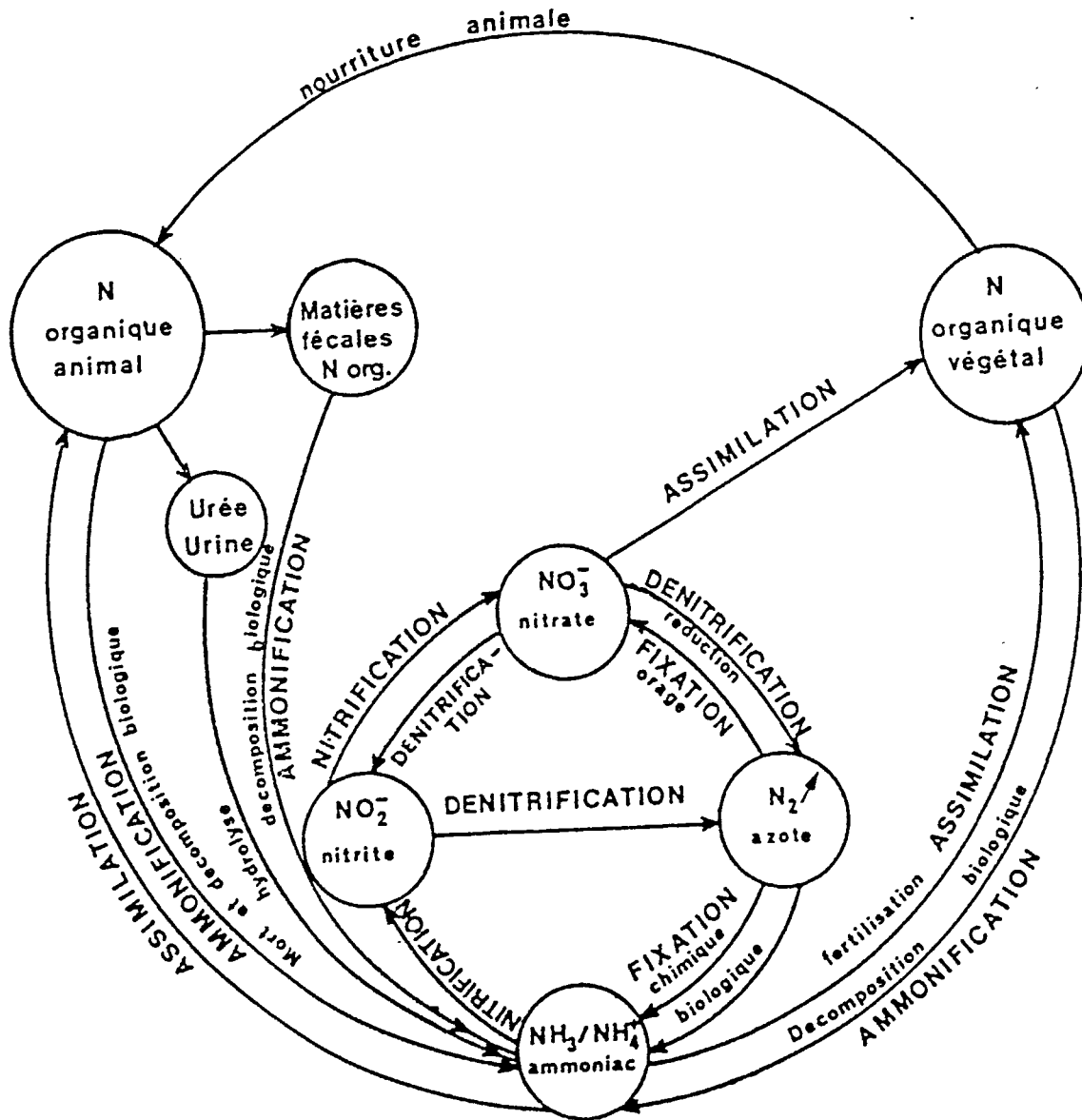
ANNEXE 7

LES CYCLES DE L'AZOTE ET DU PHOSPHORE

Cycle de l'azote :

Tiré du livre de G. MARTIN.

"Le problème de l'azote dans les eaux". *



Azote organique (animal ou végétal)

NH_4^+ ion ammonium

NO_2^- nitrites

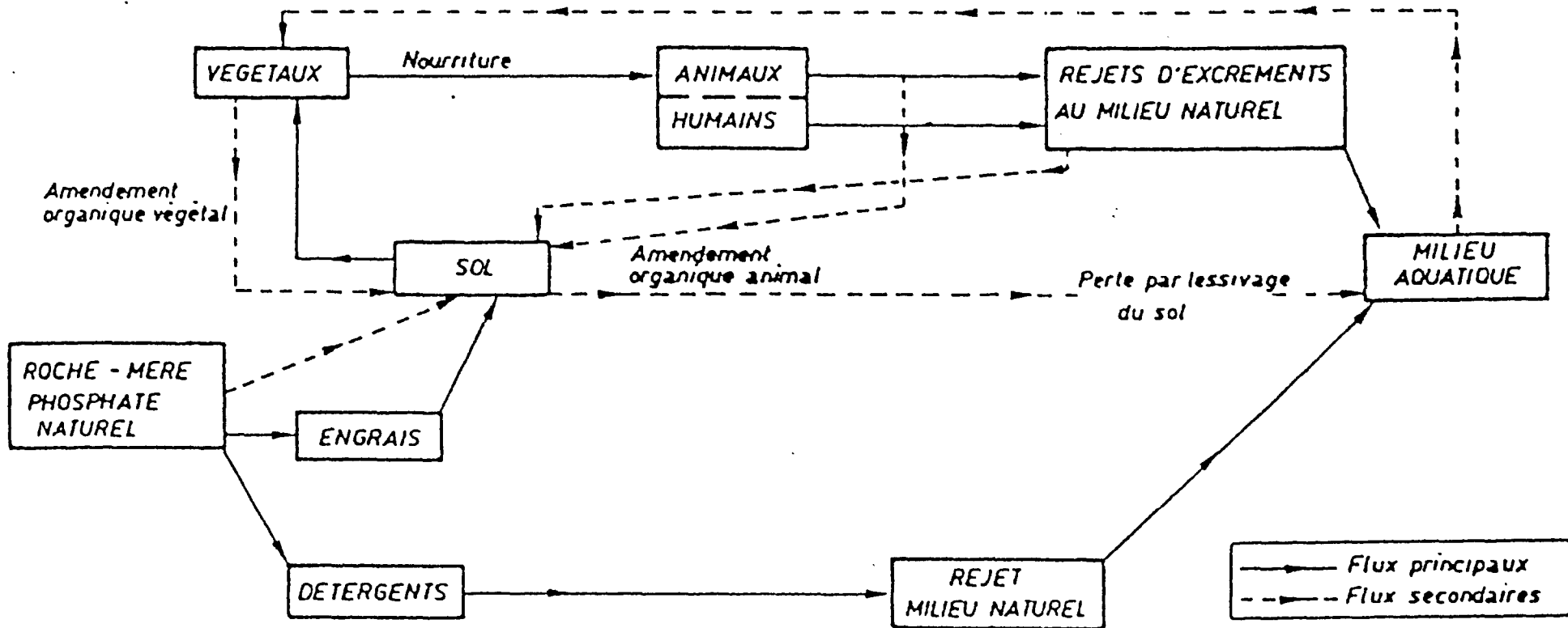
NO_3^- nitrates

* Extrait de la Tribune du Cébedeau n° 506.

Le cycle du phosphore :

Source = La Tribune du Cébedeau n° 506.

"Eutrophisation des plans d'eau" - par J.P. BENNETON.



ANNEXE 8

MOYENNES ET ECARTS TYPES

Moyennes et écarts types sur les trois sites

DUNKERQUE												
POINT 1	T°	Salinité	Turbidité	M.e.S.T.	MO	Chloro a	Phaeo a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4-	Silicates
	(° c)	(g/l)	(N.T.U.)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)
moyenne	12.29	34.09	5.42	13.74	2.64	6.11	0.82	6.79	0.80	17.98	1.06	6.35
écart type	4.15308392	1.02537673	4.47229362	8.1108506	1.40780687	4.46084102	0.41802343	6.06965973	0.45600556	15.7245552	0.62734409	7.00411967
POINT 3												
moyenne	12.13	34.54	2.80	7.51	1.53	4.63	1.73	3.56	0.41	12.20	0.95	3.74
écart type	4.26468053	0.67666414	2.23681321	5.65942599	0.61512311	3.76903715	4.74471366	1.8104044	0.19906926	11.5217186	0.46981621	4.35364569
POINT 4												
moyenne	11.46	34.68	2.41	5.85	1.20	3.44	1.03	3.72	0.35	9.78	0.84	3.52
écart type	4.2717802	0.51762029	2.05039083	5.48537683	0.63787658	2.58220632	2.33108866	1.50949983	0.19679122	10.8740635	0.40068124	3.83141535
BOULOGNE												
	T°	Salinité	Turbidité	M.e.S.T.	M.O	Choro a	Phaeo a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4 - -	Silicates
	(° c)	(g/l)	(N.T.U.)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)
POINT 1												
moyenne	10.875	34.54	2.71538462	4.86076923	1.26076923	0.65509091	5.15209091	0.84230769	0.22666667	3.91692308	0.44230769	3.96285714
écart type	0.34544657	3.21580632	3.82005554	0.68900244	1.04205628	3.37114561	0.68948234	0.22580496	6.07419458	0.34792609	2.33928561	2.33928561
POINT 2												
moyenne	10.61	34.7592308	1.21153846	1.82615385	0.66083333	0.2664	4.21272727	0.82230769	0.23	3.47230769	0.38461538	2.85142857
écart type	3.28682555	0.30461619	1.22306886	2.40217103	0.77178021	0.36815552	2.18254013	0.44085436	0.26467819	5.14855668	0.29579315	2.43908746
POINT 3												
moyenne	10.8727273	34.93	1.15384615	1.85230769	0.90769231	0.11390909	3.50454545	0.76538462	0.23666667	4.12384615	0.36153846	4.485
écart type	0.24681302	1.10631926	2.39053046	1.15829007	0.17581835	2.60631949	0.53731765	0.24536923	5.57478481	0.29396276	1.57382019	1.5738202
BAIE DE SOMME												
Dates	T°	Salinité	M.e.S.T.	MO	chloro a	Phaeo. a	NH4+	NO2-	NO3-	PO4 - - -	Silicates	
	(° C)	(g/l)	(mg/l)	(mg/l)	(µg/l)	(µg/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	(µmol/l)	
POINT 1												
moyenne	12.4375	30.534375	23.793125	6.96133333	7.5640625	7.665125	10.1860625	0.3403125	5.765	0.998875	5.4161875	
écart type	4.33541617	1.13236018	14.4941454	4.54433693	7.64746418	5.73222346	11.0450757	0.42651186	8.93660051	0.97342378	5.88315332	
POINT 2												
moyenne	12.03125	30.90625	14.3925	6.0125	5.763125	6.5341875	9.4591875	0.3060625	4.8208125	0.9628125	4.6413125	
écart type	4.16920756	1.06800047	10.6788685	5.15194138	5.6128896	4.42817772	11.9686868	0.37003324	8.27251479	1.12607201	5.25914053	
POINT 3												
moyenne	12.0625	30.96875	10.27375	4.125	4.61575	4.7566875	6.5719375	0.3326875	5.426125	1.0265625	3.6259375	
écart type	3.73664288	1.00778222	8.5913568	3.29190927	4.20682424	3.75740678	8.20538069	0.38476412	8.25239575	1.21986168	4.11707468	

GLOSSAIRE

ADSORBE :

Propriété d' un polluant de se fixer de manière réversible sur le matériel particulaire.

AEROBIE :

Qualifie les conditions d' existence où les processus biologiques et chimiques se déroulent en présence d' oxygène.

ANAEROBIE :

Antonyme de aérobie.

ANTIROPIQUE :

Se dit de phénomènes dus à l' action humaine.

APPORTS :

Matériaux, substances et/ou éléments amenés par un courant d' air ou d' eau.

BACTERIE :

Etre vivant unicellulaire, ayant une structure cellulaire très simple et se divisant par scissiparité.

BASSIN VERSANT :

Ensemble des pentes inclinées vers un même cours d' eau et y déversant leurs eaux de ruissellement. Ces bassins sont séparés par des lignes de partage des eaux.

BENTHIQUE :

Qualifie les organismes qui vivent et les processus qui se déroulent au niveau des fonds marins.

BLOOM PHYTOPLANCTONIQUE :

Forte élévation de la densité du phytoplancton.

CHLOROPHYLLE :

Pigment assimilateur vert contenu dans les végétaux qui permet la photosynthèse*.

COEFFICIENT DE MARÉE :

Rapport, en un lieu donné, du marnage au marnage moyen en vive eau d' équinoxe. Ce nombre, exprimé en centièmes, est appliqué aux marées des côtes de France. Il permet une prédiction très approximative des hauteurs de pleines et basses mers.

COURANT DE MAREE :

Composante horizontale du vecteur vitesse des particules liquides dans le mouvement lié à la marée. On distingue les courants de flot et les courants de jusant.

DIATOMEES :

Classe d'algues unicellulaires à squelette externe siliceux et de taille comprise entre 2 et 400 nm. Les diatomées contiennent environ 5000 espèces.

DINOFLAGELLES :

Classe de végétaux unicellulaires généralement marins, libres, planctoniques ou benthiques, parfois parasites, caractérisés par la présence de deux flagelles battant dans deux plans perpendiculaires.

ECART TYPE :

Racine carrée de la variance, caractérise la dispersion des valeurs d'une série autour de la moyenne.

EFFLORESCENCE :

Bloom en anglais, floraison de plancton végétal.

ESTRAN :

Partie du littoral alternativement découverte et couverte par la mer.

EUTROPHISATION :

Phénomène caractérisé par une multitude de végétaux dont la décomposition de végétaux dont la décomposition diminue la teneur en oxygène des eaux profondes, dû à une surfertilisation artificielle des eaux résultant d'apports d'origine naturelle, agricole, urbaine, et/ou industrielle.

EUPHOTIQUE :

Qualifie la couche superficielle des océans dans laquelle l'intensité de la lumière solaire permet la photosynthèse.

FLOT :

Intervalle de temps pendant lequel le courant de marée est dirigé approximativement dans le même sens que le courant à pleine mer ; pendant cette période, le courant est de flot. Lorsque le courant à pleine mer est nul, la direction du courant de flot est fixée par la coutume.

JUSANT :

Intervalle de temps pendant lequel le courant dit de jusant est dirigé approximativement dans le même sens que le courant à marée basse mer. Lorsque le courant à basse mer est nul, la direction du courant de jusant est alors fixé par la coutume.

MILLE :

Unité de longueur correspondant à une minute d'arc de méridien et fixée à 1852 mètres par la Conférence Internationale de Monaco en 1929.

NITRIFICATION :

LISTE DES SIGLES

- CIANE** : Comité Interministériel d' Action pour la nature et l' Environnement
CNEXO : Centre National pour l' Exploitation des Océans
COD : Carbone Organique Dissous
DDASS : Direction Départementale des Actions Sanitaires et Sociales
DBO : Demande Biologique en Oxygène
DCO : Demande chimique en Oxygène
DEL : Direction de l' Environnement Littoral
DIREN : Direction Régionale de l' Environnement
DYSCOP : Dynamique Cotière
EXELSOM : EXploitation des Estuaires de la Somme
GEMEL : Groupe d' Etude des Milieux Estuariens et Littoraux
IFREMER : Institut Français de Recherche pour L' Exploitation de la Mer
ISTPM : Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes
MES : Matière En Suspension
MO : Matière Organique
NTU : Unité de Turbidité Néphélométrique
REMI : REseau de surveillance Microbiologique
REPIIY : Réseau de surveillance Phytoplanctonique
RNB : Réseau National de Bassin
RNC : Réseau National de contrôle
RNO : Réseau National d' observation
SMBC : Service Maritimes des ports de Boulogne et Calais
SRN : Suivi Régional des Nutriments

BIBLIOGRAPHIE

- 1- *Le Littoral de la région Nord-Pas-de-Calais, qualité du milieu marin*. Rapport IFREMER n° 3-1986, 149 pp.
- 2- *Le littoral de la région Nord-Pas-de-Calais, Apports à la mer*. Rapport IFREMER n° 15- 1989, 149 pp.
- 3- *Réseau National d' Observation de la qualité du milieu marin, Dix années de surveillance 1974-1984*. Rapport IFREMER, vol II, 1988, 229 pp.
- 4- *Réseau National d' Observation de la qualité du milieu marin, Surveillance du Milieu Marin, Travaux du RNO*. Rapport IFREMER, Edition 1989-1990, 32 pp.
- 5- *Réseau National d' Observation de la qualité du milieu marin, Surveillance du Milieu Marin, Travaux du RNO*. Rapport IFREMER, Edition 1991, 32 pp.
- 6- *Réseau National d' Observation de la qualité du milieu marin, Surveillance du Milieu Marin, Travaux du RNO, Intercomparaison 1992 pour la salinité et les sels nutritifs*. Rapport IFREMER, 1992, 68 pp.
- 7- *Annuaire de la qualité des eaux de surface du département de la Somme*. Agence de l' eau Artois-Picardie, 1991.
- 8 - *Nitrogen, Phosphorus, Plankton, and Oxygen. Deficiency in the German Bight and in Kiel Bay*. Kieler Meeresforschungen, 1990 -35 pp.
- 9- *Manuel des analyses chimiques en milieu marin*. Centre National pour l' Exploitation des Océans. Aminot et Chaussepied, 1983 -395 pp.
- 10- *Reports and studies n° 34, Review of potentially harmful substances. Nutrients*. United Nations Educational, Scientific and Organization, 1990, 40 pp.
- 11- *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.*