

Alain Lefebvre

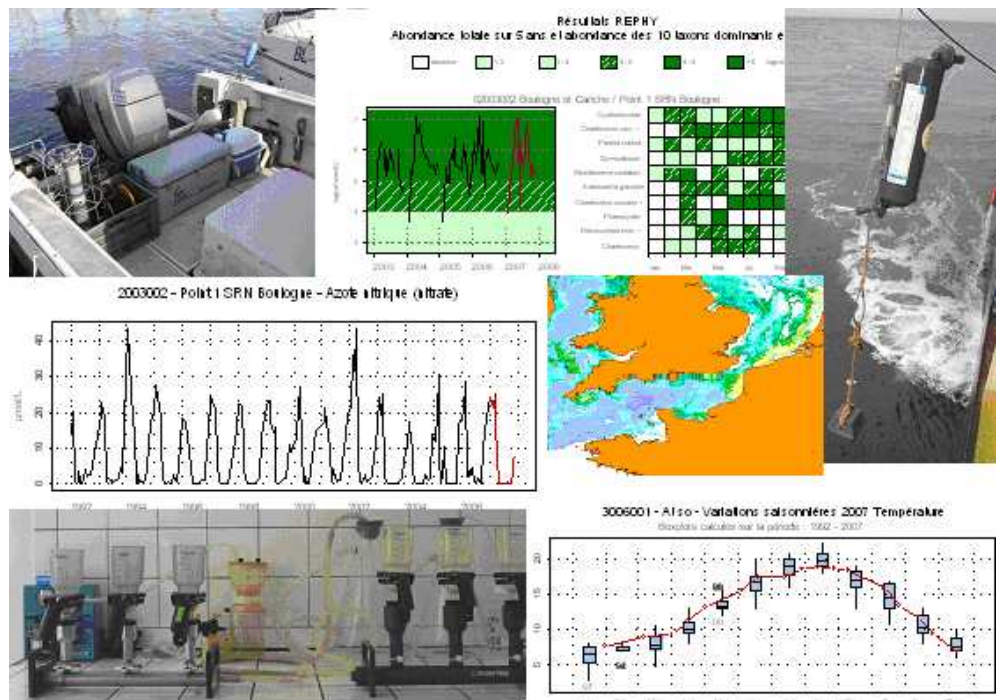
Josselin Caboche

Mars 2008

Ifremer/RST.LER.BL/08.03

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

Bilan de l'année 2007



Numéro d'identification du rapport : RST.LER.BL/08.03 Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/> Validé par : LEFEBVRE Alain Version du document : définitive		date de publication Mars 2008 nombre de pages 187 bibliographie (Oui / Non) illustration(s) (Oui / Non) langue du rapport Français
Titre et sous-titre du rapport : Le suivi régional des nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais Picardie. Bilan de l'année 2007. Titre traduit : The regional nutrients monitoring network of the coastal zone of the Nord Pas-de-Calais Picardie. Annual report for 2007.		
Auteur(s) principal(aux) : Lefebvre Alain Caboche Josselin		Organisme / Direction / Service, laboratoire Ifremer/LER/Boulogne sur Mer Ifremer/LER/Boulogne sur Mer
Collaborateur(s) : Blondel C. Duquesne V. Hébert P.		Organisme / Direction / Service, laboratoire Ifremer/LER/Boulogne sur Mer
Travaux universitaires : / diplôme : / discipline : / établissement de soutenance : / année de soutenance : /		
Titre du contrat de recherche : S.R.N.		n° de contrat IFREMER 07/1216603/MFY
Organisme commanditaire : Agence de l'Eau Artois Picardie Organisme(s) réalisateur(s) : Institut Français de Recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) Boulogne – 150, quai Gambetta Responsable scientifique : LEFEBVRE Alain Ifremer/LER/Boulogne-sur-Mer.		
Cadre de la recherche : Suivi Régional des Nutriments Action : B030704 Convention : 61053.00 (réf. AEAP) Suivi Régional des Nutriments Projet : / Autres (préciser) : / Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire) Moyens Nautiques des Services Maritimes des Ports de Boulogne et Calais, du Sport Nautique Valericain et d'Aquamarine.		

Résumé :

Le littoral Nord – Pas de Calais montre de nombreux signes de dysfonctionnements induits principalement par l'activité anthropique. Ces signes se manifestent presque toujours par un déséquilibre des populations qu'elles soient animales ou végétales. En effet, certaines espèces dominent. C'est le cas de la Prymnesiophycée *Phaeocystis sp.*, une algue phytoplanctonique naturelle qui prolifère tous les ans au printemps. Le cycle de développement de l'espèce semble évoluer depuis quelques années (modification de l'amplitude, de la durée, et de l'extension géographique du bloom) et est fortement lié à la dynamique des sels nutritifs comme les nitrates et les phosphates par exemple.

Dans le cadre de l'évaluation de l'influence des apports continentaux en éléments nutritifs sur d'éventuels processus d'eutrophisation du milieu marin, de l'estimation de l'efficacité des stations d'épuration à éliminer de telles substances et afin d'établir un suivi à long terme permettant de suivre l'évolution de la qualité des eaux littorales, le réseau de Suivi Régional des Nutriments (SRN) a été mis en place par l'Ifremer en collaboration avec l'agence de l'eau Artois Picardie en 1992. Ce rapport présente le bilan de l'année 2007, en terme d'évolution temporelle des principaux paramètres physico-chimiques caractéristiques au niveau des points de surveillance de trois radiales situées à Dunkerque, à Boulogne Sur Mer et en Baie de Somme.

Abstract :

The coastal zone of the Nord – Pas de Calais / Picardie showed dysfunctioning patterns of the ecosystem considered to be link to human activities along shores. These results in regular massive development of species, such as the phytoplanktonic seaweed, *Phaeocystis sp.* which life cycle was partly linked to nutrients availability and consequently to anthropogenic inputs.

As part of the evaluation of the influence of continental inputs on the marine environment (nitrates, phosphates,...) and on potential eutrophication processes, of the estimation of the efficiency of the sewage treatments plants in the possible elimination of dumpings and in order to establish a long-term survey to follow up the change in coastal waters quality, the regional nutrients monitoring network was implemented by Ifremer in collaboration with the Agence de l'Eau Artois Picardie in 1992. This study deals with the annual report 2007 in terms of evolution of the main physico-chemical parameters characteristic of water masses regarding three transects offshore Dunkerque, Boulogne-sur-Mer and the Bay of Somme.

Mots-clés :

Qualité des eaux littorales – Manche orientale - Surveillance - *Phaeocystis globosa*

Keywords :

Quality of coastal waters – Eastern English Channel - Monitoring - *Phaeocystis globosa*

Sommaire

INTRODUCTION	3
1. PRESENTATION DU SUIVI REGIONAL DES NUTRIMENTS	4
1.1. LES RADIALES	4
1.2. FREQUENCE DES PRELEVEMENTS	4
1.3. PRELEVEMENTS EN MER	4
1.4. PARAMETRES ETUDIES ET ANALYSES	9
1.4.1. Salinité et Température	9
1.4.2. Turbidité	9
1.4.3. Ammonium	9
1.4.4. Nitrate	9
1.4.5. Nitrite	9
1.4.6. Phosphate	10
1.4.7. Silicate	10
1.4.8. Matières En Suspension (M.E.S.)	10
1.4.9. Matière Organique Particulaire (M.O.P.)	10
1.4.10. Chlorophylle a et phéopigments	10
1.4.11. Phytoplancton	11
1.4.12. Assurance qualité	11
1.4.13. Sonde Ysi	11
1.4.14. Interprétation des figures	12
2. COMPARAISON INTRA-RADIALE	14
2.1. DUNKERQUE	14
2.1.1. Température	14
2.1.2. Salinité	17
2.1.3. Turbidité et matières en suspension	18
2.1.4. Matière organique	20
2.1.5. Chlorophylle a et nutriments	21
2.1.6. Phéopigments	42
2.2. BOULOGNE-SUR-MER	43
2.2.1. Température	43
2.2.2. Salinité	46
2.2.3. Turbidité et matières en suspension	47
2.2.4. Matière organique	49
2.2.5. Chlorophylle a et nutriments	50
2.2.6. Phéopigments	71
2.3. LA BAIE DE SOMME	72
2.3.1. Température	72
2.3.2. Salinité	77
2.3.3. Turbidité et matières en suspension	78
2.3.4. Matière organique	80
2.3.5. Chlorophylle a et nutriments	81
2.3.6. Phéopigments	115
3. PHYTOPLANCTON	116
3.1. INTRODUCTION	116
3.2. INDICES ECOLOGIQUES	116
3.2.1. Indice de SANDERS	116
3.2.2. Résultats	118
4. DISCUSSION	129
4.1. Température et salinité	129
4.2. Turbidité, matières en suspension et matière organique	129
4.3. Nutriments	130
4.4. Chlorophylle a, phéopigments et phytoplancton	131
4.5. Concentration en oxygène	133

Sommaire

4.6. <i>Structure verticale des masses d'eaux</i>	134
CONCLUSIONS & PERSPECTIVES	137
BIBLIOGRAPHIE	139
ANNEXES	143
ANNEXE 1	145
ANNEXE 2	151
ANNEXE 3	159
ANNEXE 4	183

INTRODUCTION

Les zones côtières littorales sont les plus précieuses et les plus vulnérables des habitats sur Terre (Jickells, 1998). Des apports significatifs d'éléments nutritifs majeurs se font via les rivières, les eaux souterraines et l'atmosphère. Ces voies d'apports en éléments nutritifs ont été exacerbées ces dernières décennies par les activités humaines. L'augmentation à long terme des apports azotés (N) et phosphatés (P) d'origine anthropique en zone côtière a trois conséquences potentielles : (1) l'induction d'une augmentation de la production primaire qui était préalablement N et/ou P limitée peut conduire à de sévères problèmes d'eutrophisation (Meybeck & Helmer, 1989 ; Smayda, 1990), (2) le déclin des rapports Silice / Azote, qui induit une limitation par la silice pour les populations de diatomées et tout autre modification de l'équilibre stœchiométrique des éléments majeurs (N, P, Si) (rapports de Redfield, 1963 et de Brzezinski, 1985), vont aboutir à des changements de dominance et des modifications d'abondance des espèces phytoplanctoniques (Officer & Ryther, 1980 ; Smayda, 1990), (3) une limitation par la silice peut perturber la succession phytoplanctonique classique dans les eaux tempérées et peut provoquer un changement de dominance des espèces siliceuses (diatomées) vers les espèces non-siliceuses (Flagellés) (Billen *et al.*, 1991) avec une possible émergence de nouveaux types d'efflorescence dont les espèces caractéristiques sont parfois toxiques.

De plus, dans le contexte hydrodynamique local (régime mégatidal, présence d'une structure frontale « Le fleuve côtier » (Brylinski & Lagadeuc, 1990), dérive résiduelle des masses d'eau vers la mer du Nord), les apports marins en éléments majeurs ne sont pas négligeables : les apports d'azote inorganique dissous, de phosphate et de silicate de la Manche vers la mer du Nord ont été estimés à $210.10^3 \text{ t.an}^{-1}$, $41.10^3 \text{ t.an}^{-1}$ et $270.10^3 \text{ t.an}^{-1}$, respectivement (Bentley *et al.*, 1993).

Avant 1992, le suivi des nutriments sur le littoral était réalisé épisodiquement par l'intermédiaire du RNO (Réseau National d'Observation) ou du RNC (Réseau National de Contrôle). La nécessité de surveiller plus finement et sur une longue période les variations de concentration en sels nutritifs du milieu littoral a conduit l'Agence de l'Eau Artois Picardie et l'Ifremer à mettre en place, en 1992, le SRN (Suivi Régional des Nutriments) sur la façade du littoral Nord - Pas de Calais / Picardie. Les objectifs de ce suivi sont d'évaluer l'influence des apports continentaux sur le milieu marin (sels azotés, phosphates, silicates) et leurs conséquences sur d'éventuels processus d'eutrophisation. Il a pour but également d'estimer l'efficacité des stations d'épuration dans l'éventuelle élimination de tels rejets. L'acquisition régulière des données permet l'établissement d'un suivi à long terme de l'évolution de la qualité des eaux littorales des trois radiales situées au large de Dunkerque, de Boulogne-sur-Mer et de la baie de Somme.

1. Présentation du suivi régional des nutriments

1.1. Les radiales

L'échantillonnage est réalisé au niveau de trois systèmes caractéristiques de la Manche orientale et de la baie sud de la Mer du Nord : Dunkerque, Boulogne-sur-Mer, baie de Somme (Tableau 1). Les radiales sont constituées de 3 ou 5 points de prélèvements positionnés selon un gradient côte-large (Figures 1, 2 et 3). La radiale de Dunkerque caractérise un système côtier de faible profondeur où dominant des apports industriels et où la faible pente des bassins versants est responsable d'écoulements continentaux lents (Barbier *et al.*, 1986). La radiale de Boulogne-sur-Mer est représentative d'un système côtier sous influence d'une structure frontale générée par les apports de la Baie de Seine (Brylinski & Lagadeuc, 1990) et où dominant des rejets d'origine agricole (Barbier *et al.*, 1986). La radiale de baie de Somme caractérise un système estuarien où se concentre une activité conchylicole et agricole importante. Ces trois systèmes sont structurés hydrodynamiquement et sédimentairement par un régime mégatidal. Les coordonnées des différentes stations sont précisées dans le tableau 1.

Suite à des modifications au niveau du chenal de navigation en baie de Somme, un repositionnement du point Mimer a été nécessaire en 2004 (Tableau 1).

1.2. Fréquence des prélèvements

Entre les mois de mars et de juin, on observe une période de prolifération de la prymnesiophycée *Phaeocystis sp.* qui peut représenter une nuisance pour le système marin (Lancelot *et al.*, 1998).

En 2007 et dans le contexte de la future mise en place du contrôle de surveillance de la Directive Cadre sur l'Eau, la fréquence d'échantillonnage fut bimensuelle de mars jusqu'à décembre (elle est restée mensuelle sur les mois de janvier et février).

En 2007, 22 prélèvements étaient prévus. En raison de conditions météorologiques défavorables et de problèmes techniques relatifs aux moyens nautiques, 20 sorties ont pu être réalisées à Boulogne-sur-Mer, 18 sorties en Baie de Somme et seules 13 furent réalisées à Dunkerque. (Annexe 1).

En 2008, chaque station sera échantillonnée mensuellement sauf durant la période de mars à juin, où la fréquence de l'échantillonnage sera bimensuelle.

1.3. Prélèvements en mer

Les prélèvements sont effectués en sub-surface (- 0,5 m à - 1 m) à partir d'un bateau et à l'aide d'une perche équipée d'un flacon amovible de 1 litre. L'eau est transvasée directement dans un flacon plastique opaque brun de 1 litre pour la chlorophylle et le phytoplancton ou dans un flacon à usage courant pour les analyses des matières en suspension et de la turbidité. Pour les sels nutritifs, l'eau est pré-filtrée (maille de 50 μm) avant d'être transvasée dans un flacon. Pour l'ammoniaque, l'eau pré-filtrée est versée dans un flacon opaque de 100 ml. Ces flacons sont placés en glacière en attendant le retour pour analyse au laboratoire.

Tableau 1 : Coordonnées des stations sur les trois radiales

RADIALES STATIONS	DUNKERQUE	BOULOGNE	BAIE DE SOMME
Station 0			<u>Bif</u> Latitude : 50°12'88 N Longitude : 1°35'96 E
Station 1	Latitude : 51°04'30 N Longitude : 2°20'20 E	Latitude : 50°43'90 N au flot Longitude : 1°33'00 E au flot	<u>Mimer</u> Latitude : 50°13'30 N Longitude : 1°32'40 E <u>Mimer'</u> Latitude : 50°14,121 N Longitude : 1°31,084 E
Station 2		Latitude : 50°43'90 N Longitude : 1°30'90 E	<u>Atso</u> Latitude : 50°14'0 N Longitude : 1°28'50 E
Station 3	Latitude : 51°06'70 N Longitude : 2°17'20 E	Latitude : 50°45'02 N Longitude : 1°27'15 E	<u>Mer1</u> Latitude : 50°13'60 N Longitude : 1°27'20 E
Station 4	Latitude : 51°09'20 N Longitude : 2°15'10 E		<u>Mer2</u> Latitude : 50°13'15 N Longitude : 1°26'75 E

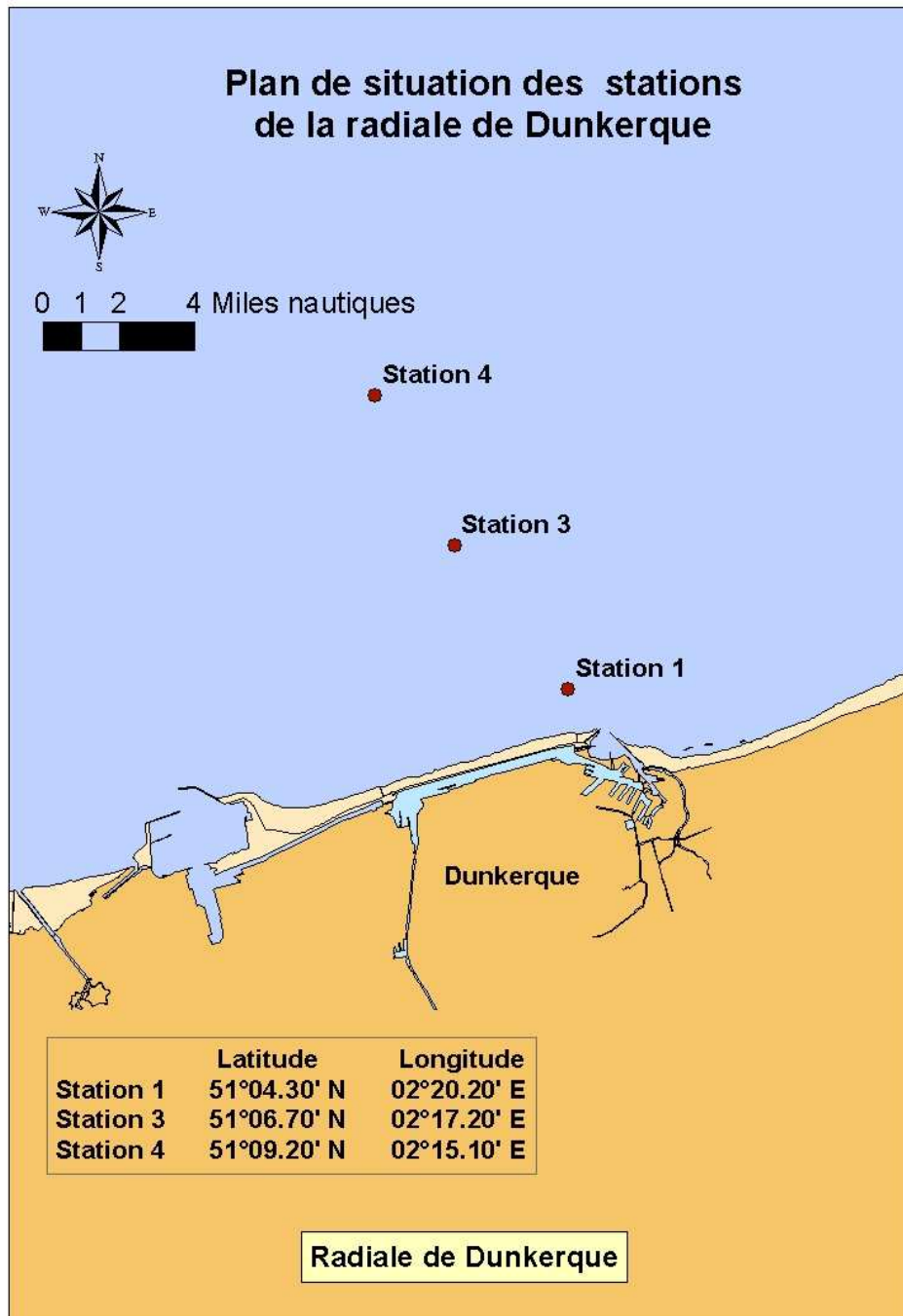


Figure 1. Localisation des points de prélèvements de la radiale de Dunkerque.

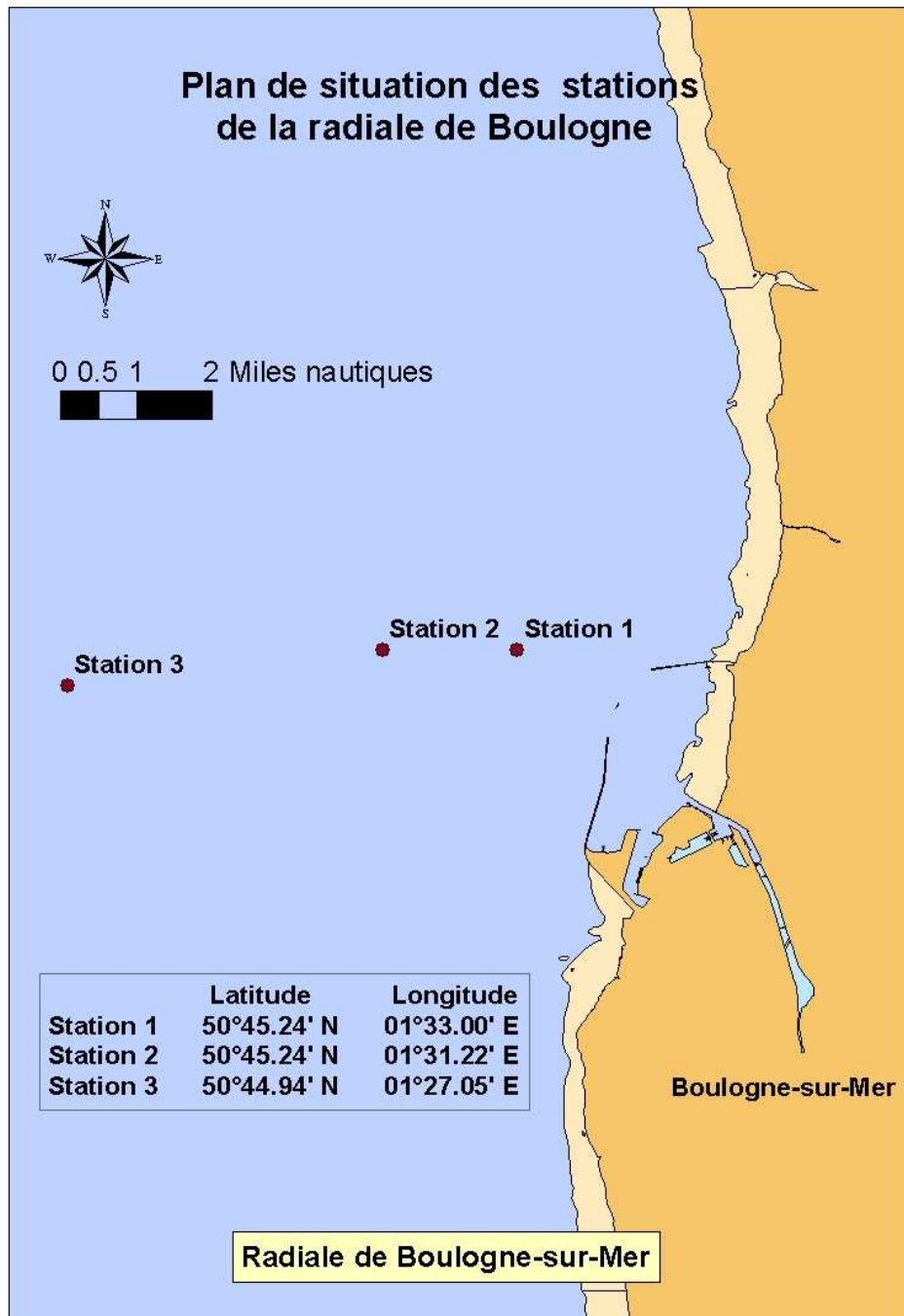


Figure 2. Localisation des points de prélèvements de la radiale de la Boulogne-sur-Mer.

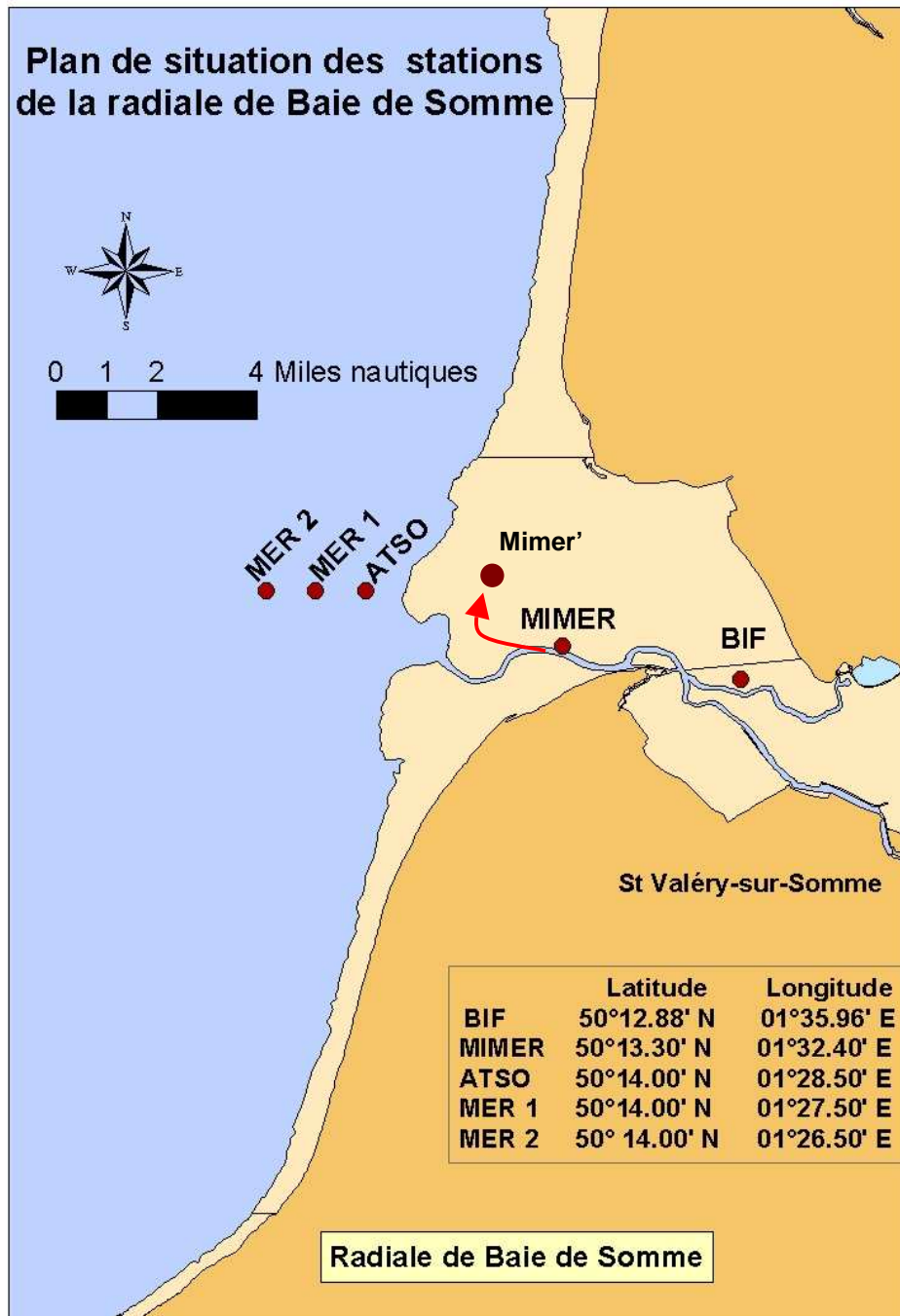


Figure 3. Localisation des points de prélèvements de la radiale de la Baie de Somme.

1.4. Paramètres étudiés et analyses

Les méthodes d'analyses suivent les procédures décrites dans le manuel des analyses chimiques en milieu marin d'Aminot & Chaussepied (1983), Aminot & Kérouel (2004) et sont effectuées selon la procédure d'assurance de la qualité de l'Ifremer.

1.4.1. Salinité et Température

La mesure de la salinité se fait par sonde conductimétrique couplée à une sonde de température soit directement dans le milieu, soit au laboratoire dans le flacon de prélèvement.

Le résultat est exprimé en Practical Salinity Unit (P.S.U.). L'UNESCO recommande l'utilisation de l'échelle de salinité comme un rapport sans préciser de dimensions ou d'unité. Les notations p.p.t., ‰, g. kg⁻¹ ne sont plus utilisées et il n'est pas correct de préciser P.S.U. après le nombre (Anonyme, 1985). La plage de mesure se situe entre 0.0 et 42.0 avec une précision de ± 0.1 entre 5 et 25°C.

En ce qui concerne la température, elle est mesurée en même temps par la sonde dont la plage de mesure se situe entre -5.0 et 99.9°C (précision ± 0.1°C).

1.4.2. Turbidité

La méthode utilisée est une mesure par néphélométrie. Elle consiste à mesurer la quantité de lumière diffusée à 90° par rapport à la lumière incidente. La turbidité est exprimée en Nephelometric Turbidity Unit (N.T.U.).

1.4.3. Ammonium

Le dosage est effectué selon la méthode de Koroleff (1969).

Ce dosage permet de déterminer la totalité de l'azote ammoniacal. Après l'addition d'hypochlorite en milieu basique, il y a une formation de monochloramine. Cette monochloramine réagit avec le phénol pour donner du bleu d'indophénol possédant un maximum d'absorption à 630 nm. La réaction est catalysée par le nitroprussiate.

La mesure de concentration se fait par lecture au spectrophotomètre avec une relation Densité Optique (DO) / concentration selon une courbe de calibration réalisée à chaque série de mesures. La concentration d'ammonium est exprimée en µmol/L. Le seuil de détection de l'appareil est de 0,15 µmol/L.

1.4.4. Nitrate

Après réduction des ions nitrates en ions nitrites, par passage sur une colonne au cadmium, la méthode appliquée est la méthode de Bendschneider & Robinson (1952).

Les ions nitrites forment un complexe diazoïque avec la sulfanilamide en milieu acide. Ce complexe réagit avec le N-naphtyl éthylène diamine pour former un complexe coloré rose ayant un maximum d'absorption à 543 nm.

La mesure de concentration se fait par lecture au spectrophotomètre avec une relation Densité Optique (DO) / concentration selon une courbe de calibration réalisée à chaque série de mesures.

La concentration en nitrate est exprimée en µmol/L. Le seuil de détection est de 0,15 µmol/L.

1.4.5. Nitrite

Le dosage est effectué selon la méthode de Bendschneider & Robinson (1952).

Les ions nitrites forment un complexe diazoïque avec la sulfanilamide en milieu acide. Ce complexe réagit avec le N-naphtyl éthylène diamine pour former un complexe coloré rose ayant un maximum d'absorption à 543 nm. La mesure de concentration se fait par lecture au spectrophotomètre avec une relation Densité Optique (DO) / concentration selon une courbe de calibration réalisée à chaque série de mesures.

La concentration en nitrite est exprimée en µmol/L. Le seuil de détection est de 0,05 µmol/L.

1.4.6. Phosphate

Le dosage est effectué selon la méthode de Murphy & Riley (1962).

Ce dosage permet de déterminer les ions orthophosphates dissous dans l'eau de mer. Les ions phosphates réagissent avec le molybdate d'ammonium, en présence d'antimoine, pour former un complexe que l'on réduit par ajout d'acide ascorbique. Cette forme réduite, de coloration bleue, a un maximum d'absorption à 885 nm.

La mesure de concentration se fait par lecture au spectrophotomètre avec une relation Densité Optique (DO) / concentration selon une courbe de calibration réalisée à chaque série de mesures.

La concentration en phosphate est exprimée en $\mu\text{mol/L}$. Le seuil de détection est de $0,05 \mu\text{mol/L}$.

1.4.7. Silicate

Le dosage est réalisé selon la méthode de Mullin & Riley (1955) adaptée par Strickland & Parsons (1972).

Ce dosage permet de déterminer le silicium dissous réactif. Le silicium réactif forme un complexe silicomolybdique qui par ajout d'un mélange réducteur donne une coloration bleue intense. Ce complexe a un maximum d'absorption à 810 nm.

La mesure de concentration se fait par lecture au spectrophotomètre avec une relation Densité Optique (DO) / concentration selon une courbe de calibration réalisée à chaque série de mesures.

La concentration en silicate est exprimée en $\mu\text{mol/L}$. Le seuil de détection est de $0,1 \mu\text{mol/L}$.

1.4.8. Matières En Suspension (M.E.S.)

La filtration de l'échantillon sur une membrane filtrante permet de récupérer la matière vivante ou morte de taille supérieure à $0,45 \mu\text{m}$ contenue dans l'échantillon, sel de l'eau de mer exclu (le filtre est rincé pour éliminer l'excès de sel).

Par séchage à l'étuve (70°C) de la matière totale pendant 2 heures, puis par différence de pesée (avant et après séchage), le poids sec de la matière totale est déterminé. Les M.E.S. sont exprimées en mg/L .

1.4.9. Matière Organique Particulaire (M.O.P.)

Le filtre préalablement traité pour la détermination des quantités de matières en suspension (paragraphe 1.4.8) est mis au four à moufle (450°C) pendant 1 heure.

Le résultat de la différence de pesée avant / après passage au four permet l'estimation de la part de matière minérale (M.M.) dans l'échantillon. La quantité de M.O.P. est représentée par la différence entre M.E.S. et M.M.. La M.O.P. est exprimée en mg/L .

1.4.10. Chlorophylle a et phéopigments

La méthode de Lorenzen (1967) est appliquée pour définir les concentrations en chlorophylle *a* et en phéopigments qui sont respectivement des indicateurs de la biomasse et de la quantité phytoplanktonique. Par filtration sur membrane (filtre Whatman GF/C de 47 mm), le matériel particulaire est concentré. Les pigments sont ensuite extraits dans un solvant (acétone à 90%). Après centrifugation de 20 minutes à 6000 tr.mn^{-1} , l'absorbance du surnageant est mesurée par spectrophotométrie à 665 et 750 nm, ce qui permet d'obtenir le taux de chlorophylle *a* (son pic d'absorbance se situe à 665 nm). Le surnageant est acidifié (par de l'acide chlorhydrique) et la quantité de phéopigments est alors déterminée en mesurant l'absorbance aux mêmes longueurs d'onde.

Les concentrations des deux paramètres sont exprimées en $\mu\text{g/L}$ ou mg/m^3 (précision $\pm 0,01$). Les seuils de détection sont respectivement de $0,04 \mu\text{g/L}$ et de $0,02 \mu\text{g/L}$ pour la chlorophylle *a* et les

phéopigments. Dans ce document, le taux de phéopigments est exprimé en pourcentage de chlorophylle *active*.

1.4.11. Phytoplancton

La procédure utilisée est celle recommandée par Belin (2001) (Méthode Utermohl 322/89-CSRU/BCM) dans le cadre des réseaux de surveillance phytoplanctonique de l'Ifremer. Les observations sont faites le plus vite possible, au moins pour les espèces cibles, et sur les deux types d'échantillon : vivants et fixés.

Les méthodes de fixation seront différentes suivant que l'observation est faite immédiatement après le prélèvement ou bien décalée dans le temps.

Fixation pour observation immédiate (dans la journée) : la fixation se fait au lugol (2,5 ml par litre). La solution mère de lugol est à conserver au noir, la durée de vie en flacon brun est limitée à quelques mois.

Fixation pour observation décalée (lendemain) : après le lugol, ajout de formol pour conservation des formes fragiles.

Fixation pour conservation de l'échantillon : après observation, la conservation prolongée de l'échantillon est possible en ajoutant du formol.

L'observation se fait dans une cuve à sédimentation de 10 ml avec un grossissement adéquat. Le temps de décantation minimum est 6 heures (au bout de 2 heures environ, 80 % des espèces sont déjà sur le fond de la cuve).

Pour la lecture, lorsque aucune espèce n'est à priori véritablement dominante, la cuve est parcourue entièrement. Dans le cas où une ou plusieurs espèces apparaîtraient très dominantes, un sous-échantillonnage est réalisé. Il consiste en une numération sur les diamètres de la cuve ou des champs choisis de manière aléatoire dans la cuve. Un coefficient multiplicateur permet d'estimer le nombre de cellules phytoplanctoniques observées en fonction du grossissement, du nombre de diamètres ou de champs observés. Le résultat est extrapolé à un volume de 1 litre (résultat en nombre de cellules par litre).

1.4.12. Assurance qualité

L'ensemble des analyses réalisées au laboratoire LER du centre Ifremer Manche - mer du Nord de Boulogne-sur-Mer se fait sous Assurance Qualité (Plan qualité physicochimie du 01/07/2000 et plan qualité métrologie du 23/07/2002). De plus, le laboratoire est impliqué dans le Programme d'Inter Comparaison QUASIMEME (Quality ASSurance for Information from Marine Environmental Monitoring in Europe) pour les sels nutritifs.

1.4.13. Sonde Ysi

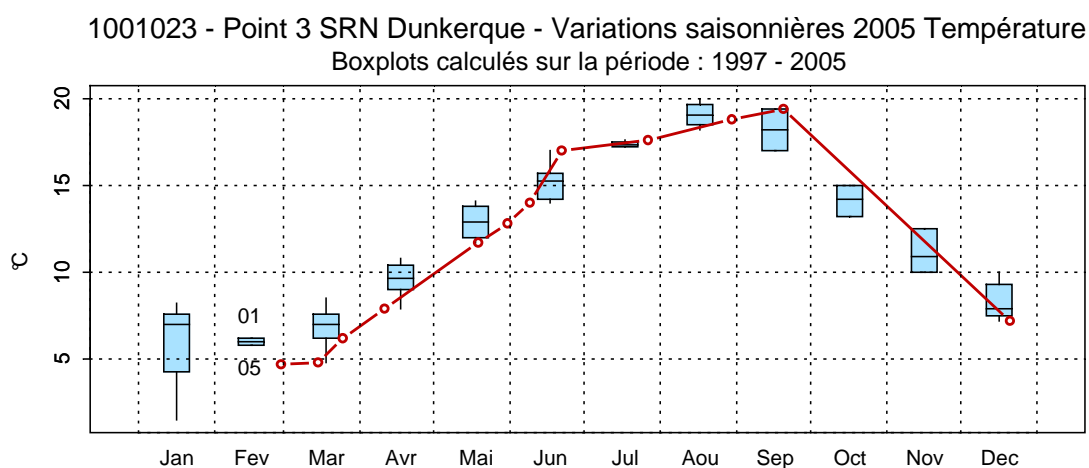
Lors des campagnes de prélèvement, la sonde Ysi 6600 a été utilisée afin de caractériser la structure verticale des masses d'eaux des différents sites. La sonde Ysi est très complète pour les longues surveillances ainsi que pour les profils. En effet, dotée d'une autonomie assez importante (jusqu'à 75 jours), elle permet la mesure des divers paramètres présentés ci-dessous. La concentration de Chlorophylle et la turbidité sont mesurées par des capteurs auto-nettoyants, non affectés par les variations de la lumière ambiante.

Tableau récapitulatif des paramètres de la sonde Ysi 6600

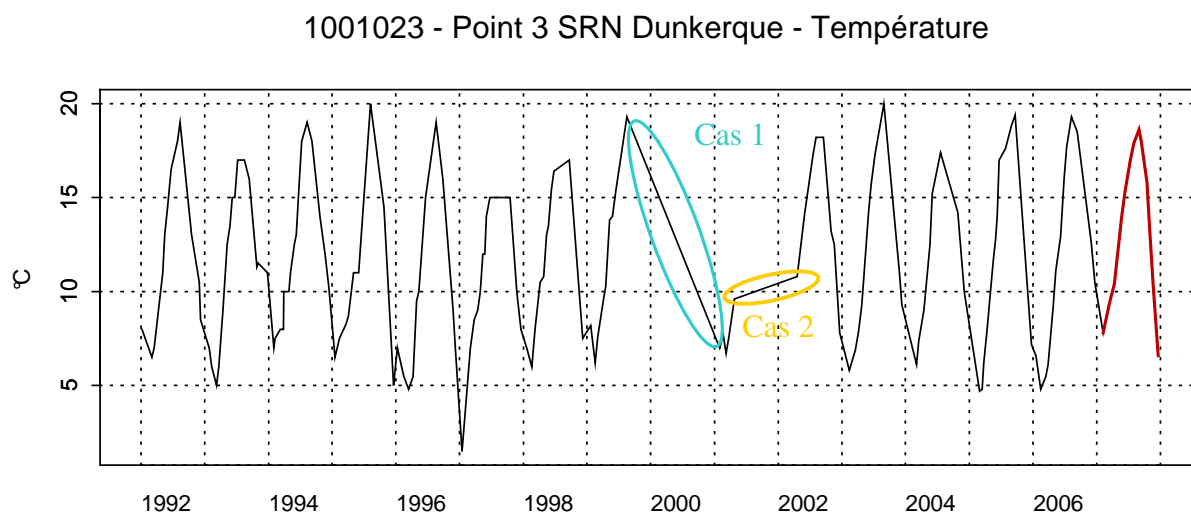
Paramètres	Unités	Plage	Résolution	Précision
<i>Température</i>	Degrés Celsius (°C)	-5°C à + 45°C	0,01 °C	± 0,15 °C
<i>Conductivité</i>	mS / cm	0 à 100 mS/cm	0,001 à 0,1 mS/cm	± 0,5 % de la lecture +0,001 mS/cm
<i>Salinité</i>		0 à 70	0,01	± 1% de la lecture ou 0,1
<i>Oxygène dissous</i>	% saturation	0 à 500 %	0,1 %	0 à 200% : ± 2 % de la lecture 200 à 500% : ± 6 % de la lecture
<i>Oxygène dissous</i>	mg / L	0 à 50 mg/L	0,01 mg/L	0 à 20 mg/L : ± 2 % de la lecture 200 à 500 mg/L : ± 6 % de la lecture
<i>pH</i>	Unités de pH	0 à 14 unités	0,01 unités	± 0,2 unités
<i>Turbidité</i>	N.T.U.	0 à 1000 N.T.U.	0,1 N.T.U.	± 5 % de la lecture ou 2 N.T.U.
<i>Chlorophylle</i>	µg / L	0 à 400 µg/L	0,1 µg/L	
<i>Profondeurs</i>	Mètres (m)	0-200 m	0,001 m	De 0 à 9 m : ± 0,02 m De 0 à 60 m : ± 0,12 m De 0 à 200 m : ± 0,3 m

1.4.14. Interprétation des figures

Les paramètres hydrologiques mesurés, par exemple, sur la période 1992 - 2007 sont représentés par deux types de graphiques. D'abord, les boîtes de dispersion permettent de visualiser les variations saisonnières. Elles représentent la distribution des valeurs pour chaque mois, pour l'ensemble de la période considérée. Les valeurs extrêmement faibles ou fortes sont indiquées par l'année où le phénomène s'est produit (exemple : au mois de février 2001, la valeur de la température fut exceptionnelle à Dunkerque).



Enfin le deuxième illustre l'évolution du paramètre considérée à long terme, de 1992 à 2007. Les valeurs de l'année étudiée sont figurées en rouge, mais attention lors de l'absence de données sur un graphique, les points sont reliés par un trait, ce qui peut être trompeur quant à l'interprétation de l'évolution du cycle à long terme (exemples : cas 1 → forte chute due à l'absence de données entre le début de l'hiver 1999 et le milieu de l'hiver 2001, et cas 2 → période apparemment stable en raison de l'absence de données du printemps 2001 au printemps 2002).



2. Comparaison intra-radiale

2.1. Dunkerque

Pour des raisons météorologiques et techniques, le prélèvement du 13/04/07 pour le point 4 n'a pu être effectué. Au total, 13 campagnes de prélèvements ont été réalisées.

2.1.1. Température

La courbe de température indique une dynamique classique (Figure 1.1.). Dès le mois de février, la température augmente et atteint son maximum à la fin du mois d'août (18,6 °C à 18,5°C des points 1 à 4). A partir de septembre, la température commence à diminuer ; la chute est plus importante d'octobre à décembre (minimum de 6 °C à 7,8 °C respectivement du point côtier au point le plus éloigné).

Il existe globalement un faible gradient de température entre la côte et le large. Ce gradient varie de $-1,5$ °C à $+1,3$ °C. Le gradient est globalement négatif ou nul au printemps et en été (eaux côtières plus chaudes) et devient positif en hiver (Figure 1.1).

Les cycles saisonniers sont nettement marqués pour l'ensemble de la période considérée (valeurs manquantes en 2000 pour les points 3 et 4, et en 2001 pour les 3 points). L'évolution temporelle des températures en 2007 est cohérente avec le schéma établi sur la période 1992-2007. La médiane et la moyenne des températures de 2007 (respectivement 14,60°C et 13,52°C pour le point côtier) sont supérieures à celles mesurées sur la période 1992-2007 (respectivement 11,00°C et 11,79°C pour le point côtier) ; cela se vérifie également pour les 2 autres points (Figures 1.2.a. et b.).

Globalement, l'année 2007 se caractérise par des températures au moins supérieures à la médiane de janvier à juin et en octobre. Les températures relevées lors de la période estivales, la fin de l'automne et le début de l'hiver sont globalement plus fraîches (Figure 1.2.a.).

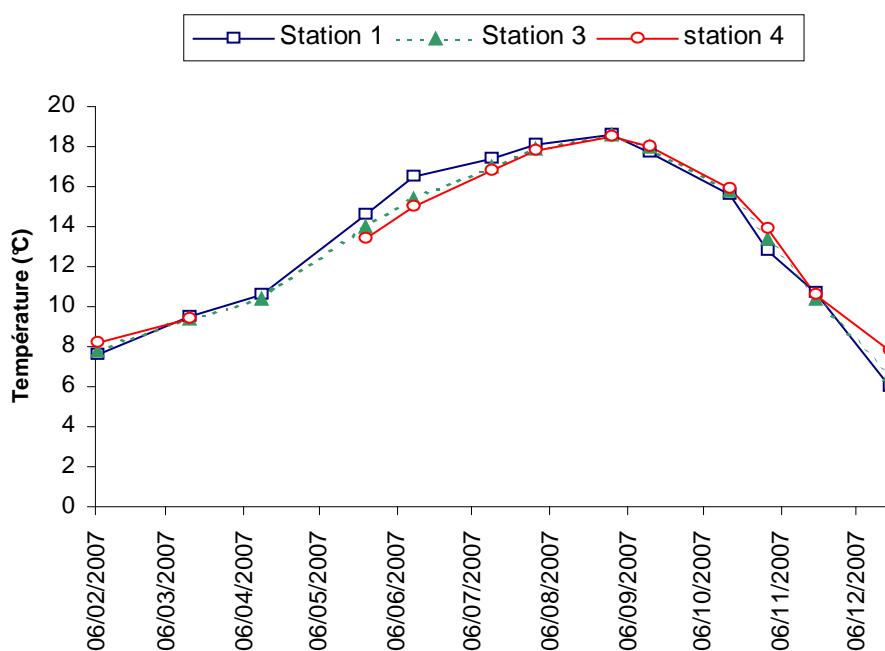
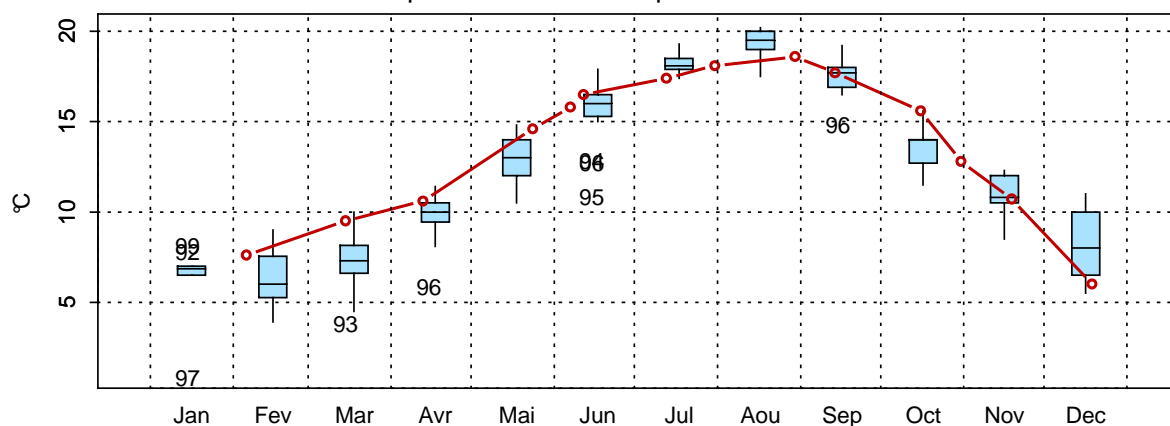
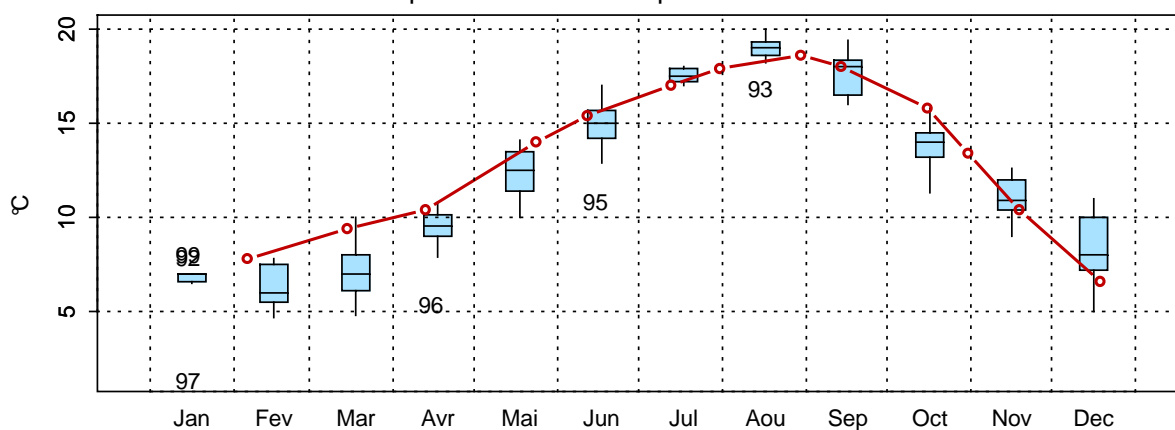


Figure 1.1. Évolution temporelle en 2007 de la température (°C) sur la radiale de Dunkerque

1001022 - Point 1 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Température
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



1001023 - Point 3 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Température
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



1001024 - Point 4 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Température
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

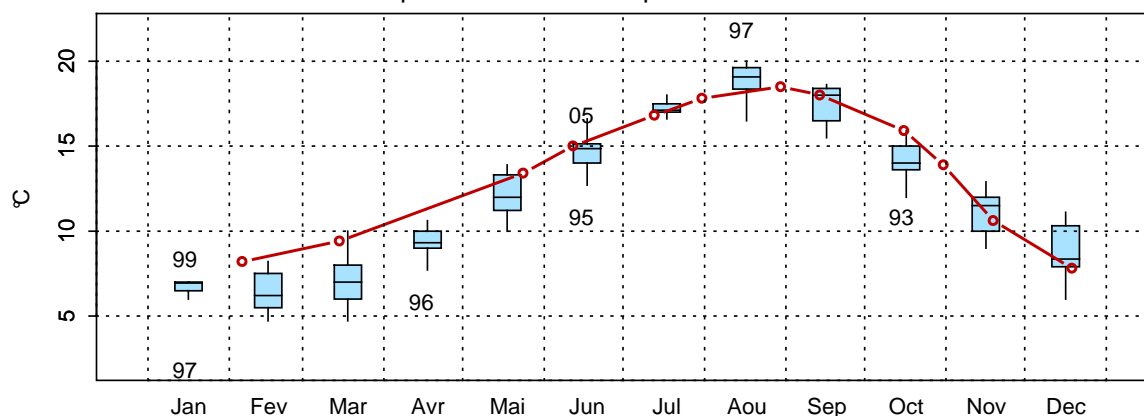
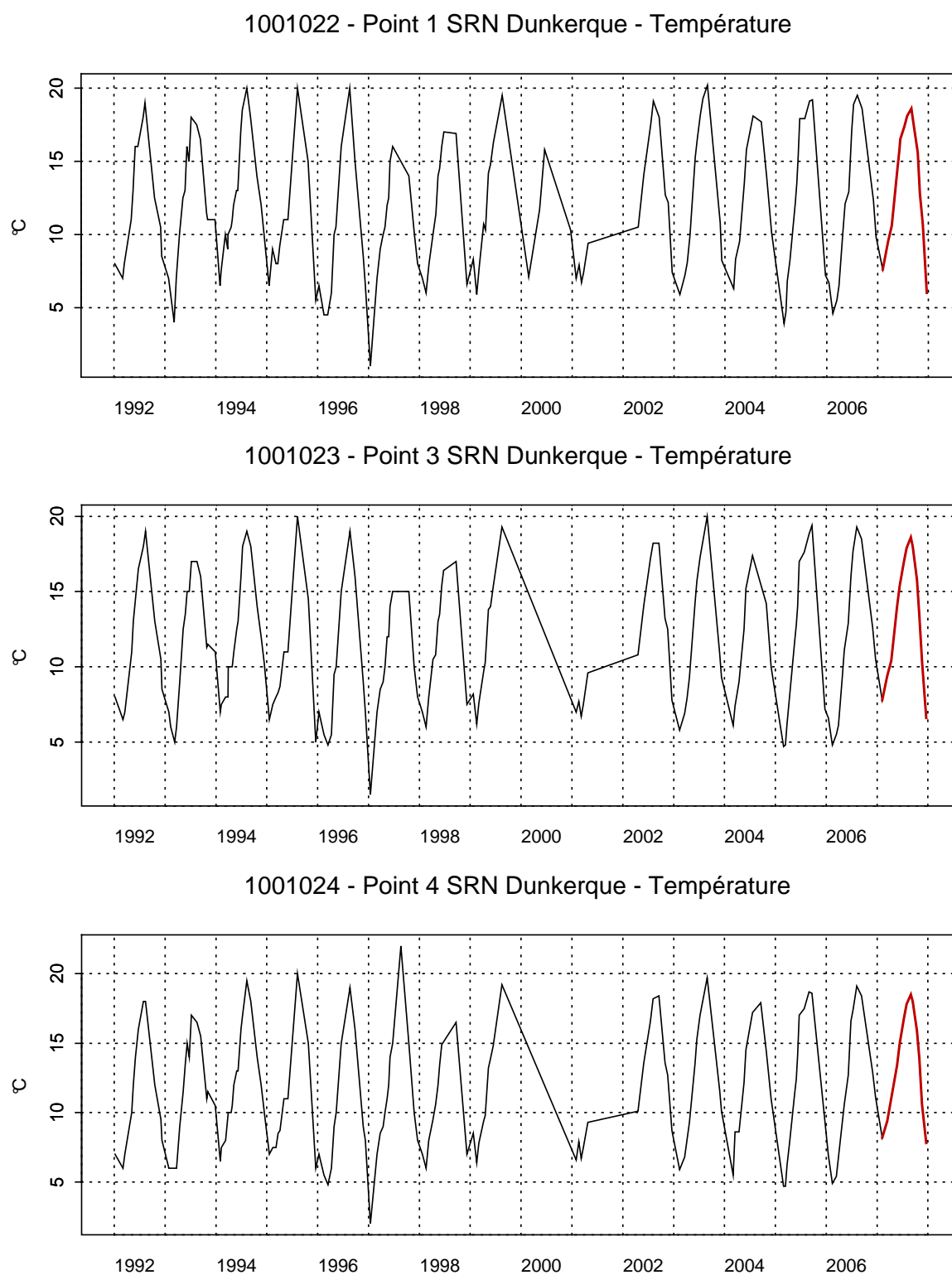


Figure 1.2.a. Évolution des variations saisonnières de température (°C)
sur la radiale de Dunkerque pour la période de 1992 à 2007



**Figure 1.2.b. Évolution de la température (°C)
sur la radiale de Dunkerque pour la période de 1992 à 2007**

2.1.2. Salinité

La salinité est caractéristique d'un système marin côtier (Figure 1.3.). Elle est comprise entre 32,8 et 34,7 au point 1, entre 32,9 et 34,9 au point 3 et entre 33 et 35,2 au point 4.

Les fluctuations observées sont le reflet à la fois de conditions de prélèvements différentes (horaires des marées) et de situations environnementales différentes (météorologie, courantologie) qui ne peuvent être appréhendées à cette échelle d'observation.

Le gradient côte - large de salinité est compris entre 0,1 et 0,7 (Figure 1.3.).

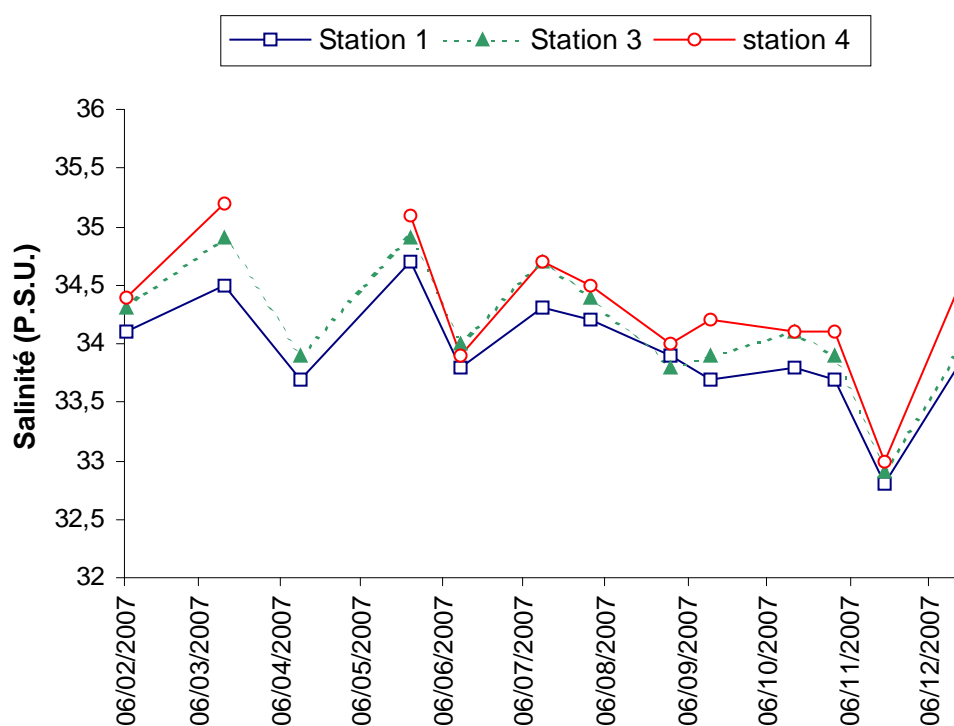


Figure 1.3. Évolution temporelle de la salinité (P.S.U) sur la radiale de Dunkerque

2.1.3. Turbidité et matières en suspension

L'évolution de la turbidité est relativement comparable à celle des matières en suspension (M.E.S.). Le maximum est mesuré en début et en fin de cycle (période hivernale et automnale) et le minimum l'est pendant la période estivale. Cependant, on observe quelques « anomalies » par rapport à ce schéma qui sont le reflet de processus hydrodynamique et météorologique non abordables à cette échelle d'observation (Figures 1.4. et 1.5.). Exemples : importante quantité de MES au mois de juillet sur la station 1 (24,90 mg/L) et forte turbidité en mars à la station 3 (7,99 NTU).

La turbidité est maximale au point 3 (7,99 N.T.U.) le 15/03 et minimale le 06/02 au point 3 (0,44 N.T.U.).

Le maximum et le minimum de M.E.S. sont mesurés, respectivement, au point 1 (24,90 mg/L) le 13/07 et au point 4 le 12/06 (0,40 mg/L).

Les différences de turbidité et de M.E.S. entre la côte et le large sont comprises, respectivement entre 0,22 et 2,90 N.T.U. et entre 0,30 mg/L et 22,50 mg/L (Figures 1.4. et 1.5.).

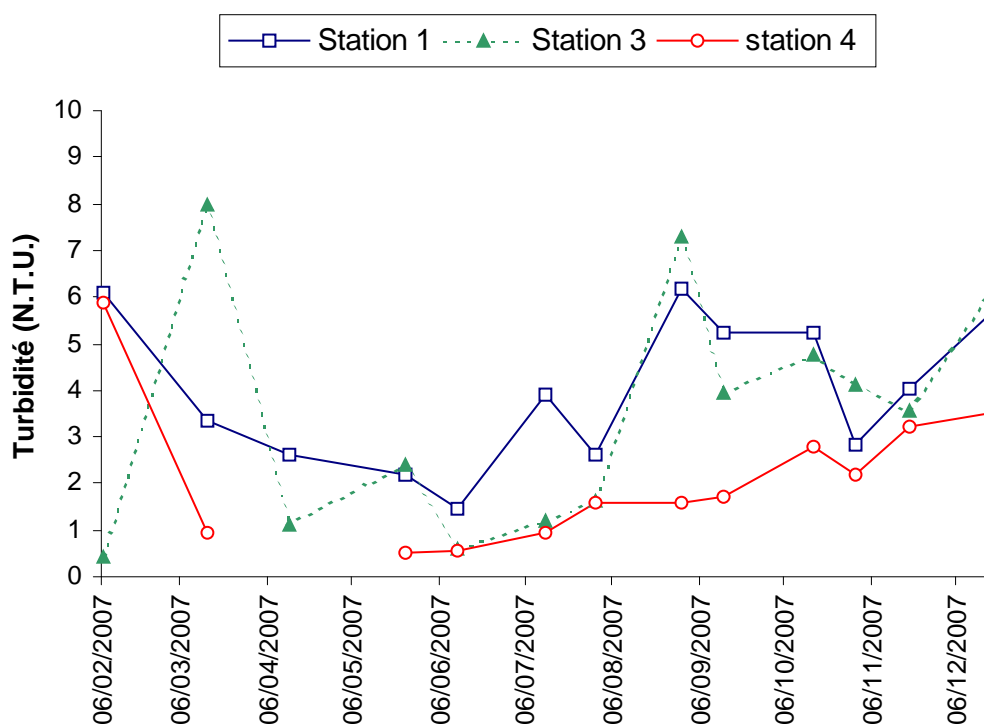


Figure 1.4. Évolution temporelle de la turbidité (N.T.U.) sur la radiale de Dunkerque

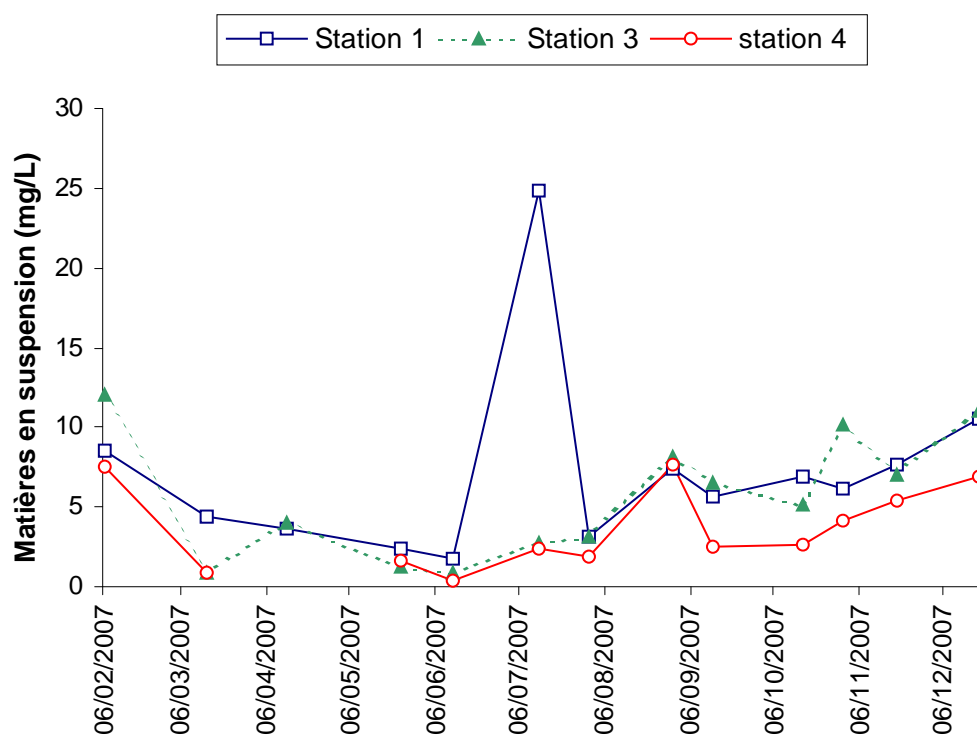


Figure 1.5. Évolution temporelle des matières en suspension (mg/L) sur la radiale de Dunkerque

2.1.4. Matière organique

L'évolution de la concentration de matière organique (M.O.) est marquée par de faibles valeurs en début de saison (février), pour atteindre un maximum entre mars et juin (selon les points considérés avec plus de 50 % de M.O. dans les MES) avant de revenir progressivement à des niveaux comparables au début de cycle (< à 30 %) (Figure 1.6).

L'augmentation au cours des mois de mars à juin correspond à une production de biomasse organique liée au développement du phytoplancton, d'où l'augmentation durant la même période de la concentration en chlorophylle *a* ; ceci se vérifie également avec l'augmentation de matière organique enregistrée en septembre lors du bloom automnal.

Le gradient côte-large est compris entre 0,78 % et 55,60 %.

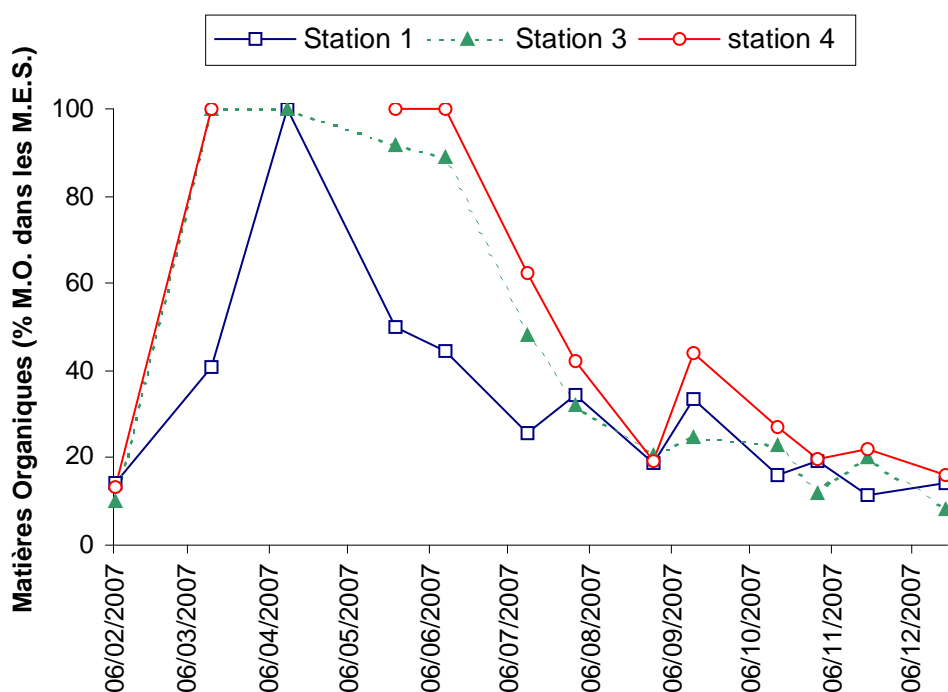


Figure 1.6. Évolution temporelle de la teneur en matière organique (%) dans les matières en suspension sur la radiale de Dunkerque

2.1.5. Chlorophylle *a* et nutriments

Les graphiques de synthèse de ces paramètres pour l'année 2007 sont repris de la Figure 1.13. à la Figure 1.15. ceci afin de faciliter l'interprétation.

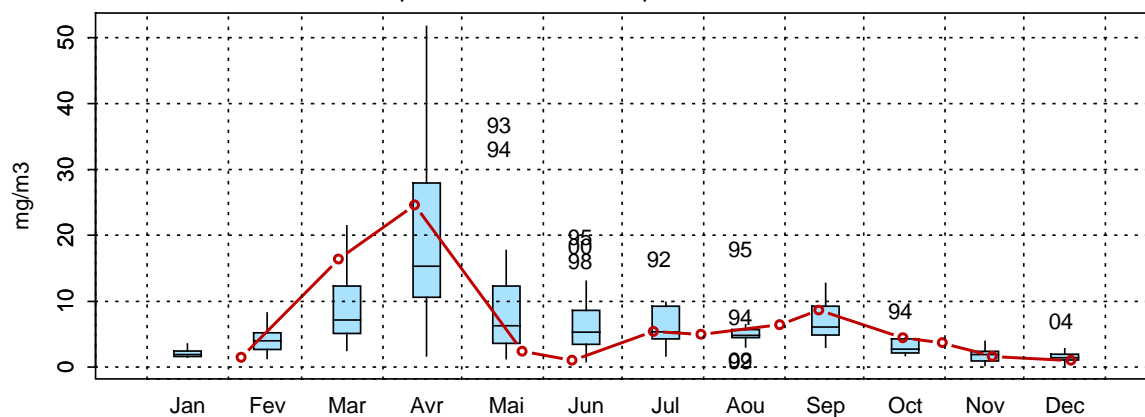
- chlorophylle *a*

Le dosage de la concentration en chlorophylle *a*, indicateur de biomasse phytoplanctonique, permet de mettre en évidence un bloom printanier majeur généralisé, de la côte vers le large, (24,60 µg/L le 13/04 au point côtier) et un bloom secondaire automnal (maximum de 10,03 µg/L le 14/09 au point 3) caractéristiques des systèmes tempérés.

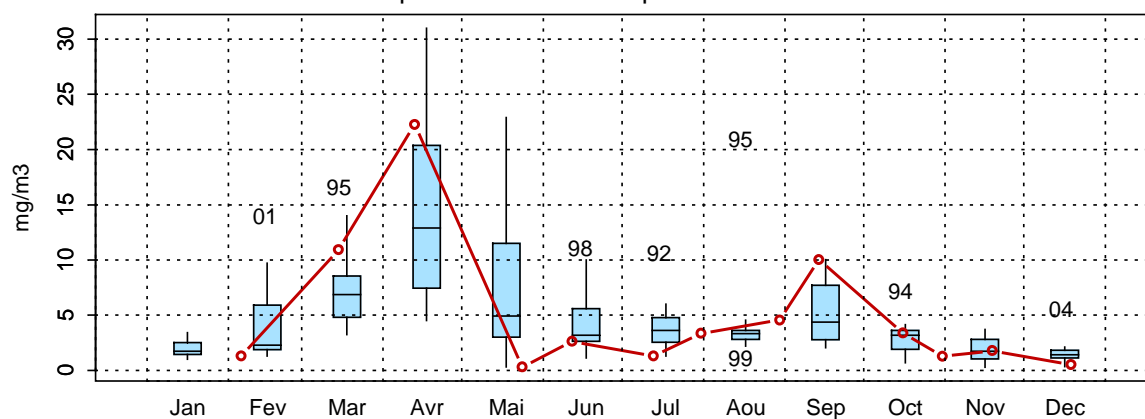
Alors que les années 1990 présentent régulièrement des valeurs extrêmes lors du printemps ou de l'été, les années 2000 se caractérisent par des valeurs globalement plus faibles avec des extrêmes en phase de pré- ou post-bloom (Figures 1.7.a. et b.).

Les cycles saisonniers sont nettement marqués pour l'ensemble de la période considérée (valeurs manquantes en 2000 pour les points 3 et 4, et en 2001 pour le 3 point). Les variabilités inter-annuelle et intra-radiale (gradient côte-large) sont fortes. Les efflorescences les plus importantes et généralisées de la côte vers le large ont été observées en 1996 et 1999. Lors des années 1993 et 1994, le gradient côte-large est bien marqué ; l'efflorescence est plutôt côtière. En 1997 et 1998, les efflorescences sont particulièrement importantes au large (le gradient côte-large est atténué). En 1992 et 1995, le développement phytoplanctonique est quasiment homogène sur la radiale. En 2003, le bloom est observé à la station intermédiaire. Les années 2002, 2004 à 2006 sont caractérisées par de faibles concentrations en chlorophylle *a*. En 2007, l'absence de données au large ne permet pas de conclure quant à l'étalement spatiale du bloom. Il est presque aussi important à la station intermédiaire qu'à la station côtière (Figures 1.7.a. et b.).

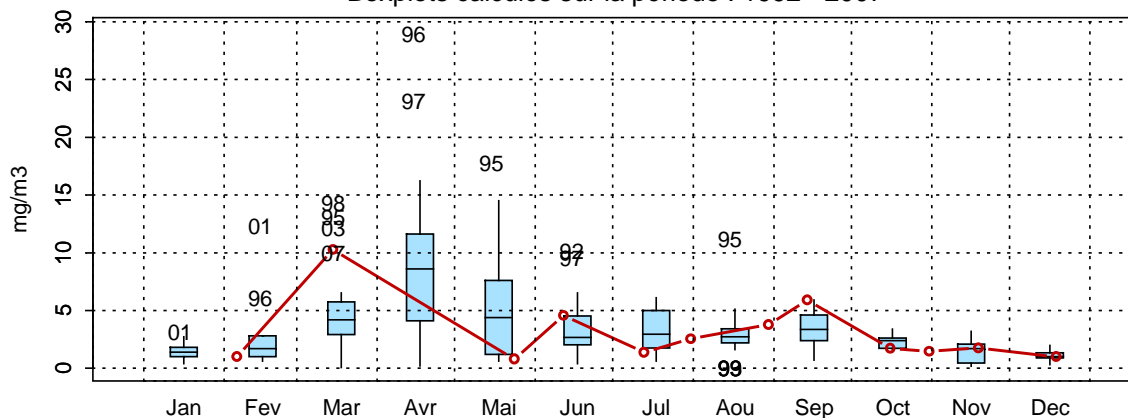
1001022 - Point 1 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Chlorophylle a
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



1001023 - Point 3 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Chlorophylle a
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

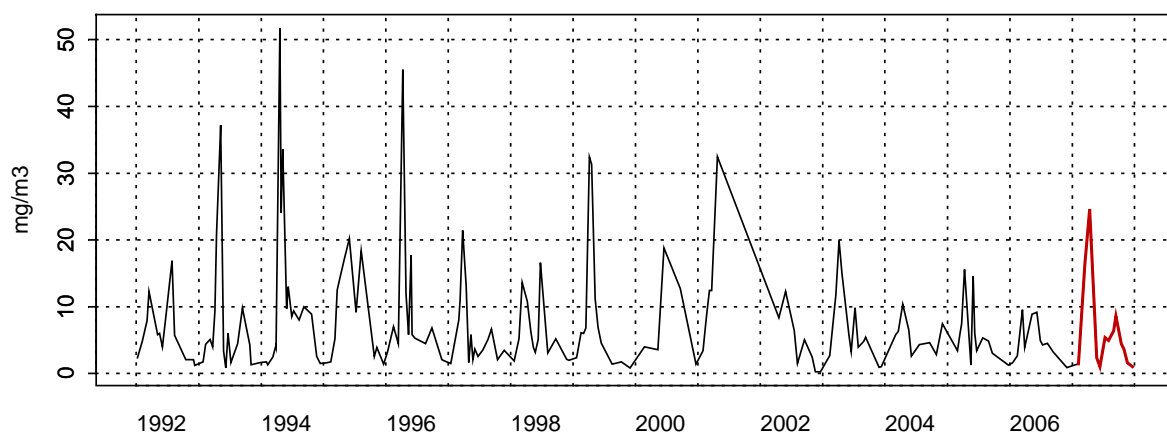


1001024 - Point 4 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Chlorophylle a
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

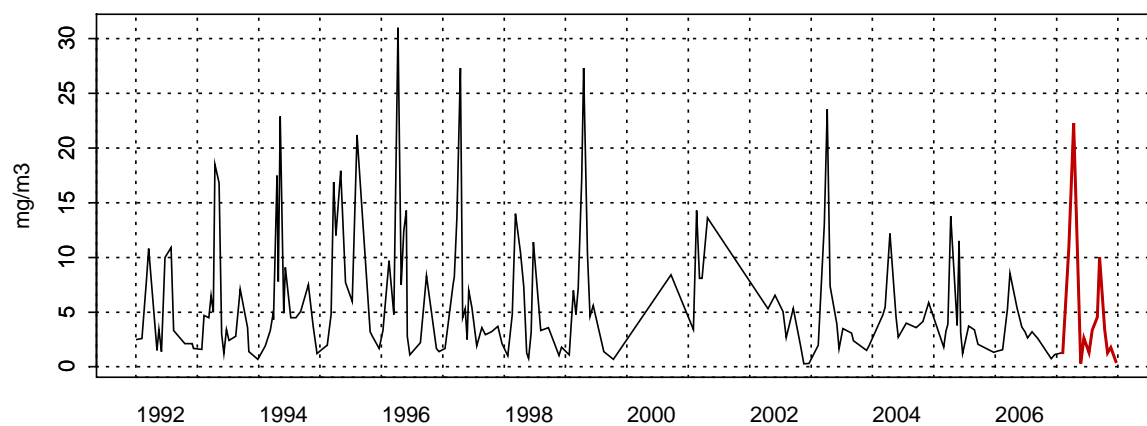


**Figure 1.7.a Évolution des variations saisonnières en chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$)
sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007**

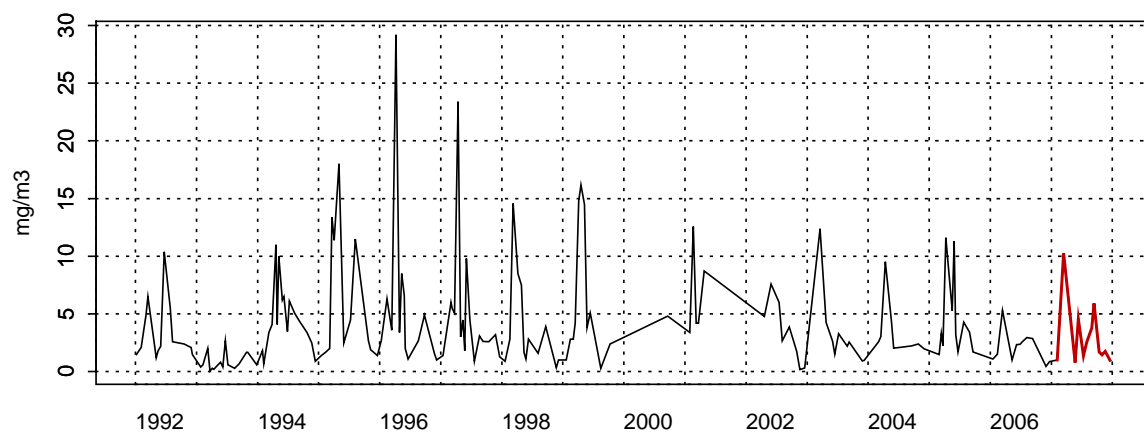
1001022 - Point 1 SRN Dunkerque - Chlorophylle a



1001023 - Point 3 SRN Dunkerque - Chlorophylle a



1001024 - Point 4 SRN Dunkerque - Chlorophylle a



**Figure 1.7.b Évolution de la chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$)
sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007**

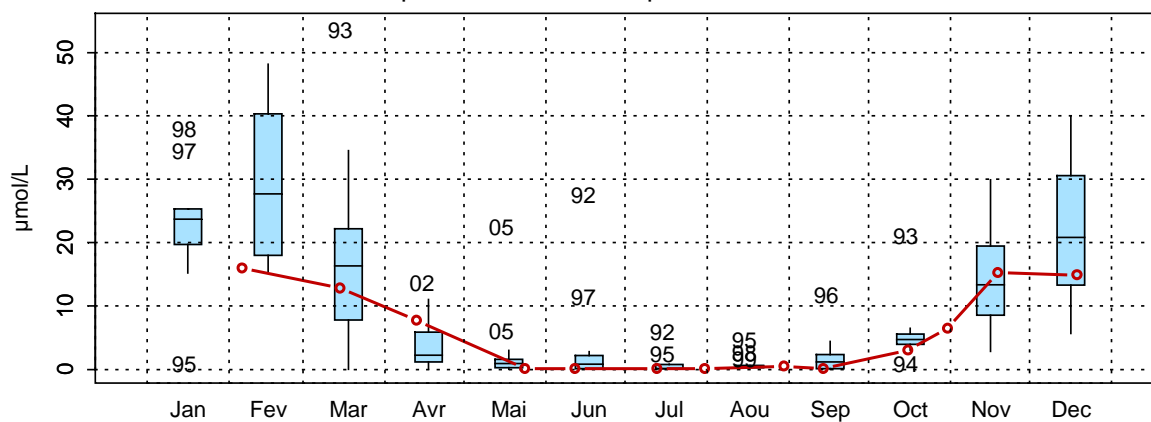
- Nitrate

La courbe d'évolution du nitrate est classique. On observe que les concentrations maximales sont atteintes lors des mois hivernaux (janvier, novembre et décembre) avec des valeurs supérieures à $14 \mu\text{mol/L}$ et que les concentrations minimales sont observées de juin à septembre. La période de février à mai se caractérise par une chute brutale des concentrations pour atteindre la limite du seuil de détection en juin ($< 0,05 \mu\text{mol/L}$) et ensuite on a une nette augmentation du mois de septembre jusqu'au mois de décembre.

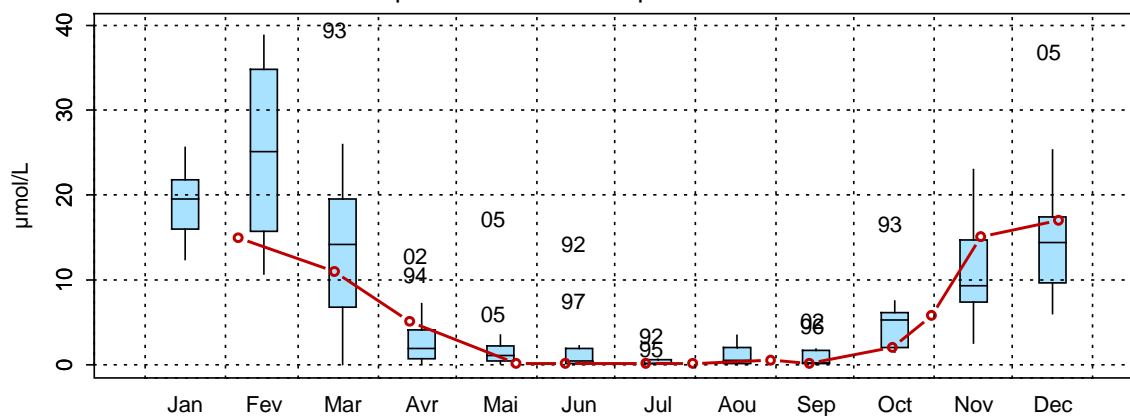
En 2007, les concentrations hivernales sont particulièrement faibles en comparaison à celles mesurées sur la période 1992-2007. Les concentrations sont fortes en novembre pour tous les points, mais elles ne progressent pas d'avantage en décembre, voire elles régressent au large.

L'observation de la série complète de données permet de mettre en évidence des années lors desquelles les concentrations sont particulièrement faibles par rapport à ce qui est habituellement mesuré. Ainsi, les années 2003, 2004 et 2007 présentent des concentrations à la côte inférieures à $30,0 \mu\text{mol/L}$ alors que cette valeur est dépassée le reste du temps (attention : valeurs manquantes en 2000 et 2001 ne permettant pas de conclure). Ce schéma est valable pour les autres points bien que les niveaux atteints soient différents (Figures 1.8. a. et b.).

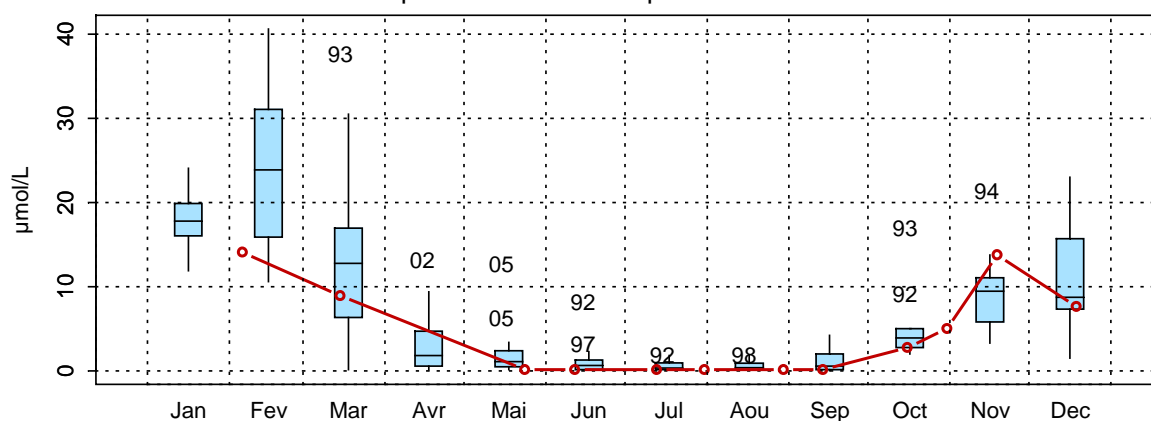
1001022 - Point 1 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



1001023 - Point 3 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

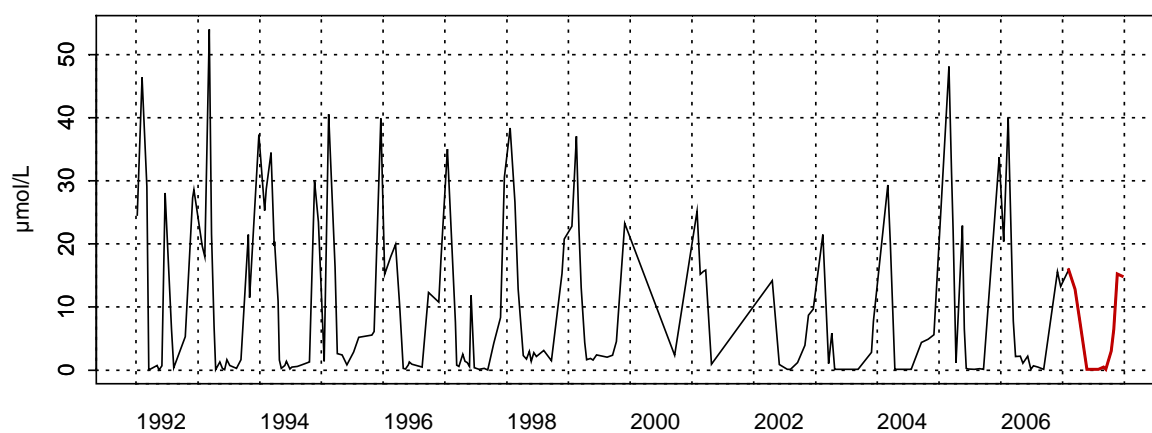


1001024 - Point 4 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

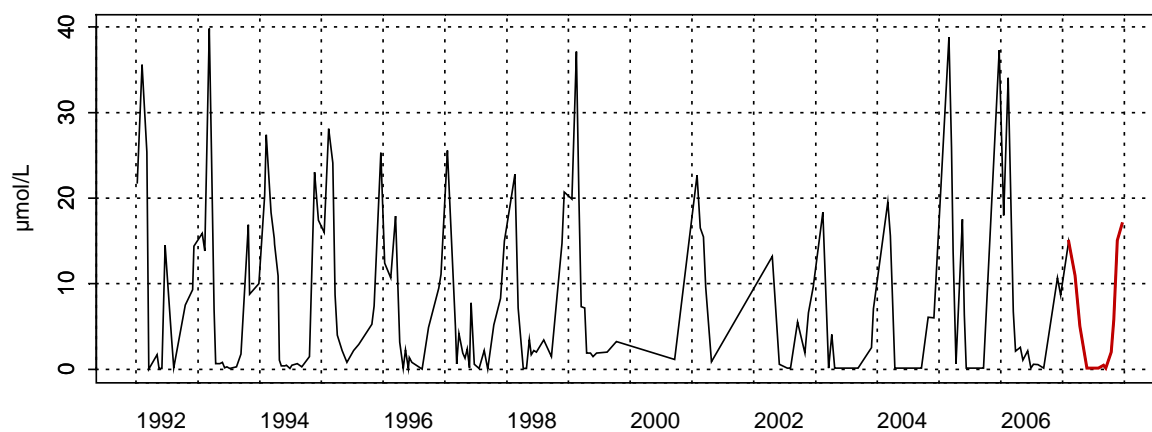


**Figure 1.8.a. Évolution des variations saisonnières en nitrate (µmol/L)
sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007**

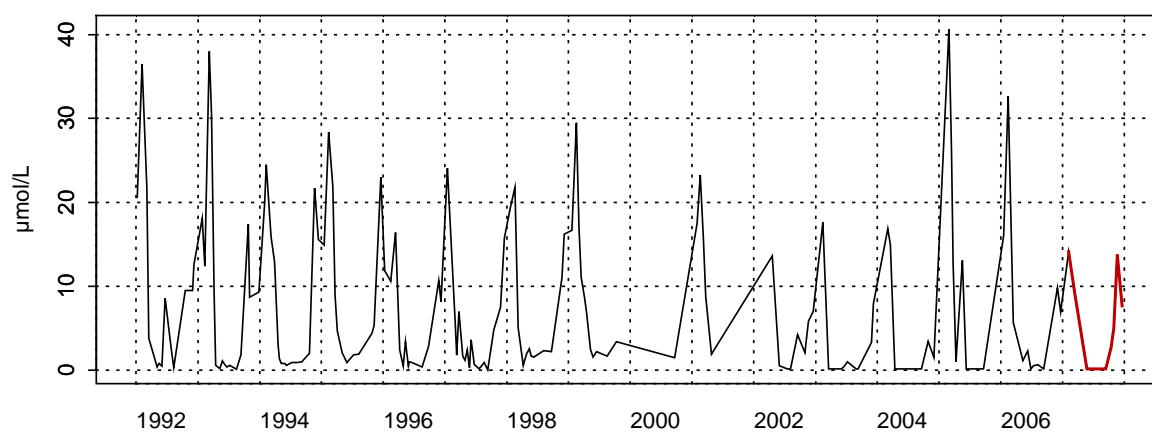
1001022 - Point 1 SRN Dunkerque - Azote nitrique (nitrate)



1001023 - Point 3 SRN Dunkerque - Azote nitrique (nitrate)



1001024 - Point 4 SRN Dunkerque - Azote nitrique (nitrate)



**Figure 1.8.b. Évolution des nitrates (µmol/L)
sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007**

- Nitrite

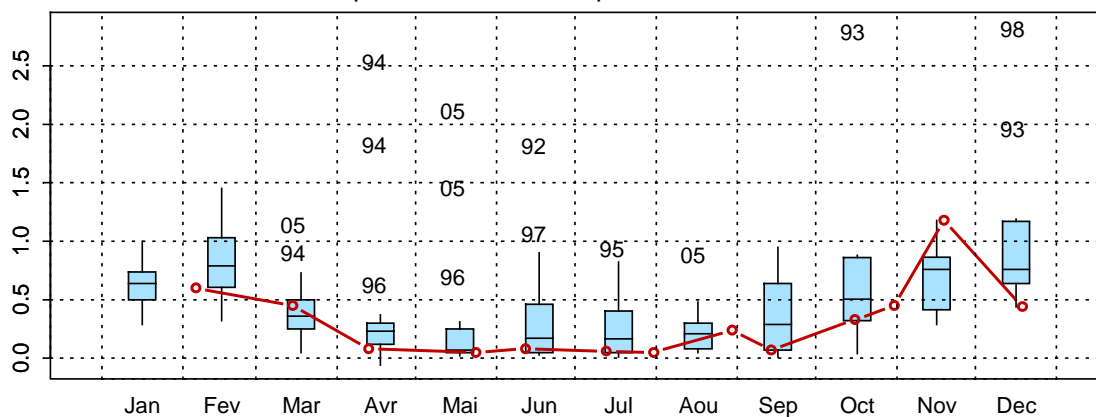
Les concentrations en nitrite présentent des fluctuations importantes d'une année sur l'autre. L'aspect fugace de cet élément lors des réactions de nitrification-dénitrification rend difficile l'interprétation.

La courbe d'évolution des nitrites est classique et ressemble fortement à celle des nitrates. Au début de l'année, les concentrations sont de l'ordre de 0,5 $\mu\text{mol/L}$, puis les minima sont obtenus d'avril à août (valeurs proches ou égales au seuil de détection : 0,05 $\mu\text{mol/L}$), la concentration augmente alors jusqu'en novembre pour atteindre le maximum (1,23 $\mu\text{mol/L}$ au point 3 le 19/11), avant de présenter une forte diminution au mois de décembre.

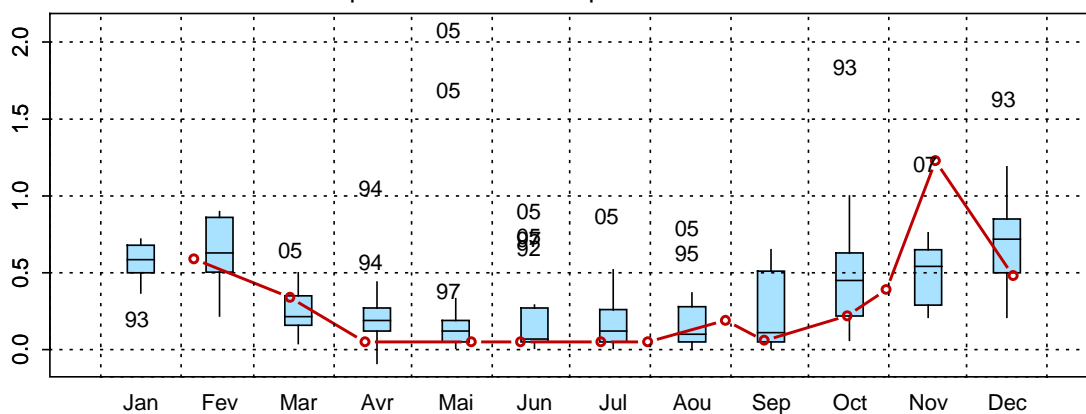
En 2007, les valeurs sont relativement faibles par rapport à celles relevées au cours de la période 1992-2007. Elles sont systématiquement inférieures à la médiane mensuelle 1992-2007 sauf en mars et en novembre.

Les plus fortes concentrations au point côtier ont été mesurées de 1992 à 1994, en 1998 et en 2005. Une valeur particulièrement forte est mise en évidence au large en 1997. Pour les autres années, le gradient côte-large existe et les valeurs maximales sont de l'ordre de 1,0 $\mu\text{mol/L}$ à la côte contre 0,5 $\mu\text{mol/L}$ au large (Figure 1.9.a. et 1.9.b.).

1001022 - Point 1 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 NO₂
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



1001023 - Point 3 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 NO₂
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



1001024 - Point 4 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 NO₂
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

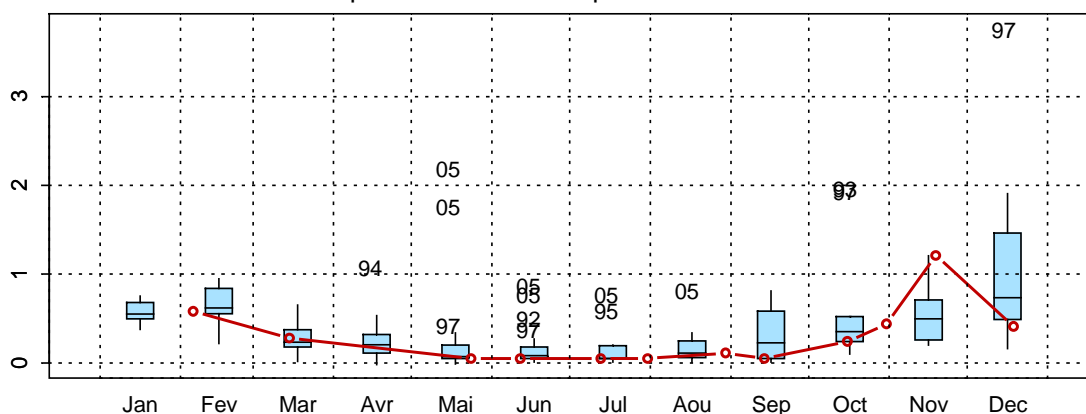
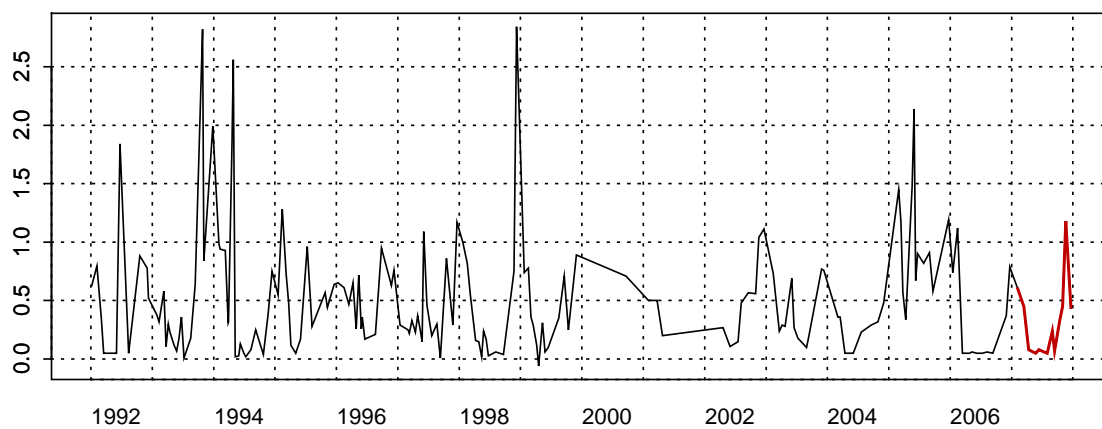
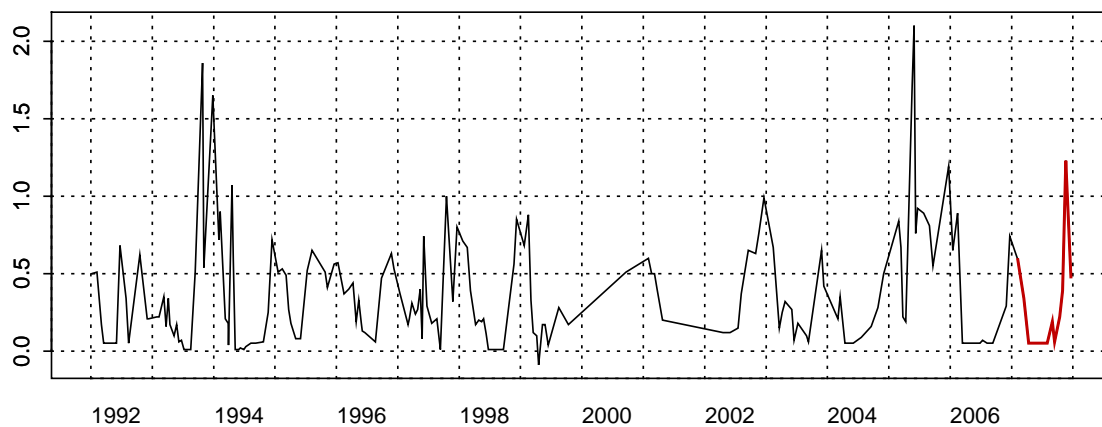


Figure 1.9.a. Évolution des variations saisonnières en nitrite ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007

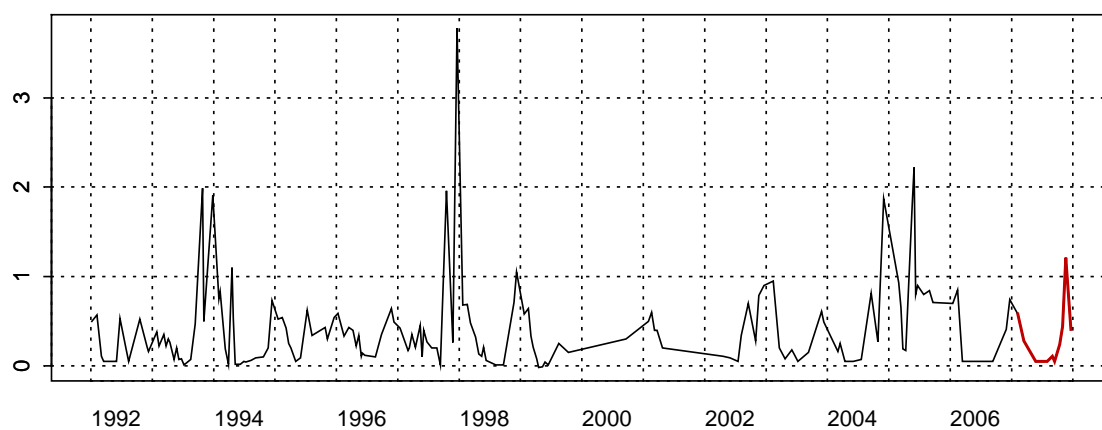
1001022 - Point 1 SRN Dunkerque - NO2



1001023 - Point 3 SRN Dunkerque - NO2



1001024 - Point 4 SRN Dunkerque - NO2



**Figure 1.9.b. Évolution des nitrites ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007**

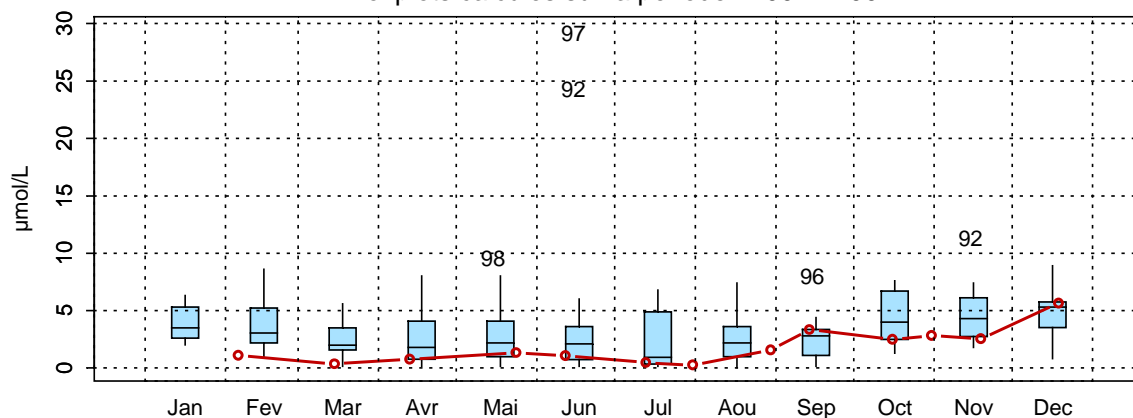
- Ammonium

Le schéma d'évolution de la concentration en ammonium apparaît classique. On observe les concentrations les plus faibles en début de cycle et les plus élevées durant la période hivernale. L'évolution de la concentration de l'ammonium en 2007 est caractérisée par des minima de janvier à septembre ($0,25 \mu\text{mol/L}$ le 31/07 au point intermédiaire) avec parfois des valeurs inférieures au seuil de détection ($0,15 \mu\text{mol/L}$), puis une augmentation progressive des concentrations pour atteindre le maximum au cours du mois de décembre ($5,65 \mu\text{mol/L}$ le 19/12 au point côtier).

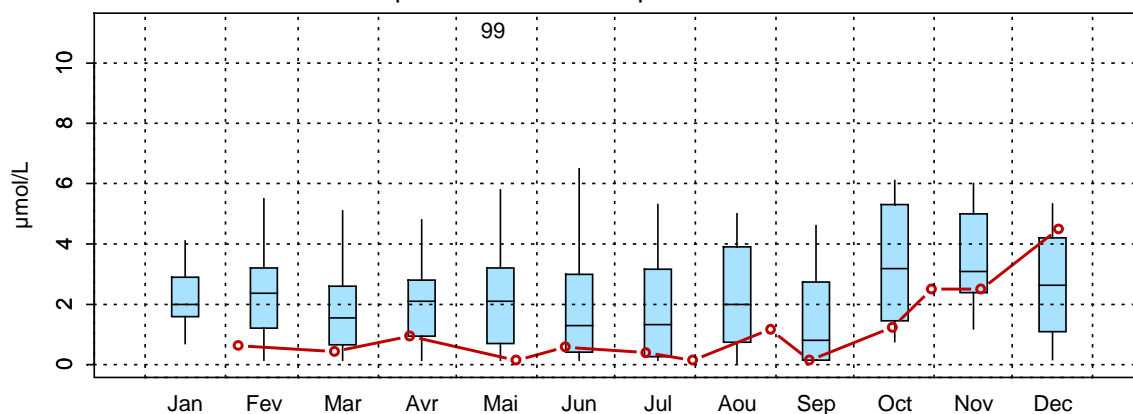
Les concentrations pour l'année 2007 sont toutefois particulièrement faibles. En effet, les résultats des mois de février à août, ainsi que d'octobre et novembre (sauf pour le point 4) sont inférieurs ou égaux au minimum des valeurs obtenues sur la période 1992-2007. Seule la concentration de décembre est supérieure à la médiane 1992-2007 (Figure 1.10.a. et 1.10.b.).

Les concentrations les plus fortes ont été observées en 1992 et 1997 au point côtier, en 1999 au point intermédiaire et en 1996, 1998 et 1999 au point du large (toute proportion gardée au regard du gradient côte-large). Les concentrations étaient habituellement de l'ordre de $8,0 \mu\text{mol/L}$ à la côte contre $5,0 \mu\text{mol/L}$ au large dans les années 1990. Ces dernières années les concentrations sont plus faibles aussi bien à la côte qu'au large (Figure 1.10.a. et 1.10.b.).

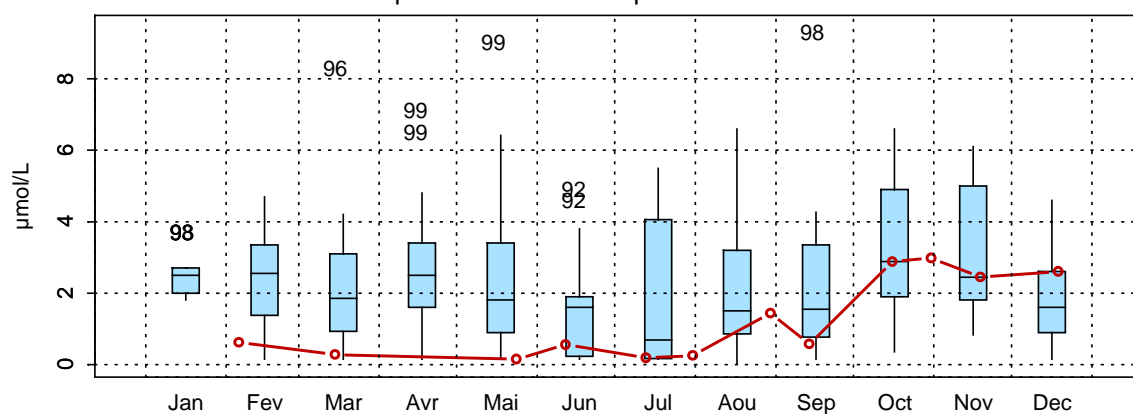
1001022 - Point 1 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Azote ammoniacal
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



1001023 - Point 3 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Azote ammoniacal
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

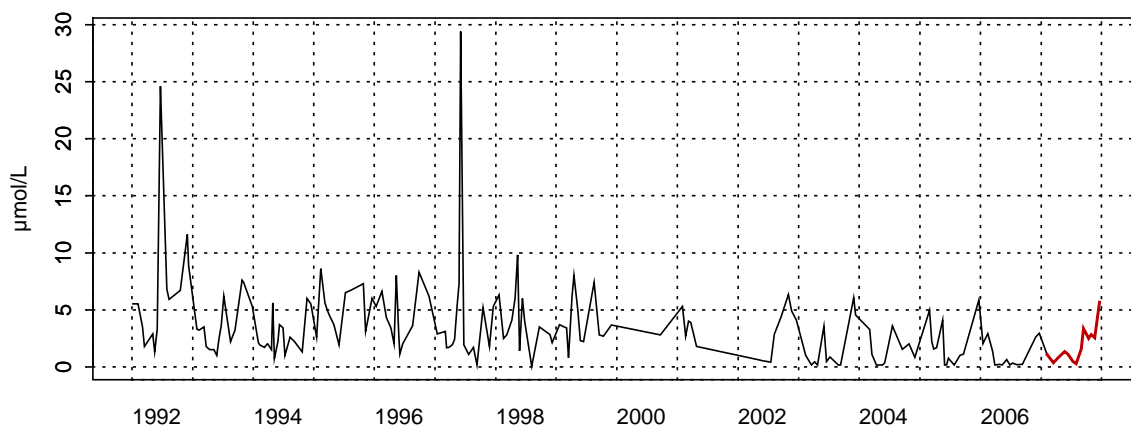


1001024 - Point 4 SRN Dunkerque - Variations saisonnières 2007 Azote ammoniacal
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

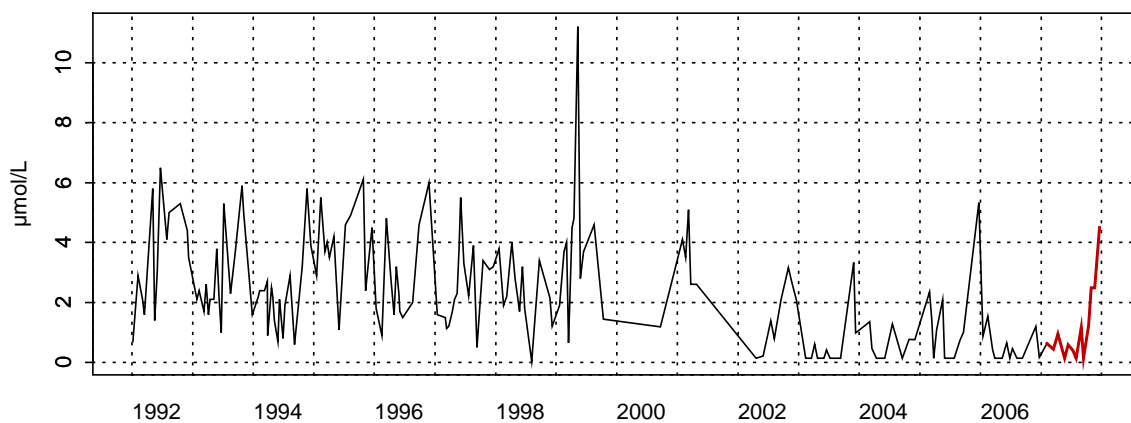


**Figure 1.10.a. Évolution des variations saisonnières en ammonium (µmol/L)
sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007**

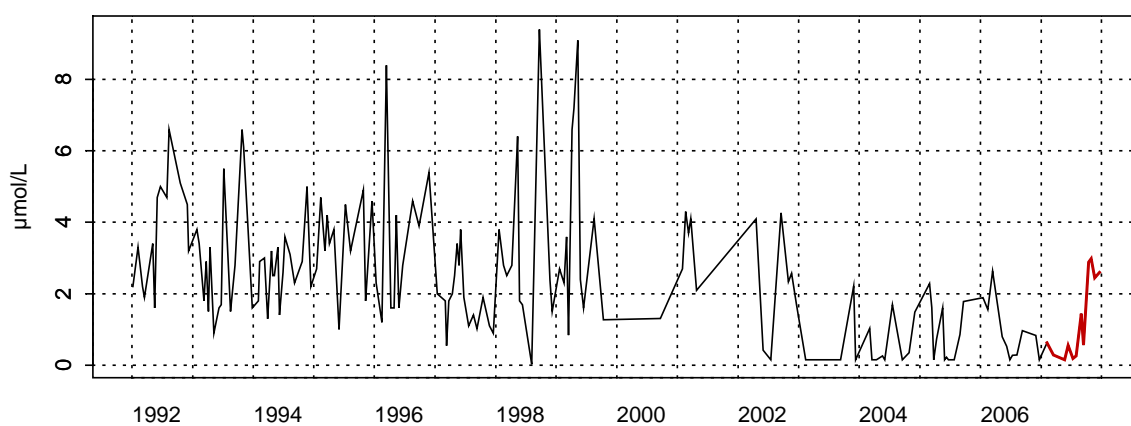
1001022 - Point 1 SRN Dunkerque - Azote ammoniacal



1001023 - Point 3 SRN Dunkerque - Azote ammoniacal



1001024 - Point 4 SRN Dunkerque - Azote ammoniacal



**Figure 1.10.b. Évolution de l'ammonium ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007**

- Phosphate

L'évolution de la concentration en phosphate est conforme à ce qui est habituellement observé sur le site. Elle est marquée dans un premier temps par une chute de concentration du mois de février au mois d'avril, pour atteindre le minimum (seuil de détection : $0,05 \mu\text{mol/L}$). A partir du mois de mai, on note une augmentation progressive de la concentration pour atteindre le maximum le 19/12 avec $0,98 \mu\text{mol/L}$ au point 4 (Figure 1.11. a.).

Les concentrations mensuelles de l'année 2007 sont globalement inférieures aux médianes mensuelles 1992-2007 (Figure 1.11. a.).

La variabilité inter-annuelle est relativement faible. Seules les années 1993, 1995 vont présenter des concentrations supérieures à $2 \mu\text{mol/L}$ à la côte. Pour le point intermédiaire, les concentrations les plus fortes sont observées en 1992, 1993, 1995, 1997 et 2005. Au large, ce sont les années 1997 et 2004 qui diffèrent du schéma habituel (Figure 1.11. a.).

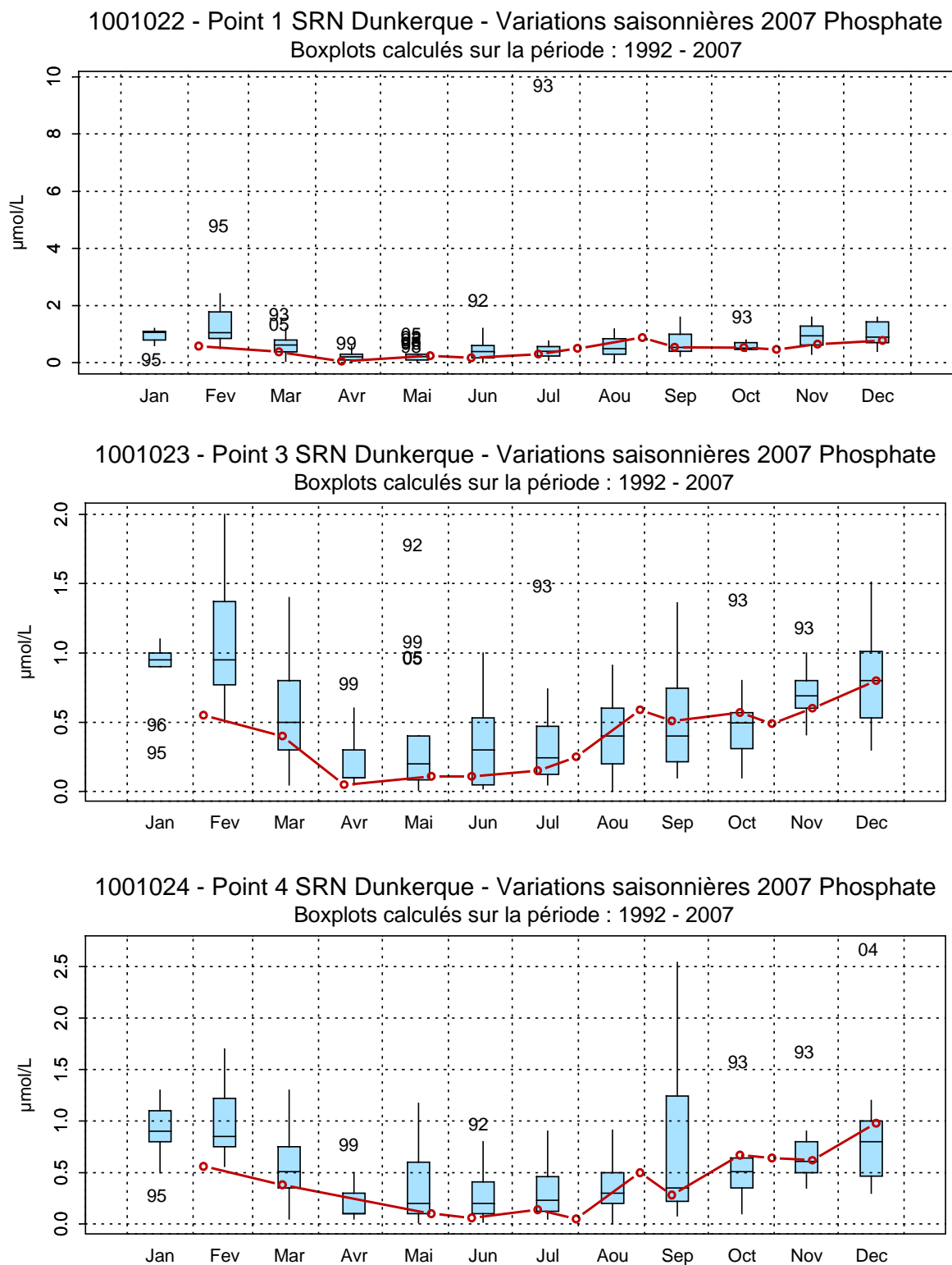
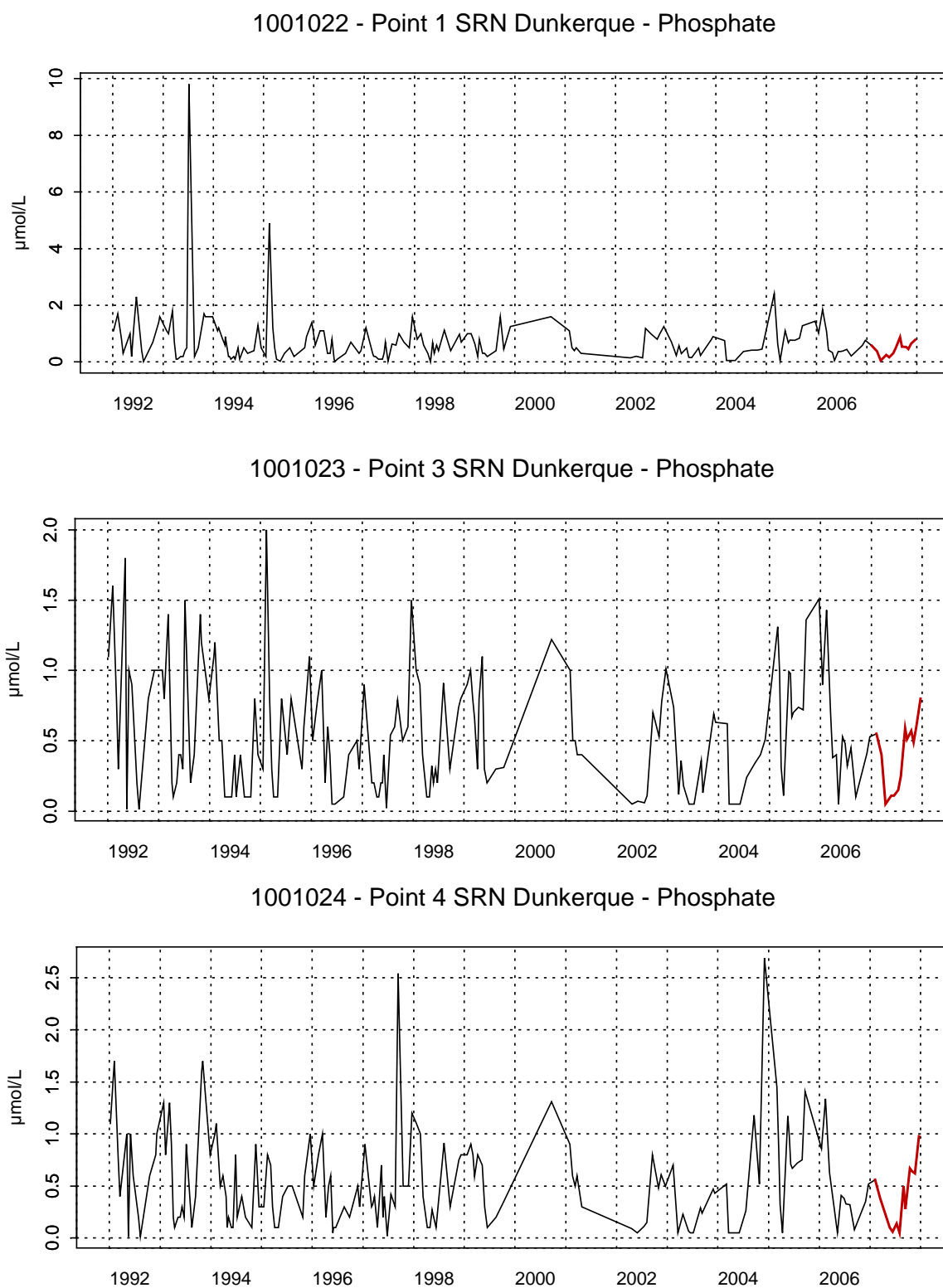


Figure 1.11.a. Évolution des variations saisonnières en phosphate ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007



**Figure 1.11.b. Évolution des phosphates ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007**

- Silicate

En 2007 et conformément aux autres années, l'évolution de la concentration en silicate peut être divisée en 3 parties. Les valeurs sont plus fortes en début d'année pour ensuite diminuer brutalement pour atteindre leur minimum, d'avril à juillet, au niveau du seuil de détection (0,05 $\mu\text{mol/L}$) sauf pour le point 1. A partir du mois de juillet et jusqu'en décembre, les valeurs ne vont cesser d'augmenter pour atteindre un maximum le 19/12 au point 3 (14,86 $\mu\text{mol/L}$) (Figure 1.12. a.).

Lors de l'année 2007 et pour le point 1, seules les concentrations des mois d'avril et de septembre sont inférieures à la médiane de la période 1992-2007. Pour les deux autres points, les concentrations (sauf septembre) sont supérieures ou égales à la médiane. La concentration du mois de mars ainsi que celle des mois d'octobre à décembre sont élevées (Figure 1.12. a.).

Les années 1995 et 2005 ont présenté des concentrations particulièrement importantes en début et en fin de cycle (Figure 1.12.a. et 1.12.b.). Les concentrations maximales atteintes au cours des années 1990 semblent supérieures à celles observées dans les années 2000 (sauf 2005) aussi bien à la côte qu'au large.

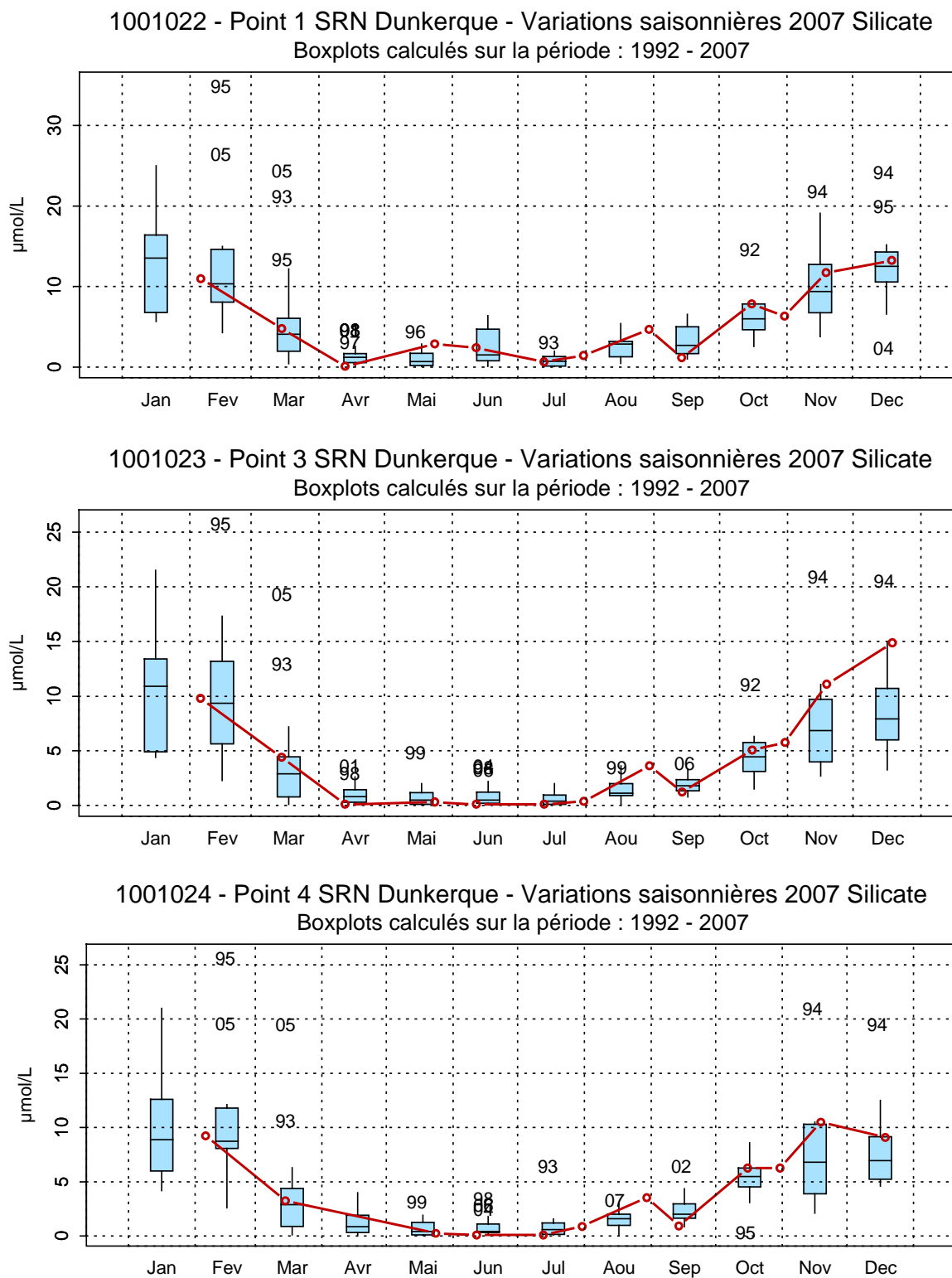
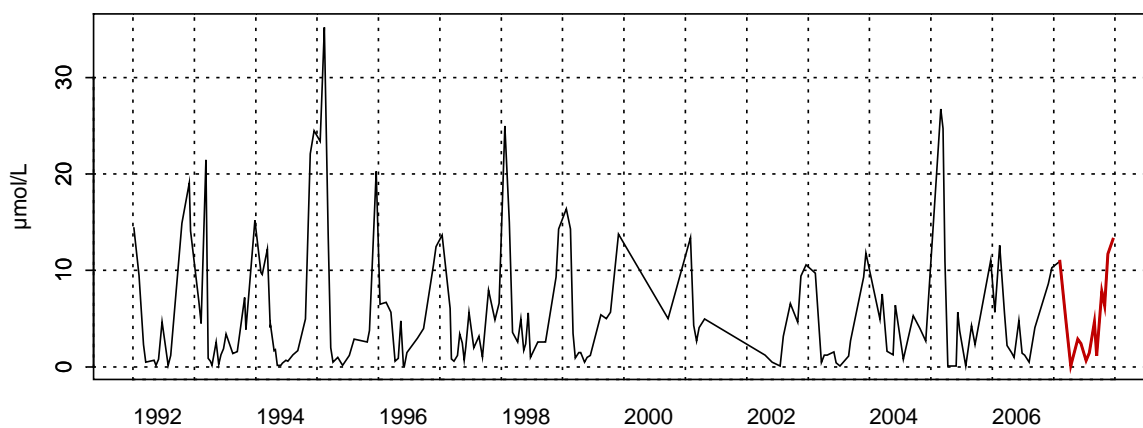
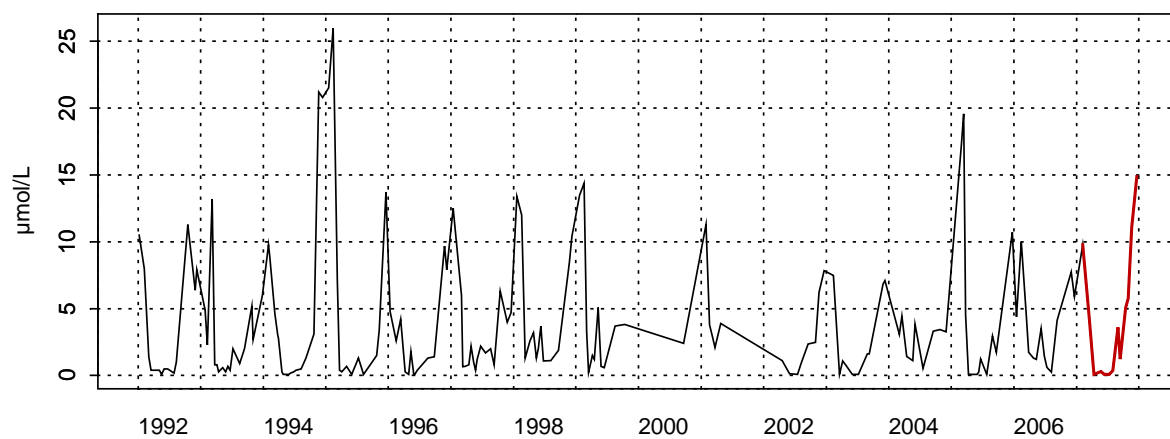


Figure 1.12.a. Évolution des variations saisonnières en silicate ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007

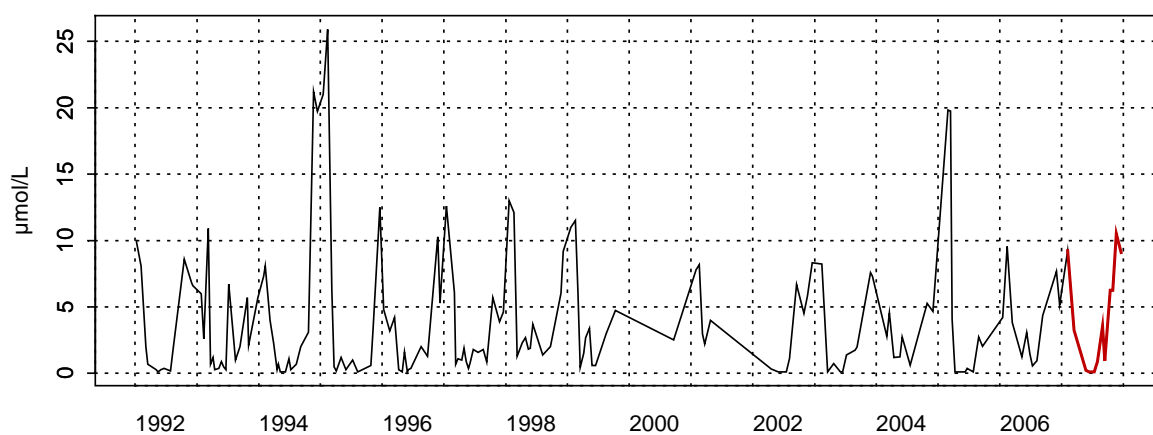
1001022 - Point 1 SRN Dunkerque - Silicate



1001023 - Point 3 SRN Dunkerque - Silicate



1001024 - Point 4 SRN Dunkerque - Silicate



**Figure 1.12.b. Évolution des silicates (µmol/L)
sur la radiale de Dunkerque pour la période 1992-2007**

Dynamique de la biomasse phytoplanctonique et des nutriments en 2007

La dynamique d'évolution de la concentration en chlorophylle *a* et en nutriments peut se décomposer en 5 phases :

(1) En février, la situation est dite hivernale, à savoir que le «stock» de nutriments (nitrate, nitrite, phosphate, ammonium et silicate) est à son maximum et que la concentration en chlorophylle *a* est à son minimum. Les concentrations sont relativement identiques pour les 3 points de prélèvements.

(2) De début mars à avril, la concentration en chlorophylle *a* augmente brutalement (maximum 24,6 µg/L au point côtier) et correspond au bloom printanier caractéristique des systèmes tempérés. Parallèlement, on note une diminution (jusqu'au seuil de détection) de la concentration des nutriments. Au large, l'absence d'échantillonnage ne permet pas de mettre en évidence ce premier bloom phytoplanctonique.

(3) A la fin du mois d'avril et en mai, on assiste à la période de post-bloom : les concentrations en chlorophylle *a* et en nutriments sont faibles.

(4) Pendant la période estivale, la dynamique est différente selon le point considéré. Des efflorescences secondaires peuvent être observées en réponse à une production régénérée des nutriments et notamment suite à une augmentation de la concentration en ammonium, énergiquement plus favorable pour une consommation par le phytoplancton. La concentration en nitrite est différente entre la station côtière et les stations intermédiaire et du large.

(5) D'octobre à décembre, on assiste à la fin du cycle biologique avec une chute de la concentration en chlorophylle *a* et une reconstitution du stock de nutriments par non consommation et par apports externes qui peut être différente selon le point considéré : par exemple, la concentration en ammonium augmente progressivement en fin d'année pour le point intermédiaire alors qu'elle augmente en octobre puis chute en novembre et décembre aux points côtier et du large. Par ailleurs, alors que la concentration en nitrite présente une augmentation brutale en novembre aux points intermédiaire et du large, elle augmente fortement de juillet à septembre, puis stagne jusque novembre avant d'augmenter de nouveau en décembre au point côtier.

Les concentrations seront plus importantes à la côte qu'au large pour l'ensemble des nutriments observés.

Pour faciliter la lecture des différentes phases, les échelles des ordonnées des graphiques ne sont pas les mêmes.

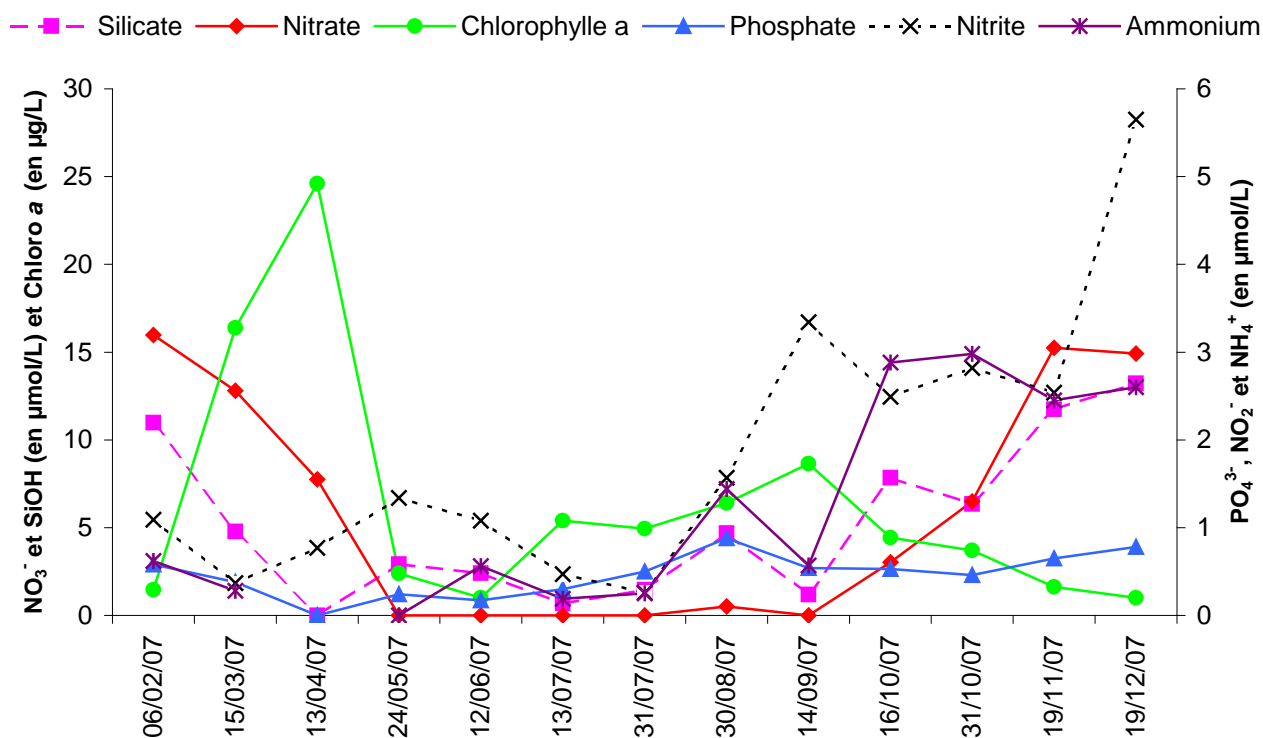


Figure 1.13. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point 1 de la radiale de Dunkerque

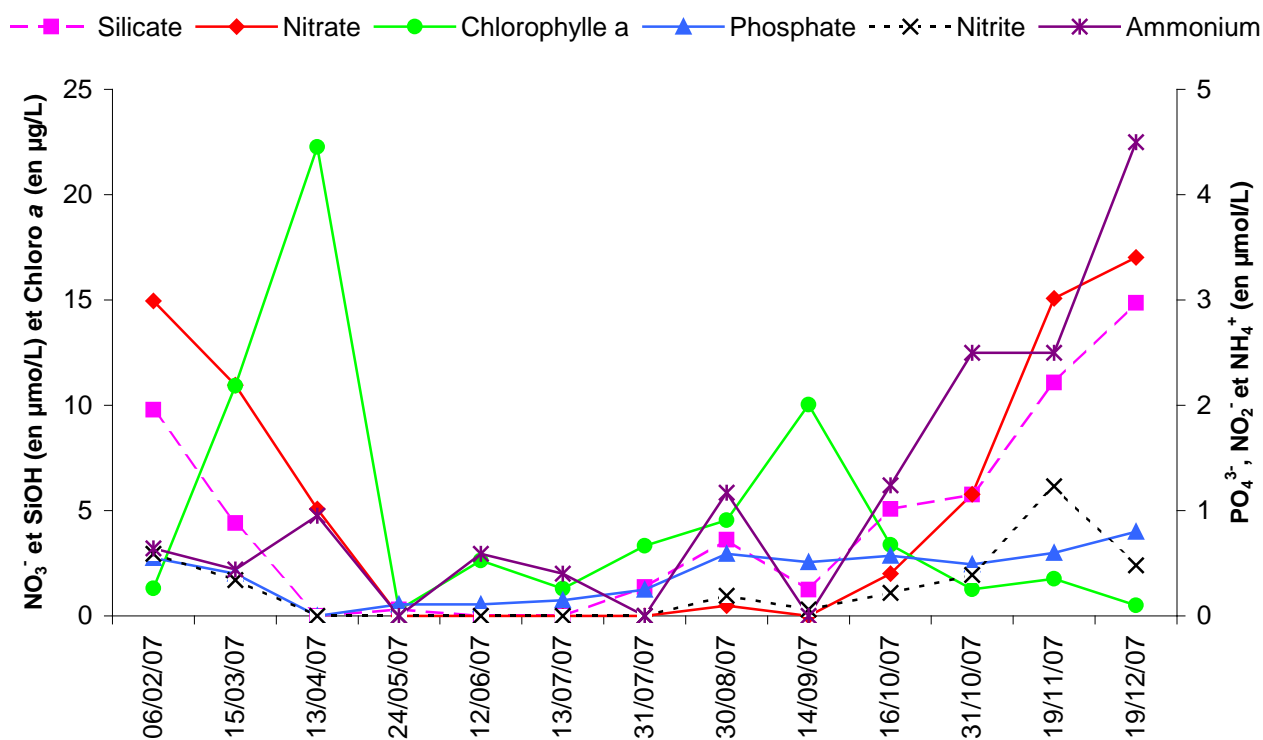


Figure 1.14. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point 3 de la radiale de Dunkerque

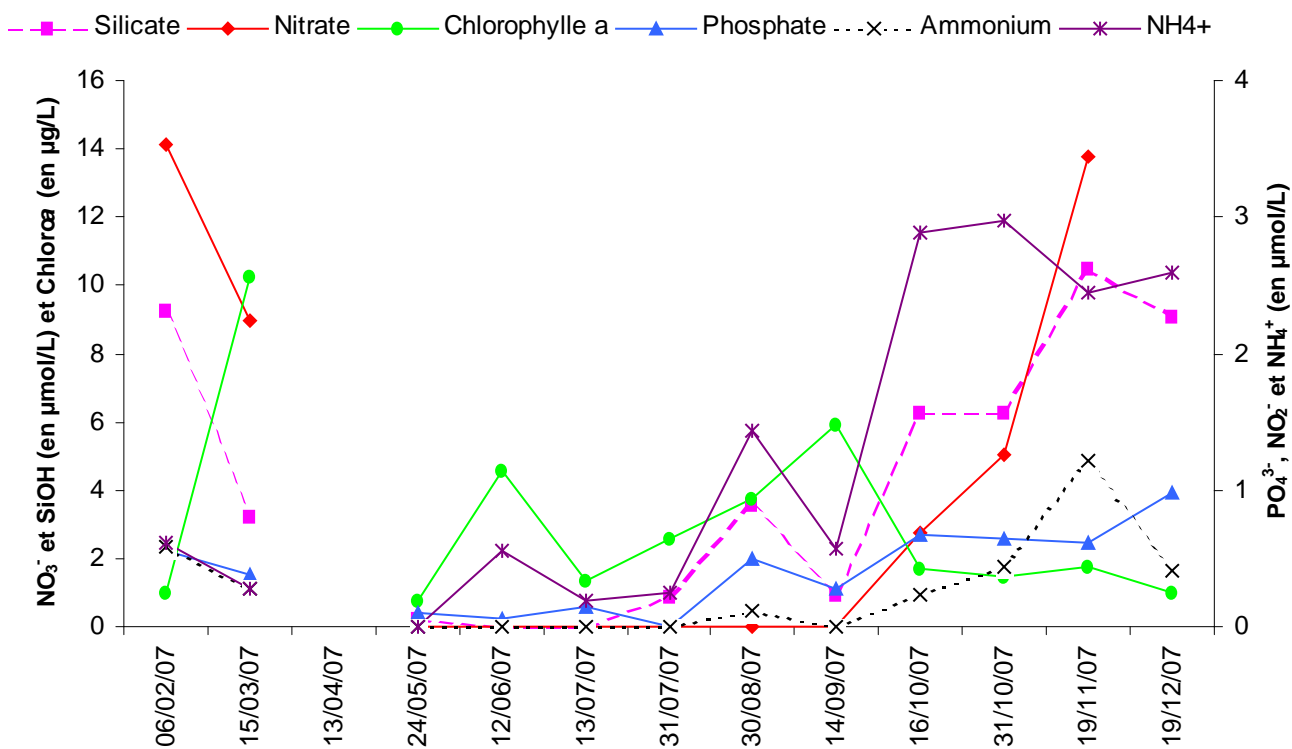


Figure 1.15. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point 4 de la radiale de Dunkerque

2.1.6. Phéopigments

Les résultats sont exprimés en pourcentage de chlorophylle active.

Le pourcentage d'activité chlorophyllienne est globalement supérieur à 60 % en début de saison (janvier à avril) puis chute en avril-mai pour atteindre des valeurs de l'ordre de 30 % à 40 %. De juin à décembre, le pourcentage est compris entre 50 % et 80 %. Le maximum se situe au point 1 avec 90,34 % le 13/04 et le minimum est mesuré au point 3 (22,31 %) le 24/05.

Le gradient côte-large est compris entre 2 % et 26 %.(Figure 1.16.)

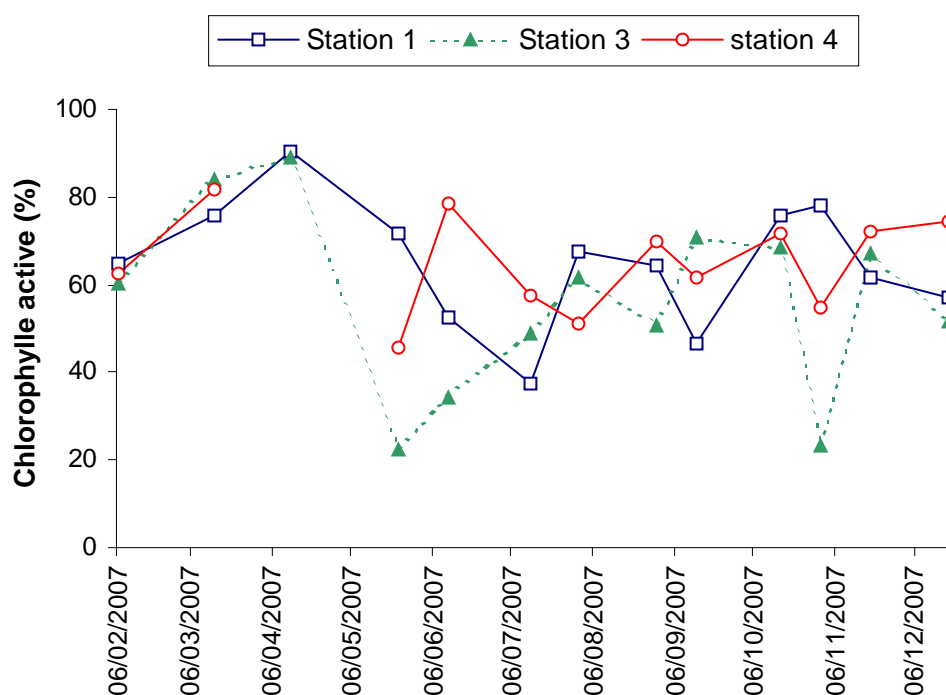


Figure 1.16. Évolution temporelle du pourcentage de chlorophylle active sur la radiale de Dunkerque

2.2. Boulogne-sur-Mer

2.2.1. Température

L'évolution des températures est classique d'un système tempéré avec des valeurs faibles en hiver (de 8,1 à 9,0 °C en février du point 1 au point 3), suivies d'une augmentation pour atteindre les maxima estivaux (de 18,7 à 18,3 °C au mois d'août de la côte vers le large). Puis les températures diminuent progressivement pour tendre vers les minima hivernaux .

Il existe globalement un faible gradient de température entre la côte et le large, sauf en été où il varie de $-1,4$ °C à $+1,3$ °C. Le gradient est négatif ou nul au printemps et en été (eaux côtières plus chaudes) et est positif en hiver.

Les cycles saisonniers sont nettement marqués pour l'ensemble de la période considérée. L'évolution temporelle des températures en 2007 est cohérente avec le schéma établi sur la période 1992-2007. La médiane et la moyenne des températures de 2007 (respectivement 13,55 °C et 13,43 °C pour le point côtier) sont supérieures à celles mesurées sur la période 1992-2007 (respectivement 12,10 °C et 12,43 °C pour le point côtier) ; cela se vérifie également pour les 2 autres points (Figures 2.2.a et b.).

Globalement, l'année 2007 se caractérise par des températures au moins supérieures à la médiane de janvier à mai et lors des mois d'octobre et de décembre. Les températures relevées lors de la période estivale ainsi qu'au mois de novembre et décembre, sont globalement plus fraîches (Figures 2.2.a et b.).

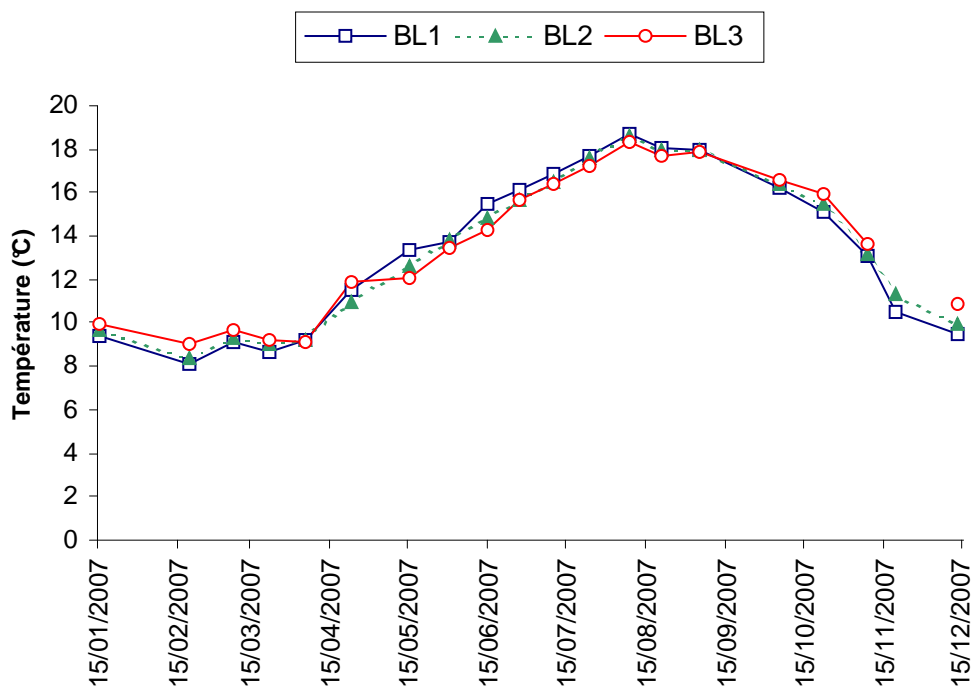


Figure 2.1. Évolution temporelle de la température (°C) sur la radiale de Boulogne-sur-Mer

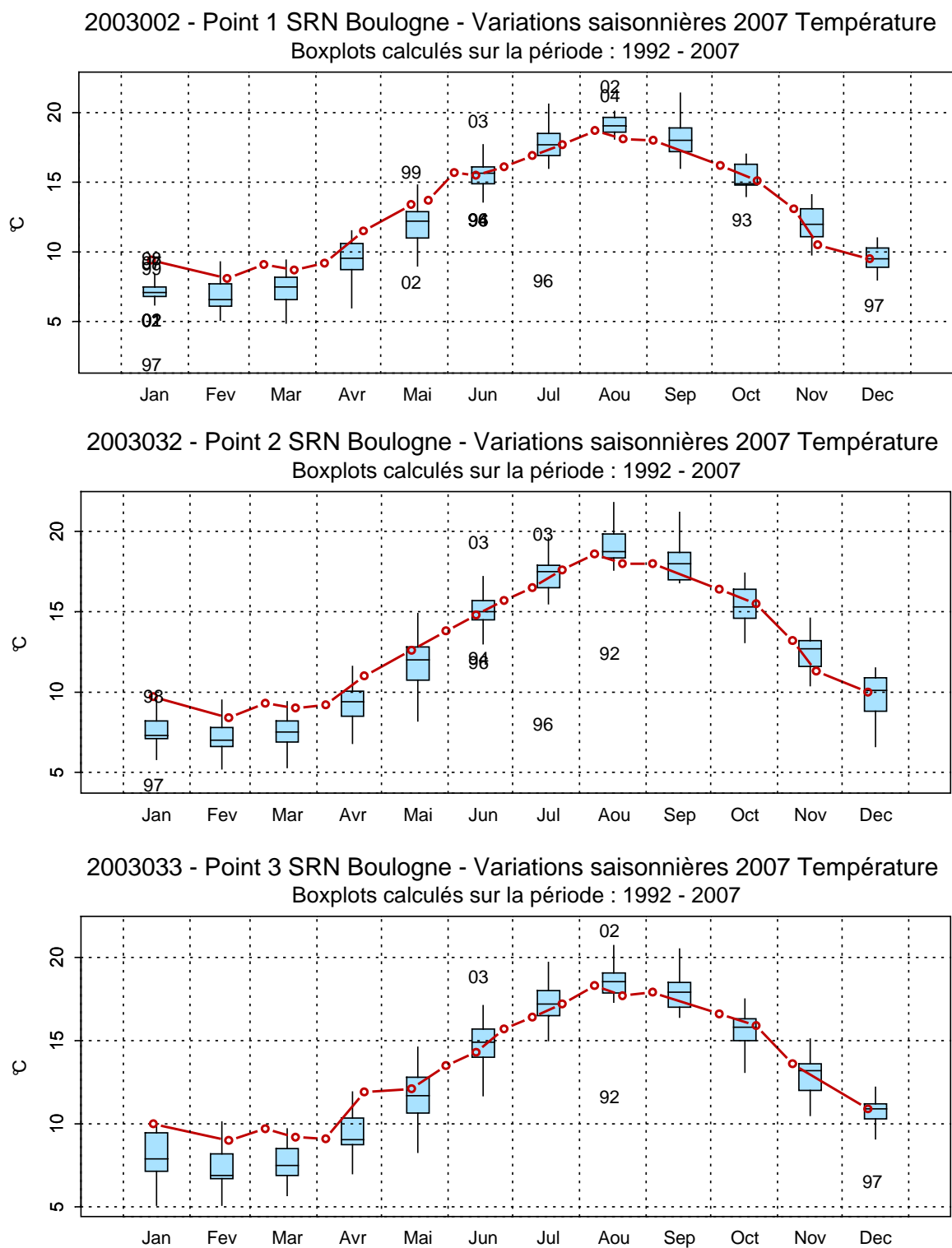
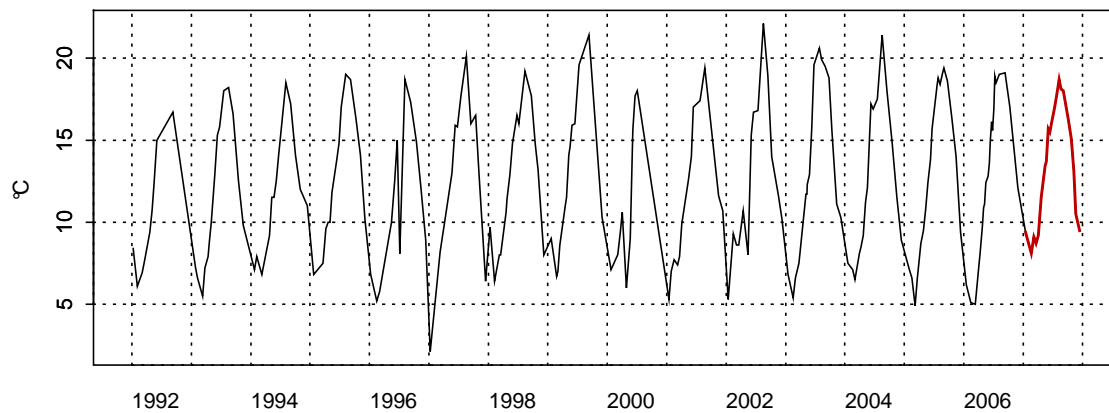
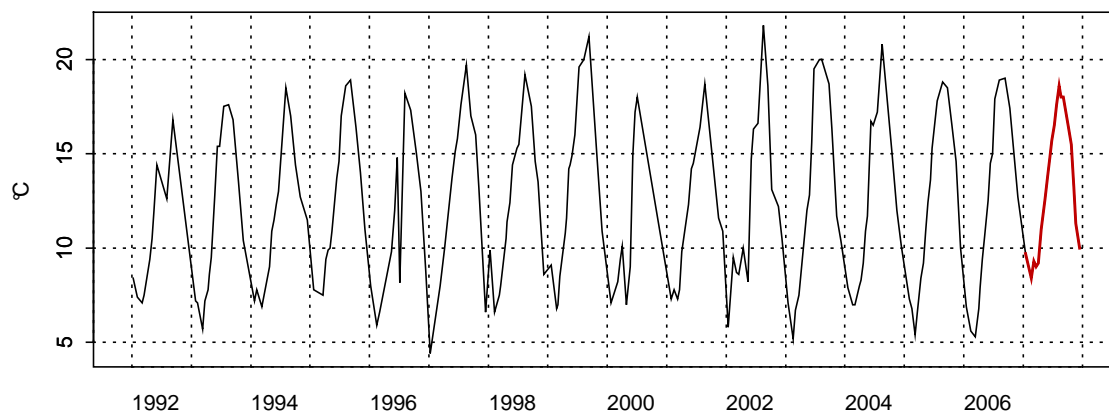


Figure 2.2.a. Évolution des variations saisonnières de température (°C) sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007

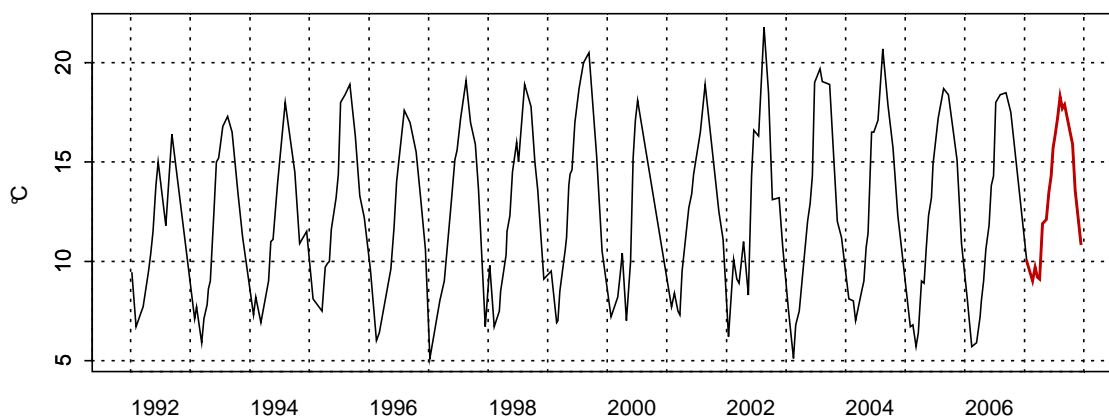
2003002 - Point 1 SRN Boulogne - Température



2003032 - Point 2 SRN Boulogne - Température



2003033 - Point 3 SRN Boulogne - Température



**Figure 2.2.b. Évolution des températures (°C)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007**

2.2.2. Salinité

La salinité est caractéristique d'un système marin. Elle est comprise entre 33 et 35,1 au point 1, entre 33,3 et 35,6 au point 2 et entre 33,4 et 35,7 au point 3.

Les fluctuations observées sont le reflet à la fois de conditions de prélèvements différentes (contraintes liées à la marée) et de situations environnementales différentes (météorologie, courantologie) qui ne peuvent être appréhendées à cette échelle d'observation.

Le gradient côte-large de salinité est soit nul, soit au maximum de 1,4 (Figure 2.3.).

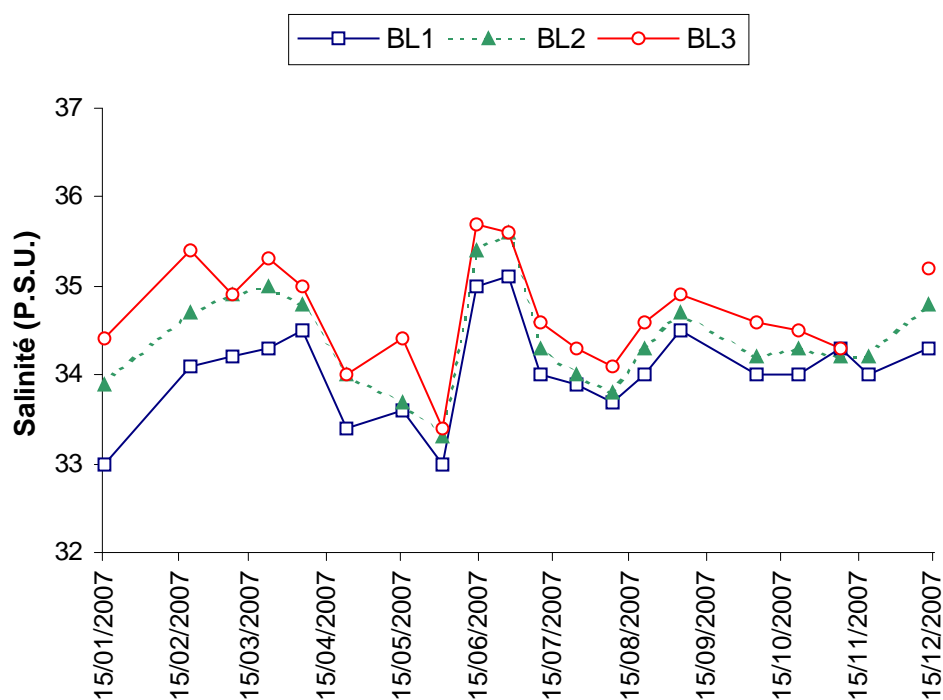


Figure 2.3. Évolution temporelle de la salinité (P.S.U.) sur la radiale de Boulogne-sur-Mer

2.2.3. Turbidité et matières en suspension

L'évolution de la turbidité est relativement comparable à celle des matières en suspension (M.E.S.). Le maximum est mesuré en début et en fin de cycle (période hivernale et automnale) et le minimum l'est pendant la période estivale. Cependant, on observe quelques « anomalies » par rapport à ce schéma qui sont le reflet de processus hydrodynamique et météorologique non abordables à cette échelle d'observation (Figures 2.4. et 2.5.). Exemples : importante quantité de M.E.S. au mois de juillet au point 1 (16,1 mg/L) et une forte turbidité en mars au point 1 (13 NTU) (Figure 2.4 et 5).

La turbidité est maximale au point 1 (23,80 NTU) le 19/02 et minimale le 10/07 au point 3 (0,75 NTU).

Le maximum et le minimum de M.E.S. sont mesurés, respectivement, au point 1 (30,4 mg/L) le 19/02 et au point 3 par deux fois, le 08/03 et le 14/06 (0,2 mg/L).

Les différences de turbidité et de matières en suspension entre la côte et le large sont comprises, respectivement entre 0,01 et 22,33 N.T.U. et entre 1,3 mg/L et 27,4 mg/L.

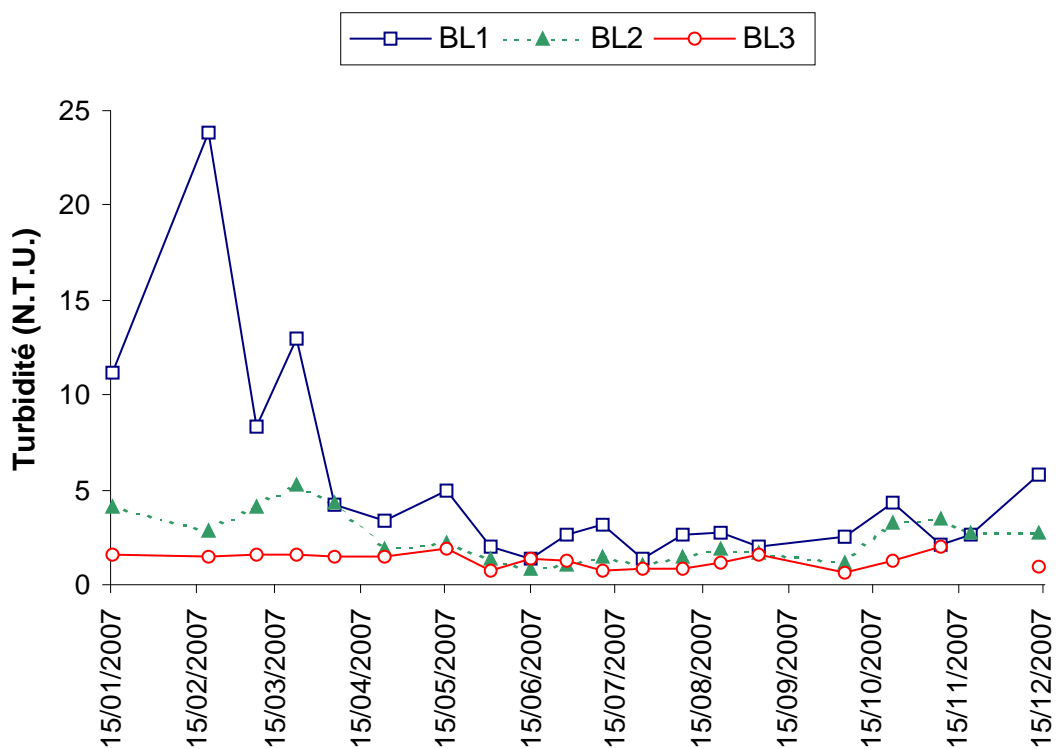


Figure 2.4. Évolution temporelle de la turbidité (N.T.U.) sur la radiale de Boulogne-sur-Mer

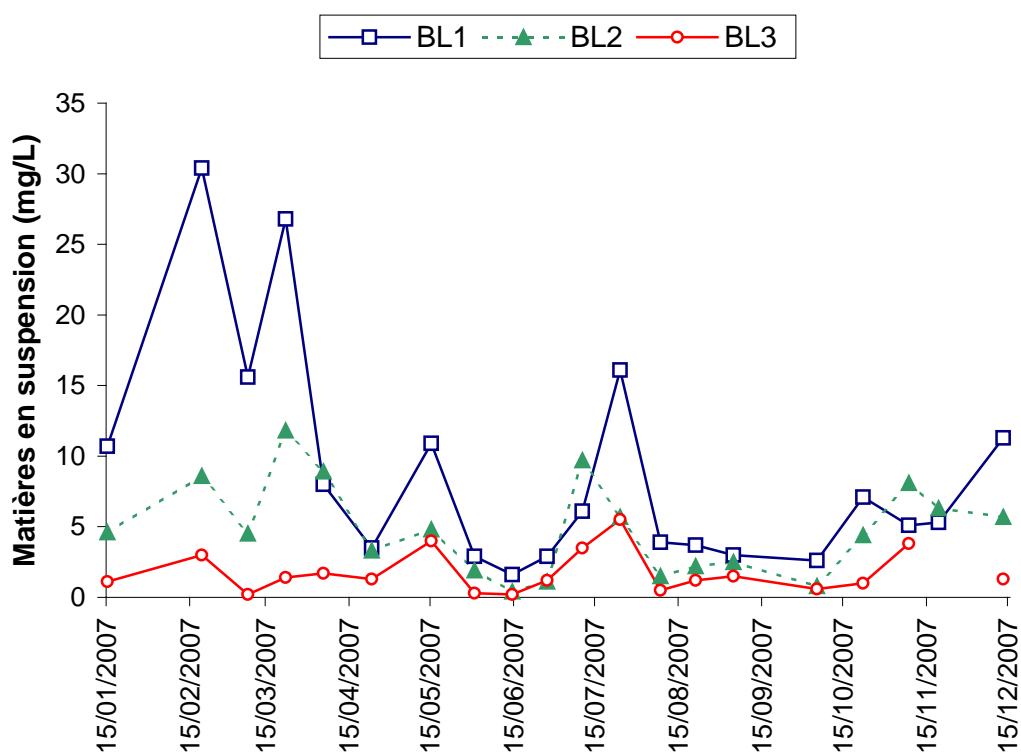


Figure 2.5. Évolution temporelle des matières en suspension (mg/L) sur la radiale de Boulogne-sur-Mer

2.2.4. Matière organique

L'évolution de la concentration de matière organique (M.O.) est marquée par de faibles valeurs en début de saison (février), pour atteindre un maximum entre mars et juin (selon les points considérés avec plus de 50 % de matières organiques dans les M.E.S. avant de revenir progressivement à des niveaux comparables au début de cycle (< à 50 %) sauf pour le point 3 où les 100 % seront de nouveau atteint (Figure 2.6).

L'augmentation au cours des mois de mars à juin correspond à une production de biomasse organique liée au développement du phytoplancton, d'où l'augmentation durant la même période de la concentration en chlorophylle *a* ; ceci se vérifie également avec l'augmentation de matière organique enregistrée en septembre lors du bloom automnal.

Le gradient côte-large est compris entre 23,1 % et 91,8 % (Figure 2.6.).

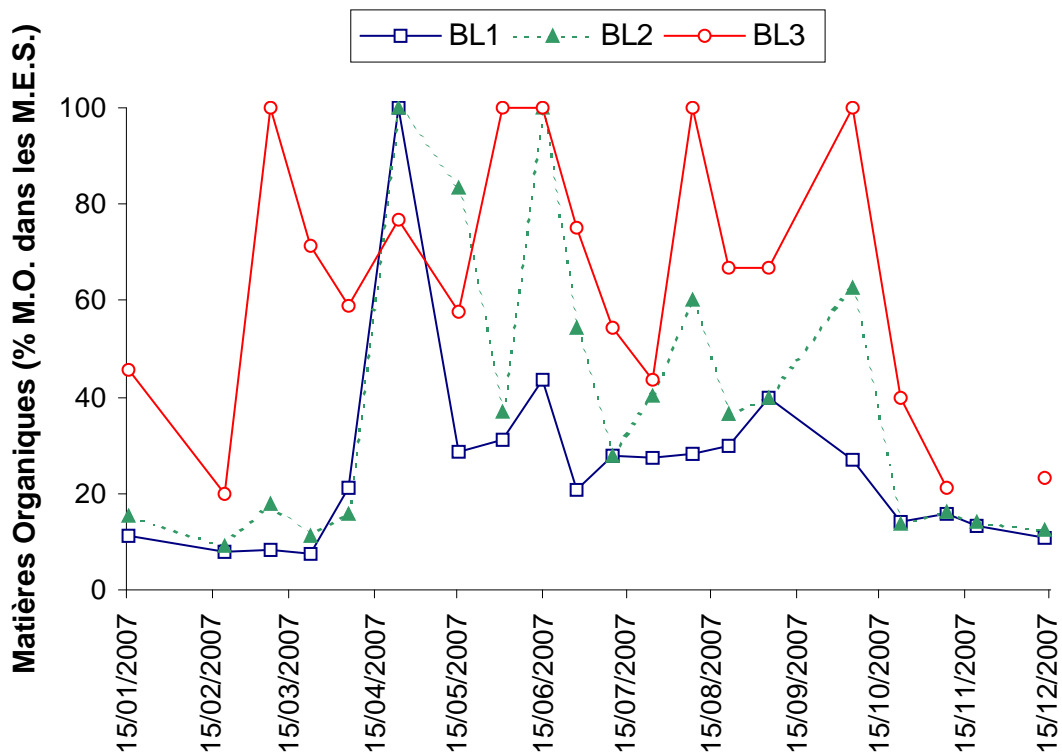


Figure 2.6. Évolution temporelle de la teneur en matière organique (%) dans les matières en suspension sur la radiale de Boulogne-sur-Mer

2.2.5. Chlorophylle *a* et nutriments

Les graphiques de synthèse de ces paramètres pour l'année 2007 sont repris de la Figure 2.16. à la Figure 2.18. ceci afin de faciliter l'interprétation.

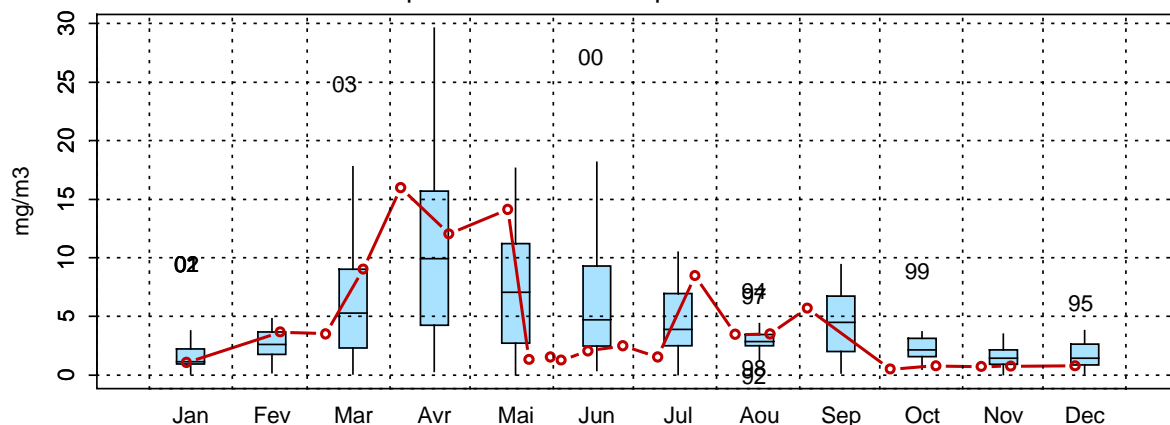
- chlorophylle *a*

Le dosage de la concentration en chlorophylle *a*, indicateur de biomasse phytoplanctonique, permet de mettre en évidence un bloom printanier majeur généralisé de la côte vers le large (15,99 µg/L le 05/04 au point côtier) et un bloom secondaire automnal (maximum de 5,69 µg/L le 04/09 au point côtier) caractéristiques des systèmes tempérés.

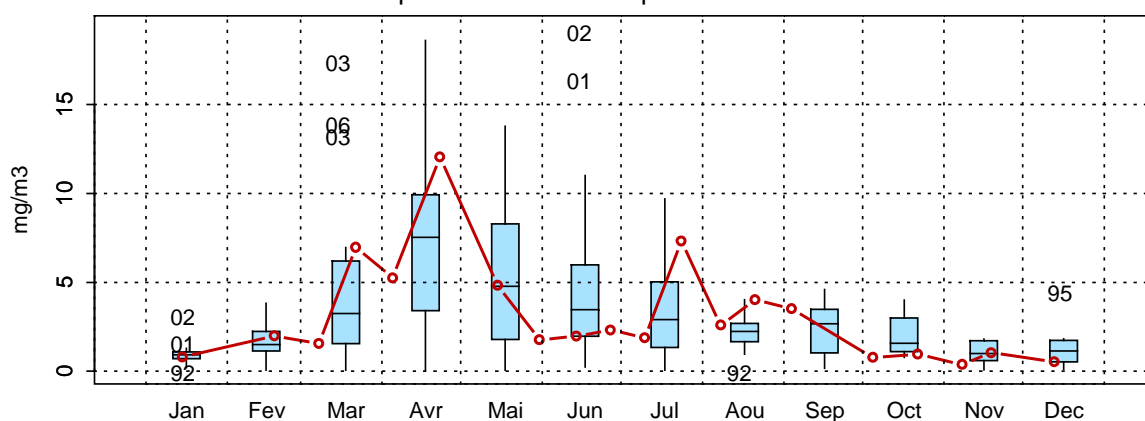
Alors que les années 1990 présentent régulièrement des valeurs extrêmes lors de l'été, les années 2000 se caractérisent par des valeurs globalement plus fortes et observées plutôt en phase de pré-ou post-bloom. L'année 2007 peut être considérée comme une année moyenne au niveau des concentrations : du mois de janvier à début mai puis de juillet à septembre, les concentrations obtenues sont supérieures à la médiane de la période 1992-2007, alors qu'elles y sont inférieures le reste du temps (Figure 2.7.a).

Les cycles saisonniers sont nettement marqués pour l'ensemble de la période considérée. Les variabilités inter-annuelle et intra-radiale (gradient côte-large) sont fortes. Les efflorescences les plus importantes et généralisées de la côte vers le large ont été observées en 1994, 2000 et 2003. Lors des années 1995, 1998, 1999, 2005 et 2006, le gradient côte-large est bien marqué ; l'efflorescence est plutôt côtière. En 2002, le développement phytoplanctonique est quasiment homogène sur la radiale. En 1997, le bloom est observé à la station côtière et intermédiaire. Les années 1992, 1993 et 1996 sont caractérisées par de faibles concentrations en chlorophylle *a*. En 2001, le point côtier et intermédiaire apparaissent comme homogènes. En 2007, le gradient côte-large est bien marqué ainsi que le deuxième bloom (Figures 2.7.a. et b.).

2003002 - Point 1 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Chlorophylle a
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



2003032 - Point 2 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Chlorophylle a
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



2003033 - Point 3 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Chlorophylle a
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

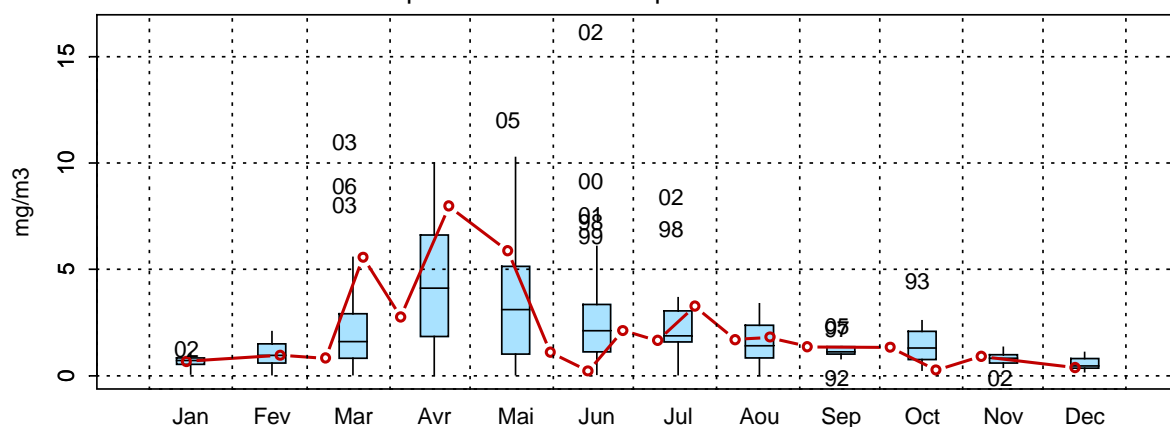
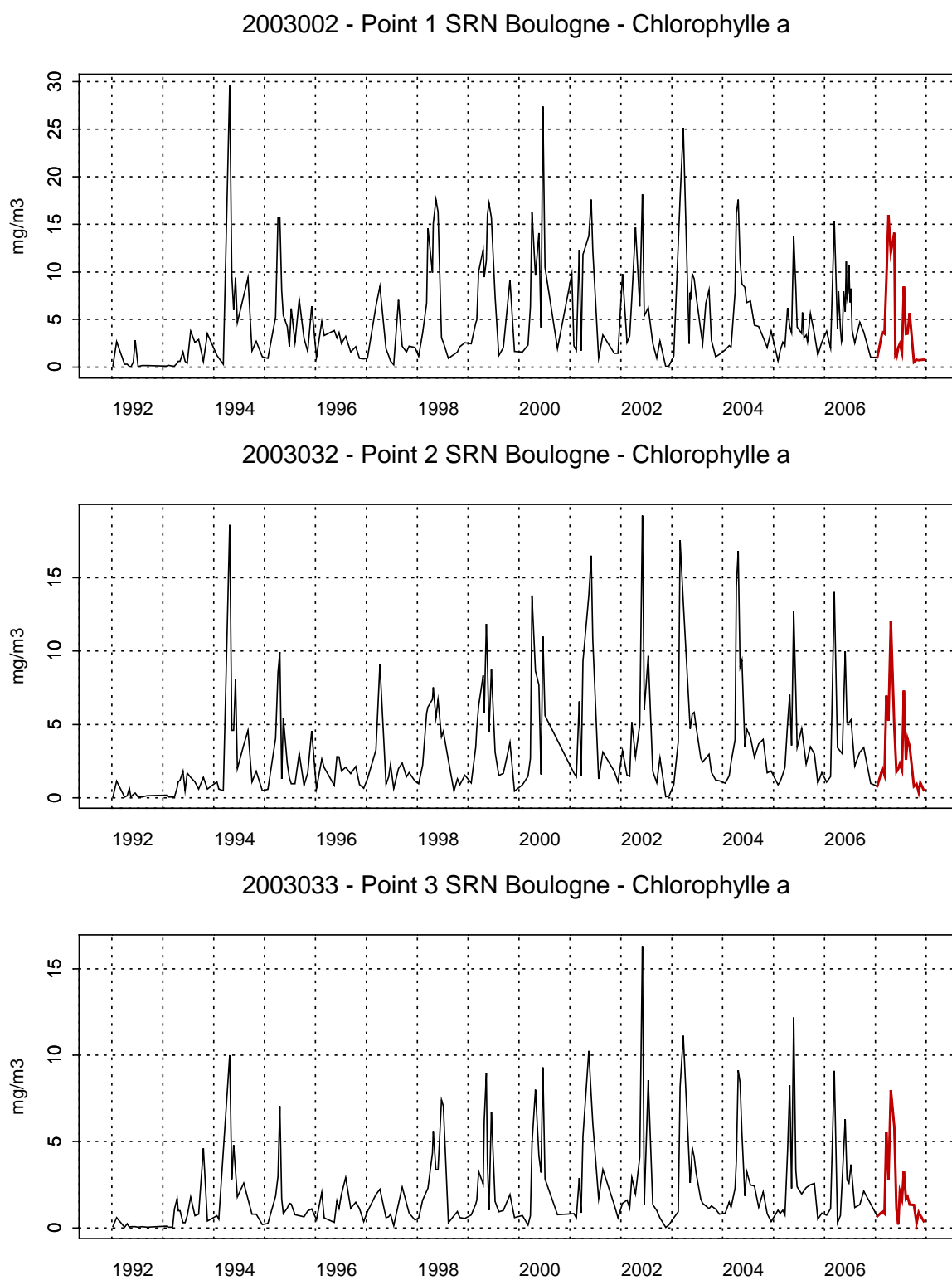


Figure 2.7.a. Évolution des variations saisonnières en chlorophylle a (µg/L)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007



**Figure 2.7.b. Évolution de la chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007**

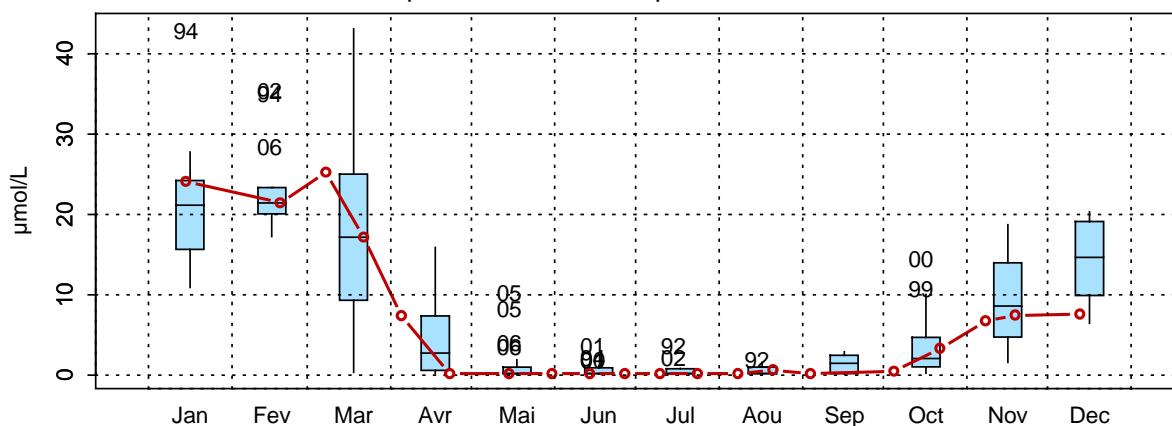
- Nitrate

La courbe d'évolution du nitrate est classique. On observe que les concentrations maximales sont atteintes lors des mois hivernaux (janvier, février et mars) avec des valeurs supérieures à 20 $\mu\text{mol/L}$ pour le point côtier et un gradient côte-large assez marqué. Les concentrations minimales sont enregistrées de mai à septembre. La période de mars à mai se caractérise par une chute brutale des concentrations pour atteindre la limite du seuil de détection en juin ($< 0,05 \mu\text{mol/L}$) et ensuite on a une légère augmentation à partir de septembre jusqu'au mois de décembre.

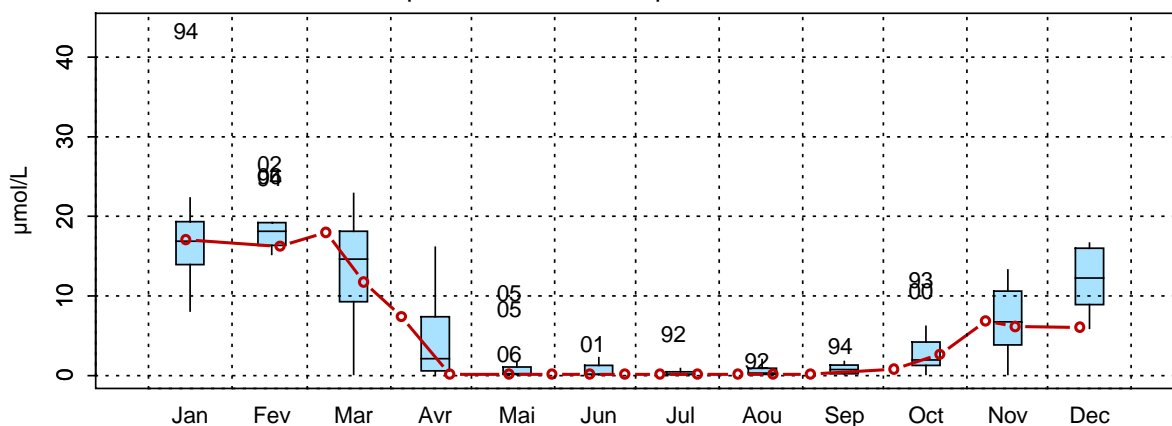
En 2007, les concentrations de début d'année (janvier et mars) sont identiques ou plus fortes comparativement à celles mesurées sur la période 1992-2007. Les concentrations sont faibles en février, moyennes en novembre pour tous les points, mais elles ne progressent pas d'avantage en décembre.

L'observation de la série complète de données permet de mettre en évidence des années lors desquelles les concentrations sont particulièrement fortes par rapport à ce qui est habituellement mesuré. Ainsi, les années 1994 et 2002 présentent des concentrations à la côte supérieures à 40,0 $\mu\text{mol/L}$ et les années 1995, 2000, 2005 et 2006 ont des valeurs qui dépassent ou approchent 30 $\mu\text{mol/L}$. Les autres années, les valeurs sont de l'ordre de 20 $\mu\text{mol/L}$ au point côtier. Ce schéma est valable pour les autres points bien que les niveaux atteints soient différents (Figures 2.8. a. et b.).

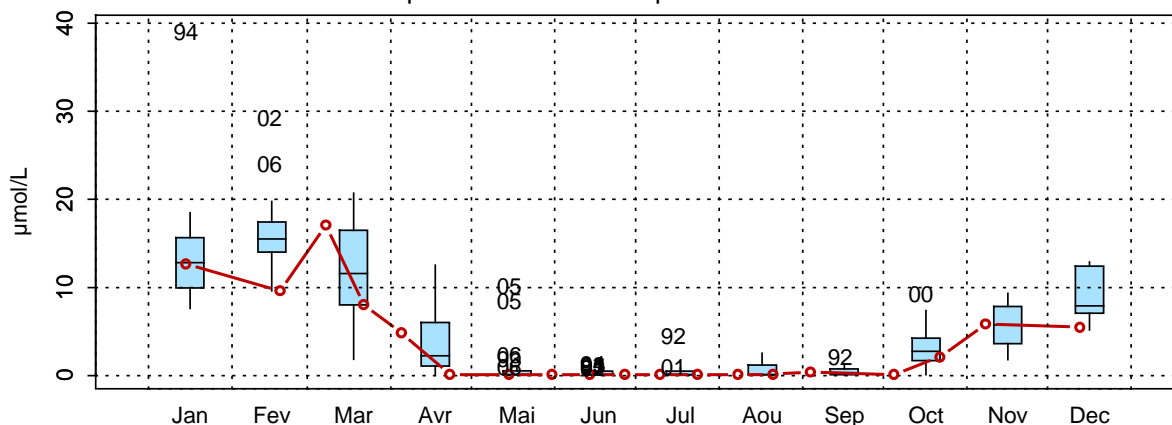
2003002 - Point 1 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



2003032 - Point 2 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

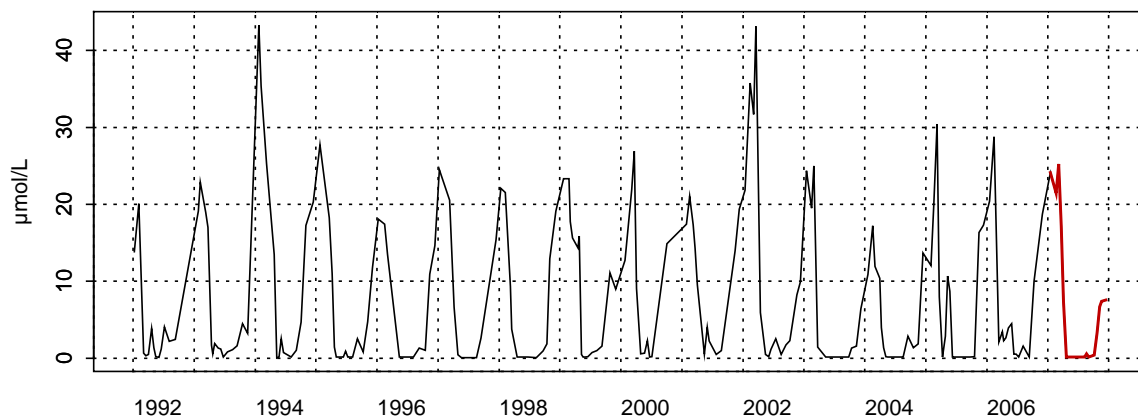


2003033 - Point 3 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

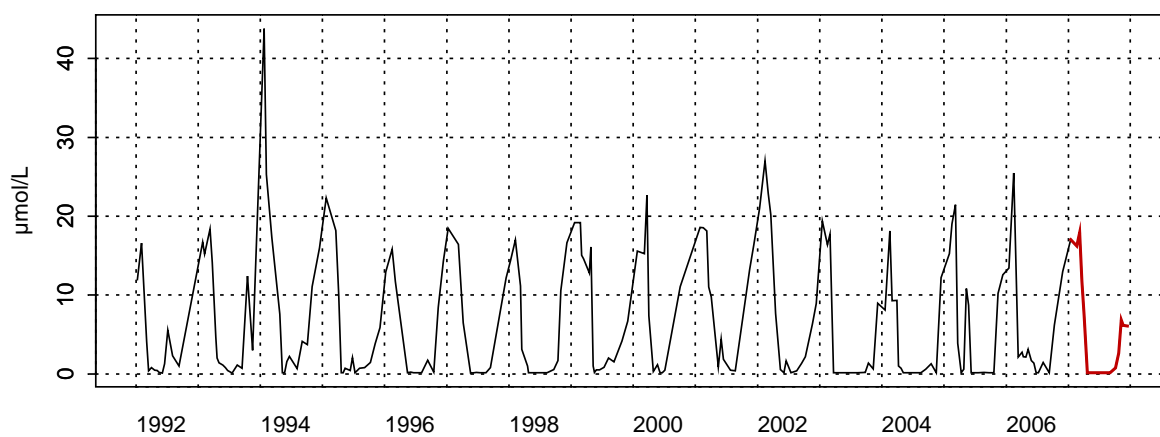


**Figure 2.8.a. Évolution des variations saisonnières en nitrate (µmol/L)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007**

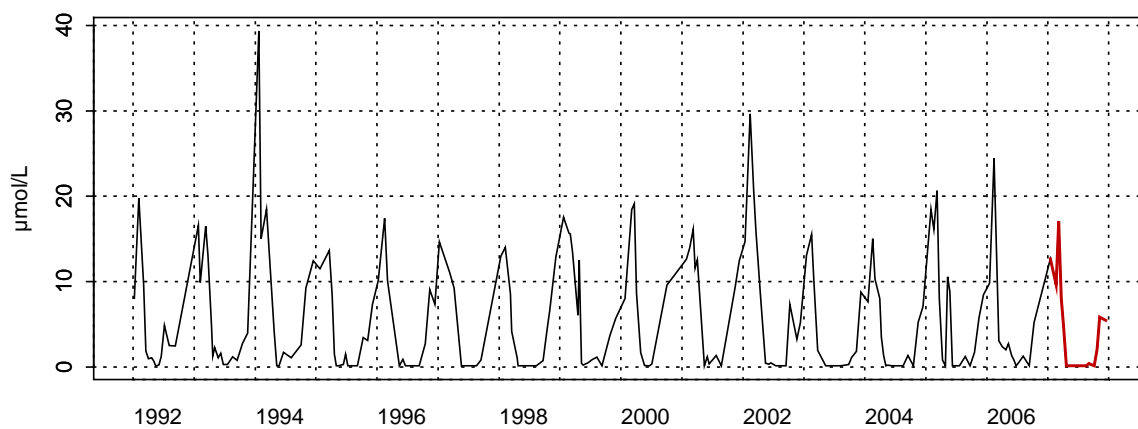
2003002 - Point 1 SRN Boulogne - Azote nitrique (nitrate)



2003032 - Point 2 SRN Boulogne - Azote nitrique (nitrate)



2003033 - Point 3 SRN Boulogne - Azote nitrique (nitrate)



**Figure 2.8.b. Évolution des nitrates (µmol/L)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007**

- Nitrite

Les concentrations en nitrite présentent des fluctuations importantes d'une année sur l'autre. L'aspect fugace de cet élément lors des réactions de nitrification-dénitrification rend difficile l'interprétation.

La courbe d'évolution des nitrites est classique et ressemble fortement à celle des nitrates. Au début de l'année, les concentrations sont comprises entre 0,5 et 1,0 $\mu\text{mol/L}$, puis les minima sont obtenus d'avril à août (valeurs proches ou égales au seuil de détection : 0,05 $\mu\text{mol/L}$), la concentration augmente alors jusqu'en novembre avant de présenter une forte diminution au mois de décembre. Cependant, on observe quelques « anomalies » sur ce schéma, comme les valeurs plus élevées durant les mois de juin, juillet et août pour le point côtier, ou le mois de juillet pour les deux autres points.

En 2007, les valeurs sont relativement faibles par rapport à celles de la période d'étude complète. Les concentrations lors des mois de janvier (point 1 et 2), février (point 1), mars (point 1 et 2), juillet et novembre (tous les points) seront supérieures ou égales à la médiane 1992-2007. Le reste de l'année les valeurs sont inférieures à cette médiane.

L'année 2005 apparaît comme étant homogène, les 3 points ayant la même concentration, contrairement à 2002 où le gradient côte-large est inversé, avec une concentration plus importante pour le point du large ($>$ à 3 $\mu\text{mol/L}$) tandis que le point côtier présente la valeur la plus faible ($<$ 1,5 $\mu\text{mol/L}$). Les années 1997, 1998, 2001 et 2004 ressemblent fortement à 2002 mais les concentrations obtenues sont moindres. Pour les autres années, le gradient côte-large existe et les valeurs maximales sont de l'ordre de 1,0 $\mu\text{mol/L}$ à la côte contre 0,5 $\mu\text{mol/L}$ au large (Figure 2.9.a. et 2.9.b.).

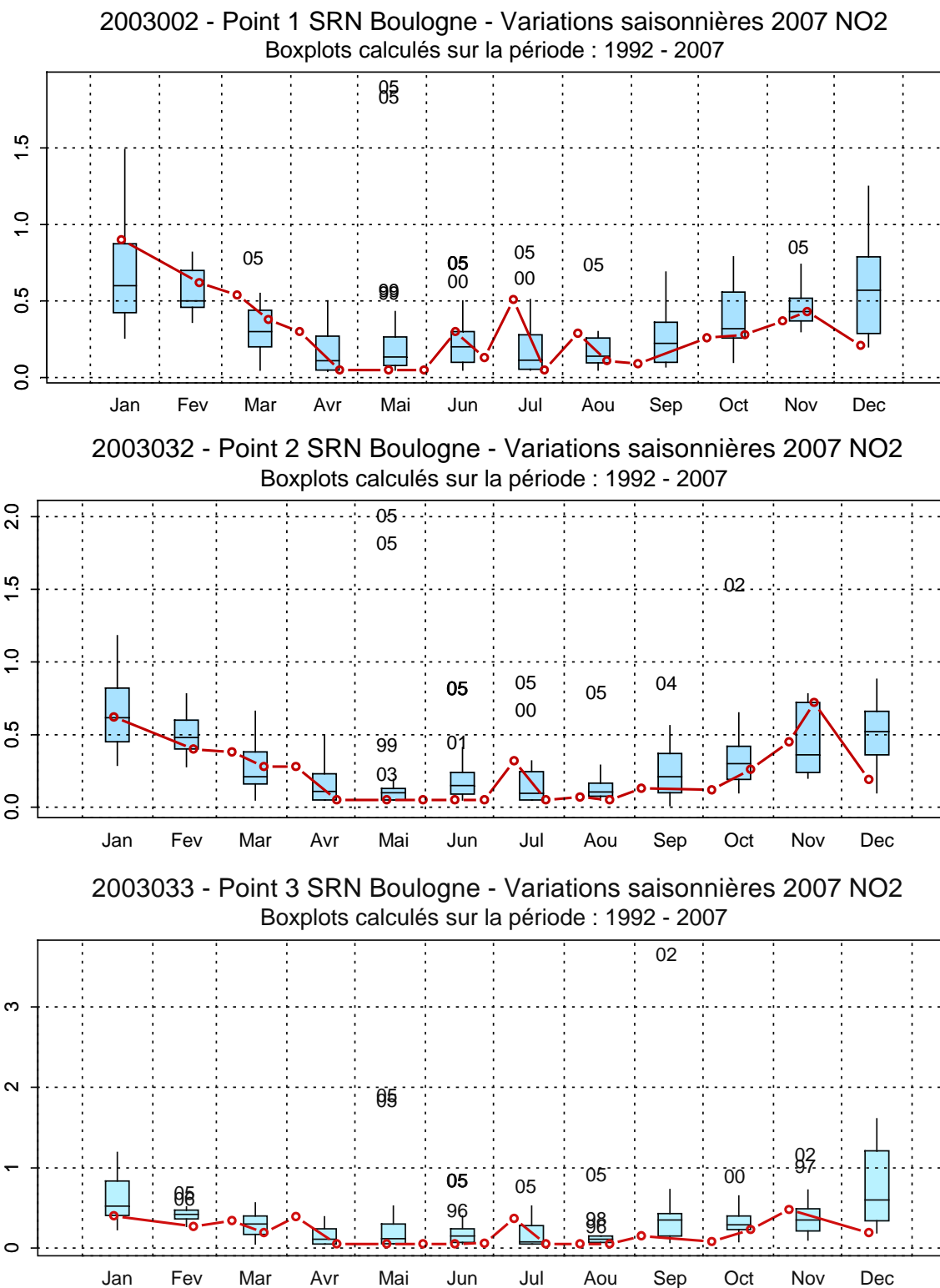
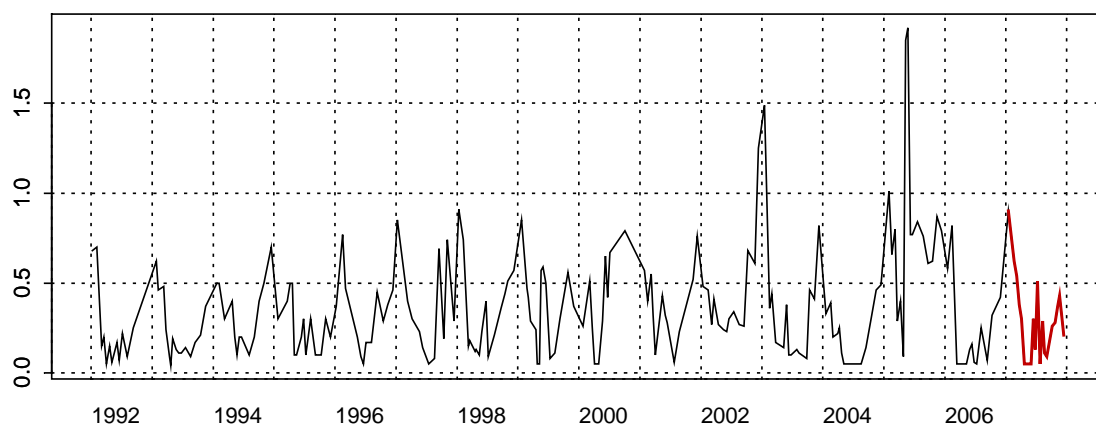
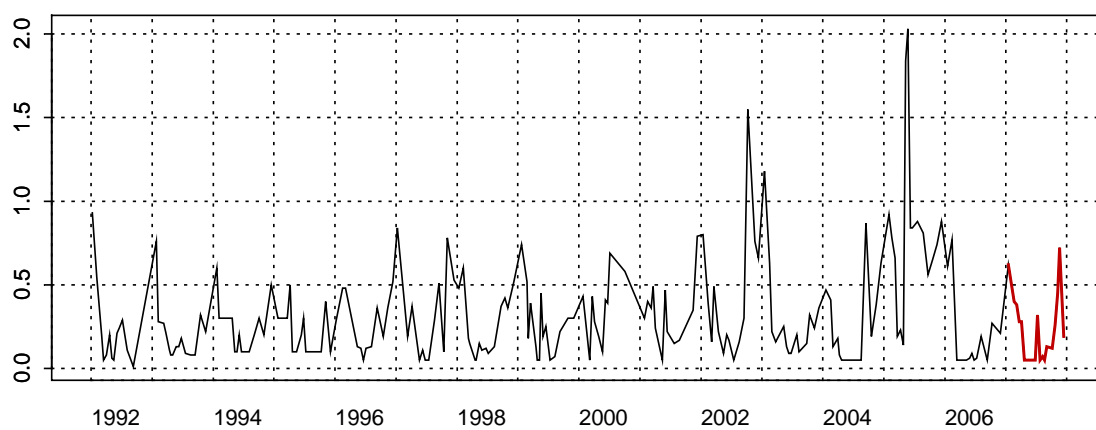


Figure 2.9.a. Évolution des variations saisonnières en nitrite ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007

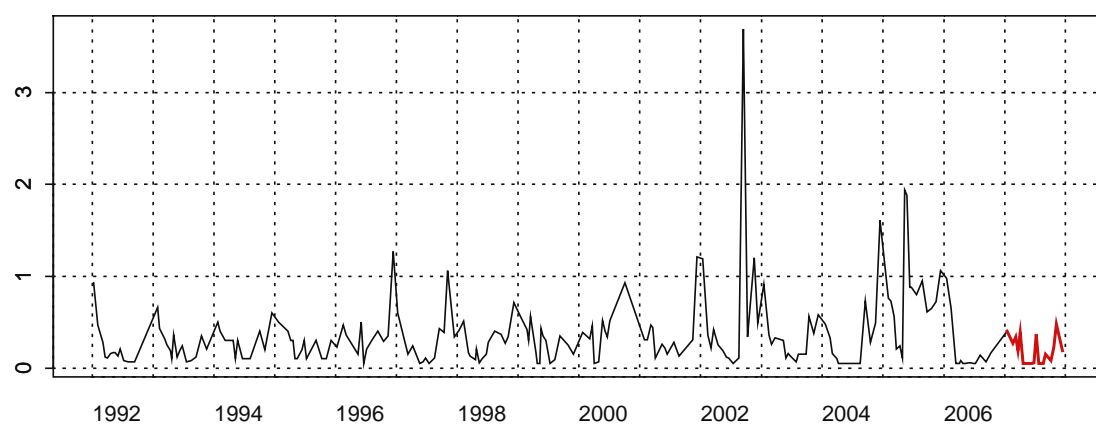
2003002 - Point 1 SRN Boulogne - NO2



2003032 - Point 2 SRN Boulogne - NO2



2003033 - Point 3 SRN Boulogne - NO2



**Figure 2.9.b. Évolution des nitrites ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007**

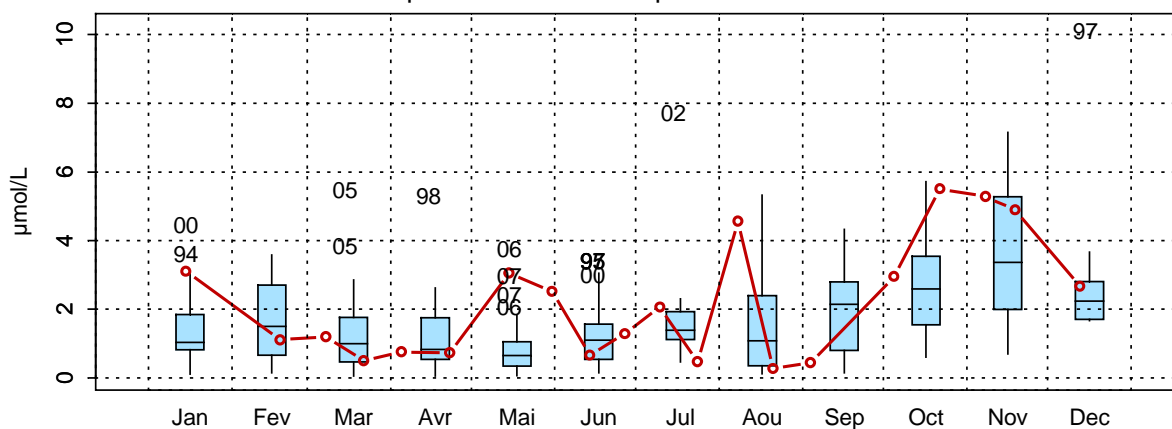
- Ammonium

Le schéma d'évolution de la concentration en ammonium apparaît classique avec cependant quelques « anomalies » observées durant l'année. On observe les concentrations les plus faibles en début de cycle (février à avril), puis les minima sont obtenus d'avril à octobre (valeurs proches ou égales au seuil de détection : $0,05 \mu\text{mol/L}$) et les plus élevées durant la période hivernale (octobre à décembre) avec un maxima au point intermédiaire ($5,67 \mu\text{mol/L}$) le 08/11. Les anomalies sont observées durant les mois hivernaux, avec des pics de concentration ; exemples : augmentation de la concentration au point côtier en mai, juillet et août, même chose pour les deux autres points à des moments différents (avril et juillet pour le point intermédiaire ainsi qu'avril et septembre pour le point du large).

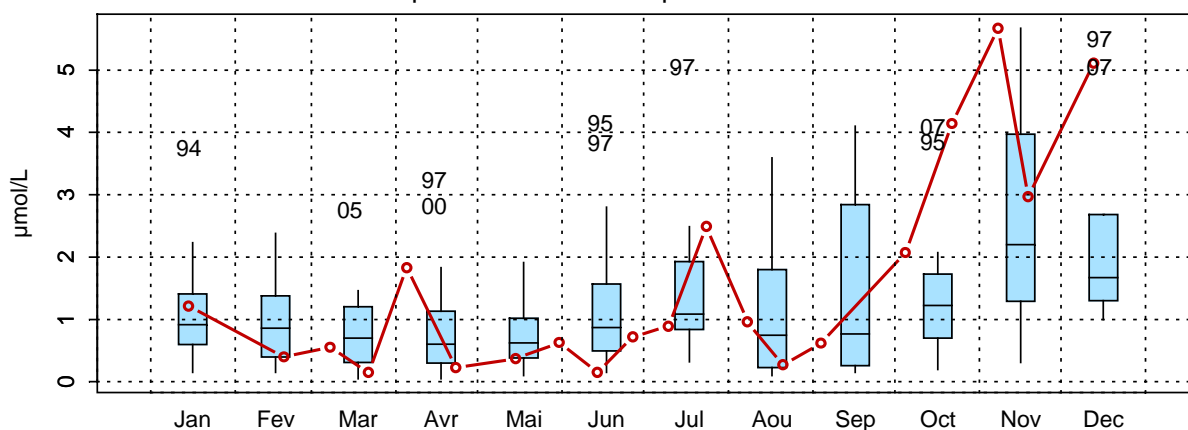
Les concentrations pour l'année 2007 sont globalement faibles pour les mois hivernaux . En effet, les résultats des mois de février à septembre (sauf au niveau des « anomalies ») sont inférieurs ou égaux au minimum des valeurs obtenues sur la période 1992-2007. La concentration des mois de janvier (sauf point 3) et des mois d'octobre à décembre est supérieure à la médiane 1992-2007 (Figure 2.10.a. et 2.10.b.).

Les concentrations les plus fortes ont été observées en 1997 et 2002 au point côtier, en 1995, 1997 et 2007 au point intermédiaire et en 1997 au point du large (toute proportion gardée au regard du gradient côte-large). Les concentrations étaient habituellement de l'ordre de $4,0 \mu\text{mol/L}$ à la côte contre $3,0 \mu\text{mol/L}$ au large dans les années 1990. Ces dernières années les concentrations ont légèrement tendance à diminuer. La valeur atteinte au point intermédiaire en novembre 2007 est la valeur la plus importante enregistrée sur la période 1992-2007 (Figure 2.10.a. et 2.10.b.).

2003002 - Point 1 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Azote ammoniacal
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



2003032 - Point 2 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Azote ammoniacal
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



2003033 - Point 3 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Azote ammoniacal
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

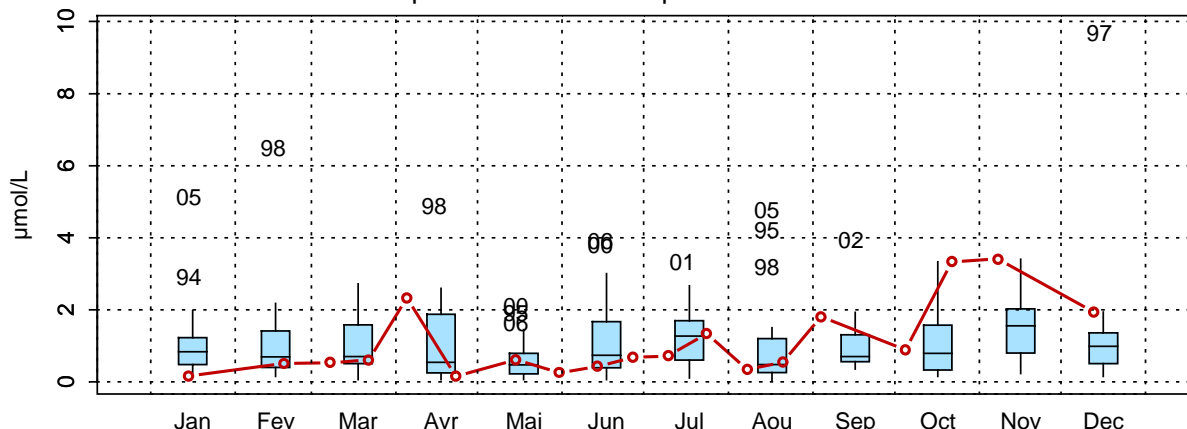
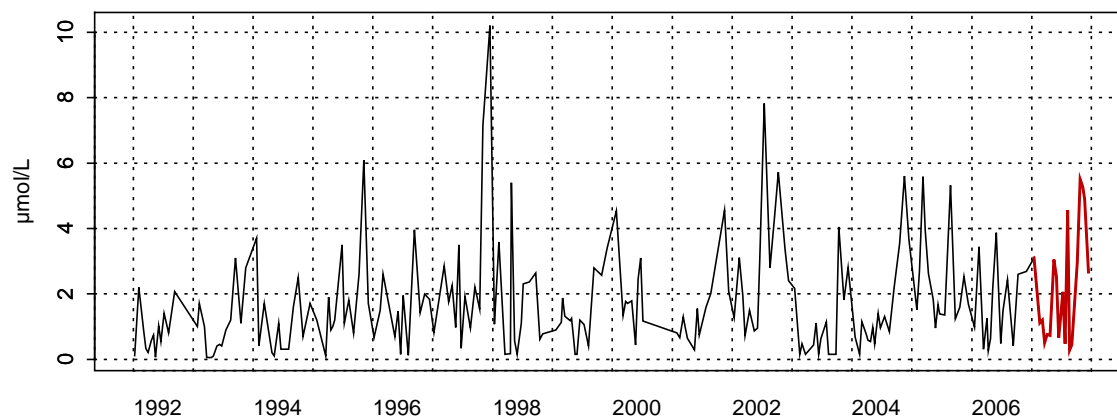
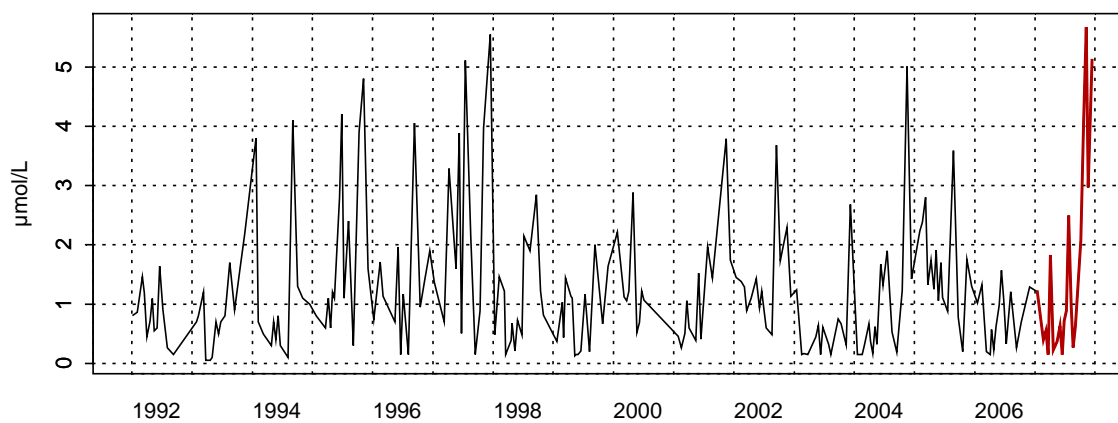


Figure 2.10.a. Évolution des variations saisonnières en ammonium (µmol/L)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007

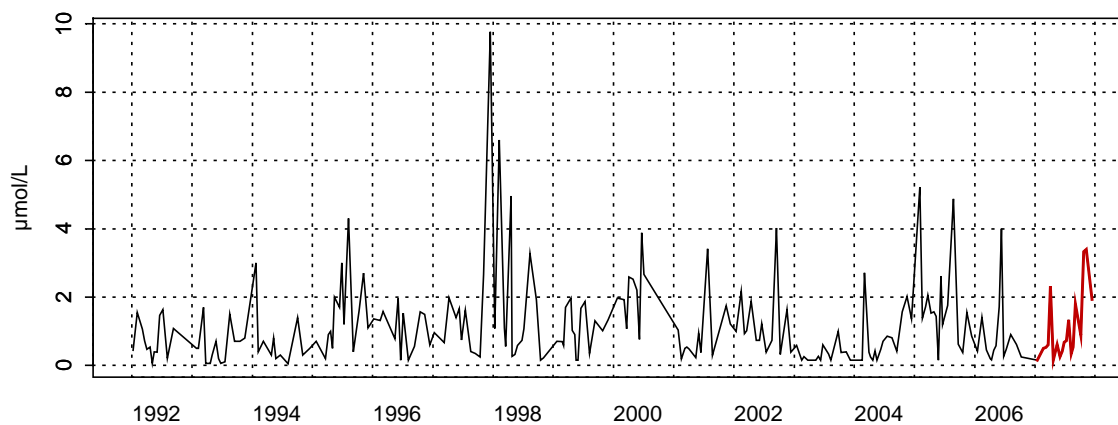
2003002 - Point 1 SRN Boulogne - Azote ammoniacal



2003032 - Point 2 SRN Boulogne - Azote ammoniacal



2003033 - Point 3 SRN Boulogne - Azote ammoniacal



**Figure 2.10.b. Évolution de l'ammonium ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007**

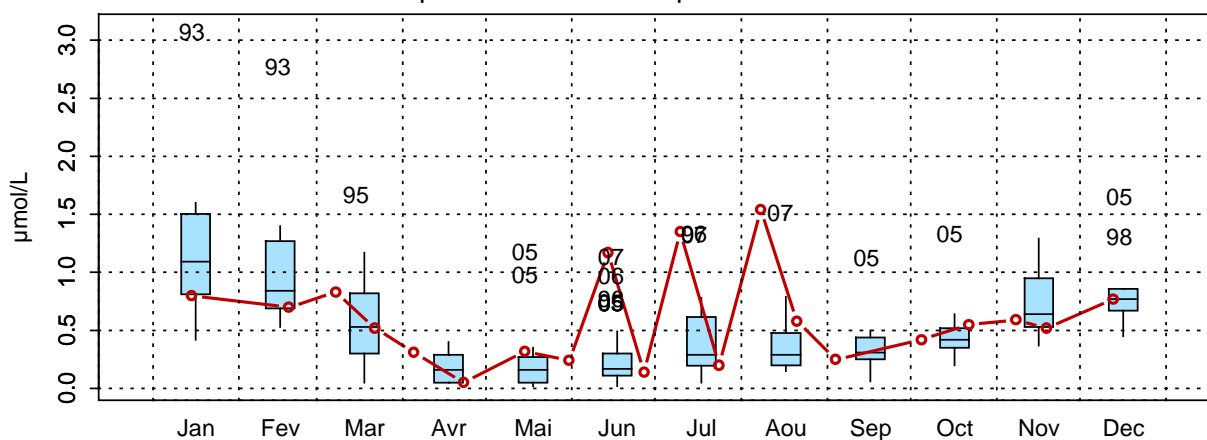
- Phosphate

L'évolution de la concentration en phosphate est conforme à ce qui est habituellement observé sur le site avec là aussi quelques « anomalies » à préciser. Elle est marquée dans un premier temps par une chute de concentration du mois de janvier au mois d'avril, pour atteindre le minimum (seuil de détection : $0,05 \mu\text{mol/L}$). A partir du mois de juin, on note une augmentation progressive de la concentration jusqu'au mois de décembre.

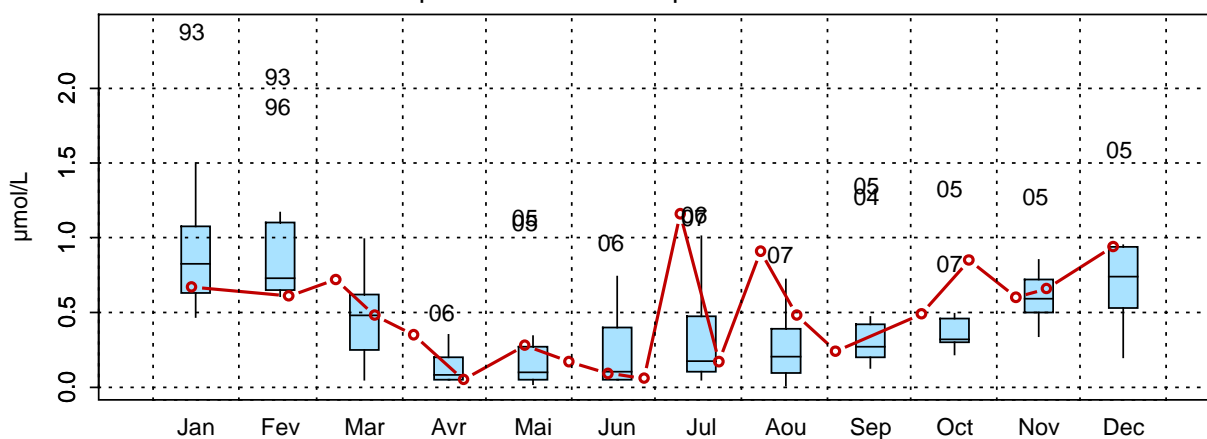
On observe comme pour les nitrites et les ammoniums, des pics de concentrations à diverses périodes : entre les mois de juin à août, un certain nombre de valeurs extrêmes sont observées de la côte vers la large, ainsi qu'en octobre pour la point du large (Figure 2.11. a. et b.).

Les concentrations étaient habituellement de l'ordre de $1,5 \mu\text{mol/L}$ à la côte contre $1,0 \mu\text{mol/L}$ au large dans les années 1993 à 2000. De 2001 à 2003, ainsi que 2006, les valeurs obtenues étaient légèrement inférieures avec des maxima ne dépassant pas les $1,0 \mu\text{mol/L}$ à la côte. Les années 2004, 2005 et 2007 présentent le même schéma que la fin des années 1990 avec même un maxima se situant au point du large (Figure 2.11 a. et b.).

2003002 - Point 1 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Phosphate
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



2003032 - Point 2 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Phosphate
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



2003033 - Point 3 SRN Boulogne - Variations saisonnières 2007 Phosphate
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

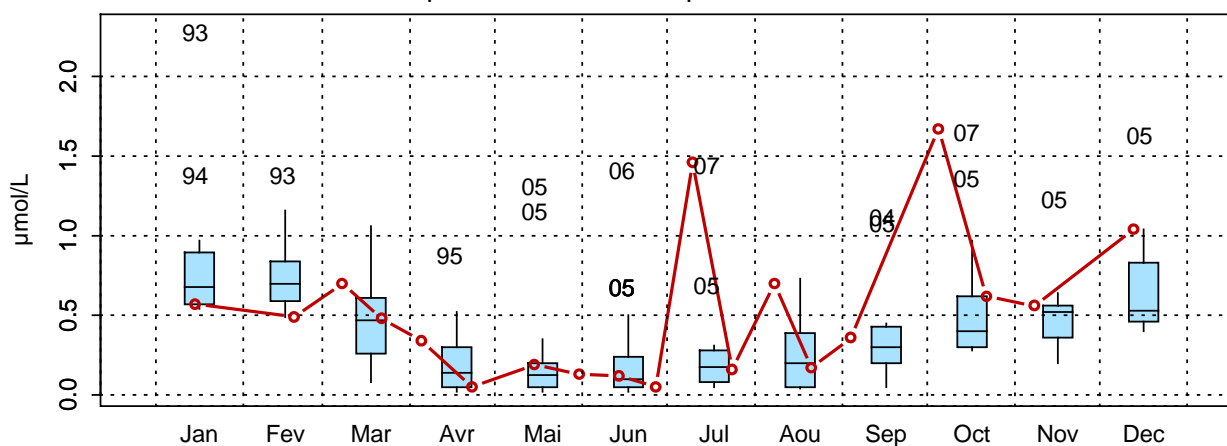
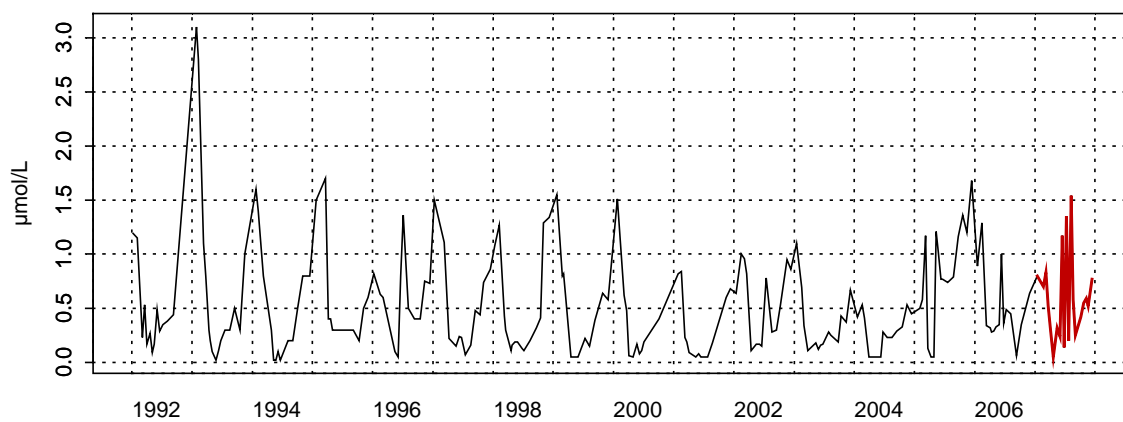
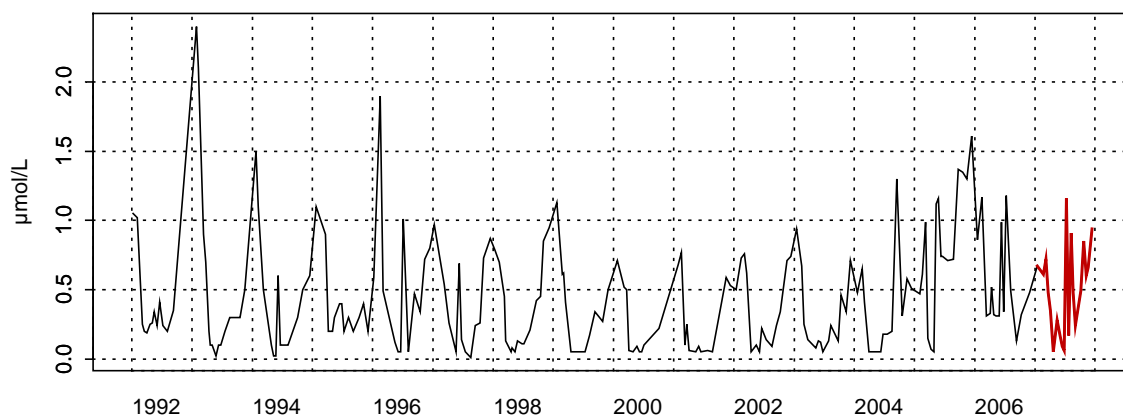


Figure 2.11.a. Évolution des variations saisonnières en phosphate ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007

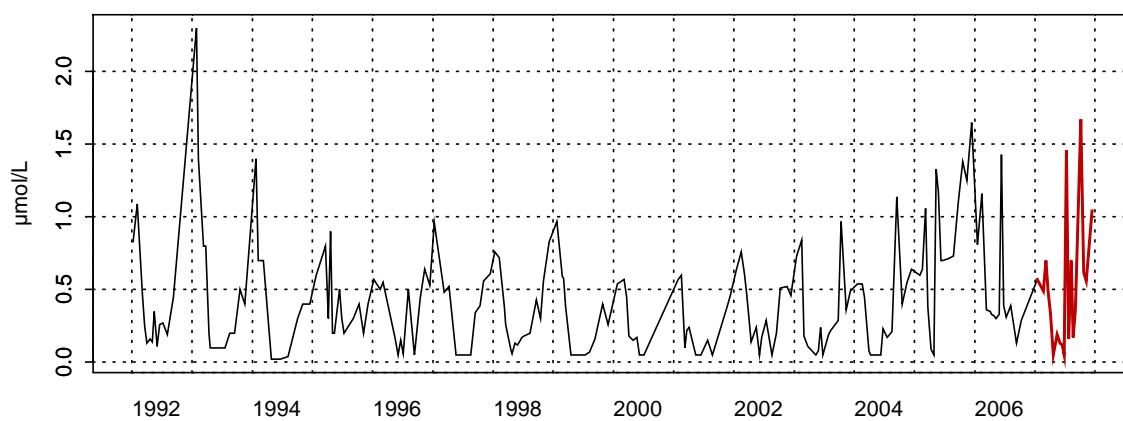
2003002 - Point 1 SRN Boulogne - Phosphate



2003032 - Point 2 SRN Boulogne - Phosphate



2003033 - Point 3 SRN Boulogne - Phosphate



**Figure 2.11.b. Évolution des phosphates ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007**

- Silicate

En 2007 et conformément aux autres années, l'évolution de la concentration en silicate peut être divisée en 3 parties. Les valeurs sont plus fortes en début d'année (avec un maximum au point côtier : 17,22 $\mu\text{mol/L}$ le 08/03) pour ensuite diminuer brutalement pour atteindre leur minimum, d'avril à juillet, au niveau du seuil de détection (0,05 $\mu\text{mol/L}$). On peut noter cependant un pic de concentration au mois de juin. A partir du mois de juillet et jusqu'en décembre, les valeurs ne vont cesser d'augmenter (Figure 2.12. a.).

Lors de l'année 2007, seules les concentrations des mois d'avril et de fin juillet sont inférieures à la médiane de la période 1992-2007. La concentration du mois de mars, ainsi que celle du mois de juin sont élevées (Figure 2.12. a.).

L'année 1994 présente un maximum important lors du début de cycle (mois de janvier) mais en fin de cycle le maximum est de l'ordre de 10 $\mu\text{mol/L}$ au point côtier contre 5 $\mu\text{mol/L}$ au point du large. Les années 1994 à 2000 et 2004 sont marquées par des concentrations maximales « moyennes » de l'ordre de 10 $\mu\text{mol/L}$ (début et fin de cycle) avec un gradient côte-large bien marqué. A partir de 2001 et jusqu'en 2007 (sauf 2004), les concentrations redeviennent importantes en début ou en fin de cycle, et pour tous les points de la radiale (Figure 2.12.a. et 2.12.b.).

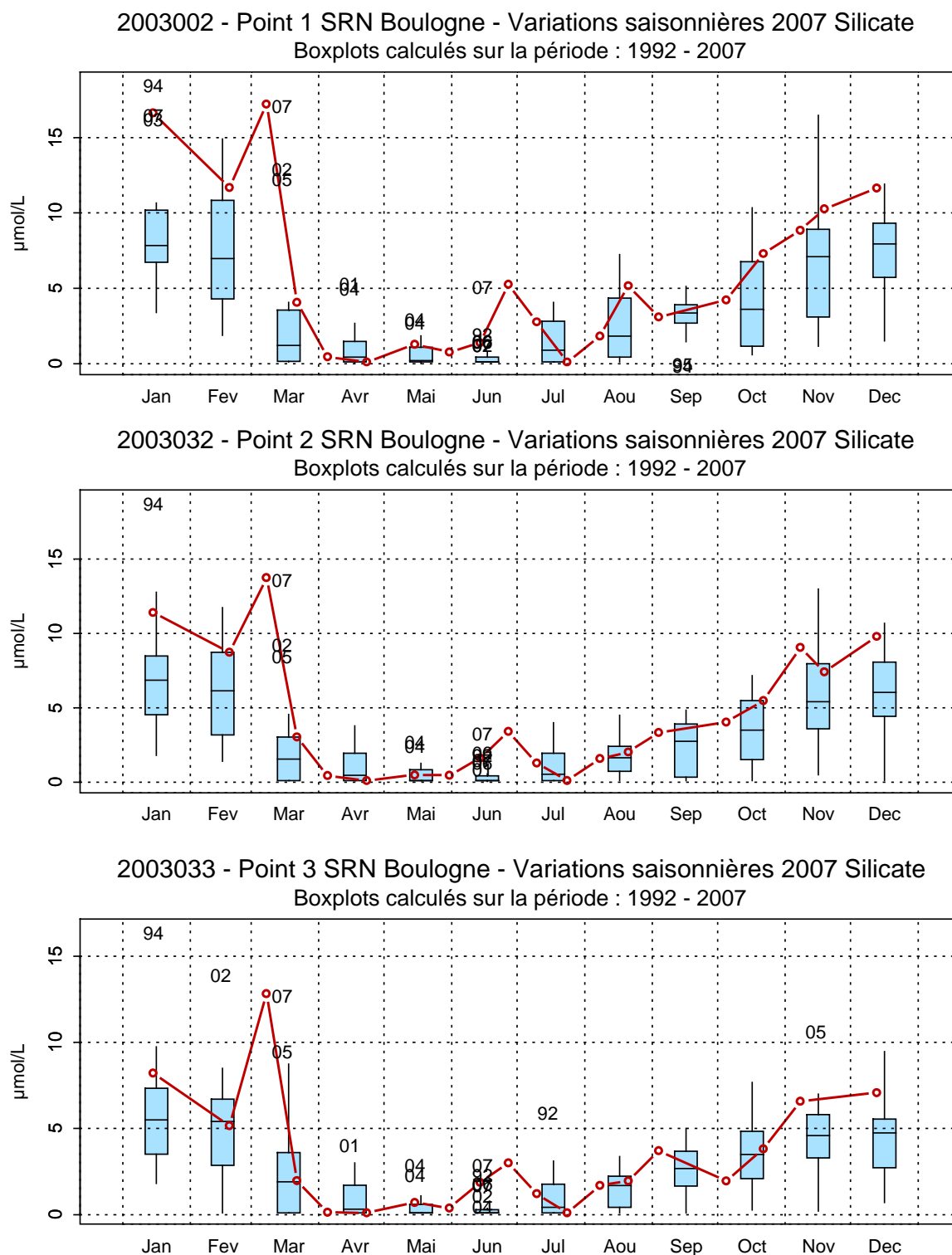
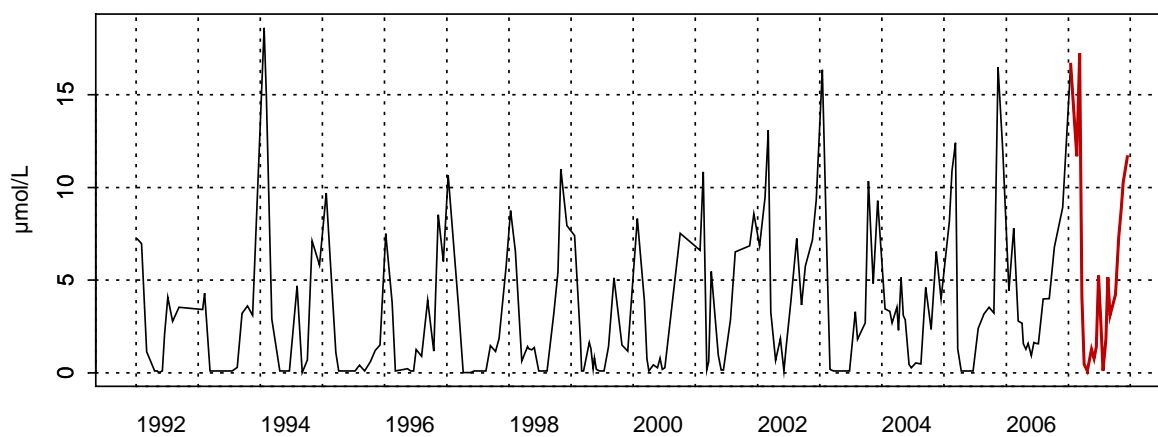
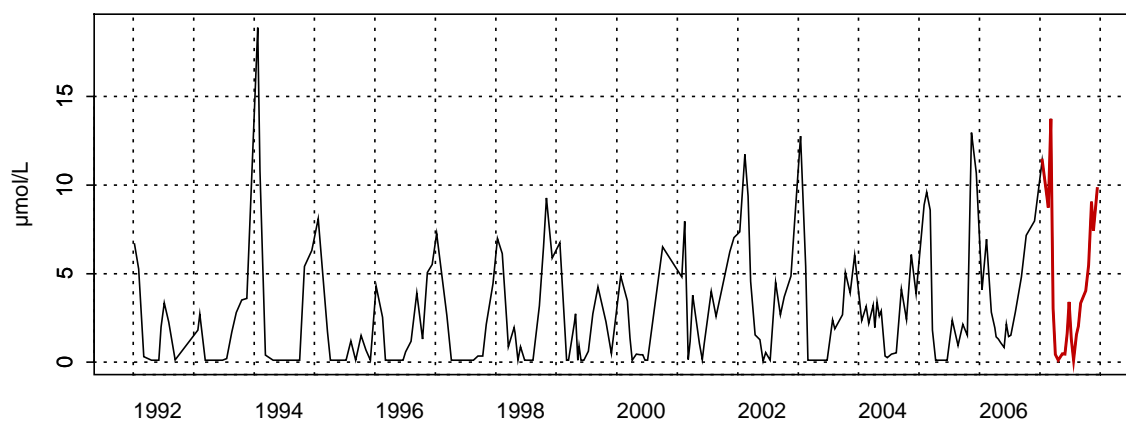


Figure 2.12.a. Évolution des variations saisonnières en silicate ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007

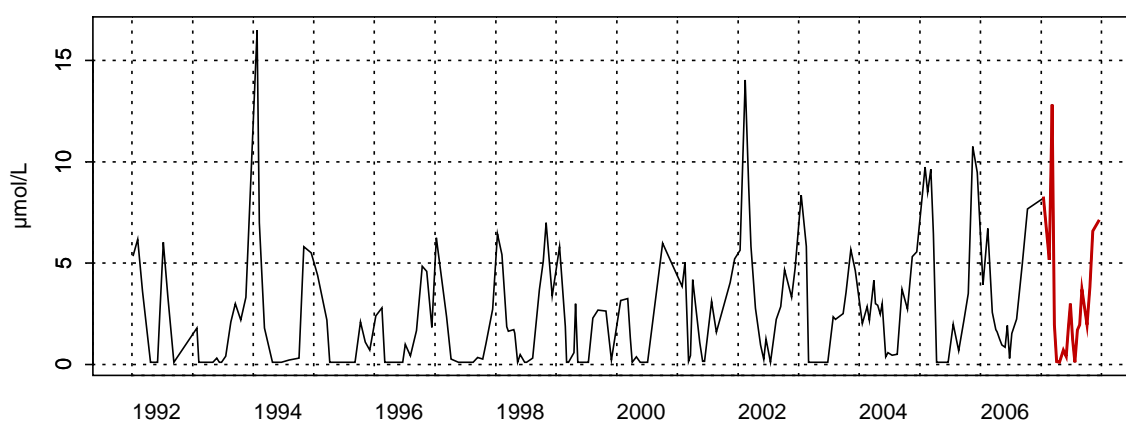
2003002 - Point 1 SRN Boulogne - Silicate



2003032 - Point 2 SRN Boulogne - Silicate



2003033 - Point 3 SRN Boulogne - Silicate



**Figure 2.12.b. Évolution des silicates ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de Boulogne-sur-Mer pour la période 1992-2007**

Dynamique de la biomasse phytoplanctonique et des nutriments en 2007

La dynamique d'évolution de la concentration en chlorophylle *a* et en nutriments peut se décomposer en 5 phases :

(1) De janvier à début mars, la situation est dite hivernale, à savoir que le «stock» de nutriments (nitrate, nitrite, phosphate, ammonium et silicate) est à son maximum et que la concentration en chlorophylle *a* est à son minimum. Les concentrations sont relativement identiques pour les 3 points de prélèvements.

(2) De début mars à avril, la concentration en chlorophylle *a* augmente brutalement (maximum 15,99 µg/L au point côtier) est correspond au bloom printanier caractéristique des systèmes tempérés. Parallèlement, on note une diminution (jusqu'au seuil de détection) de la concentration des nutriments.

(3) Au mois de mai et juin, on assiste à la période de post-bloom : les concentration en chlorophylle *a* et en nutriments sont faibles.

(4) Pendant la période estivale, la dynamique est différente selon le point considéré. Des efflorescences secondaires peuvent être observées en réponse à une production régénérée des nutriments et, notamment, suite à une augmentation de la concentration en ammonium, énergiquement plus favorable pour une consommation par le phytoplancton. La concentration en phosphate est différente entre la station côtière et les stations intermédiaire et du large ; on observe des pics de phosphate à diverses périodes selon les points (juin, juillet et août pour le point côtier, juillet et août pour le point intermédiaire et juin, juillet et octobre pour le point du large).

(5) D'octobre à décembre, on assiste à la fin du cycle biologique avec une chute de la concentration en chlorophylle *a* et une reconstitution du stock de nutriments par non consommation et par apports externes qui peut être différente selon le point considéré : par exemple, la concentration en ammonium augmente jusqu'au mois d'octobre au niveau du point côtier puis diminue, alors qu'elle augmente jusqu'au début novembre puis chute à la fin du mois de novembre pour remonter en décembre pour le point intermédiaire. Par ailleurs, alors que la concentration en nitrite présente une augmentation en novembre aux points côtier et intermédiaire, elle chute au mois de décembre au large.

Les concentrations seront plus importantes à la côte qu'au large pour l'ensemble des nutriments observés.

Afin de faciliter la lecture des différentes phases, les échelles des ordonnées des graphiques ne sont pas les mêmes.

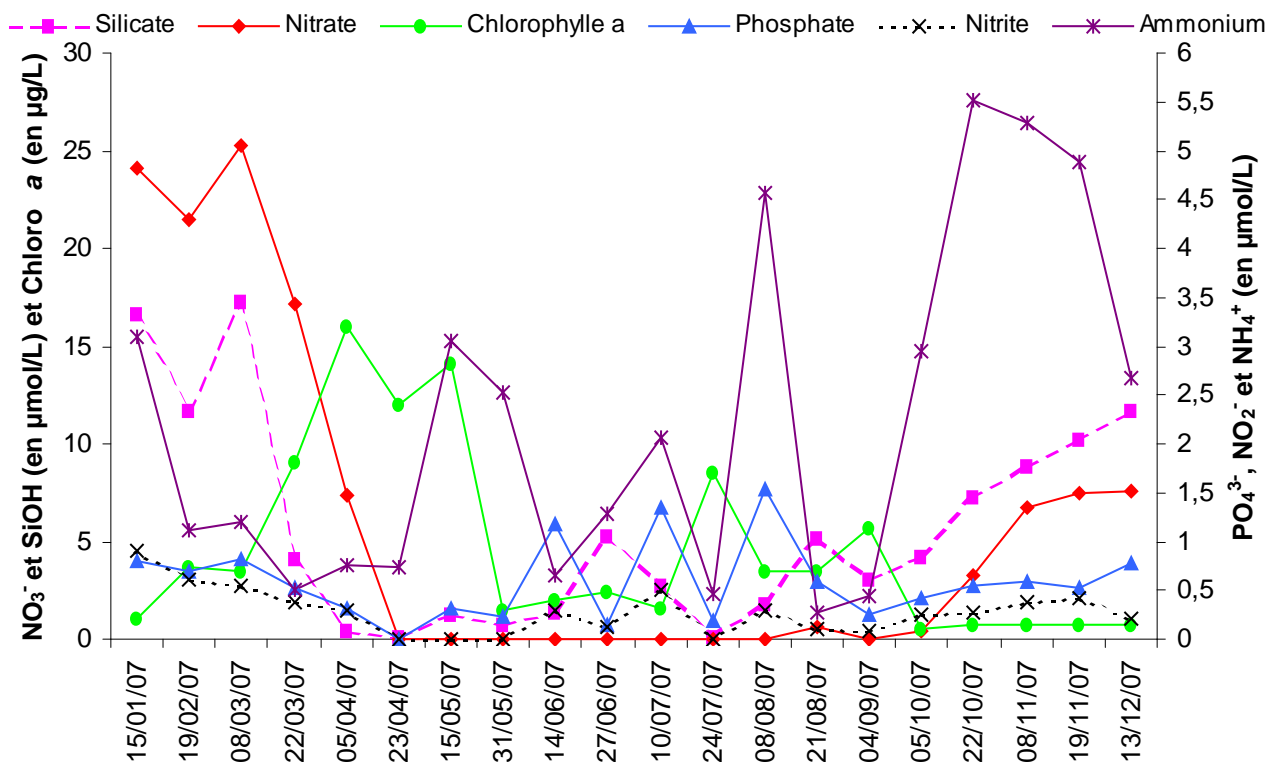


Figure 2.13. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point 1 de la radiale de Boulogne-sur-Mer

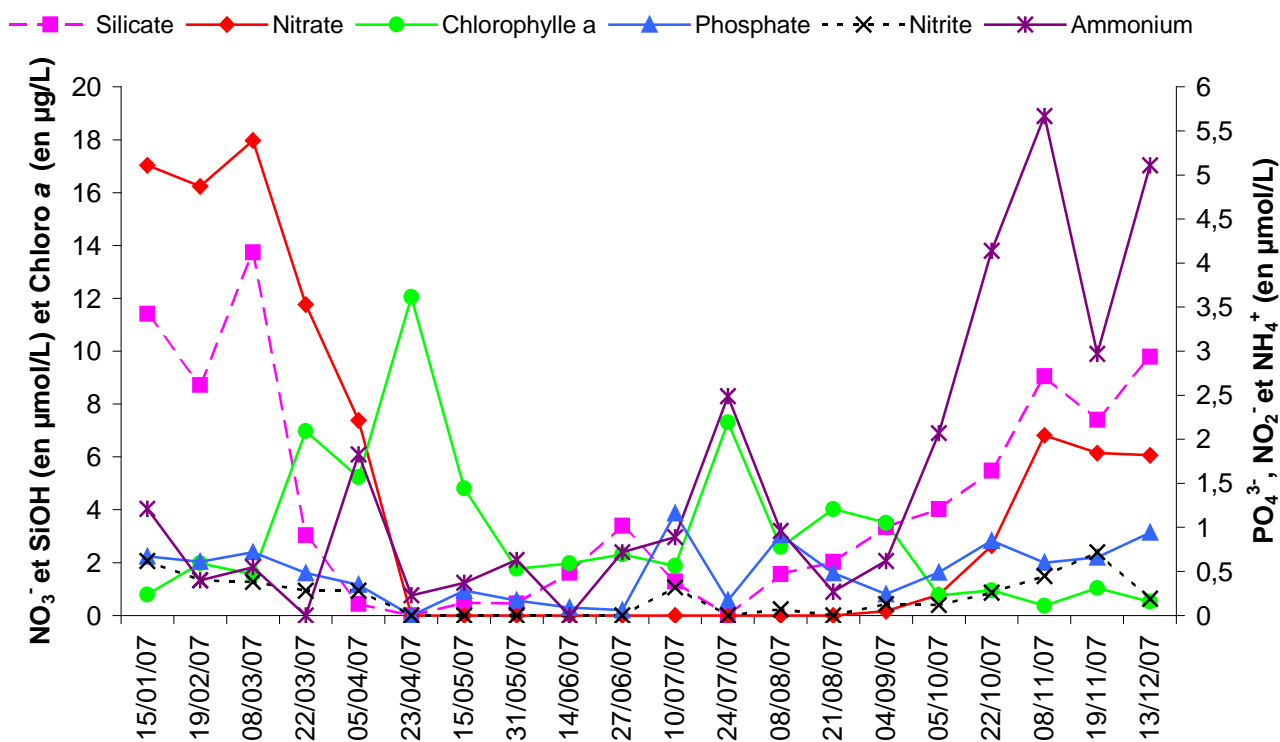


Figure 2.14. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point 2 de la radiale de Boulogne-sur-Mer

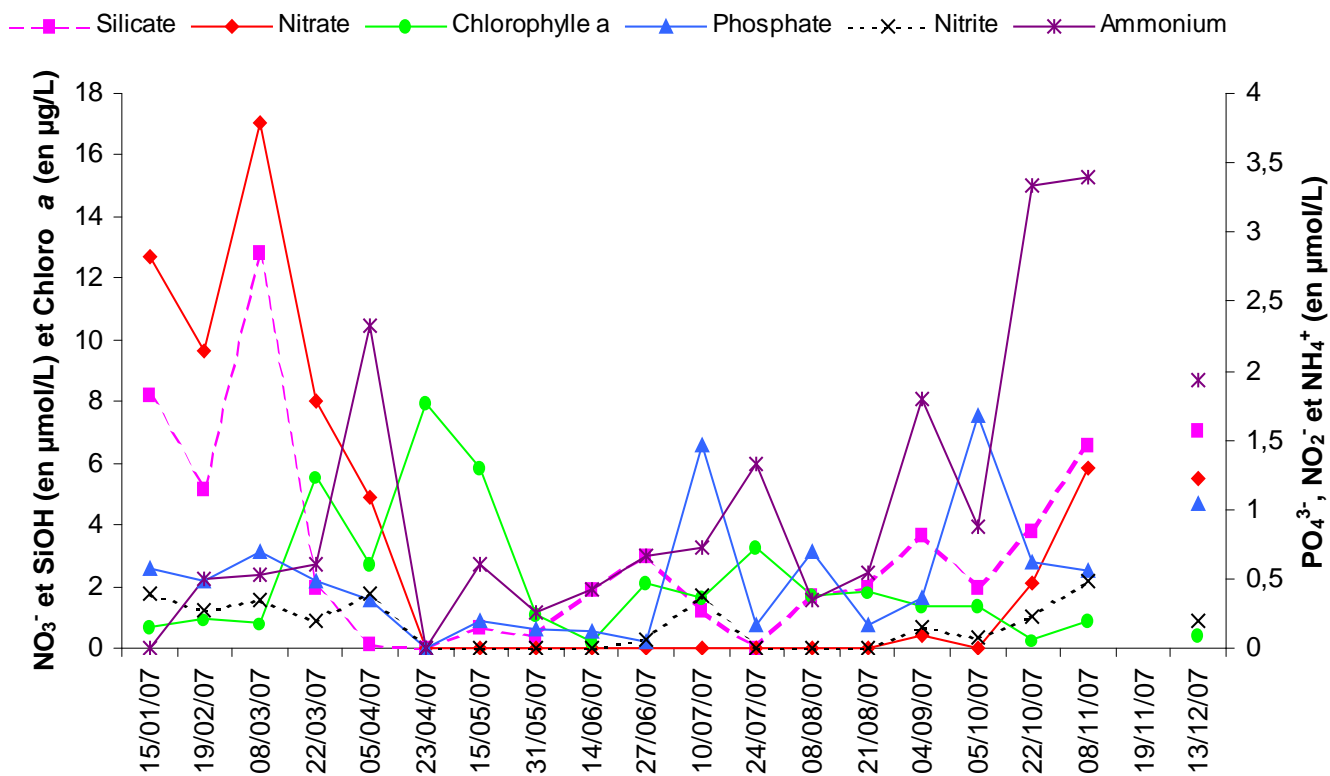


Figure 2.15. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point 3 de la radiale de Boulogne-sur-Mer

2.2.6. Phéopigments

Les résultats sont exprimés en pourcentage de chlorophylle active.

Le pourcentage d'activité chlorophyllienne est globalement supérieur à 60 % pour le point 1 (inférieur à 60 % pour les deux autres points) en début de saison (janvier à avril) puis chute en avril-juillet pour atteindre des valeurs de l'ordre de 30 % à 40 % (augmentation au niveau des points 2 et 3). D'août à décembre, le pourcentage est compris entre 40 % et 80 %. Le maximum se situe au point 1 (82 %) le 15/05 et le minimum est mesuré au point 3 (11 %) le 23/04.

Le gradient côte-large du pourcentage de chlorophylle active est compris entre 29 % et 57 %.

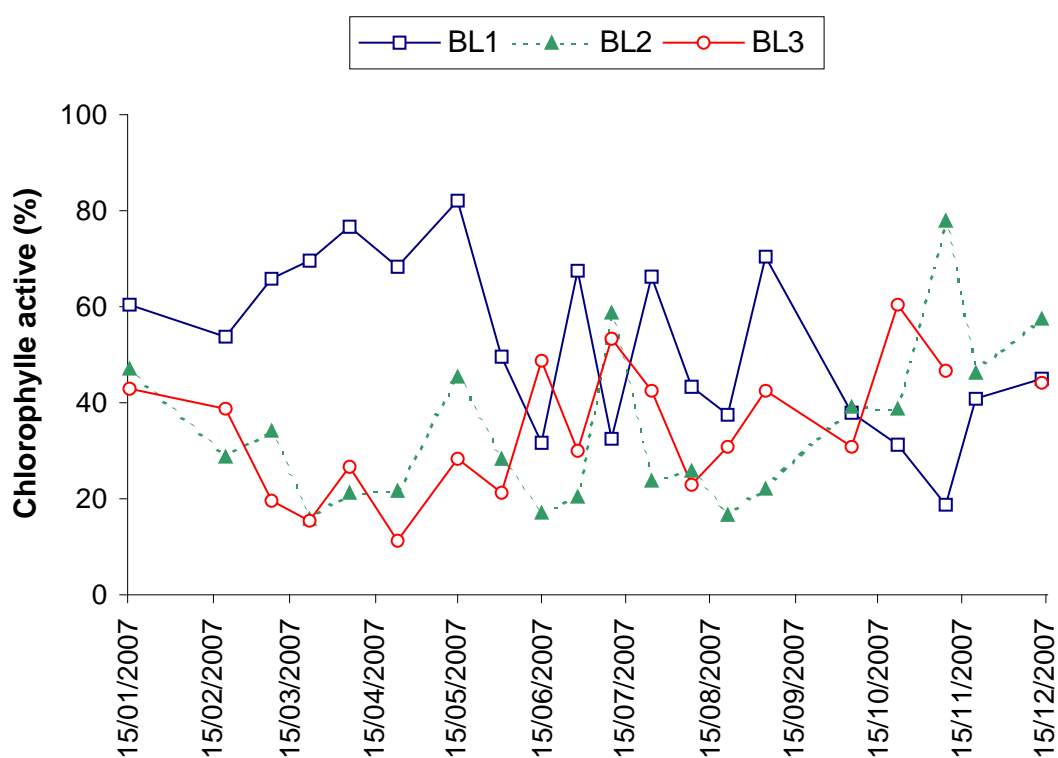


Figure 2.16. Évolution temporelle du pourcentage de chlorophylle active sur la radiale de Boulogne-sur-Mer

2.3. La baie de Somme

Pour des raisons météorologiques et techniques, les prélèvements des mois de février, mars (Mer1 et Mer2), du 03/04 (Mer1 et Mer2), du 05/06 (Mer2), du 10/09 (Mer2), du 26/09 (Atso, Mer1 et Mer2) et du 17/12 (Mer1 et Mer2) n'ont pu être effectués. Au total, 18 campagnes de prélèvement ont été réalisées.

2.3.1. Température

La courbe de température indique une dynamique classique (Figure 3.1.). Dès le mois de février, la température augmente et atteint son maximum au milieu du mois d'août (18,9 °C) au point Mimer. A partir de septembre, la température commence à diminuer ; la chute est plus importante d'octobre à décembre (minimum de 4,8 °C au point Bif le 17/12).

Il existe globalement un faible gradient de température entre la côte et le large (de Atso à Mer2). Ce gradient varie de $-1,4$ °C à $+1,5$ °C. Il est globalement négatif ou nul au printemps et en été (eaux côtières plus chaudes) et devient positif en hiver (Figure 3.1).

Les cycles saisonniers sont nettement marqués pour l'ensemble de la période considérée. L'évolution temporelle des températures en 2007 est cohérente avec le schéma établi sur la période 1992-2007. La médiane et la moyenne des températures de 2007 (respectivement 14,8 °C et 13,77 °C pour le point côtier) sont supérieures à celles mesurées sur la période 1992-2007 (respectivement 12,6 °C et 12,63 °C pour le point côtier) ; cela se vérifie également pour les 4 autres points (Figures 3.1.b.).

Globalement l'année 2007 se caractérise par des températures au moins supérieures à la médiane de janvier à juin et de septembre à novembre. Les températures relevées lors de la période estivales et au mois de décembre sont globalement plus fraîches (Figure 3.1.a.).

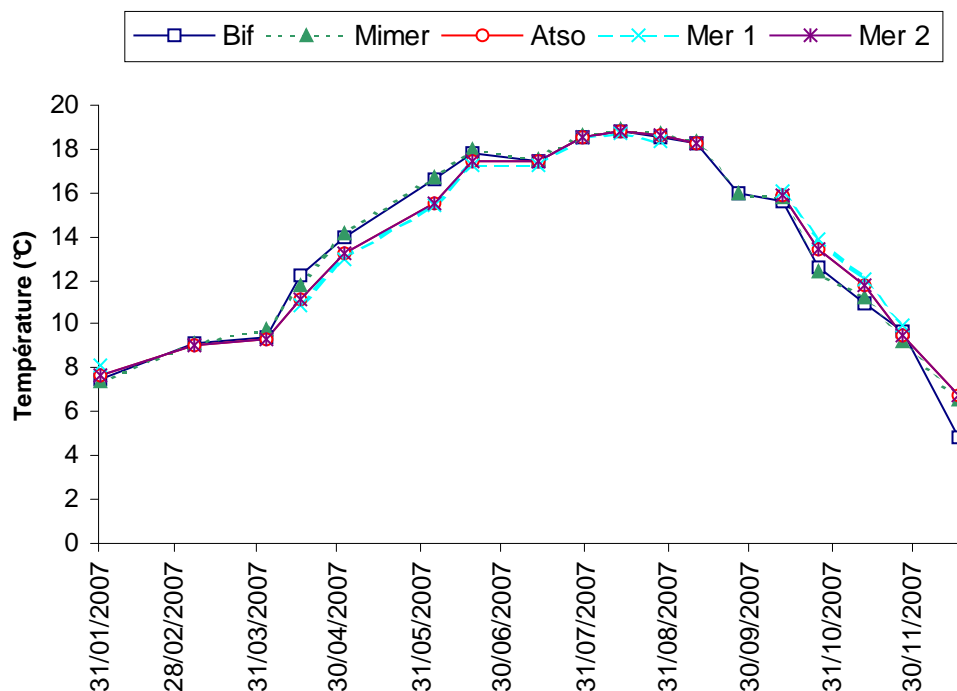
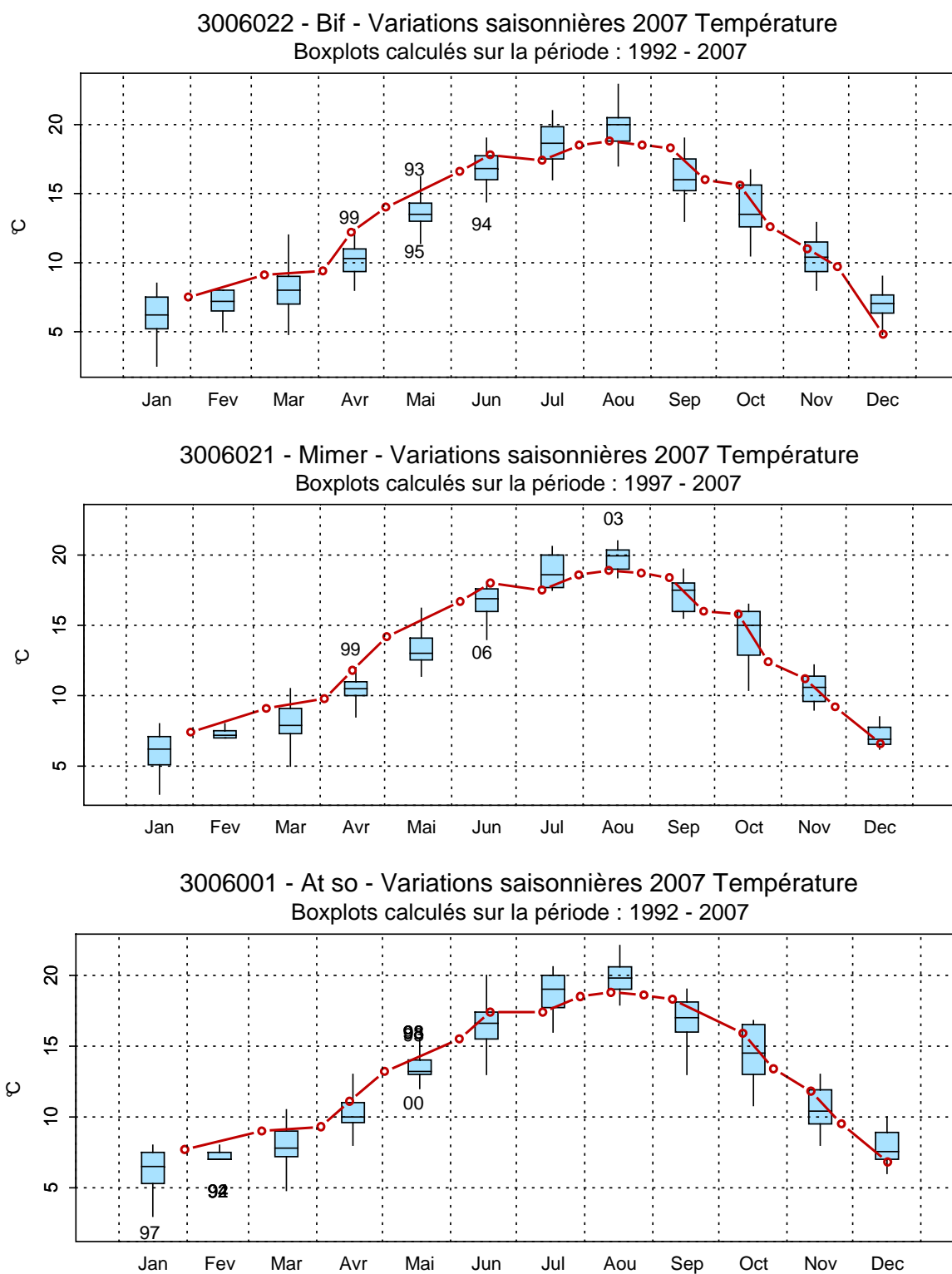
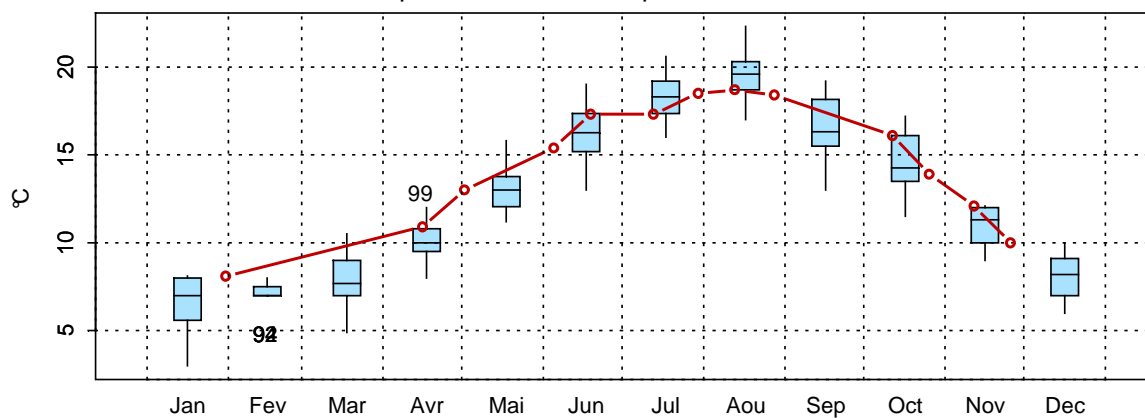


Figure 3.1. Évolution temporelle de la température (°C) sur la radiale de la Baie de Somme

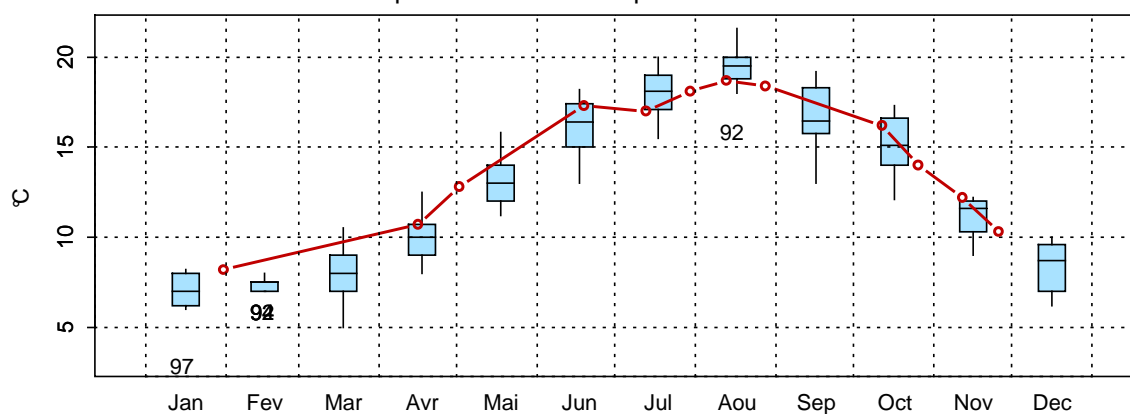


**Figure 3.2.a. Évolution des variations saisonnières de température (°C)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

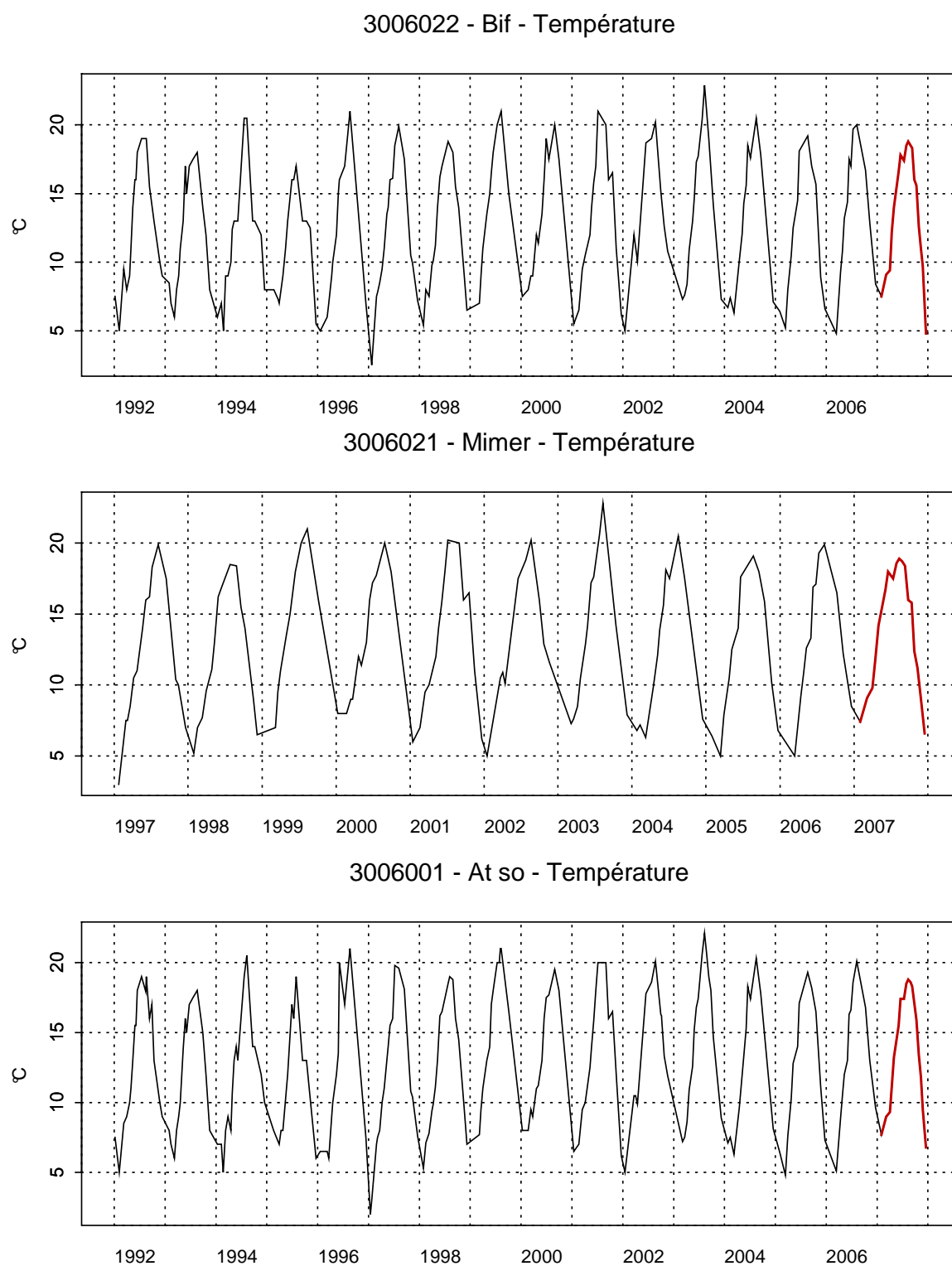
3006019 - SRN Somme mer 1 - Variations saisonnières 2007 Température
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



3006020 - SRN Somme mer 2 - Variations saisonnières 2007 Température
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

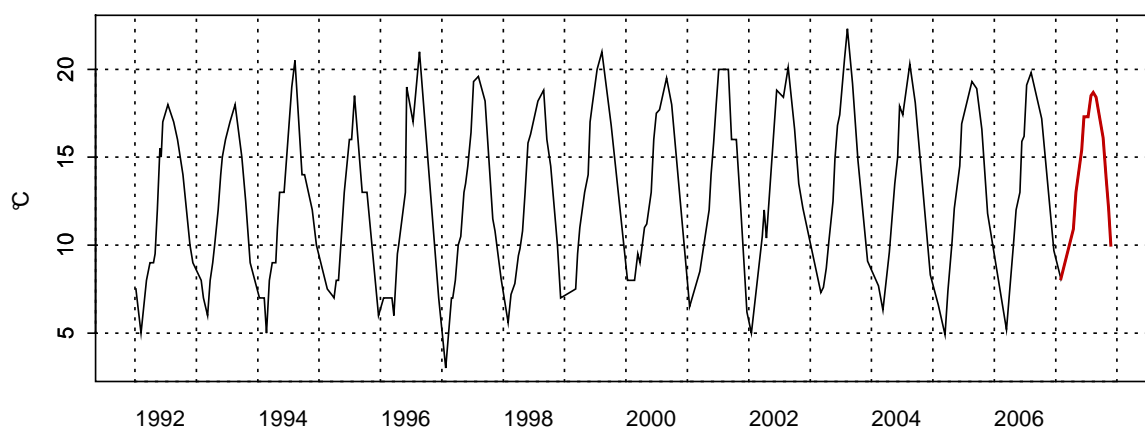


**Figure 3.2.a. (suite) Évolution des variations saisonnières de température (°C)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

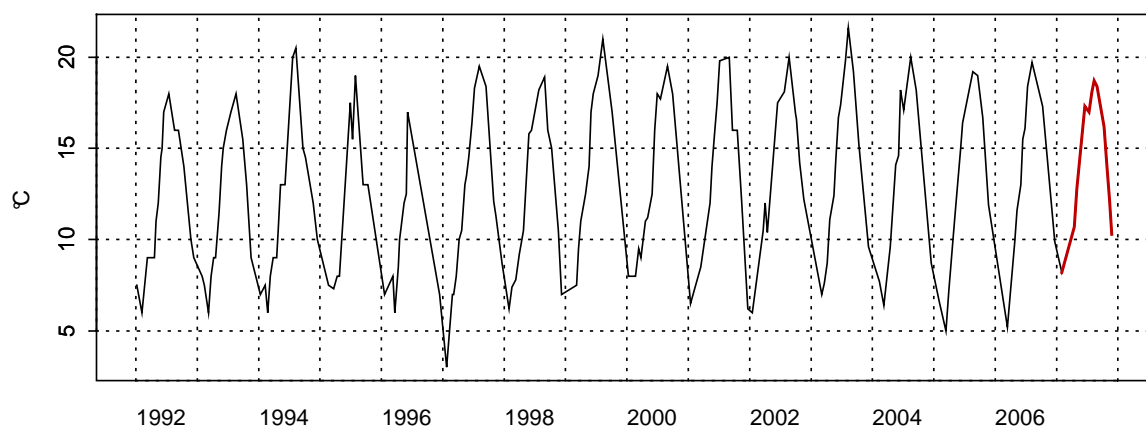


**Figure 3.2.b. Évolution des températures (°C)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

3006019 - SRN Somme mer 1 - Température



3006020 - SRN Somme mer 2 - Température



**Figure 3.2.b. (suite) Évolution des températures (°C)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

2.3.2. Salinité

Pour des raisons d'accessibilité des moyens nautiques, les prélèvements sont réalisés à $PM \pm 2h$. Ainsi, la gamme de variation de la salinité mesurée est artificiellement faible pour un système estuarien.

Les valeurs sont comprises entre 29,1 et 34,6 pour le point Bif (point estuarien), entre 31,6 et 34,6 pour le point Mimer, entre 32,4 et 35,0 pour le point Atso (point côtier), entre 33,3 et 35,6 pour le point Mer1 et entre 33,8 et 35,8 pour Mer2 (point du large).

On remarque une variation plus importante au niveau du point Bif qui est le plus à l'intérieur de l'estuaire de la baie, donc le plus influencé par les apports en eau douce de la somme (Figure 3.3.)

Certaines fluctuations observées sont le reflet à la fois de conditions de prélèvements différents (marée) et de situation environnementales différentes (météorologie, courantologie) et ne peuvent être expliquées de manière approfondie à l'échelle d'observation du S.R.N..

Le gradient côte-large entre les points Atso et Mer2 est compris entre 0,0 et 1,3 et le gradient côte-large entre les points Bif et Mer2 est compris entre 1,1 et 2,9.

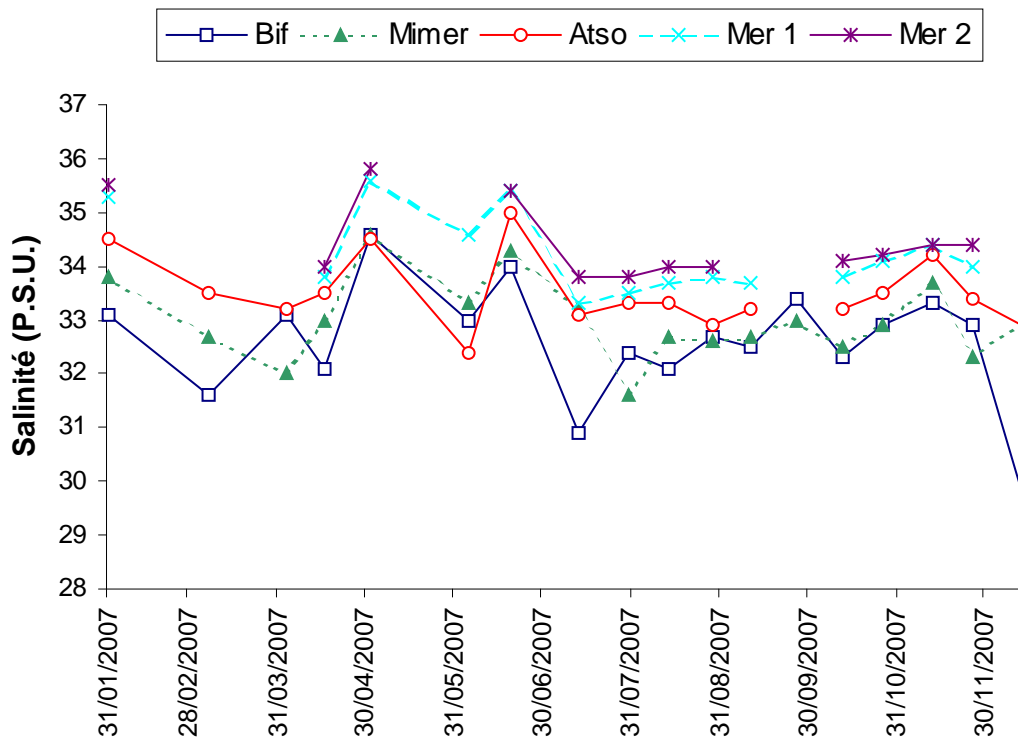


Figure 3.3. Évolution temporelle de la salinité (P.S.U.) sur la radiale de la baie de Somme

2.3.3. Turbidité et matières en suspension

Les évolutions de turbidité et de concentration en matières en suspension sont comparables entre les points Bif et Mimer ainsi qu'entre les points Atso, Mer1 et Mer2 (distinction fonction de l'influence estuarienne).

L'évolution de la turbidité est relativement comparable à celle des matières en suspension (M.E.S.). Le maximum est mesuré en début de cycle (période hivernale) et le minimum l'est pendant la période estivale. Cependant, on observe quelques « anomalies » par rapport à ce schéma qui sont le reflet de processus hydrodynamique et météorologique non abordables à cette échelle d'observation. Exemple : importante quantité de MES pendant les mois d'octobre et novembre à la station Bif (Figures 3.4. et 3.5.), pouvant être liée, à des remises en suspension lors d'épisode de crues ou de tempêtes combinées aux effets de la marée (échelle de quelques heures à quelques jours et non pas mensuelle).

La turbidité est maximale à la station Bif (58,6 N.T.U.) le 07/03 et minimale le 19/06 à la station Mer1 (1,08 N.T.U.).

Le maximum et le minimum de M.E.S. sont mesurés, respectivement, à la station Bif (66,40 mg/L) le 07/03 et à la station Mer2 le 19/06 (1,10 mg/L).

Le gradient côte-large entre les points Atso et Mer2 pour la turbidité est compris entre 0,10 et 16,46 N.T.U. et entre -8,60 et 13,80 mg/L pour les M.E.S. (les concentrations en M.E.S. sont plus fortes à la côte qu'au large pour la majorité des prélèvements); celui entre Bif et Mer2 est compris entre 0,80 et 24,78 N.T.U. pour la turbidité, et entre 3,10 et 41,20 mg/L pour les M.E.S.

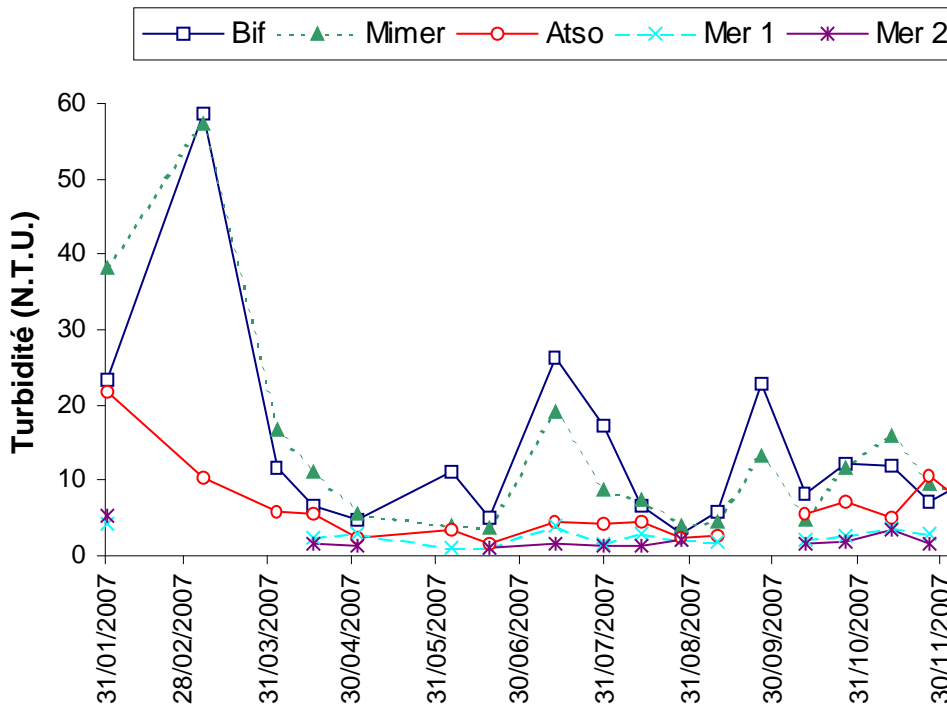


Figure 3.4. Évolution temporelle de la turbidité (N.T.U.) sur la radiale de la baie de Somme

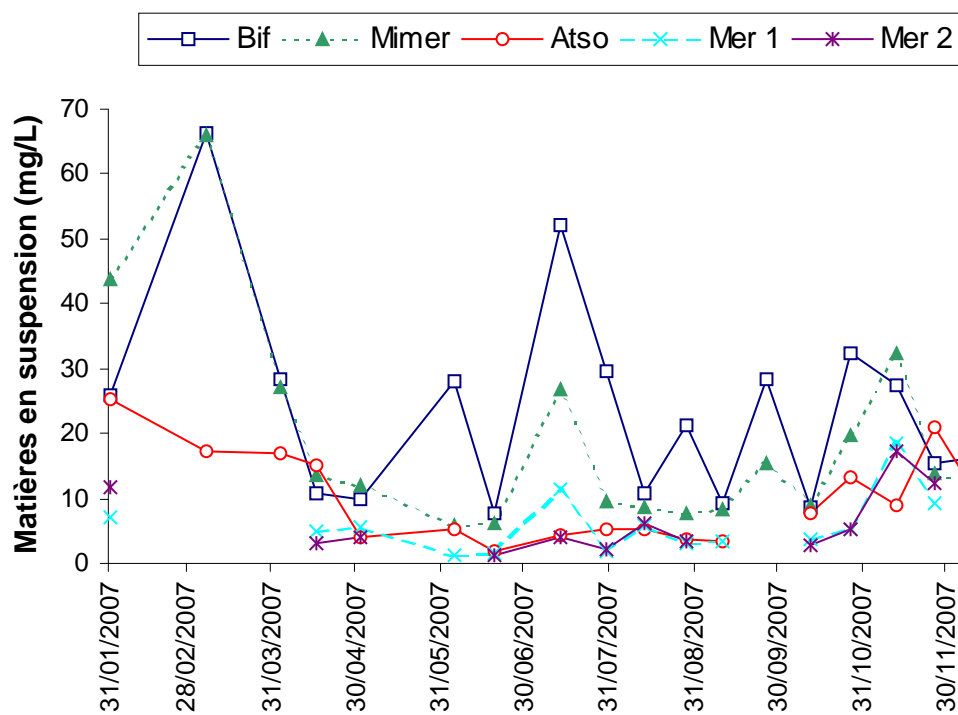


Figure 3.5. Évolution temporelle des matières en suspension (mg/L) sur la radiale de la Baie de Somme

2.3.4. Matière organique

L'évolution de la concentration de matière organique (M.O.) est marquée par la mesure de faibles valeurs en début de saison (janvier à février), pour atteindre un maximum lors des mois d'avril et mai (avec un minimum de 80% pour le point Bif), puis entre mai et août, les valeurs sont de l'ordre de 20 à 50% (avec plus de 50% pour le point au large) avant de revenir progressivement à des niveaux comparables au début de cycle (< à 20%) durant les derniers mois (Figure 3.6).

L'augmentation au cours des mois d'avril et mai correspond à une production de biomasse organique liée au développement du phytoplancton, d'où l'augmentation durant la même période de la concentration en chlorophylle *a*.

Le gradient côte-large entre les points Atso et Mer2 est compris entre 3,40 % et 64,05 % ; celui entre Bif et Mer2 est compris entre 15,80 % et 55,30 %.

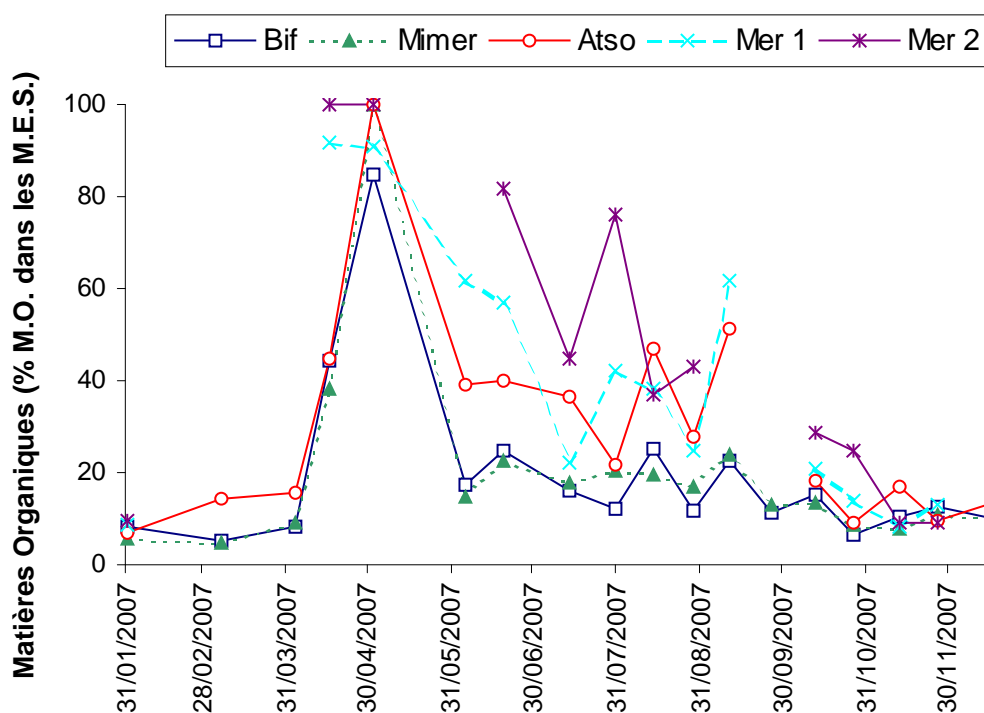


Figure 3.6. Évolution temporelle de la teneur en matière organique dans les matières en suspension (% de Matière organique dans les M.E.S.) sur la radiale de la baie de Somme

2.3.5. Chlorophylle *a* et nutriments

Les graphiques de synthèse de ces paramètres pour l'année 2007 sont repris de la Figure 3.13. à la Figure 3.17. ceci afin de faciliter l'interprétation.

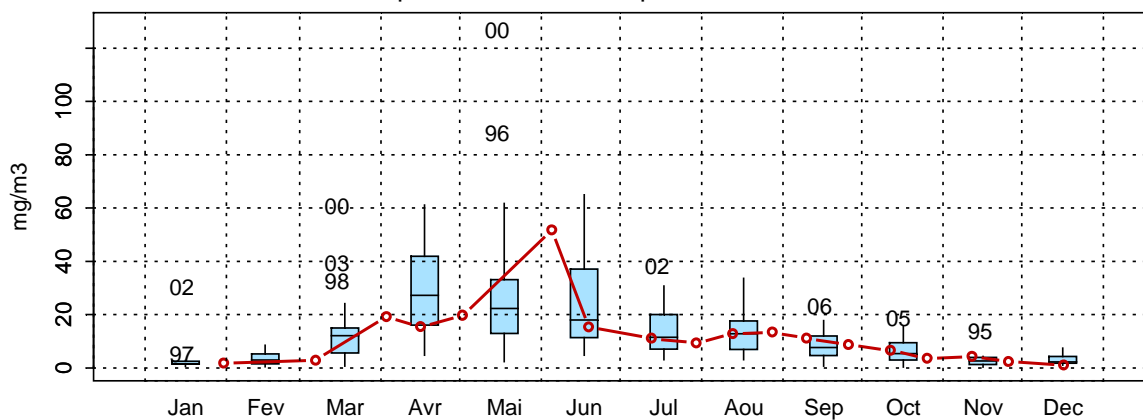
- chlorophylle *a*

Le dosage de la concentration en chlorophylle *a*, indicateur de biomasse phytoplanctonique, permet de mettre en évidence un bloom printanier majeur généralisé de la côte vers le large (51,85 µg/L le 05/06 au point Bif) et un bloom secondaire automnal (maximum de 13,43 µg/L le 28/08 au point Bif) caractéristiques des systèmes tempérés.

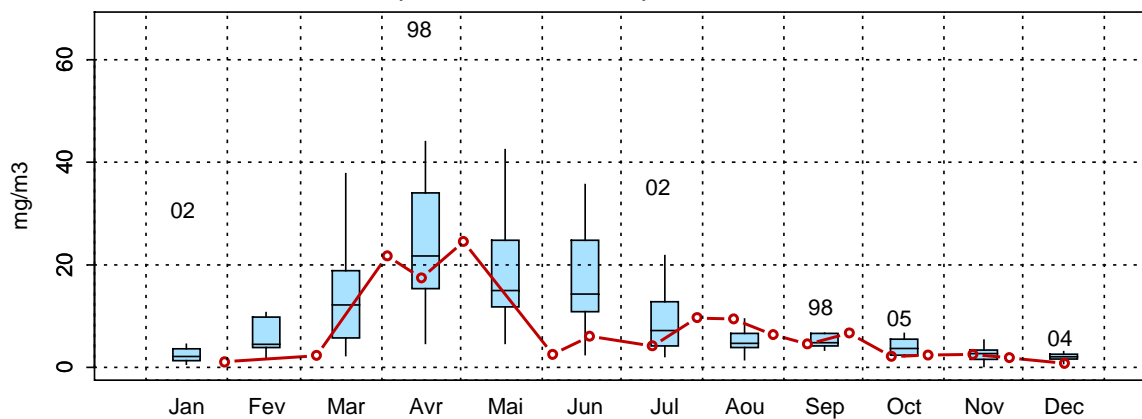
L'année 2007 peut être considérée comme une année moyenne au niveau des concentrations : du mois de janvier à début mai (sauf pour Atso et Mer2 : la période s'étend de janvier à avril), en juin ainsi que de septembre à octobre, les concentrations obtenues sont inférieures à la médiane de la période 1992-2007 (Figure 3.7.a).

Les cycles saisonniers sont nettement marqués pour l'ensemble de la période considérée. Les variabilités inter-annuelle et intra-radiale (gradient côte-large) sont fortes. Les efflorescences les plus importantes et généralisées de la côte vers le large ont été observées en 2000 avec une concentration au point Bif supérieure à 100 µmol/L (influence du plancton d'eau douce). Lors des années 1992, 1993, 2001 et 2003, le gradient côte-large est bien marqué ; l'efflorescence est plutôt côtière. En 1998, le bloom est plus marqué aux points Mimer, Atso et Mer1. De 2004 à 2006, les concentrations sont assez homogènes sur la radiale mais assez faibles comme lors des années 1995 et 1997. En 2007, le gradient côte-large est bien marqué mais le deuxième bloom est de moindre ampleur (Figures 3.7.a. et b.).

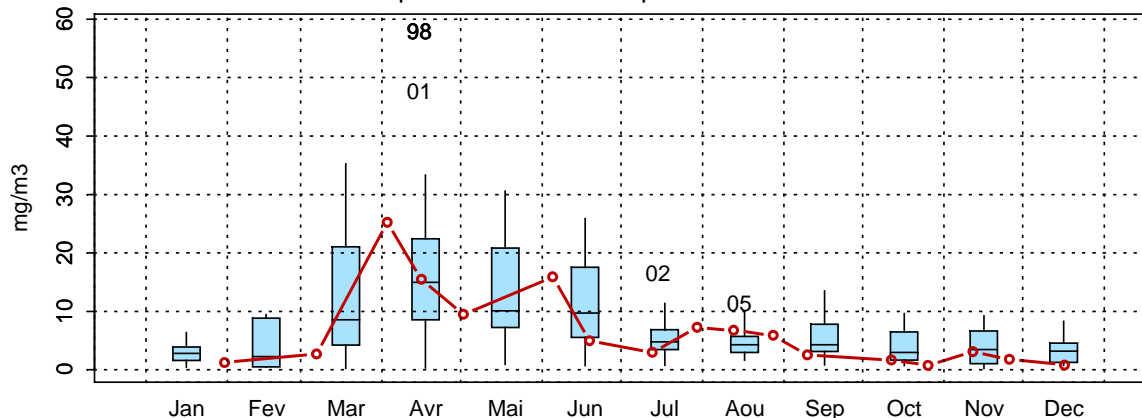
3006022 - Bif - Variations saisonnières 2007 Chlorophylle a
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



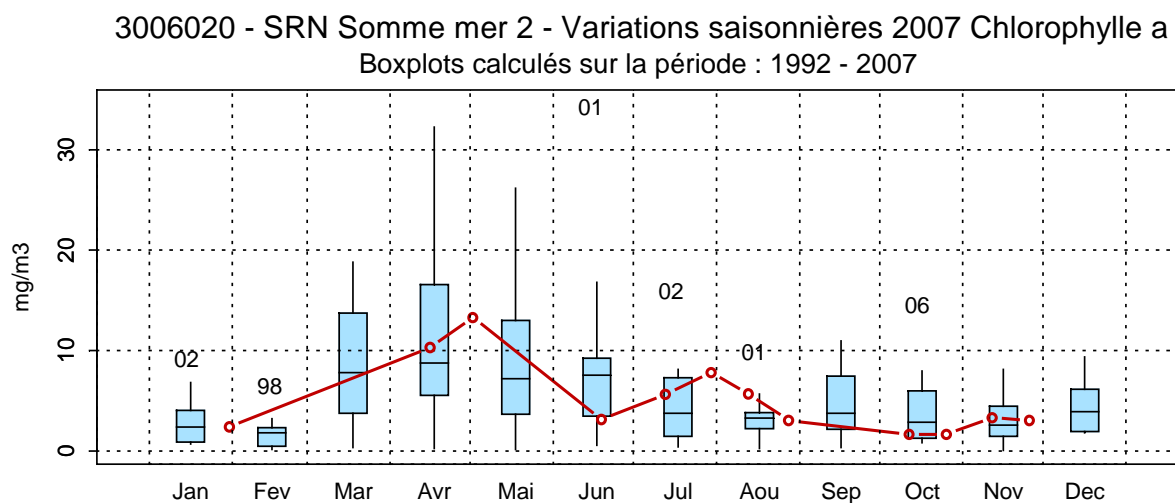
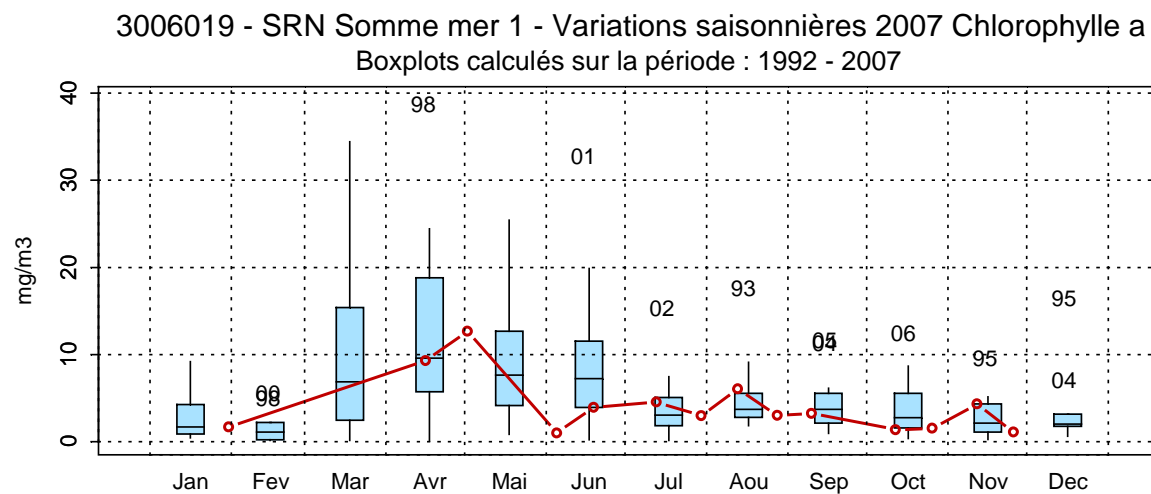
3006021 - Mimer - Variations saisonnières 2007 Chlorophylle a
Boxplots calculés sur la période : 1997 - 2007



3006001 - At so - Variations saisonnières 2007 Chlorophylle a
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



**Figure 3.7.a. Évolution de la chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**



**Figure 3.7.a. (suite) Évolution de la chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

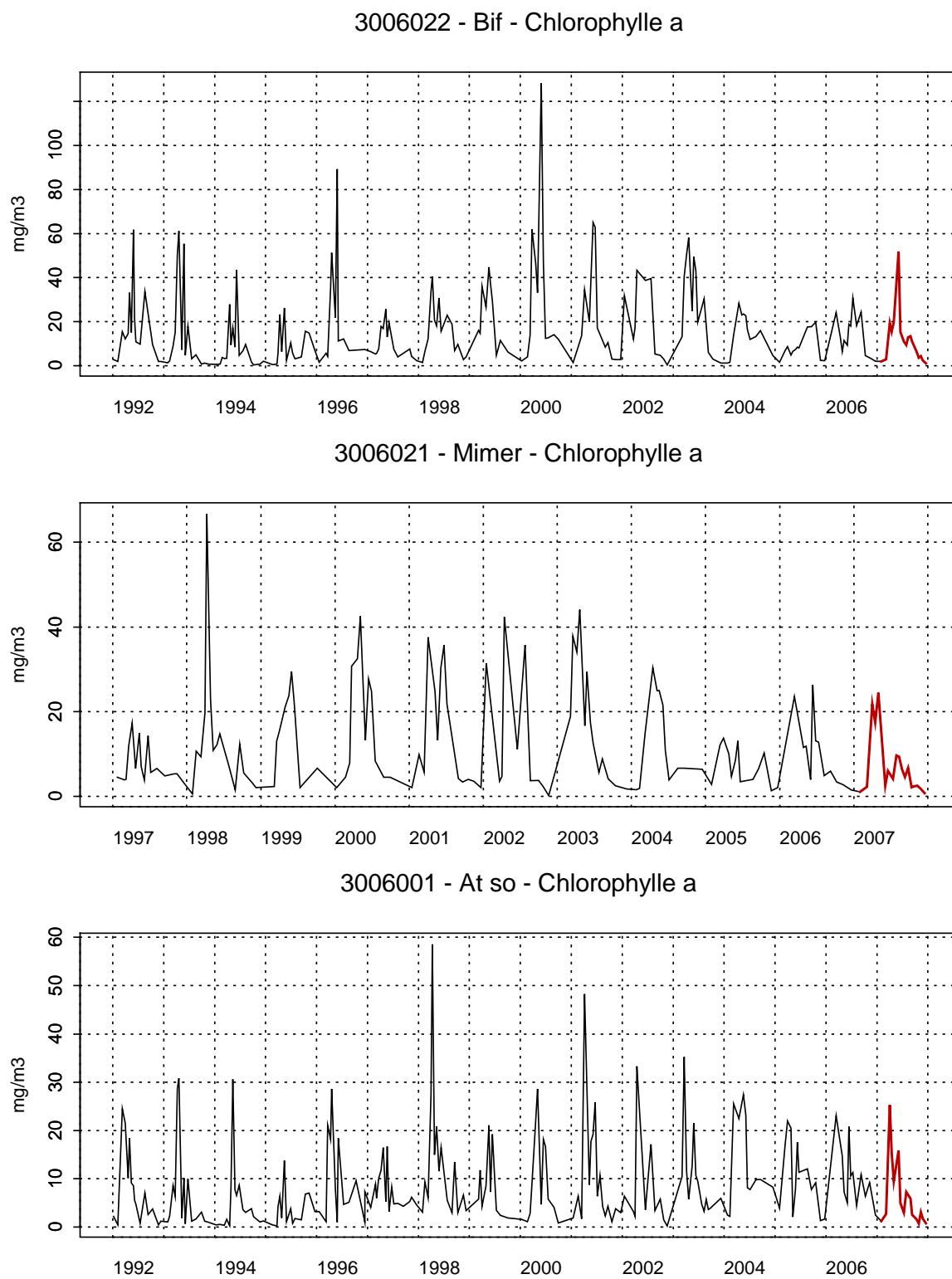


Figure 3.7.b. Évolution des variations saisonnières de chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$) sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

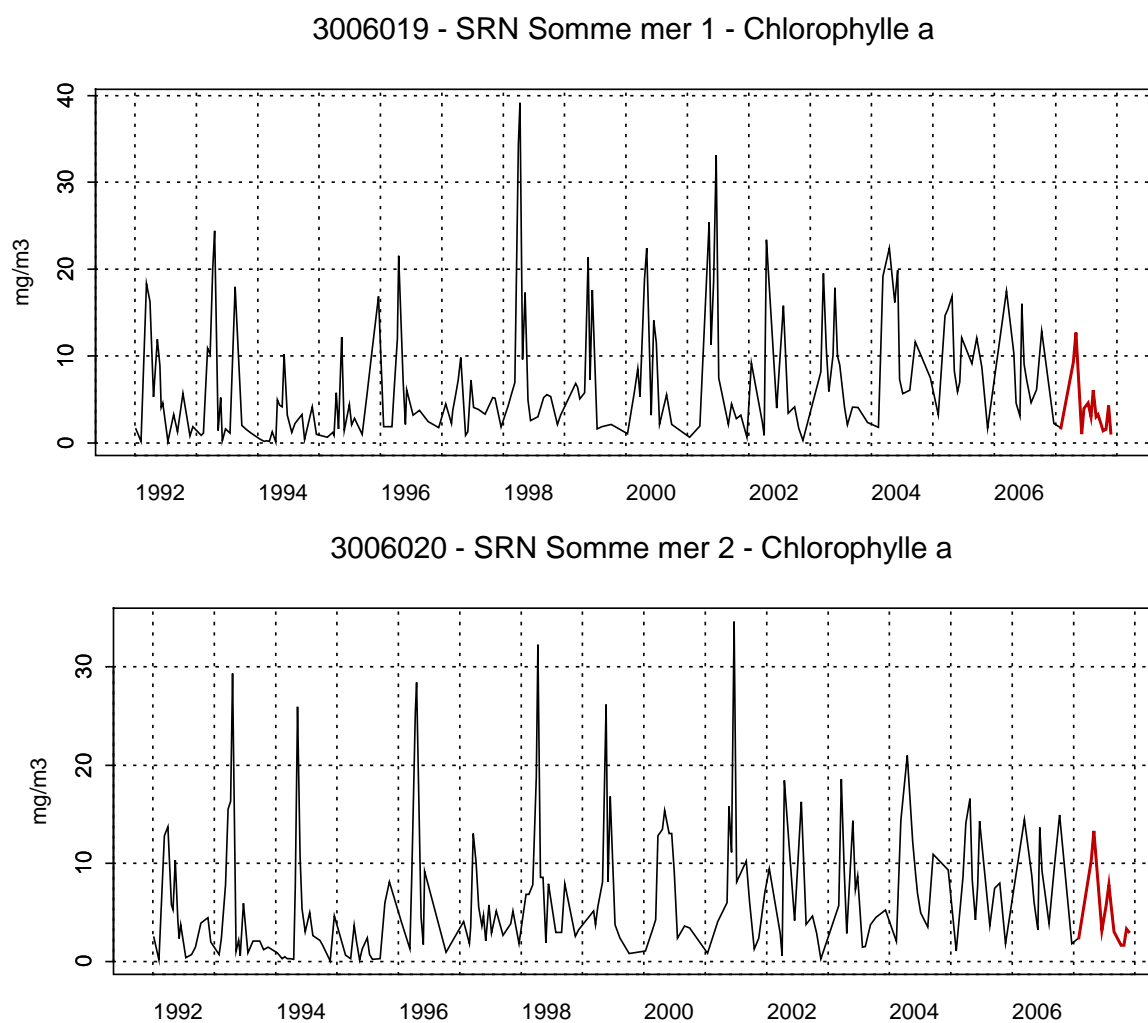


Figure 3.7.b. (suite) Évolution des variations saisonnières de chlorophylle a ($\mu\text{g/L}$) sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

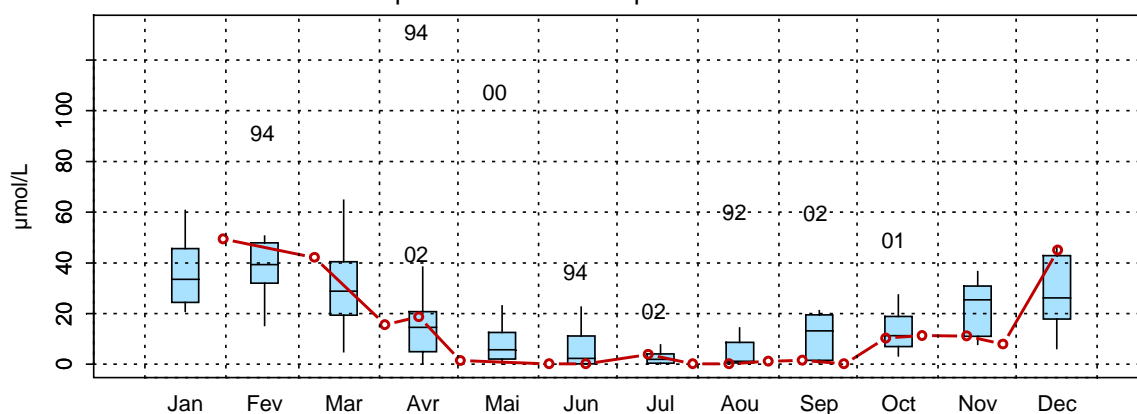
- Nitrate

La courbe d'évolution du nitrate est classique. On observe que les concentrations maximales sont atteintes lors des mois hivernaux (janvier et mars) avec des valeurs supérieures à 30 $\mu\text{mol/L}$ des points Bif à Atso, et 20 $\mu\text{mol/L}$ pour les points du large au mois de janvier. Les concentrations minimales sont enregistrées de mai à septembre. La période de mars à mai se caractérise par une chute brutale des concentrations pour atteindre la limite du seuil de détection en juin ($< 0,05 \mu\text{mol/L}$) pour les points Bif, Mimer et Atso et au mois de mai pour les points Mer1 et Mer2, et ensuite on a une légère augmentation à partir de septembre jusqu'au mois de décembre.

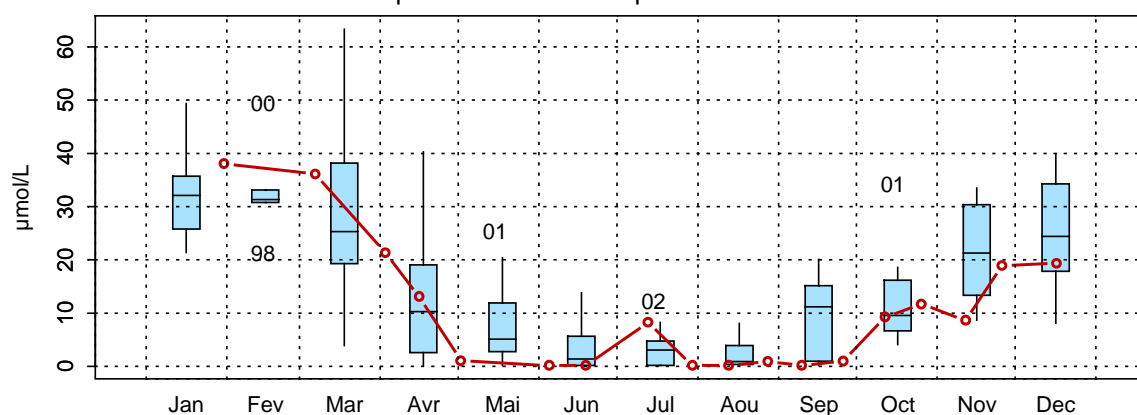
En 2007, les concentrations de début d'année (janvier à avril) sont identiques ou plus fortes comparativement à celles mesurées sur la période 1992-2007. Les concentrations sont faibles en fin d'année (sauf en décembre au point Bif), et à noter un léger pic qui a lieu au mois de juillet et qui se retrouve sur tous les points (sauf Mer2). L'interprétation pour les points du large est plus difficile au vu de l'absence d'un certain nombre d'échantillons.

L'observation de la série complète de données permet de mettre en évidence des années lors desquelles les concentrations hivernales sont particulièrement fortes par rapport à ce qui habituellement mesuré. Ainsi, les années 1994 et 2000 présentent des concentrations au point Bif supérieures à 80,0 $\mu\text{mol/L}$, tandis que pour les années 2000 (Atso, Mer1 et Mer2), 1995 et 2002 (Atso), les concentrations sont supérieures à 50 $\mu\text{mol/L}$. Pour les points Atso, Mer1 et Mer2, au milieu des années 1990 ainsi qu'au début des années 2000, les valeurs sont de l'ordre de 30 $\mu\text{mol/L}$. Les valeurs hivernales de 2007 sont relativement importantes, de l'ordre de 40 $\mu\text{mol/L}$ pour les points Bif et Mimer, et de l'ordre de 30 $\mu\text{mol/L}$ pour les autres points avec un léger gradient côte-large (Figures 3.8. a. et b.).

3006022 - Bif - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



3006021 - Mimer - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1997 - 2007



3006001 - At so - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

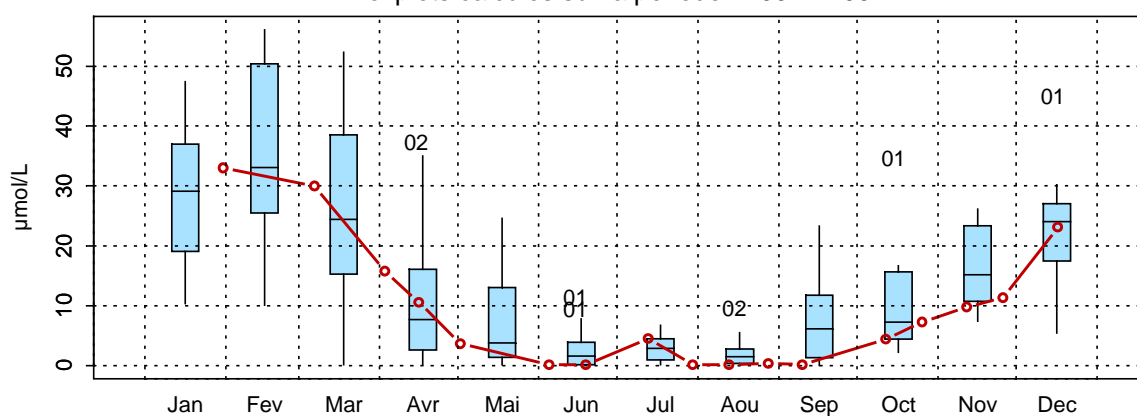
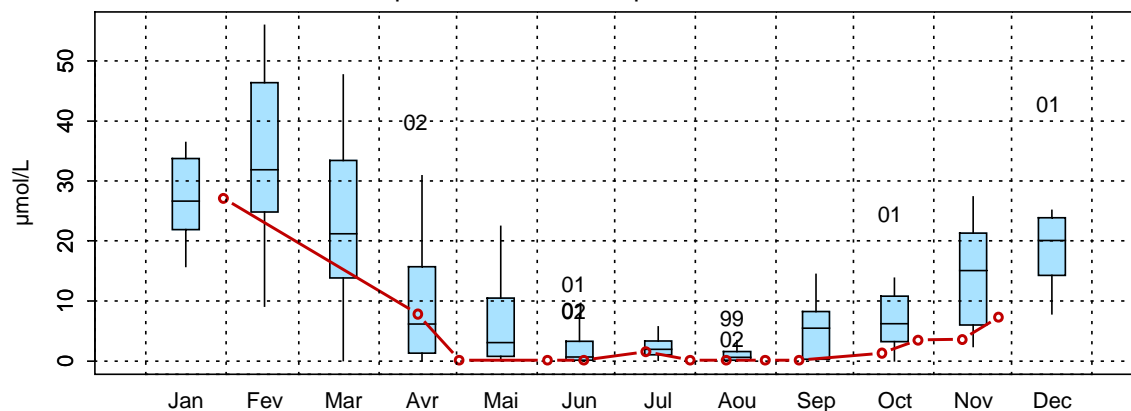
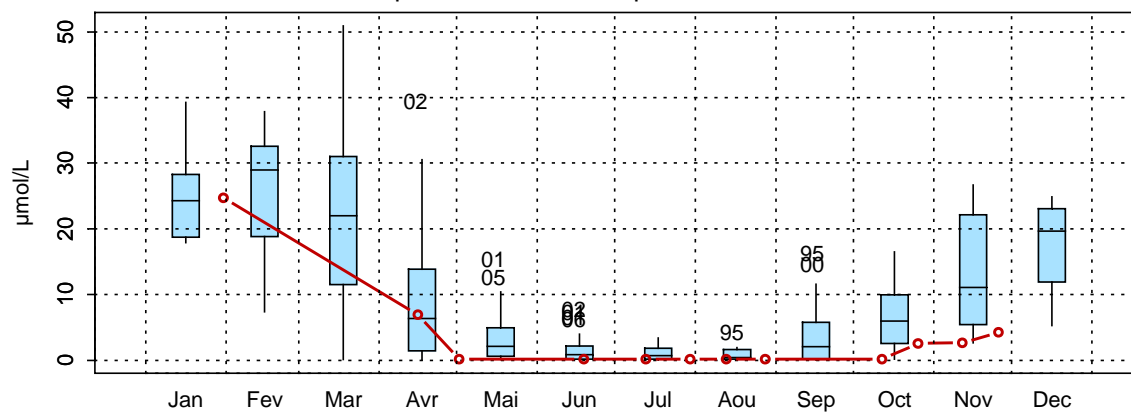


Figure 3.8.a. Évolution des variations saisonnières en nitrate (µmol/L)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

3006019 - SRN Somme mer 1 - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



3006020 - SRN Somme mer 2 - Variations saisonnières 2007 Azote nitrique (nitrate)
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



**Figure 3.8.a. (suite) Évolution des variations saisonnières en nitrate ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

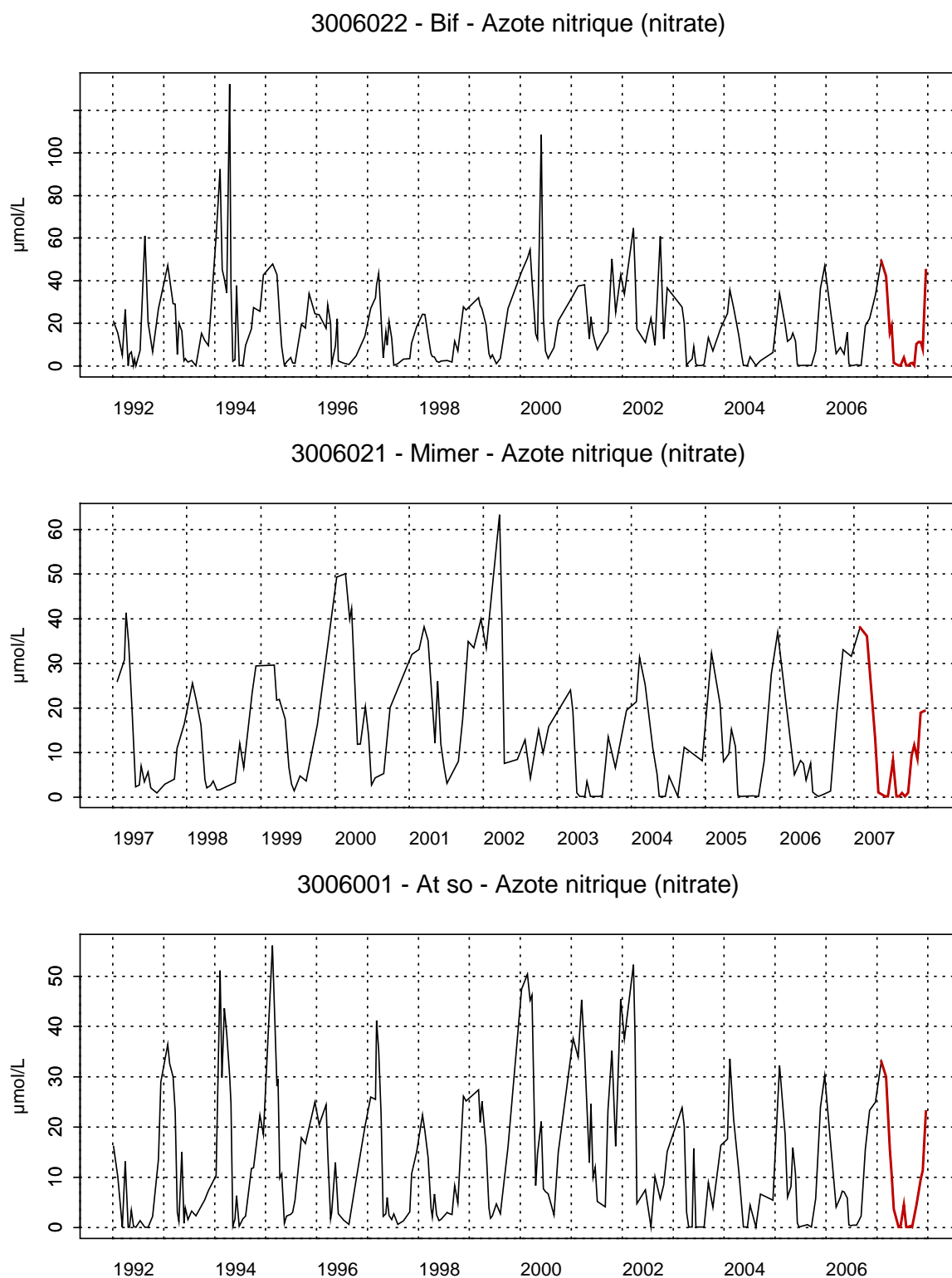
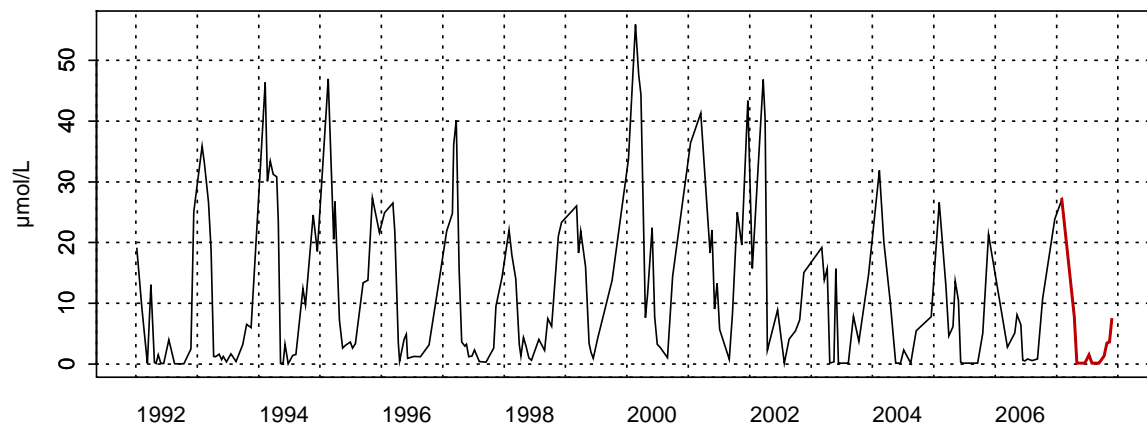


Figure 3.8.b. Évolution des variations saisonnières en nitrate ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

3006019 - SRN Somme mer 1 - Azote nitrique (nitrate)



3006020 - SRN Somme mer 2 - Azote nitrique (nitrate)

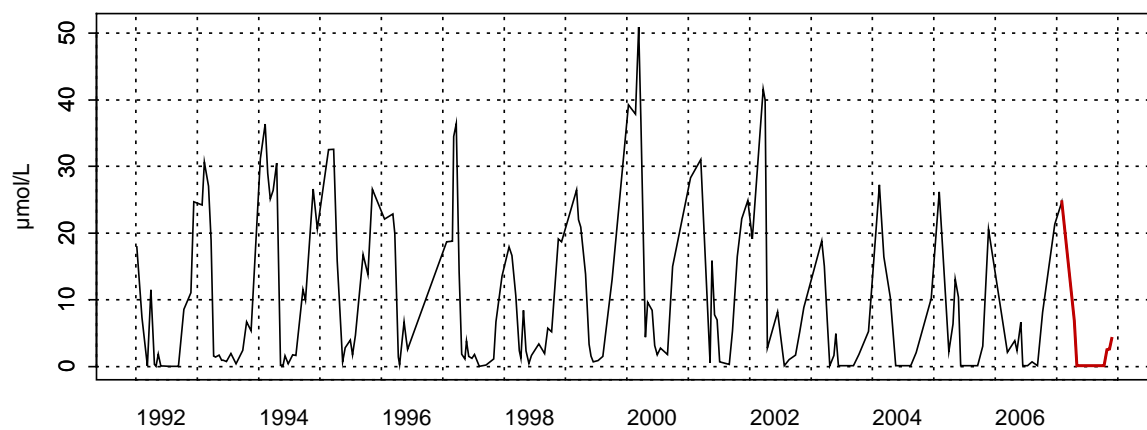


Figure 3.8.b. (suite) Évolution des variations saisonnières en nitrate ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

- Nitrite

Les concentrations en nitrite présentent des fluctuations importantes d'une année sur l'autre. L'aspect fugace de cet élément lors des réactions de nitrification-dénitrification rend difficile l'interprétation.

La courbe d'évolution du nitrite est classique et ressemble fortement à celle du nitrate. Au début de l'année, les concentrations sont comprises entre 0,5 et 1,5 $\mu\text{mol/L}$, puis les minima sont obtenues d'avril à août (valeurs proches ou égales au seuil de détection : 0,05 $\mu\text{mol/L}$), la concentration augmente alors jusqu'au mois de décembre. Cependant, on observe une « anomalie » sur ce schéma, avec un pic lors du mois de juillet pour les 5 points de la radiale.

En 2007, les valeurs sont relativement faibles par rapport à celle de la période d'étude complète. Les concentrations lors des mois de janvier à mars, et décembre (pour le point Bif) sont supérieures ou égales à la médiane 1992-2007. Le reste de l'année les valeurs sont inférieures à cette médiane. Cependant le maximum de concentration obtenu sur les points est assez important.

L'année 2007 possède un gradient côte-large assez faible, avec une concentration plus importante pour les points estuariens ($>$ à 1,5 $\mu\text{mol/L}$) tandis que le point du large présente une concentration de l'ordre de 1,0 $\mu\text{mol/L}$). Les années 2000 et 2002, sont des années marquées par des valeurs plus élevées, dépassant les 3 $\mu\text{mol/L}$ pour le point Bif, tandis que pour 2005, elles dépassent ou atteignent les 2,0 $\mu\text{mol/L}$ pour les 4 autres points. Les années 1995 et 2007, les concentrations sont plus importantes pour les points plus au large (Atso, Mer1 et Mer2) avec des valeurs comprises entre 1,0 et 1,5 $\mu\text{mol/L}$ (Figure 3.9.a. et 3.9.b.).

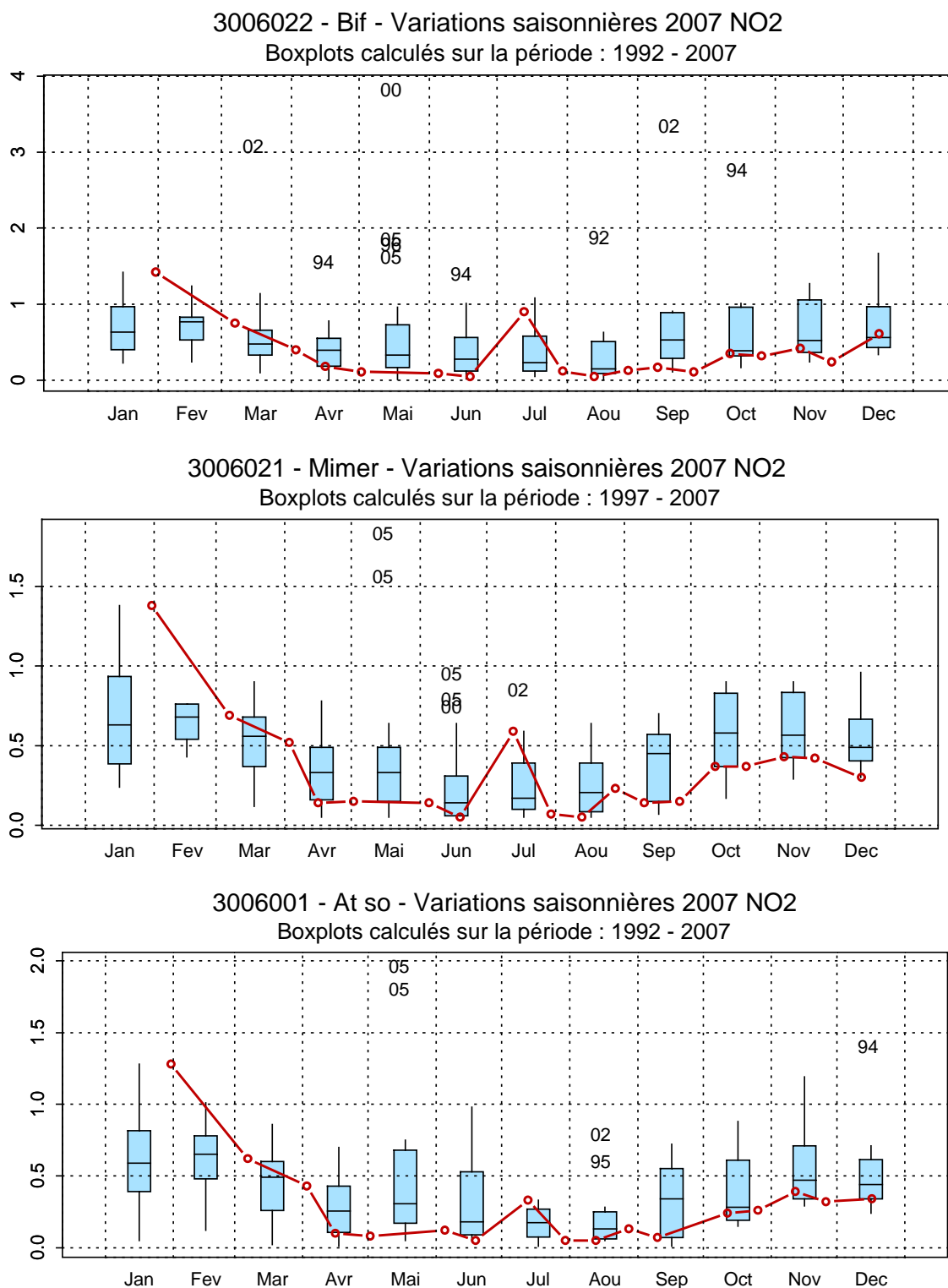
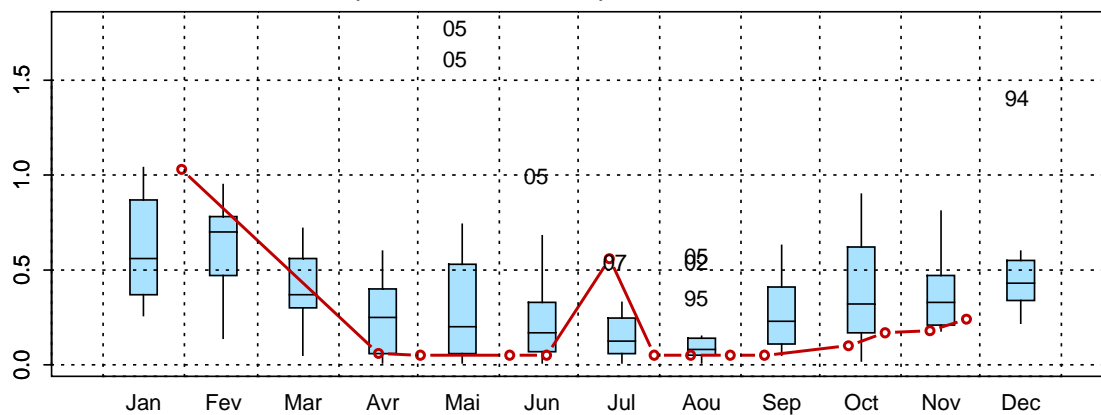


Figure 3.9.a. Évolution des variations saisonnières en nitrite ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

3006019 - SRN Somme mer 1 - Variations saisonnières 2007 NO₂
 Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



3006020 - SRN Somme mer 2 - Variations saisonnières 2007 NO₂
 Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

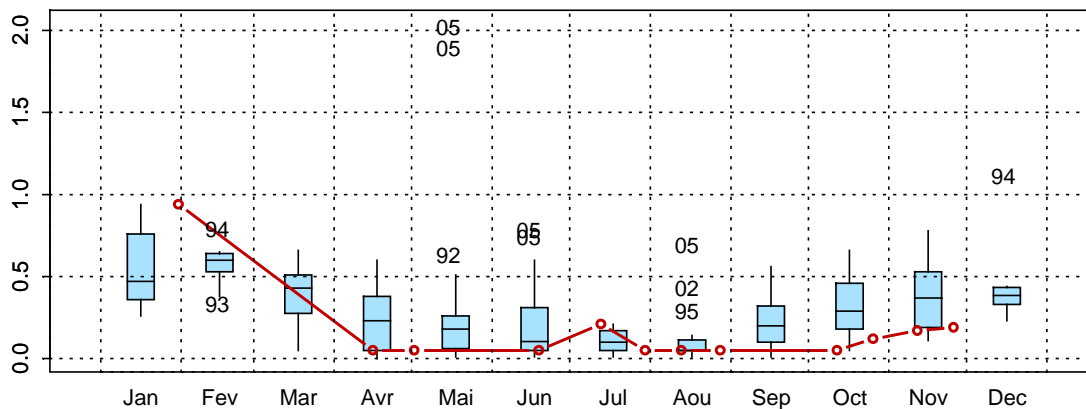
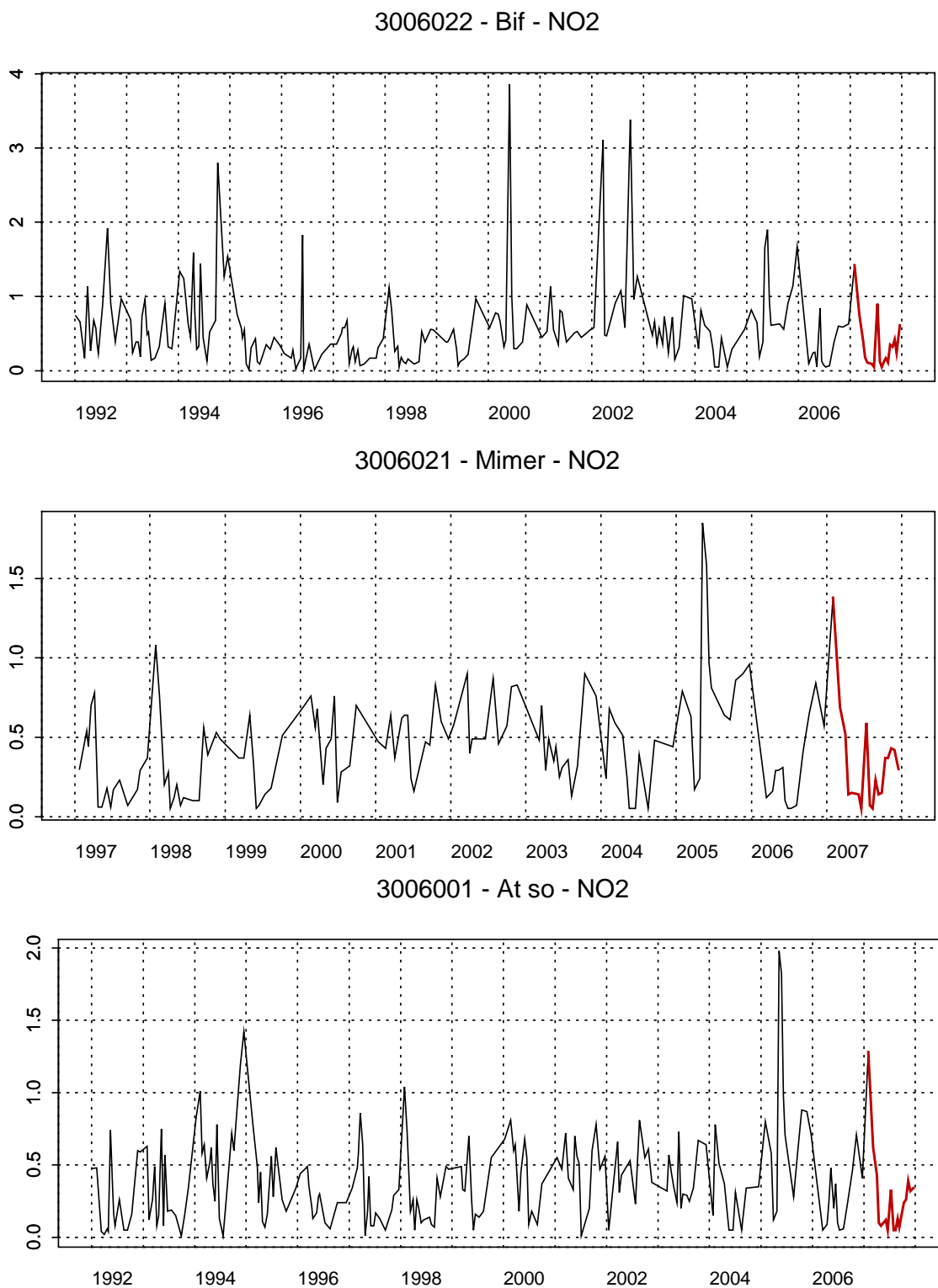
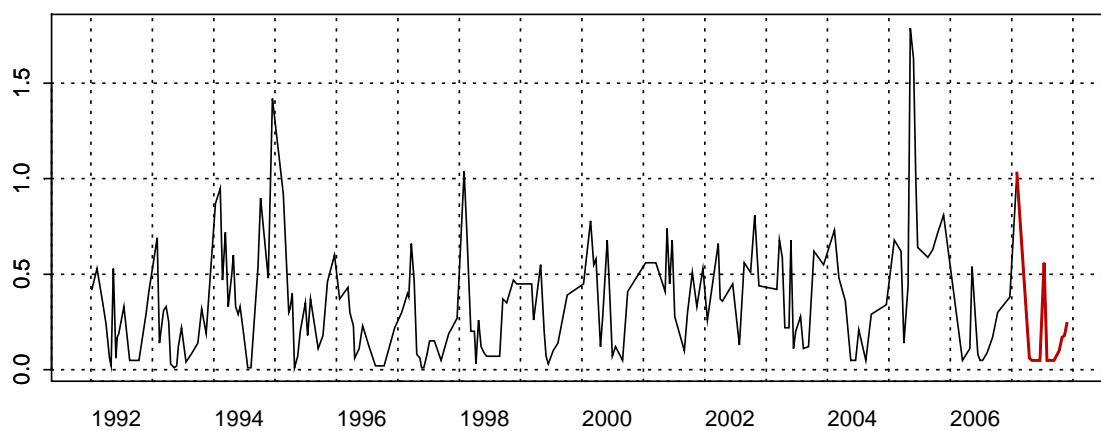
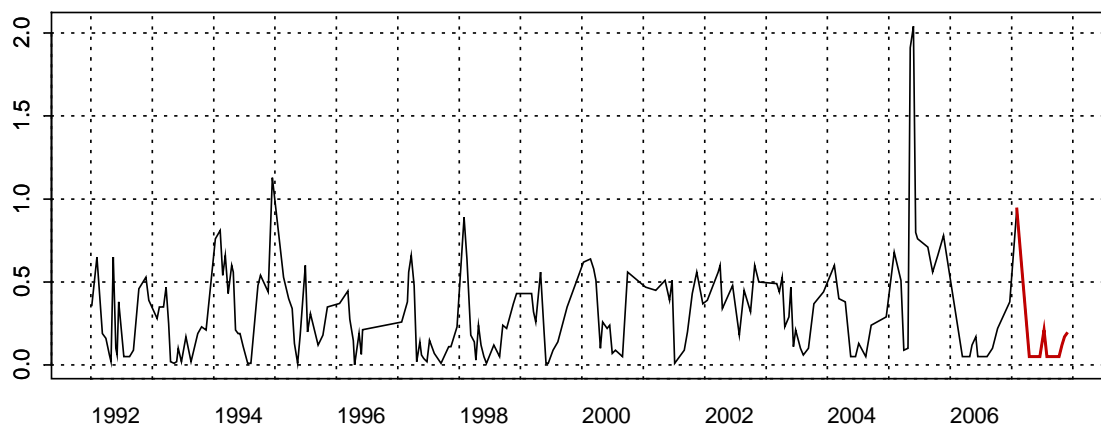


Figure 3.9.a. (suite) Évolution des variations saisonnières en nitrite ($\mu\text{mol/L}$)
 sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007



**Figure 3.9.b. Évolution des nitrites ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

3006019 - SRN Somme mer 1 - NO₂3006020 - SRN Somme mer 2 - NO₂

**Figure 3.9.b. (suite) Évolution des nitrites (µmol/L)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

- Ammonium

Le schéma d'évolution de la concentration en ammonium apparaît classique durant l'année. On observe des concentrations moyennes de janvier à mars, puis les minima sont obtenues d'avril à septembre (valeurs proches ou égales au seuil de détection : $0,05 \mu\text{mol/L}$) et les plus élevées durant la période hivernale (octobre à décembre) avec un maxima au point Bif ($10,42 \mu\text{mol/L}$) le 17/12. On observe une légère augmentation de l'ammonium durant le mois de juillet pour tous les points.

Les concentrations pour l'année 2007 sont globalement faibles. Pour les deux points les plus au large (Mer1 et Mer2), les résultats sont toute l'année (sauf octobre et novembre) inférieurs à la médiane 1992-2007. Pour le point Atso ainsi que pour le point Bif, les valeurs des mois d'avril à juin ainsi que septembre sont inférieures à celle de la médiane. Enfin pour le point Mimer, les concentrations lors des mois de mai à septembre sont globalement inférieures à la médiane (Figure 3.10.a. et 3.10.b.).

Lors des années 1992 et 1999, le gradient côte-large est inversé, les concentrations les plus importantes sont observées au point Atso, Mer1 et Mer2, tandis que pour les années 1997 et 1998, le gradient côte-large apparaît classique. L'année 2007 se situe parmi les années à cycle classique, avec une concentration maximale de l'ordre de $10 \mu\text{mol/L}$ au point Bif, de $5 \mu\text{mol/L}$ au point Atso et Mimer, et de $2,15 \mu\text{mol/L}$ pour les points Mer1 et Mer2 (Figure 3.10.a. et 3.10.b.).

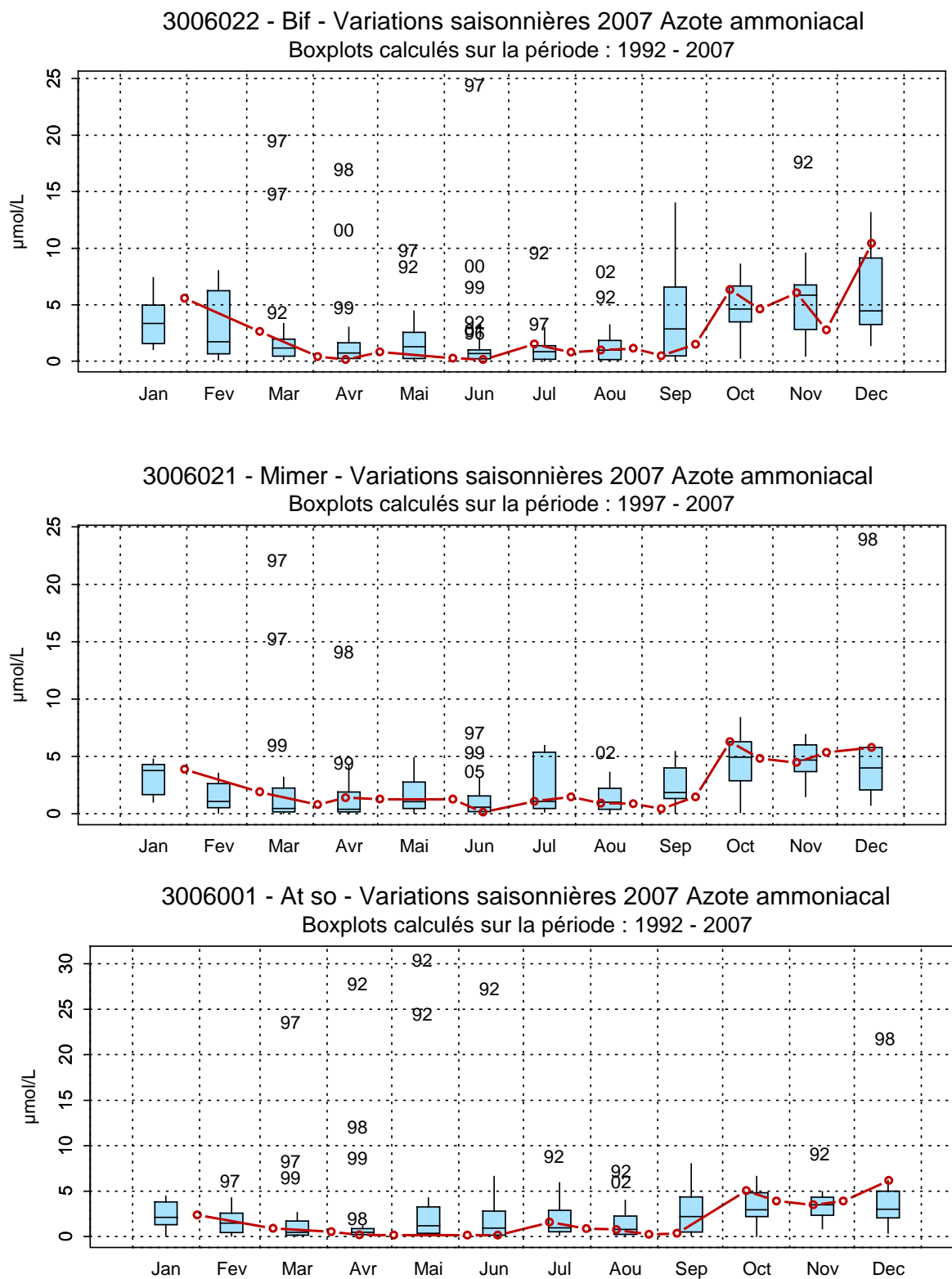
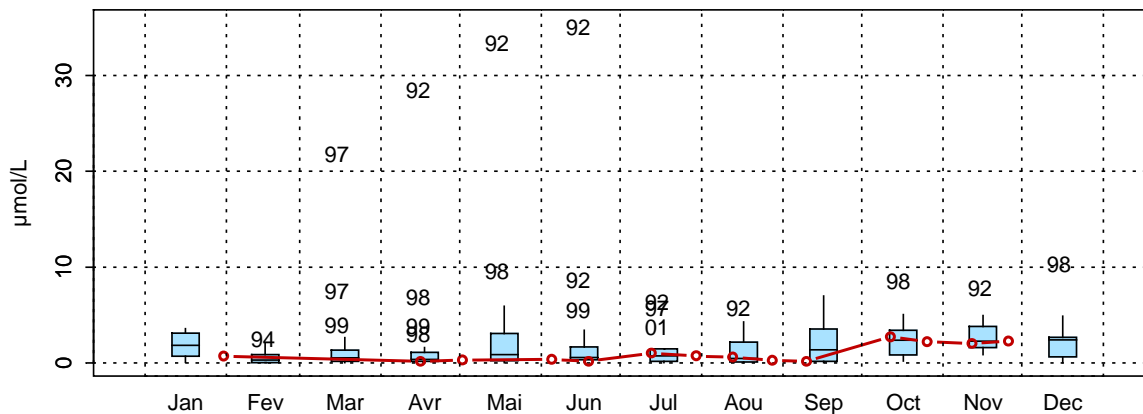


Figure 3.10.a. Évolution des variations saisonnières en ammonium ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

3006019 - SRN Somme mer 1 - Variations saisonnières 2007 Azote ammoniacal
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



3006020 - SRN Somme mer 2 - Variations saisonnières 2007 Azote ammoniacal
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

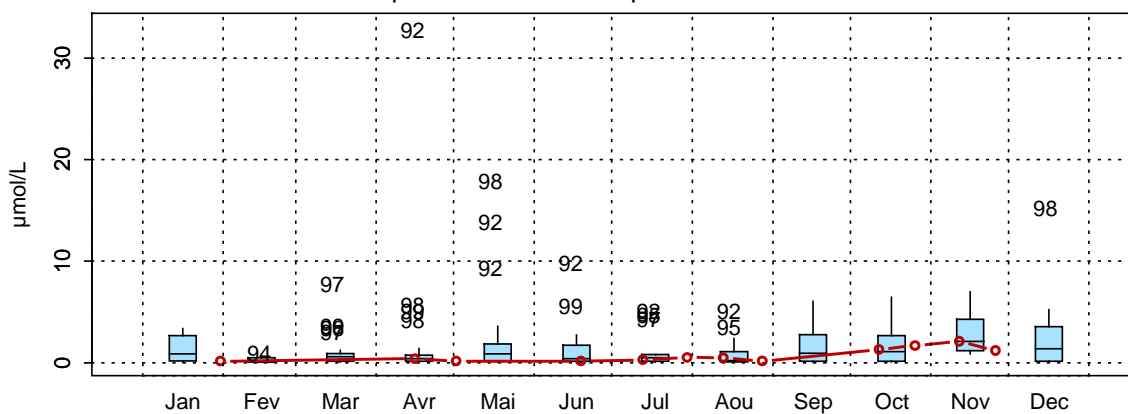
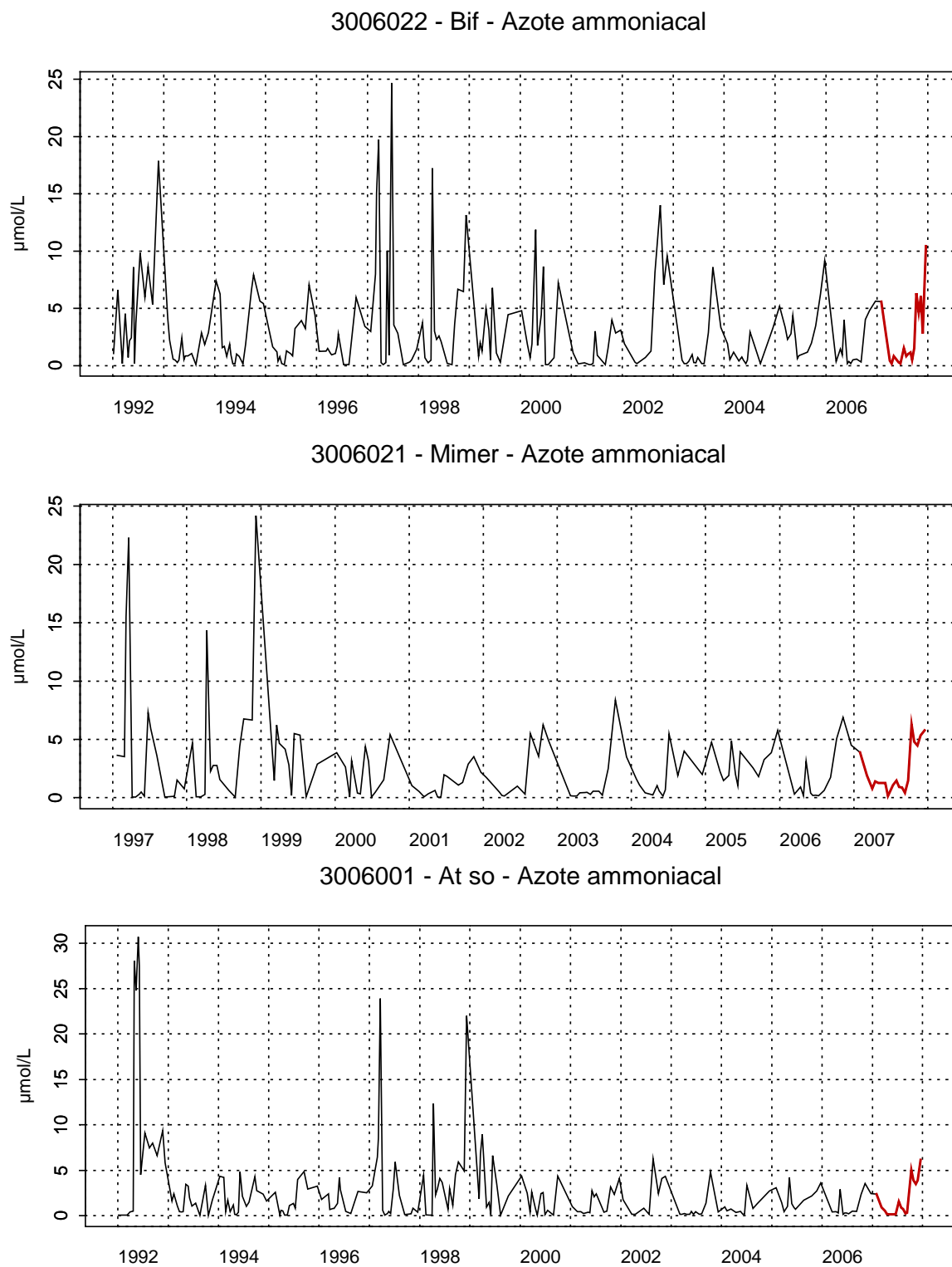
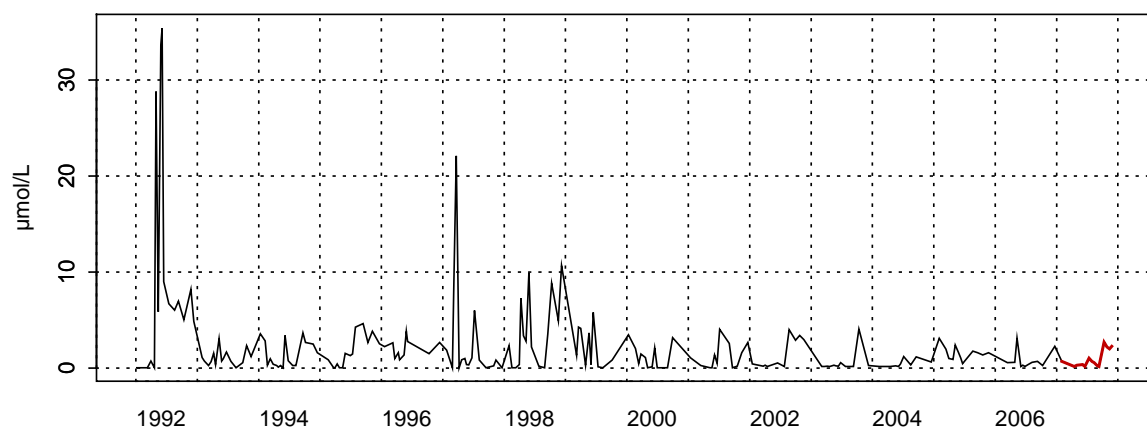


Figure 3.10.a. (suite) Évolution des variations saisonnières en ammonium ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

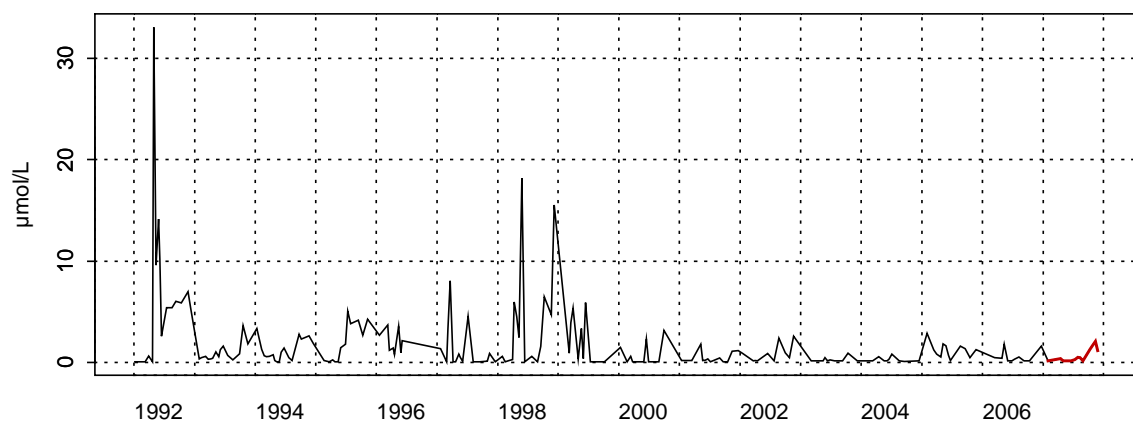


**Figure 3.10.b. Évolution de l'ammonium ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

3006019 - SRN Somme mer 1 - Azote ammoniacal



3006020 - SRN Somme mer 2 - Azote ammoniacal



**Figure 3.10.b. (suite) Évolution de l'ammonium ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

- Phosphate

L'évolution de la concentration en phosphate est conforme à ce qui est habituellement observé sur le site avec là aussi quelques « anomalies » à préciser. Elle est marquée dans un premier temps par une chute de concentration du mois de janvier au mois d'avril, pour atteindre son minimum (seuil de détection : $0,05 \mu\text{mol/L}$). A partir du mois d'août, on note une augmentation progressive de la concentration jusqu'au mois de décembre.

On observe comme pour le nitrite et l'ammonium, des pics de concentrations à diverses périodes : lors des mois de juillet septembre pour les points Bif et Mimer et lors du mois de juillet pour les points Atso, Mer1 et Mer2 (Figure 3.11. a. et b.).

Les concentrations étaient habituellement de l'ordre de $1,5 \mu\text{mol/L}$ aux points estuariens contre $1,0 \mu\text{mol/L}$ aux points du large dans les années 1996 à 2004 et 2006. Les années 1992 et 1993 sont exceptionnelles en terme de concentration en phosphate : on dépasse les $30 \mu\text{mol/L}$ au point Bif contre des concentrations de l'ordre de $3 \mu\text{mol/L}$ pour les autres points. Les valeurs mesurées lors des années 1994, 1995 et 2005 sont légèrement supérieures aux concentrations habituellement obtenues. L'année 2007 est conforme aux valeurs moyennes obtenues, avec cependant un pic important au niveau du large au point Mer1 (Figure 3.11 a. et b.).

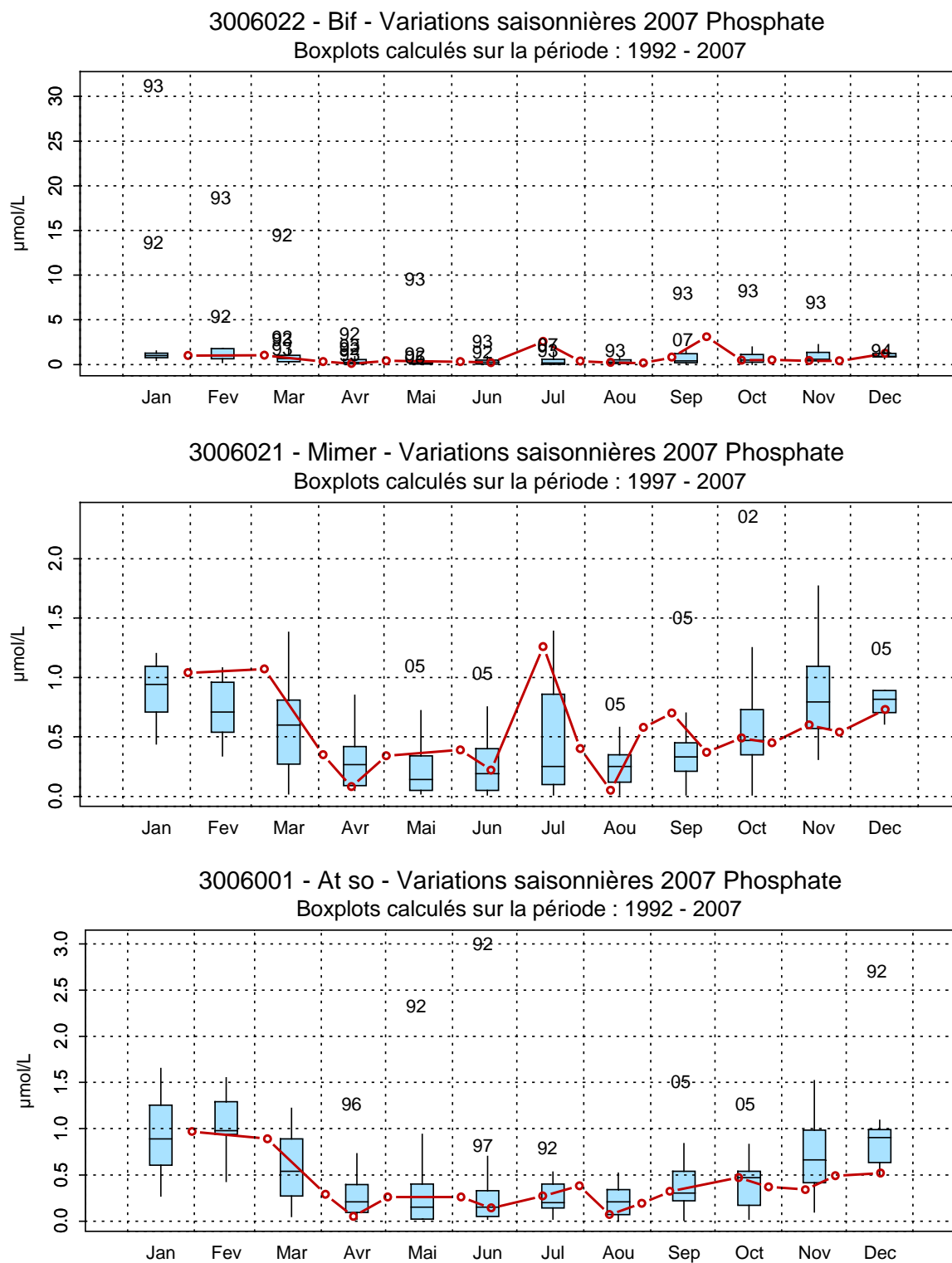


Figure 3.11.a. Évolution des variations saisonnières en phosphate ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

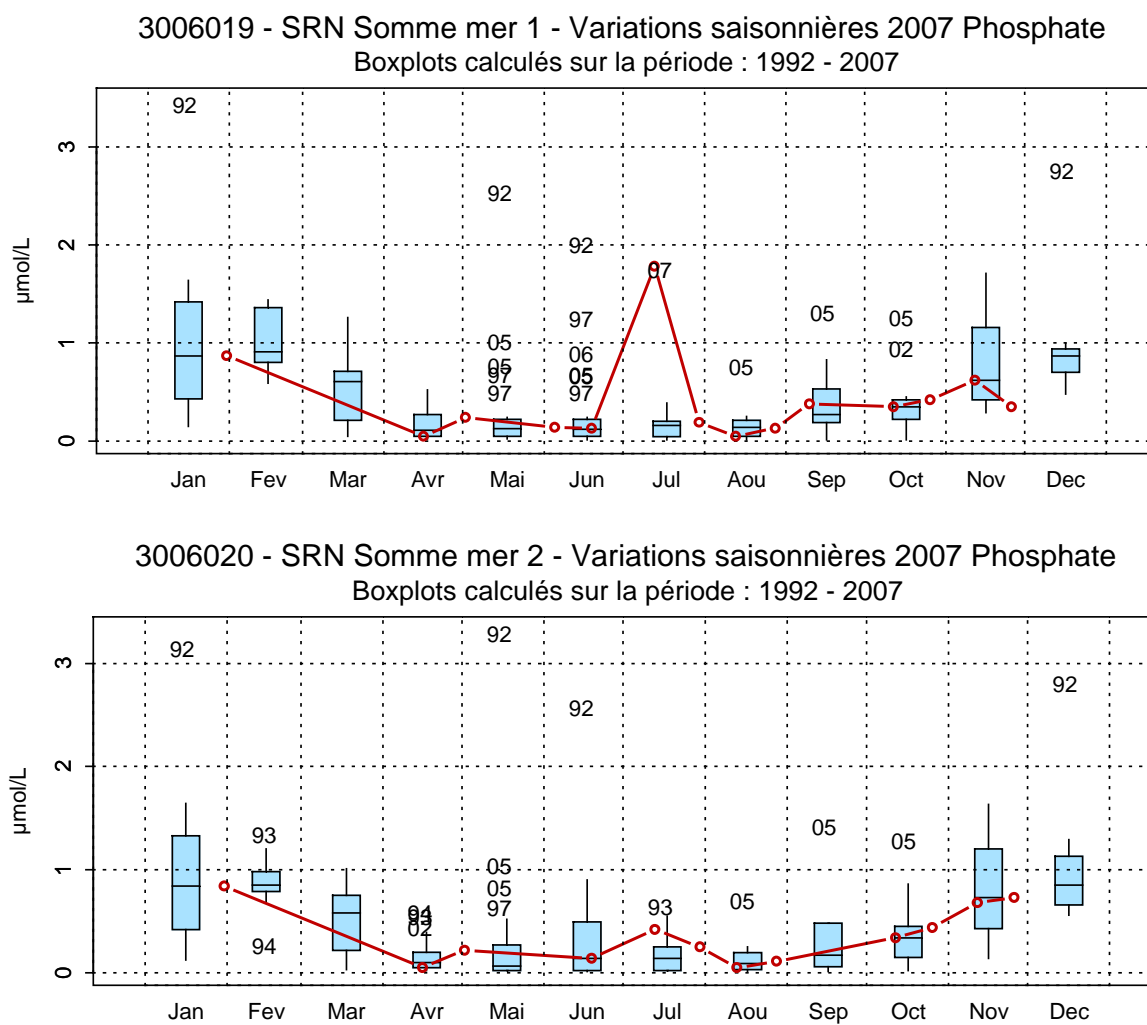
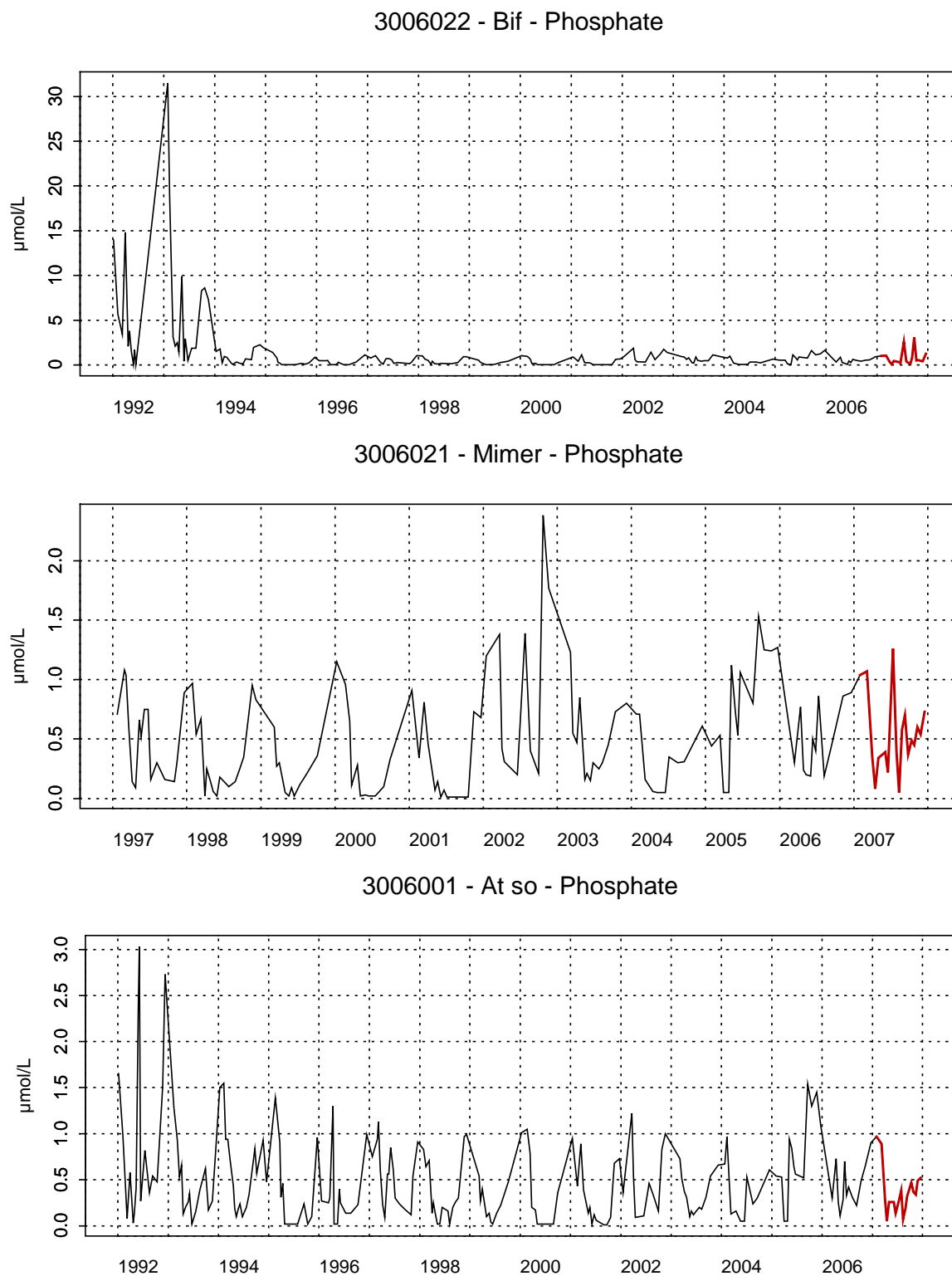
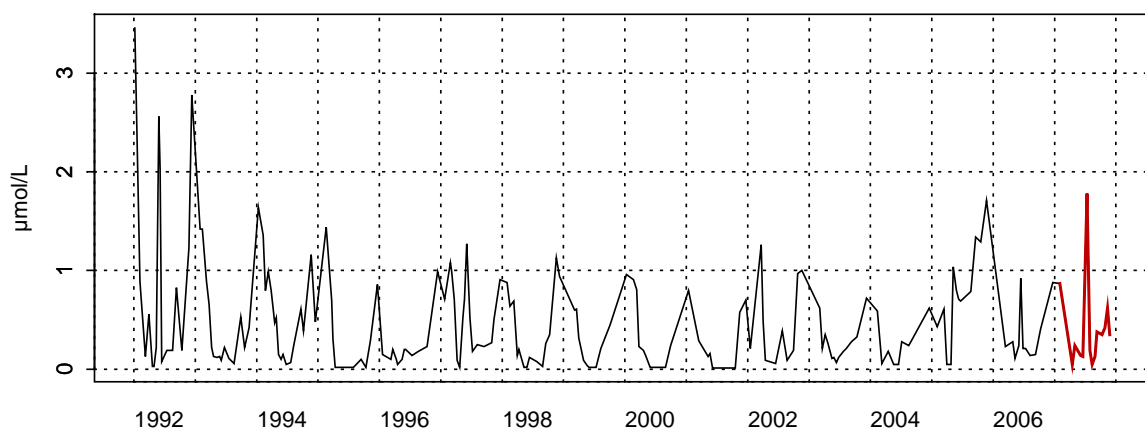


Figure 3.11.a. (suite) Évolution des variations saisonnières en phosphate ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

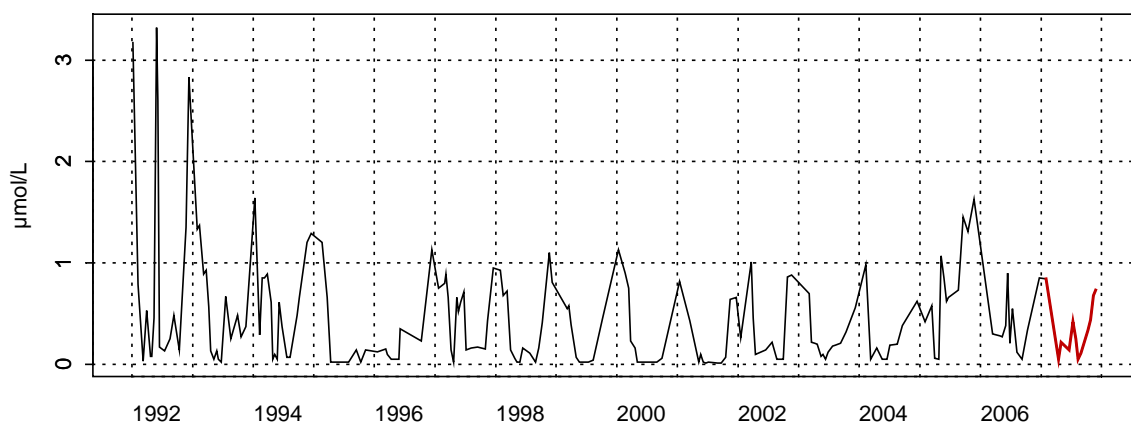


**Figure 3.11.b. Évolution des phosphates ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

3006019 - SRN Somme mer 1 - Phosphate



3006020 - SRN Somme mer 2 - Phosphate



**Figure 3.11.b. (suite) Évolution des phosphates ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

- Silicate

En 2007 et conformément aux autres années, l'évolution de la concentration en silicate peut être divisée en 3 parties. Les valeurs sont fortes en début d'année pour ensuite diminuer brutalement pour atteindre leur minimum, d'avril à août, au niveau du seuil de détection ($0,1 \mu\text{mol/L}$). On peut noter cependant un pic de concentration au mois de juillet. A partir du mois de septembre et jusqu'en décembre, les valeurs ne vont cesser d'augmenter pour atteindre un maximum de $39,01 \mu\text{mol/L}$ au point Bif (Figure 3.12. a.).

Lors de l'année 2007, seules les concentrations des mois d'avril et d'août sont inférieures à la médiane de la période 1992-2007. Les concentrations des mois de mars et décembre pour les points Bif, Mimer et Atso sont élevées, ainsi que celle du mois de juillet pour tous les points.

Les années 1994 et 2002 présentent un maximum important lors du début de cycle (mois de janvier à mars) mais présentent des valeurs plus faibles en fin de cycle. Le gradient côte-large pour la période 1992-2007 est assez bien marqué avec des concentrations moins importantes au large par rapport au point Bif. Les concentrations lors des années 1994, 1995, 2005 et 2007 sont de l'ordre de $40 \mu\text{mol/L}$, à comparer à celles des autres années, de l'ordre de $20 \mu\text{mol/L}$. Pour le point Atso, les années 1993, 2000 à 2002, 2006 ainsi que 2007 présentent des valeurs de ordre de $25 \mu\text{mol/L}$ par comparaison au $15 \mu\text{mol/L}$ obtenu avec les autres points. Enfin pour les deux points du large, les valeurs sont de l'ordre de $15 \mu\text{mol/L}$ (y compris en 2007) (Figure 3.12.a. et 3.12.b.).

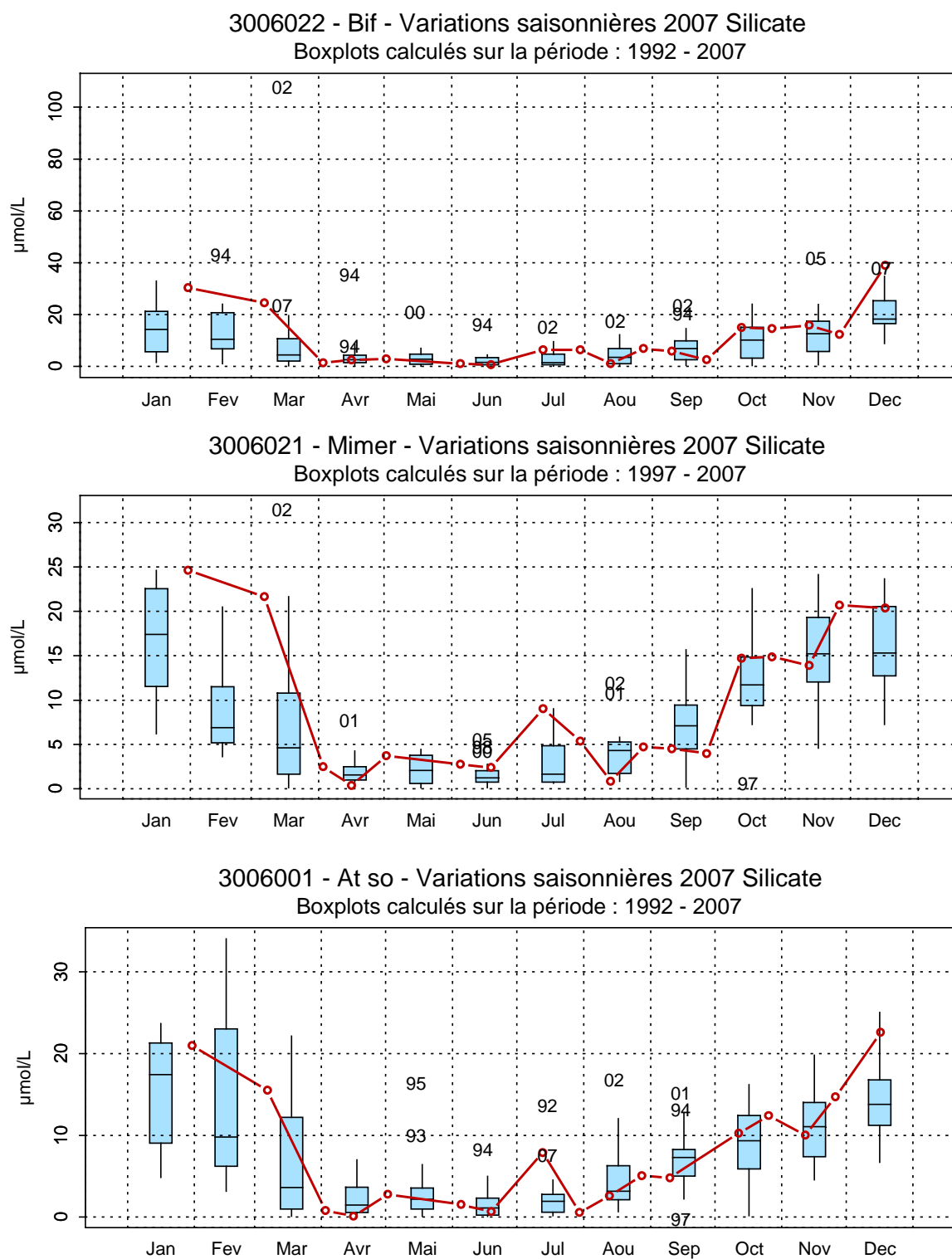
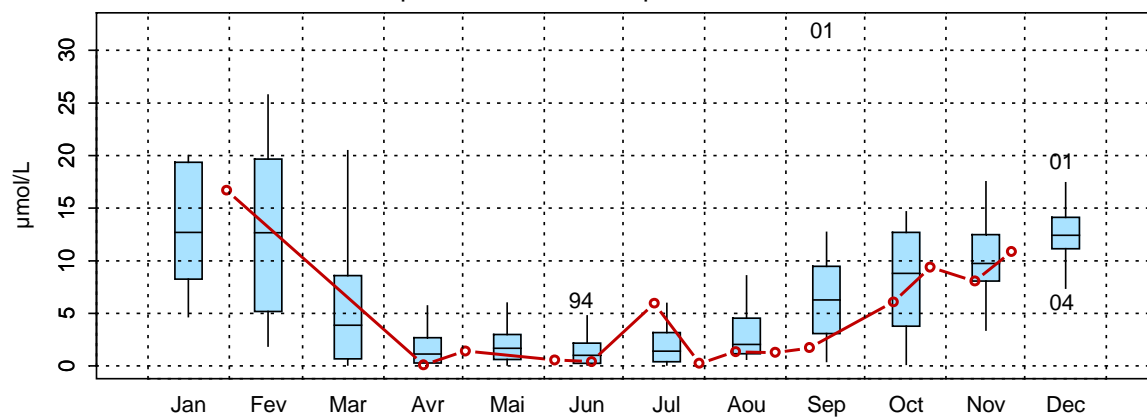


Figure 3.12.a. Évolution des variations saisonnières en silicate ($\mu\text{mol/L}$) sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007

3006019 - SRN Somme mer 1 - Variations saisonnières 2007 Silicate
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007



3006020 - SRN Somme mer 2 - Variations saisonnières 2007 Silicate
Boxplots calculés sur la période : 1992 - 2007

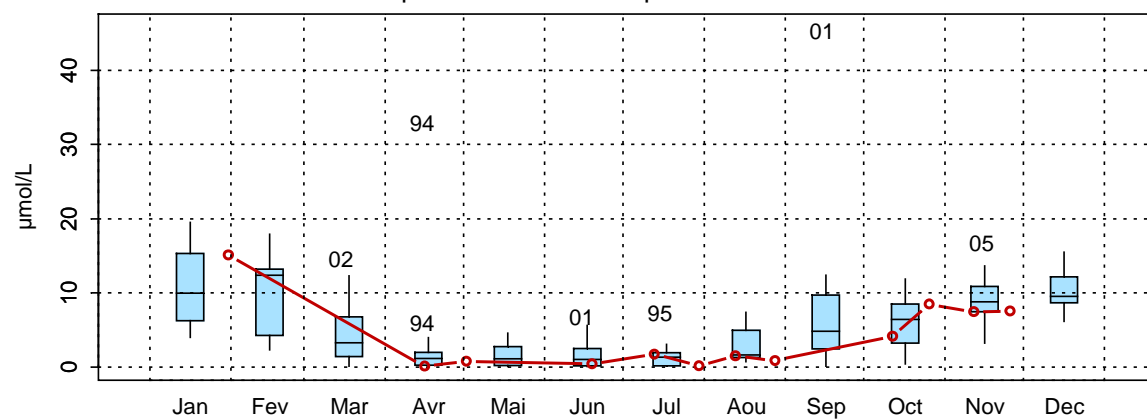
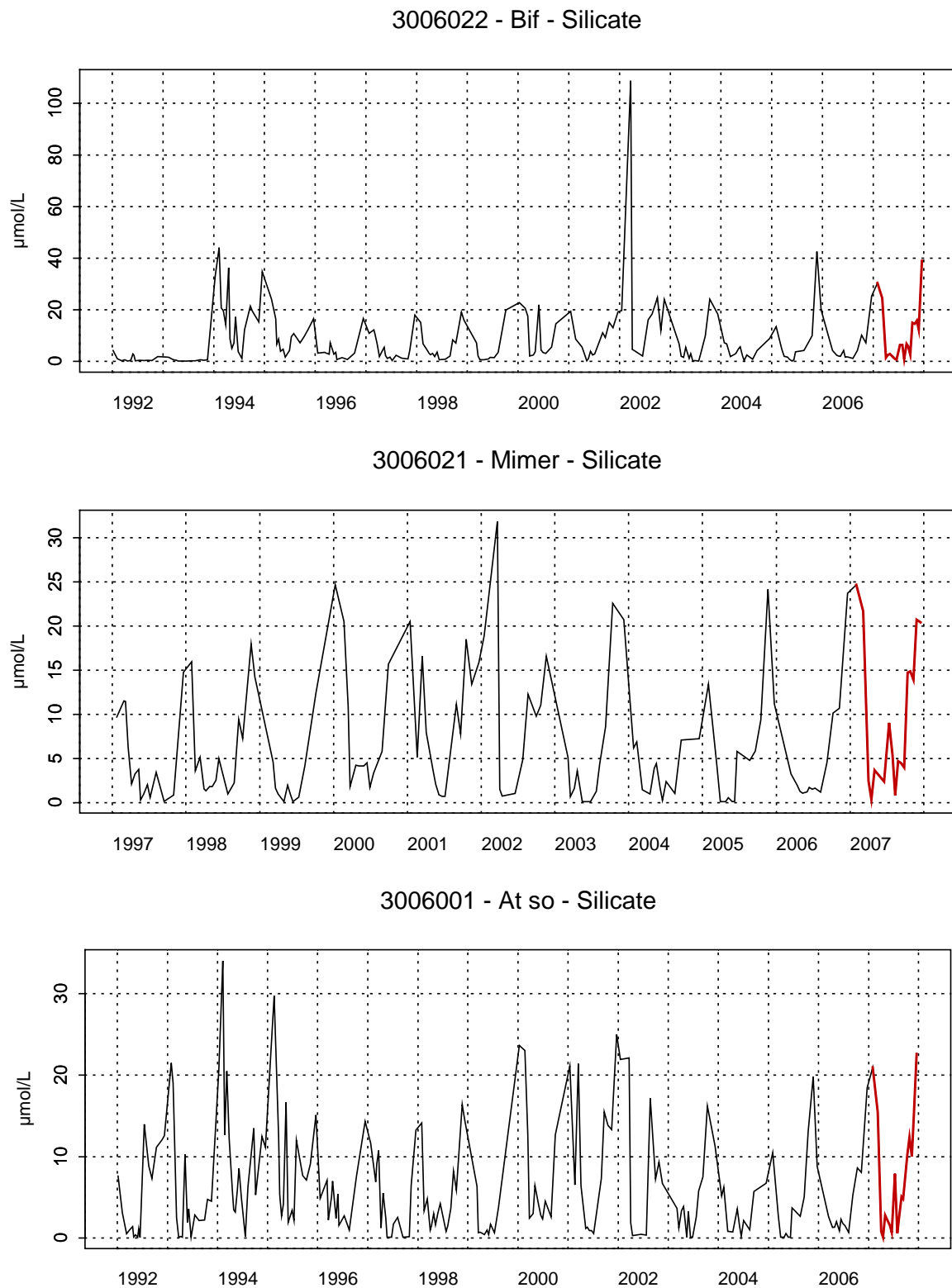
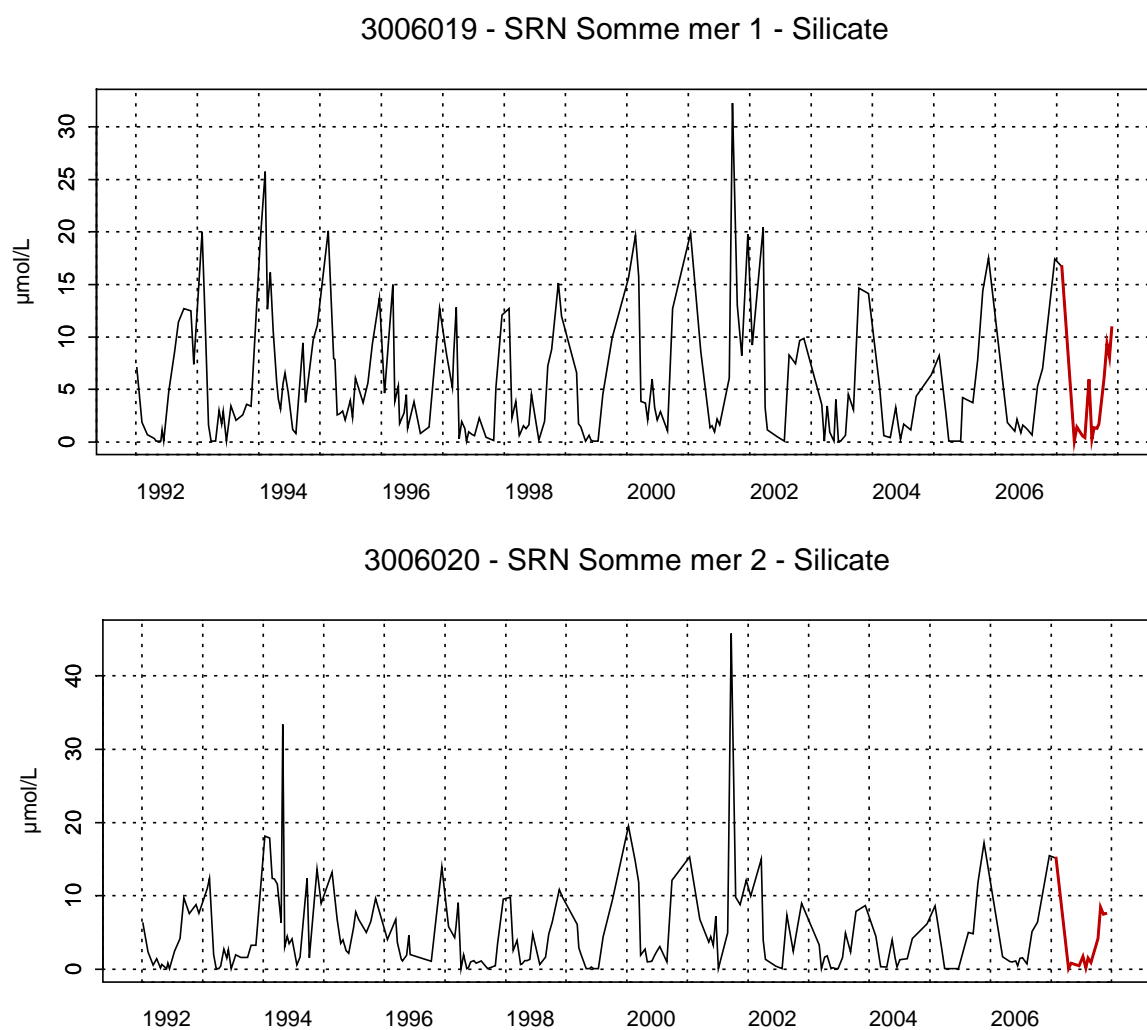


Figure 3.12.a. (suite) Évolution des variations saisonnières en silicate (µmol/L)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007



**Figure 3.12.b. Évolution des silicates ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**



**Figure 3.12.b. (suite) Évolution des silicates ($\mu\text{mol/L}$)
sur la radiale de la baie de Somme pour la période 1992-2007**

Dynamique de la biomasse phytoplanctonique et des nutriments en 2007

La radiale de la baie de Somme possède une dynamique particulière ; on assiste (en fonction des points de prélèvements) à des évolutions différentes de la biomasse phytoplanctonique et des sels nutritifs en raison des influences nuancées entre le système côtier et le système estuarien.

(1) De janvier à début mars, la situation est dite hivernale, à savoir que le «stock» de nutriments (nitrate, nitrite, phosphate, ammonium et silicate) est à son maximum et que la concentration en chlorophylle *a* est à son minimum. Les concentrations sont relativement identiques pour les 5 points de prélèvements.

(2) De début mars à mai, la concentration en chlorophylle *a* augmente brutalement (maximum 51,85 µg/L au point Bif). Ceci correspond au bloom printanier caractéristique des systèmes tempérés. Parallèlement ; on note une diminution (jusqu'au seuil de détection) de la concentration des nutriments.

(3) Au mois de juin, on assiste à la période de post-bloom : les concentration en chlorophylle *a* et en nutriments sont faibles.

(4) Pendant la période estivale, la dynamique est différente selon le point considéré. Pour les points Bif, Mimer, Mer1 et Mer2, on observe une augmentation importante des nutriments. Ce pic qui intervient à la mi-juillet, survient au même moment qu'une augmentation de la turbidité sur le site. L'augmentation de la concentration en ammonium va être responsable d'efflorescences secondaires en réponse à une production régénérée et grâce notamment à ces apports en ammonium, énergiquement plus favorables pour une consommation par le phytoplancton qui aura lieu durant les mois de juillet et d'août. Les concentrations sont assez homogènes sur l'ensemble du site. Après le second bloom, on observe sur les points Bif et Mimer, une augmentation de la concentration en ammonium et une chute des autres nutriments (sauf le phosphate qui augmente au point Bif).

(5) D'octobre à décembre, on assiste à la fin du cycle biologique avec une chute de la concentration en chlorophylle *a* et une reconstitution du stocks de nutriments par non consommation et par apports externes qui peuvent avoir des conséquences différentes selon le point considéré. Pour les points Mimer, Atso et Mer1, les concentrations en ammonium vont diminuer jusqu'au mois de novembre avant de réaugmenter lors du dernier mois, résultat d'une réduction incomplète du NH_4^+ en présence d'une forte concentration de NO_3^- . Ensuite pour Mer2, la concentration augmente jusqu'au mois de novembre avant de chuter, tandis que sur le point Bif, la concentration est très variable pour les mois d'octobre et novembre, et augmente très fortement en décembre. Pour les autres nutriments, leur concentration augmente légèrement durant les mois de septembre à novembre, et augmente un peu plus lors du mois de décembre notamment sur le point Bif.

Les concentrations seront plus importantes à la côte qu'au large pour l'ensemble des nutriments observés.

Pour faciliter la lecture des différentes phases, les échelles des ordonnées des graphiques ne sont pas les mêmes.

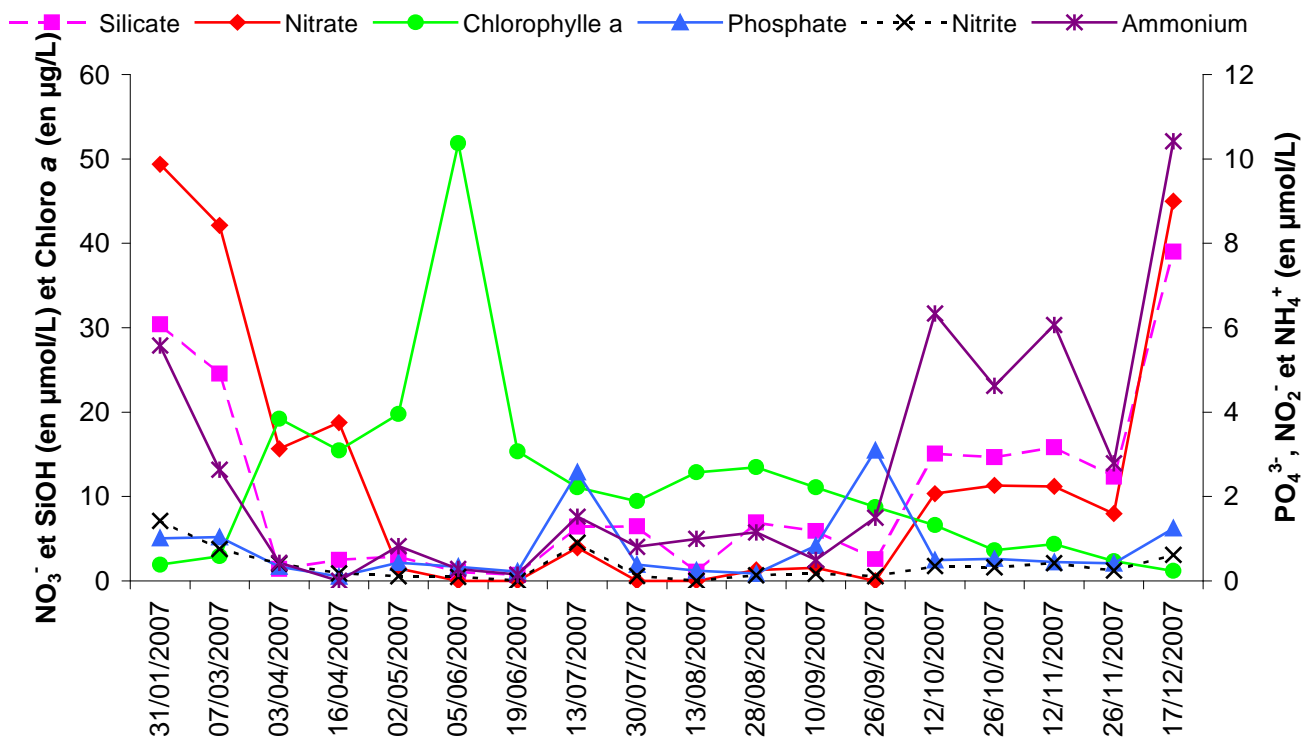


Figure 3.13. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point Bif de la radiale de la baie de Somme

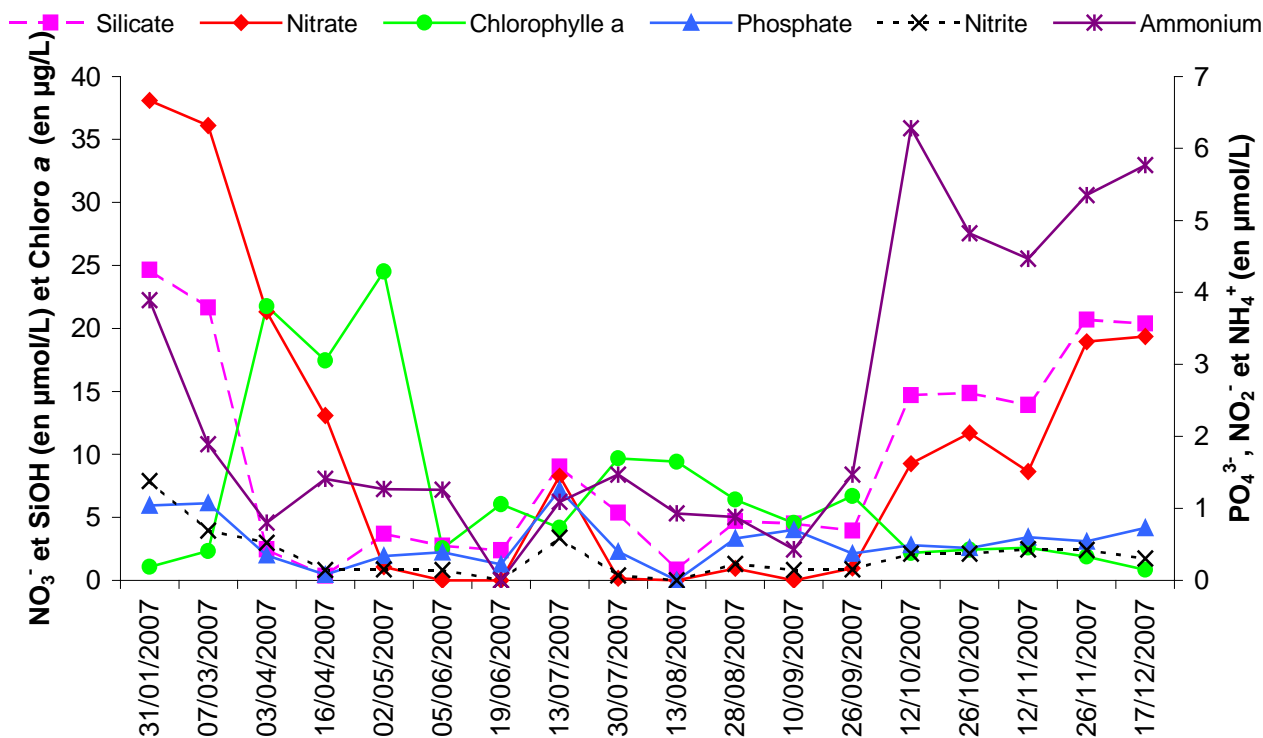


Figure 3.14. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point Mimer de la radiale de la baie de Somme

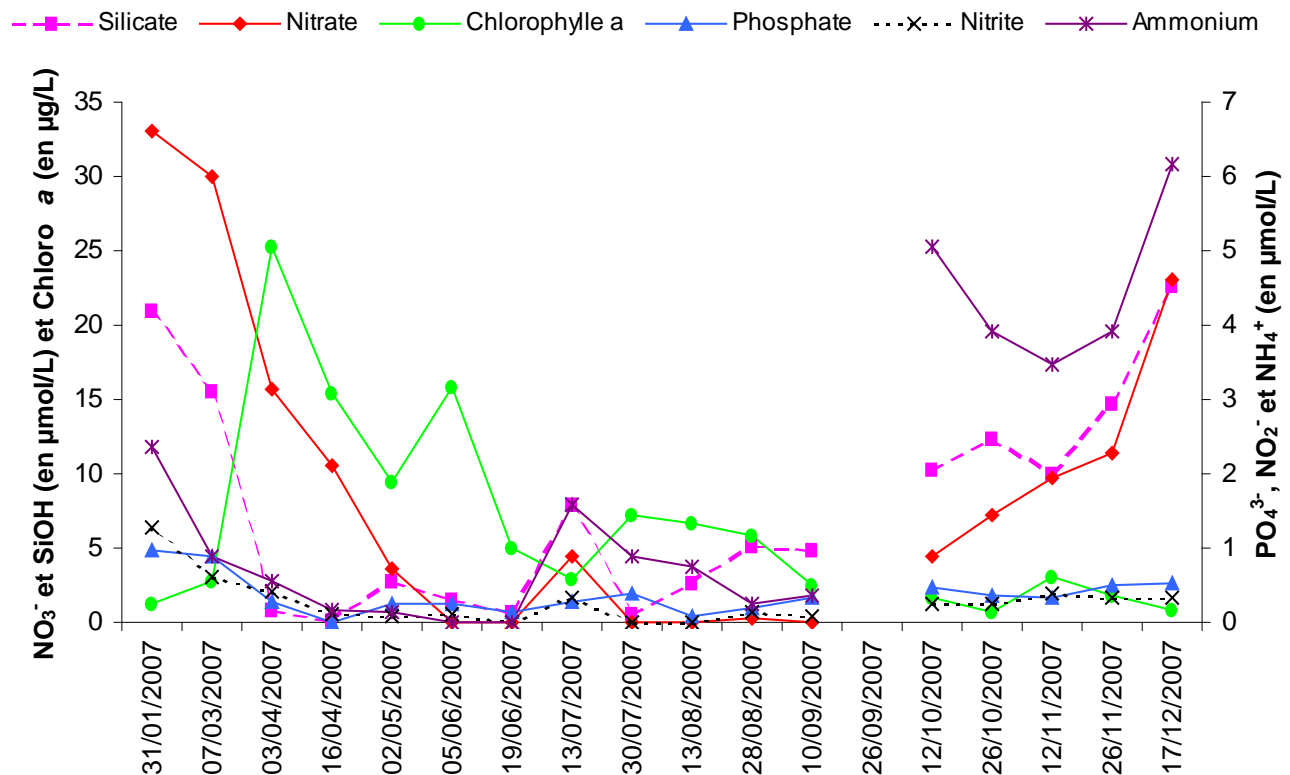


Figure 3.15. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point Atso de la radiale de la baie de Somme

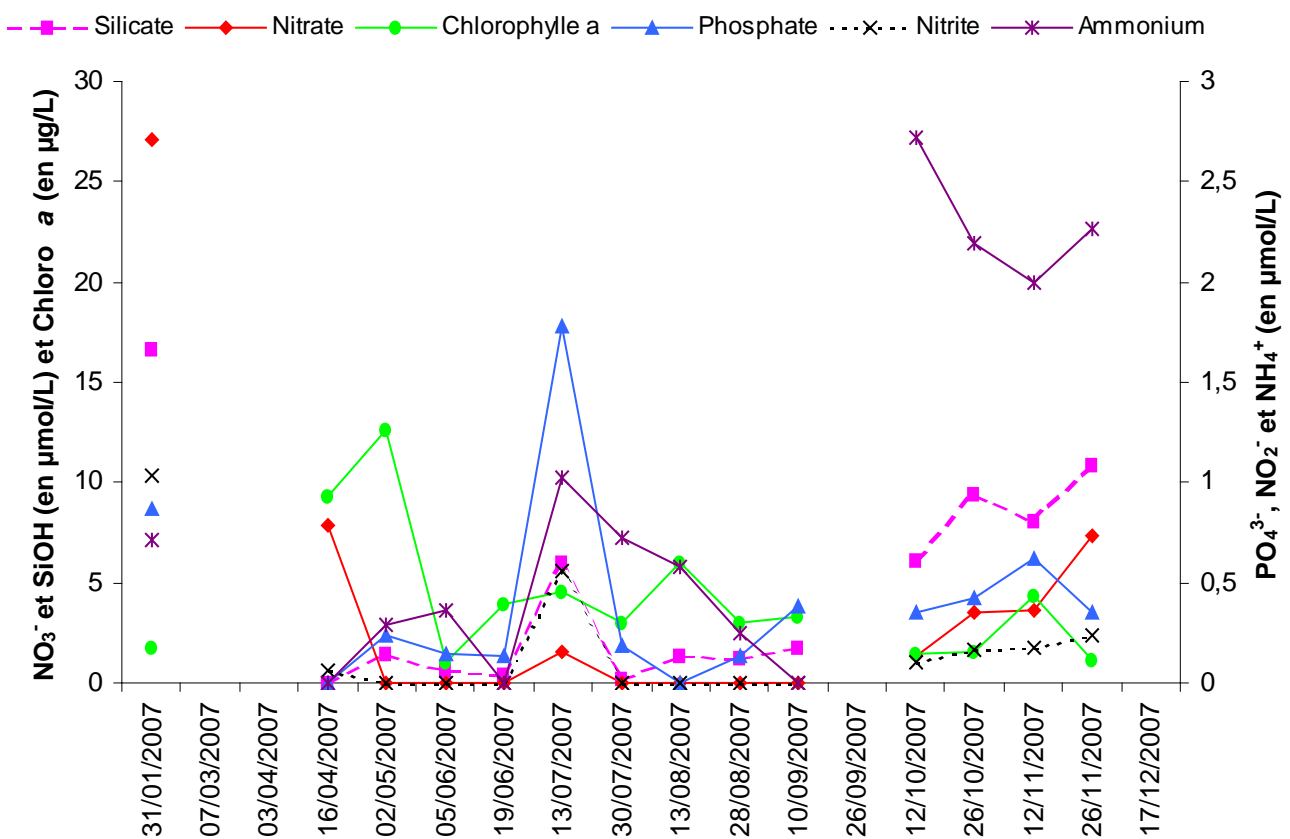


Figure 3.16. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point Mer1de la radiale de la baie de Somme

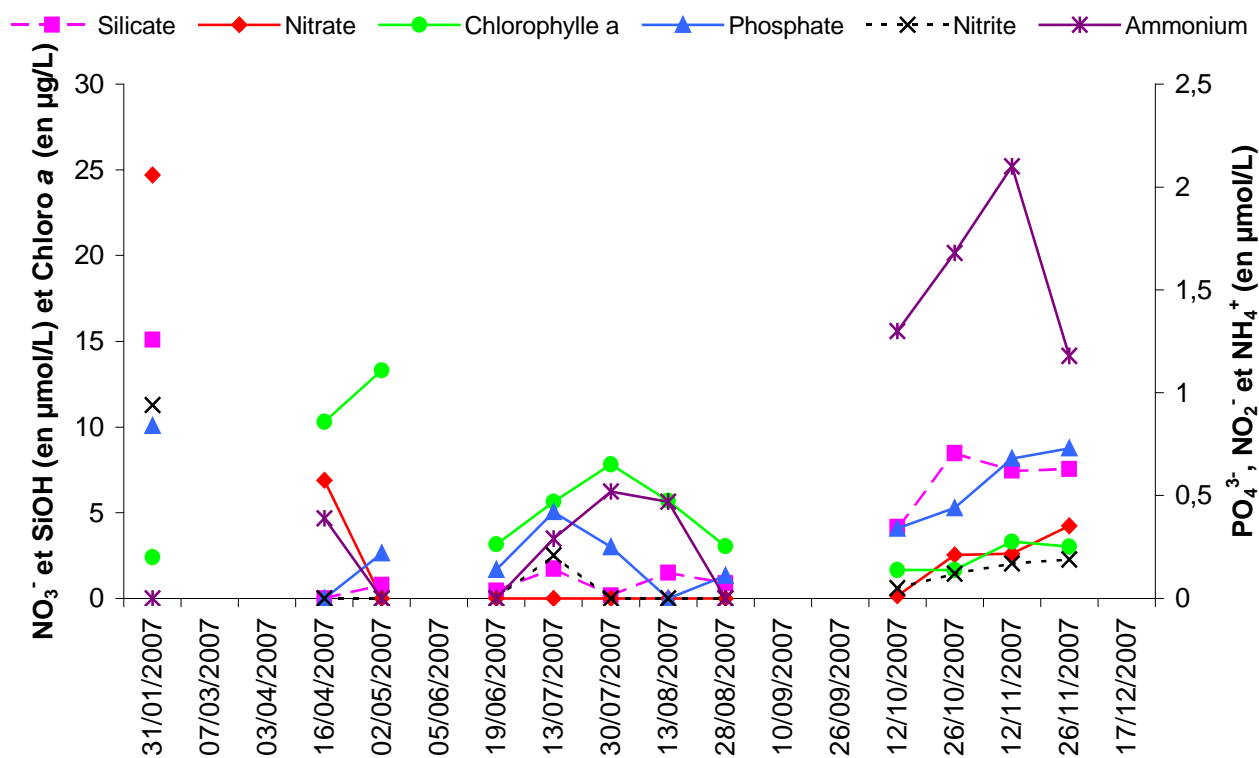


Figure 3.17. Évolution temporelle de la chlorophylle *a* et des nutriments au point Mer2 de la radiale de la baie de Somme

2.3.6. Phéopigments

Les résultats sont exprimés en pourcentage de chlorophylle active.

L'activité chlorophyllienne est assez faible durant le mois de janvier, avant d'augmenter pour atteindre le maximum lors des mois d'avril et de mai. De fin mai à août, l'activité sera de l'ordre de 50 à 70 % pour tous les points. A partir du mois de septembre, elle va encore diminuer pour être de l'ordre de 40 %. Le maximum de l'année est mesuré au point Mimer avec 89 % le 02/05 et le minium l'est sur le point Atso avec 16 % le 26/10. L'activité aux points Mer1 et Mer2 est relativement constante ; elle oscille entre 70 et 90 % (Figure 3.18.).

Le gradient côte-large entre les points Atso et Mer2 est compris entre 16 % et 55 % ; celui entre Bif et Mer2 est compris entre 3 % et 64 % (Figure 3.18.).

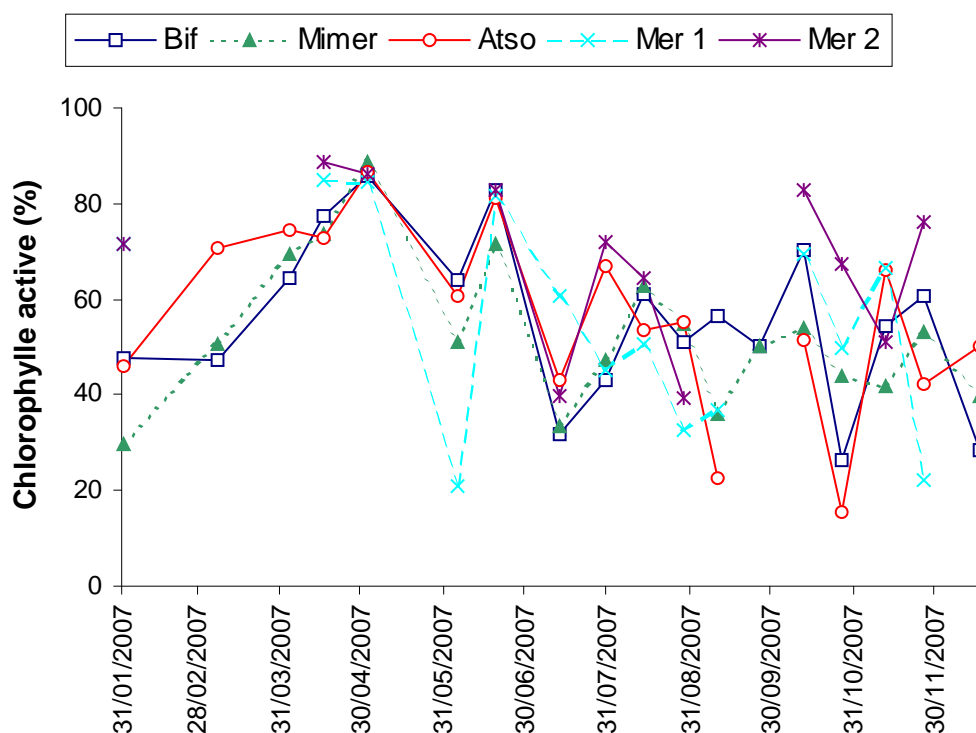


Figure 3.18. Évolution temporelle du pourcentage de chlorophylle active sur la radiale de la baie de Somme

3. PHYTOPLANCTON

3.1. Introduction

Le phytoplancton est le premier maillon de la chaîne alimentaire. Il est important de suivre son évolution dans les eaux marines. Les observations régulières en un même lieu montrent des variations d'abondance de grande amplitude au cours de l'année. Chaque espèce a un cycle annuel qui lui est propre. On observe chaque année des blooms sans qu'il soit possible de prévoir la date et la durée du phénomène. Certaines espèces contiennent des toxines dangereuses pour l'homme, les coquillages ou les poissons. C'est en raison du risque pour la santé publique qu'un réseau de surveillance du phytoplancton (REPHY) fonctionne depuis 1984 sur tout le littoral français. Le S.R.N. complète ce réseau vers le large.

Dans les zones de climat tempéré, la croissance du phytoplancton peut être limitée par deux types de facteurs : les facteurs physiques (température, éclairage, turbulence, turbidité des masses d'eau...) et les facteurs nutritionnels dont nous avons pu noter les variations dans le chapitre précédent. Au cours des périodes post-automnales, la température et surtout l'ensoleillement diminuent, limitant la croissance du phytoplancton. Ceci permet la reconstitution des stocks de sels nutritifs par la minéralisation de la matière organique qui est favorisée par les apports fluviaux. A la fin de l'hiver, l'abondance des sels nutritifs, l'allongement des jours, de l'ensoleillement et le réchauffement progressif de l'eau sont favorables au développement du phytoplancton. Dans le secteur côtier non soumis à des apports terrigènes significatifs, les sels nutritifs sont consommés par le phytoplancton, ce qui diminue leur concentration. Pendant la période estivale, on observe les dinoflagellés, dont la croissance et les besoins nutritionnels sont moindres. Une efflorescence accessoire de diatomées intervient en automne.

Ce chapitre est consacré aux variations d'abondance des espèces et de densité spécifique de la communauté phytoplanctonique grâce notamment à l'utilisation de deux indices écologiques.

3.2. Indices écologiques

3.2.1. Indice de SANDERS

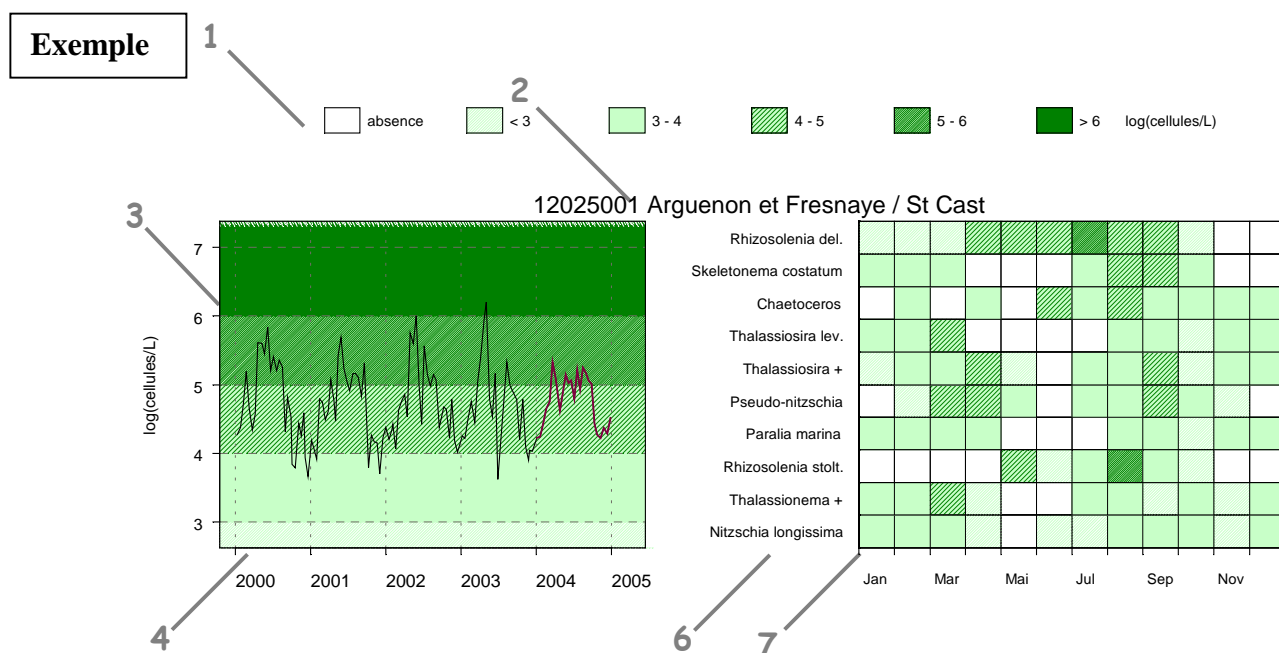
L'indice biologique d'une espèce est l'addition des rangs occupés par cette espèce pour toutes les dates (dates auxquelles l'espèce a été dénombrée). Le rang de l'espèce pour une date donnée est fonction de sa dominance par rapport à celles des autres espèces présentes.

L'indice biologique est calculé selon la méthode de Sanders (1960). Pour chaque date, les espèces sont classées en fonction de leur abondance. La plus abondante, donc la plus dominante à cette date, est notée 10. La seconde 9, la troisième 8 jusqu'à la dixième 1, les suivantes étant notées 0. Ainsi pour chaque date, 10 espèces sont classées. Pour chaque espèce, les notes obtenues à toutes les dates sont additionnées et leur somme correspond à l'indice de Sanders rencontré dans les tableaux de résultats. Guille (1970) propose la classification biocénétique suivante des espèces, en fonction de la valeur de l'indice de SANDERS, pour un site donné :

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

Les 10 taxons dominants, par point et par mois pour l'année considérée sont représentés dans un tableau qui indique une classe d'abondance. Ces taxons sont ordonnés de haut en bas en fonction de leur indice de Sanders. Le taxon en première ligne est jugé le plus caractéristique du point pour le mois considéré. Les diatomées sont libellées en bleu foncé, les dinoflagellés en magenta, les cryptophycées en bleu vif, les prymnésiofycées en vert et les autres espèces en noir.

Un graphique de flores totales sur 5 ans est systématiquement associé à un tableau présentant les 10 taxons dominants de la dernière année, afin de décrire la diversité floristique du point.



1 Légende. Les chiffres correspondent à la puissance de 10 du dénombrement ; par exemple, « 3-4 » indiquent des valeurs comprises entre 10^3 et 10^4 , soit entre 1 000 et 10 000 cellules par litre.

2 Point (identifiant) Site (libellé) / Point (libellé).

3 Somme des taxons dénombrés dans les flores totales (sauf ciliés). L'étendue de l'échelle verticale est commune à tous les graphiques. L'unité est exprimée en « log(cellules/L) ». Par exemple, « 6 » indique 10^6 , soit un million de cellules par litre

4 La période d'observation s'étend du 01/10/2000 au 31/10/2005.

5 Les observations de l'année 2005 sont mises en relief au moyen d'une couleur rouge.

6 Les 10 taxons dominants, de l'année 2005 pour ce point, sont représentés dans un tableau qui indique la classe d'abondance par mois. Le libellé des taxons est placé en en-tête de ligne (ce sont des libellés abrégés, les libellés exacts, ainsi que leur classe, sont indiqués dans le tableau des taxons dominants). Ces taxons sont ordonnés de haut en bas en fonction de leur indice de Sanders (le taxon en première ligne est jugé le plus caractéristique du point pour l'année 2005).

7 Les mois de l'année 2005 sont placés en en-tête de colonne.

3.2.2. Résultats

3.2.2.1. Dunkerque

L'évolution générale de l'abondance phytoplanctonique est comparable entre les 3 points de la radiale de Dunkerque. Les valeurs sont élevées en période estivale et printanière (maximum au point 3 avec plus de $15,24 \cdot 10^6$ cellules par litre le 13 avril 2007). L'abondance est faible en période hivernale, le minimum est observé le 6 février 2007 au point 3 (8500 cell./L). D'une manière générale, l'abondance phytoplanctonique totale varie entre 5200 et $10,24 \cdot 10^6$ cell./L au cours de la période 2003-2007. Le maximum cellulaire est observé durant l'année 2007. L'année 2007 ressemble fortement à l'année 2006 mais avec une concentration plus importante au niveau des points 1 et 3. (Figure 3.1.).

La proportion des taxons évolue au cours du cycle biologique. La principale classe, en terme d'abondance des organismes qui la composent, sur cette radiale est celle des Diatomophyceae. Les autres classes identifiées sont (par ordre alphabétique) les chlorophycées, les cryptophycées, les crysophycées, les dictyochophycées, les dinoflagellés, les euglénophycées, les prasinophycées et les prymnésiofycées.

Les protistes¹ sont relativement abondants le 24 mai au point 3 avec $20,85 \cdot 10^5$ cell./L et sont également présents le 13 juillet (point 1 : 52621 cell./L.).

Les 10 taxons dominants la radiale de Dunkerque sont identifiés sur la figure 3.1. On note que l'abondance phytoplanctonique est différente entre les points d'une radiale. Par exemple, on remarque que *Paralia marina* est une espèce qui domine le point 1, mais qu'elle arrive en seconde position pour le point 3 et en troisième pour le point 4, indication d'une distribution selon un gradient côte-large.

Le calcul de l'indice de Sanders mensuel sur l'ensemble des taxons présents permet de définir des périodes de prédilection. Pour Dunkerque, on peut voir que des espèces comme *paralia marina* ou que la classe des *cryptophyceae* sont présentes tout au long de l'année (leur apparente absence en janvier est due à un défaut d'échantillonnage) tandis que d'autres seront présentes que partiellement comme les prymnesiofycées (3 à 4 mois dans l'année). Pour le point 1, on observe que le taxon dominant pour le premier trimestre est *Skeletonema costatum* mais qu'il est absent le reste de l'année (même schéma pour les points 3 et 4).

Le recours à un calcul d'indice de Sanders par trimestre sur la base de l'ensemble des taxons recensés permet d'approfondir l'étude des successions phytoplanctoniques (ex : *Phaeocystis* qui est absent au niveau du point 4 mais qu'il est bien présent lors du 2nd trimestre) (Annexe 3).

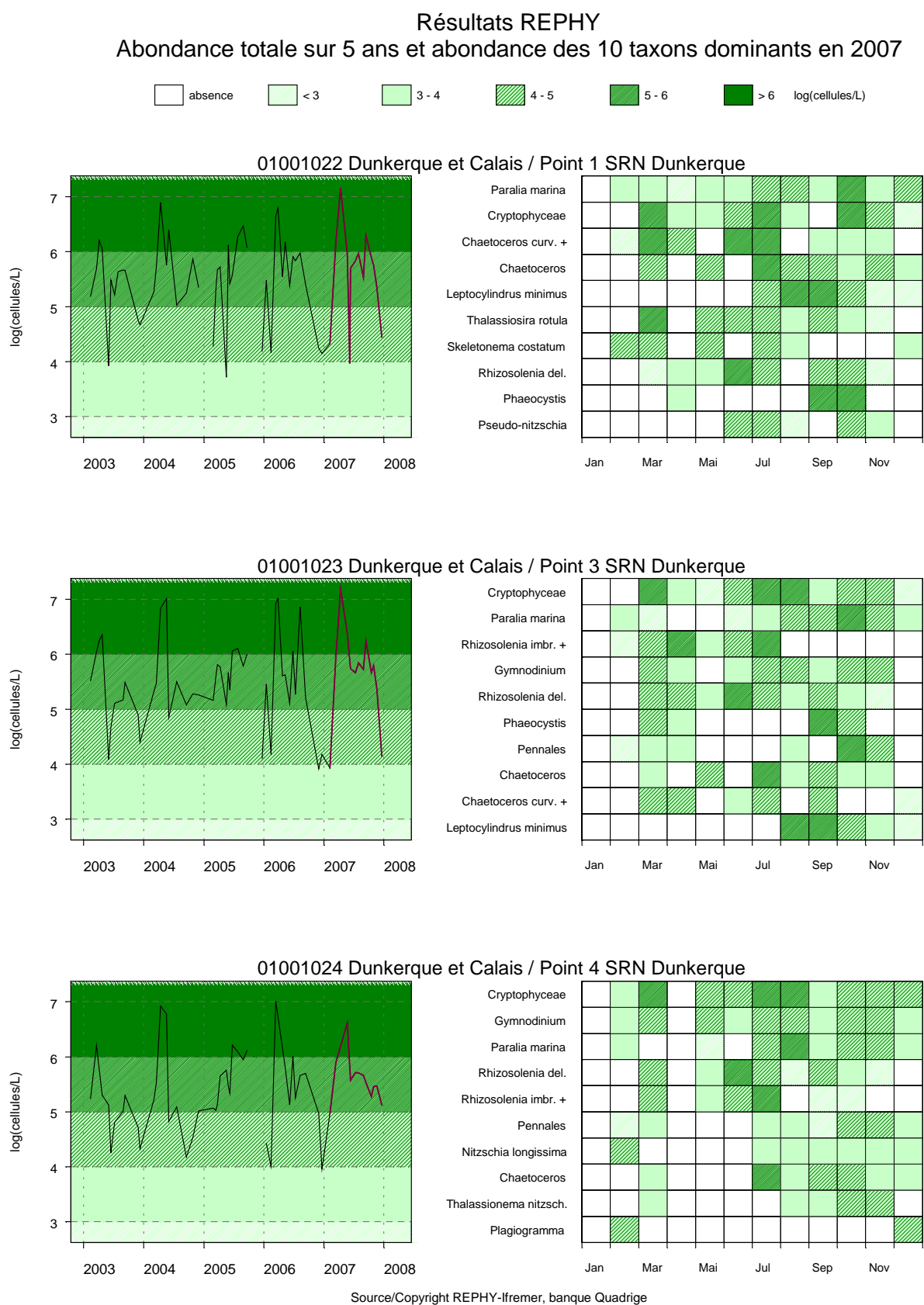
En 2007, le genre *Phaeocystis* est observé de mars à juin, ainsi qu'au mois de septembre et d'octobre pour les points 1 et 3. Son abondance est maximale le 13 avril au point 3 avec $14,88 \cdot 10^6$ cell./L et minimale le 15 mars au point 4 avec 8536 cell./L.

Parmi les taxons potentiellement responsables de la production de phycotoxines², le genre *Alexandrium* (toxicité PSP) a été observé sur une période de juin à octobre tous points confondus (max. 877 cell./L au point 1 le 13/07/2007). Le genre *Dinophysis* (toxicité DSP) a été observé au

¹ Protiste : êtres vivant dont l'organisme est constitué par une seule cellule pendant la plus grande partie de son cycle reproductif, mais qui possède un noyau cellulaire nettement délimité. Ce sont des *eucaryotes*, auxquels on peut opposer les *procaryotes* (bactéries). On distingue 2 groupes : les *protozoaires*, dépourvus de chlorophylle et les *protophytes*, qui en possèdent.

² Informations complémentaires à l'adresse : <http://www.ifremer.fr/envlit/surveillance/rephy.htm>

mois d'octobre, avec un maximum le 31/10/2007 au point 4 de la radiale de Dunkerque (100 cell./L). L'espèce *Pseudo-nitzschia delicatissima* (toxicité ASP) est échantillonnée d'avril à août. Le seuil d'alerte REPHY en terme de concentration cellulaire fut atteint le 24/05/2007 (> à 300 000 cell./L) pour les 3 points. Conformément à la procédure, des analyses chimiques ont été réalisées sur des coquillages ; celles-ci n'ont pas révélé la présence de toxines. Les concentrations cellulaires de tous les autres échantillons étaient inférieures au seuil.



REPHY - Taxons dominants - signification des libellés

Intitulé graphe	Intitulé Quadrige	Classe
Cryptophyceae	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
Chaetoceros	<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Chaetoceros curv. +	<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Leptocylindrus minimus	<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Nitzschia longissima	<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Paralia marina	<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
Plagiogramma	<i>Plagiogramma</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pseudo-nitzschia	<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Rhizosolenia del.	<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Rhizosolenia imbr. +	<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Skeletonema costatum	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Thalassionema nitzsch.	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Thalassiosira rotula	<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Gymnodinium	<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
Phaeocystis	<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </

Tableau 3.1. Correspondance entre les intitulés et la classe taxonomique pour la radiale de Dunkerque

3.2.2.2. Boulogne-sur-Mer

L'évolution générale de l'abondance phytoplanctonique est comparable entre les 3 points de la radiale de Boulogne-sur-Mer. Les valeurs sont élevées en période estivale et printanière (maximum au point 2 avec $13,59 \cdot 10^6$ cell./L le 15 mai 2007). L'abondance est faible en période hivernale, le minimum est observé le 15 janvier au point 2 (6800 cell./L). L'abondance phytoplanctonique totale varie entre 100 et $13,59 \cdot 10^6$ cell./L au cours de la période 2003-2007. Le maximum cellulaire est observé durant l'année 2007, comparable à l'année 2006 mais avec un deuxième pic de concentration pour les points 1 et 2. (Figure 3.2.).

La proportion des taxons évolue au cours du cycle biologique. Les Diatomophyceae constitue la principale classe identifiée sur la radiale. On y observe également des chlorophycées, des cryptophycées, des dictyochophycées, des dinoflagellés, des euglénophycées, des prymnésiofycées et des prasinophycées. Les 10 taxons dominants la radiale de Dunkerque sont identifiés sur la figure 3.2.

Les protistes¹ sont présents sur les trois radiales le 31 mai (avec un maximum de $16,47 \cdot 10^5$ cell./L au point 2) ainsi que le 4 juin au point 1 avec $16,9 \cdot 10^5$ cell./L.

On peut noter que les abondances phytoplanctoniques sont différentes au sein d'une radiale (Ex. *Chaetoceros socialis* : présence relativement moyenne sur les points 1 et 2, plus abondant au niveau du point 3).

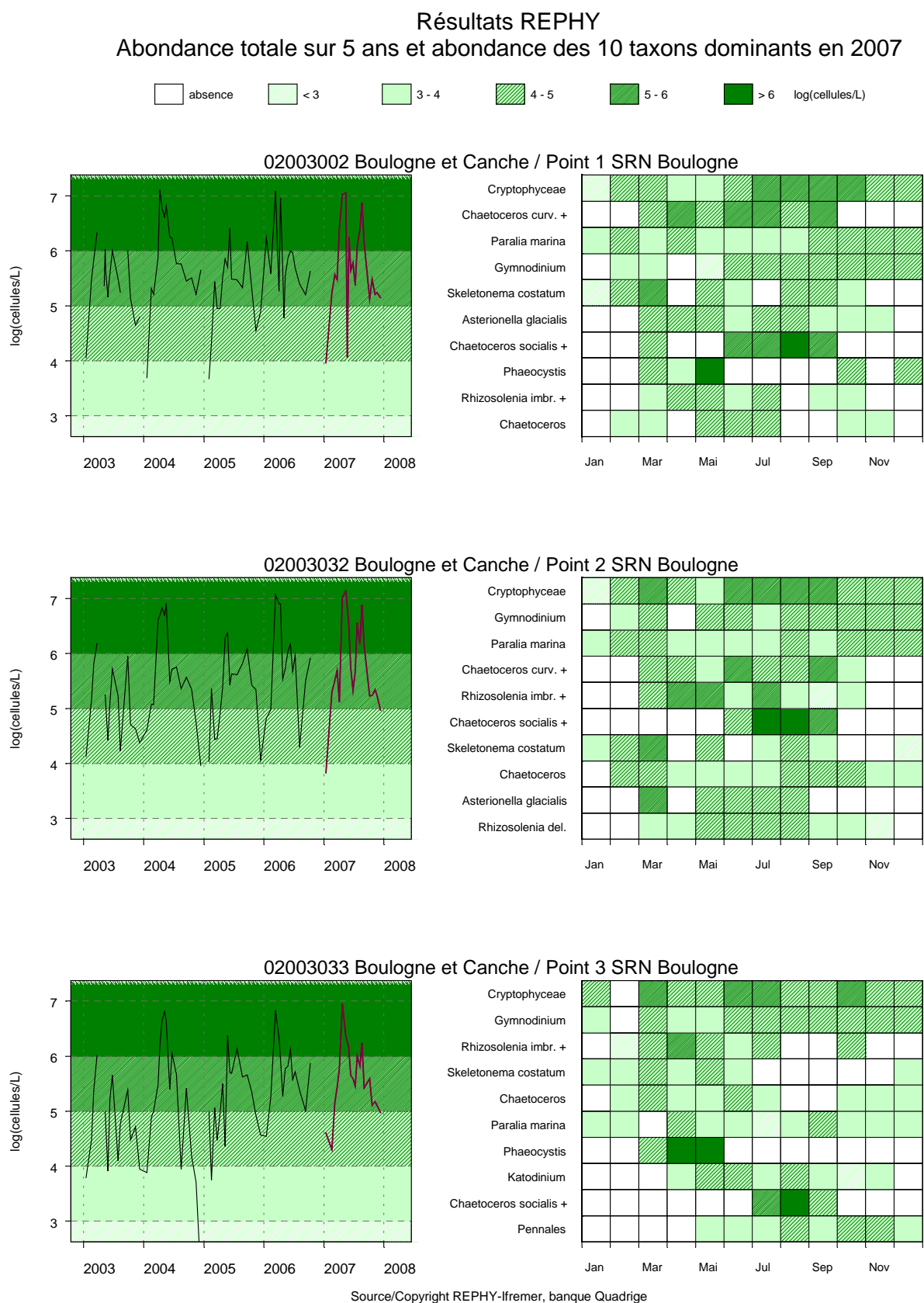
Le calcul de l'indice de Sanders mensuel permet de définir les périodes de prédilection des différents taxons. Pour Boulogne-sur-Mer, on peut voir que des espèces comme *paralia marina*, *Gymnodinium* ou la classe des *cryptophyceae* sont présentes tout le long de l'année, tandis que d'autres seront présentes que partiellement comme les prymnésiofycées (3 à 4 mois dans l'année). Le recours à un calcul d'indice de Sanders par trimestre sur la base de l'ensemble des taxons permet d'approfondir l'étude des successions phytoplanctoniques (ex : *Phaeocystis* qui sur le point 2 est absent dans les taxons dominant mais il est bien présent lors du 2nd trimestre) (Annexe 3).

En 2007, le genre *Phaeocystis* est observé de mars à mai, ainsi que lors des mois d'octobre (points 1 et 2) et de décembre (point 1). Son abondance est maximale le 15 mai au point 2 avec $12,29 \cdot 10^6$ cell./L et minimale le 5 avril au point 2 avec 2500 cell./L.

Parmi les taxons potentiellement responsables de la production de phycotoxines², le genre *Alexandrium* (toxicité PSP) a été observé sur une période de juin à octobre tous points confondus (max. 1067 cell./L au point 3 le 24/07/2007). Le genre *Dinophysis* (toxicité DSP) a été observé une fois le 15/05/2007 au point 3 de la radiale de Boulogne-sur-Mer (100 cell./L). L'espèce *Pseudo-nitzschia delicatissima* (toxicité ASP) est échantillonnée d'avril à août. Le seuil d'alerte REPHY en terme de concentration cellulaire fut atteint le 15/05/2007 et le 31/05/2007 (> à 300 000 cell./L) pour les 3 points. Conformément à la procédure, des analyses chimiques ont été réalisées sur des coquillages ; celles-ci n'ont pas révélé la présence de toxines. Les concentrations cellulaires de tous les autres échantillons étaient inférieures au seuil.

¹ Protiste : êtres vivant dont l'organisme est constitué par une seule cellule pendant la plus grande partie de son cycle reproductif, mais qui possède un noyau cellulaire nettement délimité. Ce sont des *eucaryotes*, auxquels on peut opposer les *procaryotes* (bactéries). On distingue 2 groupes : les *protozoaires*, dépourvus de chlorophylle et les *protophytes*, qui en possèdent.

² Informations complémentaires à l'adresse : <http://www.ifremer.fr/envlit/surveillance/rephy.htm>



REPHY - Taxons dominants - signification des libellés

Intitulé graphe	Intitulé Quadrige	Classe
Cryptophyceae	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
Asterionella glacialis	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Chaetoceros	<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Chaetoceros curv. +	<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Chaetoceros socialis +	<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Paralia marina	<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
Rhizosolenia del.	<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Rhizosolenia imbr. +	<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Skeletonema costatum	<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Gymnodinium	<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
Katodinium	<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
Phaeocystis	<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </

Tableau 3.2. Correspondance entre les intitulés et la classe taxonomique pour la radiale de Boulogne-sur-Mer

3.2.2.3 Baie de Somme

L'évolution générale de l'abondance phytoplanctonique est comparable entre les 3 points de la radiale de la baie de Somme. Les valeurs sont élevées en période estivale et printanière (maximum au point Bif avec $29,60.10^6$ cell./L le 5 juin 2007). L'abondance est faible en période hivernale, le minimum est observé le 31 janvier au point Mimer (5500 cell./L). D'une manière générale, l'abondance phytoplanctonique totale varie entre 3600 et $37,88.10^6$ cell./L au cours de la période 2003-2007. Le maximum cellulaire est observé durant l'année 2003. L'année 2007 ressemble à l'année 2006 sauf pour le point Atso où l'on peut observer deux pics assez importants durant l'année (Figure 3.3.).

La proportion des taxons évolue au cours du cycle biologique. La principale classe que l'on peut trouver sur la radiale est celle des Diatomophyceae. Des chlorophycées, des cryptophycées, des dictyochophycées, des dinoflagellés, des crysophycées, des euglénophycées, des prymnésiofycées et des prasinophycées sont également identifiés sur le site. Les 10 taxons dominants la radiale de la baie de Somme sont identifiés sur la figure 3.3.

Les protistes¹ sont présents que sur le point Mer 1 le 5 juin avec $13,44.10^4$ cell./L.

L'abondance phytoplanctonique est différente entre les points d'une radiale. Par exemple, on remarque que *Paralia marina* est une espèce relativement importante au niveau des points Mer 2, Mer 1 et Atso, tandis que son abondance diminue vers la côte (Mimer puis Bif), indication d'une distribution selon un gradient côte-large.

Le calcul de l'indice de Sanders mensuel permet de définir les périodes de prédilection de ces taxons. Pour la baie de Somme, des espèces comme *paralia marina*, *Gymnodinium* ou la classe des *cryptophyceae* sont présentes tout le long de l'année, tandis que d'autres seront présentes que partiellement comme les *prymnesiofycées* (3 à 4 mois dans l'année) ou *chaetoceros socialis* (2 à 3 mois dans l'année). L'absence de résultat pour les mois de février, mars et décembre (pour les points dit « large », Mer 1 et Mer 2) ainsi que pour le mois de février (Atso, Mimer et Bif) est liée à un défaut d'échantillonnage.

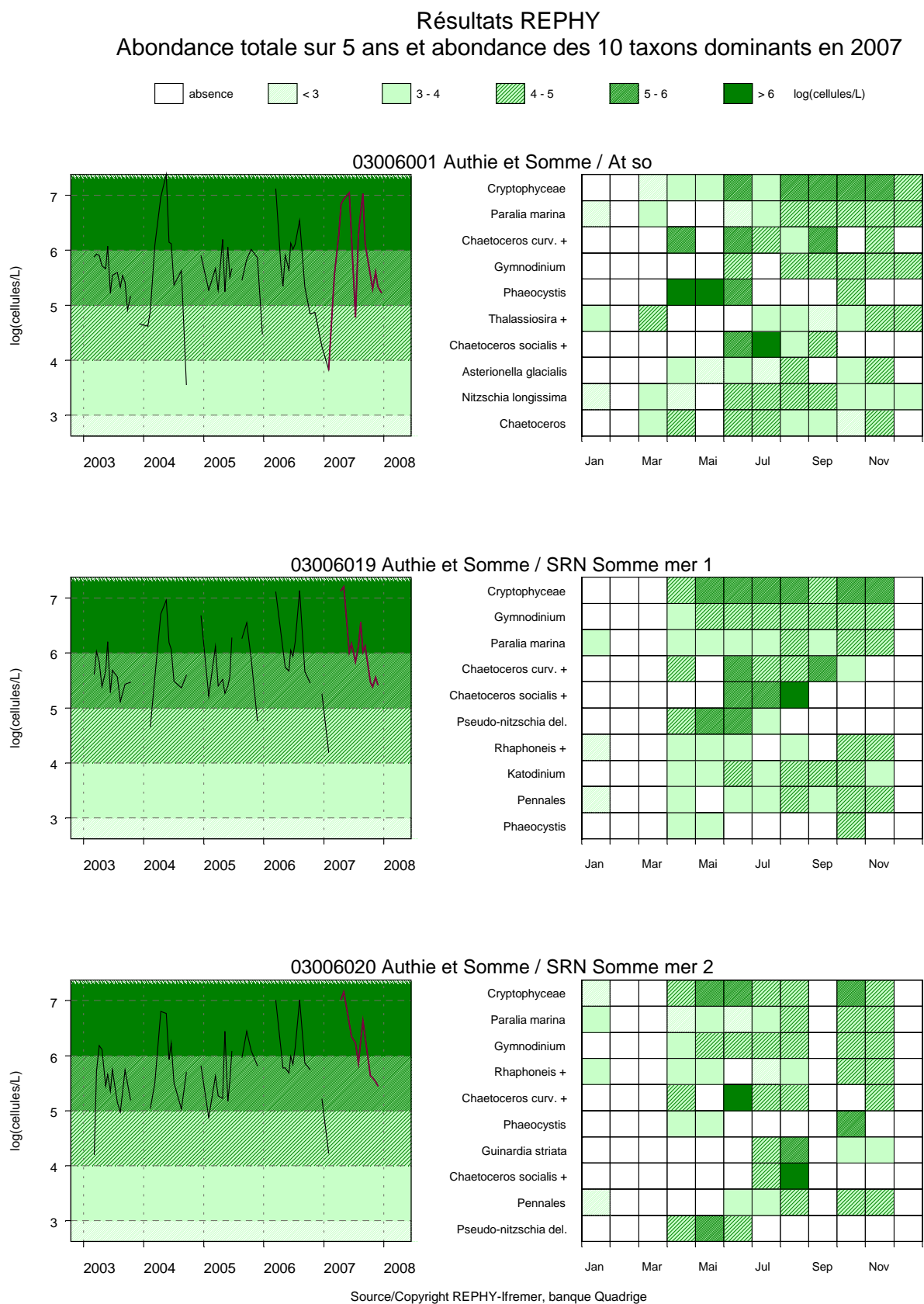
Le recours à un calcul d'indice de Sanders par trimestre sur la base de l'ensemble des taxons permet d'approfondir l'étude des successions (Annexe 3).

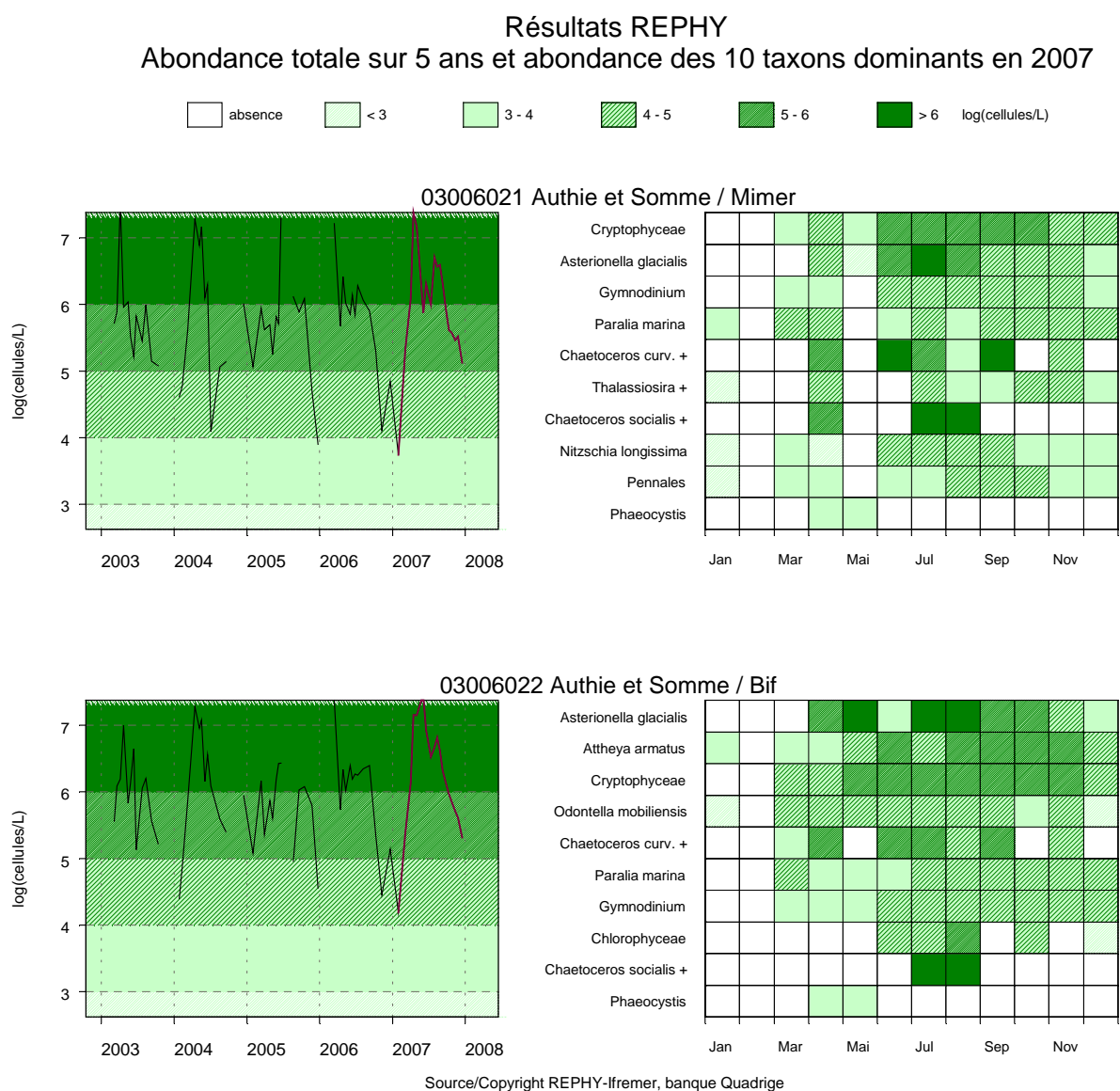
En 2007, le genre *Phaeocystis* est observé lors de mois d'avril et de mai, ainsi qu'au mois d'octobre (Atso, Mer 1 et Mer 2). Son abondance est maximale le 16 avril au point Mimer avec $24,65.10^6$ cell./L et minimale le 12 décembre au point Atso avec 70420 cell./L.

Parmi les taxons potentiellement responsables de la production de phycotoxines², le genre *Alexandrium* (toxicité PSP) a été observé durant les mois de juillet et août (max. 2731 cell./L au point Atso le 30/07/2007). Le genre *Dinophysis* (toxicité DSP) a été observé une fois le 13/07/2007 au point Mer 2 (100 cell./L). L'espèce *Pseudo-nitzschia delicatissima* (toxicité ASP) est échantillonnée d'avril à juillet. Ces épisodes se sont révélés sans conséquence (concentrations inférieures au seuil dit d'alerte ou absence de toxines dans les échantillons de coquillages selon les critères définis dans le cahier de prescription du réseau REPHY de l'Ifremer).

¹ Protiste : êtres vivant dont l'organisme est constitué par une seule cellule pendant la plus grande partie de son cycle reproductif, mais qui possède un noyau cellulaire nettement délimité. Ce sont des *eucaryotes*, auxquels on peut opposer les *procaryotes* (bactéries). On distingue 2 groupes : les *protozoaires*, dépourvus de chlorophylle et les *protophytes*, qui en possèdent.

² Informations complémentaires à l'adresse : <http://www.ifremer.fr/envlit/surveillance/rephy.htm>





REPHY - Taxons dominants - signification des libellés

Intitulé graphe	Intitulé Quadrige	Classe
Chlorophyceae	<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
Cryptophyceae	<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
Asterionella glacialis	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Attheya armatus	<i>Attheya armatus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Chaetoceros	<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Chaetoceros curv. +	<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Chaetoceros socialis +	<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Guinardia striata	<i>Guinardia striata</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Nitzschia longissima	<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Odontella mobiliensis	<i>Odontella mobiliensis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Paralia marina	<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
Pseudo-nitzschia del.	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Rhaphoneis +	<i>Rhaphoneis + Delphineis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Thalassiosira +	<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Gymnodinium	<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
Katodinium	<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
Phaeocystis	<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </

Tableau 3.3. Correspondance entre les intitulés et la classe taxonomique pour la radiale de la baie de Somme

4. Discussion

4.1. Température et salinité

La température de l'eau dépend en grande partie de celle de l'air, cependant les variations de température de l'eau sont moins accentuées que celles de l'air et elles sont plus importantes à la côte qu'au large (températures plus élevées en hiver et plus faibles en été au large), conséquences de la grande inertie thermique des masses d'eau. La température de l'eau est fortement influencée par les courants et les vents. Les températures maximales relevées en 2007 sont de 18,9 °C au point Mimer de la baie de Somme, puis 18,7 °C au point côtier au point côtier de Boulogne-sur-Mer, vient ensuite le point côtier de Dunkerque avec 18,6°C.

Les variations de salinité sont causées par l'évapotranspiration (en cas de forte chaleur ou de tempête) et par l'apport d'eau douce. La salinité est comprise entre 33,0 et 35,7 à Boulogne-sur-Mer, entre 32,8 et 35,2 à Dunkerque et entre 29,1 et 35,8 en baie de Somme, tous points confondus. La baie de Somme présente des salinités plus faibles en raison de l'influence de la Somme. Les vents et courants influencent beaucoup la salinité. L'échantillonnage en baie de Somme est représentatif de la période PM \pm 2h et n'intègre donc pas par conséquent les plus faibles valeurs qui pourraient y être observées.

4.2. Turbidité, matières en suspension et matière organique

La turbidité résulte de la présence de particules minérales ou organiques en suspension d'une part, et d'organismes vivants d'autre part. Elle est maximale en hiver et minimale en été. Une augmentation de la turbidité est la conséquence de mouvements de l'eau par action des courants (corrélés au coefficient de marée) et du vent qui remettent en suspension les particules. Une turbidité élevée peut inhiber la production phytoplanctonique.

L'évolution de la matière organique présente dans les M.E.S. est liée au développement phytoplanctonique qui a lieu de façon plus intense dès les mois de mars pour Boulogne-sur-Mer, au mois d'avril pour Dunkerque et en mai pour la baie de Somme.

En baie de Somme, deux maxima de matière organique sont observées : en avril et en mai (uniquement pour les points Mer1 et Mer2). Ces maxima se produisent en même temps qu'un maximum d'abondance du phytoplancton (entre $6,8 \cdot 10^6$ et $24,78 \cdot 10^6$ cell/L, toutes stations confondues) représentatif de la dominance de *Phaeocystis globosa*.

Le site de Dunkerque présente des valeurs de concentration en matière organique importantes de mars à juin selon les points. Durant les mois de mars et avril on a une efflorescence phytoplanctonique dominée par *Phaeocystis globosa* ($8,5 \cdot 10^3$ à $14,88 \cdot 10^6$ cell/L). Les mois de mai et juin sont également marqués par un pic important de matière organique, en parallèle d'une efflorescence à *Pseudo-nitzschia delicatissima* (7100 cell/L à $7,97 \cdot 10^5$ cell/L). Cette augmentation de la concentration en matière organique des mois de mai et juin ne correspond pas à un pic de chlorophylle *a*.

La radiale de Boulogne-sur-Mer présente des maxima de matière organique de mars à juin et également un pic au mois d'août (en fonction du point considéré). De mars à mai, on assiste à la prolifération de *Phaeocysts globosa* (2500 cell/L à $12,29 \cdot 10^6$ cell/L.). Un autre maximum est visible lors des mois de juin et août, aux points 2 et 3. Il correspond au développement de diatomée (*Chaetoceros sp.* : $1,17 \cdot 10^5$ cell/L à $19,45 \cdot 10^5$ cell/L.).

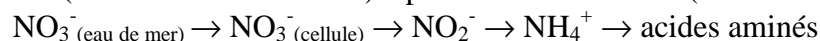
4.3. Nutriments

Les résultats obtenus pour les 3 radiales montrent des cycles de nutriments caractéristiques des eaux tempérées. Les concentrations des substances nutritives sont plus importantes à la fin de l'hiver car les prélèvements réalisés par le phytoplancton sont à leurs minima à cause du faible ensoleillement et de la faible température, alors que la minéralisation de la matière organique apportée par les bassins versants continue.

Au début du printemps, le stock hivernal est utilisé par le phytoplancton quand la lumière et la température sont suffisantes. Les apports de substances nutritives entraînent une augmentation et un allongement du bloom.

Durant l'été, la productivité phytoplanctonique est contrôlée par les substances nutritives issues de la minéralisation ou d'apports terrigènes. La période estivale présente de faibles concentrations mais dès l'automne, on observe la reconstitution du stock de nutriments en raison de l'absence de consommateurs et de l'augmentation des débits des rivières.

Le retour à des concentrations en sels nutritifs élevées est plus ou moins rapide selon leur catégorie. Parmi les formes azotées, c'est l'azote ammoniacal qui réapparaît le premier, suivi des nitrates, puis des nitrites. Au printemps, en général, l'azote ammoniacal disparaît le premier, puis ce sont les nitrites et enfin les nitrates. En effet, le phytoplancton absorbe préférentiellement l'ammonium, puis les nitrites, puis les nitrates. Ceci peut être expliqué par le cycle d'incorporation de l'azote organique particulaire (ou azote intracellulaire) à partir d'azote dissous (ions nitriques) :



Les concentrations les plus élevées en nitrate sont observées au point Bif de la baie de Somme (49,38 $\mu\text{mol/L}$) en janvier, au point côtier de Boulogne-sur-Mer (25,24 $\mu\text{mol/L}$) en mars et enfin aux points intermédiaires de Dunkerque (17,02 $\mu\text{mol/L}$) en décembre.

Les concentrations de nitrite sont maximales en baie de Somme au point Bif en janvier (1,42 $\mu\text{mol/L}$), au point intermédiaire de Dunkerque (1,23 $\mu\text{mol/L}$) en novembre et au point côtier à Boulogne-sur-Mer en janvier (0,90 $\mu\text{mol/L}$).

En ce qui concerne l'azote ammoniacal, les valeurs maximales sont observées en décembre au point Bif de la baie de Somme (10,42 $\mu\text{mol/L}$), en novembre au point intermédiaire de Boulogne-sur-Mer (5,67 $\mu\text{mol/L}$), et en décembre au point côtier de Dunkerque (5,65 $\mu\text{mol/L}$).

Le phosphate, apporté principalement par les rejets domestiques, est un nutriment qui est rapidement absorbé dans les matières en suspension et les sédiments. Sa présence dans les échantillons s'explique par une désorption des phosphates et une remise en suspension des particules après une augmentation de débit des rivières ou lors d'épisodes de vents importants. Les apports résultent des processus de ruissellement et d'érosion qui peuvent survenir à n'importe quel moment de l'année.

Les valeurs maximales de phosphate sont : 3,09 $\mu\text{mol/L}$ en septembre au point Bif de la Baie de Somme, 1,67 $\mu\text{mol/L}$ en octobre au point 3 de Boulogne-sur-Mer, et 0,98 $\mu\text{mol/L}$ en décembre au point 4 de Dunkerque.

Le cycle du silicate est aussi étroitement lié au développement du phytoplancton, en particulier des diatomées qui utilisent la silice pour former leur test (enveloppe siliceuse). Ainsi, généralement après le bloom de diatomées du début du printemps, les concentrations en silicate chutent puis un maximum apparaît en mai-juin avec la dissolution du silicate biogénique contenu dans les tests quand les diatomées meurent.

La baie de Somme présente les concentrations en silicate les plus importantes avec 39,01 $\mu\text{mol/L}$ au point Bif en décembre. Le maximum est de 16,63 $\mu\text{mol/L}$ au point côtier Boulogne-sur-Mer en janvier et de 14,86 $\mu\text{mol/L}$ en décembre au point intermédiaire de Dunkerque.

4.4. Chlorophylle *a*, phéopigments et phytoplancton

Le fleuve côtier présent le long des côtes du Nord-Pas-de-Calais permet l'installation d'un écosystème côtier spécifique qui donne lieu à des développements biologiques propres (Brylinski *et al.*, 1991). Le développement phytoplanctonique de cette région est dû aux apports nutritifs principalement de la Somme mais aussi de la Canche, l'Authie (Hébert *et al.*, 2005) et dans une moindre mesure de la Slack, le Wimereux et la Liane (Hébert *et al.*, 2005) et des conditions hydrodynamiques favorables à des apports via les zones adjacentes.

Dans un système tempéré, le cycle annuel classique de la biomasse phytoplanctonique est caractérisé par de faibles valeurs en hiver et en été. Une période de bloom est généralement observée de mars à juin, la production phytoplanctonique est à son maximum lorsque la lumière est suffisamment forte (mais pas forcément maximale) pour permettre une augmentation du taux d'accroissement suffisant pour compenser les pertes par dégradation ou prédation. Les populations sont alors peu diversifiées. Durant la période de juin à octobre, les concentrations en chlorophylle *a*, corrélées à l'évolution de la biomasse phytoplanctonique, sont peu élevées : les teneurs en substances nutritives sont en effet très basses, ce qui entraîne un vieillissement des cellules. Ce schéma peut être modifié avec des proliférations de phytoplancton (diatomées ou non-diatomées) en réponse à des phénomènes de production régénérée par remise à disposition de nutriments « piégés » dans la matière organique lors de l'efflorescence printanière (par opposition à la production nouvelle de début de saison basée sur des apports externes de nutriments). La productivité est faible pendant l'hiver. Ce phénomène est observé principalement à la côte car cette zone reçoit les apports continentaux liés aux pluies fréquemment observées à cette période.

En Manche Orientale, l'efflorescence printanière peut-être caractérisée par la formation d'écume issue de la prolifération de *Phaeocystis globosa*, de la classe des prymnésiofycées (Plus d'informations : http://www.ifremer.fr/delbl/presentation/phaeo/phaeo_index.htm).

Hors période de prolifération de *Phaeocystis sp.*, le phytoplancton est composé presque essentiellement de diatomées (environ 90 % de la flore totale).

Différents types de diatomées se développent selon la saison : en début d'année, c'est un premier assemblage de diatomées composé d'espèces coloniales de petite taille (10–50 μm) qui sont surtout présentes (*Thalassionema nitzschoides*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira sp.*, *Thalassiosira rotula*) ainsi que des cryptophycées (petits flagellés autotrophes).

Au cours du printemps, un second assemblage de diatomées est composé d'espèces de grandes tailles (>100 μm) de la famille des Rhizosoleniacées (*Guinardia delicatula*, *Guinardia striata*, *Rhizosolenia imbricata*), suivie d'espèces de taille moyenne (50-100 μm) (*Leptocylindrus spp.*, *Cerataulina sp.*), et d'espèces de petite taille (*Chaetoceros curvisetum*, *Chaetoceros debile*). Cet assemblage continue de proliférer pendant l'été, parallèlement à deux espèces de dinoflagellés *Gyrodinium sp.* *Gymnodinium sp.* et décroît en fin d'année. Deux diatomées, *Chaetoceros sp.* et *Paralia sulcata*, semblent être présentes toute l'année (Guiselin, 2005.)

L'utilisation des images satellites acquises par le capteurs MODIS permet d'obtenir grâce à l'algorithme OC5 (Gohin *et al.*, 2002) une représentation à méso-échelle de la concentration en chlorophylle *a*. Globalement, les concentrations en chlorophylle *a*, et par conséquent la production phytoplanctonique, sont plus importantes en Manche est qu'en Manche ouest. Au début du mois de mars on peut observer une augmentation de la chlorophylle *a* au niveau de l'Ile de Wight situé au Sud de l'Angleterre puis au niveau de la Seine. Cette augmentation va ensuite gagner les bords de la

Tamise et va remonter tout le littoral de la Seine jusqu'à la frontière de la Belgique, puis elle va gagner progressivement le large. La biomasse phytoplanctonique est par conséquent plus importante dans le détroit du Pas-de-Calais et en baie sud de la Mer du Nord dès le mois d'avril (Planche 1).

Au début de moi d'avril, les concentrations deviennent très importantes en mer du Nord. En effet, on peut noter une concentration qui augmente sur le littoral (Seine, Somme, Boulogne, Dunkerque et Pays-Bas) ainsi qu'une extension vers le large plus importante (on remarque une concentration assez importante au sud-ouest de l'Angleterre vers le milieu du mois) (Planche 1).

A la fin du moi d'avril et au début du moi de mai, le bloom se trouve principalement dans le détroit du Pas-de-Calais, mais également au niveau du sud de la mer du Nord (que ce soit sur la côte ou au large) et sur la côte sud de l'Angleterre (Planche 1).

Fin mai-début juin, la production se restreint à la zone côtière de la baie de Seine à la mer du Nord ainsi que sur la côte est de l'Angleterre avec une diminution des concentrations au large. Ce schéma est valable jusqu'au mois de septembre bien que les concentrations soient de moins en moins importantes.

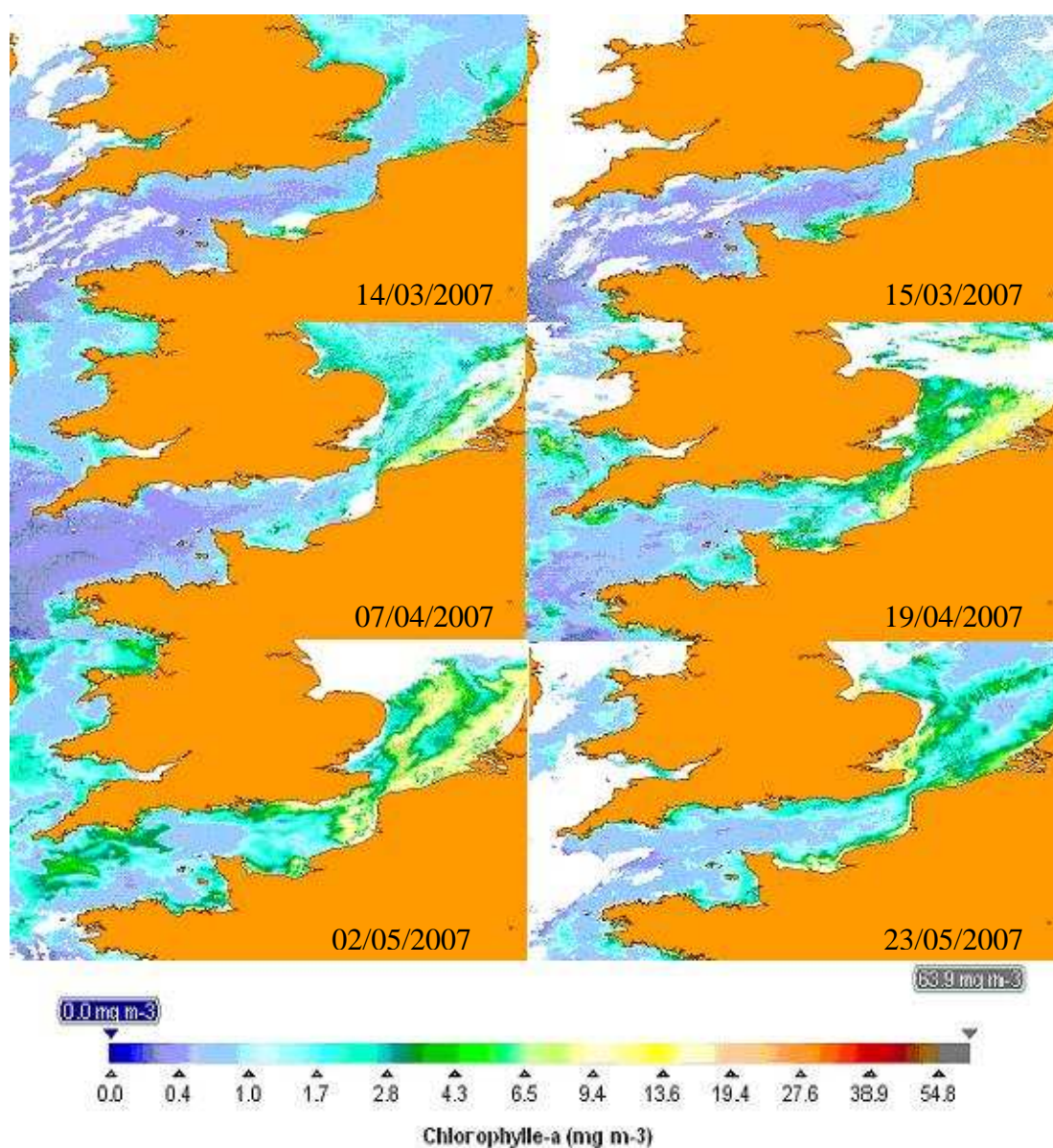


Planche 1 : Images MODIS OC5 IFR illustrant à grande échelle l'évolution spatiale des concentrations en chlorophylle a (mg.m^{-3}) de mars à juin 2007

Les mesures *in situ* réalisées dans le cadre du S.R.N. mettent en évidence que les concentrations en chlorophylle *a* sont beaucoup plus importantes en baie de Somme où elles atteignent 51,85 µg/L au mois de juin au point Bif. Les valeurs sont plus faibles pour Boulogne-sur-Mer et Dunkerque avec, respectivement, pour leur point côtier et au mois d'avril, 15,99 µg/L et 24,60 µg/L.

En baie de Somme, le bloom est étalé dans le temps et différents taxons s'y succèdent : prolifération de la prymnesiophycée *Phaeocystis sp.* dès le mois d'avril (environ 70 % de la flore totale pour tous les points confondus), puis dominance des diatomées et des cryptophycées à partir de mai. Les protistes sont régulièrement échantillonnés ces dernières années. Les maxima de chlorophylle *a* en juin sur la radiale de la baie de Somme sont probablement liées à la présence de la diatomée *Asterionella glacialis*.

A Dunkerque, le développement phytoplanctonique est initié par un bloom de la prymnésiofycée *Phaeocystis globosa*. Les valeurs maximales de chlorophylle *a* sont atteintes en avril et ce pic est lié à la présence de *Phaeocystis sp.* (plus de 90 % de la flore totale). Le pourcentage de chlorophylle *a* active atteint son maximum lors du bloom (90 % de chlorophylle active). Un deuxième pic se produit au mois de septembre, essentiellement aux points 1 et 3 avec une dominance *Leptocylindrus sp.* et de *Phaeocystis globosa*. Hors période de bloom, les diatomées dominent accompagnées de quelques flagellés (dinoflagellés et cryptophycées) en période estivale (sauf pour le point 4 qui est dominé par les cryptophycées).

Le site de Boulogne-sur-Mer est caractérisé par deux maximums de chlorophylle *a* en avril-mai. Cela est lié au bloom de la prymnésiofycée *Phaeocystis globosa*, qui représente plus de 90 % de la flore totale lors du mois d'avril. Une légère augmentation de la concentration en chlorophylle *a* est observable au cours du mois de juillet et pourrait s'expliquer par la présence de *Chaetoceros sp.*. Les espèces préférentielles du site sont les diatomées et les flagellés (cryptophycées et dinoflagellés en période estivale) et *Phaeocystis sp.* au printemps.

4.5. Concentration en oxygène

Conformément aux recommandations de la Directive Cadre sur l'Eau (D.C.E.) (2000/60/CE), la concentration en oxygène dissous est mesurée *in situ* depuis 2007. Ce paramètre est en effet repris dans la circulaire comme éléments à suivre pour le contrôle de surveillance (mesure de juin à septembre) mais ne faisait pas partie des paramètres acquis en routine par le S.R.N..

Aminot A. & R. Kérouel, 2004 rappellent que le terme « oxygène dissous », d'usage courant, se réfère à la molécule de dioxygène O₂ en solution dans l'eau. La teneur en oxygène moléculaire dissous est un paramètre important qui gouverne la majorité des processus biologiques des écosystèmes aquatiques. La concentration en oxygène dissous est la résultante des facteurs physiques, chimiques et biologiques suivants :

- Echanges à l'interface air-océan,
- Diffusion et mélange au sein de la masse d'eau,
- Utilisation dans les réactions d'oxydation chimique (naturelles ou anthropiques),
- Utilisation par les organismes aquatiques pour la respiration (ce qui inclut au sens large la dégradation bactérienne des matières organiques) et pour la nitrification,
- Production *in situ* par la photosynthèse.

Le pourcentage d'oxygène par rapport à la saturation doit également être pris en compte. La dissolution de l'oxygène dans l'eau est en effet régie par des lois physiques et dépend de la pression

atmosphérique, de la pression de vapeur saturante, de la température de l'eau, de la salinité. Pour une valeur donnée de chacun de ces paramètres, la solubilité maximale de l'oxygène dans l'eau est appelée saturation. Tous les processus exclusivement mécaniques d'échange eau-atmosphère, tels que l'effet du vent ou de la houle, le ruissellement et le bullage, tendent à porter l'eau à son niveau de saturation en oxygène. Les états de sous-saturation et sursaturation ne peuvent donc être induits que par les phénomènes physico-chimiques, chimiques et biologiques sus-cités.

La solubilité de l'oxygène dans l'eau diminue en fonction de la salinité et de la température. Ce sont les processus biologiques qui ont généralement une influence prépondérante sur les concentrations en oxygène dans l'eau. Ainsi, dans les estuaires, des zones d'accumulation de détritiques carbonés en décomposition peuvent devenir totalement anoxiques ; la nitrification de l'azote ammoniacal est également une source importante de déficits en oxygène. Par ailleurs, en zone eutrophe, des développements importants de phytoplancton ou de macroalgues peuvent engendrer des sursaturations diurnes atteignant 150 voire 200 %.

Pour information, la métrique retenue pour l'indicateur oxygène dissous dans la D.C.E. est le percentile 10 des données acquises entre juin et septembre tous les ans sur la durée du plan de gestion (6 ans). La grille de classement donne les catégories suivantes : ≥ 5 mg/L (très bon), 3-5 mg/L (bon), 2-3 mg/L (moyen), 1-2 mg/L (médiocre) et < 1 mg/L (mauvais).

Les résultats acquis entre juin et septembre 2007 révèlent une concentration minimum en surface de 8,5 mg/L, 8,1 mg/L et 8,5 mg/L, respectivement, au niveau du point côtier des radiales de Dunkerque, de Boulogne-sur-Mer et de la baie de Somme.

Le pourcentage de saturation en oxygène (Aminot & Kérouel, 2004) (Annexe 4) entre juin et septembre 2007 est compris entre 112 et 166 pour le point côtier de la radiale de Dunkerque, entre 106 et 133 pour le point côtier de la radiale de Boulogne-sur-Mer et entre 111 et 171 pour le point côtier de la radiale de baie de Somme.

4.6. Structure verticale des masses d'eaux

Le déploiement de la sonde Ysi lors de la plupart des campagnes de prélèvements permet de caractériser la structure verticale des masses d'eaux de la côte vers le large. La plupart du temps la masse d'eau est homogène verticalement et les profils ne mettent en évidence que le gradient côte – large, plus ou moins marqué selon le paramètre considéré.

Pour la température, ce gradient est de l'ordre de plus ou moins 1,5 °C au maximum. Sur la vertical, la différence entre le fond et la surface atteint au maximum 1,0 °C. Le gradient vertical est soit progressif (Figure 4.6.1.), soit bien marqué pour une profondeur donnée (Figure 4.6.2. – Point du large)

En ce qui concerne l'oxygène, le schéma est identique avec des gradients côte-large plus importants que les gradients verticaux (Figure 4.6.3.).

Ces remarques sont valables pour l'ensemble des autres paramètres acquis par la sonde.

Il en ressort que quelle que soit la radiale considérée, les masses d'eaux apparaissent homogènes verticalement à l'échelle d'observation du S.R.N., conformément aux structures généralement observées en régime mégatidal. Les « stratifications » lorsqu'elles existent sont faibles et probablement très ponctuelles.

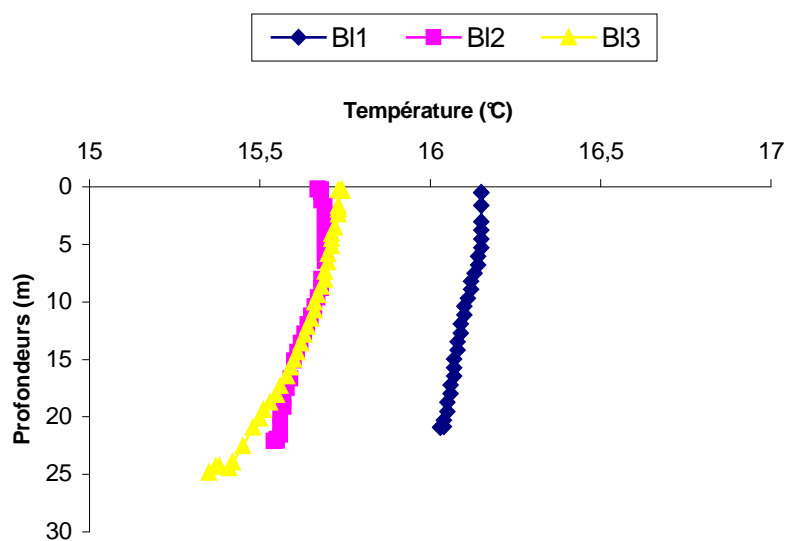


Figure 4.6.1. Profils verticaux de température (°C) sur la radiale de Boulogne-sur-Mer (le 27/06/2007)

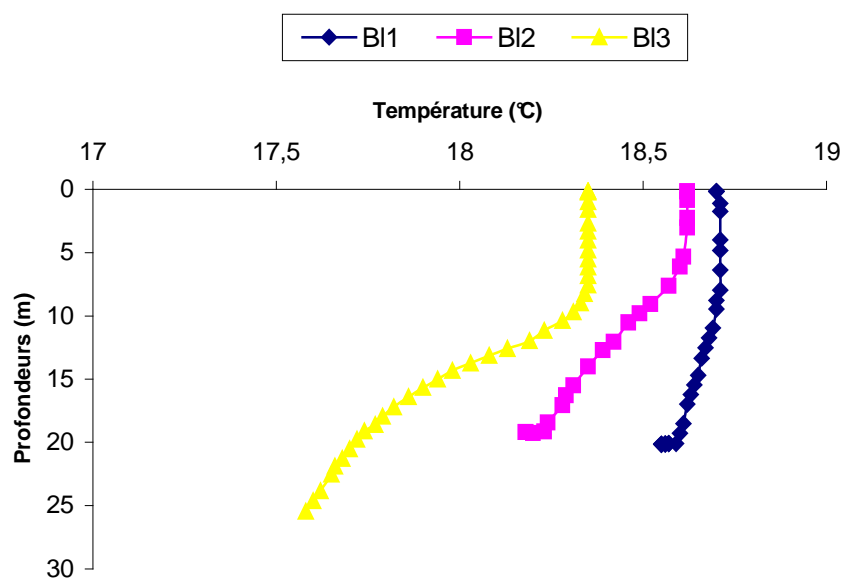


Figure 4.6.2. Profils verticaux de température (°C) sur la radiale de Boulogne-sur-Mer (le 08/08/2007)

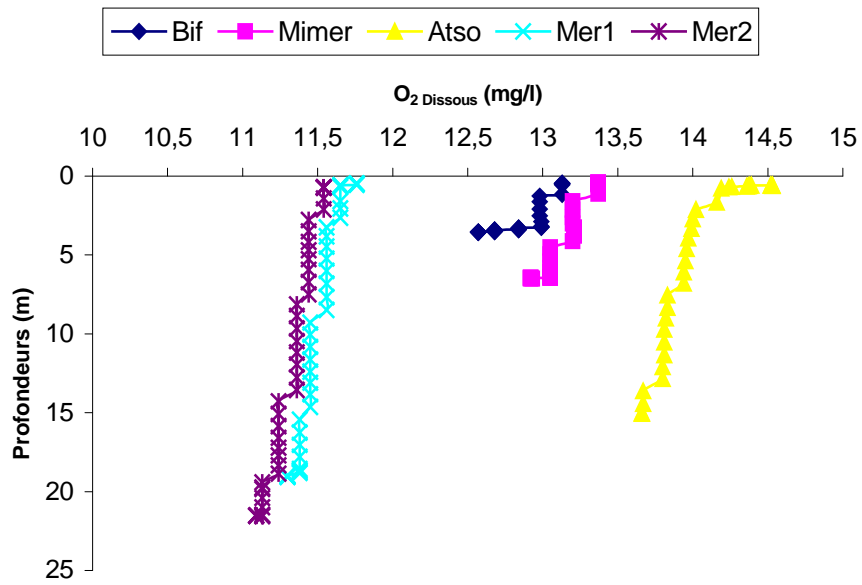


Figure 4.6.3. Profils verticaux de concentration en oxygène dissous (mg/L) sur la radiale de baie de Somme (le 12/11/2007)

CONCLUSIONS & PERSPECTIVES

L'année 2007 est caractérisée par un début de saison (fin d'hiver et printemps) assez doux alors que la température estivale est inférieure à la « normale » établie sur la période 1992-2007.

Les concentrations en chlorophylle *a* correspondent à des valeurs intermédiaires entre les années à fortes (maximum > 20 µg/L à la côte avec un pic de concentration > 50 µg/L en Baie de Somme) et à faibles concentrations. Les valeurs les plus importantes sont relevées en avril à Dunkerque et Boulogne-sur-Mer, et d'avril à juin pour la baie de Somme.

L'évolution saisonnière de la concentration en nitrate est classique et comparable pour les trois sites bien que les niveaux atteints soient différents. Il faut cependant noter que la concentration est particulièrement importante en janvier pour les radiales de la Baie de Somme et de Boulogne-sur-Mer.

Les concentrations en nitrite sont classiques par rapport aux valeurs médianes établies sur la période 1992-2007 avec cependant des valeurs assez importantes en baie de Somme au mois de janvier.

Les concentrations en phosphate sont inférieures à la « normale » pour la quasi-totalité des points de prélèvement, mais on note lors des mois estivaux que les valeurs de concentrations obtenues sont parmi les plus élevées de la période 1992-2007 (Boulogne-sur-Mer et baie de Somme).

Le schéma saisonnier du silicate est classique pour les 3 points. Les concentrations sont particulièrement importantes en début et fin de cycle pour la baie de Somme et Boulogne-sur-Mer et elles le sont également en fin de cycle pour Dunkerque.

Le compartiment phytoplanctonique est caractérisé par une dominance des diatomées tout au long de l'année excepté au printemps où c'est la prymnésiofycée *Phaeocystis globosa* qui domine le cortège phytoplanctonique. On voit aussi apparaître par moment les cryptophycées de plus en plus nombreuses ces dernières années. Les protistes sont particulièrement abondants.

La série historique de données acquises dans le cadre du S.R.N. depuis 1992 en fait l'un des réseaux de référence indispensable à la compréhension des évolutions saisonnières et à long terme de la « qualité » des eaux littorales du littoral Nord - Pas-de-Calais - Picardie.

Les données sont bancarisées dans la base QUADRIGE de l'Ifremer et sont mises à disposition à l'adresse suivante : <http://w3.ifremer.fr/envlit/surveillance/telechargement.htm>

Les données sont également utilisées pour la validation des modèles biogéochimiques type ECO-MARS 3D de l'Ifremer. Elles sont intégrées au serveur d'images satellites des projets ROSES et MARCOAST : <http://www.ifremer.fr/nausicaa/roses/index.htm>

Dans le contexte de la mise en œuvre dès 2007 de la Directive Cadre sur l'Eau (D.C.E. - Directive 2000/60/CE), (COM, 2005,a,b,c) certains points côtiers du S.R.N. intègrent le dispositif dit de Contrôle de Surveillance et de Contrôle Opérationnel (Planche 2). La nouvelle Stratégie Marine Européenne (S.M.E.) pilier environnemental de l'approche transversale multidisciplinaire abordée dans le Livre Vert étend l'approche D.C.E., limitée au premier mile nautique à partir de la ligne de base (pour les paramètres biologiques), jusqu'aux eaux du large. Ainsi, d'autres points du S.R.N. répondront également aux attentes de diagnostic et de surveillance préconisées par la S.M.E.

Dans le cadre de la seconde application de la Procédure Commune de la convention d'Oslo et de Paris (OSPAR - <http://www.ospar.org/>) engagée en 2007, les résultats du S.R.N. sont intégrés à la base de données utilisées pour définir le statut des masses d'eaux au regard de l'eutrophisation.



Planche 2 : Localisation des points d'échantillonnage pour le réseau de contrôle de surveillance de la Directive Cadre sur l'Eau (Points SRN : hydrologie, biologie et chimie)

La parution d'un arrêté préfectoral portant extension des zones sensibles à l'eutrophisation pour le bassin Artois-Picardie (classement de la totalité des eaux de surface intérieures et littorales) dans le contexte de la directive européenne du 21 mai 1991 relative aux traitements des eaux résiduaires urbaines confirme l'intérêt de disposer d'un tel réseau afin d'être en mesure d'apprécier les évolutions des trois systèmes étudiés (chacun étant représentatif de conditions hydrodynamiques, biogéographiques, biogéochimiques et biologiques particulières) face aux politiques de gestion et d'aménagement mises en œuvre sur le littoral Nord - Pas-de-Calais - Picardie.

Depuis octobre 2004, une station de mesure automatisée à haute fréquence MAREL permettant des analyses des principales caractéristiques physico-chimiques et biologiques de l'eau de mer a été installée à l'extrémité de la digue Carnot à Boulogne-sur-Mer. Les données récoltées par ce système viennent compléter les points 1, 2 et 3 de la radiale de Boulogne-sur-Mer. La position de la station de mesures permet d'appréhender les phénomènes à haute fréquence générés en réponse aux pressions anthropiques (phase de vidange de la rade de Boulogne/Mer) ou marine (phase de remplissage de la rade).

Les données sont accessibles via le site Ifremer : <http://www.ifremer.fr/difMarelCarnot/>

La station MAREL Carnot sera intégrée dans le réseau de points du Contrôle Opérationnel de la D.C.E..

BIBLIOGRAPHIE

- Aminot A. & M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans : 395 pp.
- Aminot A. & R. Kérouel, 2004. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. Éd. Ifremer, 336 p.
- Aminot A., Belin C., Chapelle A., Guillaud J.F., Joanny M., Lefebvre A., Menesguen A., Merceron A., Piriou J.Y., Souchu P., 2001. L'eutrophisation des eaux marines et saumâtres en Europe, en particulier en France. Rapport IFREMER DEL/EC/01.02 : 59 pp.
- Anonyme, 1985. The international system of units (SI) in oceanography. UNESCO Technical papers N°. 45.
- Anonyme, 1986. Le littoral de la Région Nord Pas-de-Calais, Qualité du milieu marin. Rapport IFREMER n°3 : 149 pp.
- Anonyme, 1988. Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin, Dix années de surveillance, 1974-1984. Rapport IFREMER, vol. II : 229 pp.
- Anonyme, 1989. Groupe de travail pour l'étude de l'eutrophisation des cours d'eau et des eaux littorales de la Région Nord-Pas-de-Calais. Secrétariat d'Etat du Premier Ministre chargé de l'Environnement - Service de l'Eau Rapport 1989 : 74 pp.
- Anonyme, 1989. Le littoral de la Région Nord Pas-de-Calais, Apports à la mer. Rapport IFREMER n° 15 : 149 pp.
- Anonyme, 1990. Review of potentially harmful substances. Nutrients. United Nations Educational, Scientific and Organisation, Reports and studies n° 34 : 40 pp.
- Anonyme, 1991. Annuaire de la qualité des eaux de surface du département de la Somme.
- Anonyme, 1992. Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin ; Surveillance du milieu marin, Travaux du RNO, Inter comparaison 1992 pour la salinité et les sels nutritifs. Rapport IFREMER : 68 pp.
- Anonyme, 1993. North Sea subregion 4 & 9, Assessment Report. North Sea Task Force : 195 pp. et 153 pp.
- Artigas L.F., Guiselin N., Courcot L., Sazhin A., Jauzein C., Lizon F., Lefebvre A., Hebert P., M.J. Chrétiennot-Dinet, D. Purdie, C. Labry, 2005b. Phytoplankton spring blooms in coastal waters of the eastern English Channel: interannual and seasonal monitoring of species composition, biomasses and activities in coastal systems characterised by important *Phaeocystis globosa* outbursts. III International Plankton Symposium. Figueira da Foz, PT, 17-20/03/05
- Artigas L.F., Guiselin N., Courcot L., Sazhin A., Jauzein C., Lizon F., Lefebvre A., Hebert P., Gentilhomme V., Chétiennot-Dinet M.-J., Purdie D., 2005a. Seasonal and inter-annual variability of *Phaeocystis globosa* outbursts in the eastern English Channel and associated phytoplankton dynamics. SCOR-UNESCO working group « *Phaeocystis* » Final meeting, Groningen - NL, 30/08 au 03/09/09.
- Barbet F., 2005. L'eutrophisation sur le littoral Nord Pas-de-Calais Picardie : étude des tendances passées et perspectives d'évolution. Rapport IFREMER/RST.LER.BL/05.09, Laboratoire côtier de Boulogne-sur-Mer, 142 p.
- Barbier G., Arnal O., Delattre J.-M., Grossel H. & M. Morel, 1986. Le littoral de la région Nord - Pas de Calais : Qualité du milieu marin. Convention de Coopération Région Nord - Pas de Calais / IFREMER. Rapport Scientifique et Techniques de l'IFREMER, N° 3, 152 pp.
- Belin C., 2001. Cahier des procédures REPHY. Document de prescription. R. Int. IFREMER / DEL, 47 pp.
- Bendschneider, K. and Robinson, R.J., 1952. A new spectrophotometric method for the determination of nitrite in sea water. *J. Mar. Res.* 11, 87-96. In : Aminot A. & M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 119⁻¹²⁴.

- Bentley D, Lafite R., Morley N.H., James R., Statham P. & J.C.Guary, 1993. Flux de nutriments entre la Manche et la mer du Nord, situation actuelle et évolution depuis 10 ans. *Oceanol. Acta*, 16 (5-6) : 599-606.
- Brzezinski M.A., 1985. The Si:C:N ratio of marine diatoms: interspecific variability and the effect of some environmental variables. *J. Phycol.*, 21: 347-357.
- Brylinski J.M., 1993. *Ecohydrodynamique pélagique en Manche Orientale*, 30 pp.
- Brylinski J. M. & Y. Lagadeuc, 1990. L'interface eaux côtières / eaux du large dans le Pas de Calais (côte française): une zone frontale. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 311 (2): 535-540.
- Brylinski J.M., Lagadeuc Y., Gentilhomme V., Dupont J.P., Lafite R., Dupeuple P.A., Huault M.F., Auger Y., Puskaric E., Wartel M. & L. Cabioch, 1991. Le fleuve côtier : un phénomène hydrologique important en Manche Orientale. Exemple du Pas de Calais. *Oceanol. Acta*, 11 (Vol. spec.): 197-203.
- Billen G., Lancelot C. & M Meybeck, 1991. N, P, Si retention along the aquatic continuum from land to ocean. *In* : Mantoura R.F.C., Martin J.M. & R. Wollast (eds). *Toxic phytoplankton blooms in the sea*. Elsevier Science Publishers BV, Amsterdam, p. 203-209.
- COM, 2005a. Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council, establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy. COM (2005), 505 final, SEC (2005), 1290, 31 pp.
- COM, 2005b. Communication from the Commission to the Council and the European parliament. Thematic strategy on the protection and conservation of the marine environment. COM (2005), 1290, 9 pp.
- COM, 2005c. Commission staff working document. Annex to the communication from the Commission to the Council and the European parliament. Thematic strategy on the protection and conservation of the marine environment and proposal for a directive of the European parliament and of the Council, establishing a framework for community action in the field of marine environmental policy. COM (2005), 504 and 505 final, SEC (2005), 1290, 79 pp.
- Delinieres G., Hitier B., Olivesi R., Delesmont R., Morel M. & N. Loquet, 1996. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1995. Rapport IFREMER DEL : 49 pp.
- Frontier S., Pichod-Viale D., 1991. *Ecosystèmes : structure, fonctionnement, évolution*, 391 pp.
- Gentilhomme V. & F. Lizon, 1998. Seasonal cycle of nitrogen and phytoplankton biomass in a well-mixed coastal system (Eastern English Channel). *Hydrobiologia* 361 : 191-199.
- Gohin F., Druon J.N., and L. Lampert, 2002. A five channel chlorophyll algorithm applied to SeaWiFS data processed by SeaDAS in coastal waters. *International Journal of Remote Sensing*, Vol. 23 , 8, pp 1639-1661.
- Goidin L., Hitier B., Olivesi R., Delesmont R., Morel M. & N. Loquet, 1999. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1998. Rapport IFREMER DEL : 59 pp.
- Guiselin N., 2005. Successions d'espèces phytoplanctoniques en eaux côtières en Manche Orientale: analyse rétrospective des données des réseaux de surveillance 1992-2004 et bilan des suivis en cours. Ifremer/TMR.LER.BL/05.08.1¹aboratoire côtier de Boulogne-sur-Mer, 30 p. + Annexes.
- Hitier B., Olivesi R., Delesmont R. & M. Morel, 1994. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1993. Rapport IFREMER DEL : 66 pp.
- Hitier B., Olivesi R., Rybarczyk H., Delesmont R., Morel M. & N. Loquet, 1995. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1994. Rapport IFREMER DEL : 71 pp.
- Hitier B., Olivesi R., Rybarczyk H., Delesmont R., Morel M. & N. Loquet, 1996. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Synthèse des résultats du suivi de 1992 à 1994. Rapport IFREMER DEL : 67 pp.

- Ifremer, laboratoire côtier de Boulogne-sur-Mer, 2002. Résultats de la Surveillance de la Qualité du Milieu Marin Littoral, Edition 2002, 43 p.
- Jickells T.D., 1998. Nutrient biogeochemistry of the coastal zone. *Science*, 281 : 217-222.
- Joanny M., 1993. Qualité du milieu marin littoral. Rapport IFREMER : 241 pp.
- Koroleff, F., 1969. Direct determination of ammonia in natural waters as indophenol blue. ICES, C.M. 1969/C : 9 Hydr. Comm. *In* : Aminot A. & M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 107-118.
- Lancelot C., Keller M.D., Rousseau V., Smith W.O. & S. Mathot, 1998. Autecology of the marine haptophyte *Phaeocystis* sp.. NATO ASI Series, vol. G41, Physiological Ecology of Harmful Algal Blooms, Anderson D.M. & G.M. Hallegraeff (eds.), Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp. 69-84.
- Lefebvre A., 2004. Seasonal trends of the *Phaeocystis* sp. and nutrients dynamics in the eastern English Channel. *J. Rech. Oceanogr., JRO*, 28, fasc. 1 et 2, 57-61
- Lefebvre A., Libert A., 2004. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais Picardie. Bilan de l'année 2003. Rapport IFREMER/DEL/BL/RST/04/04 : 92 p.
- Lefebvre A., Carton C., 2005. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais Picardie. Bilan de l'année 2004. Rapport IFREMER/RST.LER.BL/05.05 : 130 p.
- Lefebvre A., Artigas L. F., Guiselin N. & F.Barbet Long-term changes on the phytoplankton communities, temporarily dominated by *Phaeocystis globosa* in relation with hydroclimatic conditions and eutrophication processes in the eastern English Channel and southern bight of the North Sea. Colloque de restitution finale du chantier PNEC Manche orientale – Le bloom de *Phaeocystis* : causes & consequences. Wimereux, 29-30 janvier 2007.
- Loquet N., Rybarczyk H. & B. Elkaim, 2000. Echanges de sels nutritifs entre la zone côtière et un système estuarien intertidal : la baie de Somme (Manche, France). *Oceanol. Acta*, 23 (1) : 47-64.
- Lorenzen C.J., 1967. Determination of chlorophyll and pheopigments : spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.*, 12 : 343-346.
- Meybeck M & R Helmer, 1989. The quality of rivers: from pristine stage to global pollution. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, 75 : 283-309.
- Mirlicourtois M., Olivesi R., Jamet F., Rybarczyk. H & M. Morel, 1993. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1992. Rapport IFREMER DEL :115 pp.
- Mullin, J. B. and Riley, J. P., 1955. The spectrophotometric determination of silicate-silicon in natural waters with special reference to sea water. *Anal. Chim. Acta*, 12, 162-170. *In* : Aminot A. & M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 143-150.
- Murphy, J. and Riley, J.P., 1962. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chim. Acta* 27, 31-36. *In* : Aminot A. & M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 135⁻¹42.
- Officer C.B. & J.H. Ryther, 1980. The possible importance of silicon in marine eutrophication. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 3 : 83-91.
- Peta O., Hitier B., Olivesi R., Delesmont R., Morel M. & N. Loquet, 1998. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1997. Rapport IFREMER DEL : 59 pp.
- Redfield A.C., Ketchum B.H. & Richards F.A., 1963. The influence of organisms on the composition of seawater. *In* : Hill M.N. (ed), *The Sea*. John Wiley, New York., Vol. 2, p. 26-77.
- Rybarczyk H., 1992. Processus d'eutrophisation et ses conséquences sur les peuplements d'un écosystème estuarien : la Baie de Somme. Thèse de l'Université Paris VI : 171 pp.
- Quisthoudt C., Bentley D., Brylinski J.M., 1987. Discontinuité hydrobiologique dans le détroit du Pas-de-Calais. *J. Plankton Res.*, 9 (5) : 995⁻¹002.

Smayda T.J., 1990. Novel and nuisance phytoplankton blooms in the sea : evidence for a global epidemic. *In* : Granéli E. (ed). Toxic marine phytoplankton. Elsevier Science Publishing Co., New York, p. 29-40.

Strickland, J. D. H. and Parsons, T. R., 1972. A practical handbook of sea water analysis. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.* 167, 311 p. *In* : Aminot A. & M. Chaussepied, 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre National pour l'Exploitation des Océans, 143-150.

Truffier S., Hitier B., Olivesi R., Rybarczyk H., Delesmont R. & M. Morel, 1997. Suivi Régional des Nutriments sur le littoral Nord Pas-de-Calais. Bilan de l'année 1996. Rapport IFREMER DEL : 62 pp.

ANNEXES

- P. 145-150 : Annexe 1** Calendrier des sorties et conditions de prélèvements
- P. 151-158 : Annexe 2** Données brutes des analyses physico-chimiques
- P. 159-182 : Annexe 3** Indice de Sanders par trimestre
- P. 183-187 : Annexe 4** Valeur en oxygène dissous

Annexe 1

Calendrier des sorties et conditions de prélèvements

Dunkerque

Date	Point de Prélèvement	Heure de prélèvement	Horaire PM ou BM	Situation Marée	Coefficient
06/02/07	DK1	14h12	PM à 15h26	PM - 01h14	80
	DK3	14h45		PM - 00h41	
	DK4	15h10		PM - 00h16	
15/03/07	DK1	11h30	PM à 15h17	PM - 03h47	78
	DK3	10h55		PM - 04h22	
	DK4	10h35		PM - 04h42	
13/04/07	DK1	10h30	PM à 10h17	PM + 00h13	43
	DK3	11h00		PM + 00h43	
	DK4	NA		NA	
24/05/07	DK1	17h50	PM à 20h08	PM - 02h18	45
	DK3	17h20		PM - 02h48	
	DK4	16h55		PM - 03h13	
12/06/07	DK1	13h10	PM à 11h55	PM + 01h15	70
	DK3	12h45		PM + 00h50	
	DK4	12h20		PM + 00h25	
13/07/07	DK1	11h30	PM à 12h51	PM - 01h21	73
	DK3	11h00		PM - 01h51	
	DK4	10h45		PM - 02h06	
31/07/07	DK1	14h15	PM à 14h43	PM - 00h28	89
	DK3	14h40		PM - 00h03	
	DK4	14h55		PM + 00h12	
30/08/07	DK1	13h25	PM à 15h42	PM - 02h17	106
	DK3	13h55		PM - 01h47	
	DK4	14h15		PM - 01h27	
14/09/07	DK1	14h40	PM à 14h51	PM - 00h11	87
	DK3	14h20		PM - 00h31	
	DK4	14h00		PM - 00h51	
16/10/07	DK1	15h39	PM à 16h12	PM - 00h33	63
	DK3	15h17		PM - 00h55	
	DK4	14h55		PM - 01h17	
31/10/07	DK1	13h50	PM à 16h17	PM - 02h27	67
	DK3	14h45		PM - 01h32	
	DK4	14h25		PM - 01h52	
19/11/07	DK1	15h35	PM à 19h59	PM - 04h24	45
	DK3	15h15		PM - 04h44	
	DK4	14h50		PM - 05h09	
19/12/07	DK1	15h23	PM à 20h20	PM - 04h57	55
	DK3	15h05		PM - 05h15	
	DK4	14h45		PM - 05h35	

Boulogne-sur-Mer

Date	Point de Prélèvement	Heure de prélèvement	Horaire PM ou BM	Situation Marée	Coefficient
15/01/07	BL1	15h15	PM à 21h14	PM - 05h59	43
	BL2	15h00		PM - 06h14	
	BL3	14h40		PM - 06h34	
19/02/07	BL1	15h20	PM à 13h12	PM + 02h08	108
	BL2	15h05		PM + 01h53	
	BL3	14h35		PM + 01h23	
08/03/07	BL1	15h20	PM à 14h21	PM + 00h59	95
	BL2	15h05		PM + 00h44	
	BL3	14h35		PM + 00h14	
22/03/07	BL1	14h50	PM à 14h14	PM + 00h36	107
	BL2	14h37		PM + 00h23	
	BL3	14h13		PM - 00h01	
05/04/07	BL1	15h15	PM à 14h26	PM + 00h49	83
	BL2	15h05		PM + 00h39	
	BL3	14h40		PM + 00h14	
23/04/07	BL1	15h40	PM à 17h19	PM + 01h39	54
	BL2	15h25		PM + 01h54	
	BL3	15h00		PM + 02h19	
15/05/07	BL1	11h10	PM à 11h26	PM - 00h16	90
	BL2	10h50		PM - 00h36	
	BL3	10h35		PM - 00h51	
31/05/07	BL1	10h10	PM à 12h35	PM - 02h25	70
	BL2	10h00		PM - 02h35	
	BL3	09h40		PM - 02h55	
14/06/07	BL1	10h45	PM à 12h00	PM - 01h15	84
	BL2	10h30		PM - 01h30	
	BL3	10h00		PM - 02h00	
27/06/07	BL1	10h15	PM à 10h38	PM - 00h23	49
	BL2	10h00		PM - 00h38	
	BL3	09h30		PM - 01h08	
10/07/07	BL1	16h30	PM à 21h02	PM - 04h32	57
	BL2	16h20		PM - 04h42	
	BL3	15h45		PM - 05h17	
24/07/07	BL1	10h15	PM à 07h25	PM + 02h50	34
	BL2	09h55		PM + 02h30	
	BL3	09h30		PM + 02h05	
08/08/07	BL1	10h00	PM à 08h07	PM + 01h53	47
	BL2	09h45		PM + 01h38	
	BL3	09h15		PM + 01h08	
21/08/07	BL1	10h15	PM à 05h28	PM + 04h47	42
	BL2	09h51		PM + 04h23	
	BL3	09h25		PM + 03h57	

Date	Point de Prélèvement	Heure de prélèvement	Horaire PM ou BM	Situation Marée	Coefficient
04/09/2007	BL1	15h45	PM à 17h48	PM - 02h03	55
	BL2	15h30		PM - 02h18	
	BL3	14h50		PM - 02h58	
05/10/2007	BL1	10h58	PM à 07h54	PM + 03h04	37
	BL2	10h45		PM + 02h51	
	BL3	10h25		PM + 02h31	
22/10/2007	BL1	10h25	PM à 09h27	PM + 00h58	47
	BL2	10h07		PM + 00h40	
	BL3	09h40		PM + 00h13	
08/11/2007	BL1	10h05	PM à 10h55	PM - 00h50	74
	BL2	09h50		PM - 01h05	
	BL3	09h30		PM - 01h35	
19/11/2007	BL1	11h10	PM à 06h18	PM + 05h52	41
	BL2	10h50		PM + 05h32	
	BL3	NA		NA	
13/12/2007	BL1	15H15	PM à 13h55	PM + 01h20	71
	BL2	15H05		PM + 01h10	
	BL3	14H40		PM + 00h45	

Baie de Somme

Date	Point de Prélèvement	Heure de prélèvement	Horaire PM ou BM	Situation Marée	Coefficient
31/01/2007	BIF	11h40	PM à 11H02	PM + 00h38	69
	MiMer	11h15		PM + 00h38	
	ATSO	10h00		PM - 01h02	
	ME1	10h25		PM - 00h37	
	ME2	10h45		PM - 00h17	
07/03/2007	BIF	14h50	PM à 14h15	PM + 00h35	84
	MiMer	14h20		PM + 00h05	
	ATSO	13h40		PM - 00h35	
	ME1	NA		NA	
	ME2	NA		NA	
03/04/2007	BIF	13h48	PM à 14h49	PM - 01h01	87
	MiMer	13h16		PM - 01h33	
	ATSO	12h45		PM - 02h04	
	ME1	NA		NA	
	ME2	NA		NA	
16/04/2007	BIF	12h10	PM à 12H15	PM - 00H05	96
	MiMer	11h55		PM - 00H20	
	ATSO	11h06		PM - 01H09	
	ME1	11h25		PM - 00H50	
	ME2	11h35		PM - 00H40	
02/05/2007	BIF	13h45	PM à 13H18	PM + 00h27	79
	MiMer	13h03		PM - 00h15	
	ATSO	12h00		PM - 01h18	
	ME1	12h15		PM - 01h03	
	ME2	12h25		PM - 00h53	
05/06/2007	BIF	16h00	PM à 15h57	PM+ 00h03	68
	MiMer	15h30		PM - 00h27	
	ATSO	14h55		PM - 01h02	
	ME1	15h10		PM - 00h47	
	ME2	NA		NA	
19/06/2007	BIF	16h15	PM à 16H14	PM + 00h01	75
	MiMer	15H50		PM - 00h24	
	ATSO	14H55		PM - 01h19	
	ME1	15H10		PM - 01h04	
	ME2	15H20		PM - 00h54	
13/07/2007	BIF	12H25	PM à 12H09	PM + 00h16	72
	MiMer	12H05		PM - 00h04	
	ATSO	11H05		PM - 01h04	
	ME1	11H25		PM - 00h44	
	ME2	11H40		PM - 00h29	

Date	Point de Prélèvement	Heure de prélèvement	Horaire PM ou BM	Situation Marée	Coefficient
30/07/2007	BIF	13H30	PM à 13h34	PM - 00h04	81
	MiMer	13H15		PM - 00h19	
	ATSO	12H32		PM - 01h02	
	ME1	12H47		PM - 00h47	
	ME2	13H00		PM - 00h34	
13/08/2007	BIF	13H55	PM à 13H39	PM + 00h16	87
	MiMer	13H35		PM - 00h04	
	ATSO	12H45		PM - 00h54	
	ME1	13H05		PM - 00h34	
	ME2	13H20		PM - 00h19	
28/08/2007	BIF	12H30	PM à 13H12	PM - 00h42	89
	MiMer	12H15		PM - 00h57	
	ATSO	11H40		PM - 01h32	
	ME1	11H52		PM - 01h20	
	ME2	12H00		PM - 01h12	
10/09/2007	BIF	12H40	PM à 12H41	PM - 00h01	81
	MiMer	12H20		PM - 00h21	
	ATSO	11H50		PM - 00h51	
	ME1	12H05		PM - 00h36	
	ME2	NA		NA	
26/09/2007	BIF	12H20	PM à 12H43	PM - 00h23	96
	MiMer	11H55		PM - 00h48	
	ATSO	NA		NA	
	ME1	NA		NA	
	ME2	NA		NA	
12/10/2007	BIF	13H30	PM à 13H47	PM - 00h17	86
	MiMer	13H15		PM - 00h32	
	ATSO	12H37		PM - 01h10	
	ME1	12H48		PM - 00h59	
	ME2	13H00		PM - 00h47	
26/10/2007	BIF	12H30	PM à 12h52	PM - 00h22	105
	MiMer	12H15		PM - 00h37	
	ATSO	11H28		PM - 01h24	
	ME1	11H41		PM - 01h11	
	ME2	11H50		PM - 01h02	
12/11/2007	BIF	13H15	PM à 13H17	PM - 00h02	75
	MiMer	12H52		PM - 00h25	
	ATSO	12H05		PM - 01h12	
	ME1	12H20		PM - 00h57	
	ME2	12H30		PM - 00h47	
26/11/2007	BIF	13H13	PM à 13H02	PM + 00h11	99
	MiMer	12H52		PM - 00h10	
	ATSO	12H00		PM - 01h02	
	ME1	12H17		PM - 00h45	
	ME2	12H32		PM - 00h30	
17/12/2007	BIF	16H40	PM à 17H17	PM - 00H37	53
	MiMer	16H15		PM - 01H02	
	ATSO	16H00		PM - 01h17	
	ME1	NA		NA	
	ME2	NA		NA	

Annexe 2

Données brutes des analyses physico-chimiques

Temp. : Température (°C)

Sali. : Salinité (P.S.U.)

Turb. : Turbidité (N.T.U.)

M.E.S. : Matières En Suspension (mg/L)

M.E.S. Org. : Matière Organique dans les Matières En Suspension (ou Matière Organique Particulaire : MOP) (mg/L)

Chloro. *a* : chlorophylle *a* (µg/L)

Phéo. : Phéopigments (µg/L)

NH₄⁺ : Ammonium (µmol/L)

NO₂⁻ : Nitrite (µmol/L)

NO₃⁻ : Nitrate (µmol/L)

PO₄³⁻ : Phosphate (µmol/L)

SiOH : Silicate (µmol/L)

O₂ : Oxygène Dissous (mg/L)

NA : Donnée manquante

< 0,05 : Donnée inférieure au seuil de détection

2007, Radiale de Dunkerque, Station 1

	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S.	M.E.S Org	Chloro a	Phéo.	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SiOH	O ₂
	°C	P.S.U.	N.T.U.	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	mg/L
06/02/07	7,6	34,1	6,1	8,5	1,2	1,45	0,78	1,09	0,6	15,97	0,58	10,98	9,37
15/03/07	9,5	34,5	3,34	4,4	1,8	16,37	5,18	0,37	0,45	12,81	0,38	4,78	NA
13/04/07	10,6	33,7	2,6	3,6	3,6	24,6	2,63	0,77	0,08	7,75	< 0,05	< 0,1	NA
24/05/07	14,6	34,7	2,17	2,4	1,2	2,38	0,93	1,34	0,05	< 0,15	0,24	2,91	9,6
12/06/07	16,5	33,8	1,45	1,8	0,8	1	0,9	1,08	0,08	< 0,15	0,17	2,41	NA
13/07/07	17,4	34,3	3,92	24,9	6,4	5,4	9,02	0,47	0,06	< 0,15	0,3	0,67	NA
31/07/07	18,1	34,2	2,63	3,2	1,1	4,95	2,39	0,26	< 0,05	< 0,15	0,5	1,46	10,4
30/08/07	18,6	33,9	6,16	7,4	1,4	6,41	3,57	1,57	0,24	0,51	0,88	4,68	8,55
14/09/07	17,7	33,7	5,25	5,7	1,9	8,64	9,86	3,34	0,07	< 0,15	0,54	1,19	12,94
16/10/07	15,6	33,8	5,23	6,9	1,1	4,43	1,42	2,49	0,33	3,03	0,53	7,85	8,51
31/10/07	12,8	33,7	2,83	6,2	1,2	3,7	1,04	2,82	0,45	6,49	0,46	6,34	11,8
19/11/07	10,7	32,8	4,04	7,7	0,9	1,62	1	2,54	1,18	15,24	0,65	11,74	11,6
19/12/07	6	33,9	5,7	10,5	1,5	1	0,75	5,65	0,44	14,91	0,78	13,23	11,6

2007, Radiale de Dunkerque, Station 3

	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S.	M.E.S Org	Chloro a	Phéo.	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SiOH
	°C	P.S.U.	N.T.U.	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹	µg.l ⁻¹	µmol.l ⁻¹	µmol.l ⁻¹	µmol.l ⁻¹	µmol.l ⁻¹	µmol.l ⁻¹
06/02/2007	7,8	34,3	0,436	12	1,2	1,3	0,85	0,64	0,59	14,96	0,55	9,79
15/03/2007	9,4	34,9	7,99	0,9	0,9	10,93	2,07	0,44	0,34	10,95	0,4	4,41
13/04/2007	10,4	33,9	1,11	4	4	22,27	2,74	0,95	< 0,05	5,07	< 0,05	< 0,1
24/05/2007	14	34,9	2,42	1,2	1,1	0,29	1,01	< 0,15	< 0,05	< 0,15	0,11	0,31
12/06/2007	15,4	34	0,611	0,9	0,8	2,63	5,09	0,59	< 0,05	< 0,15	0,11	< 0,1
13/07/2007	17	34,7	1,22	2,7	1,3	1,29	1,36	0,4	< 0,05	< 0,15	0,15	< 0,1
31/07/2007	17,9	34,4	1,62	3,1	1	3,33	2,09	< 0,15	< 0,05	< 0,15	0,25	1,37
30/08/2007	18,6	33,8	7,3	8,2	1,7	4,55	4,39	1,17	0,19	0,49	0,59	3,61
14/09/2007	18	33,9	3,93	6,5	1,6	10,03	4,13	< 0,15	0,06	< 0,15	0,51	1,24
16/10/2007	15,8	34,1	4,78	5,2	1,2	3,37	1,55	1,24	0,22	2	0,57	5,07
31/10/2007	13,4	33,9	4,11	10,2	1,2	1,26	4,13	2,5	0,39	5,78	0,49	5,76
19/11/2007	10,4	32,9	3,55	7	1,4	1,77	0,86	2,5	1,23	15,07	0,6	11,08
19/12/2007	6,6	34	6,14	11,1	0,9	0,5	0,47	4,5	0,48	17,02	0,8	14,86

2007, Radiale de Dunkerque, Station 4

	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S.	M.E.S Org	Chloro a	Phéo.	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SiOH
	°C	P.S.U.	N.T.U.	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L
06/02/2007	8,2	34,4	5,88	7,5	1	1	0,6	0,62	0,58	14,1	0,56	9,26
15/03/2007	9,4	35,2	0,952	0,9	0,9	10,27	2,31	0,28	0,28	8,95	0,38	3,25
13/04/2007	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
24/05/2007	13,4	35,1	0,495	1,6	1,6	0,78	0,93	< 0,15	< 0,05	< 0,15	0,1	0,25
12/06/2007	15	33,9	0,541	0,4	0,4	4,57	1,25	0,56	< 0,05	< 0,15	0,06	< 0,1
13/07/2007	16,8	34,7	0,955	2,4	1,5	1,37	1,01	0,19	< 0,05	< 0,15	0,14	< 0,1
31/07/2007	17,8	34,5	1,6	1,9	0,8	2,55	2,44	0,25	< 0,05	< 0,15	< 0,05	0,89
30/08/2007	18,5	34	1,58	7,7	1,5	3,78	1,62	1,44	0,11	< 0,15	0,5	3,55
14/09/2007	18	34,2	1,7	2,5	1,1	5,9	3,65	0,57	< 0,05	< 0,15	0,28	0,94
16/10/2007	15,9	34,1	2,78	2,6	0,7	1,71	0,68	2,88	0,24	2,78	0,67	6,26
31/10/2007	13,9	34,1	2,21	4,1	0,8	1,47	1,21	2,98	0,44	5,02	0,64	6,26
19/11/2007	10,6	33	3,2	5,4	1,2	1,75	0,67	2,45	1,21	13,78	0,62	10,51
19/12/2007	7,8	34,6	3,5	6,9	1,1	0,99	0,34	2,6	0,41	7,65	0,98	9,1

2007, Radiale de Boulogne, Station 1

	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S.	M.E.S Org	Chloro a	Phéo.	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SiOH	O ₂
	°C	P.S.U.	N.T.U.	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	mg/L
15/01/07	9,4	33	11,2	10,7	1,2	1,05	0,69	3,1	0,9	24,1	0,8	16,63	NA
19/02/07	8,1	34,1	23,8	30,4	2,4	3,66	3,15	1,11	0,62	21,45	0,7	11,68	11,1
08/03/07	9,1	34,2	8,3	15,6	1,3	3,51	1,83	1,2	0,54	25,24	0,83	17,22	10,25
22/03/07	8,7	34,3	13	26,8	2	9,02	3,93	0,5	0,38	17,15	0,52	4,06	11,26
05/04/07	9,2	34,5	4,19	8	1,7	15,99	4,89	0,76	0,3	7,36	0,31	0,45	11,5
23/04/07	11,5	33,4	3,39	3,5	3,5	42,8	14,36	0,73	< 0,05	< 0,15	< 0,05	0,1	NA
15/05/07	13,4	33,6	4,99	10,9	3,1	14,13	3,09	3,05	< 0,05	< 0,15	0,32	1,28	8,04
31/05/07	13,7	33	2,03	2,9	0,9	1,52	1,55	2,52	< 0,05	< 0,15	0,24	0,77	9,56
14/06/07	15,5	35	1,33	1,6	0,7	2,04	4,42	0,66	0,3	< 0,15	1,17	1,38	9,54
27/06/07	16,1	35,1	2,64	2,9	0,6	2,47	1,2	1,29	0,13	< 0,15	0,14	5,25	9
10/07/07	16,9	34	3,2	6,1	1,7	1,54	3,17	2,06	0,51	< 0,15	1,35	2,77	8,38
24/07/07	17,7	33,9	1,36	16,1	4,4	8,48	4,35	0,47	< 0,05	< 0,15	0,2	0,11	9,82
08/08/07	18,7	33,7	2,62	3,9	1,1	3,47	4,55	4,56	0,29	< 0,15	1,54	1,82	10,08
21/08/07	18,1	34	2,73	3,7	1,1	3,5	5,83	0,27	0,11	0,61	0,58	5,16	8,16
04/09/07	18	34,5	1,98	3	1,2	5,69	2,41	0,44	0,09	< 0,15	0,25	3,09	10,24
05/10/07	16,2	34	2,5	2,6	0,7	0,51	0,83	2,95	0,26	0,44	0,42	4,22	9,97
22/10/07	15,1	34	4,36	7,1	1	0,77	1,68	5,51	0,28	3,3	0,55	7,3	6,4
08/11/07	13,1	34,3	2,1	5,1	0,8	0,71	3,07	5,28	0,37	6,71	0,59	8,85	9,8
19/11/07	10,5	34	2,66	5,3	0,7	0,75	1,08	4,89	0,43	7,43	0,52	10,26	12,5
13/12/07	9,5	34,3	5,75	11,3	1,2	0,78	0,96	2,67	0,21	7,58	0,77	11,64	9,12

2007, Radiale de Boulogne , Station 2

	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S.	M.E.S Org	Chloro <i>a</i>	Phéo.	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SiOH
	°C	P.S.U.	N.T.U.	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L
15/01/07	9,7	33,9	4,12	4,6	0,7	0,79	0,22	1,21	0,62	17,04	0,67	11,41
19/02/07	8,4	34,7	2,84	8,6	0,8	1,98	0,74	0,4	0,4	16,24	0,61	8,72
08/03/07	9,3	34,9	4,11	4,5	0,8	1,55	0,84	0,55	0,38	17,97	0,72	13,74
22/03/07	9	35	5,25	11,8	1,3	6,97	2,76	< 0,15	0,28	11,76	0,48	3,04
05/04/07	9,2	34,8	4,28	8,9	1,4	5,24	3,79	1,83	0,28	7,38	0,35	0,43
23/04/07	11	34	1,92	3,3	3,3	60,25	11,01	0,23	< 0,05	< 0,15	< 0,05	< 0,1
15/05/07	12,6	33,7	2,26	4,8	4	4,82	1,7	0,37	< 0,05	< 0,15	0,28	0,48
31/05/07	13,8	33,3	1,32	1,9	0,7	1,76	1,3	0,63	< 0,05	< 0,15	0,17	0,46
14/06/07	14,8	35,4	0,862	0,4	0,4	1,97	1,77	< 0,15	< 0,05	< 0,15	0,09	1,62
27/06/07	15,7	35,6	1,05	1,1	0,6	2,31	0,82	0,72	< 0,05	< 0,15	0,06	3,4
10/07/07	16,5	34,3	1,52	9,7	2,7	1,88	0,81	0,89	0,32	< 0,15	1,16	1,28
24/07/07	17,6	34	1,05	5,7	2,3	7,31	3,8	2,49	< 0,05	< 0,15	0,17	< 0,1
08/08/07	18,6	33,8	1,52	1,5	0,9	2,59	2,46	0,96	0,07	< 0,15	0,91	1,57
21/08/07	18	34,3	1,87	2,2	0,8	4,02	2,77	0,27	< 0,05	< 0,15	0,48	2,03
04/09/07	18	34,7	1,7	2,5	1	3,51	1,66	0,62	0,13	0,16	0,24	3,34
05/10/07	16,4	34,2	1,16	0,8	0,5	0,77	0,18	2,07	0,12	0,78	0,49	4,03
22/10/07	15,5	34,3	3,29	4,4	0,6	0,95	0,84	4,14	0,26	2,64	0,85	5,48
08/11/07	13,2	34,2	3,5	8,1	1,3	0,37	2,08	5,67	0,45	6,82	0,6	9,05
19/11/07	11,3	34,2	2,75	6,3	0,9	1,04	0,47	2,97	0,72	6,15	0,66	7,41
13/12/07	10	34,8	2,72	5,7	0,7	0,52	0,69	5,11	0,19	6,06	0,94	9,79

2007, Radiale de Boulogne , Station 3

	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S.	M.E.S Org	Chloro <i>a</i>	Phéo.	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SiOH
	°C	P.S.U.	N.T.U.	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L
15/01/07	10	34,4	1,56	1,1	0,5	0,67	< 0,04	< 0,15	0,4	12,68	0,57	8,22
19/02/07	9	35,4	1,47	3	0,6	0,95	0,39	0,5	0,27	9,62	0,49	5,16
08/03/07	9,7	34,9	1,58	0,2	0,2	0,82	0,2	0,53	0,34	17,07	0,7	12,82
22/03/07	9,2	35,3	1,62	1,4	1	5,57	1,37	0,6	0,19	8,04	0,48	1,96
05/04/07	9,1	35	1,49	1,7	1	2,75	1,23	2,32	0,39	4,87	0,34	0,14
23/04/07	11,9	34	1,44	1,3	1	39,65	11,86	< 0,15	< 0,05	< 0,15	< 0,05	< 0,1
15/05/07	12,1	34,4	1,93	4	2,3	5,86	1,11	0,61	< 0,05	< 0,15	0,19	0,7
31/05/07	13,5	33,4	0,774	0,3	0,3	1,1	0,19	0,25	< 0,05	< 0,15	0,13	0,38
14/06/07	14,3	35,7	1,32	0,2	0,2	0,21	2,61	0,42	< 0,05	< 0,15	0,12	1,87
27/06/07	15,7	35,6	1,23	1,2	0,9	2,11	0,1	0,67	0,06	< 0,15	0,05	2,99
10/07/07	16,4	34,6	0,752	3,5	1,9	1,66	0,26	0,72	0,37	< 0,15	1,46	1,21
24/07/07	17,2	34,3	0,843	5,5	2,4	3,26	3,34	1,33	< 0,05	< 0,15	0,16	< 0,1
08/08/07	18,3	34,1	0,87	0,5	0,5	1,69	0,12	0,34	< 0,05	< 0,15	0,7	1,69
21/08/07	17,7	34,6	1,19	1,2	0,8	1,81	0,62	0,54	< 0,05	< 0,15	0,17	1,95
04/09/07	17,9	34,9	1,56	1,5	1	1,35	0,75	1,8	0,15	0,41	0,36	3,7
05/10/07	16,6	34,6	0,642	0,6	0,6	1,34	0,19	0,88	0,08	< 0,15	1,67	1,95
22/10/07	15,9	34,5	1,25	1	0,4	0,26	0,51	3,33	0,23	2,11	0,62	3,81
08/11/07	13,6	34,3	2,03	3,8	0,8	0,91	0,74	3,4	0,48	5,87	0,56	6,57
19/11/07	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
13/12/07	10,9	35,2	0,945	1,3	0,3	0,38	< 0,04	1,93	0,19	5,49	1,04	7,08

2007, Radiale de la Baie de Somme, Station BIF

	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S.	M.E.S Org	Chloro <i>a</i>	Phéo.	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SiOH
	°C	P.S.U.	N.T.U.	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L
31/01/07	7,5	33,1	23,3	26	2,2	1,91	2,1	5,57	1,42	49,38	1,01	30,39
07/03/07	9,1	31,6	58,6	66,4	3,4	2,91	3,26	2,63	0,75	42,11	1,03	24,52
03/04/07	9,4	33,1	11,7	28,4	2,4	96,12	53,18	0,43	0,4	15,63	0,33	1,41
16/04/07	12,2	32,1	6,54	10,8	4,8	15,46	4,55	< 0,15	0,18	18,76	0,1	2,5
02/05/07	14	34,6	4,88	10	8,5	19,74	3,24	0,82	0,11	1,49	0,43	2,87
05/06/07	16,6	33	11,1	28,1	4,9	51,85	29,18	0,28	0,09	< 0,15	0,33	1,05
19/06/07	17,8	34	5,16	7,7	1,9	15,33	3,13	0,15	< 0,05	< 0,15	0,22	0,71
13/07/07	17,4	30,9	26,3	52,2	8,4	11,08	23,78	1,52	0,9	3,91	2,57	6,4
30/07/07	18,5	32,4	17,2	29,6	3,6	9,42	12,38	0,81	0,12	< 0,15	0,38	6,45
13/08/07	18,8	32,1	6,63	10,7	2,7	12,85	8,13	0,99	< 0,05	< 0,15	0,24	1,04
28/08/07	18,5	32,7	3,05	21,3	2,5	13,45	12,84	1,15	0,13	1,27	0,17	6,89
10/09/07	18,3	32,5	5,83	9,3	2,1	11,07	8,54	0,5	0,17	1,57	0,83	5,89
26/09/07	16	33,4	22,9	28,5	3,2	8,75	8,7	1,5	0,11	< 0,15	3,09	2,55
12/10/07	15,6	32,3	8,22	8,5	1,3	6,6	2,81	6,33	0,35	10,34	0,49	15,06
26/10/07	12,6	32,9	12,2	32,3	2,1	3,6	9,97	4,62	0,32	11,3	0,52	14,62
12/11/07	11	33,3	12	27,4	2,8	4,35	3,62	6,06	0,42	11,19	0,44	15,83
26/11/07	9,7	32,9	7,14	15,3	1,9	2,33	1,51	2,79	0,24	7,95	0,41	12,33
17/12/07	4,8	29,1	11,3	16,7	1,7	1,16	2,91	10,42	0,61	44,99	1,24	39,01

2007, Radiale de la Baie de Somme, Station MIM

	Temp.	Sali.	Turb.	M.E.S.	M.E.S Org	Chloro <i>a</i>	Phéo.	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	SiOH
	°C	P.S.U.	N.T.U.	mg/L	mg/L	µg/L	µg/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L	µmol/L
31/01/07	7,4	33,8	38,2	43,8	2,4	1,08	2,58	3,89	1,38	38,08	1,04	24,65
07/03/07	9,1	32,7	57,4	66	3,2	2,33	2,27	1,89	0,69	36,11	1,07	21,67
03/04/07	9,8	32	16,7	27,1	2,5	108,86	47,91	0,8	0,52	21,32	0,35	2,47
16/04/07	11,8	33	11,1	13,6	5,2	17,45	6,28	1,41	0,14	13,08	0,08	0,36
02/05/07	14,2	34,6	5,56	12	12	24,51	3,12	1,27	0,15	1,06	0,34	3,7
05/06/07	16,7	33,3	3,95	6	0,9	2,54	2,45	1,26	0,14	< 0,15	0,39	2,74
19/06/07	18	34,3	3,82	6,2	1,4	6,05	2,4	< 0,15	< 0,05	< 0,15	0,22	2,37
13/07/07	17,5	33,2	19,2	26,8	4,8	4,16	8,22	1,09	0,59	8,26	1,26	9,03
30/07/07	18,6	31,6	8,89	9,7	2	9,68	10,88	1,47	0,07	0,16	0,4	5,37
13/08/07	18,9	32,7	7,35	8,7	1,7	9,42	5,63	0,93	< 0,05	< 0,15	< 0,05	0,83
28/08/07	18,7	32,6	3,95	7,6	1,3	6,4	5,25	0,88	0,23	0,93	0,58	4,71
10/09/07	18,4	32,7	4,42	8,4	2	4,56	8,14	0,43	0,14	< 0,15	0,7	4,5
26/09/07	16	33	13,3	15,3	2	6,7	6,68	1,47	0,15	0,98	0,37	3,96
12/10/07	15,8	32,5	4,75	8,9	1,2	2,17	1,84	6,28	0,37	9,27	0,49	14,7
26/10/07	12,4	32,9	11,8	19,7	1,7	2,44	3,11	4,82	0,37	11,69	0,45	14,87
12/11/07	11,2	33,7	15,9	32,4	2,6	2,58	3,59	4,47	0,43	8,63	0,6	13,91
26/11/07	9,2	32,3	9,67	14	1,5	1,88	1,65	5,35	0,42	18,94	0,54	20,7
17/12/07	6,6	33,1	7,18	11,2	1,1	0,83	1,26	5,77	0,3	19,35	0,73	20,38

Annexe 3

Indice de Sanders par trimestre

01001022 Dunkerque et Calais / Point 1 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Skeletonema costatum</i>	Diatomophyceae
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	Diatomophyceae
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	Diatomophyceae
<i>Paralia marina</i>	Diatomophyceae
<i>Thalassiosira rotula</i>	Diatomophyceae
<i>Nitzschia longissima</i>	Diatomophyceae
Cryptophyceae	Cryptophyceae
Diatomophyceae	Diatomophyceae
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	Diatomophyceae
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	Diatomophyceae

01001022 Dunkerque et Calais / Point 1 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	Diatomophyceae
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	Diatomophyceae
<i>Thalassiosira rotula</i>	Diatomophyceae
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	Diatomophyceae
<i>Pseudo-nitzschia</i>	Diatomophyceae
<i>Guinardia delicatula</i>	Diatomophyceae
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	Diatomophyceae
<i>Phaeocystis</i>	Prymnesiophyceae</
Cryptophyceae	Cryptophyceae
<i>Paralia marina</i>	Diatomophyceae

01001022 Dunkerque et Calais / Point 1 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Leptocylindrus danicus</i> + <i>curvatulus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata</i> + <i>styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Eucampia</i> + <i>Climacodium</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus</i> + <i>debilis</i> + <i>pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>

01001022 Dunkerque et Calais / Point 1 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira</i> + <i>Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </

01001023 Dunkerque et Calais / Point 3 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Navicula + Fallacia + Haslea + Lyrella+ Petroneis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Lauderia + Schroederella</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Polykrikos</i>	<i>Dinophyceae</i>

01001023 Dunkerque et Calais / Point 3 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </
<i>Protista</i>	-
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Meuniera membranacea</i>	<i>Diatomophyceae</i>

01001023 Dunkerque et Calais / Point 3 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Leptocylindrus danicus + curvatulus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </

01001023 Dunkerque et Calais / Point 3 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Plagiogrammopsis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Pseudo-nitzschia</i>	<i>Diatomophyceae</i>

01001024 Dunkerque et Calais / Point 4 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Plagiogramma</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Lauderia + Schroederella</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>

01001024 Dunkerque et Calais / Point 4 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i>
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Protoperidinium + Peridinium</i>	<i>Dinophyceae</i>

01001024 Dunkerque et Calais / Point 4 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Leptocylindrus danicus + curvatulus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Guinardia striata</i>	<i>Diatomophyceae</i>

01001024 Dunkerque et Calais / Point 4 SRN Dunkerque - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Plagiogramma</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Diatomophyceae</i>

02003002 Boulogne et Canche / Point 1 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Rhaphoneis + Delphineis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira levanderi + minima</i>	<i>Diatomophyceae</i>

02003002 Boulogne et Canche / Point 1 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>

02003002 Boulogne et Canche / Point 1 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	Diatomophyceae
Cryptophyceae	Cryptophyceae
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	Diatomophyceae
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	Diatomophyceae
<i>Pseudo-nitzschia</i>	Diatomophyceae
<i>Leptocylindrus danicus + curvatulus</i>	Diatomophyceae
<i>Chaetoceros</i>	Diatomophyceae
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	Diatomophyceae
<i>Skeletonema costatum</i>	Diatomophyceae
<i>Gymnodinium</i>	Dinophyceae

02003002 Boulogne et Canche / Point 1 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
Cryptophyceae	Cryptophyceae
<i>Paralia marina</i>	Diatomophyceae
<i>Gymnodinium</i>	Dinophyceae
<i>Brockmanniella brockmannii</i>	Diatomophyceae
<i>Phaeocystis</i>	Prymnesiophyceae</
Pennales	Diatomophyceae
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>	Diatomophyceae
<i>Nitzschia longissima</i>	Diatomophyceae
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	Diatomophyceae
<i>Pseudo-nitzschia</i>	Diatomophyceae

02003032 Boulogne et Canche / Point 2 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhaphoneis + Delphineis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>

02003032 Boulogne et Canche / Point 2 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>

02003032 Boulogne et Canche / Point 2 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Guinardia striata</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros decipiens + lorenzianus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Leptocylindrus danicus + curvatulus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>

02003032 Boulogne et Canche / Point 2 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Brockmanniella brockmannii</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i>

02003033 Boulogne et Canche / Point 3 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </
<i>Lauderia + Schroederella</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>

02003033 Boulogne et Canche / Point 3 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>

02003033 Boulogne et Canche / Point 3 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Guinardia striata</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Leptocylindrus danicus + curvatulus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros decipiens + lorenzianus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Diatomophyceae</i>

02003033 Boulogne et Canche / Point 3 SRN Boulogne - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Navicula + Fallacia + Haslea + Lyrella+ Petroneis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006001 Authie et Somme / At so - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira</i> + <i>Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhaphoneis</i> + <i>Delphineis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella rhombus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella regia</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006001 Authie et Somme / At so - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata</i> + <i>styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus</i> + <i>debilis</i> + <i>pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Scenedesmus</i>	<i>Chlorophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis</i> + <i>radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006001 Authie et Somme / At so - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Guinardia striata</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006001 Authie et Somme / At so - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i>
<i>Brockmanniella brockmannii</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006019 Authie et Somme / SRN Somme mer 1 - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhaphoneis + Delphineis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella regia</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Lauderia + Schroederella</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella rhombus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Meuniera membranacea</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006019 Authie et Somme / SRN Somme mer 1 - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006019 Authie et Somme / SRN Somme mer 1 - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Leptocylindrus danicus + curvatulus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros decipiens + lorenzianus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Guinardia striata</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Prorocentrum</i>	<i>Dinophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>

03006019 Authie et Somme / SRN Somme mer 1 - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Rhaphoneis + Delphineis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>

03006020 Authie et Somme / SRN Somme mer 2 - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhaphoneis + Delphineis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella regia</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Chaetoceros</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella rhombus</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006020 Authie et Somme / SRN Somme mer 2 - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Chaetoceros decipiens + lorenzianus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Katodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Meuniera membranacea</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006020 Authie et Somme / SRN Somme mer 2 - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Guinardia striata</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Leptocylindrus danicus + curvatulus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Guinardia delicatula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006020 Authie et Somme / SRN Somme mer 2 - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhaphoneis + Delphineis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006021 Authie et Somme / Mimer - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia + Hantzschia</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Plagiogramma</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella regia</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira rotula</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>

03006021 Authie et Somme / Mimer - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Scenedesmus</i>	<i>Chlorophyceae</i>
<i>Euglenophyceae</i>	<i>Euglenophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006021 Authie et Somme / Mimer - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis</i> + <i>radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus</i> + <i>debilis</i> + <i>pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia longissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros decipiens</i> + <i>lorenzianus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>

03006021 Authie et Somme / Mimer - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira</i> + <i>Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Attheya armatus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira levanderi</i> + <i>minima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>

03006022 Authie et Somme / Bif - Année 2007 Trimestre n°1

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Skeletonema costatum</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Attheya armatus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionella formosa</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella mobiliensis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Nitzschia + Hantzschia</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006022 Authie et Somme / Bif - Année 2007 Trimestre n°2

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Phaeocystis</i>	<i>Prymnesiophyceae</i> </
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella mobiliensis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Attheya armatus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Rhizosolenia imbricata + styliformis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Diatomophyceae</i>

03006022 Authie et Somme / Bif - Année 2007 Trimestre n°3

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Attheya armatus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Chaetoceros socialis + radians</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chaetoceros curvisetus + debilis + pseudocurvisetus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Chlorophyceae</i>	<i>Chlorophyceae</i>
<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella mobiliensis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>


03006022 Authie et Somme / Bif - Année 2007 Trimestre n°4

REPHY - Taxons dominants

Intitulé Quadrige	Classe
<i>Cryptophyceae</i>	<i>Cryptophyceae</i>
<i>Attheya armatus</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Paralia marina</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Gymnodinium</i>	<i>Dinophyceae</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	<i>Diatomophyceae</i>
Pennales	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Odontella mobiliensis</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Thalassiosira + Porosira</i>	<i>Diatomophyceae</i>
<i>Diatomophyceae</i>	<i>Diatomophyceae</i>

Annexe 4

Valeur en oxygène dissous

 Valeurs retenues pour la concentration en oxygène dissous selon les préconisations de la Directive Cadre sur l'Eau (D.C.E.) (2000/60/CE) (résultats de Juin à Septembre).

Equation de saturation en oxygène exprimée en « micromole par litre ».

- t = température Celsius (°C) ;
- T = température thermodynamique (K), $T(K) = t (°C) + 273,15$;
- S = Salinité

L'équation est schématisée comme suit :

$$\text{Ln } C_s (\mu\text{mol/L}) = I + J/T + K/T^2 + L/T^3 + M/T^4 - S * (N + P/T + H/T^2) , \text{ avec :}$$

I	-135,90205
J	1,575701E+05
K	-6,642308E+07
L	1,243800E+10
M	-8,621949E+11
N	0,017674
P	-10,754
Q	2140,7

Domaine d'application : t = 0-40°C ; S = 0-40.

On obtient Cs selon : $C_s = \exp (\text{Ln } C_s)$.

Equation de saturation en oxygène exprimée en « minigramme par litre ».

La solubilité en milligramme par litre est obtenue en multipliant les valeurs en micromole par litre par la masse molaire du dioxygène (31,9988 g/mol) et par 10^{-3} pour la cohérence des unités, soit :

$$C_{S(\text{mg/l})} = C_{S(\mu\text{mol/l})} * 0,0319988$$

Pourcentage de saturation.

Le pourcentage de saturation (O₂ %) s'obtient, connaissant la concentration mesurée (Cm) et la saturation (Cs) exprimées dans la même unité, selon :

$$\text{O}_2 \% = 100 * C_m / C_s$$

Baie de Somme, ATSO , 2007							
	Saturation en O ₂ (µmol/L)	Saturation en O ₂ (mg/L)	Saturation en O ₂ (%)	Concentration mesuré (Cm)	Température T (K)	Température t (°C)	Salinité
31/01/2007	297,72	9,53	NA	NA	280,85	7,7	34,5
07/03/2007	291,06	9,31	101,36	9,44	282,15	9	33,5
03/04/2007	289,69	9,27	102,16	9,47	282,45	9,3	33,2
16/04/2007	278,07	8,90	NA	NA	284,25	11,1	33,5
02/05/2007	264,45	8,46	123,37	10,44	286,35	13,2	34,5
05/06/2007	255,77	8,18	170,82	13,98	288,65	15,5	32,4
19/06/2007	242,64	7,76	125,06	9,71	290,55	17,4	35
13/07/2007	245,43	7,85	121,99	9,58	290,55	17,4	33,1
30/07/2007	240,07	7,68	123,41	9,48	291,65	18,5	33,3
13/08/2007	238,72	7,64	121,62	9,29	291,95	18,8	33,3
28/08/2007	240,19	7,69	110,85	8,52	291,75	18,6	32,9
10/09/2007	241,12	7,72	120,02	9,26	291,45	18,3	33,2
26/09/2007	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
12/10/2007	252,52	8,08	167,32	13,52	289,05	15,9	33,2
26/10/2007	265,02	8,48	156,72	13,29	286,55	13,4	33,5
12/11/2007	272,77	8,73	133,47	11,65	284,95	11,8	34,2
26/11/2007	288,05	9,22	124,01	11,43	282,65	9,5	33,4
17/12/2007	307,31	9,83	115,52	11,36	279,95	6,8	32,8

Boulogne-sur-Mer , Station 1, 2007

	Saturation en O ₂ (μmol/L)	Saturation en O ₂ (mg/L)	Saturation en O ₂ (%)	Concentration mesuré (Cm)	Température T (K)	Température t (°C)	Salinité
15/01/2007	289,43	9,26	NA	NA	282,55	9,4	33
19/02/2007	295,81	9,47	117,27	11,1	281,25	8,1	34,1
08/03/2007	289,11	9,25	110,80	10,25	282,25	9,1	34,2
22/03/2007	291,49	9,33	120,72	11,26	281,85	8,7	34,3
05/04/2007	287,91	9,21	124,82	11,5	282,35	9,2	34,5
23/04/2007	275,89	8,83	NA	NA	284,65	11,5	33,4
15/05/2007	264,85	8,47	94,87	8,04	286,55	13,4	33,6
31/05/2007	264,21	8,45	113,08	9,56	286,85	13,7	33
14/06/2007	251,73	8,06	118,43	9,54	288,65	15,5	35
27/06/2007	248,64	7,96	113,12	9	289,25	16,1	35,1
10/07/2007	246,46	7,89	106,26	8,38	290,05	16,9	34
24/07/2007	242,85	7,77	126,37	9,82	290,85	17,7	33,9
08/08/2007	238,60	7,63	132,03	10,08	291,85	18,7	33,7
21/08/2007	240,87	7,71	105,87	8,16	291,25	18,1	34
04/09/2007	240,61	7,70	133,00	10,24	291,15	18	34,5
05/10/2007	249,82	7,99	124,72	9,97	289,35	16,2	34
22/10/2007	255,29	8,17	78,34	6,4	288,25	15,1	34
08/11/2007	265,33	8,49	115,43	9,8	286,25	13,1	34,3
19/11/2007	280,78	8,98	139,13	12,5	283,65	10,5	34
13/12/2007	286,39	9,16	99,52	9,12	282,65	9,5	34,3

Dunkerque, Station 1 , 2007

	Saturation en O ₂ (μmol/L)	Saturation en O ₂ (mg/L)	Saturation en O ₂ (%)	Concentration mesuré (Cm)	Température T (K)	Température t (°C)	Salinité
06/02/2007	299,17	9,57	97,88	9,37	280,75	7,6	34,1
15/03/2007	286,02	9,15	NA	NA	282,65	9,5	34,5
13/04/2007	280,71	8,98	NA	NA	283,75	10,6	33,7
24/05/2007	256,74	8,22	116,85	9,6	287,75	14,6	34,7
12/06/2007	248,67	7,96	NA	NA	289,65	16,5	33,8
13/07/2007	243,66	7,80	NA	NA	290,55	17,4	34,3
31/07/2007	240,59	7,70	135,09	10,4	291,25	18,1	34,2
30/08/2007	238,76	7,64	111,91	8,55	291,75	18,6	33,9
14/09/2007	243,15	7,78	166,32	12,94	290,85	17,7	33,7
16/10/2007	253,09	8,10	105,08	8,51	288,75	15,6	33,8
31/10/2007	267,98	8,57	137,61	11,8	285,95	12,8	33,7
19/11/2007	281,71	9,01	128,68	11,6	283,85	10,7	32,8
19/12/2007	310,81	9,95	116,64	11,6	279,15	6	33,9