

Découvrez un ensemble de documents, scientifiques ou techniques,
dans la base Archimer : <http://www.ifremer.fr/docelec/>

ifremer

**Direction de l'environnement et de l'aménagement
littoral
Direction des ressources vivantes**

LUIS LAMPERT

Rapport RST LER/N 07/15

**Réseau Hydrologique Littoral Normand
RHLN
RAPPORT 2007 Volume 3.**

**Evolution du paramètre phytoplancton en
Normandie entre 2001 et 2006 - Approche DCE**



Cellules de *Dinophysis* sp. observées au microscope optique



Décembre 2007

Type de rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques)	
Numéro d'identification du rapport : RST LERN 07.15 Diffusion : libre - restreinte - interdite Validé par : L. LAMPERT Adresse électronique : llampert@ifremer.fr - chemin UNIX : - adresse WWW :	date de publication : décembre 2007 nombre de pages : 48 bibliographie : Oui illustration(s) : Oui langue du rapport : Français
Auteur(s) principal(aux) : nom, prénom LAMPERT Luis	Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER / LERN
Collaborateur(s) : nom, prénom ETOURNEAU Claude Relecture : Ronan Le Goff	Organisme / Direction / Service, laboratoire IFREMER / LERN IFREMER / LERN
Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse Agence de l'Eau Seine-Normandie – AESN/DEPEE rue de l'Homme de Bois - 14600 Honfleur	
Titre du contrat : _____ n° de contrat Ifremer Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s) IFREMER Station de Port-en-Bessin, Av. du Général de Gaulle, 14 520 Port-en-Bessin Laboratoire Environnement et Ressources de Normandie	
Cadre de la recherche : Suivi écologique et réglementaire des eaux littorales de Basse et Haute-Normandie Programme : Surveillance et évaluation de la qualité du milieu marin Projet : Réseau hydrologique du littoral normand RESUME Synthèse des abondances phytoplanctoniques de 2001 à 2006 selon le plan de 6 ans préconisé par la Directive Cadre de l'Eau. Etude des fréquences optimales de suivi, des indices d'abondance et des indices de composition.	

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	1
2. ABONDANCES	3
2.1. Evolution des abondances totales	3
2.1. Evolution spatiale des taxons	5
2.1. Evolution temporelle des taxons	9
3. ESPECES TOXIQUES OU NUISIBLES.....	17
3.1. <i>Pseudo-Nitzschia</i>	17
3.1. <i>Dinophysis</i>	19
3.1. <i>Phaeocystis</i>	20
4. INDICATEURS DCE	22
4.1. Définition de l'indice d'abondance	22
4.2. Définition de l'indice de composition.....	23
4.3. Etude sur la fréquence d'échantillonnage optimale	23
4.3.1. Sur l'indice d'abondance	24
4.3.2. Sur l'indice de composition	25
4.4. Indicateurs DCE sur la période 2001-2006.....	27
4.4.1. Sur l'indice d'abondance	27
4.4.2. Sur l'indice de composition	29
5. CONCLUSIONS	32
6. BIBLIOGRAPHIE	34
ANNEXES.....	35

PHYTOPLANCTON

1.- INTRODUCTION

Ce rapport représente le volume 3 du rapport RHLN 2007. Il traite le compartiment phytoplanctonique et a été réalisé avec l'ensemble de données acquises dans le cadre du RHLN et du REPHY entre 2001 et 2006 (tableau 1). Le plan d'échantillonnage suivi sur ces 6 ans n'est malheureusement pas régulier, ni dans le temps, ni dans l'espace. Nous avons donc des points de suivi tels que Chaussey et Grandcamp avec des échantillonnages pluriannuels, et d'autres comme Champeaux ou Fécamp qui ne comptent qu'une année d'échantillonnage.

D'autre part, les dénombrements et identifications phytoplanctoniques peuvent être de deux types : flores totales (FT) ou flores partielles (FP). Dans le cas des flores totales, toutes les cellules du microphytoplancton (cellules > 20 µm) sont identifiées et dénombrées. Dans le cas des flores partielles, seules les efflorescences supérieures à 100 000 cellules/L sont dénombrées, ainsi que les espèces toxiques (*Dinophysis*, *Alexandrium*, *Pseudo-Nitzschia*, etc.).

Point	Codes Quadriges	Masse eau	2001	2002	2003	2004	2005	2006	Total Flores	Nbre lignes
Chaussey	10 022 001	HC01	10	13	15	14	17	12	81	274
Cancale Est	10 023 050	HC02						4	4	12
Champeaux	10 023 049	HC02						3	3	17
Hacqueville	10 023 048	HC02				14	16	3	33	115
Pte Roc & Donville	09 021 016 + 011	HC03	22	21	21	23	24	24	135	1087
Coudeville	9 021 026	HC03						19	19	80
Agon	9 020 001	HC03	9	13	16	11	11	15	75	261
Pirou	9 020 004	HC03	6	11	13	10	11	18	69	234
Denneville	9 019 008	HC03						18	18	71
Gruchy	8 017 008	HC05				8	11		19	67
Cherbourg large	8 017 009	HC06				9	11	2	22	76
Cherbourg Port	08 017 019 + 020	HC06M					11	14	25	97
Cap Lévy	8 016 001	HC07				8	11	2	21	73
Réville + Barfleur	07 015 030 + 025	HC08				10	23	4	37	141
St Vaast sud	07 015 029 + 031	HC09			23	15	21	19	78	287
Gougins	7 015 032	HC09						21	21	83
Utah	7 014 024	HC10						22	22	94
St Germain de Varreville	7 014 017	HC10	17	16	13	14	21		81	273
Grandcamp	7 014 001	HC10	32	33	27	11	24	21	148	829
Géfosse	7 014 023	HT6M		19	19	24	30	30	122	859
Port en Bessin	6 013 022	HC11				21	25	9	55	201
Meuvaines	6 013 023	HC12				21	26	23	70	246
Les Essarts	6 013 005	HC13			5	20	32	23	80	276
Luc sur mer	06 013 024 + 006	HC14	34	26	26	24	31	25	166	1072
Ouistreham	6 012 001	HC14	2	20	25	25	30	25	127	509
Cabourg	6 012 008	HC15	19	30	36	35	35	34	189	2410
Bouée Carrosse	5 011 007	HT3M		4	12	11		1	28	368
Antifer	05 010 002 + 001	HC16	35	38	37	38	37	38	223	1734
Fécamp	4 009 001	HC17						20	20	76
St Aubin (76)	4 008 001	HC17				12	14		26	85
Dieppe	04 007 004 + 014 + 015	HC18	11	9	10	13	14		57	182

TOTAUX ==> 2074 12189

Tableau 1 : Suivi phytoplanctonique dans le cadre du RHLN entre 2001 et 2006. Gris clair : FP, gris foncé : FT ; chiffre à l'intérieur : nombre de flores dénombrées. Le nombre de lignes représente le nombre total de données traitées.

Pour l'analyse de l'état et de l'évolution du compartiment phytoplanctonique par masse d'eau DCE, nous disposons essentiellement de flores partielles. Les flores totales n'ont été réalisées qu'aux points Antifer, Cabourg et Donville sur cinq années uniquement, et partiellement sur Géfosse et

Grandcamp. Ces deux derniers points ont été traités ensemble pour avoir une vision étendue de cette zone. Sur ces masses d'eau nous pouvons donc étudier l'évolution des groupes phytoplanctoniques, tandis que sur les autres masses d'eau, où uniquement des flores partielles ont été réalisées, nous devons nous contenter d'étudier l'évolution des efflorescences supérieures à 100 000 cellules/L.

Afin de compléter l'information déjà acquise dans le cadre du RHLN, nous utilisons également les flores totales obtenues lors de la réalisation des programmes de surveillance des centrales EDF en bord de mer (Flamanville, Paluel et Penly), ainsi que celles du programme COGEMA sur les points Barneville et Jobourg (tableau 2).

Programme	Point	Masse eau	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
IGA	FLAMANVILLE référence	HC4	3	3	3	3	3	3	en mars, juin et septembre de chaque année
IGA	PALUEL référence	HC17	3	3	3	3	3	3	en mars, juin et septembre de chaque année
IGA	PENLY référence	HC18	3	3	3	3	3	3	en mars, juin et septembre de chaque année
COGEMA	JOBOURG surface	HC4			9	9	8	9	janvier, mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre
COGEMA	BARNEVILLE surface	HC4			9	9	9	9	janvier, mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre

Tableau 2 : Suivi des flores totales des réseaux IGA et COGEMA entre 2001 et 2006

2.- ABONDANCES

Le paramètre *abondance phytoplanctonique* décrit le nombre total de cellules contenues dans un litre d'eau de mer. Dans notre cas, cette notion s'applique essentiellement à la classe de taille microphytoplanctonique (20 à 200 μm), qui, seule, est accessible avec les microscopes optiques inversés utilisés en routine. Des cellules de plus petite taille peuvent cependant être dénombrées quand elles se trouvent en colonies.

Ce paramètre n'est donc accessible qu'à partir des flores totales, ce qui restreint le nombre de points de suivi utilisables.

2.1. Évolution des abondances totales

L'abondance totale est obtenue dans un échantillon par l'addition de toutes les abondances individuelles. Il faut donc procéder à la réalisation d'une flore totale pour accéder à ce paramètre, qui est complémentaire de celui de biomasse (chlorophylle *a*). Bien souvent ces deux paramètres suivent la même tendance, mais il arrive parfois que ce ne soit pas le cas. Ceci est dû au fait que des fortes abondances de petites cellules peuvent présenter une plus faible biomasse qu'une faible abondance de grosses cellules. L'écart de volume entre les cellules de 20 μm et 200 μm peut dépasser un facteur 100, ce qui explique ce paradoxe.

Le cycle saisonnier classique à nos latitudes moyennes et dans nos eaux tempérées démarre à la fin de l'hiver ou au début du printemps, avec de fortes efflorescences au moment où l'ensoleillement augmente. Le stock de nutriments dissous dans l'eau est alors à son maximum, alimenté par les pluies d'hiver et le mélange sur toute la colonne d'eau produit par le fort hydrodynamisme. Dans les semaines qui suivent ce bloom printanier, les nutriments sont épuisés peu à peu, phénomène qui est accompagné par le développement d'une succession d'espèces phytoplanctoniques qui sont de plus en plus adaptées aux faibles concentrations en nutriments. L'été se caractérise par la présence des plus faibles valeurs annuelles en nutriments et l'apparition de nombreuses espèces de dinoflagellés. Ceux-ci peuvent ponctuellement être majoritaires en nombre et en biomasse, mais la biomasse phytoplanctonique est généralement dominée par les diatomées dans les eaux côtières de l'Atlantique nord-est.

Dans la figure 1 sont présentées les abondances par mois obtenues entre 2002 et 2006 sur les points RHLN de Donville (Donville plus Pointe du Roc), Géfosse (Géfosse plus Grandcamp), Cabourg et Antifer. Nous avons également représenté les abondances obtenues lors de la réalisation des campagnes du programme de surveillance des centrales EDF (points Flamanville référence, Paluel référence et Penly référence), ainsi que les points Barneville et Jobourg issus de la surveillance des rejets de l'usine COGEMA de La Hague. L'ensemble de ces points met en évidence la variation des abondances, du minimum hivernal au maximum estival. Les fortes abondances du printemps sont le plus souvent masquées par la fréquence d'échantillonnage, qui n'est pas adaptée à la détection de ces phénomènes de très courte durée. Nous pouvons cependant observer en février 2006 l'un de ces blooms correspondant au développement de l'espèce *Skeletonema costatum* aux points de Cabourg et Antifer entre le 13 et le 15 février 2006.

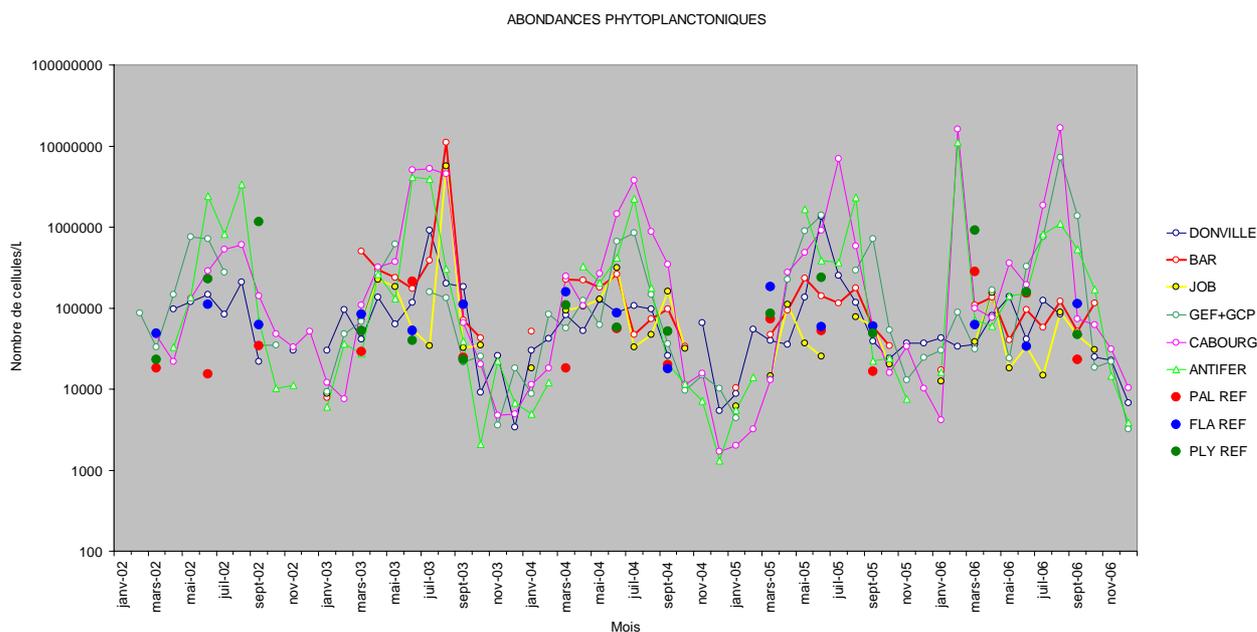


Figure 1 : Evolution des abondances phytoplanctoniques entre 2002 et 2006 par point où des flores totales ont été effectuées

En calculant la moyenne des abondances pour chacun des mois sur l'ensemble de points suivis entre la baie du Mont Saint Michel et le nord de Dieppe, nous pouvons mieux apprécier l'évolution temporelle de ce paramètre, très similaire d'année en année (figure 2).

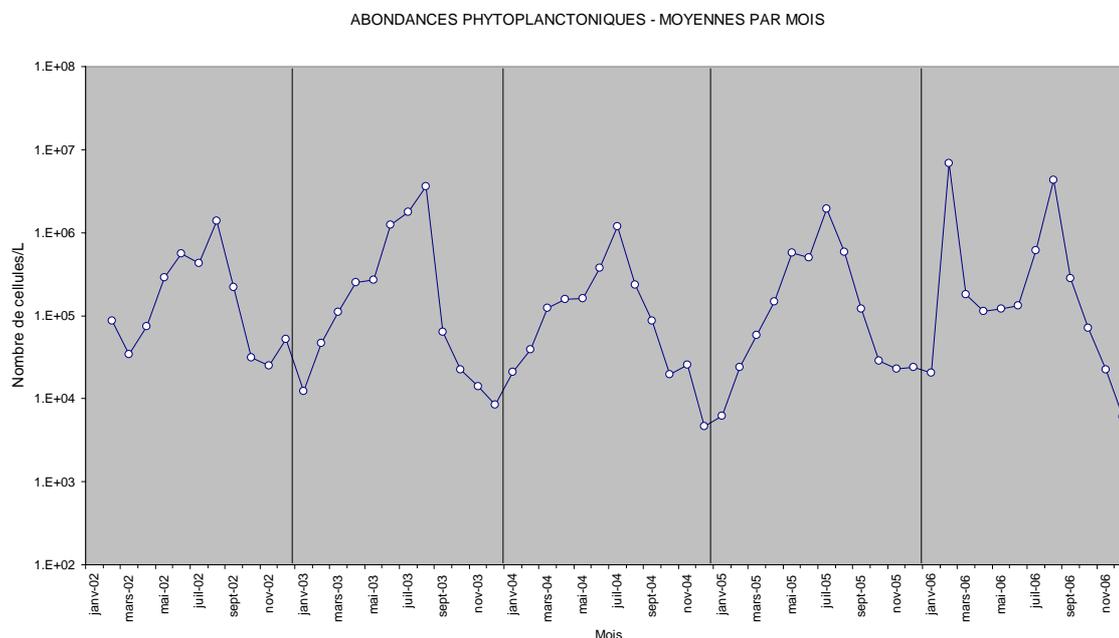


Figure 2 : Evolution des abondances phytoplanctoniques moyennes par mois sur l'ensemble des valeurs acquises de 2002 à 2006 où des flores totales ont été effectuées

Pour mieux apprécier l'évolution saisonnière et sa variabilité, nous pouvons aussi déterminer les moyennes des abondances par mois, sur les cinq années suivies, et pour tous les points où des flores totales ont été réalisés (figure 3).

Au minimum de janvier, suit un mois de février avec une forte augmentation accompagnée de la plus forte variabilité annuelle. Celle-ci est probablement due aux blooms observés. Une augmentation plus régulière jusqu'au mois d'avril précède un palier de trois mois où les abondances estivales se mettent en place. Puis, en juillet et août nous observons les plus fortes abondances, généralement dues à la présence des espèces coloniales du genre *Chaetoceros* ou des espèces telles que *Rhizosolenia delicatula* ou *Rhizosolenia fragilissima*. Il s'en suit une diminution des abondances, concomitante avec l'apparition des premières tempêtes et la diminution de l'ensoleillement. Le plateau observé en octobre et novembre se transforme bien souvent en une faible augmentation des abondances, appelée également « bloom automnal ».

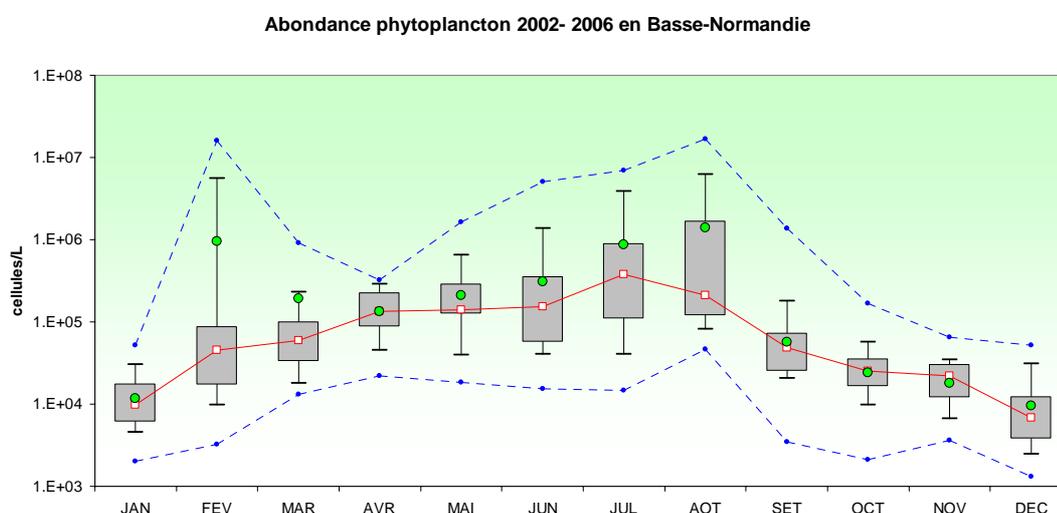


Figure 3 : Evolution des abondances phytoplanctoniques entre 2002 et 2006 par mois, sur l'ensemble des points de suivi où des flores totales ont été effectuées. Chaque mois représente l'ensemble des abondances obtenues sur la période 2002-2006 pour tous les points étudiés. Le point vert représente la valeur de 2006

2.2. Evolution spatiale des taxons

Dans la figure 4 sont présentées les évolutions de l'indice d'occurrence pour les blooms supérieurs à 100 000 cellules/L et 1 000 000 cellules/L. L'indice d'occurrence est le pourcentage du nombre de blooms, par taxon, supérieur au seuil (100 000 ou 1 000 000 de cellules/L) par rapport au nombre total de flores réalisées sur la période 2001-2006 (total flores du tableau 1). Ces valeurs sont l'équivalent des indices d'abondance et de composition DCE, mais calculés avec l'ensemble des données disponibles.

Indice d'occurrence (%) entre 2001 et 2006

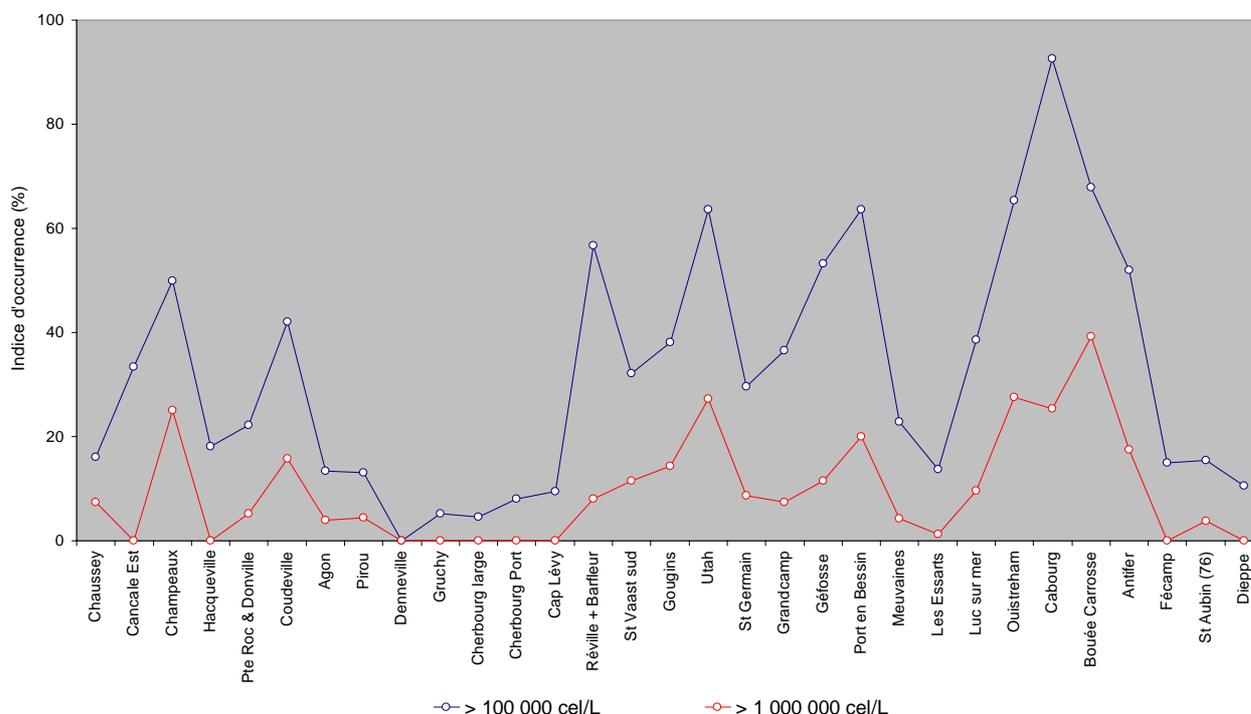


Figure 4 : Indice d'occurrence pour les taxons qui dépassent les seuils de 100 000 cellules/L et 1 000 000 cellules/L pour chaque point et sur la totalité des dénombrements effectués

Trois zones avec les plus fortes valeurs de l'indice se détachent de cette figure :

- de Cancale à Coudeville,
- de Réville à Port-en-Bessin,
- de Luc sur Mer à Antifer.

Elles correspondent aux zones moins exposées, aux fonds des baies ou sous l'influence des panaches fluviaux. Dans ces zones, le nombre de blooms est supérieur à celui des zones plus ouvertes au large. Mais cet indice ne renseigne pas sur la composition de ces blooms. Ils peuvent être composés de diatomées, qui présentent des affinités, soit pour les eaux saumâtres, comme c'est le cas pour *Chaetoceros* et *Skeletonema costatum*, soit pour des eaux plus salées comme pour le genre *Pseudo-Nitzschia*. Les fortes abondances en dinoflagellés sont en général caractéristiques des eaux eutrophisées et peu mélangées.

L'évolution par taxon est suivie dans la figure 5, où sont présentés les pourcentages de dépassement du seuil de 100 000 cellules/L pour un taxon, par rapport à l'ensemble des taxons qui ont dépassé ce seuil pour le point étudié.

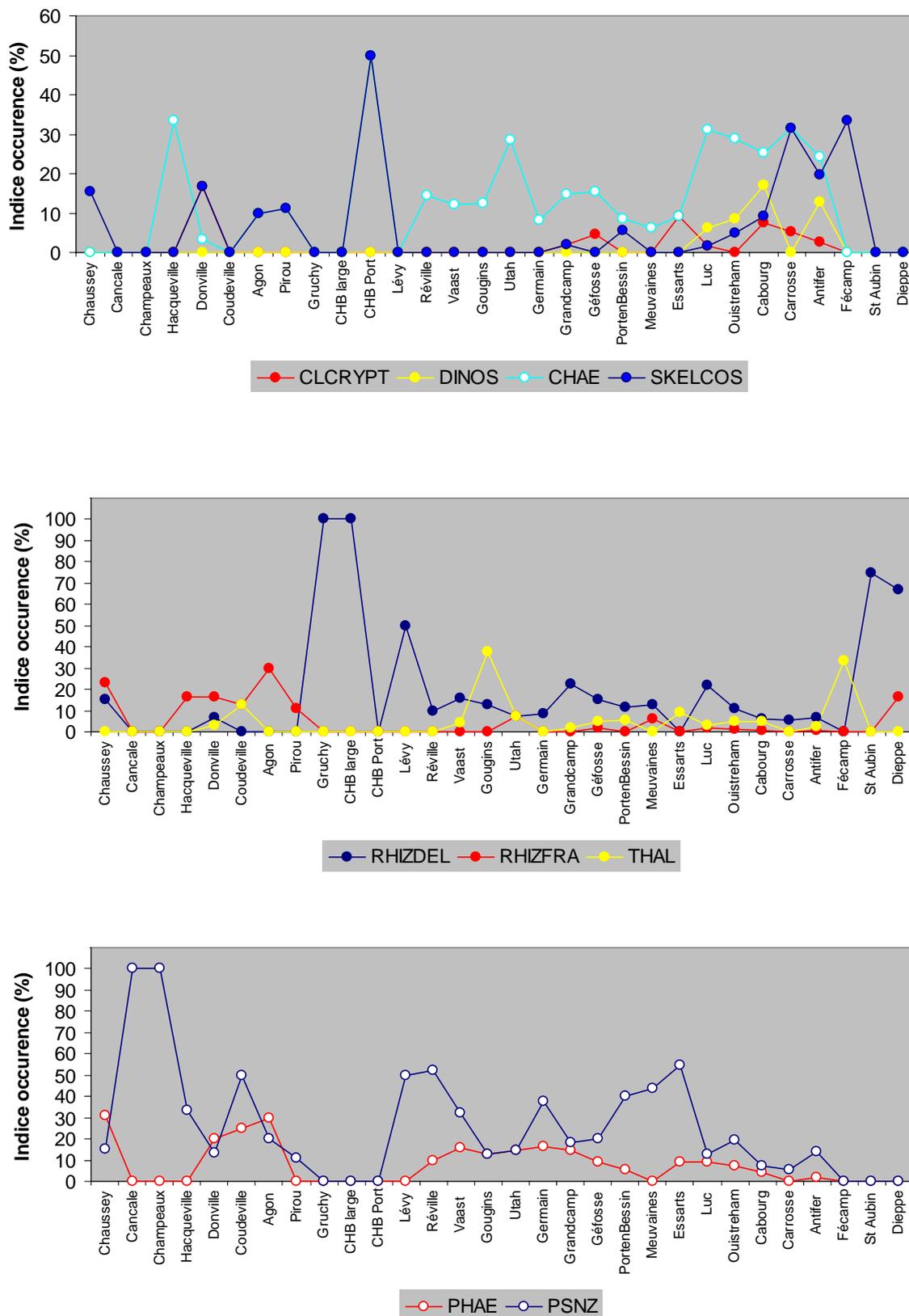


Figure 5 : Distribution des occurrences (%) par taxon (> 100 000 cellules/L) sur l'ensemble des points d'échantillonnage et sur la totalité des taxons dépassant le seuil de 100 000 cellules/L effectués entre 2001 et 2006

Cryptophycées (CLCRYPT) : cette classe algale, très souvent dominante dans les eaux saumâtres et douces présente ses valeurs maximales sur les points correspondant aux zones où l'influence des fleuves est plus marquée. Principalement aux points Géfosse (baie des Veys) et de Cabourg à Antifer (baie de Seine orientale et estuaire aval).

Dinoflagellés (DINOS) : les plus fortes occurrences de dinoflagellés sont observées entre Luc et Antifer, à l'embouchure de la Seine. La faible valeur observée au point Carosse suggère que les eaux de la Seine, aux faibles salinités, ne sont pas favorables aux développements de dinoflagellés. Les fortes turbulences sont également nuisibles à leur développement.

Chaetoceros (CHAE) : ce genre, composé de nombreuses espèces est le plus souvent observé en été à de fortes abondances, et de préférence dans les zones plus côtières ou semi fermées. Sur la côte ouest du Cotentin elle est présente dans les eaux proches de la baie du Mont Saint Michel. De très faibles valeurs sont enregistrées aux points Champeaux et Cancale à cause du faible nombre d'échantillons disponibles. La côte ouest plus exposée, ainsi que le nord du Cotentin, ne présentent pas des occurrences supérieures à 100 000 cellules/L de ce genre. Nous trouvons ensuite la côte est du Cotentin et le Bessin avec des valeurs de 10% à 20%, valeurs qui montent au-delà de 25% sur la zone comprise entre Luc et Antifer.

Skeletonema costatum (SKELCOS) : cette espèce a également une forte affinité avec les eaux saumâtres et douces en période hivernale. Nous voyons les plus fortes valeurs au port de Cherbourg, ainsi qu'aux points Carosse, Antifer et même Fécamp, ce qui marque l'intrusion des eaux de la Seine le long de la partie occidentale des côtes de Seine Maritime.

Rhizosolenia delicatula (RHIZDEL) : cette espèce de grande taille, très fréquente dans les eaux atlantiques en été préfère les eaux dites du large, plus salées et moins influencées par les apports fluviaux. Les valeurs maximales sont enregistrées aux points du nord Cotentin, ainsi qu'à l'est du point Fécamp, où l'influence de la Seine est moins marquée.

Thalassiosira (THAL) : ce genre printanier, parfois composé de cellules de grande taille, ne présente pas un schéma de distribution clair à partir des occurrences de cellules supérieures à 100 000 cellules/L. Les plus fortes valeurs sont observées aux points Coudeville, Gougins et Fécamp.

Phaeocystis (PHAE) : ce genre est à l'origine d'événements dystrophiques sur les côtes du nord de la France ainsi qu'en Mer du Nord. Ces efflorescences sont considérées comme nuisibles pour le milieu marin. Le pourcentage de fois que ce genre a été représenté dans les blooms supérieurs à 100 000 cellules/L est plus fort sur trois secteurs : de Donville à Agon ; dans la côte est et nord du Cotentin et puis, à l'embouchure de la Seine. Le point Meuvaines faisant une coupure entre ces deux dernières zones.

Pseudo-Nitzschia (PSNZ) : ce genre est présent dans notre région avec plusieurs espèces, dont certaines toxiques. Il ne se développe pas trop dans les eaux ouvertes du nord Cotentin, ni dans les eaux de l'embouchure de la Seine, préférant les eaux semi ouvertes de la baie de Seine ou celles du Mont Saint Michel où l'on trouve les plus fortes occurrences. Ces dernières valeurs sont cependant à nuancer du fait du faible échantillonnage des points Champeaux et Cancale.

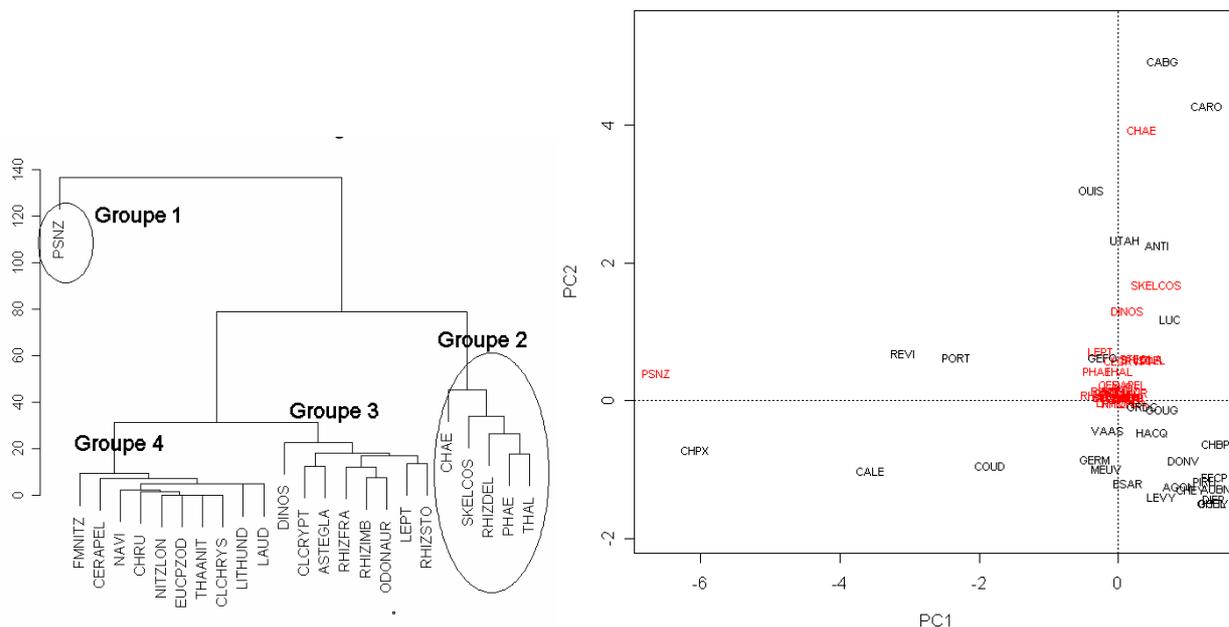


Figure 6 : Dendrogramme et analyse en composantes principales (ACP) du pourcentage d'occurrences de blooms > 100 000 cellules/L

Une synthèse de ce que nous venons de voir est présentée dans la figure 6, où nous observons dans le dendrogramme les regroupements des espèces selon les pourcentages des occurrences supérieures à 100 000 cellules/L. Les groupes 1 et 2, qui se détachent du reste, présentent les poids les plus significatifs. Le genre *Pseudo-Nitzschia* est clairement éloigné du groupe 2, composé des taxons *Chaetoceros* et *Skeletonema costatum*. Ceci est également bien mis en évidence dans le diagramme en composantes principales, où ces deux groupes dominent les principaux axes. Nous observons alors que les points où le genre *Pseudo-Nitzschia* domine sont ceux du secteur de la baie du Mont Saint Michel. Sur le deuxième axe, caractérisé par la présence de *Chaetoceros*, *Skeletonema costatum* et des dinoflagellés, se situent les points plus proches de l'est de la baie de Seine, à l'exception du point Utah. Mais ce dernier, pour mémoire, n'a été échantillonné qu'en 2006.

2.3. Évolution temporelle des taxons

Les flores totales n'étant réalisées que sur les points Donville, Grandcamp, Cabourg et Antifer, nous ne pourrions accéder à l'évolution des principaux taxons phytoplanctoniques que sur les masses d'eau HC03, HC10, HC15 et HC16. D'autre part, ces séries ne sont pas complètes sur la période 2001-2006. D'autres séries temporelles en flores totales sont également disponibles, telles que Géfosse (HT6M), Luc (HC14) et Bouée Carosse (HT3M). Géfosse est venu compléter la série de Grandcamp pour permettre de dégager une vision à long terme de ces deux masses d'eau très proches. La masse d'eau HC04 est étudiée en utilisant les séries de flores totales réalisées sur les points Jobourg et Barneville dans le cadre du suivi écologique de l'usine COGEMA de La Hague.

Comme il serait impossible d'étudier l'évolution de toutes les espèces identifiées dans le plan spatio-temporel, nous nous bornerons à suivre l'évolution de quelques unes d'entre elles. Nous avons donc retenu, l'espèce *Skeletonema costatum*, les genres *Rhizosolenia*, *Thalassiosira*, *Pseudo-Nitzschia* et *Chaetoceros*, ainsi que la classe des dinophycées (dinoflagellés). Dans les figures

suivantes sont représentées les distributions temporelles des dominances des taxons étudiés. La dominance représentant le pourcentage de cellules du taxon, par rapport à l'abondance totale de l'échantillon.

Skeletonema costatum

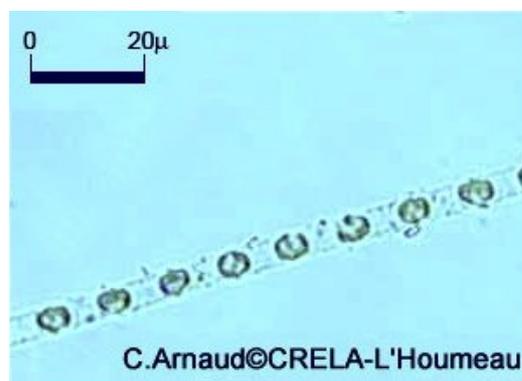


Figure 7 : Image de *Skeletonema costatum* prise au microscope optique

Cette espèce de type colonial (figure 7) présente des formes de cylindre de petite taille. Elle est le plus souvent observée en période hivernale, mais il n'est pas rare de la voir se développer en dehors de cette période de l'année (figure 8).

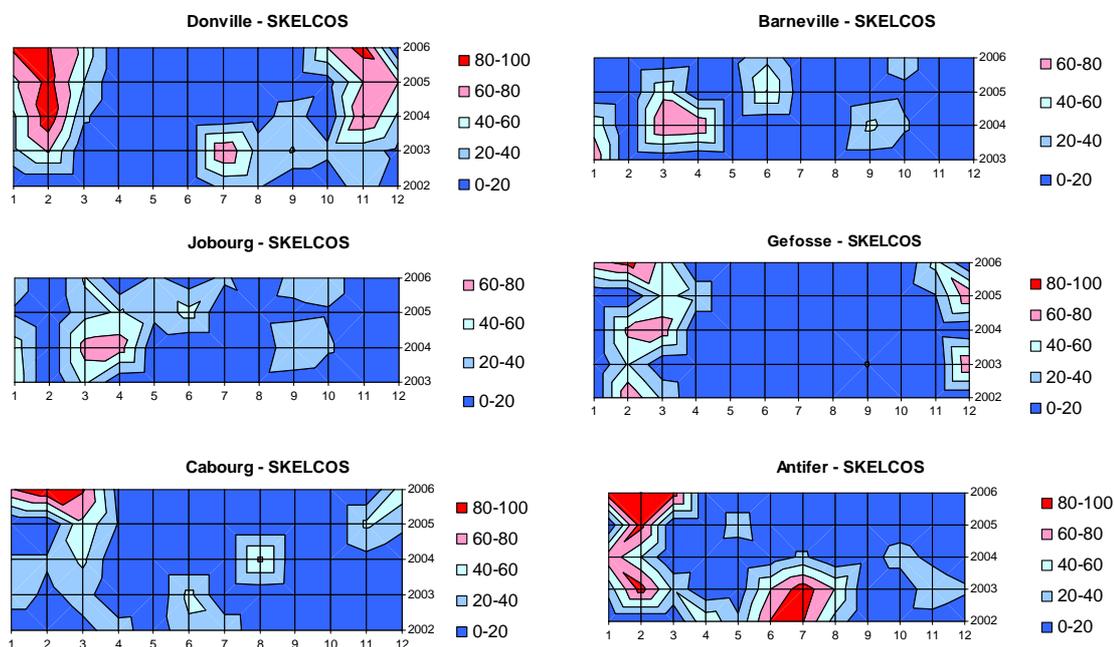


Figure 8 : Distribution temporelle par mois de la dominance (%) de l'espèce *Skeletonema costatum* à Donville, Barneville, Jobourg, Gêfosse, Cabourg et Antifer

Ainsi, en juillet 2003 nous observons à Donville des dominances de 60 à 80 % de *S. costatum*. A Antifer cette dominance atteint plus de 80 % au cours de ce même mois en 2002 et 2003. De plus faibles dominances sont également observées à Barneville, Jobourg et Cabourg en période estivale.

Rhizosolenia



Figure 9 : Image de *Rhizosolenia delicatula* prise au microscope optique

Les espèces du genre *Rhizosolenia* les plus couramment observées dans nos eaux sont *R. delicatula*, *R. fragilissima*, *R. imbricata* et *R. setigera*. Le plus souvent nous observons de très fortes efflorescences de *R. delicatula* (figure 9). Ce phénomène est caractéristique des eaux du littoral atlantique français (Sournia *et coll.*, 1987). Contrairement à l'espèce *S. costatum*, le genre *Rhizosolenia* est essentiellement observé d'avril à octobre avec les plus fortes abondances de mai à juillet (figure 10).

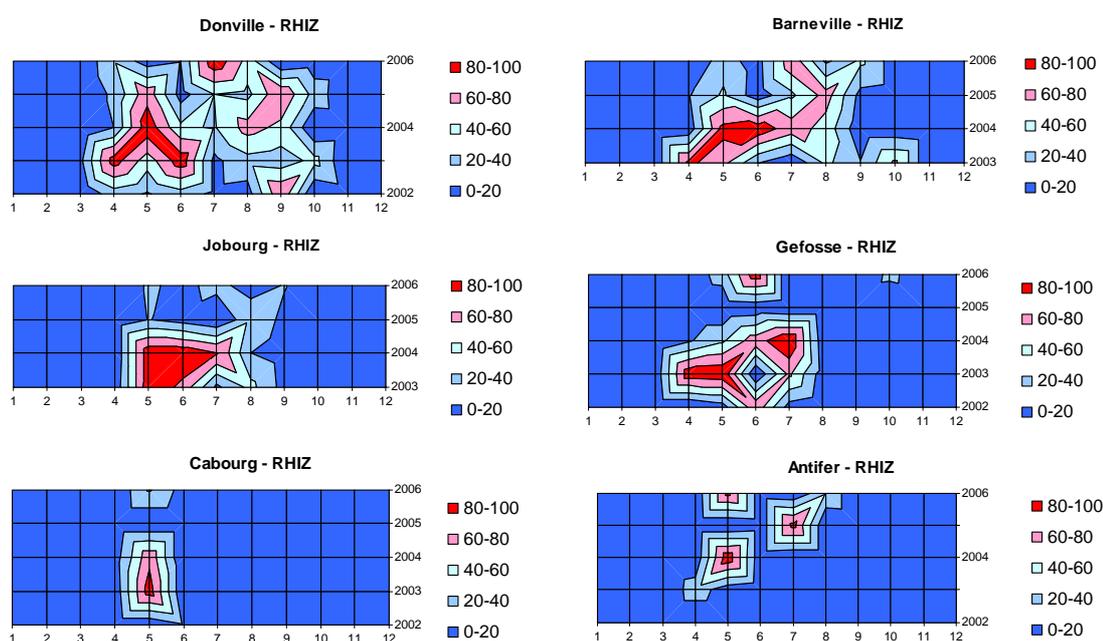


Figure 10 : Distribution temporelle par mois de la dominance (%) du genre *Rhizosolenia* à Donville, Barneville, Jobourg, Gêfosse, Cabourg et Antifer

Les fortes efflorescences de ce genre peuvent durer plusieurs jours et faire chuter la diversité phytoplanctonique brutalement. La dégradation de cette matière organique produit alors des baisses du niveau d'oxygène dissous dans l'eau, ainsi qu'un changement dans les successions phytoplanctoniques qui conduit fréquemment à une augmentation de l'abondance des dinoflagellés. Les points de l'ouest de notre secteur semblent présenter des développements plus étendus dans le temps que ceux situés dans la partie orientale de la baie de Seine.

Thalassiosira



Figure 11 : Image de *Thalassiosira rotula* prise au microscope optique

Le genre *Thalassiosira*, plus fréquemment observé sous forme coloniale, est plus présent en Normandie au printemps, avec de fortes abondances qui ponctuellement produisent des dominances pouvant atteindre des valeurs de 50 %. Les espèces les plus rencontrées sont *T. rotula* (figure 11), *T. levanderii*, *T. gravida* et *T. nordenskiöldii*.

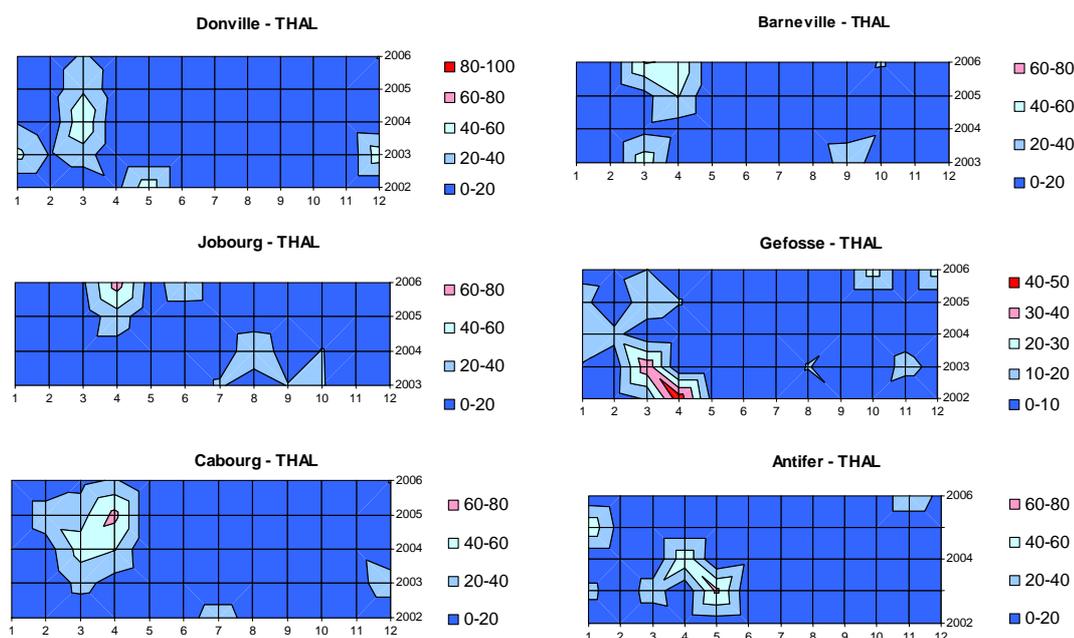


Figure 12 : Distribution temporelle par mois de la dominance (%) du genre *Thalassiosira* à Donville, Barneville, Jobourg, Gêfosse, Cabourg et Antifer

En 2006 le genre *Thalassiosira* a été très présent en mars et avril (figure 12). Ceci est particulièrement visible dans les eaux de Barneville et Jobourg. Aux points Gêfosse et Antifer nous observons un glissement vers l'hiver dans l'apparition de ce genre entre 2002 et 2006. Quelques apparitions estivales et automnales sont également à signaler, mais restent minoritaires face aux occurrences printanières.

Pseudo-Nitzschia

Figure 13 : Image de *Pseudo-Nitzschia* sp. prise au microscope optique

Le suivi du genre *Pseudo-Nitzschia* (figure 13) fait l'objet d'une attention particulière du fait des événements de toxicité du type ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) qui ont eu lieu en Normandie en 2004-2005. L'évolution temporelle des dominances sur les six points étudiés met en évidence une période d'apparition préférentielle située entre avril et juin, avec des événements isolés plus largement distribués dans le temps (figure 14).

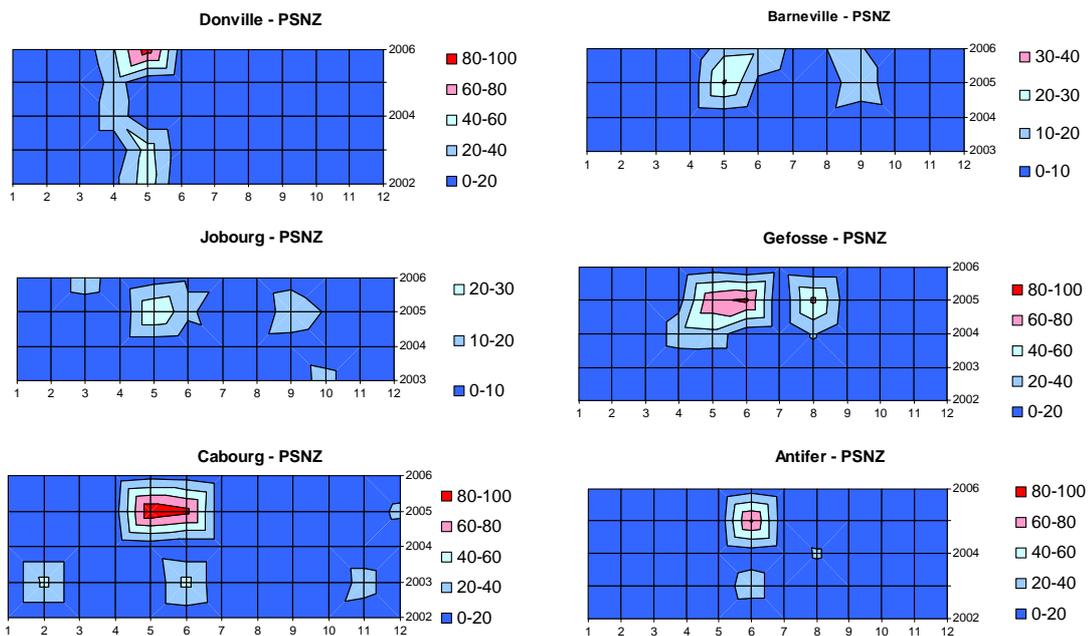


Figure 14 : Distribution temporelle par mois de la dominance (%) du genre *Pseudo-Nitzschia* à Donville, Barneville, Jobourg, Géfosse, Cabourg et Antifer

Nous observons l'apparition de fortes dominances en mai et juin 2005 dans la baie de Seine, supérieures à 80 % au point Cabourg. A noter que ces résultats peuvent être partiellement biaisés du fait de l'échantillonnage intensif qui a eu lieu suite aux toxicités du type ASP mises en évidence sur les Coquilles Saint Jacques en 2004-2005.

Chaetoceros

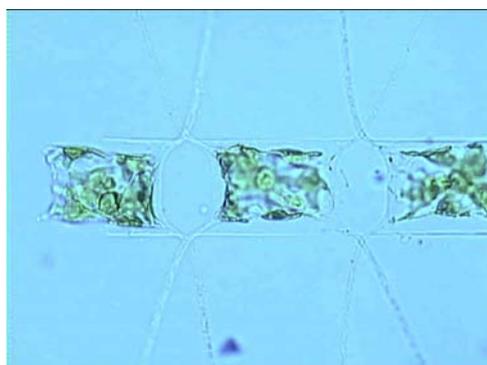


Figure 15 : Image de *Chaetoceros* sp. prise au microscope optique

Ce genre, typiquement colonial est présent avec un grand nombre d'espèces. Leur taille peut varier d'un facteur dix et leur apparition peut entraîner des problèmes d'eutrophisation et colmatage des ouïes des poissons (figure 15).

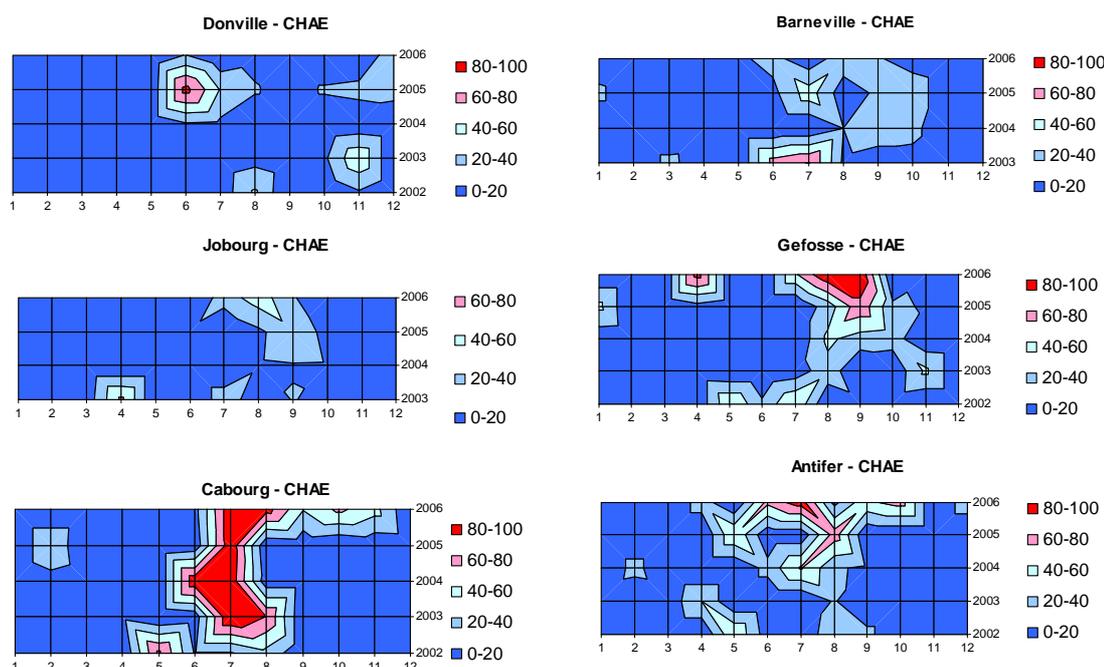


Figure 16 : Distribution temporelle par mois de la dominance (%) du genre *Chaetoceros* à Donville, Barneville, Jobourg, Gêfosse, Cabourg et Antifer

Les fortes dominances de *Chaetoceros* ont généralement lieu entre juin et septembre, au moment où les nutriments sont épuisés et seules les espèces capables de mieux tirer partie de cette situation se développent (figure 16). Les baies semblent être plus touchées par les fortes dominances de ce genre. Ainsi, en baie de Veys et en baie de Seine (points Gêfosse et Cabourg) les dominances peuvent dépasser 80 %. Le cas d'Antifer peut être considéré comme particulier du fait que les prélèvements sont effectués à l'intérieur du port : les apports de la Seine toute proche, et le confinement partiel des eaux à l'intérieur du port confèrent à la masse d'eau échantillonnée des caractéristiques proches de celles observées dans les baies.

Dinophycées

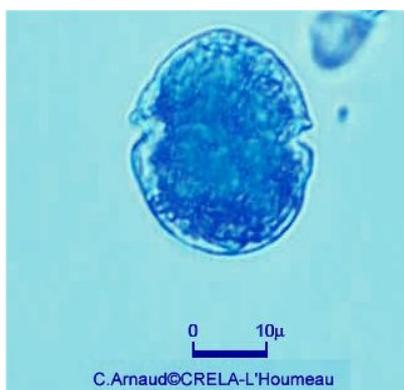


Figure 17 : Image d'un dinoflagellé du genre *Gymnodinium* prise au microscope optique

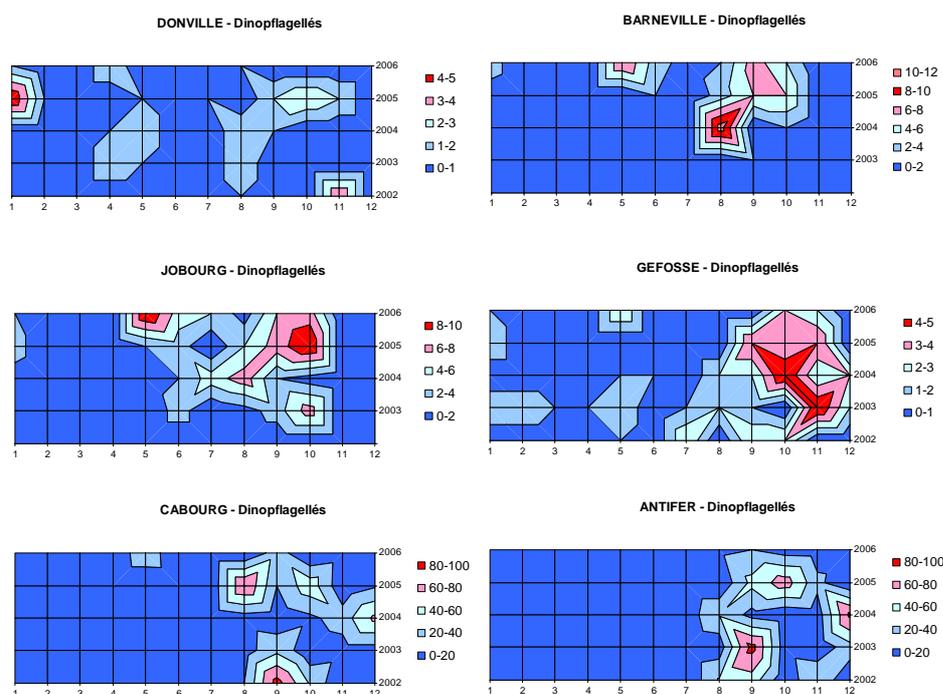


Figure 18 : Distribution temporelle par mois de la dominance (%) des dinoflagellés à Donville, Barneville, Jobourg, Géfosse, Cabourg et Antifer

Bien que l'essentiel de la biomasse phytoplanctonique soit composé dans nos eaux par les diatomées, les dinoflagellés présentent un intérêt tout particulier du fait que bon nombre de nos espèces toxiques ou nuisibles appartiennent à cette classe algale (figure 17). Suite aux diverses successions de diatomées qui ont lieu au printemps, se mettent en place les conditions pour les développements des dinoflagellés ; les plus fortes occurrences ont donc lieu en été et automne (figure 18). A contrario, c'est au printemps que nous observons les plus faibles dominances de cette classe.

Aux points Cabourg et Antifer, nous observons les plus fortes dominances, avec des valeurs qui peuvent atteindre 80 % lors des efflorescences automnales. Sur les autres points suivis, ces dominances restent de l'ordre de 10 %. La baie de Seine est donc favorable aux développements des dinoflagellés. Les efflorescences les plus couramment observées sont composées de *Gymnodinium chlorophorum* (Elbrächter et Schnepf, 1996), *Prorocentrum micans* et *Prorocentrum gracile*. La première espèce produit des eaux colorées vert émeraude et les deux dernières des eaux d'une couleur à dominante marron rouge. De fortes efflorescences ne sont pas observées tous les ans, mais les fréquences d'échantillonnage peuvent elles aussi laisser passer des événements de ce type. A Cabourg nous avons enregistré une forte dominance en septembre 2002, puis une autre du même niveau en août 2005. Avec des dominances plus modestes, Géfosse présente les plus forts développements de dinoflagellés groupés à la fin de l'automne. A Jobourg et Barneville, les dinoflagellés sont présents en mai et septembre-octobre sur la période 2005-2006.

3.- ESPECES TOXIQUES OU NUISIBLES

De nombreuses espèces peuvent être toxiques pour l'homme ou nuisibles pour le milieu marin, et trois d'entre elles sont particulièrement suivies le long des côtes normandes depuis plusieurs années. Une forte efflorescence de *Dinophysis* sp. dans la zone de Barfleur en 1984 a été à l'origine de la création du réseau de surveillance phytoplanctonique REPHY. En 2004, le genre *Pseudo-Nitzschia*, toujours présent dans nos côtes, a été à la source de contaminations des coquillages (essentiellement les pectinidés) les rendant impropres à la consommation. Ces développements ont de fortes conséquences sur l'activité de pêche en Normandie. La troisième espèce est *Phaeocystis* sp., qui n'est pas toxique, mais nuisible pour le milieu marin à cause des fortes abondances atteintes lors des blooms.

Afin de présenter l'évolution des espèces toxiques ou nuisibles caractéristiques des eaux normandes, nous avons utilisé toutes les flores réalisées sur la période 2001 à 2006. Ainsi, flores totales, flores partielles et flores indicatrices ont permis d'accéder non seulement aux quatre secteurs où des flores totales sont effectuées, mais également à l'ensemble des masses d'eau du secteur étudié.

3.1. Pseudo-Nitzschia

Entre 2001 et 2006, 1800 valeurs significatives (supérieures à zéro) d'abondance de *Pseudo-Nitzschia* sp. ont été enregistrées sur les points de suivi étudiés en Normandie. En regroupant l'ensemble des valeurs obtenues sur tous les points par mois, nous pouvons apprécier l'évolution mensuelle de l'abondance de *Pseudo-Nitzschia* sp. sur la période 2001-2006 (figure 20). Entre avril et septembre, nous observons les plus fortes abondances de ce genre ainsi que les plus fortes dispersions des valeurs. La valeur de la moyenne est assez éloignée de celle de la médiane à cause des fortes valeurs extrêmes observées (6 % sur un total de 2550) et des dénombrements où aucune cellule n'a été identifiée (30 %). La fin de l'automne et l'hiver étant les périodes où sont enregistrées les plus faibles abondances.



Figure 19 : Image de deux chaînes de *Pseudo-Nitzschia* sp. devant une colonie de *Phaeocystis* sp.

L'année 2005 présente les plus fortes abondances de la période 2001-2006, suivie de 2003 (figure 21).

C'est en 2004 que la première crise à toxines ASP (Amnesic Shellfish Poisoning) est observée sur les côtes françaises, avec deux foyers, l'un en baie de Seine et l'autre en rade de Brest. Les causes

qui ont mené ce genre à devenir toxique ne sont pas encore clairement identifiées ; déséquilibre environnemental, ou nouvelles espèces de ce genre ? Le doute subsiste, d'autant plus qu'en 2006, ce phénomène n'a pas eu lieu.

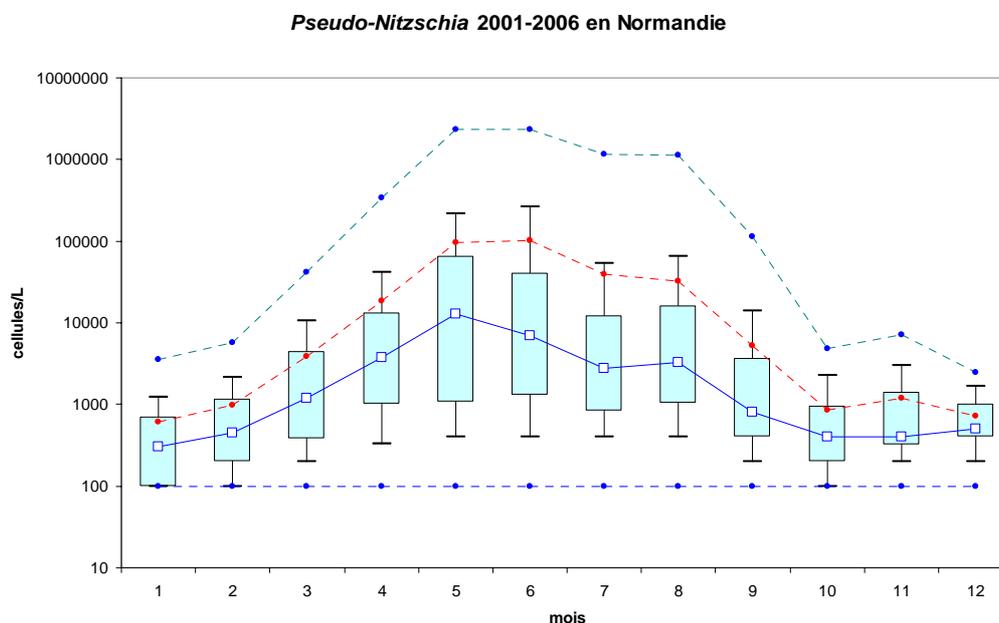


Figure 20 : Boîtes à moustaches de la distribution mensuelle des abondances en *Pseudo-Nitzschia* sp. observées entre 2001 et 2006 sur l'ensemble des points allant de la Baie du Mont Saint Michel jusqu'à Dieppe. La ligne rouge correspond au calcul de la moyenne.

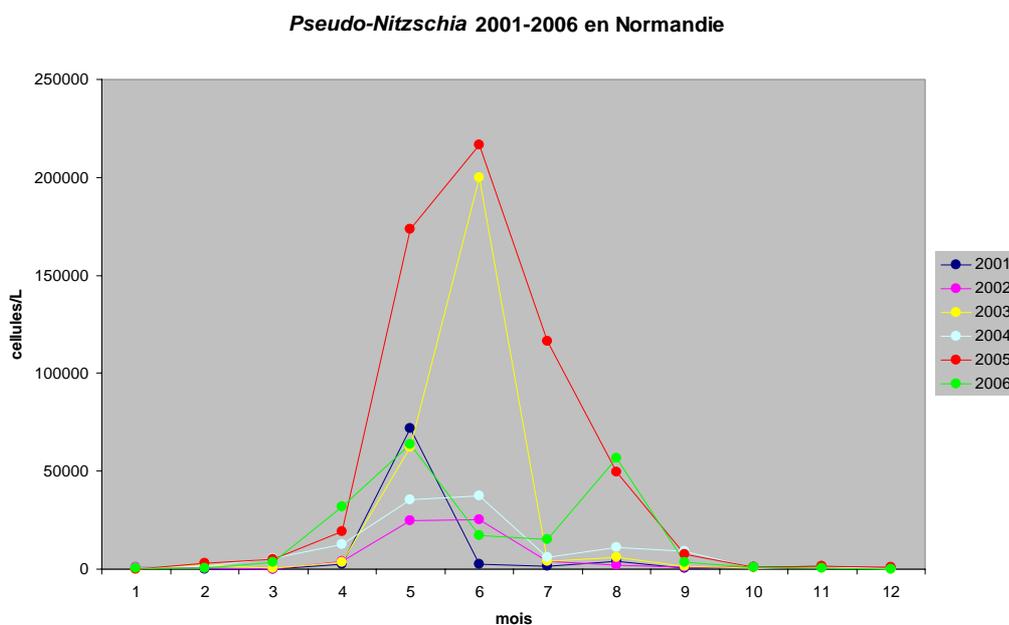


Figure 21 : Distribution mensuelle des abondances moyennes en *Pseudo-Nitzschia* sp. par année (2001 à 2006) sur l'ensemble des points allant de la Baie du Mont Saint Michel jusqu'à Dieppe

3.2. Dinophysis



Figure 22 : Image de cellules de deux espèces du genre *Dinophysis* sp.

Le développement de *Dinophysis* (figure 22) est mieux connu du fait des 30 années de suivi de ce genre dans les eaux normandes. Son abondance maximale a lieu au mois d'août, avec des valeurs, de juin à octobre qui conduisent parfois à la fermeture des secteurs conchylicoles (figure 23). Entre décembre et mai le genre *Dinophysis* n'a encore jamais, jusqu'à présent, présenté de risques de crise DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning). Egalement pour ce genre, les valeurs des médianes et moyennes sont éloignées du fait des nombreuses données égales à zéro (80 % sur 1821 valeurs). Sur la période 2001-2006, à une seule reprise, mais sur trois points différents, le seuil de 100 000 cellules de *Dinophysis*/L a été dépassé. Il s'agit du 8 août 2006, où à Ouistreham ont été dénombrées 121 000 cellules/L, à Hermanville 193 000 cellules/L et à Cabourg 802 900 cellules/L.

***Dinophysis* 2001-2006 en Normandie**

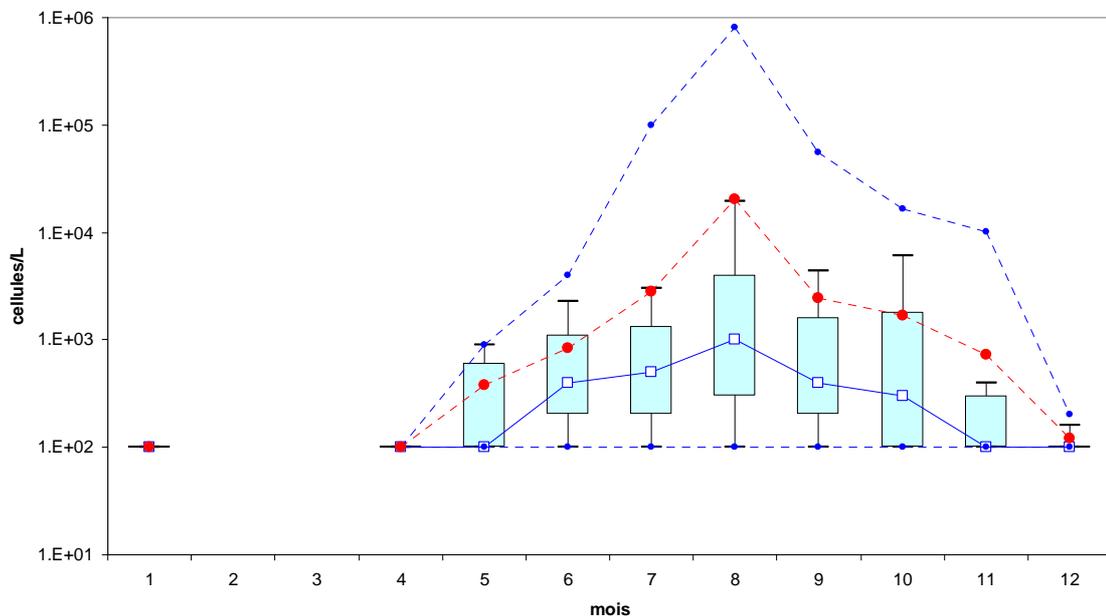


Figure 23 : Boîtes à moustaches de la distribution mensuelle des abondances en *Dinophysis* sp. observées entre 2001 et 2006 sur l'ensemble de points allant de la Baie du Mont Saint Michel jusqu'à Dieppe

La figure 24 permet d'apprécier les fortes abondances observées en juillet et août 2006. Contrairement aux autres années, 2005 présente des valeurs significatives en octobre et novembre, la diminution des abondances étant moins prononcée.

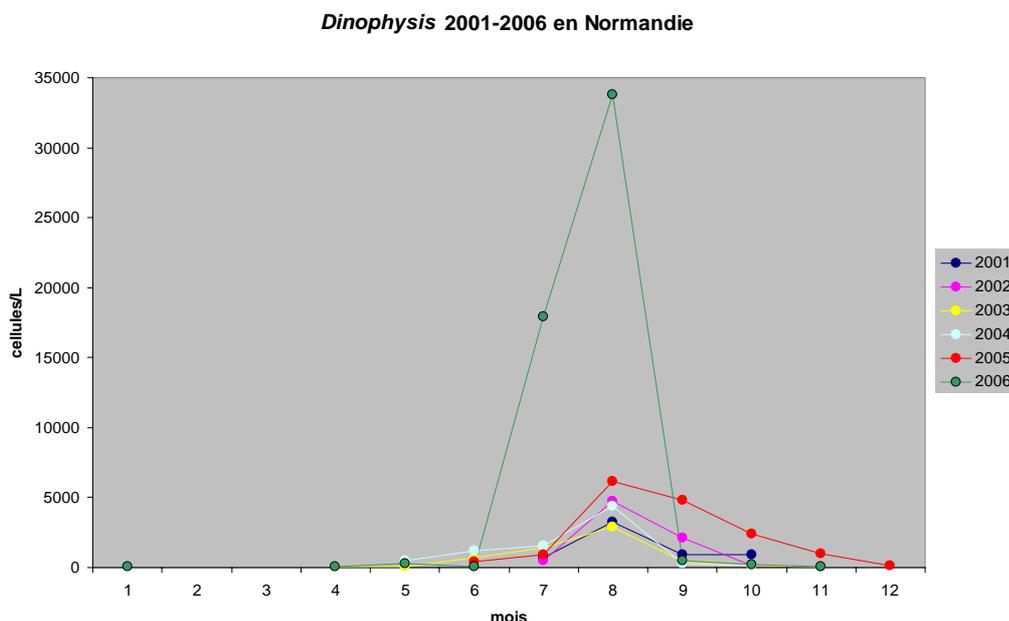


Figure 24 : Distribution mensuelle des abondances moyennes en *Dinophysis* sp. par année (2001 à 2006) sur l'ensemble de points allant de la Baie du Mont Saint Michel jusqu'à Dieppe

3.3. *Phaeocystis*

Ce genre, très présent dans les eaux de la mer du Nord et de la Manche, près de la frontière belge, est à l'origine de quelques blooms dans les eaux normandes. Bien que peu nombreux (83 dénombrements de plus de 100 000 cellules/L entre 2001 et 2006), ils présentent de fortes abondances, colorant bien souvent l'eau de mer d'une teinte marron. A son stade colonial, *Phaeocystis* produit également de la mousse dans la zone de déferlement et au fond des criques où des hypoxies sévères peuvent se produire suite à la décomposition de la matière organique si le phénomène persiste.

Essentiellement entre avril et juin, parfois en juillet, leur abondance lors des efflorescences dépasse bien souvent 100 000 cellules/L (figure 25). Les valeurs des médianes et moyennes sont supérieures à 1 000 000 cellules/L d'avril à juin, avec une plus forte dispersion de valeurs enregistrée en juin.

La figure 26 présente l'évolution des abondances de *Phaeocystis* sp. par mois et par année. Nous observons les plus fortes valeurs aux mois de juin en 2002, 2005 et 2006. Lors des échantillonnages des années 2001, 2003 et 2004 les abondances ont été inférieures à 2 000 000 cellules/L.

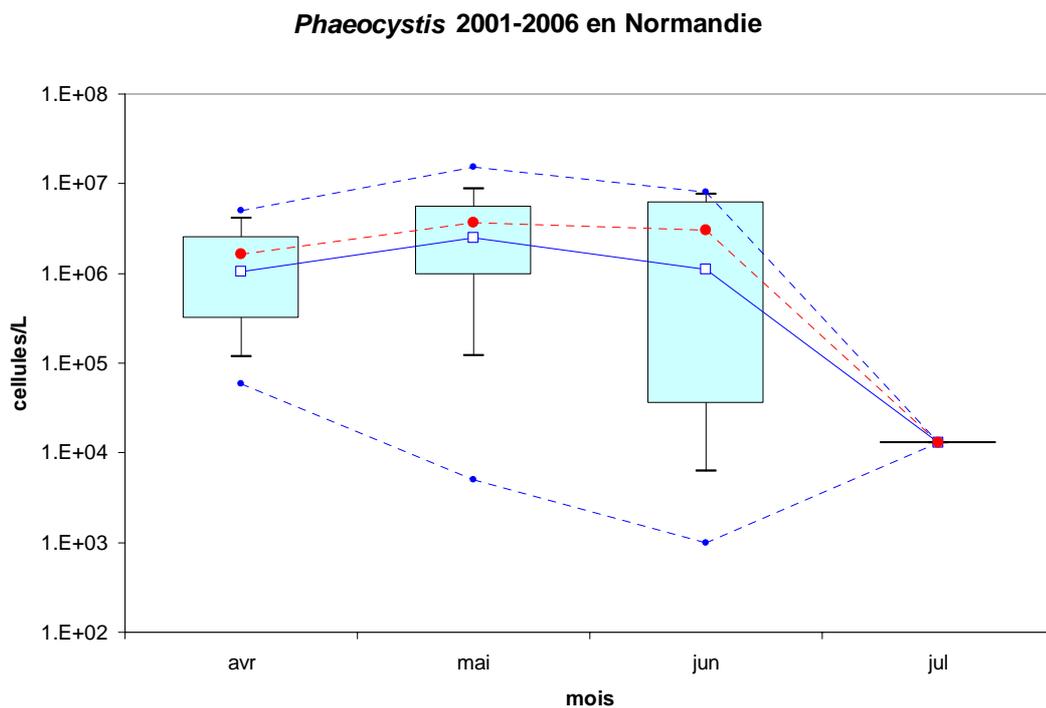


Figure 25 : Boîtes à moustaches de la distribution mensuelle des abondances en *Phaeocystis* sp. Observées entre 2001 et 2006 sur l'ensemble de points allant de la Baie du Mont Saint Michel jusqu'à Dieppe

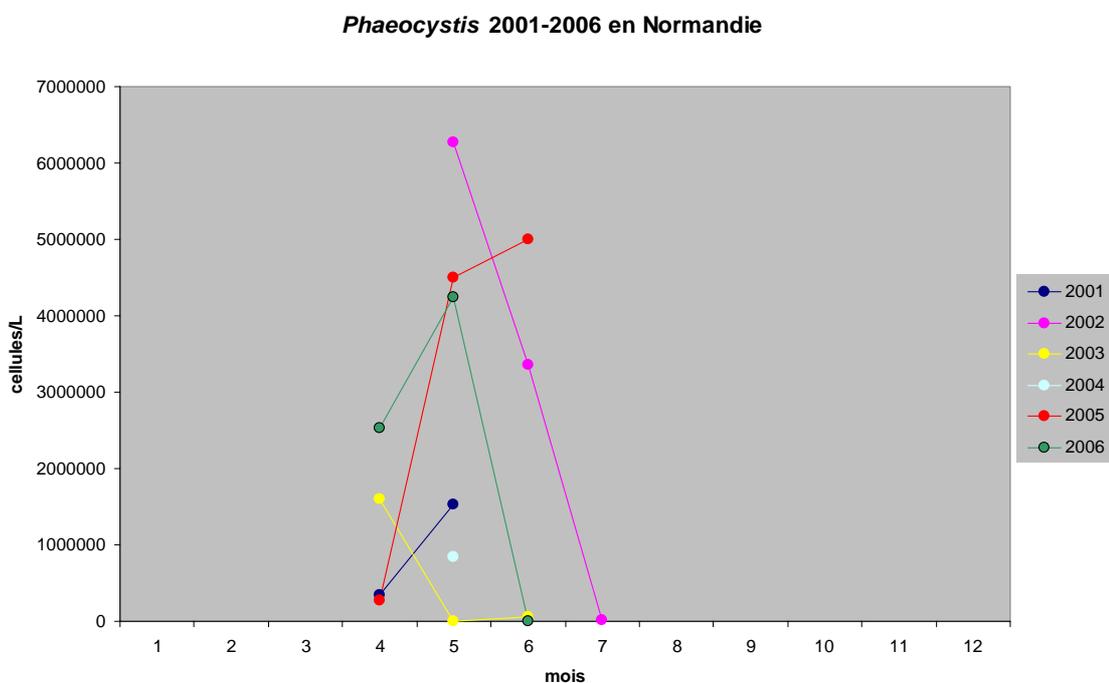


Figure 26 : Distribution mensuelle des abondances moyennes en *Phaeocystis* sp. par année (2001 à 2006) sur l'ensemble de points allant de la Baie du Mont Saint Michel jusqu'à Dieppe

4.- INDICATEURS DCE

La circulaire du Ministère de l'écologie et du développement durable (MEDD) DE/MAGE/MER 07/n°2 du 5 mars 2007 prévoit l'étude de l'évolution du compartiment phytoplanctonique au moyen de trois indicateurs : indicateur de biomasse, indicateur d'abondance et indicateur de composition. A l'heure actuelle, le détail de la mise en œuvre de ces indicateurs n'est pas définitivement fixé, ce qui nous amène à faire des choix dans le traitement des données de ce rapport qui peuvent être différents de ceux qui se feront dans d'autres régions de France.

4.1. Définition de l'Indice d'abondance

Cet indice concerne l'ensemble des espèces phytoplanctoniques qu'un opérateur est capable d'identifier avec un microscope optique. Cette identification peut se faire au niveau de l'espèce, du genre ou de la classe selon les compétences de l'opérateur.

Le Rapport Technique d'Intercalibration des GIGs¹ (janvier 2007) préconise un échantillonnage :

- tous les ans, par plan de six ans,
- avec une fréquence mensuelle.

Pour la définition d'une efflorescence ou bloom, les seuils actuellement en discussion sont 100 000 cellules/L pour les cellules d'une taille supérieure à 20 µm et 250 000 cellules/L pour les cellules nanophytoplanctoniques (2 à 20 µm).

La métrique proposée est le pourcentage d'échantillons pour lesquels un taxon dépasse le seuil fixé pour un bloom, rapporté au nombre total d'échantillons dénombrés (%).

Un seul taxon dépassant le seuil par échantillon est pris en compte pour l'indicateur et la grille de classement proposée est la suivante :

	très bon	bon	moyen	médiocre	mauvais
pourcentage d'échantillons dépassant le seuil fixé pour un bloom	< 20%	20 – 39 %	40 – 69 %	70 – 90 %	> 90 %

Les conditions de référence sont décrites comme étant comprises entre 15 et 20%.

Pour cette étude, étant donnée que la méthodologie n'est pas encore fixée définitivement et que nous ne disposons pas d'indication sur la taille des cellules, nous utiliserons uniquement le seuil de 100 000 cellules/L pour l'ensemble de taxons.

¹ Geographical Intercalibration Groups (GIGs), pour les membres de la CE et pays candidats. Pour plus de précisions sur les tâches et le rôle des GIGs, voir ECOSTAT 2004, *Guidance on the Intercalibration process*, dans les pages web du site <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/library>.

4.2. Définition de l'Indice de composition

Le Rapport Technique d'Intercalibration des GIGs (version janvier 2007) préconise un échantillonnage :

- tous les ans, par plan de six ans,
- avec une fréquence mensuelle.

En ce qui concerne les espèces toxiques ou nuisibles, la DCE recommande de ne prendre en considération que les blooms supérieurs à 1 000 000 cellules par litre. La liste des espèces nuisibles n'est pas encore définie.

La métrique proposée est le pourcentage d'échantillons pour lesquels le seuil d'un million de cellules par litre est dépassé, rapporté au nombre total d'échantillons.

La grille de classement proposée est la suivante :

Indice de composition	très bon	bon	moyen	médiocre	mauvais
% d'échantillons où une espèce > 1 000 000 cellules/L	< 10%	≥ 10 % < 18 %	≥ 18 % < 36 %	≥ 36 % < 80 %	> 80 %

A défaut de disposer d'une liste des espèces nuisibles, nous réaliserons cette étude sur les genres *Phaeocystis* et *Pseudo-Nitzschia* uniquement.

4.3. Etude sur la détermination d'une fréquence d'échantillonnage optimale

Comme il a été indiqué dans l'introduction, le jeu de données utilisées a été acquis dans le cadre du RHLN et du REPHY, réseaux dont les fréquences de prélèvements sont supérieures à celles préconisées par la DCE. Nous pouvons alors étudier rétrospectivement si la fréquence préconisée par la DCE, d'un prélèvement par mois sur une année, n'apporte pas de biais aux indicateurs obtenus avec la totalité des données.

Quelques biais induits :

- Au moment des efflorescences toxiques, l'échantillonnage réalisé par le RHLN ou le REPHY est rendu plus intensif, ce qui a pour conséquence l'augmentation du nombre d'échantillons avec des flores dépassant les seuils, comme ce fut le cas en 2005 avec *Pseudo-Nitzschia*.
- Les cryptophycées (nanophytoplancton), ne sont pas prises en compte par certains opérateurs. Parfois elles sont très nombreuses et de petites différences peuvent apparaître dans les indicateurs si elles sont prises en compte ou pas.

Hypothèses pour le calcul de l'indicateur d'abondance :

Un bloom est défini comme le dépassement du seuil de 100 000 cellules/L d'un seul taxon par échantillon.

Hypothèses pour le calcul de l'indicateur de composition :

La liste des espèces toxiques ou nuisibles pour le milieu marin n'étant pas définie à ce jour, nous avons retenu les échantillons où le seuil de 1 000 000 cellules/L est dépassé pour les genres *Pseudo-Nitzschia* et *Phaeocystis* uniquement.

4.3.1. Etude des fréquences d'échantillonnage sur l'Indice d'abondance

Afin de réaliser cette étude sur les fréquences d'échantillonnage, trois façons de procéder ont été testées :

- A) utilisation de toutes les abondances > 100 000 cellules/L acquises entre 2001 et 2006 pour tous les points,
- B) utilisation d'un seul prélèvement d'abondance par mois, avec dans un premier temps extraction de tous les premiers échantillons de chaque mois, puis dans un second temps, prise en compte des abondances supérieures à 100 000 cellules/L dans celui-ci,
- C) utilisation d'un seul prélèvement d'abondance par mois, avec dans un premier temps extraction de toutes les données d'abondance >100 000 cellules/L, puis dans un second temps, prise en compte du premier échantillon du mois uniquement.

	Cas A	Cas B	Cas C
	2001-2006	2001-2006	2001-2006
Chausey	15	18	25
Cancale Est	33	33	33
Champeaux	50	50	50
Hacqueville	15	16	21
Pte Roc & Donville	14	14	28
Coudeville	32	22	44
Agon	12	12	14
Pirou	13	20	22
Denneville	0	0	0
Gruchy	5	0	8
Cherbourg large	5	0	7
Cherbourg Port	8	7	14
Cap Lévy	10	7	13
Réville + Barfleur	41	41	53
St Vaast sud	27	26	41
Gougins	19	25	50
Utah	55	56	78
St Germain de Varreville	26	26	39
Grandcamp	26	26	38
Géfosse	35	39	47
Port en Bessin	49	45	64
Meuvaines	20	17	39
Les Essarts	11	4	19
Luc sur mer	28	30	46
Ouistreham	46	45	63
Cabourg	49	43	59
Bouée Carrosse	36	32	37
Antifer	29	26	44
Fécamp	15	25	38
St Aubin (76)	12	7	14
Dieppe	11	3	20

Tableau 3 : Indices d'abondance calculés pour les trois cas étudiés

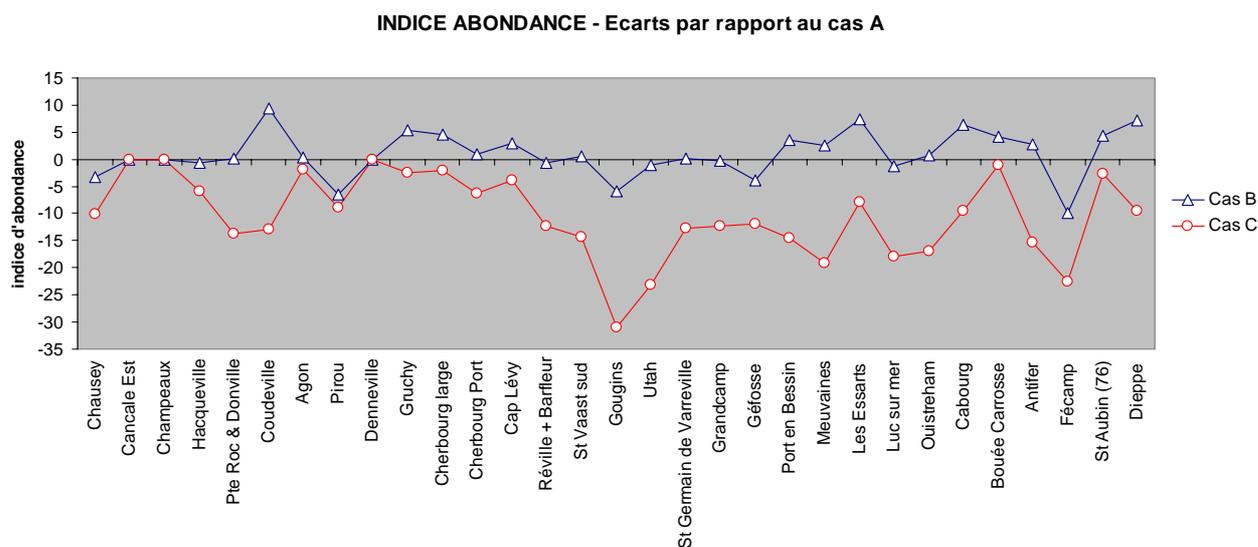


Figure 27 : Ecart des valeurs de l'indice d'abondance des cas B et C par rapport à ceux du cas A

L'étude sur l'indice d'abondance (tableau 3) montre que l'utilisation de l'ensemble des données (cas A) n'apporte pas de différences notables à la valeur de l'indice calculé en ne retenant qu'un seul échantillon par mois (cas B). Les écarts calculés pour le cas B par rapport au cas A oscillent autour de la ligne de base (cas A) sans jamais excéder 10 % (figure 27).

Dans le cas B, trois points sont passés du bleu au vert et un point du vert au bleu (tableau 3).

Les écarts du cas C par rapport au cas A sont par contre plus marqués et nombreux, avec 49 % des points déclassés par rapport au cas A, et des écarts d'indices d'abondance atteignant 30 %.

4.3.2. Etude des fréquences d'échantillonnage sur l'Indice de composition (espèces toxiques ou nuisibles)

Trois cas d'étude ont été également envisagés :

- A) utilisation de toutes les abondances > 1 000 000 cellules/L acquises entre 2001 et 2006 pour tous les points,
- B) utilisation d'un seul prélèvement d'abondance par mois, avec dans un premier temps extraction de tous les premiers échantillons de chaque mois, puis dans un second temps, prise en compte des abondances supérieures à 1 000 000 cellules/L dans celui-ci,
- C) utilisation d'un seul prélèvement d'abondance par mois, avec dans un premier temps extraction de toutes les données d'abondance > 1 000 000 cellules/L, puis dans un second temps, prise en compte du premier échantillon du mois uniquement.

L'étude sur l'indice de composition (tableau 4 et figure 28) montre de plus faibles différences que celles observées pour l'indice d'abondance. Pour le cas B, cinq points ont basculé du bleu au vert. Dans le cas C, nous retrouvons ces mêmes cinq points, plus Cancale Est, qui passe du bleu au jaune avec une valeur de 33 %. En observant alors les valeurs des écarts d'indice de la figure 28, nous constatons cependant que c'est encore le cas C qui s'écarte le plus du cas A.

	Cas A	Cas B	Cas C
	2001-2006	2001-2006	2001-2006
Chausey	4	7	7
Cancale Est	0	0	33
Champeaux	25	25	25
Hacqueville	0	0	0
Pte Roc & Donville	2	1	4
Coudeville	11	11	11
Agon	3	5	5
Pirou	0	0	0
Denneville	0	0	0
Gruchy	0	0	0
Cherbourg large	0	0	0
Cherbourg Port	0	0	0
Cap Lévy	0	0	0
Réville + Barfleur	5	6	6
St Vaast sud	6	9	9
Gougins	5	13	13
Utah	9	11	11
St Germain de Varreville	6	13	13
Grandcamp	4	5	5
Géfosse	6	10	10
Port en Bessin	7	14	14
Meuvaines	0	0	0
Les Essarts	1	0	4
Luc sur mer	4	6	6
Ouistreham	5	5	8
Cabourg	3	3	5
Bouée Carrosse	0	0	0
Antifer	1	1	1
Fécamp	0	0	0
St Aubin (76)	0	0	0
Dieppe	0	0	0

Tableau 4 : Indice d'abondance calculés pour les trois cas étudiés

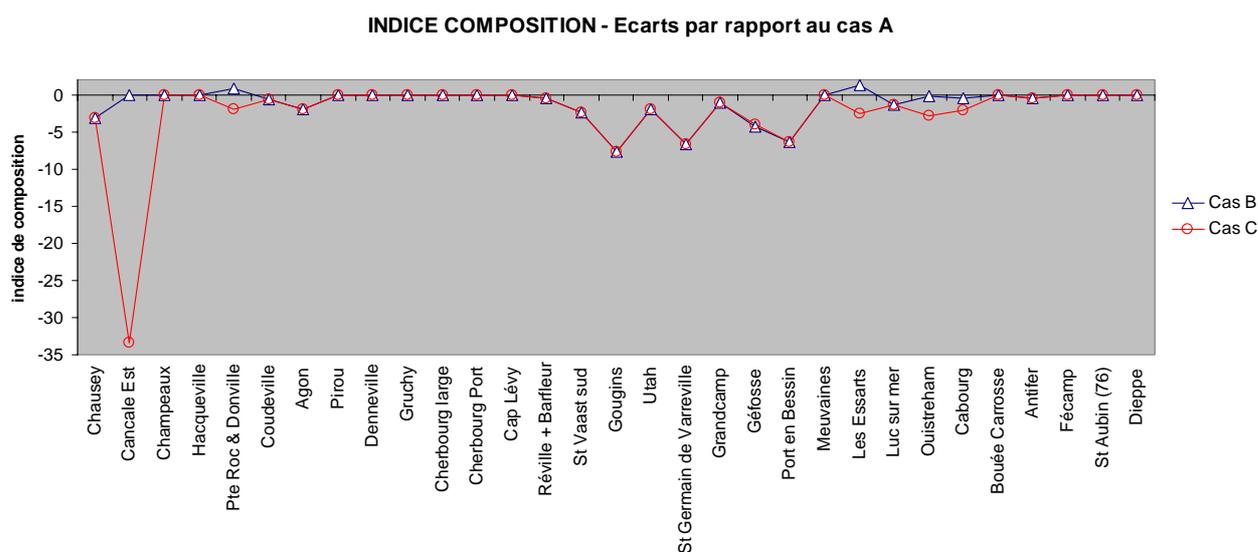


Figure 28 : Ecart des valeurs de l'indice d'abondance des cas B et C par rapport à ceux du cas A

Cette étude sur les fréquences confirme que le passage à une fréquence mensuelle de suivi dans le cadre du RHLN peut se justifier vu les différences obtenues (10 à 15 % des points reclassés dans le pire des cas). L'effort nécessaire pour doubler le nombre d'échantillons étant très consommateur en temps agent (prélèvements et analyses), il ne semble pas judicieux de maintenir une fréquence bihebdomadaire.

4.4. Indicateurs DCE sur la période 2001-2006

L'étude des fréquences menée dans le paragraphe ci-dessus nous a permis de cerner le problème de l'effort d'échantillonnage par rapport aux résultats obtenus. Maintenant, nous présenterons les résultats en nous rapprochant le plus possible des prescriptions de la circulaire du MEDD, c'est-à-dire, **avec une fréquence mensuelle** telle que décrite dans le cas B.

4.4.1. Indice d'abondance

Dans le tableau 5 nous présentons les indices pour chaque point de suivi. Parfois plusieurs points appartiennent à une même masse d'eau. C'est le cas par exemple de la masse d'eau HC03, où nous avons cinq points de suivi : Donville, Coudeville, Agon, Pirou et Denneville. Sur d'autres secteurs, un seul point est suivi, comme par exemple Antifer dans la masse d'eau HC16.

Dans ce tableau, nous observons également l'évolution de cet indice par année entre 2001 et 2006, ce qui permet d'évaluer la variabilité intra annuelle. Ainsi, pour le point Chausey, nous avons quatre années avec des indices inférieurs à 20% (bleu), et deux années (2003 et 2006) où l'indice monte à 38%. La valeur globale du plan 2001-2006 reste cependant en bleu avec un indice moyen de 18%.

Les estuaires présentent en général des valeurs de l'indice supérieures à celles observées sur les côtes plus exposées. La baie du Mont Saint Michel est ainsi en jaune et vert, tandis que les masses d'eau situées plus au nord deviennent bleues. Saint Vaast et la baie des Veys présentent davantage de couleurs jaunes que le centre de la baie de Seine, où les points Meuvaines et les Essarts sont en bleu.

Le suivi des masses d'eau DCE à partir des points du réseau régional RHLN ne permet pas d'évaluer le secteur HC04. Dans ce secteur, situé au nord-ouest du Cotentin nous pouvons toutefois approcher cet indice grâce aux données acquises lors du programme de surveillance des rejets de l'usine de Cogema à La Hague (tableau 6). Les dénombrements phytoplanctoniques ont démarré sur les points Jobourg et Barneville en 2003, avec une fréquence mensuelle entre mars et octobre, plus un prélèvement en janvier (tableau 2). Ces points sont classés en qualité *bonne* (vert) sur la période 2001-2006, mais leur évolution est favorable, car Jobourg passe du vert en 2003-2004 au bleu en 2005-2006. A Barneville ce phénomène est encore plus marqué avec un classement en qualité *moyenne* (jaune) en 2003-2004 et passant au bleu également sur la période 2005-2006.

En règle générale, nous observons pour cet indicateur une forte variabilité intra annuelle. Dans le cas des points Luc et Ouistreham, et sur la période 2001-2006, l'indicateur passe du bleu à l'orange.

Point	ME	Indice abondance (1er ech. du mois)						2001-2006	par ME	
		2001	2002	2003	2004	2005	2006		2001-2006	2001-2006
Chausey	HC01	17	17	38	0	0	38	18	18	HC01
Cancale Est	HC02						33	33	23	HC02
Champeaux							50	50		
Hacqueville					0	22	33	16		
Pte Roc & Donville	HC03	0	8	17	8	17	33	14	14	HC03
Coudeville							22	22		
Agon		17	17	11	0	17	11	12		
Pirou		20	50	13	14	33	0	20		
Denneville							0	0		
Gruchy	HC05				0	0		0	0	HC05
Cherbourg large	HC06				0	0	0	0	0	HC06
Cherbourg Port	HC06M					0	14	7	7	HC06M
Cap Lévy	HC07				0	14	0	7	7	HC07
Réville + Barfleur	HC08				20	63	25	41	41	HC08
St Vaast sud	HC09			10	0	63	38	26	26	HC09
Gougins							25	25		
Utah	HC10						56	56	29	HC10
St Germain de Varreville		20	50	0	0	50		26		
Grandcamp		8	17	33	17	50	38	26		
Géfosse	HT6M		57	44	17	45	42	39	39	HT6M
Port en Bessin	HC11				33	56	43	45	45	HC11
Meuvaines	HC12				0	33	13	17	17	HC12
Les Essarts	HC13			0	0	10	0	4	4	HC13
Luc sur mer	HC14	17	30	71	29	20	25	30	36	HC14
Ouistreham		0	14	71	43	50	50	45		
Cabourg	HC15	20	40	42	50	50	42	43	43	HC15
Bouée Carrosse	HT3M		67	22	33		0	32	32	HT3M
Antifer	HC16	8	25	25	17	42	42	26	26	HC16
Fécamp	HC17						25	25	14	HC17
St Aubin (76)					0	13		7		
Dieppe	HC18	0	0	0	17	0		3	3	HC18

Tableau 5 : Evolution de l'indice d'abondance (%) par année, entre 2001 et 2006, et sur l'ensemble des 6 années par point de suivi RHLN. La dernière colonne présente la synthèse de cet indice par masse d'eau DCE

Point	ME	Indice abondance 1 ech/mois					2001-2006	par ME		
		2001	2002	2003	2004	2005		2006	2001-2006	2001-2006
Jobourg	HC04			33	22	13	11	20	24	HC04
Barneville				56	44	0	11	28		

Tableau 6 : Evolution de l'indice d'abondance (%) par année, entre 2003 et 2006, et sur l'ensemble du plan de 6 années pour la masse d'eau HC04 à partir des données du suivi de surveillance de l'usine Cogema de La Hague

La figure 29 présente les différentes masses d'eau avec leur classement sur l'ensemble de la période 2001-2006 (dernière colonne des tableaux 5 et 6). Ce classement tient compte des valeurs obtenues sur tous les points d'échantillonnage présents dans la masse d'eau.

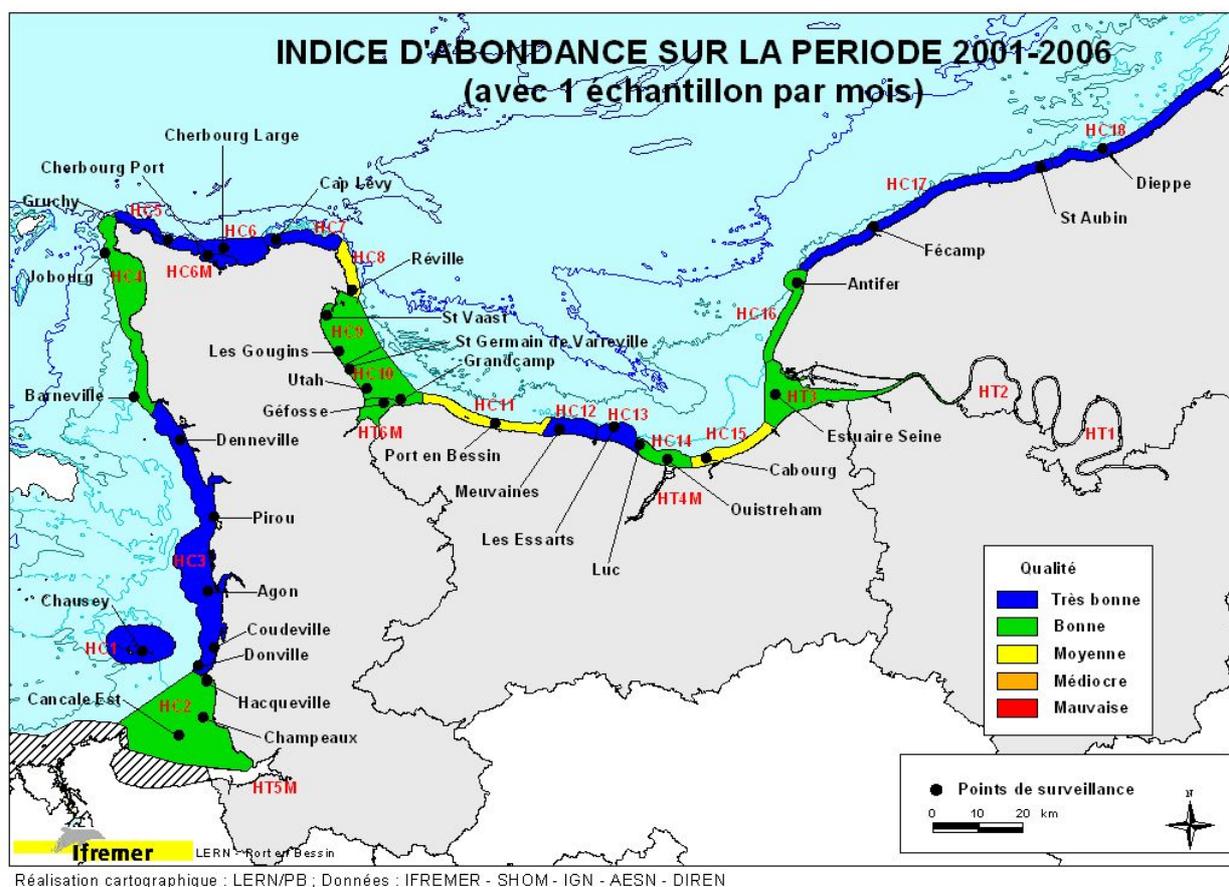


Figure 29 : Indice d'abondance par masse d'eau calculé sur la base d'un seul échantillon par mois et un seul taxon par échantillon supérieur à 100 000 cellules/L entre 2001 et 2006

4.4.2. Indice de composition

De même que pour l'indice d'abondance, le tableau 7 présente l'indice de composition pour chaque point de suivi. Le classement des points et des masses d'eau sur la base des blooms de *Pseudo-Nitzschia* et *Phaeocystis* avec un pas d'échantillonnage mensuel place 26 points en couleur bleue, 6 en vert et un en jaune. Ce dernier point est celui de Champeaux, où nous ne disposons que d'un très faible nombre de données (tableau 2). Si par contre nous abordons le problème par masse d'eau, nous en trouvons 18 en bleu et trois en vert.

Les points classés en vert ou jaune sont sous l'influence de la baie du Mont Saint Michel (Champeaux et Coudeville), le long de la côte est du Cotentin ou en baie des Veys (points Gougins, Utah, Saint Germain et Géfosse). Le point Port-en-Bessin est également concerné. Les points sous l'influence de la Seine sont classés en très bonne qualité (bleu) principalement en raison du fait que les taxons *Phaeocystis* et *Pseudo-Nitzschia* n'ont pas d'affinités avec les eaux de l'estuaire aval comme nous avons pu le démontrer dans le paragraphe 2.2. Le changement de méthode de calcul ou l'élargissement de la liste de taxons considérés nuisibles peut changer de façon significative ce classement provisoire.

Point	ME	Indice composition (1er ech. du mois)							par ME	
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2001-2006	2001-2006	
Chausey	HC01	0	0	13	0	0	25	7	7	HC01
Cancale Est	HC02						0	0	4	HC02
Champeaux	HC02						25	25		
Hacqueville	HC02				0	0	0	0		
Pte Roc & Donville	HC03	0	0	0	0	0	8	1	2	HC03
Coudeville	HC03						11	11		
Agon	HC03	17	0	11	0	0	0	5		
Pirou	HC03	0	0	0	0	0	0	0		
Denneville	HC03						0	0		
Gruchy	HC05				0	0		0		
Cherbourg large	HC06				0	0	0	0	0	HC06
Cherbourg Port	HC06M					0	0	0	0	HC06M
Cap Lévy	HC07				0	0	0	0	0	HC07
Réville + Barfleur	HC08				0	13	0	6	6	HC08
St Vaast sud	HC09			0	0	25	13	9	10	HC09
Gougins	HC09						13	13		
Utah	HC10						11	11	8	HC10
St Germain de Varreville	HC10	0	33	0	0	25		13		
Grandcamp	HC10	0	17	0	0	0	13	5		
Géfosse	HT6M		29	0	0	18	8	10	10	HT6M
Port en Bessin	HC11				17	22	0	14	14	HC11
Meuvaines	HC12				0	0	0	0	0	HC12
Les Essarts	HC13			0	0	0	0	0	0	HC13
Luc sur mer	HC14	0	10	0	0	10	13	6	5	HC14
Ouistreham	HC14	0	14	0	14	0	0	5		
Cabourg	HC15	0	0	8	0	8	0	3	3	HC15
Bouée Carrosse	HT3M		0	0	0		0	0	0	HT3M
Antifer	HC16	0	0	8	0	0	0	1	1	HC16
Fécamp	HC17						0	0	0	HC17
St Aubin (76)	HC17				0	0		0	0	HC17
Dieppe	HC18	0	0	0	0	0		0	0	HC18

Tableau 7 : Evolution de l'indice de composition (%) par année, entre 2001 et 2006, et sur l'ensemble des 6 années par point de suivi RHLN. La dernière colonne présente la synthèse de cet indice par masse d'eau DCE

Point	ME	Indice composition (1er ech. du mois)						par ME		
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2001-2006	2001-2006	
Jobourg	HC04			11	0	0	0	3	3	HC04
Barneville				11	0	0	0	3		

Tableau 8 : Evolution de l'indice de composition (%) par année, entre 2003 et 2006, ainsi que la valeur de l'ensemble du plan de 6 années pour la masse d'eau HC04 à partir des données du suivi de surveillance de l'usine Cogema de La Hague

La masse d'eau HC04, classée en bleu dans son ensemble présente une évolution favorable, avec des valeurs qui classent les deux points de suivi, Jobourg et Barneville en vert en 2003, puis en bleu entre 2004 et 2006 (tableau 8).

Dans la figure 30 sont présentés les différentes masses d'eau avec leurs classements globaux sur le plan 2001-2006. Ces classements tiennent compte des valeurs obtenues sur tous les points d'échantillonnage présents dans la masse d'eau.

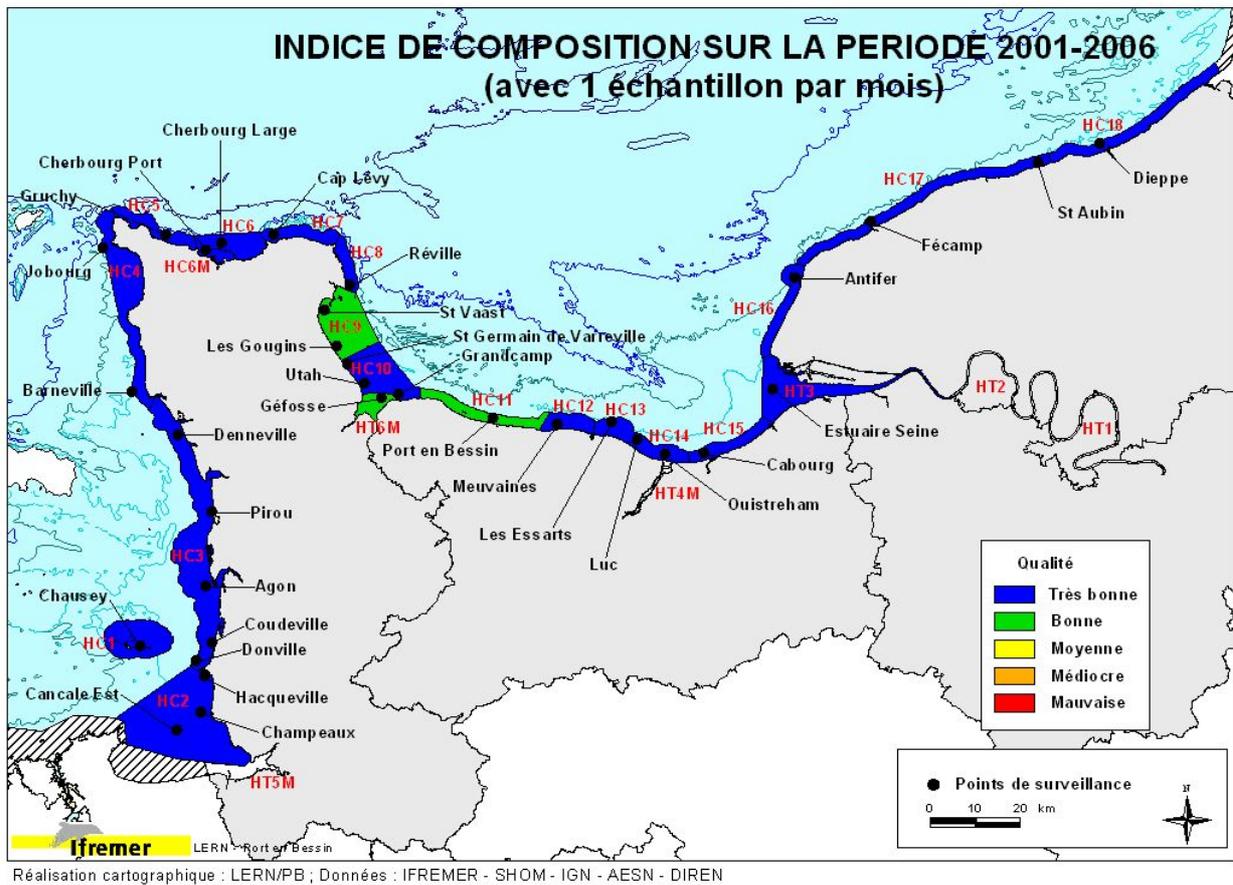


Figure 30 : Indice de composition par masse d'eau calculé sur la base d'un seul échantillon par mois et un seul taxon par échantillon supérieur à 1 000 000 cellules/L entre 2001 et 2006. Les taxons toxiques ou nuisibles pour l'environnement marin considérés sont *Pseudo-Nitzschia* et *Phaeocystis*

5.- CONCLUSIONS

Nous avons étudié les abondances totales, la distribution spatio-temporelle des abondances par taxon, ainsi que l'évolution des deux indicateurs proposés par la DCE (indicateur d'abondance et indicateur de composition). Cet ensemble donne une vision de synthèse de l'état du compartiment phytoplanctonique au sein des masses d'eau normandes sur la période 2001-2006.

Les maximums d'abondance observés en figure 2, calculés sur l'ensemble des valeurs obtenues sur les points normands, ont lieu fréquemment en juillet-août, tandis qu'en Manche occidentale ce maximum est observé en juin-juillet (Del Amo, 1997, Sournia *et coll.*, 1987), donc avec un mois d'avance par rapport à la Manche orientale. Les successions phytoplanctoniques sont composées des mêmes espèces dominantes. Des espèces du genre *Rhizosolenia* au printemps et des espèces de plus petite taille en été. Le cas typique est celui des efflorescences de *R. delicatula* (Grall, 1972 ; Sournia *et coll.*, 1987 ; Videau *et coll.*, 1998). En été, les espèces du genre *Chaetoceros* peuvent présenter de très fortes abondances, comme c'est le cas sur toute la Manche et la côte atlantique.

La distribution des différents taxons dans l'espace se fait selon leurs affinités aux conditions de milieux qui varient selon les secteurs. Nous rencontrons une forte variété de conditions en Normandie, avec des côtes ouvertes au large (nord et sud-ouest Cotentin, nord-est de Fécamp), des côtes avec des zones semi fermées (milieu de la baie de Seine et côte est du Cotentin), des baies et estuaires saumâtres (baie du Mont Saint Michel, Baie des Veys et baie de Seine orientale) et des points estuariens très influencés par les fleuves (point Carosse à l'embouchure de la Seine).

Le genre *Rhizosolenia*, composé de cellules de grande taille se développe préférentiellement entre avril et juin dans les eaux ouvertes ou semi ouvertes où la salinité est supérieure à 30.

Phaeocystis et *Pseudo-Nitzschia*, se développent entre avril et juin, et ont une plus forte affinité pour les eaux semi ouvertes. Elles sont moins observées dans les eaux dessalées de la baie de Seine orientale.

Chaetoceros, plus abondante dans les eaux semi ouvertes et les baies, atteint son maximum d'abondance entre juin et septembre, au moment où les concentrations en nutriments sont au plus bas.

Skeletonema costatum et la classe des Cryptophycées sont davantage observées dans les baies et estuaires de Normandie, entre décembre et mars.

La classe des dinoflagellés se développe après les blooms printaniers de diatomées, entre août et octobre, voire même en décembre parfois. Elle se trouve dans les panaches des fleuves et tout particulièrement dans les eaux de la baie de Seine et le panache de la Dives.

Les taxons *Dinophysis* et *Pseudo-Nitzschia* sont les plus suivis dans les eaux normandes en raison de leur toxicité (toxines DSP produites par *Dinophysis* et ASP produites par *Pseudo-Nitzschia*). Leur apparition génère chaque année des fermetures de zones de production conchylicole ou de pêche pour *Dinophysis* et des zones de pêche pour *Pseudo-Nitzschia*. *Dinophysis* est observé de mai à novembre, avec un maximum d'abondance au mois d'août et *Pseudo-Nitzschia* toute l'année, avec les plus fortes abondances en zone côtière entre mai et juillet. Le genre *Phaeocystis* ne présente pas de toxicité, mais produit des fortes efflorescences, nuisibles pour le milieu marin. Nous l'observons en Normandie entre avril et juin de chaque année.

La distribution de l'indice d'abondance, calculé selon le dernier décret du MEDD du 5 mars 2007, met en évidence une qualité des eaux *très bonne* pour environ la moitié des masses d'eau. Ceci concerne les eaux ouvertes et la zone centrale de la baie de Seine (points Meuvaines et Essarts) ;

une qualité *moyenne* pour les eaux des points situés dans la baie du Mont Saint Michel, Réville, Port-en-Bessin et Cabourg et *bonne* pour le reste de points.

L'indice de composition conclu à des eaux de *très bonne* qualité sur 90 % des masses d'eau. Les secteurs de l'est Cotentin, la baie des Veys et Port-en-Bessin sont classés en *bonne* qualité.

Ces résultats, très dépendants des hypothèses de calcul, doivent être pris avec précautions dans les comparaisons futures à effectuer. Sur les six années d'étude, les fréquences et les points suivis n'ont pas été homogènes. De plus, les dénombrements peuvent être biaisés par l'expérience des opérateurs lors des dénombrements et identification des taxons, ainsi que par la forte variabilité spatiale propre au phytoplancton. Seul le cumul de plusieurs décennies de suivi permettra de minimiser les effets de cette variabilité.

L'étude des fréquences optimales d'échantillonnage, suggère que le réseau RHLN pourra se contenter d'un prélèvement mensuel, comme préconisé par la circulaire du MEDD en 2007. Ceci introduira, au maximum, des modifications du classement de 10% par rapport au classement obtenu avec le double d'échantillons. Cette faible différence ne justifie pas la poursuite de l'effort d'échantillonnage actuel, et devrait même décroître dans les années à venir avec l'augmentation du nombre de données.

Il est par contre indispensable que l'échantillonnage dans les six années à venir soit réalisé avec une fréquence mensuelle et sur les mêmes points chaque année. Le respect de ces deux conditions permettra un meilleur traitement des données en séries temporelles lors du prochain bilan (2013).

6.- BIBLIGRAPHIE

DEL AMO, Y., QUEGUINER, B., TREGUER, P., BRETON, H., LAMPERT, L.. 1997
Impact of high-nitrate freshwater inputs on macrotidal ecosystems. II. Specific role of the silicic acid pump in the year-round dominance of diatoms in the Bay of Brest (France). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 161 : 225-237.

ELBRÄCHTER, M., SCHNEPF, E. 1996
Gymnodinium chlorophorum, a new, green, bloom-forming dinoflagellate (Gymnodiniales, Dinophyceae) with a vestigial prasinophyte endosymbiont. *Phycologia* Vol. 35 : 381-393.

GRALL, J.-R. 1972
Développement printanier de la diatomée *Rhizosolenia delicatula* près de Roscoff. *Marine Biology* 16 : 41-48.

SOURNIA, A., BIRRIEN, J.-L., DOUVILLÉ, J.-L., KLEIN, B., VIOLLIER, M. 1987
A daily study of the diatom spring bloom at Roscoff (France) in 1985. I. The spring bloom within the annual cycle. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 25 : 355-367.

VIDEAU, C., RYCKAERT, M., L'HELGUEN, S. 1998
Phytoplankton en baie de Seine. Influence du panache fluvial sur la production primaire. *Oceanologica Acta* Vol. 21, N°6 : 907-921.

ANNEXES

Dans les pages suivantes sont présentés, pour chacun des points :

- la contribution des principales espèces (en %) sur celles qui dépassent les seuils 100 000 cellules/L ou 1 000 000 cellules/L,
- l'évolution temporelle des dominances sur les points où des flores totales ont été réalisées,
- un commentaire relatif à ces dominances ou aux successions phytoplanctoniques.

CHAUSEY

Distribution partielle des principaux taxons sur 81 flores (partielles) de 2001 à 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PHAE : 31% ; RHIZFRA (*Rhizosolenia fragilissima*) : 23% et 15% pour les taxons PSNZ, RHIZDEL et SKELCOS.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

PHAE : 33% ; RHIZFRA : 33% et 17% pour les taxons PSNZ et RHIZDEL.

Commentaires : milieu essentiellement dominé par des diatomées.

CANCALE EST

Distribution partielle des principaux taxons sur 4 flores (partielles) en 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PHAE : 100%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : bien que le nombre de flores disponibles soit restreint, la flore de Cancale semble présenter les caractéristiques des flores des baies.

CHAMPEAUX

Distribution partielle des principaux taxons sur 3 flores (partielles) en 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PHAE : 100%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

PHAE : 100%.

Commentaires : bien que le nombre de flores disponibles soit restreint, la flore de Champeaux semble présenter les caractéristiques des flores des baies.

HACQUEVILLE

Distribution partielle des principaux taxons sur 33 flores (partielles) entre 2004 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PHAE et CHAE : 33% ; RHIZFRA et LITHUND (*Lithodesmium undulatum*) : 17%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : ce point, encore influencé par la baie du Mont Saint Michel et sa flore, présente des caractéristiques proches des flores des baies.

DONVILLE et Pte DU ROC

Ces deux points d'échantillonnage étant très proches, ils ont été traités ensemble.

Distribution partielle des taxons sur 113 flores totales et 22 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006, qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

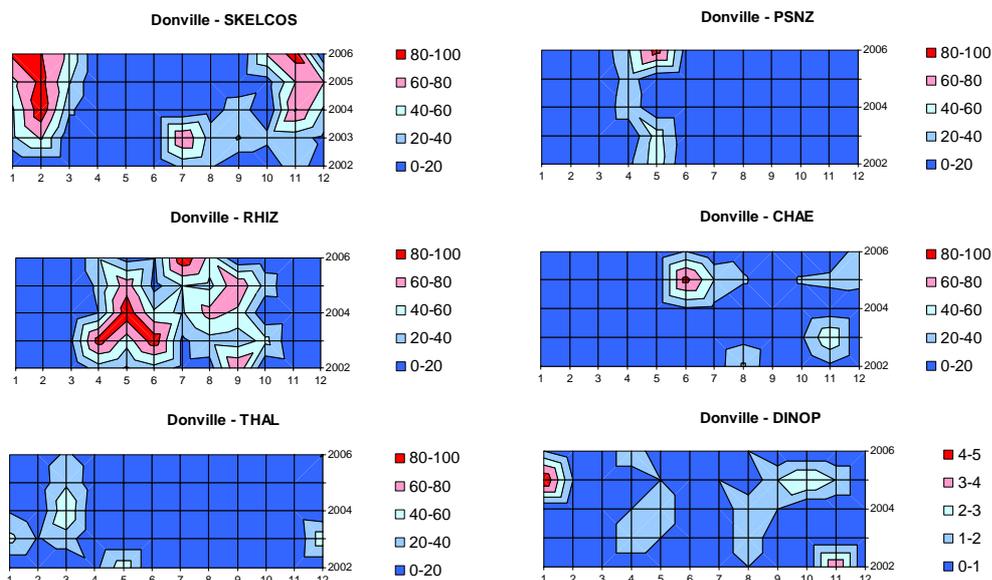
PHAE : 20% ; 17% pour RHIZFRA, SKELCOS, et CRYPTOPHYCEES et 13% PSNZ.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

PHAE : 43% ; RHIZFRA : 29% et 14% pour CHAE et CRYPTOPHYCEES.

Evolution temporelle :

Sur la série de 113 flores totales réalisées il est possible de suivre l'évolution des quelques taxons remarquables tels que :



Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année

Commentaires : tout près du point Hacqueville, Donville est également influencé par le fonctionnement de la baie du Mont Saint Michel.

COUDEVILLE

Distribution partielle des principaux taxons sur 19 flores (partielles) en 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PSNZ : 50% ; PHAE : 25 et 13% pour RHIZFRA et THAL.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

PHAE : 67% et RHIZFRA : 33%.

Commentaires : bien que nous ne disposions que d'une année d'échantillonnage, les peuplements présents peuvent être considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

AGON

Distribution partielle des principaux taxons sur 75 flores (partielles) réalisées entre 2001 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PHAE et RHIZFRA : 30% ; PSNZ : 20% et 10% CHAE et SKELCOS.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

PHAE : 67% et CHAE : 33%.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

PIROU

Distribution partielle des principaux taxons sur 69 flores (partielles) réalisées entre 2001 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

ASTEGLA : 56% et 11% pour PSNZ, RHIZFRA, SKELCOS et CHAE.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

33% pour les taxons RHIZFRA, CHAE et ASTEGLA (*Asterionella glacialis*).

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

DENNEVILLE

Distribution partielle des principaux taxons sur 18 flores (partielles) en 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : pas de dépassement des seuils DCE. L'examen des peuplements indique cependant que Denneville a des caractéristiques floristiques correspondant aux eaux ouvertes de la Manche.

BARNEVILLE

Distribution partielle des principaux taxons sur 36 flores totales réalisées entre 2003 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

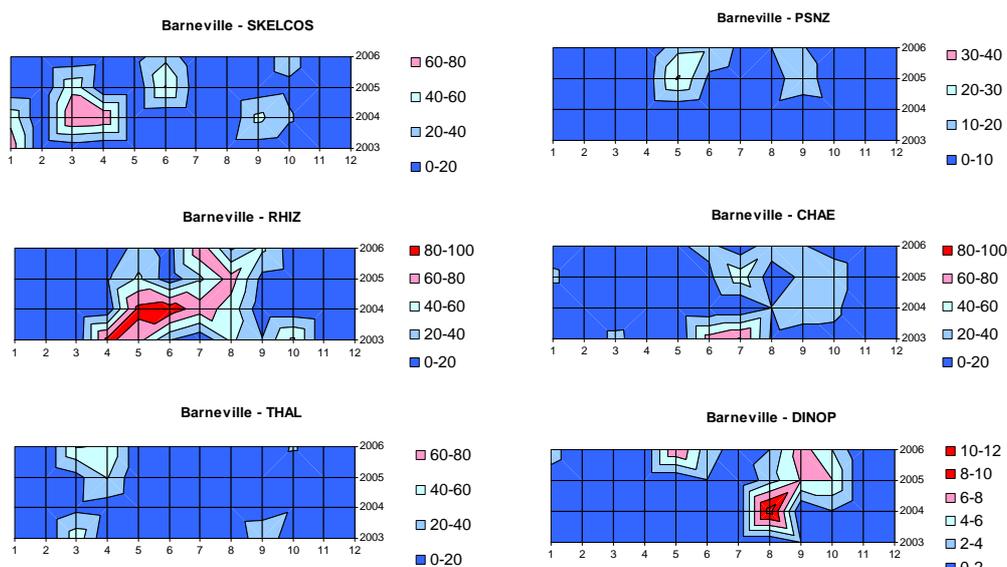
CHAE, RHIZDEL et SKELCOS : 21% ; PHAE : 14%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

33% pour les taxons CHAE, PHAE et GYMNAG (*Gymnodinium nagasakiense*).

Evolution temporelle :

Sur la série de 36 flores totales réalisées il est possible de suivre l'évolution des quelques taxons remarquables tels que :



Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année

Commentaires : sur la pointe nord-ouest du Cotentin nous observons un peu plus de dinoflagellés que sur les points plus au sud.

JOBOURG

Distribution partielle des principaux taxons sur 35 flores totales réalisées entre 2003 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

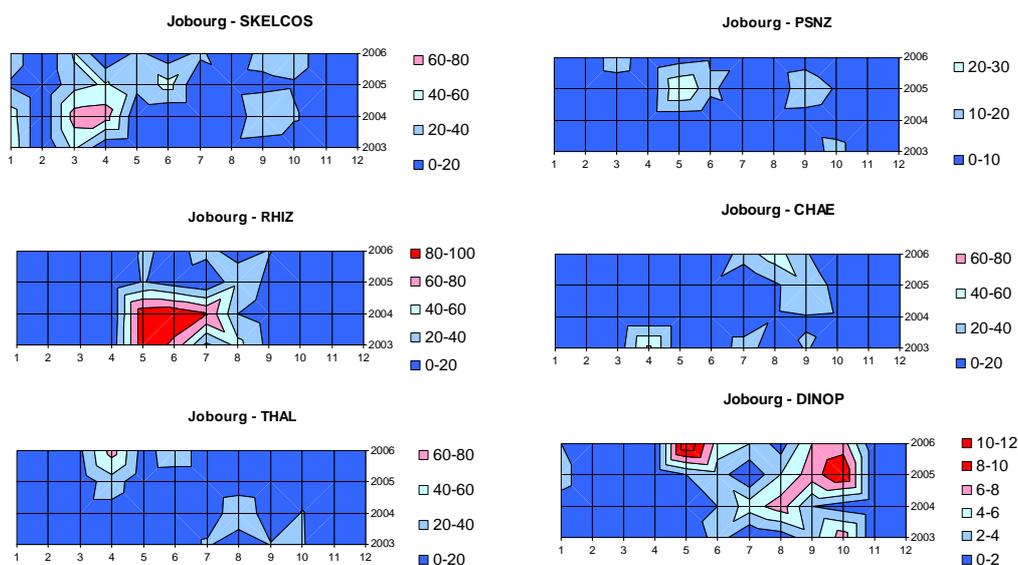
PHAE : 43% ; RHIZDEL : 29% ; GYMNAG et CHAESOC (*Chaetoceros socialis*) : 14%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Evolution temporelle :

Sur la série de 35 flores totales réalisées il est possible de suivre l'évolution des quelques taxons remarquables tels que :



Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année

Commentaires : comme au point Barneville, nous observons un peu plus de dinoflagellés que sur les points plus au sud.

GRUCHY

Distribution partielle des principaux taxons sur 19 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2005 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

RHIZDEL : 100%

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : bien que nous ne disposions que de deux années d'échantillonnage, les peuplements présents semblent être représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

CHERBOURG LARGE

Distribution partielle des principaux taxons sur 22 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

RHIZDEL : 100%

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

CHERBOURG PORT

Distribution partielle des principaux taxons sur 25 flores (partielles) réalisées entre 2005 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

50% pour SKELCOS et CHAE.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : contrairement aux flores du point Cherbourg Large, nous observons des peuplements plus caractéristiques des baies, avec une plus forte dominance des espèces telles que SKELCOS.

CAP LEVY

Distribution partielle des principaux taxons sur 21 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

50% pour RHIZDEL et PSNZ.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

REVILLE et BARFLEUR

Distribution partielle des principaux taxons sur 37 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PSNZ : 52% ; CHAE : 14% et 10% pour PHAE et RHIZDEL.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

PHAE : 67% et LEPT (*Leptocylindrus* sp.): 33%.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

SAINT VAAST

Distribution partielle des principaux taxons sur 78 flores (partielles) réalisées entre 2003 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PSNZ : 30% ; 16% PHAE et RHIZDEL et 12% CHAE et RHIZSTO (*Rhizosolenia stolterfothii*).

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

PHAE : 44% ; CHAE : 22% et 11% PSNZ, THAL et LEPT.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

GOUGINS

Distribution partielle des principaux taxons sur 21 flores (partielles) réalisées en 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

THAL : 38% et 13% PHAE, PSNZ, RHIZDEL, CHAE, ODONAUR (*Odontella aurita*).

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

33% PHAE, CHAE et THAL.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

UTAH

Distribution partielle des principaux taxons sur 22 flores (partielles) réalisées en 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

CHAE : 29% ; 14% : PHAE et PSNZ.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

CHAE : 50% ; PHAE : 33% et THAL : 17%.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

SAINT GERMAIN

Distribution partielle des principaux taxons sur 81 flores (partielles) réalisées entre 2001 et 2005 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PSNZ : 38% ; 17% : PHAE et RHIZSTO.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

PHAE : 43% ; PSNZ : 29% et RHIZDEL : 14%.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec une influence un peu plus marquée qu'au point Utah des milieux estuariens.

GRANDCAMP

Distribution partielle des taxons sur 71 flores totales et 77 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

RHIZDEL : 22% ; PSNZ : 19% ; 15% PHAE, CHAE et RHIZSTO.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :
 PHAE : 64% ; RHIZDEL : 18%.

Evolution temporelle :

Sur la série de 71 flores totales réalisées entre 2002 et 2004, il est possible de suivre l'évolution des quelques taxons remarquables. Nous allons regrouper ces flores totales avec celles du point Géfosse, tout proche du point Grandcamp, pour analyser l'évolution temporelle dans la fiche du point Géfosse.

Commentaires : le point Grandcamp fait partie de la masse d'eau HC10, mais la proximité de celui de Géfosse, situé dans la masse d'eau de transition HT6 fait que leur distribution phytoplanctonique est très similaire et représentative des milieux estuariens ouverts.

GEFOSSE

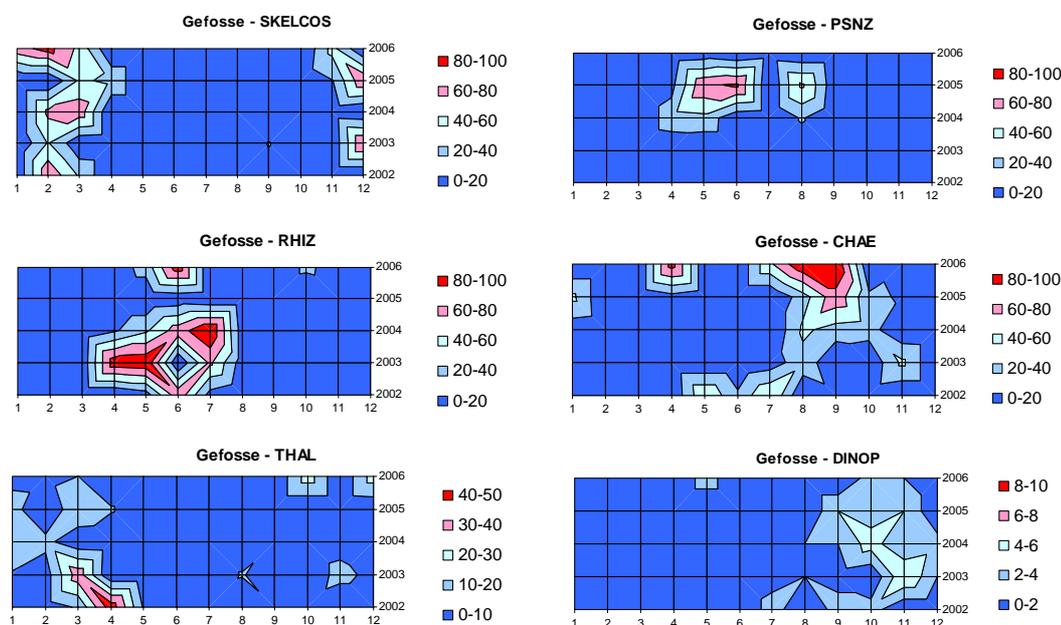
Distribution partielle des taxons sur 84 flores totales et 38 flores partielles réalisées entre 2002 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :
 PSNZ : 20% ; 15% RHIZDEL et CHAE ; RHIZSTO : 12%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :
 PHAE : 36% ; PSNZ : 21% ; 14% RHIZDEL, CHAE et LEPT.

Evolution temporelle :

Sur la base des 155 flores totales de Grandcamp et Géfosse, nous pouvons observer l'évolution des principaux taxons dans le temps.



Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année

Commentaires : bien que caractéristique des milieux estuariens et des baies, l'influence des dinoflagellés n'est pas encore très marquée sur cette masse d'eau.

PORT EN BESSIN

Distribution partielle des principaux taxons sur 55 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PSNZ : 40% ; 11% RHIZDEL, LEPT.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

LEPT : 36% ; 18% PHAE et PSNZ.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens. L'absence d'estuaire sur le secteur permet de s'interroger sur l'influence que pourraient avoir en la matière les résurgences de l'Aure, nombreuses de part et d'autre du port de Port-en-Bessin.

MEUVAINES

Distribution partielle des principaux taxons sur 70 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PSNZ : 44% ; LEPT : 25% et RHIZDEL 13%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

LEPT : 100%.

Commentaires : les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec une faible influence des eaux estuariennes.

LES ESSARTS

Distribution partielle des principaux taxons sur 80 flores (partielles) réalisés entre 2003 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

PSNZ : 55%

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

PHAE : 100%

Commentaires : Les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

LUC

Distribution partielle des taxons sur 60 flores totales et 106 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

CHAE : 31% ; RHIZDEL : 22% ; PSNZ : 13%. Puis, une multitude de taxons de dinoflagellés qui représentent dans l'ensemble 8%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

PHAE : 31% ; RHIZDEL : 25% ; CHAE : 19% ; PSNZ : 13%.

Commentaires : une vraie coupure dans la distribution phytoplanctonique est opérée avec le point précédent des Essarts. Luc présente clairement les distributions des estuaires et baies où les dinoflagellés deviennent plus présents et où les espèces telles que SKELCOS sont plus nombreuses.

OUISTREHAM

Distribution partielle des principaux taxons sur 127 flores (partielles) réalisées entre 2001 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

CHAE : 29% ; PSNZ : 19% ; RHIZDEL : 11%. Puis, une multitude de taxons de dinoflagellés qui représentent dans l'ensemble 7%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

CHAE : 51% et 11% PHAE et RHIZDEL.

Commentaires : ce point présente le même type de caractéristiques estuariennes que le point LUC.

CABOURG

Distribution partielle des taxons sur 170 flores totales et 19 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

CHAE : 25% ; puis, 33 taxons avec des faibles dominances, dont les dinoflagellés comptent pour 20%.

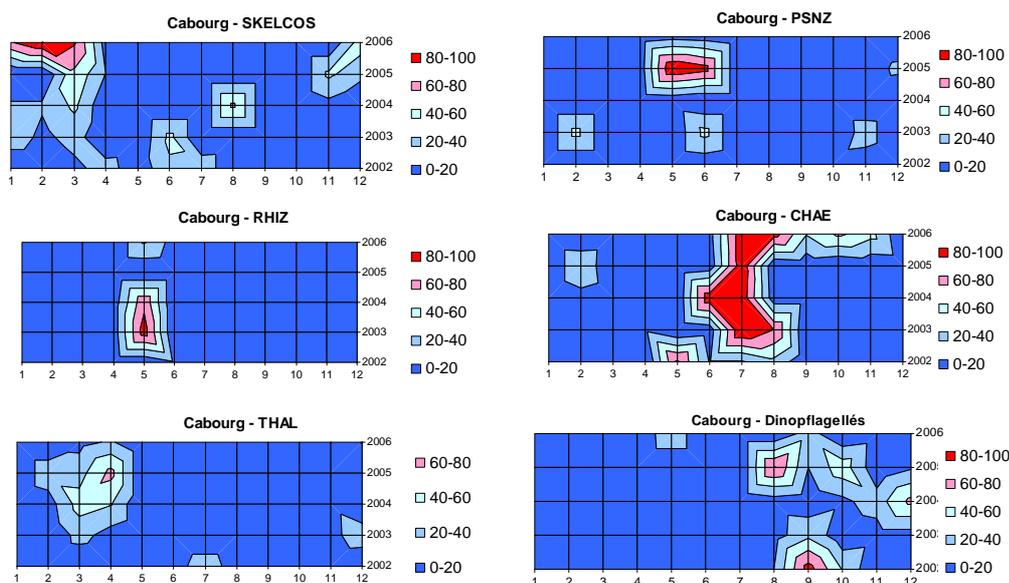
Seuil > 1 000 000 cellules/L :

CHAE : 54% ; puis 12% de taxons appartenant à la classe de dinoflagellés.

Evolution temporelle :

Sur la base des 170 flores totales nous pouvons observer l'évolution des principaux taxons dans le temps.

Commentaires : ce point se situe dans le panache de la Dives et présente des caractéristiques très marquées d'un estuaire semi fermé, avec de forts développements de dinoflagellés et des marées rouges en été. Ces dernières sont essentiellement dues aux espèces du dinoflagellé *Prorocentrum*. Ces blooms de dinoflagellés peuvent être fréquents et dominer largement les peuplements phytoplanctoniques. Le genre toxique *Dinophysis* est souvent rencontré en été et en automne, et parfois même en hiver.



Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année

BOUEE CAROSSE

Distribution partielle des taxons sur 27 flores totales (2002-2004) et 1 flore partielle (2006) qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :
SKELCOS et CHAE : 32%

Seuil > 1 000 000 cellules/L :
SKELCOS : 45% ; CHAE : 36%.

Commentaires : ce point, situé très en aval dans l'estuaire de la Seine, présente des caractéristiques estuariennes, mais moins marquées que celles observées sur les points de Cabourg et Antifer qui l'encadrent vers le nord et le sud. Les espèces telles que CHAE et SKELCOS abondent, mais les dinoflagellés n'y sont pas aussi nombreux. Ces derniers préférant les eaux stratifiés et calmes, suggérant une plus forte turbulence au point Carosse.

ANTIFER

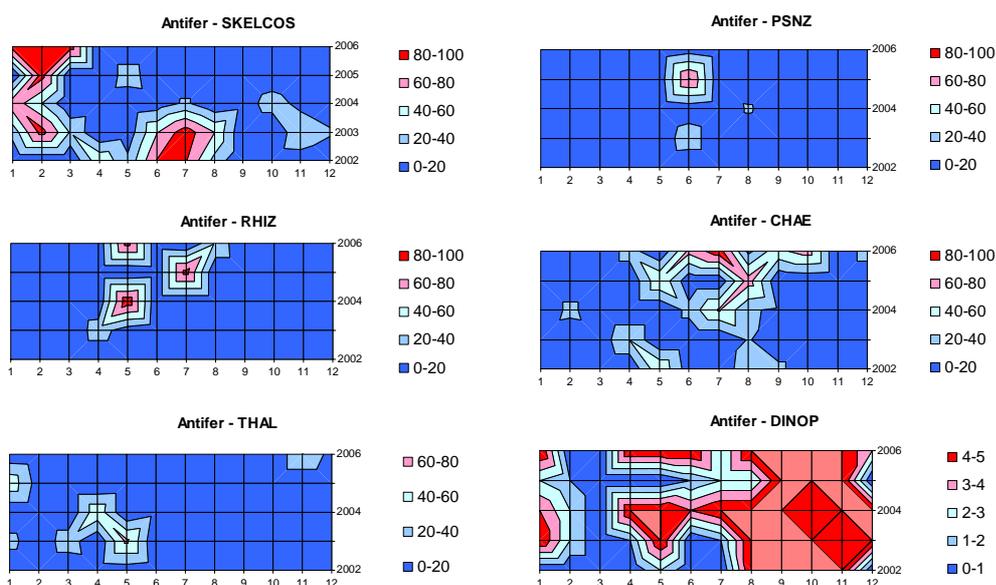
Distribution partielle des taxons sur 188 flores totales et 35 flores partielles réalisées entre 2001 et 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :
CHAE : 24% ; SKELCOS : 20% ; PSNZ : 14% ; puis, 21 taxons avec des faibles dominances, dont les dinoflagellés comptent pour 14%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :
SKELCOS : 33% ; CHAE : 31%.

Evolution temporelle :

Sur la base des 170 flores totales nous pouvons observer l'évolution des principaux taxons dans le temps.



Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année

Commentaires : le point d'Antifer est échantillonné à l'intérieur du port autonome semi fermé, ce qui lui confère des caractéristiques plus proches de celles de Cabourg que de celles de Fécamp, plus à l'est. Les dinoflagellés y sont nombreux et l'influence du panache de la Seine est encore bien présente.

FECAMP

Distribution partielle des principaux taxons sur 20 flores (partielles) en 2006 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

33% pour SKELCOS, THAL et FMNITZ (Famille Nitzschiaceae).

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : bien que nous ne disposions que d'une année de suivi, nous pouvons constater que ce point marque une vraie coupure avec les points caractéristiques de la baie de Seine. Nous observons ici des peuplements phytoplanctoniques caractéristiques des eaux ouvertes de la Manche.

SAINT AUBIN (76)

Distribution partielle des principaux taxons sur 57 flores (partielles) réalisées entre 2001 et 2005 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

RHIZDEL : 75% ; RHIZIMB : 25%.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

RHIZDEL : 100%.

Commentaires : peuplements caractéristiques des eaux ouvertes de la Manche.

DIEPPE

Distribution partielle des principaux taxons sur 26 flores (partielles) réalisées entre 2004 et 2005 qui ont présenté des abondances avec au moins un taxon dépassant les seuils DCE :

Seuil > 100 000 cellules/L :

RHIZDEL : 67% ; 17% RHIZFRA et RHIZSTO.

Seuil > 1 000 000 cellules/L :

Aucun taxon n'a dépassé ce seuil.

Commentaires : peuplements caractéristiques des eaux ouvertes de la Manche.