

Réseau Hydrologique Littoral Normand

RHLN



ANNEE 2011

RAPPORT SCIENTIFIQUE



Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : RST.LERN/13-11 Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte: <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Philippe Riou Adresse électronique : Philippe.Riou@ifremer.fr Adresse Web : www.ifremer.fr/lern/	Date de publication : Décembre 2013 Nombre de pages : 160 + Annexes Bibliographie: oui Illustration(s) : figures et tableaux Langue du rapport : français
Titre et sous-titre du rapport : Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Suivi 2011	
Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif : oui <input checked="" type="checkbox"/>	
Auteur(s) principal(aux) : Florence MENET-NEDELEC, Marion ROPERT, Claude ETOURNEAU, Philippe RIOU, Bruno FONTAINE, Sylvaine FRANCOISE, Franck JACQUELINE, Frank MAHEUX, Olivier PIERRE-DUPLESSIX, Emilie RABILLER, Benjamin SIMON et Nadine LESAULNIER. Coordination de la rédaction : Florence Menet-Nédélec Composition/traitement de données/mise en page : Florence Menet-Nédélec	Organisme / Direction / laboratoire IFREMER/LER/N IFREMER/LER/N IFREMER/LER/N IFREMER/LER/N
Collaborateur(s) : Référés/relecture : P. Riou	Organisme / Direction / laboratoire IFREMER/LER/N
Cadre de la recherche : RESEAU RHLN année 2011 Conventions AESN/DEPEE - Service Littoral et Mer, et Conseil Régional de Basse Normandie Programme : PG05 Dynamique, évaluation et surveillance des écosystèmes côtiers Convention : OUI Projet : PJA050103 Réseau Hydrologique du Littoral Normand (RHLN) Partenariats : SYMEL, SMEL du Conseil Général de la Manche, les DDTM 50 et 76 et Gardes Littorales du SYMEL.	

Résumé :

Le Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) pérenne a été approuvé en 2007 par ses partenaires, avec le triple objectif (1) de maintenir le suivi de la qualité des masses d'eau et évaluer leur niveau d'eutrophisation en réponse aux réglementations (Directive Nitrate, OSPAR, DCE), (2) de poursuivre la réflexion sur la définition des indicateurs DCE, puis (3) de développer les connaissances et de fournir des données à la modélisation.

Ce rapport réalise la synthèse des résultats obtenus en 2011, quatrième année de la mise en œuvre du RHLN pérenne, et dixième année depuis le début du suivi en Normandie. L'année 2011 a été marquée climatiquement par le fait qu'elle a été l'année la plus « chaude » depuis 1960 à Dieppe (+ 1,2°C par rapport à la normale 1981-2010), des précipitations de nouveau été inférieures à la normale en 2011 pour la troisième année consécutive, et par conséquent des débits encore largement inférieurs aux normales (- 50 % à - 60 %).

Les déficits hydrométriques de l'année 2011 et donc la limitation des apports par les bassins versants peuvent probablement expliquer la diminution de la moyenne de la biomasse sur près de 66 % des points suivis, malgré l'observation de quelques pics importants sur 21 % des points suivis, le maximum ayant été enregistré à 34 µg.L⁻¹ à Cabourg (HC15). De plus, le nombre de blooms dépassant les seuils de 100 000 cellules par litre et de 1 000 000 cellules par litre a diminué en 2011 par rapport à 2010, ces derniers ayant été observés autour de l'estuaire de Seine (HC15 - Cabourg et HC16 - Antifer Ponton Pétrolier) et à Dieppe. Le genre *Chaetoceros* a de nouveau largement dominé le peuplement phytoplanctonique principalement estival (17 blooms), et des efflorescences de cinq espèces recensées comme nuisibles par la DCE ont été observées. Malgré cette production primaire, la colonne d'eau est restée correctement oxygénée, aucune suboxie n'ayant été enregistrée au fond. L'étude des concentrations en nutriments a de nouveau montré un gradient croissant des stocks hivernaux vers l'Est de la baie de Seine, des stocks pour la plupart enrichis en azote excepté à Chausey (HC01) et à Dielette (HC04). En période estivale, la productivité phytoplanctonique ayant été moins importante en 2011, la majorité de ces stocks n'ont pas été complètement consommés, même si une carence potentielle par l'azote a été possible sur la côte Ouest du Cotentin et un peu plus modérée sur la côte Est du Cotentin et le Calvados.

L'évaluation du niveau d'eutrophisation (ou plus précisément de dystrophie) des masses d'eaux normandes au moyen des indicateurs retenus dans le cadre de la DCE et fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010, a permis de conclure que sur les 21 masses d'eau évaluées dans le cadre du RHLN 2011 : 15 peuvent être classées en « Très bon état » (dont deux par extrapolation) ; 4 en « Bon état » ; et 2 en « Etat moyen », au vue des indicateurs actuellement validés pour l'élément de qualité « Phytoplancton ».

Des réflexions sont proposées sur la définition de l'indice de composition taxonomique du phytoplancton, sur la grille d'évaluation de l'indice Biomasse pour les masses d'eau de transition, sur les méthodes d'agrégation des indices Biomasse et Abondance, et lorsque plusieurs points sont suivis par masse d'eau. Enfin, une première étude des tendances des indices est présentée et commentée.

Mots-clés : Ecosystème côtier, hydrologie, Normandie, baie de Seine, eutrophisation, grille d'évaluation de l'eutrophisation, DCE, phytoplancton, réseau hydrologique, RHLN.

Le Laboratoire Environnement Ressources de Normandie (LER/N) de l'Ifremer assure la maîtrise d'ouvrage et la conduite opérationnelle du RHLN, en bénéficiant du soutien financier de l'Agence de l'Eau Seine Normandie (délégation du littoral/DEPEE) et du Conseil Régional de Basse Normandie.

Contribuent également à ce réseau de par leur soutien technique et opérationnel :

- **la DDTM 50 et la DDTM 76,**
- **Le SMEL du Conseil Général de la Manche**
- **Le SYMEL – Gardes littoraux.**

Enfin, le Département Dyneco de l'Ifremer (Brest) apporte son soutien scientifique, et notamment Anne Daniel et Roger Kérouel.

Les auteurs souhaitent adresser leurs sincères remerciements à tous les contributeurs du RHLN.



Sommaire

LISTE DES FIGURES.....	9
LISTE DES TABLEAUX.....	13
I. INTRODUCTION.....	14
I.1. Historique du réseau.....	14
I.2. Présentation du réseau RHLN pérenne.....	15
<i>I.2.1. Types de contrôle par masse d'eau.....</i>	<i>15</i>
<i>I.2.2. Localisation des points de prélèvement.....</i>	<i>15</i>
<i>I.2.3. Périodes et fréquences de prélèvement.....</i>	<i>17</i>
<i>I.2.4. Partenaires du réseau.....</i>	<i>18</i>
<i>I.2.5. Financement du réseau.....</i>	<i>18</i>
I.3. Objectifs du rapport RHLN 2011.....	18
II. MATERIEL ET METHODES.....	19
II.1. Moyens de mise en œuvre.....	19
II.2. Méthodes d'analyses.....	19
II.2.1. Mesures in situ et turbidité.....	19
II.2.1.1. Température, salinité, oxygène dissous.....	19
II.2.1.2. Turbidité.....	19
II.2.1.3. Chlorophylle-a.....	20
II.2.1.4. Nutriments.....	20
II.2.1.5. Flores phytoplanctoniques.....	21
II.2.1.6. Qualification des données.....	21
II.3. Méthode d'interprétation des résultats.....	21
II.3.1. Cycles des nutriments.....	21
II.3.2. Rapports de nutriments.....	22
II.3.3. Peuplements phytoplanctoniques.....	23
III. RESULTATS DU RHLN 2011 vs. 2000-2010.....	25
III.1. Paramètres climatologiques.....	25
III.1.1. Température.....	25
III.1.2. Précipitations.....	27
III.1.3. Débits des cours d'eau.....	29
III.2. Résultats des masses d'eau suivies.....	31
III.2.1. Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2011).....	31
III.2.2. Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010-2011).....	34
III.2.3. Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2011).....	37
III.2.4. Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville).....	40
III.2.4.1. Donville 2001-2011.....	41
III.2.4.2. Coudeville 1 mille 2006-2011.....	44
III.2.4.3. Pointe Agon Sud 2001-2011.....	47
III.2.4.4. Pirou Bergerie Sud 2001-2011.....	50
III.2.4.5. Denneville 2006-2011.....	52
III.2.5. Masse d'eau HC04 (Dielette, Jobourg et Barneville).....	55
III.2.5.1. Dielette 2007-2011.....	55
III.2.5.2. Barneville 2003-2011.....	58
III.2.5.3. Jobourg 2003-2011.....	60
III.2.6. Masse d'eau HC60-HC61 (Digue de Querqueville 2005-2011).....	64



III.2.7. Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2005, 2009-2011)	67
III.2.8. Masse d'eau HC09 (La Hougue, Gougins)	71
III.2.8.1. La Hougue 2003-2011	71
III.2.8.2. Gougins 2006-2011.....	74
III.2.9. Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)	77
III.2.9.1. Utah 2006-2011	77
III.2.9.2. Roches de Grandcamp 2001-2011	80
III.2.10. Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2011)	83
III.2.11. Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2009-2011)	87
III.2.12. Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2011)	91
III.2.13. Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2011)	94
III.2.14. Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille)	97
III.2.14.1. Luc 1 mille 2001-2011	97
III.2.14.2. Ouistreham 1 mille 2001-2011	100
III.2.15. Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2011)	103
III.2.16. Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2011)	106
III.2.17. Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2011)	110
III.2.18. Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2011)	113
III.2.19. Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2006-2011)	117
III.2.20. Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008-2011)	120
IV. DISCUSSION ET MISE A JOUR DES INDICATEURS DCE	123
IV.1. Discussion générale	123
IV.1.1. Cycles et carences potentielles en nutriments	123
IV.1.2. Evolution des flores phytoplanctoniques	126
IV.1.3. Bilan du suivi RHLN 2011	130
IV.2. Mise à jour des indicateurs DCE	132
IV.2.1. Principe	132
IV.2.2. Bilan annuel par points des indicateurs	136
IV.2.2.1. Indice Biomasse	136
IV.2.2.2. Indice Abondance	138
IV.2.2.3. Indice Composition	139
IV.2.2.4. Indice Oxygène dissous.....	142
IV.2.3. Synthèse interannuelle par masse d'eau	144
IV.2.3.1. Synthèses 2006-2011 par stations	145
IV.2.3.2. Méthodes d'agrégation des Indices Biomasse et Abondance	146
IV.2.3.3. Agrégation de plusieurs points par masse d'eau	148
IV.2.3.4. Extrapolation aux masses d'eau non sélectionnées dans le contrôle de surveillance ou opérationnel	149
IV.2.4. Synthèse 2006 - 2011 et Tendances	150
IV.2.4.1. Comparaison des périodes 2005-2010 et 2006-2011 de la synthèse « DCE stricte ».....	150
IV.2.4.2. Synthèses finales 2006-2011.....	151
IV.2.4.3. Etude préliminaire des tendances.....	154
IV.2.4.4. Discussion des synthèses nationales	157
V. CONCLUSION GENERALE	160
BIBLIOGRAPHIE	161
ANNEXES	163
GLOSSAIRE	178

Liste des Figures

Figure 1 : Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2011.	16
Figure 2 : Interprétation des graphiques de présentation des paramètres physico-chimiques et hydrologiques.	22
Figure 3 : Interprétation des rapports de nutriments dans l'eau de mer.	23
Figure 4 : Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Chausey » depuis 2001.	24
Figure 5 : Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) du taxon CHAE à Cabourg.	24
Figure 6 : Ecart entre les températures moyennes annuelles dans l'air à Dieppe depuis 1960 et la normale (1981-2010) (données Météo-France)	25
Figure 7 : Evolution des écarts de température annuels entre 2006 et 2011 sur différents sites le long du littoral normand par rapport à leur normale (1981-2010) (Données Météo-France).	26
Figure 8 : Moyennes mensuelles des températures de l'air à Dieppe (données Météo-France) et évolution de la température journalière de l'eau de mer enregistrée au canal d'amenée de la centrale EDF de Paluel (Seine Maritime) depuis 1991 (données EDF).	26
Figure 9 : Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Dieppe (Seine Maritime) et la normale (1981-2010) sur la période 1960-2011 (données Météo-France).	27
Figure 10 : Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Dieppe en 2011 avec la normale (1981-2010) et les extrêmes sur 1960-2010 (Données Météo-France).	28
Figure 11 : Ecart des précipitations annuelles enregistrées entre 2006 et 2011 aux normales (1981 – 2010) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo-France).	28
Figure 12 : Débits journaliers de la Seine (en rouge) et normale mensuelle (1981 – 2010) (en noir) en 2011 (données GIP Seine-Aval).	29
Figure 13 : Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2011 à la normale (1981-2010) (Données HYDRO-MEDD/DE).	30
Figure 14 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Chausey entre 2001 et 2011.	31
Figure 15 : Évolution des concentrations en nutriments à Chausey entre 2001 et 2011.	32
Figure 16 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Chausey.	33
Figure 17 : Nombre de blooms dépassant les seuils DCE sur Chausey entre 2001-2006 (n = 81), 2007-2010 (n = 65) et 2011 (n = 11).	33
Figure 18 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a au point Tombelaine entre 2010 et 2011.	35
Figure 19 : Évolution des concentrations en nutriments au point Tombelaine entre 2010 et 2011.	35
Figure 20 : Évolution des rapports DIN/DIP, Si/DIP, et Si/DIN au point Tombelaine entre 2010 et 2011.	36
Figure 21 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Champeaux entre 2006 et 2011.	37
Figure 22 : Évolution des concentrations en nutriments à Champeaux entre 2006 et 2011.	38
Figure 23 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Champeaux entre 2006 et 2011.	39
Figure 24 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Champeaux entre 2006, 2007-2010 et 2011.	39
Figure 25 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Donville entre 2001 et 2011.	41
Figure 26 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Donville entre 2001 et 2011.	42
Figure 27 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville ..	43
Figure 28 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Donville entre 2001-2006 (n=159), 2007-2010 (n=66) et 2011 (n=12).	44
Figure 29 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2011.	45
Figure 30 : Évolution des concentrations en nutriments à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2011.	45
Figure 31 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2011.	46
Figure 32 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Coudeville 1 mille entre 2006 (n=19), 2007-2010 (n=64) et 2011 (n=12).	46
Figure 33 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pointe Agon Sud entre 2001 et 2011.	47
Figure 34 : Évolution des concentrations en nutriments à Pointe Agon Sud entre 2001, et 2006 à 2011.	48
Figure 35 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Pointe Agon Sud entre 2001, 2006 à 2011.	49

Liste des Figures

Figure 36 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Pointe Agon Sud entre 2001-2006 (n=75), 2007-2010 (n=55) et 2011 (n=13).	49
Figure 37 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2011.....	50
Figure 38 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2011	51
Figure 39 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Pirou Bergerie Sud entre 2001-2006 (n=69), 2007-2010 (n=77) et 2011 (n= 21).	52
Figure 40 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Denneville entre 2006 et 2011.....	53
Figure 41 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Denneville entre 2006 et 2011.....	54
Figure 42 : Évolution de la température à Dielette entre 2007 et 2011.....	55
Figure 43 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dielette entre 2007 et 2011.....	56
Figure 44 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Dielette entre 2007 et 2011.....	57
Figure 45 : Évolution de la salinité, de la chlorophylle-a, des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Barneville entre 2003 et 2011	58
Figure 46 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Barneville	59
Figure 47 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Barneville entre 2003-2006 (n=36), 2007-2010 (n=34) et 2011 (n=8).....	60
Figure 48 : Évolution de la salinité, de la chlorophylle-a, des concentrations en nutriments, et des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN à Jobourg entre 2003 et 2011	61
Figure 49 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Barneville	62
Figure 50 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Jobourg entre 2003-2006 (n=36), 2007-2010 (n=35) et 2011 (n=9).....	63
Figure 51 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Digue de Querqueville entre 2005 et 2011	65
Figure 52 : Évolution des concentrations en nutriments au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2011.....	65
Figure 53 : Évolution des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2011.....	66
Figure 54 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Réville 1 mille entre 2004-2006, 2009 et 2011.....	68
Figure 55 : Évolution des concentrations en nutriments sur Réville 1 mille entre 2004 – 2006, 2009-2010 et 2011.....	68
Figure 56 : Évolution des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN sur Réville 1 mille entre 2004 – 2006, 2009-2010 et 2011.....	69
Figure 57 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Réville 1 mille entre 2004-2006 (n=37), 2008-2010 (n=35) et 2011 (n=11).	69
Figure 58 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à La Hougue entre 2003 et 2011.....	71
Figure 59 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point La Hougue entre 2003 et 2011.....	72
Figure 60 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur La Hougue entre 2003-2006 (n=78), 2007-2010 (n=62) et 2011 (n=13).....	73
Figure 61 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Gougins entre 2006 et 2011.....	74
Figure 62 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Gougins entre 2006 et 2011.....	75
Figure 63 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gougins entre 2006 (n=21), 2007-2010 (n=62) et 2011 (n=13).....	76
Figure 64 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Utah entre 2006 et 2011..	78
Figure 65 : Évolution des concentrations en nutriments sur Utah entre 2006 et 2011	78
Figure 66 : Évolution des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN à Utah entre 2006 et 2011.....	79
Figure 67 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Utah entre 2006 (n=22), 2007-2010 (n=64) et 2011 (n=14).	79
Figure 68 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2011.....	80

Figure 69 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2011.....	81
Figure 70 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Roches de Grandcamp entre 2001-2006 (n=148), 2007-2010 (n=79) et 2011 (n=20).....	82
Figure 71 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Géfosse entre 2002 et 2011.....	83
Figure 72 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN sur Géfosse entre 2002 et 2011.....	84
Figure 73 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Géfosse..	85
Figure 74 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Géfosse entre 2002-2006 (n=122), 2007-2010 (n=83) et 2011 (n=21).....	86
Figure 75 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2010 et 2011.....	88
Figure 76 : Évolution des concentrations en nutriments sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2010 et 2011.....	88
Figure 77 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2010 et 2011.....	89
Figure 78 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006 (n=55), 2009-2010 (n=24) et 2011 (n=12).....	89
Figure 79 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2011.....	91
Figure 80 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2011.....	92
Figure 81 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Asnelles-Meuvoines entre 2004-2006 (n=70), 2007-2010 (n=90) et 2011 (n=14).....	93
Figure 82 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2011.....	94
Figure 83 : Évolution des concentrations en nutriments à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2011.....	95
Figure 84 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2011.....	96
Figure 85 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur St Aubin les Essarts entre 2003-2006 (n = 80), 2007-2010 (n = 97) et 2011 (n = 18).....	96
Figure 86 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Luc 1 mille entre 2001 et 2011.....	98
Figure 87 : Évolution des concentrations en nutriments à Luc 1 mille entre 2001 et 2011.....	98
Figure 88 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Luc 1 mille entre 2001 et 2011.....	99
Figure 89 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Luc 1 mille entre 2001-2006 (n = 166), 2007-2010 (n = 116) et 2011 (n = 29).....	99
Figure 90 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2011.....	100
Figure 91 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2011.....	101
Figure 92 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Ouistreham 1 mille entre 2001- 2006 (n = 127), 2007-2010 (n = 112) et 2011 (n = 31).....	102
Figure 93 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Estuaire de l'Orne entre 2007 et 2011.....	103
Figure 94 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Estuaire de l'Orne en 2007 et 2011.....	104
Figure 95 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques au point Estuaire de l'Orne entre 2007-2010 (n = 56) et 2011 (n = 12).....	105
Figure 96 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Cabourg entre 2001 et 2011.....	107
Figure 97 : Évolution des concentrations en nutriments à Cabourg entre 2001 et 2011.....	107
Figure 98 : Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Cabourg entre 2001 et 2011.....	108
Figure 99 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Cabourg entre 2001-2006 (n=189), 2007-2010 (n=127) et 2011 (n=32).....	108
Figure 100 : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année à la station Cabourg entre 2003 et 2011.....	109
Figure 101 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Seine-1 entre 2008 et 2011.....	110

Liste des Figures

Figure 102 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Seine-1 entre 2008 et 2011.....	111
Figure 103 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Seine-1 entre 2008 et 2010 (n=33), et en 2011 (n=11).	112
Figure 104 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2011.....	113
Figure 105 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2011.....	114
Figure 106 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Antifer Ponton Pétrolier entre 2001-2006 (n=223), 2007-2010 (n=123) et 2011 (n=24).....	115
Figure 107 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces phytoplanctoniques, par mois et par année à Antifer Ponton Pétrolier de 2002 à 2011	116
Figure 108 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Fécamp 1 mille, entre 2007 et 2011.....	117
Figure 109 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Fécamp 1 mille, entre 2007 et 2011	118
Figure 110 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Fécamp entre 2007-2010 (n=44) et 2011 (n=11).....	119
Figure 111 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2011.....	120
Figure 112 : Évolution des concentrations en nutriments à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2011.....	121
Figure 113 : Évolution des rapports DIN/P et Si/P à Dieppe 1 mille en 2004-2005 et 2008-2011.....	122
Figure 114 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dieppe 1 mille entre 2001-2005 (n=57), 2008-2010 (n=30) et 2011 (n=9).	122
Figure 115 : Gradient des stocks hivernaux (novembre-février) interannuels en nutriments sur les points de prélèvement du RHLN	123
Figure 116 : Gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP des stocks hivernaux (novembre-février) interannuels sur les points de prélèvement du RHLN.....	124
Figure 117 : Gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP des stocks estivaux (juillet-août) interannuels sur les points de prélèvement du RHLN.....	125
Figure 118 : Gradient des concentrations en chlorophylle-a sur les points de prélèvement du RHLN 2011.	125
Figure 119 : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN 2011	126
Figure 120 : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques supérieurs au seuil de 100 000 cellules par litre aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN sur les périodes 2001-2006 et 2007-2011.....	127
Figure 121 : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques supérieurs au seuil de 1 000 000 cellules par litre aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN sur les périodes 2001-2006 et 2007-2011.....	127
Figure 122 : Nombre d'observation des espèces ayant présenté un bloom > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand en 2011.....	128
Figure 123 : Nombre d'observations des espèces ayant présenté un bloom > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand entre 2001-2006, et 2007-2011.....	129
Figure 124 : Schéma de classification de l'état écologique des masses d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010.	132
Figure 125 : Evolution saisonnière du logarithme du rapport [1+(dinoflagellés/diatomées)] sur les points Donville, Géfosse, Cabourg et Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2011.....	140
Figure 126 : Evolution du logarithme du rapport [1+(dinoflagellés/diatomées)] sur les points Donville, Géfosse, Cabourg et Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2011 sous forme de « boîtes à moustaches ».	140
Figure 127 : Ensemble des valeurs de concentrations en oxygène dissous acquises au fond sur le point « Cabourg » dans le cadre du RHLN entre 2001 et 2011.	143
Figure 128 : Synthèse de l'élément de Qualité écologique « Phytoplancton » dans les masses d'eau normandes sur la période 2006-2011 selon la « DCE stricte ».....	152
Figure 129 : Synthèse de l'élément de Qualité écologique « Phytoplancton » dans les masses d'eau normandes sur la période 2006-2011 selon la « DCE étendue ».	153
Figure 130 : Evaluation de l'élément de qualité Température pour la période 2006-2011.	158

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2011.....	17
Tableau 2 : Domaines d'étalonnage, limites de quantification et incertitudes de mesures pour le dosage des nutriments.....	20
Tableau 3 : Abréviations des taxons les plus souvent rencontrés le long du littoral normand.....	23
Tableau 4 : Synthèse des paramètres descripteurs des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des masses d'eau normandes en 2011.....	131
Tableau 5 : Eléments de qualité permettant de qualifier l'état écologique et l'état chimique selon l'arrêté du 25 janvier 2010. MEC = Masses d'eau côtières, MET = Masses d'eau de transition.	133
Tableau 6 : Grille des indices des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Physico-chimiques généraux » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010). MEC = Masse d'eau côtière, MET = Masse d'eau de transition.	134
Tableau 7 : Grille des ratios de qualité écologique (RQE) des indicateurs des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Physico-chimiques généraux » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010).	134
Tableau 8 : Détermination des valeurs de l'indice chlorophylle-a (percentile 90) par point de suivi du RHLN (et de COGEMA) de 2001 à 2011 avec la grille des MEC appliquée aux MET.....	136
Tableau 9 : Valeur de référence et valeurs seuils proposés dans les différents scénarii d'évaluation de l'indice biomasse pour les masses d'eau de transition et classification obtenue avec ces scénarii.....	137
Tableau 10 : Détermination des valeurs de l'indice d'abondance (blooms > 100 000 cellules/L) par point de suivi du RHLN (et de COGEMA), de 2001 à 2011.	138
Tableau 11 : Seuils retenus pour la classification de l'indice logarithme du rapport dinoflagellés/diatomées, et grille de classification des points de surveillance par cet indice entre 2002 et 2011, et pour les périodes 2004-2009, 2005-2010 et 2006-2011 en utilisant la moyenne, la médiane ou le percentile 90.	141
Tableau 12 : Détermination des valeurs de l'indice oxygène dissous (percentile 10 de l'oxygène dissous au fond) par point de suivi du RHLN (et de COGEMA), de 2001 à 2011.	142
Tableau 13 : Synthèses « DCE stricte », « Points RHLN » et « Tout RHLN » des indices Biomasse, Abondance, et Oxygène dissous à l'aide du Ratio de Qualité Ecologique (RQE) pour la période 2006-2011.	145
Tableau 14 : Synthèses de l'élément de qualité « Phytoplancton » par la méthode de la moyenne des RQE des indices et la méthode de l'indice le plus déclassant pour la période 2006-2011.	147
Tableau 15 : Etude des méthodes d'agrégation de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour les masses d'eau munies de deux stations de surveillance pour la période 2006-2011.	148
Tableau 16 : Comparaison des RQE des indicateurs DCE (hormis indice Composition) sur les masses d'eau normandes sur les périodes 2005-2010 et 2006-2011.	150
Tableau 17 : Synthèse de l'élément de qualité écologique « Phytoplancton », et de l'indicateur « Oxygène dissous » pour l'élément de qualité « Conditions physico-chimiques », dans les masses d'eau normandes sur la période 2006-2011 en application de la « DCE stricte », et indices de fiabilité.	151
Tableau 18 : Synthèse de l'élément de qualité écologique « Phytoplancton », et de l'indicateur « Oxygène dissous » pour l'élément de qualité « Conditions physico-chimiques », dans les masses d'eau normandes sur la période 2006-2011 en application de la « DCE étendue », et indices de fiabilité.	153
Tableau 19 : Tendances interannuelles des mises à jour annuelles de l'indice Biomasse pour toutes les masses d'eau disposant de données (contrôle de surveillance, contrôle opérationnel, contrôle régional).	154
Tableau 20 : Tendances interannuelles des mises à jour annuelles de l'indice Abondance pour toutes les masses d'eau disposant de données (contrôle de surveillance, contrôle opérationnel, contrôle régional).	155
Tableau 21 : Tendances interannuelles des mises à jour annuelles de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour toutes les masses d'eau disposant de données (contrôle de surveillance, contrôle opérationnel, contrôle régional).	156
Tableau 22 : Grille de classement de l'indice turbidité.	159

I. Introduction

I.1. Historique du réseau

Le Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) a été créé en septembre/octobre 2000 avec le double objectif de :

- ❖ suivre la qualité des masses d'eau littorales normandes, évaluer leur niveau trophique et leur degré d'eutrophisation,
- ❖ définir le réseau de suivi hydrologique pérenne permettant de satisfaire aux exigences de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) pour statuer sur l'état de l'élément qualité « phytoplancton » et des paramètres associés.

Durant le premier plan de suivi 2000-2006, les 4 phases préparatoires menées dans le cadre de partenariats entre l'Agence de l'Eau Seine Normandie, la DIREN de Basse-Normandie, la DIREN de Haute Normandie et l'Ifremer, ont permis au Laboratoire Environnement Ressources de Normandie (LER/N) de vérifier la faisabilité d'un tel suivi, de valider ses protocoles analytiques et de prélèvement, de positionner au mieux les points de suivi au sein des masses d'eau à étudier et surtout d'identifier les zones les plus vulnérables ou les plus sensibles vis-à-vis du phénomène d'eutrophisation.

La synthèse¹ finale des données et connaissances acquises lors de ce premier plan, éditée en 2007 et portant sur le seul élément de qualité « phytoplancton » de la DCE, a permis de statuer sur les niveaux de dystrophie des masses d'eau du littoral normand (Le Goff R. *et al.*, 2007). Sur les 16 masses d'eau suivies initialement, 7 étaient en « Très bon état », 5 étaient en « Bon état », 3 étaient en « Etat moyen », et une était en « Etat médiocre ». Cette synthèse a également permis de caractériser la saisonnalité des cycles hydrologiques se déroulant au sein de ces masses d'eau, et ainsi de déterminer les dates de début de période productive, les concentrations hivernales en nutriments, les niveaux maximum de biomasse chlorophyllienne, les principales espèces phytoplanctoniques locales et la sensibilité des masses d'eau aux dessalures.

L'accumulation de l'ensemble de ces connaissances a permis de définir le réseau de suivi hydrologique RHLN pérenne qui est mis en œuvre en Normandie, dont ce rapport fait la synthèse pour l'année 2011, avec pour objectifs de :

- ❖ maintenir le suivi de la qualité des masses d'eau, évaluer leur niveau d'eutrophisation en réponse aux réglementations (Directive Nitrate, OSPAR, DCE) ;
- ❖ poursuivre la réflexion sur la définition des indicateurs DCE ;
- ❖ développer les connaissances et fournir des données à la modélisation.

¹ Consultable sur http://www.ifremer.fr/envlit/region/basse_normandie

1.2. Présentation du réseau RHLN pérenne

1.2.1. Types de contrôle par masse d'eau

La DCE impose aux Etats membres d'élaborer un programme de surveillance des masses d'eau côtières et de transition devant notamment comporter un « contrôle de surveillance » et un « contrôle opérationnel ».

Le **contrôle de surveillance** vise à donner une **image globale de l'état des masses d'eau**. Il porte sur l'ensemble des paramètres physico-chimiques, chimiques, biologiques et hydromorphologiques visés par la DCE. Ce suivi est réalisé sur une sélection de masses d'eau représentative des différents types de masses d'eau côtières et de transition du district hydrographique, et de leurs caractéristiques (pressions subies, état connu ou suspecté).

En complément de ce contrôle de surveillance, un **contrôle opérationnel** doit être mis en place sur les masses d'eau identifiées comme à **Risque de Non Atteinte du Bon Etat à l'horizon 2015 (RNABE)**. Ce contrôle opérationnel est prévu pour ne porter que sur les paramètres à l'origine du RNABE et est devenu effectif depuis 2009 afin de respecter les exigences de la DCE.

Certaines masses d'eau font l'objet d'un **contrôle d'enquête** préalable lorsque les connaissances actuelles les concernant sont trop parcellaires pour pleinement conclure sur leur qualité.

Les masses d'eau présentant un état « moyen » à « mauvais » lors de la première évaluation et/ou présentant des pressions avérées (aquaculture, pêche, tourisme) font l'objet d'un **contrôle renforcé** pendant la période productive.

Enfin, les masses d'eau hébergeant d'importantes activités conchylicoles ou de pêche de coquillages, ou étant le siège de rejets importants, ont fait l'objet d'un **suivi régional** complémentaire.

Le Réseau Hydrologique Littoral Normand pérenne a donc été défini afin de respecter l'ensemble des préconisations de la DCE sur les masses d'eau nécessitant un contrôle de surveillance. Il se propose également d'anticiper les obligations en matière de contrôle opérationnel, et de poursuivre les suivis de ce type, entamés depuis fin 2000 sur les masses d'eau RNABE, afin de ne pas interrompre la série de données déjà acquises.

1.2.2. Localisation des points de prélèvement

D'un suivi sur 12 points, initié en 2000, le réseau est progressivement passé à un suivi sur 30 points en 2006, et ceci de façon à mieux appréhender les cycles biogéochimiques des masses d'eaux côtières DCE du littoral normand. L'historique des lieux de surveillance (ou points de prélèvement) utilisés dans le cadre du RHLN est présenté dans l'Annexe 1.

Suite à l'évaluation du Groupe de Travail DCE et SDDE² littoral du district Seine-Normandie de février 2006, le Réseau Hydrologique Littoral Normand a été défini en 2007 dans son format pérenne par le suivi de 25 points répartis sur les 18 des masses d'eau littorales sélectionnées pour un suivi en eaux littorales (*i.e.* hormis HT01, HT02 et HT07). Deux points ont été réactivés afin de mettre en place le contrôle opérationnel (en HC08 et HC11), amenant le suivi à un total de 27 points depuis 2009 sur 20 masses d'eau (Figure 1).

² SDDE = Schéma Directeur des Données sur l'Eau

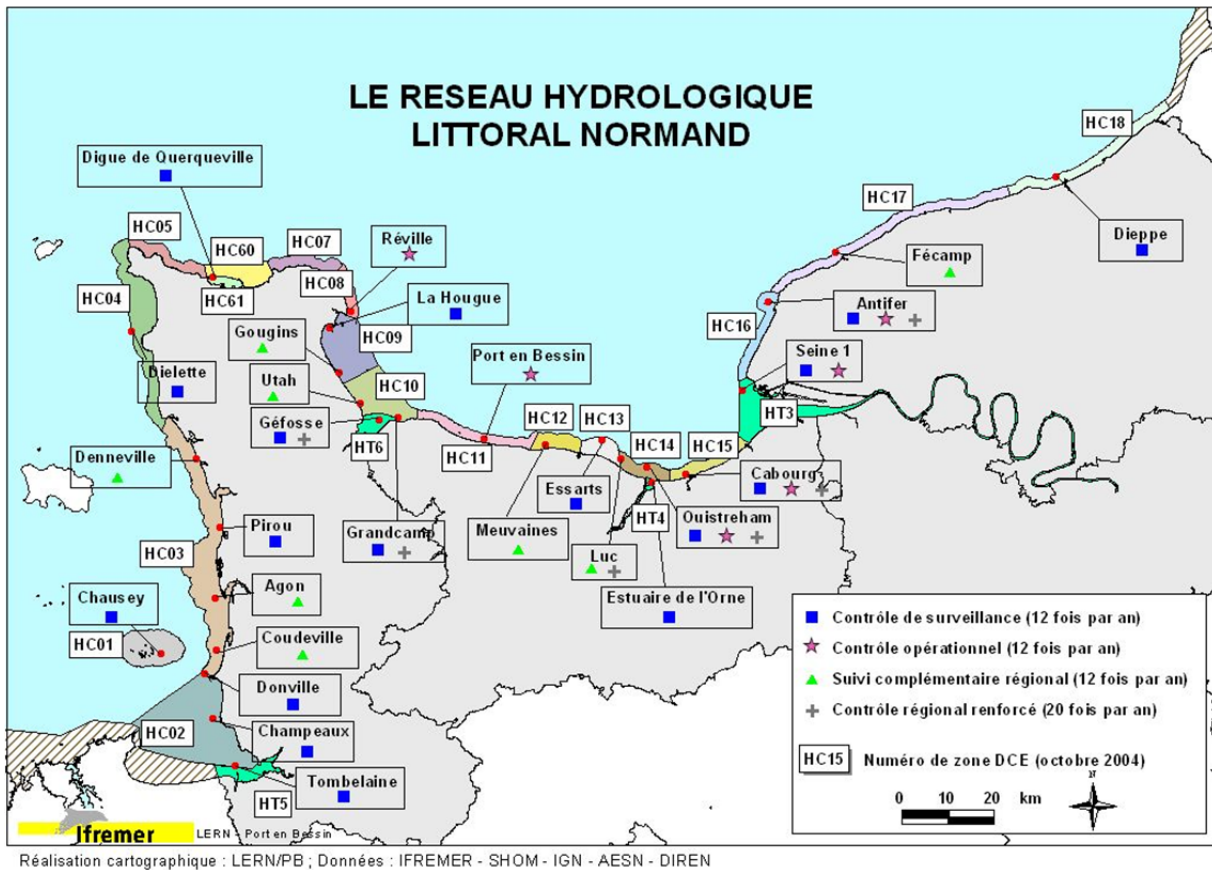


Figure 1 : Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2011.

Sur ces 20 masses d'eau, 16 masses d'eau ont fait l'objet d'un **contrôle de surveillance** (carrés bleu, Figure 1), dont :

- 2 masses d'eau ont fait l'objet d'un « **contrôle d'enquête** » (HT04 et HT05, ronds orange). Ce contrôle s'apparente à un suivi expérimental afin d'étudier la représentativité du point choisi, et la pertinence des indicateurs dans ce type de masse d'eau. Trois années de contrôle d'enquête sont nécessaires pour permettre au Groupe DCE – SDDE² Seine-Normandie de statuer sur le suivi à y appliquer. Ce contrôle a été réalisé entre 2007 et 2009 sur le point « Estuaire de l'Orne » (HT04) et a été concluant quant à sa représentativité (Nédélec F. *et al.*, 2011). Pour la masse d'eau HT05, le premier contrôle n'ayant pas été concluant (Nédélec F. *et al.*, 2011), le point a été déplacé en 2010 à « Tombelaine ». Le contrôle d'enquête est donc de nouveau en phase exploratoire sur ce point de 2010 à fin 2012 ;
- 4 masses d'eau étaient également en **contrôle opérationnel** (étoiles rouges) ;
- 5 masses d'eau ont fait l'objet d'un **contrôle renforcé** (croix grises).

De plus, deux masses d'eau (HC08 et HC11) ont fait l'objet d'un **contrôle opérationnel**.

Enfin, 8 points de prélèvement répartis sur 6 masses d'eau ont fait l'objet d'un **suivi régional complémentaire** (triangle vert) dont un a subi un **contrôle renforcé** (« Luc 1 mille »).

Le RHLN 2011 a donc porté sur l'ensemble des masses d'eau côtières normandes (hormis HC05, HC60 et HC07) ainsi que sur les masses d'eau de transition HT03, HT04, HT05 et HT06.

1.2.3. Périodes et fréquences de prélèvement

Les fréquences à respecter *a minima* dans le cadre des réseaux de suivi hydrologiques pérennes DCE ont été fixées courant 2007. Ces fréquences minimales sont variables selon les paramètres et les types de suivis.

Les fréquences de suivi du contrôle de surveillance de la DCE sont définies dans l'Arrêté du 25 janvier 2010 pour le plan de gestion 2008-2013 :

- ❖ **Oxygène dissous** : 1 / mois pendant 4 mois (juin - septembre) pendant 6 ans ;
- ❖ **Nutriments** : 1 / mois pendant 4 mois (novembre – février) pendant 6 ans ;
- ❖ **Biomasse (chlorophylle-a)** : 1 / mois pendant 8 mois (mars – octobre) pendant 6 ans ;
- ❖ **Abondance et composition (flores)** : 1 / mois pendant 12 mois pendant 6 ans.

Pour ce qui est du suivi OSPAR, il impose le suivi suivant (Accord sur le programme de surveillance continu de l'eutrophisation, 2005-4) :

- ❖ **Nutriments** : tous les 3 ans pendant l'hiver pour les zones sans problème d'eutrophisation, et tous les ans pendant l'hiver pour les zones à problèmes ou potentiel ;
- ❖ **Chlorophylle-a et flores indicatrices** : non requis pour les zones sans problème, tous les ans pendant la période productive pour les zones à problèmes ou potentiellement à problèmes.

Or, le RHLN n'a pas pour objectif exclusif de répondre aux exigences de la DCE, mais veut également permettre de suivre les évolutions qualitatives des masses d'eau, ainsi que contribuer au réseau REPHY sur les espèces phytoplanctoniques toxiques. Aussi, les suivis sont mensuels pour tous les points sur toute l'année, et sont bimensuels au cours de la période productive entre les mois de mars et octobre pour certains points retenus (Tableau 1).

Tableau 1 : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2011.

Masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Nom du point	Type de suivi	Nbre par an	Prélèvements et Mesures <i>in situ</i>	Analyses chlorophylle -a et nutriments	Lecture des flores
HT05	Baie du Mont St Michel - Fond de baie estuarien	Tombelaine	Enquête DCE	12	DDTM50	LERN	LERN
HC01	Chausey	Chausey	Surveillance DCE	12	SYMEL50 / LERN	LERN	LERN
HC02	Baie du Mont St Michel - Centre	Champeaux	Surveillance DCE	12			
HC03	Ouest Cotentin	Dorville	Surveillance DCE	12			
		Coudeville 1 mille	Régional	12			
		Pointe Agon Sud	Régional	12			
HC03	Ouest Cotentin	Pirou Bergerie Sud	Surveillance DCE	12	SMEL50	SMEL50	LERN
		Denneville	Régional	12			
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	Dielette	Surveillance DCE	12	LERN	LERN	LERN
HC60	Grande rade de Cherbourg	Digue de Querqueville	Surveillance DCE	12	LERN	LERN	LERN
HC61	Cherbourg - Intérieur rade						
HC08	Barfleur	Réville 1 mille	Opérationnel DCE	12	LERN	LERN	LERN
HC09	Anse de St Vaast	La Hougue	Surveillance DCE	12			
		Gougins	Régional	12			
		Utah	Régional	12			
HC10	Baie des Veys	Roches de Grandcamp	Surveillance DCE renforcée	20			
HT06	Baie des Veys - Estuaire	Géfosse	Surveillance DCE renforcée	20			
HC11	Côte du Bessin	Port en Bessin 1 mille	Opérationnel DCE	12	LERN	LERN	LERN
HC12	Côte de Nacre Ouest	Asnelles - Meuvaines	Régional	12			
HC13	Côte de Nacre Est	St Aubin les Essarts	Surveillance DCE	12			
HC14	Baie de Caen	Luc 1 mille	Régional	20	LERN	LERN	LERN
		Ouistreham 1 mille	Surveillance DCE renforcée	20			
HC15	Côte fleurie	Cabourg	Surveillance DCE renforcée	20			
HT04	Estuaire de l'Orne	Estuaire de l'Orne	Enquête DCE	12	DDTM76	LERN	LERN
HT03	Estuaire de Seine - Aval	Seine 1	Surveillance DCE	12			
HC16	Le Havre - Antifer	Antifer ponton pétrolier	Surveillance DCE renforcée	20			
HC17	Pays de Caux Sud	Fécamp 1 mille	Régional	12	LERN	LERN	LERN
HC18	Pays de Caux Nord	Dieppe 1 mille	Surveillance DCE	12	DDTM76	LERN	LERN
TOTAL				372			

1.2.4. Partenaires du réseau

Des collaborations ont été mises en place pour le suivi de certains points (Tableau 1) :

- ☞ « **Tombelaine** » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par la DDTM 50 ;
- ☞ tournée des points « **Champeaux** », « **Chausey** », « **Donville** », « **Coudeville 1 mille** » et « **Pointe Agon Sud** » : réalisée avec la participation des Gardes Littoraux du SYMEL ;
- ☞ « **Denneville** » et « **Pirou Bergerie Sud** » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par le SMEL qui a aussi réalisé les analyses de chlorophylle-a et de nutriments ;
- ☞ « **Seine 1** » et « **Dieppe 1 mille** » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par la DDTM 76.

1.2.5. Financement du réseau

Pour un total de 393 661 euros HT en 2011, le réseau RHLN pérenne a été financé d'une part par la participation « sans frais » de ses partenaires préleveurs de l'Etat (DDTM 50 et 76), du Conseil Général de la Manche (SMEL et SYMEL) et des analyses du SMEL, et d'autre part, par les financements de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie à hauteur de 187 354 euros HT (47 %) et du Conseil Régional de Basse Normandie à hauteur de 46 061 euros TTC (11 %), l'Ifremer complétant ce financement.

1.3. Objectifs du rapport RHLN 2011

Le présent rapport propose une synthèse des données obtenues en 2011, quatrième année du nouveau plan de suivi 2008-2013 qui aura permis la collecte de données de janvier à décembre sur tous les points.

Les données météorologiques (température, précipitations et débits des cours d'eau) sont utilisées pour encadrer le contexte du suivi, ces paramètres étant des facteurs identifiés comme influençant l'apport en nutriments dans le milieu (précipitations et débits) et le développement des blooms phytoplanctoniques (température).

Les données de concentration en chlorophylle-a, un estimateur de la biomasse phytoplanctonique, et en nutriments permettent d'identifier le type de cycle biogéochimique observé en 2011, et d'établir un diagnostic des apports en nutriments en analysant le rapport des nutriments entre eux. Ces résultats sont interprétés globalement pour estimer l'état d'eutrophisation du milieu.

Enfin, les dénombrements de flores phytoplanctoniques permettent d'identifier les espèces dominantes de l'année aux différents points, et de quantifier les blooms pour le calcul de l'indice DCE d'abondance et pour alimenter la réflexion sur un indice de composition. Certaines d'entre elles sont caractéristiques de l'état d'eutrophisation du milieu.

Ainsi, cette synthèse permet de comparer les cycles biogéochimiques de l'année 2011 avec les cycles précédemment observés (2000/2001 à 2010), et d'évaluer les niveaux trophiques des masses d'eau normandes à partir des indicateurs de qualité retenus par la DCE.

II. Matériel et méthodes

Comme les années précédentes, les paramètres suivis du RHLN en 2011 ont été les suivants :

- ❖ **en sub-surface (-1 m)** : température, salinité, oxygène dissous, turbidité, chlorophylle-a, nutriments, et flores phytoplanctoniques ;
- ❖ **au fond (à 1 m du fond)** : profondeur, température, salinité et oxygène dissous.

II.1. Moyens de mise en œuvre

Pour la mise en œuvre du réseau, le LER/N a déployé en mer ses moyens nautiques (2 zodiacs et le *Delphy*) selon les besoins, et effectué des prélèvements à terre (points « Antifer ponton pétrolier » et « Digue de Querqueville »). Pour le point « Fécamp 1 mille », le LER/N a été contraint de louer une embarcation du fait des difficultés d'accessibilité du point.

Les mesures *in situ* ont été réalisées à l'aide de sondes multi-paramètres pendant le prélèvement.

Les analyses hydrologiques ont été effectuées par l'Unité technique Hydrologie du LER/N (hormis pour les points « Pirou Bergerie Sud » et « Denneville » réalisées par le SMEL dans le cadre de leur réseau HYDRONOR), et les dénombrements de flores par l'Unité Phytoplancton-Phycotoxines du LER/N.

Les activités de surveillance du LER/N sont, depuis l'été 2007, réalisés dans le cadre d'un Système de Management de la Qualité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 : 2005. Les prélèvements et essais réalisés dans le cadre du RHLN sont ainsi effectués avec une garantie de traçabilité, de suivi métrologique du matériel, et de suivi des compétences techniques des agents du laboratoire.

II.2. Méthodes d'analyses

II.2.1. Mesures *in situ* et turbidité

II.2.1.1. Température, salinité, oxygène dissous

Les mesures de température, de salinité et d'oxygène dissous sont effectuées *in situ* au moyen de sondes multi-paramètres YSI 6600EDS-M ou 600QS. Ces sondes font l'objet d'un suivi métrologique mensuel afin de pouvoir vérifier l'absence de dérive. Depuis 2008, ces sondes sont équipées de capteurs optiques pour l'oxygène dissous.

La fidélité (répétabilité des mesures, ou EMT³) est respectivement de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ pour la température, $\pm 0,1$ pour la salinité, et $\pm 0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ pour l'oxygène dissous, permettant de respecter les exigences analytiques de la DCE. La fidélité sur la profondeur est de 0,3 m.

II.2.1.2. Turbidité

La turbidité est mesurée au retour au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre HACH 2100 IS selon la méthode d'Aminot A. et Kérouel R. (2004). Le turbidimètre et les gels de turbidité sont vérifiés une fois par an, et un contrôle de dérive est réalisé chaque jour d'utilisation.

La fidélité est de $\pm 0,2$ pour des valeurs $> \text{à } 2 \text{ FNU}$, avec une limite de quantification à 0,05 FNU.

³ EMT = Ecart Maximaux Tolérés

II.2.1.3. Chlorophylle-a

Dès le retour au laboratoire, les échantillons sont filtrés sur filtre Whatman GF/F. Les filtres sont conservés au congélateur dans des tubes en polypropylène jusqu'à l'analyse (au maximum un mois plus tard). Ils sont analysés selon la méthode spectrophotométrique de Lorenzen (1967) selon les prescriptions d'Aminot A. et Kérouel R. (2004). Une extraction complète est possible jusqu'à 10 µg de matériel déposé sur le filtre ; au-delà, la quantité de chlorophylle-a risque d'être sous-estimée. Selon la méthodologie, la limite de quantification est d'environ 0,05 µg/L pour la chlorophylle-a, avec une fidélité de $\pm 5\%$.

II.2.1.4. Nutriments

Les échantillons sont pré-filtrés sur une membrane de 100 µm lors du prélèvement, et depuis 2008, celui pour le dosage du silicate est filtré sur une membrane de 25 µm (Aminot A. et Kérouel R., 2004). Les échantillons pour le dosage de l'ammonium, nitrate+nitrite, phosphate et silicate inorganiques peuvent être conservés au congélateur au maximum 6 mois, et celui pour le dosage de silicate au réfrigérateur au maximum 1 mois.

Les échantillons sont dosés sur AutoAnalyser Technicon III selon les méthodes automatiques décrites par Aminot A. et Kérouel R. (2007).

Le dosage des nutriments dans les eaux salines et eaux saumâtres fait partie de la portée d'accréditation du LER/N depuis le 15 juin 2011 (section Essais, accréditation n° 1-2048, portée disponible sur le site www.cofrac.fr). L'Unité technique Hydrologie a défini des domaines d'étalonnages pour chaque nutriment, et les a caractérisés en termes de limite de quantification, de présence ou non de blanc optique et/ou d'un effet de sel, et d'incertitudes de mesures. Les résultats sont présentés dans le Tableau 2 pour l'année 2011.

Tableau 2 : Domaines d'étalonnage, limites de quantification et incertitudes de mesures pour le dosage des nutriments.

NUTRIMENTS	Nom du domaine	Domaines d'étalonnage (µmol/L)	Limite de quantification (µmol/L)	Blanc optique	Effet de sel	Niveaux de concentration (µmol/L)	Incertitude-type composée relative
AMMONIUM	Faible	0,25 – 4	0,1	NON	OUI, si S < 35 *	0,25 – 2,25	9,6 %
	Fort	2 – 12	0,3			2,25 – 8	1,1 %
NITRATE	Faible	2 – 10	0,1	Négligeable	Négligeable	2 – 7 **	1,8 % **
	Fort	10 – 50	0,6			7 – 30 **	0,6 % **
NITRITE	Faible	0,05 – 0,5	0,02	Négligeable	Négligeable	0,05 – 0,25	5,9 %
	Fort	0,25 – 1,5	0,05			0,25 – 0,75	1,2 %
PHOSPHATE	---	0,25 – 2	0,05	A prendre en compte	OUI, si S ≤ 20 *	0,25 – 0,62	6,6 %
						0,63 – 1,5	2,1 %
SILICATE	Faible	2 – 10	0,2	Négligeable	OUI, si S ≤ 10 *	1,5 – 2	0,7 %
	Fort	10 – 50	1			2 – 7	1,4 %
						7 – 30	0,6 %
						30 – 50	0,5 %

* Facteurs correctifs appliqués disponibles sur demande.

** Incertitudes pour le nitrate + nitrite

II.2.1.5. Flores phytoplanctoniques

Les échantillons de flores phytoplanctoniques sont fixés par une solution de lugol acide dès l'arrivée au laboratoire. L'identification et le dénombrement des espèces phytoplanctoniques dont la taille est supérieure à 20 µm, et celles dont la taille est inférieure, mais qui sont en chaînes, sont effectués après sédimentation dans des cuves de 10 mL selon la méthode Utermöhl H. (1958) à l'aide de microscopes inversés Olympus IMT2 ou IX71 à contraste de phase.

Les flores réalisées sont de 2 types : **flores totales** ou **flores partielles indicatrices** :

- ❖ Lors d'une **flore totale**, tous les taxons présents dans l'échantillon sont déterminés et comptabilisés. L'identification va jusqu'à l'espèce lorsque cela est possible (pour les points « Donville », « Géfosse », « Cabourg », et « Antifer ponton pétrolier », mais également pour les points AREVA « Barneville » et « Jobourg »).
- ❖ Pour une **flore partielle indicatrice**, seules les espèces toxiques ou nuisibles (*Alexandrium sp.*, *Dinophysis sp.*, *Pseudo-nitzschia sp.*, *Phaeocystis*), ainsi que les espèces présentes à des concentrations supérieures à 100 000 cellules par litre d'eau, sont identifiées et comptabilisées.

II.2.1.6. Qualification des données

Avant interprétation, les données ont été qualifiées à partir des critères suivants :

- ❖ Nombre de données par paramètre (*i.e.* repérage d'éventuels doublons ou manques) ;
- ❖ Vérification que les valeurs minimales ne sont pas inférieures à la limite de quantification ;
- ❖ Vérification que les valeurs maximales ne sont pas supérieures au domaine d'analyse ou que des mesures de dilution ont été prises ;
- ❖ Cohérence entre les données en surface et fond (température, salinité, oxygène dissous) ;
- ❖ Identification et validation des valeurs extrêmes ;
- ❖ Identification et validation des résultats ayant fait l'objet d'un écart en Assurance Qualité.

Dans le cas où un doute existerait sur la validité d'une donnée, elle est soit exclue de l'interprétation, ou sera présentée entre parenthèses. Le résultat de cette qualification est présenté en Annexe 5.

II.3. Méthode d'interprétation des résultats

Les résultats du réseau RHLN 2011 sont présentés et interprétés de la manière suivante.

II.3.1. Cycles des nutriments

L'analyse des courbes des paramètres physico-chimiques (température, salinité) et hydrologiques (chlorophylle-a, nutriments) permettent d'étudier l'évolution du cycle des nutriments rencontré dans chaque masse d'eau (*cf.* Annexe 2 pour la description des différents types de cycles). Les masses d'eau présentant un cycle « **classique** » révèlent généralement un écosystème « en bonne santé ». Cependant, les masses d'eau présentant un cycle « **perturbé** » ou « **atypique** » révèlent un déséquilibre dans l'apport des nutriments, et donc un risque d'eutrophisation du milieu.

De façon à pouvoir représenter toutes les données acquises dans l'année, les graphiques montrent les résultats de l'année étudiée en rouge superposés aux médianes mensuelles interannuelles et aux extrêmes (minimum et maximum) rencontrés depuis le début du suivi sur le point (Figure 2). Les résultats de l'année étudiée sont reliés par des pointillés pour aider à la lecture, qui n'ont donc pas vocation à extrapoler les résultats entre deux mesures.

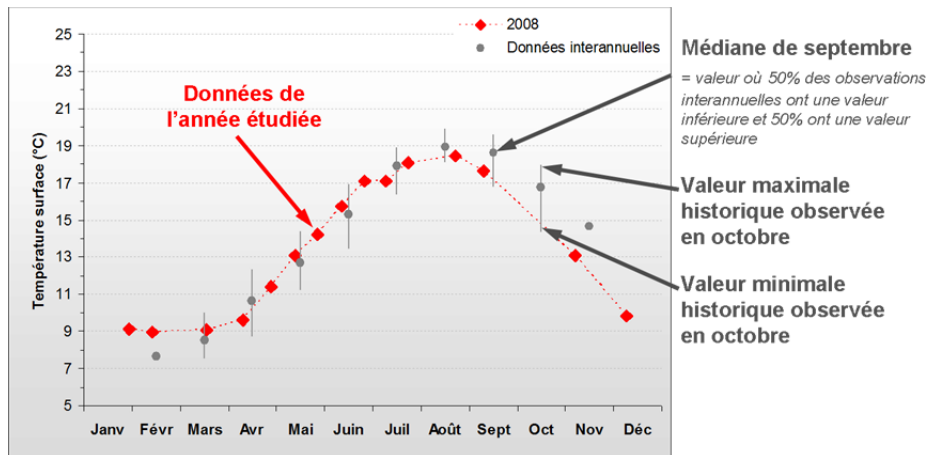


Figure 2 : Interprétation des graphiques de présentation des paramètres physico-chimiques et hydrologiques.

II.3.2. Rapports de nutriments

Pour compléter l'interprétation, et notamment mettre en évidence un éventuel déséquilibre dans l'apport des nutriments à une masse d'eau, les rapports Si/DIN, DIN/DIP, ou Si/DIP⁴ sont utilisés afin d'aborder la notion de limitation potentielle de la production de biomasse par les nutriments. En effet, selon Redfield *et al.* (1963), la composition élémentaire moyenne du phytoplancton en carbone : azote : silice : phosphore (C : N : Si : P) est proche de 106 : 16 : 16 : 1. Le rapport N/P moyen dans le phytoplancton serait donc égal à 16, de même que le rapport Si/P, alors que le rapport Si/N serait égal à 1.

De façon à pouvoir aborder la problématique de carence / excès de nutriments dans les eaux de surface, les *rapports de Redfield* dans le phytoplancton sont couramment extrapolés dans l'eau de mer, ce qui permettrait alors une croissance « optimale » du phytoplancton. Aussi, une différence significative entre le rapport entre ces nutriments dans l'eau de mer et les valeurs théoriques de Redfield *et al.* (1963), pourrait indiquer un excès ou une carence potentielle d'un des nutriments en présence (voir explications Figure 3). Cette approche n'exclut cependant pas que d'autres facteurs (par exemple le broutage (grazing), les virus, la *mixotrophie** ...) peuvent avoir un impact non négligeable sur les peuplements phytoplanctoniques, facteurs qui ne sont pas étudiés dans le cadre du RHLN à ce jour.

⁴ L'azote N est représenté par le sigle DIN pour Dissolved Inorganic Nitrogen et le phosphore P par DIP pour Dissolved Inorganic Phosphorus.

* voir Glossaire en Annexe.

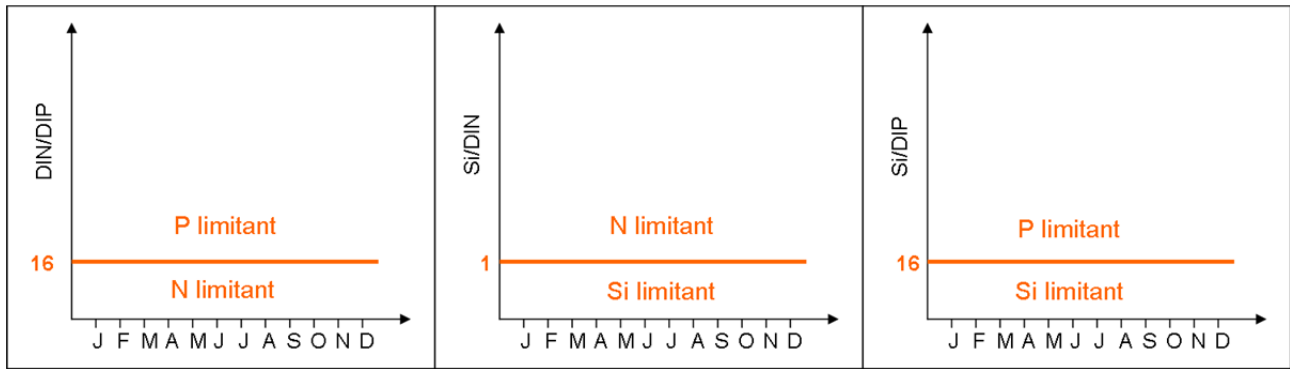


Figure 3 : Interprétation des rapports de nutriments dans l'eau de mer.

Cette approche permet donc d'émettre des hypothèses quant au nutriment potentiellement responsable de la limitation de la production phytoplanctonique, et/ou du ou des nutriments présents en excès dans le milieu (en *dystrophie**).

II.3.3. Peuplements phytoplanctoniques

La composition des peuplements micro-phytoplanctoniques (20 à 200 μm) se développant au sein des masses d'eau est étudiée en s'intéressant plus particulièrement aux principaux taxons rencontrés dans les eaux côtières de l'Atlantique Nord-est et de la Manche (Tableau 3 et Annexe 3).

Sur les points de suivi où seules des **flores partielles indicatrices** ont été réalisées, les taxons dont le nombre d'individus a dépassé l'un des 2 seuils DCE (100 000 cellules par litre ou 1 000 000 cellules par litre) en 2011 sont identifiés, et les fréquences de dépassement de ces seuils sont déterminées. Ces calculs sont effectués sur **la totalité des données** disponibles pour chaque masse d'eau pour décrire au mieux les peuplements, pour aborder l'aspect des successions phytoplanctoniques et pour pouvoir décrire une vision écologique de la distribution des taxons par masse d'eau dans le Chapitre 3. Cette approche est moins réductrice que le calcul des indices de qualité préconisé par la DCE et présenté dans le Chapitre 4, qui n'utilise que la première donnée mensuelle (entre janvier et décembre).

Tableau 3 : Abréviations des taxons les plus souvent rencontrés le long du littoral normand.

ASTEGLA	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	PLAG	<i>Plagiogramma spp.</i>
CERAPEL	<i>Cerataulina pelagica</i>	PSNZ	<i>Pseudo-Nitzschia</i>
CHAE	<i>Chaetoceros spp.</i>	RHIZDEL	<i>Guinardia delicatula</i>
CHAESOC	<i>Chaetoceros socialis</i>	RHIZFRA	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>
FMNITZ	Famille <i>Nitzschiaceae</i>	RHIZIMB	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
GYMN	<i>Gymnodinium spp.</i>	RHIZSTO	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>
LEPT	<i>Leptocylindrus spp.</i>	SKELCOS	<i>Skeletonema spp.</i>
ODONAU	<i>Odontella aurita</i>	THAL	<i>Thalassiosira spp.</i>
PHAE	<i>Phaeocystis globosa</i>	THALROT	<i>Thalassiosira rotula</i>

Les abréviations des noms des espèces utilisées ci-dessus ne correspondent pas aux noms en vigueur actuellement dans la littérature scientifique. Ceux-ci changent très souvent en fonction des avancées de la taxinomie. Pour un souci de cohérence par rapport aux premiers rapports RHLN réalisées, nous continuerons avec cette nomenclature.

Matériel et méthodes

Les données sont présentées sous forme de graphiques, permettant ainsi d'observer rapidement les différences entre le suivi réalisé pendant le premier plan de gestion du RHLN (2001-2006), les années 2007-2010, et l'année 2011 où n représente le nombre total de données (Figure 4).

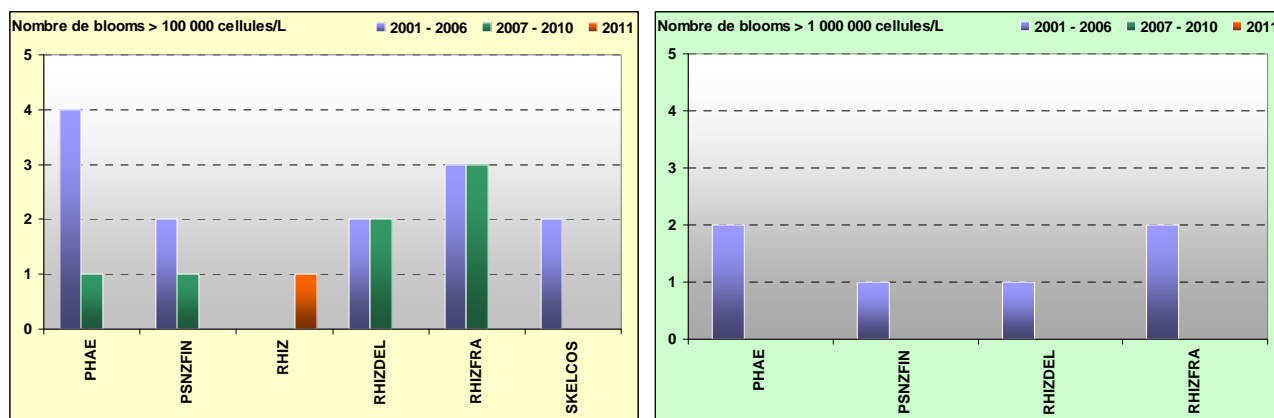


Figure 4 : Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Chausey » depuis 2001.

Pour les points « Donville », « Jobourg », « Barneville », « Géfosse », « Cabourg » et « Antifer ponton pétrolier », des **flores totales** ont été réalisées dans le cadre du RHLN et du programme COGEMA. Toutes les cellules du micro-phytoplancton (cellules $\geq 20 \mu\text{m}$) ont alors été identifiées et dénombrées, ce qui permet de disposer de données relatives à l'abondance relative réelle des principaux taxons mensuellement sur plusieurs années.

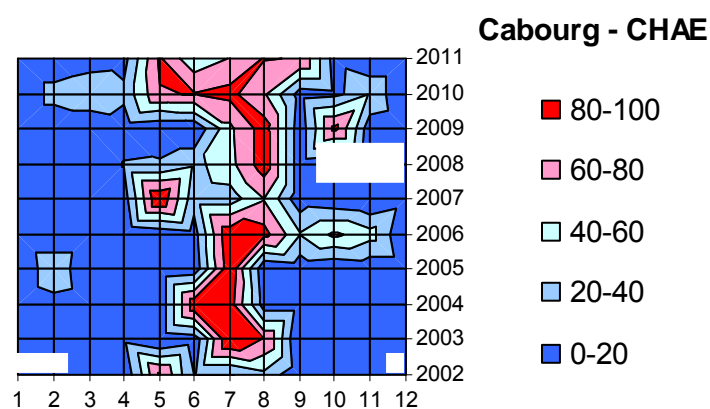


Figure 5 : Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) du taxon CHAE à Cabourg. Sur certains de ces types de graphiques, les rectangles blancs marquent les mois où aucune donnée n'est disponible.

Afin d'exprimer les variations d'abondance relative (en %) des principaux taxons au cours du temps, le mode de représentation retenu est donné par la Figure 5, avec en abscisse les mois de l'année (de 1 à 12) et en ordonnée les années (de 2002 à 2011).

III. Résultats du RHLN 2011 vs. 2000-2010

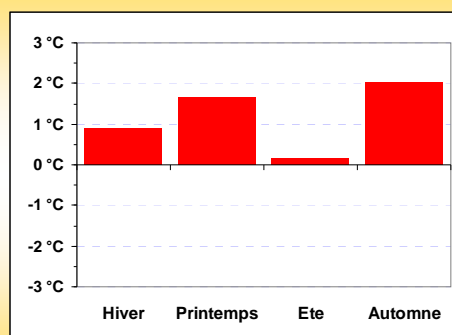
III.1. Paramètres climatologiques

L'année 2011 faisant partie d'une nouvelle décennie, Météo-France change de « normale » pour passer de la période 1971 - 2000 à 1981 - 2010. Sur les paramètres suivis dans le cadre du RHLN, la normale annuelle en température à Dieppe augmente de 10,5°C à 10,8°C, soit + 0,3°C, en précipitations de 804,3 mm à 798,0 mm, soit - 6,3 mm, et en durée d'insolation de 1662,8 h à 1657,6 h, soit - 5,2 h. Cette nouvelle normale est appliquée aux données antérieures pour pouvoir les comparer entre elles.

III.1.1. Température

SYNTHESE TEMPERATURE :

Ces données de température confirment, dans l'air comme dans l'eau : une année 2011 la plus « chaude » depuis 1960, par rapport à la normale (1981-2010) à Dieppe. L'écart annuel à la normale est de + 1,2°C soit le plus important depuis 1960. Au cours de l'année, les mois d'automne (+ 2,0°C) et de printemps (+ 1,7°C) auront montré les plus forts écarts à la normale.



L'étude des écarts à la nouvelle normale (moyenne sur 1981-2010) des températures de l'air enregistrées à Dieppe montre que l'année 2011 est la plus « chaude » depuis 1960 (Figure 6). En effet, l'écart thermique mesuré en 2011 est de + 1,2°C soit + 0,3°C comparé à l'année 1999 jusqu'alors la plus élevée.

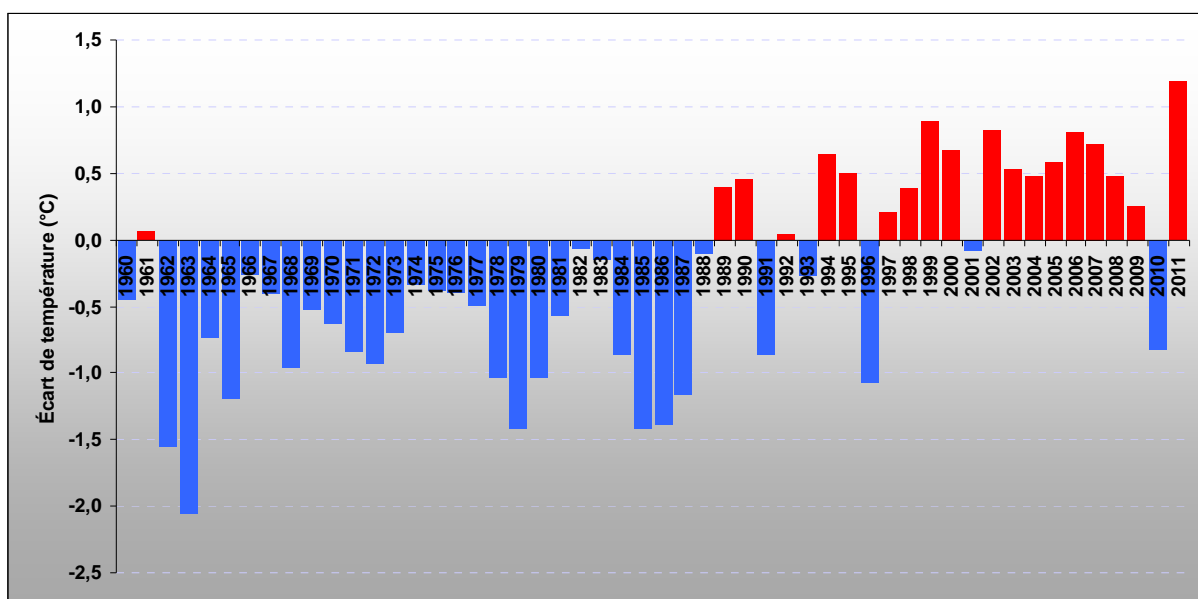


Figure 6 : Ecart entre les températures moyennes annuelles dans l'air à Dieppe depuis 1960 et la normale (1981-2010) (données Météo-France). Rouge = écarts positifs ; bleu = écarts négatifs.

Sur les côtes Normandes, les écarts de température moyenne annuelle en 2011 par rapport à la normale sont positifs pour toutes les stations considérées (Figure 7). Les températures moyennes annuelles ont significativement augmenté en 2011 (écart moyen à la normale de chaque station de + 1,1°C) par rapport à 2010 (écart moyen de - 0,3°C). L'année 2011 a présenté les températures moyennes annuelles les plus élevées depuis 2006 pour les différentes stations de Normandie, sauf pour le Cap de la Hève.

CLIM

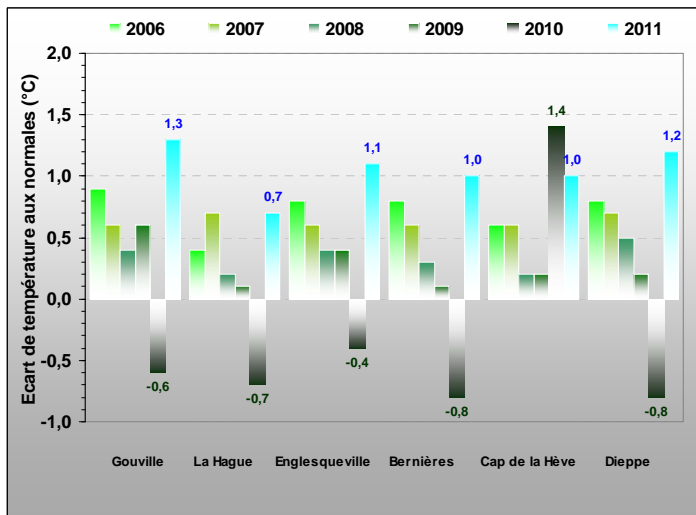


Figure 7 : Evolution des écarts de température annuels entre 2006 et 2011 sur différents sites le long du littoral normand par rapport à leur normale (1981-2010) (Données Météo-France).



L'étude des moyennes mensuelles de la température de l'air enregistrée à Dieppe en 2011 (Figure 8), montre qu'au printemps, les températures ont été supérieures à la normale avec notamment un pic dépassant les valeurs maximales entre 1960 et 2010 au mois d'avril (+ 3,2°C d'écart positif à la normale). Cela contraste avec un été relativement proche voire en deçà de la normale (juillet à - 1,0°C). Sur le reste de l'année 2011, les températures ont été dans l'ensemble supérieures à la normale, notamment pour le mois de décembre (+ 2,8°C).

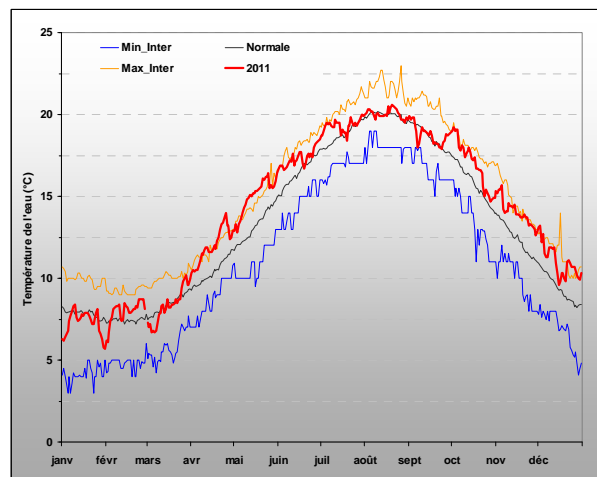
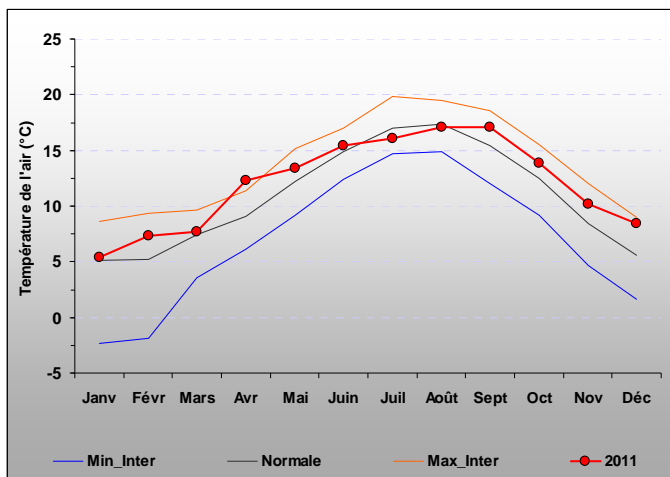


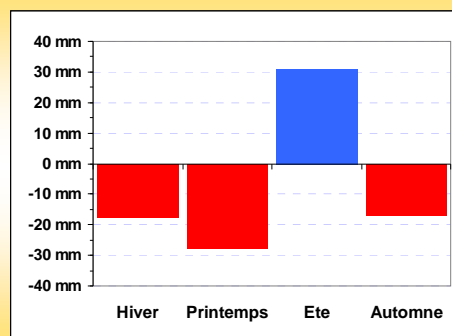
Figure 8 : Moyennes mensuelles des températures de l'air à Dieppe (données Météo-France) et évolution de la température journalière de l'eau de mer enregistrée au canal d'amenée de la centrale EDF de Paluel (Seine Maritime) depuis 1991 (données EDF). Comparaison des données 2011 (en rouge) avec la normale 1981-2010 (en noir) pour Dieppe et 1991-2010 pour Paluel. Courbes bleue et orange = valeurs extrêmes mensuelles minimum et maximum respectivement entre 1960 et 2010 à Dieppe, et 1991 et 2010 à Paluel.

En ce qui concerne la **température de l'eau de mer**, elle suit de façon logique les tendances observées avec les températures de l'air. Elle a frôlé les maxima depuis 1991 à Paluel (Seine-Maritime ; Figure 8) pour les mois d'avril, mai, juin et décembre. Elle a ensuite oscillé autour de la normale depuis 1991 de juillet à Octobre, et également de janvier à mars.

III.1.2. Précipitations

SYNTHESE PLUVIOMETRIE :

En 2011, les précipitations ont été moins abondantes que la normale sur l'ensemble des stations normandes. On note un déficit global par rapport à la normale, marqué notamment au printemps (- 28 mm) alors que l'été a été pluvieux (+ 32 mm). L'année 2011 est une année dite « sèche » par rapport aux normales normandes.



CLIM

L'année 2011 est comparable aux années « sèches » de la période 2003-2006 et 2009-2010, contrastant avec les années plus « humides » de 2007 et 2008 (Figure 9). En effet, l'écart pluviométrique en 2011, calculé par rapport à la normale (sur 1981-2010), a été d'environ - 90 mm à Dieppe.

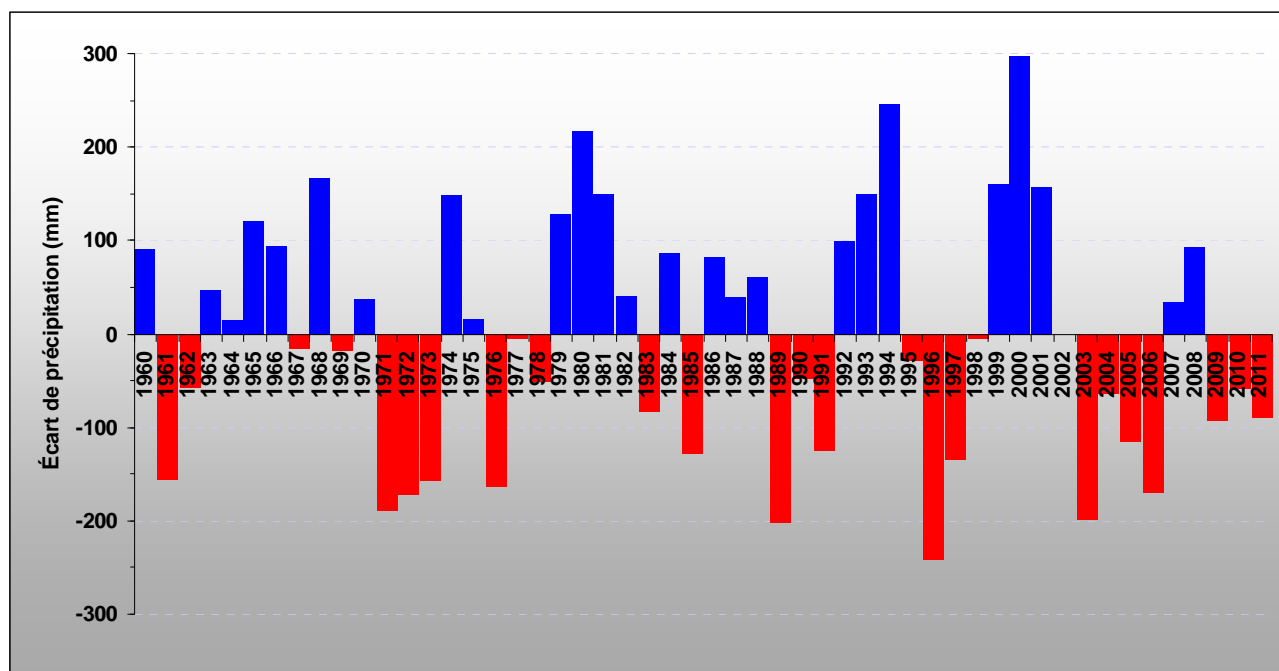


Figure 9 : Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Dieppe (Seine Maritime) et la normale (1981-2010) sur la période 1960-2011 (données Météo-France). Bleu = écarts positifs ; rouge = écarts négatifs.

L'examen des **données mensuelles** de la station météorologique de Dieppe met en évidence une pluviométrie supérieure à la normale en été et en décembre, tandis qu'au printemps et en automne celle-ci était **déficitaire**. Ce déficit est particulièrement marqué en mai (- 56 mm) frôlant ainsi avec le minimum interannuel, et en novembre (- 59,5 mm). On note par ailleurs un **excédent** pluviométrique en **Août** (+ 65 mm) et en décembre (+ 64 mm) (Figure 10).

CLIM

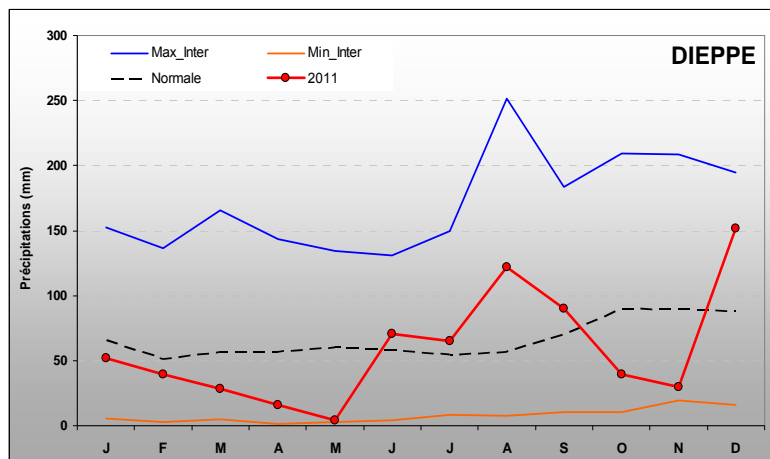


Figure 10 : Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Dieppe en 2011 avec la normale (1981-2010) et les extrêmes sur 1960-2010 (Données Météo-France). Minima en orange, maxima en bleu.

L'hétérogénéité de la pluviométrie à l'échelle de la Normandie est mise en évidence par la Figure 11, qui présente une comparaison inter-stations des écarts des précipitations annuelles à leur normale sur la période 2006-2011.

La pluviométrie montre **pour l'ensemble des stations normandes un déficit plus ou moins important**, avec des écarts négatifs de - 66 à - 184 mm selon les stations considérées. Les précipitations les plus élevées ont été mesurées à Gouville avec un maximum de 944 mm en moyenne annuelle (- 66 mm à sa normale) (Figure 11). Sur l'ensemble du littoral Normand, il a plu en moyenne 703 mm sur l'année 2011, soit une moyenne des écarts aux normales déficitaire de - 119 mm.

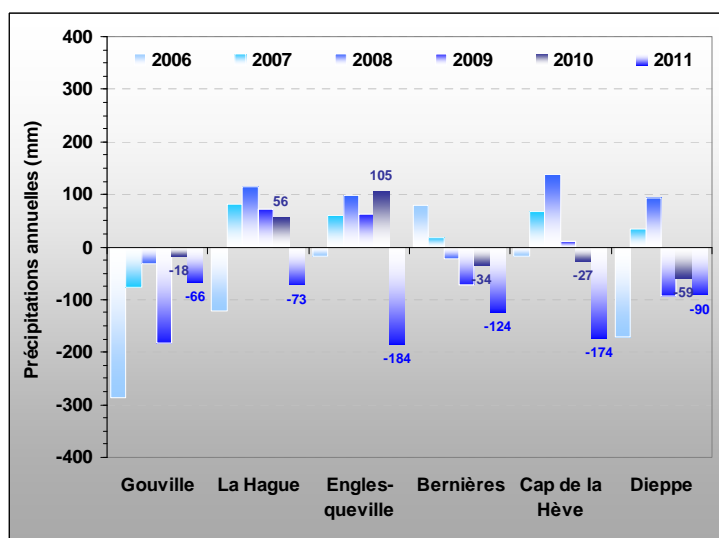


Figure 11 : Ecart des précipitations annuelles enregistrées entre 2006 et 2011 aux normales (1981 – 2010) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo-France).

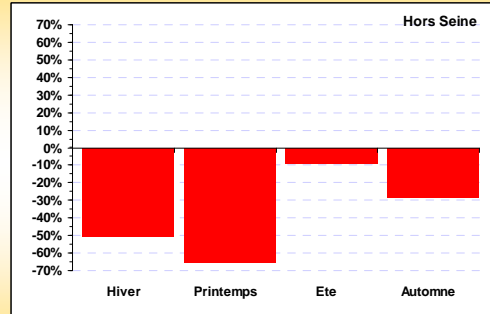


Par ailleurs, en comparaison avec les autres années depuis 2006, l'année 2011 est la seule où toutes les stations ont un écart déficitaire par rapport à leur normale (Figure 11). Ces observations permettent de mieux comprendre les résultats observés pour les débits des fleuves normands présentés ci-après.

III.1.3. Débits des cours d'eau

SYNTHESE DEBITS :

Les débits des principaux cours d'eau du bassin Seine-Normandie ont été globalement faibles en 2011 par rapport aux normales, malgré quelques écarts de débits mensuels positifs liés aux fortes précipitations des mois d'été et de décembre. Les déficits sont ainsi très marqués en hiver et printemps (- 50 % à - 66 %), et moins accentués en automne (- 29 %) et surtout en été (- 10 %), de façon cohérente avec les précipitations relevées.



CLIM

La Figure 13 montre les écarts relatifs des débits moyens mensuels de 2011 aux normales des principaux cours d'eau normands. Ainsi, globalement, les faibles précipitations en 2011 ont entraîné des réductions importantes des débits des cours d'eau sur le bassin Seine - Normandie par rapport aux normales.

Dans l'ensemble, les débits sont majoritairement déficitaires sur l'année 2011, excepté pour quelques débits mensuels. Ces débits excédentaires observés sont à relier aux précipitations importantes des mois d'été et du mois de décembre 2011 (voir Chapitre III.1.2). Seules la *Sélune* (+ 21 % en décembre), la *Saire* (+ 12 % à + 23 % en été), la *Seulles* (+ 138 % en décembre), et la *Vire* (+ 26 % à + 122 % en été) ont connu des écarts positifs à la normale (Figure 13).

Enfin, le débit de la *Seine* a été majoritairement inférieur à la normale sur l'ensemble de l'année 2011 (- 28 % en moyenne), mais présente un mois excédentaire en janvier (+ 37 %) (Figure 12), pendant lequel les précipitations ont pu être plus fortes dans le bassin versant.

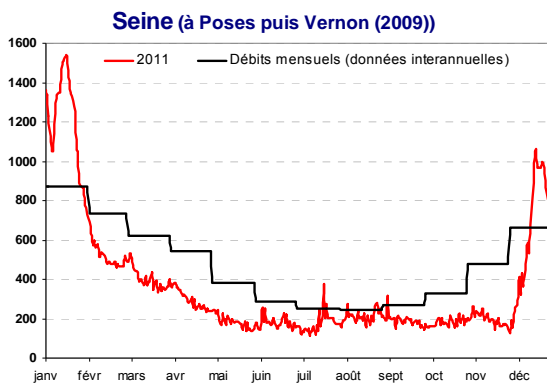


Figure 12 : Débits journaliers de la Seine (en rouge) et normale mensuelle (1981 – 2010) (en noir) en 2011 (données GIP Seine-Aval).

Ces résultats sont confortés par le bilan climatique annuel de Météo-France⁵ et les bilans hydrologiques réalisés par les DREAL de Normandie. En effet, les écarts aux normales ont montré un déficit moyen de l'ordre de - 37 % des cours d'eau étudiés, avec un maximum observé de - 89 % pour l'*Orne* en novembre (Figure 13).

⁵ http://climat.meteofrance.com/chgt_climat2/bilans_climatiques/archives/2011/bilan2011?page_id=15569

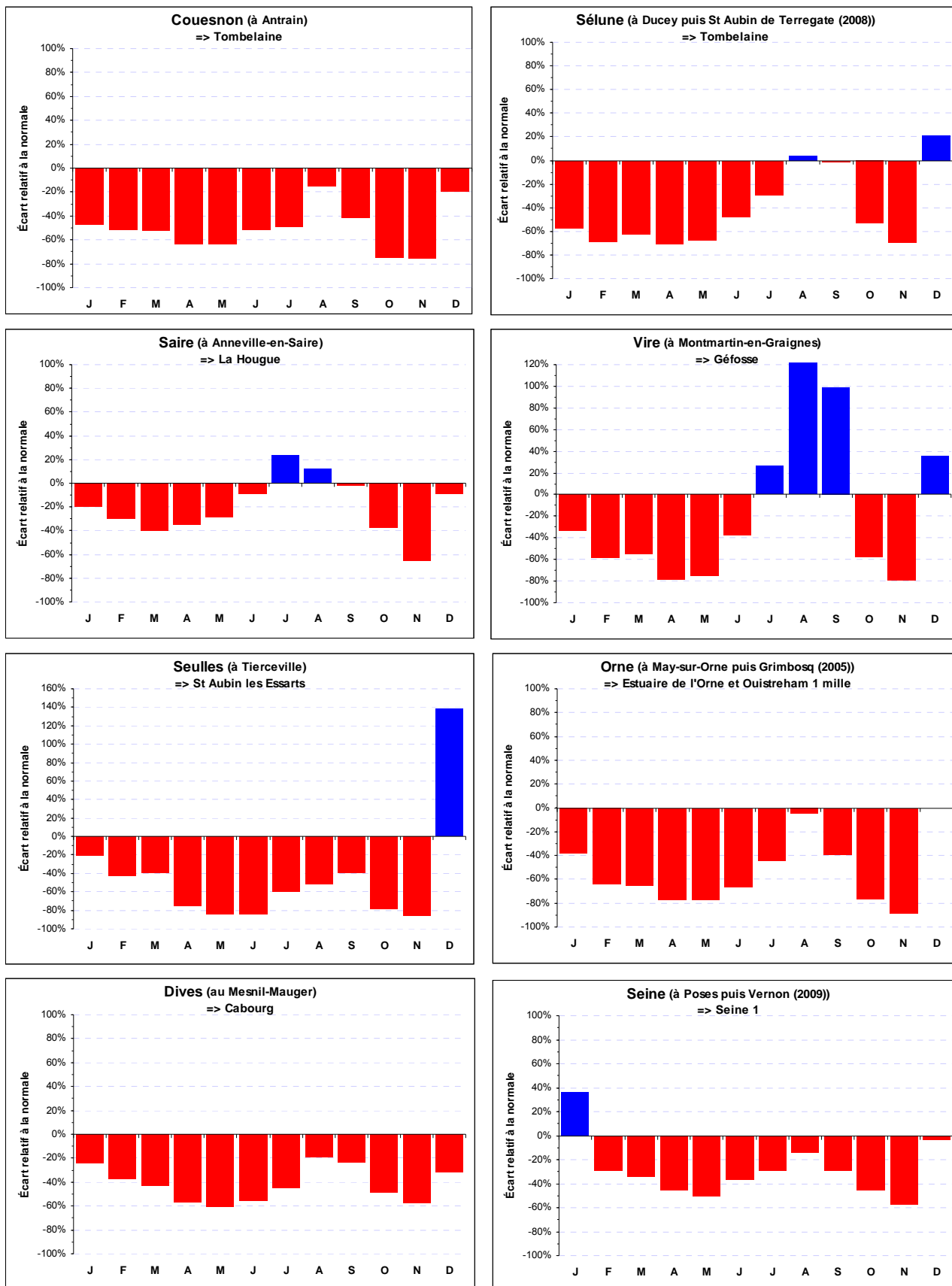


Figure 13 : Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2011 à la normale (1981-2010) (Données HYDRO-MEDD/DE).
 Les points de prélèvement du RHLN concernés par ces apports sont indiqués dans le titre de chaque graphique.

III.2. Résultats des masses d'eau suivies

III.2.1. Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2011)

SYNTHESE HC01 : Le point « Chausey » est très peu influencé par des apports terrigènes et ne connaît que de très faibles dessalures. Ses stocks hivernaux moyens en nutriments sont relativement faibles, et similaires à ceux des eaux ouvertes de la Manche (11 μM DIN, 0,5 μM DIP, 6,6 μM Si en 2011). Le cycle étant de type « classique », l'azote, en carence potentielle de mai à septembre, a pu entraîner une limitation du développement phytoplanctonique en 2011. En effet, les teneurs en chlorophylle-a sont restées relativement faibles (moyenne 2011 : 1,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$, maximum 2,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Le suivi montre que seule la famille *Rhizosolenia sp.* (RHIZ) a dépassé en concentration le seuil DCE de 100 000 cellules par litre en mai 2011.

HC01

Hydrologie au point « Chausey »

Le point « Chausey », du fait de sa situation, est très peu influencé par des apports terrigènes et ne connaît que de très faibles dessalures : la salinité et la turbidité varient peu au cours de l'année (Figure 14).

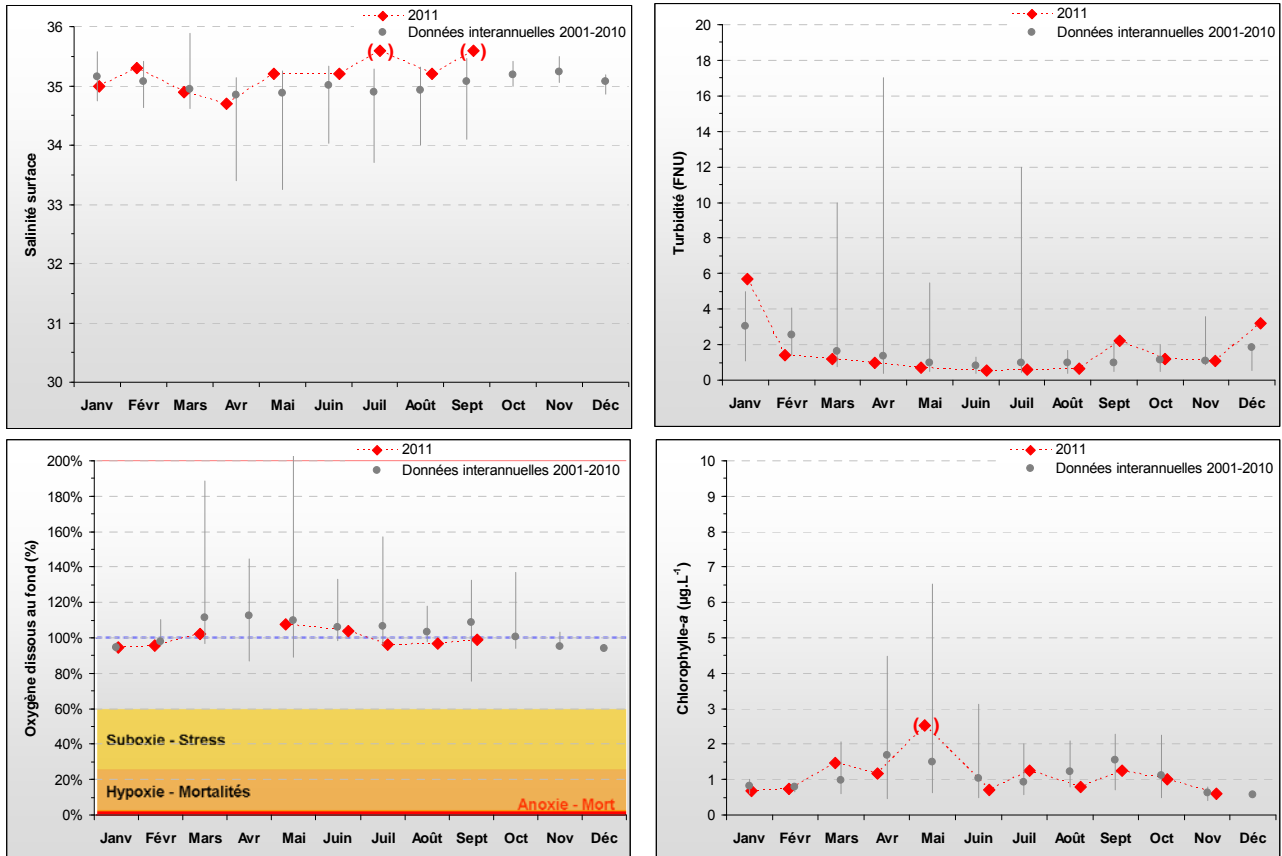


Figure 14 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Chausey entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et résultats 2011 (♦). (◊) Données douteuses.



En 2011, les concentrations en chlorophylle-a à Chausey sont relativement faibles et sont restées proches des médianes interannuelles, variant entre 0,6 et 2,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Le bloom de début mai (2,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$) est plus marqué que le premier bloom printanier (1,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$) qui a démarré en mars (Figure 14).

Par ailleurs, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %), marquant un milieu toujours correctement oxygéné en 2011 (Figure 14).

Dans cette masse d'eau, le stock hivernal en nitrate+nitrite a été un peu plus faible en 2011 (11 μM) que les années précédentes, mais similaire à celui de 2010. Les autres nutriments ont présenté des stocks hivernaux similaires à ceux des années précédentes (0,5 μM de phosphate, 6 μM de silicate) (Figure 15). Ces valeurs restent dans l'ordre de grandeur des concentrations typiques des eaux ouvertes de la Manche. Ces stocks en nutriments ont été consommés moins rapidement qu'en 2009 (Nédélec *et al.*, 2011), les concentrations en nitrate+nitrite, phosphate et silicate ayant atteint leur minimum début mai, suite au développement des blooms phytoplanctoniques du printemps. Les concentrations en ammonium sont restées faibles tout au long de l'année, sauf à l'automne où il est régénéré par des processus biochimiques.

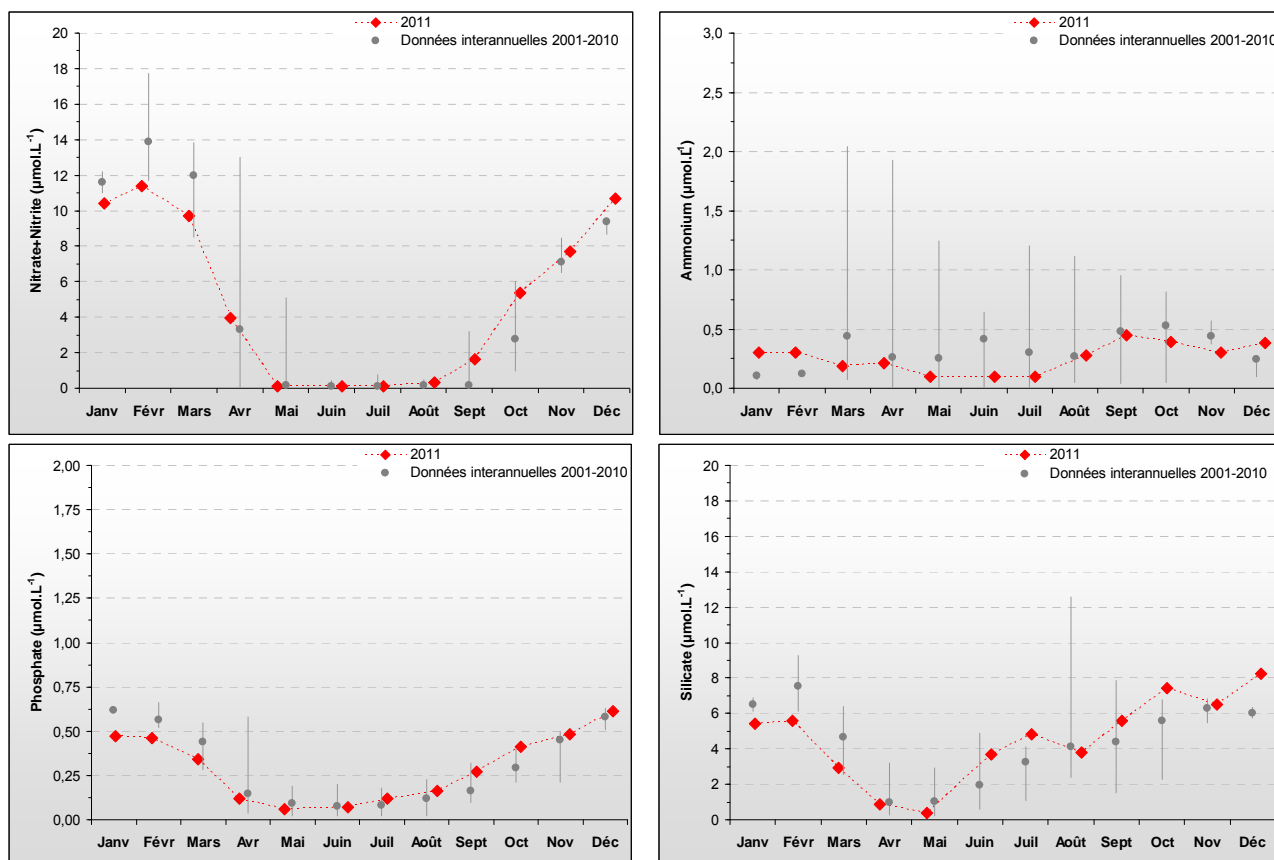


Figure 15 : Évolution des concentrations en nutriments à Chausey entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

L'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP montre que l'azote a vraisemblablement été en carence par rapport au phosphore dans le milieu de début mai à fin septembre, ce qui a pu limiter la croissance du phytoplancton en 2011 (Figure 16). De plus, les blooms printaniers d'avril - mai semblent avoir consommé un peu plus de silice que de phosphore, le rapport Si/DIP étant légèrement déséquilibré au cours de ces mois-ci (Figure 16).

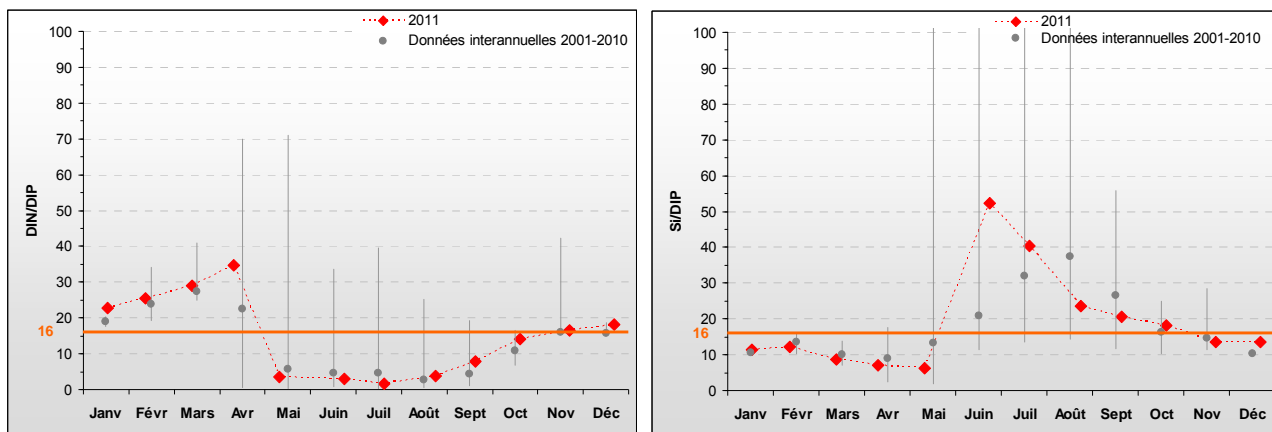


Figure 16 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Chausey. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Chausey »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Chausey en 2011 montrent qu'un unique dépassement du premier seuil DCE a été observé de la famille des *Rhizosolenia sp.* (RHIZ) au mois de mai ($407\ 500\ \text{cell.L}^{-1}$) (Figure 17). La consommation accrue en silicate observée lors des blooms d'avril - mai (Figure 15) pourrait donc être liée au développement de cette espèce phytoplanctonique, qui appartient à la famille des diatomées. Les diatomées sont en outre régulièrement dominantes dans cette masse d'eau, comme semblent le montrer les données passées (Figure 17). Par ailleurs, le faible nombre d'efflorescences dépassant le seuil DCE paraît cohérent avec les concentrations relativement faibles en chlorophylle-a enregistrées à ce point (Figure 14).

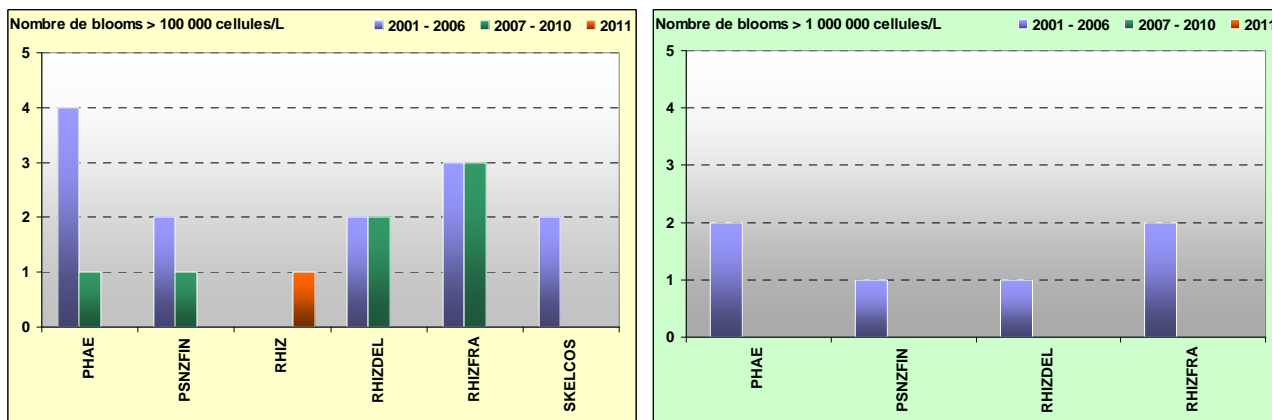


Figure 17 : Nombre de blooms dépassant les seuils DCE sur Chausey entre 2001-2006 (n = 81), 2007-2010 (n = 65) et 2011 (n = 11).

Pertinence du suivi au point « Chausey »

Le point de prélèvement « Chausey » est l'un des points dont l'historique RHLN est le plus long. Les dix années de suivi ont permis de caractériser un cycle des nutriments « classique ». Ce point étant peu sujet aux apports continentaux, il a été sélectionné comme point de référence DCE et fait l'objet d'un contrôle de surveillance DCE.

III.2.2. Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010-2011)

SYNTHESE HT05 : Le point « Mont St Michel-2007 » a été remplacé par le point « Tombelaine » en début d'année 2010, le premier point suivi depuis 2007 n'ayant pas été considéré comme représentatif de la masse d'eau HT05. Les données de suivi à « Tombelaine » en 2011 permettent d'observer un cycle des nutriments « atypique » et un stock hivernal modéré (45 μM DIN, 1,4 μM DIP et 23,7 μM Si). La biomasse chlorophyllienne était modérée au printemps mais soutenue, avec une moyenne annuelle à 6,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$. L'oxygène dissous au fond reflète cette productivité, avec une moyenne annuelle à 84 %. Aucun taxon n'a dépassé de seuil DCE.

HT05

Le point « Mont St Michel 2007 » a été remplacé par le point « Tombelaine » en mars 2010, et les prélèvements sont réalisés par la Police des eaux littorales de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Manche (DDTM 50). En effet, suite au « contrôle d'enquête » de 2007 à fin 2009, il n'a pas été possible de valider la représentativité de ce premier point, la turbidité très élevée à cette station (moyenne de 190 FNU sur les 3 ans de suivi) étant problématique pour interpréter les autres paramètres (Nédélec *et al.*, 2011). En outre, ce point était très influencé par le Couesnon et son nouveau barrage, au détriment des apports de la Sée et de la Sélune. Le point « Tombelaine », mis en place à partir de mars 2010, est donc suivi en « contrôle d'enquête » exploratoire jusqu'à fin 2012.

Hydrologie au point « Tombelaine »

La masse d'eau HT05 est une masse d'eau de transition directement soumise aux apports du Couesnon, de la Sée et de la Sélune (Figure 18). Ainsi, l'amplitude des dessalures observées est restée cependant faible (environ 1,5 unités) en 2011, et bien moins importante que celle des dessalures observées au point « Mont St Michel-2007 » (jusqu'à 10 – 12) (Nédélec *et al.*, 2011).

Les cours d'eau sont sources d'apports terrigènes qui rechargent le milieu en nutriments tout au long de l'année, ce qui favorise la croissance du phytoplancton. Aussi, les épisodes de turbidité élevée coïncident généralement avec des épisodes de dessalure, comme en février 2011 (Figure 18). La turbidité est en moyenne de 55 FNU, ce qui contraste avec les valeurs obtenues sur le point « Mont St Michel-2007 » où celle-ci était très occasionnellement inférieure à 100 FNU (Nédélec *et al.*, 2011).

La turbidité n'étant pas trop élevée, il est possible d'interpréter la chlorophylle-a en tant que proxy de la biomasse chlorophyllienne. Les résultats montrent un pic en chlorophylle-a en avril (13,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 18), qui est corrélé à la chute des concentrations en nutriments qui débute dès mars (Figure 19). La teneur en chlorophylle-a diminue ensuite graduellement pour finir autour d'un niveau modéré de 2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en novembre 2011 (Figure 18).

Une série presque complète (sauf décembre) a été obtenue pour la première fois en 2011 sur le point « Tombelaine ». Celle-ci montre que la concentration en oxygène dissous mesurée au fond est en sous-saturation la majeure partie de l'année 2011 (moyenne 84 %) avec un minimum en septembre à 68 % (Figure 18), témoin d'une eau productive. Aucune valeur mesurée n'atteint cependant la zone de suboxie.

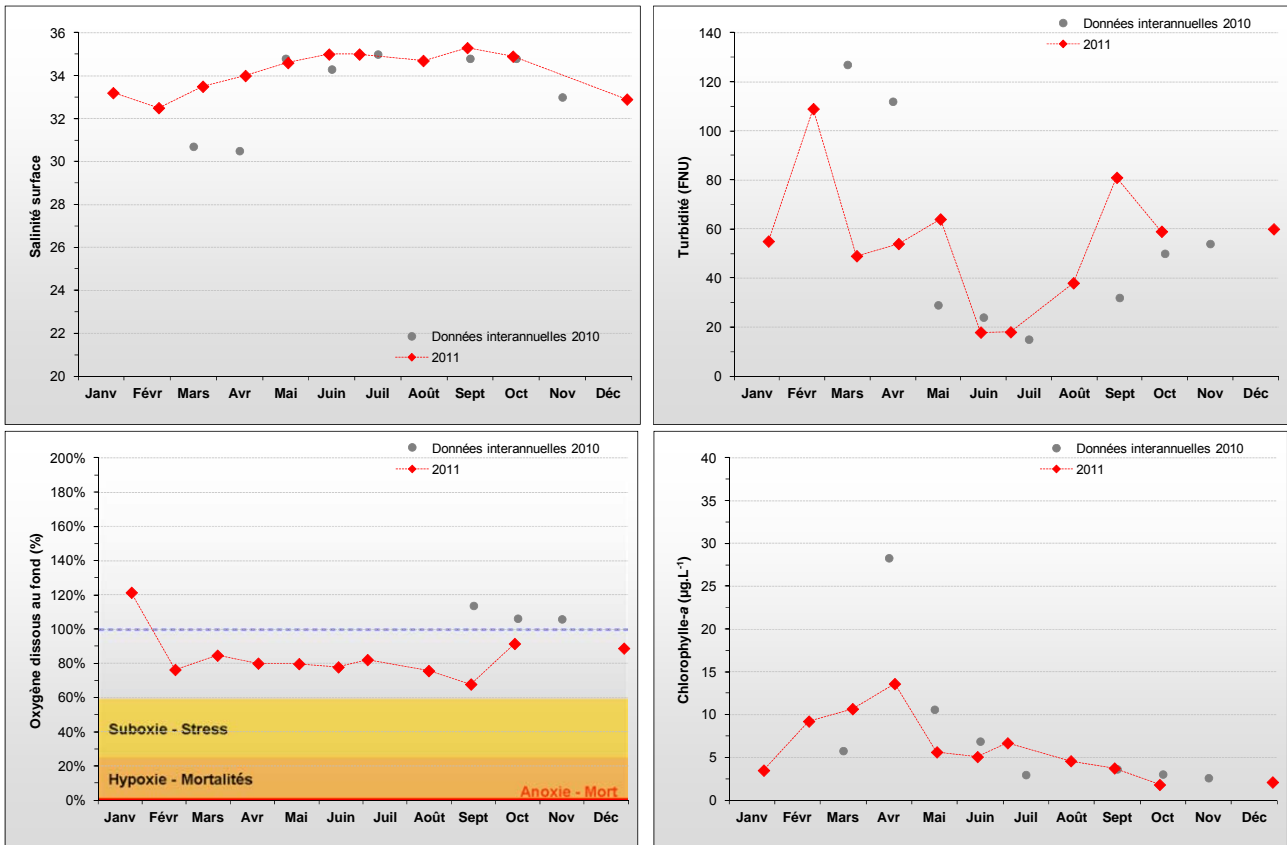


Figure 18 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a au point Tombelaine entre 2010 et 2011. Représentation de la valeur pour les données 2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

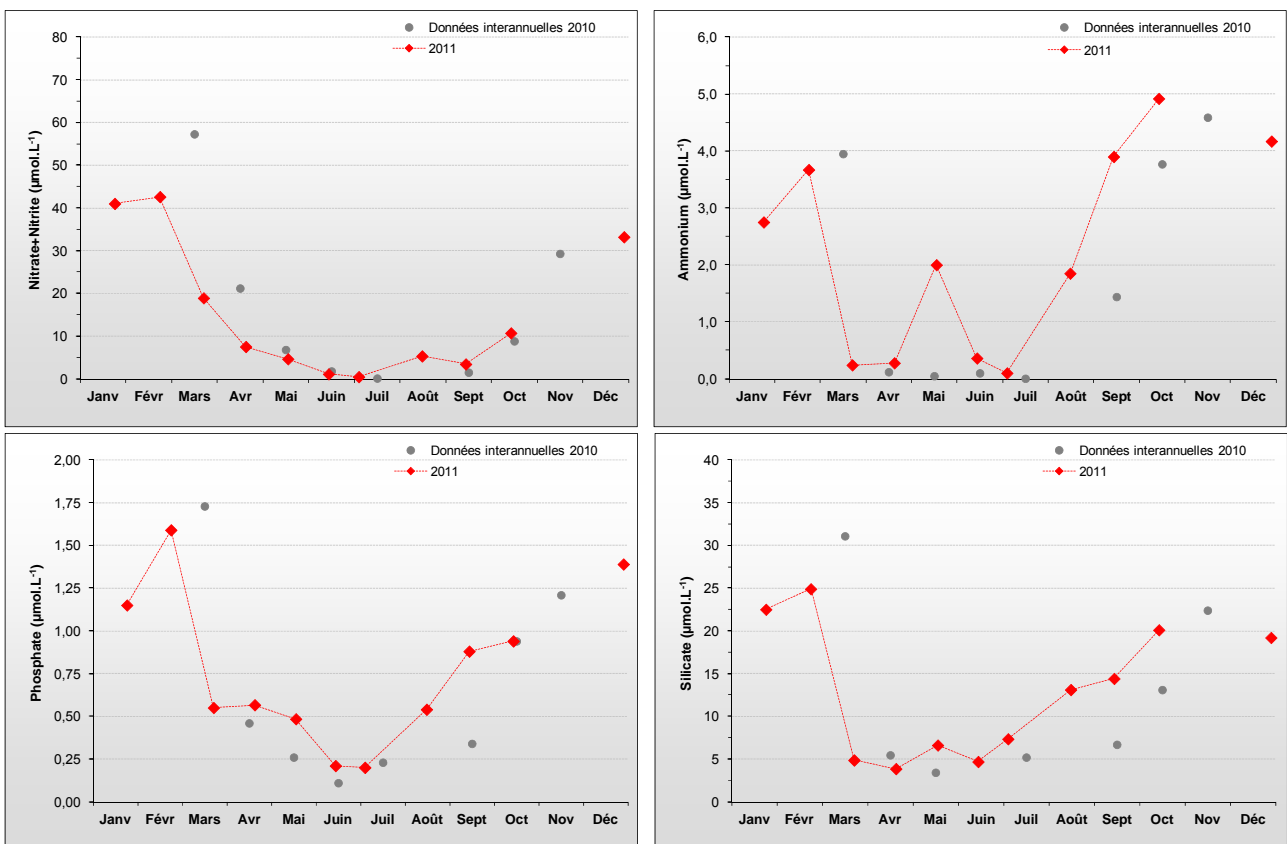


Figure 19 : Évolution des concentrations en nutriments au point Tombelaine entre 2010 et 2011. Représentation de la valeur pour les données 2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Des stocks hivernaux modérés en nutriments ont pu être évalués pour la première fois en 2011, avec 42 μM de nitrate+nitrite, 3,2 μM d'ammonium, 1,4 μM de phosphate, et 23,5 μM de silicate (Figure 19). Le stock en silicate est cependant très important, et reflète vraisemblablement la turbidité sur cette station. Les résultats obtenus permettent d'observer un cycle des nutriments « atypique », avec une consommation presque complète du nitrate+nitrite en période estivale lorsqu'il n'y a pas de recharges (Figure 19).

L'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN montre que ces derniers sont relativement équilibrés tout au long du suivi réalisé en 2011. L'azote semble présenter une carence potentielle très ponctuelle au mois de juillet (Figure 20).

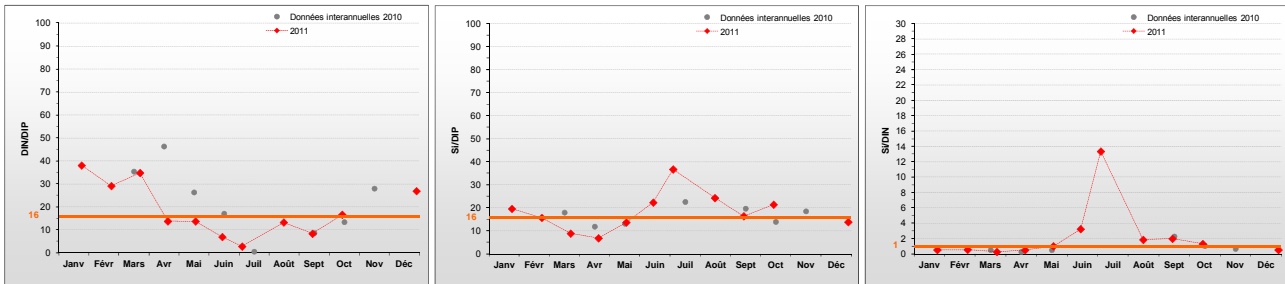


Figure 20 : Évolution des rapports DIN/DIP, Si/DIP, et Si/DIN au point Tombelaine entre 2010 et 2011. Représentation de la valeur pour les données 2010 (gris) et résultats 2011 (◆).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Tombelaine »

Les données issues des flores partielles indicatrices au point « Tombelaine » en 2011, montrent qu'aucun bloom dépassant les seuils DCE n'a été observé. Le suivi sur ce point étant très récent, il ne permet pas de déterminer le type de peuplements phytoplanctoniques observé. La proximité avec l'ancien point de suivi de cette masse d'eau laisse présumer que les peuplements rencontrés présentent les caractéristiques des flores des baies, mais ce postulat sera étayé dans les prochaines années de suivi.

Pertinence du suivi au point « Tombelaine »

Le suivi du point de prélèvement « Tombelaine » a été initié en mars 2010 en remplacement du suivi au point « Mont St Michel-2007 », pour évaluer la qualité de la masse d'eau HT05. Ce nouveau suivi a été mis en œuvre sous la forme d'un « contrôle d'enquête » permettant d'étudier la représentativité du point choisi dans le cadre du RHLN, pour la période 2010-2012.

En effet, l'emplacement du point « Mont St Michel-2007 » était beaucoup trop sous l'influence du Couesnon et du barrage qui a été inauguré en mai 2009, rendant les échantillons très turbides (en moyenne 190 FNU sur 3 ans) (Nédélec *et al.*, 2011). Cette turbidité très importante était problématique pour l'interprétation des autres paramètres mesurés. Aussi, la conclusion du premier « contrôle d'enquête » sur la représentativité du point « Mont St Michel-2007 » entre 2007 et 2009 n'a pas permis de valider le positionnement de ce point, dont le suivi a dû être arrêté.

Pour cette nouvelle phase, initiée à partir de 2010 et jusqu'à fin 2012, le point de prélèvement a été déplacé dans des eaux plus profondes dans la masse d'eau HT05, et éloigné au maximum de l'influence du Couesnon. Le nouveau point de suivi, « Tombelaine », a donc une situation plus centrale (permettant de prendre en considération les apports de la Sée et de la Sélune), et plus au large (les prélèvements sont effectués à l'aide d'une embarcation de la DDTM 50). Aux vues des premiers résultats, ce point semble être bien plus représentatif de la masse d'eau HT05.

III.2.3. Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2011)

SYNTHESE HCO2: Le point « Champeaux » est à la fois influencé par des recharges nutritives de la masse d'eau HT05 permettant à l'activité phytoplanctonique de se maintenir jusqu'à la fin de l'été, et occasionnellement par des inclusions ponctuelles d'une masse d'eau oligotrophe du type de HC01 provoquant une chute de la biomasse. Le cycle des nutriments est ainsi perturbé. Les stocks hivernaux moyens en nutriments (40 µM DIN, 0,9 µM DIP, 22 µM Si) ont été moins importants en 2011. Des recharges en nutriments ont permis le développement d'un bloom marqué en juin ; l'azote devenant potentiellement limitant en mai et certaines années en période estivale. Aucun bloom dépassant les seuils DCE n'a été observé en 2011.

HCO2

Hydrologie au point « Champeaux »

Le point Champeaux est sous l'influence indirecte des trois principaux fleuves se jetant dans la Baie du Mont St Michel (*Couesnon, Sée et Sélune*), mais aussi de masses d'eau du large du type de la HC01. Cela se traduit par des épisodes de faibles dessalures (de l'ordre de 2 au maximum sur les 4 années de suivi), mais qui peuvent être ponctuellement modérées (3,5 en décembre 2011) (Figure 21) et liées à de fortes précipitations (cf. Chapitre III.1.2). Ces dessalures permettent de recharger le milieu en nutriments.

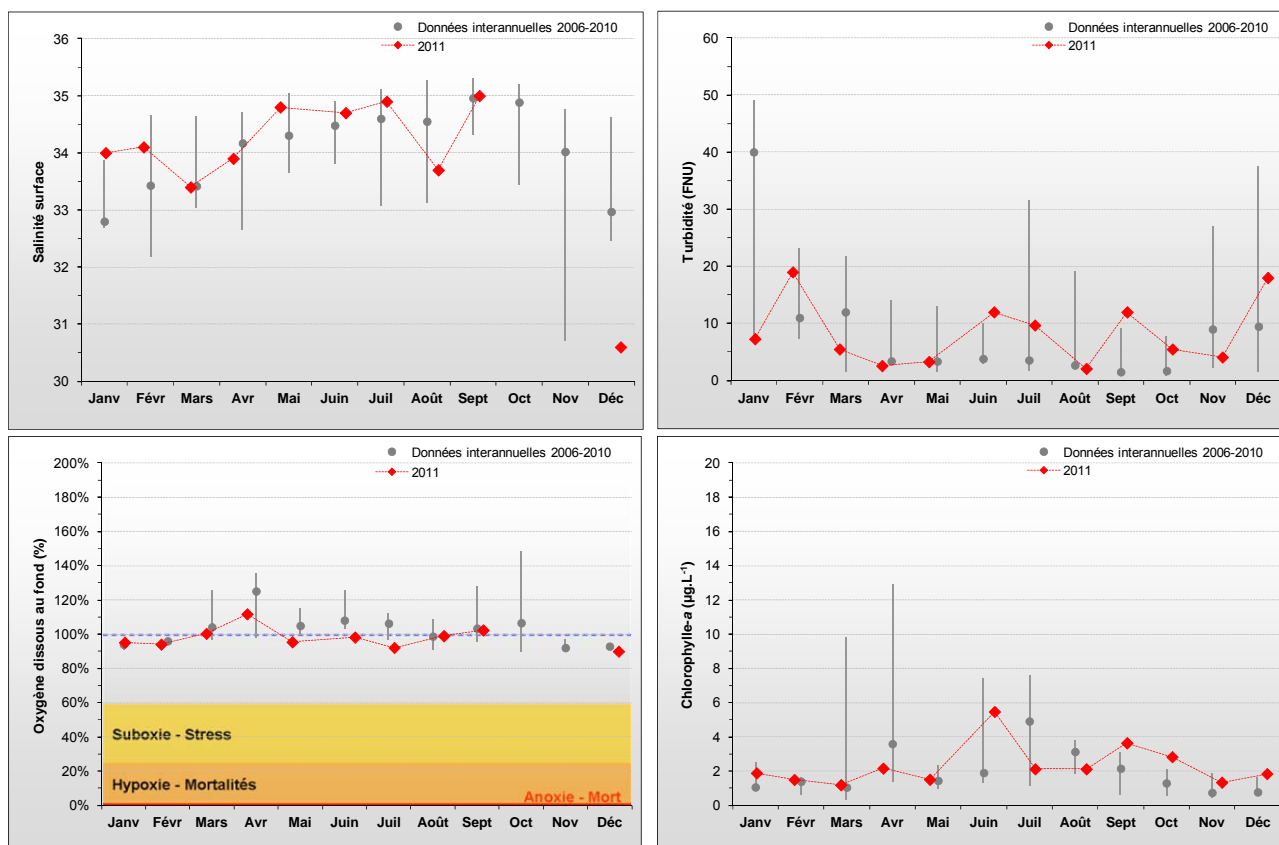


Figure 21 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Champeaux entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).



En 2011, les concentrations moyennes en chlorophylle-a ont été légèrement inférieures à celles observées entre 2006 et 2010 ($2,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne en 2011), à l'exception du bloom de juin, illustré sur la Figure 21 par un pic marqué à $5,5 \mu\text{g.L}^{-1}$. Ce développement phytoplanctonique important du mois de mars est probablement lié à l'apport en nutriments à cette même période (Figure 22).

Cette masse d'eau apparaît ainsi caractérisée par un cycle des nutriments « perturbé », où les stocks hivernaux en nutriments sont typiquement importants (environ $45 \mu\text{M}$ de nitrate+nitrite et $1,8 \mu\text{M}$ d'ammonium, $0,9 \mu\text{M}$ de phosphate et $23 \mu\text{M}$ de silicate sur 2006-2010 (Figure 22)), et faisant l'objet de recharges nutritives plus ou moins importantes permettant de relancer l'activité phytoplanctonique. En 2011, ces stocks ont été bien moins importants, notamment en nitrate+nitrite ($27 \mu\text{M}$) et en silicate ($15 \mu\text{M}$), mais les recharges en nutriments estivales et surtout en décembre ont été relativement conséquentes (Figure 22).

HC02

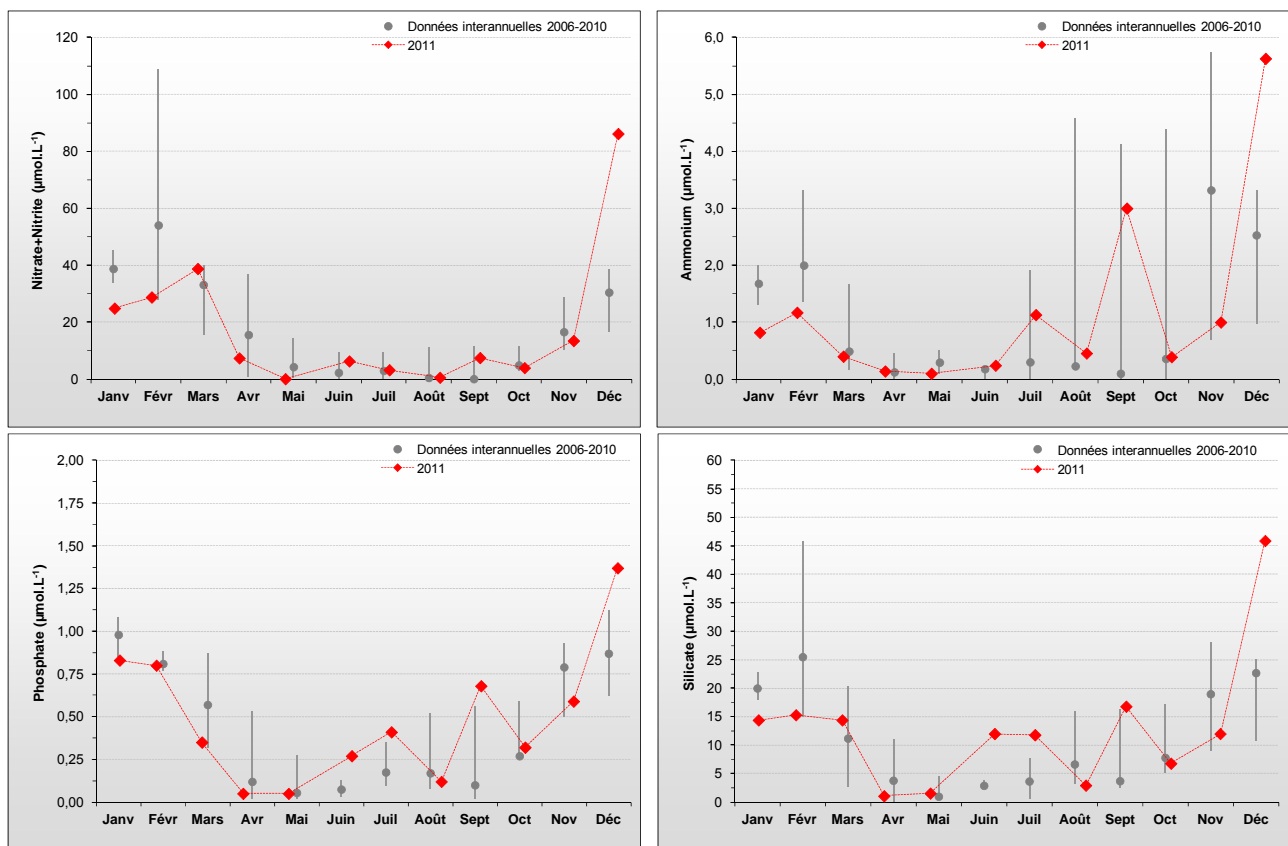


Figure 22 : Évolution des concentrations en nutriments à Champeaux entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Les stocks en nutriments ne sont jamais complètement consommés, même si les teneurs en azote peuvent atteindre des valeurs très faibles. L'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP permet ainsi de montrer un déséquilibre en début d'année (mars - avril) avec un excès probable en azote (lié à l'apport en nutriments chargé en azote à cette période), suivi d'une carence potentielle en azote en mai en 2011, et jusqu'à début septembre certaines années (Figure 23). Le rapport Si/DIP semble au contraire relativement équilibré, tout en mettant en évidence une consommation plus importante en phosphore qu'en silicium ponctuellement au cours de l'année.

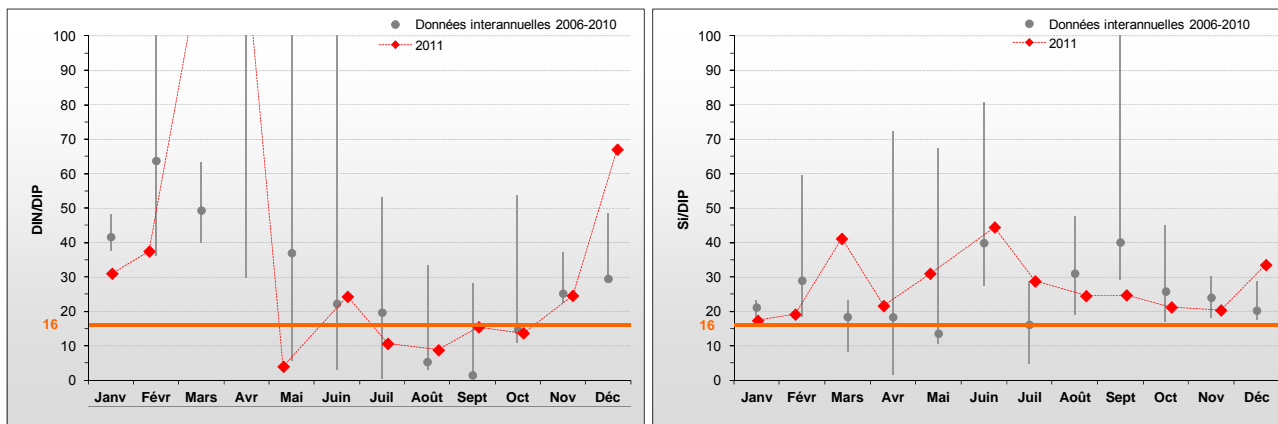


Figure 23 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Champeaux entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Champeaux »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Champeaux en 2011 montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur au seuil DCE (Figure 24). Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Champeaux sont dominés par les diatomées, caractéristiques des flores des baies, confirmant ainsi l'influence de la masse d'eau HT05.

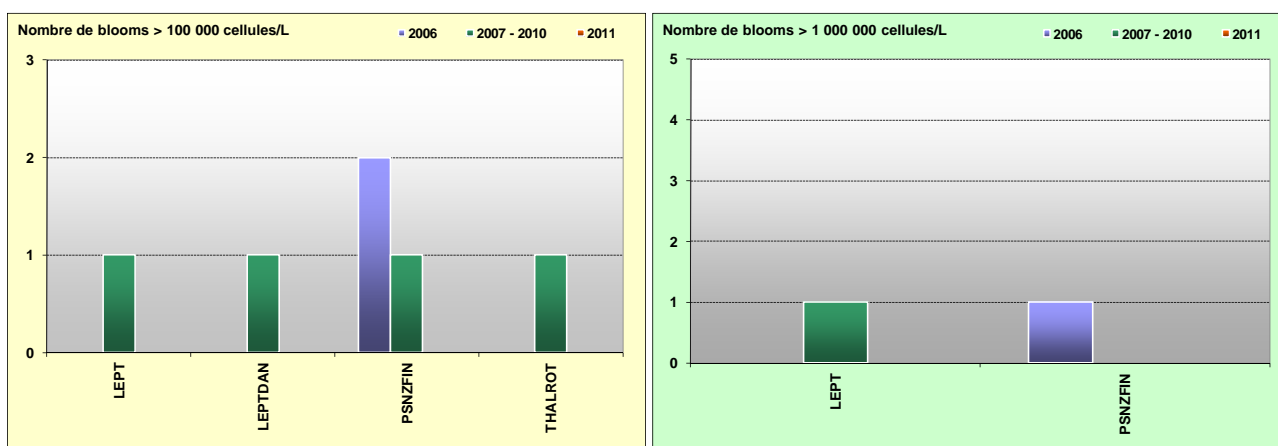


Figure 24 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Champeaux entre 2006, 2007-2010 et 2011.

Pertinence du suivi au point « Champeaux »

Les données obtenues au point « Champeaux » à partir de cinq années de suivi complètes (seuls 4 prélèvements effectués en 2006) ont permis de caractériser un cycle des nutriments « perturbé » par des recharges nutritives issues de l'influence de la masse d'eau HT05, et des inclusions ponctuelles éventuelles de masses d'eau oligotrophe du large du type de la HC01. Bien que ce ne soit pas le cas en 2011, les recharges peuvent permettre le développement de micro-algues potentiellement nuisibles pour l'environnement en termes d'eau colorée (jaune-brun) et d'eutrophisation. Ce point fait l'objet d'un contrôle de surveillance DCE.

III.2.4. Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville)

HC03

SYNTHESE HC03 : La masse d'eau HC03 est très étendue et fait l'objet d'usages multiples, dont la conchyliculture. C'est pourquoi cinq points sont suivis par le RHLN, dont deux (à Donville et Pirou) en contrôle de surveillance DCE, et trois (à Coudeville, Agon et Denneville) en contrôle régional.

Les données 2011 montrent que globalement HC03 a été peu exposée à des dessalures (max. 1,5) malgré une recharge importante du milieu en janvier sur tous les points, et en décembre sur les points au Nord (Pirou, Denneville), et que l'oxygène dissous est resté environ à saturation (100%) à tous les points.

Les stocks hivernaux moyens sont relativement modérés (20 μM DIN, 0,6 μM DIP, 11,5 μM Si), et un peu plus forts en nitrate+nitrite en 2011. Cette moyenne dissimule cependant l'existence d'une disparité au sein de la masse d'eau, certains points étant plus influencés que d'autres par des apports terrigènes.

Le maximum en biomasse pour HC03 a été faible pour les 3 points les plus au Sud ($\sim 3 \mu\text{g.L}^{-1}$), et a atteint $5 \mu\text{g.L}^{-1}$ à Pirou mi-mars 2011. La biomasse moyenne annuelle la plus forte a été de nouveau enregistrée à Pirou ($1,6 \mu\text{g.L}^{-1}$, contre $1,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne pour les autres points) et était moins importante partout que la moyenne interannuelle.

La masse d'eau HC03 présente donc globalement un cycle des nutriments principalement « classique » qui est cependant ponctuellement perturbé, mais où l'azote est presque totalement consommé de mai à septembre par la production primaire, devenant alors potentiellement limitant.

La flore de la masse d'eau HC03 est globalement représentative des eaux ouvertes de la Manche à part à Donville. En effet, le point Donville a été le siège d'efflorescences dépassant les seuils DCE, la concentration de trois diatomées ayant dépassé le seuil des 100 000 de cellules par litre. Exceptionnellement, une concentration a dépassé ce seuil pour le genre *Chaetoceros sp.* aux points Pirou et Denneville en août 2011.

III.2.4.1. Donville 2001-2011

Hydrologie au point « Donville »

Le point Donville, limitrophe aux masses d'eau HC02 et HC03, permet de rendre compte de la qualité de part et d'autre de la pointe du Roc (Le Goff *et al.*, 2005) et de l'influence de l'agglomération de Granville.

A l'exception du minimum de salinité atteint en février 2003, les dessalures sur Donville restent assez faibles (de l'ordre de 2) mais sont associées à des recharges en nutriments de la masse d'eau, et ce notamment en mars 2011. La turbidité associée aux résultats est variable (de 0,3 à 29,5 FNU), mais est restée faible en 2011 (maximum de 6 FNU, en janvier). La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) en 2011, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 25).

En 2011, les concentrations en chlorophylle-a sont restées faibles ($1,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne), avec un premier pic ($2,5 \mu\text{g.L}^{-1}$) en mars, suivi d'un deuxième pic ($1,8 \mu\text{g.L}^{-1}$) en septembre (Figure 25).

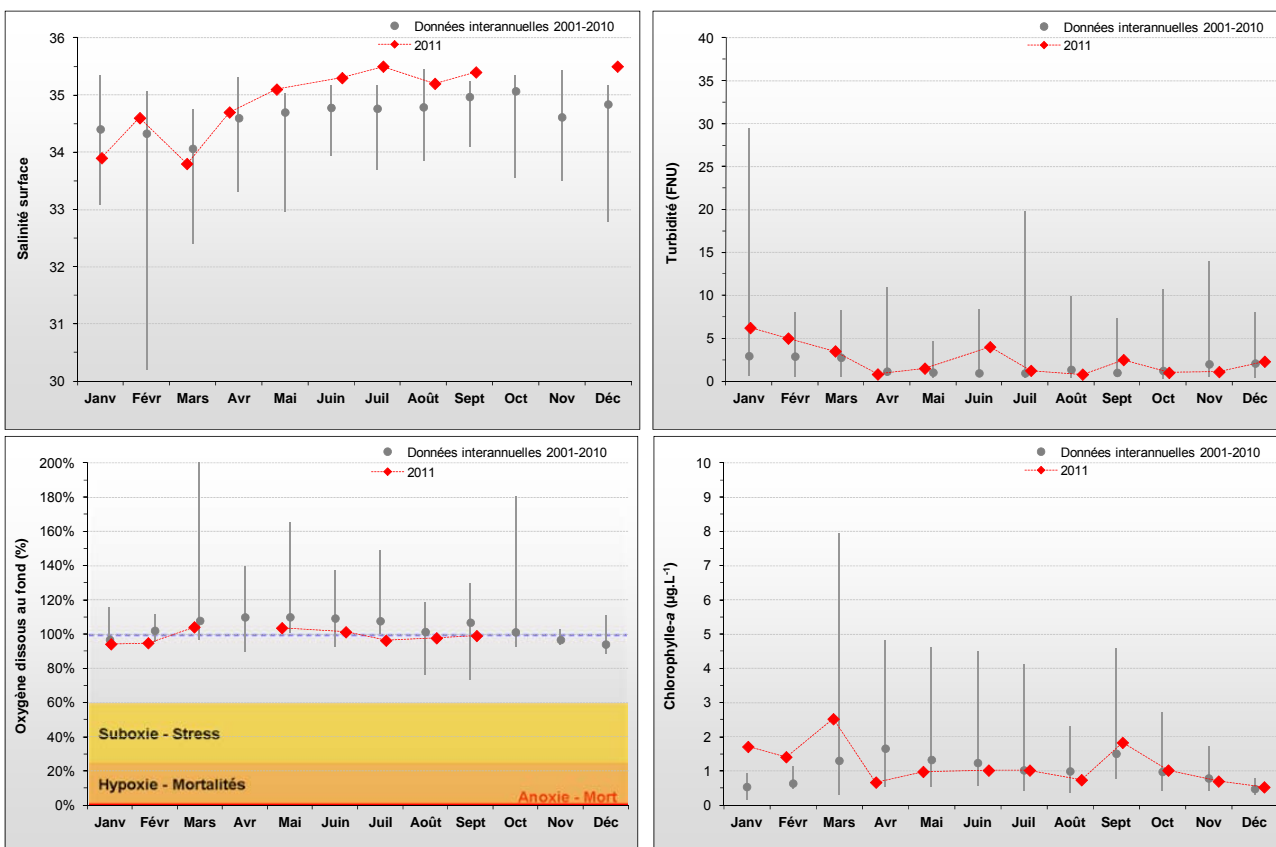


Figure 25 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Donville entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Le pic de concentration en chlorophylle-a observé en fin du mois de mars est probablement favorisé par une légère recharge en nutriments observée au même moment (Figure 26). Cette recharge est plus riche en nitrate+nitrite qu'en phosphate, comme en témoigne le rapport DIN/DIP qui montre un déséquilibre au détriment du phosphore pour ce mois de mars 2011 (Figure 26). Par la suite, une déplétion quasi-totale en azote de début mai à début septembre est observée, sans recharge estivale pour cet élément, tandis que les concentrations en phosphate et silicate réaugmentent dès juin 2011 (Figure 26). La carence potentielle en azote de mai à fin août pourrait donc expliquer le faible développement de la biomasse estivale sur ce point.

Aussi, le cycle des nutriments au point « Donville » apparaît principalement « classique », avec des stocks hivernaux en nutriments modérés en 2011, similaires à la médiane de la période 2001-2010 (stocks interannuels : 23 μM DIN, 0,7 μM DIP et 13 μM Si) (Figure 26).

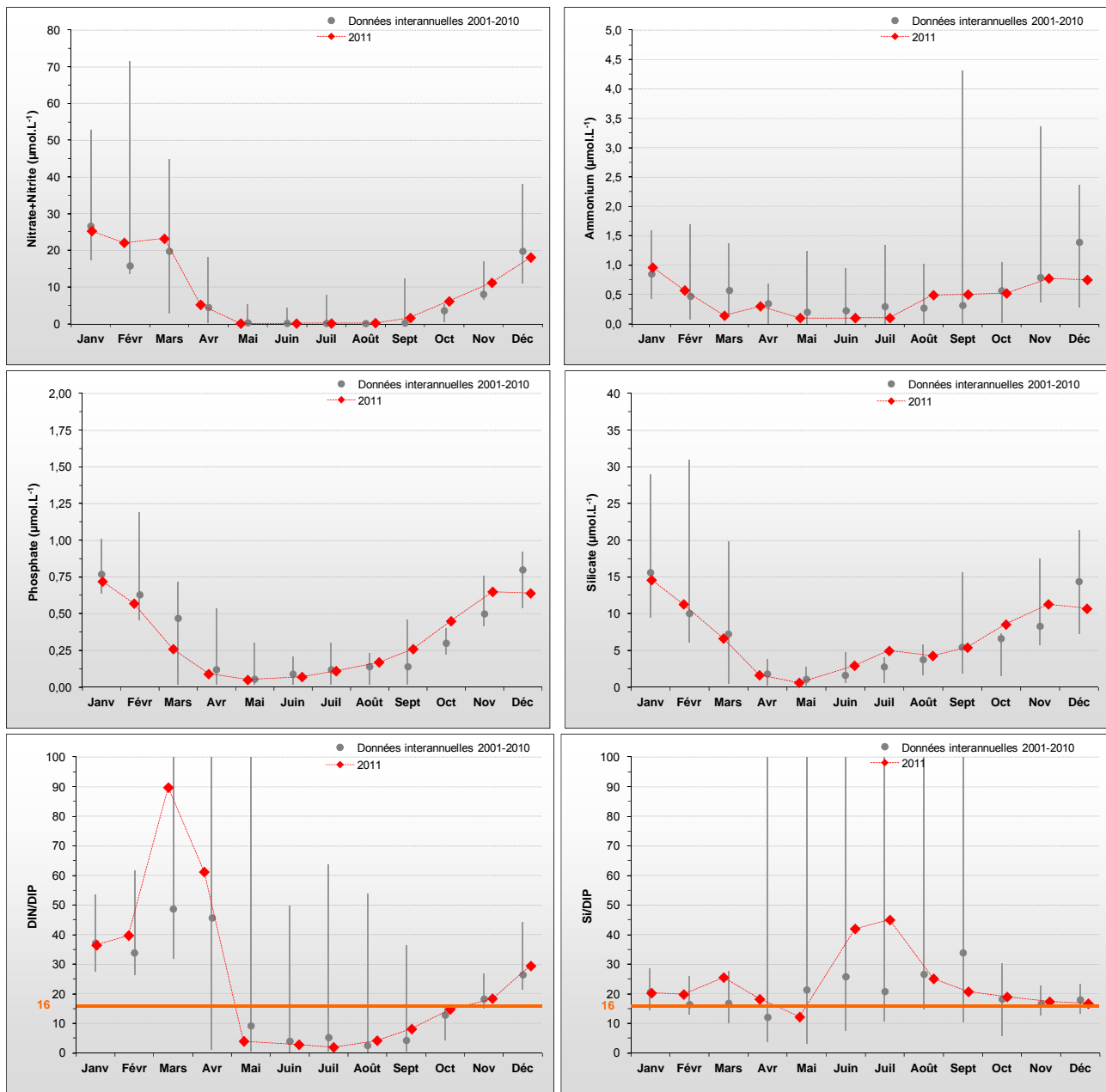


Figure 26 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Donville entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

L'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP montre qu'après l'excès d'azote en mars et avril, l'azote a été presque complètement consommé de début mai à fin août en 2011, suggérant une carence potentielle en azote pendant cette période. De plus, le rapport molaire Si/DIP semble suggérer une consommation plus importante en phosphore en juin et juillet 2011 par rapport au silicium (Figure 26).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Donville »

Les données issues des flores totales à Donville en 2011 permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point (Figure 27). Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le peuplement phytoplanctonique est généralement dominé par la diatomée du genre *Skeletonema* (SKELCOS) en hiver (février - mars), une espèce classée comme nuisible par la DCE. Contrairement à cette tendance, une diatomée du genre *Leptocylindrus* sp. (LEPT) a dominé le peuplement ponctuellement en début d'hiver (janvier - février) 2009 et 2010. En 2003 et 2006, une prymnesiophycée *Phaeocystis globosa* (PHAE) a dominé au printemps. Quand ça n'est pas le cas, le genre *Rhizosolenia* sp. domine le printemps, comme en 2004-2005 et 2009-2011. L'été (juin - septembre) est généralement caractérisé par la présence de diatomées appartenant à la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ), car s'accommodant des milieux pauvres en nutriments. En 2010, la dominance de cette diatomée ne s'étend que de mai à juillet. De 2002 à 2008, le peuplement phytoplanctonique automnal était de nouveau dominé par la diatomée du genre SKELCOS, mais entre 2009 et 2011 le peuplement était majoritairement représenté par des diatomées du genre *Leptocylindrus* sp. (LEPT). Les espèces toxiques *Alexandrium* sp. (ALEX) et *Dinophysis* sp. (DINOP) n'ont jusqu'à maintenant pas été observées au point « Donville » et l'espèce *Pseudonitzschia* sp. (PSNZ) est peu présente.

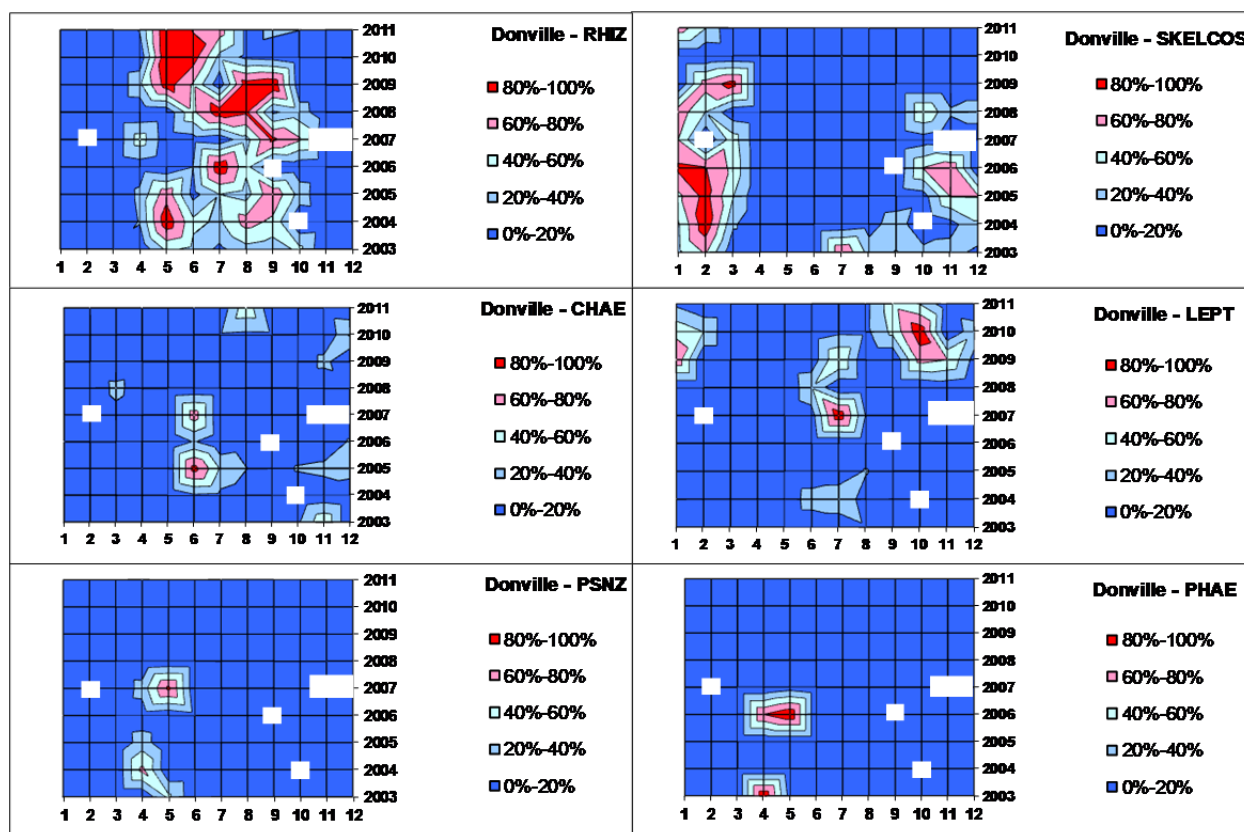


Figure 27 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville. RHIZ = *Rhizosolenia* sp., SKELCOS = *Skeletonema* sp., CHAE = *Chaetoceros*, LEPT = *Leptocylindrus*, PSNZ = *Pseudonitzschia* sp., PHAE = *Phaeocystis*. Zones blanches = pas de données.

Au total, trois espèces de diatomées ont présenté des concentrations supérieures à 100 000 cellules par litre en 2011 (Figure 28). Le peuplement phytoplanctonique printanier a été dominé par les espèces *Thalassiosira levanderi* et/ou *T. minima* (THALLEV : 316 000 cell.L⁻¹ le 14/03) et les espèces *Dactyliosolen fragilissimus* (RHIZFRA : 460 000 cell.L⁻¹ le 12/05) et *Guinardia delicatula* (RHIZDEL : 509 200 cell.L⁻¹ le 12/05).

La flore phytoplanctonique du point « Donville » apparaît bien comme étant influencée par la proximité de la baie du Mont St Michel (masse d'eau HC02) car elle diffère des flores se développant plus au Nord de cette masse d'eau HC03 (voir ci-après). Elle peut donc être qualifiée de « flore de baie », comme celles de la masse d'eau HC02.

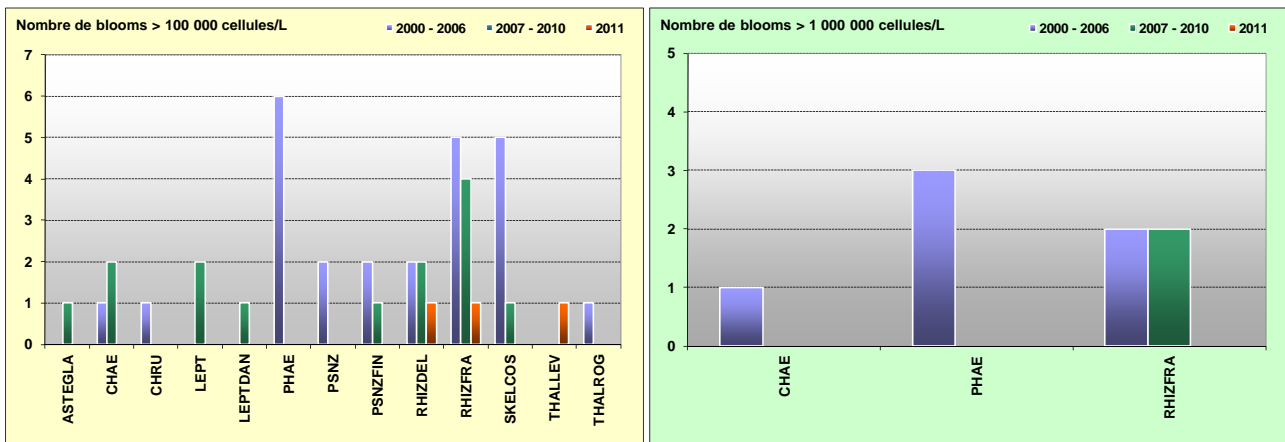


Figure 28 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Donville entre 2001-2006 (n=159), 2007-2010 (n=66) et 2011 (n=12).

Pertinence du suivi au point « Donville »

Le point de prélèvement « Donville » fait partie des points les mieux suivis par le RHLN, puisqu'il avait été sélectionné dans le réseau initial en 2001. Les données accumulées ont permis de caractériser un cycle très légèrement perturbé, mais gardant fortement les caractéristiques d'un cycle « classique », par l'appauvrissement presque total du nitrate+nitrite, phosphate, et voire du silicate en été. Ce point est en contrôle de surveillance DCE pour le sud de la masse d'eau HC03.

III.2.4.2. Coudeville 1 mille 2006-2011

Hydrologie au point « Coudeville 1 mille »

Le point à Coudeville est situé dans une zone moins influencée par les apports de la baie du Mont St Michel que le point « Donville », et relativement peu par ceux du havre de la Vanlée du Nord (Le Goff *et al.*, 2005). Les résultats observés sont relativement similaires à ceux du point « Donville », et les paramètres hydrologiques mesurés à Coudeville semblent suivre le cycle saisonnier généralement rencontré le long de la côte nord-ouest du Cotentin.

La Figure 29 montre que les variations de salinité sont relativement faibles (maximum 1,5 unités en janvier 2011), et plus ou moins associées à de faibles variations de turbidité (maximum 6,4 FNU), en janvier, fin juin et en décembre 2011. Par ailleurs, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) en 2011, marquant un milieu correctement oxygéné.

La période productive a débuté en mars 2011, avec un faible pic de chlorophylle-a enregistré à $2,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figure 29). La concentration en chlorophylle-a s'est ensuite maintenue autour de $1,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ d'avril à septembre, et a présenté un autre faible pic en octobre ($2,1 \mu\text{g.L}^{-1}$). La concentration moyenne annuelle était donc d'environ $1,3 \mu\text{g.L}^{-1}$, soit légèrement inférieure à la moyenne interannuelle 2006-2010 ($1,7 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Résultats du RHLN 2011 vs. 2000-2010 - Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville)

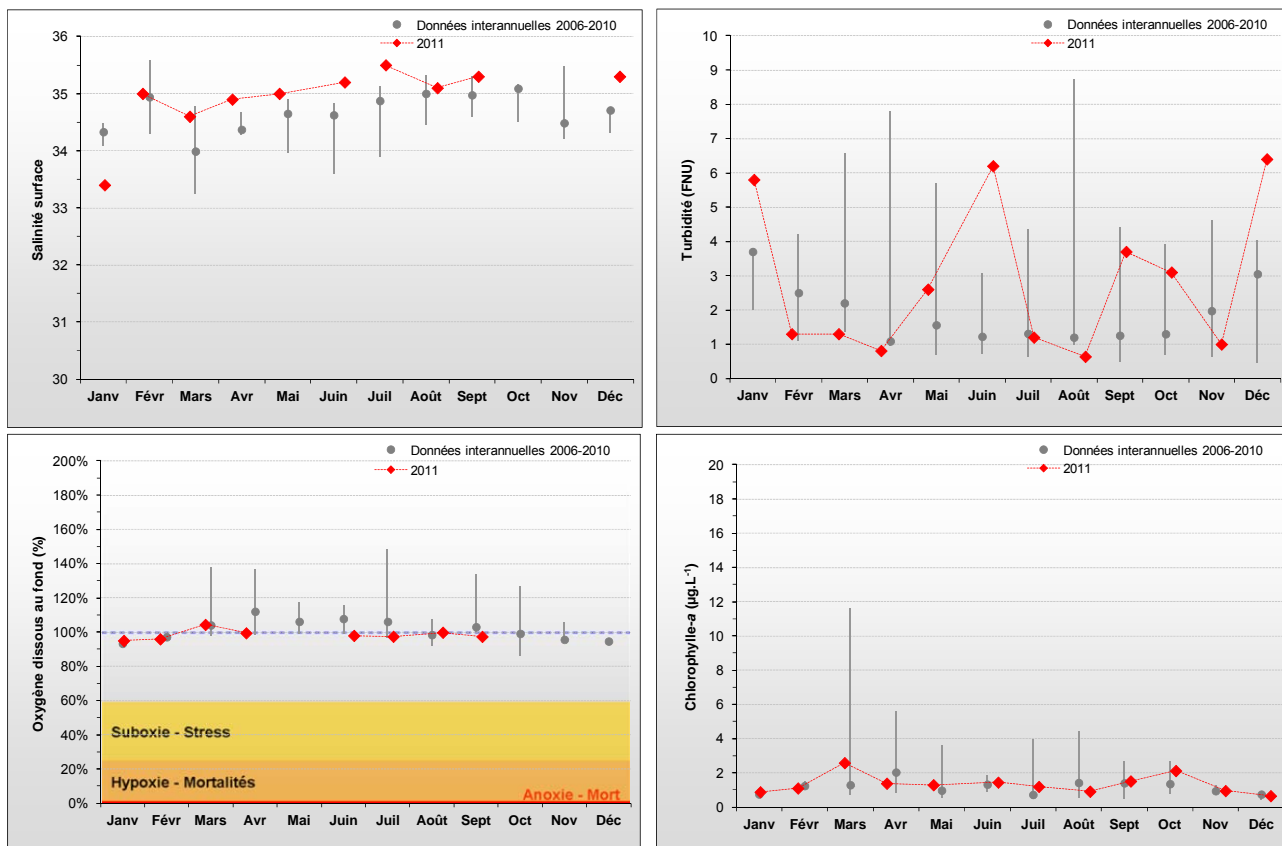


Figure 29 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

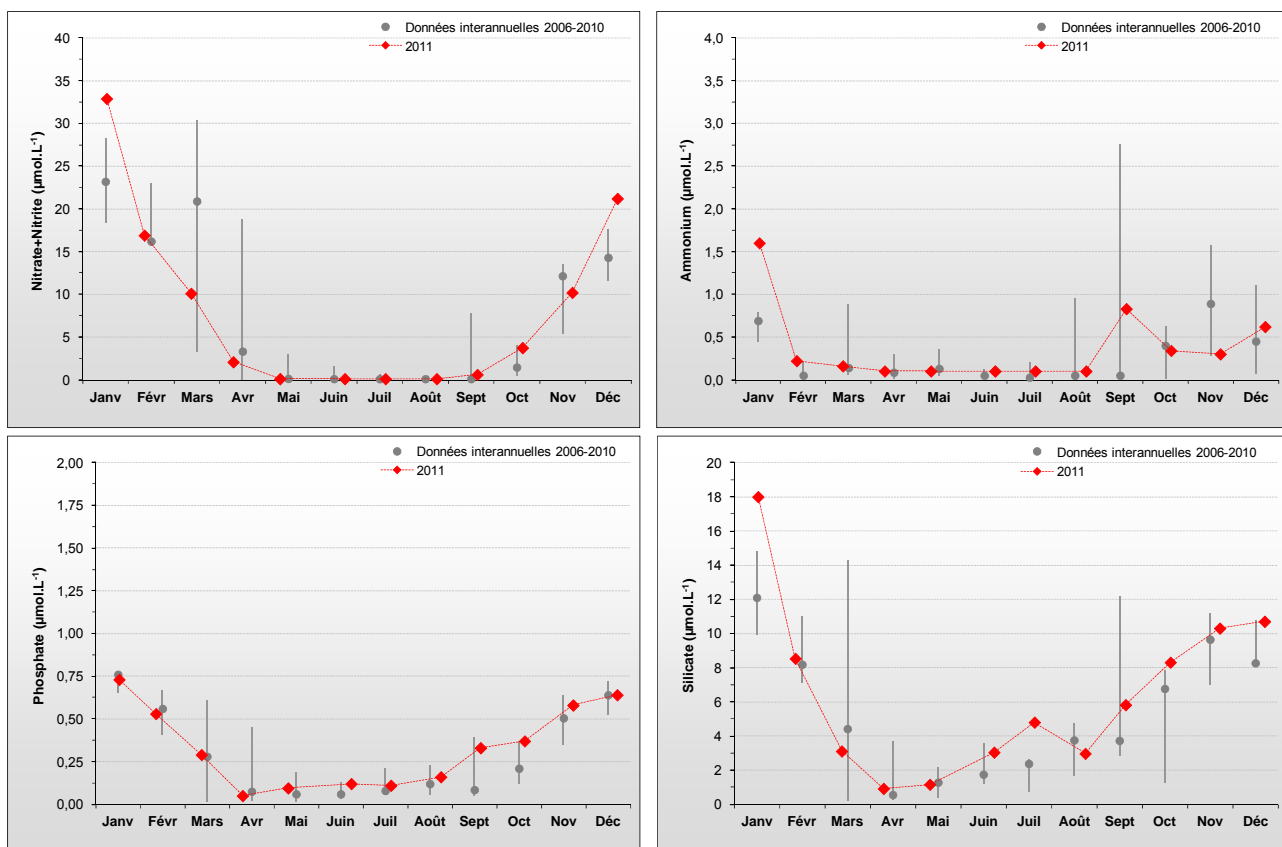


Figure 30 : Évolution des concentrations en nutriments à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).



Les stocks hivernaux sont moins importants sur ce point qu'à Donville, mais les stocks 2011 sont légèrement supérieurs aux précédentes années (stocks interannuels : 18 μM DIN, 0,6 μM DIP et 10 μM Si). Comme à Donville, une déplétion quasi-totale en azote est observée de début mai à fin septembre, sans recharge estivale pour cet élément, tandis que le phosphate et le silicate connaissent de légères recharges progressives au cours de l'été, dès le mois de mai (Figure 31). Ces résultats pourraient expliquer le faible développement de la biomasse estivale en ce point. Ainsi, comme à Donville, le cycle des nutriments au point « Coudeville 1 mille » apparaît faiblement perturbé (Figure 31).

L'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP montre qu'après un léger excès d'azote apporté au milieu en mars et avril, l'azote est vraisemblablement typiquement en carence de début mai à fin septembre (Figure 31). Le rapport molaire Si/DIP semble quant à lui suggérer une carence potentielle en phosphore par rapport au silicium en juillet 2011 (Figure 31), comme au point « Donville ».

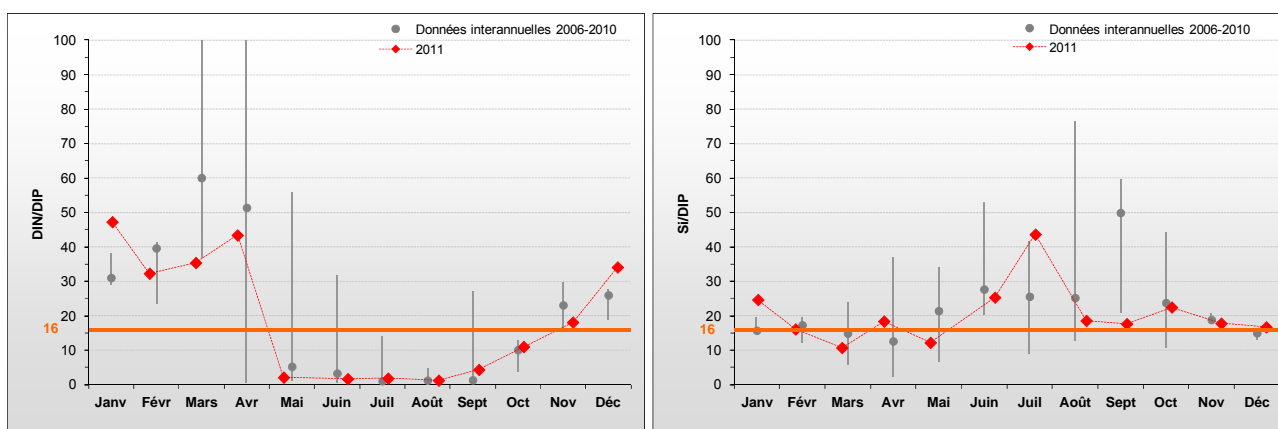


Figure 31 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et résultats 2011 (rouge).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Coudeville 1 mille »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Coudeville en 2011, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 32). Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Coudeville peuvent être considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche car ils diffèrent de ceux observés plus au Sud à Donville.

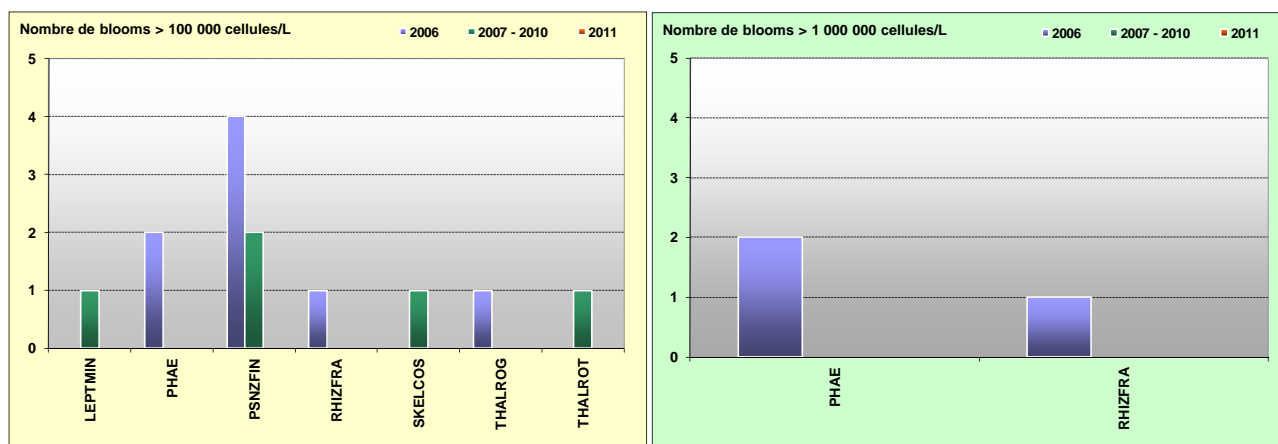


Figure 32 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Coudeville 1 mille entre 2006 (n=19), 2007-2010 (n=64) et 2011 (n=12).

Pertinence du suivi

Le point de prélèvement « Coudeville 1 mille » est un point ajouté au RHLN en 2006 du fait de l'intensité des usages de la côte ouest, et notamment par la présence de nombreuses activités ostréicoles et mytilicoles. Son cycle des nutriments apparaît un peu perturbé par des recharges en nutriments, sans lesquelles ce cycle revêtirait un aspect plus classique, similaire à celui observé à Chausey (HC01). Ce point fait donc l'objet d'un contrôle régional.

III.2.4.3. Pointe Agon Sud 2001-2011

Hydrologie au point « Pointe Agon Sud »

Bien qu'étant directement sous l'influence du panache de la *Sienne* (havre de Regnéville) et indirectement du havre de la *Vanlée* au Sud, le point à Agon ne connaît pas de fortes chutes de salinité (de l'ordre de 2 au maximum), et n'a connu qu'une faible dessalure (2 unités) en janvier 2011 (Figure 33). Des pics de turbidité ont aussi été observés fin juin (8,4 FNU), fin septembre (11,5 FNU) et fin décembre 2011 (8,2 FNU), sans association apparent avec une dessalure. Par ailleurs, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) en 2011, marquant un milieu correctement oxygéné.

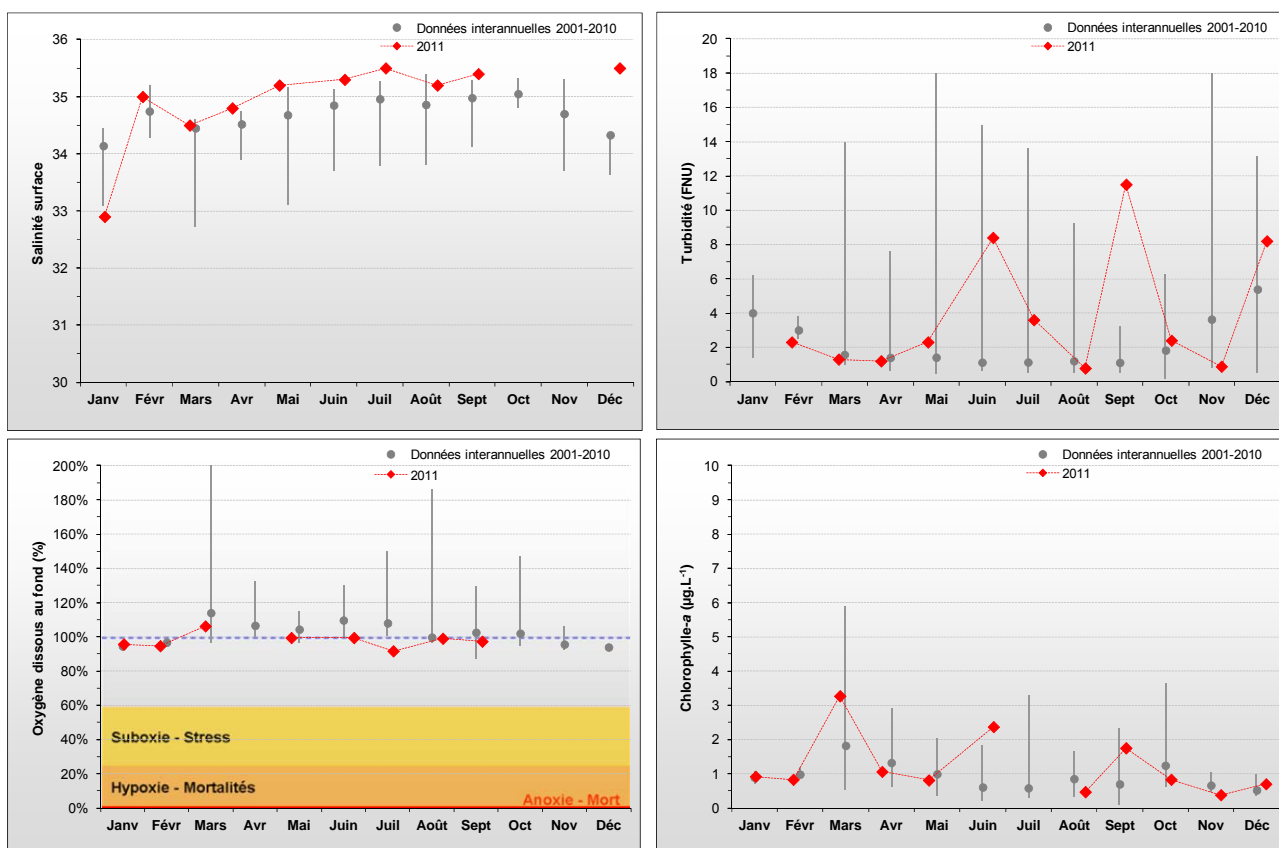


Figure 33 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pointe Agon Sud entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et 2011 (◆).

De façon différente à Donville et Coudeville, les pics de biomasse ont été un peu plus forts en 2011, avec un premier pic de concentration en chlorophylle-*a* d'environ 3,3 µg.L⁻¹ mi-mars, suivi d'un pic estival à 2,4 µg.L⁻¹ fin juin, puis par un dernier faible pic (1,8 µg.L⁻¹) en septembre (Figure 33). La moyenne de 2011 est cependant similaire à la moyenne interannuelle (1,2 µg.L⁻¹) ainsi qu'aux moyennes des points Donville et Coudeville.

Le stock hivernal en nutriments est supérieur en 2011 par rapport à la moyenne interannuelle, notamment du fait de l'importante dessalure de janvier 2011 (stocks interannuels : 19 µM DIN, 0,6 µM DIP et 11 µM Si). En revanche, le stock de nitrate+nitrite est consommé très rapidement, pour atteindre son minimum dès début avril (Figure 34). De plus, aucune recharge en azote par des apports terrestres n'a été constatée en cours d'année, tandis que les autres nutriments étudiés ont connu une légère recharge à partir du mois de mai 2011.

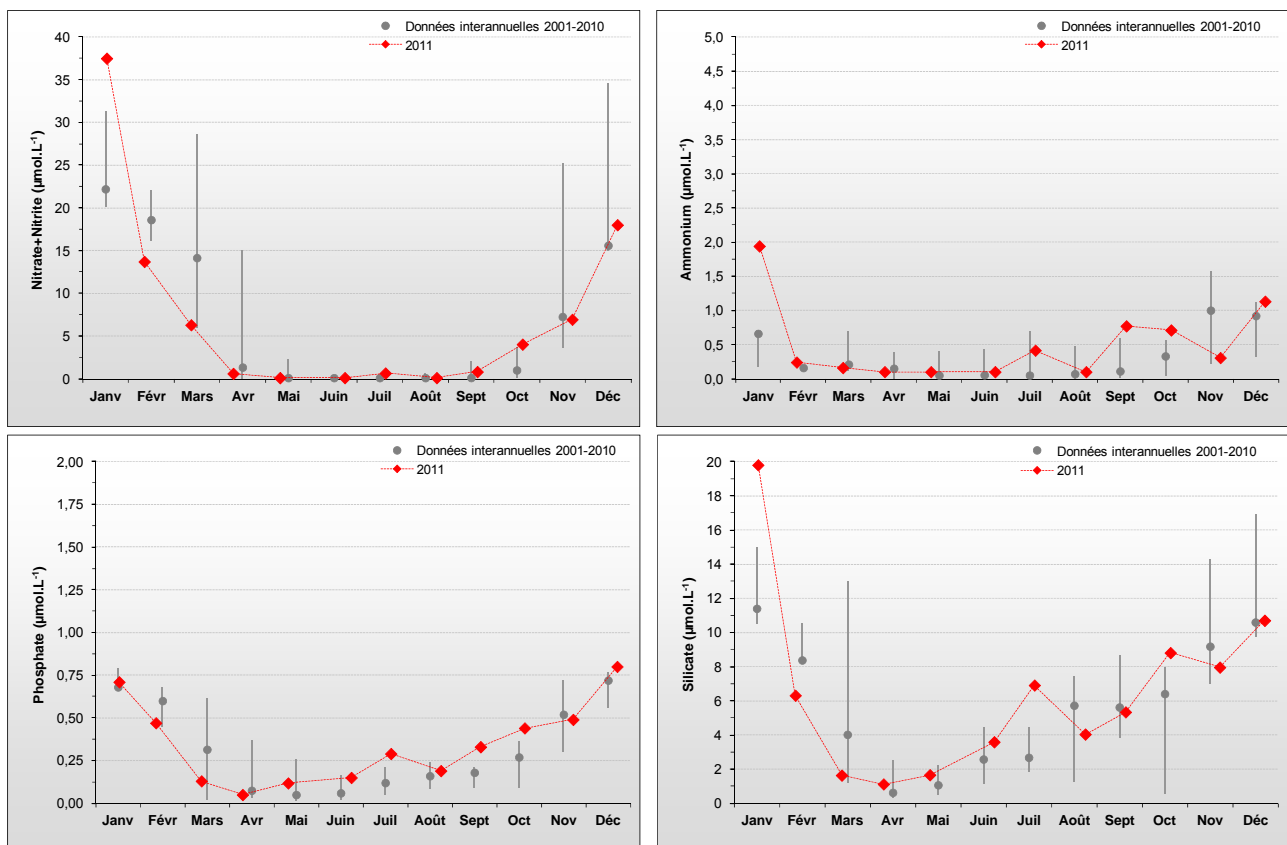


Figure 34 : Évolution des concentrations en nutriments à Pointe Agon Sud entre 2001, et 2006 à 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

L'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP confirme les observations ci-dessus et met en évidence un léger excès d'azote au mois de mars, suivi d'une carence du milieu en azote de début mai à fin septembre, sur une période identique à celle de Donville ou Coudeville (Figure 35). Le rapport Si/DIP ne montre pas de clair déséquilibre en 2011.

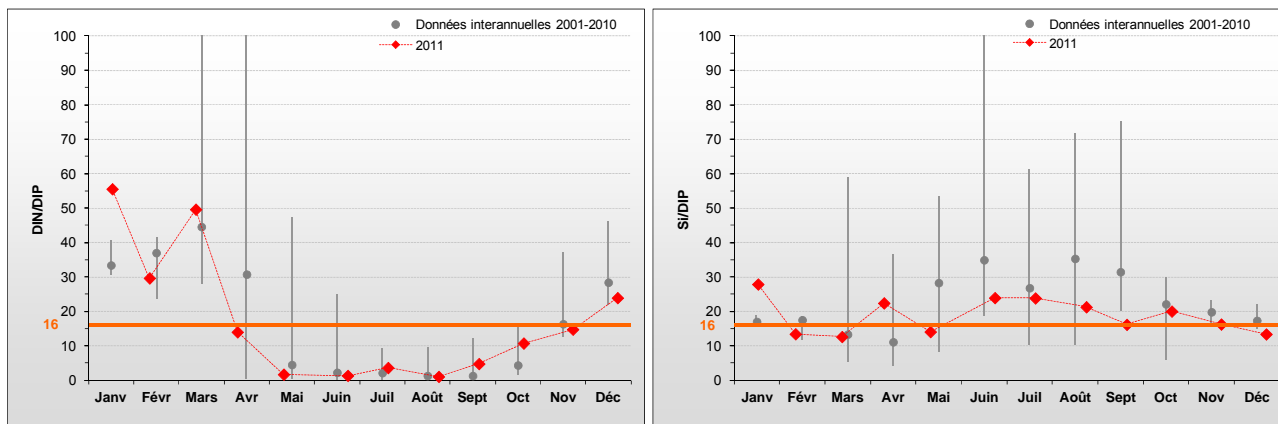


Figure 35 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Pointe Agon Sud entre 2001, 2006 à 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Pointe Agon Sud »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Agon en 2011 montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 36). Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Agon sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche, et sont comparables à ceux rencontrés à Coudeville au Sud et Pirou au Nord.

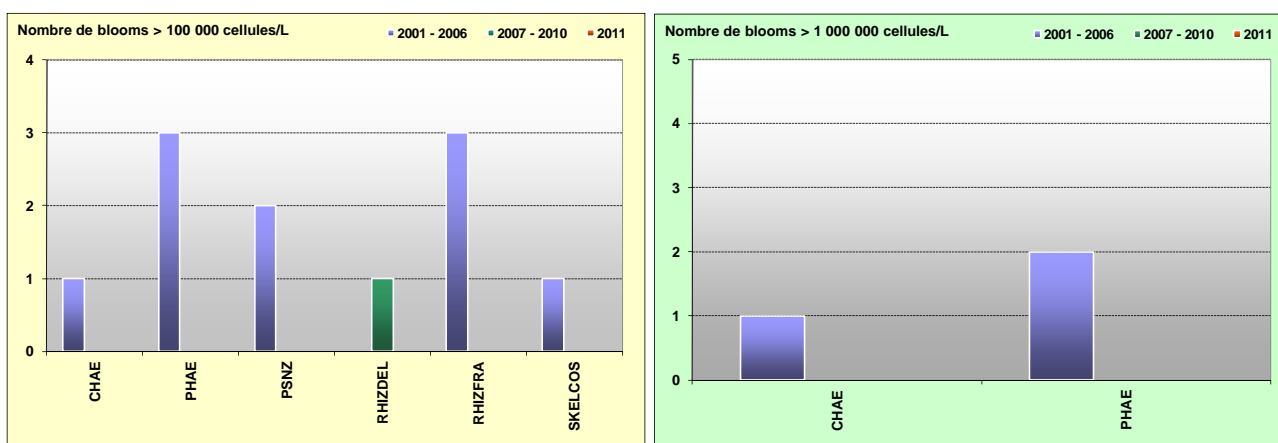


Figure 36 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Pointe Agon Sud entre 2001-2006 (n=75), 2007-2010 (n=55) et 2011 (n=13).

Pertinence du suivi au point « Pointe Agon Sud »

Le point de prélèvement « Pointe Agon Sud » est un point ajouté au RHLN du fait de l'intensité des usages de la côte ouest, et notamment de la présence de nombreuses activités ostréicoles et mytilicoles. Le cycle de nutriments en ce point apparaît principalement du type « classique », avec, toutefois, la possibilité d'apports ponctuels de nutriments favorisant le maintien du développement phytoplanctonique. Ce point fait donc l'objet d'un contrôle régional.

III.2.4.4. Pirou Bergerie Sud 2001-2011

Hydrologie au point « Pirou Bergerie Sud »

Comme à Agon, le point « Pirou Bergerie Sud » est directement sous l'influence de havres (de Gêfosse et de Lessay), mais ne connaît pas de fortes chutes de salinité (de l'ordre de 2 au maximum), et n'a connu que deux faibles dessalures en janvier (1,1 unités), et en décembre 2011 (1,3 unités) (Figure 37). Le milieu à Pirou est cependant légèrement turbide, comme en témoignent les valeurs de turbidité variant typiquement entre 1 et 15 FNU en 2011, valeurs qui peuvent présenter des pics marqués, comme en décembre 2011 (46 FNU) (Figure 37). Bien qu'ayant atteint à plusieurs occasions des niveaux d'oxygène pouvant provoquer du stress et des situations d'évitement des organismes marins en 2006 et 2007, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année 2011 (de même qu'en 2010), marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 37).

HC03

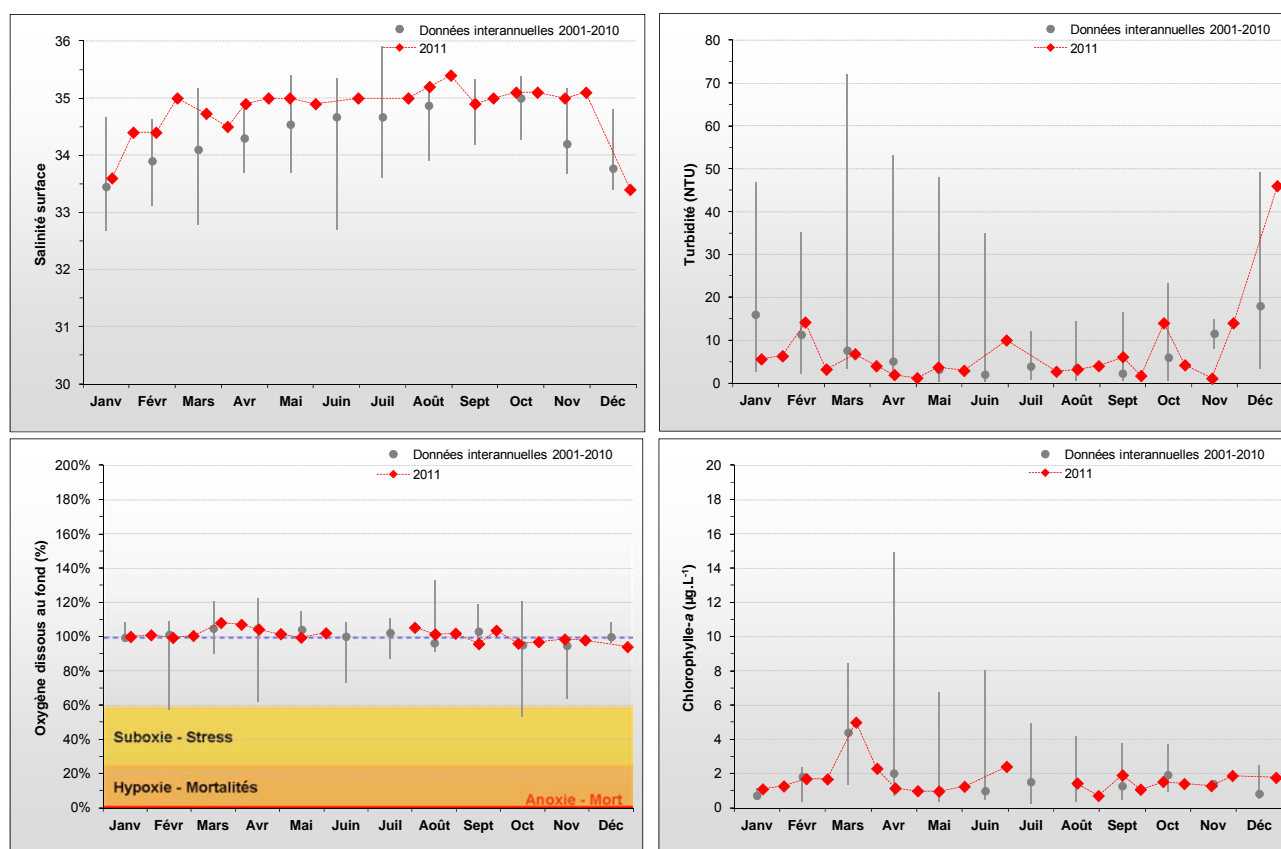


Figure 37 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001, 2006-2010 (gris) et 2011 (♦).

Comme pour les autres points de la masse d'eau considérée, la période productive semble avoir débuté dès mi-mars 2011, avec un bloom printanier marqué, s'illustrant par un pic de chlorophylle-a atteignant $5,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figure 37). Le restant de l'année, les concentrations sont restées en deçà de $2 \mu\text{g.L}^{-1}$, avec une moyenne annuelle ($1,6 \mu\text{g.L}^{-1}$) légèrement inférieure à la moyenne interannuelle 2001-2010 ($1,8 \mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 37). Excepté pour le pic printanier, les concentrations en chlorophylle-a à Pirou en 2010 restent globalement dans la gamme de celles rencontrées sur la côte Ouest du Cotentin pour le reste de l'année.

Il est à noter que, le point « Pirou Bergerie Sud » étant échantillonné par le SMEL (de même que le point « Denneville »), la fréquence et les dates de prélèvements sont différentes de celles des autres points de la masse d'eau HC03, qui sont échantillonnés par le LER/N,

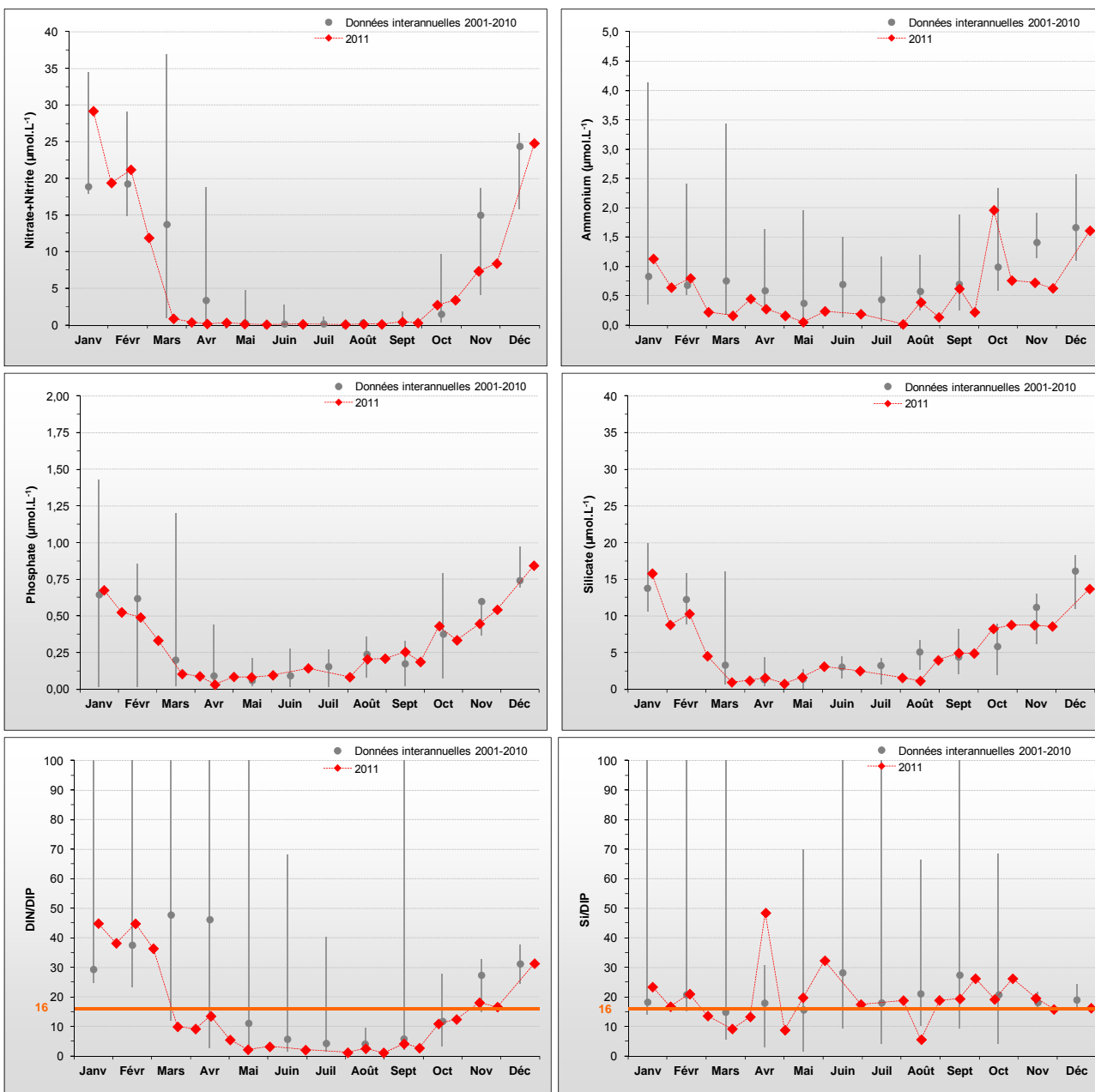


Figure 38 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001, 2006-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Les stocks hivernaux en nutriments de 2011 sont légèrement plus importants que les précédentes années (stocks interannuels : 22 µM DIN, 0,6 µM DIP et 13 µM silicate). Ces stocks sont similaires à ceux estimés à Donville, au sud de la masse d'eau HC03. La Figure 38 permet d'observer des recharges hivernales en nutriments au début des mois de février et de mars. Par la suite, le stock azoté est consommé relativement rapidement et atteint son minimum dès début avril, alors que les autres nutriments connaissent des recharges estivales progressives à partir de mai (Figure 38).

Comme à Agon, l'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP confirme les observations ci-dessus et met en évidence la vraisemblable carence du milieu en azote de mi-mai à fin septembre (Figure 38). Le rapport Si/DIP ne montre pas de clair déséquilibre en 2011 (Figure 38).



Peuplements phytoplanctoniques au point « Pirou Bergerie Sud »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Pirou en 2011, montrent qu'un seul taxon a présenté une concentration supérieure à 100 000 cellules par litre (*Chaetoceros sp.* 556 600 cell.L⁻¹ le 17/08) (Figure 39). Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Pirou peuvent être considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

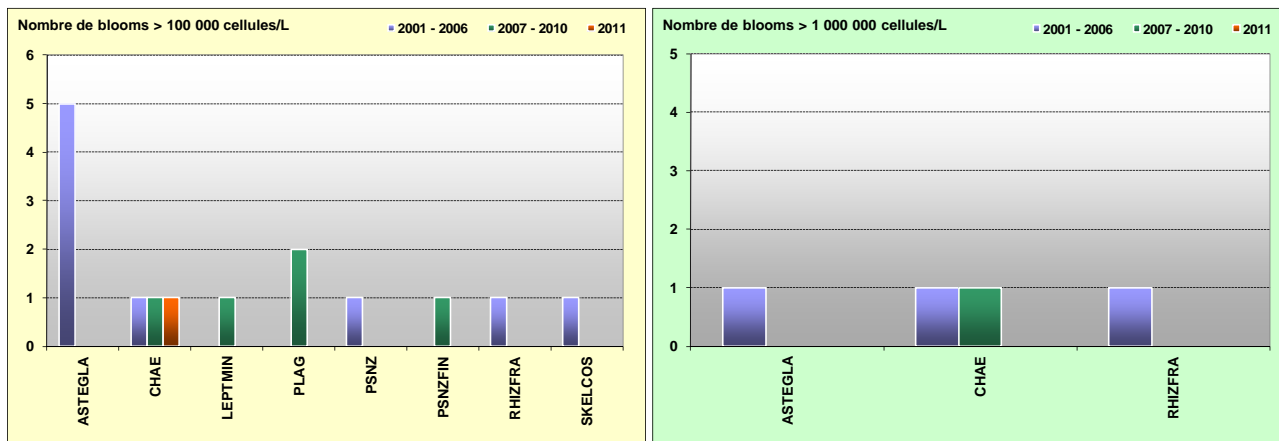


Figure 39 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Pirou Bergerie Sud entre 2001-2006 (n=69), 2007-2010 (n=77) et 2011 (n= 21).

Pertinence du suivi au point « Pirou Bergerie Sud »

Le point de prélèvement « Pirou Bergerie Sud » est un point ajouté au RHLN du fait de l'intensité des usages de la côte ouest, et notamment par la présence de nombreuses activités ostréicoles et mytilicoles. Son cycle des nutriments apparaît très légèrement perturbé en 2011, avec quelques apports ponctuels de nutriments favorisant notamment le développement du phytoplancton au printemps. Ce point étant plus influencé par les eaux de la Manche que le point Donville, il est retenu dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE pour caractériser l'étendue de la masse d'eau HC03.

III.2.4.5. Denneville 2006-2011

Hydrologie au point « Denneville »

Le point « Denneville » n'est pas sous l'influence directe du panache d'un havre, mais peut être impacté par celui du havre de Lessay plus au Sud (Le Goff *et al.*, 2005). Aussi, ce point ne connaît pas de fortes chutes de salinité (de l'ordre de 1,5 au maximum), et n'a connu que deux faibles dessalures (0,8 d'amplitude) en janvier et décembre 2011 (Figure 40). Le milieu au point « Denneville » est cependant légèrement turbide, comme en témoignent les données de turbidité variant typiquement entre 1 et 10 FNU, avec un pic exceptionnel à 74 FNU en décembre 2011 (Figure 40). Bien qu'ayant atteint à diverses occasions en 2006 et 2007 des niveaux d'oxygène pouvant provoquer du stress et des situations d'évitement des organismes marins, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année 2011, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 40).

Comme à Pirou, la période productive semble avoir débuté dès mi-mars 2011, avec un premier pic printanier atteignant $3,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ de chlorophylle-a, suivi par un été relativement peu productif mis à part des petits pics à $1,78 \mu\text{g.L}^{-1}$ début septembre et fin octobre (Figure 40). Les concentrations en chlorophylle-a observées en 2011 sont donc similaires à celles observées depuis 2006, avec une moyenne annuelle de $1,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ (contre $1,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ en 2006-2010).

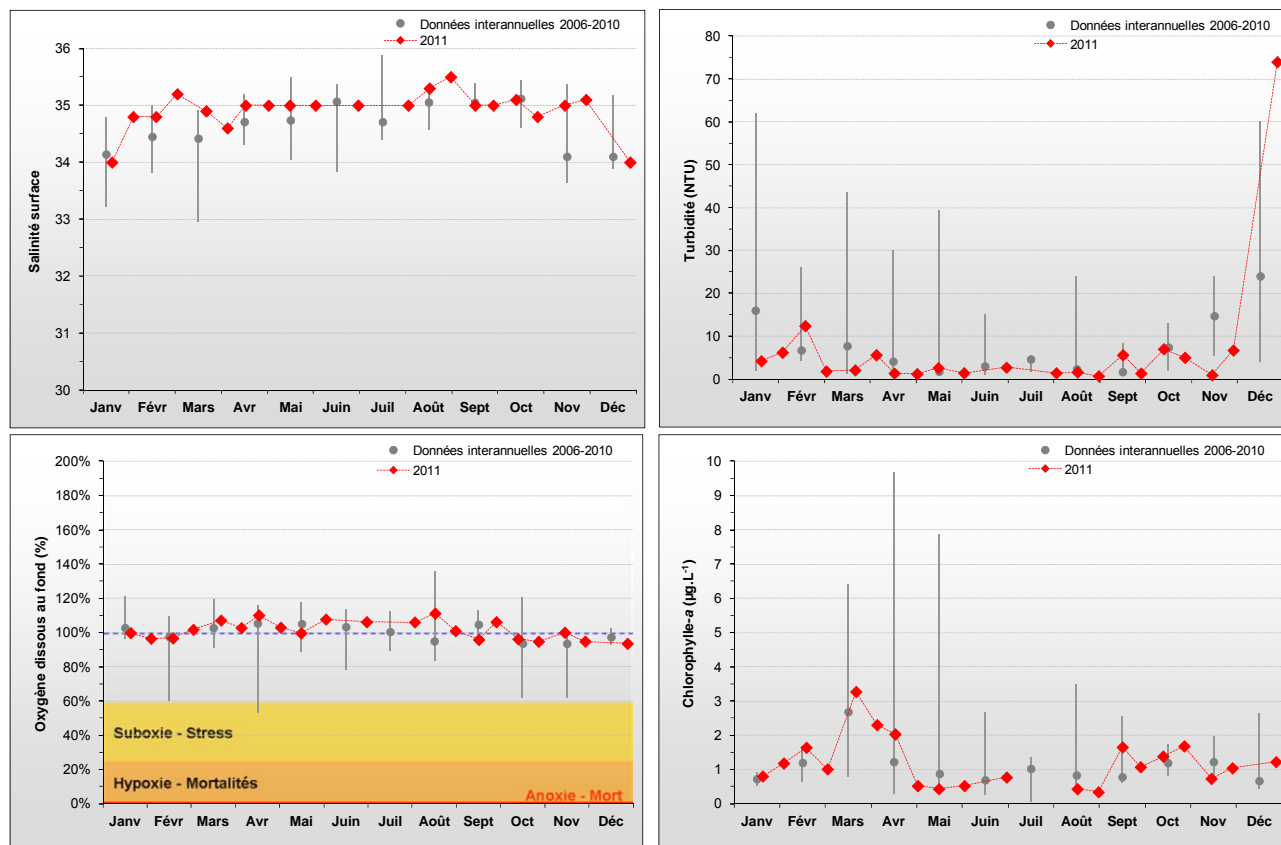


Figure 40 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Denneville entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et 2011 (♦).

Le stock hivernal en nutriments de 2011 est un peu plus fort en nitrate+nitrite, mais plus faible en phosphate et silicate par rapport aux années précédentes (stock interannuel : $18 \mu\text{M}$ DIN, $0,6 \mu\text{M}$ DIP et $11 \mu\text{M}$ Si) (Figure 41). Ces stocks s'apparentent à ceux rencontrés plus au sud de la masse d'eau HC03, à Coudeville et Agon. Ce stock azoté a été consommé aussi rapidement qu'aux autres points en 2011, la concentration en nitrate+nitrite atteignant son minimum dès début avril (Figure 41). Les autres nutriments ne s'épuisent pas complètement et connaissent des recharges estivales progressives à partir de mai (Figure 41).

Comme sur les autres points de la masse d'eau HC03, l'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP confirme les observations ci-dessus et met en évidence la vraisemblable carence du milieu en azote de mai à fin septembre (Figure 41). Le rapport Si/DIP ne montre pas non plus de déséquilibre marqué en 2011 (Figure 41).

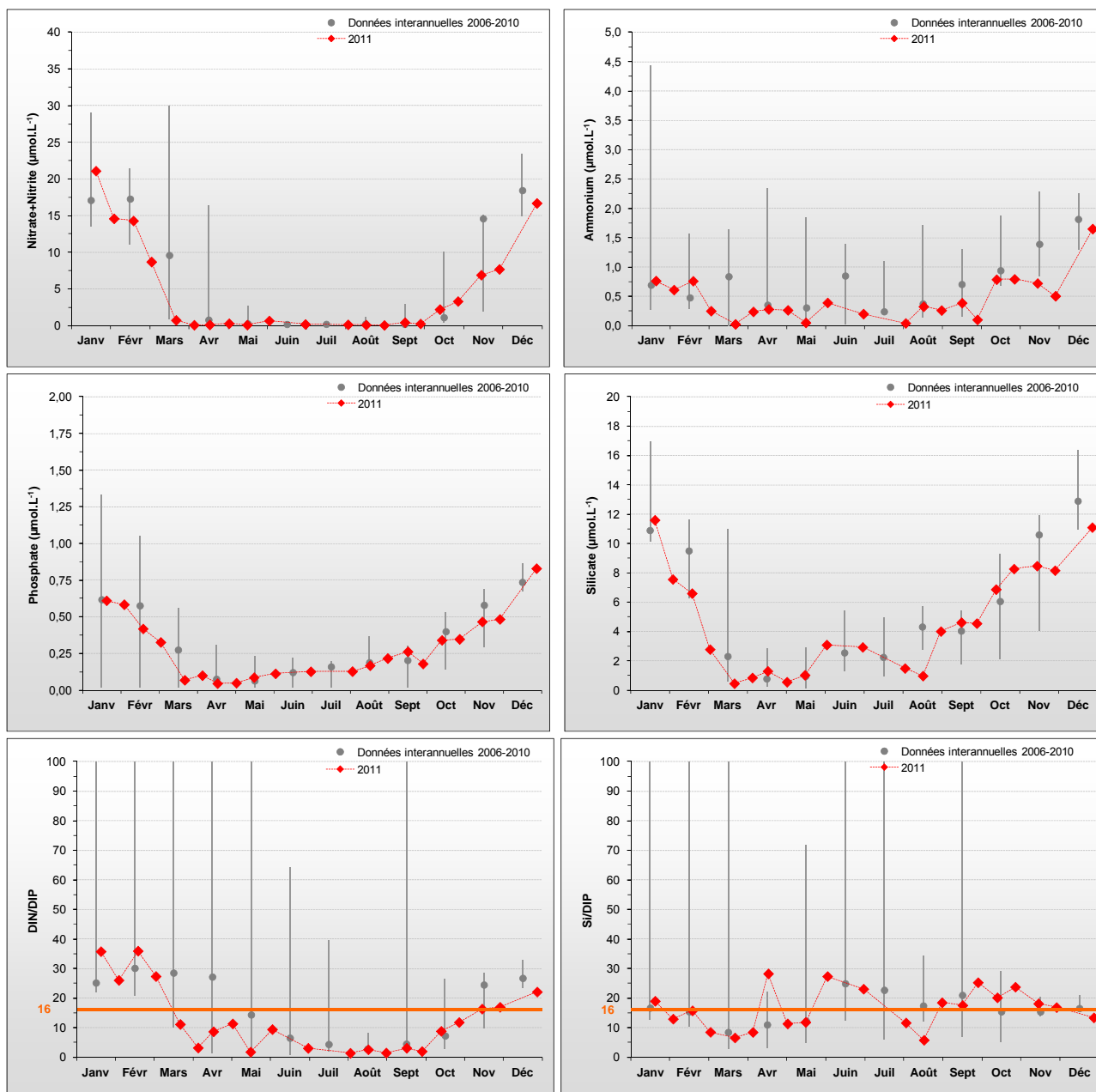


Figure 41 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Denneville entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Denneville »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Denneville en 2011 montrent qu'un seul taxon a présenté une concentration supérieure à 100 000 cellules par litre (*Chaetoceros sp.* à 122 000 cell.L^{-1} le 17/08). Depuis le début du suivi en 2006, seul l'espèce *Leptocylindrus minimum* (LEPTMIN) avait présenté un bloom dépassant ce seuil, le 31/07/2007. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Denneville sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

Pertinence du suivi au point « Denneville »

Le point de prélèvement « Denneville » est un point récemment ajouté au RHLN du fait de l'intensité des usages de la côte ouest, et notamment par la présence de nombreuses activités ostréicoles et mytilicoles. Son cycle des nutriments apparaît classique en 2011, et influencé par les eaux ouvertes de la Manche. Ce point fait donc l'objet d'un contrôle régional.

III.2.5. Masse d'eau HC04 (Dielette, Jobourg et Barneville)

Depuis 2007 le point « Dielette » est devenu le point de référence de la masse d'eau HC04. Afin de disposer de données pour suivre la qualité de cette masse d'eau en 2011, les points « Barneville » et « Jobourg », suivis dans le cadre du programme COGEMA, sont également étudiés avec l'accord d'AREVA. Il est cependant à noter que le point Barneville est légèrement à l'extérieur de la masse d'eau HC04.

SYNTHESE HCO4: Le suivi du point « Dielette » n'ayant débuté qu'en 2007, il est complété par les données des points « Barneville » et « Jobourg » du programme COGEMA (2003-2011).

La masse d'eau HC04 présente une très forte composante hydrodynamique, facteur d'homogénéisation horizontale et verticale des paramètres suivis. Le point « Barneville », le plus au Sud, est un point intermédiaire qui conserve des caractéristiques rencontrées dans la masse d'eau HC03, tout en étant influencé par l'hydrodynamique. Les cycles de nutriments observés en ces trois points diffèrent de ceux des masses d'eau de la côte ouest Cotentin, notamment du fait de l'absence de période prolongée d'épuisement en azote. Le stock hivernal en nutriments (10 μM DIN, 0,55 μM DIP, 5,5 μM Si) est similaire à celui rencontré en eaux ouvertes de la Manche. La biomasse reste faible ($\sim 1 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne), car limitée principalement par l'hydrodynamique, sauf à Barneville où la production est en moyenne un peu plus élevée (1,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$), et où des pics peuvent être observés (4,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en mai 2011).

Le phytoplancton est largement dominé par des diatomées. En 2011, le genre *Chaetoceros* et le taxon *Guinardia delicatula* ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre à « Jobourg », et *Nitzschia longissima* a aussi dépassé le seuil de 1 000 000 cellules par litre à « Barneville ».

HCO4

III.2.5.1. Dielette 2007-2011

Hydrologie au point « Dielette »

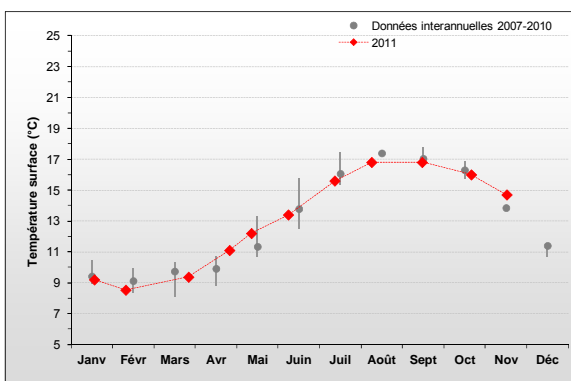


Figure 42 : Évolution de la température à Dielette entre 2007 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Le point Dielette est situé dans une zone à hydrodynamisme fort, dont la courantologie entraîne le mélange des eaux côtières de cette masse d'eau avec les eaux ouvertes de la Manche (Le Goff *et al.*, 2005). De plus, cette hydrodynamique permet le mélange vertical de la colonne d'eau favorisant l'homogénéisation de la température de l'eau, qui se trouve alors plus douce en hiver (+ 3°C en janvier 2011), plus fraîche en été (- 2,7°C en août 2011) et plus douce à l'automne (+ 1,1°C en novembre 2011) que le point Denneville (HC03), situé plus au Sud (Figure 42).



De même, la salinité se trouve stable et proche de la salinité des eaux ouvertes de la Manche (35), et la turbidité reste faible (< 2 FNU) durant toute l'année 2011 (Figure 43). Par ailleurs, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) en 2011, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 43).

Une conséquence de ce mélange important des eaux est la limitation relative du développement phytoplanctonique. Ainsi, la concentration moyenne annuelle en chlorophylle-a est faible ($0,8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) en 2011, avec seulement un pic ($1,8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) enregistré début août (Figure 43).

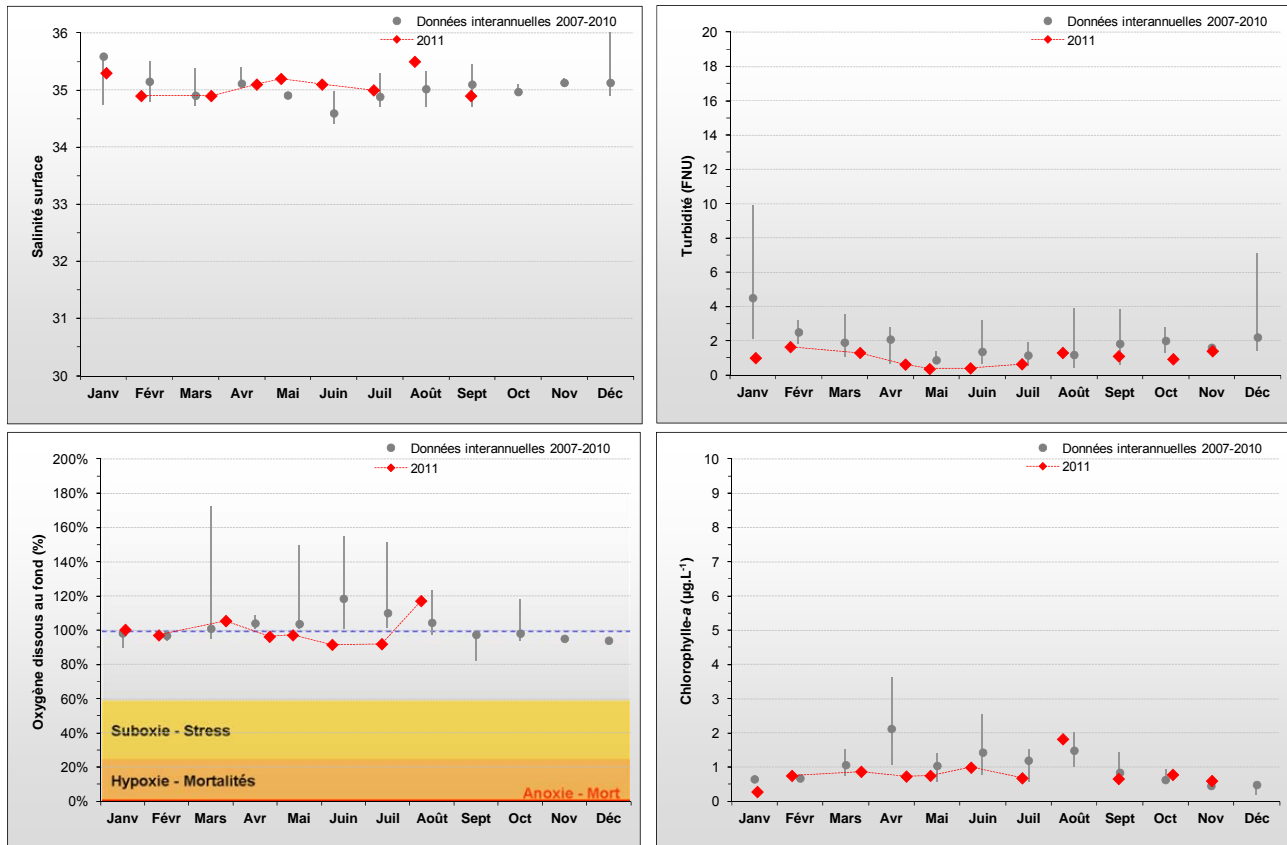


Figure 43 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dielette entre 2007 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2010 (gris) et 2011 (♦).

Les évolutions des teneurs en nutriments à « Dielette » suivent des tendances bien différentes de celles observées au sein des masses d'eau de l'ouest Cotentin présentées jusqu'ici. Ainsi, bien que les stocks hivernaux soient très faibles en ce point par rapport aux autres masses d'eau (stocks interannuels : $9 \mu\text{M}$ DIN, $0,5 \mu\text{M}$ DIP, $5 \mu\text{M}$ Si), ils ne sont pas complètement épuisés pendant la période estivale, le minimum étant atteint entre juillet et septembre (Figure 44).

Cette observation est confirmée par l'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/P (Figure 44). En effet, l'azote ne franchit que très faiblement le seuil de carence potentielle en août et septembre 2011, le rapport DIN/DIP étant relativement équilibré le reste de l'année. Par ailleurs, le silicium semble être en légère carence par rapport au phosphore toute l'année et particulièrement en avril, excepté aux mois de juillet et août, où la tendance s'inverse (Figure 44).

Ces données tendent à confirmer que le principal facteur de limitation potentielle du développement phytoplanctonique est l'hydrodynamisme, l'azote n'entrant que très brièvement en carence dans le milieu.

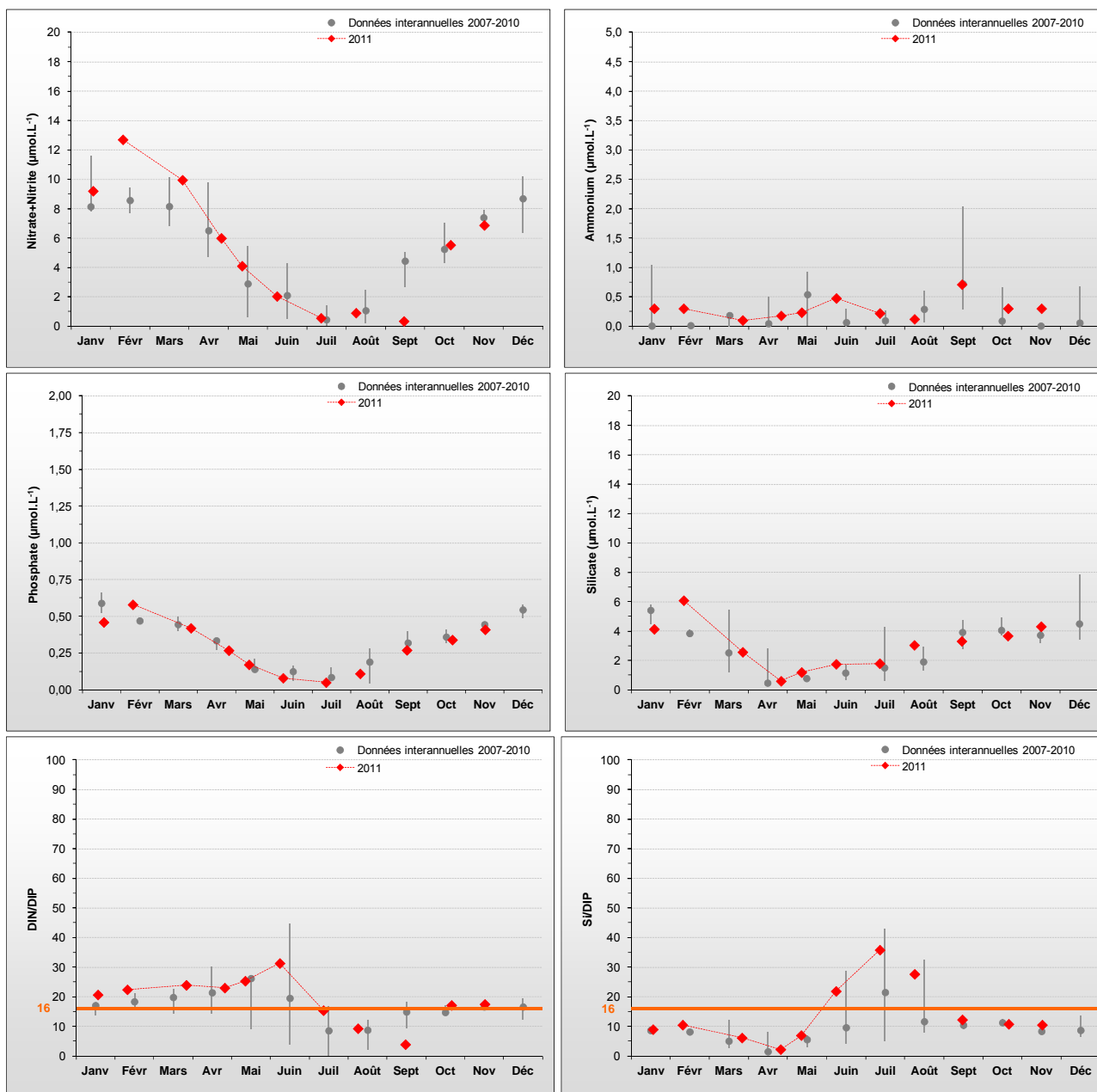


Figure 44 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Dielette entre 2007 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Dielette »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Dielette en 2011, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de concentration supérieure à 100 000 cellules par litre. Depuis le début du suivi en 2007, aucun taxon n'a présenté de bloom dépassant ce seuil. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Dielette sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche ; les données issues des points Barneville et Jobourg confirment ce diagnostic (voir ci-après).

Pertinence du suivi au point « Dielette »

Le point de prélèvement « Dielette » a été créé en 2007 pour représenter la masse d'eau HC04. Les données acquises jusqu'à présent montrent que les paramètres hydrologiques semblent suivre le cycle saisonnier généralement rencontré le long de la côte Ouest du Cotentin, mais influencé par une forte hydrodynamique. Ce point fait l'objet d'un contrôle de surveillance DCE.



III.2.5.2. Barneville 2003-2011

Hydrologie au point « Barneville »

Le point « Barneville » est suivi dans le cadre du programme COGEMA depuis 2004 et, à ce titre, est échantillonné sur 9 mois, excluant février, novembre et décembre, et se situe légèrement à l'extérieur de la masse d'eau HC04.

HC04

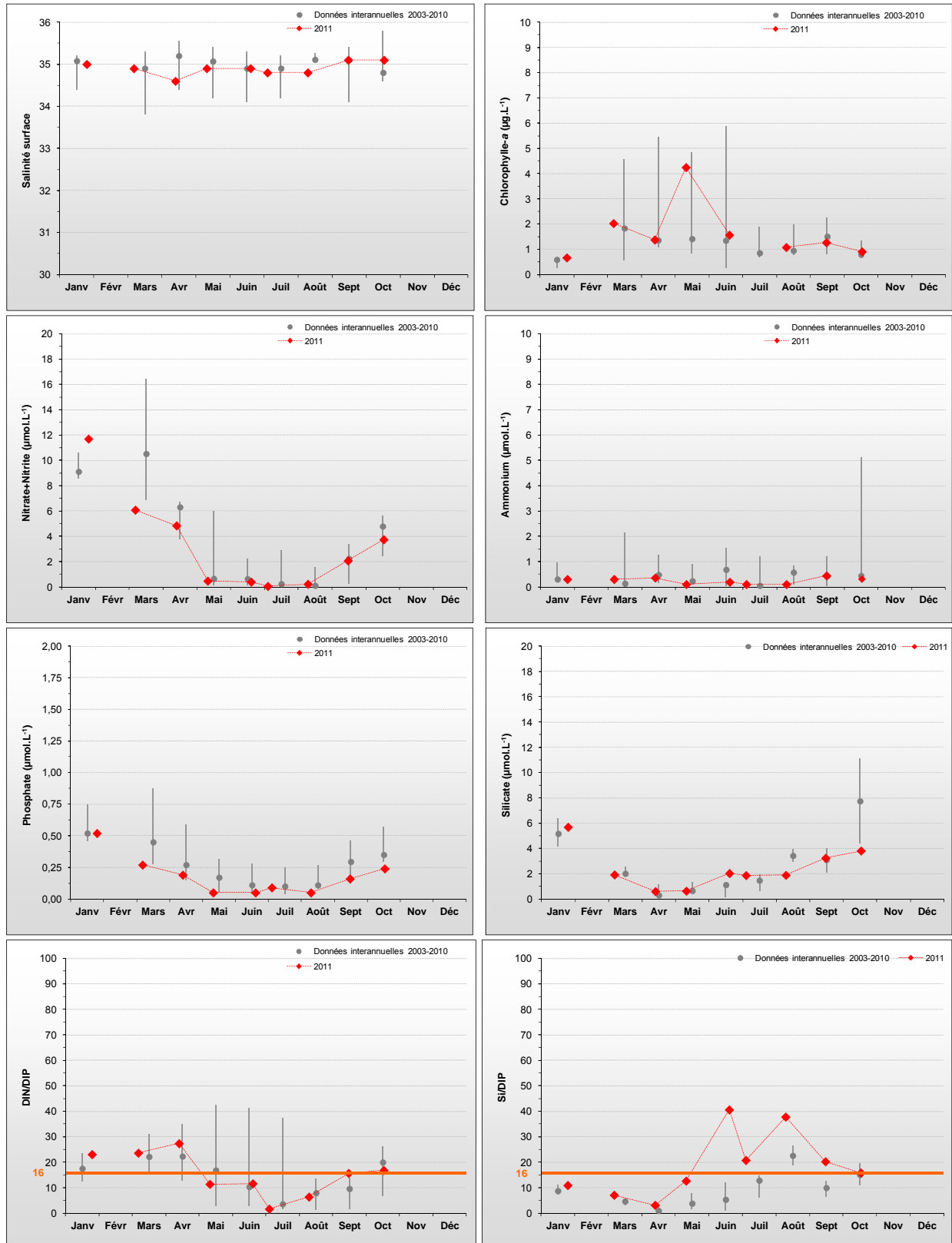


Figure 45 : Évolution de la salinité, de la chlorophylle-a, des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Barneville entre 2003 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Le point « Barneville » étant situé plus au Sud de « Dielette », son hydrologie et sa biologie sont intermédiaires entre les caractéristiques observées à Dielette, et celles du Nord de la masse d'eau HC03 (point « Denneville »). Les dessalures sont peu importantes (inférieures à 0,5 en 2011), et le premier pic de concentration en chlorophylle-a enregistré est de 4,3 µg.L⁻¹ début mai (Figure 45). La concentration moyenne en 2011 (1,7 µg.L⁻¹) a été légèrement supérieure à la moyenne interannuelle (1,5 µg.L⁻¹). Ces concentrations sont donc beaucoup plus fortes qu'à « Dielette », et sont un peu plus fortes qu'à « Denneville ». Le cycle des nutriments est, lui aussi, intermédiaire, les nutriments, et notamment le nitrate+nitrite, étant consommé dès début mai (Figure 45). Le stock hivernal ne peut pas être calculé sur les mêmes bases que les autres points, car un seul prélèvement est effectué dans cette période, mais les concentrations en janvier sont en moyenne de 10 µM DIN, 0,55 µM DIP et de 5,5 µM, soit légèrement supérieures au stock hivernal de « Dielette ». L'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/DIP, permet de mettre en évidence un équilibre relatif entre les teneurs en phosphore et en azote sur l'année 2011, exceptée une légère carence potentielle en azote au mois de juillet (Figure 45).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Barneville »

Les données issues des flores totales à Barneville en 2011 permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point. Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le peuplement phytoplanctonique est principalement dominé par la diatomée du genre *Skeletonema* (SKELCOS) de l'hiver au printemps (janvier - avril). La famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) vient ensuite typiquement dominer la population phytoplanctonique en période estivale.

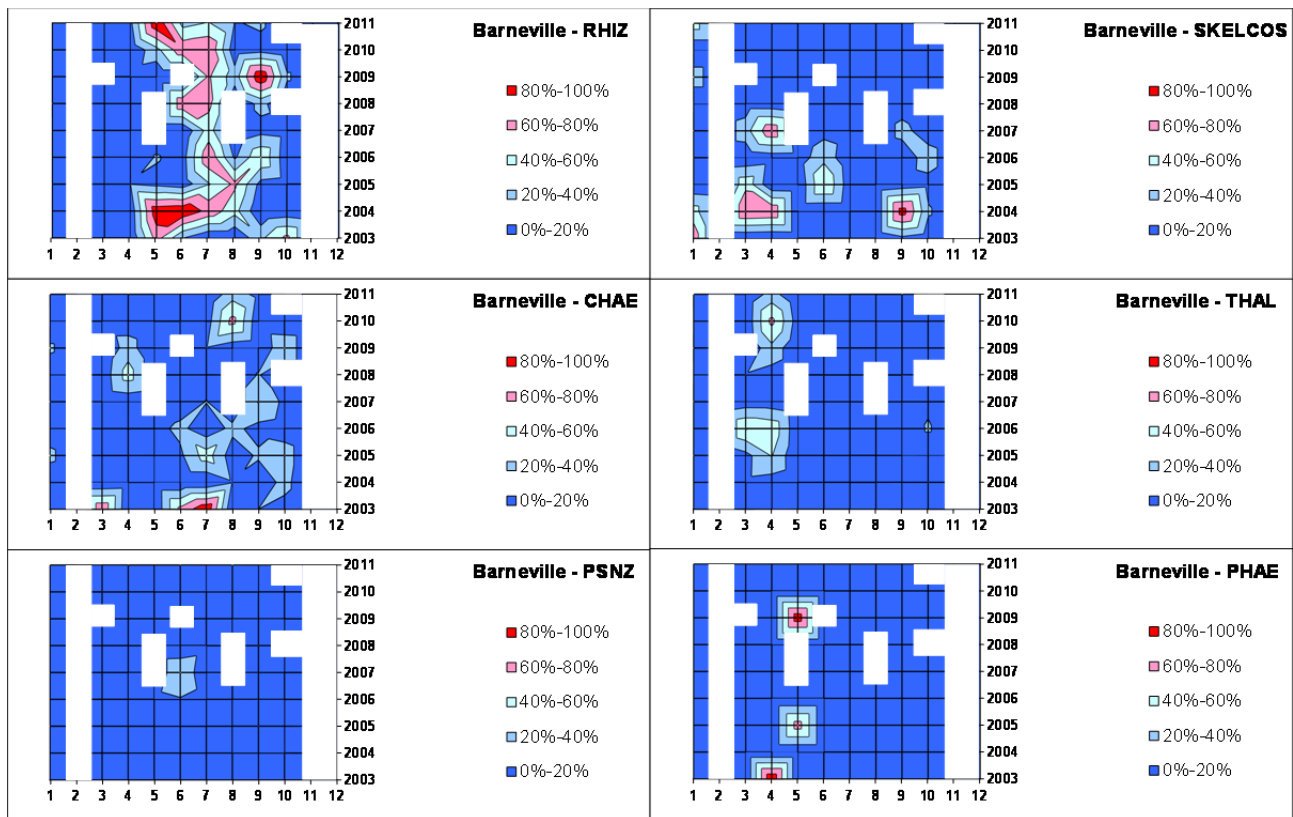


Figure 46 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Barneville. RHIZ = Rhizosolenia sp., CHAE = Chaetoceros sp., SKELCOS = Skeletonema sp., PSNZ = Pseudonitzschia sp., PHAE = Phaeocystis, THAL = Thalassiosira sp. Zones blanches = pas de données.

D'autres espèces potentiellement nuisibles à l'environnement peuvent se développer ponctuellement, comme notamment les *Pseudonitzschia spp.* en juin 2007, *Phaeocystis* en mai 2009, ou le genre *Chaetoceros* en août 2010 (Figure 46).

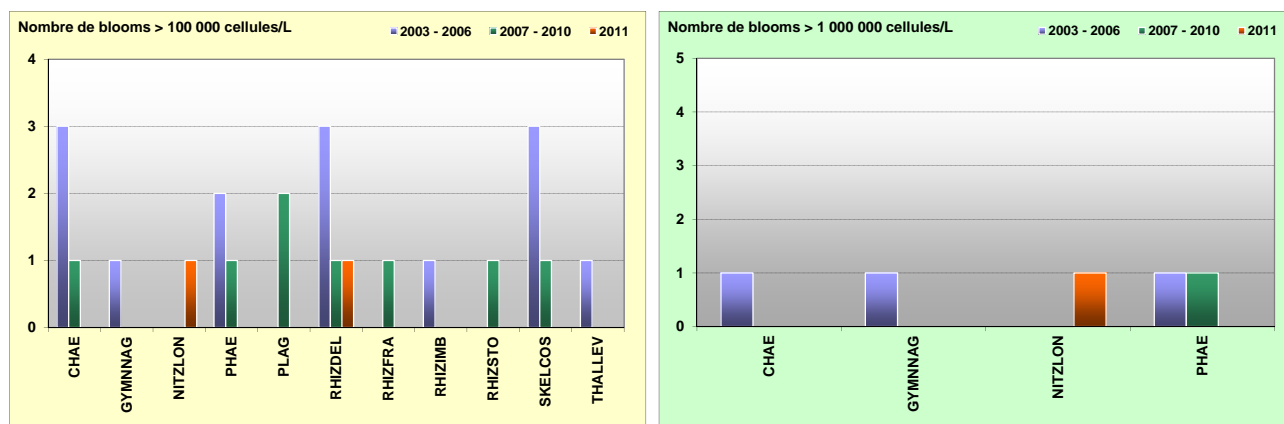


Figure 47 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Barneville entre 2003-2006 (n=36), 2007-2010 (n=34) et 2011 (n=8).

En 2011, deux diatomées ont présenté des concentrations supérieures à 100 000 cellules par litre : *Nitzschia longissima* qui a aussi dépassé le seuil des 1 000 000 cellules par litre (NITZLON 2 800 700 cell.L⁻¹ le 08/03/2011), et *Guinardia delicatula* (RHIZDEL 116 200 cell.L⁻¹ le 12/05/2011) (Figure 47). Le peuplement phytoplanctonique observé à « Barneville » est représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

Pertinence du suivi au point « Barneville »

Le point de prélèvement « Barneville » est suivi dans le cadre du programme COGEMA. Ses données sont utilisées ici afin de donner une vue de l'évolution des paramètres hydrologiques pour compléter les nouvelles données acquises sur le point « Dielette ». Il reste important de noter que l'hydrodynamisme de la zone constitue vraisemblablement un facteur limitant le développement phytoplanctonique dont l'impact est probablement prépondérant.

III.2.5.3. Jobourg 2003-2011

Hydrologie au point « Jobourg »

La stratégie au point « Jobourg » est identique à celle de Barneville, et le point Jobourg figure bien dans la masse d'eau HC04. Son suivi permet d'étayer celui réalisé au point « Dielette ».

Les résultats au point « Jobourg » sont très similaires à ceux du point de suivi « Dielette » en 2011. Les dessalures sont peu importantes (inférieures à 1), et le développement phytoplanctonique reste très faible (avec une moyenne en chlorophylle-a de 0,8 µg.L⁻¹ contre 1,1 µg.L⁻¹ en interannuel), les concentrations ne dépassant pas 1,2 µg.L⁻¹ en 2011 (Figure 48).

De même qu'au point « Dielette », le cycle de nutriments paraît influencé par l'hydrodynamisme de la zone en 2011, ces deux points suivant les mêmes tendances (Figure 48). En effet, les nutriments ne sont pas consommés dans leur intégralité, contrairement au palier qui était atteint en période estivale dans la masse d'eau HC03 (Figure 48 et § III.2.4.5). Le stock hivernal ne peut pas

être calculé sur les mêmes bases que les autres points, car un seul prélèvement est effectué dans cette période, mais les concentrations en janvier sont en moyenne de 11 μM DIN, 0,6 μM DIP et de 6 μM , soit légèrement supérieures au stock hivernal de « Dielette ».

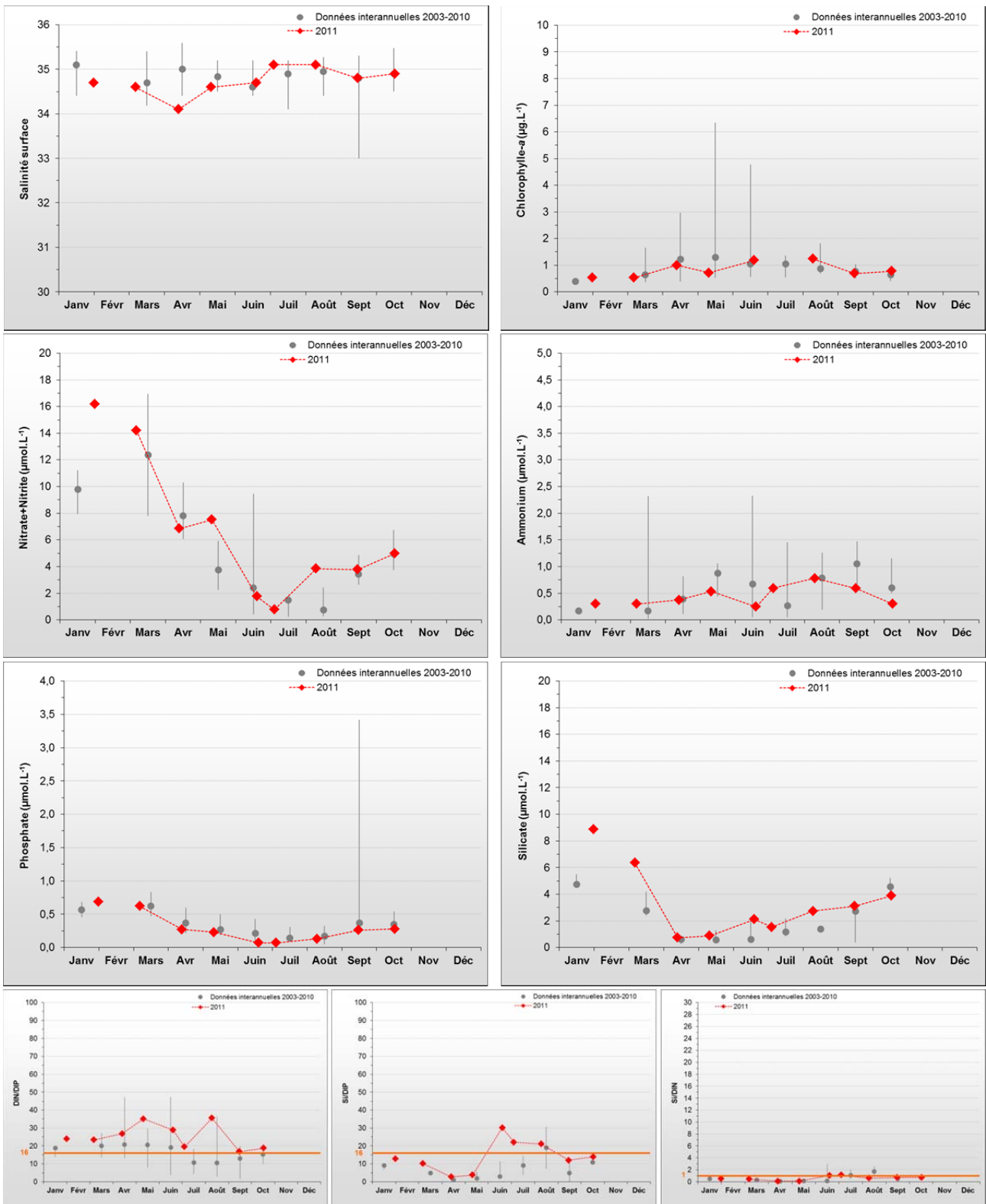


Figure 48 : Évolution de la salinité, de la chlorophylle-a, des concentrations en nutriments, et des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN à Jobourg entre 2003 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Au point « Jobourg », l'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN permet de mettre en évidence un équilibre relatif entre les teneurs en phosphore et en azote en



2011 (Figure 48). En outre, les rapports Si/DIP et Si/DIN semblent suggérer que le silicium pourrait présenter une carence en avril - mai (Figure 48).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Jobourg »

Les données issues des flores totales à Jobourg en 2011 permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point.

Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que, comme à Barneville, le peuplement phytoplanctonique est principalement dominé par la diatomée du genre *Skeletonema* (SKELCOS) de l'hiver au printemps (janvier – avril). Puis, les diatomées de la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) deviennent dominantes de mai à septembre (Figure 49).

Depuis 2003, d'autres espèces se sont développées ponctuellement, comme, notamment le genre *Pseudonitzschia* (PSNZ) en juillet (juin à Barneville). D'autres taxons potentiellement nuisibles à l'environnement comme *Phaeocystis* sont dénombrées en mai 2003, 2005, 2006 et 2009, et *Chaetoceros sp.* en avril 2011 (Figure 49).

HC04

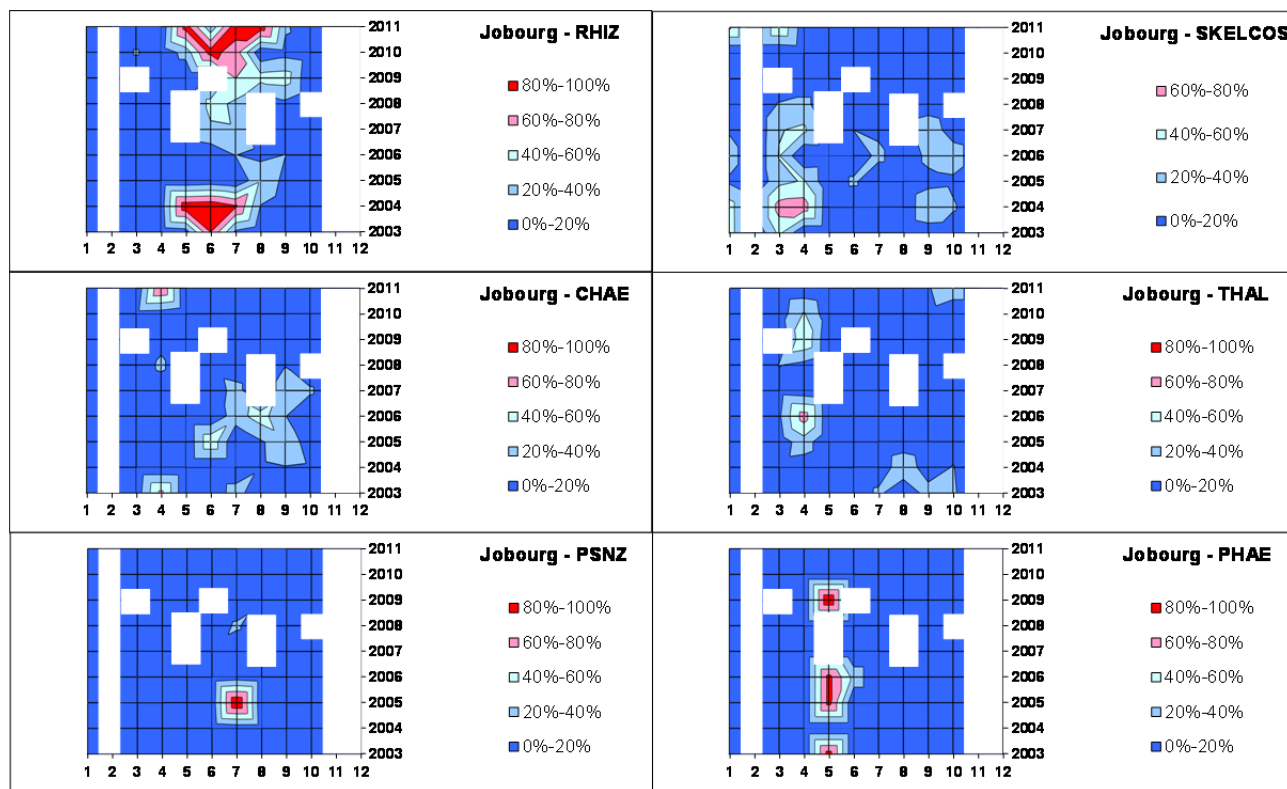


Figure 49 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Barneville. RHIZ = *Rhizosolenia sp.*, CHAE = *Chaetoceros sp.*, SKELCOS = *Skeletonema sp.*, PSNZ = *Pseudonitzschia sp.*, PHAE = *Phaeocystis*, THAL = *Thalassiosira sp.* Zones blanches = pas de données.

En 2011, deux diatomées ont présenté des concentrations supérieures à 100 000 cellules par litre : *Chaetoceros sp.* (CHAE 257 000 cell.L⁻¹ le 14/04/2011), et *Guinardia delicatula* (RHIZDEL 112 300 cell.L⁻¹ le 05/07/2011) (Figure 50). Le peuplement phytoplanctonique observé à « Jobourg » est représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

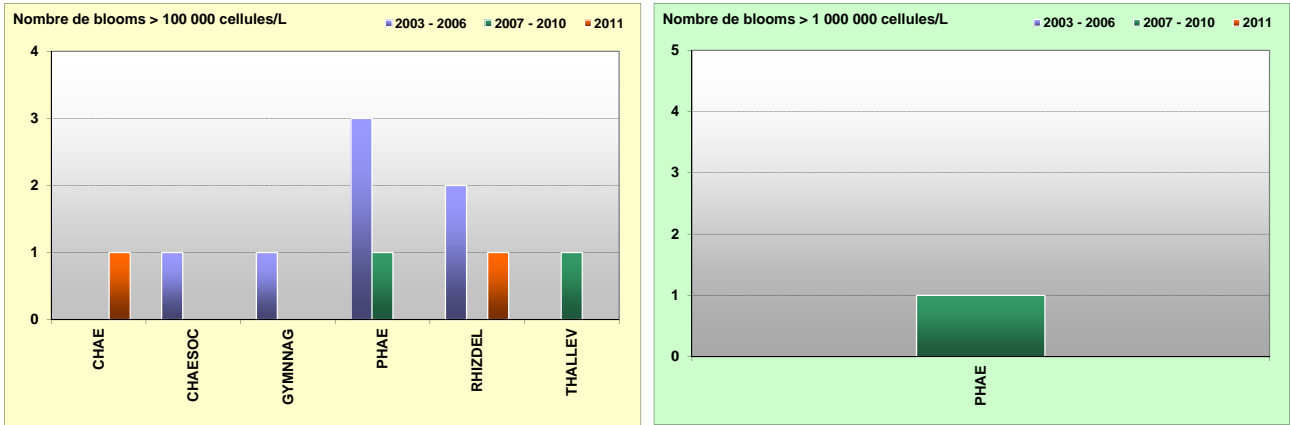


Figure 50 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Jobourg entre 2003-2006 (n=36), 2007-2010 (n=35) et 2011 (n=9).

Pertinence du suivi au point « Jobourg »

Le point de prélèvement « Jobourg » est suivi dans le cadre du programme COGEMA. Ses données sont utilisées ici afin de donner une vue de l'évolution des paramètres hydrologiques pour compléter les nouvelles données acquises sur le point « Dielette ». Comme à Barneville, il reste important de noter que l'hydrodynamisme de la zone constitue vraisemblablement un facteur limitant le développement phytoplanctonique dont l'impact est probablement prépondérant.

HC04

III.2.6. Masse d'eau HC60-HC61 (Digue de Querqueville 2005-2011)

SYNTHESE HC60 - HC61: Le point « Digue de Querqueville » est le point représentatif des masses d'eau du Nord Cotentin où l'hydrodynamique est très importante. Le cycle des nutriments est caractérisé par une biomasse faible (moyenne interannuelle à $1 \mu\text{g.L}^{-1}$), qui n'épuise pas les ressources en nutriments dont les rapports sont à peu près équilibrés. Aussi, aucun nutriment ne semble présenter une carence suffisante pour limiter potentiellement le développement phytoplanctonique : il est probable que l'hydrodynamique soit le principal facteur limitant. Les stocks hivernaux moyens sont faibles ($13 \mu\text{M DIN}$, $0,6 \mu\text{M DIP}$, $7,5 \mu\text{M Si}$). En 2011, aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre dans cette masse d'eau dont le peuplement phytoplanctonique est considéré comme représentatif des flores des baies.

HC61

Hydrologie au point « Digue de Querqueville »

Bien que situé à la sortie d'un port, les dessalures observées à ce point sont typiquement très faibles (inférieures à 1), à part en décembre 2011 où une dessalure de près de 3,5 unités a été observée (Figure 51).

La période productive de 2011 a débuté en avril mais aucun pic annuel n'a été mesuré (Figure 51). La moyenne annuelle de concentration en chlorophylle-a en 2011 a été la plus faible ($0,7 \mu\text{g.L}^{-1}$) depuis 2005 (moyenne interannuelle $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Par ailleurs, les quelques valeurs de concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau obtenues en 2011 sont restées proches de sa valeur de saturation (100 %), marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 51).

Les stocks hivernaux en nutriments ont été sensiblement identiques aux années précédentes (stock hivernal interannuel : $13 \mu\text{M DIN}$, $0,6 \mu\text{M DIP}$ et $7,5 \mu\text{M Si}$) (Figure 52). Ces stocks ne s'épuisent pas complètement pendant la période estivale, le développement de la biomasse étant faible en 2011. L'examen des rapports molaires DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN montre tout de même de légers déséquilibres des rapports Si/DIP et Si/DIN en avril-mai (carence Si), et des rapports DIN/DIP et Si/DIP en juin (carence DIP), mais qui restent ponctuels et limités (Figure 53).

Le développement du phytoplancton ne semble donc pas réellement limité par une carence potentielle d'un des nutriments ; en revanche, comme pour la masse d'eau HC04, l'hydrodynamique étant forte dans les masses d'eau du Nord Cotentin, celle-ci devient probablement un facteur limitant pour le développement du phytoplancton.

Résultats du RHLN 2011 vs. 2000-2010 - Masse d'eau HC60-HC61 (Digue de Querqueville 2005-2011)

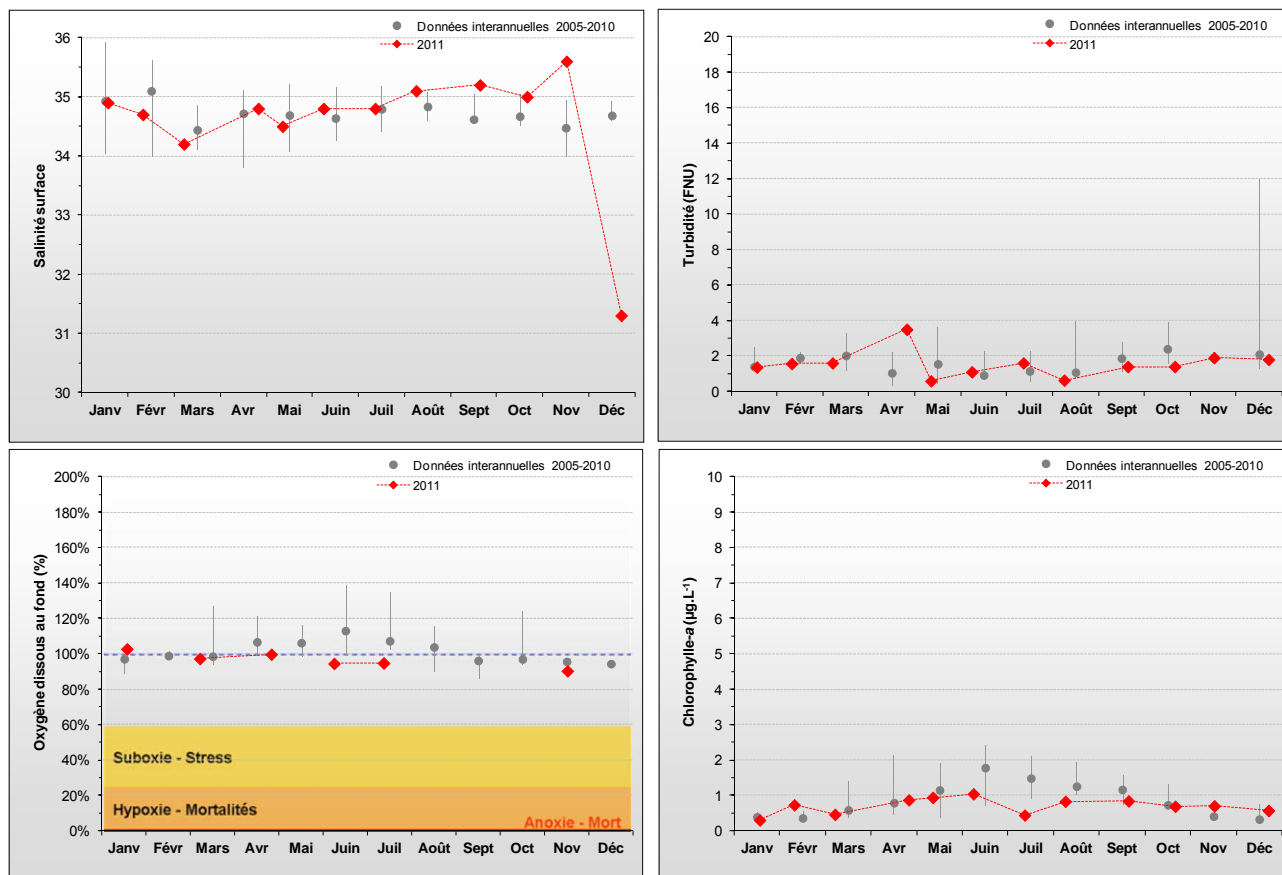


Figure 51 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Digue de Querqueville entre 2005 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2010 (gris) et 2011 (♦).

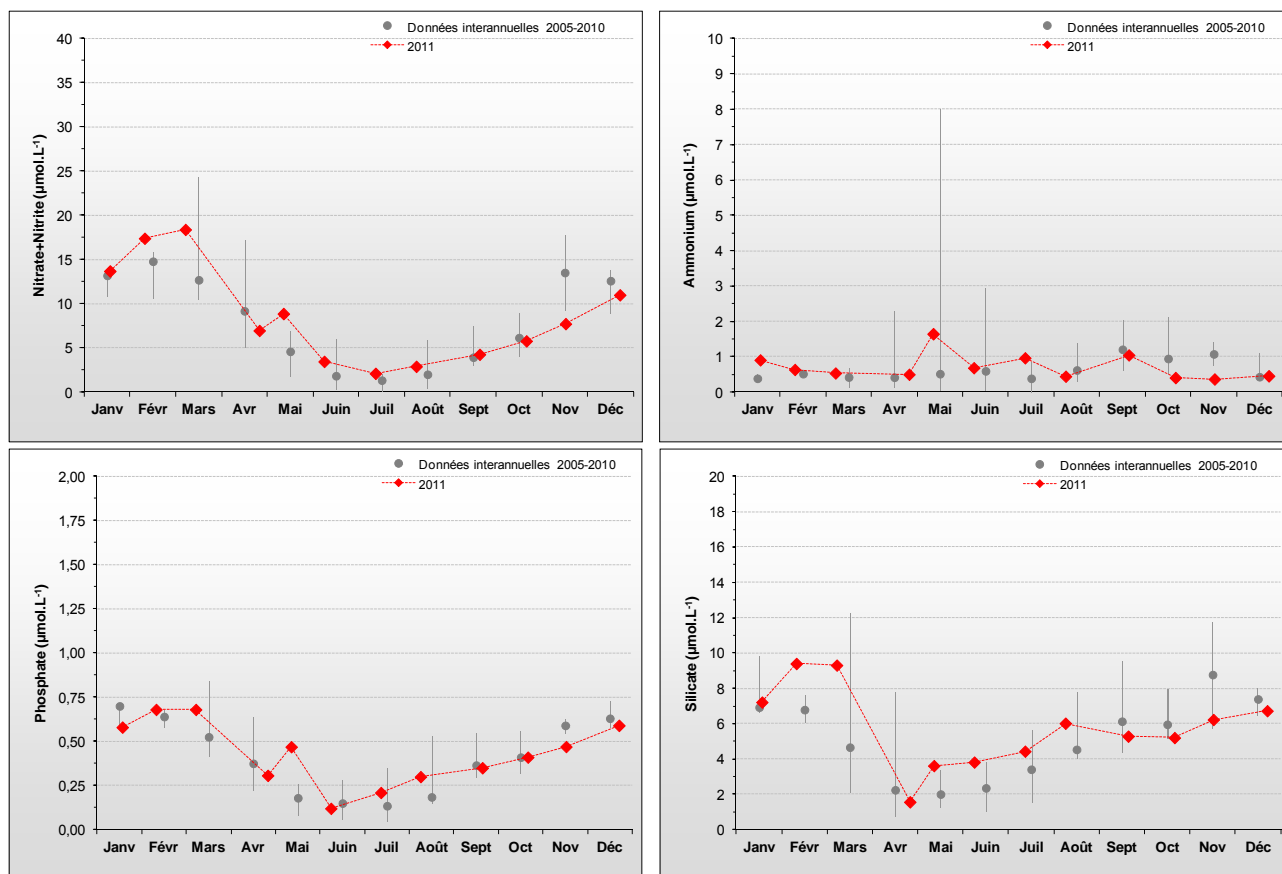


Figure 52 : Évolution des concentrations en nutriments au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

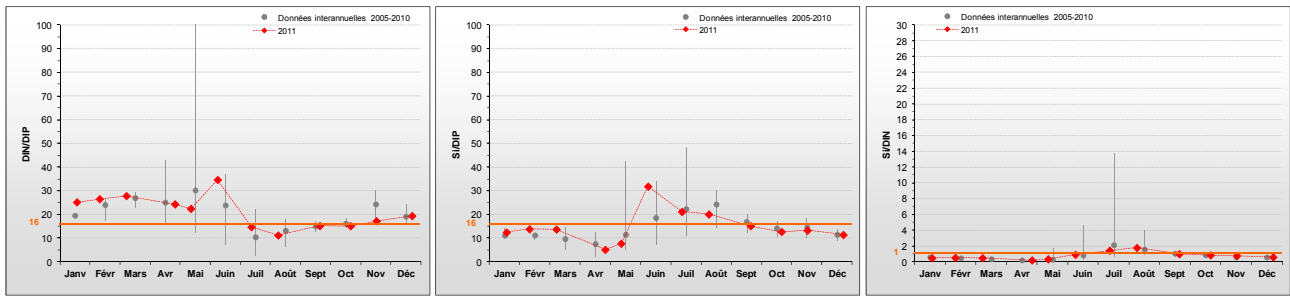


Figure 53 : Évolution des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Digue de Querqueville »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Digue de Querqueville en 2011, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de concentration supérieure à 100 000 cellules par litre. Depuis le début du suivi en 2005, seuls les taxons du genre *Chaetoceros* (CHAE) et *Skeletonema* (SKELCOS) avaient présenté un bloom dépassant ce seuil, respectivement le 10/08/2006 et le 15/04/2005. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à la Digue de Querqueville sont considérés comme caractéristiques des baies, avec une dominance d'espèces telles que le genre *Skeletonema* (SKELCOS).

Pertinence du suivi au point « Digue de Querqueville »

Le point de prélèvement « Digue de Querqueville » est le point représentatif de la masse d'eau HC61. Il a cependant été démontré que ce point est aussi représentatif de la masse d'eau HC60, et que le cycle biogéochimique constaté à « Digue de Querqueville » était tout à fait comparable, tant dans l'ampleur des phénomènes qui s'y déroulent que dans leur synchronisation, à celui observé dans les masses d'eau HC05 et HC07 (Le Goff et al., 2005 ; Le Goff et al., 2006). Ce point, suivi dans le cadre du contrôle de surveillance DCE, est ainsi utilisé pour évaluer à la fois la qualité des masses d'eau HC60 et HC61 ; cette évaluation peut également être extrapolée aux masses d'eau voisines : HC05 et HC07.

III.2.7. Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2005, 2009-2011)

SYNTHESE HC08 : Le point « Réville 1 mille » a été réactivé en 2009 pour suivre la qualité de la masse d'eau HC08 en contrôle opérationnel, ayant été classé en RNABE pour l'élément de qualité DCE « Phytoplancton ». Les nouveaux résultats ont permis de confirmer les données de 2004-2006, montrant une masse d'eau a priori homogène, ne subissant que de faibles dessalures, bien qu'elles semblent un peu plus marquées en 2011. Les stocks hivernaux en nutriments restent modérés bien que légèrement inférieurs à ceux de 2010 (21 μM DIN, 0,8 μM DIP et 14 μM Si). En revanche, la biomasse est restée faible, sans qu'aucun pic ne soit enregistré, et qu'elle a été en moyenne bien moins importante qu'en 2009 et 2010 (0,96 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2011 contre 2,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2009 et 1,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2010). Aussi, le stock d'azote ne s'est épuisé que tardivement, en milieu d'été.

Un seul taxon (*Pseudo-nitzschia delicatissima*) a dépassé en 2011 le seuil de 100 000 cellules par litre dans cette masse d'eau, présentant un peuplement phytoplanctonique représentatif des eaux ouvertes de la Manche influencé ponctuellement par des espèces estuariennes.

HC08

La masse d'eau HC08 n'a pas été sélectionnée pour le contrôle de surveillance, mais les résultats au point « Réville 1 mille » en 2004 et 2005, et partiellement en 2006 (4 prélèvements), ont permis de statuer lors de l'état des lieux initial sur le fait que cette masse d'eau devrait être suivie pour un contrôle opérationnel car elle était classée en RNABE pour l'élément de qualité « Phytoplancton ». Ce contrôle opérationnel a donc commencé en 2009.

Hydrologie au point « Réville 1 mille »

La masse d'eau HC08 est à la fois sous l'influence directe de la masse d'eau HC09 (apports de la Saire), mais aussi sous l'influence indirecte du panache de la Seine, qui, périodiquement, atteint la côte Est du Cotentin pour se faire emprisonner dans le gyre de Barfleur qui homogénéise la masse d'eau HC08 et se déplace vers le Nord (Le Goff *et al.*, 2005).

Cette homogénéisation apparaît avec les résultats obtenus, qui montrent que cette masse d'eau subit généralement de très faibles dessalures hormis en mars et mai 2011 (respectivement 1,5 et 0,8), et que sa turbidité reste typiquement faible (≤ 2 FNU) hormis un pic en mars 2011 (7,0 FNU) (Figure 54).

De plus, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 54).

Le phytoplancton s'est peu développé en 2011, aucun pic marqué n'ayant été enregistré (Figure 54). En effet, la moyenne annuelle en 2011 (0,96 $\mu\text{g.L}^{-1}$) est très inférieure à la moyenne interannuelle calculée sur les périodes 2004-2006 et 2009-2010 (2,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Il est à noter que cette moyenne annuelle a fortement diminué depuis 2009.



Résultats du RHLN 2011 vs. 2000-2010 - Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2005, 2009-2011)

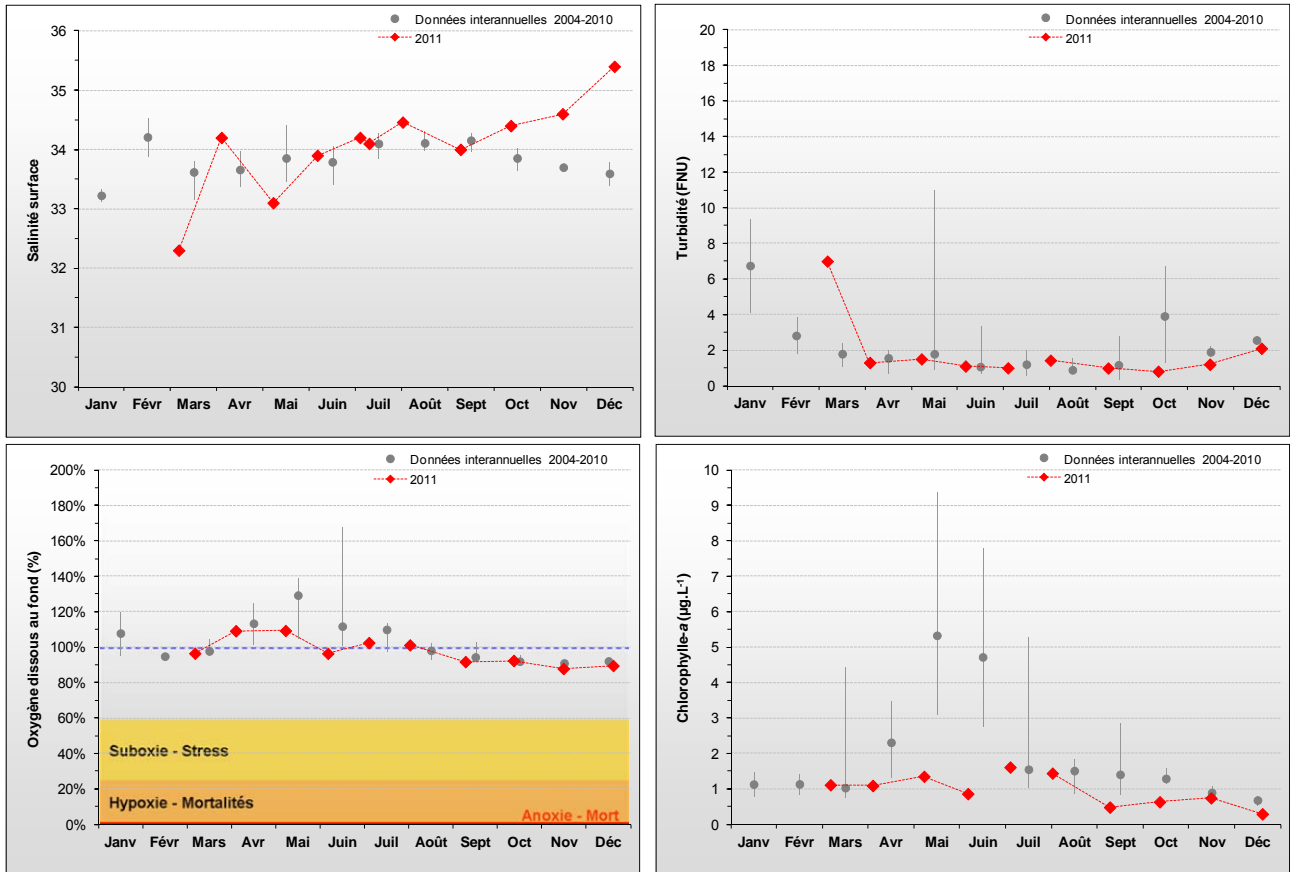


Figure 54 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Réville 1 mille entre 2004-2006, 2009-2010 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

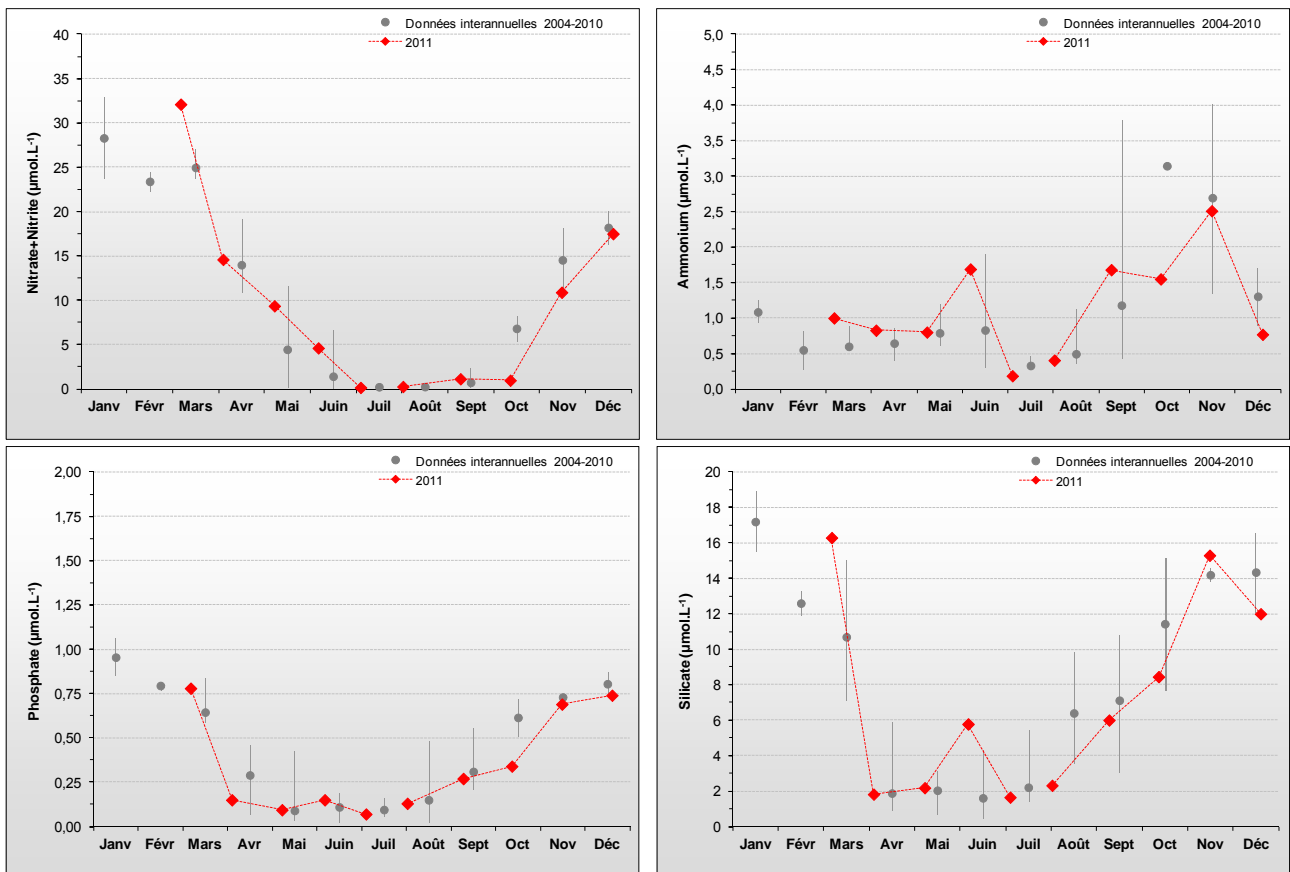


Figure 55 : Évolution des concentrations en nutriments sur Réville 1 mille entre 2004 – 2006, 2009-2010 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

HC08

L'évolution des concentrations en chlorophylle-a en 2011 est très différente de celle de 2009, où la moyenne était à 2,6 µg.L⁻¹, ou de 2010 où celle-ci était à 1,7 µg.L⁻¹. Cette différence pourrait être expliquée en partie par la quantité de nutriments présents dans le milieu, ainsi qu'aux conditions climatiques de 2010 et 2011.

En effet, ceux-ci étaient moins importants en janvier 2010 qu'en janvier 2009. Bien qu'elles n'aient pas été évaluées en 2011 du fait de la météorologie défavorable, les concentrations fin 2010 étaient déjà inférieures à celles des années précédentes. Le stock hivernal interannuel est actuellement estimé à 21 µM DIN, 0,8 µM DIP et 14 µM silicate. De plus, le stock en nutriments avait été réalimenté par un apport ponctuel début mars 2011 (Figure 55).

Le silicate est le nutriment connaissant la diminution la plus rapide (Figure 55), notamment suite au bloom printanier, laissant penser que cette efflorescence était principalement liée au développement de diatomées. Par ailleurs, seul le nitrate+nitrite se trouve complètement consommé (Figure 55), et ce relativement tardivement (entre début juillet et début août) par rapport aux stations de la Côte Ouest Cotentin (dès mai) (cf. § III.2.4).

Ces observations sont confirmées par l'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/DIN, montrant un déséquilibre avec un excès important d'azote de mars à début juin 2011, suivi d'une période de légère carence potentielle en azote relative au phosphate et en silicate particulièrement début juillet (Figure 56). L'étude du rapport Si/DIP permet d'observer un léger déséquilibre en phosphore par rapport au silicium, plus marqué début juin (Figure 56).

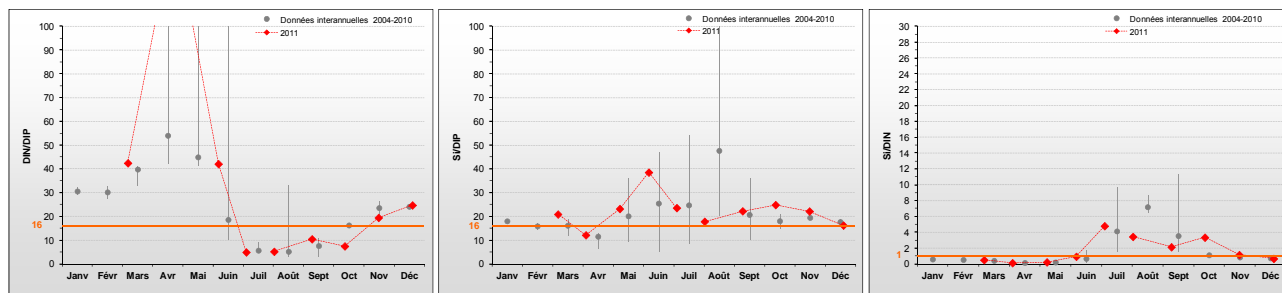


Figure 56 : Évolution des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN sur Réville 1 mille entre 2004 – 2006, 2009-2010 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Réville 1 mille »

Les données issues des flores partielles indicatrices à « Réville 1 mille », montrent que le seul taxon observé à une concentration supérieure à 100 000 cellules par litre en 2011, est *Pseudo-nitzschia*, du groupe des fines, complexe *delicatissima* (PSNZFIN 273 200 cell.L⁻¹ le 05/07/11) (Figure 57).

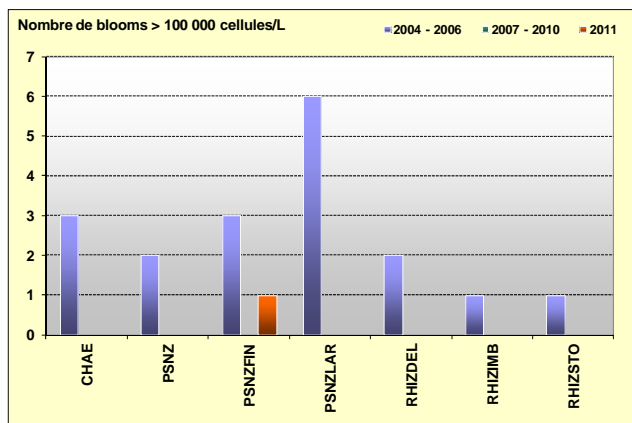


Figure 57 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Réville 1 mille entre 2004-2006 (n=37), 2008-2010 (n=35) et 2011 (n=11).



HC08

Depuis le début du suivi en 2004, les genres *Chaetoceros* (CHAE) et *Pseudo-nitzschia* (PSNZ) ainsi que la famille *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) avaient présenté un bloom dépassant ce seuil en avril et août 2005 pour CHAE, de mai à juillet 2005 pour PSNZ, et en mai et juillet 2004, juin 2005 et juin 2006 pour RHIZ. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à « Réville 1 mille » sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences estuariennes.

Pertinence du suivi au point « Réville 1 mille »

Le point « Réville 1 mille » a été réactivé en 2009 suite à la mise en œuvre du programme de contrôle opérationnel. Au vu des données obtenues en 2009, le cycle des nutriments et le cycle biologique étaient similaires à ceux rencontrés entre 2004 et 2006, à ceci près qu'aucun taxon n'avait dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en abondance. Depuis, le cycle de nutriments et le cycle biologique semblent avoir changé en 2010 puis en 2011, avec des teneurs en nutriments plus faibles et une production primaire moins développée. Les modalités d'application du contrôle opérationnel DCE n'étant pas encore entérinées au niveau européen, ce contrôle tel que mis en œuvre depuis 2009, sera poursuivi en 2012.

III.2.8. Masse d'eau HC09 (La Hougue, Gougins)

SYNTHESE HC09 : Le suivi du point « La Hougue » est complété par celui, plus récent, au point « Gougins », afin d'appréhender au mieux toute la masse d'eau sous influence de la Saire et des apports de la baie des Veys.

Bien que la biomasse chlorophyllienne soit typiquement plus importante au Sud qu'au Nord de la masse d'eau, mais faible en 2011 (moyenne 1,1 µg.L⁻¹), le suivi réalisé sur les deux points révèle des similarités par le faible nombre de dessalures, le niveau des stocks hivernaux en nutriments modéré (24 µM DIN, 0,8 µM DIP, 16 µM Si), et les tendances de leurs cycles de nutriments respectifs. Une carence potentielle en azote a également été observée de juillet à octobre au niveau des deux points.

En 2011, un seul taxon a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre à Gougins (*Pseudo-nitzschia delicatissima*) en juillet. Les peuplements phytoplanctoniques restent majoritairement représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

III.2.8.1. La Hougue 2003-2011

Hydrologie au point « La Hougue »

La masse d'eau HC09, au niveau du point « La Hougue », est soumise aux apports de la Saire qui influencent légèrement la salinité de la zone (variations de l'ordre de 2 à 3 au maximum) mais de maximum 1,7 en 2011, et la turbidité est restée faible (≤ 5 FNU) en 2011 (Figure 58).

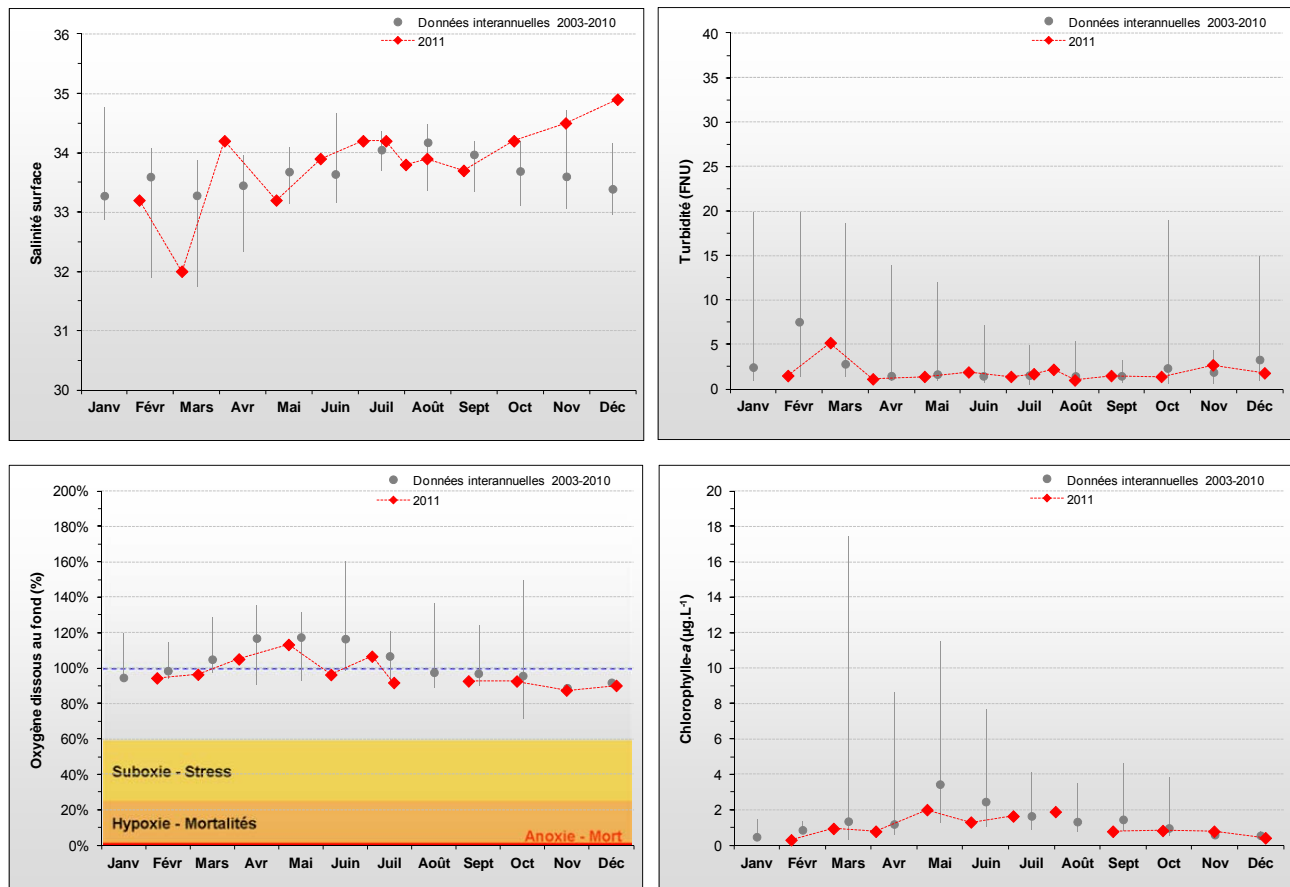


Figure 58 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à La Hougue entre 2003 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2010 (gris) et 2011 (♦).



La biomasse chlorophyllienne, normalement modérée à la Hougue (moyenne interannuelle à $2,2 \mu\text{g.L}^{-1}$) a été bien moins importante en 2011, avec une moyenne annuelle de $1,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ (inférieure à celle de 2010), et un maximum début mai à $2,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figure 58). Enfin, la concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 58).

Les apports éventuels de la Saire peuvent expliquer les stocks hivernaux plus importants que sur le Nord-Est du Cotentin (masse d'eau HC08), et les stocks 2011 ont été plus importants que les valeurs interannuelles (stock hivernal interannuel : $24 \mu\text{M DIN}$, $0,8 \mu\text{M DIP}$ et $16 \mu\text{M Si}$) (Figure 59). Les cycles de nutriments observés semblent relativement classiques, avec la consommation presque intégrale du nitrate+nitrite de juillet à octobre en 2011, accompagnée de la diminution en phosphate et en silicate dans une moindre mesure (Figure 59).

HC09

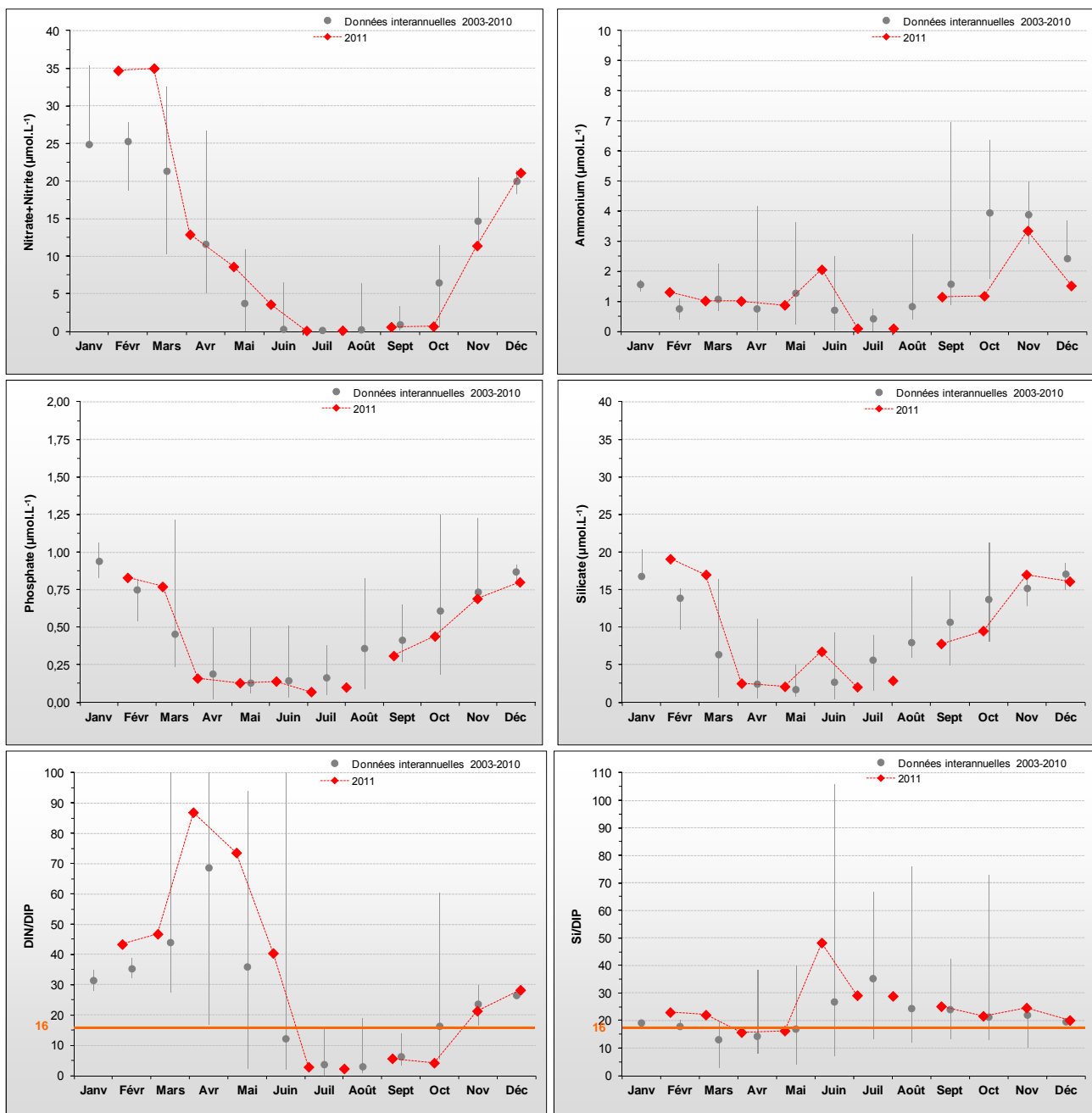


Figure 59 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point La Hougue entre 2003 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Malgré des stocks en nutriments modérés et l'apparent excès en azote au début de l'année selon le rapport DIN/DIP, ces derniers sont néanmoins utilisés par le phytoplancton jusqu'à épuiser presque totalement le milieu en azote, ayant comme conséquence la potentielle limitation par l'azote du développement phytoplanctonique entre juillet et octobre 2011 (Figure 59). Le phosphore présente également une légère carence potentielle par rapport au silicium notamment en juin 2011 (Figure 59).

Peuplements phytoplanctoniques au point « La Hougue »

Les données issues des flores partielles indicatrices à La Hougue, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de concentration supérieure à 100 000 cellules par litre en 2011 (Figure 60). Selon les données obtenues depuis le début du suivi, le peuplement phytoplanctonique présent peut être considéré comme représentatif des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

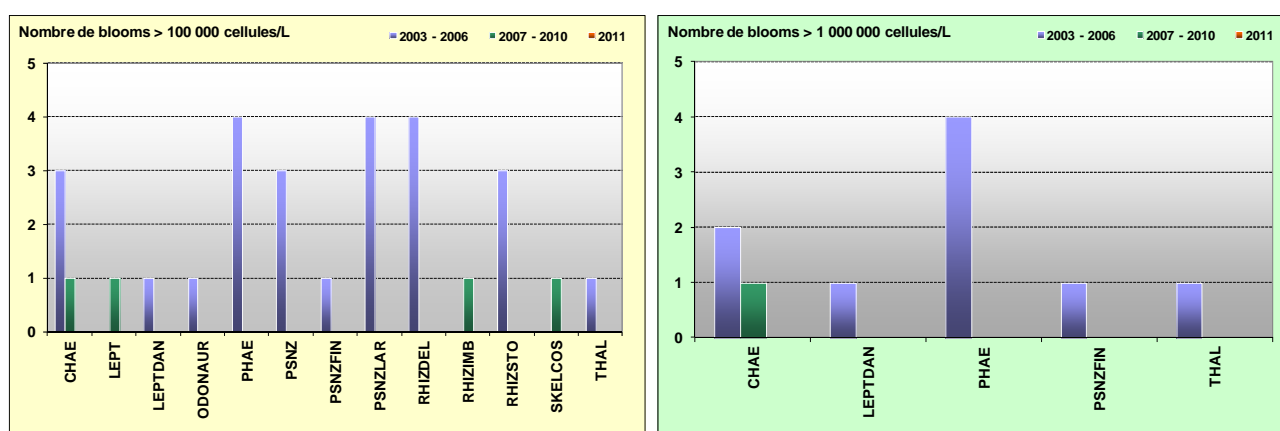


Figure 60 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur La Hougue entre 2003-2006 (n=78), 2007-2010 (n=62) et 2011 (n=13).

Pertinence du suivi au point « La Hougue »

Le point de prélèvement « La Hougue » a été créé en 2003 afin de mieux appréhender à la fois la qualité des eaux de l'Est Cotentin qui s'y réceptionnent et celle des apports locaux qui s'y confinent. En 2011, le cycle des nutriments et le cycle biologique ont, de nouveau, été de type classique. Ce point fait l'objet d'un contrôle de surveillance DCE.

III.2.8.2. Gougins 2006-2011

Hydrologie au point « Gougins »

L'interprétation réalisée sur le point de « La Hougue » semble pouvoir s'appliquer au point « Gougins », qui est plus au Sud de la masse d'eau HC09, et donc sous l'influence plus directe des courants résiduels de marée provenant de la baie des Veys.

Comme sur le point « La Hougue », le point « Gougins » est sujet à de faibles dessalures, qui ne dépassent alors pas 1,7 en 2011 (Figure 61). Il en est de même pour la turbidité, qui reste typiquement inférieure à environ 5 FNU, mais présente ponctuellement des pics (notamment en mars 2011 : 6 FNU), qui peuvent coïncider avec des épisodes de dessalures comme en mars 2011 (Figure 61).

HC09

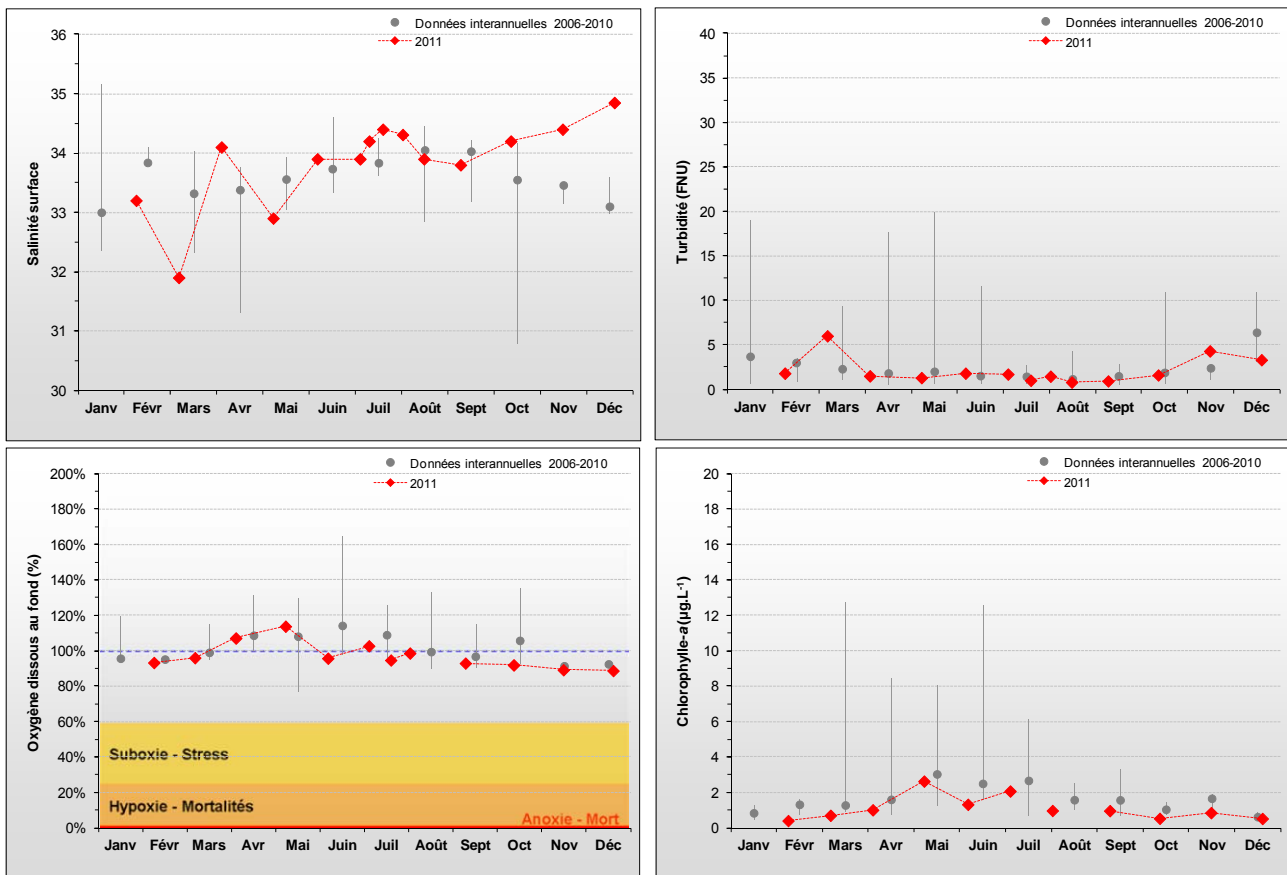


Figure 61 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Gougins entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et 2011 (♦).

Les paramètres physico-chimiques suivent les mêmes tendances à « Gougins » qu'à la station de « La Hougue » en 2011. La biomasse suit également un comportement similaire sur ces deux points, où la concentration en chlorophylle-a a été en moyenne comparable en 2011 ($1,1 \mu\text{g.L}^{-1}$), alors que la moyenne interannuelle à « Gougins » est légèrement plus élevée ($2,5 \mu\text{g.L}^{-1}$) qu'à « La Hougue ». Cette production phytoplanctonique plus importante n'a cependant pas d'effet négatif sur la colonne d'eau, puisque la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 61).

Enfin, l'examen des stocks hivernaux moyens en nutriments montre que ceux-ci sont similaires (stocks interannuels : 24 μM DIN, 0,8 μM DIP et 16 μM Si) à ceux de « La Hougue », et restent modérés (Figure 62). En outre, les évolutions annuelles des concentrations en nutriments sont très similaires aux tendances observées à la station de « La Hougue » pour l'année 2011.

Comme à « La Hougue », bien que l'azote ait été en excès par rapport au phosphore jusqu'en mai comme le montre le rapport DIN/DIP, l'azote est presque complètement épuisé en été (juillet – octobre) (Figure 62).

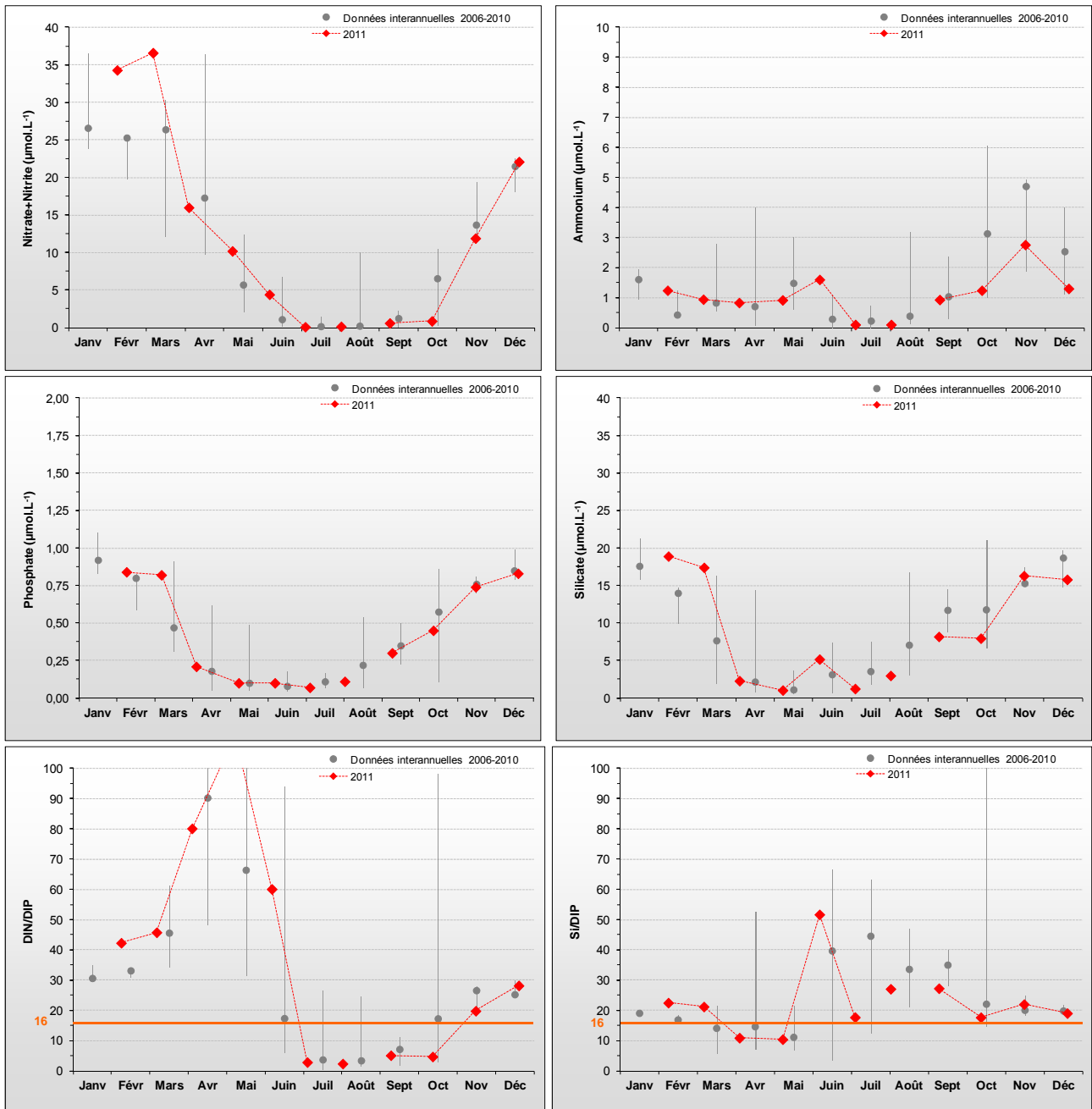


Figure 62 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Gougins entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Gougins »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Gougins montrent qu'un seul taxon a présenté une concentration supérieure au seuil de 100 000 cellules par litre en 2011 : *Pseudo-nitzschia* du groupe des fines, complexe *delicatissima* (PSNZFIN 133 600 cell.L⁻¹ le 05/07/11) comme à « Réville 1 mille » (HC08) (Figure 63). Selon les données obtenues depuis le début du suivi, le peuplement phytoplanctonique présent peut être considéré comme représentatif des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

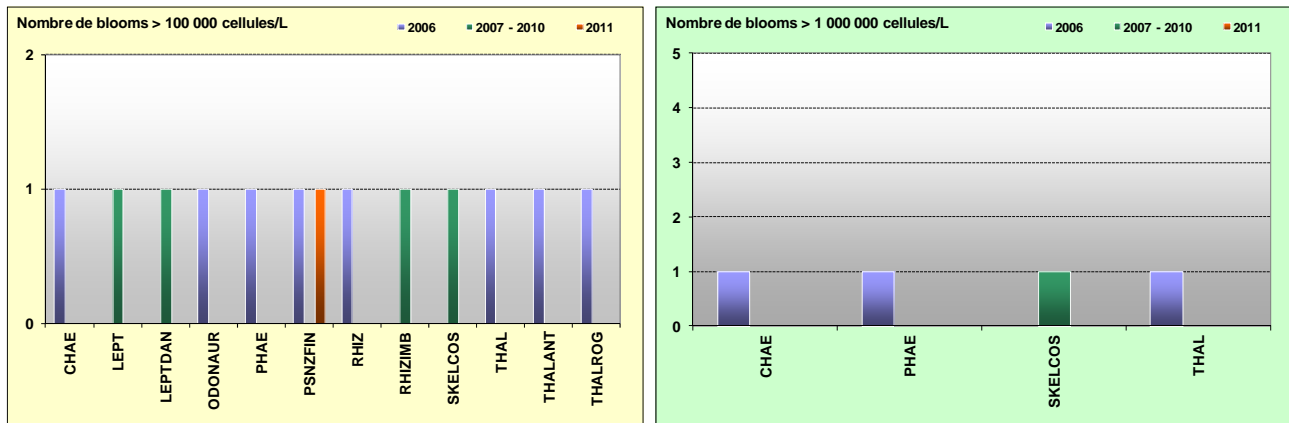


Figure 63 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gougins entre 2006 (n=21), 2007-2010 (n=62) et 2011 (n=13).

Pertinence du suivi au point « Gougins »

Le point de prélèvement « Gougins » a été ajouté au suivi du point « La Hougue » afin de prendre en considération la qualité au Sud de la masse d'eau, qui est sous l'influence d'une résiduelle de la marée provenant de la masse d'eau HC10. Ce point présentant des activités conchylicoles, est donc suivi dans le cadre du suivi complémentaire régional.

HC09

III.2.9. Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)

SYNTHESE HC10 : La nécessité de disposer de deux points de suivi dans la masse d'eau HC10 a été confirmée suite au constat de l'hétérogénéité spatiale de la biomasse chlorophyllienne dans la masse d'eau (Gangnery *et al.*, 2008). En effet, bien que les stocks hivernaux en nutriments soient un peu plus importants à « Roches de Grandcamp » (33,5 μM DIN, 1,0 μM DIP, 20,5 μM Si) qu'à « Utah » (26 μM DIN, 0,85 μM DIP, 18 μM Si), la biomasse chlorophyllienne est en moyenne légèrement plus importante à « Utah » (3,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$) qu'à « Roches de Grandcamp » (2,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$).

Par ailleurs, bien que le peuplement phytoplanctonique du point « Utah » soit plutôt représentatif des eaux ouvertes de la Manche, les deux points sont aussi clairement influencés par la masse d'eau estuarienne HT06 manifestée par la présence de taxons estuariens. Aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2011, que ce soit à « Utah » ou à « Roches de Grandcamp ».

III.2.9.1. Utah 2006-2011

Hydrologie au point « Utah »

Le point « Utah » est directement sous l'influence des apports terrigènes de la Baie des Veys (Le Goff *et al.*, 2005). Malgré cela, peu de dessalures ont été observées en 2011 (1,8 en mars), et aucun pic de turbidité n'a été observé en 2011 alors que les données interannuelles montrent que ces pics peuvent être relativement importants, notamment entre avril et juin (Figure 64).

L'évolution de la biomasse chlorophyllienne à Utah est similaire à celle de « Gougins », aucun pic n'a été enregistré en 2011, mais la moyenne annuelle est plus importante en 2011 (2,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$), ainsi que la moyenne interannuelle (3,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 64). Le point « Utah » est donc globalement plus productif que le point « Gougins ».

Cette biomasse modérée n'a cependant pas eu d'impact sur la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau, qui est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 64).

L'évolution des concentrations en nutriments est similaire aux points de la masse d'eau HC09. Comme en 2010, les stocks hivernaux sont du même ordre de grandeur en 2011 (stocks interannuels : 26 μM DIN, 0,85 μM DIP, et 18 μM Si) (Figure 65). Alors que le stock de nitrate+nitrite est totalement consommé pendant l'été (de juillet à début octobre 2011), du phosphate et du silicate semblent toujours disponibles (Figure 65).

Résultats du RHLN 2011 vs. 2000-2010 - Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)

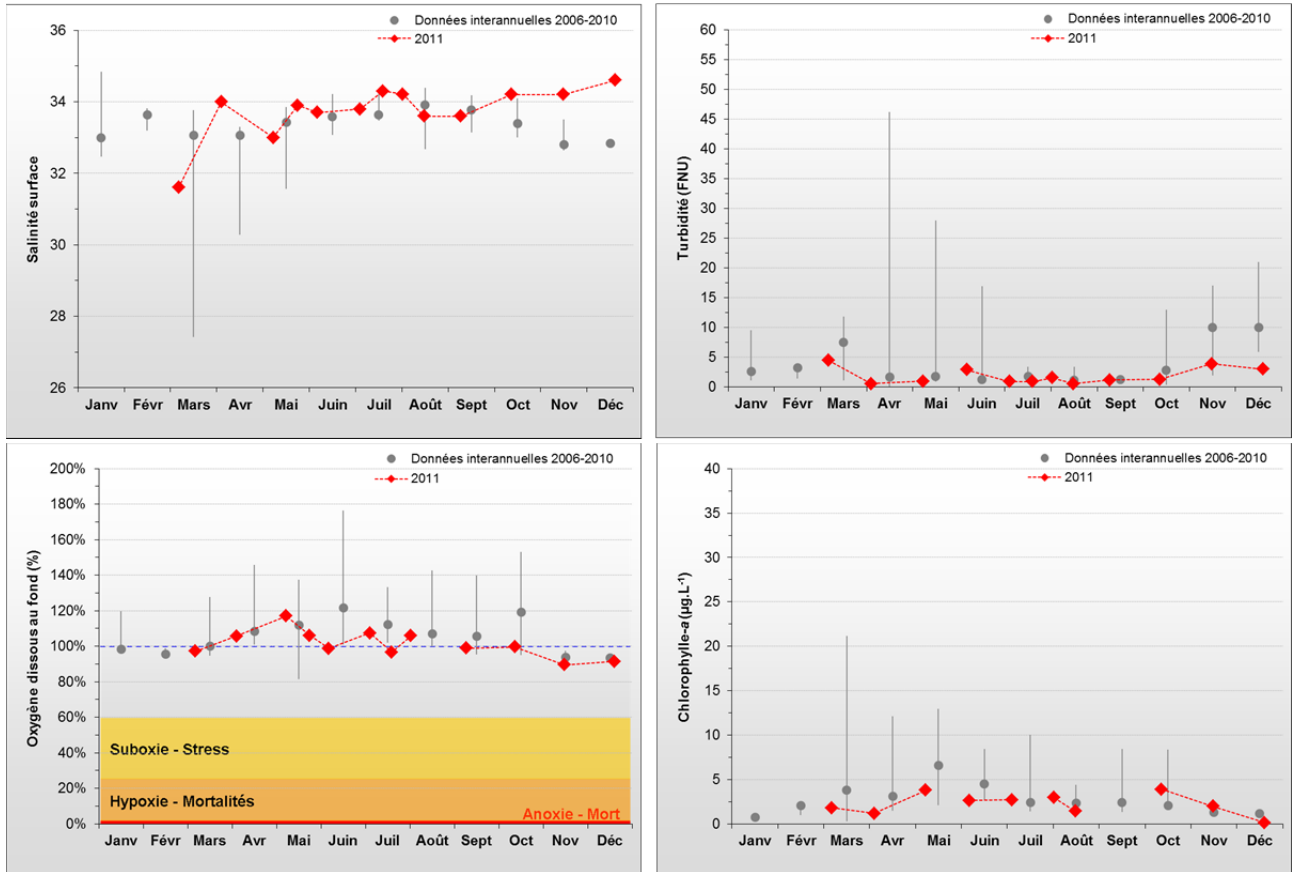


Figure 64 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Utah entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et 2011 (♦).

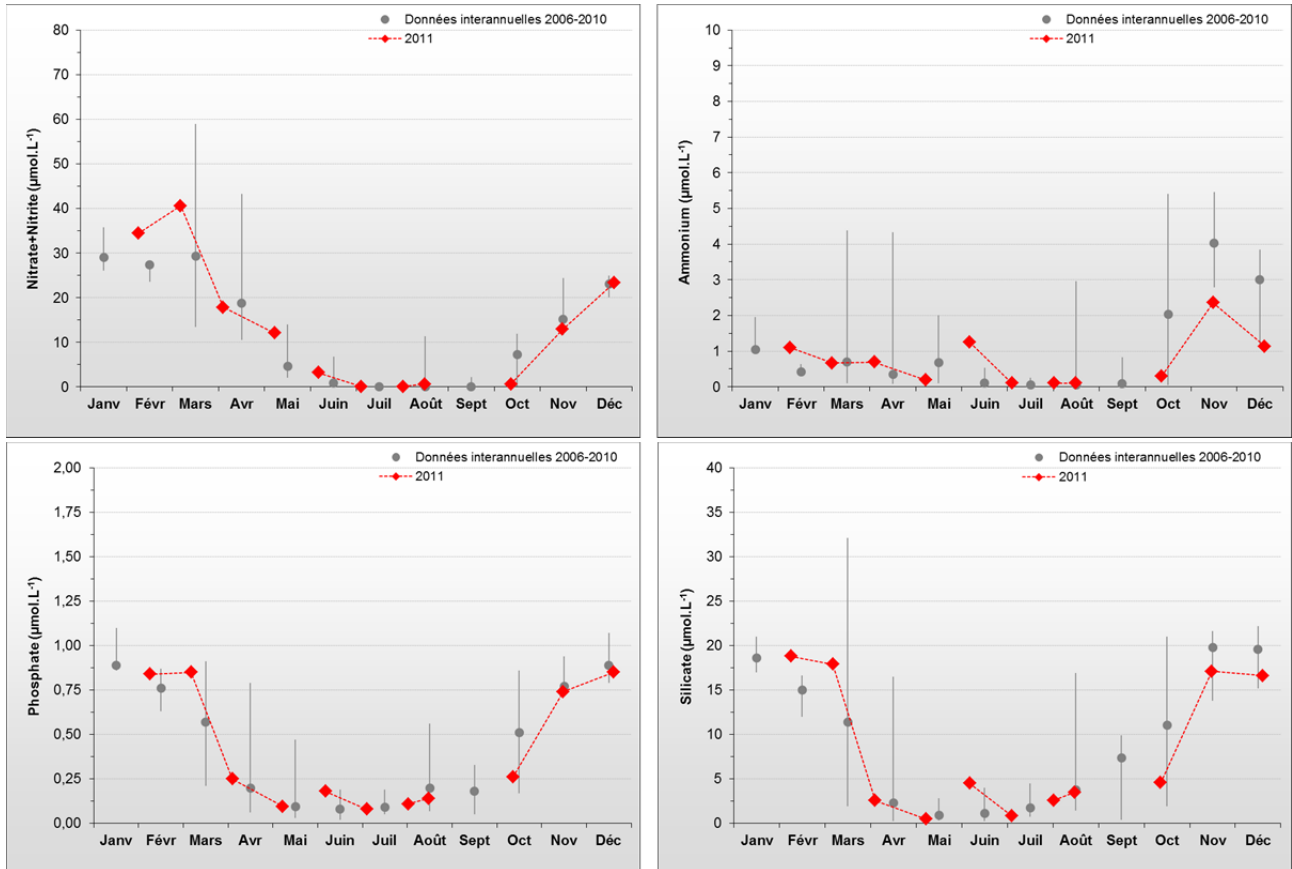


Figure 65 : Évolution des concentrations en nutriments sur Utah entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et 2011 (♦).

HC10

L'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN confirme les observations menées sur les graphiques précédents, et suggère une limitation potentielle de la production de biomasse chlorophyllienne par l'azote entre début juillet et début octobre 2011 (Figure 66).

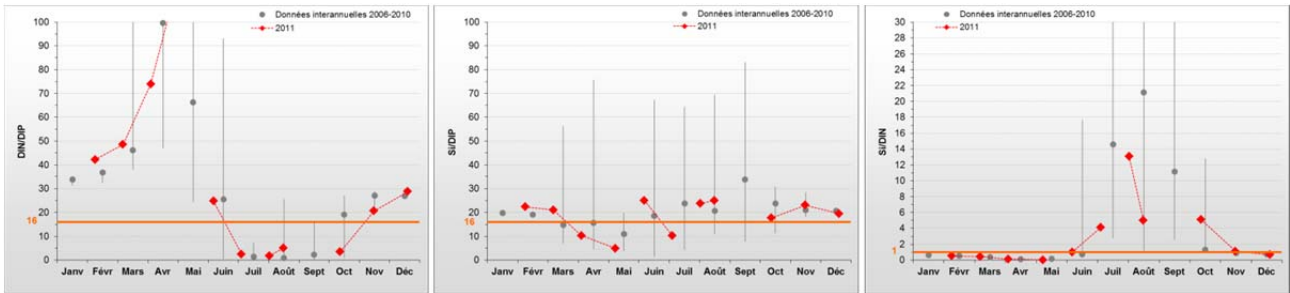


Figure 66 : Évolution des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN à Utah entre 2006 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Utah »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Utah, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de concentration dépassant le seuil de 100 000 cellules par litre en 2011 (Figure 67). Malgré le fait que seules des flores partielles soient réalisées à ce point, les peuplements présents semblent représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

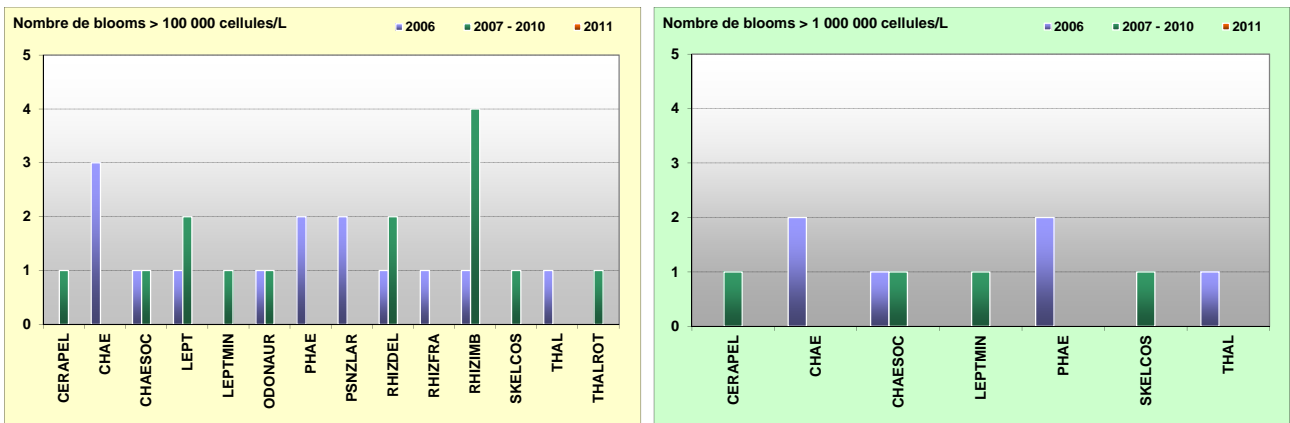


Figure 67 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Utah entre 2006 (n=22), 2007-2010 (n=64) et 2011 (n=14).

Pertinence du suivi

Le point de prélèvement « Utah » a été créé en 2006 afin d'appréhender la qualité des eaux du Sud-Ouest de la masse d'eau HC10, originaires du point « Roches de Grandcamp », à l'Est de la baie des Veys. Cette zone est également importante du fait des activités qui y sont installées, et notamment la conchyliculture. Ce point est donc suivi dans le cadre du suivi complémentaire régional.

III.2.9.2. Roches de Grandcamp 2001-2011

Hydrologie au point « Roches de Grandcamp »

Soumise aux apports terrigènes de la *Taute*, la *Vire*, l'*Aure* et la *Douve* (via la masse d'eau HT06 englobant la baie des Veys), la masse d'eau HC10 connaît au niveau du point « Roches de Grandcamp » des dessalures typiquement modérées de l'ordre de 2 à 3, mais légèrement plus faibles en 2011 (de l'ordre de 1,2 en février, 1,5 en mars, et 1,0 en décembre) (Figure 68). De même, la turbidité qui varie modérément depuis 2001, a été relativement basse en 2011 (≤ 5 FNU), avec de faibles resuspensions en février (de l'ordre de 4 FNU) et en décembre (6 FNU) (Figure 68).

La biomasse chlorophyllienne a été beaucoup plus faible en 2011 (moyenne annuelle $1,3 \mu\text{g.L}^{-1}$) par rapport à la moyenne interannuelle ($2,7 \mu\text{g.L}^{-1}$), le seul pic enregistré étant de $3,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ début septembre (Figure 68). Situé à proximité des activités ostréicoles de la Baie des Veys, le point « Roches de Grandcamp » voit ses teneurs en chlorophylle-a fortement influencées par la consommation des bivalves en élevage (phénomène de déplétion mis en évidence par les cartographies de la répartition des teneurs en chlorophylle-a du projet OGIVE (Gangnery A., 2008)). La biomasse chlorophyllienne enregistrée est donc logiquement plus faible qu'au point « Utah » (moyenne interannuelle $3,9 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Cette biomasse faible n'a pas eu d'impact sur la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau, qui est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 68).

HC10

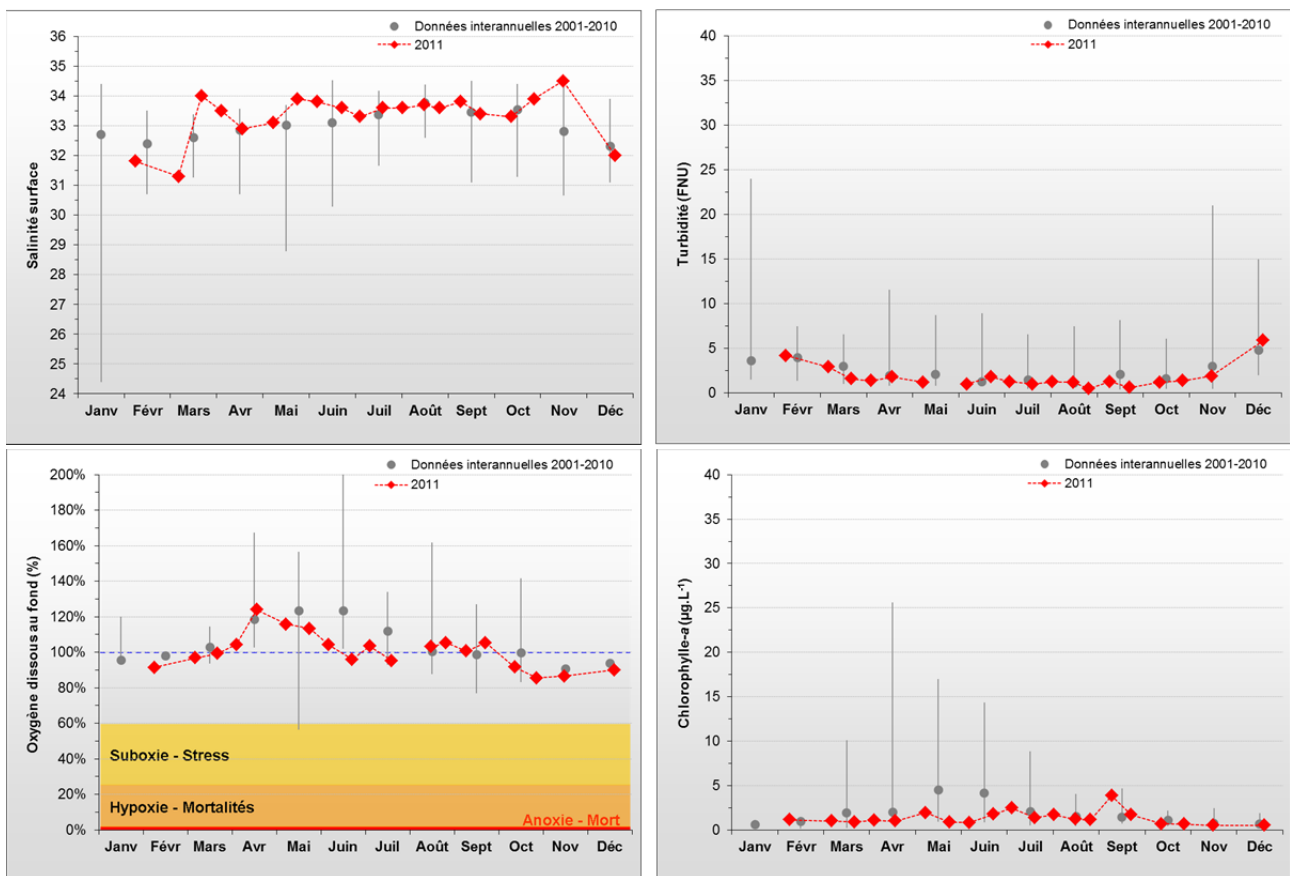


Figure 68 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et 2011 (♦).

L'évolution des concentrations en nutriments est similaire au point « Utah » voisin, avec des niveaux légèrement supérieurs. Ainsi, les stocks hivernaux interannuels sont de l'ordre de 33,5 μM DIN, 1,0 μM DIP, et 20,5 μM Si (Figure 69). Malgré des petites recharges début mai et mi-août, le stock de nitrate+nitrite est totalement consommé pendant l'été, alors que le phosphate et le silicate ne sont jamais complètement consommés (Figure 69).

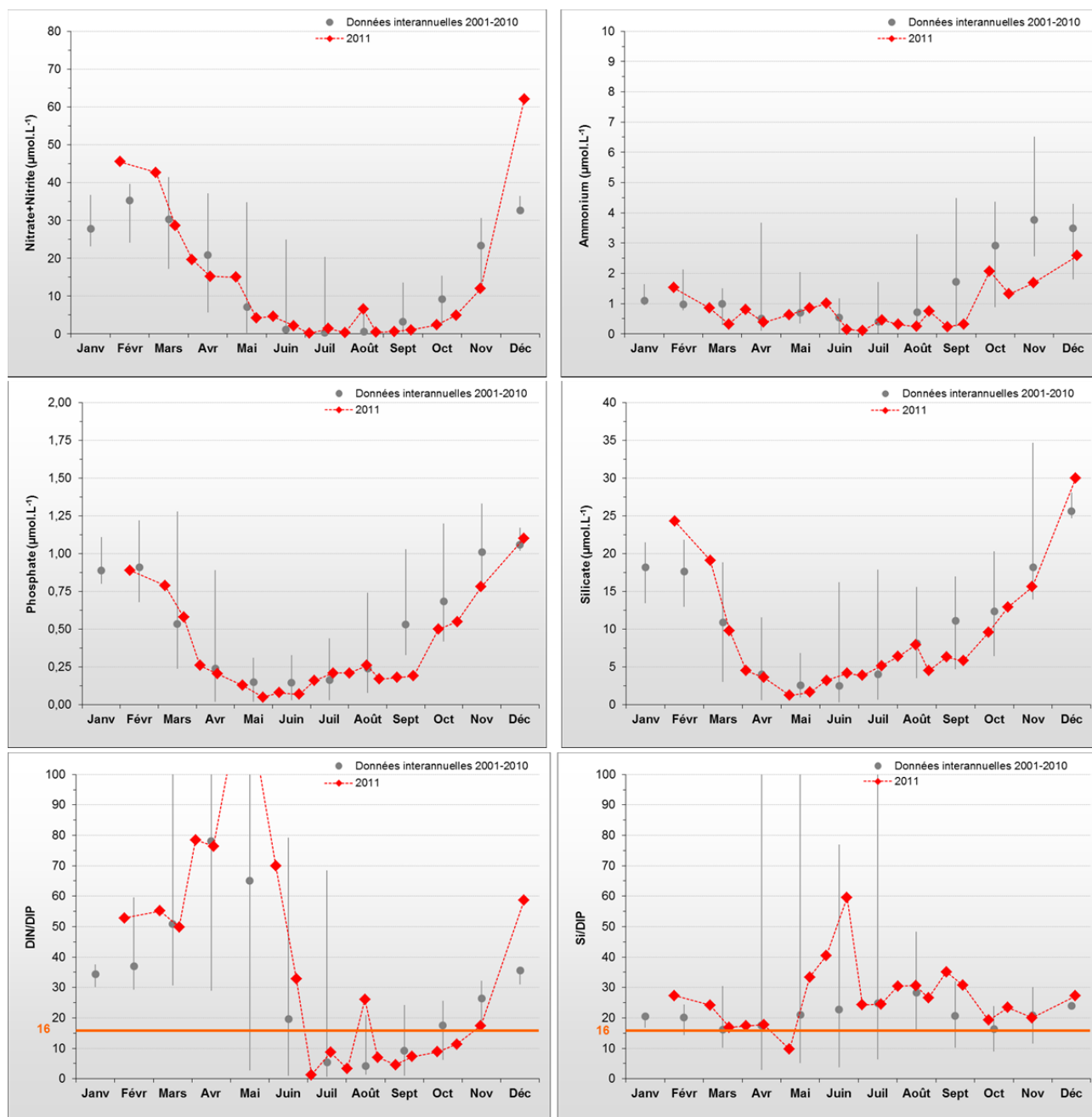


Figure 69 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et 2011 (♦).

Ainsi, l'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/DIP suggère une légère limitation potentielle de la production de biomasse chlorophyllienne par l'azote en été, mais levée en août par une recharge en nutriments. De plus, le phosphore pourrait présenter une carence par rapport au silicium notamment en juin 2011, selon l'évolution du rapport Si/DIP (Figure 69).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Roches de Grandcamp »

Les données issues des flores partielles indicatrices à « Roches de Grandcamp » montrent qu'aucun taxon n'a présenté de concentration dépassant le seuil de 100 000 cellules par litre en 2011 (Figure 70). Malgré le fait que des flores partielles soient majoritairement réalisées en ce point, les peuplements phytoplanctoniques présents apparaissent représentatifs des milieux estuariens ouverts, qui, du fait de la proximité du point avec la masse d'eau HT06, sont probablement similaires à ceux observés au point « Géfosse »⁶.

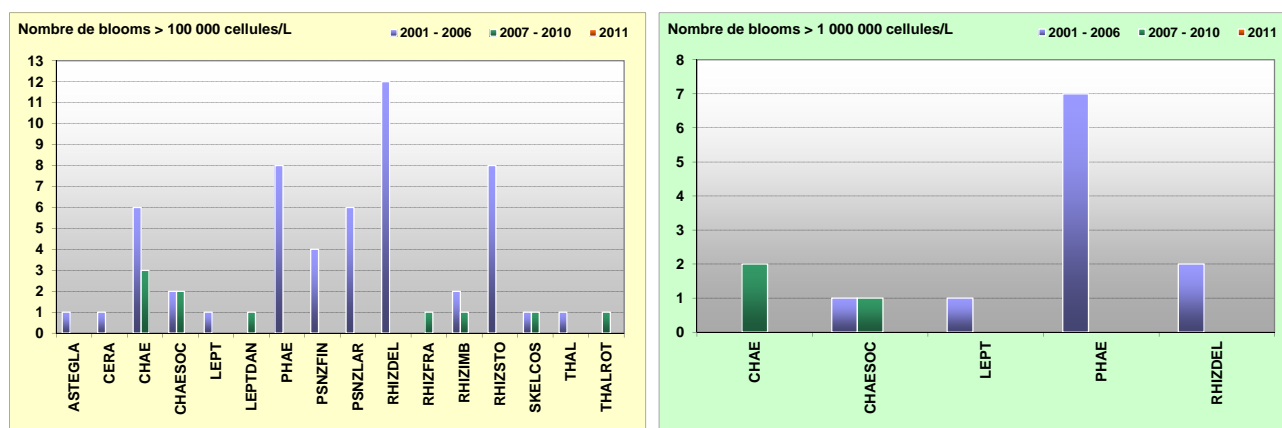


Figure 70 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Roches de Grandcamp entre 2001-2006 (n=148), 2007-2010 (n=79) et 2011 (n=20).

Pertinence du suivi au point « Roches de Grandcamp »

Le point de prélèvement « Roches de Grandcamp » permet de suivre parfaitement la partie Est de la masse d'eau HC10, origine de flux de matière vers l'Ouest de la masse d'eau (Le Goff et *al.*, 2005). Les usages en conchyliculture de la baie des Veys étant importants, ce point est donc suivi en contrôle de surveillance DCE renforcé par un suivi régional pendant la période productive.

HC10

⁶ Pour l'évolution temporelle, voir la fiche de la masse d'eau HT06 qui présente la synthèse des flores totales réalisées sur Géfosse.

III.2.10. Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2011)

SYNTHESE HT06 : La masse d'eau HT06 est une masse d'eau de transition (estuarienne) fortement influencée par les apports *via* les chenaux de Carentan et d'Isigny qui drainent un bassin versant d'environ 3 500 km². Les stocks hivernaux en nutriments sont cependant modérés (30 µM DIN, 1,0 µM DIP, 20 µM Si) par rapport à d'autres masses d'eau de transition. Du fait de la présence d'une importante zone ostréicole consommant le phytoplancton, la biomasse chlorophyllienne reste très modérée (3,0 µg.L⁻¹ en moyenne interannuelle) et l'azote devient potentiellement en carence pendant la période estivale (de fin juin à septembre). En 2011, trois taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, dont le genre *Chaetoceros* à trois reprises durant l'été. Le peuplement phytoplanctonique est représentatif des milieux estuariens, bien que les dinoflagellés soient très peu présents.

Hydrologie au point « Géfosse »

La masse d'eau HT06 est directement soumise aux apports de la *Vire*, de l'*Aure*, de la *Taute*, et de la *Douve* qui influencent la salinité de la zone (jusqu'à 2 d'amplitude maximale). La salinité a été marquée par un pic de dessalure important début mars (2 unités) en 2011, puis la salinité a augmenté jusqu'à la fin de l'année (Figure 71). De même, des valeurs assez faibles (≤ 3 FNU) ont été enregistrées en 2011 comme en 2010, mais sans pic marqué coïncidant avec des dessalures en 2011 (Figure 71).

HT06

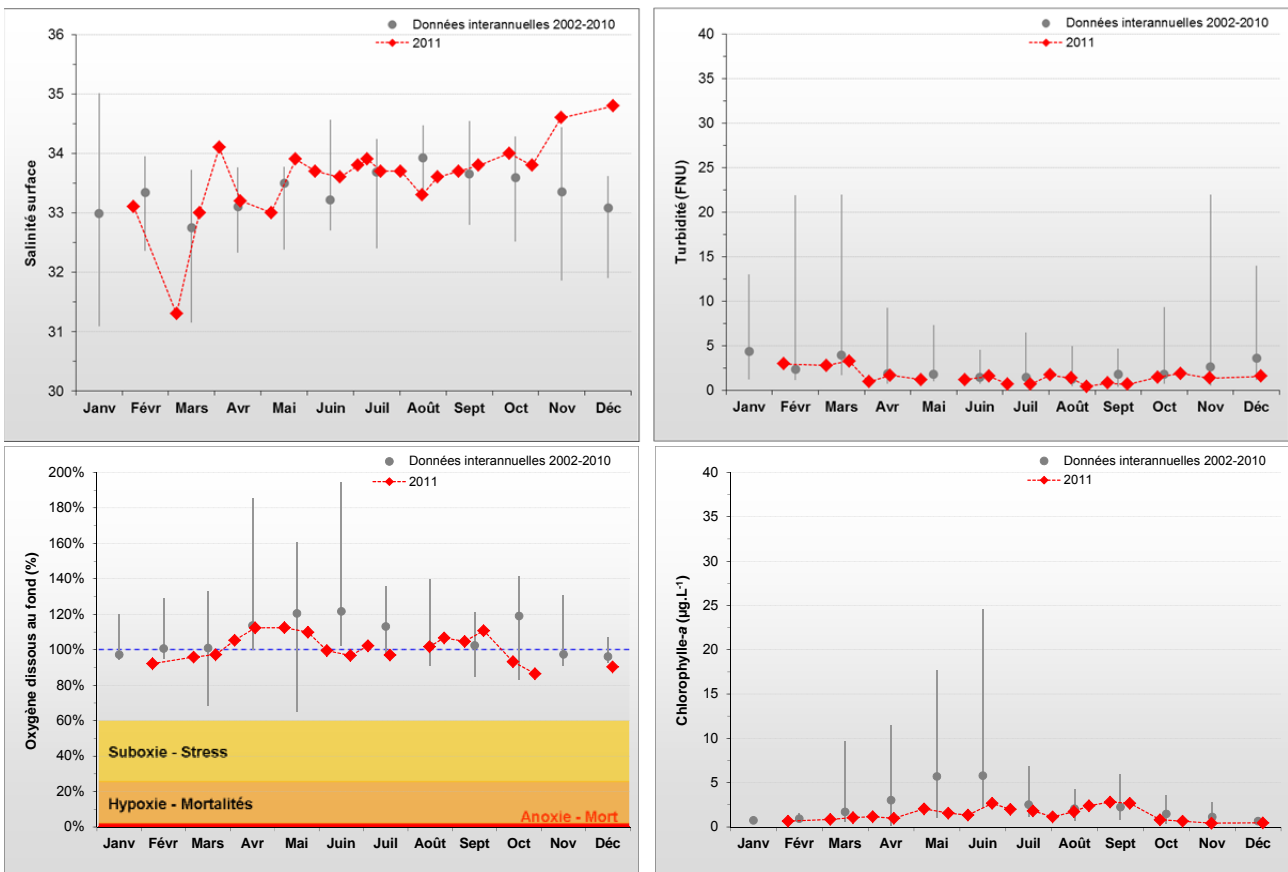


Figure 71 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Géfosse entre 2002 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2010 (gris) et 2011 (♦).

De même que pour le point « Roches de Grandcamp », celui de « Géfosse » est situé à proximité des activités ostréicoles de la Baie des Veys, et voit également ses teneurs en chlorophylle-a fortement influencées par la consommation des bivalves en élevage (phénomène de déplétion mis en évidence par les cartographies de la répartition des teneurs en chlorophylle-a du projet OGIVE (Gangnery A., 2008)). Aussi, pour une moyenne annuelle encore plus faible en 2011 ($1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$) qu'en 2010, aucun pic de chlorophylle-a n'a été enregistré ; la biomasse restant relativement faible toute l'année (Figure 71). La productivité primaire est cependant typiquement légèrement plus forte à « Géfosse » (moyenne interannuelle $3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$) qu'à « Roches de Grandcamp ». La biomasse restant faible en 2011, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 71).

L'évolution des concentrations en nutriments est similaire au point « Roches de Grandcamp », avec des niveaux légèrement inférieurs (Figure 72), suggérant que ce dernier fait l'objet d'autres apports que la baie des Veys.

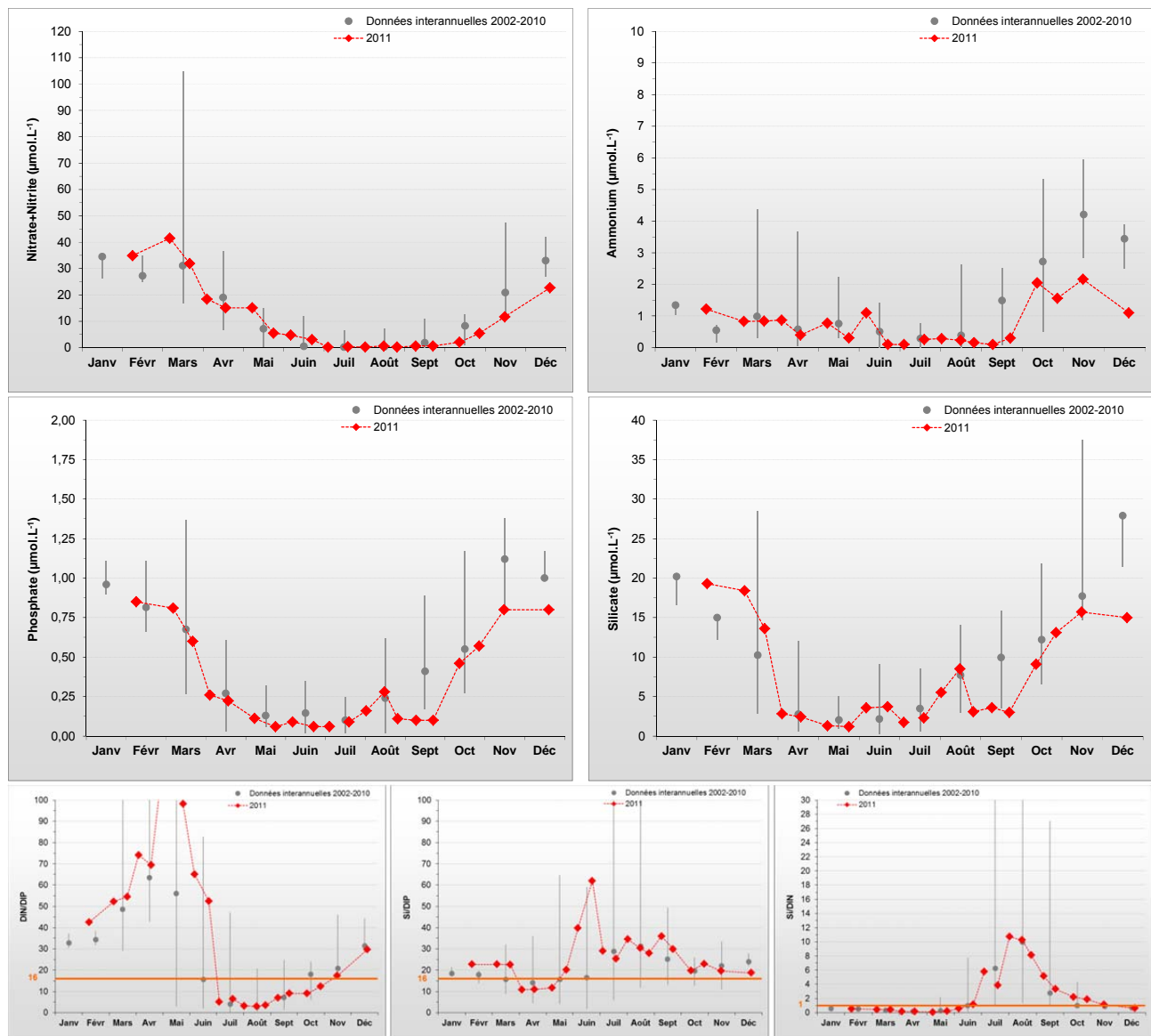


Figure 72 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN sur Géfosse entre 2002 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Les stocks hivernaux interannuels sont de l'ordre de 30 µM DIN, 1,0 µM DIP, et 20 µM Si. Le stock de nitrate+nitrite est totalement consommé pendant l'été (de début juillet à fin septembre) sans recharge apparente, alors que le phosphate et le silicate ne sont jamais complètement consommés (Figure 72).

En effet, l'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN suggère une légère limitation potentielle de la production de biomasse chlorophyllienne par l'azote en juillet et août. De plus, selon l'étude du rapport Si/DIP, le phosphore semblerait être globalement en carence notamment en juin 2011 (Figure 72).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Géfosse »

Les données issues des flores totales à Géfosse en 2011 permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point (Figure 73).

Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le peuplement phytoplanctonique était dominé par le genre *Skeletonema* (SKELCOS) en hiver (janvier – mars) jusqu'en 2008 et en 2011, par *Thalassiosira* (THAL) en 2008-2009, et par *Leptocylindrus* en 2010. Le bloom printanier (avril – juin) est principalement dominé par la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ). L'été et la fin de l'été sont fortement dominés par *Chaetoceros* (CHAE) (Figure 73), et notamment par l'espèce *Chaetoceros socialis* (Figure 73).

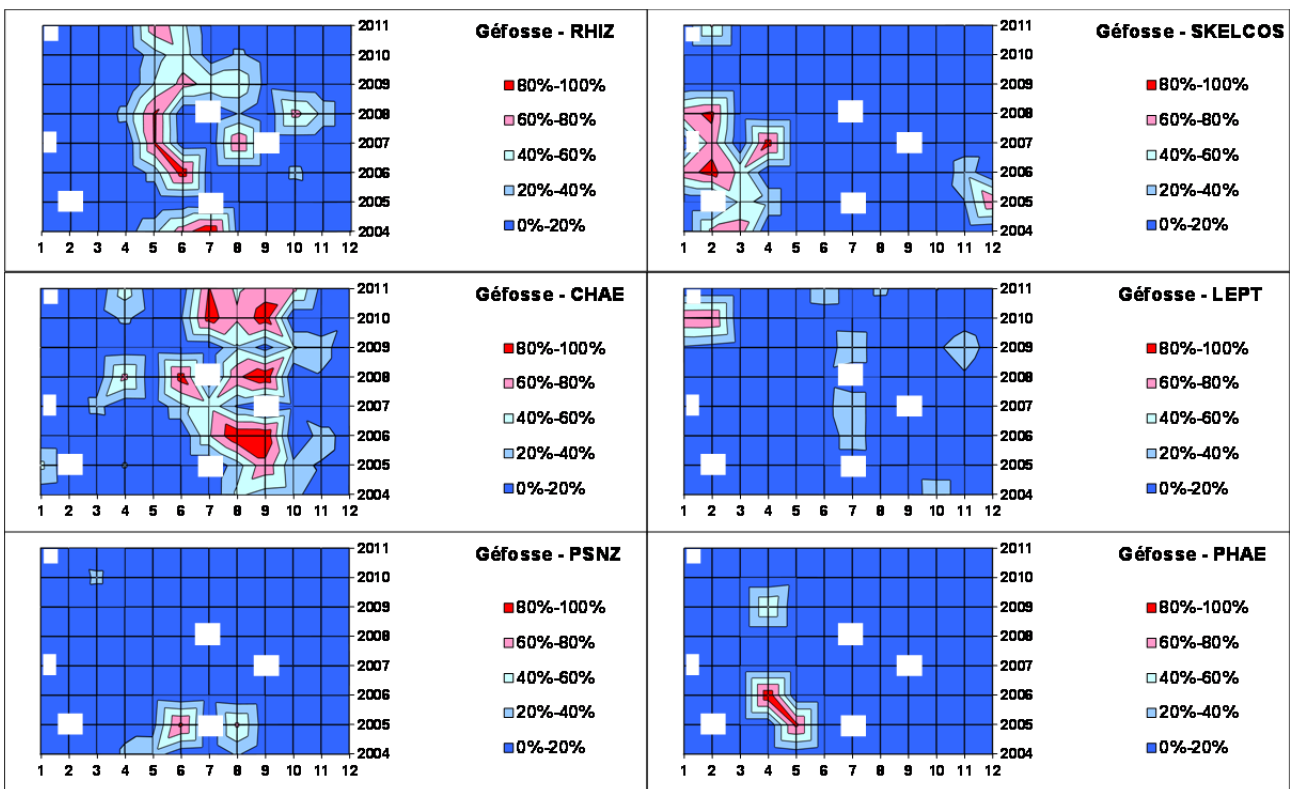


Figure 73 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Géfosse. CHAE = *Chaetoceros* sp., RHIZ = *Rhizosolenia* sp., PSNZ = *Pseudonitzschia* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., SKELCOS = *Skeletonema* sp., PHAE = *Phaeocystis*. Zones blanches = pas de données.

Au total, cinq dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre impliquant trois taxons différents ont été relevés en 2011, mais aucun n'a présenté de concentration dépassant le seuil des 1 000 000 de cellules par litre (Figure 74). Un premier bloom a été observé début mars 2011, avec le genre *Plagiogramma* : 215 000 cellules.L⁻¹ le 08/03 suivi par la diatomée *Guinardia delicatula* (RHIZDEL) (137 400 cells.L⁻¹ le 09/05). Les blooms estivaux ont ensuite été dominés par le genre *Chaetoceros* (CHAE) de juillet à septembre (434 600 cell.L⁻¹ le 05/07, 186 300 cell.L⁻¹ le 02/08, et 500 300 cell.L⁻¹ le 09/09).

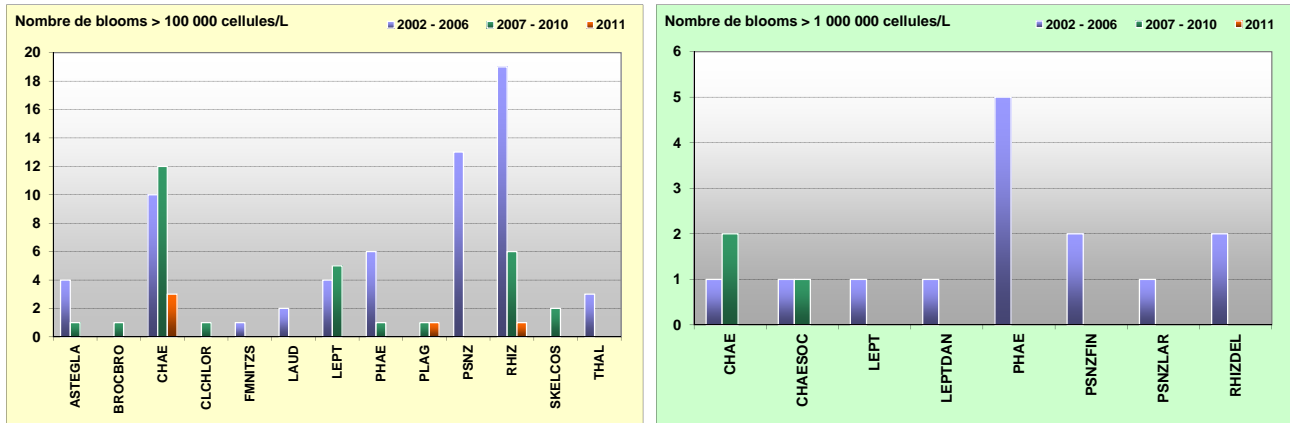


Figure 74 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Géfosse entre 2002-2006 (n=122), 2007-2010 (n=83) et 2011 (n=21). Les taxons ayant dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre étant nombreux, certains ont été regroupés par familles.

La flore phytoplanctonique du point Géfosse apparaît donc bien comme étant influencée par la proximité de la baie des Veys, cette succession d'espèces et de peuplement étant caractéristique des milieux estuariens des baies. Néanmoins, l'influence des dinoflagellés n'est pas très marquée.

Pertinence du suivi au point « Géfosse »

Le point de prélèvement « Géfosse » est le point retenu comme représentatif de la masse d'eau HT06 car il permet de suivre la qualité des eaux qui sont ensuite dispersées vers la côte est du Cotentin (Le Goff et al., 2005). Les activités en conchyliculture de la baie des Veys étant importantes, ce point est donc suivi en contrôle de surveillance DCE renforcé par un suivi régional pendant la période productive.

HT06

III.2.11. Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2009-2011)

SYNTHESE HC11 : Le point « Port en Bessin 1 mille » a été réactivé en 2009 pour suivre la qualité de la masse d'eau HC11 en contrôle opérationnel, ayant été classé en RNABE pour l'élément de qualité DCE « Phytoplancton ». Les résultats de 2011 ont permis de confirmer les données obtenues en 2009 et 2010, de manière générale. Les stocks hivernaux sont modérés, et légèrement supérieurs en 2011 (stock interannuel : 26,5 μM DIN, 0,9 μM DIP et 18 μM Si). Cependant, malgré la relative importance de ces stocks, la biomasse en 2011 est encore plus faible qu'en 2009 et 2010 (1,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne, maximum à 3,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$) comparée à celle de 2004-2006 (4,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne, maximum à 14,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$).

Par ailleurs, de même qu'en 2009 et 2010, aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre dans cette masse d'eau en 2011, et ce, contrairement à 2004-2006 où 35 taxons avait dépassé ce seuil. Ces données ont permis d'établir que la masse d'eau HC11 présente un peuplement phytoplanctonique considéré comme représentatif des eaux ouvertes de la Manche, influencé par des espèces estuariennes.

Comme à « Réville 1 mille » (HC08), la masse d'eau HC11 n'a pas été sélectionnée pour le contrôle de surveillance, mais les résultats sur le point « Port en Bessin 1 mille » en 2004 et 2006 ont permis de statuer lors de l'état des lieux initial sur le fait que cette masse d'eau devrait être suivie pour un contrôle opérationnel car elle était classée en RNABE pour l'élément de qualité « Phytoplancton ». Ce contrôle opérationnel a donc commencé en 2009.

Hydrologie au point « Port en Bessin 1 mille »

La masse d'eau HC11 est très étirée d'Est en Ouest mais ne semble pas présenter d'hétérogénéité, et subit la composante résiduelle des courants de marée orientée vers l'Ouest (Le Goff *et al.*, 2005). Cette masse d'eau ne reçoit pas d'apports directs importants en provenance des principaux cours d'eau avoisinant, ce qui explique la relative stabilité de la salinité et la turbidité relativement faible (≤ 5 FNU), hormis des dessalures d'amplitude 1 au premier trimestre, et une turbidité beaucoup plus élevée en début d'année (13 FNU en mars) (Figure 75). De plus, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 75).

Alors que la biomasse chlorophyllienne annuelle avait été évaluée à 4,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne lors du suivi réalisé entre 2004 et 2006, celle-ci s'est avérée être beaucoup moins importante en 2009 et 2010 (2,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$), tendance qui s'est confirmée en 2011, avec une moyenne de 1,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Deux pics ont été observés d'amplitude peu marquée au printemps 2011 (3,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ début mars, et 3,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ début mai), et d'un bloom de fin d'été peu marqué (2,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ début septembre) (Figure 75). Cette baisse significative pourrait être due soit au résultat de mesures de diminution des apports en nutriments et notamment en nitrate+nitrite du bassin versant vers le milieu marin, soit à la variabilité interannuelle. Les stocks hivernaux n'ayant pas pu être estimés lors du suivi de 2004-2006, il est difficile de statuer sur l'une ou l'autre hypothèse.

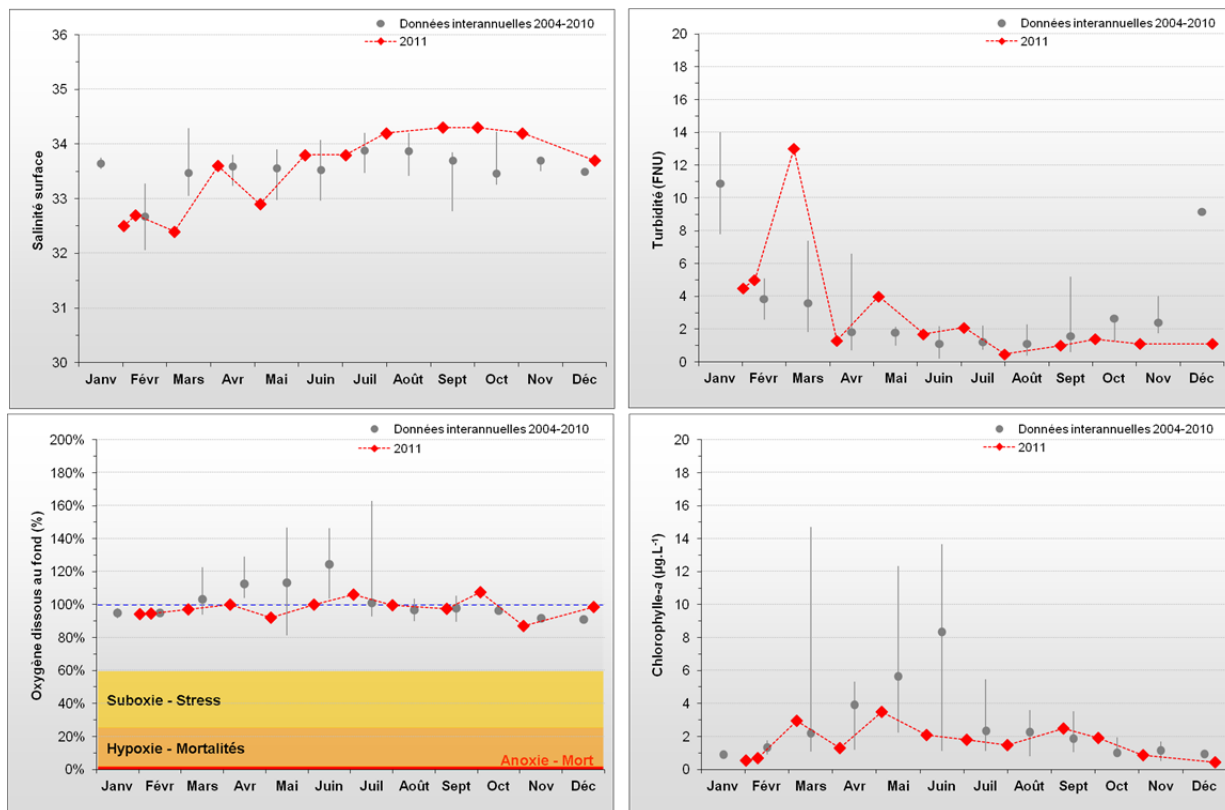


Figure 75 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2010 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2010 (gris) et 2011 (♦).

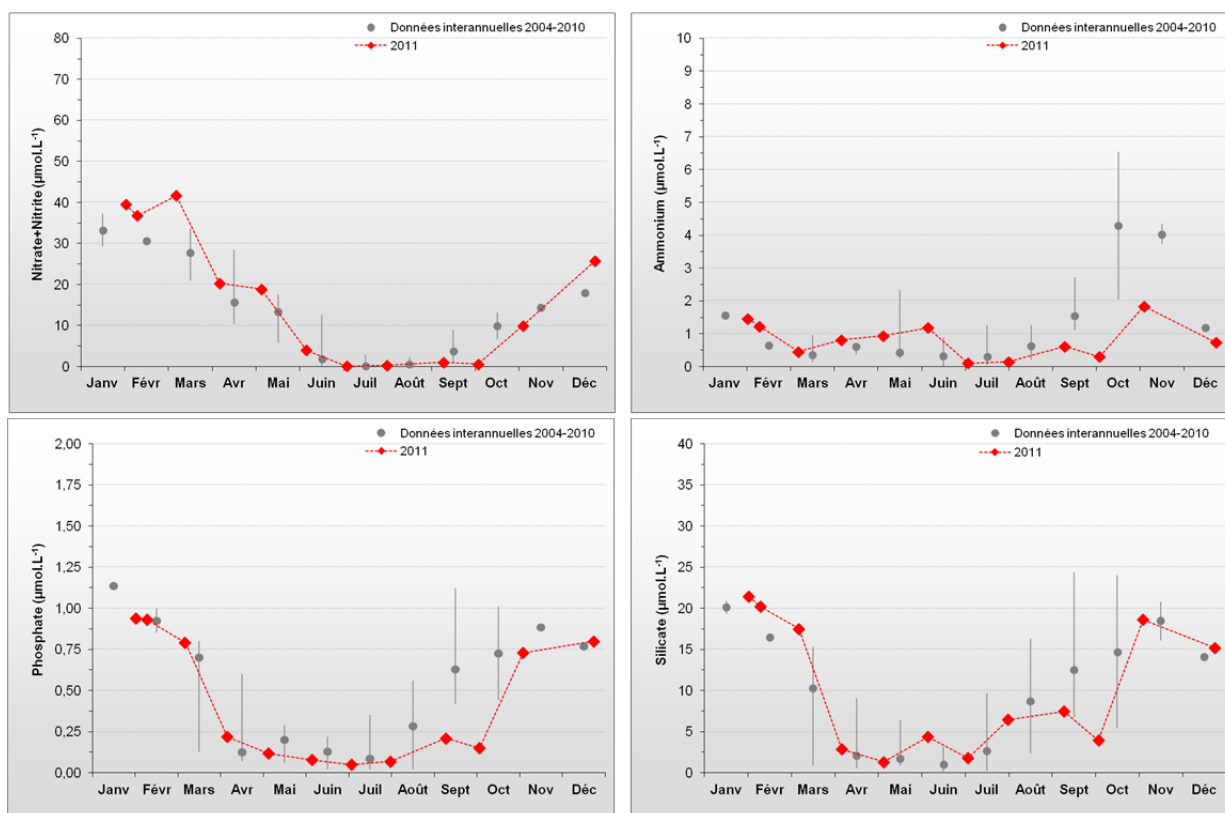


Figure 76 : Évolution des concentrations en nutriments sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2010 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Les stocks hivernaux en nutriments, évalués pour la première fois en 2009, sont légèrement supérieurs en 2011 (stocks interannuels : 26,5 µM DIN, 0,9 µM DIP, et 18 µM Si) (Figure 76). Ces stocks connaissent une décroissance marquée suite au développement du phytoplancton observé

entre mars et juin, entrecoupée d'une faible recharge en nutriments en mai. Le stock en nitrate+nitrite est presque complètement épuisé entre fin juin et début octobre (Figure 76). Les autres nutriments ne sont en revanche pas complètement épuisés pendant l'été (Figure 76).

L'étude de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP montre un déséquilibre avec un fort excès d'azote au début de l'année 2011 (janvier à début juin), suivi d'une période où l'azote semble en carence potentielle relative au phosphate, de début juin à début octobre (Figure 77). Par ailleurs, l'étude du rapport Si/DIP montre un certain équilibre en début d'année, suivi d'une carence en phosphore par rapport au silicium assez importante de début juin à début septembre 2011 (Figure 77).

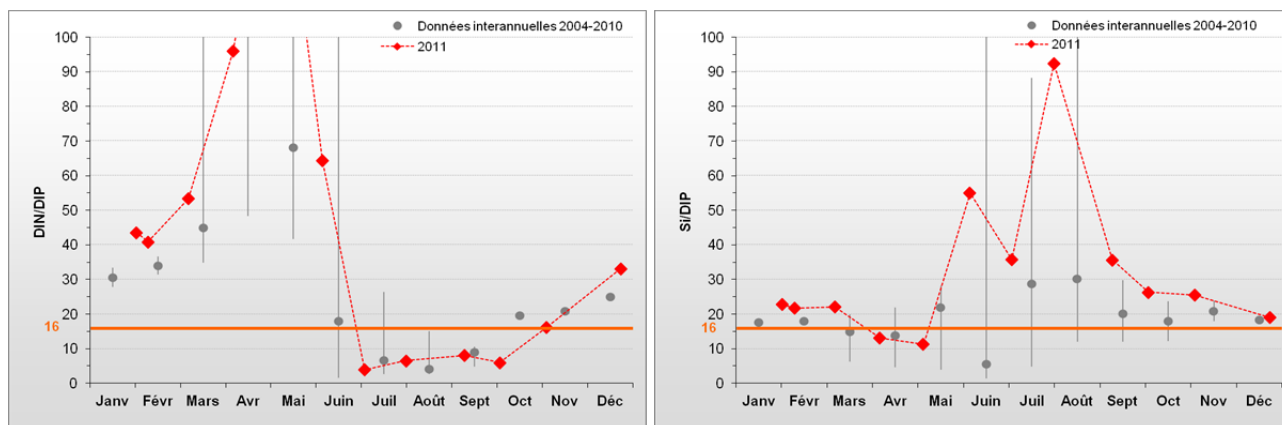


Figure 77 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2010 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Port en Bessin 1 mille »

Les données issues des flores partielles indicatrices à « Port en Bessin 1 mille », montrent qu'aucun taxon n'a présenté de concentration supérieure à 100 000 cellules par litre en 2011, comme depuis 2009 (Figure 78).

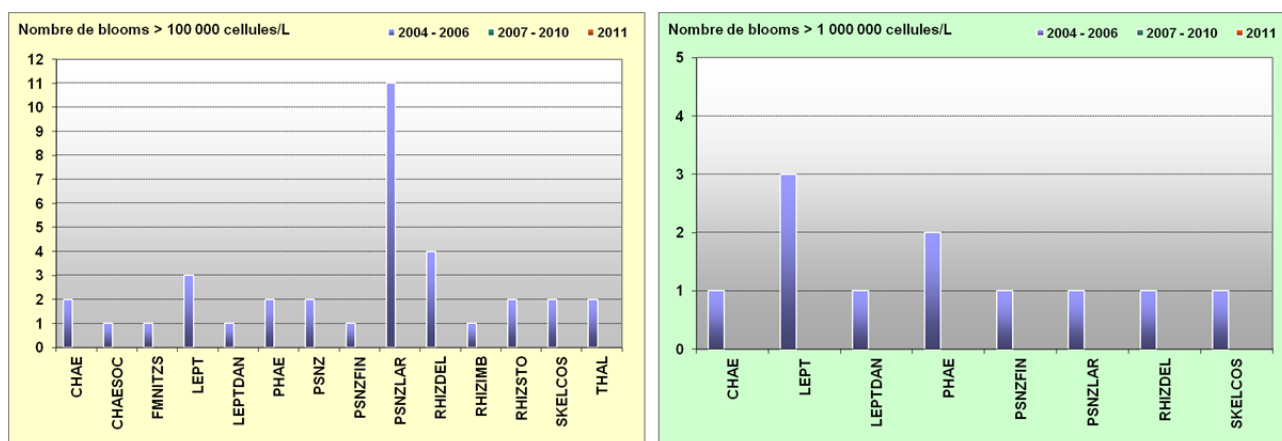


Figure 78 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006 (n=55), 2009-2010 (n=24) et 2011 (n=12).

Depuis le début du suivi en 2004, quatorze taxons avaient dépassé 35 fois ce seuil, dont huit avaient aussi dépassé 11 fois le seuil de 1 000 000 de cellules par litre (Figure 78). Les dinoflagellés du genre *Pseudo-nitzschia* (PSNZ) étaient dominants, ayant à eux seuls contribué à 40 % de ces blooms, et les diatomées de la famille *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) à 20 % (Figure 78).

Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à « Port en Bessin 1 mille » sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens. Malgré l'absence d'estuaire dans cette masse d'eau, cette influence pourrait donc être due à des résurgences de l'*Aure*, nombreuses de part et d'autre du port de Port-en-Bessin.

Pertinence du suivi au point « Port en Bessin 1 mille »

Le point « Port en Bessin 1 mille » a été réactivé en 2009 suite à la mise en œuvre du programme de contrôle opérationnel. Aux vues des données obtenues, le cycle des nutriments semble similaire à celui observé lors de la période 2004 – 2006 et celui de 2009 – 2010. A contrario, bien que similaire à celui de 2009 et 2010, le développement biologique est significativement moins important que celui des années précédentes. Les modalités d'application du contrôle opérationnel n'étant pas encore entérinées par la DCE, ce contrôle tel que mis en œuvre depuis 2009 doit être poursuivi.

III.2.12. Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2011)

SYNTHESE HC12: Le suivi du point « Asnelles-Meuvoines » permet d'évaluer la qualité d'une masse d'eau abritant une zone ostréicole importante. Les résultats d'étude de ce point de suivi en 2011 se rapprochent de ceux obtenus pour la masse d'eau HC11. La production phytoplanctonique a été faible en 2011 (teneur moyenne en chlorophylle-a de 1,2 µg.L⁻¹ pour une moyenne interannuelle de 2,0 µg.L⁻¹). Les stocks hivernaux en nutriments, légèrement supérieurs en 2011, sont typiquement modérés (29,5 µM DIN, 1,0 µM DIP, 18 µM Si) ; le nitrate+nitrite est pratiquement épuisé de début juillet à début octobre 2011. Aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre au cours de l'année 2011. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est représentatif des eaux ouvertes de la Manche avec une faible influence des eaux estuariennes.

Hydrologie au point « Asnelles-Meuvoines »

Au sein de la masse d'eau HC12, les fluctuations de salinité restent peu marquées (inférieures à 1), excepté en mars 2011 (dessalure de 1,5) (Figure 79). Durant le premier trimestre 2011, comme en 2010, la turbidité est élevée (entre 20 et 30 FNU), tandis qu'elle reste faible et stable tout le reste de l'année (≤ 5 FNU) (Figure 79). Par ailleurs, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 79).

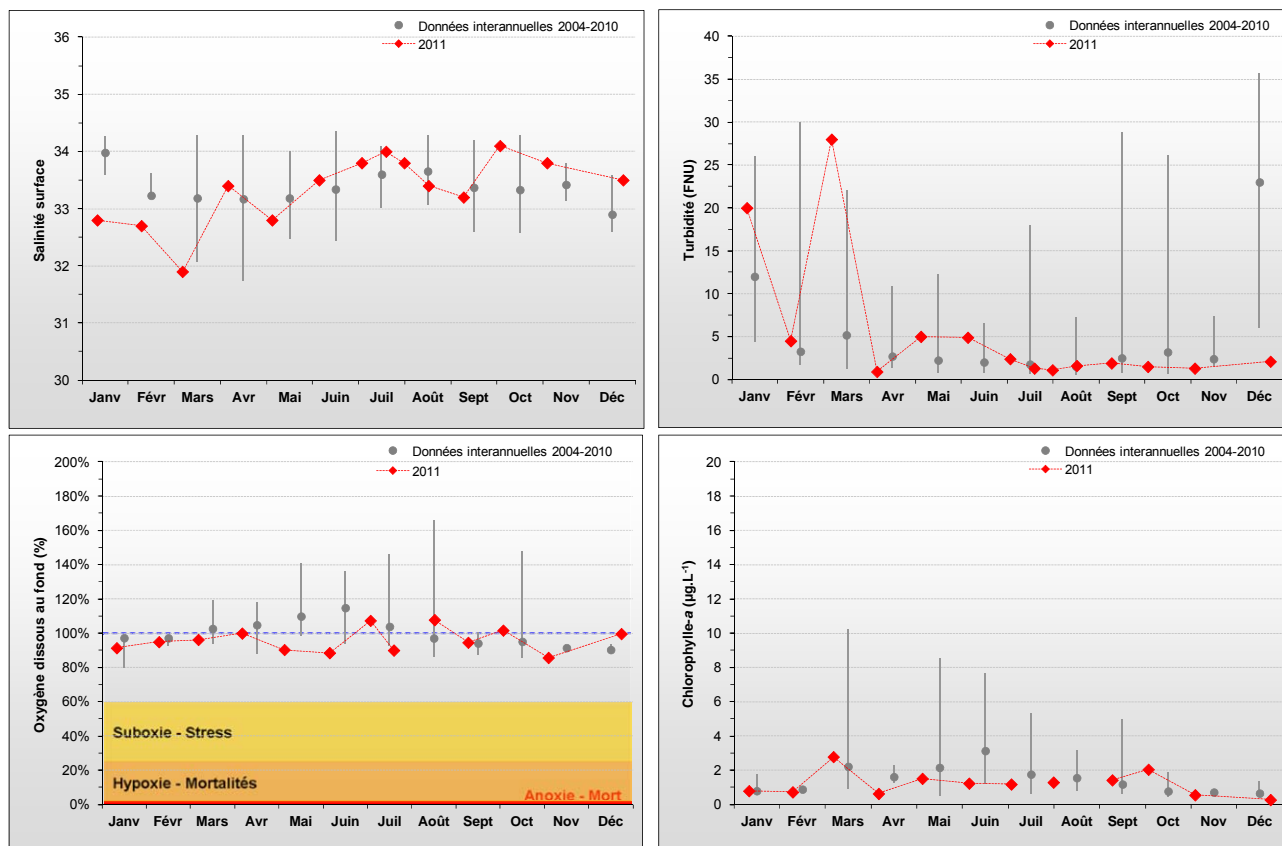


Figure 79 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2010 (gris) et 2011 (♦).

En 2011, la concentration en chlorophylle-a observée est restée faible, la moyenne annuelle étant de $1,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ (avec un maximum début mars à $2,8 \mu\text{g.L}^{-1}$), contre une moyenne interannuelle de $2,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ depuis 2004 (Figure 79).

Les évolutions des teneurs en nutriments au cours de l'année 2011 au point « Asnelles-Meuvoines » sont très semblables de celles observées à la station de Port-en-Bessin (cf. § III.2.11). Les stocks hivernaux en nutriments de 2011 ont été légèrement supérieurs aux valeurs interannuelles, et sont à peine supérieurs à ceux enregistrés dans la masse d'eau HC11 durant ces deux dernières années de suivi (stocks interannuels : $29,5 \mu\text{M}$ DIN, $1,0 \mu\text{M}$ DIP, et $18 \mu\text{M}$ Si) (Figure 80). Seul le stock de nitrate+nitrite semble avoir été complètement consommé pendant la période estivale (début juin à début octobre 2011) (Figure 80).

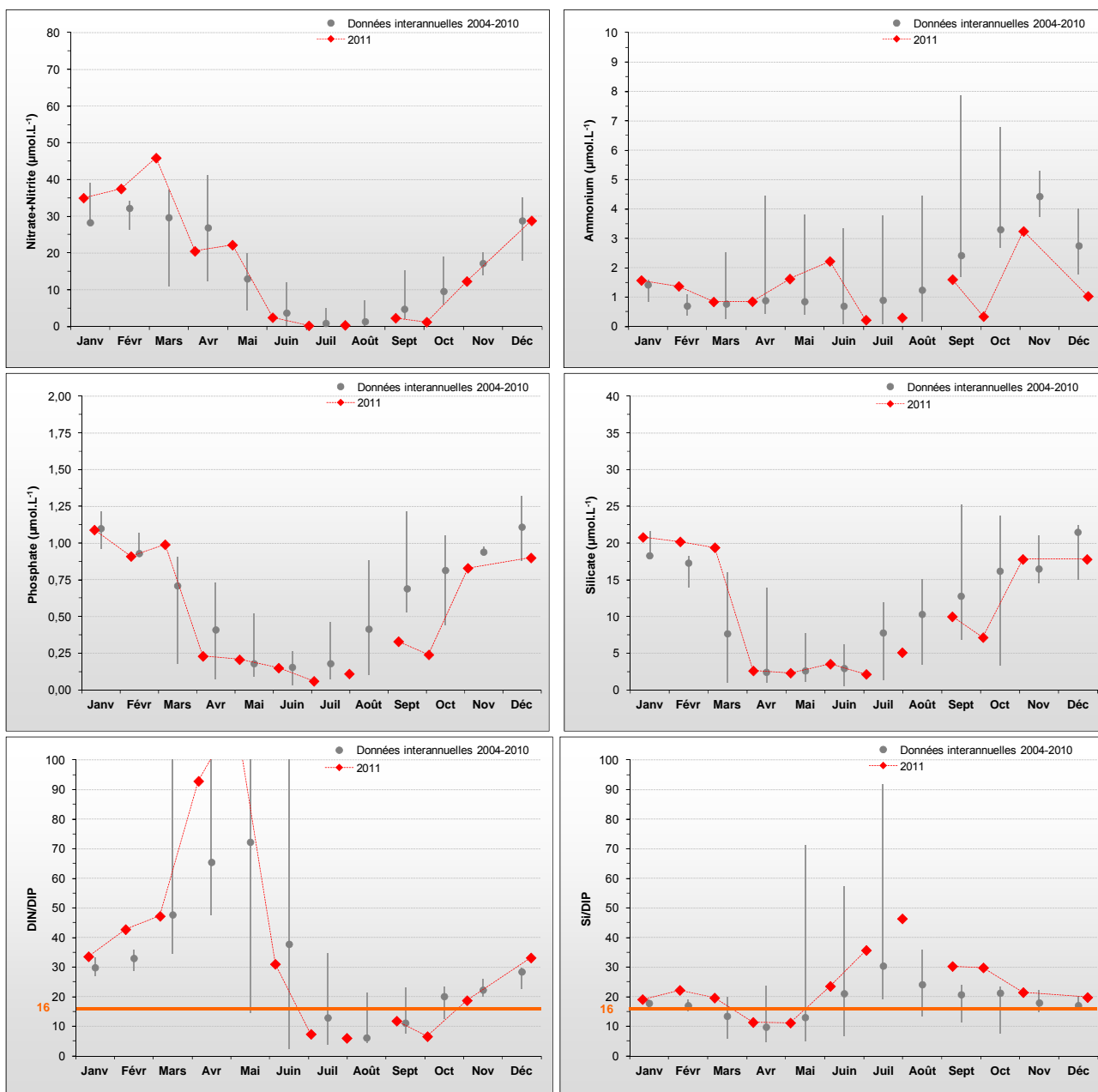


Figure 80 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

L'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP montre que l'azote a présenté un fort excès par rapport au phosphore au printemps 2011 (de mars à mai) (Figure 80). De plus, l'étude du rapport Si/DIP suggère une légère carence potentielle en phosphore par rapport au silicium entre fin juillet et début août (Figure 80).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Asnelles-Meuvoines »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) à « Asnelles-Meuvoines » montre qu'en 2011, aucun taxon n'a présenté de concentration supérieure au seuil de 100 000 cellules par litre (Figure 81). Les observations interannuelles suggèrent que les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec une faible influence des eaux estuariennes.

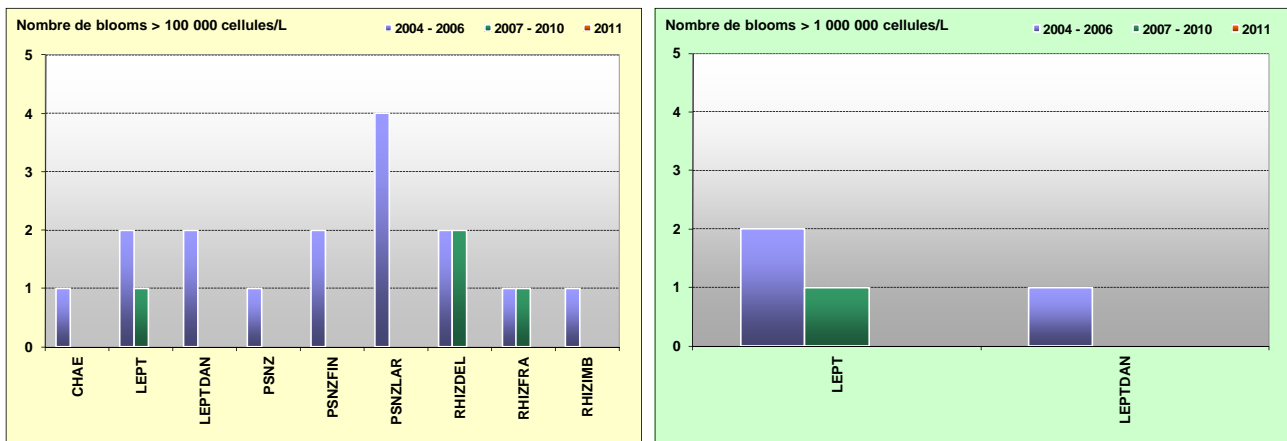


Figure 81 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Asnelles-Meuvoines entre 2004-2006 (n=70), 2007-2010 (n=90) et 2011 (n=14).

Pertinence du suivi au point « Asnelles-Meuvoines »

Le point de prélèvement « Asnelles-Meuvoines » est le point retenu comme représentatif de la masse d'eau HC12 car il permet de suivre la qualité des eaux dans une zone relativement peu productive mais dont les courants génèrent un déplacement rapide des eaux de l'est vers l'ouest jusqu'à atteindre le large de la masse d'eau (Le Goff et al., 2005). Cette masse d'eau n'est pas sélectionnée pour le contrôle de surveillance, mais puisqu'elle abrite une importante zone ostréicole, ce point est donc suivi en contrôle complémentaire régional.

III.2.13. Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2011)

SYNTHESE HC13 : Le suivi du point « St Aubin les Essarts » permet d'évaluer la qualité de HC13 influencée par la masse d'eau HC14 et influençant la masse d'eau HC12. Cette masse d'eau semble sous l'influence d'apports terrigènes relativement fréquents, alimentant une production phytoplanctonique cependant faible (moyenne interannuelle de $2,0 \mu\text{g.L}^{-1}$, avec un maximum à $6,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ en mai 2011). Les stocks hivernaux en nutriments restent modérés (stocks interannuels : $30 \mu\text{M DIN}$, $1 \mu\text{M DIP}$, $19 \mu\text{M Si}$), similaires en 2011 à ceux des années précédentes, et ne semblent pas s'épuiser complètement pendant la période estivale à part pour l'azote en juillet-août. En 2011, un seul taxon a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre (*Leptocylindrus danicus*). Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est considéré comme représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

Hydrologie au point « St Aubin les Essarts »

La masse d'eau HC13 ne reçoit pas d'apport direct important en provenance des bassins versants, ce qui explique les fluctuations de salinité relativement faibles constatées sur la Figure 82 (maximum de 1 en 2011). En revanche, ces dernières peuvent être relativement fréquentes, ainsi que les pics de turbidité dont certains coïncident avec les pics de dessalure (début mars, début juillet par exemple) (Figure 82).

HC13

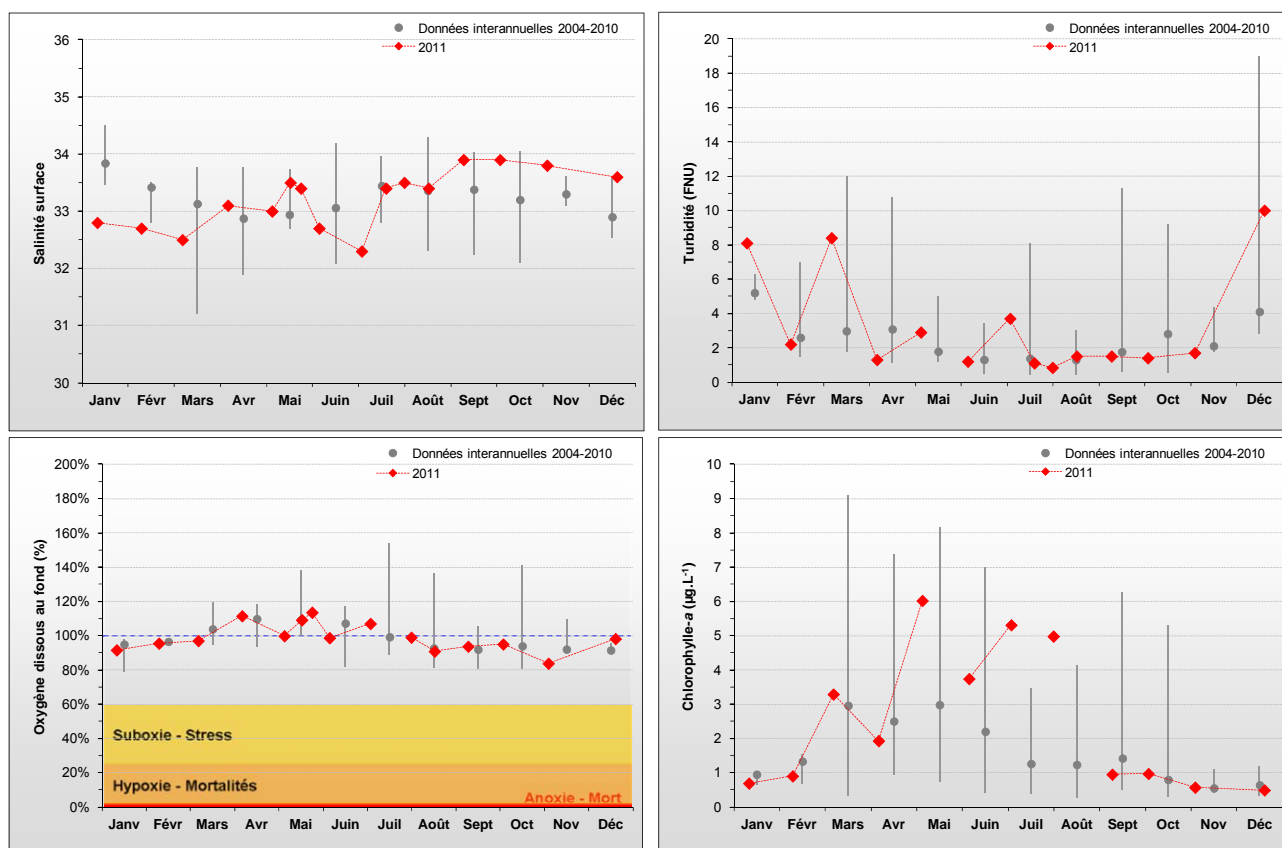


Figure 82 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2010 (gris) et 2011 (♦).

L'année 2011 est la deuxième année la plus productive depuis 2004, avec une moyenne annuelle de concentration en chlorophylle de $2,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ (contre $1,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ en interannuelle), et est supérieure à celle observée dans les masses d'eau HC11 et HC12. Plusieurs pics ont été observés en 2011 (maximum $6,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ début mai), mais ne dépassent pas le maximum interannuel ($9,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ en mars 2006). La concentration en biomasse était supérieure à $5 \mu\text{g.L}^{-1}$ aux prélèvements de mai, juillet et août (Figure 82).

Malgré ces pics de production primaire, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 82).

Le suivi révèle que les stocks hivernaux en 2011 sont de l'ordre de ceux mesurés depuis 2004, voire légèrement supérieurs pour le nitrate+nitrite (stocks interannuels : $30 \mu\text{M DIN}$, $1 \mu\text{M DIP}$, et $19 \mu\text{M Si}$). De même qu'aux stations de Port-en-Bessin et « Asnelles-Meuvinnes », les teneurs en phosphate et en silicate atteignent leurs minima respectifs plus tôt (début avril) que le nitrate+nitrite (mi-juillet), suite à une recharge en nitrate+nitrite assez marquée au mois de mai. Seul l'azote paraît épuisé dans le milieu pendant l'été 2011 (juillet – août) (Figure 83).

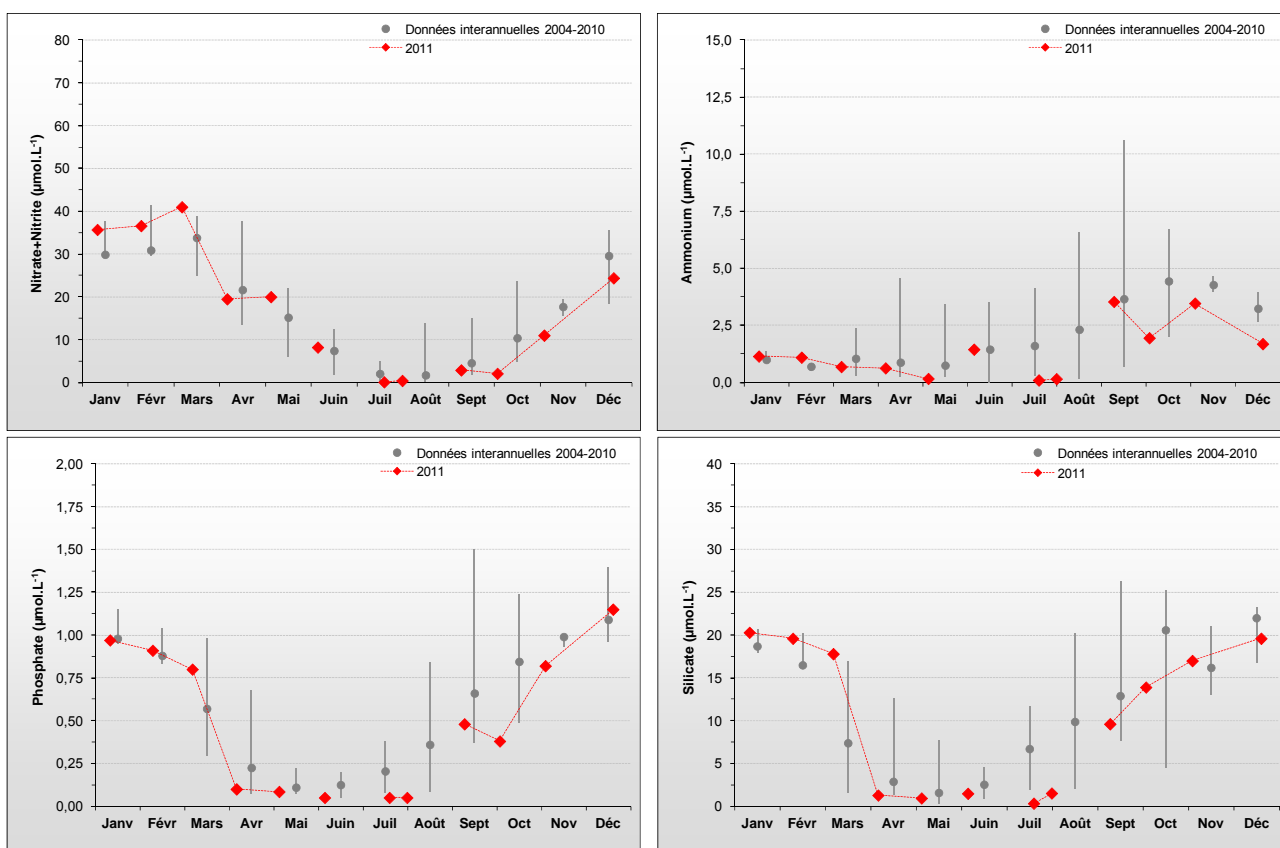


Figure 83 : Évolution des concentrations en nutriments à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2010 (gris) et 2011 (♦).

L'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP en 2010 montre que l'azote ne semble pas avoir été en carence pendant la période estivale ; en revanche, il met en évidence un excès en azote par rapport au phosphore très marqué au printemps (de mars à juin) (Figure 84). Par ailleurs, le rapport Si/DIP est relativement équilibré en 2011 (Figure 84).

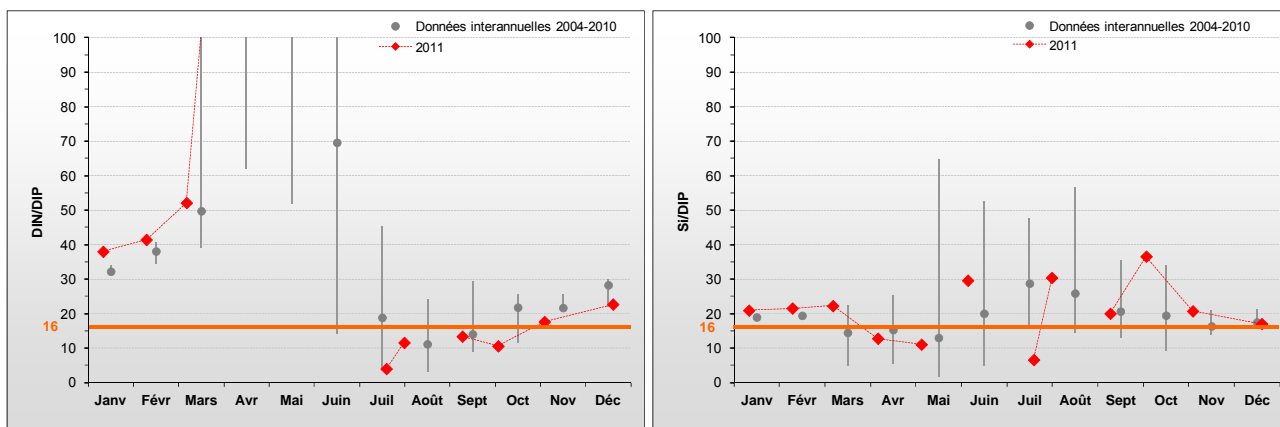


Figure 84 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2010 (gris) et 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « St Aubin les Essarts »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à « St Aubin les Essarts » montre qu'en 2011, seul le taxon *Leptocylindrus danicus* a vu sa concentration dépasser le seuil de 100 000 cellules par litre le 04/07/11 (183 000 cell.L⁻¹) (Figure 85). Les observations interannuelles suggèrent que les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

HC13

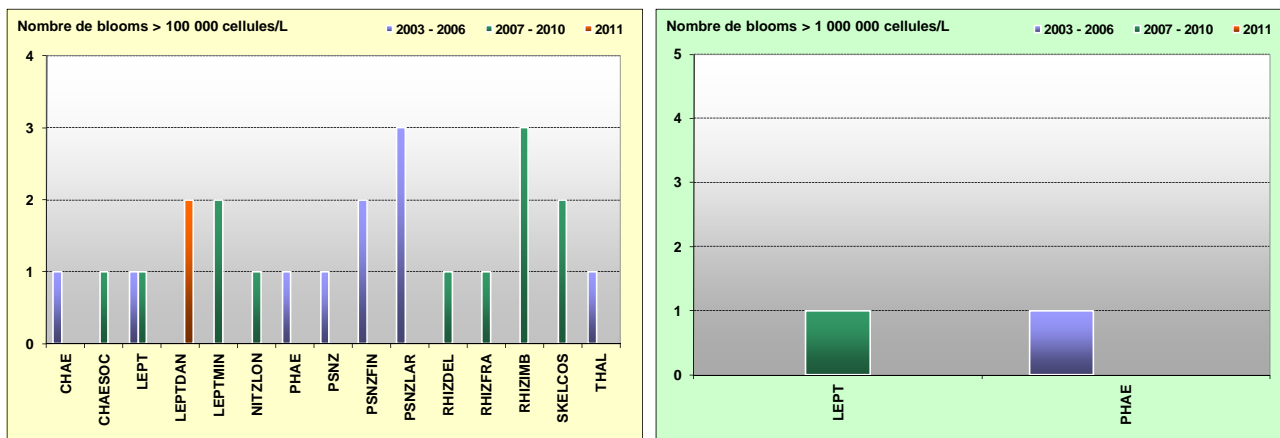


Figure 85 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur St Aubin les Essarts entre 2003-2006 (n = 80), 2007-2010 (n = 97) et 2011 (n = 18).

Pertinence du suivi au point « St Aubin les Essarts »

Le point de prélèvement « St Aubin les Essarts » est le point retenu comme représentatif de la masse d'eau HC13 mais aussi de la masse d'eau HC12 car il permet de suivre la qualité des eaux dans une zone où les courants génèrent un déplacement rapide des eaux de l'est vers l'ouest jusqu'à atteindre le large de la masse d'eau, et est sous l'influence directe de la masse d'eau HC14 (Le Goff et al., 2005). Aux vues des données recueillies, les similitudes entre les résultats obtenus pour ces deux masses d'eau confirment ce choix. Ce point est donc retenu pour le contrôle de surveillance DCE.

III.2.14. Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille)

SYNTHESE HC14: La masse d'eau HC14 est suivie à l'aide des points « Ouistreham 1 mille » et « Luc 1 mille », qui permettent de mieux appréhender la dilution du panache de l'Orne dans une zone hautement touristique. Cette masse d'eau est clairement sous l'influence d'apports terrigènes relativement constants alimentant une production phytoplanctonique modérée à forte (max. 10 $\mu\text{g.L}^{-1}$ à Ouistreham en 2011, moyenne interannuelle à 7,0 $\mu\text{g.L}^{-1}$ à Ouistreham), bien que les moyennes annuelles aux 2 points soient plus faibles en 2011 que les précédentes années. Les stocks hivernaux modérés, sont typiquement plus importants à Ouistreham (36,5 μM DIN, 1,1 μM DIP, 21,5 μM Si), mais sont presque totalement consommés durant la période estivale. En 2011, 3 taxons ont atteint le seuil de 100 000 cellules par litre à 1 reprise à Ouistreham et 2 taxons ont dépassé ce seuil à Luc. Aucun taxon n'a dépassé le seuil de 1 000 000 cellules par litre. Le peuplement phytoplanctonique sur ces points est considéré comme représentatif des eaux estuariennes.

III.2.14.1. Luc 1 mille 2001-2011

Hydrologie au point « Luc 1 mille »

Le point « Luc 1 mille » marque une transition avec les points de suivi de l'Ouest, puisqu'il est beaucoup plus soumis à l'influence des apports terrigènes de l'Orne. De ce fait, sa salinité est en moyenne légèrement inférieure à celle des masses d'eau situées plus à l'ouest (HC12 et HC13), et ce point connaît des dessalures pouvant atteindre 6 d'amplitude ; ce qui n'est cependant pas le cas en 2011 (ou en 2010), où la dessalure maximale observée était d'amplitude 2 en octobre (Figure 86). La turbidité est aussi relativement faible (≤ 5 FNU) et stable en 2011, le maximum étant de 6,7 FNU en septembre (Figure 86).

L'influence de l'Orne et de ses apports permet de maintenir une production phytoplanctonique relativement importante, avec une moyenne interannuelle à 3,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (3,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2011), et de favoriser l'apparition de pics de concentration en chlorophylle-a marqués : 9,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en mars, 8,4 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en mai, et de environ 5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en juin et en septembre en 2011. Ces pics en 2010 sont cependant restés inférieurs aux maxima interannuels (Figure 86).

Malgré une production primaire soutenue et des blooms récurrents, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 86).

Le suivi en 2011 confirme que les stocks hivernaux restent modérés mais supérieurs à ceux des années précédentes en nitrate+nitrite et silicate (stocks interannuels : 30,5 μM DIN, 1,1 μM DIP, et 18,5 μM Si) (Figure 87). La proximité de l'Orne, source potentielle de nutriments, n'empêche cependant pas un épuisement des stocks de juillet à septembre pour le nitrate+nitrite, d'avril à fin août pour le phosphate et de mai à juillet pour le silicate en 2011 (Figure 87).

Résultats du RHLN 2011 vs. 2000-2010 - Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille)

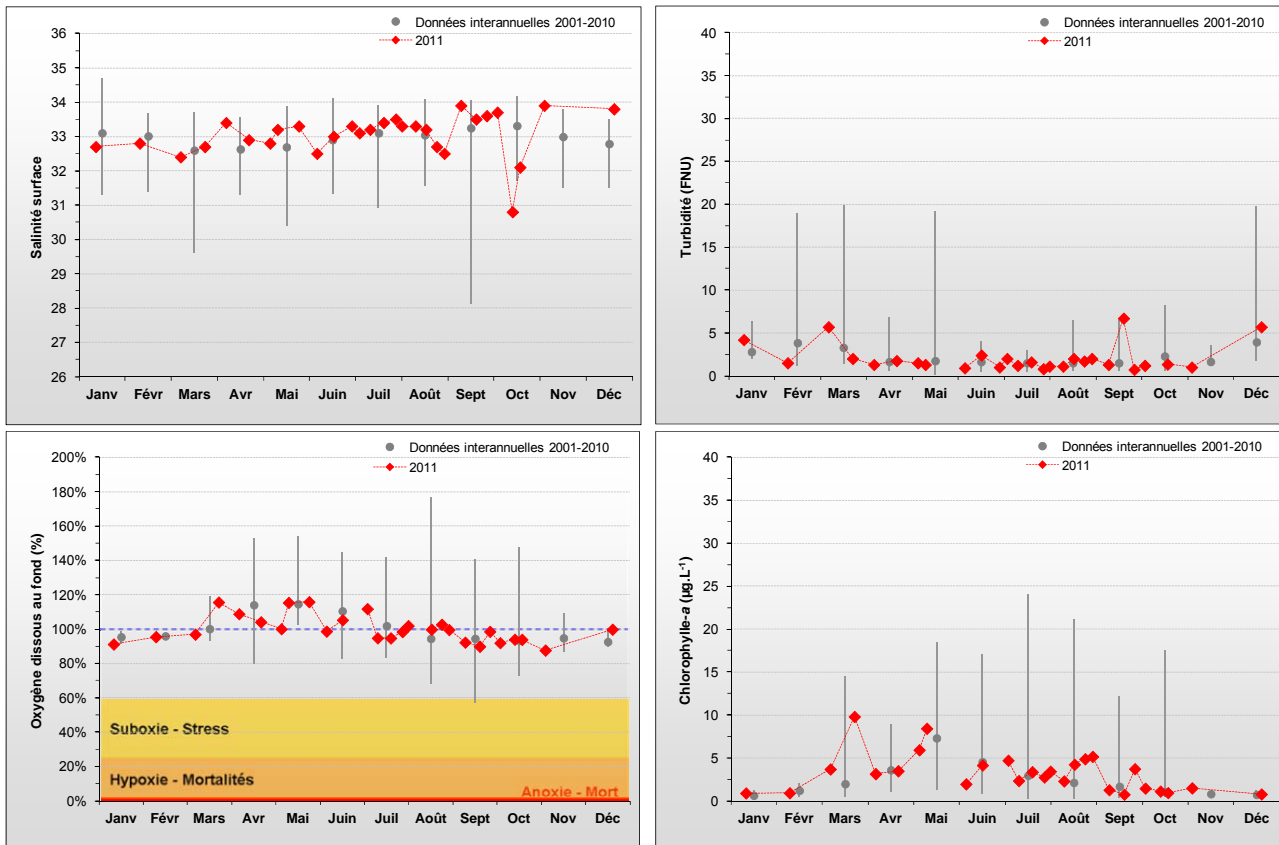


Figure 86 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Luc 1 mille entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et 2011 (♦).

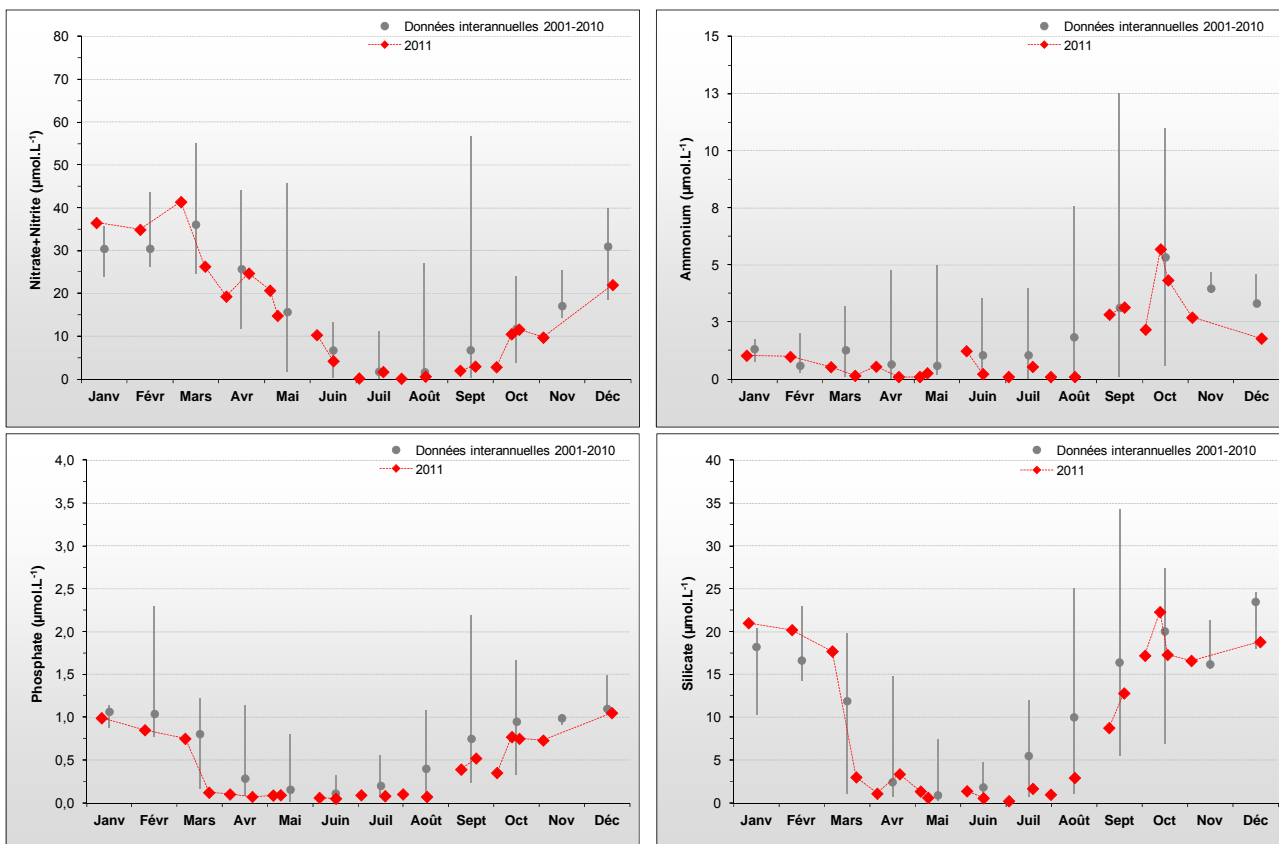


Figure 87 : Évolution des concentrations en nutriments à Luc 1 mille entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et 2011 (♦).

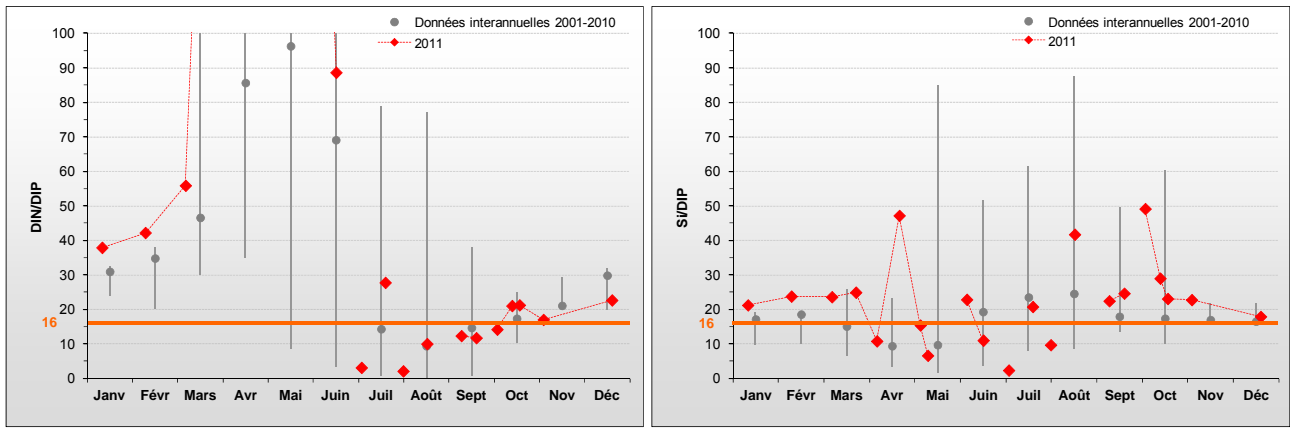


Figure 88 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Luc 1 mille entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et 2011 (♦).

Cette observation est confirmée par l'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP en 2011, qui montre que l'azote a présenté des carences potentielles ponctuelles tout début juillet et tout début août (Figure 88). Par ailleurs, l'étude du rapport Si/DIP, relativement équilibré en 2011, semble suggérer que le phosphore pourrait avoir été ponctuellement légèrement en carence par rapport au silicium (Figure 88).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Luc 1 mille »

HC14

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) au point « Luc 1 mille » montre une vraie rupture par rapport aux points situés plus à l'ouest. En effet, deux taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2011 à deux occasions, le seuil de 1 000 000 cells.L⁻¹ n'ayant pas été franchi (Figure 89). La diatomée du genre *Thalassiosira* (THAL), se développant dans des milieux riches en nutriments, a atteint 277 300 cell.L⁻¹ le 24/03. La diatomée *Leptocylindrus danicus* (LEPTDAN) s'est développée de façon très importante en juillet avec 394 000 cell.L⁻¹. Le point « Luc 1 mille » présente clairement des distributions caractéristiques des estuaires et baies de par la présence d'espèces telles que *Chaetoceros spp.* (Figure 89).

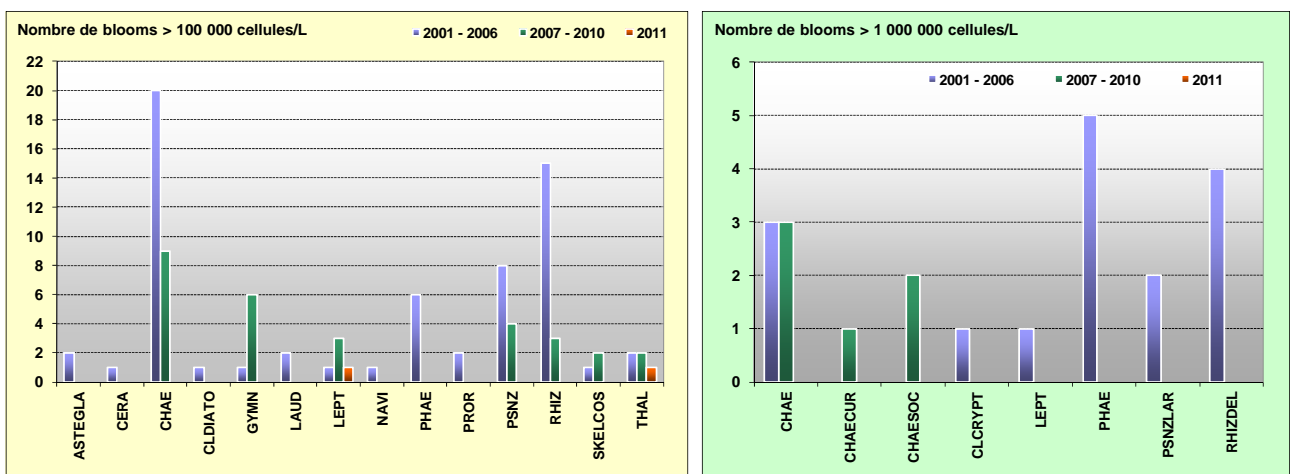


Figure 89 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Luc 1 mille entre 2001-2006 (n = 166), 2007-2010 (n = 116) et 2011 (n = 29).

Pertinence du suivi au point « Luc 1 mille »

Le point de prélèvement « Luc 1 mille » est un point positionné de façon intermédiaire entre les masses d'eau HC14 et HC13, et est sous l'influence directe des eaux originaires de Ouistreham (Le Goff et *al.*, 2005). Il permet donc d'observer la dilution du panache de l'Orne. Du fait de l'importance des usages notamment touristiques le long de cette portion de côte, ce point est donc retenu dans le cadre du suivi complémentaire régional.

III.2.14.2. Ouistreham 1 mille 2001-2011

Hydrologie au point « Ouistreham 1 mille »

Situé à l'embouchure de l'Orne, le point « Ouistreham 1 mille » est directement soumis aux apports terrigènes de ce fleuve. Cependant les dessalures observées ne sont pas d'amplitude très importante en 2011 (1,5 en octobre) (Figure 90). En outre, la turbidité est typiquement faible (≤ 5 FNU) et peu perturbée, avec deux pics principaux en 2011 (13 FNU en janvier et 12 FNU en décembre) (Figure 90).

HC14

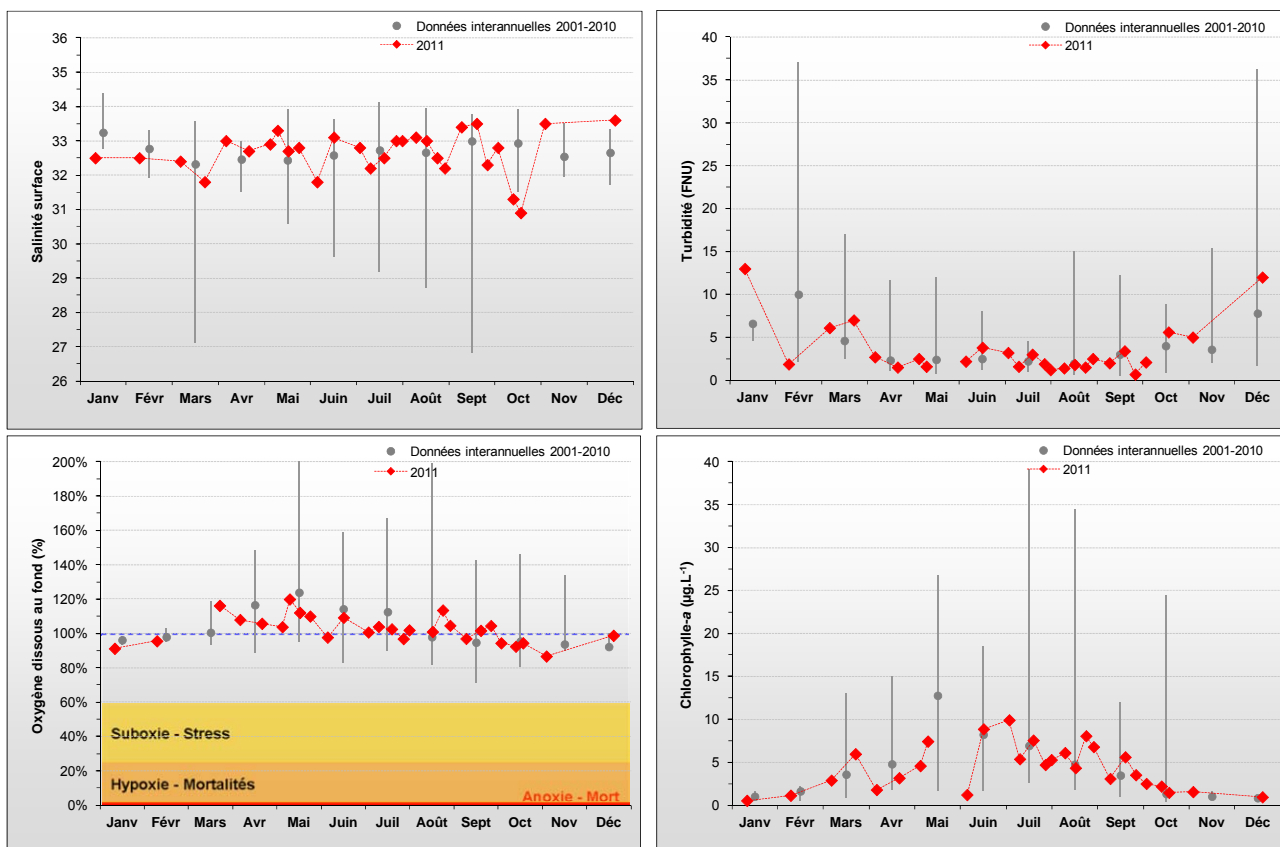


Figure 90 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et 2011 (♦).

Au printemps, deux pics en chlorophylle-a ont été observés ($6,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ fin mars et $7,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ début mai). Pendant la période estivale, la biomasse s'est maintenue à un niveau modéré, avec des pics en juin et juillet atteignant $9,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ début juillet (Figure 90). Globalement, la biomasse a été moins importante en 2011 (moyenne annuelle à $4,3 \mu\text{g.L}^{-1}$) que les années précédentes (moyenne interannuelle à $7,0 \mu\text{g.L}^{-1}$).

Malgré la production phytoplanctonique soutenue sur ce point, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 90).

Le suivi révèle que les stocks hivernaux en 2011 étaient similaires aux années précédentes et sont modérés (36,5 μM DIN, 1,1 μM DIP, et 21,5 μM Si) (Figure 91).

L'étude de l'évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP suggère la présence de périodes potentielles de carence en azote pendant la période estivale (Figure 91). En effet, les nutriments atteignent des concentrations très faibles de fin juin à mi-septembre 2011 pour l'azote, voire dès fin avril pour le phosphate (Figure 91). Ces carences semblent plus marquées mais ponctuelles, et ce notamment pour l'azote qui montre des carences potentielles ponctuelles de juin à septembre 2011. Le rapport Si/DIP est beaucoup plus variable en 2011 et suggère de légères carences potentielles en alternance entre le silicium et le phosphate d'avril à octobre 2011 (Figure 91).

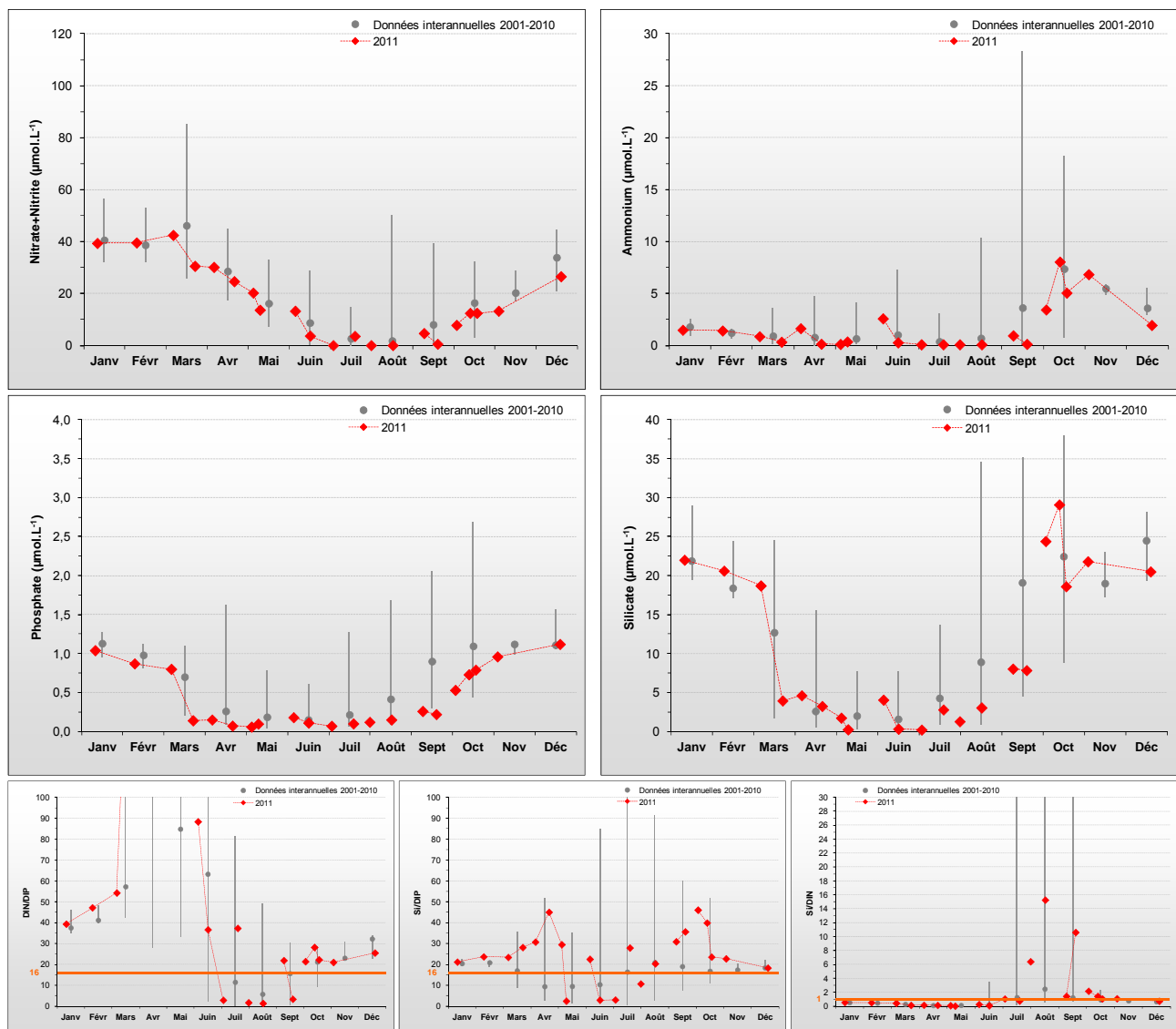


Figure 91 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2010 (gris) et 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Ouistreham 1 mille »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) au point « Ouistreham 1 mille » révèle sa similarité avec le point « Luc 1 mille », même si les blooms observés sont généralement plus intenses et surtout plus nombreux à Ouistreham. En effet, trois taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre à trois reprises en 2011, sans dépassement du seuil des 1 000 000 de cellules par litre : *Thalassiosira* (THAL) en mars (129 400 cell.L⁻¹ le 24/03), *Chaetoceros socialis* (CHAESOC) (250 000 cell.L⁻¹ le 06/05) et *Gymnodinium sp.* (GYMN) (115 100 cell.L⁻¹ le 09/09) (Figure 92). Ces deux derniers taxons sont par ailleurs classés parmi la liste des espèces phytoplanctoniques nuisibles par la DCE.

Les observations interannuelles confirment que le point « Ouistreham 1 mille » présente clairement un peuplement caractéristique des eaux estuariennes.

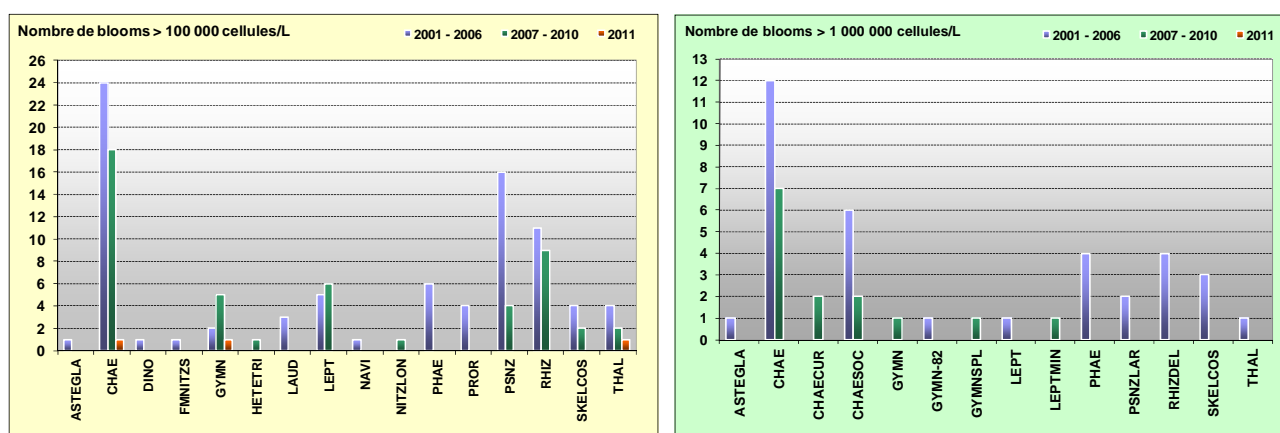


Figure 92 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Ouistreham 1 mille entre 2001- 2006 (n = 127), 2007-2010 (n = 112) et 2011 (n = 31).

Pertinence du suivi au point « Ouistreham 1 mille »

Le point de prélèvement « Ouistreham 1 mille » permet de suivre les effets du panache de l'Orne dans la HC14. Ce point est donc retenu pour le contrôle de surveillance DCE avec un suivi renforcé du fait des usages multiples de la zone (tourisme, transport), et fait l'objet d'un contrôle opérationnel car il a été classé en RNABE pour l'élément de qualité « Phytoplancton ».

III.2.15. Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2011)

SYNTHESE HT04: La masse d'eau HT04 est suivie à l'aide du point « Estuaire de l'Orne » depuis 2007. Le caractère marin des eaux sur ce point a été confirmé malgré d'importantes dessalures ponctuelles associées à d'importantes hausses de turbidité, à l'origine de recharges significatives du système en nutriments. Les stocks et apports éventuels permettent d'alimenter une biomasse phytoplanctonique forte ($5,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne sur 2007-2010), moins importante en 2011 ($3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne), aucun pic important n'ayant été observé. De forts stocks hivernaux interannuels ($64 \mu\text{M DIN}$, $1,4 \mu\text{M DIP}$, $30 \mu\text{M Si}$) ne sont pas totalement consommés, et ne semblent donc pas présenter de carence potentielle mais un excès d'azote au premier semestre. En 2011, aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre. Le peuplement phytoplanctonique est considéré comme représentatif des eaux estuariennes.

Hydrologie au point « Estuaire de l'Orne »

Situé dans l'embouchure de l'Orne, le point « Estuaire de l'Orne » présente une salinité variant typiquement entre 27 et 33 avec des pics de dessalures ponctuels plus ou moins forts (Figure 93). En 2011, la salinité apparaît particulièrement stable tout au long de l'année, aucune dessalure n'a été observée. Malgré cela, deux pics de turbidité ont été observés (18 FNU début mars et 21 FNU en décembre), celle-ci restant ≤ 10 FNU le restant de l'année. Le milieu présente donc une turbidité plus perturbée au niveau de l'estuaire de l'Orne qu'aux points avoisinants plus au large.

HT04

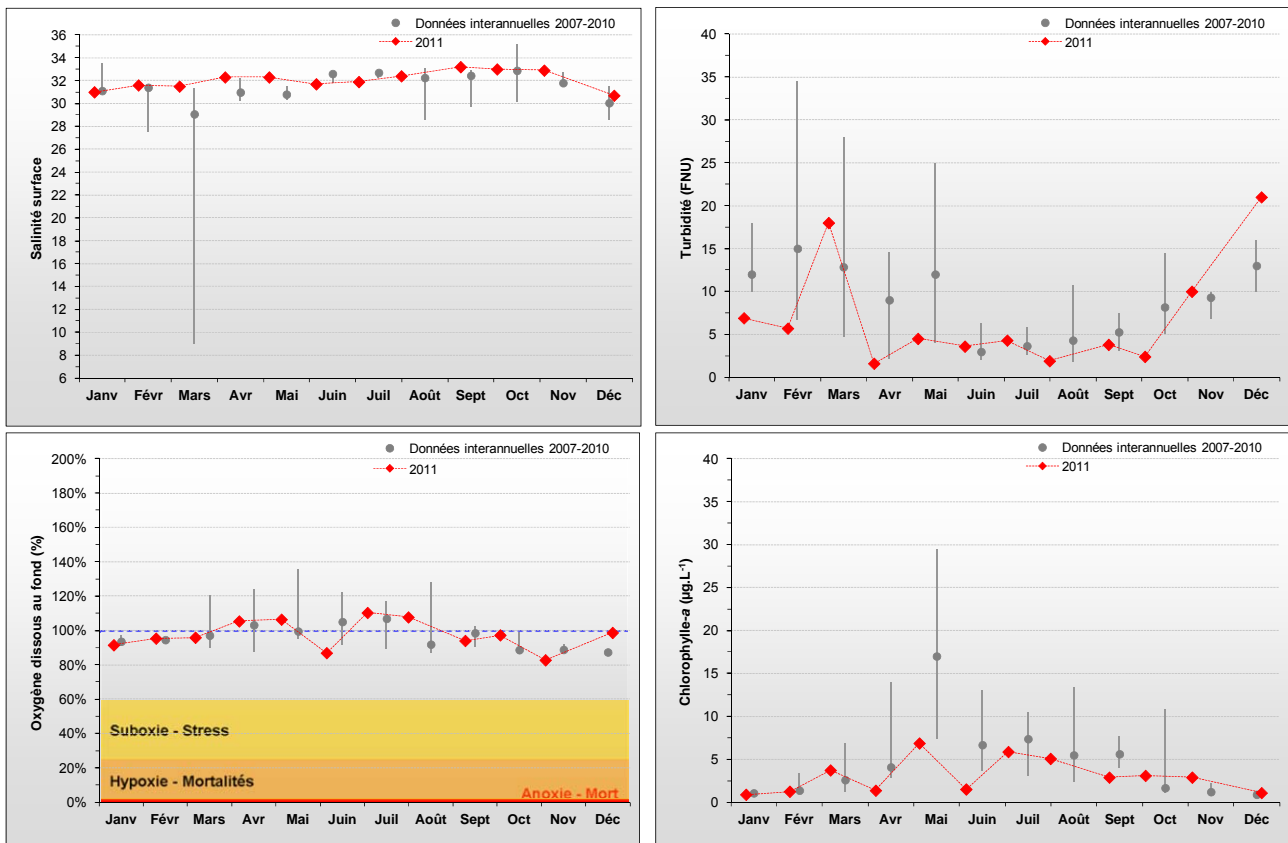


Figure 93 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Estuaire de l'Orne entre 2007 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Ordinairement, des recharges en nutriments dans le milieu permettent des relances de la production phytoplanctonique et favorisent la succession de blooms durant la période productive. En 2011, la teneur moyenne annuelle en chlorophylle-a est plus faible qu'en 2010 ($3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$), et reste très modérée par rapport à la moyenne interannuelle à ce point ($5,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour la période 2007-2010) (Figure 93). La période productive a débuté faiblement en mars, puis un pic a été observé en mai à $6,9 \mu\text{g.L}^{-1}$, et a été suivi par des concentrations $\geq 5 \mu\text{g.L}^{-1}$ en été (Figure 93).

Malgré une production phytoplanctonique modérée à ce point, la concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de la saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu relativement bien oxygéné (Figure 93).

HT04

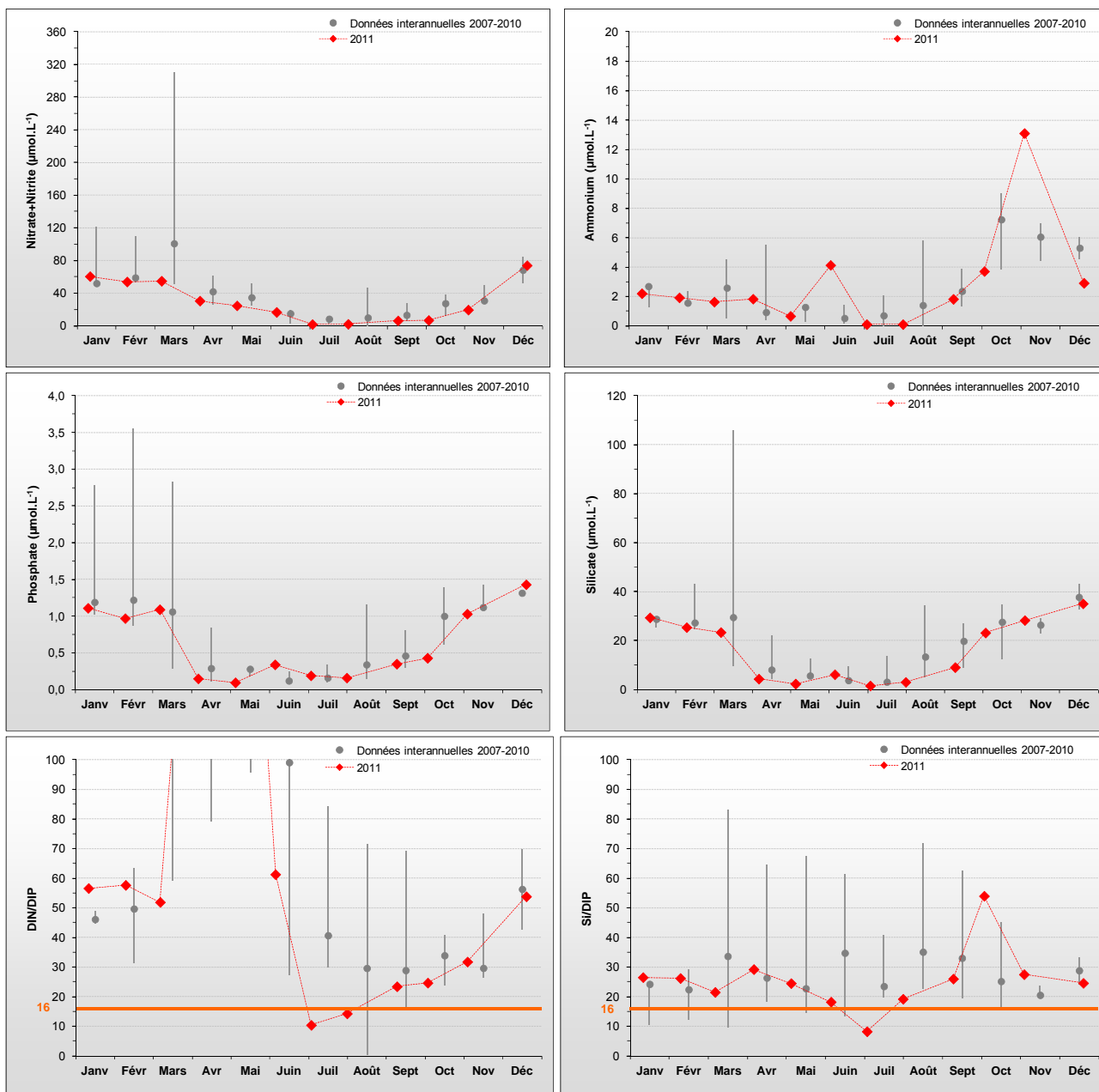


Figure 94 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Estuaire de l'Orne en 2007 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2010 (gris) et résultats 2011 (♦)..

Les concentrations en nutriments sur ce point révèlent que ce milieu est particulièrement riche, avec un stock hivernal interannuel de 64 μM DIN, 1,4 μM DIP et 30 μM Si (Figure 94). Enfin, du fait, très vraisemblablement, de l'intensité de l'activité biologique (phytoplancton, zooplancton, bactéries...), et sans doute également des apports de l'Orne, les valeurs maximales en ammonium ont atteint 13,1 μM début novembre, une nouvelle valeur maximale relevée à ce point depuis le début du suivi en 2007 (Figure 94).

Les stocks étant importants au niveau de l'estuaire de l'Orne, les nutriments ne sont jamais complètement consommés au cours de l'année 2011 (Figure 94). Les graphiques représentant les rapports de nutriments permettent également de montrer que les nutriments ne semblent pas présenter de périodes de carences potentielles en 2011, mis à part très ponctuellement pour le phosphore début octobre. Par contre, l'azote est présent largement en excès de janvier à début juin 2011 (Figure 94).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Estuaire de l'Orne »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à l'« Estuaire de l'Orne » montre qu'en 2011 aucun taxon n'a présenté de concentration dépassant le seuil de 100 000 cellules par litre (Figure 95). Bien que le nombre de données soit encore faible, les observations interannuelles semblent confirmer que les peuplements sont caractéristiques des eaux estuariennes.

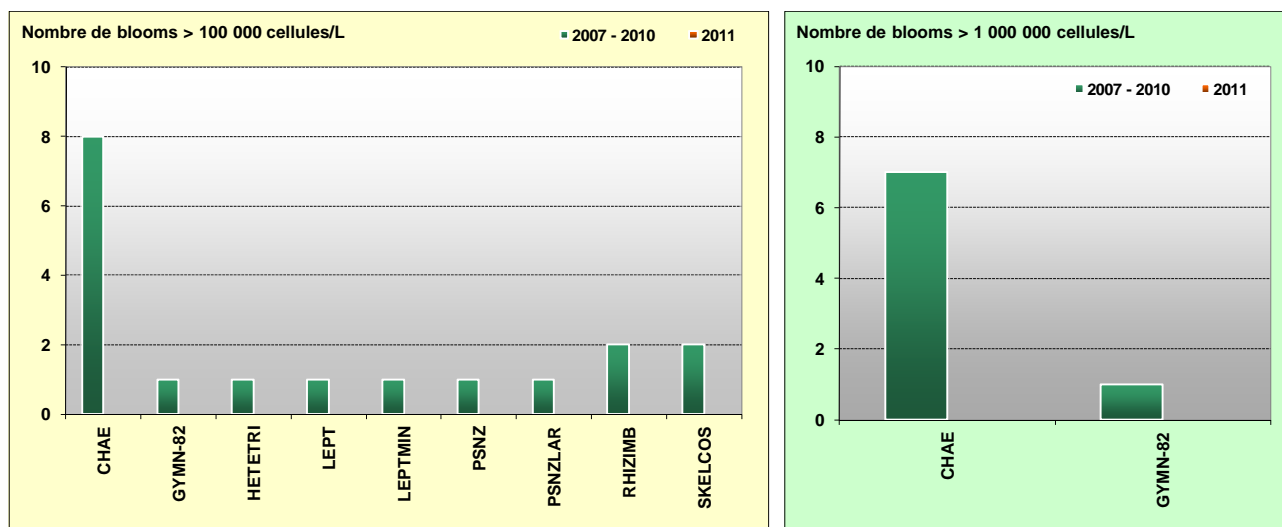


Figure 95 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques au point Estuaire de l'Orne entre 2007-2010 (n = 56) et 2011 (n = 12).

Pertinence du suivi au point « Estuaire de l'Orne »

Les données obtenues montrent que ce point, bien que sous l'influence directe de l'Orne, est bien positionné dans une eau à caractère marin (salinité entre 27 et 33) mais subit de fortes dessalures, particulièrement au printemps pendant la période de crues potentielles. Les résultats révèlent cependant que les échantillons prélevés ne sont pas excessivement turbides (< 10 FNU) hors épisodes exceptionnels, et que, bien que le milieu soit très riche en nutriments, il est possible d'observer l'effet de leur consommation par le phytoplancton. Ce point reste affiché en « contrôle d'enquête » avec la même stratégie qu'actuellement, même si la représentativité de ce point pour caractériser l'estuaire de l'Orne a été vérifiée.

III.2.16. Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2011)

SYNTHESE HC15 : La masse d'eau HC15 est suivie depuis 2001 à l'aide du point « Cabourg » en contrôle de surveillance renforcé et opérationnel. L'accumulation des données a permis de qualifier son cycle biogéochimique de « perturbé » car sous l'influence directe de la *Dives*, et indirecte de la *Seine* et de la *Touques*. Les recharges régulières en nutriments permettent d'alimenter une biomasse phytoplanctonique forte (7,7 µg.L⁻¹ en moyenne sur 2001-2010, 4,6 µg.L⁻¹ en 2011, max. 34,3 µg.L⁻¹ en août 2011) qui perdure du printemps à la fin de l'été. Malgré des stocks hivernaux en nutriments modérés (44 µM DIN, 1,1 µM DIP, 25 µM Si) et des recharges notamment au printemps, l'azote est régulièrement presque complètement consommé durant toute la période estivale. En 2011, sept taxons ont atteint le seuil de 100 000 cellules par litre, la diatomée du genre *Chaetoceros* ayant franchi le seuil de 1 000 000 cellules par litre à 2 reprises. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est représentatif des estuaires semi-fermés, avec une dominance des dinoflagellés qui génèrent fréquemment un phénomène d'eau colorée ou de diatomées nuisibles.

HC15

Hydrologie au point « Cabourg »

La masse d'eau HC15 est directement soumise à l'influence des apports terrigènes de la *Dives*, et se trouve également à proximité des estuaires de la *Touques* et surtout de la *Seine*. De ce fait, la salinité connaît des variations importantes pouvant atteindre 8 à 9, mais ne dépassant pas 1 en 2011 (Figure 96). Ces dessalures génèrent des recharges de la masse d'eau en nutriments fréquentes dans l'année, ce qui permet une relance de la production phytoplanctonique et favorise l'apparition d'une succession de blooms durant la période productive.

En 2011, la période productive a perduré de mars à fin septembre, avec une teneur en chlorophylle-*a* moyenne modérée (4,6 µg.L⁻¹), mais inférieure à la moyenne interannuelle 2001-2010 (7,7 µg.L⁻¹). Les pics de biomasse liés aux efflorescences étaient peu marqués mais soutenus jusqu'à mi-août (max. 8,2 µg.L⁻¹), à part à la fin août où un pic significatif a été observé (34,3 µg.L⁻¹ le 24/08) (Figure 96).

Malgré l'important développement phytoplanctonique observé au cours de la période productive au point Cabourg, la concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de la saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu relativement bien oxygéné grâce à l'hydrodynamisme de cette masse d'eau. Contrairement à l'année 2008, où le seuil de stress (< 65%) avait été franchi à trois reprises, ce dernier n'a pas été franchi en 2011, malgré une concentration en oxygène dissous un peu plus faible début novembre (Figure 96).

Le suivi révèle que les stocks hivernaux en nutriments en 2011 ont été similaires aux années précédentes (stock interannuel : 44 µM DIN, 1,1 µM DIP, et 25 µM Si) (Figure 97). Du fait, très vraisemblablement, de l'intensité des productions, de l'activité biologique en général (phytoplancton, zooplancton, bactéries...), et sans doute également des apports des cours d'eau *Dives/Touques/Seine*, les valeurs maximales en ammonium atteignent fréquemment 10 µM en fin de saison (exceptionnellement 15-20 µM en 2003), mais n'ont pas dépassé 9 µM en 2011 (Figure 97).

Résultats du RHLN 2011 vs. 2000-2010 - Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2011)

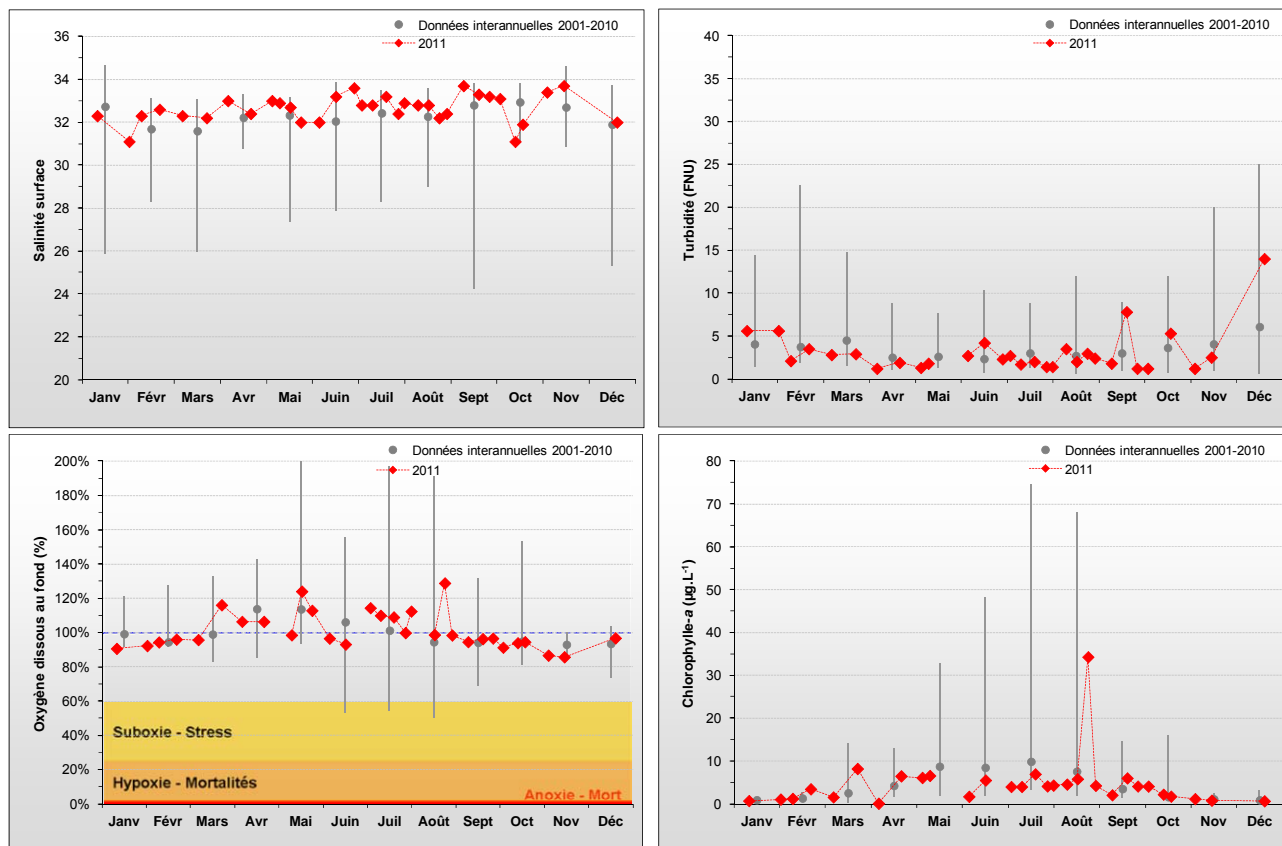


Figure 96 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Cabourg entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

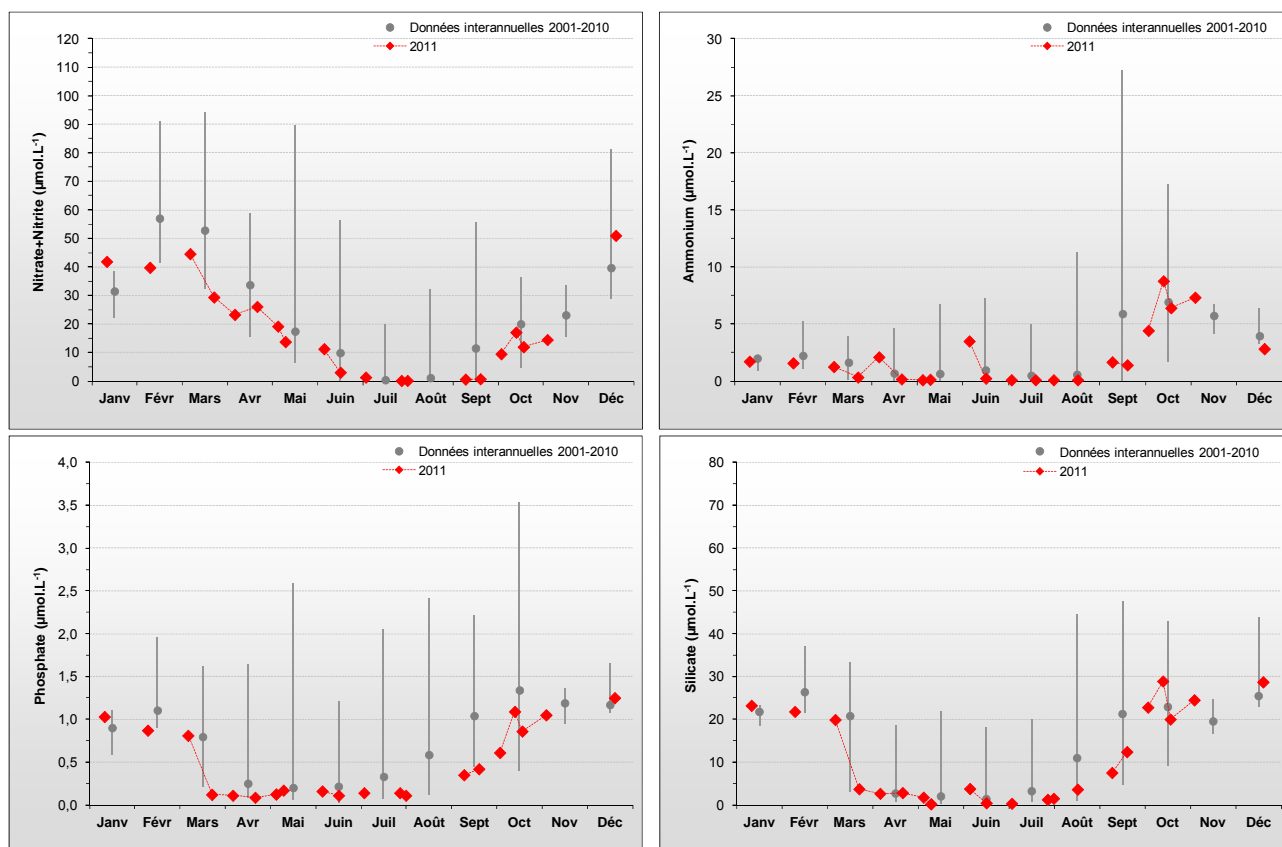


Figure 97 : Évolution des concentrations en nutriments à Cabourg entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Malgré des stocks en nutriments relativement conséquents et des recharges souvent observées notamment en avril, l'azote a presque totalement été consommé à Cabourg en juillet - août 2011 (Figure 97). L'étude des rapports DIN/DIP confirme une carence potentielle en azote de fin juillet à début septembre, et le rapport Si/DIP laisse supposer un léger déséquilibre en silicium en mai, et de fin juin à début juillet, puis en phosphore en octobre. Le rapport DIN/DIP suggère surtout toujours un excès d'azote entre janvier et juin (Figure 98).

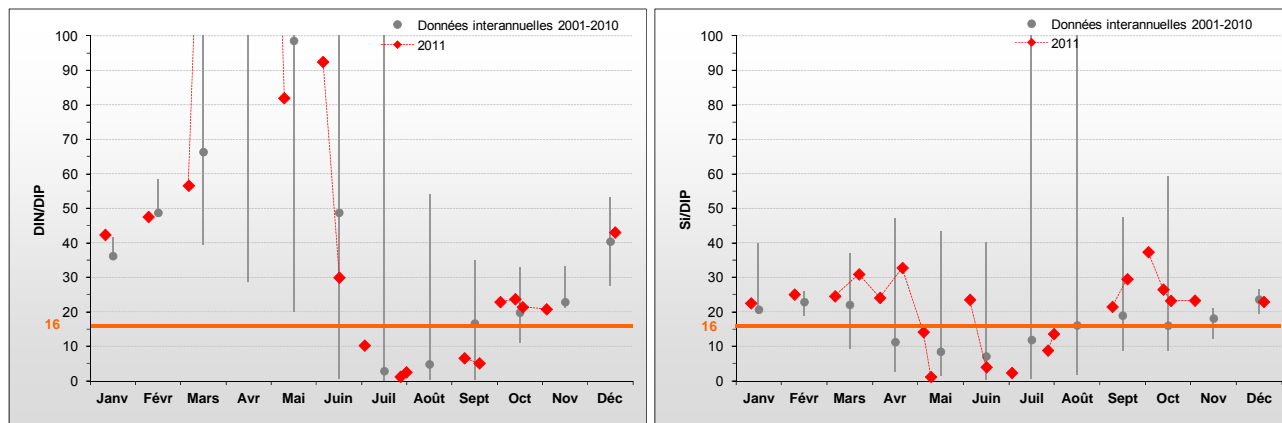


Figure 98 : Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Cabourg entre 2001 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

HC15

Peuplements phytoplanctoniques au point « Cabourg »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore totale et partielles) à Cabourg montre qu'en 2011, sept taxons ont vu leur concentration dépasser le seuil de 100 000 cellules par litre entre février et mi-septembre, à 17 reprises (dont 9 fois pour *Chaetoceros*, et 8 fois pour les autres taxons). Le genre *Chaetoceros* (CHAE) a franchi à 2 reprises le seuil de 1 000 000 de cellules par litre fin juillet et début août (maximum en juillet avec 1 453 400 cell.L⁻¹) (Figure 99). En 2011, le taxon CHAE a donc encore une fois largement dominé les efflorescences phytoplanctoniques (Figure 99).

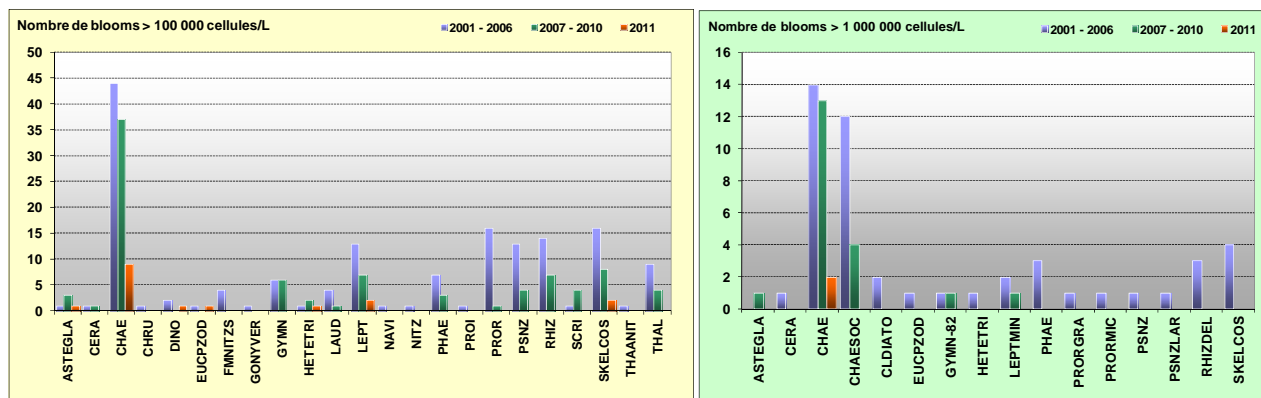


Figure 99 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Cabourg entre 2001-2006 (n=189), 2007-2010 (n=127) et 2011 (n=32).

Le point « Cabourg » se situe dans le panache de la Dives mais aussi et surtout sous l'influence indirecte de la Seine, et présente des caractéristiques très marquées d'un estuaire semi-fermé, avec de forts développements de dinoflagellés et fréquemment des eaux colorées en été, essentiellement dues aux dinoflagellés du genre *Prorocentrum* (PROR) pour les marées rouges, jusqu'en 2008 (Figure 99). Le genre toxique *Dinophysis* est également souvent rencontré en été et en automne, et parfois même en hiver, mais à des concentrations moindres.

La Figure 100 permet d'observer la succession des espèces dominantes à Cabourg : l'hiver est largement dominé par *Skeletonema costatum* (SKELCOS) et éventuellement par *Leptocylindrus* sp. (LEPT) comme en 2010, suivi par le genre *Thalassiosira* (THAL) en mars, puis la majeure partie du printemps et de l'été est dominé par la diatomée du genre *Chaetoceros*, et enfin, le genre *Leptocylindrus* domine l'automne et le début d'hiver. A noter que les espèces *Chaetoceros socialis* et *Skeletonema costatum* font parti de la liste des espèces phytoplanctoniques nuisibles selon la DCE.

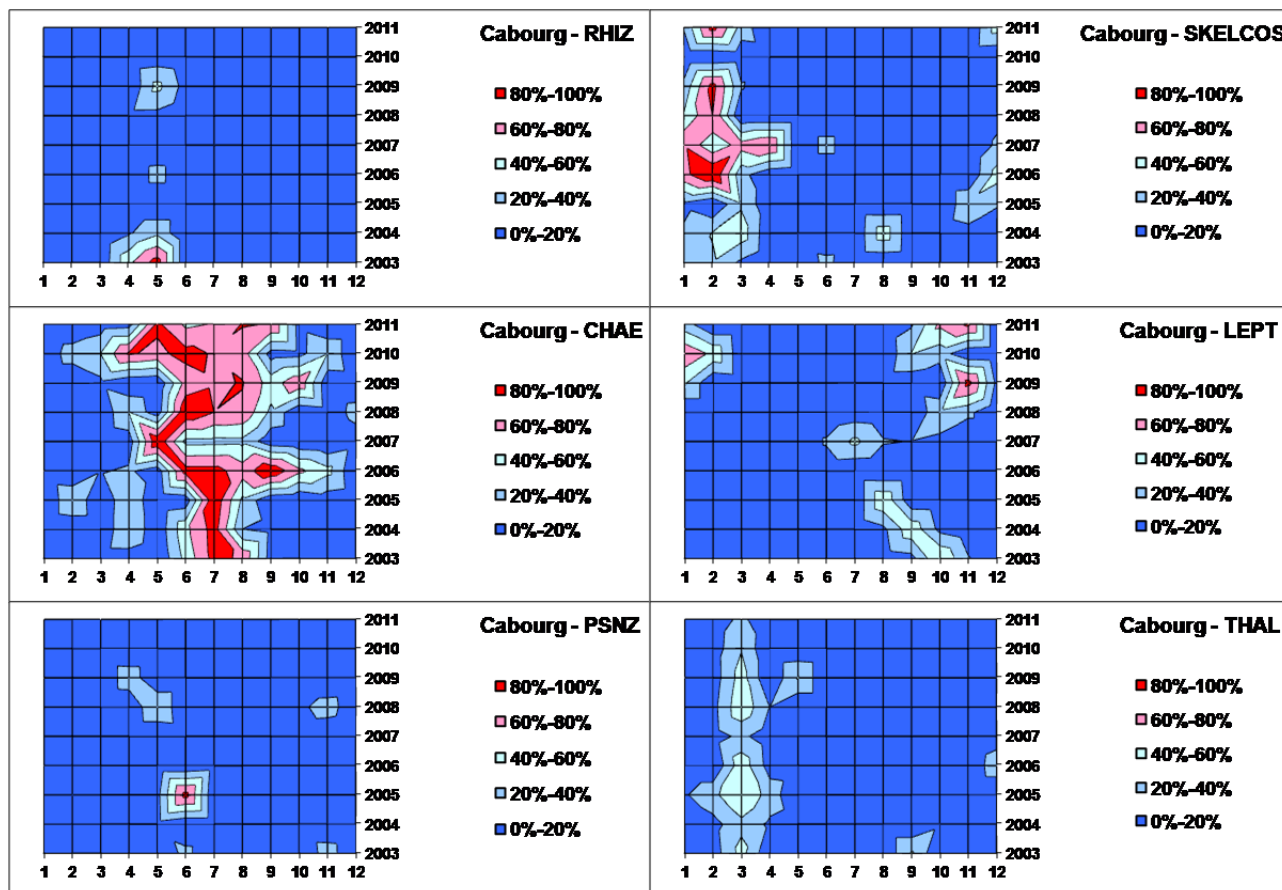


Figure 100 : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année à la station Cabourg entre 2003 et 2011. CHAE = *Chaetoceros* sp., RHIZ = *Rhizosolenia* sp., PSNZ = *Pseudonitzschia* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., SKELCOS = *Skeletonema* sp., THAL = *Thalassiosira* sp. Zones blanches = pas de données.

Pertinence du suivi au point « Cabourg »

Le point de prélèvement « Cabourg » fait partie des points les mieux suivis dans le cadre du RHLN depuis 2001. Il est en effet dans un secteur très productif, à la fois sous l'influence de la *Dives*, de la *Touques*, et de l'estuaire de la *Seine*. Malgré son positionnement excentré, ce point est représentatif de la masse d'eau HC15 car il se trouve sur la trajectoire des eaux provenant de la limite nord-est de la masse d'eau (Le Goff *et al.*, 2005).

Ce point est en contrôle de surveillance DCE, mais du fait de sa productivité, il fait l'objet d'un suivi renforcé pendant la période productive. Enfin il est aussi échantillonné dans le cadre du contrôle opérationnel puisqu'il présente un RNABE pour l'élément de qualité « Phytoplancton ».

III.2.17. Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2011)

SYNTHESE HT03 : L'influence de l'estuaire de la Seine prédomine dans la masse d'eau HT03 au niveau du point « Seine-1 » suivi depuis 2008. En effet, les stocks hivernaux en nutriments sont importants (95 μM DIN, 1,9 μM DIP, 39,5 μM Si), mais la biomasse phytoplanctonique reste modérée (moy. 4,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$, max. 14,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2011) et n'épuise pas ce stock de nutriments qui est régulièrement rechargé par des dessalures. La flore observée à ce point est caractéristique des eaux estuariennes, bien que peu de dinoflagellés y soient observés. La diatomée du genre *Chaetoceros* y reste prédominante, même si aucun taxon n'a présenté de concentration supérieure à 100 000 cellules par litre.

Hydrologie au point « Seine-1 »

Le point « Seine-1 » est suivi depuis 2008, et succède au point « Carosse » qui n'était pas positionné dans la masse d'eau HT03. Les résultats acquis à « Seine-1 » permettent donc d'étudier l'évolution sur la période 2008-2011.

HT03

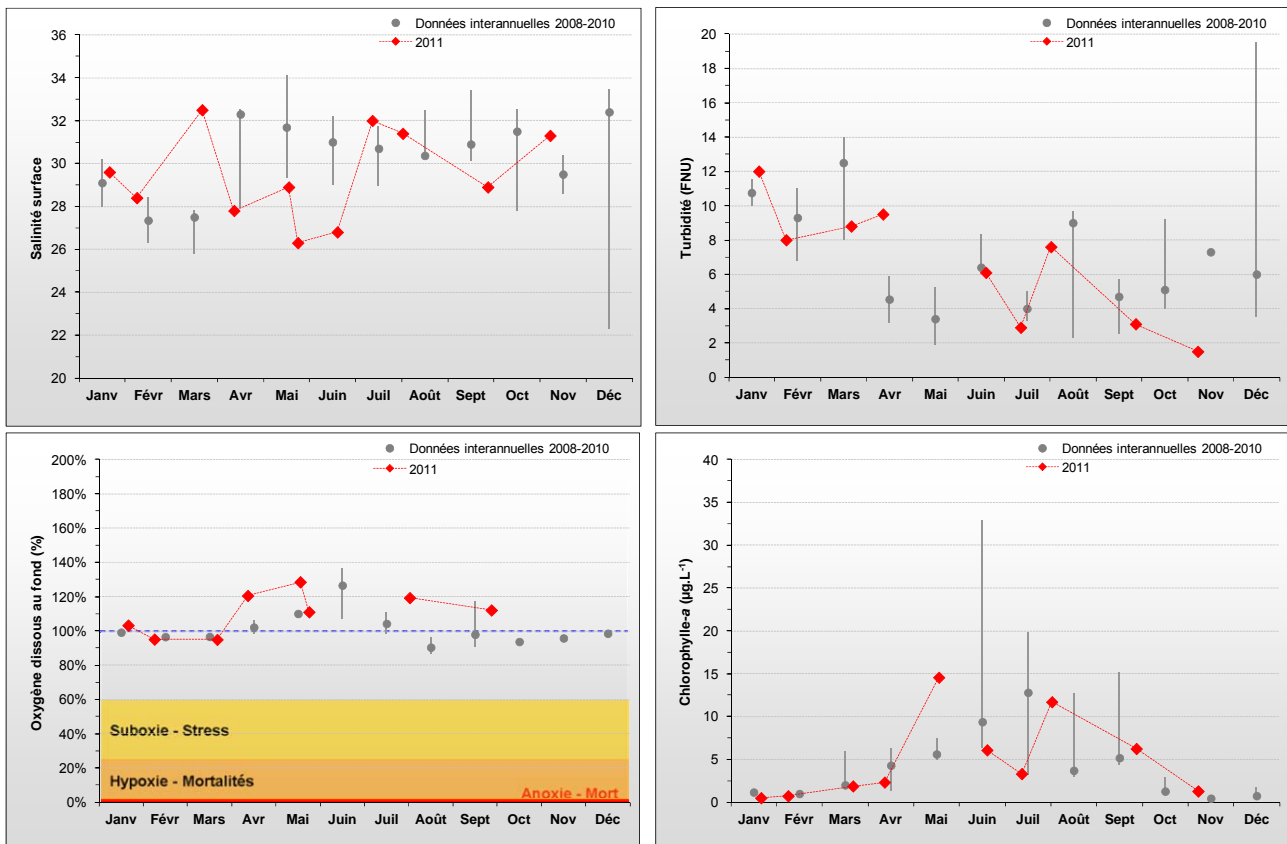


Figure 101 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Seine-1 entre 2008 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2008-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

La masse d'eau HT03 représente l'estuaire aval de la Seine, et présente donc, de ce fait, une forte variabilité de sa salinité (variations de 4 à 9-10) au point « Seine-1 », avec des dessalures régulières en 2011 (Figure 101). Ces dessalures sont plus ou moins couplées à des pics de turbidité (Figure 101).

Les dessalures entraînant la recharge du milieu en nutriments, ces apports permettent d'alimenter une biomasse phytoplanctonique modérée en 2011 (moyenne de 4,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ et maximum 14,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en mai) avec une moyenne interannuelle de 5,4 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Figure 101).

Malgré une production phytoplanctonique relativement soutenue en ce point « Seine-1 », la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100%) selon les données disponibles, marquant un milieu correctement oxygéné, probablement grâce à l'hydrodynamisme de ce secteur (Figure 101).

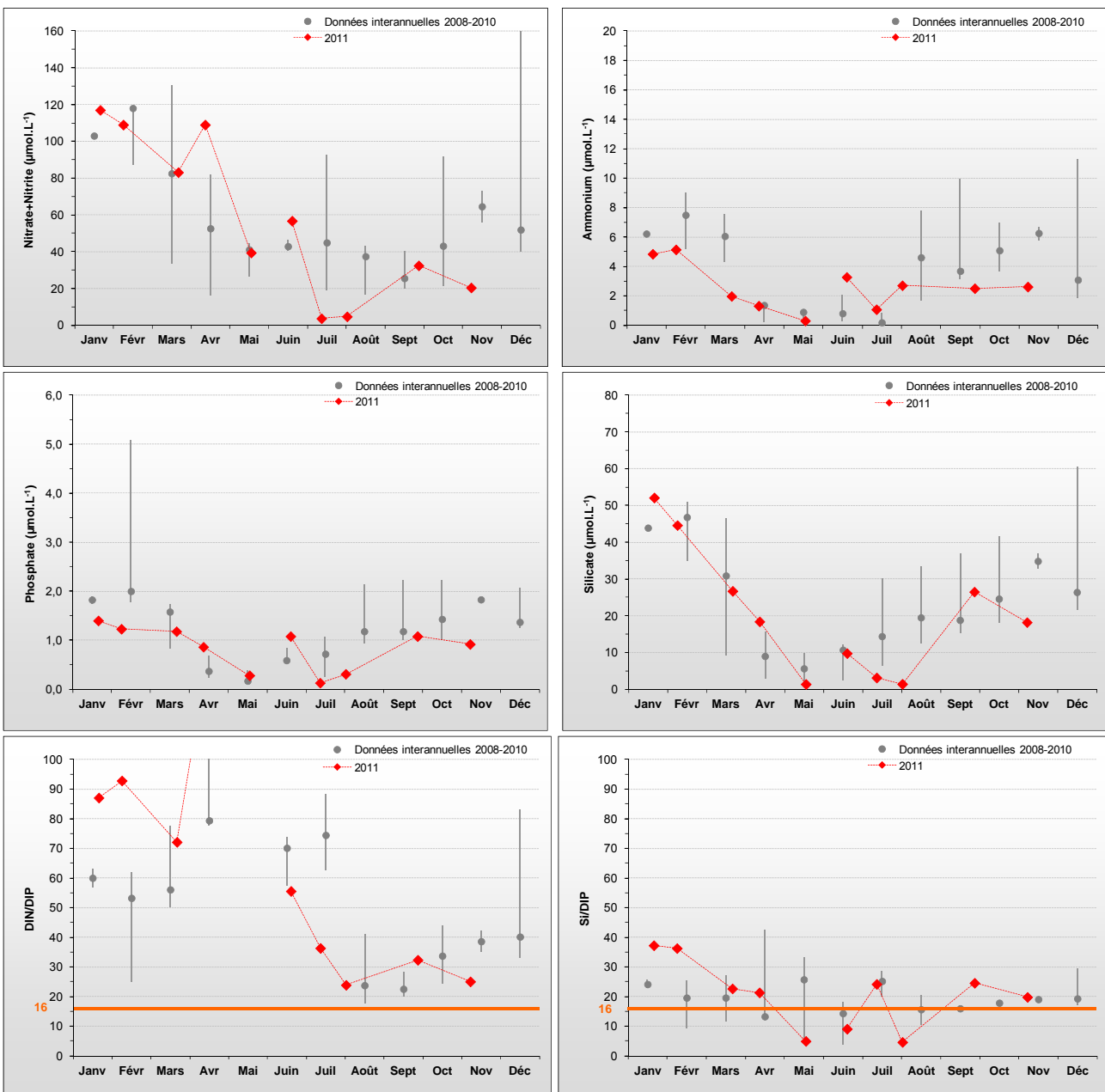


Figure 102 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Seine-1 entre 2008 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2008-2010 (gris) et résultats 2011 (♦)

Néanmoins, il convient de noter que la masse d'eau HT03 est une masse d'eau de transition caractérisée par une forte influence estuarienne et hétérogène dans la distribution spatiale des biomasses phytoplanctoniques (Nogues *et al.*, 2008). L'interprétation des données hydrologiques est donc délicate du fait de leur grande variabilité, et également du fait qu'elles dépendent de l'heure de prélèvement (pleine mer \pm 2 h).

Il est cependant évident que la masse d'eau HT03 est riche en nutriments avec des stocks hivernaux interannuels de 95 μM DIN, 1,9 μM DIP, et 39,5 μM Si (Figure 102). La production phytoplanctonique n'est donc pas suffisante pour épuiser ces stocks (minimum 3,7 μM de nitrate+nitrite, 0,1 μM de phosphate et 1,4 μM de silicate) et connaissent des recharges régulièrement (Figure 102).

Aux vues des stocks en nutriments disponibles, il semble très peu probable que l'azote soit en carence dans ce milieu (Figure 102). Les données en 2011 ne permettent pas de supposer une carence dans le milieu.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Seine-1 »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à « Seine-1 » montre qu'en 2011, aucun taxon n'a présenté de concentration dépassant le seuil de 100 000 cellules par litre (Figure 103). Ce point, situé à l'aval de l'estuaire de la Seine, présente des caractéristiques estuariennes légèrement différentes de celles observées sur les points de Cabourg et Antifer. Le genre *Chaetoceros* abonde en 2010, mais les dinoflagellés semblent y être moins nombreux que dans les deux masses d'eau limitrophes qui présentent des eaux plus stratifiées et plus calmes.

HT03

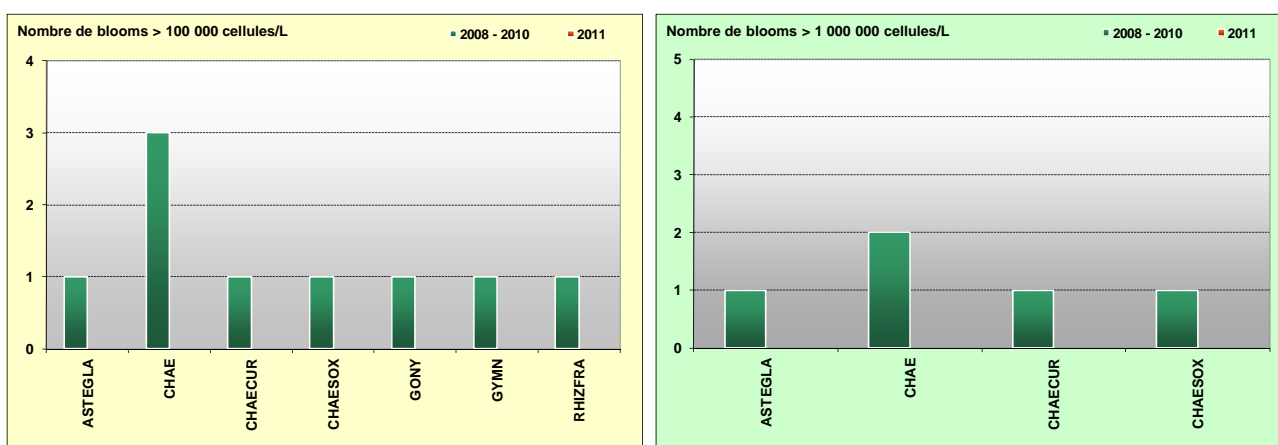


Figure 103 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Seine-1 entre 2008 et 2010 (n=33), et en 2011 (n=11).

Pertinence du suivi au point « Seine-1 »

Le point de prélèvement « Seine-1 » remplace depuis 2008 le point « Carosse » qui était légèrement à l'extérieur de la masse d'eau HT03. Il est suivi grâce à la participation de la DDTM 76. Ce point est en contrôle de surveillance DCE et en contrôle opérationnel car classé en RNABE pour l'élément de qualité « phytoplancton ».

III.2.18. Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2011)

SYNTHESE HC16 : La masse d'eau HC16 est suivie grâce au point « Antifer Ponton Pétrolier ». Cette masse d'eau productive est indirectement sous l'influence du panache de la Seine et subit régulièrement des dessalures importantes qui rechargent le milieu en nutriments. Les stocks hivernaux sont conséquents (63 μM DIN, 1,4 μM DIP, 28 μM Si) et ne sont généralement pas complètement consommés pendant la période productive. La flore à ce point est similaire à celle observée à Cabourg, et est représentative d'un estuaire semi-fermé malgré une présence de dinoflagellés moins importante que les années antérieures. En 2011, quatre taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, les diatomées du genre *Chaetoceros* dominant à nouveau et dépassant aussi à deux reprises le seuil de 1 000 000 cellules par litre (en juillet et octobre), ainsi que l'espèce *Asterionellopsis glacialis* en juillet.

Hydrologie au point « Antifer Ponton Pétrolier »

La masse d'eau HC16 est soumise à l'influence des apports terrigènes de la Seine. De ce fait, la salinité connaît des variations fréquentes pouvant atteindre 12 d'amplitude. Les dessalures ont cependant été un peu moins marquées en 2011 mais la salinité est restée variable toute l'année ; une seule dessalure importante a eu lieu en janvier (amplitude 7) (Figure 104). La turbidité est quant à elle restée faible (≤ 5 FNU) toute l'année y compris en septembre 2011 (7 FNU) (Figure 104).

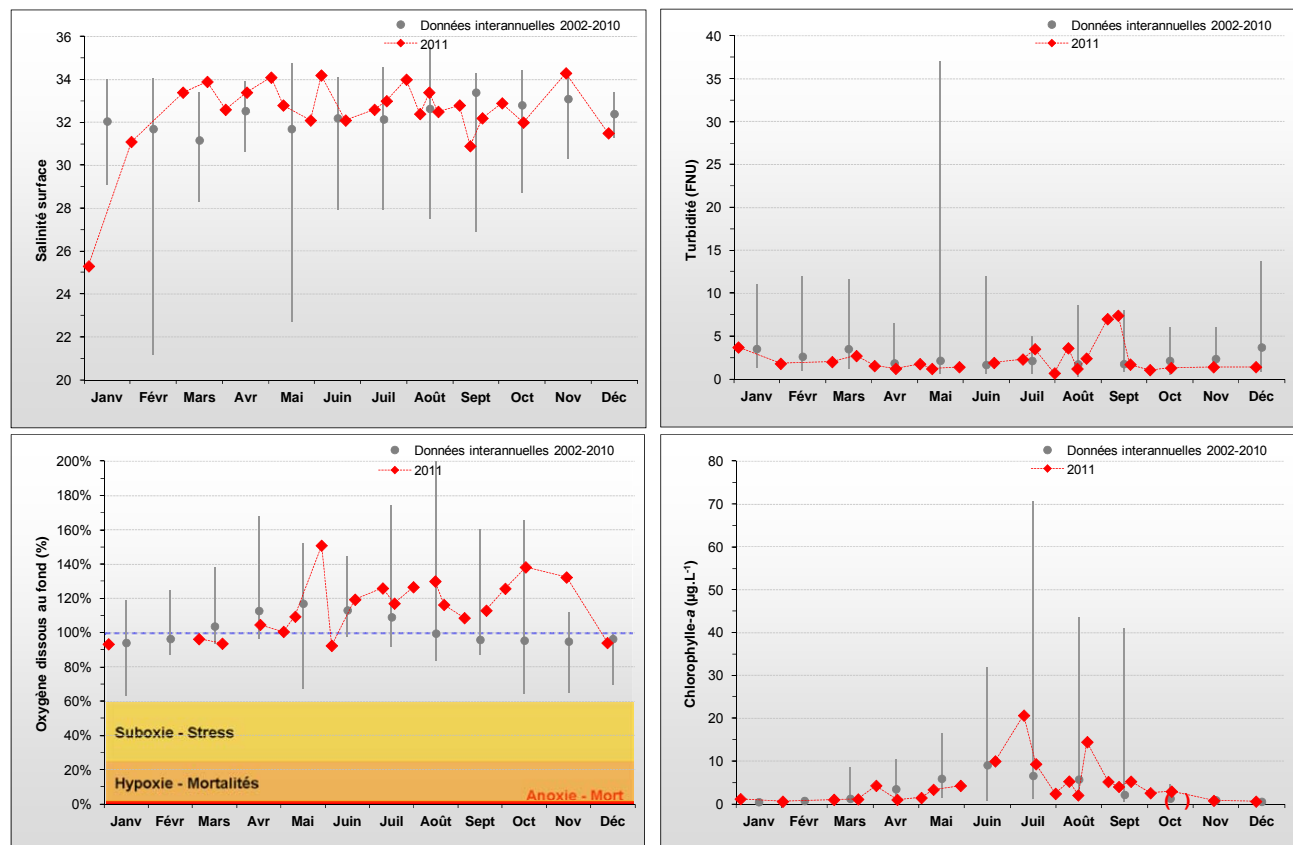


Figure 104 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

La recharge régulière des stocks de nutriments par des dessalures plus ou moins importantes, favorise l'apparition d'une succession de blooms durant la période productive (Figure 104). Deux pics de biomasse phytoplanctonique marqués ont ainsi été observés les 11/07/11 ($20,7 \mu\text{g.L}^{-1}$) et 22/08/11 ($14,5 \mu\text{g.L}^{-1}$), avec une moyenne annuelle de $4,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ légèrement inférieure à la moyenne interannuelle 2002-2010 ($5,6 \mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 104).

Malgré une production phytoplanctonique importante à Antifer, et des suboxies observées entre 2005 et 2007, la concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100%) toute l'année 2011, marquant un milieu correctement oxygéné grâce à l'hydrodynamisme de ce secteur (Figure 104).

Les stocks hivernaux en nutriments à Antifer restent forts (stocks interannuels : $63 \mu\text{M}$ DIN, $1,4 \mu\text{M}$ DIP et $28 \mu\text{M}$ Si), de l'ordre de ceux mesurés dans l'estuaire de l'Orne (HT04) (Figure 105). Les concentrations en nitrate+nitrite, ammonium et silicate ont particulièrement été élevées en janvier, présentant de nouveaux maxima interannuels, liées à la dessalure observée (Figure 105).

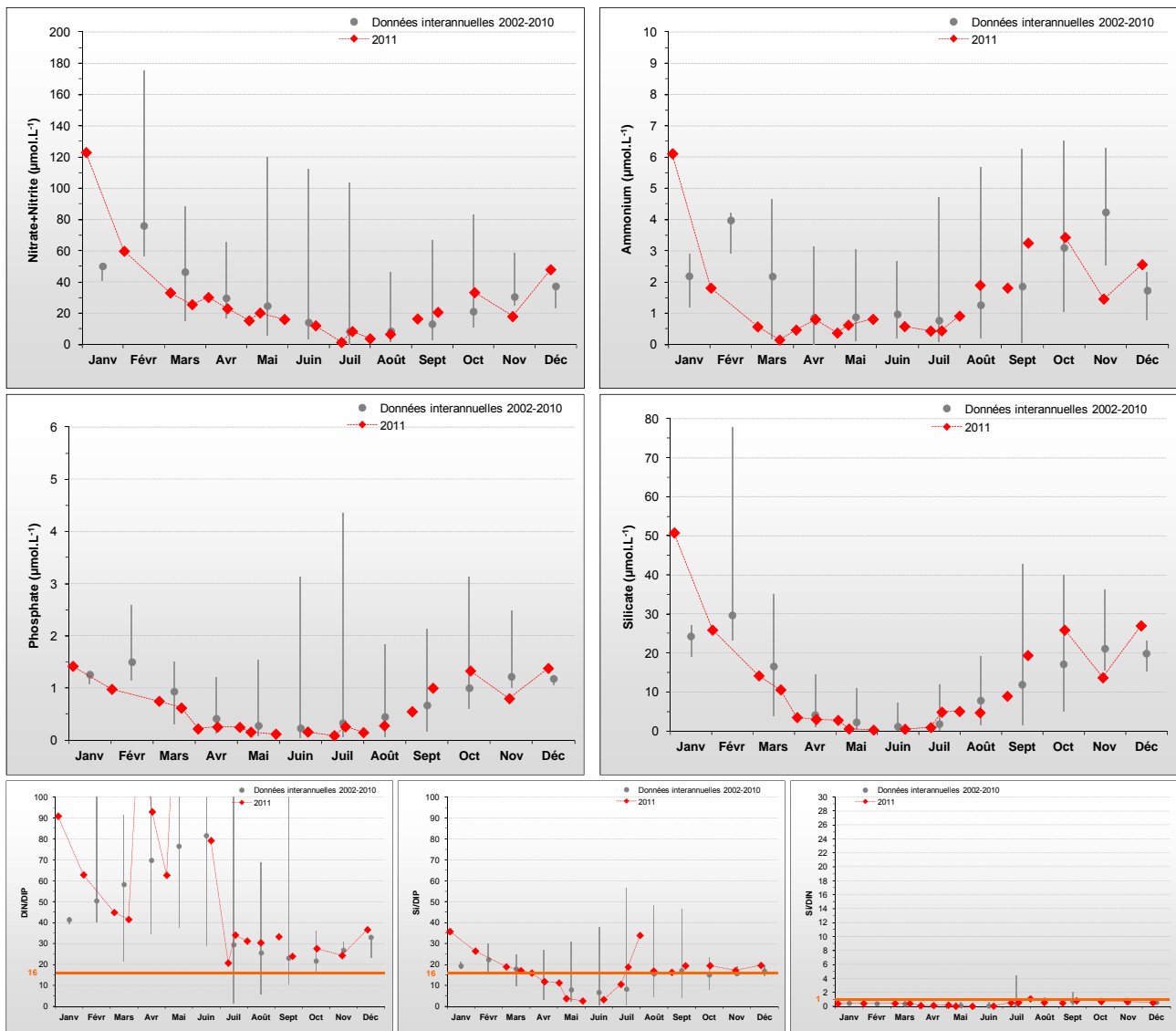


Figure 105 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

HC16

Le rapport molaire DIN/DIP n'est que très rarement en dessous de la valeur seuil de 16 (pas du tout en 2011), pendant la période estivale. L'azote ne semble donc pas atteindre des concentrations faisant de lui un élément potentiellement limitant de la production primaire (concentrations minimales de 1,4 µM nitrate+nitrite en juillet, 0,2 µM d'ammonium en mars 2011). Enfin, le rapport molaire Si/DIP montre une carence potentielle en silicium entre mai et juin 2011 (Figure 105).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Antifer Ponton Pétrolier »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores totales) à « Antifer Ponton Pétrolier » montre qu'en 2011, quatre taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre à cinq reprises (Figure 106). La diatomée du genre *Chaetoceros* semble à nouveau dominer à Antifer en 2011, étant donné qu'elle a dépassé à deux reprises le seuil de 1 000 000 de cellules par litre (3 028 000 cell.L⁻¹ le 19/07 et 1 071 500 cell.L⁻¹ le 17/10). Le taxon *Asterionellopsis glacialis* (ASTEGLA) a aussi dépassé le seuil de 1 000 000 cellules par litre (2 321 500 cell.L⁻¹ le 19/07). Les autres taxons ayant dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre sont : le dinoflagellé *Gymnodinium sp. 82* (GYMN-82) (165 200 cell.L⁻¹ le 19/07) qui avait provoqué une eau colorée « vert fluo » en 2009 (Nédélec F. *et al*, 2011), et l'espèce *Lithodesmium undulatum* (LITHUND) (144 800 cell.L⁻¹ le 22/08). Cette dernière est une diatomée non toxique et non nuisible selon la DCE, et se regroupant en colonie.

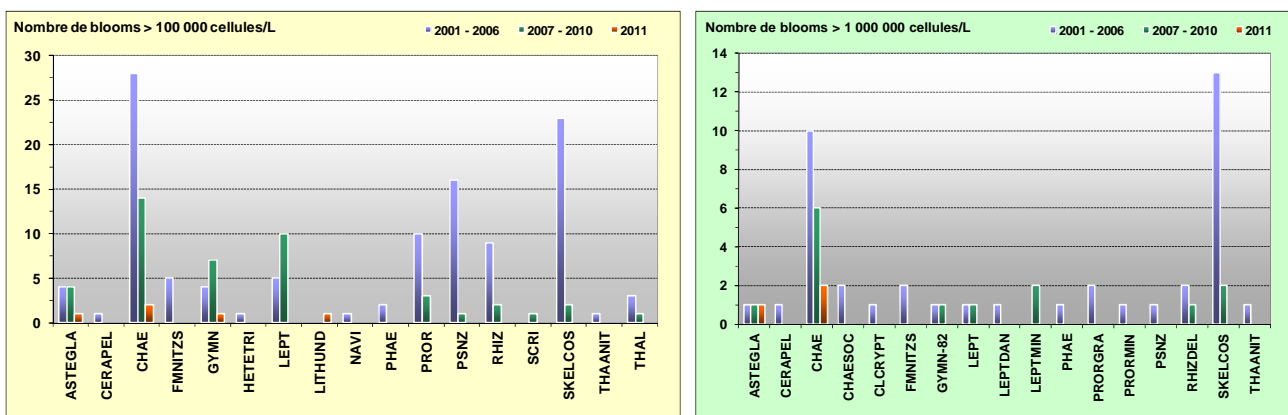


Figure 106 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Antifer Ponton Pétrolier entre 2001-2006 (n=223), 2007-2010 (n=123) et 2011 (n=24).

La Figure 107 permet de visualiser l'évolution des successions de dominances de différents taxons phytoplanctoniques au cours des 12 mois de l'année, de 2003 à 2011. Le taxon *Skeletonema costatum* (SKELCOS) paraît dominer l'hiver (janvier – mars) majoritairement, à part en 2009 et 2010, où les genres *Leptocylindrus* (LEPT) en 2009 et *Chaetoceros* (CHAE) en 2010 ont été majoritaires. Le printemps (mai) semble principalement dominé par les diatomées du genre *Rhizosolenia* (RHIZ), particulièrement en 2004, 2006 et 2009. Puis, comme à Cabourg mais d'intensité moindre, l'été est marqué par la présence de la diatomée *Chaetoceros* en alternance avec le genre *Rhizosolenia* (2005, 2009), et ponctuellement par la diatomée *Skeletonema costatum* (2003, 2008). L'année 2011 paraît s'inscrire dans le schéma classique de succession phytoplanctonique décrite ci-dessus (*Skeletonema costatum* puis *Chaetoceros sp.*), avec la particularité d'un bloom de *Chaetoceros sp.* tardif (octobre 2011), probablement dû à la douceur de l'automne conjuguée au début du recyclage et à la recharge en nutriments.

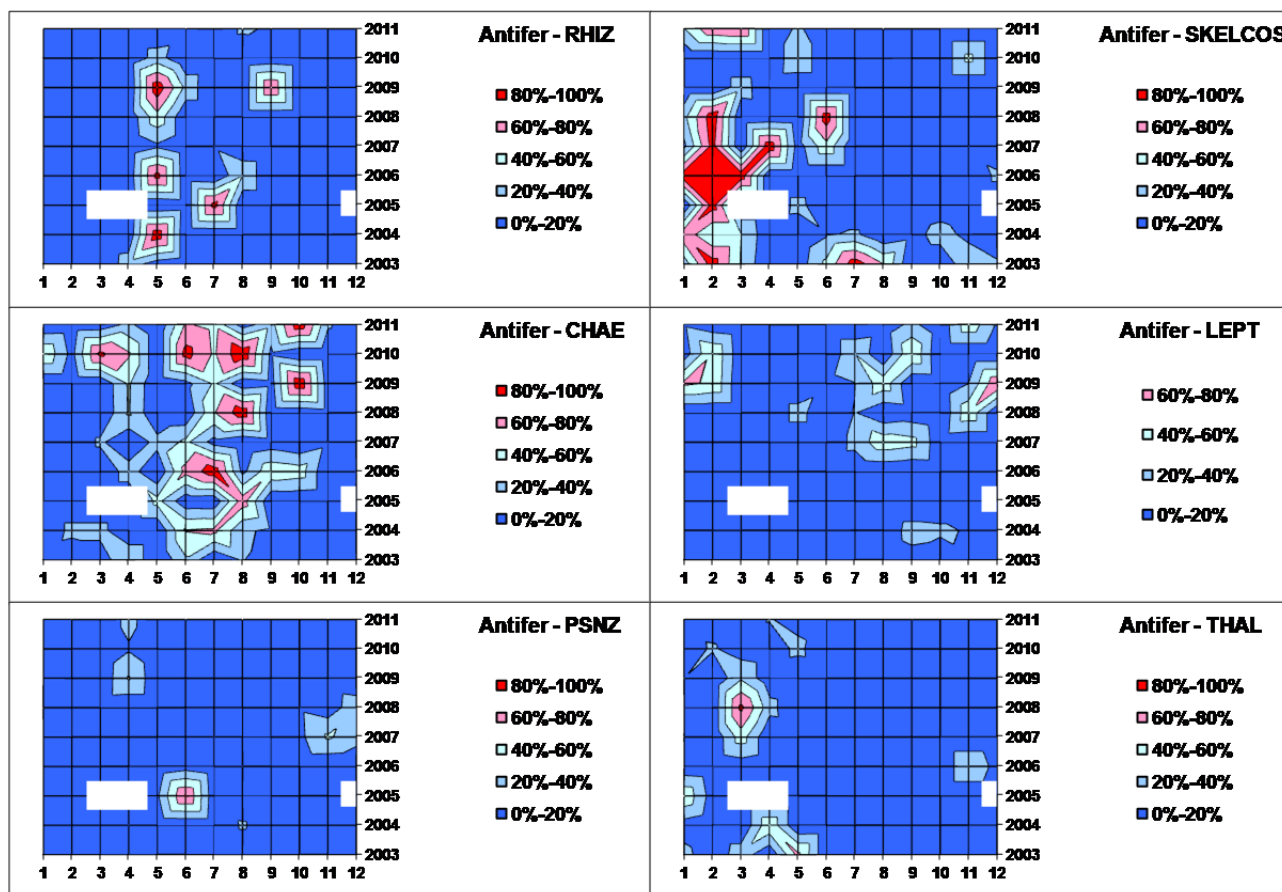


Figure 107 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces phytoplanctoniques, par mois et par année à Antifer Ponton Pétrolier de 2002 à 2011. CHAE = *Chaetoceros* sp., RHIZ = *Rhizosolenia* sp., PSNZ = *Pseudonitzschia* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., SKELCOS = *Skeletonema* sp., THAL = *Thalassiosira* sp. Zones blanches = pas de données.

Pertinence du suivi au point « Antifer Ponton Pétrolier »

Ce point présente des caractéristiques plus proches de celles de Cabourg que de celles de Fécamp plus au Nord-Est. L'influence du panache de la Seine y semble encore bien présente, bien que les dinoflagellés y soient moins importants que les années antérieures. Le point de prélèvement, bien que situé à l'intérieur du port d'Antifer, permet de rendre compte de la qualité des eaux venant du sud car les courants résiduels de marée en provenance de la Seine remontent le long de la côte nord (Le Goff et al., 2005). Etant classé RNABE pour l'élément de qualité « Phytoplancton », il fait l'objet d'un contrôle de surveillance DCE renforcé et d'un contrôle opérationnel.

III.2.19. Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2006-2011)

SYNTHESE HC17 : La masse d'eau HC17 est suivie grâce au point « Fécamp 1 mille » depuis 2007 ; les prélèvements étaient auparavant effectués à partir de la digue du port. Ce point productif est directement sous l'influence de la *Valmont* mais ne subit pas de dessalures importantes. Les stocks hivernaux sont modérés (37 μM DIN, 1,1 μM DIP, et 19 μM Si), mais la production phytoplanctonique est relativement faible à ce point (biomasse en moyenne à 2,1 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, maximum à 9,1 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ en avril 2011), et les nutriments ne sont pas complètement consommés pendant la période productive. La flore de cette masse d'eau est en rupture avec celle de HC16, car représentative des eaux ouvertes de la Manche. Aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en concentration en 2011.

Depuis mi-juillet 2007, le point sur Fécamp a été déplacé de la digue (point « Fécamp digue ») à 1 mille du port (point « Fécamp 1 mille »). Ce nouveau point de suivi est donc plus représentatif de la masse d'eau HC17.

Hydrologie au point « Fécamp 1 mille »

Le point à Fécamp est directement soumis à l'influence des apports de la *Valmont* et indirectement de ceux du *Durdent*. Les variations en salinité sont donc modérées mais fréquentes en 2011 (dessalures de maximum 1 d'amplitude en hiver/printemps et en décembre) (Figure 108).

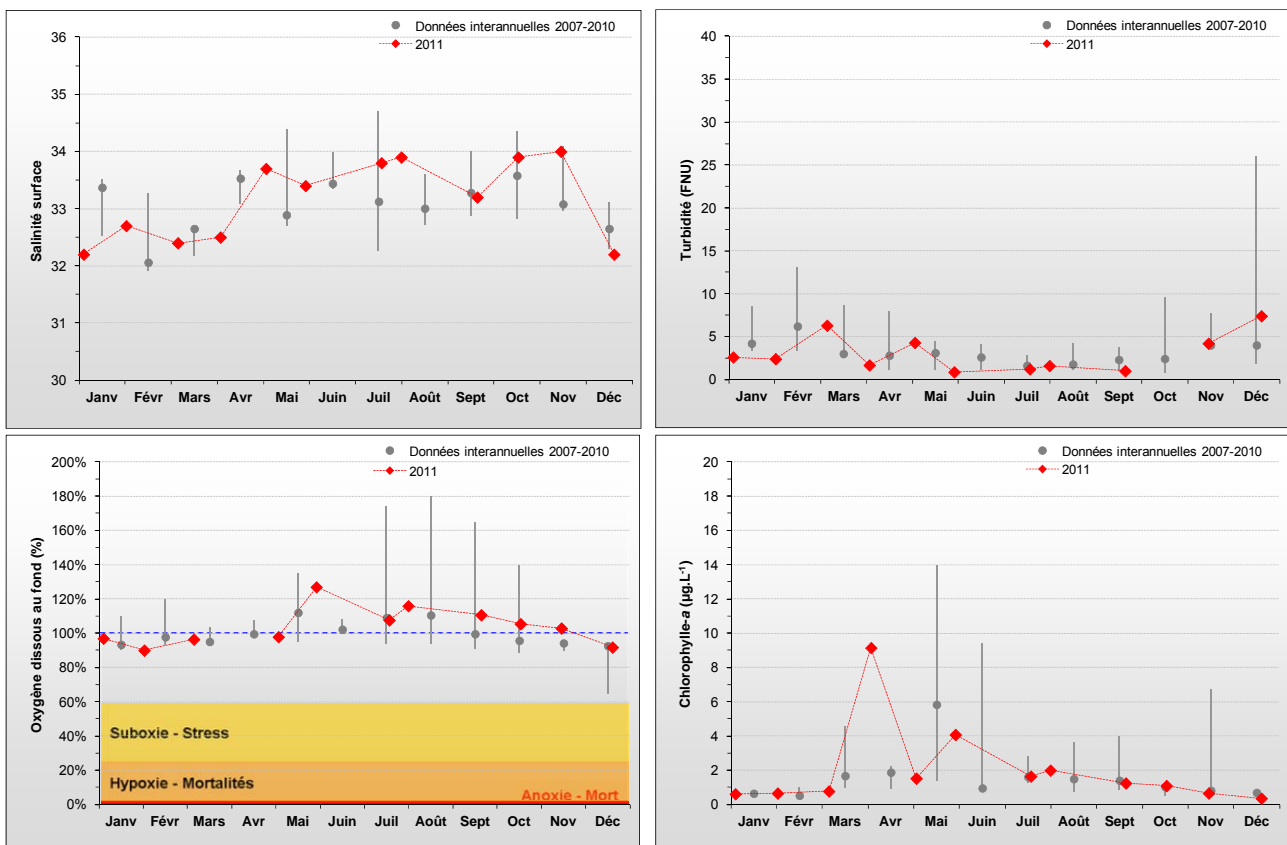


Figure 108 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Fécamp 1 mille, entre 2007 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Les dessalures ont vraisemblablement été accompagnées de recharges en nutriments, notamment en janvier et décembre (Figure 109). Grâce aux apports en nutriments et stocks hivernaux modérés (stocks interannuels : 37 μM DIN, 1,1 μM DIP et 19 μM Si) (Figure 109), la production phytoplanctonique en 2011 a été en moyenne similaire ($2,0 \mu\text{g.L}^{-1}$) aux années précédentes ($2,1 \mu\text{g.L}^{-1}$), mais un peu plus précoce avec un bloom enregistré début avril (Figure 108). Ce premier pic printanier est d'ailleurs un nouveau maximum interannuel avec $9,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ (le 04/04), et a été suivi d'un deuxième pic de moindre importance fin mai ($4,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ le 30/05). Le reste de l'année, la concentration en chlorophylle-a est restée inférieure à $2 \mu\text{g.L}^{-1}$.

Par ailleurs, la concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100%) en 2011, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 108).

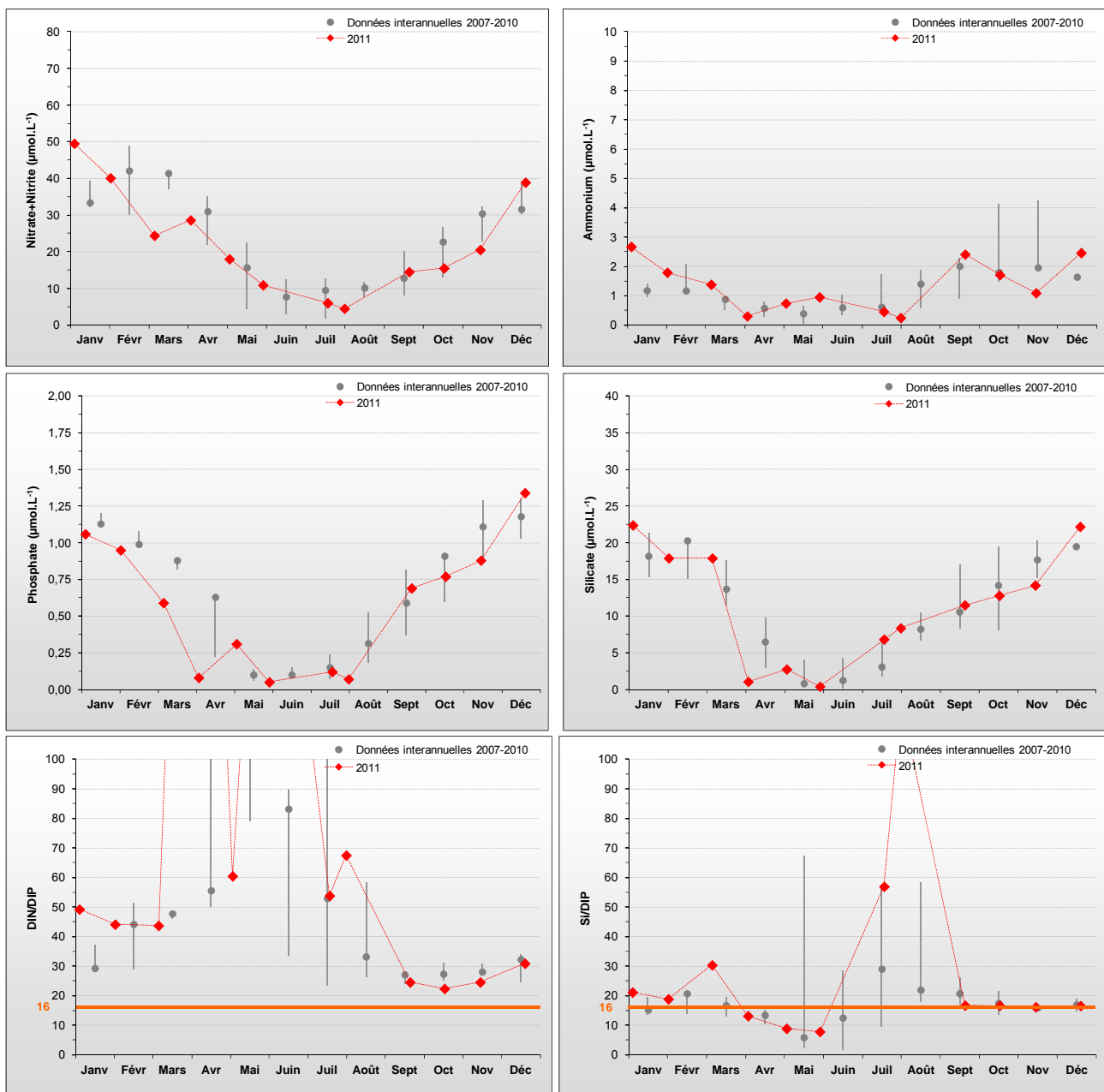


Figure 109 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Fécamp 1 mille, entre 2007 et 2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

HC17

Les concentrations en nutriments ont été globalement similaires en 2011 aux médianes interannuelles, et ont observé un cycle relativement classique de consommation / reminéralisation, le phosphate ayant été consommé plus rapidement que les années précédentes (Figure 109). Les nutriments n'apparaissent cependant pas complètement consommés, les concentrations minimales étant de l'ordre de 4,5 µM d'azote, 0,1 µM de phosphore et 0,4 µM de silicium. Le rapport molaire DIN/DIP ne présente d'ailleurs aucune valeur inférieure au seuil de 16 en 2011 comme depuis 2007 ; l'azote est donc plutôt en excès dans le milieu (Figure 109). Le rapport molaire Si/DIP montre des déséquilibres en phosphore ponctuellement notamment en juillet et août 2011 (Figure 109).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Fécamp 1 mille »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à « Fécamp 1 mille », montre qu'en 2011, aucun taxon n'a présenté de concentration supérieure au seuil de 100 000 cellules par litre (Figure 110). Bien que le nombre de données soit restreint, cette distribution taxonomique marque une vraie rupture avec celles observées sur les points de suivi de la partie orientale de la baie de Seine. En effet, les peuplements phytoplanctoniques de Fécamp sont caractéristiques des eaux ouvertes de la Manche.

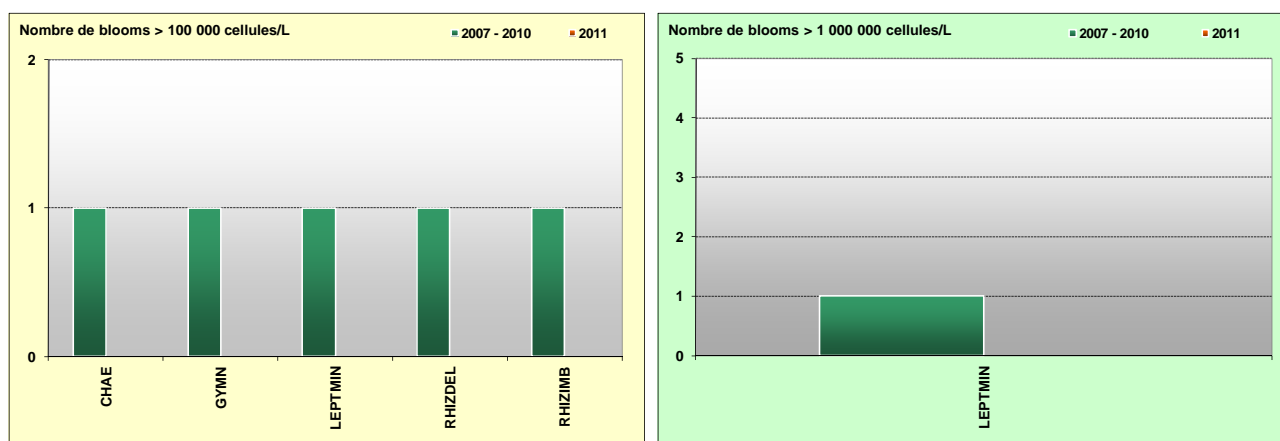


Figure 110 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Fécamp entre 2007-2010 (n=44) et 2011 (n=11).

Pertinence du suivi au point « Fécamp 1 mille »

Le suivi sur Fécamp au point « Fécamp digue » depuis 2006, a été repositionné mi-juillet 2007 au point « Fécamp 1 mille ». En effet, le point « Fécamp digue » était fortement influencé par les apports du port de Fécamp, et n'était pas représentatif de la qualité de la masse d'eau HC17. Ainsi, seules les données du point « Fécamp 1 mille » sont désormais utilisées pour statuer sur la qualité de la masse d'eau HC17. Ce point est suivi dans le cadre du suivi complémentaire régional, la masse d'eau HC17 n'ayant pas été sélectionnée pour le contrôle de surveillance DCE.

III.2.20. Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008-2011)

SYNTHESE HC18 : La masse d'eau HC18 est suivie grâce au point « Dieppe 1 mille » sur les périodes 2004-2005 et 2008-2011. Cette masse d'eau apparaît peu sujette aux dessalures, sauf en 2011 où la salinité est restée inférieure aux données interannuelles. Les stocks hivernaux en nutriments (26,5 µM DIN, 0,9 µM DIP, 16,5 µM Si) sont bien inférieurs à ceux estimés à Fécamp ; pourtant, la productivité phytoplanctonique y est sensiblement plus importante à Dieppe (moy. 2,3 µg.L⁻¹, max. 15,1 µg.L⁻¹ en avril 2011). Les stocks en nutriments sont plus ou moins complètement consommés pendant la période productive, et le phosphore pourrait éventuellement être en carence. Trois taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2011, deux d'entre eux franchissant aussi le seuil de 1 000 000 cellules par litre.

Pour des raisons logistiques, le suivi du point « Dieppe 1 mille », débuté en 2004, n'a été réalisé ni en 2006 ni en 2007, mais a repris de 2008 à 2011 grâce à la réalisation des prélèvements par la DDTM 76.

Hydrologie au point « Dieppe 1 mille »

Le point à Dieppe est directement soumis à l'influence des apports de l'Arques. Les variations en salinité sont typiquement faibles, mais en 2011 la salinité est restée très largement inférieure à la moyenne interannuelle de 33,4, avec une dessalure maximale fin septembre de 2 (Figure 108).

HC18

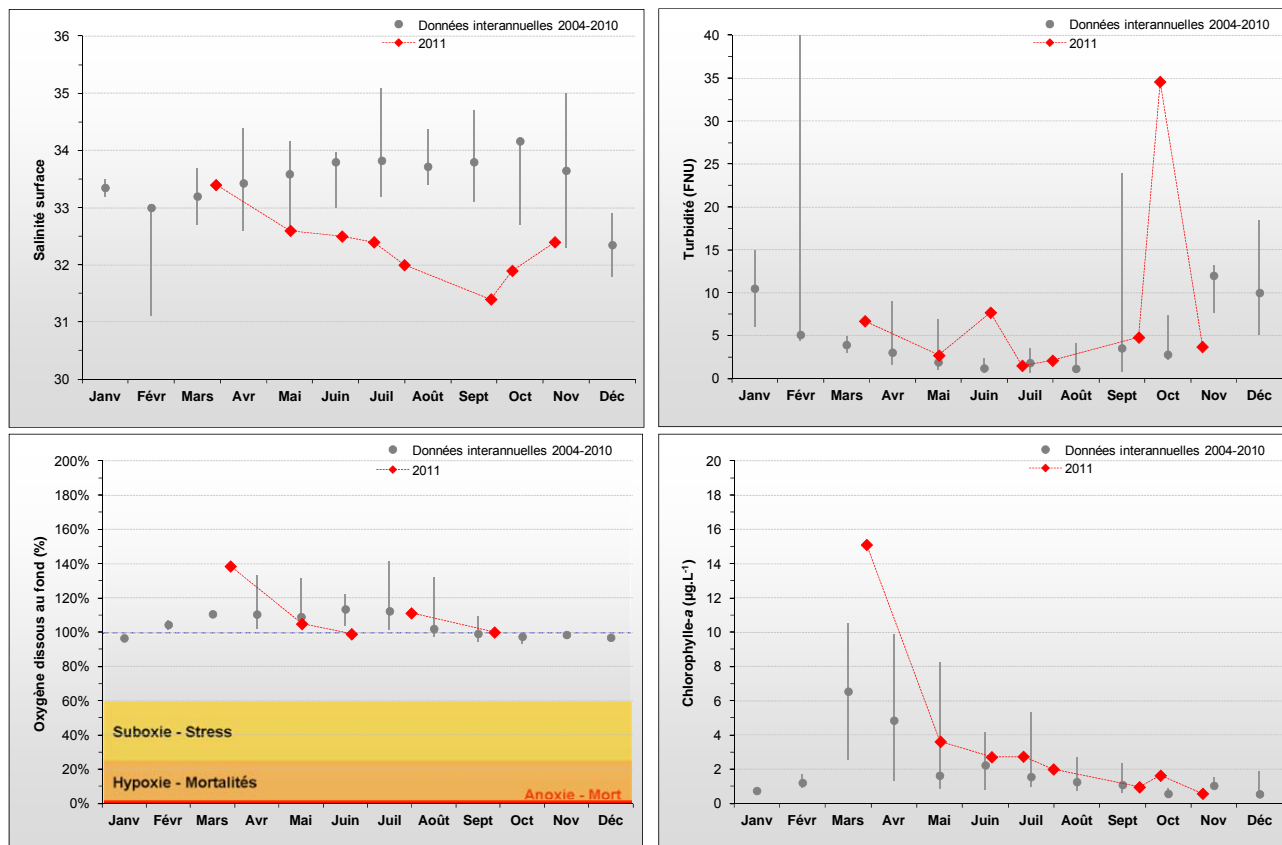


Figure 111 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2005, 2008-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

La biomasse phytoplanctonique enregistrée en 2011 est plus importante ($3,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne) que les années précédentes ($2,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne), avec un bloom printanier très marqué ($15,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ le 30/03, maximum interannuel) (Figure 111). Par la suite, la biomasse enregistrée reste inférieure à $4 \mu\text{g.L}^{-1}$ jusqu'à la fin de l'année. Ainsi, malgré des stocks en nutriments moins importants qu'à Fécamp, la biomasse y est plus forte en 2011.

Par ailleurs, les données de concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau sont difficilement exploitables du fait du peu de données disponibles en 2011, mais les quelques relevés effectués en fin d'été, période la plus sensible pour les potentielles suboxies, semblent cependant témoigner d'un milieu correctement oxygéné (Figure 111).

Les stocks hivernaux estimés à Dieppe sont typiquement inférieurs à ceux de Fécamp (stocks interannuels : $26,5 \mu\text{M}$ DIN, $0,9 \mu\text{M}$ DIP et $16,5 \mu\text{M}$ Si) (Figure 112). Les nutriments sont globalement présents en quantité moindre en 2011 qu'au cours des années précédentes de suivi ou ont été consommés plus rapidement. Des concentrations estivales plus faibles ont été mesurées pendant la période estivale notamment pour l'azote et le phosphore (Figure 112).

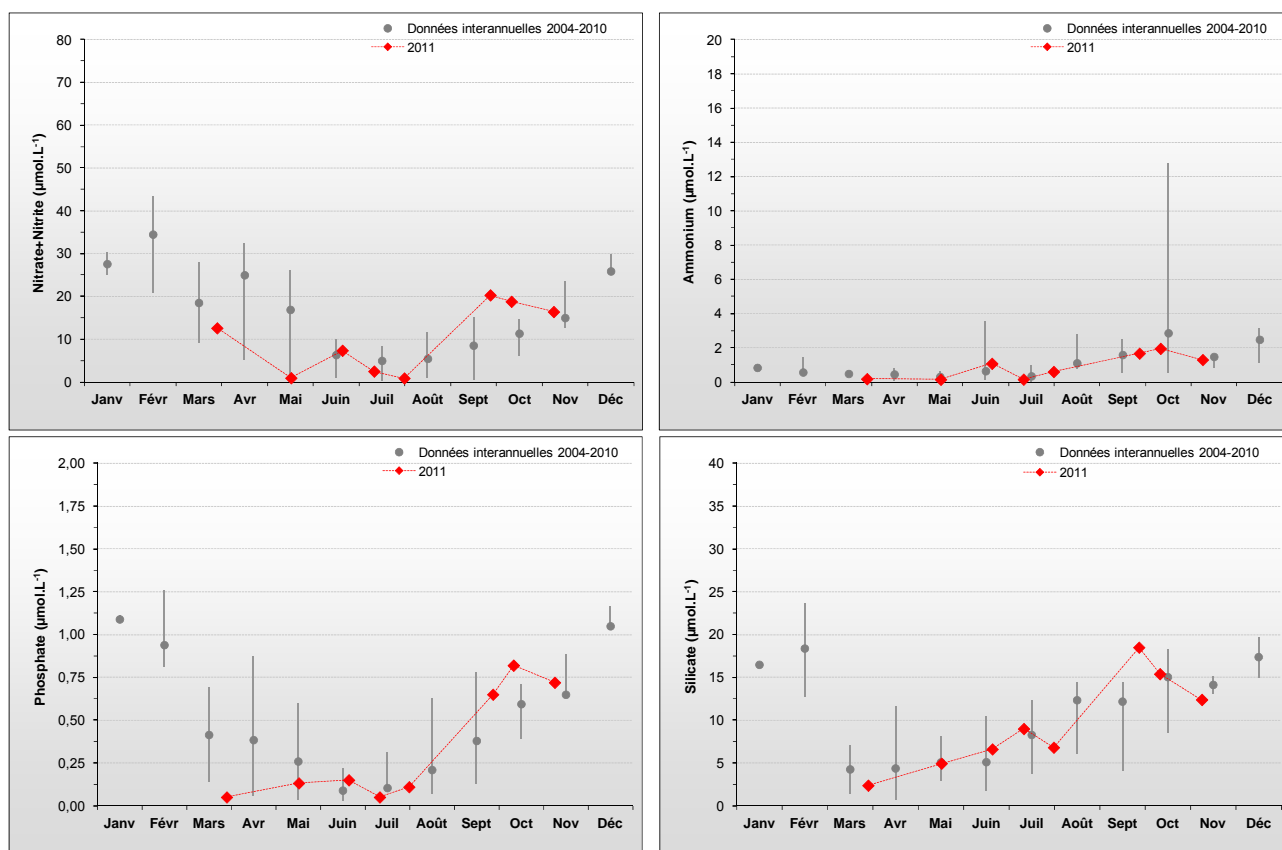


Figure 112 : Évolution des concentrations en nutriments à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2005, 2008-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

L'étude du rapport molaire DIN/DIP montre que l'azote reste en excès ou ponctuellement en équilibre avec le phosphore toute l'année (Figure 113). Par ailleurs, le rapport molaire Si/DIP et les faibles concentrations enregistrées pour le phosphate semblent suggérer que celui-ci pourrait avoir été limitant pour le développement phytoplanctonique particulièrement pendant la période estivale (Figure 112 et Figure 113).

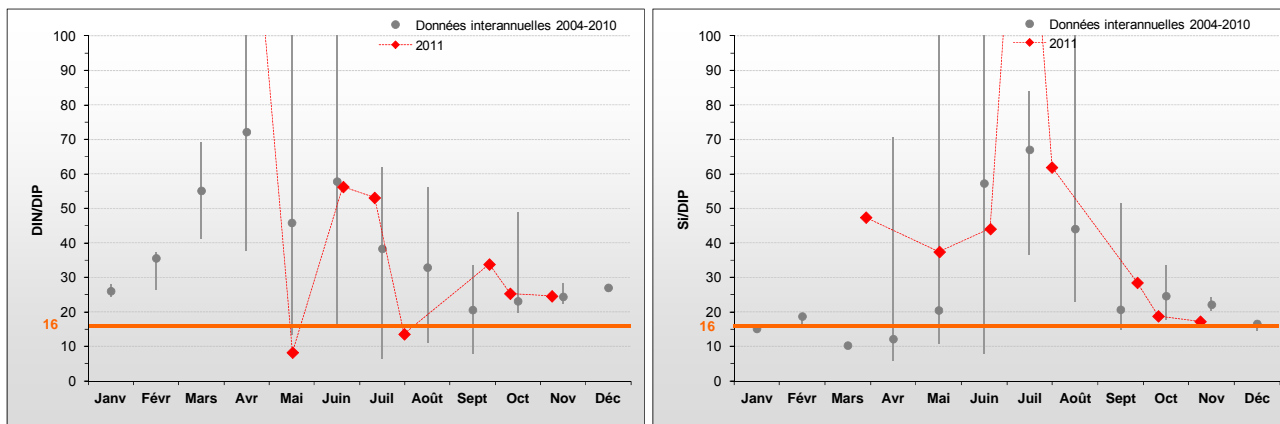


Figure 113 : Évolution des rapports DIN/P et Si/P à Dieppe 1 mille en 2004-2005 et 2008-2011. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2005, 2008-2010 (gris) et résultats 2011 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Dieppe 1 mille »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) à Dieppe, montre qu'en 2011, trois taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, dont deux ont aussi dépassé le seuil de 1 000 000 cellules par litre (Figure 114). La diatomée du genre *Ditylum sp.* (DITY) a été la première à bloomer avec 104 000 cell.L⁻¹ le 30/03. Celle-ci a été suivie par la prymnesiophyceae *Phaeocystis globosa* (PHAE) (2 582 000 cell.L⁻¹) et les diatomées du groupe d'espèces *Pseudo-nitzschia* du groupe des fines (complexe *delicatissima* = *calliantha* + *delicatissima* + *peusodelicatissima*) (PSNZFIN) (2 009 000 cell.L⁻¹) le 18/05. Bien que le nombre de données soient restreints, ce peuplement phytoplanctonique semble représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

HC18

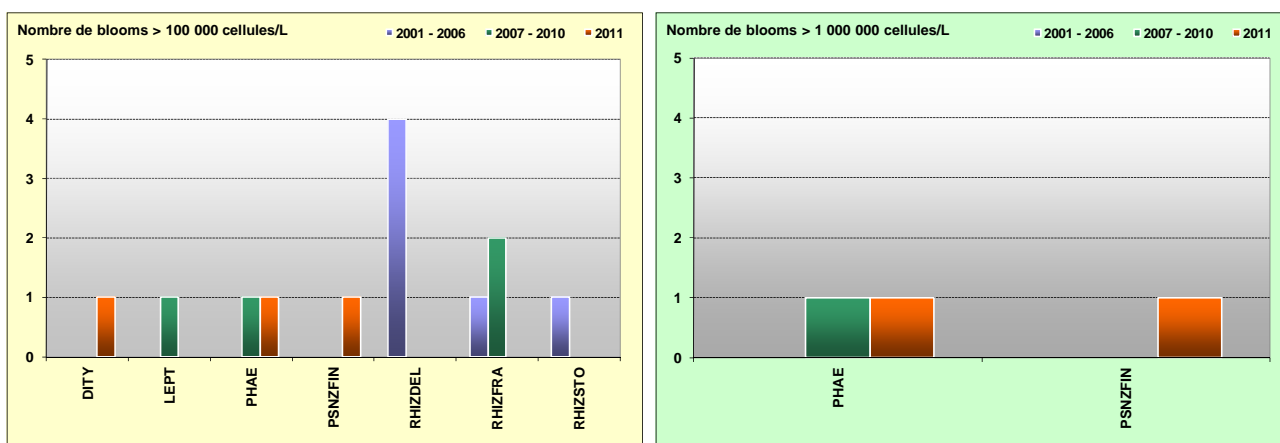


Figure 114 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dieppe 1 mille entre 2001-2005 (n=57), 2008-2010 (n=30) et 2011 (n=9).

Pertinence du suivi au point « Dieppe 1 mille »

Le point « Dieppe 1 mille » est sous l'influence directe de l'Arques et indirecte de l'Yères. Les courants de marée générant un balancement sud-ouest/nord-est du panache de l'Arques et une résiduelle nord/nord-ouest du panache de l'Yères, et le positionnement du point à 1 mille de la côte assurant un taux de dilution des apports pertinent, ce point de suivi est représentatif de la masse d'eau HC18 (Nogues et al., 2008). Ce point fait l'objet d'un contrôle de surveillance DCE.

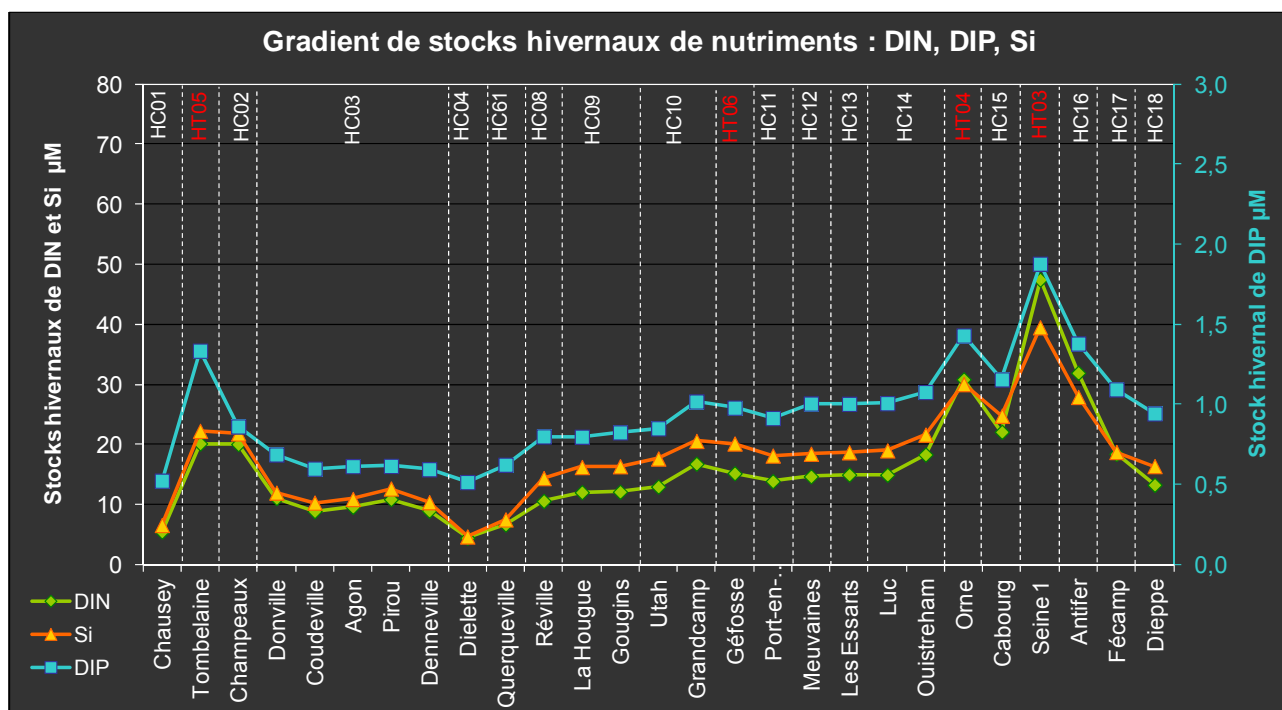
IV. Discussion et Mise à jour des indicateurs DCE

IV.1. Discussion générale

IV.1.1. Cycles et carences potentielles en nutriments

Le RHLN 2011 a permis de continuer le suivi des données sur 12 mois aux 27 points de prélèvement, permettant ainsi d'estimer les stocks hivernaux pour la troisième année consécutive le long du littoral normand, ce qui consolide cette estimation (Figure 115).

La Figure 115 met en évidence le gradient de stocks hivernaux (novembre - février) interannuels de nutriments en azote, phosphore et silicium dans les masses d'eau normandes, et les influences respectives des estuaires (baie du Mont St Michel en HT05, baie des Veys en HT06, estuaire de l'Orne en HT04 et estuaire de la Seine en HT03).



DISC.

Figure 115 : Gradient des stocks hivernaux (novembre-février) interannuels en nutriments sur les points de prélèvement du RHLN. DIN = azote inorganique dissous, DIP = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.

Les résultats montrent l'influence importante des apports de la Seine dans la masse d'eau HT03 qui sont dilués en s'éloignant vers le nord est (HC16, HC17 et HC18) et le sud ouest (HC15 jusqu'à HC08), et de même pour les apports de l'Orne dans la masse d'eau HT04 ceux-ci étant dilués dans HC14 et HC15 (Figure 115).

Comparativement, les apports de la baie des Veys (HT06) semblent être beaucoup plus faibles que ceux de l'Orne (HT04) (Figure 115).

Les apports dans la baie du Mont St Michel (HT05) sont les troisièmes plus importants sur le littoral après la Seine et l'Orne en azote, et sont plus équivalents en phosphate à l'Orne (Figure 115).

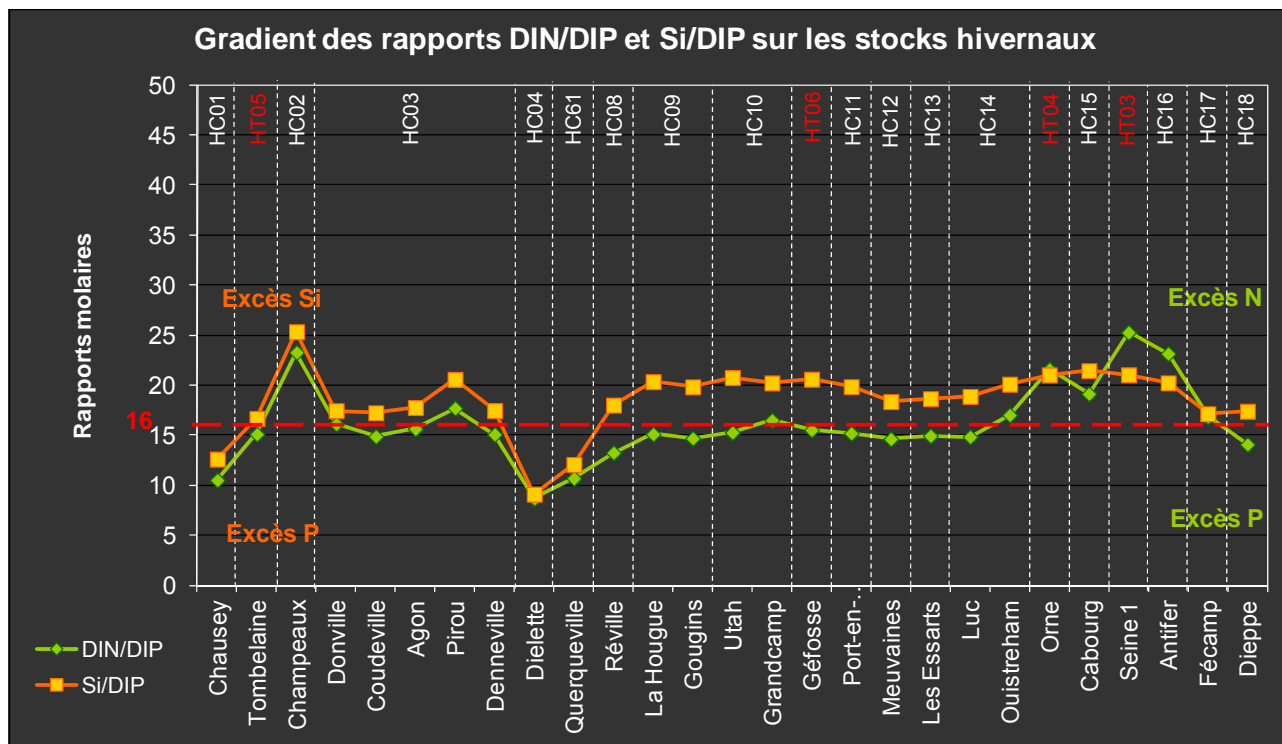


Figure 116 : Gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP des stocks hivernaux (novembre-février) interannuels sur les points de prélèvement du RHLN.
 DIN = azote inorganique dissous, DIP = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.

DISC.

L'étude du gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP interannuels le long du littoral normand confirme ces observations, avec un déséquilibre accentué de ces rapports pour les points « Seine-1 » (HT03), « Estuaire de l'Orne » (HT04), mais pas à « Tombelaine » (HT05) (Figure 116). En outre, ces données suggèrent que la plupart des masses d'eau sont à l'équilibre en azote et phosphore en hiver, hormis à « Chausey » (HC01), « Dielette » (HC04) et « Digue de Querqueville » (HC61) où les rapports DIN/DIP sont inférieurs à la valeur de référence (N/P = 16) de Redfield *et al.* (1963), et à « Champeaux » (HC02), « Cabourg » (HC15) et « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16) où l'azote serait en léger excès. Les rapports de nutriments étant légèrement variables autour de ces valeurs de référence, la Figure 116 ne semble pas montrer de déséquilibre important entre le silicium et le phosphore sur les points suivis, le plus important étant relevé au point « Champeaux » (HC02) où le silicium paraît en excès relatif par rapport au phosphore, et à « Dielette » (HC04) et « Digue de Querqueville » (HC61) où l'inverse est observé.

Dans un cycle biogéochimique dit « classique », les stocks hivernaux sont consommés par le phytoplancton au printemps lorsque l'ensoleillement devient suffisant, et la concentration en nutriments reste faible jusqu'à l'automne (*cf.* Annexe 2). De façon à appréhender la potentielle carence en nutriments pendant la période estivale qui pourrait limiter le développement du phytoplancton, le gradient des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur les stocks estivaux (juillet – août) interannuels est présenté dans la Figure 117.

L'étude de ce gradient montre que 16 points de surveillance sur 27 présentent typiquement un faible rapport DIN/DIP estival (< 5), notamment sur la côte Ouest (HC01, HT05, HC03 et HC04) et sur la côte Est (HC08 à HT06), et dans une moindre mesure dans les masses d'eau HC61, HC13, HC14 et HC15. Sur les points des masses d'eau HC02, HT04, HT03, HC16, HC17 et HC18, le rapport DIN/DIP estival est globalement plus proche de l'équilibre (Figure 117), alors que l'étude des stocks hivernaux suggérait un excès d'azote hormis pour HC17 et HC18 (Figure 116). Enfin, certaines masses d'eau présentent un déséquilibre en phosphore vis-à-vis du silicium (Figure 117).

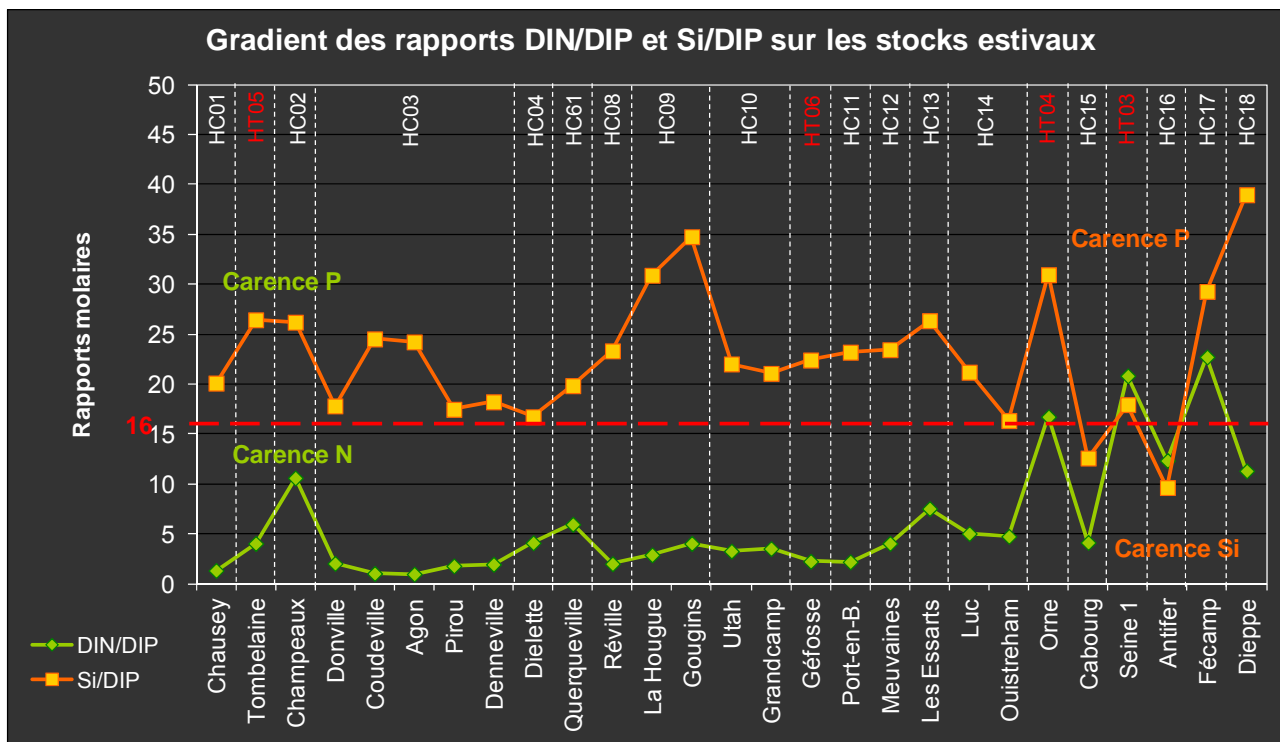


Figure 117 : Gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP des stocks estivaux (juillet-août) interannuels sur les points de prélèvement du RHLN.
 DIN = azote inorganique dissous, DIP = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.

De façon générale, la moyenne annuelle 2011 des concentrations en chlorophylle-a dans les masses d'eau normandes surveillées a été inférieure en 2011 ($2,2 \mu\text{g.L}^{-1}$) qu'en 2010 ($2,5 \mu\text{g.L}^{-1}$).

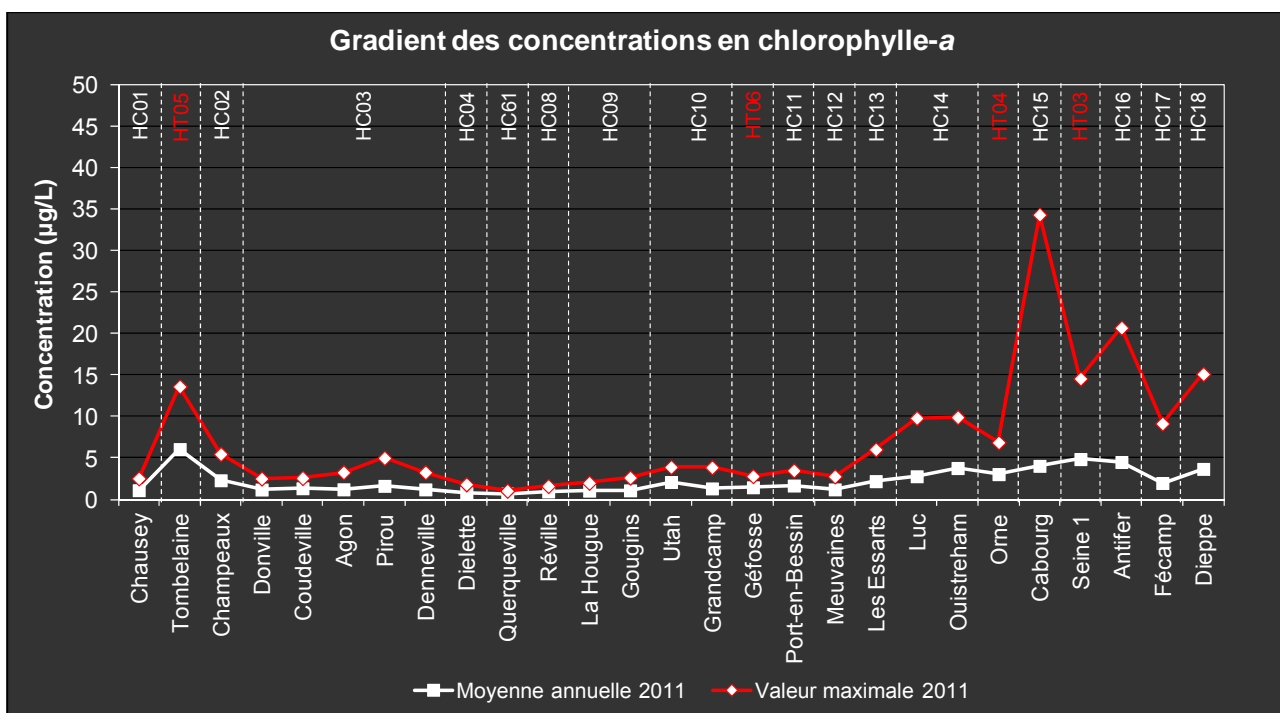


Figure 118 : Gradient des concentrations en chlorophylle-a sur les points de prélèvement du RHLN 2011.
 En blanc = concentrations moyennes en chlorophylle-a ; en rouge = concentration maximale en chlorophylle-a.

L'étude du gradient des concentrations en chlorophylle-a le long du littoral normand fait apparaître plusieurs « régimes » biologiques en 2011 (Figure 118). Les points des masses d'eau de la côte Ouest du Cotentin (HC01, HC03, HC04), du nord Cotentin (HC61), de la côte Est (HC08, HC09, HC10) et du Calvados Ouest (HC11, HC12) ont en commun une moyenne annuelle en chlorophylle-a faible et des maxima annuels inférieurs à $5 \mu\text{g.L}^{-1}$, témoignant d'un régime relativement faiblement productif malgré les pics observés en 2011. Les masses d'eau, dont la moyenne annuelle en chlorophylle-a est modérée avec des maxima annuels allant jusqu'à environ $15 \mu\text{g.L}^{-1}$ (HC02, HC13, HC14, HT04, HT03, HC17, HC18), pourraient être classées dans un groupe de masses d'eau modérément productives. Enfin, trois masses d'eau (HT05, HC15 et HC16) pourraient être classées dans un groupe de masses d'eau fortement productives avec une moyenne annuelle en chlorophylle-a autour de $5 \mu\text{g.L}^{-1}$ et des maxima annuels généralement supérieurs à $15 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figure 118).

IV.1.2. Evolution des flores phytoplanctoniques

Du point de vue des blooms phytoplanctoniques, le nombre d'occurrence est inférieur pour les deux seuils ($> 100\,000$ cellules par litre et $> 1\,000\,000$ cellules par litre) en 2011 par rapport à 2010.

DISC.

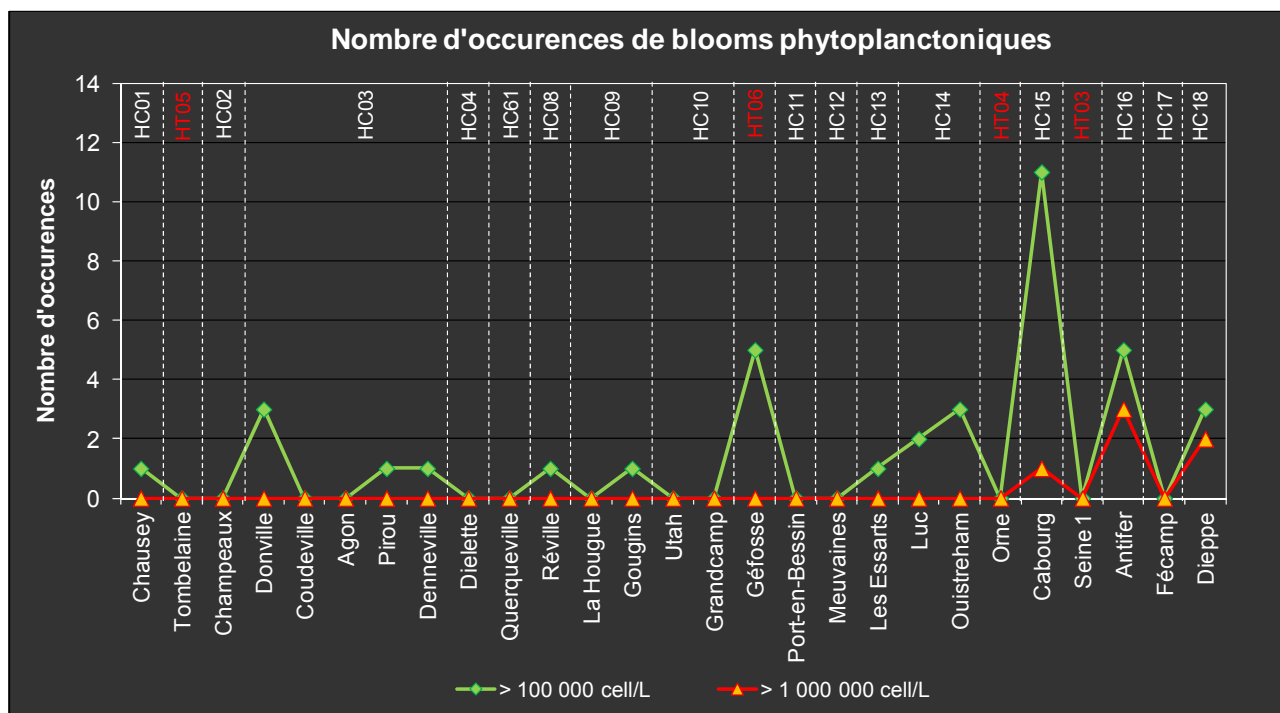


Figure 119 : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN 2011. Dans la limite du 1^{er} prélèvement du mois pour homogénéiser le biais dû aux fréquences de prélèvement plus fortes sur certains points.

L'étude du gradient du nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques le long du littoral normand confirme les observations des années précédentes, avec une concentration de ces blooms autour de Donville (HC03), de Géfosse (HT06), de l'embouchure de l'Orne (HC14) et particulièrement à Cabourg (HC15), et autour d'Antifer (HC16) (Figure 119, Figure 120 et Figure 121). L'observation de ces blooms à Donville et Géfosse peut paraître surprenant compte tenu du fait le régime paraissait faiblement productif en 2011 (Figure 118). Ce décalage entre les mesures de chlorophylle-a et le dénombrement des espèces phytoplanctoniques pourrait s'expliquer par le fait que la teneur en chlorophylle-a varie en fonction de la taille des cellules des espèces présentes et de leur état physiologique.

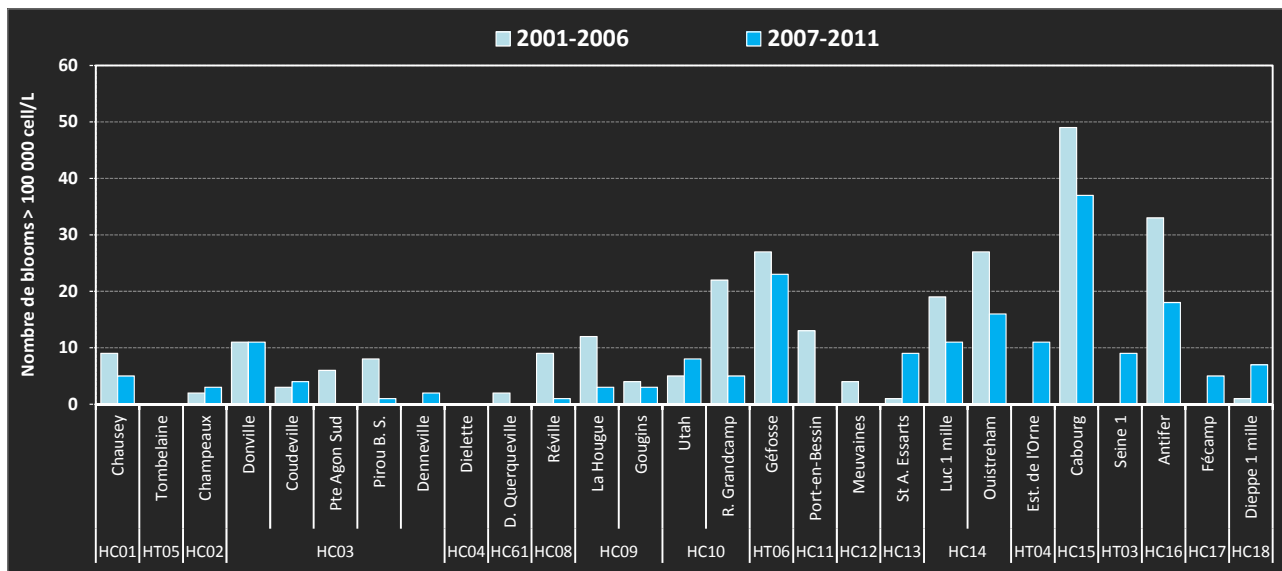


Figure 120 : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques supérieurs au seuil de 100 000 cellules par litre aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN sur les périodes 2001-2006 et 2007-2011. Dans la limite du 1^{er} prélèvement du mois pour homogénéiser le biais dû aux fréquences de prélèvement plus fortes sur certains points.

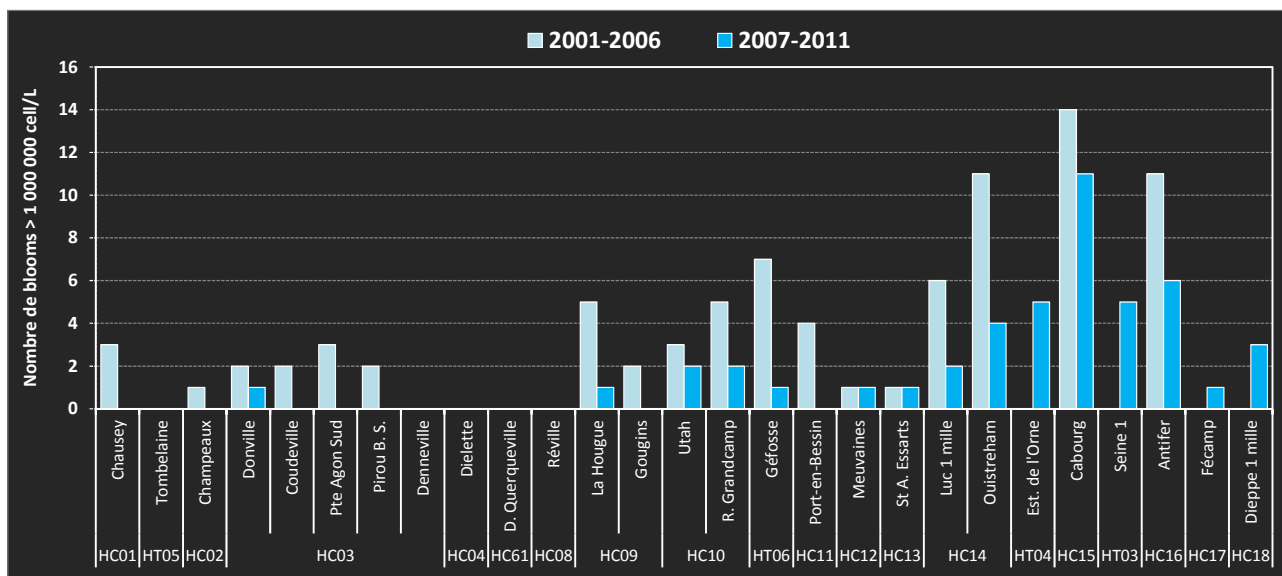


Figure 121 : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques supérieurs au seuil de 1 000 000 cellules par litre aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN sur les périodes 2001-2006 et 2007-2011. Dans la limite du 1^{er} prélèvement du mois pour homogénéiser le biais dû aux fréquences de prélèvement plus fortes sur certains points.

Les Figure 120 et Figure 121 doivent être interprétées avec prudence car certains points n'ont été intégrés à la stratégie de suivi que récemment. Toutefois, le nombre de blooms semble avoir diminué au cours du temps, pour la plupart des stations. Cette tendance devra être confirmée sur la période 2007-2012, où le nombre d'années sera identique à la période 2001-2006.

DISC.

L'étude des taxons dont la concentration a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre et ceux ayant dépassé le seuil de 1 000 000 cellules par litre confirme la dominance du genre *Chaetoceros* sp. dans les masses d'eau normandes que ce soit en 2011 ou pendant les périodes 2001-2006 et 2007-2011 (Figure 122 et Figure 123). Celle-ci est tantôt identifiée au niveau du genre (CHAE), tantôt au niveau de l'espèce ou groupe d'espèces (CHAECUR, CHAEDID, CHAESOC), qui s'ajoutent donc au dénombrement total de l'espèce qui est donc de 17 blooms > 100 000 cellules par litre et de 4 blooms > 1 000 000 cellules par litre en 2011. Aussi, il est difficile de savoir la proportion de l'espèce CHAESOC qui aurait été dénombrée et identifiée seulement au niveau du genre (CHAE) ce qui implique que le dénombrement de CHAESOC pourrait être sous-estimé.

L'espèce CHAESOC (*Chaetoceros socialis*) est une diatomée emblématique des systèmes estuariens et témoigne donc de l'influence des apports des cours d'eau avoisinant, et peut être présente de la fin du printemps à la fin de l'été. Cette espèce est classée parmi les espèces nuisibles⁷ identifiées dans la Directive Cadre sur l'Eau, car celle-ci peut provoquer des « eaux colorées » de couleur brun – rouge lorsque sa concentration est très importante.

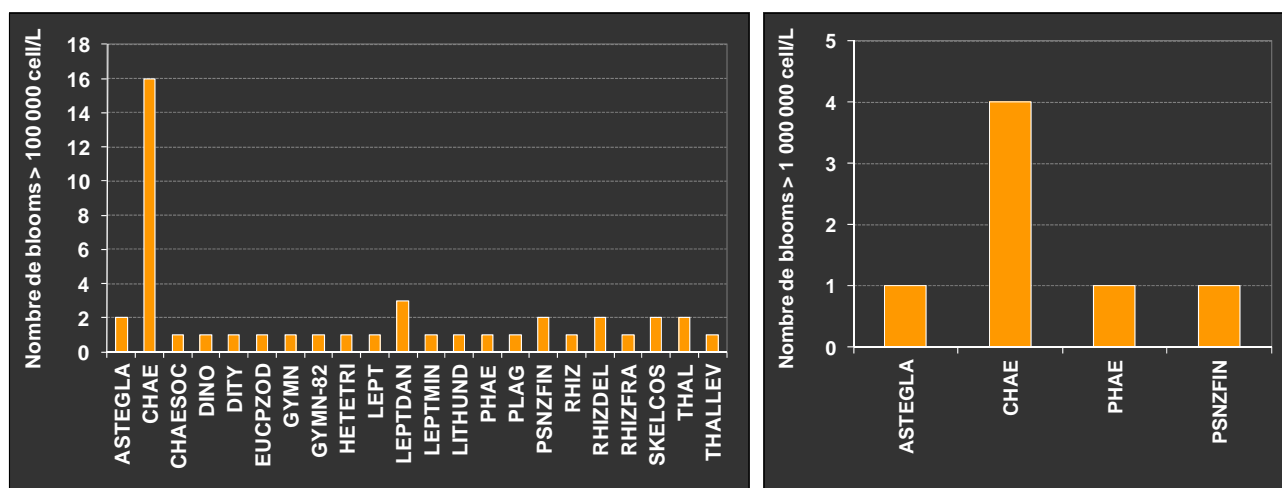


Figure 122 : Nombre d'observation des espèces ayant présenté un bloom > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand en 2011.

DISC.

De même, les genres ou taxons GONY (*Gonyaulax* spp.), GYMN-82 (*Gymnodinium* 'sp.1982'), GYMNSPL (*Gymnodinium splendens*), PHAE (*Phaeocystis* spp.), PROR (*Prorocentrum* spp.), SCRI (*Scrippsiella* + *Peridinium trochoïdeum* + *Enciculifera* + *Pentaphars*) et SKELCOS (*Skeletonema costatum*) qui ont, pour certains, présenté des blooms > 100 000 cellules par litre en 2011 (Figure 122), sont classés parmi les espèces nuisibles et caractéristiques de l'eutrophisation selon la Directive Cadre sur l'Eau.

Au total, en ne prenant en compte que les premiers prélèvements mensuels, 287 dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre dont 84 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre ont été comptabilisés lors de la période 2001-2006 (6 années), contre 203 dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre dont 47 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre lors de la période 2007-2011 (5 années) (Figure 123).

⁷ Les espèces nuisibles sont des espèces phytoplanctoniques dangereuses pour les organismes marins dont les modes d'action sont de trois types :

- ❖ Privation d'oxygène : la prolifération rapide, suivie de la mortalité et de la décomposition massive de la population phytoplanctonique conduit à une hypoxie voire une anoxie du milieu ;
- ❖ Lésions mécaniques des branchies, accompagnées d'une hypersécrétion de mucus, provoquant des troubles respiratoires ;
- ❖ Effets toxiques par les toxines produits par certaines espèces (neurotoxines, hépatotoxines, hémolysines, cytotoxines ou ichthyotoxines).

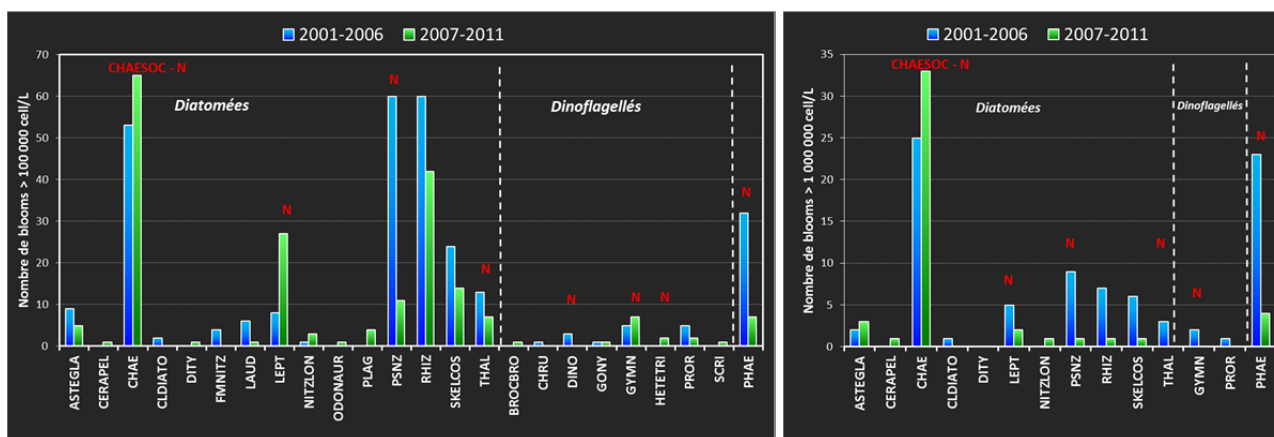


Figure 123 : Nombre d'observations des espèces ayant présenté un bloom > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand entre 2001-2006, et 2007-2011.
N = espèces ou genre de phytoplancton classé comme nuisible par la DCE. Dans la limite du 1^{er} prélèvement du mois pour homogénéiser le biais dû aux fréquences de prélèvement plus fortes sur certains points.

Si l'on tient compte de l'ensemble des prélèvements réalisés, on dénombre 752 dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre dont 221 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre lors de la période 2001-2006 (taxon CLCRYPT exclu), contre 420 dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre dont 97 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre sur la période 2007-2011 (taxon CLCRYPT exclu).

Au total, entre 2001 et 2006, 42 % des blooms (hors CHAE) > 100 000 cellules par litre sont dus à des espèces classées comme nuisibles ; sur la période 2007 – 2011, ce taux est à 30 %. Pour ce qui est des blooms > 1 000 000 cellules par litre, 52 % d'entre eux étaient dus à des espèces classées comme nuisibles entre 2001 et 2006, et 15 % entre 2007 et 2011 (Figure 123). Le nombre de blooms et la part des taxons nuisibles dans ces blooms semblent avoir diminué au cours du temps, mais une réelle comparaison de deux périodes sera possible en 2012, sur la base d'un nombre égal d'années entre les deux périodes.

IV.1.3. Bilan du suivi RHLN 2011

Le Tableau 4 propose une synthèse des principaux facteurs physiques, chimiques et biologiques, caractéristiques des cycles se déroulant au sein des masses d'eau normandes, et permettant d'en évaluer les niveaux de dystrophie.

Ainsi, sur chaque point de suivi, l'influence des apports terrigènes est présentée au travers de l'amplitude des dessalures et la moyenne en turbidité, qui sont globalement légèrement supérieures en 2011 par rapport à 2010.

De plus, les teneurs maximales en chlorophylle-a sont souvent inférieures en 2011 sur plus des trois quart des points, et la moyenne annuelle suit de près cette tendance, révélant une productivité primaire annuelle moindre en 2011 par rapport à 2010.

Les valeurs minimales de concentration en oxygène dissous au fond montrent que près de la moitié des points ont présenté un minimum supérieur ou égal à 90 % de saturation, l'autre moitié ayant présenté un minimum entre 80 % et 90 %. Seul le point « Tombelaine » (HT05) s'est démarqué avec un minimum à 68 % en 2011.

Les stocks hivernaux en nitrate+nitrite, en ammonium, et en silicate étaient globalement supérieurs à ceux de 2010 sur plus de la moitié des points. Seul le phosphate a montré des stocks hivernaux inférieurs à ceux de 2010 sur la majorité des points. Les minima annuels en nutriments permettent de visualiser le niveau de consommation estival des nutriments pouvant donner lieu aux carences potentielles indiquées ainsi que le nutriment vraisemblablement responsable de la limitation potentielle de la production primaire.

Enfin, le Tableau 4 de synthèse précise la nature des peuplements phytoplanctoniques rencontrés, et si les cycles de la masse d'eau (ou du point de suivi) sont de type « classique », « perturbé » ou « atypique » (cf. Annexe 2).

Tableau 4 : Synthèse des paramètres descripteurs des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des masses d'eau normandes en 2011.

Masse d'eau	Point de suivi	Cours d'eau influençants	Importance des dessalures (amplitude max)	Turbidité (moyenne)	Chlorophylle-a annuelle (µg/L max.)	Oxygène dissous % sat. (minimum)	Nutriments en µM			Risque de carence en nutriment (a)	Nutriment en carence potentielle (a)	Type de cycle	Type de flores (b) (phytoplankton)	Niveau de dystrophie (c)	
							Nitrate + Nitrite	Phosphate	Silicate						
HC01	Chausey	---	Très faible (< 1)	2 FNU	2,5 / 1,1	95%	0,1 / 11,0	0,06 / 0,50	0,4 / 5,5	0,10 / 0,30	++	N	Classique	EOM	Très faible
HT05	Tombelaine	Couesnon/Sée/Sélune	Modérée (2,5)	55 FNU	13,6 / 6,1	68%	0,5 / 41,8	0,20 / 1,37	3,9 / 23,7	0,10 / 3,21	-		Atypique	BE	Très faible
HC02	Champeaux	Couesnon/Sée/Sélune	Modérée (3)	8 FNU	5,5 / 2,3	90%	0,1 / 26,9	0,05 / 0,82	1,1 / 14,9	0,10 / 1,00	-		Atypique	IME	Très faible
HC03	Donville	Bosq	Très faible (< 1)	2,5 FNU	2,5 / 1,2	94%	0,1 / 23,7	0,05 / 0,65	0,6 / 13,0	0,10 / 0,77	++	N	Atypique	IME	Très faible
	Coudeville 1 mille	---	Faible (1,5)	3 FNU	2,6 / 1,3	95%	0,1 / 24,9	0,05 / 0,63	0,9 / 13,3	0,10 / 0,91	++	N	Atypique	EOM	Très faible
	Pointe Agon Sud	Sienna	Faible (1,5)	4 FNU	3,3 / 1,2	92%	0,1 / 25,6	0,05 / 0,59	1,1 / 13,1	0,10 / 1,09	++	N	Atypique	EOM	Très faible
	Pirou Bergerie Sud	Ay	Faible (1)	8 NTU	5,0 / 1,6	94%	0,1 / 23,3	0,03 / 0,56	0,8 / 11,6	0,01 / 0,86	++	N	Atypique	EOM	Très faible
HT04	Denneville	Ay	Faible (1)	7 NTU	3,3 / 1,2	94%	0,1 / 16,7	0,05 / 0,54	0,5 / 8,6	0,03 / 0,71	++	N	Atypique	EOM	Très faible
	Dielette	---	Très faible (< 1)	1 FNU	1,8 / 0,8	92%	0,3 / 11,0	0,05 / 0,52	0,6 / 5,1	0,10 / 0,30	-		Classique	EOM	Très faible
HC04	Barneville	---	Très faible (< 1)	-	4,3 / 1,6	94%	0,1 / 11,5	0,05 / 0,54	0,6 / 5,5	0,10 / 0,30	+	N	Classique	EOM	Très faible
HC05	Jobourg	---	Très faible (< 1)	-	1,3 / 0,8	95%	0,7 / 8,4	0,07 / 0,43	0,7 / 8,6	0,18 / 0,34	-		Classique	EOM	Très faible
	Digue de Querqueville	Lucas / Dielette	Modérée (3)	1,5 FNU	1,0 / 0,7	90%	2,1 / 15,6	0,12 / 0,63	1,6 / 8,3	0,37 / 0,78	-		Atypique	BE	Très faible
HC08	Révillon 1 mille	Saire	Modérée (2)	2 FNU	1,6 / 1,0	88%	0,2 / ND	0,07 / ND	1,7 / ND	0,19 / ND	+	N	Atypique	EOM	ND
HC09	La Hougue	Saire	Faible (1)	2 FNU	2,0 / 1,1	87%	0,1 / 34,7	0,07 / 0,83	2,0 / 19,1	0,10 / 1,31	+	N	Atypique	EOM et IME	Très faible
	Gougins	Taute/Vire/Aure/Douve	Modérée (2)	2 FNU	2,6 / 1,1	89%	0,1 / 34,3	0,07 / 0,84	1,0 / 18,9	0,10 / 1,24	+	N	Atypique	EOM et IME	Très faible
HC10	Utah	Taute/Vire/Aure/Douve	Faible (1,5)	2 FNU	3,9 / 2,1	89%	0,1 / 34,4	0,08 / 0,84	0,5 / 18,8	0,10 / 1,10	++	N	Atypique	EOM et IME	Très faible
	Roches de Grandcamp	---	Faible (1,5)	2 FNU	3,9 / 1,3	86%	0,1 / 45,5	0,05 / 0,89	1,3 / 24,3	0,10 / 1,53	+	N	Atypique	MEC	Faible
HT06	Géfosse	Taute/Vire/Aure/Douve	Modérée (2)	1,5 FNU	2,8 / 1,5	86%	0,2 / 34,9	0,06 / 0,85	1,2 / 19,3	0,10 / 1,22	+	N	Atypique	BE	Très faible
HC11	Port-en-Bessin 1 mille	---	Faible (1)	3 FNU	3,5 / 1,7	87%	0,1 / 38,2	0,05 / 0,94	1,3 / 20,8	0,10 / 1,35	+	N	Atypique	EOM et IME	Très faible
HC12	Asnelles-Meuvoines	---	Modérée (2)	5,5 FNU	2,8 / 1,2	86%	0,2 / 36,3	0,06 / 1,00	2,1 / 20,5	0,22 / 1,47	-		Atypique	EOM et IME	Très faible
HC13	St Aubin Les Essarts	---	Très faible (< 1)	3 FNU	6,0 / 2,2	84%	0,1 / 36,2	0,05 / 0,94	0,3 / 20,0	0,10 / 1,13	-		Atypique	EOM et IME	Très faible
HC14	Luc-sur-mer 1 mille	Ome	Modérée (2)	2 FNU	9,8 / 2,8	88%	0,1 / 35,7	0,05 / 0,92	0,2 / 20,6	0,10 / 1,01	-		Perturbé	BE	Très faible
	Ouistreham 1 mille	---	Modérée (3)	3,5 FNU	9,9 / 3,8	87%	0,1 / 39,5	0,06 / 0,96	0,2 / 21,3	0,10 / 1,47	+	N	Perturbé	BE	Très faible
HT04	Estaire de l'Orne	Ome	Très faible (< 1)	7 FNU	6,9 / 3,0	83%	1,9 / 57,3	0,10 / 1,04	1,6 / 27,4	0,10 / 2,06	-		Perturbé	BE	Modéré
HC15	Cabourg	Dives/Seine	Très faible (< 1)	3 FNU	34,3 / 4,0	86%	0,2 / 40,9	0,09 / 0,95	0,2 / 22,5	0,10 / 1,66	+	N	Perturbé	BE	Très faible
HT03	Seine-1	Seine	Modérée (3,5)	7 FNU	14,6 / 4,9	95%	3,7 / 113,0	0,13 / 1,32	1,4 / 48,4	0,30 / 4,99	-		Perturbé	BE	Modéré
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	Seine	Fort (7)	2 FNU	20,7 / 4,5	92%	1,4 / 91,4	0,09 / 1,20	0,3 / 38,4	0,15 / 3,96	-		Perturbé	BE	Modéré
HC17	Fécamp 1 mille	Vaimont/Durdent	Modérée (2)	3 FNU	9,1 / 2,0	90%	4,5 / 44,8	0,05 / 1,01	0,4 / 20,2	0,25 / 2,23	+	P	Atypique	EOM	Faible
HC18	Dièppe 1 mille	Arques/Eauine/Varenne	Modérée (2)	8 FNU	15,1 / 3,7	99%	0,9 / ND	0,05 / ND	2,4 / ND	0,15 / ND	+	P	Atypique	EOM	ND

Légende (a) Limitation potentielle d'un nutriment en été : ++ : carence vraisemblable N: Azote + : carence potentielle P: Phosphore - : pas de carence (b) Flores caractéristiques des: BE: Baies et Estuaires EOM : Eaux Ouvertes de la Manche IME : Influence Milieux Estuariens MEC : Milieux Estuariens Ouverts (c) Niveau de dystrophie (selon OCDE, 1982) : <47 µM DIN Très faible 47 - 53 µM DIN Faible 53 - 134 µM DIN Modéré ≥ 134 µM/DIN Elevé

En gras Nouveaux résultats
En orange Résultats ayant empiré en 2011
En bleu Résultats s'étant améliorés en 2011
ND Non déterminé



IV.2. Mise à jour des indicateurs DCE

IV.2.1. Principe

En 2010, deux arrêtés ministériels ont été publiés afin de recadrer la surveillance dans le cadre de l'application de la DCE en France. L'arrêté du 25 janvier 2010 *établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement*, permet de redéfinir le programme de surveillance mis en œuvre, notamment au niveau des paramètres et fréquences pour chaque type d'eaux, leur pertinence et les méthodes préconisées. L'arrêté du 25 janvier 2010 *relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement*, définit le mode de classification et le potentiel écologique des eaux, les règles d'agrégation entre paramètres et éléments de qualité de l'état écologique, et entre autre les indicateurs et valeurs seuils de l'état écologique des eaux littorales et le mode de calcul de l'indice de confiance.

L'état de qualité d'une masse d'eau est donc qualifié à partir de son état écologique et de son état chimique. L'état chimique est déterminé dans le cadre de réseaux de surveillance dédiés et ne fait donc pas l'objet du présent rapport. Dans ce deuxième arrêté, le mode de classification de l'état écologique des masses d'eau est représenté selon le schéma de la Figure 124. L'état écologique est donc défini à partir des éléments de qualité biologique, des conditions physico-chimiques, et des conditions hydromorphologiques.

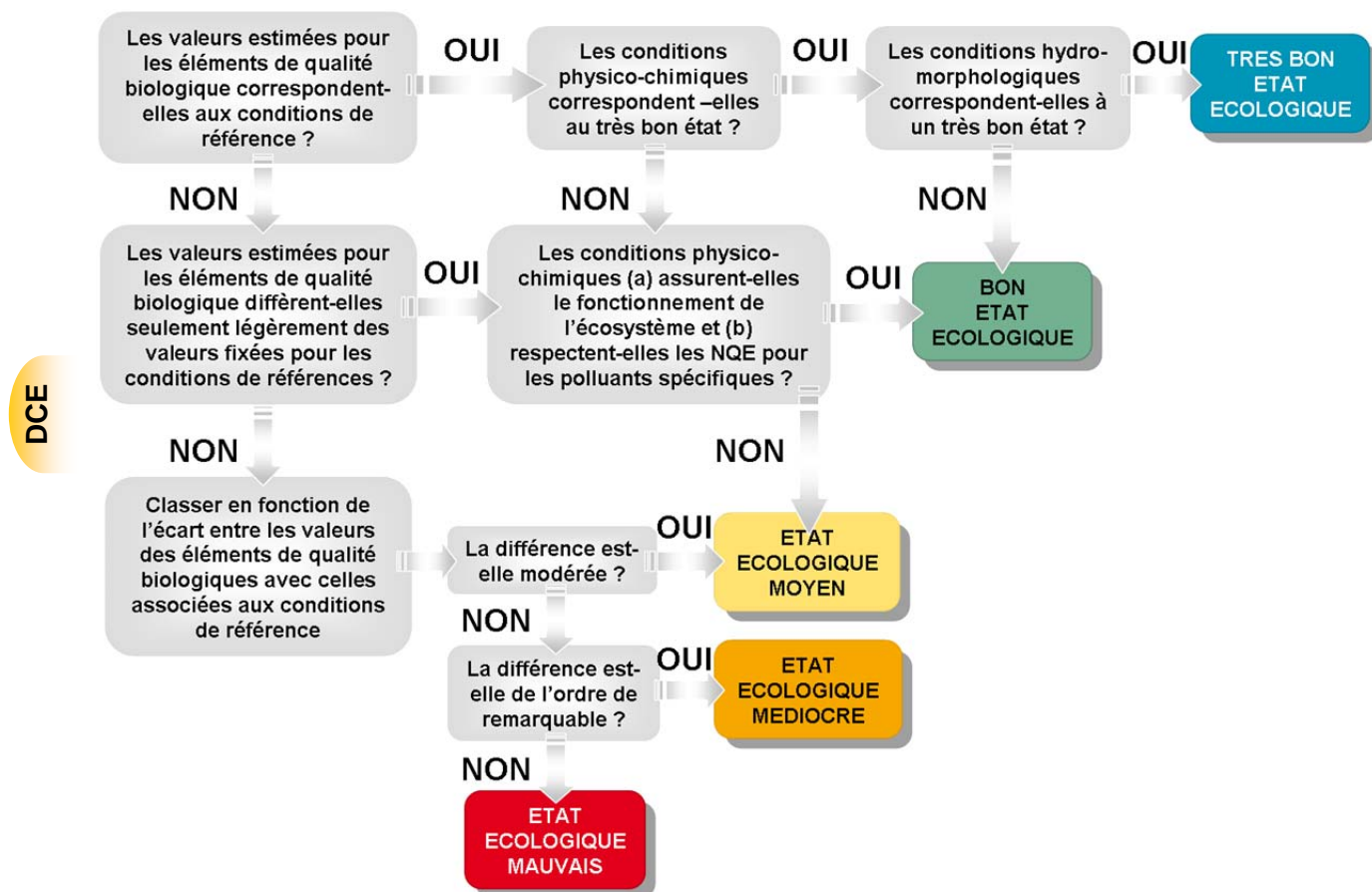


Figure 124 : Schéma de classification de l'état écologique des masses d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010.

Les indicateurs définis dans l'arrêté du 25 janvier 2010 pour l'état écologique et l'état chimique des eaux littorales sont présentés dans le Tableau 5.

Tableau 5 : Eléments de qualité permettant de qualifier l'état écologique et l'état chimique selon l'arrêté du 25 janvier 2010. MEC = Masses d'eau côtières, MET = Masses d'eau de transition.

Eléments de qualité	Indices	Masses d'eau	Réseaux de surveillance
ETAT ECOLOGIQUE			
Eléments de qualité biologiques			
Phytoplancton	Biomasse	MEC & MET non turbides	RHLN
	Abondance	MEC	RHLN
	Composition	MEC	RHLN
Invertébrés benthiques	Indice M-AMBI	MEC & MET	REBENT
	Macroalgues intertidales et subtidales	MEC & MET	REBENT
Autre flore aquatique	Bloom de macroalgues vertes	MEC & MET	REBENT
	Angiospermes	MEC & MET	REBENT
Poissons	Indice ELFI	MET	AESN
Eléments de qualité physico-chimiques généraux			
Oxygène dissous	Oxygène dissous au fond	MEC & MET	RHLN
Température	En cours de définition	MEC	RHLN
Salinité	Non pertinent		
Transparence	En cours de définition	MEC	RHLN
Nutriments	Indice NID et en cours de définition	MEC	RHLN
Polluants spécifiques	Non défini		
Elément de qualité hydromorphologie		MEC	AESN
ETAT CHIMIQUE			
Métaux lourds	NQE-MA et éventuellement NQE-CMA	MEC & MET	DCE/chimie
Pesticides	NQE-MA et éventuellement NQE-CMA	MEC & MET	DCE/chimie
Polluants industriels	NQE-MA et éventuellement NQE-CMA	MEC & MET	DCE/chimie
Autres polluants	NQE-MA et éventuellement NQE-CMA	MEC & MET	DCE/chimie

Dans le cadre de ce rapport, les indicateurs suivants sont donc traités :

ELEMENT DE QUALITE « PHYTOPLANCTON » :

- **Biomasse** : la métrique retenue est le percentile 90 des premières valeurs de chlorophylle-a (exprimées en $\mu\text{g.L}^{-1}$) obtenues en sub-surface entre les mois de mars et d'octobre (soit 8 mesures par an) pendant 6 années consécutives (Tableau 6). Cette métrique est ensuite transformée en un ratio de qualité écologique (RQE) par comparaison avec la valeur de référence : $3,33 \mu\text{g.L}^{-1}$ en Manche-Atlantique (Tableau 7). Suite à la réunion d'inter-calibration DCE COAST à Chypre du 8 au 10 décembre 2010, le coordinateur du Groupe d'Intercalibration Géographique – Nord-Est Atlantique a proposé que chaque état membre définisse des valeurs seuils et des valeurs de référence pour la Biomasse (métrique = percentile 90 des mesures de chlorophylle-a) pour les masses d'eau de transition (MET). L'Ifremer a donc réalisé une étude, et deux propositions de valeurs seuils et de valeurs de référence de chlorophylle-a (percentile 90) adaptés aux MET ont été formulées (Léopold T. et Belin C., 2011). Actuellement, la valeur de référence retenue pour les MET normandes est de $3,33 \mu\text{g.L}^{-1}$, et les valeurs seuils pour les MEC sont de 5 - 10 - 20 - 40 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Afin de prendre en compte les variabilités naturelles inhérentes au système estuarien, la grille des MEC pourrait être majorée de 25 % pour les MET, soit les valeurs seuils : 6,2 - 12,5 - 25 - 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Cet aspect est étudié dans ce rapport.

DCE

- **Abondance** : la métrique retenue est le pourcentage du nombre de blooms d'espèces micro-phytoplanctoniques (taille $\geq 20 \mu\text{m}$) avec dépassement du seuil de $100\,000 \text{ cellules.L}^{-1}$ par rapport au nombre total de dénombrements floristiques (ou "flores") réalisés, sur la base d'un résultat par mois entre janvier et décembre (soit 12 par an) pendant 6 années consécutives (Tableau 6). Si plusieurs espèces ont dépassé le seuil dans un même échantillon, une seule est prise en compte. A noter que, bien qu'étant dénombrées au LER/N, les *Cryptophycées* (CLCRYPTO) n'ont pas été retenues pour le calcul de cet indicateur, car faisant partie du nano-phytoplancton (taille $5 - 20 \mu\text{m}$). Cette métrique est aussi ensuite transformée en un ratio de qualité écologique (RQE) par comparaison avec la valeur de référence : 16,7 % en Manche Atlantique (Tableau 7).
- **Composition taxonomique** : dans un premier temps, la métrique retenue était le pourcentage du nombre de blooms d'espèces nuisibles avec dépassement du seuil de 1 million de cellules.L⁻¹ entre janvier et décembre (soit 12 valeurs par an) pendant 6 années consécutives. Cependant, les tests réalisés au niveau français ont remis en cause cet indicateur qui n'est donc pas pour l'instant inter-calibré. Une réflexion est en cours pour un remaniement de cet indicateur. Pour cela, une étude sur l'utilisation du rapport (Dinoflagellés/Diatomées) qui avait été proposé par Daniel A. (2004), est réalisée avec les résultats obtenus jusqu'à maintenant. Le désavantage de cette métrique réside en la nécessité d'avoir des données de flores totales, ce qui n'est actuellement le cas que sur 4 points du littoral normand (« Donville », « Géfosse », « Cabourg », « Antifer Ponton Pétrolier »), plus les données du projet COGEMA (« Barneville » et « Jobourg »).

ELEMENT DE QUALITE « PHYSICO-CHIMIQUES GENERAUX » :

- **Oxygène dissous** : la métrique retenue est le percentile 10 des premières valeurs (exprimées en mg.L⁻¹) obtenues au fond de la colonne d'eau entre les mois de juin et d'octobre (soit 4 valeurs par an) pendant 6 années consécutives (Tableau 6). Cette métrique est aussi ensuite transformée en un ratio de qualité écologique (RQE) par comparaison avec la valeur de référence : 8,33 mg.L⁻¹ en Manche Atlantique (Tableau 7).
- **Température, salinité, transparence, nutriments** : ces métriques sont actuellement en cours de test avec les données existantes. L'Ifremer travaille sur la définition de ces métriques. Les résultats obtenus sur le littoral normand pour la période 2006-2011 sont discutés dans ce rapport.

Tableau 6 : Grille des indices des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Physico-chimiques généraux » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010). MEC = Masse d'eau côtière, MET = Masse d'eau de transition.

ELEMENT DE QUALITE PHYTOPLANCTON - MEC							
Indices	Métrique	Unité	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Biomasse	Percentile 90 de la chlorophylle-a (mars - octobre)	$\mu\text{g.L}^{-1}$	] 0 - 5 ]	] 5 - 10 ]	] 10 - 20 ]	] 20 - 40 ]	] 40 -
Abondance	Nombre de blooms avec dépassement du seuil de 100 000 cellules.L ⁻¹ (janvier - décembre)	%	] 0 - 20 % ]	] 20 - 39 % ]	] 39 - 70 % ]	] 70 - 90 % ]	] 90 -

ELEMENTS DE QUALITE PHYSICO-CHIMIQUES GENERAUX - MEC et MET							
Indice	Métrique	Unité	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Oxygène dissous	Percentile 10 (juin - septembre)	mg.L ⁻¹	- 5 ]	] 5 - 3 ]	] 3 - 2 ]	] 2 - 1 ]	] 1 -

Tableau 7 : Grille des ratios de qualité écologique (RQE) des indicateurs des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Physico-chimiques généraux » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010).

ELEMENT DE QUALITE PHYTOPLANCTON - MEC							
Indices	Métrique	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Biomasse	Percentile 90 de la chlorophylle-a (mars - octobre)	3,35 $\mu\text{g/L}$	] 1 - 0,67 ]	] 0,67 - 0,33 ]	] 0,33 - 0,17 ]	] 0,17 - 0,08 ]	] 0,08 - 0]
Abondance	Nombre de blooms avec dépassement du seuil de 100 000 cellules.L ⁻¹ (janvier - décembre)	16,7%	] 1 - 0,84 ]	] 0,84 - 0,43 ]	] 0,43 - 0,24 ]	] 0,24 - 0,19 ]	] 0,19 - 0]

ELEMENTS DE QUALITE PHYSICO-CHIMIQUES GENERAUX - MEC et MET							
Indice	Métrique	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Oxygène dissous	Percentile 10 (juin - septembre)	8,33 mg/L	] 1 - 0,6 ]	] 0,6 - 0,36 ]	] 0,36 - 0,24 ]	] 0,24 - 0,12 ]	] 0,12 - 0]

Synthèses des différents indicateurs présentés :

Le RHLN (et COGEMA) permettant d'obtenir généralement plus d'un résultat par mois, les résultats sont dans un premier temps présentés annuellement pour tous les points historiques du réseau et pour chaque indicateur, en prenant uniquement la première valeur des mois considérés, conformément à la méthode d'évaluation définie pour la DCE. Les résultats des points historiques du RHLN non réactualisés en 2011 n'ont pas été pris en compte dans les synthèses, afin de ne pas biaiser les évaluations.

Afin de comparer les classements obtenus en prenant différentes quantités de données du réseau, une synthèse est présentée par masse d'eau sur la période 2006-2011, selon les cas suivants :

- (1) Détermination des indicateurs DCE en ne considérant que les points DCE, avec la première donnée du mois (dénommée « DCE stricte ») ;
- (2) Détermination des indicateurs DCE en considérant tous les points du RHLN y compris en suivi régional et ceux de COGEMA, avec la première donnée du mois (dénommée « Points RHLN ») ;
- (3) Détermination des indicateurs DCE en considérant tous les points du RHLN et de COGEMA, avec toutes les données acquises dans les mois considérés (dénommée « Tout RHLN »).

Ces comparaisons permettront de mettre en évidence les masses d'eau où le mode de calcul des indicateurs DCE tel que défini actuellement aura une influence sur leur classement de qualité.

De plus, l'arrêté du 25 janvier 2010 définit les règles d'agrégation des paramètres pour un même élément de qualité, et des résultats de plusieurs points d'une même masse d'eau. Les différentes méthodes d'agrégation sont testées dans ce rapport.

En outre, la modification de grille pour l'indice biomasse pour les MET est testée et discutée en vue de sa possible application pour le prochain plan de gestion DCE.

Enfin, certaines masses d'eau n'étant pas sélectionnées pour le contrôle de surveillance DCE, des extrapolations sont cependant envisageables, et sont donc présentées et discutées.

L'évolution des indicateurs est présentée par périodes de 6 années « glissantes » par point et par masse d'eau, en comparant ici la période 2006-2011 à la période 2005-2010 pour la synthèse « DCE stricte ». Cette façon de procéder permet à la fois d'étudier l'intégration des différents indicateurs pour définir un élément de qualité biologique et des différents éléments biologiques pour définir l'évaluation de l'état écologique, et de suivre l'évolution des indicateurs dans le temps, notamment en réaction aux programmes de mesures mis en œuvre.

La synthèse finale proposée reprend les éléments définis pour la mise à jour de l'Etat des lieux courant 2013. Une première étude des tendances est présentée.

IV.2.2. Bilan annuel par points des indicateurs

IV.2.2.1. Indice Biomasse

Le Tableau 8 présente les résultats du calcul de la métrique du percentile 90 pour tous les points du RHLN (actifs DCE, régionaux, et COGEMA) déterminés à partir de la première donnée mensuelle de concentration en chlorophylle-a entre les mois de mars à octobre, pour chaque année de 2001 à 2011. Les masses d'eau HT03 et HT05 étant considérées comme « Turbides », l'élément de qualité « Phytoplancton », et donc l'Indice Biomasse n'y est pas pertinent à évaluer.

Tableau 8 : Détermination des valeurs de l'indice chlorophylle-a (percentile 90) par point de suivi du RHLN (et de COGEMA) de 2001 à 2011 avec la grille des MEC appliquée aux MET.

Indice Biomasse : percentile 90 en chlorophylle-a ($\mu\text{g.L}^{-1}$) (mars à octobre)												
Masse eau	Points	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
HC01	Chausey	4,6	2,8	2,9	1,6	1,7	2,3	1,8	2,5	1,1	2,1	1,8
HT05												
HC02	Champeaux						3,1	4,6	4,2	3,4	5,6	4,2
	Donville	3,0	2,9	2,0	2,3	1,8	2,3	3,8	4,3	2,5	2,5	2,0
	Coudeville 1 mille						2,8	2,8	2,2	2,3	3,2	2,3
HC03	Pointe Agon Sud				1,7	1,0	4,3	2,3	2,7	1,6	3,2	2,7
	Pirou Bergerie Sud	2,3	2,4	3,7	3,0	1,9	4,1	3,5	5,4	4,3	6,0	2,3
	Denneville						1,2	1,9	2,8	2,8	3,7	1,9
HC04	Barneville				3,2	2,0	3,2	2,7	3,3	3,2	1,9	2,9
	Dielette							1,5	1,8	1,8	2,9	1,2
	Jobourg				5,2	1,5	1,5	1,3	1,7	1,8	1,8	1,2
HC05												
HC60												
HC61	Digue de Querqueville					2,0	1,8	2,0	1,9	1,7	1,6	1,0
HC07												
HC08	Réville 1 mille				5,5	8,0	5,5			5,3	4,1	1,5
HC09	La Hougue			4,1	5,4	4,7	5,1	3,0	2,1	4,4	2,6	1,9
	Gougins						7,0	3,2	3,4	7,8	4,0	2,2
HC10	Utah						7,8	7,6	6,2	10,1	3,8	3,8
	Roches de Grandcamp	10,4	8,0	10,4	6,9	7,2	6,7	3,2	4,4	5,6	4,1	2,9
HT06	Géfosse		16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	2,3
HC11	Port-en-Bessin 1 mille				9,3	6,4	9,7			4,4	3,7	3,1
HC12	Asnelles-Meuvoines				4,9	3,9	2,7	4,7	1,9	3,1	4,7	2,3
HC13	St Aubin Les Essarts				3,0	2,7	1,7	7,0	5,6	2,8	4,4	5,5
HC14	Luc 1 mille	4,7	9,8	12,6	8,4	4,8	9,0	9,7	7,6	3,9	8,2	5,1
	Ouistreham 1 mille	28,0	17,3	18,5	13,4	9,9	11,6	11,5	15,5	9,7	10,6	6,7
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	6,2
HC15	Cabourg	41,6	5,4	18,8	7,8	9,0	17,4	15,6	12,3	14,0	9,1	4,9
HT03	Seine 1											
HC16	Antifer Ponton Pétrolier		21,7	9,6	7,9	21,3	17,0	13,0	11,1	27,7	8,0	13,2
HC17	Fécamp 1 mille						3,0	2,3	3,3	10,8	2,6	4,9
HC18	Dieppe 1 mille				2,5	4,8			3,6	4,8	9,4	8,2

DCE

L'étude des résultats obtenus pour l'indice biomasse en 2011 met en évidence une amélioration sensible du classement des points de la côte Ouest du Cotentin (« Champeaux » (HC02), « Pirou Bergerie sud » (HC03)), et un maintien du classement en « Très bon état » des points de la côte Est du Cotentin par rapport à 2010. Sur la côte Calvados, seul le point « St Aubin les Essarts » (HC13) marque une légère dégradation en « bon état », le point « Ouistreham 1 mille » (HC14) s'améliorant au « Bon état », et le point « Cabourg » (HC15) atteignant le « Très bon état » pour la première fois depuis le début de son suivi. Enfin, en Seine-Maritime, les classements des points en 2010 sont confirmés sauf sur « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16) se dégradant en « Etat moyen ».

Au total en 2011, 78 % des points évalués sont en « Très bon état », 19 % sont en « Bon état », et 4 % sont en « Etat moyen » au vu de l'Indice Biomasse, en appliquant la grille des MEC aux MET (Tableau 8).

Suite à la réunion d'inter-calibration DCE COAST à Chypre du 8 au 10 décembre 2010, le coordinateur du Groupe d'Intercalibration Géographique – Nord-Est Atlantique a proposé que chaque état membre définisse des valeurs seuils et des valeurs de référence pour la Biomasse (métrique = percentile 90 des mesures de chlorophylle-a) pour les masses d'eau de transition (MET). L'Ifremer a donc réalisé une étude, et deux propositions de valeurs seuils et de valeurs de référence de chlorophylle-a (percentile 90) adaptés aux MET ont été formulées (Léopold T. et Belin C., 2011). Actuellement, la valeur de référence retenue pour les MET normandes est de $3,33 \mu\text{g.L}^{-1}$, et les valeurs seuils pour les MEC sont de 5 - 10 - 20 - 40 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Afin de prendre en compte les variabilités naturelles inhérentes au système estuarien, deux scénarii ont été proposés pour adapter la grille des MEC (Tableau 9) (Belin C. et Daniel A., 2013). Les masses d'eau HT03 et HT05 étant vraisemblablement classées en masses d'eau turbides (voir Rapport RHLN 2012), cette étude n'est réalisée que sur les masses d'eau HT04 et HT06.

Tableau 9 : Valeur de référence et valeurs seuils proposés dans les différents scénarii d'évaluation de l'indice biomasse pour les masses d'eau de transition et classification obtenue avec ces scénarii.

Tests		Valeur de référence ($\mu\text{g.L}^{-1}$)					Valeurs seuils ($\mu\text{g.L}^{-1}$)				
Masses d'eau côtières		3,33					5	10	20	40	
Scénario 2		3,33					6,2	12,5	25	50	
Scénario 3		3,33					7,5	15	30	60	

Classification : Masses d'eau côtières													
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2006 - 2011
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	6,2	10,8
HT06	Géfosse		16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	2,3	5,6

Classification : Scénario 2													
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2006 - 2011
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	6,2	10,8
HT06	Géfosse		16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	2,3	5,6

Classification : Scénario 3													
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2006 - 2011
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	6,2	10,8
HT06	Géfosse		16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	2,3	5,6

L'étude de ces résultats montre que le classement des masses d'eau HT04 et HT06 s'améliore dès le Scénario 2 par rapport au classement des MEC, en passant de l'« Etat moyen » au « Bon état » pour HT04, et du « Bon état » au « Très bon état » pour HT06 (Tableau 9).

Une comparaison de ces classements est alors réalisée par rapport à celui des masses d'eau côtières adjacentes respectives pour l'indice Biomasse (Tableau 8). Le classement de HT04 entre l'« Etat moyen » (MEC) et le « Bon état » (Scénarii 2 et 3) serait cohérent avec celui de la masse d'eau HC14 en « Bon état » en 2011, et entre le « Bon état » et l'« Etat moyen » sur 2006-2011 selon la station (cf. IV.2.3.1). Le classement de HT06 en « Très bon état » (Scénarii 2 et 3) serait cohérent avec celui de la masse d'eau HC10 en « Très bon état » en 2011, et entre le « Très bon état » et le « Bon état » sur 2006-2011 selon la station (cf. IV.2.3.1).

Bien que cela ne soit pas observé dans le cas des masses d'eau HT04 et HT06, le Scénario 3 aurait probablement tendance à surclasser plus rapidement les masses d'eau. Le classement du Scénario 2 permet de mieux prendre en compte le fait que la biomasse tend à être plus importante dans les eaux moins salines. Le Scénario 2 pourrait donc être adopté pour la classification des MET non turbides dans le prochain plan de gestion DCE faisant suite à la mise à jour de l'Etat des lieux en 2013.

IV.2.2.2. Indice Abondance

Le Tableau 10 présente les résultats de la métrique de l'indice Abondance pour tous les points historiques du RHLN (non-actifs, actifs DCE, régionaux, et COGEMA) déterminés à partir de la première donnée mensuelle entre les mois de janvier à décembre, pour chaque année de 2001 à 2011. Les masses d'eau HT03 et HT05 étant considérées comme « Turbides », l'élément de qualité « Phytoplancton », et donc l'Indice Biomasse n'y est pas pertinent à évaluer.

Tableau 10 : Détermination des valeurs de l'indice d'abondance (blooms > 100 000 cellules/L) par point de suivi du RHLN (et de COGEMA), de 2001 à 2011.

Indice Abondance : % d'échantillons avec un bloom > 100 000 cellules par litre (janvier à décembre)												
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
HC01	Chausey	16,7	16,7	37,5	0,0	0,0	37,5	12,5	16,7	0,0	8,3	9,1
HT05											0,0	0,0
HC02	Champeaux						50,0	25,0	0,0	8,3	0,0	0,0
HC03	Donville	0,0	8,3	16,7	8,3	16,7	33,3	44,4	25,0	25,0	16,7	16,7
	Coudeville 1 mille						22,2	37,5	0,0	8,3	0,0	0,0
	Pointe Agon Sud	16,7	16,7	11,1	0,0	16,7	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pirou Bergerie Sud	20,0	50,0	12,5	14,3	33,3	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0
	Denneville						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HC04	Barneville			55,6	44,4	0,0	11,1	12,5	33,3	28,6	11,1	25,0
	Dielette							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Jobourg			33,3	22,2	12,5	11,1	0,0	0,0	25,0	0,0	22,2
HC05												
HC60												
HC61	Digue de Querqueville					0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HC07												
HC08	Réville				20,0	62,5	25,0		0,0	0,0	0,0	10,0
HC09	La Hougue			10,0	0,0	62,5	37,5	11,1	8,3	8,3	0,0	0,0
	Gougins						25,0	0,0	0,0	18,2	0,0	9,1
HC10	Utah						55,6	44,4	16,7	16,7	0,0	0,0
	Roches de Grandcamp	8,3	16,7	33,3	16,7	50,0	37,5	11,1	16,7	16,7	0,0	0,0
HT06	Géfosse		57,1	44,4	16,7	45,5	41,7	18,2	25,0	50,0	50,0	45,5
HC11	Port-en-Bessin 1 mille				33,3	55,6	42,9			0,0	0,0	0,0
HC12	Asnelles-Meuvoines				0,0	33,3	12,5	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0
HC13	St Aubin Les Essarts			0,0	0,0	10,0	0,0	40,0	16,7	8,3	0,0	8,3
HC14	Luc 1 mille	16,7	30,0	71,4	28,6	20,0	25,0	44,4	16,7	50,0	33,3	8,3
	Ouistreham 1 mille	0,0	14,3	71,4	42,9	50,0	50,0	33,3	16,7	58,3	41,7	16,7
HT04	Estuaire de l'Orne							25,0	16,7	18,2	25,0	0,0
HC15	Cabourg	20,0	40,0	41,7	50,0	50,0	41,7	41,7	33,3	75,0	58,3	41,7
HT03	Seine 1								9,1	22,2	33,3	0,0
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	8,3	25,0	25,0	16,7	41,7	41,7	16,7	25,0	58,3	50,0	16,7
HC17	Fécamp 1 mille						25,0	0,0	0,0	33,3	8,3	0,0
HC18	Dieppe 1 mille	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0			14,3	10,0	18,2	25,0

DCE

L'étude de l'évolution de l'Indice Abondance montre que les stations ont été particulièrement peu touchées par des blooms phytoplanctoniques en 2011 par rapport à 2010, comme définis par la DCE, à quelques exceptions près. Cette amélioration est sensible notamment sur la côte du Calvados dans la masse d'eau HC14 où les deux stations sont en « Très bon état » en 2011, ainsi qu'à « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16) (Tableau 10). Seuls les points « Barneville » et « Jobourg » dans HC04, et « Dieppe 1 mille » (HC18) connaissent une détérioration de la métrique en 2011 par rapport à 2010 en passant au « Bon état ». Les stations « Cabourg » (HC15) et « Géfosse » (HT06) se sont elles maintenues, avec une métrique classée dans l'« Etat moyen » (Tableau 10).

Au total en 2011, 78 % des stations évaluées sont en « Très bon état », 11 % sont en « Bon état », 7 % sont en « Etat moyen » au vue de l'Indice Abondance en 2011 (Tableau 10).

IV.2.2.3. Indice Composition

L'Indice Composition développé au niveau national, basé sur le pourcentage de blooms d'espèces nuisibles dépassant le seuil de 1 000 000 cellules par litre, n'a pas fait l'objet d'inter-calibration européenne. En effet, l'interprétation de cet indice sur un grand nombre de masses d'eau nationales a conduit à le remettre en question, et à relancer la réflexion sur l'élaboration d'autres métriques pour l'indice de composition à tester et à inter-calibrer au niveau européen.

Lors de la première réflexion sur la définition d'indicateurs pour la DCE, trois indices avaient été identifiés pour définir la composition taxonomique du phytoplancton : le rapport (non-diatomées / diatomées), l'indice de Sanders, et le rapport (dinoflagellés / diatomées) (Daniel A., 2004).

Le rapport (non-diatomées/diatomées) n'a pas été jugé pertinent car cet indice met en évidence l'influence des blooms à très forte concentration cellulaire (ex. *Phaeocystis* ou *Prorocentrum*) qui sont retrouvés aussi bien sur la côte Ouest Cotentin qu'en baie de Seine dans les données 2002-2003, et ne permet donc pas de distinguer nettement les différentes masses d'eaux normandes entre elles (Daniel A., 2004).

L'indice de Sanders n'a pas non plus été jugé pertinent car cet indice ne permet pas vraiment de distinguer les niveaux d'eutrophisation car les mêmes dominances taxonomiques apparaissent entre la côte Ouest Cotentin, la baie des Veys, et le Calvados (notamment *Skeletonema costatum*, *Paralia marina* et *Chaetoceros*) entre 2002 et 2003 (Daniel A., 2004).

L'indice basé sur le rapport (dinoflagellés/diatomées) avait été jugé intéressant à étudier, car la présence de dinoflagellés était beaucoup plus importante en été en baie de Seine que sur les côtes du Cotentin. En effet, le logarithme du rapport $[1+(\text{dinoflagellés/diatomées})]$ était relativement stable (entre 0 et 0,01) tout au long de l'année sur la côte Ouest Cotentin et en baie des Veys, alors qu'il pouvait varier brutalement de 0 à 1 en baie de Seine d'après les données 2002-2003 (Daniel A., 2004). Malgré le fait que cette étude ne puisse être réalisée que pour les points de surveillance où des flores totales ont été analysées, la mise à jour de cet indice avec les données acquises depuis 2002, soit sur 10 années, paraît intéressante. Aussi, cette étude ne portera que sur les résultats de lecture de flore pour les points : « Donville » (HC03), « Barneville » et « Jobourg » (HC04), « Géfosse » (HT06), « Cabourg » (HC15), et « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16).

Dans un premier temps, l'étude du logarithme du rapport $[1+(\text{dinoflagellés/diatomées})]$ est réalisée sur chaque point de surveillance à partir de la première donnée mensuelle (Figure 125). Les résultats obtenus confirment les premières observations de 2002-2003. En effet, le logarithme du rapport $[1+(\text{dinoflagellés/diatomées})]$ est relativement stable (entre 0 et 0,15) tout au long de l'année sur les points « Donville » et « Géfosse », les maxima étant observés entre juillet et septembre sur le point « Donville », alors que très peu de dinoflagellés sont observés à « Géfosse » même en été. Par contre, des pics sont observés sur les points « Cabourg » et « Antifer Ponton Pétrolier », variant de 0 à 1,2, principalement entre août et novembre. Des singularités sont cependant observées, comme, par exemple la dominance d'un dinoflagellé en avril 2009, et la persistance des dinoflagellés entre septembre et novembre 2007 sur le point « Cabourg ». Les années 2002, 2007 et 2009 sont donc les plus marquées en termes de dominance des dinoflagellés au point « Cabourg », et les années 2003, 2009 et 2010 au point « Antifer Ponton Pétrolier ». Les observations de l'année 2011 ont compté un faible développement de dinoflagellés sur le littoral normand (Figure 125).

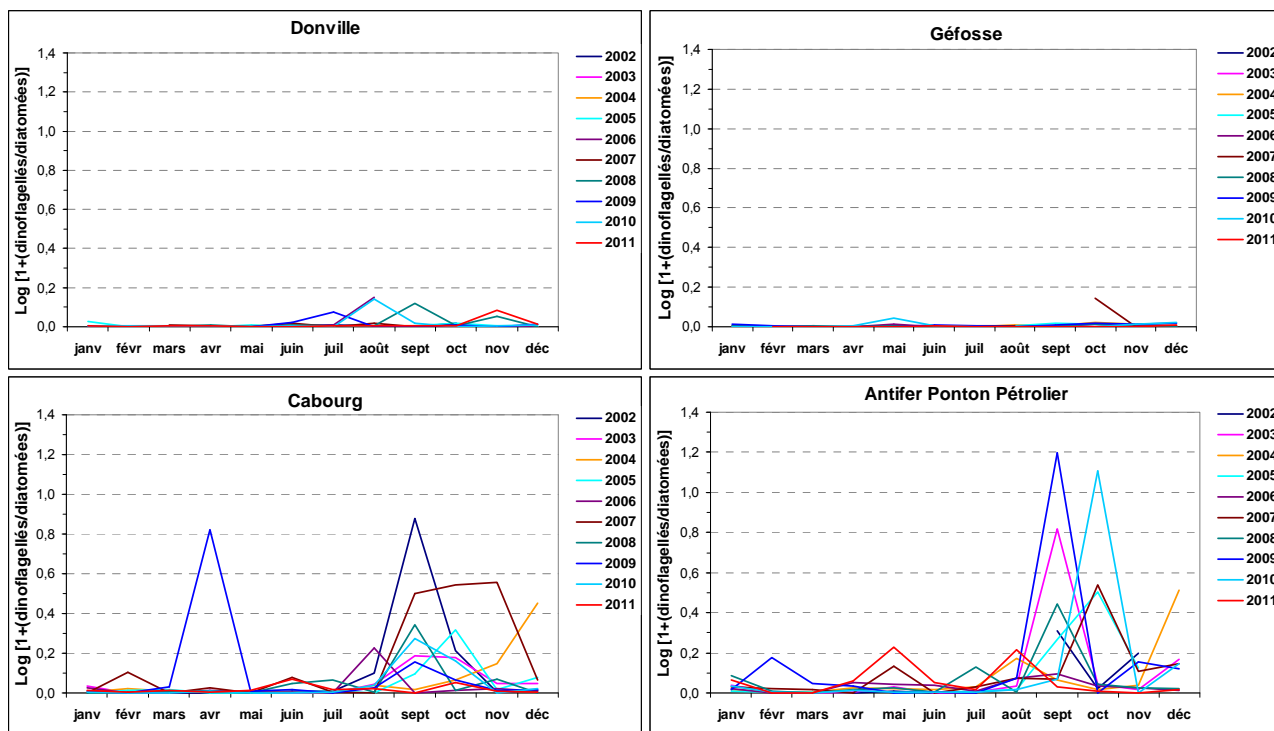


Figure 125 : Evolution saisonnière du logarithme du rapport [1+(dinoflagellés/diatomées)] sur les points Donville, Géfosse, Cabourg et Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2011.

Ces premières observations suggèrent la présence d'un gradient entre l'Ouest du Cotentin et la baie de Seine Est, comme mis en évidence en 2002-2003 (Daniel A., 2004). Celui-ci est confirmé par l'étude des données sous forme de « boîtes à moustaches » avec un R² de 0,62 sur la médiane (Figure 126).

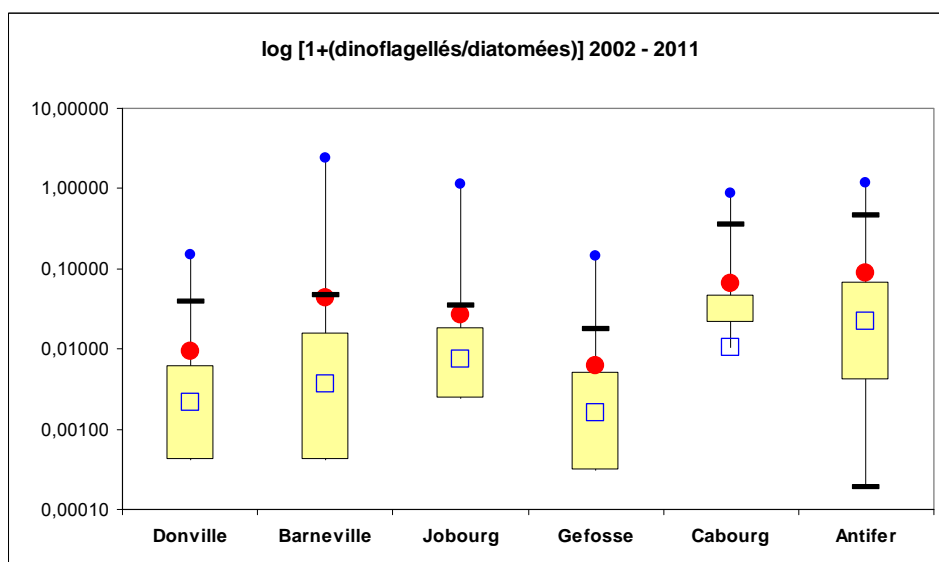


Figure 126 : Evolution du logarithme du rapport [1+(dinoflagellés/diatomées)] sur les points Donville, Géfosse, Cabourg et Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2011 sous forme de « boîtes à moustaches ». ● = valeur maximale ; □ = médiane ; ● = moyenne ; ■ = quartile ; — = centile.

Aussi, l'étude du rapport (dinoflagellés/diatomées) montre que celui-ci permet de discriminer les stations en fonction de la dominance de ces deux familles, les dinoflagellés étant les plus caractéristiques de la manifestation du phénomène d'eutrophisation. A partir de ce constat, il pourrait être envisageable d'utiliser ce rapport comme indice de composition taxonomique.

Pour cela, une classification a été effectuée sur la base des propositions faites par Daniel A. (2004). Comme aucune recommandation n'existe dans la littérature, les seuils ont été fixés arbitrairement de façon à couvrir la gamme des valeurs rencontrées dans les eaux normandes (Tableau 11).

Les résultats ont été obtenus à partir des premières données mensuelles pour calculer la moyenne, la médiane, et le percentile 90 (Tableau 11). D'après ces résultats, le percentile 90 semble le plus pertinent car il présente une meilleure répartition des valeurs dans la grille de classification. De plus, la classification obtenue pour les périodes 2004-2009, 2005-2010 et 2006-2011 en faisant la moyenne des valeurs annuelles, est cohérente avec celle obtenue pour l'Indice Abondance, avec un classement en « bon état » pour les 3 périodes à « Donville » ainsi qu'à « Géfosse », et un classement en « Etat moyen » pour les 3 périodes à « Cabourg » ainsi qu'à « Antifer Ponton Pétrolier » (Tableau 11).

Tableau 11 : Seuils retenus pour la classification de l'indice logarithme du rapport dinoflagellés/diatomées, et grille de classification des points de surveillance par cet indice entre 2002 et 2011, et pour les périodes 2004-2009, 2005-2010 et 2006-2011 en utilisant la moyenne, la médiane ou le percentile 90.

	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Moyenne	- 0,0025 ]	] 0,0025 - 0,005 ]	] 0,005 - 0,0075 ]	] 0,0075 - 0,01 ]	] 0,01 -
Médiane	- 0,01 ]	] 0,01 - 0,05 ]	] 0,05 - 0,1 ]	] 0,1 - 0,25 ]	] 0,25 -

MOYENNE

Masse eau	Point	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Global 2004-2009	Global 2005-2010	Global 2006-2011
HC03	Donville	0,0059	0,0014	0,0025	0,0054	0,0152	0,0077	0,0173	0,0105	0,0162	0,0101	0,0098	0,0120	0,0128
HT06	Géfosse	ND	ND	0,0052	0,0060	0,0033	0,0164	0,0027	0,0076	0,0075	0,0019	0,0069	0,0073	0,0066
HC15	Cabourg	0,1230	0,0461	0,0643	0,0463	0,0288	0,1566	0,0472	0,0970	0,0431	0,0185	0,0730	0,0695	0,0649
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	0,0773	0,0971	0,0769	0,0941	0,0338	0,0973	0,0675	0,1522	0,1165	0,0577	0,0870	0,0936	0,0875

MEDIANE

Masse eau	Point	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Global 2004-2009	Global 2005-2010	Global 2006-2011
HC03	Donville	0,0062	0,0006	0,0007	0,0026	0,0013	0,0049	0,0036	0,0015	0,0031	0,0026	0,0024	0,0028	0,0028
HT06	Géfosse	ND	ND	0,0031	0,0034	0,0010	0,0024	0,0020	0,0078	0,0006	0,0008	0,0033	0,0029	0,0024
HC15	Cabourg	0,0083	0,0212	0,0124	0,0104	0,0057	0,0461	0,0093	0,0170	0,0038	0,0118	0,0168	0,0154	0,0156
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	0,0070	0,0230	0,0236	0,0079	0,0303	0,0496	0,0233	0,0401	0,0088	0,0225	0,0292	0,0267	0,0291

PERCENTILE 90

Masse eau	Point	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Global 2004-2009	Global 2005-2010	Global 2006-2011
HC03	Donville	0,0116	0,0041	0,0065	0,0157	0,0082	0,0184	0,0480	0,0197	0,0179	0,0118	0,0194	0,0213	0,0207
HT06	Géfosse	ND	ND	0,0116	0,0139	0,0118	0,0183	0,0049	0,0156	0,0225	0,0052	0,0127	0,0145	0,0131
HC15	Cabourg	0,2812	0,1634	0,1396	0,0952	0,0253	0,5401	0,0702	0,1463	0,1494	0,0482	0,1695	0,1711	0,1633
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	0,2429	0,1571	0,1623	0,2908	0,0728	0,1449	0,1240	0,1740	0,1382	0,2019	0,1615	0,1575	0,1426

L'indice de composition pourrait donc être déterminé par la métrique du percentile 90 du logarithme du rapport (dinoflagellés/diatomées). Cependant, comme cela avait déjà été mis en évidence dans le rapport de A. Daniel (2004), l'utilisation de cet indice est délicate en raison du coût élevé de la lecture des flores totales qui n'est actuellement réalisée que sur quatre points de surveillance DCE, sur les 17 points de surveillance et 2 points en opérationnel « phytoplancton ».

DCE



IV.2.2.4. Indice Oxygène dissous

Le Tableau 12 présente les résultats du calcul de la métrique du percentile 10 pour tous les points du RHLN (actifs DCE, régionaux, et COGEMA) déterminés à partir de la première donnée mensuelle au fond entre les mois de juin à septembre pour chaque année de 2001 à 2011.

Le Tableau 12 montre que tous les résultats obtenus confèrent aux points suivis une bonne évaluation de cette métrique. En effet, depuis 2001, le suivi RHLN n'a jamais permis de mettre en évidence d'anoxie, voire même d'hypoxie notable, sur les points échantillonnés.

Tableau 12 : Détermination des valeurs de l'indice oxygène dissous (percentile 10 de l'oxygène dissous au fond) par point de suivi du RHLN (et de COGEMA), de 2001 à 2011.

Indice Oxygène dissous : percentile 10 en oxygène dissous au fond (mg.L ⁻¹) (juin à septembre)												
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
HC01	Chausey	7,5	8,7	7,5	7,9	7,7	7,6	8,0	7,6	7,6	7,4	7,4
HT05	Tombelaine										8,8	5,4
HC02	Champeaux						8,5	7,9	7,0	7,4	7,4	7,2
HC03	Donville	8,3	8,6	8,1	7,9	7,7	7,2	7,9	7,6	7,6	7,4	7,4
	Coudeville 1 mille						7,0	8,1	7,4	7,5	7,4	7,5
	Pointe Agon Sud	7,7			8,0		7,4	7,9	7,4	7,4	7,3	7,2
	Pirou Bergerie Sud				8,1		6,3	7,5	7,2	6,7	7,1	7,5
	Denneville						6,5	8,1	7,0	6,9	7,3	7,6
HC04	Barneville			7,8	7,5	7,8	7,2	7,3	7,8	7,7	7,8	
	Dielette							9,1	7,7	6,7	8,4	7,5
	Jobourg			7,8	7,0	7,7	7,4	5,8	7,7	7,5	7,7	
HC05												
HC60												
HC61	Digue de Querqueville					7,3	7,6	8,1	7,2	6,9	7,6	7,5
HC07	Cap Lévi											
HC08	Réville				7,5	7,2	7,8			7,3	7,1	7,3
HC09	La Hougue			7,5	7,6	7,3	7,4	7,7	7,1	7,2	6,9	7,3
	Gougins						7,5	8,3	7,1	7,5	6,9	7,3
HC10	Utah						8,4	8,6	7,5	7,7	7,6	7,8
	Roches de Grandcamp	8,4	7,9	7,3	7,6	7,2	8,5	7,3	7,5	7,0	7,1	7,8
HT06	Géfosse		7,8	7,4	7,6	7,5	8,2	8,4	7,5	7,7	7,0	8,0
HC11	Port-en-Bessin 1 mille				7,7	7,1	7,3			7,2	7,1	7,5
HC12	Asnelles-Meuaines				7,0	7,1	7,4	7,7	7,0	7,6	7,3	7,2
HC13	St Aubin Les Essarts				6,8	6,6	6,9	8,2	6,6	7,0	6,7	7,2
HC14	Luc 1 mille	7,3	7,1	6,8	7,2	6,7	6,8	8,3	6,4	6,6	6,4	7,3
	Ouistreham 1 mille	8,3	7,8	6,5	7,2	6,8	7,5	8,3	6,4	7,5	6,7	7,6
HT04	Estuaire de l'Orne							8,3	6,9	7,0	7,0	7,1
HC15	Cabourg	7,7	7,2	5,9	5,3	6,1	7,5	8,5	5,7	6,4	6,1	7,4
HT03	Seine 1								7,6	7,1	7,2	8,9
HC16	Antifer Ponton Pétrolier		7,3	7,3	7,5	8,1	7,0	7,6	7,2	7,4	7,0	7,8
HC17	Fécamp 1 mille						7,7	8,1	7,0	7,8	7,0	8,5
HC18	Dieppe 1 mille				7,6	7,9			7,3	7,8	8,7	7,9

DCE

Les minima en oxygène dissous au fond ont été enregistrés dans la zone de l'estuaire de Seine, au point « Cabourg » (Tableau 12). En effet, en examinant l'ensemble des données disponibles, le minimum absolu (3,89 mg.L⁻¹) a été enregistré le 2 août 2004 au point « Cabourg ». En réalité, le seuil des 5 mg.L⁻¹ a été franchi à 4 reprises entre 2003 et 2004 et à 2 reprises en 2008, sur les 292 données acquises à ce point depuis 2001 (Figure 127). Ces résultats sont corroborés par les données fournies par le réseau de bouées Marel qui était positionné dans l'estuaire aval de la Seine (Daniel A., 2004).

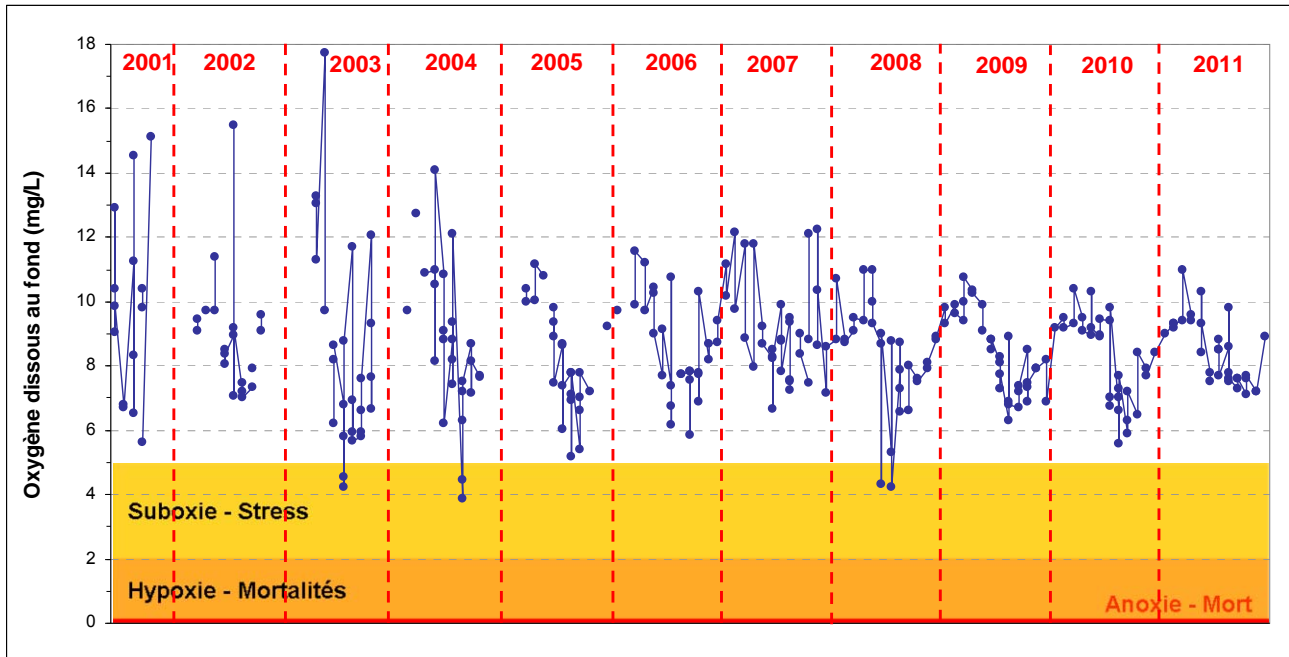


Figure 127 : Ensemble des valeurs de concentrations en oxygène dissous au fond sur le point « Cabourg » dans le cadre du RHLN entre 2001 et 2011.

L'absence de sous-saturation marquée en oxygène dissous dans le secteur de l'estuaire de *Seine* et dans toute la partie orientale de la baie de *Seine*, malgré des niveaux de production de biomasse tout à fait exceptionnels (plus de $70 \mu\text{g.L}^{-1}$ de chlorophylle-*a* en valeurs maximales) s'explique par l'hydrodynamisme local particulier, permettant un mélange de la colonne d'eau.

Dans les autres secteurs du littoral normand, les niveaux de production de biomasse sont nettement inférieurs, et l'hydrodynamisme également marqué. De ce fait, l'ensemble des points et des masses d'eau de Normandie présente un bon résultat pour cette métrique telle que définie.

IV.2.3. Synthèse interannuelle par masse d'eau

Le RHLN intégrant un suivi plus complet que ce que ne demande la DCE, le nombre de données est plus important que le strict nécessaire pour le calcul des indicateurs DCE. En effet, le RHLN compte au total huit points affichés en contrôle régional, six points en suivi renforcé en période productive, et deux points du suivi COGEMA qui peuvent être exploités pour soutenir l'avis d'expert sur les évaluations.

Aussi, afin d'évaluer au mieux la qualité des masses d'eau du littoral normand, trois niveaux de synthèse pour la période 2006-2011 sont présentées ci-dessous (cf. IV.2.3.1.) :

- ☞ Synthèse n'incluant que les points affichés DCE et en respectant les règles DCE, soit une donnée par mois (dénommée « **DCE stricte** »), i.e. en contrôle de surveillance et contrôle opérationnel : « Chausey » (HC01), « Tombelaine » (HT05), « Champeaux » (HC02), « Donville » et « Pirou Bergerie Sud » (HC03), « Dielette » (HC04), « Digue de Querqueville » (HC61), « Réville 1 mille » (HC08), « La Hougue » (HC09), « Géfosse » (HT06), « Roches de Grandcamp » (HC10), « Port-en-Bessin 1 mille » (HC11), « St Aubin Les Essarts » (HC13), « Ouistreham 1 mille » (HC14), « Estuaire de l'Orne » (HT04), « Cabourg » (HC15), « Seine-1 » (HT03), « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16), et « Dieppe 1 mille » (HC18).
- ☞ Synthèse incluant tous les points du RHLN 2011 et en respectant les règles DCE d'une donnée par mois (dénommée « **Points RHLN** »), c'est-à-dire les points en contrôles de surveillance, opérationnel DCE cités ci-dessus, plus les points affichés en suivi régional, soit « Coudeville 1 mille », « Pointe Agon Sud » et « Denneville » (HC03), « Gougins » (HC09), « Utah » (HC10), « Asnelles-Meuvoines » (HC12), « Luc 1 mille » (HC14), et « Fécamp 1 mille » (HC17), et les deux points complémentaires de COGEMA : « Jobourg » et « Barneville » (HC04).
- ☞ Synthèse incluant tous les points du RHLN 2011 et de COGEMA, et en intégrant toutes les données acquises pendant les périodes DCE (dénommée « **Tout RHLN** »).

De plus, pour l'élément de qualité « Phytoplancton », l'arrêté du 25 janvier 2010 stipule que : « la combinaison des trois métriques (Biomasse, Abondance, Composition) en un indice reste à définir. Dans l'attente d'un indice plus complet, le classement des masses d'eau pour l'élément de qualité « Phytoplancton » se fera avec deux paramètres (biomasse et abondance) ; l'indice de combinaison de ces deux paramètres est basé sur une moyenne pondérée. ». Or depuis, de nouvelles instructions tendent à suggérer de combiner les classements de l'indice Biomasse et l'indice Abondance en sélectionnant le plus déclassant pour évaluer l'élément de qualité « Phytoplancton ». Dans ce chapitre (cf. IV.2.3.2.), il est proposé de comparer les résultats obtenus par ces deux méthodes d'agrégation pour le classement des masses d'eau normandes.

En outre, l'arrêté du 25 janvier 2010 stipule aussi que « lorsqu'une masse d'eau étendue est munie de plusieurs sites de suivi représentatifs de l'état de la masse d'eau, la classe d'état écologique de la masse d'eau est déterminée par la classe d'état la plus basse de ces sites. ». Ce cas est applicable à la masse d'eau HC03 pour laquelle les points « Donville » et « Pirou Bergerie Sud » ont été affichés en contrôle de surveillance DCE. Aussi, de même que pour l'agrégation des indices, une comparaison de classement sera réalisée entre le fait de considérer le classement le plus déclassant entre ces deux stations pour la masse d'eau HC03, et le fait de réaliser la moyenne des résultats obtenus sur ces deux stations (cf. IV.2.3.3.).

Enfin, certaines masses d'eau n'ayant pas été sélectionnées pour le contrôle de surveillance DCE et n'étant pas suivies dans le contrôle régional (cas de HC05, HC07), la question de l'extrapolation des données se pose, afin d'obtenir une évaluation complète sur tout le littoral normand (cf. IV.2.3.4.).

IV.2.3.1. Synthèses 2006-2011 par station

La comparaison des différents types de synthèse fait notamment apparaître des différences pour l'indice Biomasse et l'indice Abondance, toutes les stations étant classées en « Très bon état » quel que soit le nombre de données considérées pour l'Oxygène dissous (Tableau 13).

Tableau 13 : Synthèses « DCE stricte », « Points RHLN » et « Tout RHLN » des indices Biomasse, Abondance, et Oxygène dissous à l'aide du Ratio de Qualité Ecologique (RQE) pour la période 2006-2011.

Masse d'eau	Points	Biomasse RQE			Abondance RQE			Oxygène dissous RQE		
		DCE stricte	Points RHLN	Tout RHLN	DCE stricte	Points RHLN	Tout RHLN	DCE stricte	Points RHLN	Tout RHLN
HC01	Chausey	1	1	1	1	1	1	0,89	0,89	0,89
HT05								0,66	0,66	0,66
HC02	Champeaux	0,69	0,69	0,61	1	1	1	0,86	0,86	0,86
	Donville	1	1	1	0,64	0,64	0,74	0,88	0,88	0,87
	Coudeville 1 mille		1	1		1	1		0,88	0,88
HC03	Pointe Agon Sud		1	1		1	1		0,87	0,88
	Pirou Bergerie Sud	0,78	0,78	0,76	1	1	1	0,84	0,84	0,84
	Denneville		1	1		1	1		0,83	0,83
	Barneville		1	1		0,84	0,45		0,88	0,89
HC04	Dielette	1	1	1	1	1	1	0,90	0,90	0,90
	Jobourg		1	1		1	0,63		0,86	0,87
HC05										
HC60										
HC61	Digue de Querqueville	1	1	1	1	1	1	0,88	0,88	0,87
HC07										
HC08	Réville 1 mille	0,63	0,63	0,63	1	1	1	0,85	0,85	0,85
HC09	La Hougue	0,91	0,91	1	1	1	1	0,84	0,84	0,85
	Gougins		0,58	0,60		1	1		0,85	0,86
	Utah		0,43	0,40		0,84	0,67		0,92	0,92
HC10	Roches de Grandcamp	0,70	0,70	0,78	1	1	1	0,85	0,85	0,85
HT06	Géfosse	0,60	0,60	0,60	0,43	0,43	0,57	0,88	0,88	0,88
HC11	Port en Bessin 1 mille	0,60	0,60	0,54	1	1	1	0,87	0,87	0,87
HC12	Asnelles-Meuvoines		1	1		1	1		0,86	0,85
HC13	St Aubin Les Essarts	0,63	0,63	0,56	1	1	1	0,80	0,80	0,79
	Luc 1 mille		0,39	0,38		0,57	0,82		0,77	0,80
HC14	Ouistreham 1 mille	0,29	0,29	0,29	0,47	0,47	0,52	0,80	0,80	0,83
HT04	Estuaire de l'Orne	0,31	0,31	0,25	1	1	0,71	0,83	0,83	0,83
HC15	Cabourg	0,24	0,24	0,25	0,34	0,34	0,35	0,77	0,77	0,76
HT03	Seine 1							0,85	0,85	0,83
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	0,25	0,25	0,31	0,48	0,48	0,62	0,84	0,84	0,85
HC17	Fécamp 1 mille		0,79	0,71		1	1		0,85	0,85
HC18	Dieppe 1 mille	0,44	0,44	0,50	1	1	1	0,90	0,90	0,91

Dans un premier temps, des stations d'une même masse d'eau peuvent présenter des différences de classement (comparaison de la synthèse « DCE stricte » et « Points RHLN ») (Tableau 13). Cela est le cas pour les masses d'eau HC04, où la station régionale « Barneville » est classée en « Bon état » pour l'Indice Abondance, alors que « Dielette » est en « Très bon état ». Le cas est similaire pour la masse d'eau HC09, où la station régionale « Gougins » est en « Bon état » pour l'Indice Biomasse, alors que « La Hougue » est en « Très bon état ». Pour la masse d'eau HC10, le point régional « Utah » est classé en « Bon état » à la fois pour l'Indice Biomasse et Abondance, alors que « Roches de Grandcamp » est en « Très bon état » pour les deux. Enfin, le cas est inversé pour la masse d'eau HC14 où les résultats de l'Indice Biomasse pour le point « Luc 1 mille » sont meilleurs que pour « Ouistreham 1 mille ». Ces résultats montrent que ces masses d'eau peuvent subir des apports différents d'un point à un autre de celle-ci, dont l'influence peut impacter leur classement, comme cela est le cas pour la masse d'eau HC03.

Dans un deuxième temps, le classement sur une station peut évoluer en fonction du nombre de données considérées (comparaison de la synthèse « Points RHLN » et « Tout RHLN »). Cela est notamment le cas pour trois stations : « Champeaux » (HC02), « Jobourg » (HC04), et « Estuaire de l'Orne » (HT04) (Tableau 13). En effet, à « Champeaux » la prise en compte de toutes les données disponibles induit le déclassement de l'Indice Biomasse en « Bon état ». A « Jobourg » et « Estuaire de l'Orne », l'effet est similaire pour l'Indice Abondance. Ces résultats peuvent paraître étonnants, étant donné que ces stations sont normalement échantillonnées une fois par mois, soit la fréquence minimale. Cependant, dans les années prises en compte dans la période 2006-2011, certains prélèvements ont pu être réalisés deux fois dans le mois du fait de problèmes d'organisation ou de météo. Il apparaît cependant clair que sur la période 2006-2011, les résultats restent identiques que l'on prenne la première donnée du mois ou toutes les données pour les stations échantillonnées deux fois par mois en période productive (cas de « Pirou Bergerie Sud », « Denneville », « Roches de Grandcamp », « Géfosse », « Luc 1 mille », « Ouistreham 1 mille », « Cabourg », et « Antifer Ponton Pétrolier »).

Ainsi, sur les points identifiés comme « à risque d'eutrophisation » (*i.e.* « Luc 1 mille », « Ouistreham 1 mille », « Cabourg », « Antifer Ponton Pétrolier ») ou « à enjeux » du fait de la présence d'importantes productions aquacoles (*i.e.* « Roches de Grandcamp », « Géfosse ») faisant l'objet d'au moins deux prélèvements par mois pendant la période productive (contrôle renforcé) contre un seul pour les autres masses d'eau, le nombre de données y est donc plus important. Ces masses d'eau étant connues pour leur productivité, le classement pour leur qualité globale a donc plus de risque d'être déclassé, bien que cela ne soit pas le cas pour la période 2006-2011. Le suivi renforcé sur certains points du RHLN permet de mieux appréhender le cycle hydrologique et la productivité des masses d'eau correspondantes, et de recueillir des données pouvant être utilisées dans différentes études. Cependant, ces données supplémentaires ne doivent donc pas être utilisées pour évaluer la qualité des masses d'eau. Aussi, la synthèse « Tout RHLN » n'est présentée ici qu'à titre d'information.

IV.2.3.2. Méthodes d'agrégation des Indices Biomasse et Abondance

DCE

Comme présenté ci-dessus (*cf.* IV.2.3.), la méthode d'agrégation des Indices Biomasse et Abondance n'est pas encore complètement arrêtée à ce jour pour évaluer l'élément de qualité « Phytoplancton ». Aussi, il est proposé ici de comparer les résultats obtenus entre une agrégation par la moyenne des RQE des deux indices, et par le plus déclassant, à partir des résultats de la synthèse « DCE stricte » qui sera celle rapportée à l'Europe. Les grilles de classement utilisées sont présentées dans le Tableau 7. Outre la masse d'eau HC03 dont le cas sera discuté ci-dessous (*cf.* IV.2.3.3.), la méthode d'agrégation des indices a un impact sur six masses d'eau normandes pour la période 2006-2011 (Tableau 14).

Pour HC08, HC11 et HC13, le fait d'utiliser la méthode du plus déclassant, décline effectivement ces masses d'eau côtières du « Très bon état » au « Bon état ». Bien qu'étant faiblement à moyennement productive, peu de blooms ont été observés sur la période 2006-2011 (voir Tableau 8 et Tableau 10). Aussi leur classement en « Très bon état » paraît plus cohérent.

Pour la masse d'eau HT04, la méthode du plus déclassant décline la masse d'eau du « Bon état » à l'« Etat moyen ». Ce classement n'est pas encore très fiable pour la période 2006-2011 puisque le suivi a commencé sur cette station en 2007, mais il n'est pas non plus incohérent avec la masse d'eau adjacente (HC14) sous son influence.

Enfin, le cas de la masse d'eau HC14 est particulier car son classement en « Bon état » avec la méthode de la moyenne des RQE est dû à un « effet seuil », le RQE se trouvant à la limite entre le « Bon état » et l'« Etat moyen ». Cette masse d'eau étant sous l'influence directe de l'Orne dont la masse d'eau (HT04) est classée en « Bon état » par la moyenne des RQE et en « Etat moyen » par l'indice le plus déclassant, son classement paraît effectivement tangent entre le « Bon état » et l'« Etat moyen ».

Tableau 14 : Synthèses de l'élément de qualité « Phytoplancton » par la méthode de la moyenne des RQE des indices et la méthode de l'indice le plus déclassant pour la période 2006-2011.

Masse d'eau	Biomasse RQE	Abondance RQE	Elément de qualité "Phytoplancton" Moyenne RQEs	Elément de qualité "Phytoplancton" Déclassant
	2006-2011	2006-2011	2006-2011	2006-2011
HC01	1	1	1	
HT05				
HC02	0,69	1	0,85	
HC03	1	0,64	0,82	
HC04	1	1	1	
HC05				
HC60	1	1	1	
HC61				
HC07				
HC08	0,63	1	0,82	
HC09	0,91	1	0,96	
HC10	0,70	1	0,85	
HT06	0,60	0,43	0,52	
HC11	0,60	1	0,80	
HC12				
HC13	0,63	1	0,81	
HC14	0,29	0,47	0,38	
HT04	0,31	1	0,65	
HC15	0,24	0,34	0,29	
HT03				
HC16	0,25	0,48	0,36	
HC17				
HC18	0,44	1	0,72	

La méthode d'agrégation à adopter dépend donc de l'objectif de cette évaluation. Si celle-ci consiste à prendre en compte de façon équivalente les résultats obtenus par les deux indices actuels, alors, la méthode par la moyenne des RQE paraît plus adaptée. Si celle-ci consiste à rendre compte de la situation « au pire », la méthode de l'indice le plus déclassant est alors à privilégier.

Dans l'arrêté du 25 janvier 2010, il est stipulé de faire la moyenne pondérée des indices. Dans le « Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) en vue de la mise à jour de l'état des lieux 2013 » de février 2013, la méthode par la moyenne des RQE est préconisée, et sera donc utilisée pour la synthèse finale proposée ci-dessous (cf. IV.2.4.).

IV.2.3.3. Agrégation de plusieurs points par masse d'eau

Comme présenté ci-dessus (cf. IV.2.3.), l'arrêté du 25 janvier 2010 stipule que lorsque plus d'un point est suivi dans une masse d'eau le classement la masse d'eau correspond à celui de la station le plus déclassant. Cependant, comme pour la méthode d'agrégation des indices (cf. IV.2.3.2.), il paraît utile de s'interroger sur la cohérence de cette méthode avec la méthode par la moyenne des RQE des stations, puis par masse d'eau. Ce cas se présente pour la masse d'eau HC03 dans laquelle deux stations sont suivies dans le cadre du contrôle de surveillance DCE (« Donville » et « Pirou Bergerie Sud »). De façon à illustrer de façon plus complète cette étude, une comparaison sera aussi réalisée pour les masses d'eau HC09, HC10 et HC14 dans lesquelles deux stations sont suivies, bien que seule une station ait été retenue pour le contrôle de surveillance DCE, ainsi qu'en prenant en compte les 3 autres stations de la masse d'eau HC03.

Deux points de surveillance DCE ont été retenus pour la masse d'eau HC03 car celle-ci est très étendue (346 km²). Or l'étude des différents paramètres mesurés montre une hétérogénéité des résultats entre le Sud et le Nord de la masse d'eau (cf. III.2.4.). Aussi, le fait que les indicateurs DCE donnent des résultats différents entre les deux stations paraît cohérent. Cela n'est cependant pas le cas pour l'Indice Biomasse, qui est en « Très bon état » pour 2006-2011 sur les cinq stations. Par contre, la station au Sud est en « Bon état » alors que les quatre autres sont en « Très bon état » pour l'Indice Abondance (Tableau 15). En faisant la moyenne des RQE des indices pour chacune des stations, toutes sont en « Très bon état » pour l'élément de qualité, et aucune ne pourrait déclasser la masse d'eau HC03. Pour les trois autres masses d'eau testées (HC09, HC10, et HC14), le résultat reste identique si l'on détermine l'état de la masse d'eau par rapport à la moyenne des RQE obtenus à chaque station pour l'élément de qualité, ou en prenant le classement de la station le plus déclassant sur la période 2006-2011 (Tableau 15).

Tableau 15 : Etude des méthodes d'agrégation de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour les masses d'eau munies de deux stations de surveillance pour la période 2006-2011.

Masse d'eau	Biomasse RQE	Abondance RQE	Elément de qualité "Phytoplancton"	Elément de qualité "Phytoplancton"	Elément de qualité "Phytoplancton"
	Par points	Par points	MOYENNE RQE / POINTS	MOYENNE RQE / ME	POINT + DECLASSANT
HC03	1	0,64	0,82	0,94	
	1	1	1		
	1	1	1		
	0,78	1	0,89		
	1	1	1		
HC09	0,91	1	0,96	0,87	
	0,58	1	0,79		
HC10	0,43	0,84	0,63	0,74	
	0,70	1	0,85		
HC14	0,39	0,57	0,48	0,43	
	0,29	0,47	0,38		

Une fois de plus, la méthode d'agrégation des résultats des stations pour les indices Biomasse et Abondance au sein d'une même masse d'eau dépend de l'objectif recherché. Si celui-ci consiste à prendre en compte de façon équivalente les résultats obtenus par les deux stations afin d'obtenir la qualité moyenne de la masse d'eau, alors, la méthode par la moyenne des RQE des stations paraît plus adaptée. Si celui-ci consiste à rendre compte de la situation « au pire » pour la masse d'eau, la méthode de la station la plus déclassante est alors à privilégier.

Dans l'arrêté du 25 janvier 2010, il est stipulé de prendre la classe d'état la plus basse de ces sites. Dans le « Guide relatif aux règles d'évaluation de l'état des eaux littorales (eaux côtières et eaux de transition) en vue de la mise à jour de l'état des lieux 2013 » de février 2013, aucune méthode n'a été précisée. La méthode par la station la plus déclassante sera donc utilisée pour la synthèse finale proposée ci-dessous (cf. IV.2.4.), bien que les deux méthodes donnent le même résultat avec les données sur la période 2006-2011.

IV.2.3.4. Extrapolation aux masses d'eau non sélectionnées dans le contrôle de surveillance ou opérationnel

Lors de l'élaboration du programme de surveillance DCE, certaines masses d'eau n'ont pas été sélectionnées : HC05, HC61, HC07, HC12, et HC17.

Le point « Digue de Querqueville » est considéré comme représentatif des deux masses d'eau adjacentes pour l'élément de qualité « Phytoplancton » : HC60 et HC61 du même écotype (EC16) (cf. Le Goff et al., 2005). Aussi, **l'évaluation obtenue pour cette station peut être utilisée pour déterminer celle des deux masses d'eau HC60 et HC61.**

Les masses d'eau HC05 et HC60 sont caractérisées par de très forts courants de marée qui permettent leur bonne homogénéisation, et présentent des résiduelles très nettement orientées vers l'Ouest. De ce fait, les trajectoires de particules obtenues à partir des stations de ces deux masses d'eau étant très similaires, la qualité de la masse d'eau HC05 peut être jugée similaire à celle de la masse d'eau HC60 (cf. Le Goff et al., 2005). **L'évaluation des masses d'eau HC60-HC61 peut donc être extrapolée à la masse d'eau HC05** pour l'élément de qualité « Phytoplancton ».

La masse d'eau HC07 est du même écotype que la masse d'eau HC05 (EC15 : côte rocheuse macrotidale profonde), et d'un point de vue hydrologique, la pointe du Cap Lévy constitue une rupture courantologique entre l'Ouest et l'Est du Nord Cotentin. Alors que la circulation résiduelle est orientée de l'Est vers l'Ouest sur tout le Nord Ouest Cotentin, elle s'oriente à partir de Fermanville d'Ouest en Est, et ce jusqu'à la pointe de Barfleur. Cette inversion courantologique ne change par contre en rien le caractère homogène de cette masse d'eau du fait de l'hydrodynamisme très marqué dont elle est aussi le siège (cf. Le Goff et al., 2005). **L'évaluation des masses d'eau HC60-HC61 peut donc être extrapolée à la masse d'eau HC07** pour l'élément de qualité « Phytoplancton ».

La masse d'eau HC12 est du même écotype que la masse d'eau HC13 (EC11 : côte principalement sableuse macrotidale), et de courantologie comparable. En effet, les courants de marée génèrent un déplacement rapide des eaux de l'Est vers l'Ouest jusqu'à atteindre le large immédiat particulièrement de la masse d'eau HC11, après quoi les résiduelles prennent une direction Nord (cf. Le Goff et al., 2005). Aussi, la qualité de la masse d'eau HC13 peut être extrapolée à la masse d'eau HC12. Or, une station (« Asnelles-Meuvaines ») étant suivie en contrôle régional sur la fréquence et les paramètres DCE, **ces résultats peuvent être utilisés pour qualifier l'état de la masse d'eau HC12 dans la synthèse « DCE étendue »** pour l'élément de qualité « Phytoplancton » sans perte de fiabilité.

La masse d'eau HC17 est du même écotype que la masse d'eau HC18 (EC1 : côte rocheuse, méso- à macrotidale, peu profonde), et présente une certaine hétérogénéité au niveau de la biomasse chlorophyllienne (cf. Le Goff et al., 2005). De même que pour HC12, une station (« Fécamp 1 mille ») étant suivie en contrôle régional sur la fréquence et les paramètres DCE, **ces résultats peuvent être utilisés pour qualifier l'état de la masse d'eau HC17 dans la synthèse « DCE étendue »** pour l'élément de qualité « Phytoplancton », sans perte de fiabilité.

Les masses d'eau dont l'évaluation a été extrapolée présentent un indice de fiabilité de valeur immédiatement inférieure à celle de la masse d'eau à partir de laquelle leur état est extrapolé.

IV.2.4. Synthèse 2006 - 2011 et Tendances

La synthèse retenue pour l'évaluation de la qualité des masses d'eau normandes est donc la synthèse « DCE stricte ». Elle prend donc en compte :

- ❖ tous les points DCE du RHLN en contrôle de surveillance et/ou en contrôle opérationnel ;
- ❖ la première donnée mensuelle dans les périodes définies par la DCE (i.e. juin-septembre pour l'oxygène, mars-octobre pour la chlorophylle-a, janvier-décembre pour l'abondance) ;
- ❖ 6 années glissantes pour l'évaluation globale ;
- ❖ la moyenne des RQE des indices Biomasse et Abondance pour l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » ;
- ❖ la considération de l'évaluation la plus déclassante en cas de présence de plusieurs points de surveillance.

IV.2.4.1. Comparaison des périodes 2005-2010 et 2006-2011 de la synthèse « DCE stricte »

Le Tableau 16 montre que le classement pour l'élément de qualité « Phytoplancton » sur la période 2006-2011 est quasiment identique à celui déterminé sur la période 2005-2010, à l'exception des masses d'eau HC10, HC11 et HC14.

Tableau 16 : Comparaison des RQE des indicateurs DCE (hormis indice Composition) sur les masses d'eau normandes sur les périodes 2005-2010 et 2006-2011.

Masse d'eau	Biomasse RQE		Abondance RQE		Elément de qualité "Phytoplancton" Moyenne RQEs		Oxygène dissous RQE	
	2005-2010	2006-2011	2005-2010	2006-2011	2005-2010	2006-2011	2005-2010	2006-2011
HC01	1	1	1	1	1	1	0,90	0,89
HT05							1	0,66
HC02	0,73	0,69	1	1	0,86	0,85	0,86	0,86
HC03	1	1	0,64	0,64	0,82	0,82	0,84	0,84
HC04	1	1	1	1	1	1	0,90	0,90
HC05								
HC60								
HC61	1	1	1	1	1	1	0,85	0,88
HC07								
HC08	0,61	0,63	1	1	0,80	0,82	0,85	0,85
HC09	0,85	0,91	0,93	1	0,89	0,96	0,84	0,84
HC10	0,59	0,70	0,85	1	0,72	0,85	0,85	0,85
HT06	0,47	0,60	0,43	0,43	0,45	0,52	0,87	0,88
HC11	0,50	0,60	0,79	1	0,65	0,80	0,84	0,87
HC12								
HC13	0,72	0,63	1	1	0,86	0,81	0,79	0,80
HC14	0,29	0,29	0,40	0,47	0,35	0,38	0,78	0,80
HT04	0,30	0,31	0,80	1	0,55	0,65	0,82	0,83
HC15	0,24	0,24	0,33	0,34	0,29	0,29	0,72	0,77
HT03							0,84	0,85
HC16	0,23	0,25	0,43	0,48	0,33	0,36	0,84	0,84
HC17								
HC18	0,46	0,44	1	1	0,73	0,72	0,91	0,90

DCE

La détermination des indices montre l'amélioration de l'état des masses d'eau HC10 et HC11 en « Très bon état » pour l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2006-2011 par rapport à 2005-2010 (Tableau 16). Ces résultats confirment les observations d'une tendance à la diminution de la biomasse et du nombre de blooms à « Roches de Grandcamp » (HC10) depuis 2007, et à « Port en Bessin 1 mille » depuis la reprise de son suivi en 2009. Enfin, une amélioration au « Bon état » du classement de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la masse d'eau HC14 est à noter pour la période 2006-2011 par rapport à 2005-2010, notamment dû à une diminution du nombre de blooms à « Ouistreham 1 mille » en 2007, 2008 et 2011.

IV.2.4.2. Synthèses finales 2006-2011

Deux synthèses finales sur la période 2006-2011 sont présentées ci-après, en y incluant un indice de fiabilité. La première synthèse est une application des données « DCE stricte » avec les indicateurs validés actuellement pour les masses d'eau côtières. La deuxième synthèse, « DCE étendue », est une extension de la « DCE stricte » avec une extrapolation de l'évaluation aux masses d'eau non suivies dans les contrôles de surveillance ou opérationnel.

L'indice de fiabilité permet de pondérer les évaluations de la qualité des masses d'eau, en prenant en compte le nombre de données disponibles pour la classification (**3** = 5 à 6 ans de données ; **2** = 3-4 ans ; **1** = 1-2 ans). Cet indice est donc différent de l'indice de confiance décrit dans l'arrêté du 25 janvier 2010.

Tableau 17 : Synthèse de l'élément de qualité écologique « Phytoplancton », et de l'indicateur « Oxygène dissous » pour l'élément de qualité « Conditions physico-chimiques », dans les masses d'eau normandes sur la période 2006-2011 en application de la « DCE stricte », et indices de fiabilité.

Masse d'eau	Biomasse RQE	Abondance RQE	Elément de qualité "Phytoplancton" Moyenne RQEs		Masse d'eau	Oxygène dissous RQE	
	2006-2011	2006-2011	2006-2011	Indice de fiabilité		2006-2011	Indice de fiabilité
HC01	1	1	1	3	HC01	0,89	3
HT05					HT05	0,66	1
HC02	0,69	1	0,85	3	HC02	0,86	3
HC03	1	0,64	0,82	3	HC03	0,86	3
HC04	1	1	1	3	HC04	0,90	3
HC05					HC05		
HC60	1	1	1	3	HC60	0,88	3
HC61					HC61		
HC07					HC07		
HC08	0,63	1	0,82	2	HC08	0,85	2
HC09	0,91	1	0,96	3	HC09	0,84	3
HC10	0,70	1	0,85	3	HC10	0,85	3
HT06	0,60	0,43	0,52	3	HT06	0,88	3
HC11	0,60	1	0,80	2	HC11	0,87	2
HC12					HC12		
HC13	0,63	1	0,81	3	HC13	0,80	3
HC14	0,29	0,47	0,38	3	HC14	0,80	3
HT04	0,31	1	0,65	2	HT04	0,83	3
HC15	0,24	0,34	0,29	3	HC15	0,77	3
HT03					HT03	0,85	2
HC16	0,25	0,48	0,36	3	HC16	0,84	3
HC17					HC17		
HC18	0,44	1	0,72	2	HC18	0,90	2

La **première synthèse** montre que sur les 21 masses d'eau littorales suivies et où l'élément de qualité est pertinent, le RHLN a permis de suivre et d'évaluer 81 % d'entre elles en 2011 par l'application des contrôles de surveillance et/ou opérationnel de la « DCE stricte » (Tableau 17). De ces masses d'eau, 70 % des masses d'eau ont été évaluées avec un indice de fiabilité de niveau 3, et 30 % avec un indice de niveau 2. De plus, le RHLN reste un des réseaux précurseurs dans l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » au niveau national du fait de sa création dès 2001, qui a permis d'enregistrer 10 ans de données pour certains points de mesure.

La carte de synthèse de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2006-2011 selon la « DCE stricte » est présentée dans la Figure 128.

A partir des règles citées ci-dessus, sur la période 2006-2011, 65 % (soit 11) des masses d'eau côtières normandes évaluées pour l'élément de qualité « Phytoplancton » sont classées en « Très bon état », 24 % (soit 4) en « Bon état », et 2 sont en « Etat moyen », l'élément de qualité « Conditions physico-chimiques générales » étant en « Très bon état » pour toutes les masses d'eau (Tableau 17). Les masses d'eau de transition HT04 et HT06 sont classées en « Bon état », avec un indice de fiabilité fort. Les masses d'eau les plus mal classées restent celles qui jouxtent

l'estuaire de Seine, soit la HC15 (« Cabourg ») et la HC16 (« Antifer Ponton Pétrolier »). La qualité des masses d'eau du Cotentin jusqu'à HC10 est très bonne sur la période 2006-2011, tout comme celle de la partie ouest de la côte du Calvados (HC11 à HC13). Enfin, la masse d'eau du Nord de la Seine-Maritime (HC18 : Dieppe) reste en « Bon état » sur la période 2006-2011.

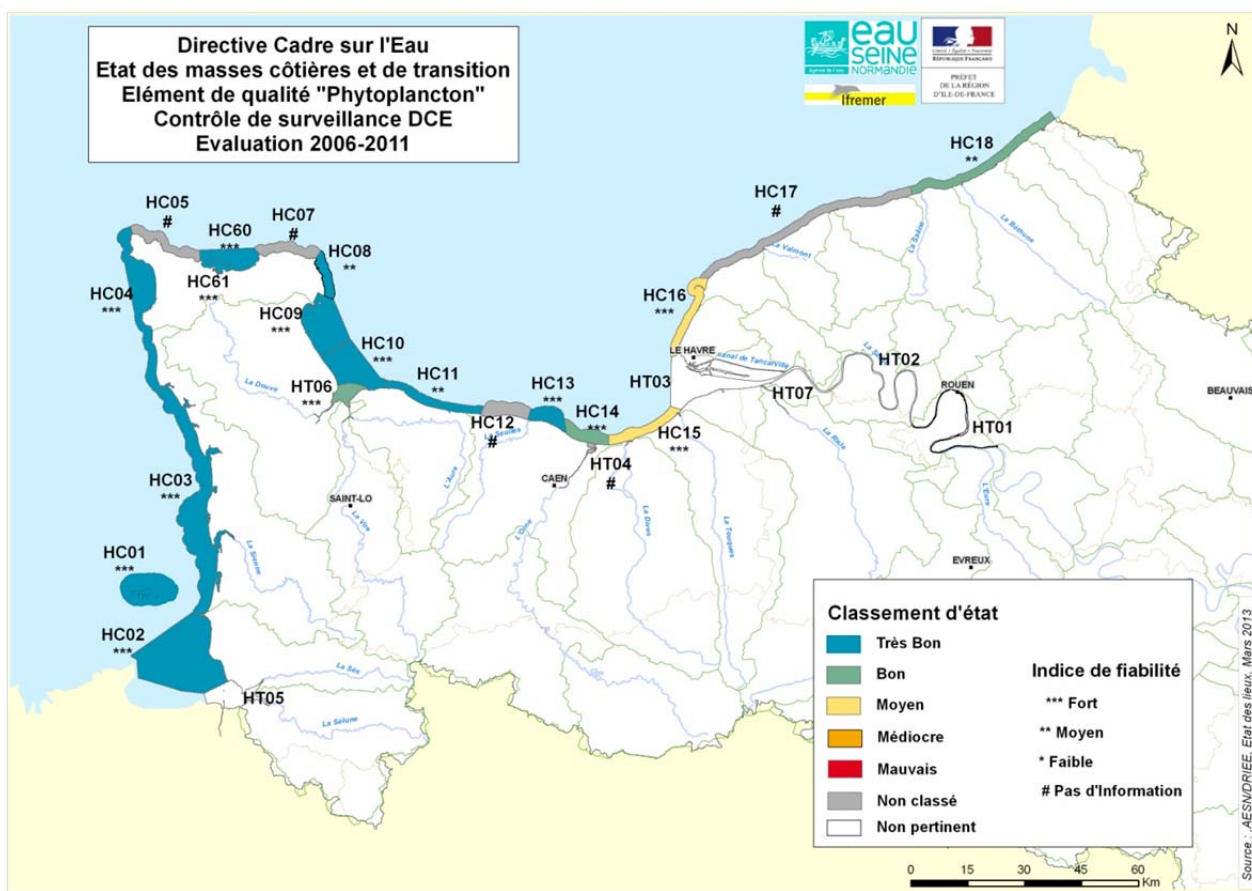


Figure 128 : Synthèse de l'élément de Qualité écologique « Phytoplancton » dans les masses d'eau normandes sur la période 2006-2011 selon la « DCE stricte ».

DCE

La **deuxième synthèse**, « **DCE étendue** », permet de compléter la « DCE stricte » en considérant l'extrapolation de classements aux masses d'eau non suivies ou suivies à l'aide d'un point en suivi régional (cf. IV.2.3.4.). Les informations complémentaires obtenues montrent que pour la période 2006-2011, 71 % (soit 15) des masses d'eau sont en « Très bon état », 19 % (soit 4) sont en « Bon état », et 10 % (soit 2) sont en « Etat moyen » (Tableau 18). Enfin, toutes les masses d'eau « extrapolées » sont en « Très bon état » (HC05, HC07, HC12 et HC17) avec un indice de fiabilité de moyen (HC05 et HC07) à fort (HC12 et HC17) ; les extrapolations pour les masses d'eau HC12 et HC17 sont basées sur des mesures réelles.

La carte de synthèse de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2006-2011 selon la « DCE étendue » est présentée dans la Figure 129.

Tableau 18 : Synthèse de l'élément de qualité écologique « Phytoplancton », et de l'indicateur « Oxygène dissous » pour l'élément de qualité « Conditions physico-chimiques », dans les masses d'eau normandes sur la période 2006-2011 en application de la « DCE étendue », et indices de fiabilité.

Masse d'eau	Biomasse RQE	Abondance RQE	Elément de qualité "Phytoplancton" Moyenne RQEs		Oxygène dissous RQE		
	2006-2011	2006-2011	2006-2011	Indice de fiabilité	2006-2011	Indice de fiabilité	
HC01	1	1	1	3	HC01	0,89	3
HT05					HT05	0,66	1
HC02	0,69	1	0,85	3	HC02	0,86	3
HC03	1	0,64	0,82	3	HC03	0,86	3
HC04	1	1	1	3	HC04	0,90	3
HC05				2	HC05		2
HC60					HC60		
HC61	1	1	1	3	HC61	0,88	3
HC07				2	HC07		2
HC08	0,63	1	0,82	2	HC08	0,85	2
HC09	0,91	1	0,96	3	HC09	0,84	3
HC10	0,70	1	0,85	3	HC10	0,85	3
HT06	0,60	0,43	0,52	3	HT06	0,88	3
HC11	0,60	1	0,80	2	HC11	0,87	2
HC12	1	1	1	3	HC12	0,86	3
HC13	0,63	1	0,81	3	HC13	0,80	3
HC14	0,29	0,47	0,38	3	HC14	0,80	3
HT04	0,31	1	0,65	3	HT04	0,83	3
HC15	0,24	0,34	0,29	3	HC15	0,77	3
HT03					HT03	0,85	2
HC16	0,25	0,48	0,36	3	HC16	0,84	3
HC17	0,79	1	0,89	3	HC17	0,85	3
HC18	0,44	1	0,72	2	HC18	0,90	2

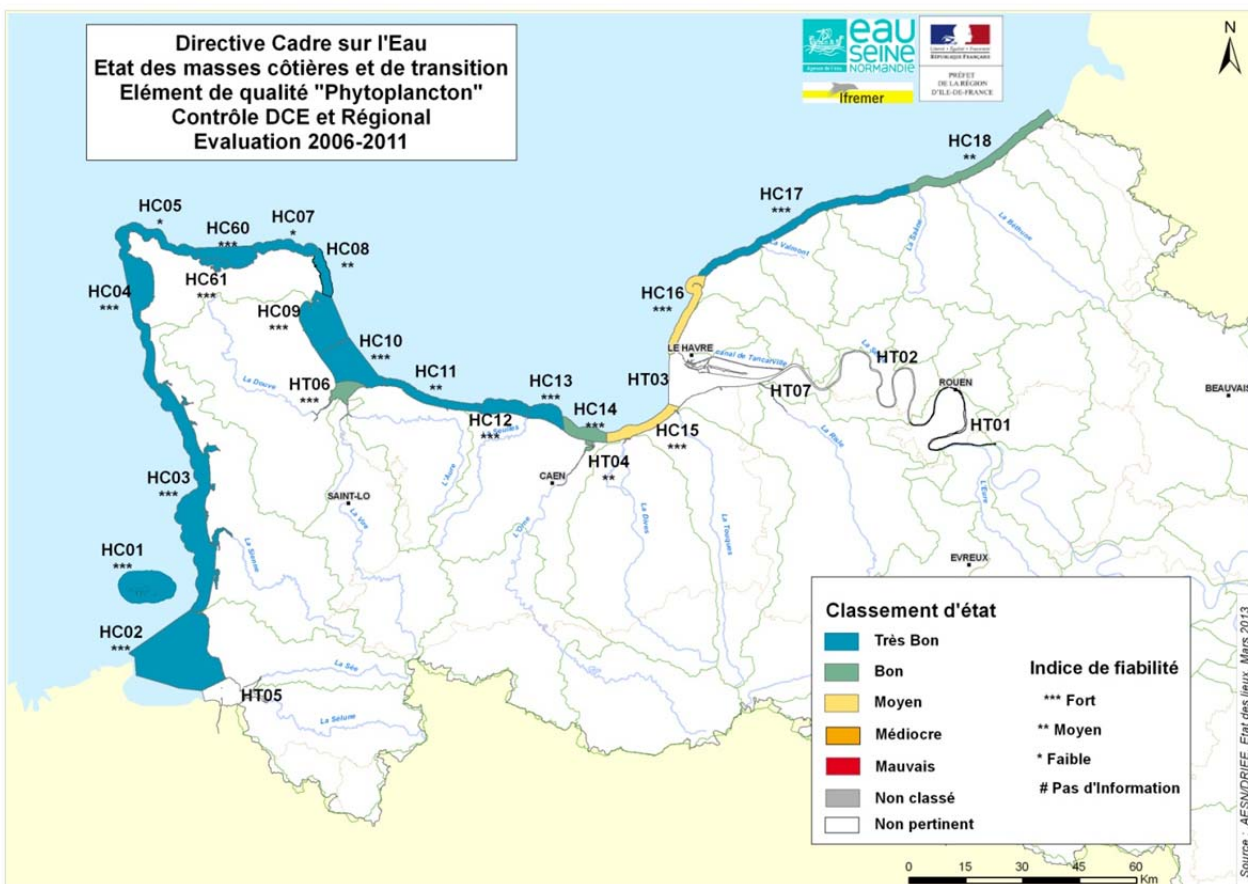


Figure 129 : Synthèse de l'élément de Qualité écologique « Phytoplancton » dans les masses d'eau normandes sur la période 2006-2011 selon la « DCE étendue ».

IV.2.4.3. Etude préliminaire des tendances

Dans le cadre de la mise à jour de l'état des lieux DCE en 2013, une étude des tendances de l'évolution de l'élément de qualité « Phytoplancton » annuel est présentée. Cette étude préliminaire est très basique en étant basée sur une régression linéaire entre les mises à jour annuelles de l'élément de qualité et de ses indices. Cette étude a été appliquée à toutes les masses d'eau évaluées par le contrôle de surveillance, le contrôle opérationnel, ou le contrôle régional, soit 19 masses d'eau.

Cette étude préliminaire des tendances appliquée à l'**Indice Biomasse**, montre que celui-ci serait resté stable pour 8 masses d'eau (HC01, HC03, HC04, HC60-HC61, HC08, HC09, et HT04), mais dans le « Très bon état » pour 5 d'entre elles (HC01, HC04, HC60-HC61), dans le « Bon état » pour HC08 et HC09, et dans l'« Etat moyen » pour HT04 (Tableau 19).

Tableau 19 : Tendances interannuelle des mises à jour annuelles de l'indice Biomasse pour toutes les masses d'eau disposant de données (contrôle de surveillance, contrôle opérationnel, contrôle régional).

Masse d'eau	Biomasse RQE									TENDANCE INTERANNUELLE
	EDL 2004 2001-2003	2001-2004	2001-2005	2001-2006	2002-2007	EDL 2009 2003-2008	2004-2009	2005-2010	EDL 2013 2006-2011	
HC01	0,92	1	1	1	1	1	1	1	1	↔
HT05										
HC02				1	0,93	0,82	0,76	0,73	0,69	↘
HC03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	↔
HC04					1	1	1	1	1	↔
HC05										
HC60		0,72	0,79	1	1	1	1	1	1	↔
HC61			1	1	1	1	1	1	1	↔
HC07										
HC08		0,60	0,46	0,49			0,54	0,61	0,63	↔
HC09	0,81	0,59	0,51	0,46	0,78	0,95	0,84	0,85	0,91	↔
HC10	0,31	0,32	0,35	0,37	0,40	0,46	0,53	0,59	0,70	↗
HT06	0,28	0,32	0,32	0,32	0,33	0,36	0,41	0,47	0,60	↗
HC11		0,36	0,41	0,39			0,43	0,50	0,60	↗
HC12		0,68	0,68	0,70	0,69	0,72	0,77	0,91	1	↗
HC13		1	0,97	1	0,79	0,69	0,78	0,72	0,63	↘
HC14	0,16	0,16	0,18	0,17	0,23	0,23	0,29	0,29	0,29	↗
HT04					0,29	0,28	0,30	0,30	0,31	↔
HC15	0,12	0,19	0,25	0,24	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	↗
HT03										
HC16	0,27	0,29	0,27	0,26	0,26	0,27	0,23	0,23	0,25	↘
HC17				1	1	1	0,84	0,82	0,79	↘
HC18		1	1			0,98	0,76	0,46	0,44	↘

Grilles MEC pour MET, point Donville pour HC03

Pour 6 masses d'eau (HC10, HT06, HC11, HC12, HC14 et HC15), l'Indice Biomasse semble s'être amélioré mais à différents degrés (Tableau 19). En effet, cette amélioration paraît continue et significative depuis le début du suivi pour les masses d'eau HC10 (de l'« Etat moyen » au « Très bon état ») et HT06 (de l'« Etat moyen » au « Bon état »). Par contre, celle-ci se montrerait très faible pour les masses d'eau HC11 (reste dans le « Bon état »), HC12 (reste dans le « Très bon état »), et HC14 et HC15 (de l'« Etat médiocre » à l'« Etat moyen »).

Enfin, l'indice Biomasse semble s'être dégradé pour 5 masses d'eau (HC02, HC13, HC16, HC17 et HC18), mais là aussi à différents degrés (Tableau 19). En effet, cette dégradation paraît mineure pour les masses d'eau HC02 et HC17 qui restent dans le « Très bon état », et pour HC16 qui reste dans l'« Etat moyen ». Celle-ci serait cependant significative pour les masses d'eau HC13 et HC18 qui passent du « Très bon état » au « Bon état ».

Cette étude préliminaire des tendances appliquée à l'**Indice Abondance**, montre que celui-ci serait resté stable pour 13 masses d'eau (HC04, HC60-HC61, HC08, HC09, HC10, HT06, HC12, HC13, HC14, HT04, HC17 et HC18), mais majoritairement dans le « Très bon état » pour 7 d'entre elles (HC04, HC60-HC61, HC13 et HC18), dans le « Bon état » pour HT06, et dans l'« Etat moyen » pour HC14 (Tableau 20).

Tableau 20 : Tendances interannuelle des mises à jour annuelles de l'indice Abondance pour toutes les masses d'eau disposant de données (contrôle de surveillance, contrôle opérationnel, contrôle régional).

Masse d'eau	Abondance RQE									TENDANCE INTERANNUELLE
	EDL 2004 2001-2003	2001-2004	2001-2005	2001-2006	2002-2007	EDL 2009 2003-2008	2004-2009	2005-2010	EDL 2013 2006-2011	
HC01	0,67	0,90	1	0,92	0,96	0,96	1	1	1	↗
HT05										
HC02				0,33	0,50	1	1	1	1	↗
HC03	1	1	1	1	0,82	0,72	0,68	0,64	0,64	↘
HC04					1	1	1	1	1	↔
HC05										
HC60		1	1	1	1	1	1	1	1	↔
HC61			1	1	1	1	1	1	1	↔
HC07										
HC08		0,84	0,36	0,41			0,79	1	1	↔
HC09	1	1	0,72	0,63	0,72	0,84	0,87	0,93	1	↔
HC10	0,86	0,88	0,70	0,65	0,61	0,61	0,71	0,85	1	↔
HT06	0,33	0,47	0,43	0,43	0,47	0,53	0,51	0,43	0,43	↔
HC11		0,50	0,36	0,37			0,55	0,79	1	↗
HC12		1	0,84	0,96	1	1	1	1	1	↔
HC13		1	1	1	1	1	1	1	1	↔
HC14	0,42	0,41	0,38	0,37	0,38	0,40	0,40	0,40	0,47	↔
HT04					0,67	0,84	0,86	0,80	1	↔
HC15	0,45	0,41	0,39	0,39	0,38	0,39	0,34	0,33	0,34	↘
HT03										
HC16	0,86	0,89	0,72	0,63	0,60	0,60	0,50	0,43	0,48	↘
HC17				0,67	1	1	1	1	1	↔
HC18		1	1			1	1	1	1	↔

Point Donville pour HC03

Pour 3 masses d'eau (HC01, HC02 et HC11), l'Indice Abondance semble s'être amélioré mais à différents degrés (Tableau 20). En effet, cette amélioration paraît significative depuis le début du suivi pour les masses d'eau HC02, HC11 (de l'« Etat moyen » au « Très bon état »), et HC01 (du « Bon état » au « Très bon état »).

Enfin, l'Indice Abondance se serait dégradé pour 3 masses d'eau (HC03, HC15 et HC16), mais là aussi à différents degrés (Tableau 20). En effet, cette dégradation reste mineure pour la masse d'eau HC15 qui reste majoritairement dans l'« Etat moyen ». Celle-ci est cependant significative pour la masse d'eau HC16 qui passe du « Très bon état » en 2001-2003 et 2001-2004 à l'« Etat moyen » en 2005-2010, et la masse d'eau HC03 qui passe du « Très bon état » jusqu'en 2001-2006 au « Bon état » depuis.

DCE



Enfin, cette étude préliminaire des tendances appliquée à l'**élément de qualité « Phytoplancton »**, montre que celui-ci serait resté stable pour 10 masses d'eau (HC02, HC04, HC60-HC61, HC08, HC09, HC10, HT04, HC15 et HC17), mais majoritairement dans le « Très bon état » pour 6 d'entre elles (HC02, HC04, HC60-HC61, HC09 et HC17), dans le « Bon état » pour HC08, HC10 et HT04, et dans l'« Etat moyen » pour HC15 (Tableau 21).

Tableau 21 : Tendances interannuelle des mises à jour annuelles de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour toutes les masses d'eau disposant de données (contrôle de surveillance, contrôle opérationnel, contrôle régional).

Masse d'eau	ELEMENT DE QUALITE "PHYTOPLANCTON" RQE									TENDANCE INTERANNUELLE
	EDL 2004 2001-2003	2001-2004	2001-2005	2001-2006	2002-2007	EDL 2009 2003-2008	2004-2009	2005-2010	EDL 2013 2006-2011	
HC01	0,79	0,95	1	0,96	0,98	0,98	1	1	1	↗
HT05										
HC02				0,67	0,72	0,91	0,88	0,86	0,85	↔
HC03	1	1	1	1	0,91	0,86	0,84	0,82	0,82	↘
HC04					1	1	1	1	1	↔
HC05										
HC60		0,86	0,90	1	1	1	1	1	1	↔
HC61			1							
HC07										
HC08		0,72	0,41	0,45			0,66	0,80	0,82	↔
HC09	0,91	0,80	0,62	0,55	0,75	0,89	0,85	0,89	0,96	↔
HC10	0,58	0,60	0,52	0,51	0,51	0,53	0,62	0,72	0,85	↔
HT06	0,31	0,39	0,38	0,37	0,40	0,45	0,46	0,45	0,52	↗
HC11		0,43	0,38	0,38			0,49	0,65	0,80	↗
HC12		0,84	0,76	0,83	0,85	0,86	0,88	0,96	1	↗
HC13		1	0,99	1	0,90	0,84	0,89	0,86	0,81	↘
HC14	0,29	0,28	0,28	0,27	0,31	0,32	0,35	0,35	0,38	↗
HT04					0,48	0,56	0,58	0,55	0,65	↔
HC15	0,29	0,30	0,32	0,31	0,30	0,31	0,29	0,29	0,29	↔
HT03										
HC16	0,56	0,59	0,49	0,45	0,43	0,44	0,36	0,33	0,36	↘
HC17				0,83	1	1	0,92	0,91	0,89	↔
HC18		1	1			0,99	0,88	0,73	0,72	↘

Moyenne des RQE Biomasse et Abondance

DCE

Pour 5 masses d'eau (HC01, HT06, HC11, HC12 et HC14), l'élément de qualité « Phytoplancton » semble s'être amélioré mais à différents degrés (Tableau 21). En effet, cette amélioration paraît significative depuis le début du suivi pour les masses d'eau HT06 et HC14 (de l'« Etat moyen » au « Bon état »), et HC11 (du « Bon état » au « Très bon état »). Par contre, celle-ci serait très faible pour les masses d'eau HC01 et HC12 (reste dans le « Très bon état »).

Enfin, l'élément de qualité « Phytoplancton » semble s'être dégradé pour 4 masses d'eau (HC03, HC13, HC16 et HC18), mais là aussi à différents degrés (Tableau 21). En effet, cette dégradation resterait mineure pour les masses d'eau HC03 et HC13 qui restent dans le « Très bon état ». Celle-ci serait cependant significative pour la masse d'eau HC16 qui passe du « Bon état » jusqu'à la période 2003-2008 à l'« Etat moyen » depuis 2004-2009, et pour la masse d'eau HC18, qui se dégrade au « Bon état » depuis la période 2005-2010.

IV.2.4.4. Discussion des synthèses nationales

La coordination nationale de l'Ifremer est en charge de l'animation du groupe national d'experts en « Phytoplancton » en soutien au groupe de travail DCE « Eaux littorales » piloté par le Ministère chargé de l'écologie et de la mer, et, de ce fait, publie une mise à jour nationale des évaluations pour les indicateurs de l'élément de qualité « Phytoplancton », et de l'état « Conditions physico-chimiques générales » comprenant les éléments de qualité « Nutriments », « Oxygène dissous », « Salinité », « Température » et « Transparence ».

Élément de qualité « Phytoplancton »

L'évaluation nationale pour l'élément de qualité « Phytoplancton » est globalement identique à celle présentée ici pour la période 2006-2011 sur les points sélectionnés en « DCE stricte » (voir Annexe 4). Les seuls désaccords observés concernent : les masses d'eau HT03 et HT05 pour lesquelles une évaluation a été réalisée alors que l'élément de qualité est non pertinent ; et les masses d'eau HC03 et HC16 pour lesquelles l'Indice Abondance est différent de la présente évaluation, probablement du fait d'un nombre de données utilisées différent entre les deux évaluations. Enfin, la masse d'eau HC17 n'a pas été sélectionnée dans le contrôle de surveillance bien qu'un point soit suivi dans le cadre du suivi régional, et l'évaluation nationale pour cette masse d'eau prend en compte un point non actif (« Fécamp digue ») et un point de la masse d'eau HC18 (« Dieppe 1 mille »), menant à une discordance sur l'Indice Abondance.

Élément de qualité « Nutriments »

L'indicateur Nutriments déterminé afin de qualifier l'état « Conditions physico-chimiques générales » a été défini comme étant la combinaison des indices ammonium, nitrate, nitrite, phosphate et silicate. A ce jour, la pertinence des indices phosphate et silicate est toujours à l'étude. Ainsi, l'indicateur Nutriments présenté dans le premier rapport d'évaluation intègre uniquement les concentrations d'azote inorganique dissous (NID), c'est-à-dire la somme ammonium + nitrate + nitrite, qui est directement reliée à la salinité (Daniel A. et Soudant D., 2010). Les masses d'eau côtières et de transition ont donc été regroupées au sein d'écotypes représentatifs des bassins hydrographiques, pour lesquels une droite de dilution pour l'ensemble des données acquises sur le plan de gestion de 6 ans a été définie. La métrique de l'indice NID est donc la concentration normalisée à 33 de salinité de l'ensemble des mesures effectuées dans un écotype sur l'ensemble d'un plan de gestion de 6 ans entre novembre et février, et classée en trois états : « Très bon », « Bon », ou « Mauvais ». La première évaluation réalisée sur la période 2003-2008 classe les masses d'eau HC02, HC03, HC09 et HT06 en « Bon état », et HC15, HT03 et HC16 en « Etat mauvais » pour l'indice NID (Daniel A. et Soudant D., 2010). L'évaluation n'a pas été renouvelée pour 2006-2011 à ce jour.

Élément de qualité « Oxygène dissous »

L'évaluation nationale pour l'indicateur Oxygène dissous est globalement identique à celle présentée ici pour la période 2006-2011 sur les points sélectionnés en « DCE stricte ». Le seul désaccord observé concerne l'évaluation pour la masse d'eau HC15 (« Cabourg ») qui est classée ici en « Très bon état » mais seulement en « Bon état » dans l'évaluation nationale. Cette différence peut être due à la façon dont les données sont sélectionnées dans le programme de calcul utilisé par la Coordination Nationale.

Élément de qualité « Salinité »

Le rapport sur l'étude d'un indicateur Salinité pour qualifier l'état « Conditions physico-chimiques générales », indique qu'il est difficile d'envisager l'utilisation d'un seuil tenant compte uniquement de l'intensité de la dessalure, celle-ci étant directement dépendante de la localisation du point de prélèvement dans le panache fluvial. La fréquence et la durée des dessalures seraient plus intéressantes à identifier car des variations de salinité peuvent être préjudiciables aux potentialités biologiques du milieu uniquement lorsqu'elles sont très brutales, répétées et intenses. Cependant, la durée et la fréquence des épisodes de dessalure ne peuvent pas non plus être retenues comme métriques de l'indicateur de salinité en raison des fréquences de prélèvement retenues dans le cadre du contrôle de surveillance DCE qui sont mensuelles, là où des mesures hautes fréquences seraient nécessaires. Aussi, le rapport conclut que l'élément de qualité « Salinité » est déclaré non pertinent dans les masses d'eau côtières et de transition dans le cadre du contrôle de surveillance DCE (Daniel A. et Soudant D., 2011a).

Élément de qualité « Température »

Le rapport sur l'étude d'un indicateur Température pour qualifier l'état « Conditions physico-chimiques générales », indique que celui-ci n'est calculé pour le moment que dans les masses d'eau côtières. L'indicateur Température est défini comme le pourcentage de mesures hors d'une enveloppe considérée comme assurant le bon fonctionnement écologique de l'écosystème. Il permet un classement en deux états : Bon ou Mauvais. L'enveloppe est définie autour d'une référence. Cette dernière est une sinusoïde modélisant les données de température acquises entre 1988 et 2007. L'enveloppe est constituée de deux courbes, les courbes maximales et minimales étant définies à partir de l'intervalle interquartile multiplié par un facteur de 3. L'enveloppe ainsi définie permet de désigner les observations acceptables et exceptionnelles. Ainsi, si le nombre d'observations exceptionnelles dépasse un seuil de 5 %, la masse d'eau est désignée comme en « Mauvais état » au regard de l'indice Température.

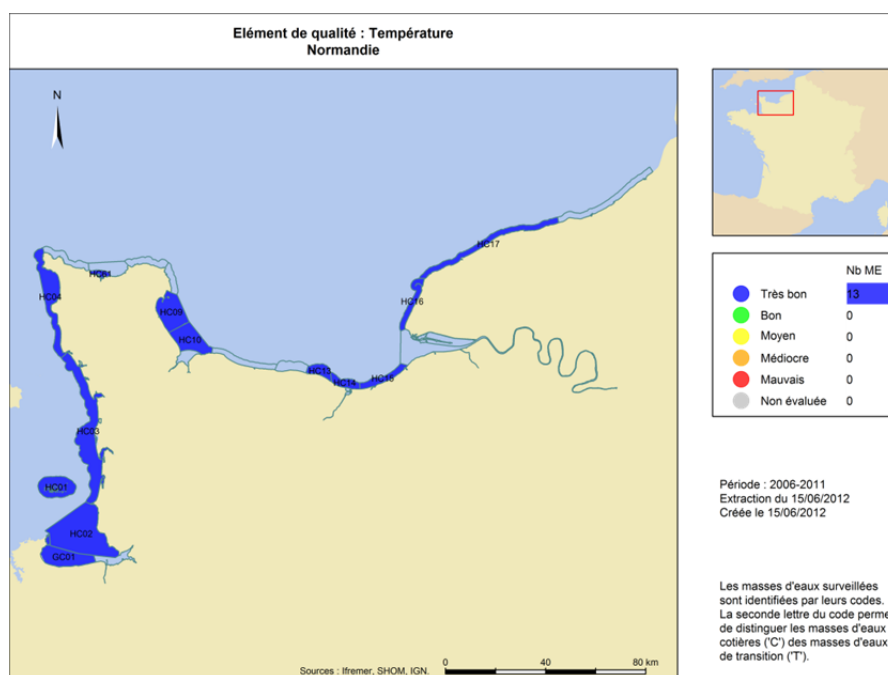


Figure 130 : Evaluation de l'élément de qualité Température pour la période 2006-2011.

L'évaluation réalisée pour la période 2006-2011 montre que toutes les masses d'eau côtières évaluées sont en « Très bon état » pour l'élément de qualité « Température » (Figure 130).

Elément de qualité « *Transparence* »

Le rapport sur l'étude d'un indicateur Transparence pour qualifier l'état « Conditions physico-chimiques générales », indique que celui-ci est déclaré non pertinent **dans les masses d'eau de transition** du fait de l'influence positive de la turbidité dans les estuaires, les usages et organismes (faune et flore) étant naturellement adaptés à ces milieux.

Pour les masses d'eau côtières, la transparence étant représentée uniquement par le paramètre turbidité, l'élément de qualité sera donc qualifié à partir d'un indice turbidité sur la période de mars à octobre. La turbidité peut avoir une influence négative sur la biologie, de fortes valeurs pouvant être préjudiciables à la survie de la faune et de la flore. La métrique proposée devrait non seulement tenir compte des valeurs absolues de concentration, mais également de la fréquence et de la durée des épisodes turbides. Or, pour les mêmes raisons que pour l'indice de salinité, la fréquence et la durée des épisodes turbides ne peuvent pas être retenues comme métrique du fait de la fréquence mensuelle des prélèvements. Aussi la métrique de l'indice turbidité proposée est le centile 90 des valeurs absolues de concentration.

La grille de classement proposée est conçue de façon à permettre un classement en trois états : « Très bon », « Bon » ou « Mauvais », à partir des travaux du SEQ « Littoral » (2002). La métrique est ensuite transformée en un Ratio de Qualité Ecologique (RQE) par rapport à une valeur de référence qui a été fixée à dire d'expert. Toutes les masses d'eau côtières normandes sont classées dans l'écotype 3, à l'exception des masses d'eau HC08, HC60, HC61 et HC04 qui sont dans l'écotype 1. La grille de classement est présentée dans le Tableau 22.

Tableau 22 : Grille de classement de l'indice turbidité.

Grille de classement de l'indice turbidité			
Ecotype des MEC	Grille de l'indice	Valeur de référence	Grille de l'EQR
1 et 2	5 - 10	3,3	0,67 - 0,33
3	30 - 45	20,1	0,67 - 0,45

L'évaluation pour la période 2006-2011 de l'Indice Transparence n'a pas été publiée à ce jour au niveau national pour le bassin Seine-Normandie.

V. Conclusion générale

Le suivi du RHLN réalisé en 2011 correspond à la dernière année pour la mise à jour de l'Etat des lieux DCE en 2013, validé à l'aide de ses partenaires financiers (AESN, CRBN) à travers le projet RHLN pérenne.

L'année 2011 a été marquée climatiquement par le fait qu'elle a été l'année la plus « chaude » depuis 1960 à Dieppe (+ 1,2°C par rapport à la normale 1981-2010), avec un hiver doux, un printemps et automne « chauds », et un été proche de la normale. De plus, les précipitations ont de nouveau été inférieures à la normale en 2011 pour la troisième année consécutive, avec des déficits particulièrement marqués au printemps (avril – mai) et automne (octobre – novembre), malgré un été pluvieux notamment en août. Ces déficits pluviométriques se sont faits ressentir sur tout le bassin versant, les débits étant encore bien inférieurs aux normales (jusqu'à - 50 % à 60 % entre l'hiver et le printemps).

Les déficits hydrométriques de l'année 2011 et donc la limitation des apports par les bassins versants peuvent probablement expliquer la diminution de la moyenne de la biomasse sur près de 66 % des points suivis, malgré l'observation de quelques pics importants sur 21 % des points suivis, le maximum ayant été enregistré à 34 $\mu\text{g.L}^{-1}$ à Cabourg (HC15). De plus, le nombre de blooms dépassant les seuils de 100 000 cellules par litre et de 1 000 000 cellules par litre a diminué en 2011 par rapport à 2010, ces derniers ayant été observés autour de l'estuaire de Seine (HC15 - Cabourg et HC16 - Antifer Ponton Pétrolier) et à Dieppe. Le genre *Chaetoceros* a de nouveau largement dominé le peuplement phytoplanctonique principalement estival (17 blooms), et des efflorescences de cinq espèces recensées comme nuisibles par la DCE ont été observées. Malgré cette production primaire, la colonne d'eau est restée correctement oxygénée, aucune suboxie n'ayant été enregistrée au fond. L'étude des concentrations en nutriments a de nouveau montré un gradient croissant des stocks hivernaux vers l'Est de la baie de Seine, des stocks pour la plupart enrichis en azote excepté à Chausey (HC01) et à Dielette (HC04). En période estivale, la productivité phytoplanctonique ayant été moins importante en 2011, la majorité de ces stocks n'ont pas été complètement consommés, même si une carence potentielle par l'azote a été possible sur la côte Ouest du Cotentin et un peu plus modérée sur la côte Est du Cotentin et le Calvados.

L'évaluation de la qualité des masses d'eau côtières et de transition le long du littoral normand a été mise à jour selon l'arrêté du 25 janvier 2010 et le guide de préparation de l'état des lieux 2013. L'élément de qualité « Phytoplancton » a été évalué à partir des Indices Biomasse et Abondance pour les masses d'eau côtières et de transition. L'indice de composition taxonomique qui est actuellement revu au niveau européen a été testé à l'aide de la métrique du rapport (dinoflagellés/diatomées) pour les masses d'eau disposant de données de flores totales. Des études de règles d'agrégation et leur impact sur le classement des masses d'eau ont été discutées, et une étude préliminaire des tendances a été réalisée. Enfin, l'évaluation de l'élément de qualité « Oxygène dissous » a été mise à jour, ce paramètre étant à ce jour le seul validé pour l'état « Conditions physico-chimiques générales ».

Dans la mise à jour de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2006-2011, le classement s'est généralement amélioré, toutes les masses d'eau de la côte Ouest à la côte du Calvados centrale (HC01 à HC13 excepté HT06) ainsi que la masse d'eau HC17 sont en « Très bon état ». Seules quatre masses d'eau (HT06, HT04, HC14 et HC18) sont en « Bon état », et deux masses d'eau avoisinant l'estuaire de Seine (HC15 et HC16) sont en « Etat moyen ». Au total, 71 % des masses d'eau évaluées sont donc en « Très bon état » vis-à-vis de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2006-2011.

Bibliographie

Aminot, A., Kérouel, R., **2004**. Hydrologie des écosystèmes marins. Paramètres et analyses. *Ed. Ifremer*, 336 p.

Aminot, A., Kérouel, R., **2007**. Dosage automatique des nutriments dans les eaux marines. *Ed. Ifremer*, 336 p.

Arrêté du 25 janvier 2010 établissant le programme de surveillance de l'état des eaux en application de l'article R. 212-22 du code de l'environnement. *Journal Officiel de la République Française*, 24 février 2010, Texte 8 sur 120, NOR : DEVO1001031A.

Arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R. 212-10, R. 212-11 et R. 212-18 du code de l'environnement. *Journal Officiel de la République Française*, 24 février 2010, Texte 9 sur 120, NOR : DEVO1001032A.

Banque Hydro. <http://www.hydro.eaufrance.fr/selection.php>

Belin C. et Daniel A., **2013**. Méthodes de bio-indication en eaux littorales. Indicateur phytoplancton et physico-chimique. Livrable A2 : Synthèse des conclusions du GT phytoplancton – hydrologie. Validation intermédiaire des grilles biomasse dans les MET de Manche Atlantique. Révision de la définition des masses d'eau turbides pour la prise en compte de l'indicateur phytoplancton. *Rapport final pour l'ONEMA dans le cadre du partenariat 2012*, 30 p.

Daniel A., **2004**. Réseau hydrologique littoral normand : cycles annuels 2001-2003 et proposition d'indicateurs d'eutrophisation. *Rapport Ifremer RST.DEL/04.09 PB*, 103p.

Daniel A. et Soudant D., **2010**. Evaluation DCE mai 2010 – Elément de qualité : nutriments. *Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS/10.03*, 22p.

Daniel A. et Soudant D., **2011**. Evaluation DCE février 2011 – Elément de qualité : transparence. *Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS/11-01*, 16p.

Daniel A. et Soudant D., **2011**. Evaluation DCE février 2011 – Elément de qualité : salinité. *Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS/11-02*, 12p.

Gangnery A., **2008**. Rapport final d'activités de la phase I (2005-2008) du projet OGIVE (Outils d'aide à la Gestion Intégrée et à la Valorisation des Ecosystèmes conchylicoles de Basse-Normandie 49 p.

Le Goff R., Riou P. et Daniel A., **2005**. Réseau Hydrologique Littoral Normand - Rapport 2005. *Rapport Ifremer RST.LERN/05.09 PB*. 132p.

Le Goff R. et Riou P., **2006**. Réseau Hydrologique Littoral Normand – Rapport 2006. *Rapport Ifremer RST.LERN/06.12 PB*, 96 p.

Le Goff R., Nogues L., Lampert L. et Riou P., **2007**. Réseau Hydrologique Littoral Normand – Rapport 2007 Volume 1. *Rapport Ifremer RST.LERN/07.14 PB*, 127p.

Léopold T. et Belin C., **2011**. Proposition de nouvelles valeurs-seuils pour la biomasse (chlorophylle-a percentile 90) pour les Masses d'Eau de Transition (Mer du Nord – Manche – Atlantique). *Rapport Ifremer de mars 2011*.

Lorenzen C. J., **1967**. Determination of chlorophyll and phaeopigments : spectrometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343-346.



Bibliographie

- Nédélec F., Lejolivet A. et Riou P., 2011. Réseau Hydrologique Littoral Normand – Suivi 2009. *Rapport Ifremer RST.LERN/11-08*, 126p.
- Nogues L. et Lampert L., **2008**. Réseau Hydrologique Littoral Normand – Rapport 2008 – Suivi de l'année 2007. *Rapport Ifremer RST.LERN/08-09*, 124p.
- Redfield A.C., Ketchum B.H., Richard F.A., **1963**. The influence of organisms on the composition of seawater. In M.N. Hills (eds), *The sea Vol2. The composition of sea water*, pp26-77. Wiley & sons, New York.
- SEQ « littoral », **2002**. Système de classification pour l'évaluation de la qualité des eaux littorales : grilles d'aptitude aux usages et à la biologie. *Document SEQ « littoral » - Convention MEDD/Ifremer n°031-01*.
- Soudant D. et Belin C., **2010a**. Evaluation DCE janvier 2010 – Elément de qualité : phytoplancton. *Rapport Ifremer DYNECO/VIGIES/10-03*, 199p.
- Soudant D. et Belin C., **2010b**. Evaluation DCE janvier 2010 – Elément d'expertise - Elément de qualité : phytoplancton – Agence de l'eau : Seine-Normandie. *Rapport Ifremer DYNECO/VIGIES/10-05*, 54p.
- Utermöhl H., **1958**. Zur vervollkommung der quantativen phytoplankton methodik. *Int. Ver. Theoret. Angew. Limnol.*, 9, 1-38.

Annexes

Annexe 1 : Historique des lieux de surveillance du RHLN.

Annexe 2 : Rappel sur les types de cycles biogéochimiques.

Annexe 3 : Caractéristiques des principaux taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche.

Annexe 4 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche.

Annexe 5 : Comparaison de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » présentée dans le rapport RHLN 2011 et le rapport d'évaluation national pour la période 2006-2011.

Annexe 6 : Qualification des données RHLN pour l'année 2011.

Annexe 1 : Historique des lieux de surveillance du RHLN

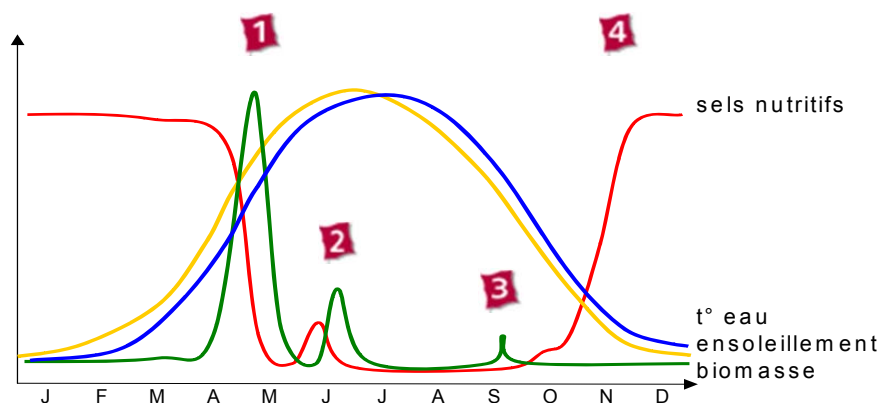
Masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Nom du point	Latitude	Longitude	Mnémonique Quadriga ²	Projet	Type de suivi	Période de suivi
HT05	Baie du Mont St Michel - Fond de baie estuarien	Mont St Michel Mont St Michel 2007 Tomblaine	48° 39,1667' N 48° 38,0900' N 48° 39,0780' N	001° 45,8667' W 001° 30,4700' W 001° 30,9180' W	020-P-003 020-P-053 020-P-109	RHLN	Enquête DCE	2006 2007 - 2010 2010 - en cours
HC01	Chausey	Chausey Cancale Est	48° 52,7100' N 48° 42,1478' N	001° 46,0800' W 001° 47,6288' W	019-P-001 020-P-051	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours 2006
HC02	Baie du Mt St Michel - Centre	Hacqueville 1 mille Champeaux	48° 49,2500' N 48° 44,8375' N	001° 35,6690' W 001° 35,6690' W	020-P-049 020-P-050	RHLN	Surveillance DCE	2004 - 2006 2006 - en cours
HC03	Ouest Cotentin	Dorville Point du Roc Coudviller 1 mille Pointe Agon Sud Pirou Bergerie Sud Denneville	48° 50,5000' N 48° 53,4374' N 49° 00,0200' N 49° 08,9000' N 49° 17,3567' N	001° 37,6700' W 001° 35,6288' W 001° 36,3400' W 001° 35,9800' W 001° 41,3480' W	018-P-054 018-P-068 018-P-057 018-P-021 018-P-008	RHLN RHLN RHLN RHLN RHLN	Surveillance DCE Régional Régional Surveillance DCE Régional	2001 - en cours 2006 - en cours 2001 - en cours 2001 - en cours 2006 - en cours
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	Dialette Jobourg Barneville	49° 33,0000' N 49° 39,8000' N 49° 22,7000' N	001° 55,1700' W 001° 58,4000' W 001° 51,7000' W	017-P-006 017-P-021 017-P-022	RHLN COGEMA COGEMA	Surveillance DCE COGEMA COGEMA	2007 - en cours 2003 - en cours 2003 - en cours
HC05	Nord Ouest Cotentin	Gruchy	49° 41,7200' N	001° 46,9200' W	016-P-014	RHLN	Surveillance DCE	2004 - 2005
HC06	Rade de Cherbourg	Rade de Cherbourg	49° 41,0100' N	001° 36,7200' W	016-P-024	RHLN	Surveillance DCE	2004 - 2006
HC61	Cherbourg - Intérieur rade	Digue de Querqueville	49° 40,3462' N	001° 39,7674' W	016-P-025	RHLN	Surveillance DCE	2005 - en cours
HC07	Nord Est Cotentin	Cap Lévi	49° 42,3200' N	001° 27,2900' W	016-P-001	RHLN	Surveillance DCE	2004 - 2006
HC08	Barfleur	Réville 1 mille	49° 36,8300' N	001° 12,9400' W	015-P-029	RHLN	Opérationnel DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
HC09	Anse de St Vaast	La Hougue Gauguis	49° 34,6561' N 49° 29,1662' N	001° 16,7480' W 001° 14,4982' W	015-P-030 015-P-031	RHLN RHLN	Surveillance DCE Régional	2003 - en cours 2006 - en cours
HC10	Baie des Veys	Ush St Germain de Varreville Roches de Grandcamp	49° 25,3562' N 49° 27,1600' N 49° 23,7200' N	001° 10,2884' W 001° 12,5000' W 001° 02,8300' W	014-P-024 014-P-017 014-P-001	RHLN RHLN RHLN	Régional Surveillance DCE Surveillance DCE renforcée	2006 - en cours 2001 - en cours 2001 - en cours
HT06	Baie des Veys - Estuaire	Géfosse	49° 23,4700' N	001° 06,5600' W	014-P-023	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2002 - en cours
HC11	Côte du Bessin	Port-en-Bessin 1 mille	49° 21,5900' N	000° 46,0300' W	013-P-006	RHLN	Opérationnel DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
HC12	Côte de Nacre Ouest	Asnelles - Meuvaines	49° 21,0800' N	000° 34,2100' W	012-P-013	RHLN	Régional	2004 - en cours
HC13	Côte de Nacre Est	St Aubin les Essarts	49° 21,9100' N	000° 23,2600' W	012-P-005	RHLN	Surveillance DCE	2004 - en cours
HC14	Baie de Caen	Luc 1 mille	49° 19,6100' N	000° 19,6700' W	010-P-187	RHLN	Régional renforcé	2001 - en cours
HT04	Estuaire de l'Orne	Ouistreham 1 mille	49° 18,7100' N	000° 14,4900' W	010-P-102	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HC15	Côte fleurie	Estuaire de l'Orne Cabourg	49° 16,7667' N 49° 17,9600' N	000° 13,6833' W 000° 06,9400' W	010-P-110 010-P-109	RHLN RHLN	Enquête DCE Surveillance DCE renforcée	2007 - en cours 2001 - en cours
HT03	Estuaire de Seine - Aval	Bouée Carosse Seine 1	49° 29,1100' N 49° 28,7500' N	000° 01,6000' E 000° 03,2167' E	010-P-052 011-P-010	RHLN RHLN	Surveillance DCE Surveillance DCE	2002 - 2004, 2006 - 2007 2008 - en cours
HT07	Risle estuarienne					RHLN		
HC16	Le Havre - Antifer	Antifer ponton pétrolier	49° 40,0000' N	000° 07,9600' E	010-P-001	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HC17	Pays de Caux Sud	Fécamp 1 mille Fécamp digue St Aubin Seine Maritime	49° 45,9946' N 49° 46,4346' N 49° 54,0000' N	000° 21,8903' E 000° 20,6304' E 000° 52,0000' E	009-P-023 009-P-011 009-P-001	RHLN RHLN RHLN	Régional Régional Surveillance DCE	2006 - en cours 2006 - 2007 2004 - 2005
HC18	Pays de Caux Nord	Dieppe 1 mille	49° 56,4500' N	001° 03,2500' E	008-P-012	RHLN	Surveillance DCE	2001 - 2005, 2008 - en cours

Lieux de surveillance non actifs

Surveillance dans le cadre du suivi "eaux douces"

Annexe 2 : Rappel sur les types de cycles biogéochimiques

Un « **cycle classique** » dans nos eaux tempérées se caractérise par un premier bloom phytoplanctonique, le plus important de l'année, qui débute au printemps lorsque les conditions hydro-climatiques (température et ensoleillement notamment) sont redevenues suffisantes pour une relance de la photosynthèse (en avril-mai **1** sur la Figure ci-dessous). Ce bloom consomme la quasi-totalité du stock de nutriments hivernal, ce qui a pour conséquence de limiter la croissance du phytoplancton et de favoriser les successions taxinomiques.



Représentation schématique d'un cycle hydrobiologique « classique » dans les eaux marines tempérées. La biomasse phytoplanctonique apparaît en vert, l'ensoleillement en jaune, la température de l'eau en bleu et la concentration en nutriments en rouge.

La dégénérescence du phytoplancton produit au cours de ce premier bloom, et sa dégradation par des bactéries, sont à l'origine d'une régénération des nutriments. Cette régénération à laquelle s'ajoutent les apports ponctuels des rivières permettent l'établissement d'un second bloom phytoplanctonique, généralement en juillet (en juin **2** sur la Figure ci-dessus). Ce second bloom est en général moins intense que le premier bloom printanier⁸. Il consomme les nutriments dont les concentrations passent par leurs minima annuels.

Durant la période estivale, les stocks de nutriments, et donc de chlorophylle, restent en général au plus bas. Cependant, entre septembre et octobre (**3** sur la Figure ci-dessus), un troisième bloom peut se développer grâce aux nutriments régénérés par l'activité bactérienne ou apportés par les fleuves côtiers⁹.

Enfin, durant l'hiver, les précipitations devenant plus importantes drainent les bassins versants et permettent de reconstituer le stock de nutriments dans le milieu, les conditions hydro-climatiques (température et ensoleillement) ne permettant plus le développement du phytoplancton consommateur des nutriments. Les concentrations en nutriments peuvent donc croître jusqu'au printemps suivant, jusqu'au premier bloom annuel (**4** sur la Figure ci-dessus).

Les **cycles « perturbés »** ou « **atypiques** » sont généralement la conséquence d'apports terrigènes importants tout au long de la période productive, apports qui rechargent le milieu en nutriments. Cet enrichissement permanent du milieu favorise la croissance permanente du phytoplancton et le développement de blooms tout au long de la période productive. Les niveaux

⁸ Dans les eaux eutrophes* au contraire, qui sont également enrichies par des apports fluviaux, ce second bloom peut être plus important que le premier bloom printanier.

⁹ D'autant que c'est généralement durant l'automne qu'on enregistre une augmentation de la pluviométrie. On enregistre également à cette saison la reprise des coups de vents qui permettent le mélange de la colonne d'eau, et la remise en suspension de sédiments, ce qui peut également contribuer à l'augmentation des teneurs en sels nutritifs.

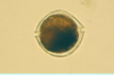
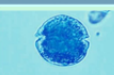

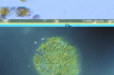

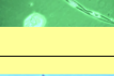
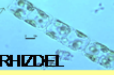
de biomasses mesurés sont alors en moyenne supérieurs à $20 \mu\text{g.L}^{-1}$ de chlorophylle-a et peuvent atteindre, comme cela a été le cas sur Antifer et Cabourg, jusqu'à $70 \mu\text{g.L}^{-1}$ (avec des salinités restant supérieures à 32-33, *i.e.* dans des eaux « marines »).

Sur ces secteurs eutrophes, ou eutrophisés, les maxima de production ne s'observent jamais lors du premier bloom annuel, mais plus tardivement, suite à une crue estivale ou automnale (recharge du milieu en nutriments).

Dans les cas les plus critiques, les niveaux de production de biomasse phytoplanctonique atteints sont trop élevés pour les capacités d'acceptation des milieux. Dans ce cas, et à la mort du phytoplancton qui s'est développé, sa dégradation bactérienne entraîne des diminutions marquées des teneurs en oxygène, voire des anoxies, qui, à leur tour, génèrent des mortalités massives des animaux marins vivants dans les secteurs touchés.

Il est à noter que ces cas de figure extrêmes, avec des anoxies marquées, ne se rencontrent pas dans les eaux normandes, malgré les niveaux de production phytoplanctoniques atteints (secteur de l'estuaire de Seine), du fait de l'hydrodynamisme local qui permet le brassage et l'homogénéisation des masses d'eau, ainsi que l'exportation des biomasses phytoplanctoniques produites.

Annexe 3 : Caractéristiques des principaux taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

Abbréviation taxons	Libellé taxon	Classe taxon	Type de milieu	Saisonnalité	Effet toxique ou nuisible	Conditions particulières	Illustration	
ALEX ALEXMIN	<i>Alexandrium sp.</i> <i>Alexandrium minutum</i>	Dinoflagellé	Marin	Eutrophe	Printemps-Eté (Juin-Juillet)	Toxicité (PSP) Eaux colorées "rouges"	Stratification	
AS TEGLA	<i>Asterionellopsis glacialis</i> = <i>A. japonica</i>	Diatomée	Marin	Eutrophe	Printemps-Eté (Mai-Juin)			
CHAE CHAESOC	<i>Chaetoceros sp.</i> <i>Chaetoceros socialis</i>	Diatomée	Estuarien	Eutrophe	Fin printemps-Eté (Avril-Sept)	Nuisance potentielle (colmatage branchies, ...) Eau colorée "brun-rouge"	Silicate faible	
CLC RYPT	Classe Cryptophyceae	Nanoflagellé	Marin	Eutrophe	Printemps-Eté (Mars-Sept)	Nuisance potentielle	Stratification	
CLE UGLE	Classe Euglenophyceae	Dinoflagellé	Estuarien	Eutrophe	Hiver, Automne (Fév-Mars, Sept)		Eaux douces Stratification	
DINO	<i>Dinophysis sp.</i>	Dinoflagellé	Marin	Oligotrophe	Ete-Automne (Juin-Sept)	Toxicité (DSP)	Stratification	
GYMN GYMN-82 GYMNAG	<i>Gymnodinium sp.</i> <i>Lepidodinium chlorophorum</i> <i>Karenia mikimotoi</i>	Dinoflagellé	Marin	Oligotrophe	Printemps-automne (Juil-Août)	Eau colorée verte "fluo" non toxique mais nuisible (anoxies, colmatage) pour GYMN-82	Stratification Préférence NH4	
HET ETRI	<i>Heterocapsa triquetra</i>	Dinoflagellé	Estuarien Côtier	Eutrophe	Printemps (Avril)	Marée rouge - produisant des toxines	Phototrophique Besoin P fort (N/P faible) Nageur	
LEPT	<i>Leptocylindrus sp.</i>	Diatomée	Marin	Eutrophe	Eté (Juin-Août)	LEPTDAN - Eau colorée brun-jaune Potentielle nuisance par anoxie		
PHAE	<i>Phaeocystis</i>	Prymésiophycée	Semi-ouvert	Dystrophe	Fin printemps, Automne (Mai-Juin, Sept)	Nuisible (mucus, anoxie)	Phosphate épuisé, riche nitrate, proche 1/2 saturation Si	
PSNZ	<i>Pseudo-Nitzschia sp.</i>	Diatomée	Marin	Eutrophe	Fin printemps-Eté (Mai-Juillet)	Toxicité (ASP)	Phosphate épuisé, riche nitrate, proche 1/2 saturation Si	
RHIZ DEL RHZ FRA RHZ IMB RHZ S TO	<i>Rhizosolenia sp.</i> <i>Guinardia delicatula</i> <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> <i>Rhizosolenia imbricata</i> <i>Guinardia striata</i>	Diatomée	Marin	Oligotrophe	Printemps-Eté (Mai-Août)		Stratification	
SKEL COS	<i>Skeletonema sp.</i>	Diatomée	Marin	Eutrophe	Automne-Hiver (Nov-Mars)			
THAL THALROT	<i>Thalassiosira sp.</i> <i>Thalassiosira rotula</i>	Diatomée	Marin	Eutrophe	Printemps (Fév-Avr)	Quelques espèces potentiellement nuisibles (colmatage branchies ...)		

Annexe 4 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

Code taxon	Libellé taxon	Libellé niveau taxinomique	Code taxon père
ACHN	Achnanthes sp.	Genre	FMACHNA
ACTA	Actinastrum sp.	Genre	CLCHLOR
ACTI	Actinocyclus sp.	Genre	FMHEMID
ACTN	Actinoptychus sp.	Genre	FMHELIO
ACTNSEN	Actinoptychus senarius (=A. undulatus)	Espèce	ACTN
ALEX	Alexandrium sp.	Genre	FMGONIO
ALEXAFF	Alexandrium affine	Espèce	ALEX
ALEXAND	Alexandrium andersoni	Espèce	ALEX
ALEXHIR	Alexandrium hiranoi	Espèce	ALEX
ALEXINS	Alexandrium insuetum	Espèce	ALEX
ALEXLEE	Alexandrium leei	Espèce	ALEX
ALEXMAR	Alexandrium margalefi	Espèce	ALEX
ALEXMIN	Alexandrium minutum	Espèce	ALEX
ALEXOST	Alexandrium ostenfeldii	Espèce	ALEX
ALEXPSE	Alexandrium pseudogonyaulax	Espèce	ALEX
ALEXTAM	Alexandrium tamarense	Espèce	ALEX
ALEXTAY	Alexandrium taylori	Espèce	ALEX
AMPD	Amphidinium sp.	Genre	FMGYMNO
AMPH	Amphora sp.	Genre	FMCYMBE
AMPR	Amphiprora sp.	Genre	FMNAVIC
AMYLTRI	Amylax triacantha	Espèce	FMGONYA
ANKI	Ankistrodesmus sp.	Genre	CLCHLOR
APEDSPI	Apedinella spinifera (= Meringosphaera radians)	Espèce	ORPEDIN
ASTE	Asterionella sp.	Genre	FMFRAGI
ASTEFOR	Asterionella formosa	Espèce	ASTE
ASTEGLA	Asterionella glacialis (= A. japonica)	Espèce	ASTE
ASTEKAR	Asterionella kariana	Espèce	ASTE
ASTR	Asteromphalus sp.	Genre	FMASTER
AULA	Aulacodiscus sp.	Genre	FMHELIO
BACIPAX	Bacillaria paxillifer (= B. paradoxa)	Espèce	FMNITZS
BACT	Bacteriastrum sp.	Genre	FMCHAET
BELL	Bellerochea sp.	Genre	FMLITHO
BIDD	Biddulphia sp.	Genre	FMBIDDU
BIDDALT	Biddulphia alternans (=Triceratium alternans)	Espèce	BIDD
BLEP	Blepharocysta sp.	Genre	FMPODOL
CERA	Cerataulina sp.	Genre	FMBIDDU
CERAPEL	Cerataulina pelagica	Espèce	CERA
CERI	Ceratium sp.	Genre	FM CERAT
CERIFUR	Ceratium furca	Espèce	CERI
CERIFUS	Ceratium fusus	Espèce	CERI
CERILIN	Ceratium lineatum + C. minutum	Groupe espèces	CERI
CERIRAN	Ceratium ranipes	Espèce	CERI
CERITRP	Ceratium tripos + 'Ceratium avec cornes post. remontantes'	Groupe espèces	CERI
CHAE	Chaetoceros sp.	Genre	FMCHAET
CHAEAFF	Chaetoceros affine	Espèce	CHAE
CHAEARM	Chaetoceros armatum	Espèce	CHAE
CHAECOM	Chaetoceros compressum	Espèce	CHAE
CHAECUR	Chaetoceros curvisetum + C. debile	Groupe espèces	CHAE
CHAEDAN	Chaetoceros danicus + C.peruvianus + C.eibenii + C.densus	Groupe espèces	CHAE

CHAEDEC	Chaetoceros decipiens + C. lorenzianus	Groupe espèces	CHAE
CHAEDID	Chaetoceros didymus + C. protuberans	Groupe espèces	CHAE
CHAEGRA	Chaetoceros neogracile	Espèce	CHAE
CHAEPER	Chaetoceros perpusillum	Espèce	CHAE
CHAESOC	Chaetoceros socialis + C socialis f. radians	Groupe espèces	CHAE
CHAESUB	Chaetoceros subtile	Espèce	CHAE
CHAT	Chattonella sp.	Genre	ORRAPHI
CHATMIN	Chattonella minima	Espèce	CHAT
CHRU	Chrysochromulina sp.	Genre	ORPRYMN
CLCHLOR	Chlorophycées	Classe	RGPROTI
CLCHRYS	Chrysophycées	Classe	RGPROTI
CLCILIE	Ciliophora	Classe	RGPROTI
CLCRYPT	Cryptophycées	Classe	RGPROTI
CLDIATO	Diatomophycées (= Diatomées)	Classe	RGPROTI
CLDICTY	Dictyochophycées	Classe	RGPROTI
CLDINOP	Dinophycées (= Dinoflagellés)	Classe	RGPROTI
CLEUGLE	Euglénida	Classe	RGPROTI
CLOT	Closterium sp.	Genre	CLCHLOR
CLPRASI	Prasinophycées	Classe	RGPROTI
CLPRYMN	Prymnésiophycées	Classe	RGPROTI
CLRAPHI	Raphidophycées	Classe	RGPROTI
COCC	Cocconeis sp.	Genre	FMACHNA
COCO	Cochlodinium sp.	Genre	FMGYMNO
COEL	Coelastrum sp.	Genre	CLCHLOR
COLIPEL	Coccolithus pelagicus	Espèce	ORCOCCO
COOL	Coolia sp.	Genre	FMOSTRP
CORECRI	Corethron criophilum	Espèce	FMLEPTC
COSA	Cosmarium sp.	Genre	CLCHLOR
COSC	Coscinodiscus sp.	Genre	FMCOSCI
COSCRAD	Coscinodiscus radiatus	Espèce	COSC
COSCWAI	Coscinodiscus wailesii	Espèce	COSC
CRUC	Crucigenia sp.	Genre	CLCHLOR
CYCA	Cyclotella sp.	Genre	FMTHALA
CYLICLO	Cylindrotheca closterium (= Nitzschia closterium)	Espèce	FMNITZS
DACT	Dactyliosolen sp.	Genre	FMRHIZO
DETO	Detonula sp.	Genre	FMTHALA
DIBR	Dinobryon sp.	Genre	OROCHRO
DICT	Dictyocha sp.	Genre	CLDICTY
DICTFIB	Dictyocha fibula	Espèce	DICT
DICTSPE	Dictyocha speculum	Espèce	DICT
DINO	Dinophysis sp.	Genre	FMDINOP
DINOACT	Dinophysis acuta	Espèce	DINO
DINOACU	Dinophysis acuminata + D. cf. acuminata	Groupe espèces	DINO
DINOCAU	Dinophysis caudata	Espèce	DINO
DINODIE	Dinophysis diegensis	Espèce	DINO
DINOFOR	Dinophysis fortii	Espèce	DINO
DINOHAS	Dinophysis hastata	Espèce	DINO
DINONOR	Dinophysis norvegica	Groupe espèces	DINO
DINOPAV	Dinophysis pavillardii	Espèce	DINO
DINORON	tous Dinophysis ronds avec épithèque bien visible	Groupe espèces	DINO
DINOROT	Dinophysis rotundata	Espèce	DINO
DINOSAC	Dinophysis sacculus	Groupe espèces	DINO
DINOSKA	Dinophysis skagii	Espèce	DINO

DINOTRI	Dinophysis tripos	Espèce	DINO
DIPL	Diploneis sp.	Genre	FMNAVIC
DIPO	Diplopsalis+Diplopelta+Diplopsalopsis+Zygabikodinium+Oblea	Groupe genres	FMPERID
DISS	Dissodinium sp. + Pyrocystis sp.	Groupe genres	FMPYROC
DITY	Ditylum sp.	Genre	FMLITHO
DITYBRI	Ditylum brightwellii	Espèce	DITY
EBRATRI	Ebria tripartita	Espèce	FMEBRIA
EMIL	Emiliana huxleyi + Gephyrocapsa sp.	Groupe genres	ORCOCCO
EUCP	Eucampia sp.	Genre	FMBIDDU
EUCPZOD	Eucampia zodiacus	Espèce	EUCP
EUNO	Eunotogramma sp.	Genre	FMBIDDU
FIBRJAP	Fibrocapsa japonica	Espèce	ORRAPHI
FMACHNA	Achnantheaceae	Famille	ORPENNA
FMASTER	Asterolampraceae	Famille	ORCENTR
FMBIDDU	Biddulphiaceae	Famille	ORCENTR
FM CERAT	Ceratiaceae	Famille	ORPERID
FMCHAET	Chaetoceraceae	Famille	ORCENTR
FMCLADO	Cladopyxidaceae	Famille	ORPERID
FM COSCI	Coscinodiscaceae	Famille	ORCENTR
FMCYMBE	Cymbellaceae	Famille	ORPENNA
FMDINOP	Dinophysaceae	Famille	ORDINOP
FMEBRIA	Ebriaceae	Famille	OREBRIA
FMEUPOD	Eupodiscaceae	Famille	ORCENTR
FMFRAGI	Fragilariaceae	Famille	ORPENNA
FMGONIO	Goniodomataceae	Famille	ORPERID
FMGONYA	Gonyaulacaceae	Famille	ORPERID
FMGYMNO	Gymnodiniaceae	Famille	ORGYMNO
FMHELIO	Heliopeltaceae	Famille	ORCENTR
FMHEMID	Hemidiscaceae	Famille	ORCENTR
FMLEPTC	Leptocylindraceae	Famille	ORCENTR
FMLEPTD	Leptodiscaceae	Famille	ORNOCTI
FMLITHO	Lithodesmiaceae	Famille	ORCENTR
FMMELOS	Melosiraceae	Famille	ORCENTR
FMNAVIC	Naviculaceae	Famille	ORPENNA
FMNITZS	Nitzschiaceae	Famille	ORPENNA
FMNOCTI	Noctilucaceae	Famille	ORNOCTI
FMOSTRP	Ostreopsidaceae	Famille	ORPERID
FMOXYPH	Oxyphysaceae	Famille	ORDINOP
FMOXYRR	Oxyrrhinaceae	Famille	OROXYRR
FMOXYTA	Oxytoxaceae	Famille	ORPERID
FMPERID	Peridiniaceae	Famille	ORPERID
FMPODOL	Podolampadaceae	Famille	ORPERID
FMPOLYK	Polykrikaceae	Famille	ORGYMNO
FMPRORO	Procentraceae	Famille	ORPRORO
FMPROTO	Protodiniaceae	Famille	ORNOCTI
FMPYROC	Pyrocystaceae	Famille	ORPYROC
FMPYROP	Pyrophacaceae	Famille	ORPERID
FMRHIZO	Rhizosoleniaceae	Famille	ORCENTR
FMSURIR	Surirellaceae	Famille	ORPENNA
FMTHALA	Thalassiosiraceae	Famille	ORCENTR
FMWARNO	Warnowiaceae	Famille	ORGYMNO
FRAG	Fragilaria sp.	Genre	FMFRAGI
FRAI	Fragilidium sp. (= Helgolandinium sp.)	Genre	ORPERID
GONI	Goniodoma sp. (= Heteraulacus sp.)	Genre	FMGONIO

GONIPOL	Goniodoma polyedricum	Espèce	GONI
GONISPH	Goniodoma sphaericum + G. orientale	Groupe espèces	GONI
GONY	Gonyaulax sp.	Genre	FMGONYA
GONYSPI	Gonyaulax spinifera	Espèce	GONY
GRAM	Grammatophora sp.	Genre	FMFRAGI
GRAMSER	Grammatophora serpentina	Espèce	GRAM
GUIN	Guinardia sp.	Genre	FMRHIZO
GUINFLA	Guinardia flaccida	Espèce	GUIN
GYMN	Gymnodinium sp.	Genre	FMGYMNO
GYMN-82	Gymnodinium 'sp.1982'	Espèce	GYMN
GYMNBRE	Gymnodinium breve + G. cf. breve (= Ptychodiscus brevis)	Groupe espèces	GYMN
GYMNCAT	Gymnodinium catenatum	Espèce	GYMN
GYMNLOH	Gymnodinium lohmanni	Espèce	GYMN
GYMNNAG	Gymnodinium nagasakiense (=G. mikimotoi=Gyrodinium aureolum)	Espèce	GYMN
GYMNSPL	Gymnodinium splendens (= G. sanguineum)	Espèce	GYMN
GYRO	Gyrodinium sp.	Genre	FMGYMNO
GYROSPI	Gyrodinium spirale	Espèce	GYRO
HALO	Halosphaera sp.	Genre	ORCHLOR
HEMI	Hemiaulus sp.	Genre	FMBIDDU
HERM	Hermesinum sp.	Genre	FMEBRIA
HETENIE	Heterocapsa niei (= Cachonina niei)	Espèce	ORPERID
HETETRI	Heterocapsa triquetra	Espèce	ORPERID
HETGCAR	Heterosigma carterae (= H. akashiwo)	Espèce	ORRAPHI
ISTH	Isthmia sp.	Genre	FMBIDDU
KATO	Katodinium sp.	Genre	FMGYMNO
KATOROT	Katodinium rotundatum	Espèce	KATO
KIRC	Kirchneriella sp.	Genre	CLCHLOR
KRYPFOL	Kryptoperidinium foliaceum	Espèce	FMPERID
LAUD	Lauderia sp. + Schroederella sp.	Groupe genres	FMTHALA
LEPT	Leptocylindrus sp.	Genre	FMLEPTC
LEPTDAN	Leptocylindrus danicus	Espèce	LEPT
LEPTMIN	Leptocylindrus minimus	Espèce	LEPT
LICM	Licmophora sp.	Genre	FMFRAGI
LINGPOL	Lingulodinium polyedra (= Gonyaulax polyedra)	Espèce	FMGONYA
LITH	Lithodesmium sp.	Genre	FMLITHO
LITHUND	Lithodesmium undulatum	Espèce	LITH
MELO	Melosira sp.	Genre	FMMELOS
MESORUB	Mesodinium rubrum	Espèce	CLCILIE
MESP	Mesoporos sp.	Genre	FMPRORO
META	Metaphalacroma sp.	Genre	FMDINOP
MICN	Miracanthodinium sp.	Genre	ORPERID
NAVI	Navicula sp.	Genre	FMNAVIC
NAVIPEL	Navicula pelagica	Espèce	NAVI
NITZ	Nitzschia sp. + Hantzschia sp.	Groupe genres	FMNITZS
NITZLON	Nitzschia longissima	Espèce	NITZ
NOCTSCI	Noctiluca scintillans	Espèce	FMNOCTI
ODONAU	Odontella aurita (= Biddulphia aurita)	Espèce	FMEUPOD
ODONGRA	Odontella granulata (= Biddulphia granulata)	Espèce	FMEUPOD
ODONMOB	Odontella mobiliensis (= Biddulphia mobiliensis)	Espèce	FMEUPOD
ODONREG	Odontella regia (= Biddulphia regia)	Espèce	FMEUPOD
ODONRHO	Odontella rhombus (= Biddulphia rhombus)	Espèce	FMEUPOD

ODONSIN	<i>Odontella sinensis</i> (= <i>Biddulphia sinensis</i>)	Espèce	FMEUPOD
OLIS	<i>Olisthodiscus</i> sp.	Genre	ORRAPHI
ORCENTR	Centrales	Ordre	CLDIATO
ORCHLOR	Chlorodendrales	Ordre	CLPRASI
ORCOCCO	Coccolithophorales	Ordre	CLPRYMN
ORCRYPT	Cryptomonadales	Ordre	CLCRYPT
ORDINOP	Dinophysales	Ordre	CLDINOP
OREBRIA	Ebriales	Ordre	CLDINOP
ORGYMNO	Gymnodiniales	Ordre	CLDINOP
ORNI	<i>Ornithocercus</i> sp.	Genre	FMDINOP
ORNOCTI	Noctilucales	Ordre	CLDINOP
OROCHRO	Ochromonadales	Ordre	CLCHRYS
OROXYRR	Oxyrrhinales	Ordre	CLDINOP
ORPEDIN	Pedinellales	Ordre	CLCHRYS
ORPENNA	Pennales	Ordre	CLDIATO
ORPERID	Peridinales	Ordre	CLDINOP
ORPRORO	Prorocentrales	Ordre	CLDINOP
ORPRYMN	Prymnésiales	Ordre	CLPRYMN
ORPYROC	Pyrocystales	Ordre	CLDINOP
ORRAPHI	Raphidomonadales	Ordre	CLRAPHI
OSTR	<i>Ostreopsis</i> sp.	Genre	FMOSTRP
OXYP	<i>Oxyphysis</i> sp.	Genre	FMOXYPH
OXYRMAA	<i>Oxyrrhis marina</i>	Espèce	FMOXYRR
OXYT	<i>Oxytoxum</i> sp. + <i>Corythodinium</i> sp.	Groupe genres	FMOXYTA
PACH	<i>Pachysphaera</i> sp. + <i>Pterosperma</i> sp.	Groupe genres	ORCHLOR
PALA	<i>Palaeophalacroma</i> sp.	Genre	FMCLADO
PARAMAR	<i>Paralia sulcata</i>	Espèce	FMMELOS
PEDI	<i>Pediastrum</i> sp.	Genre	CLCHLOR
PERA	<i>Peridiniella</i> sp.	Genre	FMGONYA
PHAE	<i>Phaeocystis</i> sp.	Genre	ORPRYMN
PINN	<i>Pinnularia</i> sp.	Genre	FMNAVIC
PLAG	<i>Plagiogramma</i> sp.	Genre	FMFRAGI
PLESGYR	<i>Pleurosigma</i> sp. + <i>Gyrosigma</i> sp.	Groupe genres	FMNAVIC
PODL	<i>Podolampas</i> sp.	Genre	FMPODOL
PODS	<i>Podosira</i> sp.	Genre	FMMELOS
PODSSTE	<i>Podosira stelligera</i>	Espèce	PODS
POLY	<i>Polykrikos</i> sp.	Genre	FMPOLYK
POLYSCH	<i>Polykrykos schwartzii</i>	Espèce	POLY
PORO	<i>Porosira</i> sp.	Genre	FMTHALA
PROBALA	<i>Proboscia alata</i> (= <i>Rhizosolenia alata</i>)	Espèce	FMRHIZO
PROI	<i>Protoperidinium</i> sp. + <i>Peridinium</i> sp.	Groupe genres	FMPERID
PROIBIP	<i>Protoperidinium bipes</i> (= <i>Minuscula bipes</i>)	Espèce	PROI
PROIDEP	<i>Protoperidinium depressum</i>	Espèce	PROI
PROIDIA	<i>Protoperidinium diabolus</i>	Espèce	PROI
PROIMIN	<i>Protoperidinium minutum</i>	Espèce	PROI
PROIPUN	<i>Protoperidinium punctulatum</i>	Espèce	PROI
PROIQUI	<i>Peridinium quinquecorne</i>	Espèce	PROI
PROISTE	<i>Protoperidinium steinii</i>	Espèce	PROI
PRON	<i>Prorocentrum</i> sp.	Genre	FMPROTO
PROR	<i>Prorocentrum</i> sp. (= <i>Exuviaella</i> sp.)	Genre	FMPRORO
PRORCOM	<i>Prorocentrum compressum</i>	Espèce	PROR
PRORCON	<i>Prorocentrum concavum</i>	Espèce	PROR
PRORGRA	<i>Prorocentrum gracile</i>	Espèce	PROR
PRORLIM	<i>Prorocentrum lima</i> + <i>P. marinum</i>	Groupe espèces	PROR
PRORMEX	<i>Prorocentrum mexicanum</i>	Espèce	PROR

Annexes - Annexe 4 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

PRORMIC	Prorocentrum micans + P. arcuatum + P. gibbosum	Groupe espèces	PROR
PRORMIN	Prorocentrum minimum + P. balticum + P. cordatum	Groupe espèces	PROR
PRORTRI	Prorocentrum triestinum (= P. redfieldii)	Espèce	PROR
PROT	Protoceratium sp.	Genre	FMGONYA
PROTRET	Gonyaulax reticulatum	Espèce	PROT
PRYM	Prymnesium sp.	Genre	ORPRYMN
PSEL	Pseliodinium sp.	Genre	FMGYMNO
PSNZ	Pseudonitzschia sp.	Genre	FMNITZS
PSNZFIN	Pseudo-nitzschia, groupe des fines, complexe delicatissima (calliantha + delicatissima + pseudodelicatissima)	Groupe espèces	PSNZ
PSNZDEL	Pseudonitzschia delicatissima (= Nitzschia delicatissima)	Espèce	PSNZ
PSNZEFF	Pseudonitzschia groupe des effilées, complexe seriata (multiseries + pungens)	Groupe espèces	PSNZ
PSNZLAR	Pseudo-nitzschia, groupe des larges, complexe seriata (australis + fraudulenta + seriata + subpacifica)	Groupe espèces	PSNZ
PSNZPSE	Pseudonitzschia pseudodelicatissima (=Nitzschia pseudodeli.)	Espèce	PSNZ
PSNZPUN	Pseudonitzschia pungens (= Nitzschia pungens)	Espèce	PSNZ
PSNZSER	Pseudonitzschia seriata (= Nitzschia seriata)	Espèce	PSNZ
PSNZSIG	Pseudo-nitzschia, groupe des sigmoïdes (multistriata)	Groupe espèces	PSNZ
PSPD	Pseudopedinella sp.	Genre	ORPEDIN
PYRA	Pyramimonas sp.	Genre	ORCHLOR
PYRP	Pyrophacus sp.	Genre	FMPYROP
RGPROTI	Protistes (= eucaryotes unicellulaires)	Règne	
RHAB	Rhabdonema sp.	Genre	FMFRAGI
RHAP	Rhaphoneis sp.	Genre	FMFRAGI
RHIZ	Rhizosolenia sp.	Genre	FMRHIZO
RHIZDEL	Guinardia delicatula	Espèce	RHIZ
RHIZFRA	Dactisolenia fragilissima	Espèce	RHIZ
RHIZHEB	Rhizosolenia hebetata	Espèce	RHIZ
RHIZIMB	Rhizosolenia imbricata (= R. shrubsolei) + R. styliformis	Groupe espèces	RHIZ
RHIZIND	Rhizosolenia indica	Espèce	RHIZ
RHIZROB	Rhizosolenia robusta	Espèce	RHIZ
RHIZSET	Rhizosolenia setigera + R. pungens	Groupe espèces	RHIZ
RHIZSTO	Rhizosolenia stolterfothii	Espèce	RHIZ
SCAP	Scaphodinium sp.	Genre	FMLEPTD
SCEN	Scenedesmus sp.	Genre	CLCHLOR
SCENQUA	Scenedesmus quadricauda	Espèce	SCEN
SCRI	Scripsiella+Peridinium trochoïdeum+Enciculifera+Pentaphars	Groupe genres	FMPERID
SELE	Selenastrum sp.	Genre	CLCHLOR
SKELCOS	Skeletonema costatum	Espèce	FMTHALA
STAR	Staurastrum sp.	Genre	CLCHLOR
STAU	Stauroneis sp.	Genre	FMNAVIC
STAUMEM	Stauroneis membranacea	Espèce	STAU
STEX	Stephanopyxis sp.	Genre	FMMELoS
STRE	Streptotheca sp.	Genre	FMLITHO
STRI	Striatella sp.	Genre	FMFRAGI
SURI	Surirella sp.	Genre	FMSURIR
SYNE	Synedra sp.	Genre	FMFRAGI



Annexes -

SYRA	Syracosphaera sp.	Genre	ORCOCCO
TETI	Tetraselmis sp.	Genre	ORCHLOR
THAA	Thalassionema sp. + Thalassiothrix sp.	Groupe genres	FMFRAGI
THAANIT	Thalassionema nitzschioides	Espèce	THAA
THAL	Thalassiosira+Coscinosira+Coscinodiscus eccentricus(=T.ecc.)	Groupe genres	FMTHALA
THALDEC	Thalassiosira decipiens	Espèce	THAL
THALGRA	Thalassiosira gravida	Espèce	THAL
THALLEV	Thalassiosira levanderi	Espèce	THAL
THALNOR	Thalassiosira nordenskioldii	Espèce	THAL
THALPOL	Thalassiosira polychorda (= Coscinosira polychorda)	Espèce	THAL
THALROG	Thalassiosira rotula + T. gravida (si non discernables)	Groupe espèces	THAL
THALROT	Thalassiosira rotula	Groupe espèces	THAL
THALSUB	Thalassiosira subtilis	Espèce	THAL
TORO	Torodinium sp.	Genre	FMGYMNO
TOROROB	Torodinium robustum	Espèce	TORO
TRIC	Triceratium sp.	Genre	FMEUPOD
TRICFAV	Triceratium favus	Espèce	TRIC
UCPHFLA	Phytoflagellés excepté dinoflagellés	Super-classe	RGPROTI
WARN	Warnowia sp. + Nematodinium sp.	Groupe genres	FMWARNO

Annexe 5 : Comparaison de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » présentée dans le rapport RHLN 2011 et le rapport d'évaluation national pour la période 2006-2011.

Masse d'eau	Evaluation RHLN - DCE stricte - 2006-2011				Evaluation nationale - 2006-2011				Niveau de confiance		Comparaison	
	Suivi Points	Biomasse	Abondance	Globale	Suivi Points	Programme	Biomasse	Abondance	Globale	Concordance	Élément de désaccord	
HC01	Surv. DCE Chausey	1	1	1	DCE Chausey	RHLN	1	1	1	OUI		
HT05	Enquête Tombelaine				DCE Tombelaine	RHLN	0,11	1	0,55	NON	Cette masse d'eau a été classée en "Turbide". L'élément de qualité Phytoplancton n'y est donc pas pertinent. Aucune évaluation ne doit être faite.	
HC02	Surv. DCE Champeaux	0,69	1	0,85	DCE Champeaux	RHLN	0,71	1	0,85	OUI		
HC03	Surv. DCE Donville	1	0,64	0,82	DCE Donville	RHLN	0,76	0,90	0,83	NON	Discordance sur l'indice Abondance ; Données utilisées différentes ?	
HC04	Surv. DCE Pituou Bergerie Sud	1	1	1	DCE Pituou Bergerie Sud	RHLN	1	1	1	OUI		
HC05	Surv. DCE Dielette	1	1	1	DCE Dielette	RHLN	1	1	1	OUI		
HC06	Surv. DCE Digue de Querqueville	1	1	1	DCE Digue de Querqueville	RHLN	1	1	1	OUI		
HC07	Surv. DCE Digue de Querqueville	1	1	1	DCE Digue de Querqueville	RHLN	1	1	1	OUI		
HC08	Opérationnel Réville 1 mille	0,63	1	0,82	DCE Réville 1 mille	RHLN	0,63	1	0,81	OUI		
HC09	Surv. DCE La Hougue	0,91	1	0,96	DCE La Hougue	RHLN	0,92	1	0,96	OUI		
HC10	Surv. DCE Roches de Grandcamp	0,70	1	0,85	DCE Roches de Grandcamp	RHLN	0,71	1	0,85	OUI		
HT06	Surv. DCE Géfosse	0,60	0,43	0,52	DCE Géfosse	RHLN	0,59	0,49	0,54	OUI		
HC11	Op. DCE Port-en-Bessin 1 mille	0,60	1	0,80	DCE Port-en-Bessin 1 mille	RHLN	0,62	1	0,81	OUI		
HC12	Surv. DCE St Aubin les Essarts	0,63	1	0,81	DCE St Aubin les Essarts	RHLN	0,63	1	0,81	OUI		
HC14	Surv. DCE Ouistreham 1 mille	0,29	0,47	0,38	DCE Ouistreham 1 mille	RHLN	0,29	0,67	0,48	OUI		
HT04	Enquête Estuaire de l'Ome	0,31	1	0,65	---	---	---	---	---	Non évalué		
HC15	Surv. DCE Cabourg	0,24	0,34	0,29	DCE Cabourg	RHLN	0,24	0,40	0,32	OUI		
HT03	Surv. DCE Seine 1	0,23	1	0,61	DCE Seine 1 Suppl. Bouée Carosse Suppl. Seine 4 Suppl. Seine 5 Suppl. Honfleur - bouée 20	RHLN RHLN RNOHYD RNOHYD RNOHYD	0,26	0,78	0,52	NON	Utilisation de données de points supplémentaires non actifs dans l'évaluation nationale.	
HC16	Surv. DCE Antifer Ponton Pétrolier	0,25	0,48	0,36	DCE Antifer Ponton Pétrolier	RHLN & REPHY	0,26	0,71	0,48	NON	Discordance sur l'indice Abondance et classement final ; Données utilisées différentes ?	
HC17	Régional Fécamp 1 mille	0,79	1	0,89	Suppl. Fécamp 1 mille Suppl. Fécamp digue DCE Dieppe 1 mille	RHLN REPHY RHLN	0,62	1	0,81	NON	Discordance sur l'indice Biomasse ; utilisation de données de points supplémentaires non actifs et du point "Dieppe 1 mille" de la masse d'eau HC18	
HC18	Surv. DCE Dieppe 1 mille	0,44	1	0,72	DCE Dieppe 1 mille	RHLN	0,46	1	0,73	OUI		

Annexe 6 : Qualification des données RHLN pour l'année 2011.

Les résultats non listés ci-dessous sont qualifiés comme « BONS ».

Point de prélèvement	Date	Paramètre	Immersion	Résultat	Commentaires	Fiche d'écart	Actions
TOMBELAINE	Novembre	Tous			Annulation de prélèvement - météo	11-74	Pas de données
CHAUSEY	11/04/2011	in situ	surf & fond		Pas de mesures in situ à la sonde	11-22	Pas de données
CHAUSEY	12/05/2011	CHLOROQA	surf		Données douteuses	11-30	DOUTEUX
CHAUSEY	12/05/2011	PHEO	surf		Données douteuses	11-30	DOUTEUX
CHAUSEY	21/07/2011	SALI	surf		Données douteuses		DOUTEUX
CHAUSEY	21/07/2011	SALI	fond		Données douteuses		DOUTEUX
CHAUSEY	20/09/2011	SALI	surf		Données douteuses		DOUTEUX
CHAUSEY	20/09/2011	SALI	fond		Données douteuses		DOUTEUX
CHAUSEY	20/10/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
CHAUSEY	20/10/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
CHAUSEY	22/11/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
CHAUSEY	22/11/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
CHAUSEY	22/12/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
CHAUSEY	22/12/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
CHAUSEY	22/12/2011	CHLOROQA	surf		Pas de données	12-04	Pas de données
CHAUSEY	22/12/2011	PHEO	surf		Pas de données	12-04	Pas de données
CHAMPEAUX	20/10/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
CHAMPEAUX	20/10/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
CHAMPEAUX	22/11/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
CHAMPEAUX	22/11/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
DONVILLE	11/04/2011	SALI	fond		Pas de données	11-22	Pas de données
DONVILLE	11/04/2011	TEMP	surf		Pas de données	11-22	Pas de données
DONVILLE	11/04/2011	TEMP	fond		Pas de données	11-22	Pas de données
DONVILLE	11/04/2011	OXYGENE	surf		Pas de données	11-22	Pas de données
DONVILLE	11/04/2011	OXYGENE	fond		Pas de données	11-22	Pas de données
DONVILLE	20/10/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
DONVILLE	20/10/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
DONVILLE	22/11/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
DONVILLE	22/11/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
DONVILLE	22/12/2011	OXYGENE	surf		Pas de données	12-01	Pas de données
DONVILLE	22/12/2011	OXYGENE	fond		Pas de données	12-01	Pas de données
COUDEVILLE 1 MILLE	11/04/2011	SALI	fond		Pas de données	11-22	Pas de données
COUDEVILLE 1 MILLE	11/04/2011	TEMP	surf		Pas de données	11-22	Pas de données
COUDEVILLE 1 MILLE	11/04/2011	TEMP	fond		Pas de données	11-22	Pas de données
COUDEVILLE 1 MILLE	11/04/2011	OXYGENE	surf		Pas de données	11-22	Pas de données
COUDEVILLE 1 MILLE	11/04/2011	OXYGENE	fond		Pas de données	11-22	Pas de données
COUDEVILLE 1 MILLE	20/10/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
COUDEVILLE 1 MILLE	20/10/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
COUDEVILLE 1 MILLE	22/11/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
COUDEVILLE 1 MILLE	22/11/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
COUDEVILLE 1 MILLE	22/12/2011	OXYGENE	surf		Pas de données	12-01	Pas de données
COUDEVILLE 1 MILLE	22/12/2011	OXYGENE	fond		Pas de données	12-01	Pas de données
POINTE AGON SUD	11/04/2011	SALI	fond		Pas de données	11-22	Pas de données
POINTE AGON SUD	11/04/2011	TEMP	surf		Pas de données	11-22	Pas de données
POINTE AGON SUD	11/04/2011	TEMP	fond		Pas de données	11-22	Pas de données
POINTE AGON SUD	11/04/2011	OXYGENE	surf		Pas de données	11-22	Pas de données
POINTE AGON SUD	11/04/2011	OXYGENE	fond		Pas de données	11-22	Pas de données
POINTE AGON SUD	21/07/2011	CHLOROQA	surf		Pas de données	11-47	Pas de données
POINTE AGON SUD	21/07/2011	PHEO	surf		Pas de données	11-47	Pas de données
POINTE AGON SUD	20/10/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
POINTE AGON SUD	20/10/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
POINTE AGON SUD	22/11/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
POINTE AGON SUD	22/11/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
POINTE AGON SUD	22/12/2011	OXYGENE	surf		Pas de données	12-01	Pas de données
POINTE AGON SUD	22/12/2011	OXYGENE	fond		Pas de données	12-01	Pas de données
PIROU BERGERIE SUD	01/07/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
PIROU BERGERIE SUD	03/08/2011	CHLOROQA	surf		Pas de données		Pas de données
PIROU BERGERIE SUD	03/08/2011	PHEO	surf		Pas de données		Pas de données
DENNEVILLE	03/08/2011	CHLOROQA	surf		Pas de données		Pas de données
DENNEVILLE	03/08/2011	PHEO	surf		Pas de données		Pas de données
DIELETTE	15/09/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
DIELETTE	21/10/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
DIELETTE	21/10/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
DIELETTE	16/11/2011	SALI	surf		Données fausses		FAUX
DIELETTE	16/11/2011	SALI	fond		Données fausses		FAUX
DIGUE DE QUERQUEVILLE	10/02/2011	in situ	surf & fond		Pas de données	11-14	Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	09/08/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	09/08/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	09/08/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	20/09/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	20/09/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	20/09/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	21/10/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	21/10/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	21/10/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	22/12/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	22/12/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	22/12/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
REVILLE 1 MILLE	Janvier	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo	11-11	Pas de données
REVILLE 1 MILLE	Février	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo	11-17	Pas de données
LA HOUGUE	Janvier	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo	11-11	Pas de données
LA HOUGUE	02/08/2011	in situ	surf & fond		Pas de données	11-44	Pas de données
GOUGINS	Janvier	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo	11-11	Pas de données
UTAH	Janvier	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo	11-11	Pas de données
ROCHES DE GRANDCAMP	Janvier	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo	11-11	Pas de données
ROCHES DE GRANDCAMP	25/05/2011	TURB-FNU	surf		Pas de données		Pas de données
ROCHES DE GRANDCAMP	02/08/2011	in situ	surf & fond		Pas de données	11-44	Pas de données
GEFOSSE	Janvier	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo	11-11	Pas de données
GEFOSSE	25/05/2011	TURB-FNU	surf		Pas de données		Pas de données
GEFOSSE	02/08/2011	in situ	surf & fond		Pas de données	11-44	Pas de données
GEFOSSE	22/09/2011	CHLOROQA	surf		Analyse sur prélèvement du 23/09 mais saisi sur passage 22/09	11-61	BON
GEFOSSE	22/09/2011	PHEO	surf		Analyse sur prélèvement du 23/09 mais saisi sur passage 22/09	11-61	BON
GEFOSSE	15/11/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
GEFOSSE	15/11/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
GEFOSSE	15/11/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données

Point de prélèvement	Date	Paramètre	Immersion	Résultat	Commentaires	Fiche d'écart	Actions
PORT-EN-BESSIN 1 MILLE	Janvier	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo		Pas de données
OUISTREHAM 1 MILLE	08/03/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
CABOURG	17/08/2011	NO3+NO2	surf		Pas de données, perte du flacon		Pas de données
CABOURG	17/08/2011	PO4	surf		Pas de données, perte du flacon		Pas de données
SEINE 1	13/04/2011	CHLOROA	surf		Données douteuses		DOUTEUX
SEINE 1	13/04/2011	PHEO	surf		Données douteuses		DOUTEUX
SEINE 1	19/05/2011	TURB-FNU	surf		Pas de données		Pas de données
SEINE 1	20/06/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
SEINE 1	20/06/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
SEINE 1	20/06/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
SEINE 1	13/07/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
SEINE 1	13/07/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
SEINE 1	13/07/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
SEINE 1	Octobre	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo		Pas de données
SEINE 1	07/11/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
SEINE 1	07/11/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
SEINE 1	07/11/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
SEINE 1	Décembre	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo		Pas de données
ANTIFER PONTON PETROLIER	01/02/2011	in situ	surf & fond		Pas de données	11-10	Pas de données
ANTIFER PONTON PETROLIER	04/04/2011	in situ	surf & fond		Pas de données	11-21	Pas de données
ANTIFER PONTON PETROLIER	12/09/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
ANTIFER PONTON PETROLIER	12/09/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
ANTIFER PONTON PETROLIER	12/09/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
ANTIFER PONTON PETROLIER	12/09/2011	CHLOROA	surf		Données douteuses		DOUTEUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	12/09/2011	PHEO	surf		Données douteuses		DOUTEUX
FECAMP 1 MILLE	04/04/2011	in situ	surf & fond		Pas de données	11-21	Pas de données
FECAMP 1 MILLE	17/10/2011	TURB-FNU	surf		Pas de données		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	Janvier	Tous	surf & fond		Pas de prélèvement - contrat		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	Février	Tous	surf & fond		Pas de prélèvement - contrat		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	12/07/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	12/07/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	12/07/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	11/10/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	11/10/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	11/10/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	08/11/2011	TEMP	fond		Pas de données		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	08/11/2011	SALI	fond		Pas de données		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	08/11/2011	OXYGENE	fond		Pas de données		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	Décembre	Tous	surf & fond		Annulation de prélèvement - météo		Pas de données

GLOSSAIRE

Glossaire océanographique extrait de :

JACQUES, G., TREGUER, P. 1986 – *Ecosystèmes pélagiques marins*, p. 227-243. Ed. Masson, Paris. 243 p.

ANOXIE (ANOXIQUE)

Absence d'oxygène gazeux dissous.

Un milieu devient anoxique quand la demande biologique ou chimique en oxygène est supérieure à l'apport. L'oxydation de la matière organique et inorganique utilise alors, comme accepteurs d'électrons, les nitrates, voire les sulfates. L'anoxie peut être d'origine naturelle (Pérou) ou **anthropique** résultant alors d'un phénomène d'**eutrophisation** (Baltique).

ANTHROPIQUE

Résultant de l'activité humaine. Ex. : nitrates des engrais, phosphates des lessives.

AZOTE

En milieu marin, les composés de l'azote existent sous forme inorganique, organique et moléculaire gazeux dissous (95% du total).

Les composés inorganiques sont principalement présents aux degrés d'oxydation -3 (NH_4^+), +3 (NO_2^-) et +5 (NO_3^-). Les nitrates représentent la forme la plus stable en milieu aérobie et atteignent 65% du stock total d'azote organique et inorganique dissous de l'océan mondial.

BIOMASSE

Quantité totale de matière vivante présente à un instant donné par unité de surface (ou de volume).

BLOOM (PHYTOPLANCTONIQUE)

Elévation rapide, de type exponentiel, du nombre de phytoplanctons en réponse à une modification des facteurs du milieu se rapprochant de leur optimum : nutriments, lumière, température.

SYN : Floraison phytoplanctonique

COURANT RESIDUEL DE MAREE

Courant permanent créé par la marée et participant au courant moyen.

DIATOMEES

Algues unicellulaires à squelette externe siliceux dénommé frustule. Leur taille varie entre 1 et 1000 μm . Elles jouent un rôle très important aussi bien en milieu pélagique que benthique. Outre les chlorophylles, elles possèdent des pigments bruns, xanthophylles et carotènes, dont certains sont spécifiques : diatoxanthine, diadinoxanthine.

DINOFLAGELLES

Végétaux unicellulaires microscopiques comprenant des formes parasites, des formes benthiques et des formes libres planctoniques. Caractérisés par la présence de 2 flagelles battant dans 2 plans perpendiculaires. Leur noyau (dinocaryon) possède une structure et un mode de division particuliers.

DYSTROPHIE

Phénomène de fertilisation excessive d'un milieu en nutriments, ayant pour conséquence l'**eutrophisation** du milieu.

EUTROPHE

Qualifie un milieu à la fois riche en nutriments et à production organique élevée. Attention : le terme eutrophisation qui en dérive a pris un sens différent indiquant une exagération du phénomène d'enrichissement (**dystrophie**) (apports anthropiques).

ANT. : Oligotrophe

EUTROPHISATION

Phénomène caractérisé par un déséquilibre écologique avec, au départ, une fertilisation excessive (**dystrophie**) en éléments minéraux et (ou) organiques d'origine **anthropique**. Ceci entraîne une forte augmentation de la production organique dans la couche superficielle : sa décomposition ultérieure dans la couche sous-jacente diminue, voire annule la teneur en oxygène gazeux dissous. Cette **anoxie** provoque la mort de certains organismes ou le développement d'espèces opportunistes.

Pour être cohérent, le terme d'eutrophisation devrait être remplacé par le terme dystrophisation.

MIXOTROPHIE

Mode de nutrition des organismes capable de se nourrir aussi bien en synthétisant de la matière organique à partir de matière minérale (comme le dioxyde de carbone pour la photosynthèse), qu'en assimilant directement des substances organiques en l'absence d'énergie lumineuse ou chimique.

OLIGOTROPHE

Qualifie un milieu à la fois pauvre en nutriments et à production primaire basse.

ANT. : Eutrophe

PHOSPHORE

Les composés du phosphore en milieu marin existent sous forme inorganique (« phosphates ») ou organique au degré d'oxydation +5. Le terme « phosphate » tel qu'il est utilisé en océanographie désigne la somme ($\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^{2-} + \text{PO}_4^{3-}$) déterminée par la méthode d'analyse colorimétrique usuelle. Au pH moyen de l'eau de mer, ces différentes formes de l'acide orthophosphorique représentent respectivement 1%, 87% et 12% du phosphore total inorganique dissous. Généralement, mais à tort, les phosphates sont représentés par PO_4^{3-} qui n'est pourtant pas la forme dominante des espèces chimiques de l'acide orthophosphorique.