

Réseau Hydrologique Littoral Normand

RHLN



ANNEE 2010

RAPPORT SCIENTIFIQUE



Service Littoral et Mer



Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : RST.LERN/12-04 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 : Mars 2012 Nombre de pages : 155 + Annexes Bibliographie: oui Illustration(s) : figures et tableaux Langue du rapport : français
Titre et sous-titre du rapport : Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Suivi 2010	
Rapport intermédiaire Rapport définitif : oui	
Auteur(s) principal(aux) : Florence NEDELEC, Daphney DAGNEAUX, Aurore LEJOLIVET, Liliane FIANT, Claude ETOURNEAU, Philippe RIOU, Bruno FONTAINE, Sylvaine FRANCOISE, Franck JACQUELINE, Vincent JUSTOME, Frank MAHEUX, Olivier PIERRE- DUPLESSIX, Emilie RABILLER, et Nadine LESAULNIER Coordination de la rédaction : Florence Nédélec Composition/traitement de données/mise en page : Florence 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 2010 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 : SMEL du Conseil Général de la Manche, les DDTM 50 et 76 et Gardes Littoraux du SYMEL.	

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.

Contributeur 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.



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 2010, troisième année de la mise en œuvre du RHLN pérenne. L'année 2010 a été marquée climatiquement par des températures en moyenne plus fraîches qu'en 2009 et les dix dernières années qui étaient plus chaudes que la normale, des précipitations de nouveau inférieures à la normale, et par conséquent des débits étant encore plus inférieurs aux normales (- 30 %) qu'en 2009.

La fraîcheur de l'année 2010 et la limitation des apports par les bassins versants peuvent probablement expliquer la diminution de la moyenne de la biomasse sur le littoral bas-normand, malgré l'observation de pics plus importants qu'en 2009 sur près de la moitié des points de surveillance. Aussi, le nombre de blooms dépassant le seuil de 100 000 cellules par litre a diminué en 2010 par rapport à 2009, mais ceux-ci sont restés intenses, les occurrences de blooms supérieurs à 1 000 000 cellules par litre étant identiques à 2009. Le genre *Chaetoceros* a largement dominé le peuplement phytoplanctonique estival, et des efflorescences de huit espèces recensées comme nuisibles par la DCE ont été observées. 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. En période estivale, la majorité de ces stocks ont été consommés, une limitation potentielle par l'azote étant vraisemblable sur la côte Ouest du Cotentin et un peu plus modérée sur la côte Est du Cotentin et le Calvados. En outre, une possible carence en phosphore pourrait influencer sur la production primaire en Seine-Maritime.

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 19 masses d'eau évaluées dans le cadre du RHLN 2010 (hors masses d'eau de transition) : 13 peuvent être classées en « Très bon état » (dont deux par extrapolation) ; 3 en « Bon état » ; et 3 en « Etat moyen », au vue des indicateurs actuellement validés pour l'élément de qualité « Phytoplancton ».

Pour les masses d'eau de transition, une réflexion est réalisée à partir de différentes grilles de classification de l'indice chlorophylle-*a* qui sont en cours de discussion. Enfin, 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.

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

Sommaire

LISTE DES FIGURES	3
LISTE DES TABLEAUX	8
I. INTRODUCTION	9
I.1. Historique du réseau	9
I.2. Présentation du réseau RHLN pérenne	10
<i>I.2.1. Types de contrôle par masse d'eau</i>	<i>10</i>
<i>I.2.2. Localisation des points de prélèvement</i>	<i>10</i>
<i>I.2.3. Périodes et fréquences de prélèvement</i>	<i>12</i>
<i>I.2.4. Partenaires du réseau</i>	<i>13</i>
<i>I.2.5. Financement du réseau</i>	<i>13</i>
I.3. Objectifs du rapport RHLN 2010	13
II. MATERIEL ET METHODES	14
II.1. Moyens de mise en œuvre	14
II.2. Méthodes d'analyses	14
II.2.1. Mesures in situ et turbidité	14
II.2.1.1. Température, salinité, oxygène dissous	14
II.2.1.2. Turbidité	14
II.2.2. Chlorophylle-a	15
II.2.3. Nutriments	15
II.2.4. Flores phytoplanctoniques	16
II.2.5. Qualification des données	16
II.3. Méthode d'interprétation des résultats	16
II.3.1. Cycles des nutriments	16
II.3.2. Rapports de nutriments	17
II.3.3. Peuplements phytoplanctoniques	18
III. RESULTATS DU RHLN 2010 vs. 2000-2009	20
III.1. Paramètres climatologiques	20
III.1.1. Température	20
III.1.2. Précipitations	22
III.1.3. Débits des cours d'eau	24
III.2. Résultats des masses d'eau suivies	26
III.2.1. Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2010)	26
III.2.2. Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010)	29
III.2.3. Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2010)	32
III.2.4. Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville)	35
III.2.4.1. Donville 2001-2010	36
III.2.4.2. Coudeville 1 mille 2006-2010	39
III.2.4.3. Pointe Agon Sud 2001-2010	42
III.2.4.4. Pirou Bergerie Sud 2001-2010	45
III.2.4.5. Denneville 2006-2010	48
III.2.5. Masse d'eau HC04 (Dielette, Jobourg et Barneville)	51
III.2.5.1. Dielette 2007-2010	51
III.2.5.2. Barneville 2003-2010	54
III.2.5.3. Jobourg 2003-2010	58

III.2.6. Masse d'eau HC60-HC61 (Digue de Querqueville 2005-2010)	61
III.2.7. Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2005, 2009-2010)	64
III.2.8. Masse d'eau HC09 (La Hougue, Gougins)	68
III.2.8.1. La Hougue 2003-2010	68
III.2.8.2. Gougins 2006-2010.....	71
III.2.9. Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)	74
III.2.9.1. Utah 2006-2010	74
III.2.9.2. Roches de Grandcamp 2001-2010	77
III.2.10. Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2010)	80
III.2.11. Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2010)	84
III.2.12. Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2010)	88
III.2.13. Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2010)	91
III.2.14. Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille)	94
III.2.14.1. Luc 1 mille 2001-2010	94
III.2.14.2. Ouistreham 1 mille 2001-2010	97
III.2.15. Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2010)	100
III.2.16. Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2010)	103
III.2.17. Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2010)	108
III.2.18. Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2010)	111
III.2.19. Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2006-2010)	115
III.2.20. Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008-2010)	118
IV. DISCUSSION ET MISE A JOUR DES ELEMENTS DE QUALITE DCE	121
IV.1. Discussion générale	121
IV.1.1. Cycles et carences potentielles en nutriments	121
IV.1.2. Evolution des flores phytoplanctoniques	124
IV.1.3. Bilan du suivi RHLN 2010	126
IV.2. Mise à jour des éléments de qualité DCE	128
IV.2.1. Principe	128
IV.2.2. Bilan annuel par points	133
IV.2.2.1. Indice Biomasse	133
IV.2.2.2. Indice Abondance	135
IV.2.2.3. Indice Composition taxonomique	136
IV.2.2.4. Élément de qualité « Oxygène dissous »	140
IV.2.3. Modes de synthèse interannuelles par masse d'eau	142
IV.2.3.1. Synthèse DCE stricte.....	142
IV.2.3.2. Synthèse Points RHLN	143
IV.2.3.3. Synthèse Tout RHLN	145
IV.2.4. Synthèse 2005 - 2010 de l'élément de qualité « Phytoplancton »	147
V. CONCLUSION GENERALE	153
BIBLIOGRAPHIE	154
ANNEXES	156
Annexe 1 : Historique des lieux de surveillance du RHLN	157
Annexe 2 : Rappel sur les types de cycles biogéochimiques.....	158
Annexe 3 : Graphiques des données physico-chimiques et hydrologiques en « boîtes à moustaches » pour les points de prélèvement suivis depuis au moins 6 ans.	160
Annexe 4 : Quelques uns des principaux taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche.....	173
Annexe 5 : Comparaison de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » présentée dans le rapport RHLN 2010 et le rapport d'évaluation national pour la période 2005-2010.	174
Annexe 6 : Qualification des données RHLN pour l'année 2010.	175
GLOSSAIRE	176

Liste des Figures

Figure 1 : Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2010.	11
Figure 2 : Interprétation des graphiques de présentation des paramètres physico-chimiques et hydrologiques.	17
Figure 3 : Interprétation des rapports de nutriments dans l'eau de mer.	18
Figure 4 : Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Chausey » depuis 2001.	19
Figure 5 : Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) du taxon CHAE à Cabourg.	19
Figure 6 : Ecart entre les températures moyennes annuelles dans l'air à Dieppe depuis 1960 et la normale (1971-2000) (données Météo France).	20
Figure 7 : Evolution des écarts de température annuels entre 2006 et 2010 sur différents sites le long du littoral normand par rapport à leur normale (1971-2000).	21
Figure 8 : Moyennes mensuelles des températures de l'air à Dieppe. Comparaison des données 2010 (en rouge) avec la normale 1971-2000 (pointillés noirs) (données Météo France).	21
Figure 9 : 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.	21
Figure 10 : Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Dieppe (Seine Maritime) et la normale (1971-2000) sur la période 1960-2010 (données Météo France).	22
Figure 11 : Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Dieppe en 2010 avec la normale (1971-2000) et les extrêmes sur 1960-2009.	23
Figure 12 : Ecart des précipitations annuelles enregistrées entre 2006 et 2010 aux normales (1971 – 2000) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo France).	23
Figure 13 : Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2010 à la normale (1971-2000) (Données issues de la banque Hydro du RNDE).	25
Figure 14 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Chausey entre 2001 et 2010.	26
Figure 15 : Évolution des concentrations en nutriments à Chausey entre 2001 et 2010.	27
Figure 16 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Chausey.	28
Figure 17 : Nombre de blooms dépassant les seuils DCE sur Chausey entre 2001-2006 (n = 81), 2007-2009 (n = 48) et 2010 (n = 17).	28
Figure 18 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a au point Tombelaine en 2010.	30
Figure 19 : Évolution des concentrations en nutriments au point Tombelaine en 2010.	30
Figure 20 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Tombelaine en 2010.	31
Figure 21 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Champeaux entre 2006 et 2010.	32
Figure 22 : Évolution des concentrations en nutriments à Champeaux entre 2006 et 2010.	33
Figure 23 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Champeaux entre 2006 et 2010.	34
Figure 24 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Champeaux entre 2006, 2007-2009 et 2010.	34
Figure 25 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Donville entre 2001 et 2010.	36
Figure 26 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Donville entre 2001 et 2010.	37
Figure 27 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville.	38
Figure 28 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Donville entre 2001-2006 (n=159), 2007-2009 (n=49) et 2010 (n=17).	39
Figure 29 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2010.	40

Liste des Figures

Figure 30 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2010.....	41
Figure 31 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Coudeville 1 mille entre 2006 (n=19), 2007-2009 (n=47) et 2010 (n=17).	42
Figure 32 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pointe Agon Sud entre 2001, 2006 à 2010.	43
Figure 33 : Évolution des concentrations en nutriments à Pointe Agon Sud entre 2001, 2006 à 2010.....	43
Figure 34 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Pointe Agon Sud entre 2001, 2006 à 2010.	44
Figure 35 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Pointe Agon Sud entre 2001-2006 (n=75), 2007-2009 (n=42) et 2010 (n=13).	44
Figure 36 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2010.	45
Figure 37 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2010.	46
Figure 38 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Pirou Bergerie Sud entre 2001-2006 (n=69), 2007-2009 (n=55) et 2010 (n= 22).	47
Figure 39 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Denneville entre 2006 et 2010.	48
Figure 40 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Denneville entre 2006 et 2010.	49
Figure 41 : Évolution de la température à Dielette entre 2007 et 2010.....	52
Figure 42 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dielette entre 2007 et 2010.....	52
Figure 43 : Évolution des concentrations en nutriments à Dielette entre 2007 et 2010.....	53
Figure 44 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Dielette entre 2007 et 2010.	53
Figure 45 : Évolution de la salinité, de l'oxygène dissous et de la chlorophylle-a à Barneville entre 2003 et 2010.	54
Figure 46 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN à Barneville entre 2003 et 2010.	55
Figure 47 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Barneville.	56
Figure 48 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Barneville entre 2003-2006 (n=36), 2007-2009 (n=25) et 2010 (n=9).	57
Figure 49 : Évolution de la salinité et de la chlorophylle-a à Jobourg entre 2003 et 2010.....	58
Figure 50 : Évolution des concentrations en nutriments à Jobourg entre 2003 et 2010.....	58
Figure 51 : Évolution des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN à Jobourg entre 2003 et 2010.	59
Figure 52 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Jobourg.	60
Figure 53 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Jobourg entre 2003-2006 (n=36), 2007-2009 (n=26) et 2010 (n=9).	60
Figure 54 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Digue de Querqueville entre 2005 et 2010.	62
Figure 55 : Évolution des concentrations en nutriments au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2010.....	62
Figure 56 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2010..	63
Figure 57 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Réville 1 mille entre 2004-2006, 2009 et 2010.	65
Figure 58 : Évolution des concentrations en nutriments sur Réville 1 mille entre 2004 – 2006, 2009 et 2010.....	65
Figure 59 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Réville 1 mille entre 2004 – 2006, 2009 et 2010..	66
Figure 60 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Réville 1 mille entre 2004-2006 (n=37), 2008-2009 (n=23) et 2010 (n=12).	66

Figure 61 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à La Hougue entre 2003 et 2010.	68
Figure 62 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point La Hougue entre 2003 et 2010.	69
Figure 63 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur La Hougue entre 2003-2006 (n=78), 2007-2009 (n=47) et 2010 (n=15).	70
Figure 64 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Gougins entre 2006 et 2010.	71
Figure 65 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Gougins entre 2006 et 2010.	72
Figure 66 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gougins entre 2006 (n=21), 2007-2009 (n=47) et 2010 (n=15).	73
Figure 67 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Utah entre 2006 et 2010.	75
Figure 68 : Évolution des concentrations en nutriments sur Utah entre 2006 et 2010.	75
Figure 69 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Utah entre 2006 et 2010.	76
Figure 70 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Utah entre 2006 (n=22), 2007-2009 (n=49) et 2009 (n=15).	76
Figure 71 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2010.	77
Figure 72 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2010.	78
Figure 73 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Roches de Grandcamp entre 2001-2006 (n=148), 2007-2009 (n=60) et 2010 (n=19).	79
Figure 74 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Géfosse entre 2002 et 2010.	80
Figure 75 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Géfosse entre 2002 et 2010.	81
Figure 76 : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Géfosse.	82
Figure 77 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Géfosse entre 2002-2006 (n=122), 2007-2009 (n=63) et 2010 (n=20).	83
Figure 78 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Port en Bessin 1 mille entre 2004 – 2006, 2009 et 2010.	85
Figure 79 : Évolution des concentrations en nutriments sur Port en Bessin 1 mille entre 2004 – 2006, 2009 et 2010.	85
Figure 80 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Port en Bessin 1 mille entre 2004 – 2006, 2009 et 2010.	86
Figure 81 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009 (n=67) et 2010 (n=12).	86
Figure 82 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Asnelles-Meuvaines entre 2004 et 2010.	88
Figure 83 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Asnelles-Meuvaines entre 2004 et 2010.	89
Figure 84 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Asnelles-Meuvaines entre 2004-2006 (n=70), 2007-2009 (n=75) et 2010 (n=15).	90
Figure 85 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2010.	91
Figure 86 : Évolution des concentrations en nutriments à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2010.	92
Figure 87 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2010.	93
Figure 88 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur St Aubin les Essarts entre 2003-2006 (n = 80), 2007-2009 (n = 76) et 2010 (n = 21).	93

Liste des Figures

Figure 89 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Luc 1 mille entre 2001 et 2010.	95
Figure 90 : Évolution des concentrations en nutriments à Luc 1 mille entre 2001 et 2010.....	95
Figure 91 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Luc 1 mille entre 2001 et 2010.	96
Figure 92 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Luc 1 mille entre 2001-2006 (n = 166), 2007-2009 (n = 87) et 2010 (n = 29).	96
Figure 93 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2010.	97
Figure 94 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2010.....	98
Figure 95 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Ouistreham 1 mille entre 2001- 2006 (n = 127), 2007-2009 (n = 83) et 2010 (n = 29).....	99
Figure 96 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Estuaire de l'Orne entre 2007 et 2010.	100
Figure 97 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Estuaire de l'Orne en 2007 et 2010.....	101
Figure 98 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques au point Estuaire de l'Orne entre 2007-2009 (n = 43) et 2010 (n = 13).	102
Figure 99 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Cabourg entre 2001 et 2010.....	104
Figure 100 : Évolution des concentrations en nutriments à Cabourg entre 2001 et 2010.....	104
Figure 101 : Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Cabourg entre 2001 et 2010.....	105
Figure 102 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Cabourg entre 2001-2006 (n=189), 2007-2009 (n=97) et 2010 (n=30).	106
Figure 103 : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année à la station Cabourg entre 2002 et 2010.	106
Figure 104 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Seine-1 entre 2008 et 2010.	108
Figure 105 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Seine-1 entre 2008 et 2010.	109
Figure 106 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Seine-1 entre 2008 et 2009 (n=21), et en 2010 (n=12).....	110
Figure 107 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2010.	111
Figure 108 : Profil vertical enregistré le 09/08/2010 à Antifer Ponton Pétrolier à la sonde multi-paramètres.	112
Figure 109 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2010.	113
Figure 110 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Antifer Ponton Pétrolier entre 2001-2006 (n=223), 2007-2009 (n=97) et 2010 (n=26).	114
Figure 111 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces phytoplanctoniques, par mois et par année à Antifer Ponton Pétrolier de 2002 à 2010.....	114
Figure 112 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Fécamp 1 mille, entre mi-2007 et 2010.	115
Figure 113 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Fécamp 1 mille, entre mi-2007 et 2010.	116
Figure 114 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Fécamp entre 2007-2009 (n=32) et 2010 (n=12).....	117
Figure 115 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2010.	118
Figure 116 : Évolution des concentrations en nutriments à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2010.	119
Figure 117 : Évolution des rapports DIN/P et Si/P à Dieppe 1 mille en 2004-2005 et 2008-2010.	120

Figure 118 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dieppe 1 mille entre 2001-2005 (n=57), 2008-2009 (n=18) et 2010 (n=12)..... 120

Figure 119 : Gradient des stocks hivernaux (moyenne sur novembre-février) interannuels en nutriments sur les points de prélèvement du RHLN. 121

Figure 120 : Gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP des stocks hivernaux (moyenne sur novembre-février) interannuels sur les points de prélèvement du RHLN. 122

Figure 121 : Gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP des stocks estivaux (juillet-septembre) sur les points de prélèvement du RHLN 2010. 123

Figure 122 : Gradient des concentrations en chlorophylle-a sur les points de prélèvement du RHLN 2010. 123

Figure 123 : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN 2010. 124

Figure 124 : 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 2010. 125

Figure 125 : 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 2007-2010. 126

Figure 126 : Schéma de classification de l'état écologique des masses d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010. 128

Figure 127 : Evolution saisonnière du logarithme du rapport [1+(dinoflagellés/diatomées)] sur les points Donville, Géfosse, Cabourg et Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2010. 137

Figure 128 : Evolution du logarithme du rapport [1+(dinoflagellés/diatomées)] sur les points Donville, Géfosse, Cabourg et Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2010 sous forme de « boîtes à moustaches »..... 138

Figure 129 : Ensemble des valeurs d'oxygène dissous acquises au fond sur le point « Cabourg » dans le cadre du RHLN entre 2001 et 2010. 141

Figure 130 : Synthèse de l'élément de Qualité DCE « Phytoplancton » sur les masses d'eau normandes sur la période 2005-2010. 150

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2010.....	12
Tableau 2 : Domaines d'étalonnage, limites de quantification et incertitudes de mesures pour le dosage des nutriments.	15
Tableau 3 : Abréviations des taxons les plus souvent rencontrés le long du littoral normand.....	18
Tableau 4 : Synthèse des paramètres descripteurs des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des masses d'eau normandes en 2010.....	127
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.	129
Tableau 6 : Grille des indices des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Oxygène dissous » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010).....	130
Tableau 7 : Grille des rapports de qualité écologique (RQE) des indices des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Oxygène dissous » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010).....	130
Tableau 8 : Détermination des valeurs de l'indice chlorophylle-a (percentile 90) par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA) de 2001 à 2010.....	133
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.....	134
Tableau 10 : Détermination des valeurs de l'indice Abondance (blooms > 100 000 cellules/L) par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA), de 2001 à 2010.....	135
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 2010, et pour les périodes 2003-2008, 2004-2009 et 2005-2010 en utilisant la moyenne, la médiane ou le percentile 90.....	139
Tableau 12 : Détermination des valeurs de l'élément de qualité « Oxygène dissous » (percentile 10 de l'oxygène dissous au fond) par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA), de 2001 à 2010.	140
Tableau 13 : Synthèse « DCE stricte » des indices DCE (hormis indice Composition) à l'aide du Rapport de Qualité Ecologique (RQE) pour la période 2005-2010.	143
Tableau 14 : Synthèse « Points RHLN » des indices DCE (hormis indice Composition) à l'aide du Rapport de Qualité Ecologique (RQE) pour la période 2005-2010.	144
Tableau 15 : Synthèse « Tout RHLN » des indices DCE (hormis indice Composition) à l'aide du Rapport de Qualité Ecologique (RQE) pour la période 2005-2010.	145
Tableau 16 : Comparaison des RQE des indices DCE (hormis indice Composition) sur les masses d'eau normandes sur les périodes 2004-2009 et 2005-2010.	147
Tableau 17 : Synthèse globale des indicateurs DCE (hormis indice Composition) de l'élément de qualité « Phytoplancton » de l'état biologique et de l'élément de qualité « Oxygène dissous » de l'état physico-chimique sur les masses d'eau normandes sur la période 2005-2010, et indices de fiabilité.	149
Tableau 18 : Grille de classement de l'indice turbidité et résultats pour l'évaluation de l'indice turbidité sur la période 2004-2009 dans les masses d'eau côtières.	152

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 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 de 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 2010, 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

I.2. Présentation du réseau RHLN pérenne

I.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 hydro-morphologiques 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.

I.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 sont présentés 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 en 2009 sur 20 masses d'eau (Figure 1).

² SDDE = Schéma Directeur des Données sur l'Eau

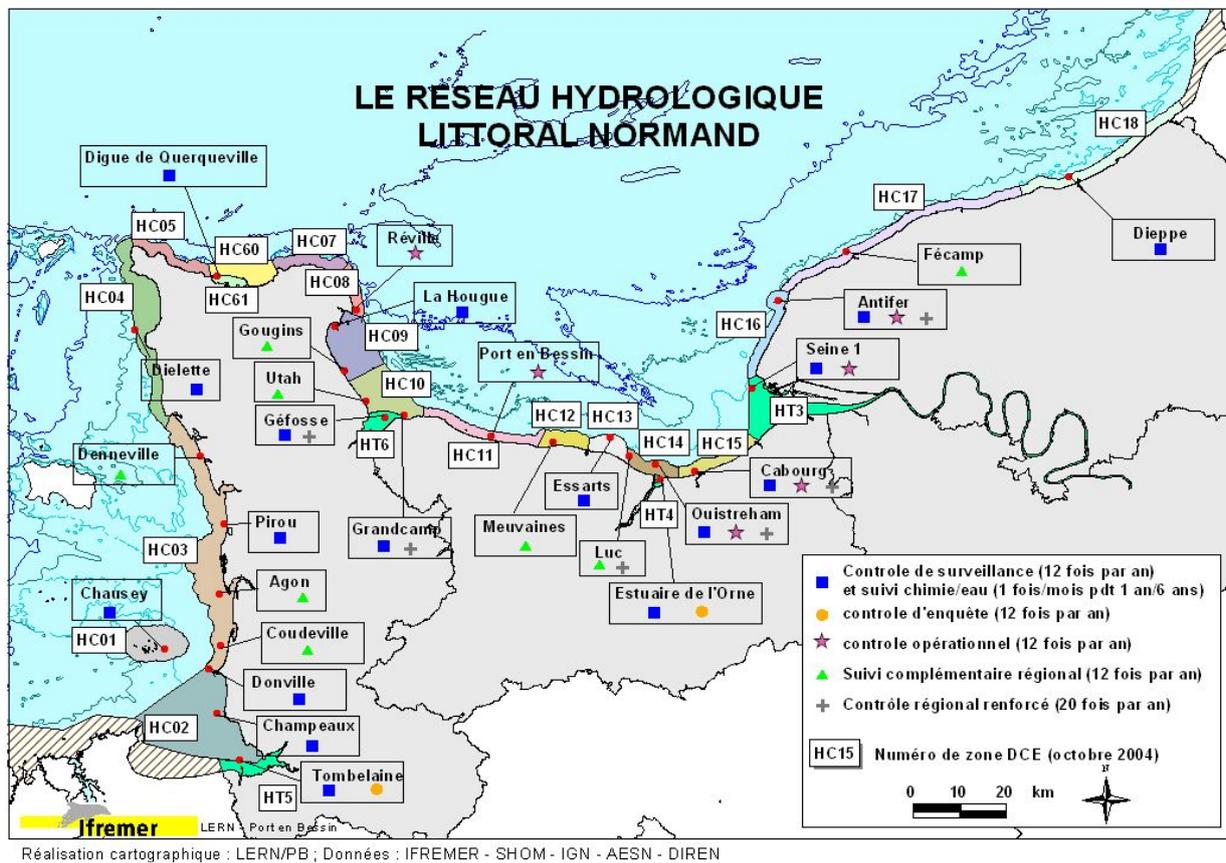


Figure 1 : Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2010.

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 2010 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 (hormis HT01, HT02 et HT07 qui sont étudiées dans le cadre du suivi DCE eaux douces).

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 (fiores)** : 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 2010.

Masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Nom du point	Type de suivi 2010	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	SYMEL 50 / LERN	LERN	LERN
HC02	Baie du Mont St Michel - Centre	Champeaux	Surveillance DCE	12			
HC03	Ouest Cotentin	Donville	Surveillance DCE	12			
		Coudeville 1 mille	Régional	12			
		Pointe Agon Sud	Régional	12			
		Pirou Bergerie Sud	Surveillance DCE	12			
		Denneville	Régional	12	SMEL50	SMEL50	LERN
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			
HT03	Estuaire de Seine - Aval	Seine 1	Surveillance DCE	12	DDTM76	LERN	LERN
HC16	Le Havre - Antifer	Antifer ponton pétrolier	Surveillance DCE renforcée	20	LERN	LERN	LERN
HC17	Pays de Caux Sud	Fécamp 1 mille	Régional	12			
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 408 473 euros HT en 2010, 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 186 673 euros HT (46 %) et du Conseil Régional de Basse Normandie à hauteur de 45 212 euros TTC (10 %), l'Ifremer complétant ce financement.

1.3. Objectifs du rapport RHLN 2010

Le présent rapport propose une synthèse des données obtenues en 2010, troisième année du nouveau plan de suivi 2008-2013 qui aura permis la collecte de données de janvier à décembre sur tous les points pour la troisième fois.

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 sur 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 2010, 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 2010 avec les cycles précédemment observés (2000/2001 à 2009), 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 2010 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), 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 régulier (1 fois tous les 15 jours de mars à octobre sinon 1 fois par mois) afin de pouvoir vérifier l'absence de dérive. Depuis 2008, ces sondes sont équipées de capteurs optiques pour l'oxygène dissous, plus stables que les capteurs à membrane utilisés auparavant.

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 > 2 FNU, avec une limite de quantification à 0,05 FNU.

³ EMT = Ecart Maximaux Tolérés

II.2.2. 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.2.3. 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).

L'Unité Technique Hydrologie avait pour objectif courant 2010 de demander l'extension de l'accréditation du laboratoire par le COFRAC pour le dosage des nutriments. Pour cela, l'Unité a défini des domaines d'étalonnages pour chaque nutriment, dans lesquels ont été déterminés : la limite de quantification, la présence ou l'absence d'un blanc optique et/ou d'un effet de sel, et les incertitudes de mesures correspondantes. Les résultats pour ces paramètres sont présentés dans le Tableau 2 pour l'année 2010.

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	15,4 %
	Fort	2 – 12	0,3			2,25 – 8	10,1 %
NITRATE	Faible	2 – 10	0,1	Négligeable	Négligeable	2 – 7 **	1,8 % **
	Fort	10 – 50	0,6			7 – 30 **	3,0 % **
NITRITE	Faible	0,05 – 0,5	0,02	Négligeable	Négligeable	0,05 – 0,25	6,1 %
	Fort	0,25 – 1,5	0,05			0,25 – 0,75	4,9 %
PHOSPHATE	---	0,25 – 2	0,05	A prendre en compte	OUI, si S ≤ 20 *	0,25 – 0,62	6,6 %
						0,63 – 1,5	2,2 %
SILICATE	Faible	2 – 10	0,2	Négligeable	OUI, si S ≤ 10 *	1,5 – 2	0,8 %
	Fort	10 – 50	1			2 – 7	1,6 %
						7 – 30	0,6 %
						30 – 50	0,6 %

* Facteurs correctifs appliqués disponibles sur demande.

** Incertitudes pour le nitrate + nitrite

II.2.4. 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 COGEMA « 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.2.5. 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 6.

II.3. Méthode d'interprétation des résultats

Les résultats du réseau RHLN 2010 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 2010 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 2010 sont reliés par des pointillés pour aider à la lecture, qui n'ont donc pas vocation à extrapoler les résultats entre deux mesures.

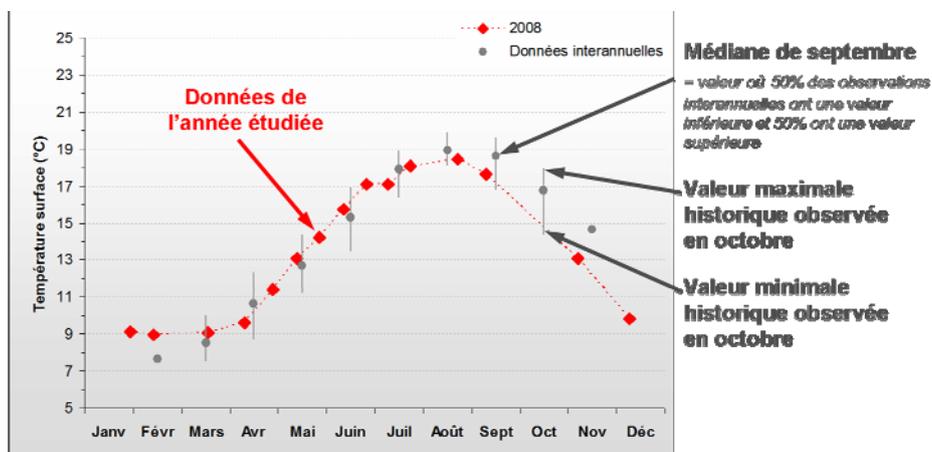


Figure 2 : Interprétation des graphiques de présentation des paramètres physico-chimiques et hydrologiques.

Lorsque la surveillance a permis de collecter **au moins 6 années** de données sur un point, les résultats des paramètres hydrologiques sont représentés sous forme de « boîtes à moustaches » en Annexe 3. En effet, cette représentation graphique permet de mieux retranscrire la dispersion interannuelle des mesures pour chaque paramètre lorsque le nombre de données devient important.

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 4).

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 2010 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	<i>Famille Nitzschiaceae</i>	RHIZIMB	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
GYMNAG	<i>Gymnodinium nagasakiense</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 réalisés, nous continuerons avec cette nomenclature.

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 2007-2009, et l'année 2010 où n représente le nombre total de données (Figure 4).

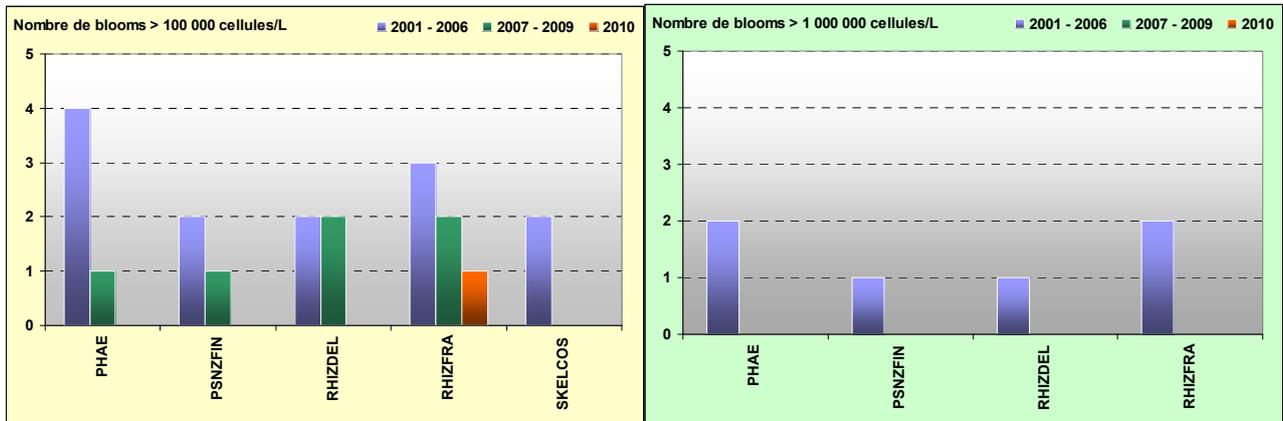


Figure 4 : Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Chausey » depuis 2001.

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.

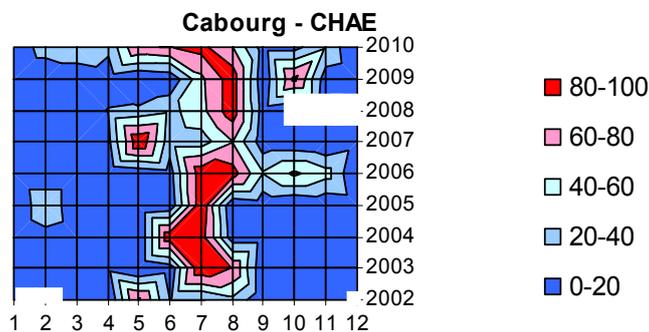


Figure 5 : Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) du taxon CHAE à Cabourg. Sur certains de ces types de graphiques, les rectangles blancs marquent les mois où aucune donnée n'est disponible.

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 2010).

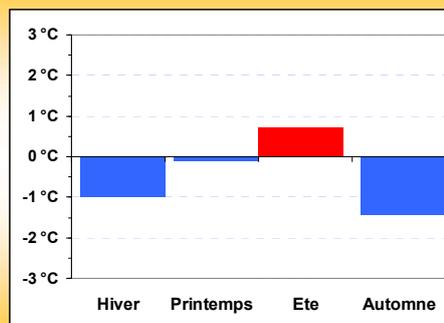
III. Résultats du RHLN 2010 vs. 2000-2009

III.1. Paramètres climatologiques

III.1.1. Température

SYNTHESE TEMPERATURE :

Ces données de température confirment, dans l'air comme dans l'eau : la fraîcheur de l'hiver et de l'automne ainsi que la douceur de l'été 2010, par rapport à la normale (1971-2000) à Dieppe. L'année 2010, présentant un écart moyen à la normale de $-0,4^{\circ}\text{C}$, contraste avec la tendance de la dernière décennie en Normandie.



L'étude des écarts à la normale (moyenne sur 1971-2000) des **températures de l'air** enregistrées à Dieppe depuis 1960 (Figure 6) montre une situation qui contraste grandement avec la tendance de la dernière décennie. En effet, l'écart thermique mesuré en 2010 ($-0,4^{\circ}\text{C}$), qui témoigne d'une année plus « fraîche » que la normale, est le premier écart négatif depuis celui de 1996.

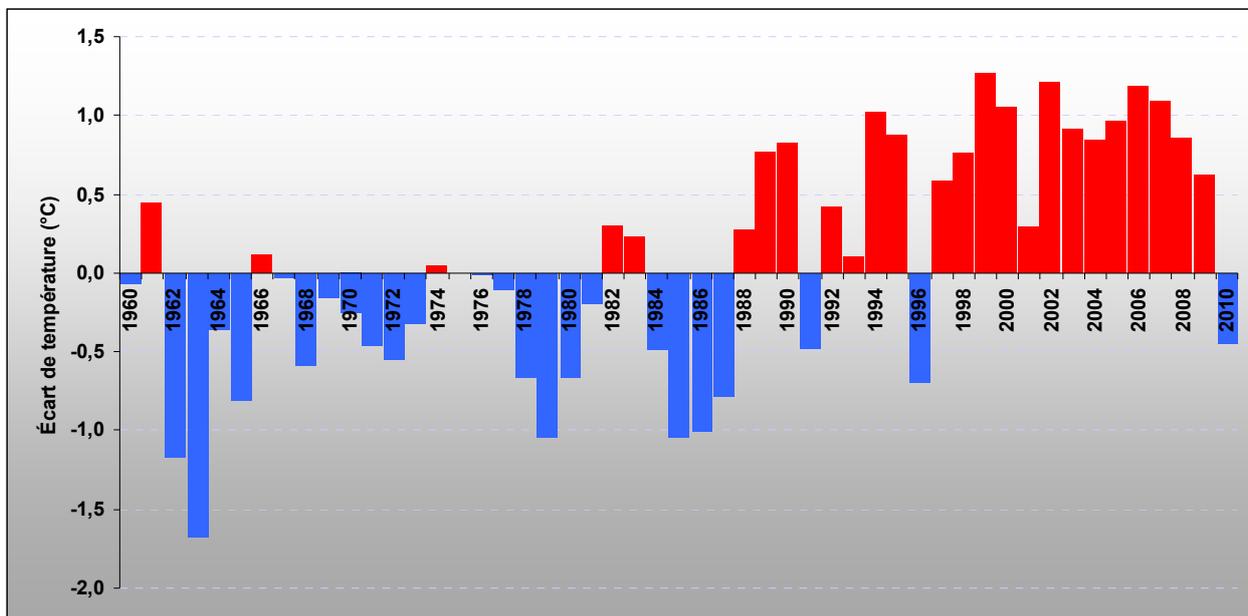


Figure 6 : Ecart entre les températures moyennes annuelles dans l'air à Dieppe depuis 1960 et la normale (1971-2000) (données Météo France). Rouge = écarts positifs ; bleu = écarts négatifs.

En Normandie, les écarts de température moyenne annuelle en 2010 par rapport à la normale sont négatifs pour toutes les stations considérées, excepté à Englesqueville ($+0^{\circ}\text{C}$), et surtout au Cap de la Hève, où l'on note un écart à la normale positif particulièrement marqué ($+1,8^{\circ}\text{C}$) (Figure 7). En comparant à l'année 2009, les températures moyennes annuelles ont significativement baissé en tout point en 2010, sauf au Cap de la Hève.

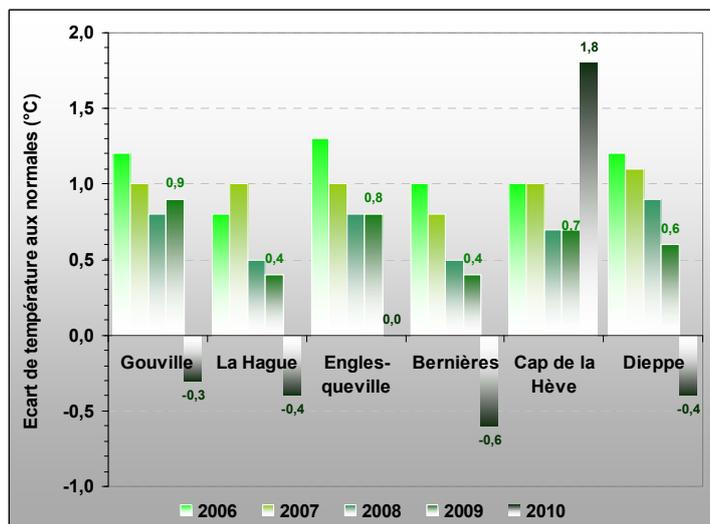


Figure 7 : Evolution des écarts de température annuels entre 2006 et 2010 sur différents sites le long du littoral normand par rapport à leur normale (1971-2000).



L'étude des moyennes mensuelles de la température de l'air enregistrée à Dieppe en 2010 (Figure 8), montre que, contrastant avec des mois de janvier, mai et décembre particulièrement frais (écart à la normale respectivement de $-2,9^{\circ}\text{C}$, $-1,4^{\circ}\text{C}$ et $-3,9^{\circ}\text{C}$), les mois de juin et juillet présentent des températures supérieures à la normale, avec un maximum en juillet ($+2,2^{\circ}\text{C}$). Les températures ont été relativement proches de la normale le reste de l'année 2010.

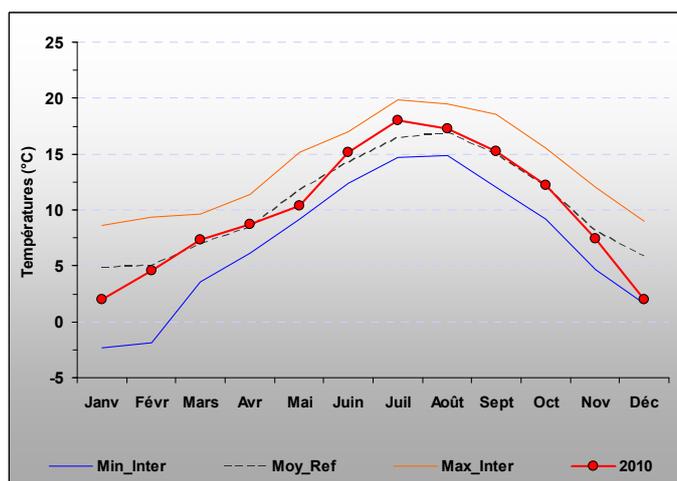


Figure 8 : Moyennes mensuelles des températures de l'air à Dieppe. Comparaison des données 2010 (en rouge) avec la normale 1971-2000 (pointillés noirs) (données Météo France). Courbes bleue et orange = valeurs extrêmes mensuelles minimum et maximum respectivement entre 1960 et 2009.

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 minima depuis 1991 à Paluel (Seine-Maritime ; Figure 9) en janvier, février, mars et décembre. Elle a ensuite oscillé autour de la normale en frôlant à plusieurs occasions les maxima depuis 1991 en juillet et août.

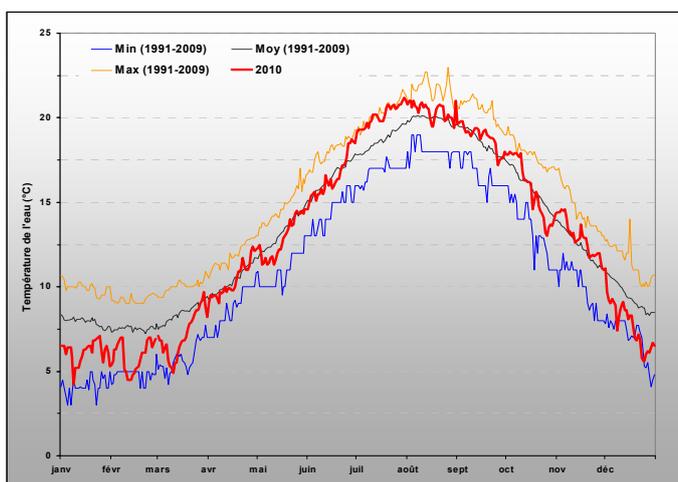
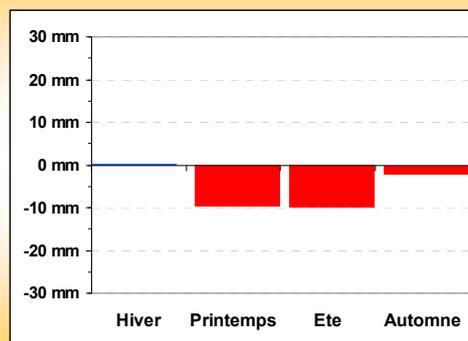


Figure 9 : Évolution de la température journalière de l'eau de mer enregistrée au canal d'amenée de la centrale EDF de Paluel (Seine Maritime) depuis 1991. Comparaison entre les valeurs mesurées en 2010 (orange) avec la moyenne de référence (1991-2000) (noir) ainsi que les extrêmes (bleu et rouge) obtenues sur la période 1991-2009 (données EDF).

III.1.2. Précipitations

SYNTHESE PLUVIOMETRIE :

En 2010, les précipitations ont été moins abondantes que la normale en Normandie, mais légèrement plus importantes qu'en 2009. On note un déficit global par rapport à la normale peu marqué en hiver et en automne, mais plus accentué au printemps et en été (-10 mm). Les disparités régionales sont marquées à l'échelle de la Normandie, le déficit étant plus important sur la Côte Ouest du Cotentin, sur la Côte Fleurie, et à Dieppe.



L'année 2010 est comparable aux années « sèches » de la période 2003-2006, contrastant avec les années plus « humides » de 2007 et 2008 (Figure 10). Bien que les précipitations aient été en moyenne moins abondantes en 2010 que durant la période 1971-2000, cette année est un peu moins « sèche » que l'année 2009. En effet, l'**écart pluviométrique en 2010**, calculé par rapport à la normale (sur 1971-2000), a été de **- 65 mm** à Dieppe, **soit - 8 %**.

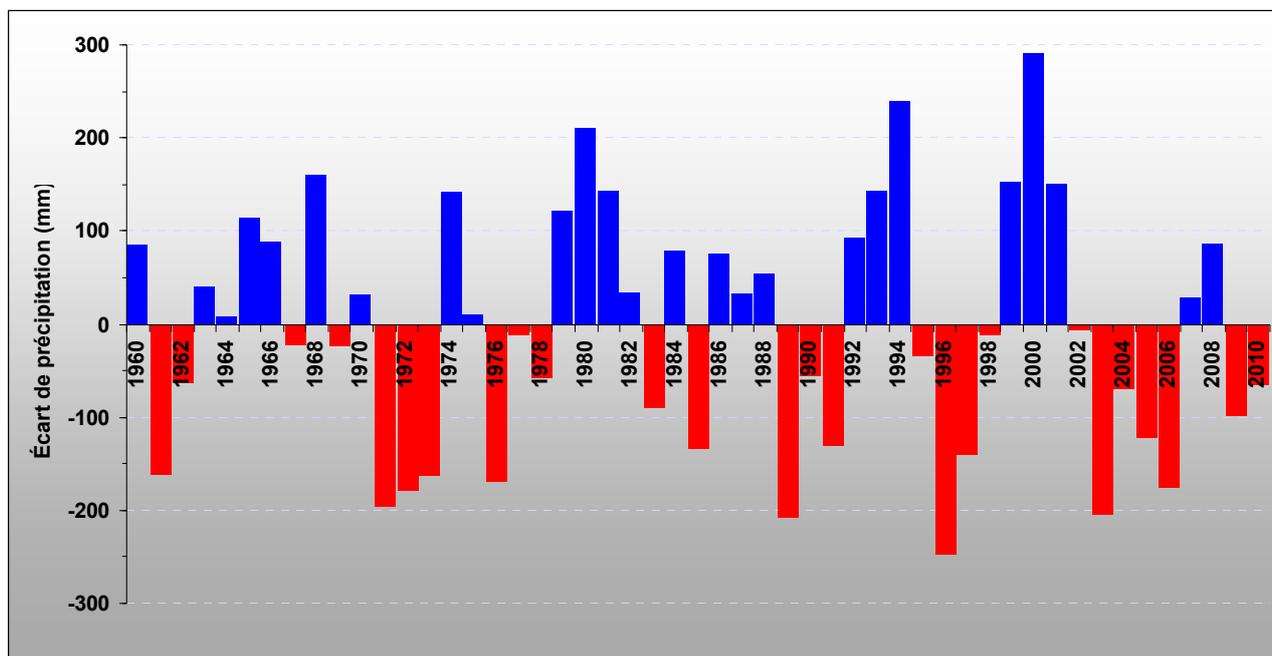


Figure 10 : Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Dieppe (Seine Maritime) et la normale (1971-2000) sur la période 1960-2010 (données Météo France). Bleu = écarts positifs ; rouge = écarts négatifs.

L'examen des **données mensuelles** de la station météorologique de Dieppe met en évidence une pluviométrie oscillant autour de la normale tout au long de l'année, mais **globalement déficitaire**. Ce déficit est particulièrement marqué en avril (-37,9 mm), en juillet (-34,2 mm), et en décembre (-28,5 mm). On note par ailleurs un **excédent** pluviométrique en **novembre** (+32,8 mm) et en février (+27,6 mm) (Figure 11).

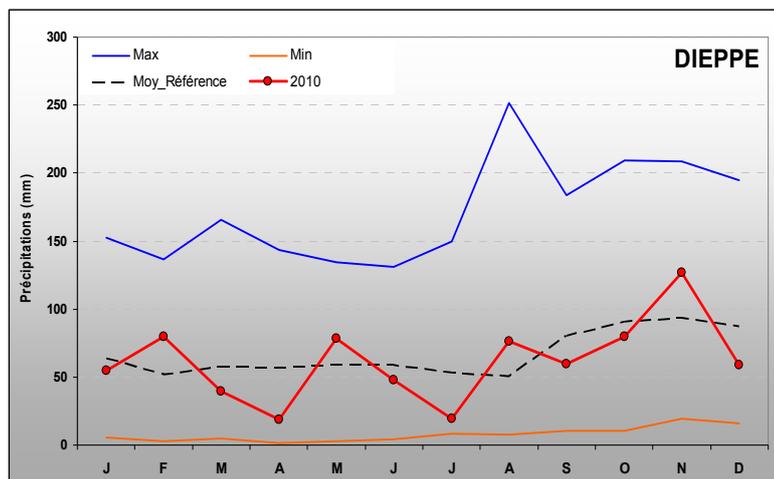


Figure 11 : Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Dieppe en 2010 avec la normale (1971-2000) et les extrêmes sur 1960-2009. Minima en orange, maxima en bleu.

L'hétérogénéité de la pluviométrie à l'échelle de la Normandie est mise en évidence par la Figure 12, qui présente une comparaison inter-stations des écarts des précipitations annuelles à leur normale sur la période 2006-2010.

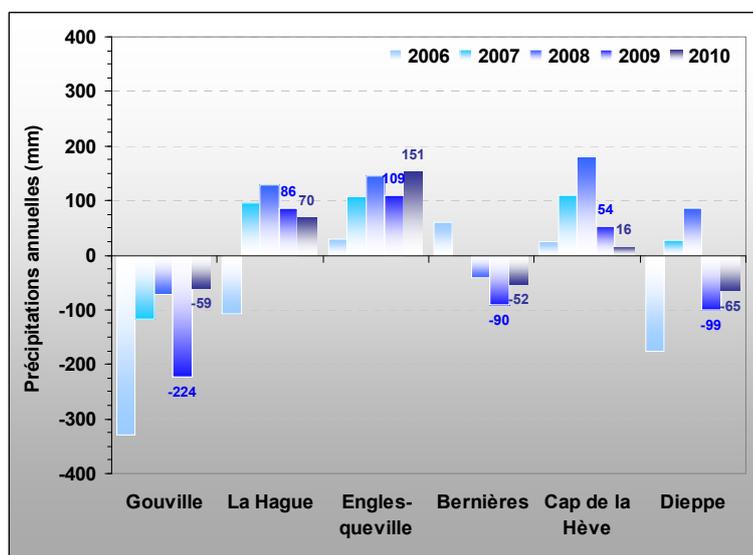


Figure 12 : Ecarts des précipitations annuelles enregistrées entre 2006 et 2010 aux normales (1971 – 2000) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo France).



La pluviométrie montre une variabilité inter-stations relativement marquée à l'échelle de la Normandie, avec des écarts à la normale allant de -65 à +151 mm selon les stations considérées. Les précipitations les plus élevées ont été mesurées sur les trois façades de la presqu'île du Cotentin, avec un maximum de 993 mm observé à Gouville (-59 mm à sa normale) (Figure 12). Les précipitations ont été globalement moins importantes sur les littoraux du Calvados et de Seine-Maritime : outre le déficit pluviométrique enregistré à Dieppe (739 mm, soit -65 mm à sa normale), un déficit est observé sur la Côte de Nacre, avec 710 mm à Bernières (-52 mm à sa normale).

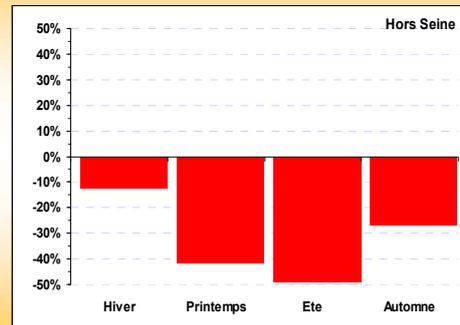
Par ailleurs, en comparant l'année 2010 à l'année 2009, les précipitations annuelles sont généralement plus importantes en 2010 (de +34 à Dieppe à -165 mm à Gouville), excepté à La Hague (-16 mm) et au Cap de la Hève (-38 mm).

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 par rapport aux normales en 2010, malgré quelques écarts de débits mensuels positifs liés aux fortes précipitations de fin février et de novembre. Les déficits sont ainsi très marqués au printemps - été (- 40 % à - 50 %), et moins accentués en automne (- 27 %) et en hiver (- 12 %). Ces résultats sont cohérents avec les précipitations relevées.



La Figure 13 montre les écarts relatifs des débits moyens mensuels de 2010 aux normales des principaux cours d'eau normands. Ainsi, globalement, les faibles précipitations en 2010 ont entraîné des réductions importantes des débits des cours d'eau sur le bassin Seine - Normandie toute l'année par rapport aux normales comme en 2009, excepté en novembre et en février - mars.

En effet, les écarts aux normales ont montré un déficit moyen de l'ordre de 30 %, avec un minimum observé de 67 % pour l'*Orne* en juillet (Figure 13).

Les débits excédentaires observés sont à relier aux précipitations intenses des mois de novembre et fin février 2010 (voir Chapitre III.1.2). Seuls le *Couesnon* et la *Sélune* ont connu des débits déficitaires pour tous les mois de l'année (-40 % en moyenne), en lien avec des précipitations inférieures à la normale sur la Côte Ouest Cotentin en 2010 (voir Chapitre III.1.2).

Enfin, le débit de la *Seine* a été globalement inférieur à la normale (-9 % sur l'année 2010), mais présente des mois excédentaires en août et septembre (+9 %), particulièrement arrosés en Seine-Maritime⁶, ainsi qu'en novembre (+20 %) et en décembre (+53 %), ce dernier mois ayant été le siège de fortes précipitations neigeuses en 2010⁶ (Figure 13).

Ces résultats sont confortés par le bilan climatique annuel de Météo-France⁵ et les bilans hydrologiques réalisés par les DREAL de Normandie⁶.

⁵ http://climat.meteofrance.com/jsp/site/Portal.jsp?&page_id=14111

⁶ DREAL Basse Normandie : <http://www.basse-normandie.developpement-durable.gouv.fr/analyses-et-bulletins-anterieurs-a363.html>
 DREAL Haute Normandie : http://www.haute-normandie.developpement-durable.gouv.fr/article.php3?id_article=127
http://www.haute-normandie.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/bilan_hydrologique_2009_2010_cle81985d.pdf

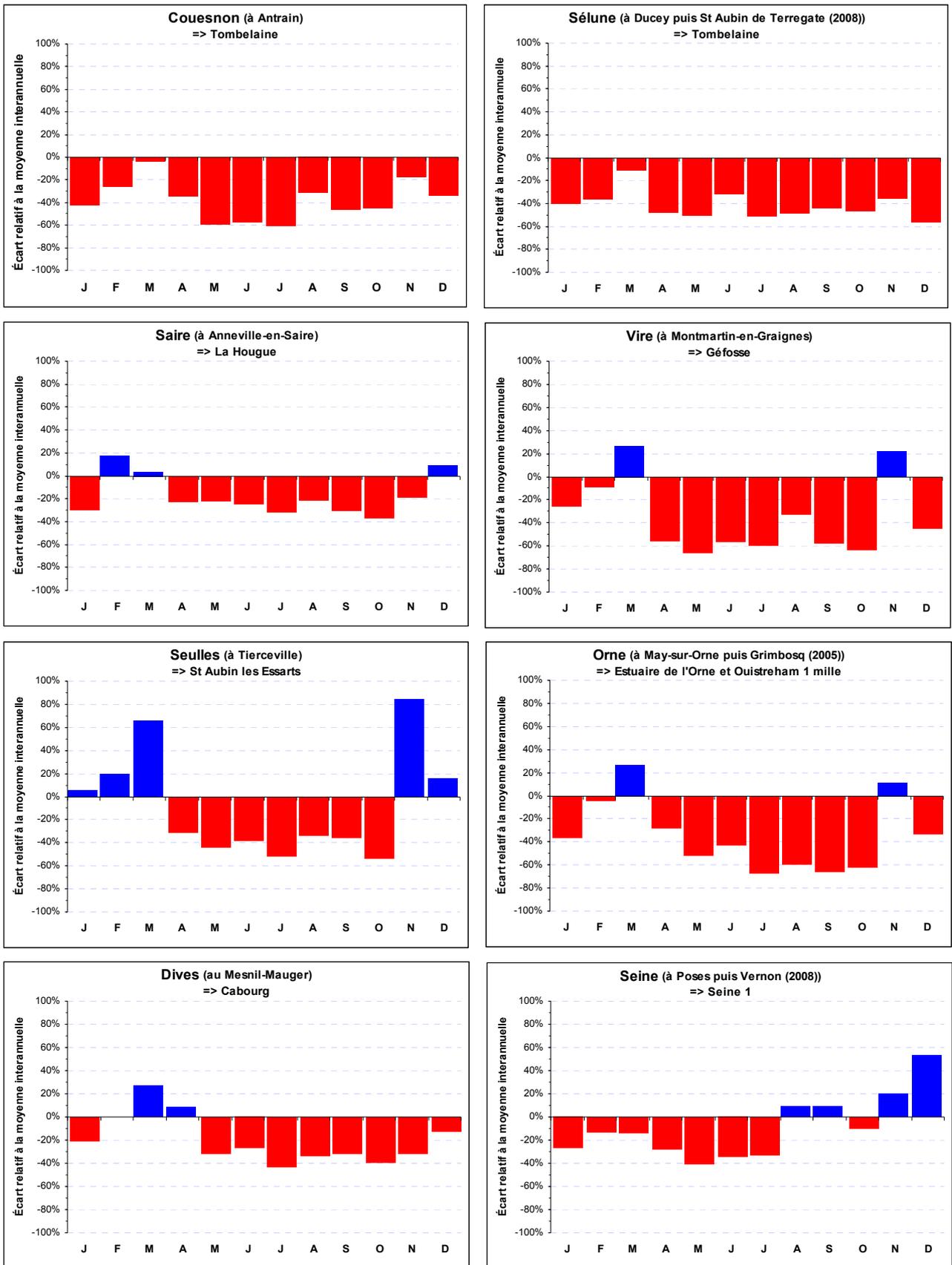


Figure 13 : Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2010 à la normale (1971-2000) (Données issues de la banque Hydro du RNDE).
Les points de prélèvement du RHLN concernés par ces apports sont indiqués dans le titre.

III.2. Résultats des masses d'eau suivies

III.2.1. Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2010)

SYNTHÈSE HCO1 : 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 (11,9 μM DIN, 0,6 μM DIP, 6,5 μM Si en 2010). L'azote, en carence potentielle de mai à septembre, a pu entraîner une limitation du développement phytoplanctonique en 2010. En effet, les teneurs en chlorophylle-a sont restées relativement faibles (moyenne 1,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$, max 2,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Le suivi montre que seul le taxon *Rhizosolenia fragilissima* (RHIZFRA) a dépassé le seuil DCE de 100 000 cellules par litre en mai 2010.

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).

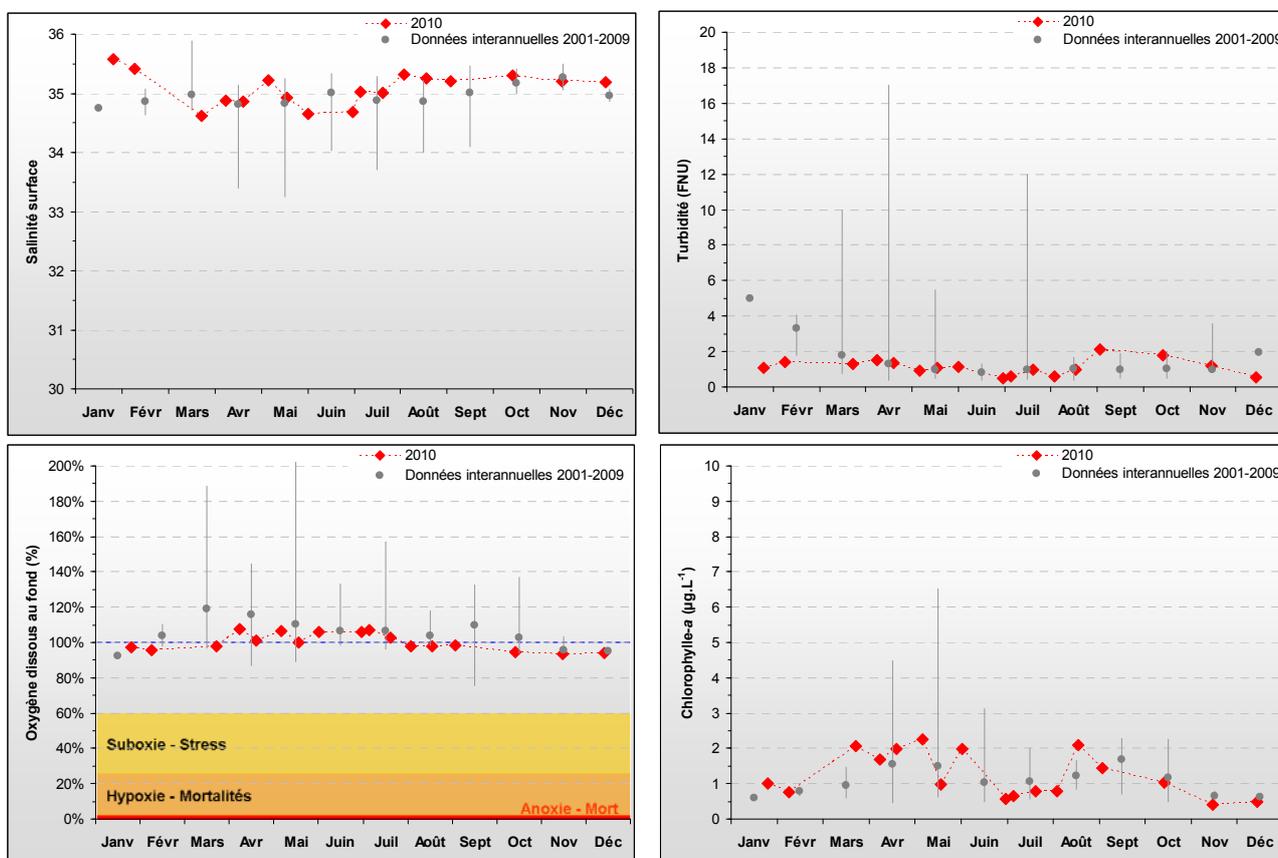


Figure 14 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Chausey entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

En 2010, les concentrations en chlorophylle-a à Chausey sont relativement faibles et sont restées proches des médianes interannuelles, variant entre 0,4 et 2,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Figure 14). Le bloom de début mai est légèrement plus marqué que le premier bloom printanier (2,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$), qui a démarré en mars, un peu plus tôt que les années précédentes (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 %) toute l'année, marquant un milieu toujours correctement oxygéné en 2010 (Figure 14).

Dans cette masse d'eau, le stock hivernal en nitrate+nitrite a été faible en 2010 (11,8 μM), et moins important qu'en 2009 (18 μM) (Figure 15). Les autres nutriments ont présenté des stocks hivernaux conformes à ceux des années précédentes (0,6 μM de phosphate, 6,5 μM de silicate en février) (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 (Figure 15). Les concentrations en ammonium sont restées faibles tout au long de l'année, excepté à l'automne (Figure 15). Cet épisode ne semblant pas lié à des apports terrigènes, il suggère donc l'intervention des processus biochimiques ayant pour conséquence la libération d'ammonium dans le milieu à cette période, de même que les années précédentes.

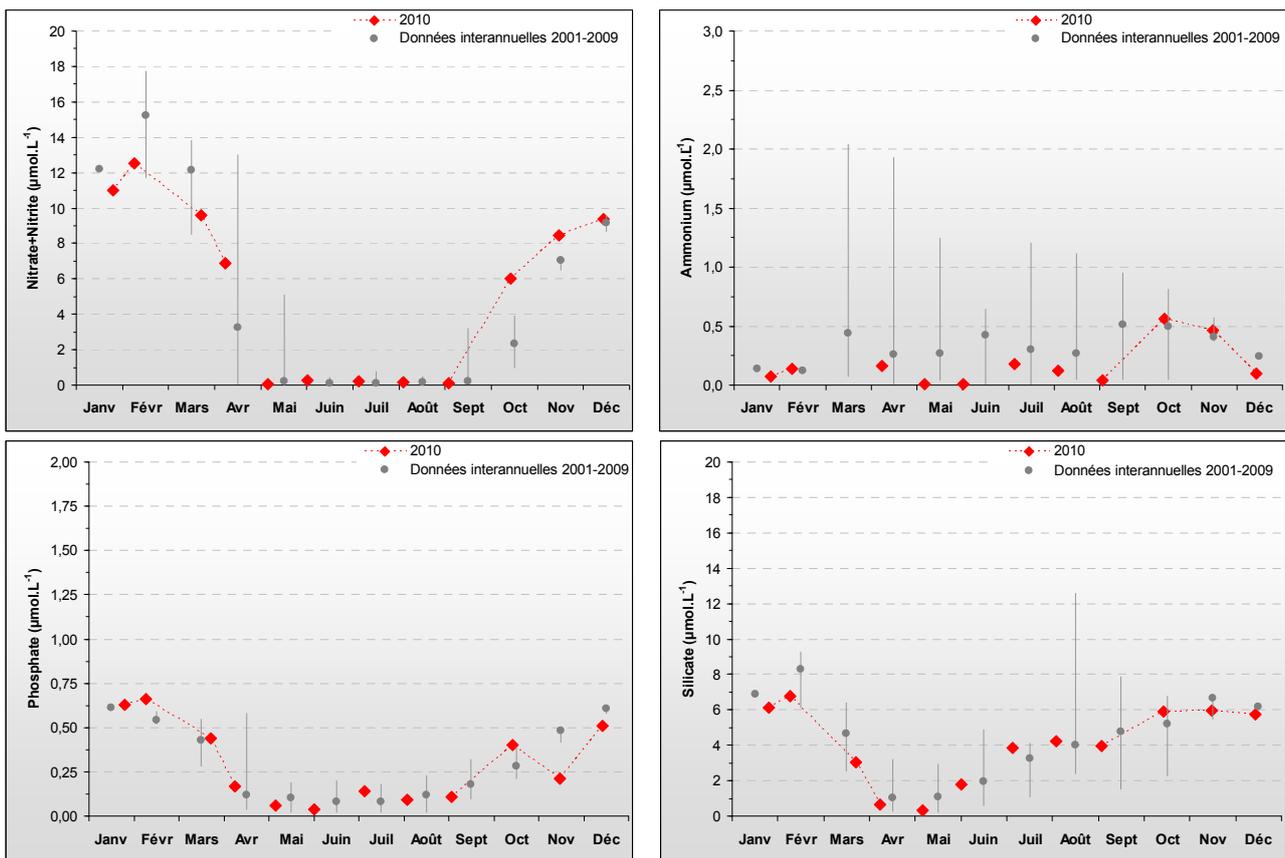


Figure 15 : Évolution des concentrations en nutriments à Chausey entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

L'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP montre que l'azote a vraisemblablement été en carence dans le milieu de début mai à début septembre, ce qui a pu limiter la croissance du phytoplancton en 2010 (Figure 16). De plus, les blooms printaniers d'avril - mai semblent avoir consommé plus de silice que de phosphore, le rapport Si/DIP étant légèrement déséquilibré au cours de ces mois-ci (Figure 16).

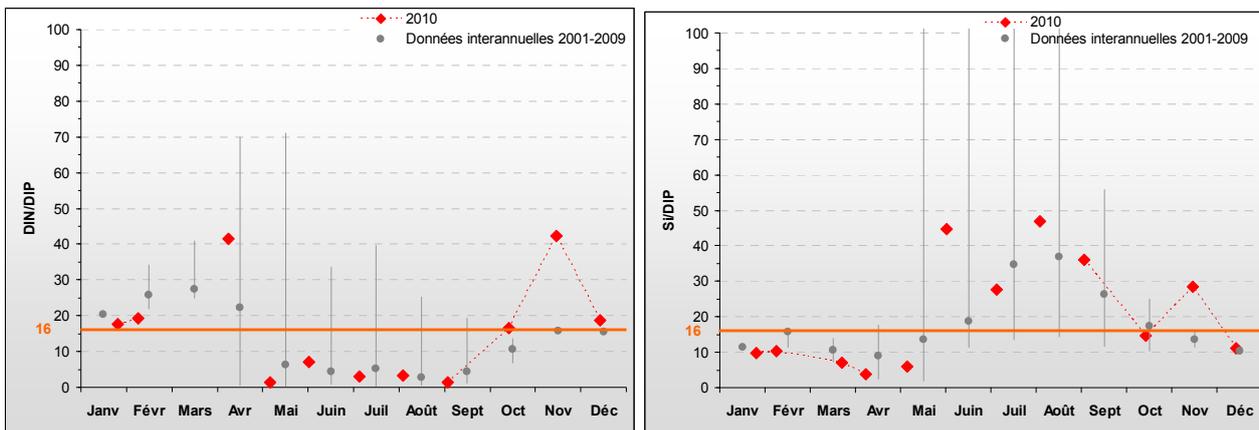


Figure 16 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Chausey. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Chausey »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Chausey en 2010 montre qu'un unique bloom dépassant le premier seuil DCE a été observé, et concerne l'espèce *Dactyliosolen fragilissimus* (RHIZFRA) au mois de mai (788 800 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 semble 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).

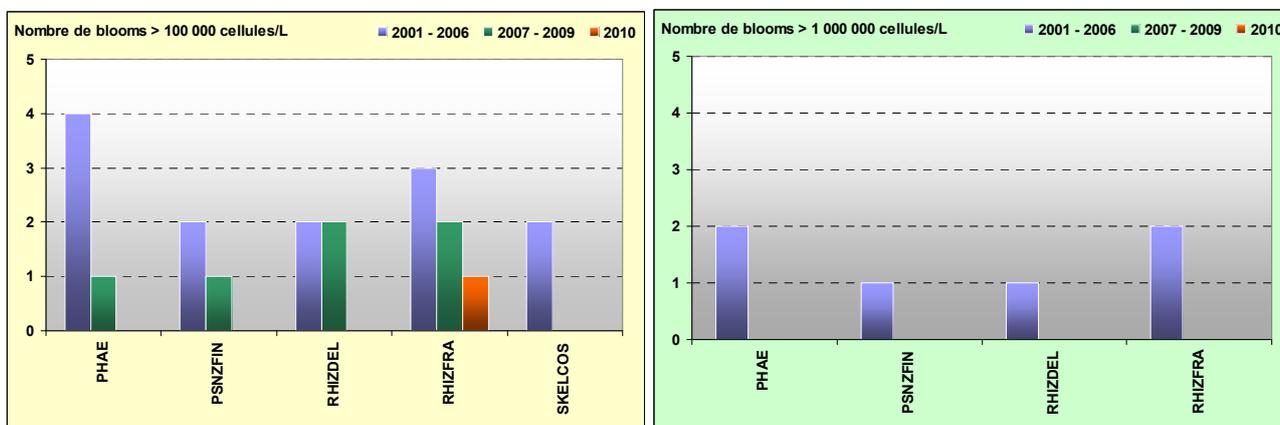


Figure 17 : Nombre de blooms dépassant les seuils DCE sur Chausey entre 2001-2006 (n = 81), 2007-2009 (n = 48) et 2010 (n = 17).

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 neuf années de suivi ont permis de caractériser un cycle des nutriments « classique ». Les données 2010 confirment la tendance du maintien de ces paramètres à un niveau favorisant le classement de cette masse d'eau en très bon état du point de vue des paramètres physico-chimiques, hydrologiques, et phytoplanctoniques. 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)

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. Bien que les données de suivi à « Tombelaine » ne soient pas complètes en 2010, elles permettent d'observer un cycle des nutriments relativement « classique », et une biomasse chlorophyllienne forte au printemps mais modérée en été. Aucun taxon n'a dépassé de seuil DCE. Les prochaines années de suivi permettront d'étayer les premières observations faites sur ce point.

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. 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, sera donc suivi en contrôle exploratoire pendant 3 ans, soit 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* qui influencent nettement la salinité à ce point (Figure 18). Ainsi, l'amplitude des dessalures observées est non négligeable (jusqu'à 3 unités) en 2010, mais 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 avec des épisodes de dessalure de mars et avril 2010 (Figure 18). Le restant de l'année la turbidité est en moyenne de 34 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 étant à un niveau suffisamment faible, il est possible d'interpréter la chlorophylle-a en tant que proxy de la biomasse chlorophyllienne. Les résultats montrent un pic en chlorophylle-a très marqué en avril ($28,3 \mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 18), qui est corréléable à la chute des concentrations en nutriments (Figure 19). La teneur en chlorophylle-a diminue ensuite graduellement jusqu'en juillet, pour se stabiliser autour d'un niveau modéré de $3 \mu\text{g.L}^{-1}$, jusqu'en novembre 2010 (Figure 18).

Seules trois données valides ont été obtenues pour la concentration en oxygène dissous mesurée au fond et est par ailleurs restée proche de sa valeur de saturation (100 %), témoin d'un milieu correctement oxygéné sur la fin de l'année 2010 (Figure 18).

Résultats du RHLN 2010 vs. 2000-2009 - Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010)

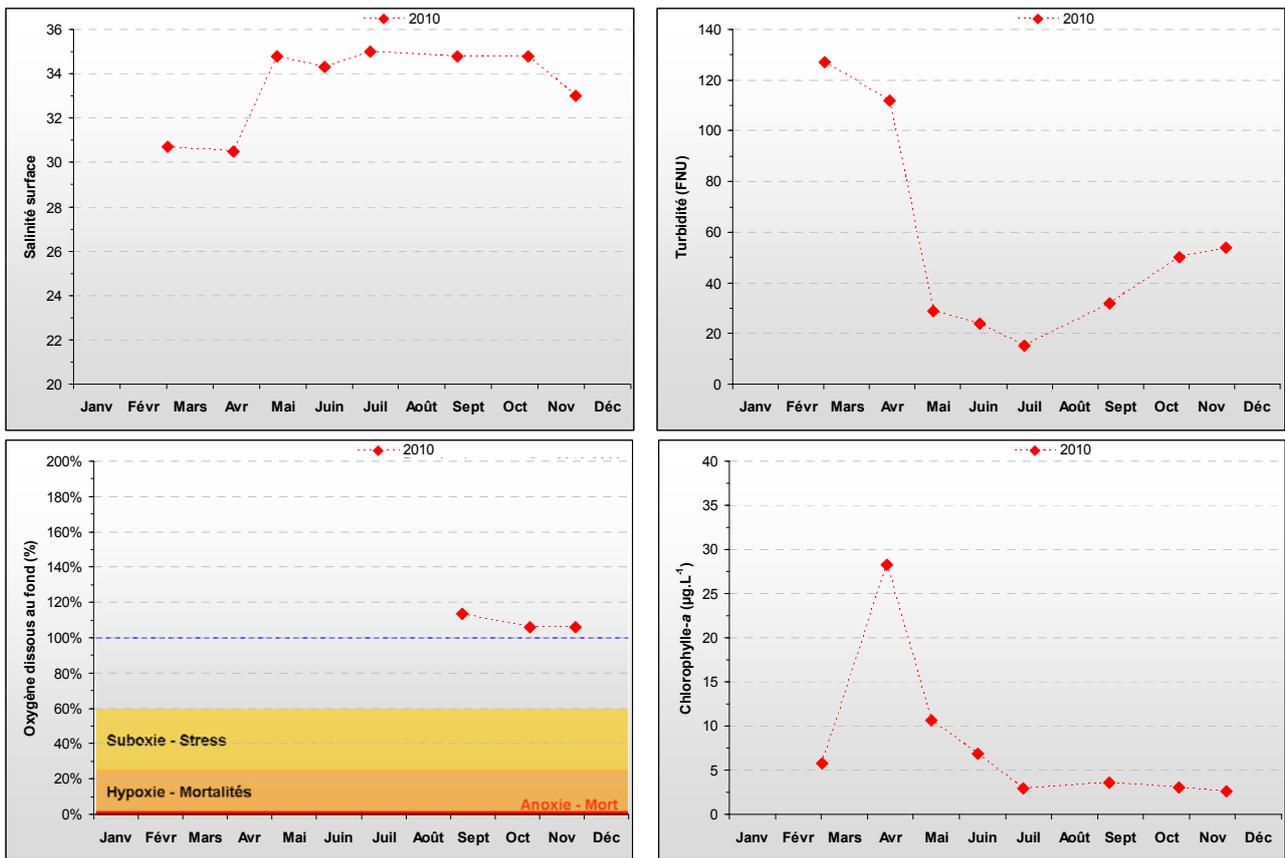


Figure 18 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a au point Tombelaine en 2010. Représentation des résultats 2010 (♦). Les données d'oxygène dissous en surface et au fond de mars à juillet ont été qualifiées comme fausses suite à l'étalonnage réalisé le 9 septembre, et ont donc été supprimées.

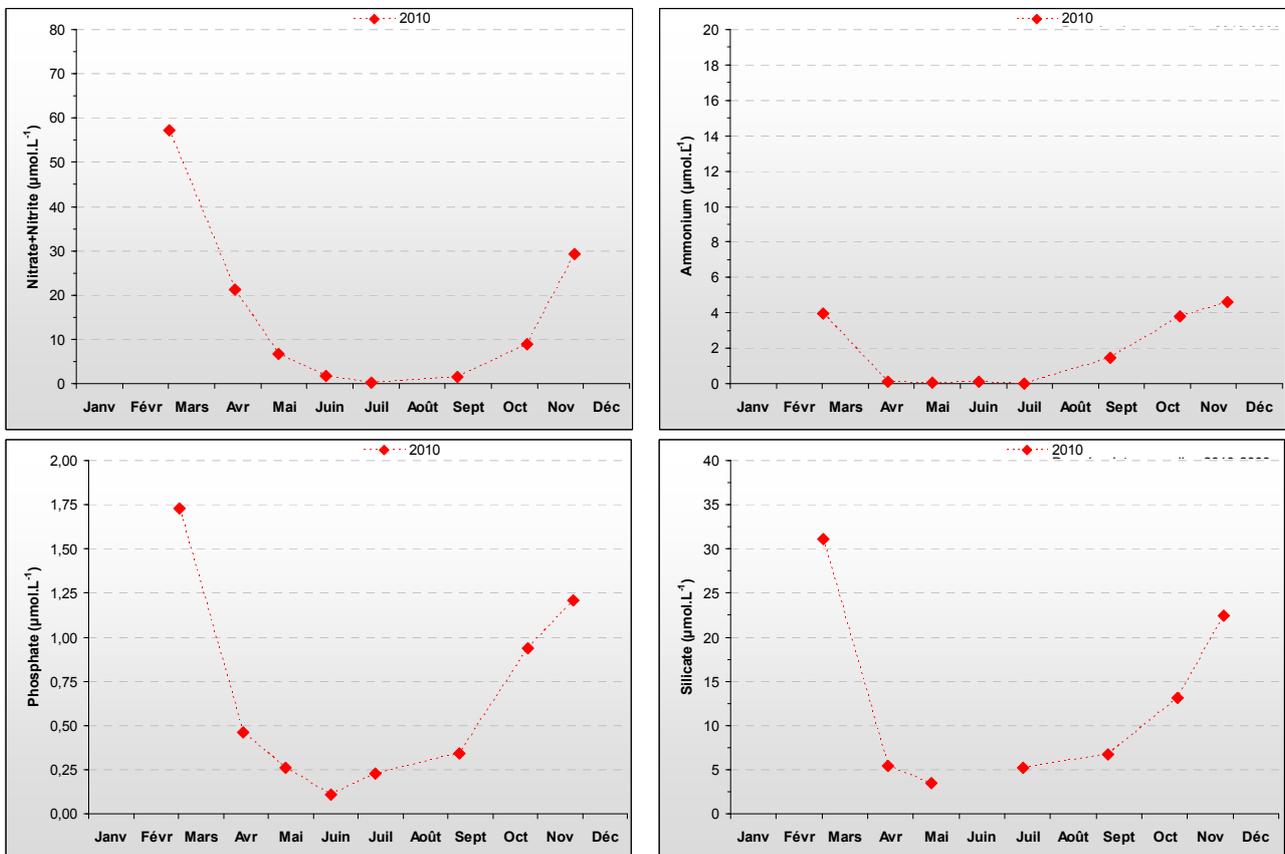


Figure 19 : Évolution des concentrations en nutriments au point Tombelaine en 2010. Représentation des résultats 2010 (♦).

Les prélèvements au point « Tombelaine » ayant débuté au mois de mars 2010, les stocks hivernaux en nutriments en 2010 ne peuvent pas être estimés. Les résultats obtenus permettent cependant d'observer un cycle des nutriments relativement « classique », avec une consommation presque complète du nitrate+nitrite en période estivale (Figure 19). Les concentrations en ammonium semblent atteindre leur teneur minimale plus rapidement que le nitrate+nitrite, ce qui peut être expliqué par le fait que l'ammonium est généralement consommé en priorité sur le nitrate+nitrite du fait de sa facilité d'assimilation (Figure 19).

L'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/DIP montre que ces derniers sont relativement équilibrés tout au long du suivi réalisé en 2010. Seul l'azote semble présenter une carence potentielle très ponctuelle au mois de juillet (Figure 20).

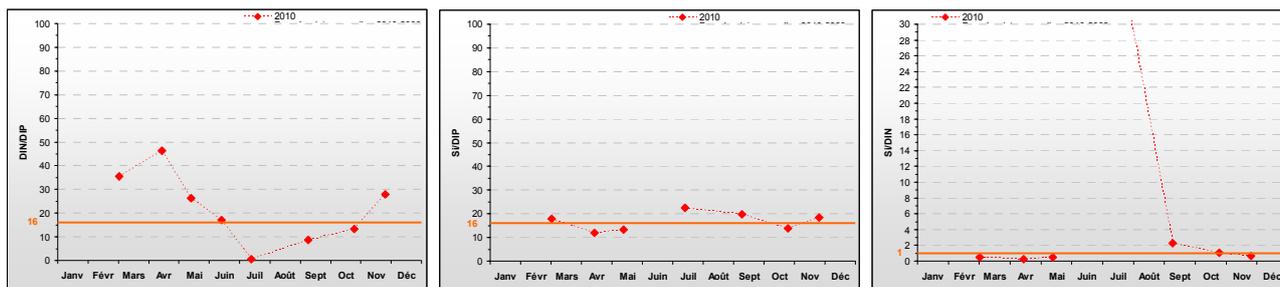


Figure 20 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Tombelaine en 2010. Résultats 2010 (◆).
Si/DIN = 41,6 le 14/07/10.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Tombelaine »

Les données issues des flores partielles indicatrices au point « Tombelaine » en 2010, 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 statuer sur 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) : il devrait donc être bien plus représentatif de la masse d'eau HT05.

III.2.3. Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2010)

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 par des inclusions ponctuelles d'eau du large du type de HC01 provoquant une chute de la biomasse. Le cycle des nutriments est ainsi perturbé. Les stocks hivernaux moyens en nutriments (64 μM DIN, 0,9 μM DIP, 28 μM Si) ont été bien moins importants en 2010. Des recharges en nutriments relativement importantes ont permis le développement d'un bloom printanier marqué dès mars, et la diminution rapide des teneurs en nutriments ; l'azote devenant potentiellement limitant en période estivale. Aucun bloom dépassant les seuils DCE n'a été observé en 2010.

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 (Figure 21)) permettant de recharger le milieu en nutriments, mais aussi probablement des épisodes d'inclusions d'eau du large du type HC01, pauvre en nutriments.

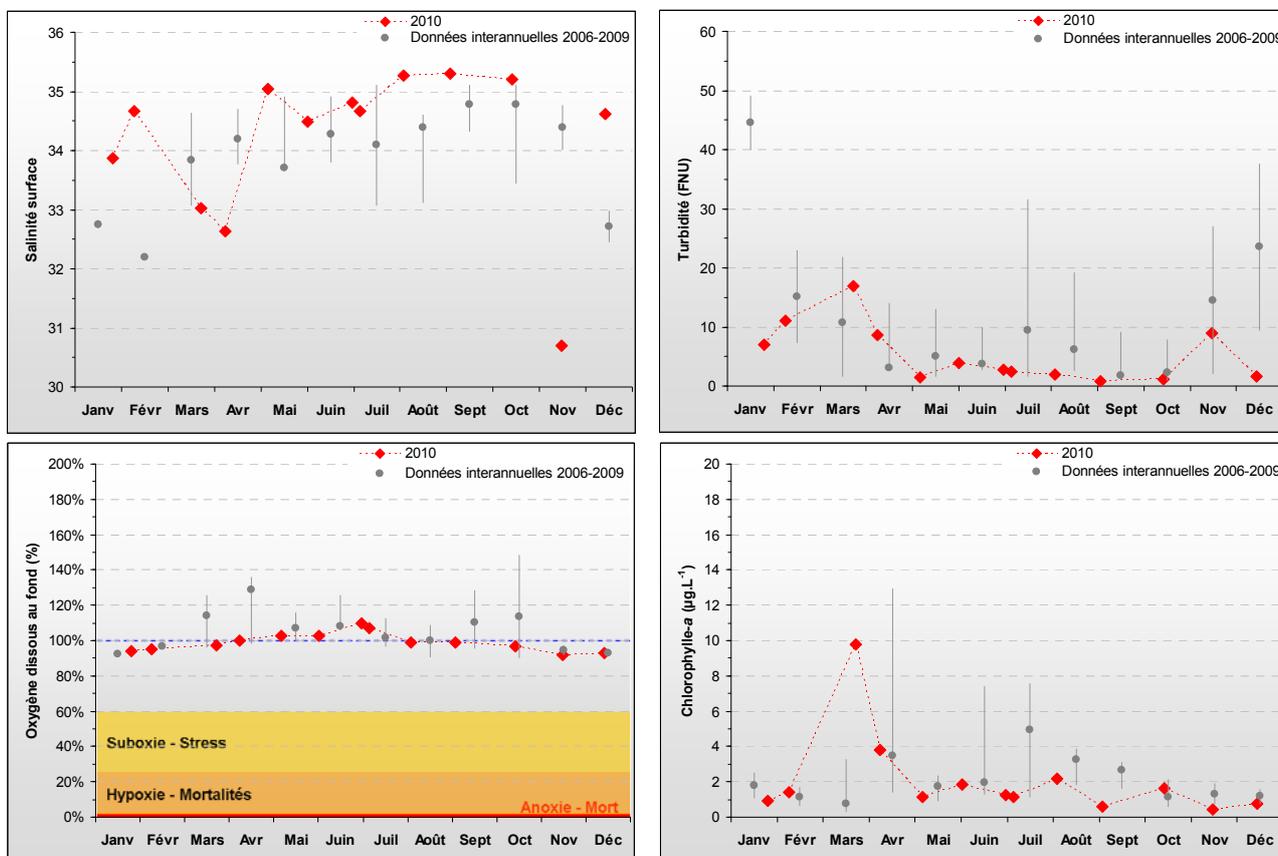


Figure 21 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Champeaux entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

En mars - avril 2010, une période de dessalure (de l'ordre de 2) couplée à une hausse de turbidité semble ainsi à l'origine de recharges en nutriments, et surtout en azote (Figure 21 et Figure 22). De plus, une dessalure exceptionnelle (de l'ordre de 3,5) a été observée le 15/11 (Figure 21). Celle-ci a été accompagnée par une augmentation de la turbidité (+ 8 FNU), et surtout par une forte hausse en nitrate+nitrite (+ 24 μM), ammonium (+ 5,3 μM), silicate (+ 22 μM), et en moindre mesure en phosphate (+ 0,5 μM), témoins d'apports terrigènes (Figure 22). En effet, cet épisode est vraisemblablement dû à un épisode pluviométrique enregistré à Gouville (47,9 mm de précipitations le 13/11) et répercuté dans les débits des cours d'eau avoisinant (+ 25,3 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ par rapport à la moyenne interannuelle de la *Sélune* le 15/11) (données non représentées).

En 2010, les concentrations moyennes en chlorophylle-a ont été légèrement inférieures à celles observées entre 2006 et 2009 (2,1 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ en moyenne en 2010), à l'exception du bloom printanier de mars, illustré sur la Figure 21 par un pic marqué à 9,8 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (maximum interannuel pour le mois de mars). Ce développement phytoplanctonique important du mois de mars est très certainement lié à l'apport relativement important en nutriments à cette même période évoqué au paragraphe précédent (Figure 22). Ce bloom majeur a été suivi par deux légers blooms estivaux (début juin et début août) et par un bloom automnal (en octobre), de l'ordre de 2 $\mu\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ (Figure 21).

Cette masse d'eau apparaît ainsi caractérisée par un cycle des nutriments « perturbé », où les stocks hivernaux en nutriments sont typiquement importants (environ 50 μM de nitrate+nitrite et 2 μM d'ammonium, 0,9 μM de phosphate et 24 μM de silicate sur 2006-2009 (Figure 22)), et faisant l'objet de recharges nutritives plus ou moins importantes permettant de relancer l'activité phytoplanctonique. En 2010, ces stocks ont été bien moins importants, notamment en nitrate+nitrite (31 μM) et en silicate (16,5 μM), mais les recharges en nutriments en mars – avril et en novembre ont été relativement conséquentes (Figure 22).

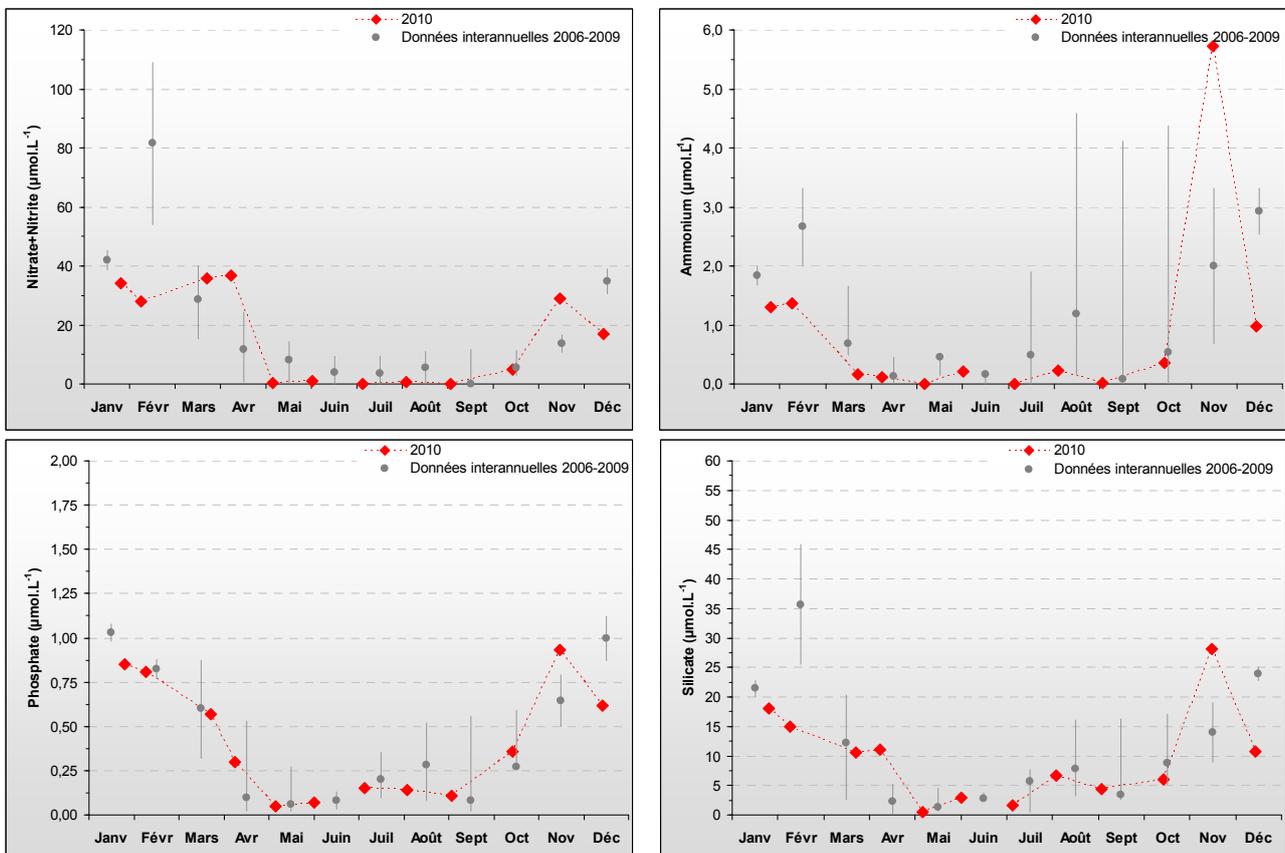


Figure 22 : Évolution des concentrations en nutriments à Champeaux entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et résultats 2010 (◆).

Les stocks en nutriments ne sont jamais complètement consommés, cependant les teneurs en azote peuvent atteindre des valeurs très faibles et ne connaissent pas de recharge, tandis que le silicate et le phosphate connaissent des recharges à partir du mois de juin. 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 de mai à début septembre (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.

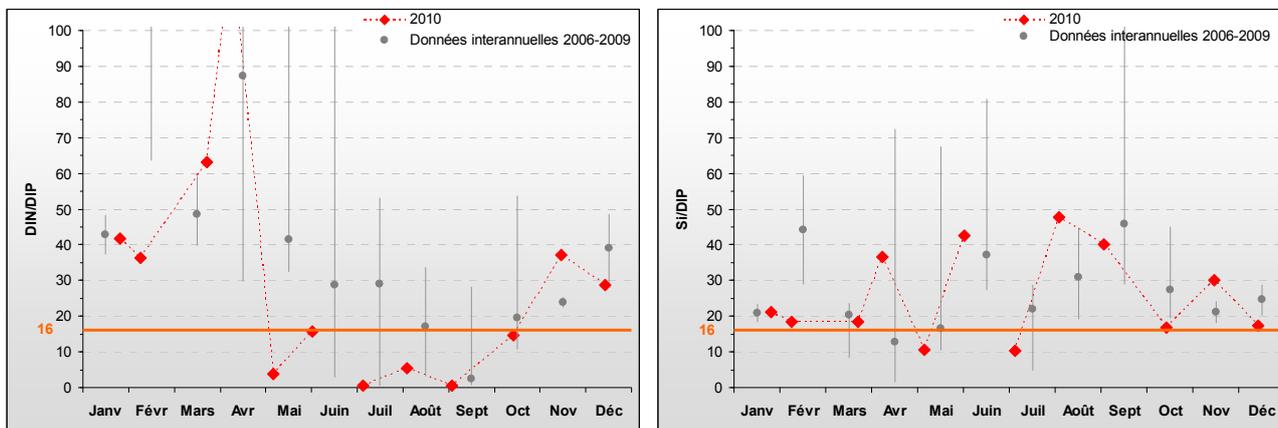


Figure 23 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Champeaux entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et résultats 2010 (♦). DIN/DIP = 122,7 le 09/04/10.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Champeaux »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Champeaux en 2010 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.

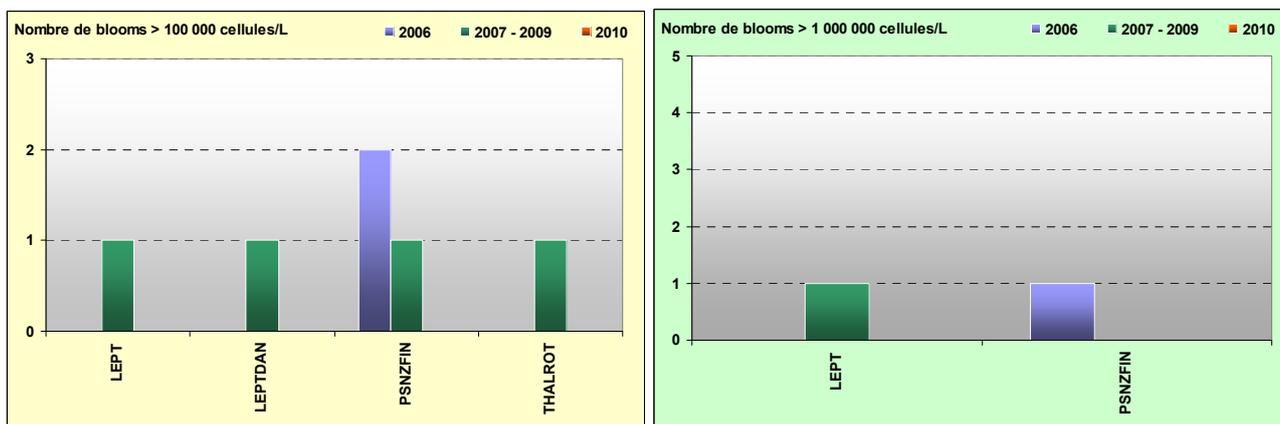


Figure 24 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Champeaux entre 2006, 2007-2009 et 2010.

Pertinence du suivi au point « Champeaux »

Les données obtenues au point « Champeaux » à partir de quatre années de suivi complètes 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 de masses d'eau oligotrophe du large du type de la HC01. Bien que ce ne soit pas le cas en 2010, les recharges peuvent permettre le développement de micro-algues potentiellement nuisibles pour l'environnement en termes d'eau colorée (jaune-brun) et d'eutrophisation.

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

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 2010 montrent que globalement HC03 a été peu exposée à des dessalures (max. 1,5) malgré une recharge importante du milieu sur les points au Sud (Donville, Coudeville, Agon) en novembre, et que l'oxygène dissous est resté environ à saturation (100%) à tous les points.

Les stocks hivernaux moyens sont relativement modérés en 2010 (30 μM DIN, 0,7 μM DIP, 11,3 μM Si). Cette moyenne dissimule cependant l'existence d'une disparité au sein de la masse d'eau, les stocks étant de moins en moins abondants du Sud au Nord de la masse d'eau, les points situés plus au nord s'approchant des concentrations des eaux ouvertes de la Manche.

Le maximum en biomasse pour HC03 a été faible pour les 3 points les plus au Sud ($\sim 4 \mu\text{g.L}^{-1}$), et a atteint $15 \mu\text{g.L}^{-1}$ à Pirou en début avril 2010. La biomasse moyenne annuelle la plus forte a été de nouveau enregistrée à Pirou ($2,0 \mu\text{g.L}^{-1}$, contre $1,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne pour les autres points).

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

La flore de la masse d'eau HC03 est globalement représentative des eaux ouvertes de la Manche excepté à Donville. En effet, au sein de cette masse d'eau, seul le point Donville a été le siège d'efflorescences dépassant les seuils DCE. Ainsi, en ce point, deux diatomées ont dépassé le seuil des 100 000 de cellules par litre, et le taxon RHIZFRA a dépassé le seuil de 1 000 000 cellules par litre à deux reprises.

III.2.4.1. Donville 2001-2010

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 novembre 2010 (Figure 25). La turbidité associée aux résultats est variable (de 0,3 à 29,5 FNU), mais est restée modérée en 2010 (maximum de 14 FNU, en janvier), avec des pics correspondants aux dessalures, notamment en novembre 2010 (Figure 25).

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 25).

En 2010, les concentrations en chlorophylle-a sont restées faibles ($1,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne), avec un premier pic ($4,2 \mu\text{g.L}^{-1}$) majeur à la fin du mois de mars, suivi de quelques pics très modérés (de l'ordre de $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$) le reste de l'année (Figure 25).

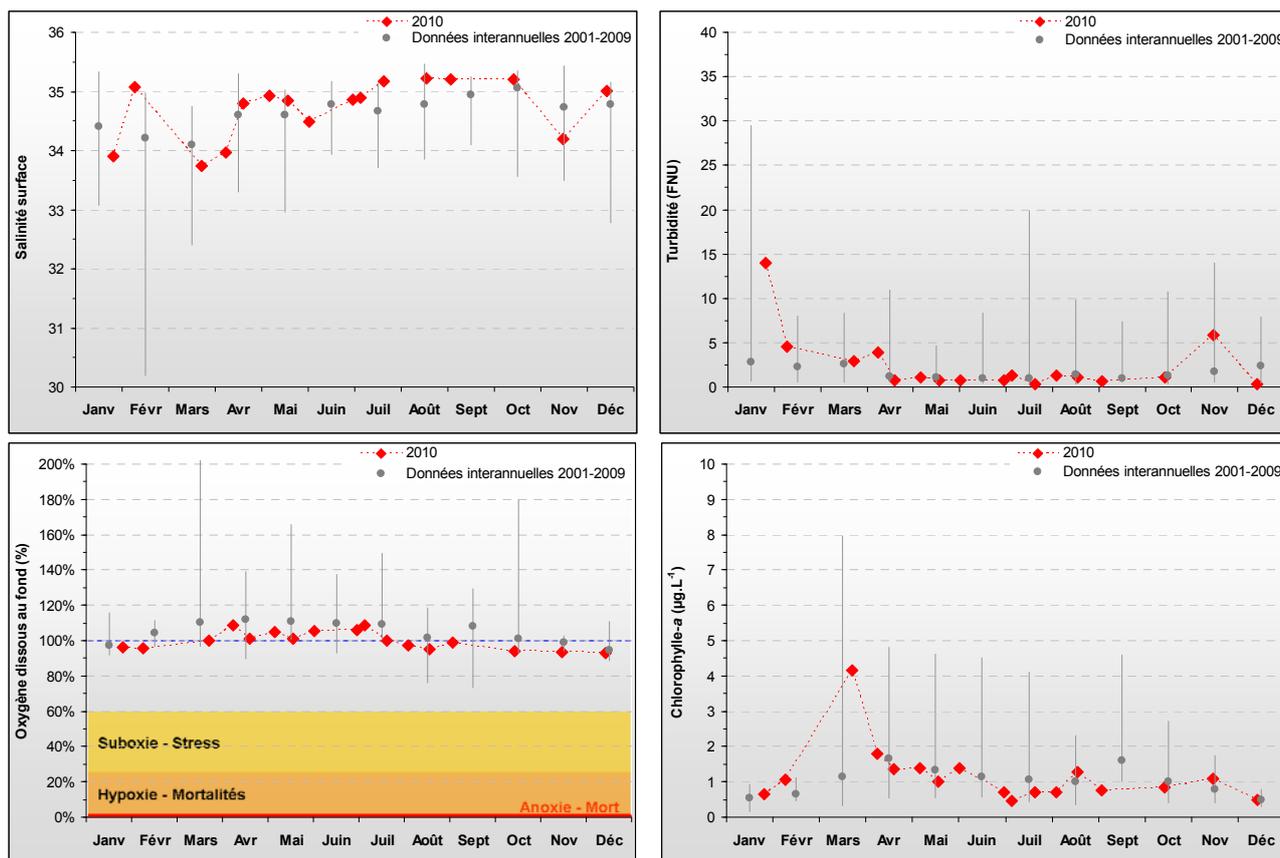


Figure 25 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Donville entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

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 2010 (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 le phosphate et le silicate connaissent de légères recharges progressives au cours de l'été, de juin à septembre (Figure 26). La carence potentielle en azote pourrait expliquer le faible développement de la biomasse estivale sur ce point.

On remarque par ailleurs un pic dans les concentrations de tous les nutriments au mois de novembre (Figure 26). Etant donné que ce dernier coïncide avec une dessalure et un pic de turbidité, ces apports en nutriments pourraient être la conséquence d'un épisode ponctuel de précipitations abondantes en ce mois de novembre, qui aurait entraîné un lessivage des sols et un apport terrigène chargé en nutriments dans les masses d'eaux littorales (Figure 25, Figure 26), comme sur le point « Champeaux » (HC02, voir § III.2.3).

Aussi, le cycle des nutriments au point « Donville » apparaît faiblement perturbé, avec des stocks hivernaux en nutriments modérés en 2010 (27,8 μM nitrate+nitrite, 0,8 μM phosphate et 14,2 μM silicate), similaires à la période 2001-2009 (Figure 26).

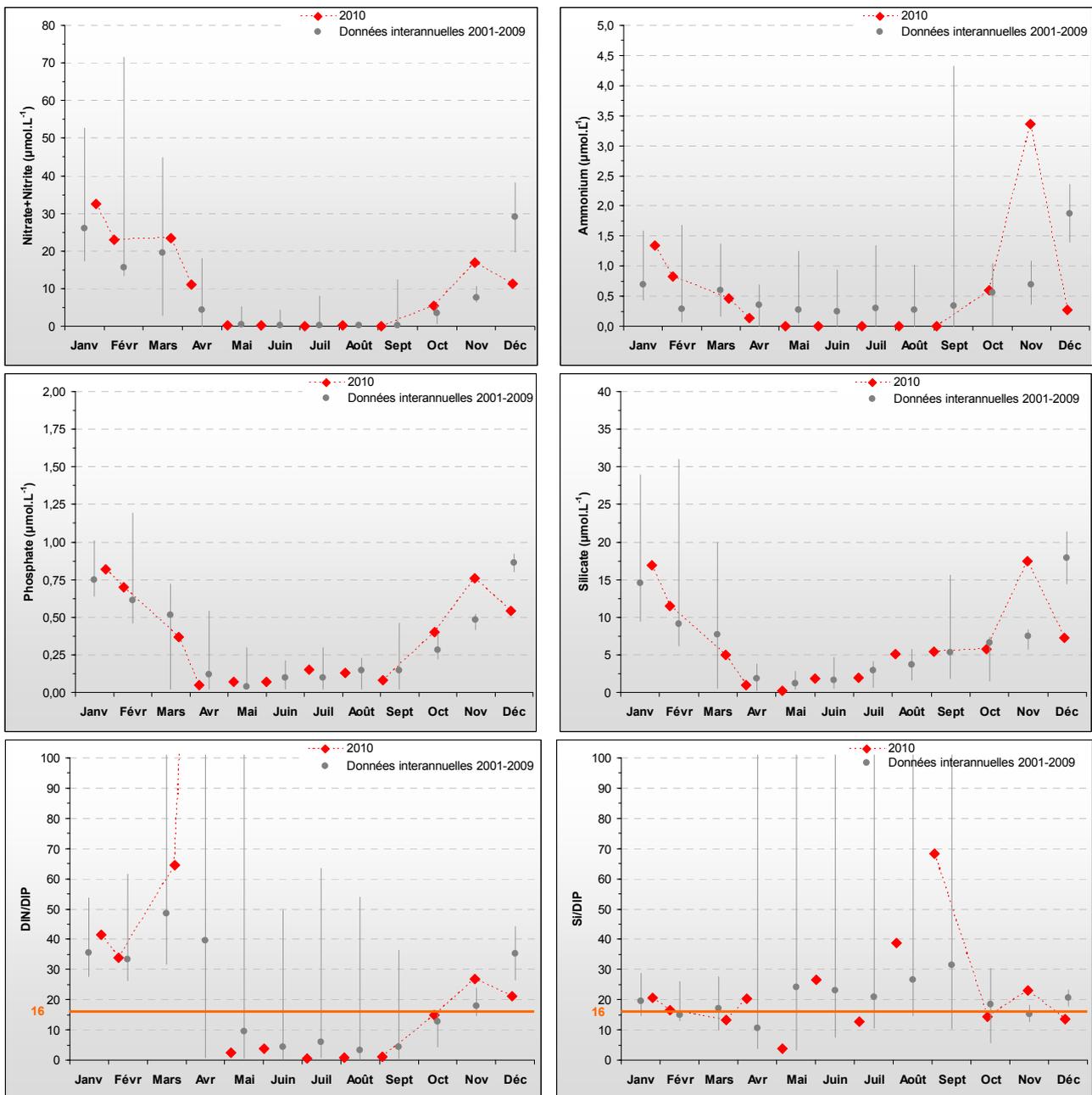


Figure 26 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Donville entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).
DIN/DIP = 222,8 le 09/04/10.

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 complètement consommé de début mai à début septembre en 2010, suggérant une carence potentielle en azote pendant cette période (Figure 26). De plus, le rapport molaire Si/DIP semble suggérer une consommation plus importante en phosphore en septembre 2010 (Figure 26).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Donville »

Les données issues des flores totales à Donville en 2010 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 dominé par l'espèce de diatomée *Skeletonema costatum* (SKELCOS) en hiver (février - mars) (Figure 27), 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) 2010 (Figure 27). En 2003 et 2006, une prymnesiophycée *Phaeocystis globosa* (PHAE) a dominé au printemps. 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 (Figure 27). 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 SKELCOS, mais en 2009 et 2010 le peuplement était majoritairement représenté par des diatomées du genre *Leptocylindrus sp.* (LEPT) (Figure 27). Les genres toxiques *Alexandrium sp.* (ALEX) et *Dinophysis sp.* (DINOP) n'ont jusqu'à maintenant pas été observées au point « Donville » et le genre *Pseudo-nitzschia sp.* (PSNZ) est peu présente (Figure 27).

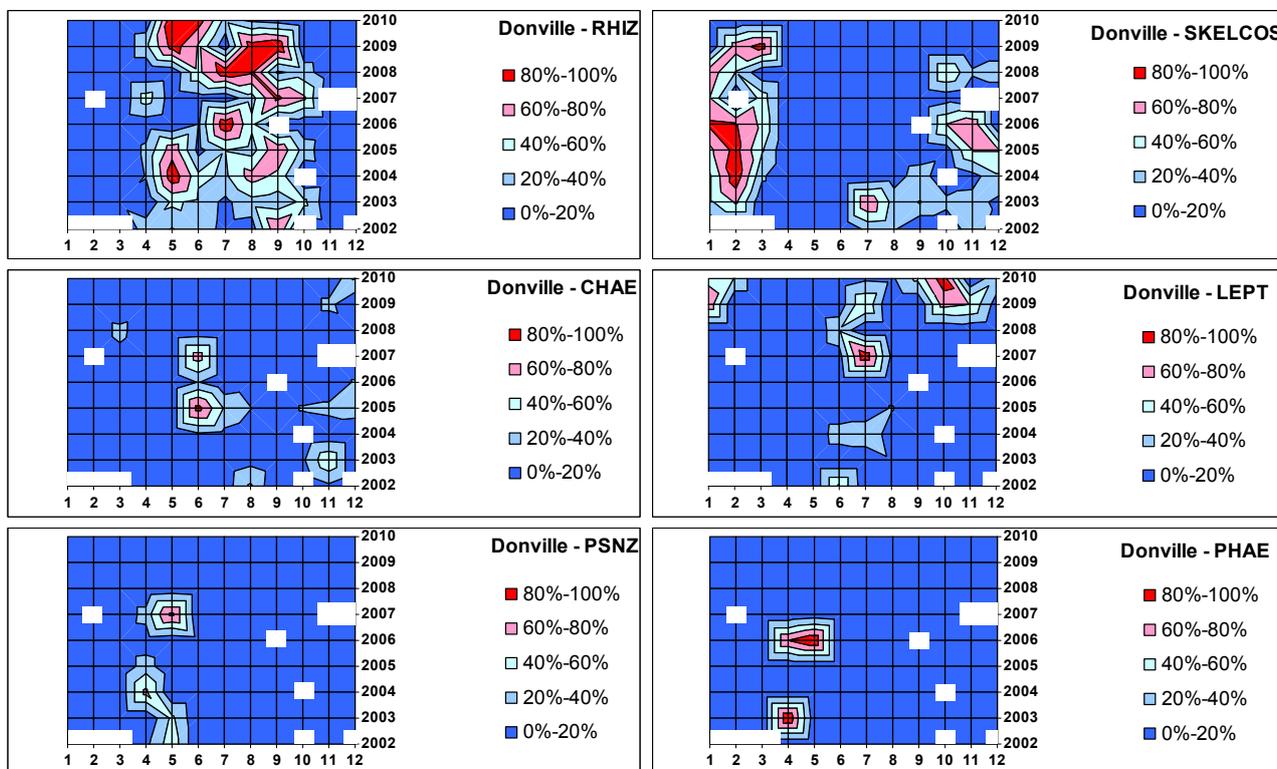


Figure 27 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville. RHIZ = *Rhizosolenia sp.*, SKELCOS = *Skeletonema costatum*, CHAE = *Chaetoceros*, LEPT = *Leptocylindrus*, PSNZ = *Pseudo-nitzschia sp.*, PHAE = *Phaeocystis*. Zones blanches = pas de données

Au total, trois espèces de diatomées ont présenté un bloom supérieur à 100 000 cellules par litre en 2010, dont l'une (*Dactyliosolen fragilissimus* RHIZFRA) a dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre à deux reprises (Figure 28). Le peuplement phytoplanctonique hivernal comme automnal a été dominé par le genre *Leptocylinndrus* sp. (92 400 cell.L⁻¹ le 08/02 et 111 200 cell.L⁻¹ le 14/10). Le bloom printanier a été largement dominé par l'espèce *Dactyliosolen fragilissimus* (1 293 800 cell.L⁻¹ le 07/05 et 1 266 500 cell.L⁻¹ le 19/05).

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.

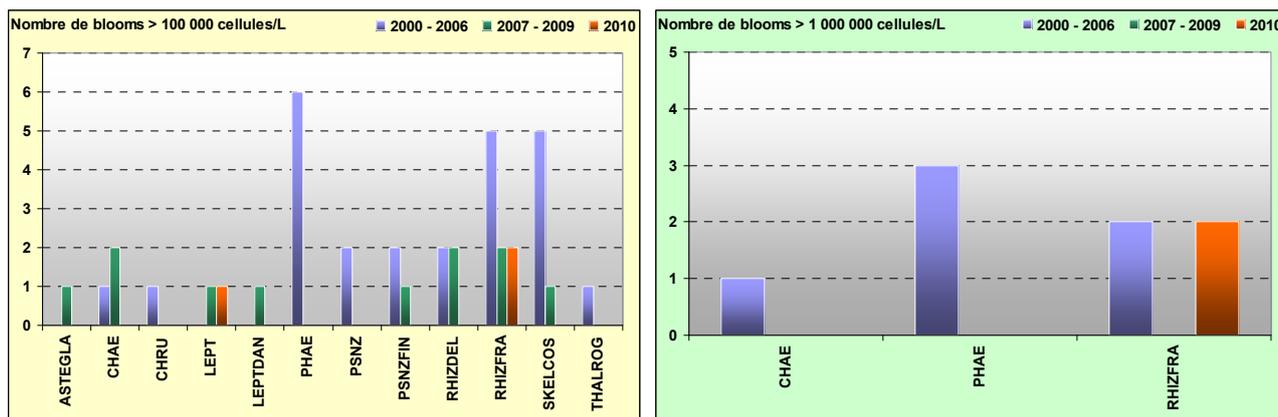


Figure 28 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Donville entre 2001-2006 (n=159), 2007-2009 (n=49) et 2010 (n=17).

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 légèrement « perturbé », mais gardant fortement les caractéristiques d'un cycle classique, par l'appauvrissement presque total du nitrate+nitrite, phosphate, et même 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 2006-2010

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 et associées à de faibles variations de turbidité (maximum 3,1 FNU). Elles sont repérables en mars, début juin et en novembre 2010.

La période productive a débuté fin mars 2010, avec un pic de chlorophylle-*a* enregistré à $4 \mu\text{g.L}^{-1}$, en décalage par rapport à celui de 2009, particulièrement tardif. Un bloom estival est ensuite observé avec un pic début juin ($1,8 \mu\text{g.L}^{-1}$), puis un bloom automnal peu marqué en octobre (pic à $1,4 \mu\text{g.L}^{-1}$). 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 29).

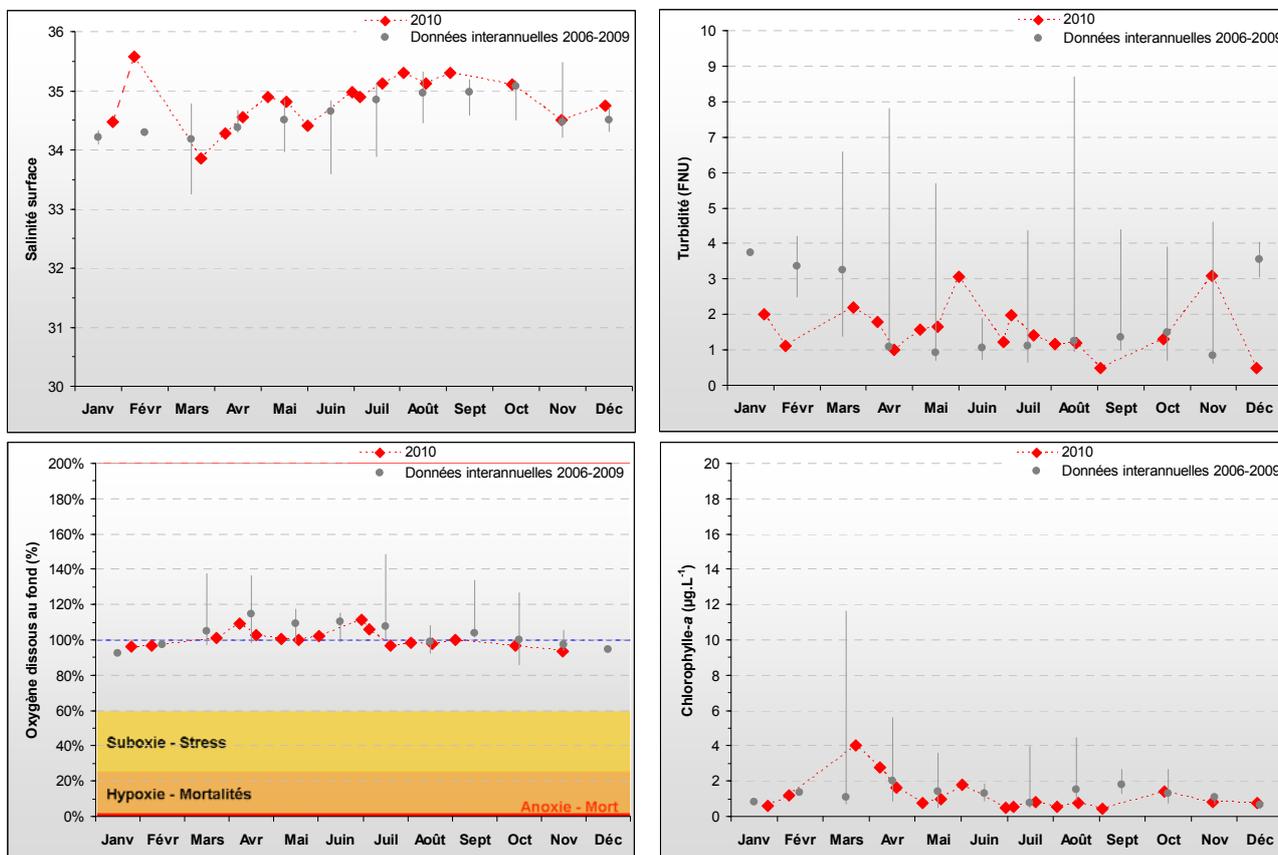


Figure 29 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-*a* à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

Comme à Donville, le bloom printanier a pu être alimenté par une recharge en nutriments en mars, plus riche en nitrate+nitrite qu'en autres éléments, et notamment qu'en phosphate, comme en témoigne le rapport DIN/DIP qui montre un déséquilibre au détriment du phosphore (Figure 30). Par la suite, on note une déplétion quasi-totale en azote de début mai à début 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 30). Ces résultats pourraient expliquer le faible développement de la biomasse estivale en ce point.

Par ailleurs, de même qu'à Donville, on remarque un pic dans les concentrations de tous les nutriments au mois de Novembre. Etant donné que ces derniers coïncident avec une dessalure et un pic de turbidité, ces apports en nutriments pourraient être la conséquence d'un épisode ponctuel de précipitations abondantes en ce mois de Novembre, qui aurait entraîné un lessivage des sols et un apport terrigène chargé en nutriments dans les masses d'eaux littorales (voir § III.2.4.1). Ainsi, comme à Donville, le cycle des nutriments au point « Coudeville 1 mille » apparaît faiblement perturbé (Figure 30).

L'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP montre qu'après l'excès d'azote apporté au milieu en mars et avril, l'azote a vraisemblablement été en carence de début mai à début

septembre, en 2010 (Figure 30). Le rapport molaire Si/DIP semble quant à lui suggérer une carence potentielle en phosphore par rapport au silicium en septembre 2010 (Figure 30), comme au point « Donville ».

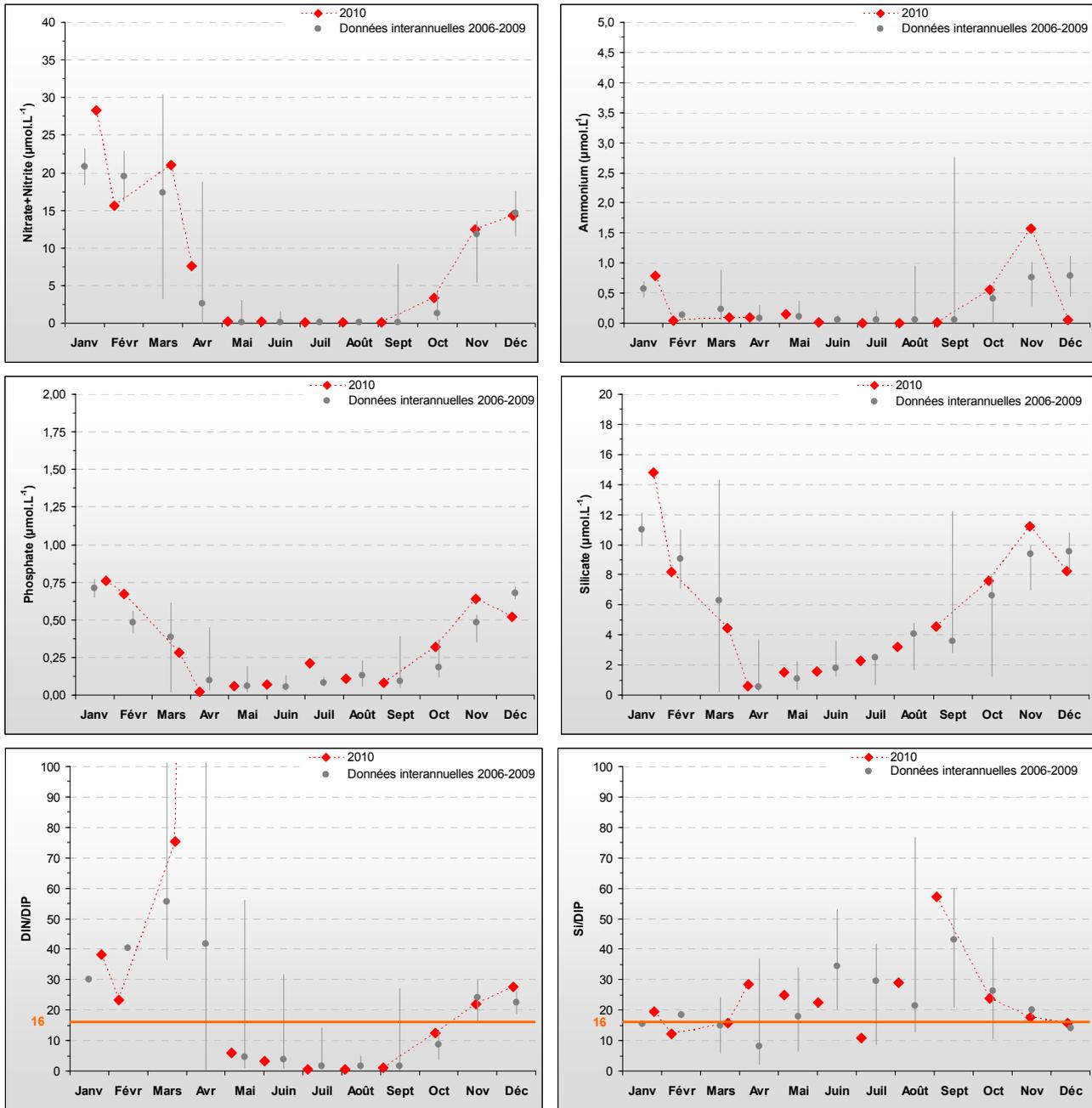


Figure 30 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et résultats 2010 (♦). DIN/DIP = 383,5 le 09/04/10.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Coudeville 1 mille »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Coudeville en 2010, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 31). Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Coudeville peuvent être considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche, et différent de ceux observés plus au Sud à Donville.

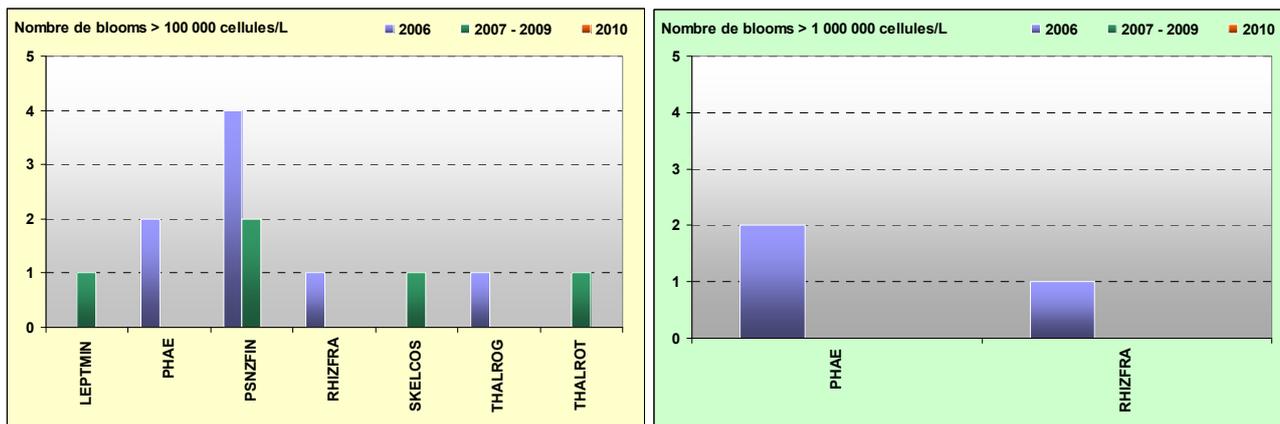


Figure 31 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Coudeville 1 mille entre 2006 (n=19), 2007-2009 (n=47) et 2010 (n=17).

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 2001-2010

Hydrologie au point « Pointe Agon Sud »

Bien qu'étant directement sous l'influence du panache de la *Sienna* (havre de Regnéville) et indirectement du havre de la *Vanlée* au Sud, le point à Agon ne connaît pas de fortes chutes de salinité (d'une amplitude de l'ordre de 2 au maximum), et n'a connu qu'une faible dessalure (1,4) en novembre 2010 (Figure 32). A cette occasion, le milieu a probablement été perturbé par des courants ayant provoqué la resuspension de sédiments, comme en témoigne le pic de turbidité observé en novembre 2010 (6 FNU) (Figure 32). 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 32).

Comme à Donville et Coudeville, la biomasse a été relativement faible en 2010, avec un pic principal de concentration en chlorophylle-a d'environ $3,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ fin mars (Figure 32).

Le stock hivernal en nutriments est moyen en 2010 ($19 \mu\text{M}$ nitrate+nitrite, $0,7 \mu\text{M}$ phosphate et $10 \mu\text{M}$ silicate) et un peu moins conséquent que celui observé en 2009, notamment en nitrate+nitrite ($- 6 \mu\text{M}$). En revanche, ce stock est consommé au début du mois de mai, donc moins rapidement qu'en 2009 (Figure 33). 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 2010 (Figure 33). Par ailleurs, une recharge relativement importante pour tous les nutriments est observée au mois de novembre. Cette recharge coïncide avec la dessalure et le pic de turbidité observés à la même période, ce qui semble confirmer l'hypothèse d'un apport terrigène important, conséquence probable de précipitations abondantes en ce mois de novembre 2010 (voir § III.2.4.1 et III.2.4.2).

Résultats du RHLN 2010 vs. 2000-2009 - Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville)

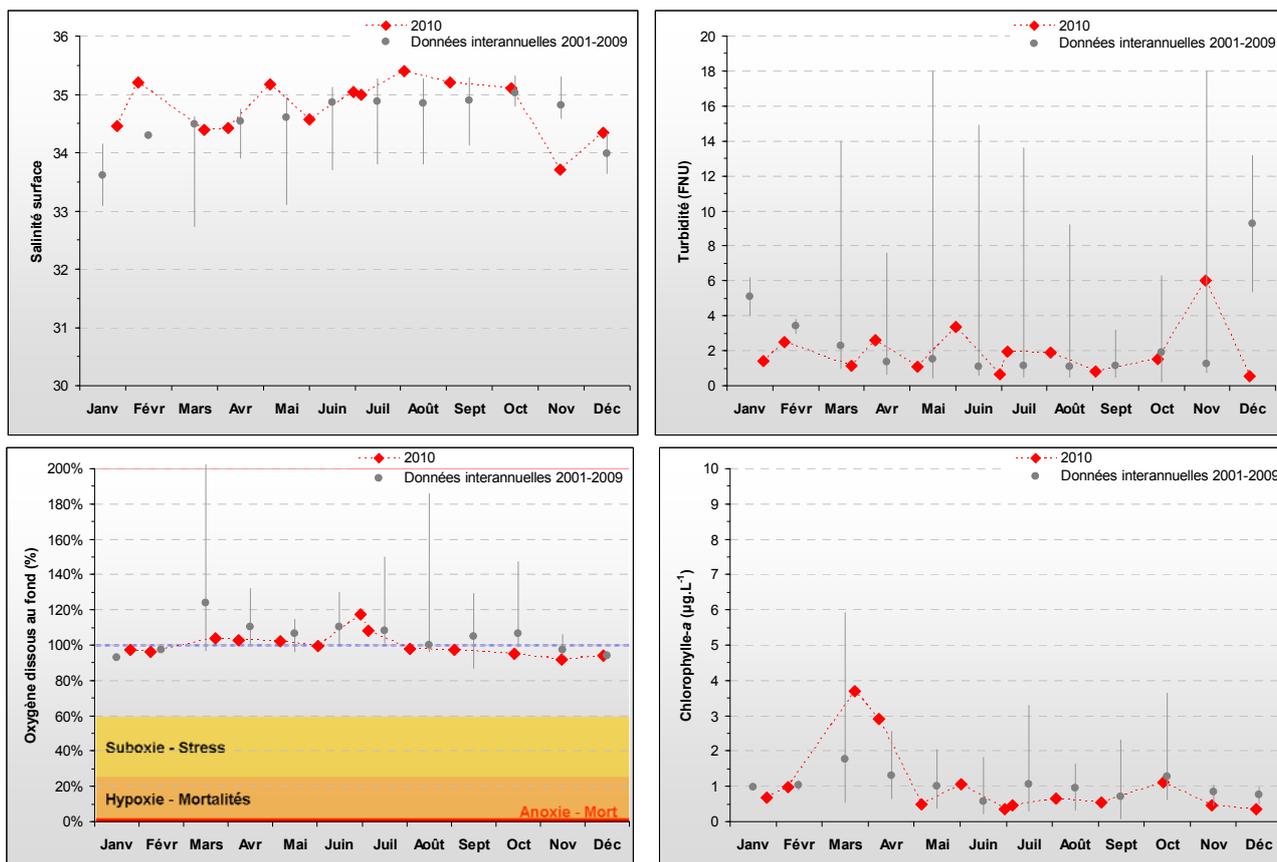


Figure 32 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pointe Agon Sud entre 2001, 2006 à 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001, 2006-2009 (gris) et 2010 (♦).

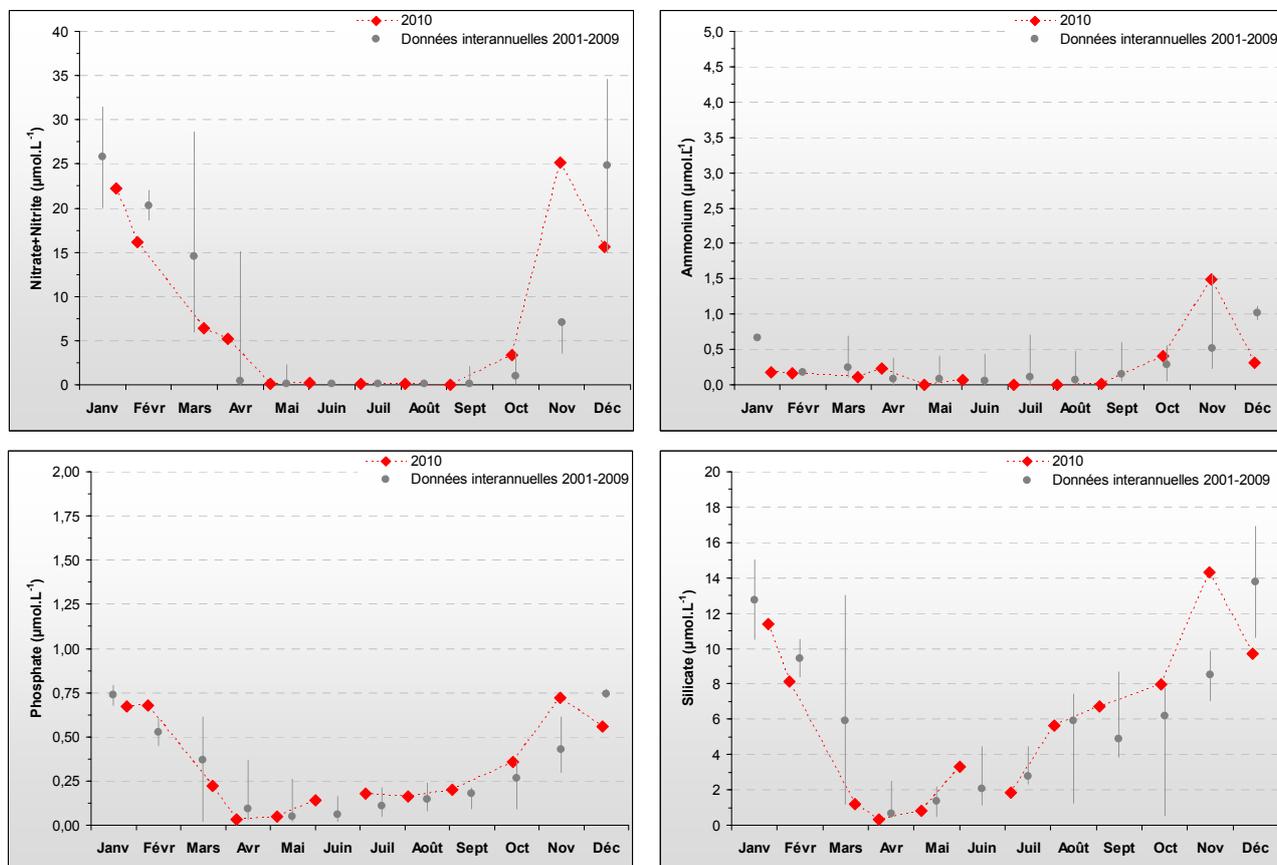


Figure 33 : Évolution des concentrations en nutriments à Pointe Agon Sud entre 2001, 2006 à 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001, 2006-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

L'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP confirme les observations ci-dessus et met en évidence l'excès d'azote au mois d'avril, suivi d'une carence du milieu en azote de mai à octobre, sur une période identique à celle de Donville ou Coudeville (Figure 34). Le rapport Si/DIP ne montre pas de clair déséquilibre en 2010, excepté en silicium fin mars (Figure 34).

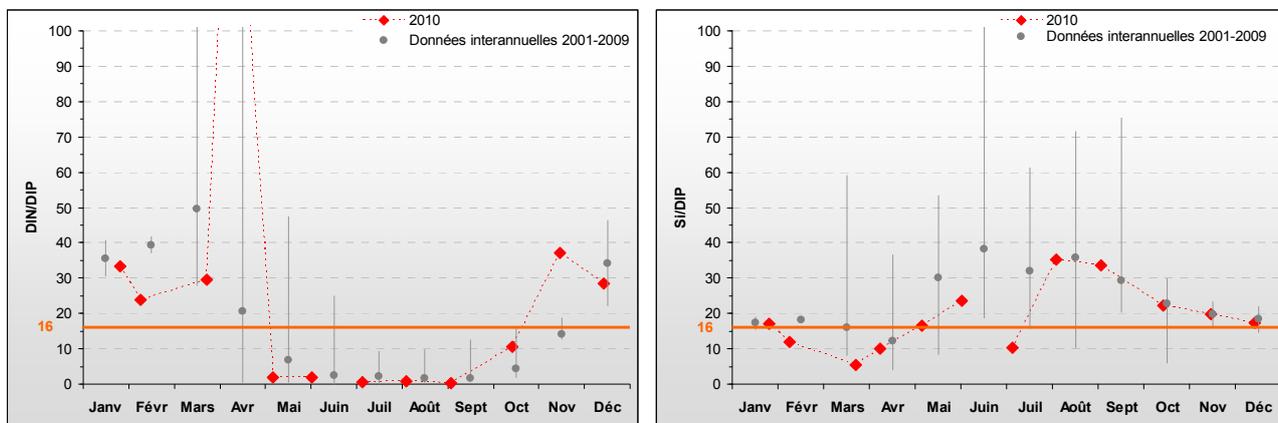


Figure 34 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Pointe Agon Sud entre 2001, 2006 à 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001, 2006-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).
DIN/DIP = 180,7 le 09/04/10

Peuplements phytoplanctoniques au point « Pointe Agon Sud »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Agon en 2010 montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 35). 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.

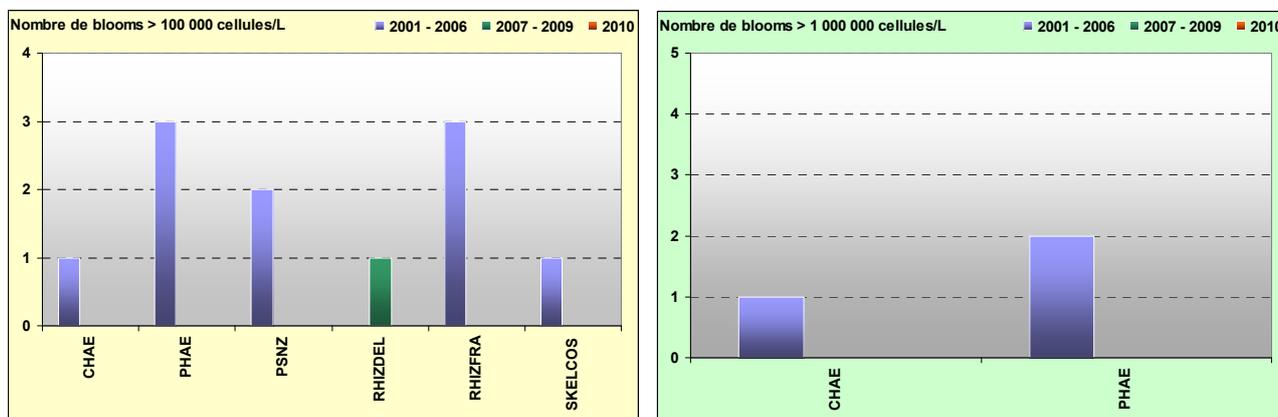


Figure 35 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Pointe Agon Sud entre 2001-2006 (n=75), 2007-2009 (n=42) et 2010 (n=13).

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 par 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 2001-2010

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 (1,1) en mars et en novembre-décembre 2010 (Figure 36). Le milieu à Pirou est cependant légèrement turbide, comme en témoigne les données de turbidité variant typiquement entre 1 et 10 NTU en 2010, et présentant des pics marqués, notamment en fin mars (53 NTU) et en fin octobre (23 NTU) (Figure 36). 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 2010 (de même qu'en 2009), marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 36).

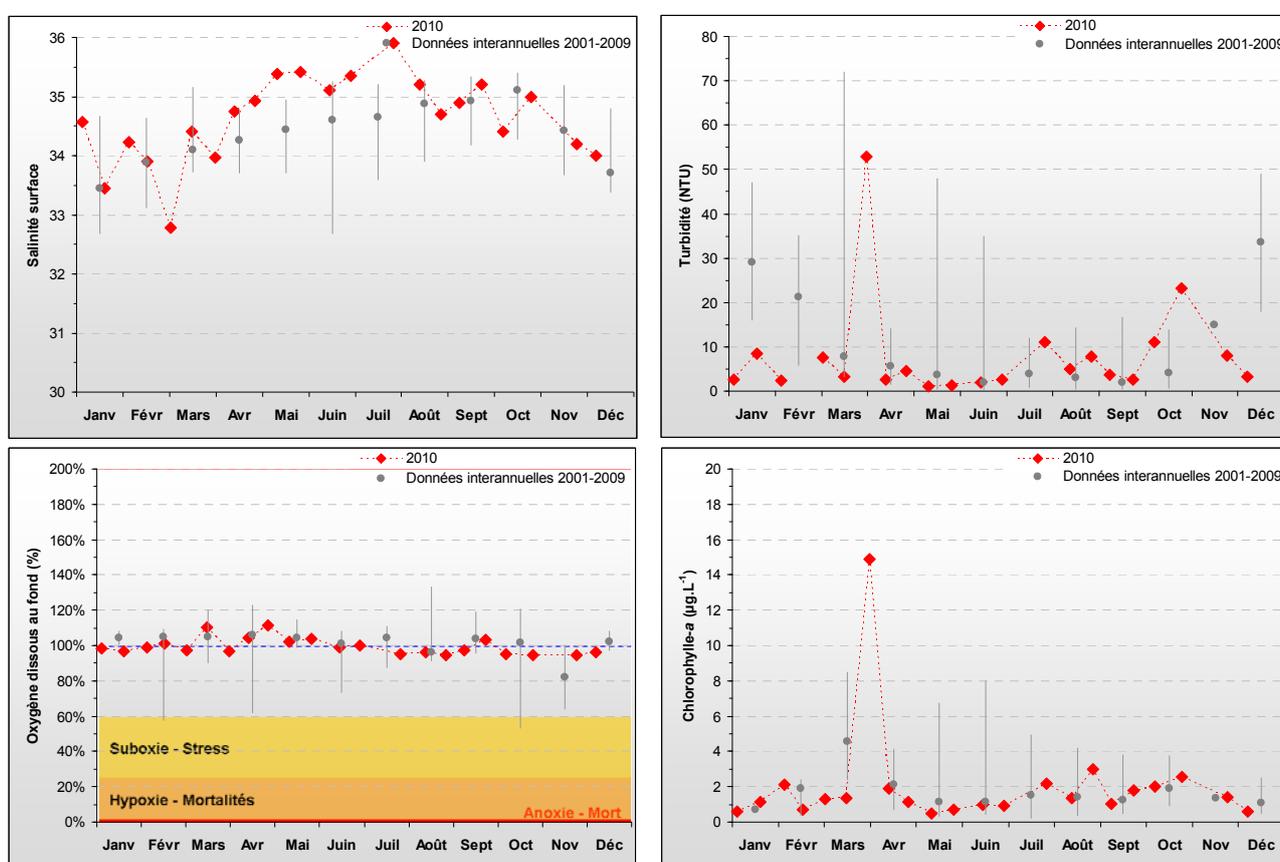


Figure 36 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001, 2006-2009 (gris) et 2010 (♦). Données fournies par le SMEL.

Comme pour les autres points de la masse d'eau considérée, la période productive semble avoir débuté dès fin mars 2010, avec un bloom printanier très marqué, s'illustrant par un pic exceptionnel de chlorophylle-a atteignant $14,9 \mu\text{g.L}^{-1}$, dépassant largement les données interannuelles (Figure 36). S'ensuivent un bloom estival en juillet ($2,2 \mu\text{g.L}^{-1}$) et un en fin d'été ($3 \mu\text{g.L}^{-1}$), ainsi qu'un bloom automnal en fin octobre, atteignant $2,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figure 36). 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 » (et « Denneville ») étant échantillonné par le SMEL alors que les autres points de la masse d'eau HC03 le sont par le LER/N, la fréquence et les dates de prélèvements sont différentes. Aussi, le fait d'avoir pu observer un pic important le 01/04 à Pirou, n'exclut pas qu'une telle augmentation ait pu se produire sur les points « Donville », « Coudeville 1 mille », et « Pointe Agon Sud » entre leur échantillonnage des 24/03 et 09/04.

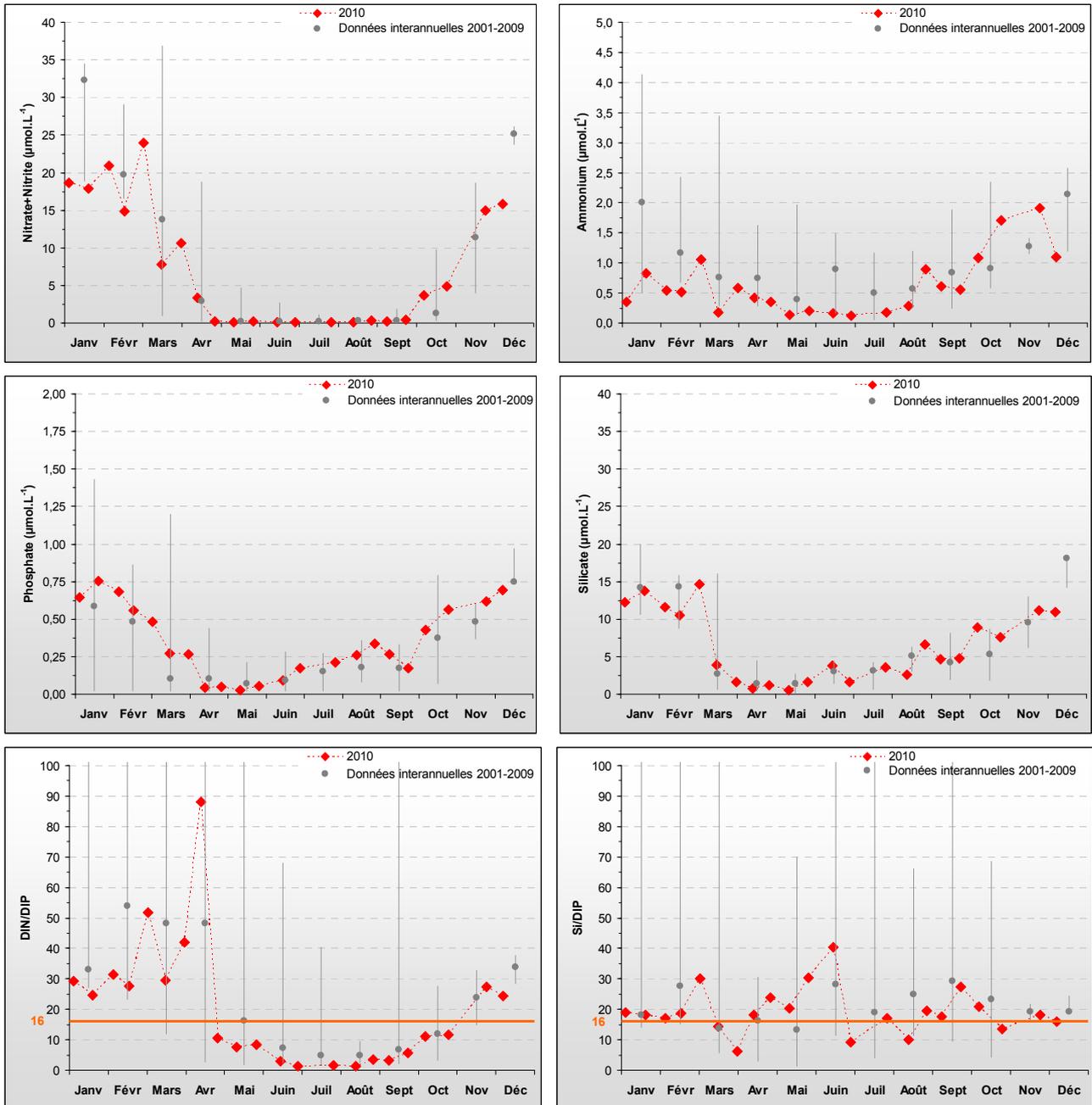


Figure 37 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001, 2006-2009 (gris) et résultats 2010 (♦). Données fournies par le SMEL.

Les stocks hivernaux en nutriments de 2010 sont faibles, et bien inférieurs à ceux des années précédentes, notamment en azote (18 μM nitrate+nitrite, 0,66 μM phosphate et 12 μM silicate). Ces stocks sont également inférieurs à ceux estimés aux points plus au sud de la masse d'eau HC03. La Figure 37 permet d'observer des recharges hivernales en nutriments au début des mois de février, mars, et avril, ces dernières étant particulièrement marquées pour le nitrate+nitrite et pourraient expliquer en partie l'importance du bloom printanier en 2010. Par la suite, le stock azoté

est consommé relativement rapidement, en fin avril (notamment du fait de ce développement phytoplanctonique massif, qui nécessite d'importantes ressources). Alors que les autres nutriments connaissent des recharges estivales progressives, ce n'est pas le cas pour l'azote, dont les concentrations restent nulles jusqu'à fin septembre (Figure 37).

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 fin avril à octobre (Figure 37). Le rapport Si/DIP ne montre pas de clair déséquilibre en 2010 (Figure 37).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Pirou Bergerie Sud »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Pirou en 2010, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre, malgré l'importance du pic printanier de chlorophylle-*a* où l'espèce majoritaire était la diatomée *Asterionellopsis glacialis* (ASTEGLA 42 600 cell.L⁻¹, dénombrement issu d'une flore totale) (Figure 38). Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Pirou peuvent être considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

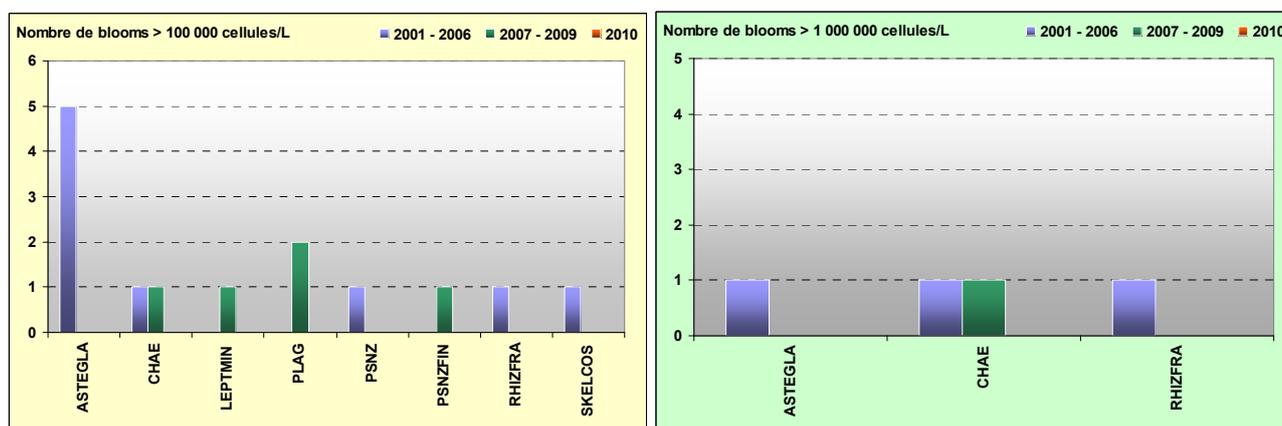


Figure 38 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Pirou Bergerie Sud entre 2001-2006 (n=69), 2007-2009 (n=55) et 2010 (n= 22).

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 2010, avec quelques apports ponctuels de nutriments favorisant le développement phytoplancton au printemps notamment. 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 la longue masse d'eau HC03.

III.2.4.5. Denneville 2006-2010

Hydrologie au point « Denneville »

Le point « Denneville » est sous l'influence directe du panache du havre de Portbail, et peut être impacté par celui du havre de Lessay plus au Sud (Le Goff *et al.*, 2005). Malgré cela, ce point ne connaît pas de fortes chutes de salinité (de l'ordre de 1,5 au maximum), et n'a connu qu'une faible dessalure (0,9 d'amplitude) en novembre 2010 (Figure 39). Le milieu au point « Denneville » est cependant légèrement turbide, comme en témoignent les données de turbidité variant typiquement entre 1 et 10 NTU mais atteignant 30 NTU en début avril (Figure 39).

Bien qu'ayant atteint à divers 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 2010, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 39).

Comme à Pirou, la période productive semble avoir débuté dès la fin du mois de mars 2010, avec un premier bloom printanier particulièrement marqué atteignant $9,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ de chlorophylle-*a*, suivi par un été relativement peu productif mis à part un petit bloom de $1,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ fin août (Figure 39). Les concentrations en chlorophylle-*a* observées en 2010 diffèrent donc sensiblement de celles observées depuis 2006, notamment du fait de ce bloom printanier particulièrement marqué en avril (Figure 39 et voir § III.2.4.4).

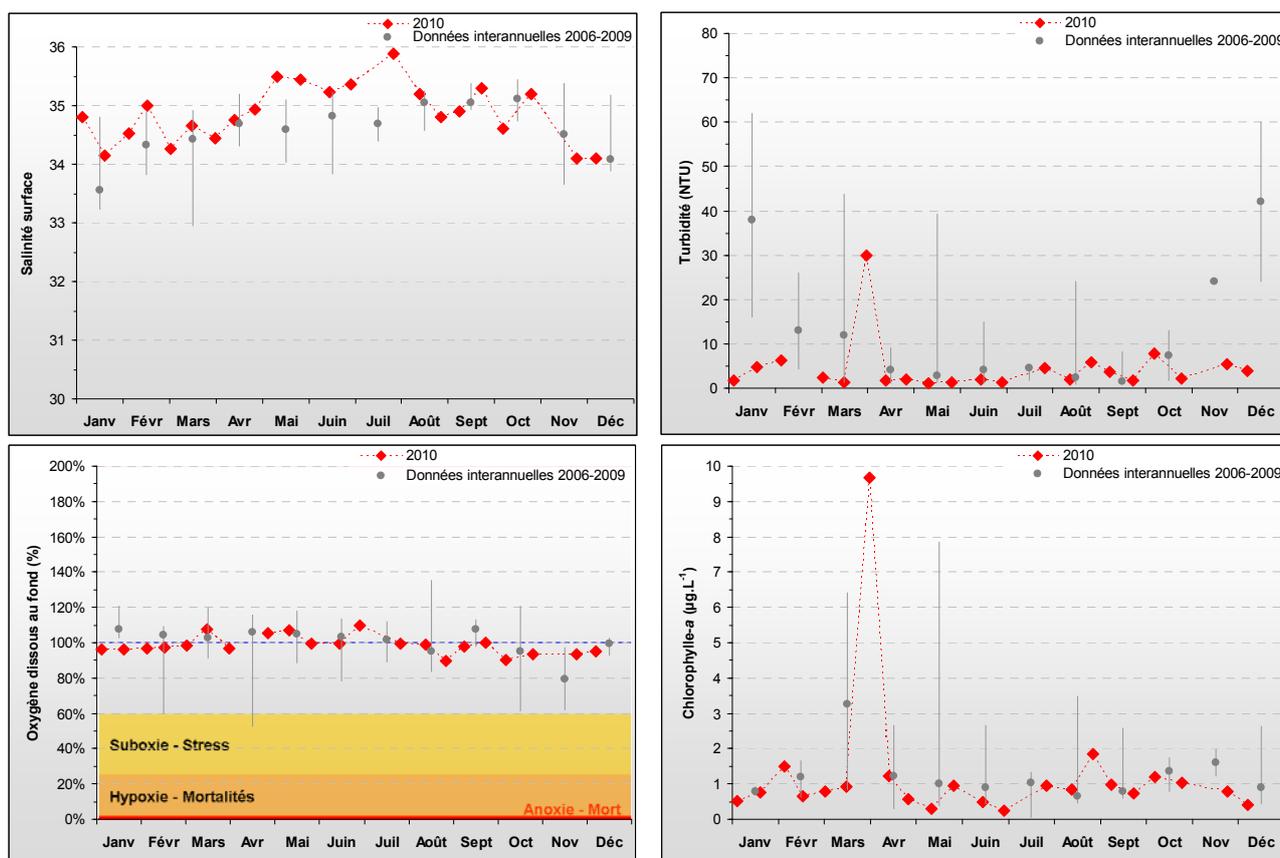


Figure 39 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-*a* à Denneville entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et 2010 (♦). Données fournies par le SMEL.

Le stock hivernal en nutriments de 2010 est faible, et bien inférieur à celui des années précédentes, notamment en azote ($14 \mu\text{M}$ nitrate+nitrite, $0,6 \mu\text{M}$ phosphate et $9 \mu\text{M}$ silicate) (Figure 40). Ces stocks sont bien moins importants que ceux estimés aux trois points les plus au sud de la masse d'eau HC03, et même plus faibles que ceux estimés à Pirou. Ce stock azoté est en revanche consommé moins rapidement qu'en 2009, soit fin avril. Alors que les autres nutriments connaissent des recharges estivales progressives, ce n'est pas le cas pour l'azote, dont les concentrations restent très faibles jusqu'à fin septembre (Figure 40).

Comme à Agon et Pirou, 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 juin à fin septembre (Figure 40). Le rapport Si/DIP ne montre pas non plus de déséquilibre marqué en 2010, si ce n'est en phosphore début juin et en silicium début avril (Figure 40).

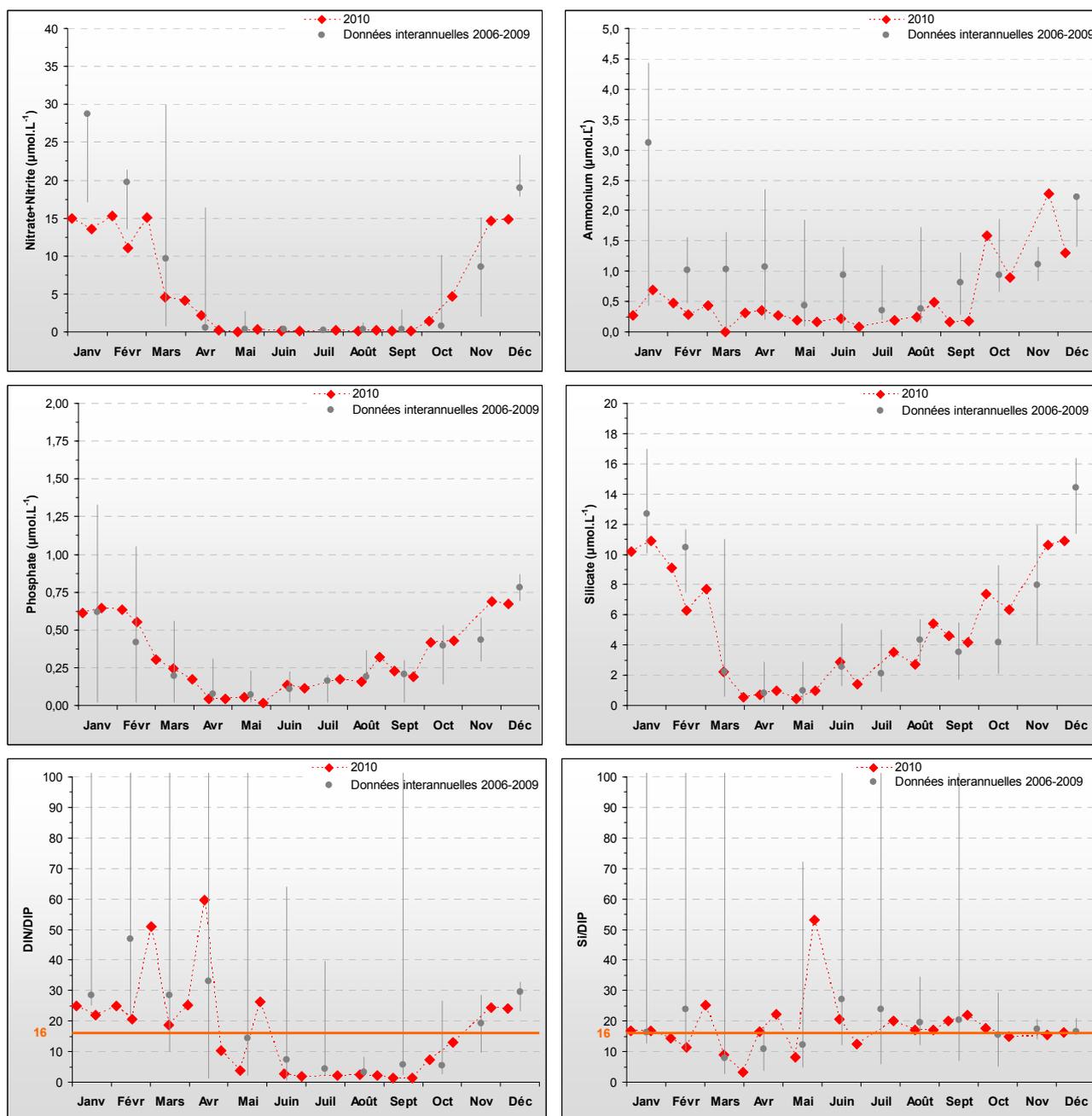


Figure 40 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Denneville entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et résultats 2010 (♦). Données fournies par le SMEL.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Denneville »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Denneville en 2010 montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre. Depuis le début du suivi en 2006, seul l'espèce *Leptocylindrus minimus* (LEPTMIN) a 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 2010, 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 2010, 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 (2003-2010).

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. En 2010, les caractéristiques des cycles biogéochimiques observés à ce point se rapprochent tout de même grandement de celles des points « Dielette » et « Jobourg ». 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. La biomasse reste faible (~ 1 µg.L⁻¹ en moyenne), car limitée principalement par l'hydrodynamique.

Le phytoplancton est largement dominé par des nanoflagellés s'acclimatant bien aux conditions défavorables, et par des diatomées. En 2010, seul le genre *Chaetoceros* a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, à « Jobourg ».

III.2.5.1. Dielette 2007-2010

Hydrologie au point « Dielette »

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 (+ 3,5°C en janvier 2010), plus fraîche en été (- 3,9°C en juillet 2010) et plus douce à l'automne (+ 4,5°C en décembre 2010) que le point Denneville (HC03), situé plus au Sud (Figure 41).

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 2010 (Figure 42). 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 42).

Une conséquence de ce mélange important des eaux est la limitation relative du développement phytoplanctonique, même si ce dernier est plus important en 2010 que les années précédentes.

Ainsi, la concentration moyenne annuelle en chlorophylle-a est de $1,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ en 2010, avec des pics plus fréquents et plus marqués qu'en 2009 ; par exemple : on observe en effet un premier bloom printanier majeur en début avril 2010 ($3,6 \mu\text{g.L}^{-1}$), suivi d'un deuxième au début du mois de juin ($2,5 \mu\text{g.L}^{-1}$), et d'un bloom estival en début août ($2 \mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 42).

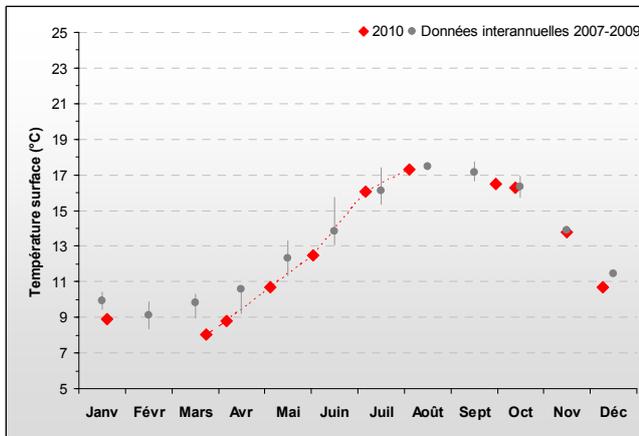


Figure 41 : Évolution de la température à Dielette entre 2007 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et résultats 2010 (rouge).

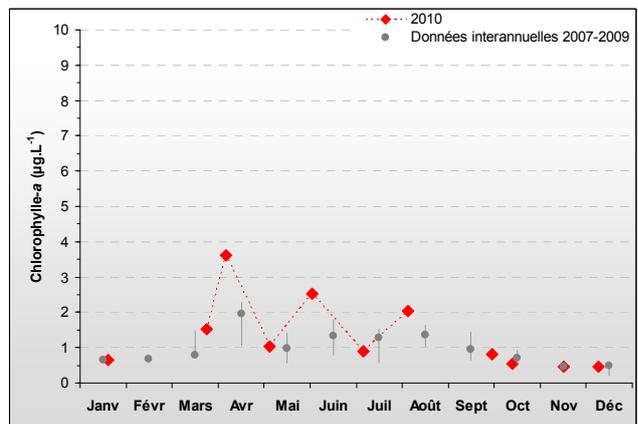
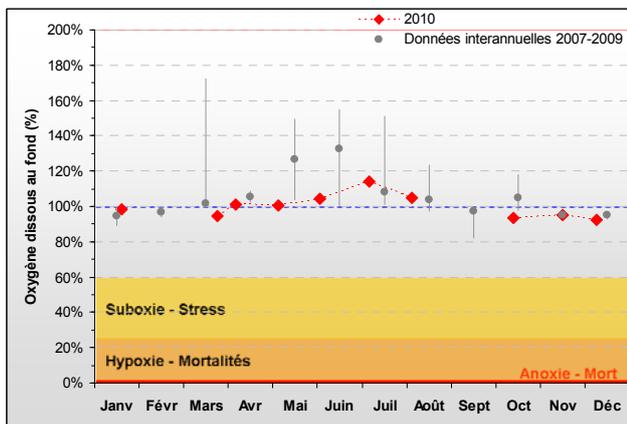
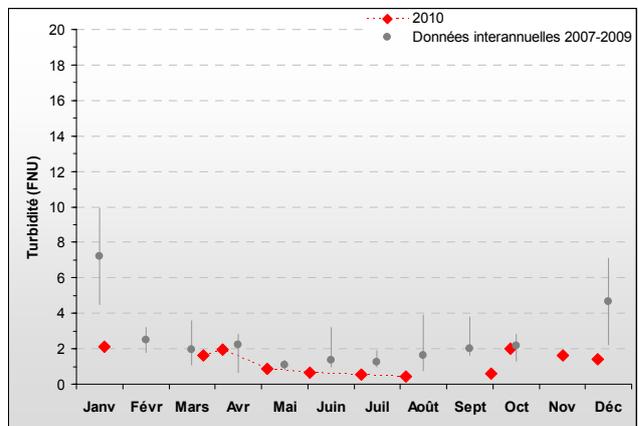
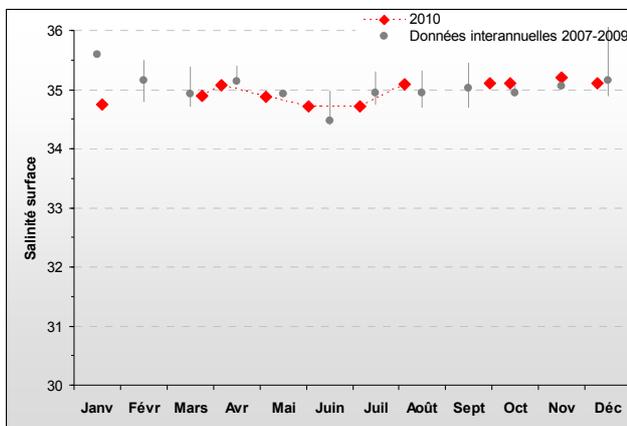


Figure 42 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dielette entre 2007 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et 2010 (rouge).

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, ici seulement estimés à partir des données de janvier, soient très faibles en ce point par rapport aux autres masses d'eau, ils ne sont pas complètement épuisés pendant la période estivale (Figure 43).

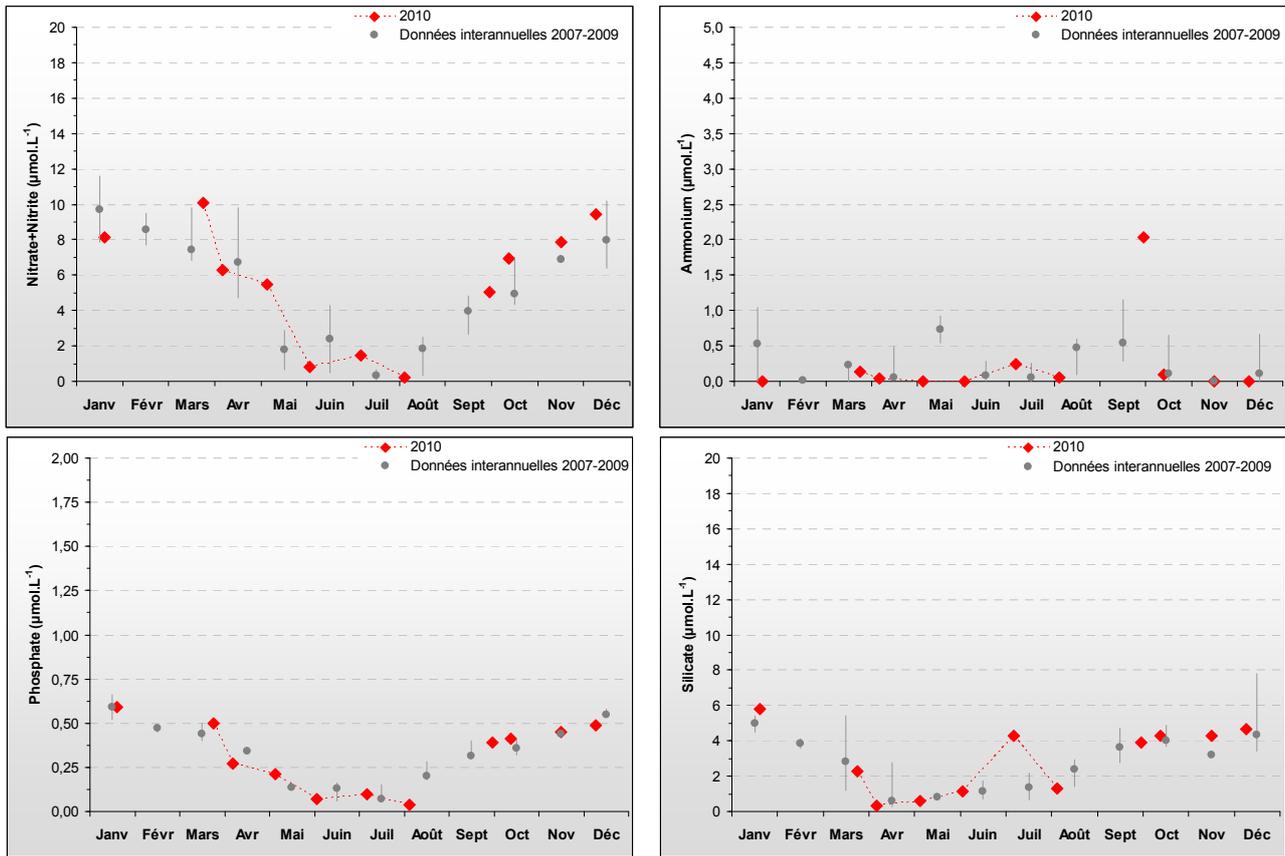


Figure 43 : Évolution des concentrations en nutriments à Dielette entre 2007 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

Cette observation est confirmée par l'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/P. En effet, l'azote ne franchit que très faiblement le seuil de carence potentielle en juin et en août 2010, 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, excepté aux mois de juillet et août, où la tendance s'inverse (Figure 44).

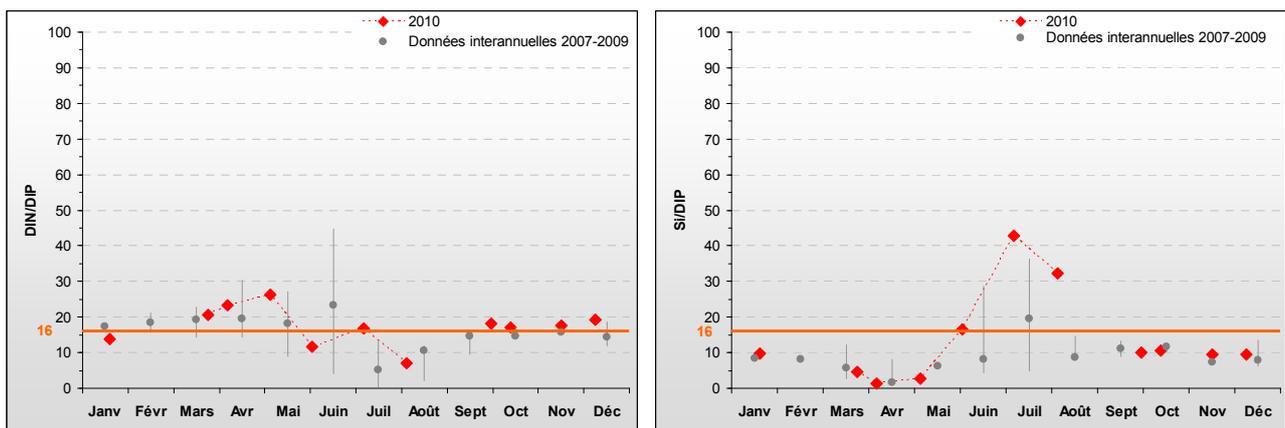


Figure 44 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Dielette entre 2007 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

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.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Dielette »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Dielette en 2010, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur 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 2003-2010

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.

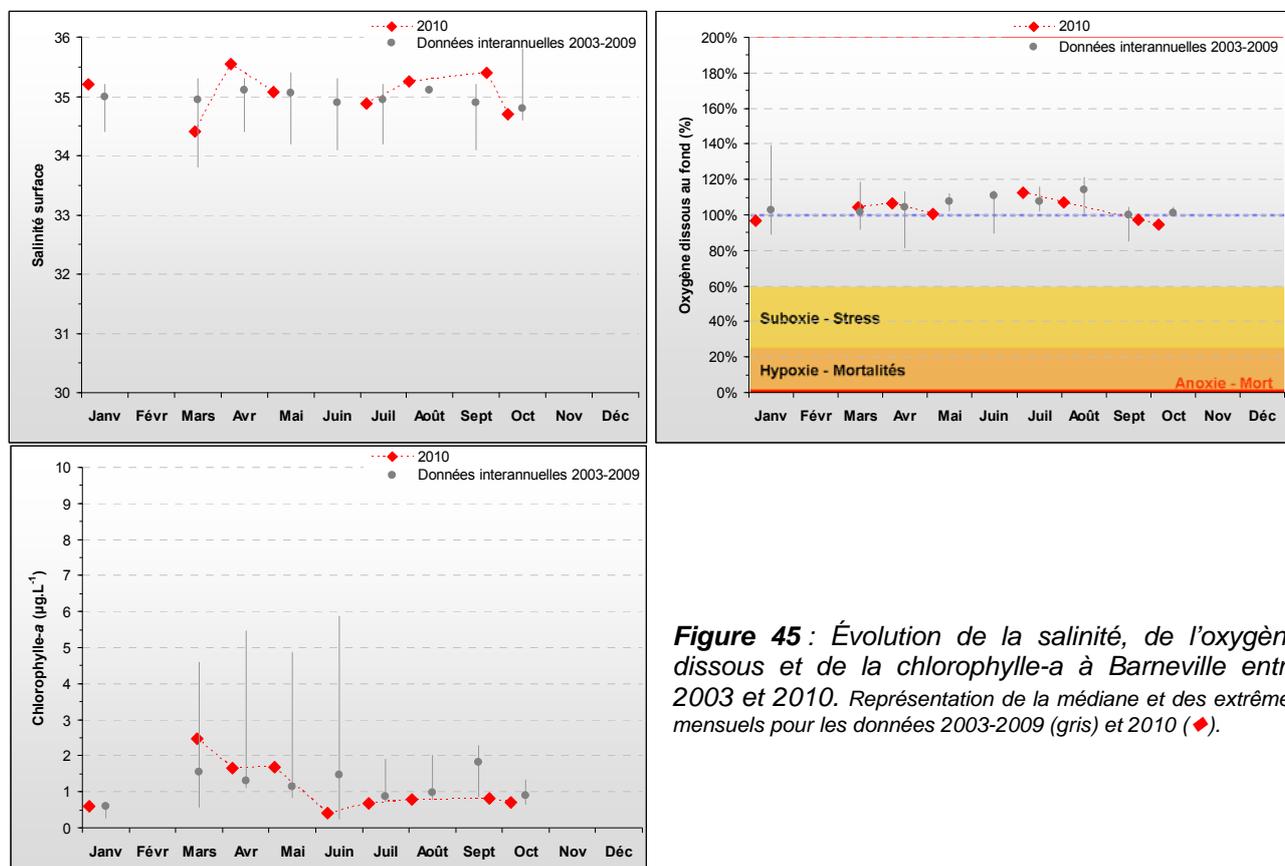


Figure 45 : Évolution de la salinité, de l'oxygène dissous et de la chlorophylle-a à Barneville entre 2003 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2009 (gris) et 2010 (♦).

Le point « Barneville » étant situé plus au Sud de « Dielette », son hydrologie et biologie sont intermédiaires entre les caractéristiques observées à Dielette, et celles du Nord de la masse d'eau HC03. Cependant, en 2010, les caractéristiques du cycle hydrologique semblent bien plus se rapprocher de celui observé à Dielette qu'à celui de Denneville. En effet, les dessalures sont peu importantes (maximum de 0,8 en mars 2010), et malgré une période productive débutant dès le début du mois de mars, le développement phytoplanctonique est globalement faible en ce point (Figure 45). Ainsi, un pic de concentration en chlorophylle-a de $2,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ a été observé en mars, diminuant vers $1,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ en avril - mai, avant de se stabiliser entre 0,4 et $0,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour le reste de l'année (Figure 45). La concentration moyenne en 2010 ($1,1 \mu\text{g.L}^{-1}$) a été inférieure à la médiane observée à ce point depuis 2004 ($1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 45). 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 45).

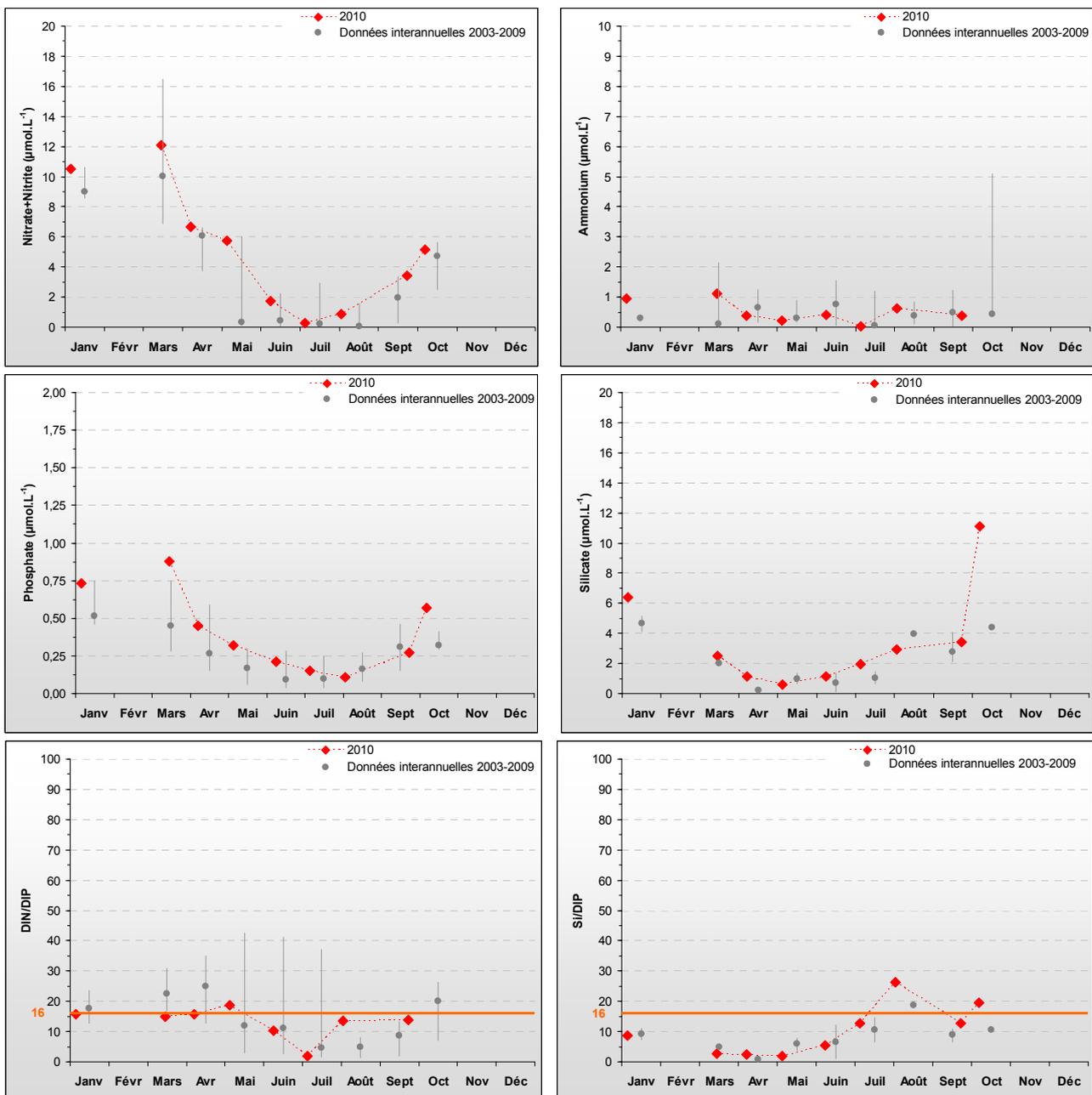


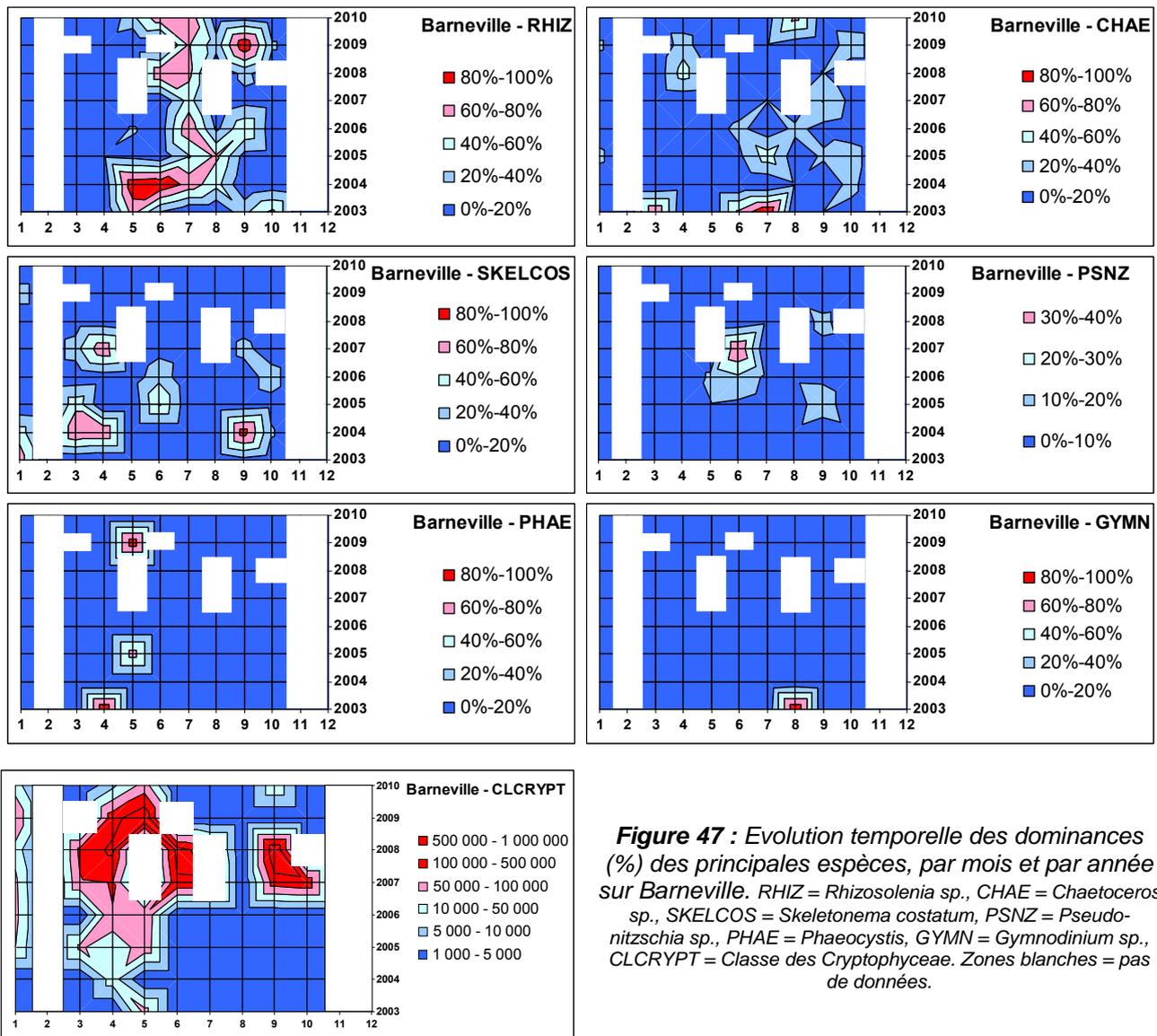
Figure 46 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN à Barneville entre 2003 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

Le cycle des nutriments présente les mêmes tendances que le point « Dielette », fortement influencé par l'hydrodynamisme de la zone en 2010 (Figure 46). 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 46 et § III.2.4.5).

L'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/P, permet de mettre en évidence un équilibre relatif entre les teneurs en phosphore et en azote sur l'année 2010, excepté une légère carence potentielle en azote au mois de juillet (Figure 46). En outre, le rapport Si/DIN semble suggérer que le silicium pourrait présenter une carence par rapport au phosphore particulièrement de mars à juin (Figure 46).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Barneville »

Les données issues des flores totales à Barneville en 2010 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 était principalement dominé par l'espèce de diatomée *Skeletonema costatum* (SKELCOS) de l'hiver au printemps (janvier - avril) jusqu'en 2008 (Figure 47). Depuis, cette période de l'année semble dominée par la classe des *Cryptophycées* (CLCRYPT), dominance qui s'étend jusqu'au mois de mai en 2010.



La famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) vient ensuite dominer la population phytoplanctonique la période estivale (Figure 47). D'autres genres potentiellement nuisibles à l'environnement peuvent se développer ponctuellement, comme, notamment, les *Pseudo-nitzschia spp.* en juin 2007, et comme *Phaeocystis* en mai 2009. En 2010, le genre *Chaetoceros* atteint 111 000 cellules par litre en août.

La classe des flagellés Cryptophycées (CLCRYPT) appartient au nanoplancton (2 - 20 µm de taille), se développant préférentiellement dans les milieux très côtiers potentiellement sous l'influence d'apports terrigènes. Elle a été observée en abondance entre 2007 et 2009 dans presque tous les échantillons collectés (Figure 47). En 2010, sa présence est moins marquée, mais elle apparaît tout de même significativement en janvier, en avril-mai et en septembre. Les blooms de ces flagellés sont comptabilisés à partir du seuil de 250 000 cell.L⁻¹ (Figure 48).

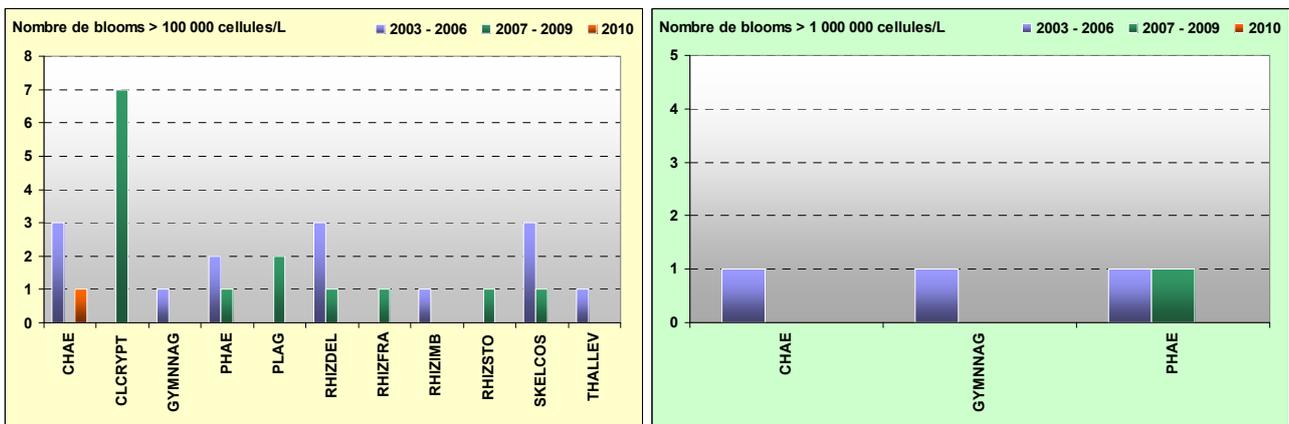


Figure 48 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Barneville entre 2003-2006 (n=36), 2007-2009 (n=25) et 2010 (n=9).

En 2010, un seul genre a présenté un bloom supérieur à 100 000 cellules par litre : *Chaetoceros* (111 000 cell.L⁻¹ le 03/08/2010) (Figure 48). Les peuplements phytoplanctoniques observés à Barneville sont représentatifs 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 2003-2010

Hydrologie au point « Jobourg »

Le suivi au point « Jobourg » est identique à celui 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 similaires à ceux du point de suivi « Dielette » mais également du point « Barneville ». Les dessalures sont peu importantes (maximum 1,2 en mars), et malgré une période productive débutant dès le début du mois de mars, le développement phytoplanctonique reste faible (du même ordre de grandeur qu'à Barneville, avec une teneur moyenne en chlorophylle-a de $1,1 \mu\text{g.L}^{-1}$), les maxima ne dépassant pas $1,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ en juin 2010 (Figure 49).

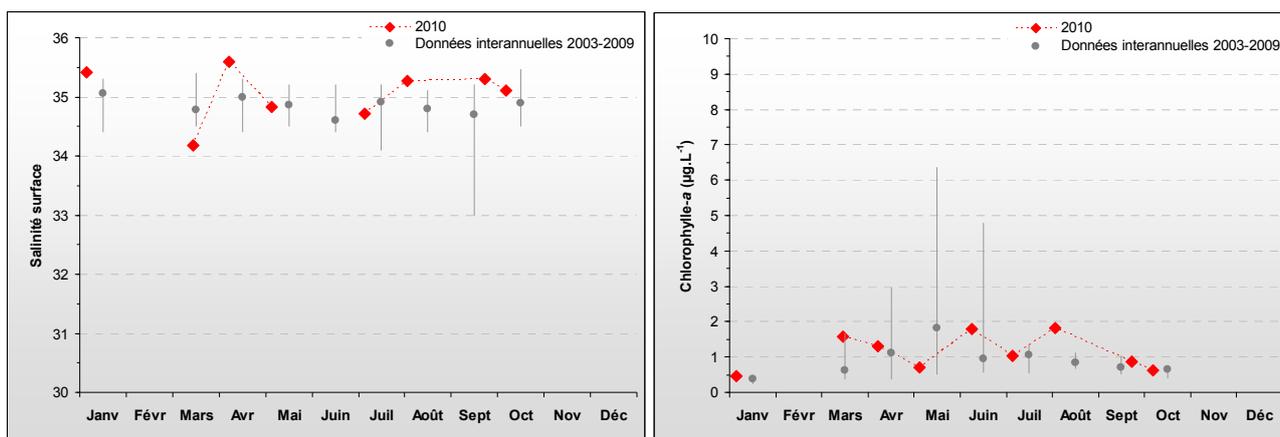


Figure 49 : Évolution de la salinité et de la chlorophylle-a à Jobourg entre 2003 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2009 (gris) et 2010 (♦).

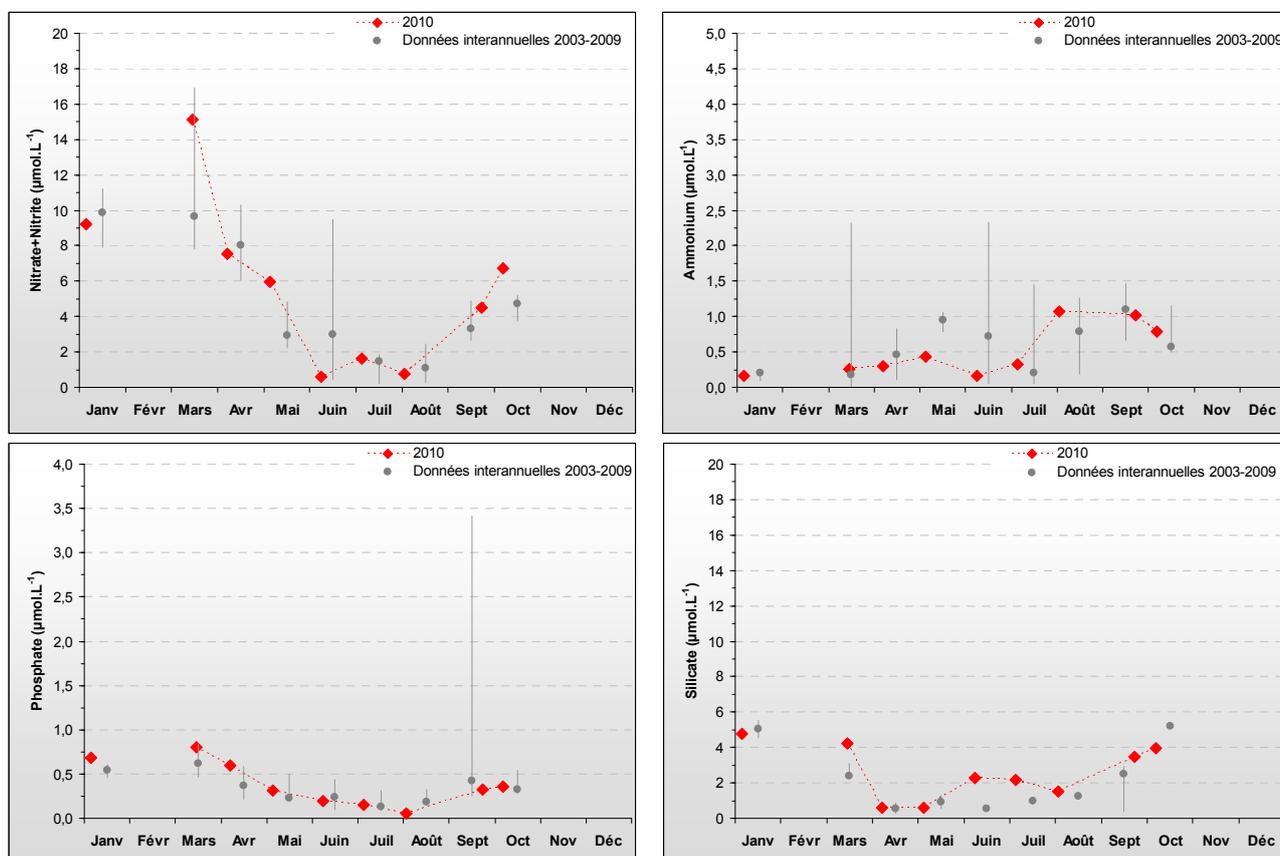


Figure 50 : Évolution des concentrations en nutriments à Jobourg entre 2003 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

De même qu'aux points « Dielette » et « Barneville », les cycles de nutriments paraissent influencés par l'hydrodynamisme de la zone en 2010, ces trois points suivant les mêmes tendances (Figure 50). 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 50 et § III.2.4.5).

Comme à Barneville, l'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/P, permet de mettre en évidence un équilibre relatif entre les teneurs en phosphore et en azote en 2010, excepté une légère carence potentielle en azote début juin (Figure 51). En outre, le rapport Si/DIN semble suggérer que le silicium pourrait présenter une carence par rapport au phosphore, particulièrement de mars à mai (Figure 51).

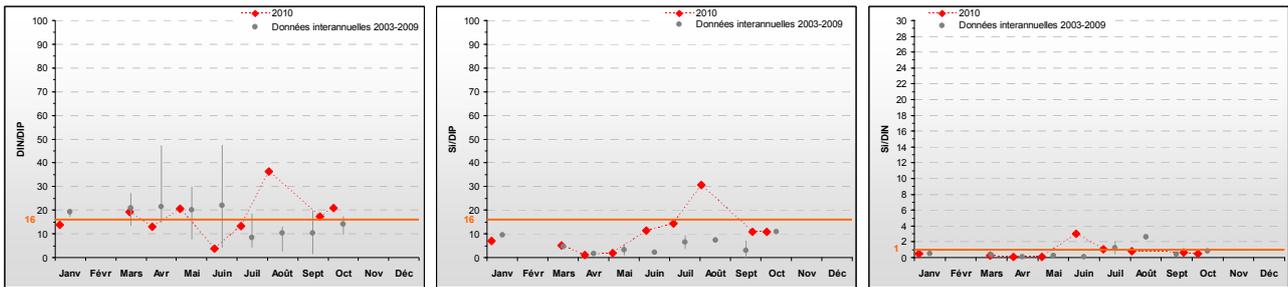


Figure 51 : Évolution des rapports DIN/DIP, Si/DIP et Si/DIN à Jobourg entre 2003 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2009 (gris) et résultats 2010 (◆).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Jobourg »

Les données issues des flores totales à Jobourg en 2010 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 l'espèce de diatomée *Skeletonema costatum* (SKELCOS) de l'hiver au printemps (janvier – avril) jusqu'en 2007 (Figure 52). Puis, les diatomées de la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) deviennent dominante de mai à septembre (Figure 52). Depuis 2007, ces tendances ont évolué, la classe des *Cryptophycées* (CLCRYPT) dominant les peuplements phytoplanctoniques une grande partie de l'année, et la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) est présente de mai à septembre (Figure 52).

Depuis 2003, d'autres espèces se sont développées ponctuellement, comme, notamment le genre *Pseudo-nitzschia* sp. (PSNZ) et *Plagiogramma* sp. (PLAG) en juillet (juin à Barneville). D'autres genres potentiellement nuisibles à l'environnement comme *Phaeocystis* sont dénombrés en mai (Figure 52).

La classe des flagellés *Cryptophycées* (CLCRYPT) appartient au nanoplancton (2 - 20 µm de taille), se développant préférentiellement dans les milieux très côtiers potentiellement sous l'influence d'apports terrigènes. Comme à Barneville, elle a été observée en abondance entre 2007 et 2009 dans presque tous les échantillons collectés (Figure 52). En 2010, elle est présente en avril-mai, juillet et septembre.

Aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre en 2010 (Figure 53). Les peuplements phytoplanctoniques observés à « Jobourg » sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

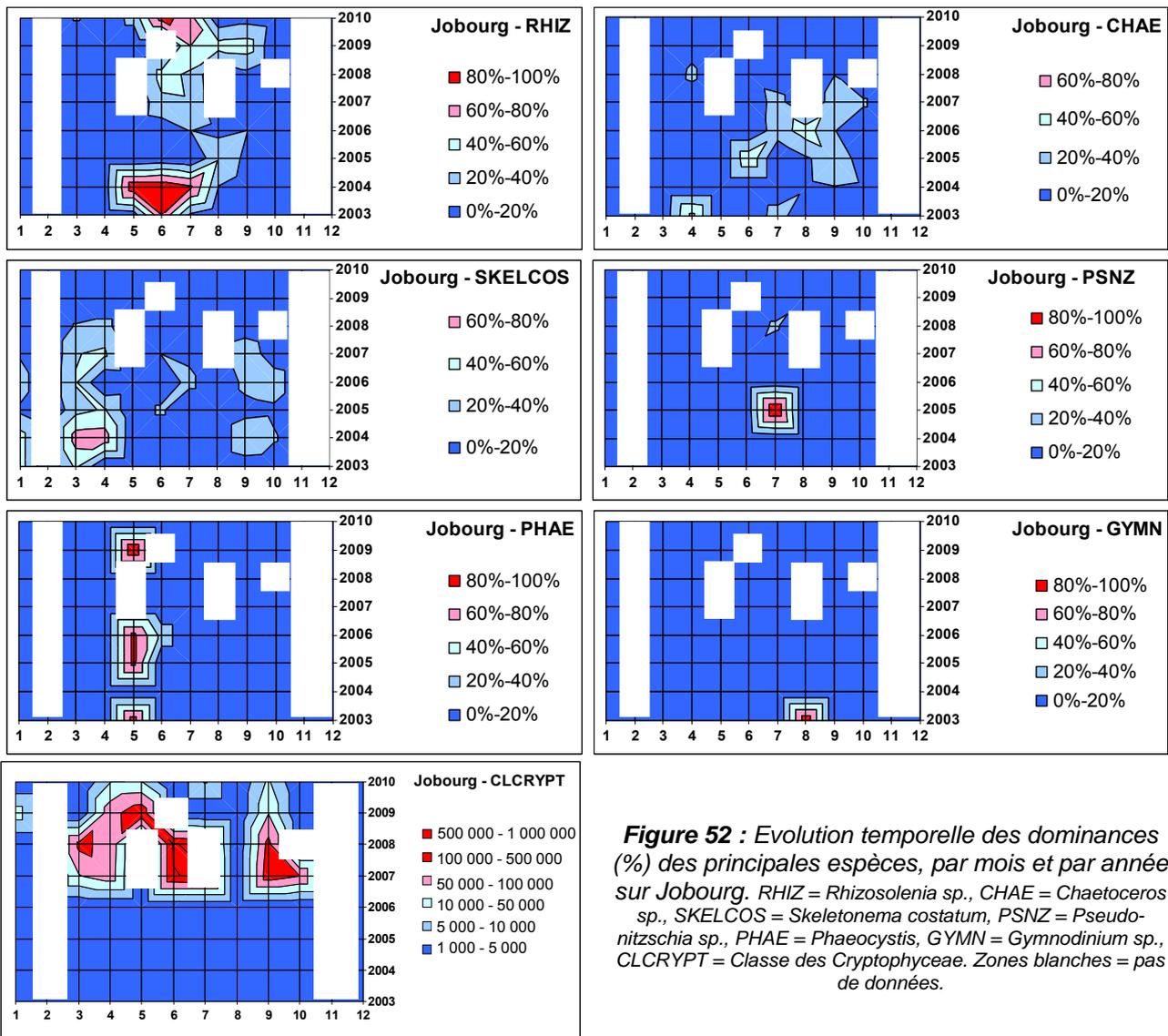


Figure 52 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Jobourg. RHIZ = Rhizosolenia sp., CHAE = Chaetoceros sp., SKELCOS = Skeletonema costatum, PSNZ = Pseudonitzschia sp., PHAE = Phaeocystis, GYMN = Gymnodinium sp., CLCRYPT = Classe des Cryptophyceae. Zones blanches = pas de données.

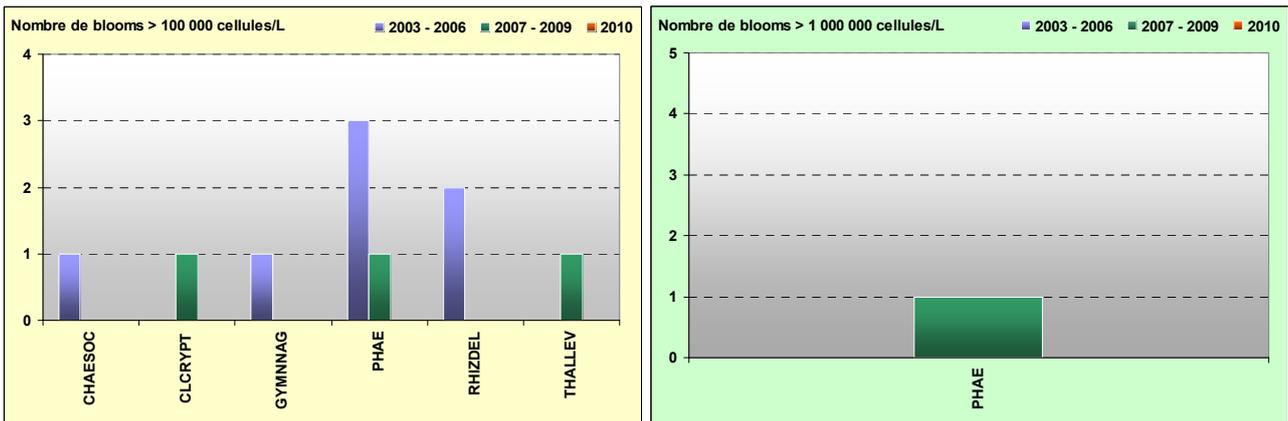


Figure 53 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Jobourg entre 2003-2006 (n=36), 2007-2009 (n=26) et 2010 (n=9).

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.

III.2.6. Masse d'eau HC60-HC61 (Digue de Querqueville 2005-2010)

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 ($\leq 2 \mu\text{g.L}^{-1}$), qui n'épuise pas totalement 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. Bien que supérieurs à ceux de 2009, les stocks hivernaux moyens sont faibles ($15 \mu\text{M DIN}$, $0,7 \mu\text{M DIP}$, $8,8 \mu\text{M Si}$). En 2010, 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 estuariennes.

Le point « Digue de Querqueville », suivi dans le cadre du contrôle de surveillance DCE, est 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.

Hydrologie au point « Digue de Querqueville »

Les dessalures observées à ce point sont typiquement très faibles (inférieures à 1) (Figure 54). La période productive de 2010 a débuté début mars à l'intérieur de la rade de Cherbourg par un léger bloom printanier ($1,4 \mu\text{g.L}^{-1}$), moins important que le bloom de fin d'été présentant un pic s'élevant à $2 \mu\text{g.L}^{-1}$ début octobre (Figure 54). La moyenne annuelle de concentration en chlorophylle-a a été encore plus faible en 2010 ($0,8 \mu\text{g.L}^{-1}$) qu'en 2009, mais également plus faible que la médiane interannuelle ($1,1 \mu\text{g.L}^{-1}$).

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 2010, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 54).

Les stocks hivernaux en nutriments ont été plus importants que les années précédentes à la station considérée ($14,6 \mu\text{M}$ nitrate+nitrite, $0,7 \mu\text{M}$ phosphate et $8,7 \mu\text{M}$ silicate) (Figure 56). Ces stocks ne s'épuisent pas complètement pendant la période estivale, le développement de la biomasse étant relativement faible en 2010. L'examen des rapports molaires DIN/DIP et Si/DIP montre tout de même une légère carence potentielle en azote en juillet, ainsi que de légers déséquilibres du rapport Si/DIP début avril et pendant l'été, mais qui restent ponctuels et limités (Figure 56).

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 2010 vs. 2000-2009 - Masse d'eau HC60-HC61 (Digue de Querqueville 2005-2010)

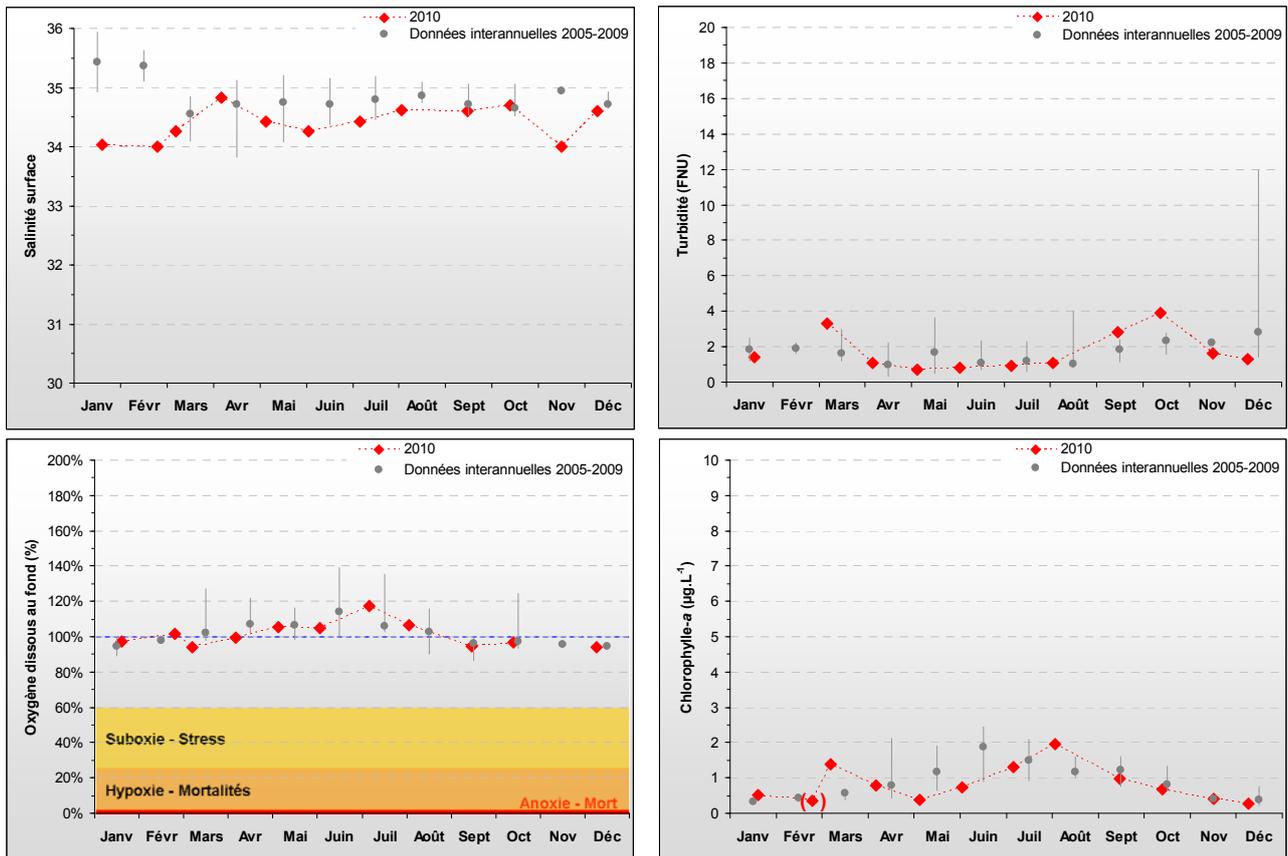


Figure 54 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Digue de Querqueville entre 2005 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2009 (gris) et 2010 (◆). (◆) Valeur douteuse car le délai de filtration a dépassé 10 h.

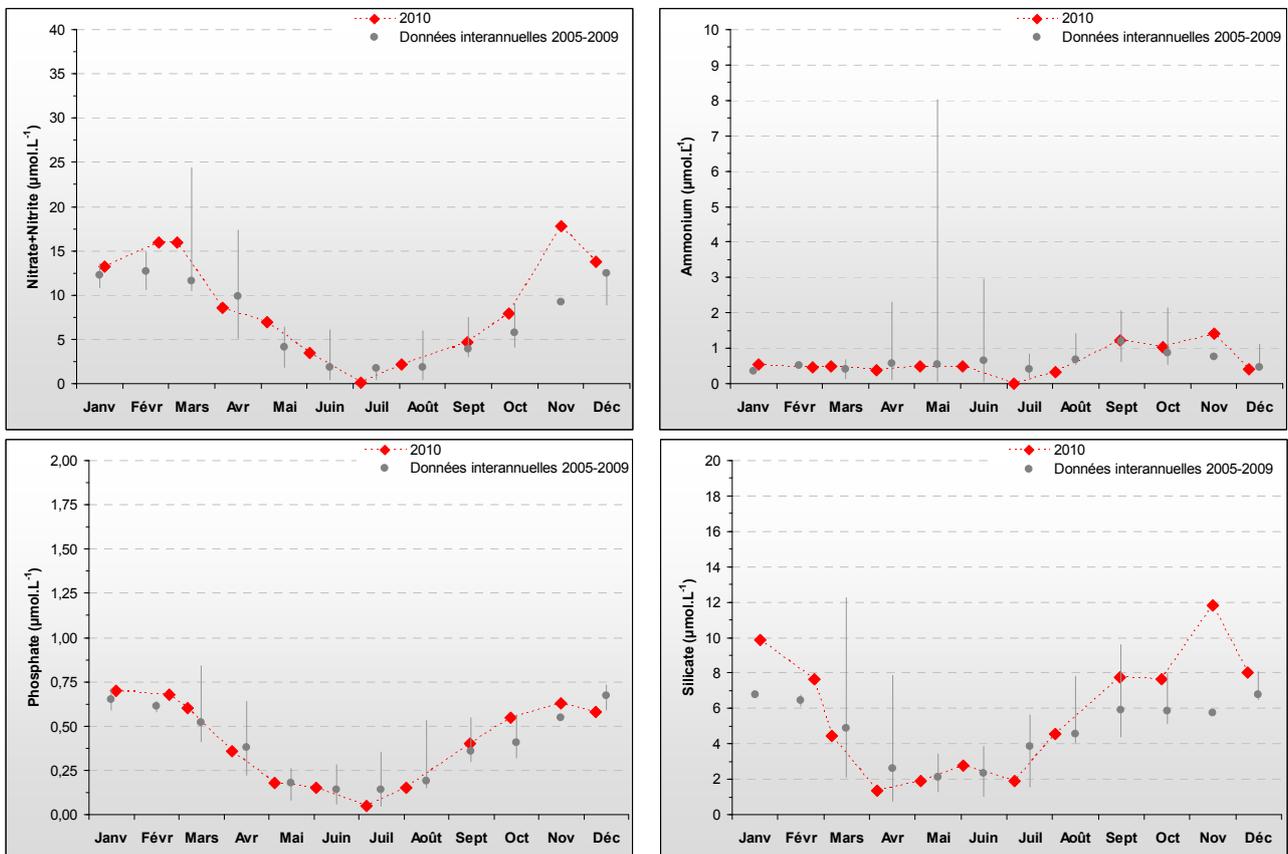


Figure 55 : Évolution des concentrations en nutriments au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2009 (gris) et résultats 2010 (◆).

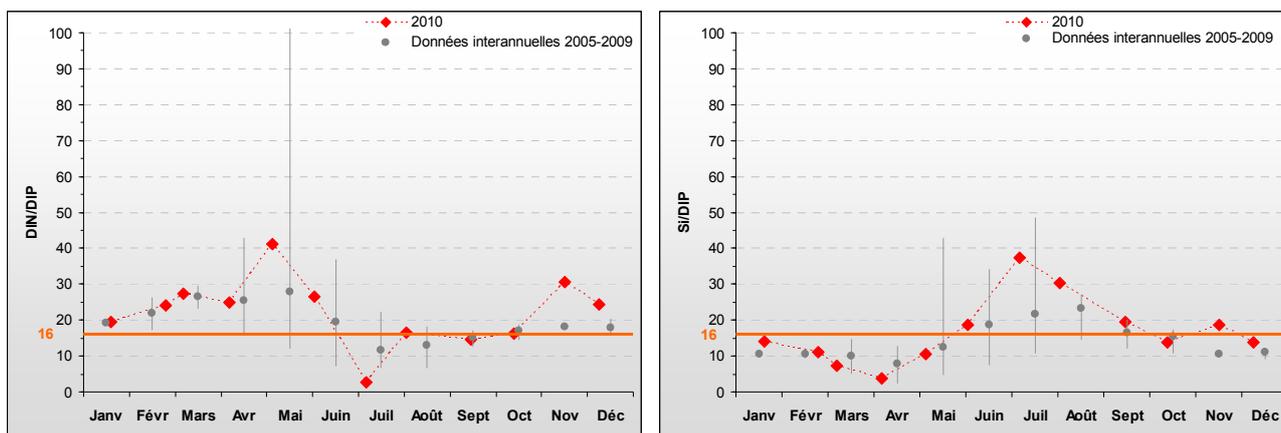


Figure 56 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Digue de Querqueville »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Digue de Querqueville en 2010, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre. Depuis le début du suivi en 2005, seuls les taxons du genre *Chaetoceros* (CHAE) et l'espèce *Skeletonema costatum* (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 estuaires.

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 a 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, 2009-2010)

SYNTHESE HCO8 : Le point « Réville 1 mille » a été réactivé en 2009 pour suivre la qualité de la masse d'eau HC08 en contrôle opérationnel, cette masse d'eau ayant été classée 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 très faibles dessalures, bien qu'elles semblent un peu plus marquées en 2010. Les stocks hivernaux en nutriments restent modérés bien que légèrement inférieurs à ceux de 2009 (23 μM DIN, 0,8 μM DIP et 13,7 μM Si). En revanche, l'année 2010 connaît peu de recharges la pluviométrie ayant été faible, et a été beaucoup plus fraîche, ce qui peut expliquer que la biomasse ait augmenté de façon plus ponctuelle, et qu'elle ait été en moyenne bien moins importante qu'en 2009 (1,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2010 contre 2,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2009). Aussi, le stock d'azote ne s'est épuisé que tardivement, en milieu d'été.

Aucun taxon n'a dépassé en 2010 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.

La masse d'eau HC08 n'a pas été sélectionnée pour le contrôle de surveillance. Cependant, les résultats au point « Réville 1 mille » en 2004 et 2005, et partiellement en 2006 (4 prélèvements), ont permis de statuer sur le fait que cette masse d'eau devrait être suivie pour un contrôle opérationnel lors de l'état des lieux initial. En effet, la masse d'eau avait été classée en RNABE pour l'élément de qualité « Phytoplancton » suite à l'évaluation de l'indice de composition alors défini. 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*, dont une partie atteint périodiquement 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 janvier et mars 2010 (respectivement 0,7 et 1,3), et que sa turbidité reste faible (≤ 2 FNU) hormis un pic en 2010 en janvier (9,4 FNU) (Figure 57).

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 57).

Le phytoplancton s'est développé plus tôt que les années précédentes à cette station, la concentration en chlorophylle présentant un pic dès début mars (4,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 57). Ce bloom printanier est suivi d'un bloom estival observé début juin, légèrement moins important que le précédent (3,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Enfin, un léger pic de fin d'été est observé en août (1,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$), ainsi qu'un léger accroissement de biomasse fin octobre (1,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 57).

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

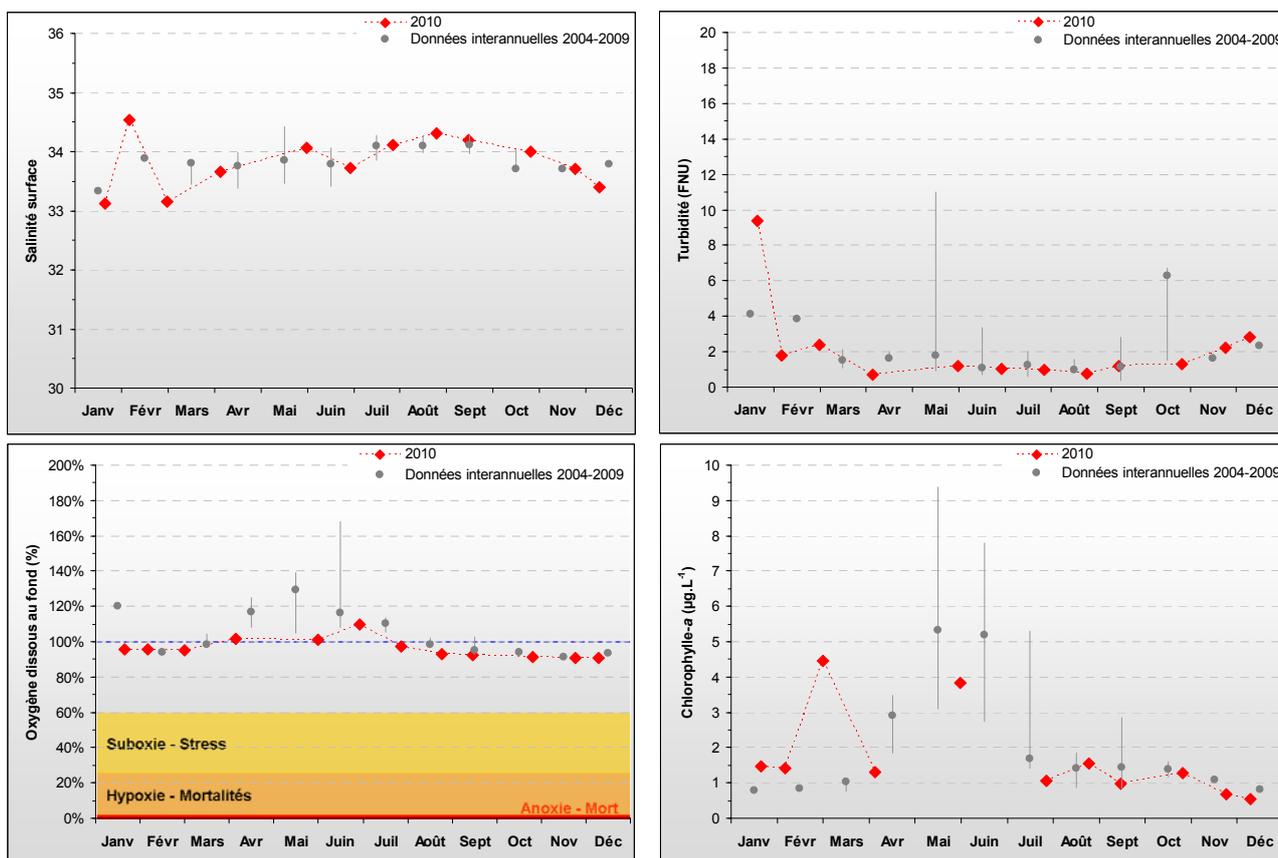


Figure 57 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Réville 1 mille entre 2004-2006, 2009 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009 (gris) et 2010 (♦).

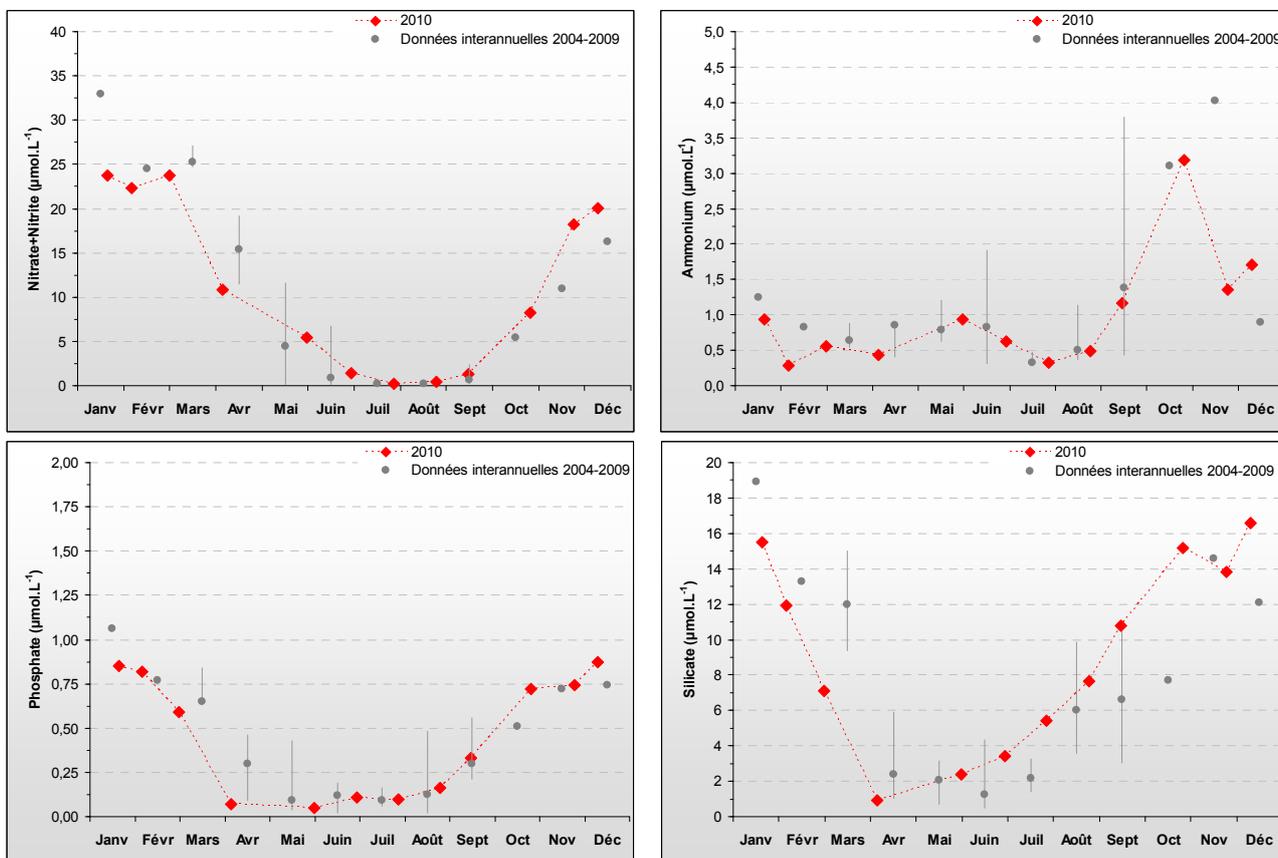


Figure 58 : Évolution des concentrations en nutriments sur Réville 1 mille entre 2004 – 2006, 2009 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

L'évolution des concentrations en chlorophylle-a en 2010 est très différente de celle de 2009, où la biomasse était restée élevée d'avril à juillet à environ 5 µg.L⁻¹. Cette différence pourrait être expliquée en partie par la quantité de nutriments présents ou par les conditions climatiques particulières de 2010. Les stocks hivernaux en nutriments sont cependant globalement similaires (23 µM nitrate+nitrite, 0,84 µM phosphate et 13,7 µM silicate) entre 2009 et 2010 (Figure 58). De plus, le stock en nutriments avait été réalimenté par un apport ponctuel début mai en 2009.

Le silicate est le nutriment connaissant la diminution la plus rapide (Figure 58), 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 58), et ce relativement tardivement (juillet) 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 du rapport molaire DIN/DIP, montrant un déséquilibre avec un excès important d'azote de mars à mai 2010, suivi d'une période de légère carence potentielle en azote relative au phosphate de juillet à septembre (Figure 59). L'étude du rapport Si/DIP permet d'observer un léger déséquilibre en phosphore par rapport au silicium, plus marquée de mai à septembre (Figure 59).

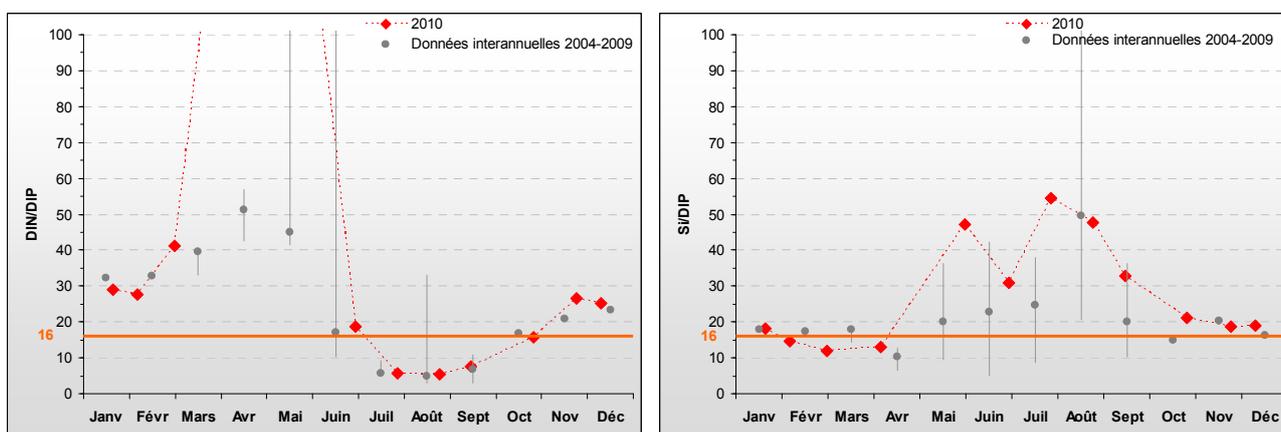


Figure 59 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Réville 1 mille entre 2004 – 2006, 2009 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009 (gris) et résultats 2010 (♦).
 DIN/DIP = 160,4 le 06/04/2010, DIN/DIP = 127,2 le 01/06/2010.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Réville 1 mille »

Les données issues des flores partielles indicatrices à « Réville 1 mille », montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre en 2010 (Figure 60).

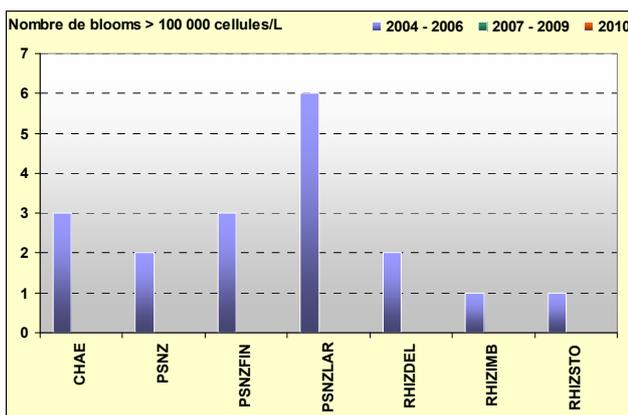


Figure 60 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Réville 1 mille entre 2004-2006 (n=37), 2008-2009 (n=23) et 2010 (n=12).

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, le cycle des nutriments et le cycle biologique sont similaires à ceux rencontrés entre 2004 et 2006, à ceci près qu'aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en abondance. Le cycle de nutriments et le cycle biologique diffèrent cependant de ceux observés en 2009, ce qui pourrait être dû au fait que l'année 2010 était beaucoup plus fraîche que 2009, limitant ainsi la croissance du phytoplancton, et que les précipitations étaient aussi inférieures aux moyennes interannuelles, limitant ainsi les apports (voir § III.1).

Le contrôle opérationnel est basé sur la même stratégie que le contrôle de surveillance pour l'élément de qualité « Phytoplancton ». La masse d'eau avait été classée en RNABE notamment du fait de la composition du phytoplancton. Les derniers résultats obtenus sur la biomasse et l'abondance du phytoplancton semblent suggérer que le contrôle opérationnel ne s'imposerait plus. Cependant, celui-ci n'étant pas défini actuellement, il n'est pas possible de statuer sur le critère de composition du phytoplancton. Aussi, dans l'attente de la définition de ce dernier, il apparaît pertinent de maintenir le contrôle opérationnel.

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 ait été plus importante au Sud qu'au Nord, le suivi réalisé sur les deux points révèle des similarités par le faible nombre de dessalure, le niveau modéré des stocks hivernaux en nutriments (26 μM DIN, 0,9 μM DIP, 15,5 μM Si), et les tendances très similaires de leurs cycles de nutriments respectifs. Une carence potentielle en azote a également été observée de juillet à septembre au niveau des deux points. En 2010, aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, que ce soit à Gougins ou à La Hougue. Les peuplements phytoplanctoniques restent majoritairement représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

III.2.8.1. La Hougue 2003-2010

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 en 2010 (Figure 61). La turbidité est relativement faible (≤ 4 FNU) excepté en deux occasions en 2010 : en janvier (20 FNU) et en juin (6,9 FNU), ces deux pics coïncidant avec les pics de dessalure observés (Figure 61), et suivent de faibles pics de débits de la *Saire*.

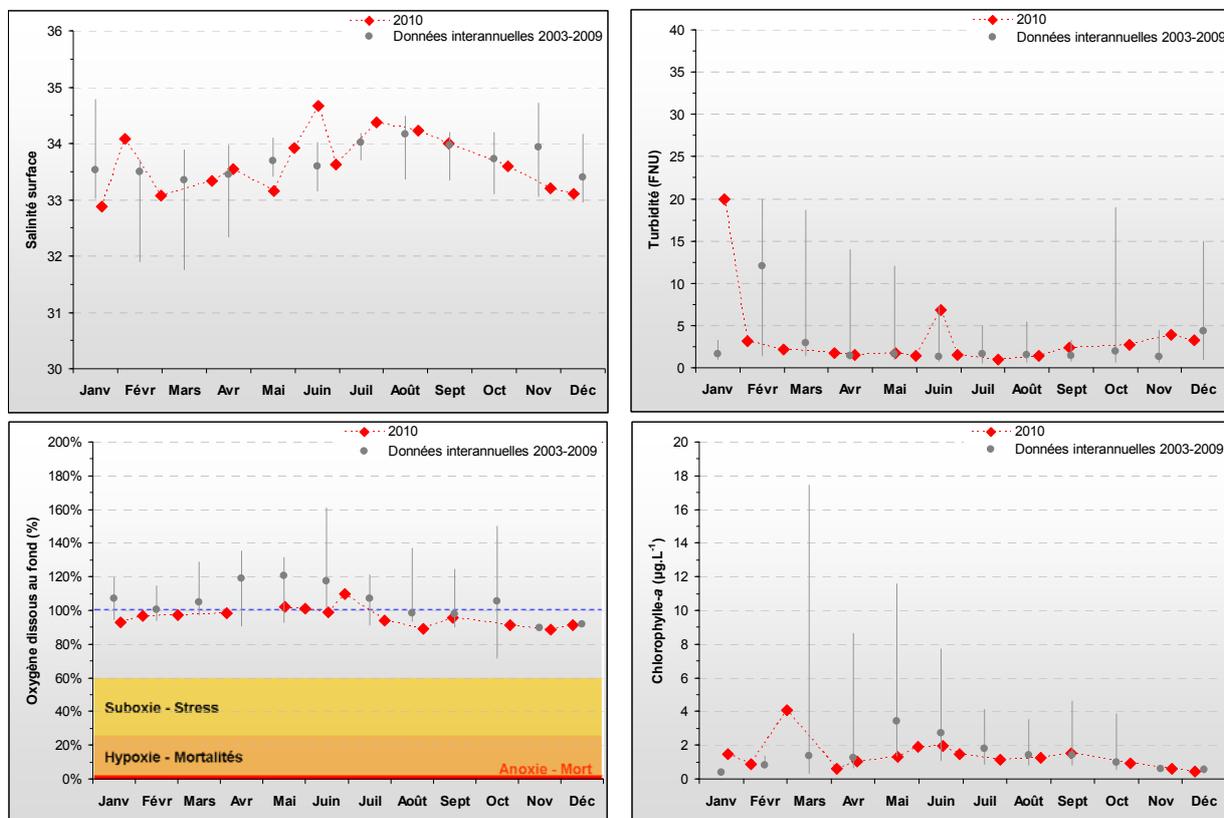


Figure 61 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à La Hougue entre 2003 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2009 (gris) et 2010 (♦).

La biomasse chlorophyllienne, normalement modérée à la Hougue (médiane interannuelle à $2,4 \mu\text{g.L}^{-1}$) a été bien moins importante en 2010, avec une moyenne annuelle de $1,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ (inférieure à celle de 2009), et un maximum début mars de $4,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figure 61).

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 61).

Les apports éventuels de la *Saire* peuvent expliquer les stocks hivernaux plus importants que sur le Nord-Est du Cotentin (masse d'eau HC08) ($25 \mu\text{M}$ de nitrate+nitrite, $0,9 \mu\text{M}$ de phosphate et $15,3 \mu\text{M}$ de silicate) en 2010 (Figure 62). Les cycles de nutriments observés semblent relativement classiques, avec la consommation presque intégrale du nitrate+nitrite de juillet à septembre, accompagnée de la diminution en phosphate et en silicate dans une moindre mesure (Figure 62).

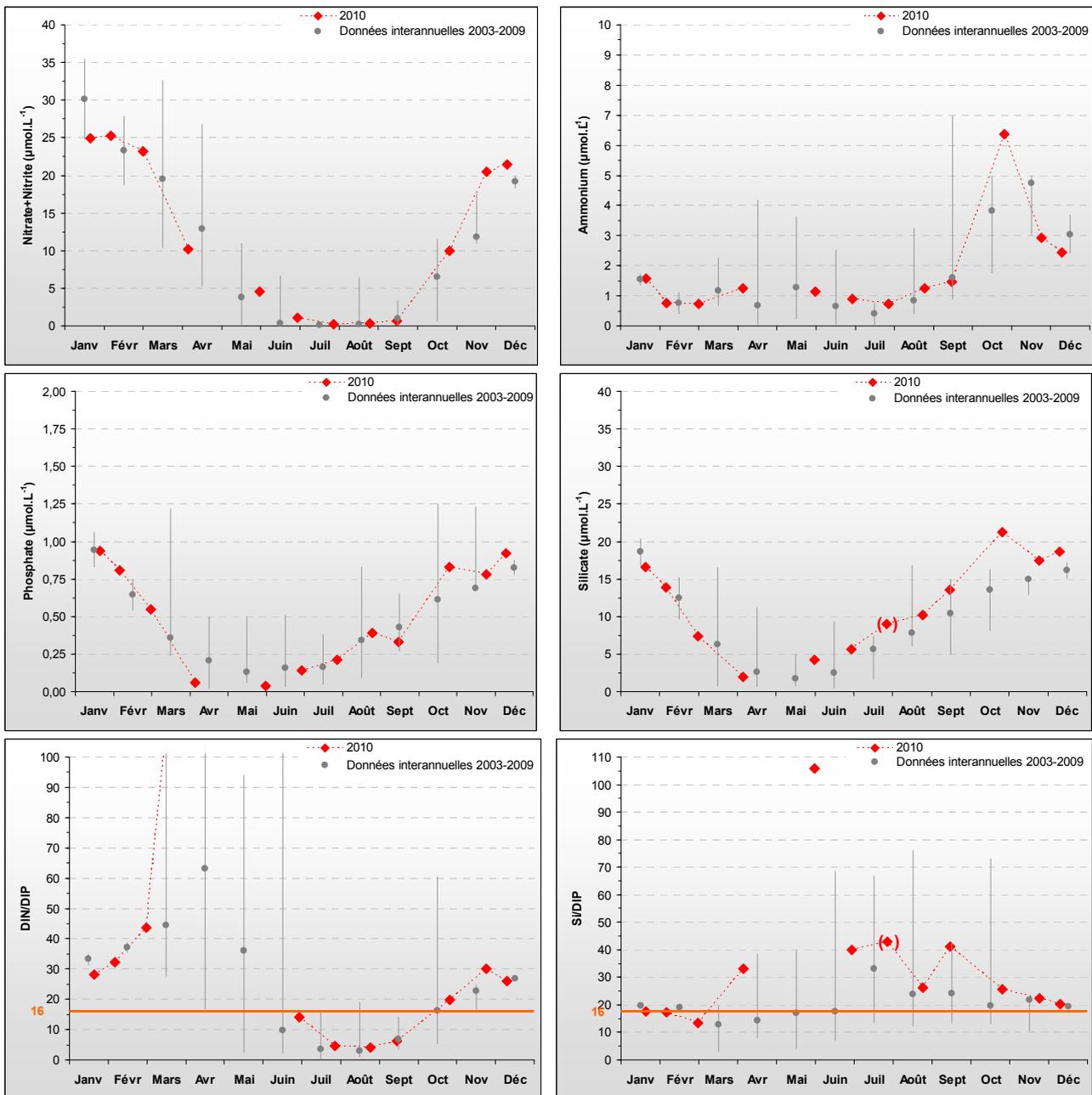


Figure 62 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point La Hougue entre 2003 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2009 (gris) et résultats 2010 (♦). (♦) Donnée acceptée malgré l'erreur de mode de stockage. DIN/DIP = 190,7 le 06/04/2010, Si/DIP = 143,0 le 01/06/2010.

Malgré des stocks en nutriments relativement conséquents 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 septembre, comme en 2009 (Figure 62). Le phosphore présente également une légère carence potentielle par rapport au silicium pendant la période estivale (Figure 62).

Peuplements phytoplanctoniques au point « La Hougue »

Les données issues des flores partielles indicatrices à La Hougue, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre en 2010 (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.

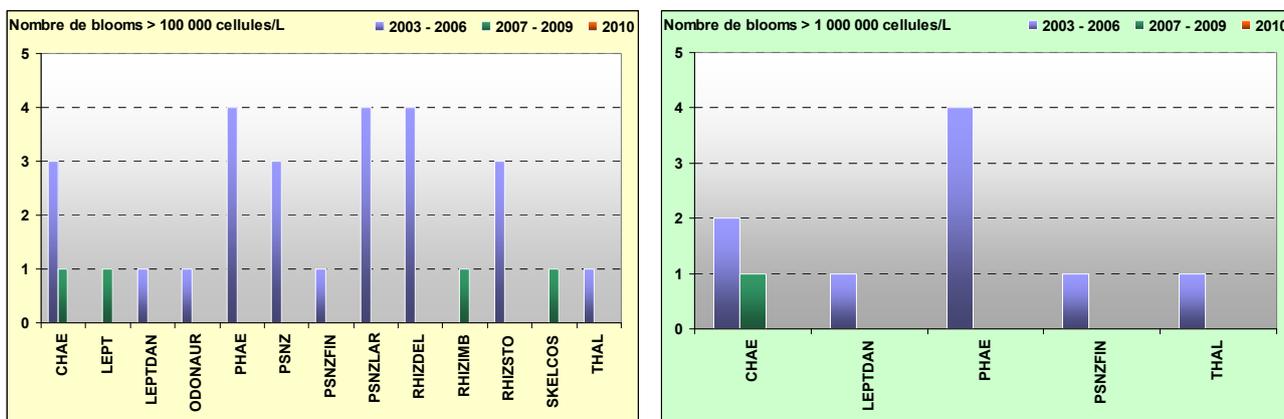


Figure 63 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur La Hougue entre 2003-2006 (n=78), 2007-2009 (n=47) et 2010 (n=15).

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 2010, le cycle des nutriments et le cycle biologique ont été de type classique. Ce point fait l'objet d'un contrôle de surveillance DCE.

III.2.8.2. Gougins 2006-2010

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 relativement peu sujet aux dessalures, qui ne dépassent alors pas 0,5 hormis quelques évènements ponctuels, telle que les dessalures observées en janvier (1,2), en mars (1,3) ou en juillet (0,9) en 2010 (Figure 64). De même pour la turbidité, qui reste typiquement inférieure à 5 FNU, mais présente ponctuellement des pics (notamment en janvier 2010 : 19 FNU, et en juin 2010 : 11,6 FNU), dont certains coïncident avec des épisodes de dessalures (Figure 64).

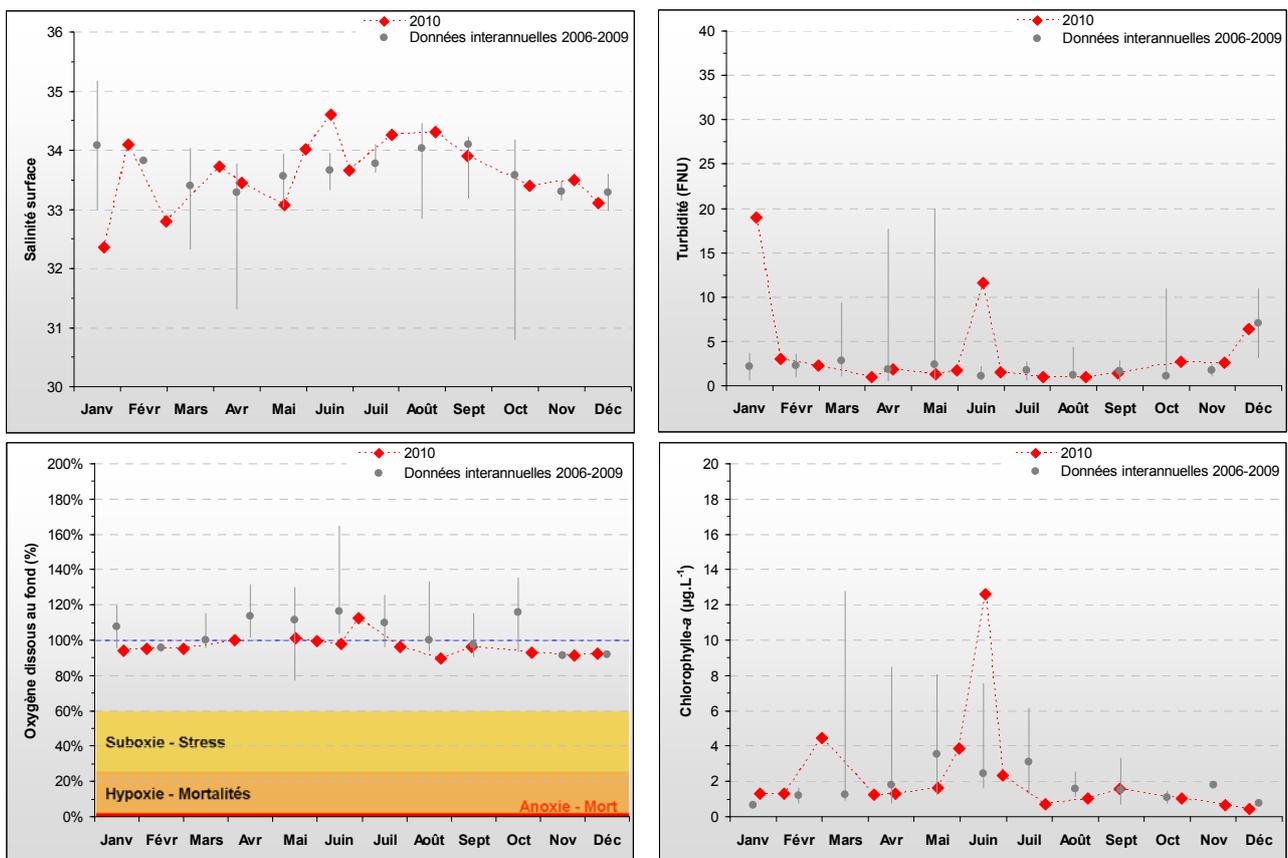


Figure 64 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Gougins entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et 2010 (◆).

Les paramètres physico-chimiques suivent les mêmes tendances à « Gougins » qu'à la station de « La Hougue » en 2010. La biomasse suit également un comportement similaire sur ces deux points à l'exception du mois de juin, où une efflorescence très marquée ($12,6 \mu\text{g.L}^{-1}$) vient s'ajouter au bloom de début mars ($4,4 \mu\text{g.L}^{-1}$), ce qui n'est pas le cas à « La Hougue » (Figure 64, cf. § III.2.8.2.). La concentration en chlorophylle a donc été en moyenne bien plus importante au point Gougins ($2,4 \mu\text{g.L}^{-1}$) qu'à La Hougue ($1,4 \mu\text{g.L}^{-1}$) en 2010 (Figure 64). 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 64).

Enfin, l'examen de stocks hivernaux moyens en nutriments montre que ceux-ci sont similaires (25,1 μM nitrate+nitrite, 0,9 μM phosphate et 15,3 μM silicate) à ceux de « La Hougue », et restent modérés (Figure 65). En outre, les évolutions annuelles des concentrations en nutriments sont très similaires aux tendances observées à la station de « La Hougue » pour l'année 2010.

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 épuisé en été, mais sur une période plus restreinte : de fin juillet à fin août (Figure 65).

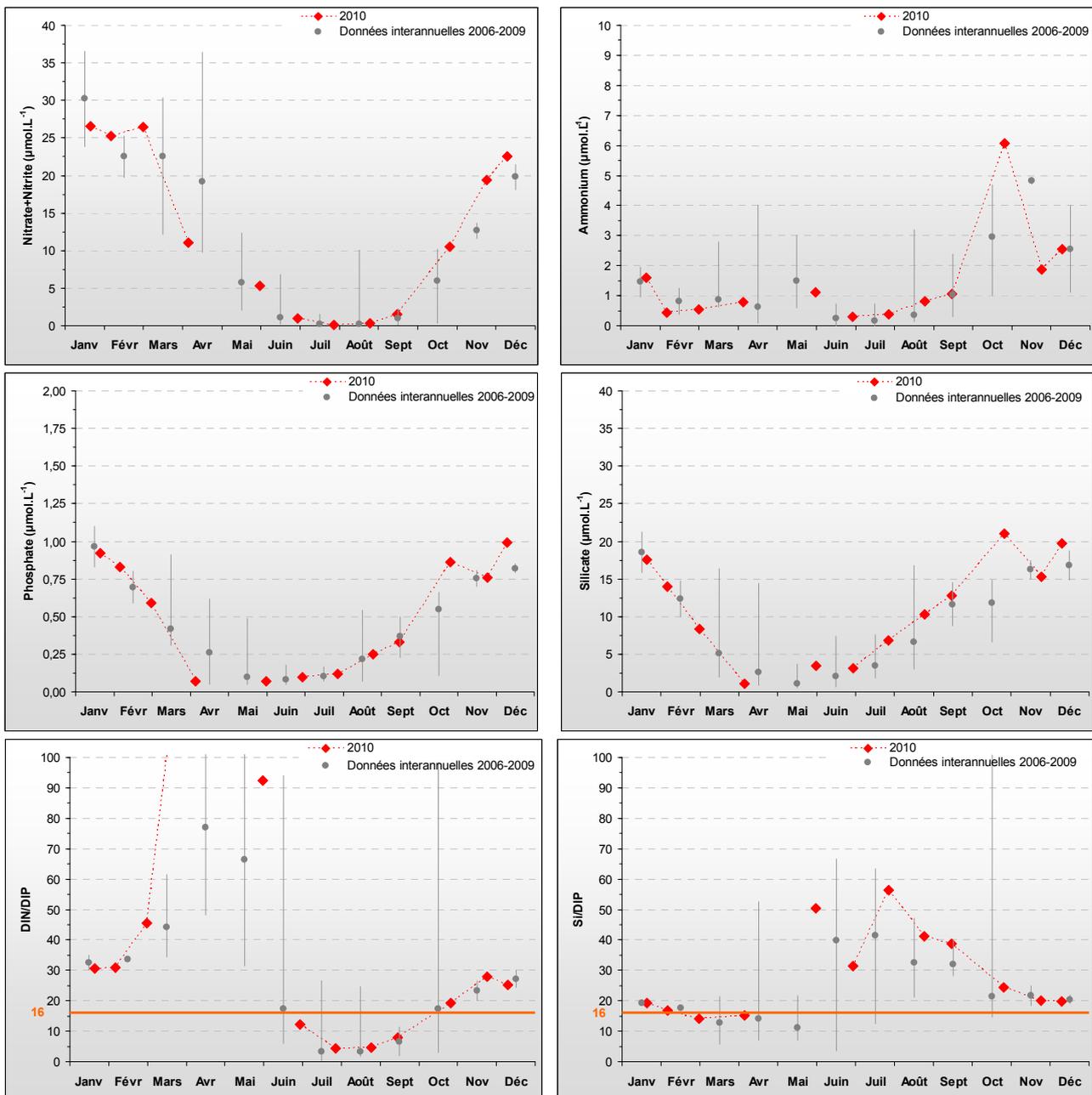


Figure 65 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Gougins entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et 2010 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Gougins »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Gougins montrent qu'aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2010 (Figure 66). 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.

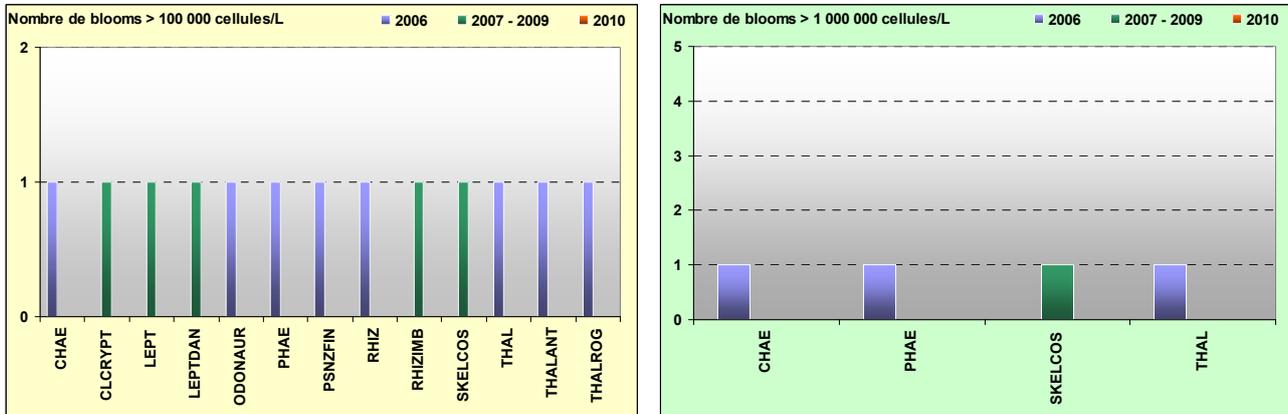


Figure 66 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gougins entre 2006 (n=21), 2007-2009 (n=47) et 2010 (n=15).

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.

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 » (32 μM DIN, 0,9 μM DIP, 18,5 μM Si) qu'à « Utah » (29 μM DIN, 0,9 μM DIP, 17,6 μM Si), la biomasse chlorophyllienne est en moyenne légèrement plus importante à « Utah » (2,5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) qu'à « Roches de Grandcamp » (2,2 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$). 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 (Gangnery *et al.*, 2008). 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 2010, que ce soit à « Utah » ou à « Roches de Grandcamp ».

III.2.9.1. Utah 2006-2010

Hydrologie au point « Utah »

Le point « Utah » est sous l'influence d'une partie des apports terrigènes de la Baie des Veys (Le Goff *et al.*, 2005). Malgré cela, peu de dessalures ont été observées en 2010 (0,9 en mars), alors que trois faibles pics de turbidité ont été enregistrés en janvier (9,5 FNU), en mars (10 FNU) et en juin 2010 (16,9 FNU) (Figure 67) ; ceux de janvier et de juin coïncidant avec les pics de turbidité identifiés à « Gougins » (masse d'eau HC09, située plus au nord, *cf.* § III.2.8.2).

L'évolution de la biomasse chlorophyllienne à Utah est similaire à celle de « La Hougue », mais est globalement plus importante : on observe une efflorescence principale au printemps (6,4 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ en mars), suivie d'un bloom estival (~4 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ en juin) (Figure 67), et une moyenne annuelle de chlorophylle-*a* de 2,5 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, soit près du double de celle observée à « La Hougue » (*cf.* § III.2.8.1). Elle est en revanche du même ordre de grandeur que celle de « Gougins », mais ne présente pas de pic très prononcé en juin tel qu'observé à « Gougins » (*cf.* § III.2.8.2).

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 67).

L'évolution des concentrations en nutriments est similaire aux points de la masse d'eau HC09. Alors qu'en 2009 les teneurs en nutriments étaient bien supérieures à « Utah » qu'au niveau des stations de la masse d'eau HC09, elles sont en 2010 du même ordre de grandeur, ainsi que les stocks hivernaux (28,5 μM de nitrate+nitrite, 0,7 μM de phosphate, et 17,6 μM de silicate) (Figure 68). Alors que le stock de nitrate+nitrite est totalement consommé pendant l'été, du phosphate et du silicate semblent toujours disponibles (Figure 68).

Résultats du RHLN 2010 vs. 2000-2009 - Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)

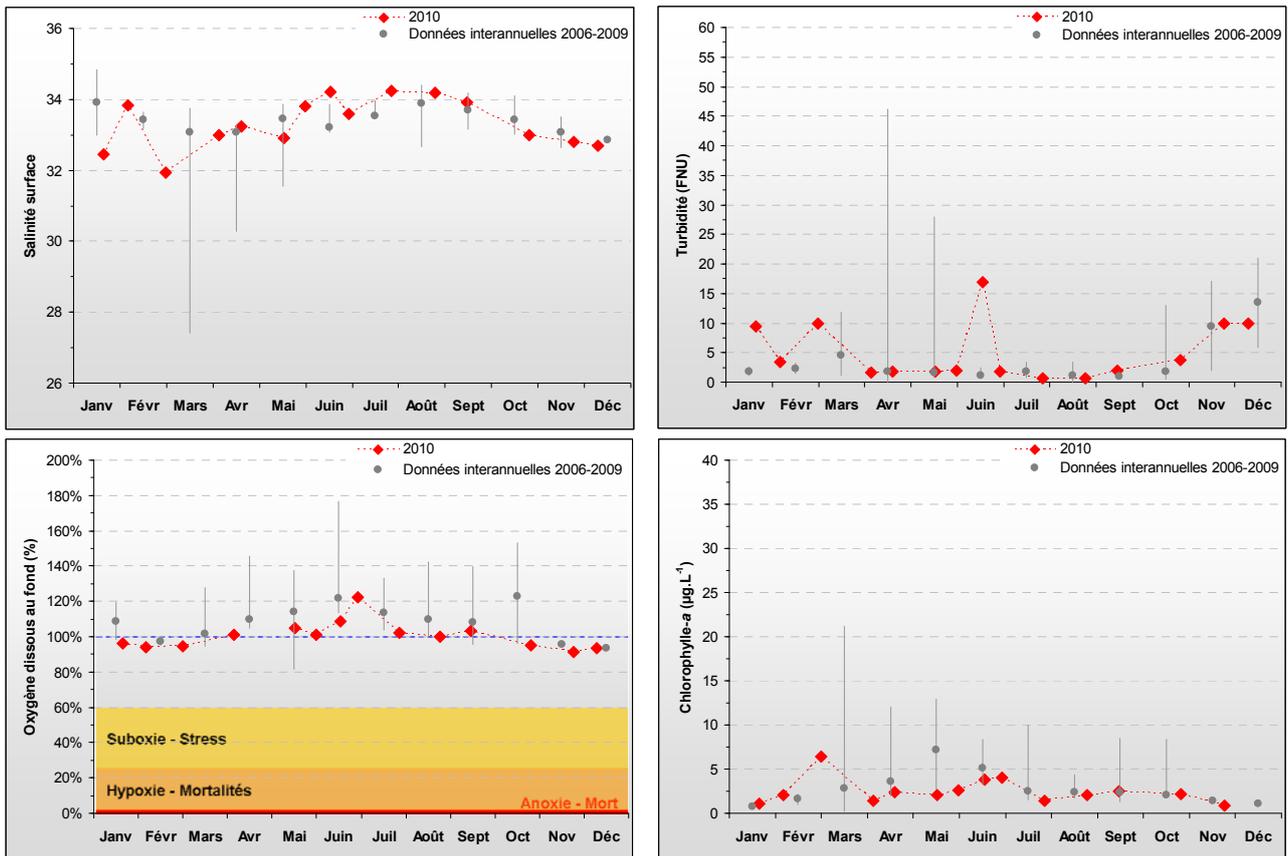


Figure 67 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Utah entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et 2010 (♦).

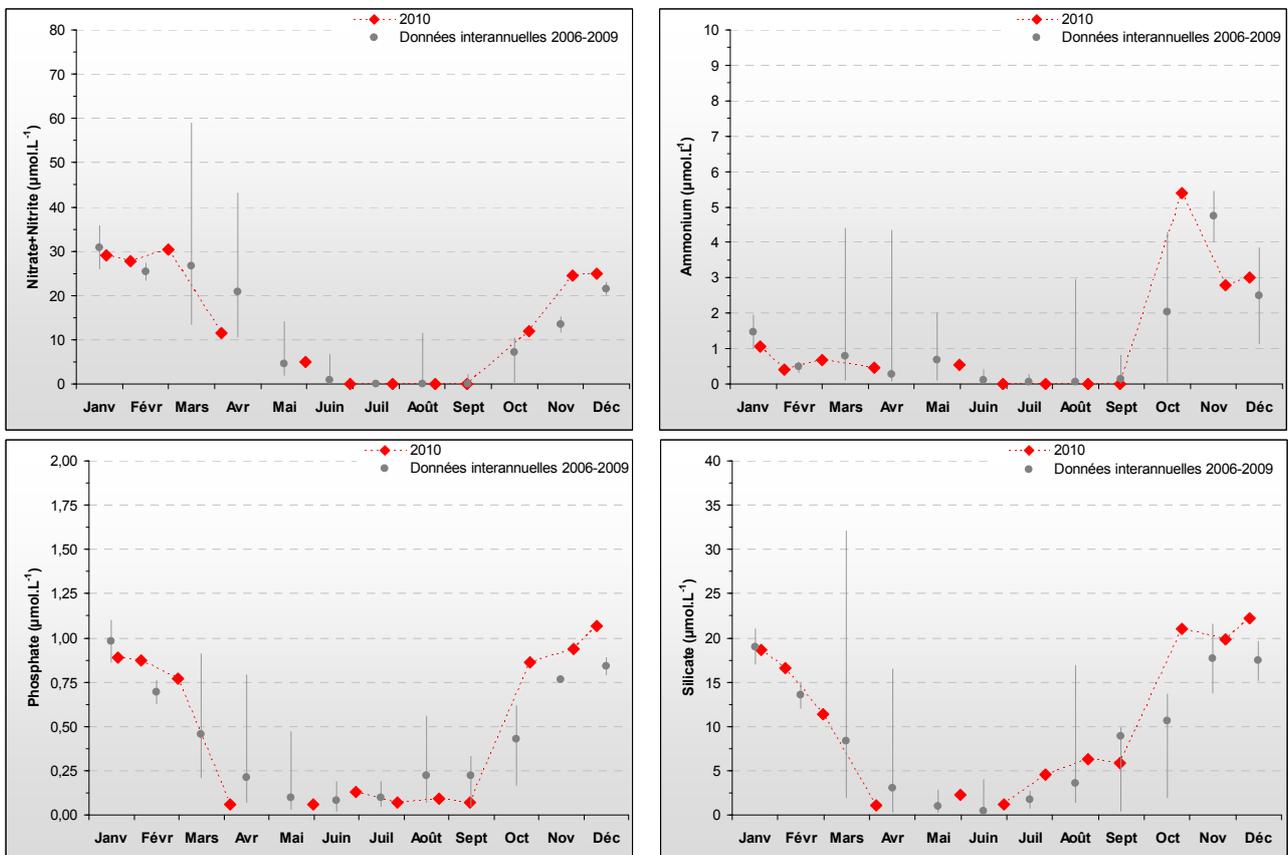


Figure 68 : Évolution des concentrations en nutriments sur Utah entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et 2010 (♦).

L'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/DIP confirme les observations menées sur les graphiques précédents, et suggère une limitation potentielle de la production de biomasse chlorophyllienne par l'azote entre fin juin et septembre (Figure 69). De plus, le phosphore pourrait être en carence entre mai et septembre 2010 par rapport au silicium, d'après l'évolution du rapport Si/DIP (Figure 69).

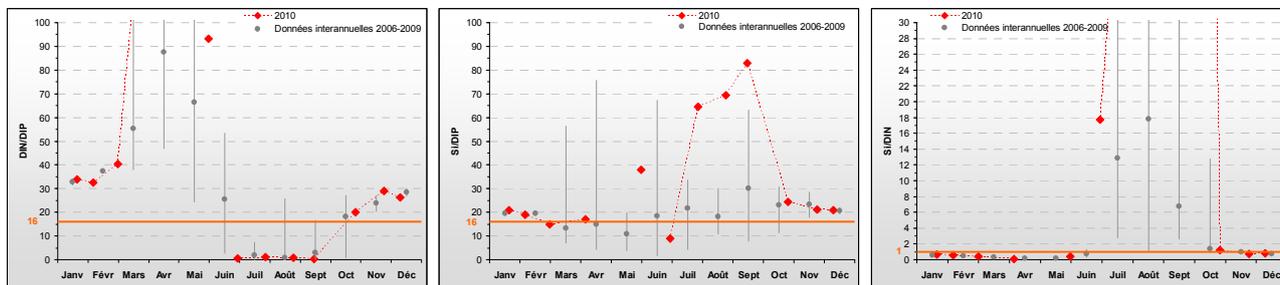


Figure 69 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Utah entre 2006 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2009 (gris) et résultats 2010 (♦). DIN/DIP = 297,5 le 06/04/2010, Si/DIN = 387,3 le 15/09/2010.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Utah »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Utah, montrent qu'aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2010 (Figure 70). 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.

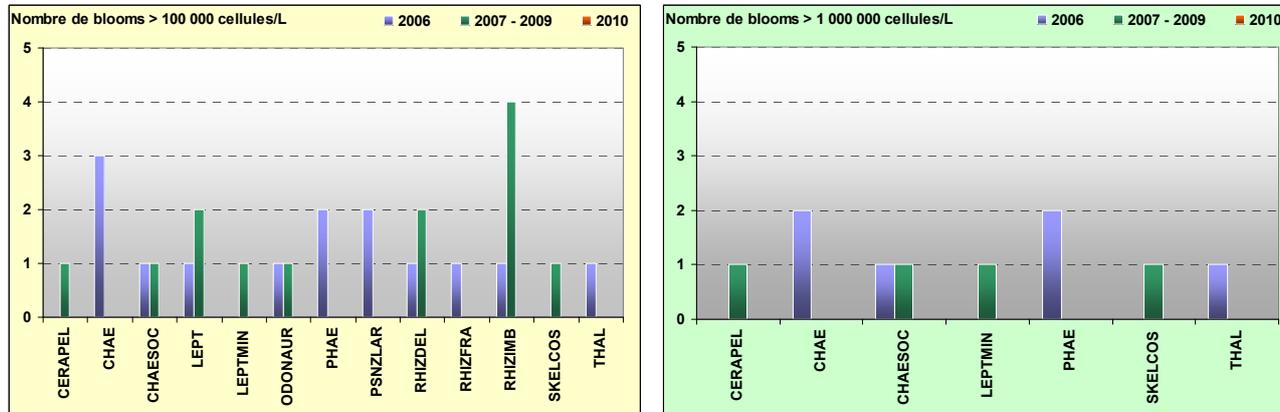


Figure 70 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Utah entre 2006 (n=22), 2007-2009 (n=49) et 2009 (n=15).

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 2001-2010

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 2010 (de l'ordre de 1,5 en mars, avril, juin et décembre) (Figure 71). De même, la turbidité qui varie modérément depuis 2001, a été relativement basse en 2010 avec cependant quelques resuspensions en janvier et mars (de l'ordre de 6,5 FNU) et en juin (8,9 FNU) (Figure 71), des phénomènes suivant des pics plus ou moins forts du débit de la *Vire*.

La biomasse chlorophyllienne est restée de l'ordre des médianes interannuelles, avec une moyenne annuelle de 2,2 µg.L⁻¹, ponctuée de maxima en mars (10,1 µg.L⁻¹), juin (3,9 µg.L⁻¹) et septembre (2,4 µg.L⁻¹) (Figure 71). 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)).

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 71).

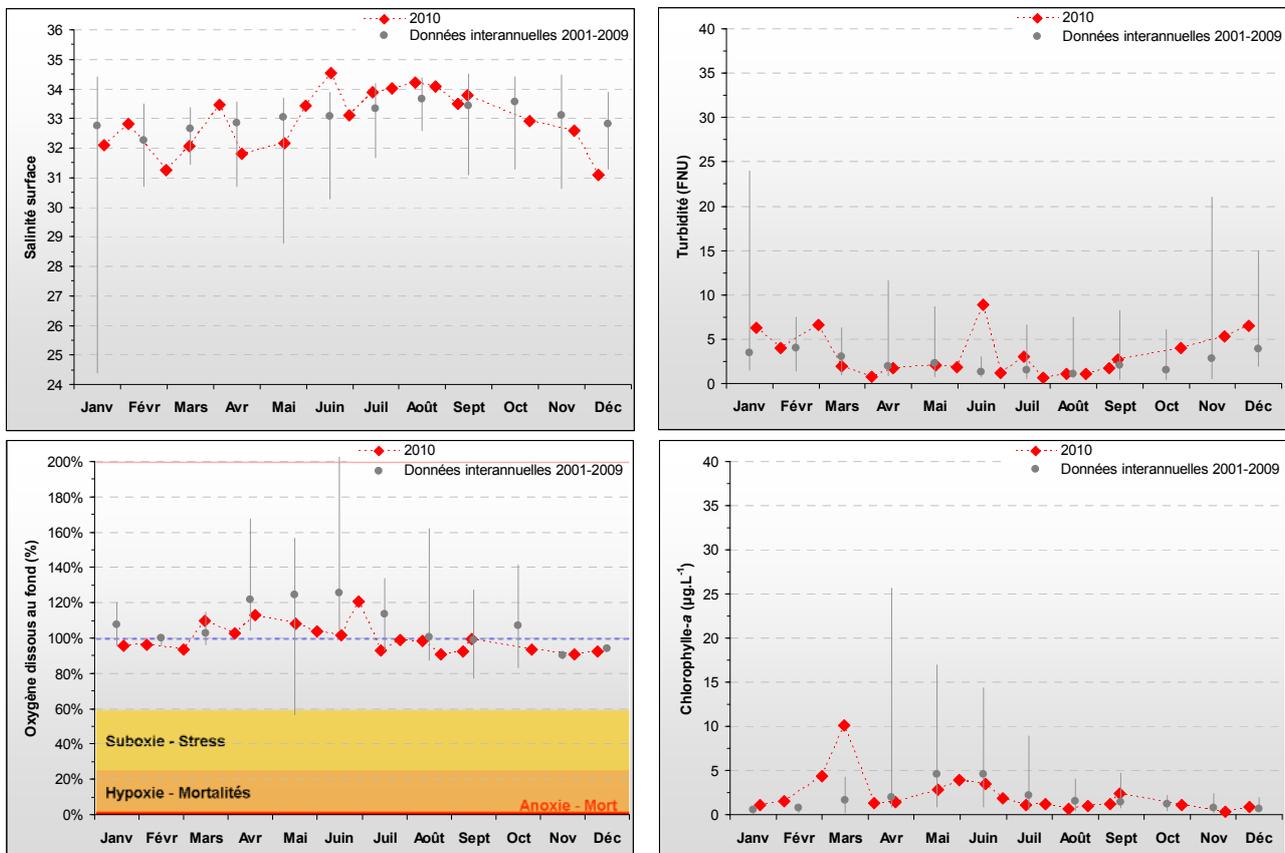


Figure 71 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et 2010 (♦).

L'évolution des concentrations en nutriments est similaire au point « Utah » voisin, avec des niveaux légèrement supérieurs. Ainsi, les stocks hivernaux, similaires en 2010 à ceux de 2009 et 2008, sont de l'ordre de 32,1 μM de nitrate+nitrite, 0,9 μM de phosphate, et 18,5 μM de silicate (Figure 72). Après une recharge en avril, le stock de nitrate+nitrite est totalement consommé pendant l'été, alors que le phosphate et le silicate ne sont jamais complètement consommés (Figure 72).

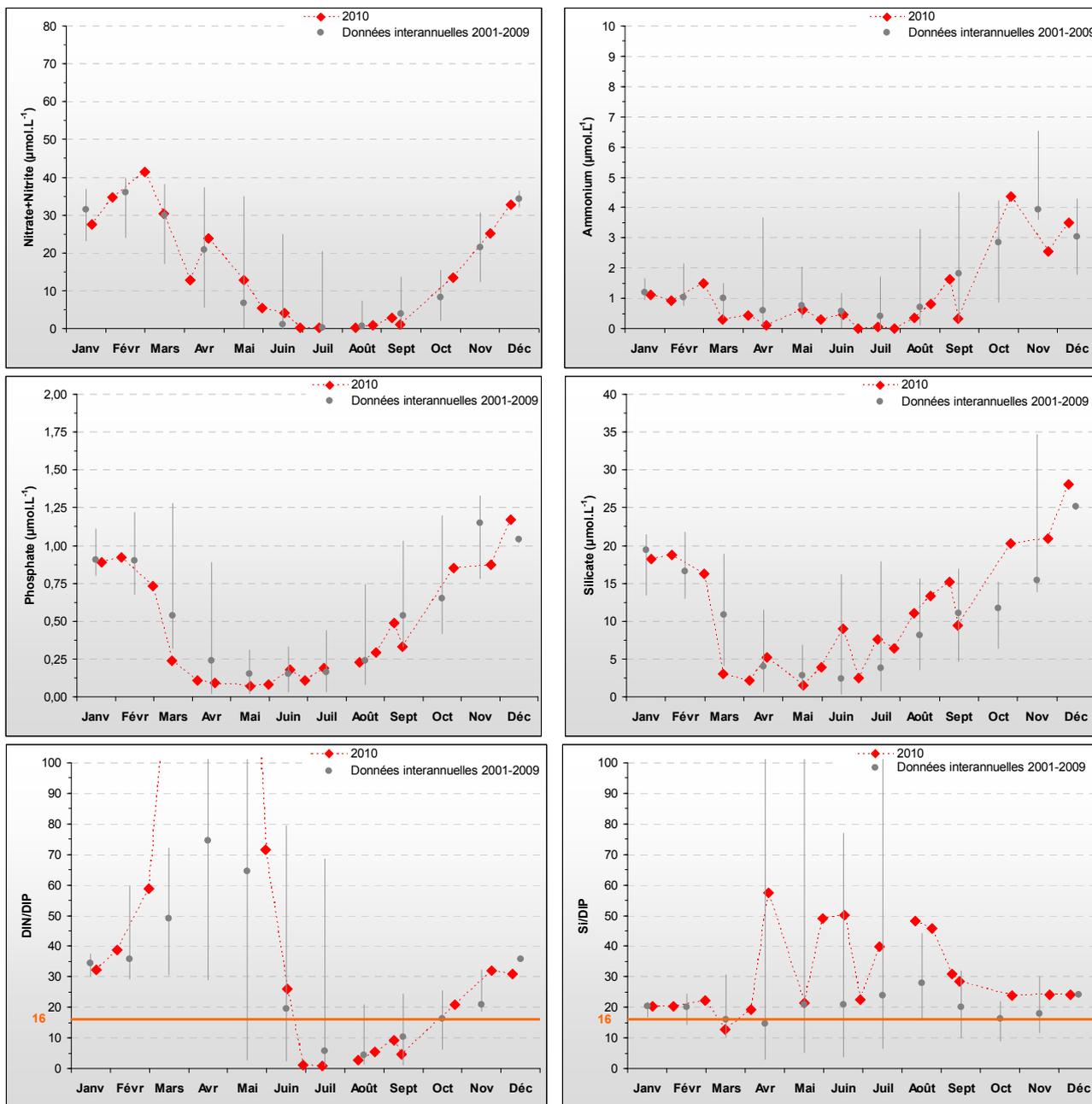


Figure 72 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et 2010 (♦). DIN/DIP = 127,9 le 17/03/2010, DIN/DIP = 120,3 le 06/04/2010, DIN/DIP = 266,7 le 20/04/2010, DIN/DIP = 191,9 le 18/05/2010.

Ainsi, l'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/DIP suggère une limitation potentielle de la production de biomasse chlorophyllienne par l'azote entre fin juin et septembre (Figure 72). De plus, le phosphore pourrait présenter une carence par rapport au silicium plus ou moins marquée d'avril à fin août 2010, selon le rapport Si/DIP (Figure 72).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Roches de Grandcamp »

Les données issues des flores partielles indicatrices à « Roches de Grandcamp » montrent qu'aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2010 (Figure 73). Malgré le fait que des flores partielles soient majoritairement réalisées en ce point, les peuplements phytoplanctoniques présents apparaissent représentatifs des milieux sous influence estuarienne, qui, du fait de la proximité du point avec la masse d'eau HT06, sont probablement similaires à ceux observés au point « Géfosse »⁷.

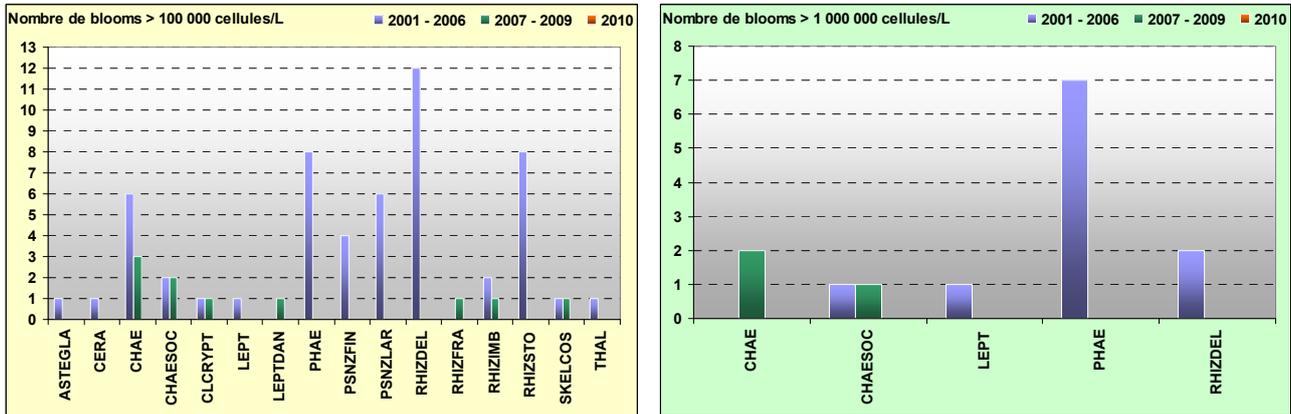


Figure 73 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Roches de Grandcamp entre 2001-2006 (n=148), 2007-2009 (n=60) et 2010 (n=19).

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.

⁷ 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 2002-2010)

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 (32 µM DIN, 0,9 µM DIP, 18 µM Si) par rapport à d'autres masses d'eau de transition comme la HT05. Du fait de la présence d'une importante zone ostréicole consommant le phytoplancton, la biomasse chlorophyllienne reste très modérée (~ 2,4 µg.L⁻¹ en moyenne) et l'azote devient potentiellement en carence pendant la période estivale (de fin juin à septembre). En 2010, quatre taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, dont le genre *Chaetoceros* à cinq reprises durant l'été, et dépassant deux fois le seuil de 1 000 000 cellules par litre. 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 plus fluctuante en 2010 qu'en 2009, avec quelques pics de dessalures relativement marqués (en mars, mai et décembre) (Figure 74). De même, malgré des valeurs assez faibles en 2010 (≤ 3 FNU), la turbidité présente quelques pics marqués en janvier (9,3 FNU), mars (22 FNU) et novembre (9,9 FNU), qui coïncident avec des dessalures (Figure 74).

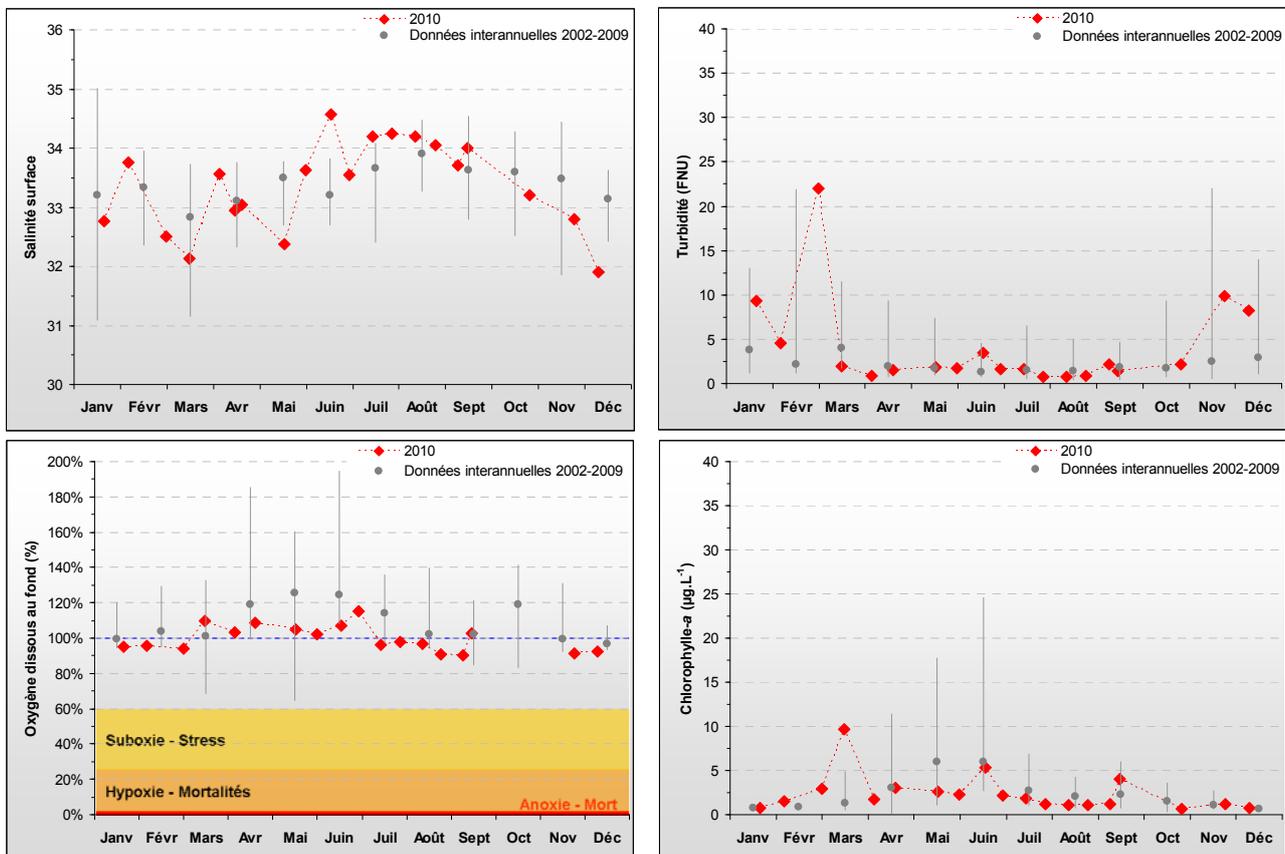


Figure 74 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Géfosse entre 2002 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2009 (gris) et 2010 (♦).

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 à l'Ouest de la baie (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 relativement faible en 2010 de $2,38 \mu\text{g.L}^{-1}$, les maxima de teneurs en chlorophylle-a ont été enregistrés en mars ($9,6 \mu\text{g.L}^{-1}$), en juin ($5,4 \mu\text{g.L}^{-1}$), et en septembre ($4 \mu\text{g.L}^{-1}$) ; la biomasse restant relativement faible tout le reste de l'année (Figure 74).

Malgré les pics en chlorophylle-a enregistrés en 2010, 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 74).

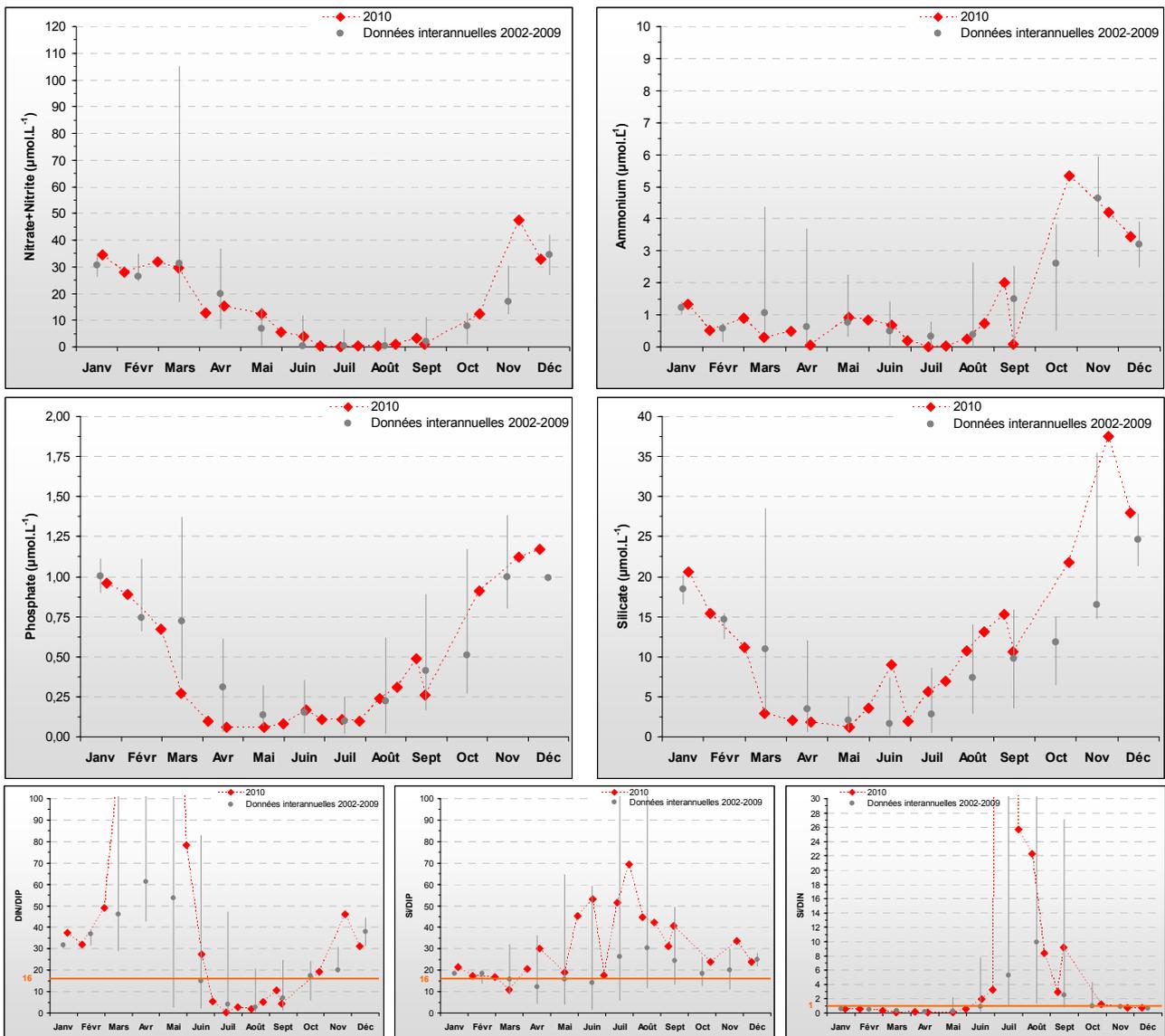


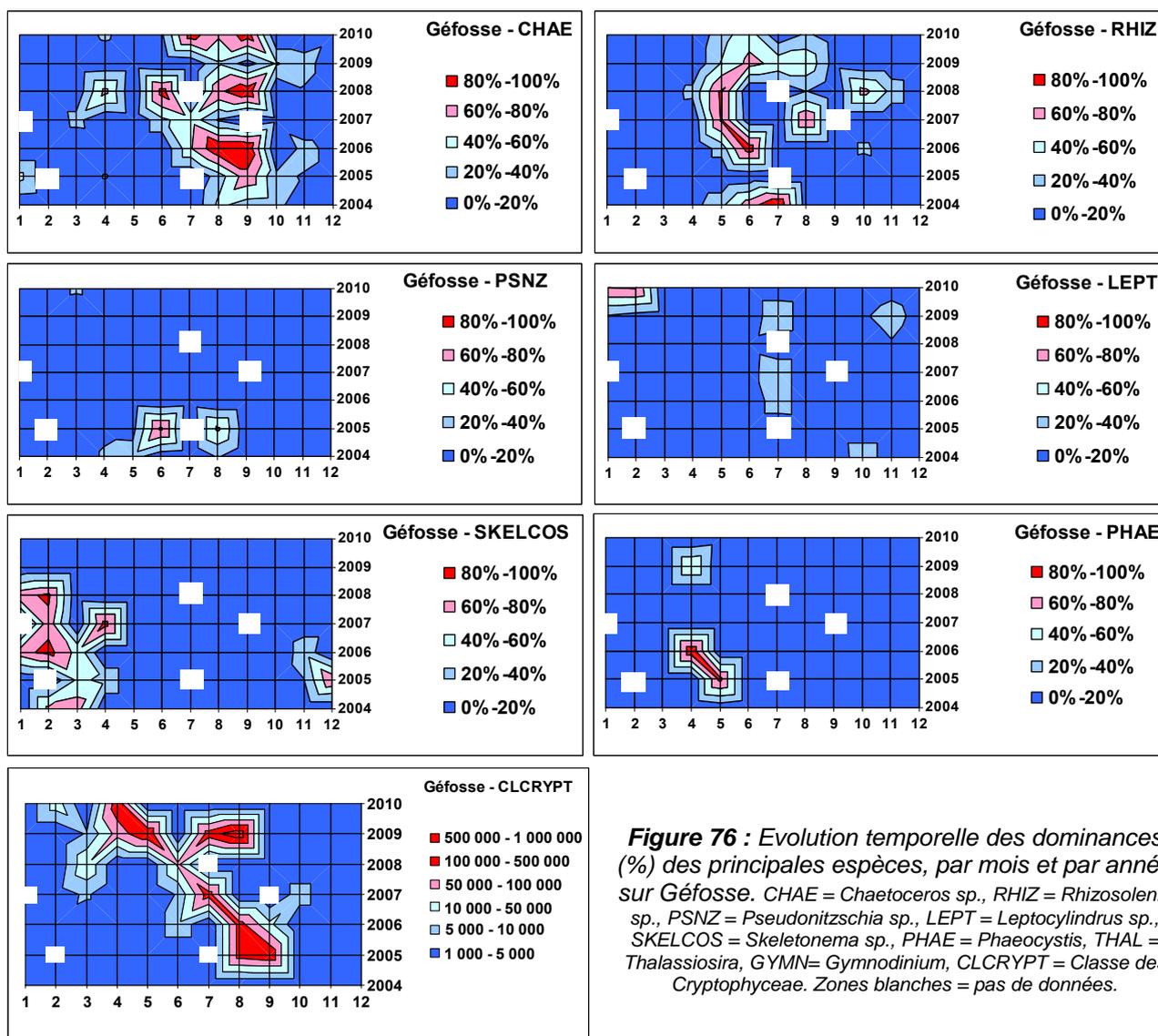
Figure 75 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Géfosse entre 2002 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2009 (gris) et 2010 (♦).

Les stocks hivernaux, légèrement supérieurs en 2010 à ceux de 2009 et de 2008, sont de l'ordre de $31,3 \mu\text{M}$ de nitrate+nitrite, $0,9 \mu\text{M}$ de phosphate, et $18 \mu\text{M}$ de silicate (Figure 75). Le stock de nitrate+nitrite est totalement consommé pendant l'été (de fin juin à fin août), alors que le phosphate et le silicate ne sont jamais complètement consommés (Figure 75).

En effet, l'examen de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP et Si/DIP suggère une limitation potentielle de la production de biomasse chlorophyllienne par l'azote entre fin juin et septembre (Figure 75). De plus, selon l'étude du rapport Si/DIP, le phosphore semble être globalement en carence par rapport au silicium durant l'année 2010, cette carence étant plus marquée en période estivale (Figure 75).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Géfosse »

Les données issues des flores totales à Géfosse en 2010 permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point (Figure 76).



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, par *Thalassiosira* (THAL) en 2008-2009, et par *Leptocylindrus* en 2010 (Figure 76). Le bloom printanier (avril – juin) est principalement dominé par la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) (Figure 76). L'été et la fin de l'été sont fortement dominés par *Chaetoceros* (CHAE) (Figure 76), et notamment par l'espèce *Chaetoceros socialis*.

Au total, huit blooms supérieurs à 100 000 cellules par litre impliquant cinq taxons différents ont été relevés en 2010, deux ont dépassé le seuil des 1 000 000 de cellules par litre (Figure 77). Un premier bloom précoce a été observé début février 2010, avec le genre *Leptocylindrus* : 285 000 cellules.L⁻¹ le 05/02. Puis le bloom printanier a été dominé par une succession d'espèces, en commençant par *Chaetoceros socialis* (CHAESOC) (178 200 cells.L⁻¹ le 06/04), puis par la diatomée *Guinardia delicatula* (RHIZDEL) (104 800 cells.L⁻¹ le 18/06). Le bloom estival a ensuite été dominé par le genre *Chaetoceros* (CHAE) de juillet à septembre (1 022 200 cells.L⁻¹ le 15/07, 232 000 cells.L⁻¹ le 28/07, 122 000 cells.L⁻¹ le 12/08 et 1 018 100 cells.L⁻¹ le 15/09).

La classe des flagellés Cryptophycées (CLCRYPT) appartient au nanoplancton (2 - 20 µm de taille), se développant préférentiellement dans les milieux très côtiers potentiellement sous l'influence d'apports terrigènes. Elle a été observée en abondance depuis 2004 en fin d'été (août – septembre), puis au printemps – début d'été depuis 2007 (Figure 76). En revanche, en 2010, on remarque que sa présence est plus anecdotique, limitée aux mois de février et d'avril, et ne présente pas de bloom supérieur à ce seuil. Enfin, un bloom du nanoplancton *Chlorophyceae* a été observé le 16/04 en atteignant 311 100 cell.L⁻¹.

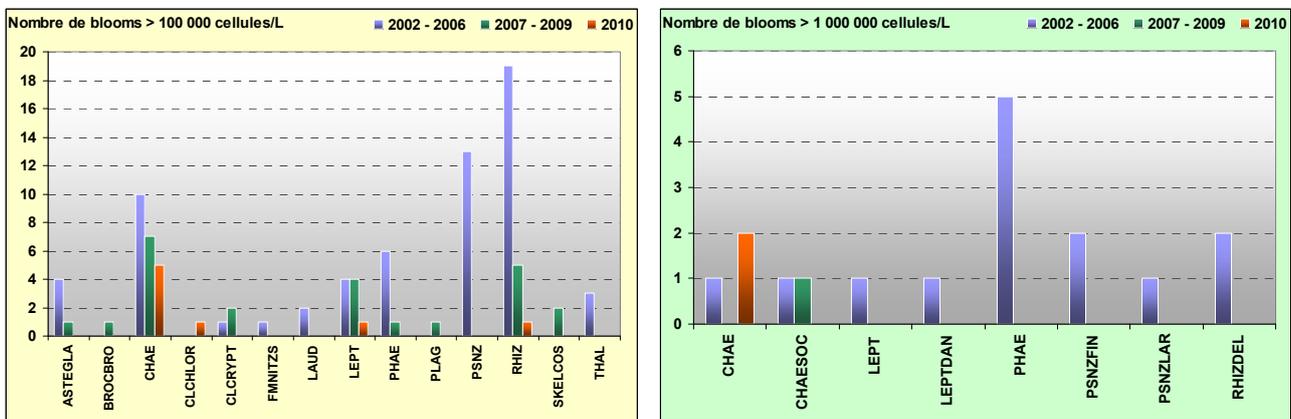


Figure 77 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Géfosse entre 2002-2006 (n=122), 2007-2009 (n=63) et 2010 (n=20). Les taxons ayant dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre étant nombreux, certains ont été regroupés par familles.

La flore phytoplanctonique du point Géfosse apparaît donc bien comme étant influencée par les apports dans 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. Ce point est relativement proche du point de surveillance « Roches de Grandcamp » appartenant à la masse d'eau HC10 adjacente, et pourrait apparaître redondant. Cependant, le point « Géfosse » est une des stations dont l'historique est le mieux connu, puisqu'il fait aussi partie du réseau REPHY.

III.2.11. Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2010)

SYNTHESE HCII : 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 2010 ont permis de confirmer les données obtenues en 2009, de manière générale. Les stocks hivernaux sont modérés, et du même ordre de grandeur en 2010 (31 μM DIN, 1,1 μM DIP et 18 μM Si). Cependant, malgré la relative importance de ces stocks, la biomasse en 2010 est restée du même ordre de grandeur qu'en 2009, et donc assez faible (1,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne et 5,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ maximum) comparée à celle de 2004-2006 (4,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne, 14,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ maximum).

Par ailleurs, de même qu'en 2009, aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre dans cette masse d'eau en 2010, 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 réseau de contrôle de surveillance, mais les résultats sur le point « Port en Bessin 1 mille » en 2004 lors de l'état des lieux initial ont permis de statuer 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 » du fait des résultats en biomasse et abondance. 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 avoisinants, ce qui explique la relative stabilité de la salinité et la turbidité relativement faible (≤ 3 FNU), hormis une dessalure d'amplitude 0,7 en mai, et une turbidité beaucoup plus élevée en début d'année (14 FNU en janvier, 5,1 FNU en février et 7,4 FNU en mars) (Figure 78). 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 78).

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 (2,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$), tendance qui s'est confirmée en 2010, avec une moyenne de 1,87 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Figure 78). On observe le bloom le plus marqué début mars (5,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$), suivi de deux légers blooms estivaux (respectivement 2,7 et 2 $\mu\text{g.L}^{-1}$) et d'un bloom de fin d'été peu marqué (1,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en septembre) (Figure 78). 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, l'année 2010 ayant été plus fraîche et moins humide que les années précédentes (*cf.* § III.1). Les stocks hivernaux n'ayant pas pu être estimés lors du suivi de 2004-2006, il est difficile pour l'instant de statuer sur l'une ou l'autre hypothèse.

Résultats du RHLN 2010 vs. 2000-2009 - Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2010)

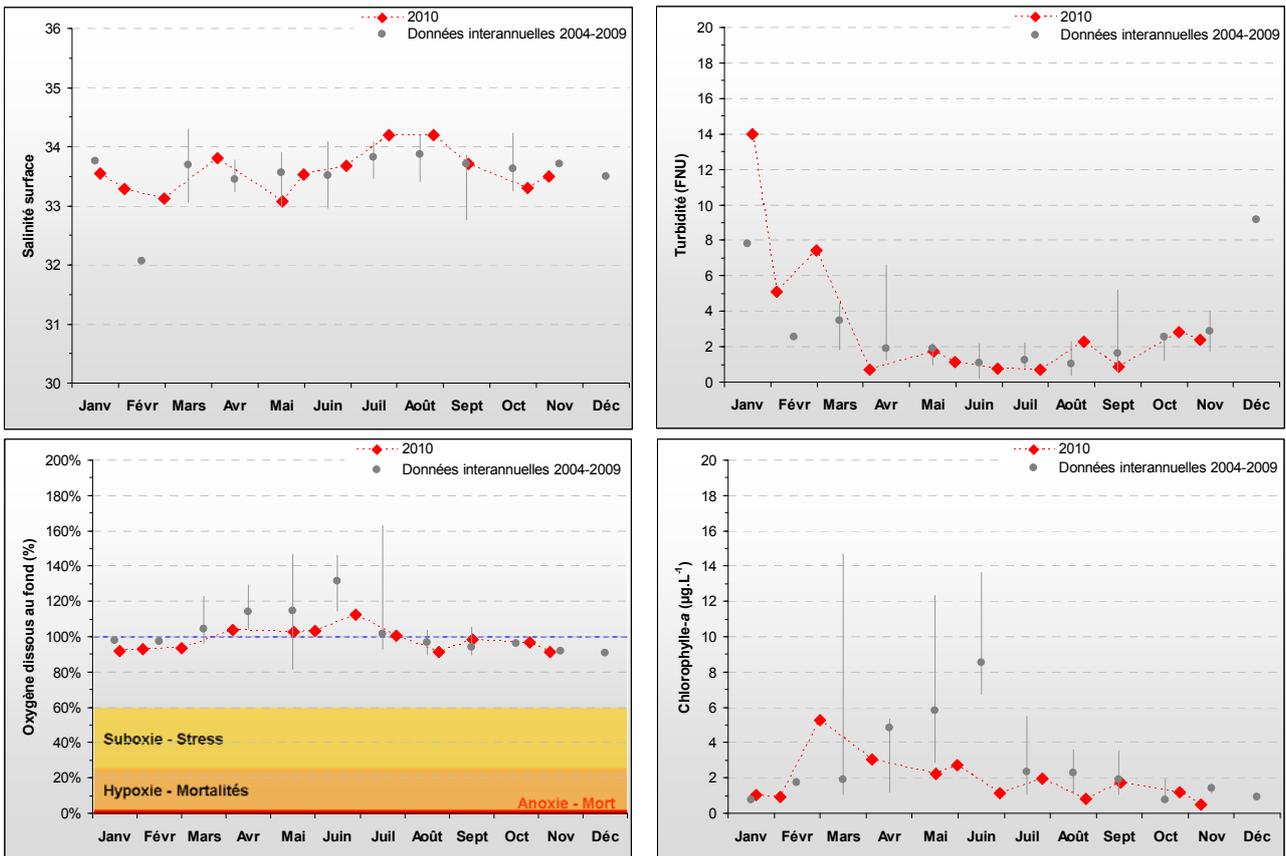


Figure 78 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Port en Bessin 1 mille entre 2004 – 2006, 2009 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009 (gris) et 2010 (♦).

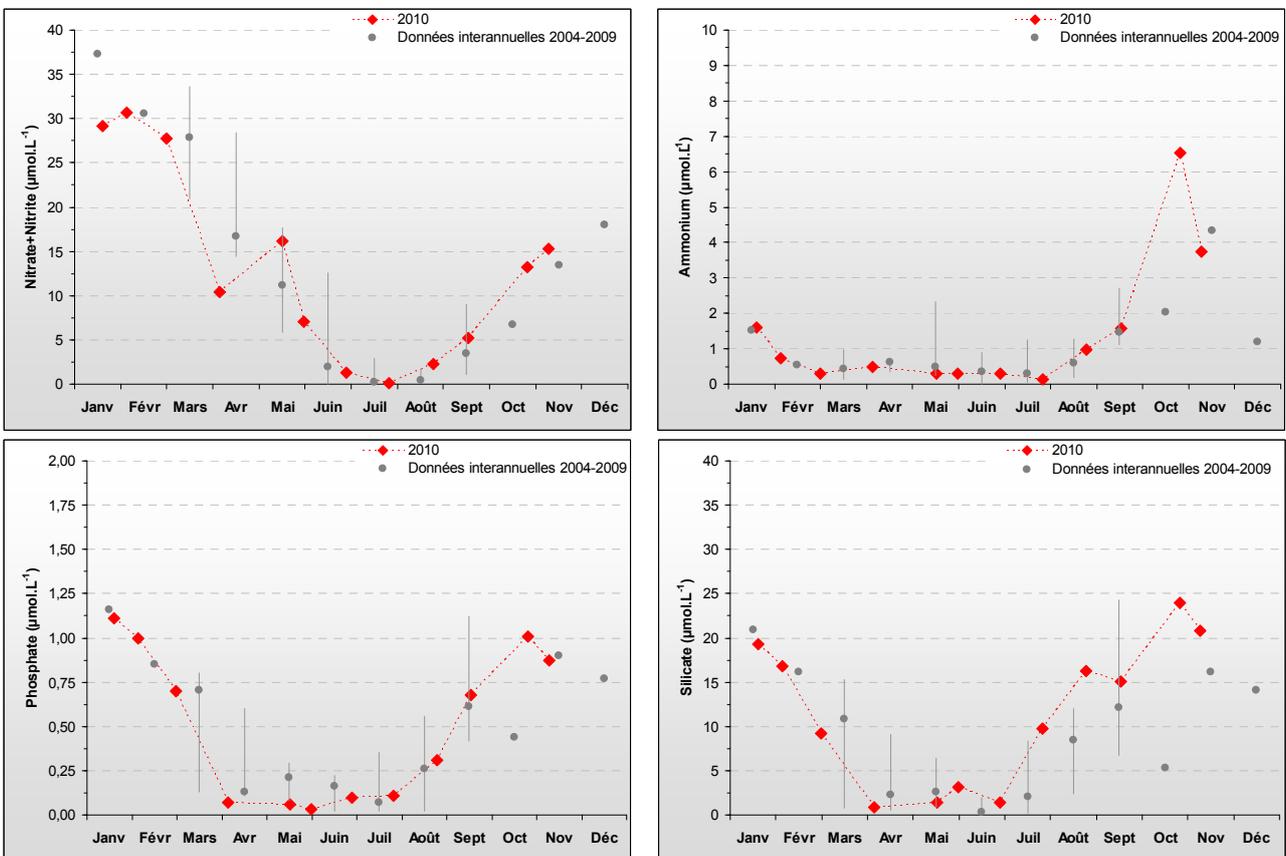


Figure 79 : Évolution des concentrations en nutriments sur Port en Bessin 1 mille entre 2004 – 2006, 2009 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009 (gris) et résultats 2010 (♦).

Les stocks hivernaux en nutriments, évalués pour la première fois en 2009, sont du même ordre de grandeur en 2010, bien que légèrement inférieurs : 30 μM de nitrate+nitrite, 1,1 μM de phosphate et 18,1 μM de silicate (Figure 79). Ces stocks connaissent une décroissance rapide suite au bloom phytoplanctonique observé début mars ; une recharge en nitrate+nitrite est observable en mai, qui s'ensuit d'une décroissance jusqu'à la fin du mois de juillet, où ce stock est presque complètement épuisé. Les autres nutriments ne connaissent pas cette recharge, et présentent donc des teneurs proches de leur minimum dès le mois d'avril ; ils ne sont en revanche pas complètement épuisés pendant l'été (Figure 79).

L'étude de l'évolution des rapports molaires DIN/DIP montre un déséquilibre avec un fort excès d'azote au début de l'année 2010 (janvier à fin mai), suivi d'une période où l'azote semble en carence potentielle relative au phosphate, particulièrement marquée en fin juillet (Figure 80). 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 en début juin et en fin juillet – août 2010 (Figure 80).

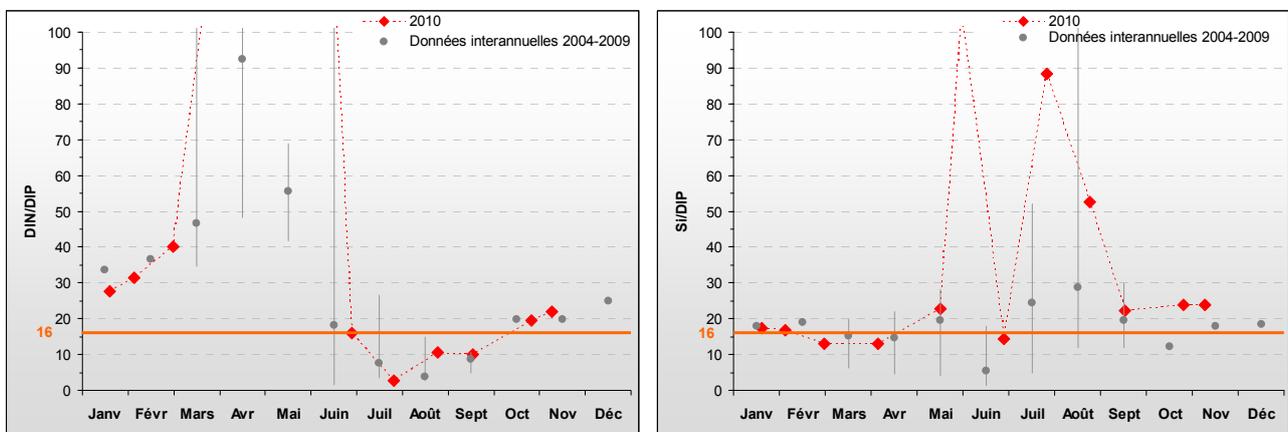


Figure 80 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Port en Bessin 1 mille entre 2004 – 2006, 2009 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009 (gris) et résultats 2010 (♦).
 DIN/DIP = 155,6 le 06/04/10, DIN/DIP = 275,0 le 18/05/10, DIN/DIP = 245,7 le 01/06/10, Si/DIP = 104,3 le 01/06/10.

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 bloom supérieur à 100 000 cellules par litre en 2010 (Figure 81).

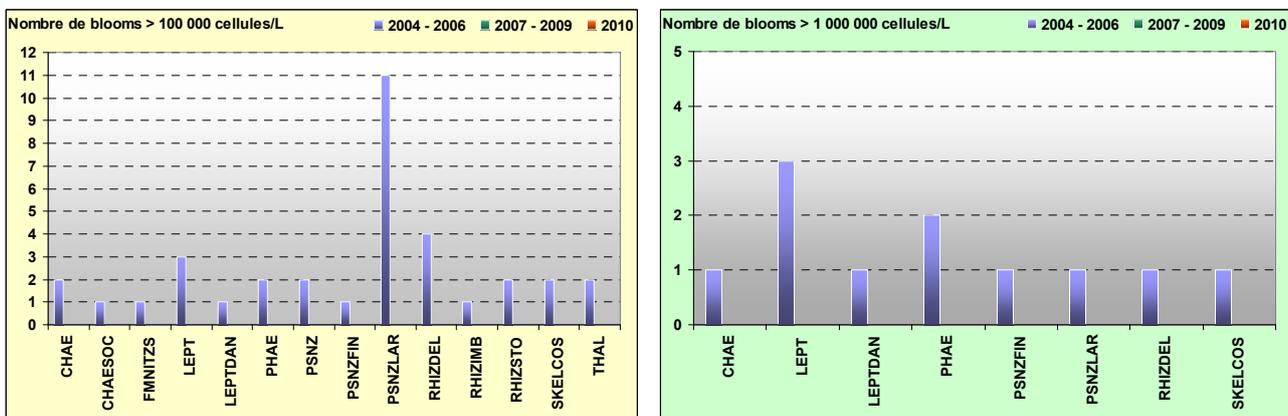


Figure 81 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009 (n=67) et 2010 (n=12).

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 81). Les dinoflagellés du genre *Pseudo-nitzschia* (PSNZ) étaient dominant, ayant à eux seuls dépassé contribué à 40 % de ces blooms, et les diatomées de la famille *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) à 20 % (Figure 81). 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. A contrario, bien que similaire à celui de 2009, le développement biologique est significativement moins important que celui des années précédentes.

Le contrôle opérationnel est basé sur la même stratégie que le contrôle de surveillance pour l'élément de qualité « Phytoplancton ». La masse d'eau avait été classée en RNABE du fait de la biomasse et l'abondance du phytoplancton. Les derniers résultats obtenus sur la biomasse et l'abondance du phytoplancton semblent suggérer que le contrôle opérationnel ne s'imposerait plus. Cependant, il apparaît pertinent de maintenir le contrôle opérationnel le temps de vérifier que la qualité de la masse d'eau s'est bien améliorée malgré la variabilité interannuelle.

III.2.12. Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2010)

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 2010 se rapprochent de ceux obtenus pour la masse d'eau HC11. La production phytoplanctonique a été relativement faible en 2010 (teneur moyenne en chlorophylle-a de 1,8 µg.L⁻¹). Pourtant, les stocks hivernaux en nutriments, semblables à ceux observés en 2009, sont modérés (32,5 µM DIN, 1,1 µM DIP, 18 µM Si). Le silicate et le phosphate atteignent leurs minima très tôt (début avril), tandis que le nitrate+nitrite l'atteint en fin juillet, suite à une recharge en mai. Aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre au cours de l'année 2010. 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) mais assez fréquentes (principales observées en avril et fin octobre 2010) (Figure 82). Durant le premier trimestre 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 82). 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 82).

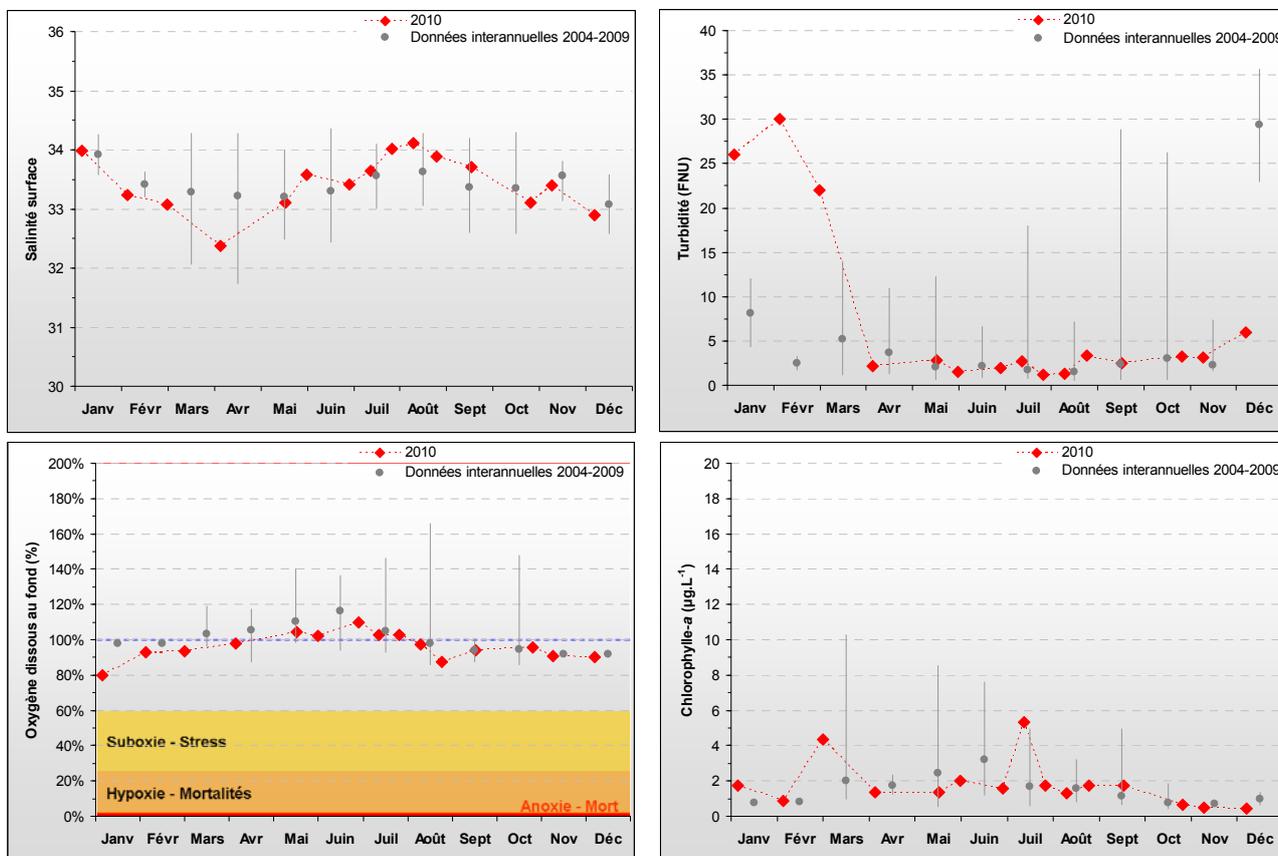


Figure 82 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2009 (gris) et 2010 (♦).

En 2010, la concentration en chlorophylle-a observée est restée faible, la moyenne annuelle étant de $1,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ (avec un maximum en juillet à $5,3 \mu\text{g.L}^{-1}$), contre une moyenne interannuelle de $2,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ (Figure 82).

Les évolutions des teneurs en nutriments au cours de l'année 2010 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 2010 ont été très similaires à ceux enregistrés en 2009, et restent également du même ordre de grandeur à ceux enregistrés dans la masse d'eau HC11 durant ces deux dernières années de suivi ($31,3 \mu\text{M}$ de nitrate+nitrite, $1,1 \mu\text{M}$ de phosphate et $18,2 \mu\text{M}$ de silicate) (Figure 83). Aucun des stocks en nutriments ne semble avoir été complètement consommé pendant la période estivale de 2010, le minimum atteint pour le nitrate+nitrite étant de $0,3 \mu\text{M}$ en fin juillet (suite à une recharge en mai), de $0,1 \mu\text{M}$ pour le phosphate en début avril, et de $1,7 \mu\text{M}$ pour le silicate en début avril également (Figure 83).

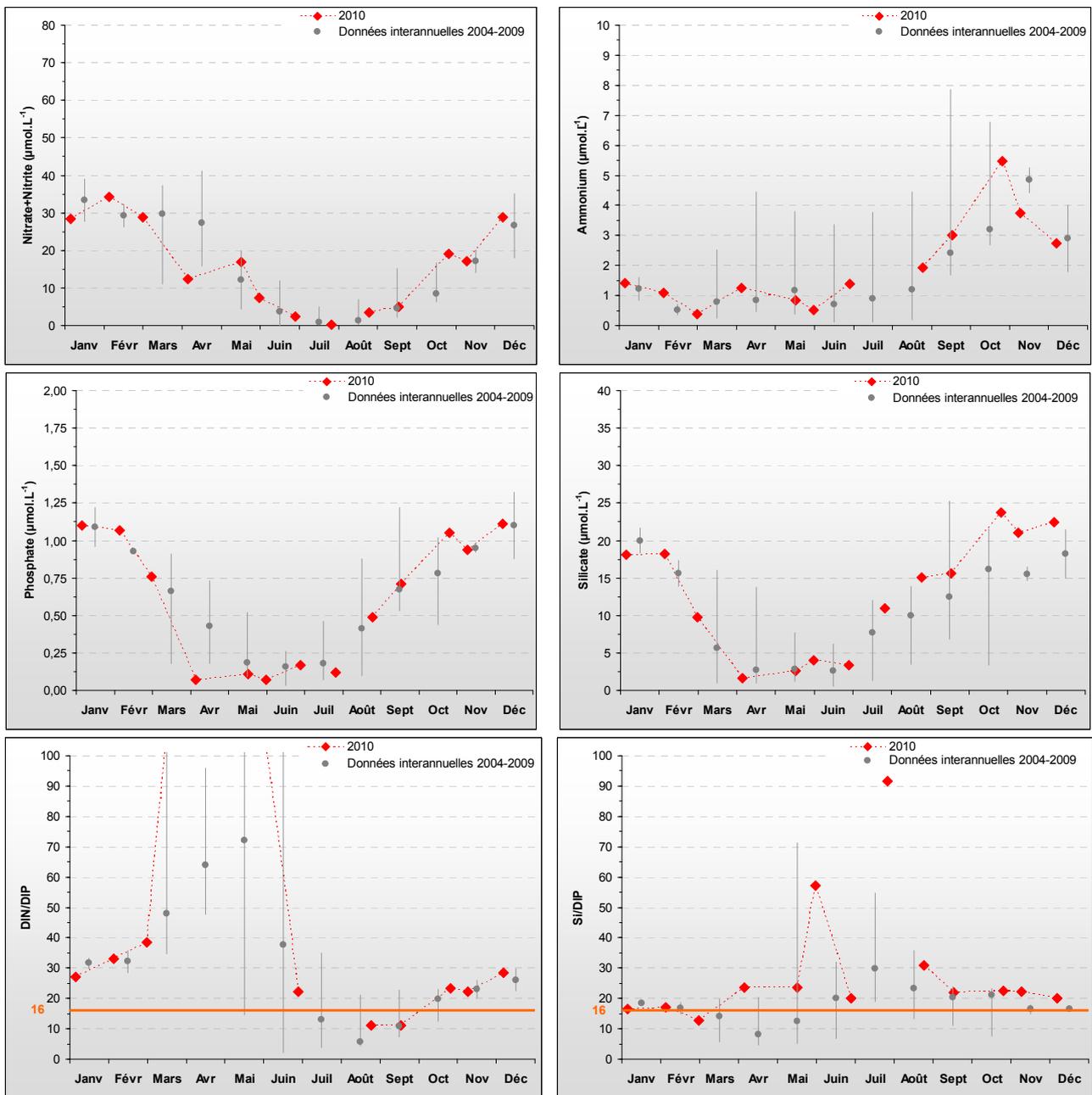


Figure 83 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP sur Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2009 (gris) et résultats 2010 (♦). DIN/DIP = 193,4 le 06/04/10, DIN/DIP = 161,4 le 18/05/10, DIN/DIP = 111,9 le 01/06/10.

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 2010 (de mars à mai) (Figure 83). De plus, l'étude du rapport Si/DIP suggère une légère carence potentielle en phosphore par rapport au silicium début juin et en fin juillet (Figure 83).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Asnelles-Meuvoines »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) à « Asnelles-Meuvoines » montre qu'en 2010, aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre (Figure 84). Les observations interannuelles suggèrent que les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec une faible influence des eaux estuariennes.

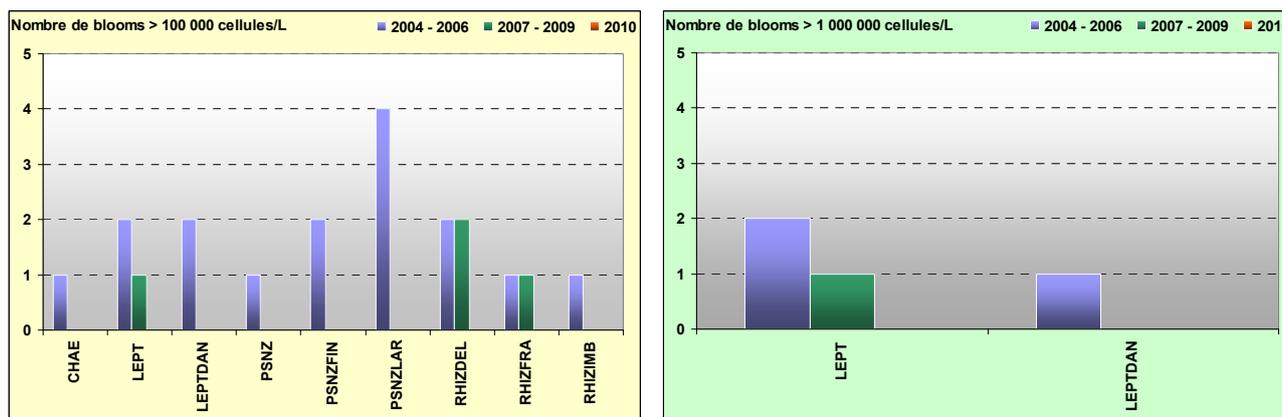


Figure 84 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Asnelles-Meuvoines entre 2004-2006 (n=70), 2007-2009 (n=75) et 2010 (n=15).

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 2004-2010)

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 relativement faible (moyenne de $1,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ avec un maximum de $4,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ en 2010). Les stocks hivernaux en nutriments restent modérés et similaires à ceux de 2009 et de 2008 ($36 \mu\text{M DIN}$, $1 \mu\text{M DIP}$, $19 \mu\text{M Si}$ en 2010), et ne semblent pas s'épuiser complètement pendant la période estivale. En 2010, aucun taxon n'a atteint le seuil de 100 000 cellules par litre. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est considéré comme représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

Ce suivi permet de mettre en évidence des similitudes entre cette masse d'eau et les masses d'eau HC11 et HC12, et donc confirme le choix de sélectionner la masse d'eau HC13 pour le contrôle de surveillance DCE dans cette zone.

Hydrologie au point « St Aubin les Essarts »

La masse d'eau HC13 ne reçoit pas d'apport direct important en provenance des bassins versants malgré une influence indirecte de l'Orne, ce qui explique les fluctuations de salinité relativement faibles constatées sur la Figure 85 (maximum de 1 en 2010). En revanche, ces dernières peuvent être relativement fréquentes, ainsi que les pics de turbidité dont certains coïncident avec les pics de dessalure (fin octobre, fin juin par exemple) (Figure 85).

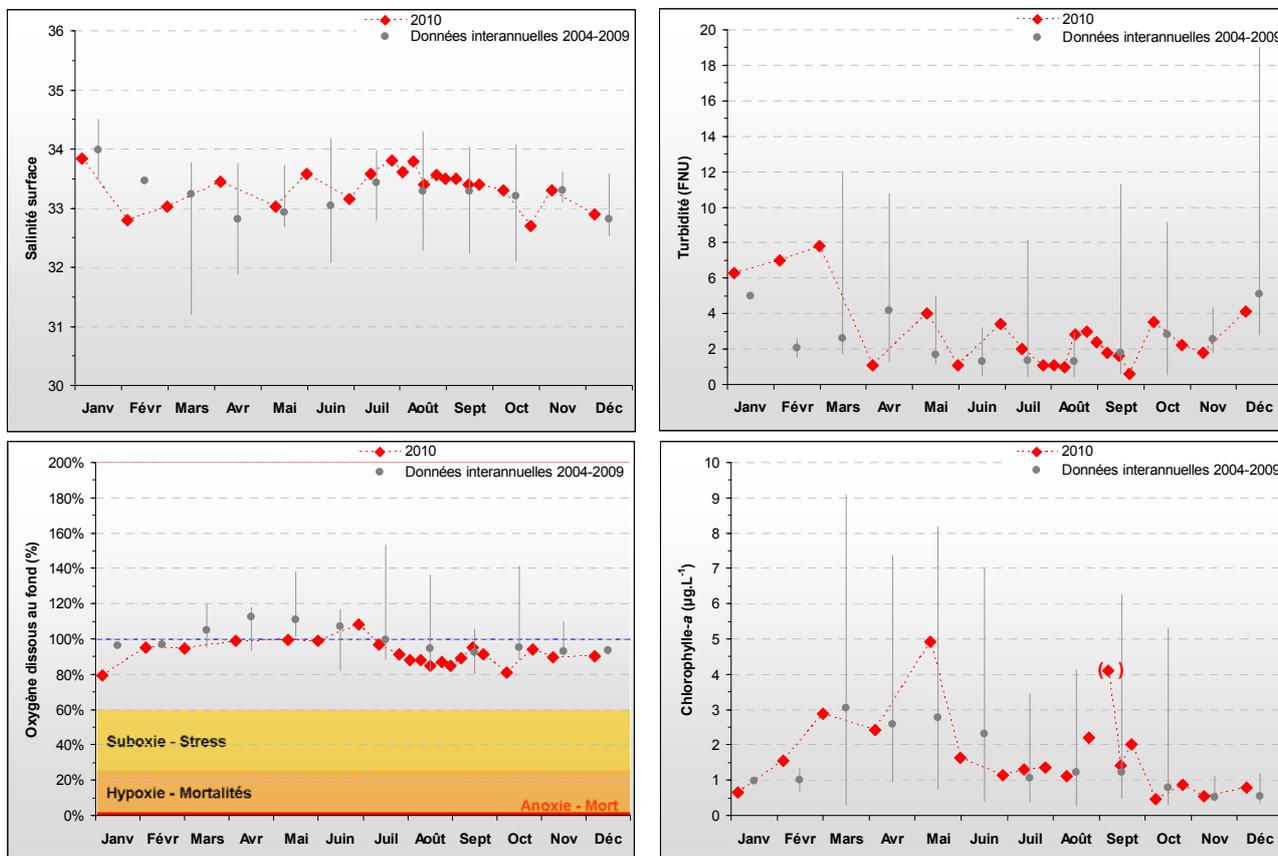


Figure 85 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2009 (gris) et 2010 (♦). () = Incertitude plus importante sur la valeur considérée.

Malgré les apports potentiels en nutriments issus de ces dessalures, le développement phytoplanctonique est relativement faible en 2010, avec une moyenne annuelle de concentration en chlorophylle de $1,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ (du même ordre que dans les masses d'eau HC11 et HC12) (Figure 85). Plusieurs blooms sont cependant identifiables tout au long de la période productive. En effet, les teneurs en chlorophylle-a ont atteint des maxima à l'occasion d'un premier bloom début mars ($2,9 \mu\text{g.L}^{-1}$), puis en mai ($4,9 \mu\text{g.L}^{-1}$). La concentration en chlorophylle-a s'est ensuite maintenue entre 1 et $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ de juin à août, avant de présenter un nouveau pic en septembre ($\sim 4,1 \mu\text{g.L}^{-1}$) à l'occasion d'un bloom de fin d'été (Figure 85). 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 85).

Le suivi révèle que les stocks hivernaux en 2010 sont de l'ordre de ceux mesurés en 2009 et en 2008, voire légèrement supérieurs ($35,7 \mu\text{M}$ de nitrate + nitrite, $1 \mu\text{M}$ de phosphate, et $19,1 \mu\text{M}$ de silicate) (Figure 87). 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 (fin juillet), suite à une recharge en nitrate+nitrite assez marquée au mois de mai (Figure 87). Cependant, aucun des nutriments n'atteint une déplétion totale dans le milieu, au cours de l'année 2010.

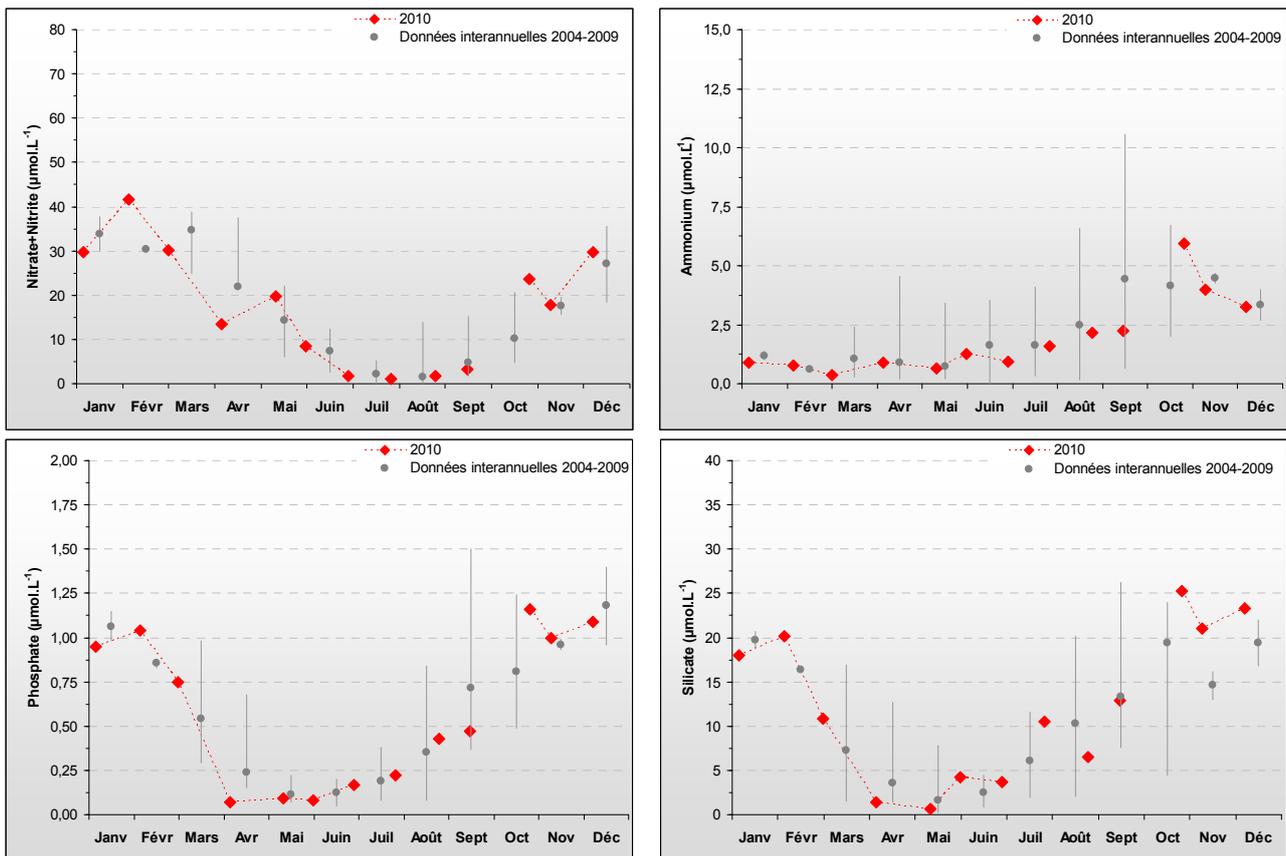


Figure 86 : Évolution des concentrations en nutriments à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2009 (gris) et 2010 (♦).

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 (d'avril à mai) (Figure 87). Par ailleurs, le rapport Si/DIP est relativement équilibré en 2010, mais semble tout de même suggérer de légers déséquilibres ponctuels en phosphore début juin et fin juillet par rapport au silicium (Figure 87).

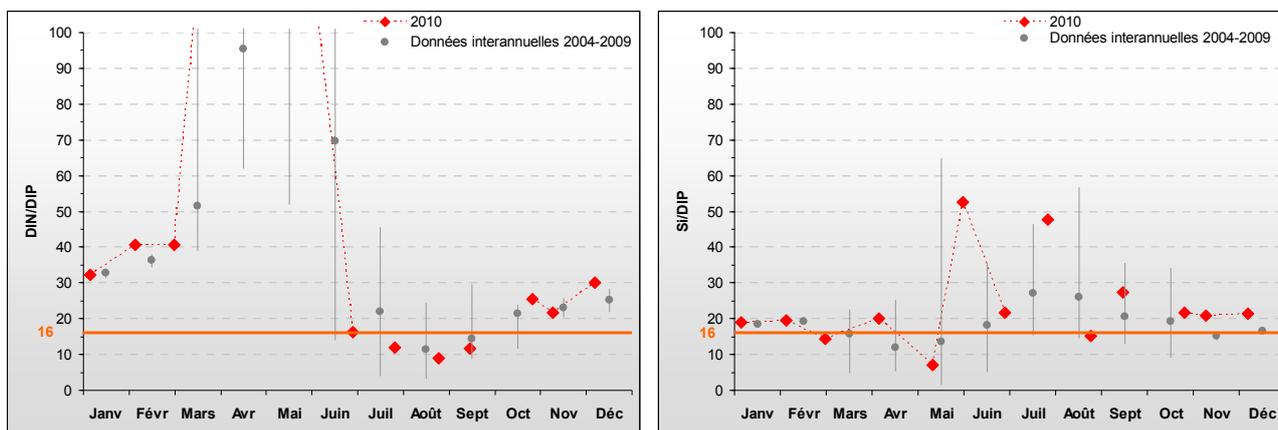


Figure 87 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2009 (gris) et 2010 (♦). DIN/DIP = 205,4 le 06/04/10, DIN/DIP = 227,1 le 12/05/10

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 2010, aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre (Figure 88). Les observations interannuelles suggèrent que les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

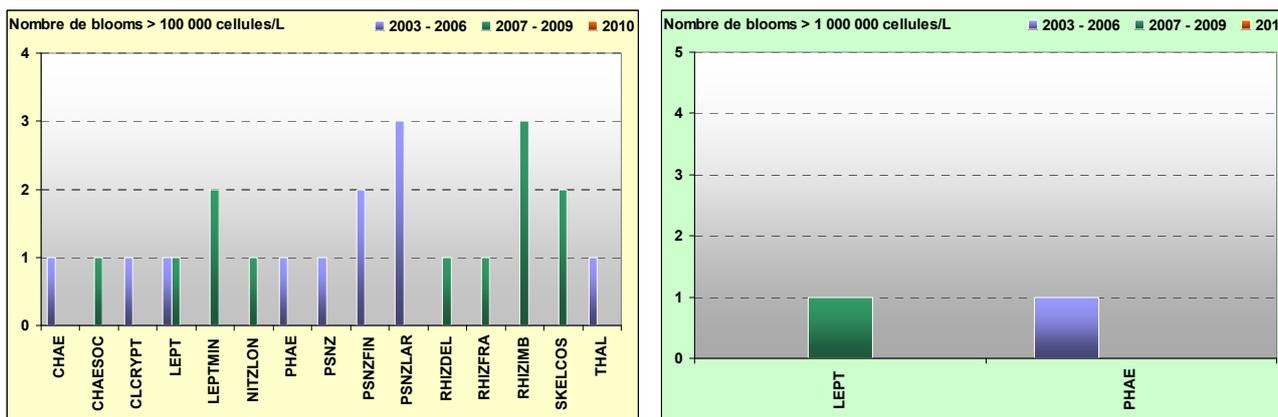


Figure 88 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur St Aubin les Essarts entre 2003-2006 (n = 80), 2007-2009 (n = 76) et 2010 (n = 21).

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 au cours des cycles de marée 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, et l'influence indirecte de la Seine selon les conditions de débits, de marée et de vent. Cette masse d'eau est clairement sous l'influence d'apports terrigènes relativement constants alimentant une production phytoplanctonique forte (max. 14 $\mu\text{g.L}^{-1}$, moyenne 3,9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2010), bien que la moyenne annuelle soit la plus faible enregistrée depuis 2001. Les stocks hivernaux modérés, sont plus importants à Ouistreham (48 μM DIN, 1,1 μM DIP, 23 μM Si), mais s'épuisent presque totalement durant la période estivale malgré des apports réguliers. En 2010, 3 taxons ont atteint le seuil de 100 000 cellules par litre à respectivement 4 et 8 reprises à Luc et Ouistreham, le genre *Chaetoceros* ayant dépassé à 2 et 6 reprises le seuil de 1 000 000 cellules par litre respectivement à Luc et Ouistreham. Le peuplement phytoplanctonique sur ces points est considéré comme représentatif des eaux estuariennes.

III.2.14.1. Luc 1 mille 2001-2010

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 moyenne 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 2010 (ou en 2009), où les quelques dessalures observées sont beaucoup moins intenses (maximum 0,9 en fin septembre 2010) (Figure 89). La turbidité est aussi relativement faible (< 5 FNU) et stable en 2010, mais a tout de même présenté un pic majeur en mai (19,2 FNU) (Figure 89).

L'influence de l'Orne et de ses apports permet de maintenir une production phytoplanctonique relativement importante, avec une moyenne interannuelle à 3,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (3,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2010), et de favoriser l'apparition de pics de concentration en chlorophylle-*a* marqués : 9 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en mars, 7,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en mai, 3,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en juin, suivi d'un plateau autour de 3,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en juillet-août, et enfin un pic de fin d'été marqué, à 10,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2010. Ces pics en 2010 sont cependant restés inférieurs aux extrêmes interannuels (Figure 89).

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 89).

Le suivi en 2010 confirme que les stocks hivernaux restent modérés mais supérieurs à ceux des années précédentes, avec 36,7 μM de nitrate+nitrite, 1,1 μM de phosphate, et 19,4 μM de silicate (Figure 90).

Résultats du RHLN 2010 vs. 2000-2009 - Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille)

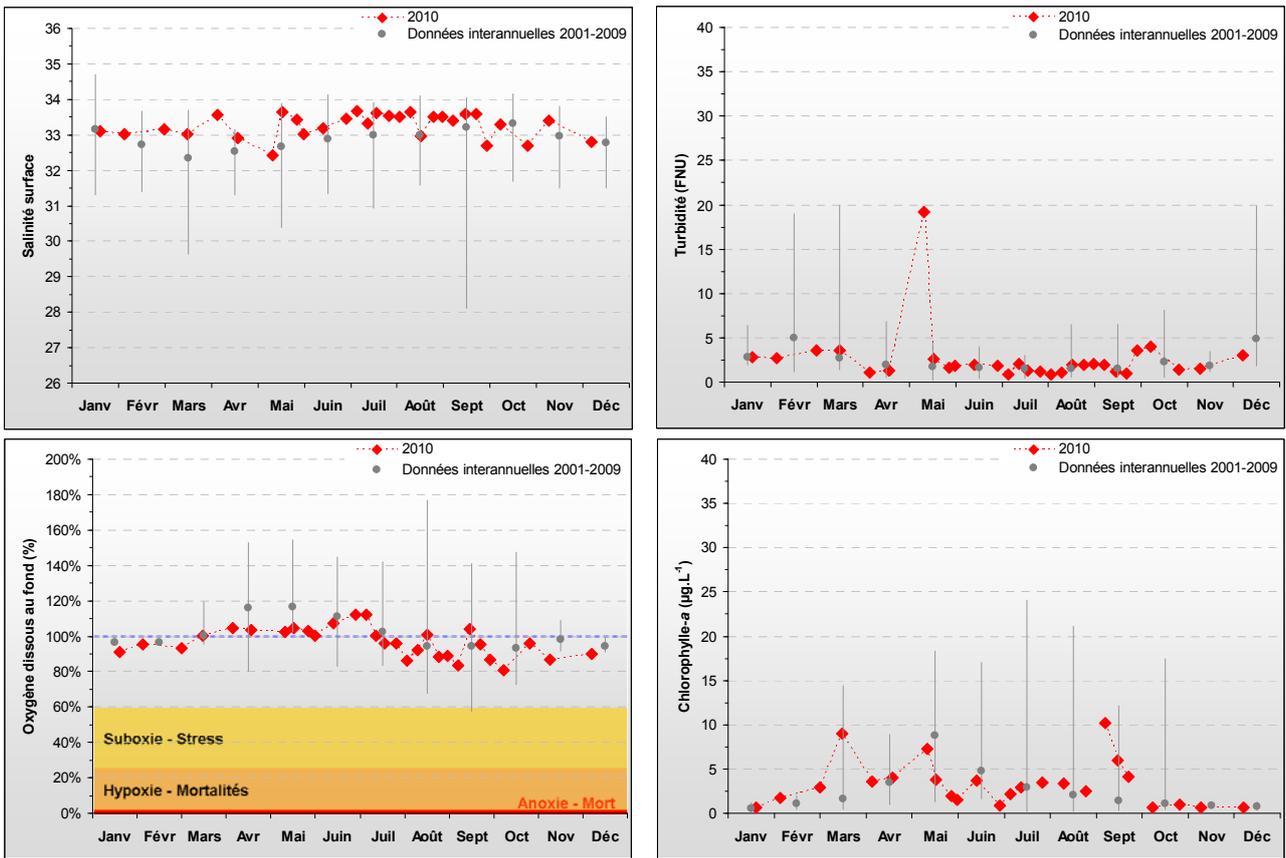


Figure 89 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Luc 1 mille entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et 2010 (♦).

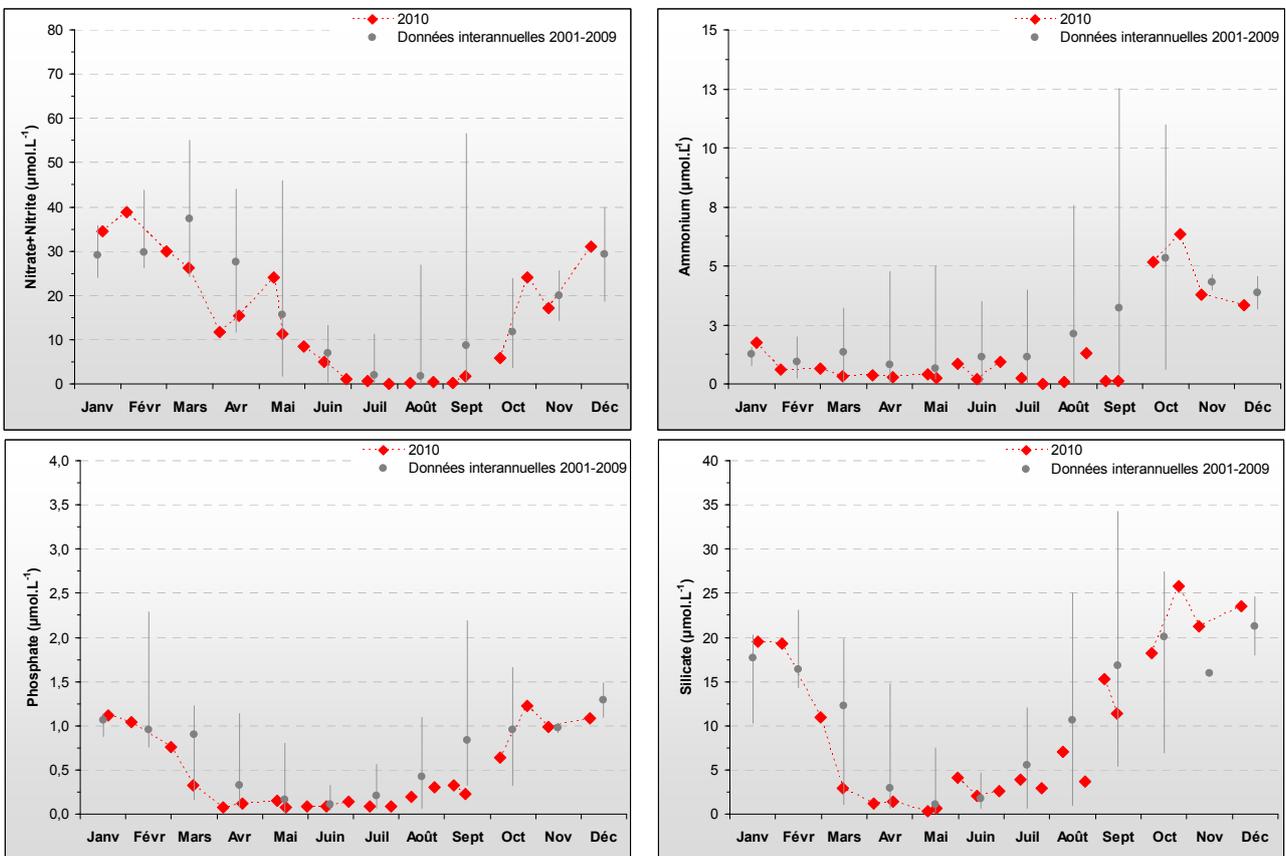


Figure 90 : Évolution des concentrations en nutriments à Luc 1 mille entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et 2010 (♦).

Résultats du RHLN 2010 vs. 2000-2009 - Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille)

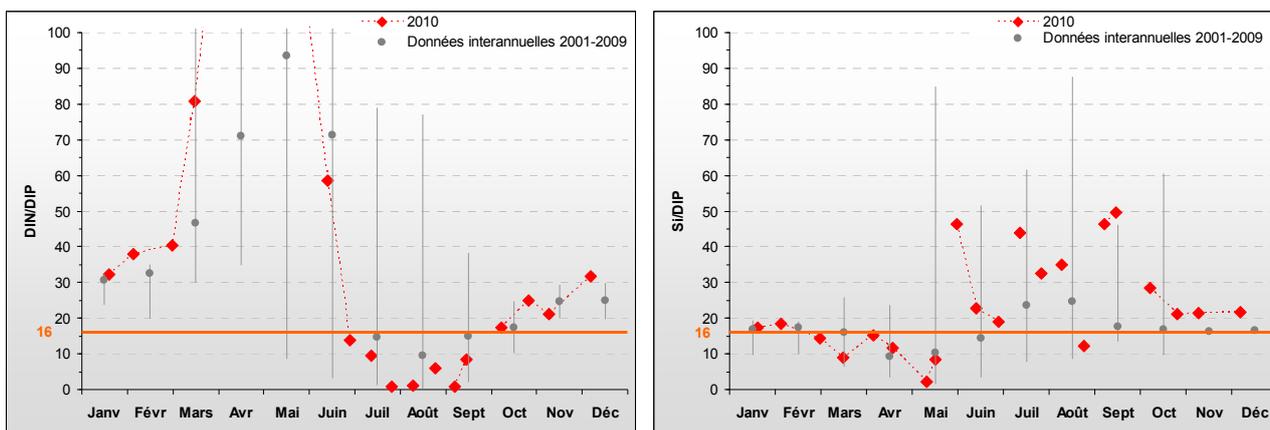


Figure 91 : Évolution des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Luc 1 mille entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et 2010 (♦). DIN/DIP = 151,0 le 06/04/10, DIN/DIP = 129,9 le 19/04/10, DIN/DIP = 162,7 le 12/05/10, DIN/DIP = 144,1 le 18/05/10, DIN/DIP = 103,6 le 01/06/10.

La proximité de l'Orne, source potentielle de nutriments, n'empêche cependant pas un épuisement presque total des stocks de juillet à septembre pour le nitrate+nitrite, de avril à fin juillet pour le phosphate et juste en mai pour le silicate en 2010 (Figure 90). Cette observation est confirmée par l'examen de l'évolution du rapport molaire DIN/DIP en 2010, qui montre que l'azote a présenté une carence potentielle de juillet à septembre 2010 (Figure 91). Par ailleurs, l'étude du rapport Si/DIP, relativement équilibré en 2010, semble suggérer que le phosphore pourrait avoir été ponctuellement légèrement en carence par rapport au silicium de juin à septembre (Figure 91).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Luc 1 mille »

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, trois taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2010 à quatre occasions, le seuil de 1 000 000 cells.L⁻¹ ayant été franchi une fois. La diatomée du genre *Thalassiosira* (THAL), se développant dans des milieux riches en nutriments, a atteint 150 800 cell.L⁻¹ en mars, puis la diatomée *Chaetoceros* (CHAE) a été dénombrée à 2 138 400 cell.L⁻¹ en juin puis à 990 900 cells.L⁻¹ début juillet. Le dinoflagellé *Lepidodinium chlorophorum* (GYMN-82) s'est développé de façon très importante en septembre avec 301 400 cell.L⁻¹ (Figure 92), mais moins qu'en 2009. Le point « Luc 1 mille » présente clairement des distributions caractéristiques des estuaires et baies de part la présence d'espèces telles que *Chaetoceros* spp. (Figure 92).

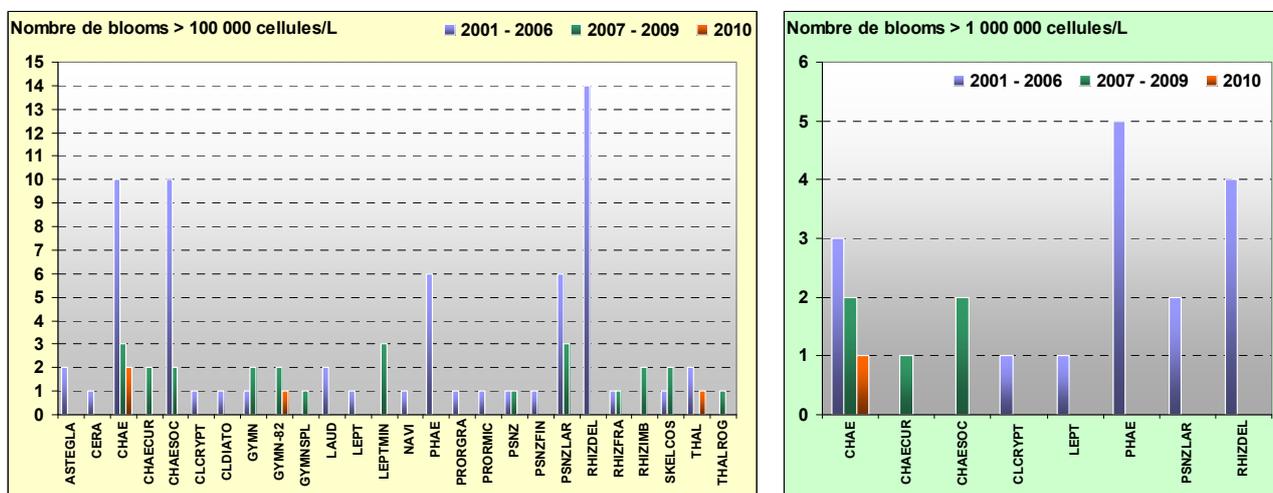


Figure 92 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Luc 1 mille entre 2001-2006 (n = 166), 2007-2009 (n = 87) et 2010 (n = 29).

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 l'Orne et permet donc d'observer la dilution de son panache (Le Goff et *al.*, 2005). Ce point étant sous l'influence directe du bassin versant de l'Orne et indirecte des apports de la Seine selon les débits, marées et vent, il est donc retenu dans le cadre du suivi complémentaire régional.

III.2.14.2.Ouistreham 1 mille 2001-2010

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 2010 (0,7 février-mars, et 0,9 en octobre) (Figure 93). En outre, la turbidité est faible (< 5 FNU) et peu perturbée, avec deux pics principaux en 2010 (10 FNU en février et 12 FNU en mai) (Figure 93).

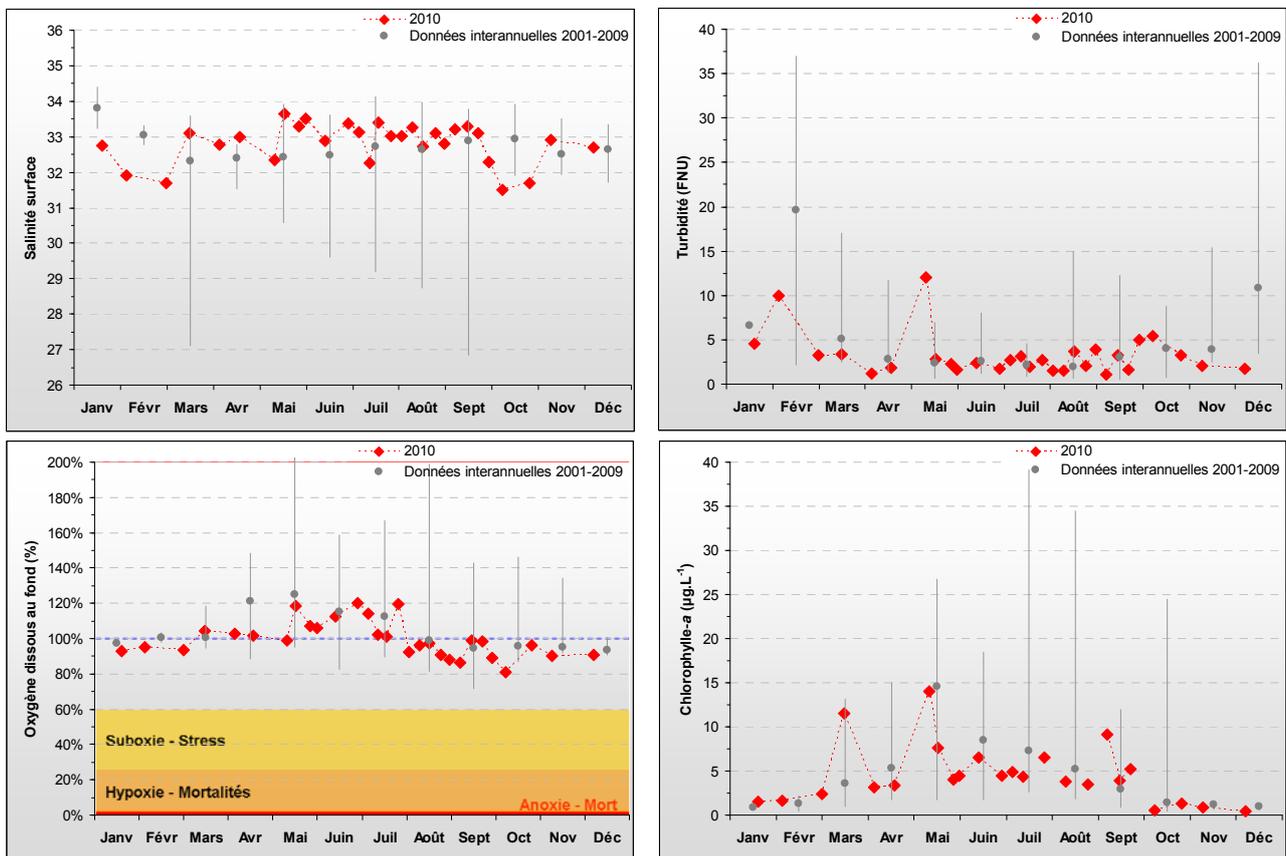


Figure 93 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et 2010 (♦).

Des épisodes en février, mars, mai et juillet semblent avoir été à l'origine de recharges en nutriments, et particulièrement en nitrate+nitrite (Figure 94), permettant l'établissement de pics de chlorophylle-a en mars (11,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$), mai (14 $\mu\text{g.L}^{-1}$), et en juillet 2010 (6,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 93). Plusieurs pics de chlorophylle-a, moins marqués, sont également observés durant la période estivale et de fin d'été. La chlorophylle-a moyenne annuelle est cependant restée modérée en 2010 (4,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$), ce qui en fait l'année la moins productive depuis 2001 (Figure 93).

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 93).

Le suivi révèle que les stocks hivernaux en 2010 ont été légèrement moins importants qu'en 2009, tout en restant dans le même ordre de grandeur (46,7 μM de nitrate + nitrite, 1,1 μM de phosphate, et 23,2 μM de silicate) (Figure 94).

L'étude de l'évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP suggère des périodes potentielles de carence en azote pendant la période estivale (Figure 94). En effet, les nutriments atteignent des concentrations très faibles de fin juin à juillet pour l'azote, voire dès début avril pour le phosphate (Figure 94). Ces carences semblent plus marquées et plus longues en 2010 que lors de l'année 2009, et ce notamment pour l'azote, en carence potentielle de fin juillet à début septembre. Le rapport Si/DIP est beaucoup plus variable en 2010 et suggère de légères carences potentielles en alternance entre le silicium et le phosphate de mars à septembre (Figure 94).

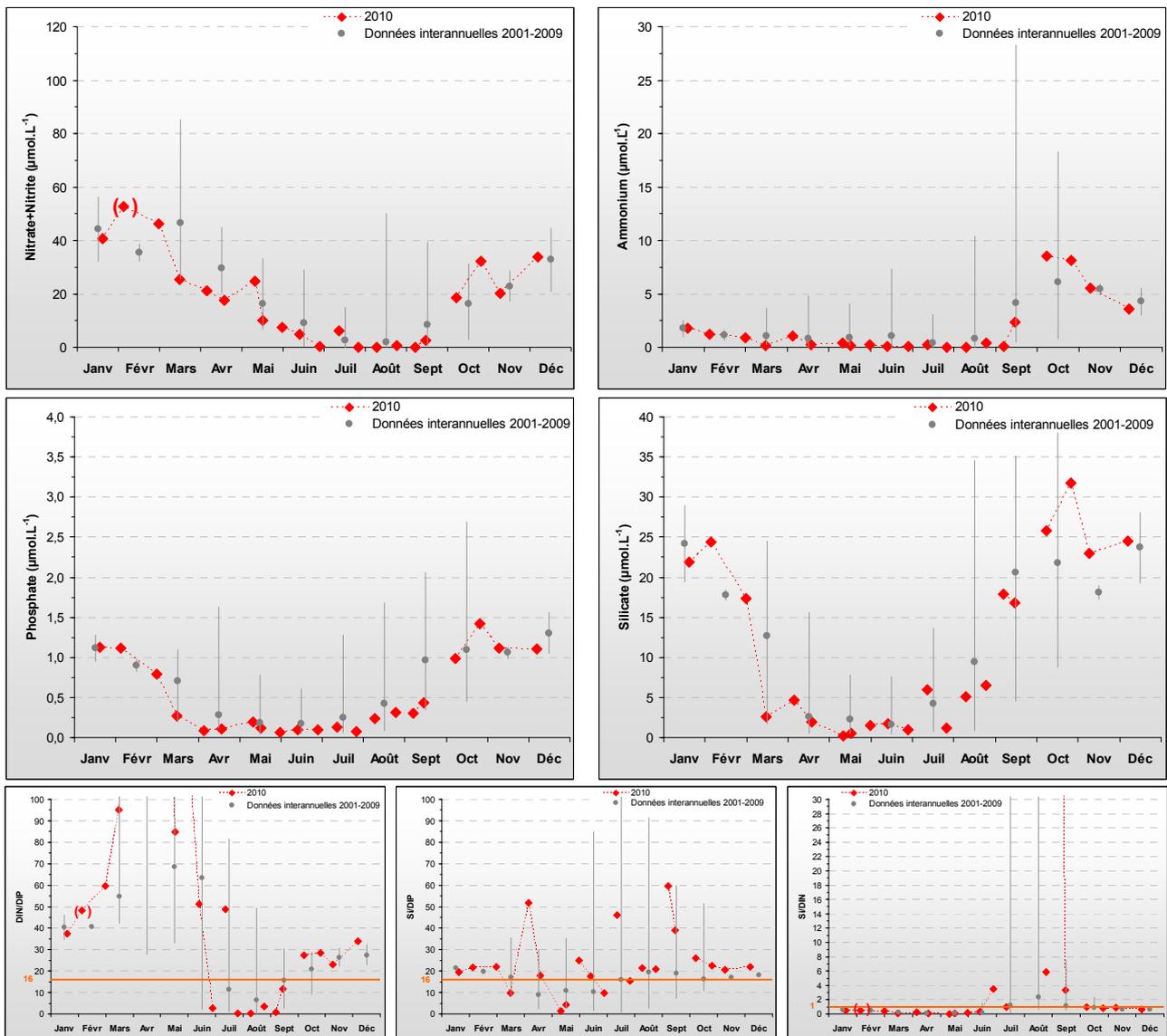


Figure 94 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2009 (gris) et 2010 (♦). (◊) = valeur légèrement supérieure au domaine d'étalonnage.
 DIN/DIP = 247,2 le 06/04/10, DIN/DIP = 161,9 le 19/04/10, DIN/DIP = 132,2 le 12/05/10, Si/DIN = 82,7 le 27/07/10, Si/DIN = 54,1 le 10/08/10, Si/DIN = 85,2 le 07/09/10.

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 ont été plus intenses et surtout plus nombreux à Ouistreham. En effet, trois taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre à huit reprises, dont un taxon a franchi à 5 reprises le seuil des 1 000 000 de cellules par litre, en 2010 : *Thalassiosira* (THAL) en mars (226 300 cell.L⁻¹), *Dactyliosolen fragilissimus* (RHIZFRA) en mai (327 900 cell.L⁻¹) et *Chaetoceros spp.* (CHAE) (498 000 cell.L⁻¹ le 01/06, 1 953 100 cell.L⁻¹ le 14/06, 2 376 000 cell.L⁻¹ le 29/06, 2 281 000 cell.L⁻¹ le 06/07, 1 591 900 cell.L⁻¹ le 27/07 et 1 729 700 cell.L⁻¹ le 25/08) (Figure 95).

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

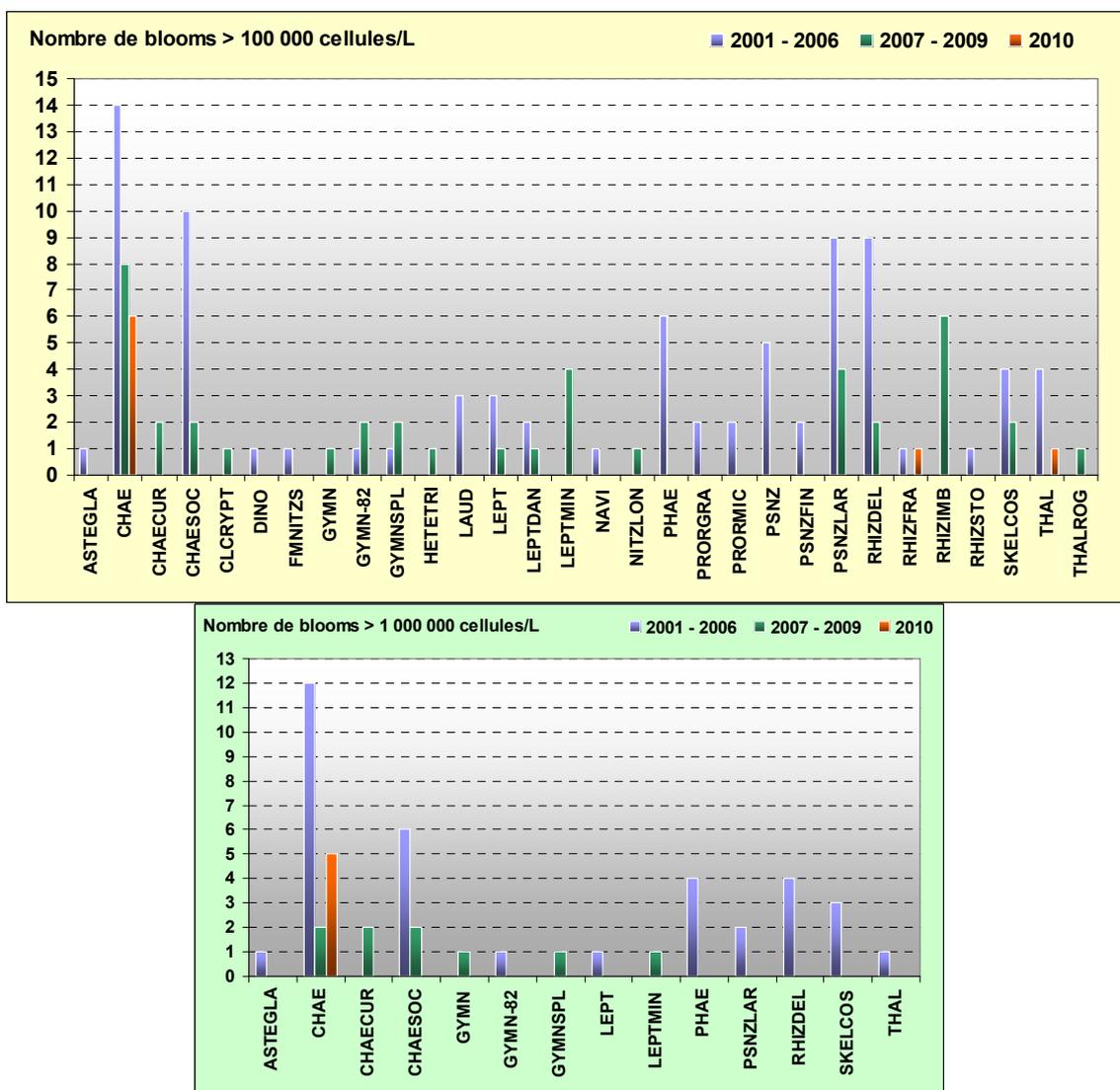


Figure 95 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Ouistreham 1 mille entre 2001-2006 (n = 127), 2007-2009 (n = 83) et 2010 (n = 29).

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 2007-2010)

SYNTHESE HTO4 : 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, des caractéristiques d'un milieu fortement estuarien. Ces apports permettent d'alimenter une biomasse phytoplanctonique forte (~ 6,7 µg.L⁻¹ en moyenne sur la période 2007-2010), moins importante en 2010 (3,9 µg.L⁻¹ en moyenne) malgré un bloom marqué en mai (17 µg.L⁻¹). De forts stocks hivernaux ont pu être évalués en 2010 (92 µM DIN, 2 µM DIP, 28 µM Si), qui ne sont pas totalement consommés en 2010, et ne semblent donc pas présenter de carence potentielle. En 2010, seul le genre *Chaetoceros* a atteint le seuil de 100 000 cellules par litre à 4 reprises, franchissant 3 fois le seuil de 1 000 000 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 96). En 2010, la salinité apparaît particulièrement stable de juin à septembre, des dessalures modérées étant observées le reste de l'année (maximum en mai : 1,9) (Figure 96). Cette dessalure a été accompagnée d'un pic de turbidité à 25 FNU ; un autre pic de turbidité du même ordre de grandeur a été observé en début mars 2010 (Figure 96). Le milieu présente donc une turbidité bien plus perturbée au niveau de l'estuaire de l'Orne qu'aux points avoisinants plus au large.

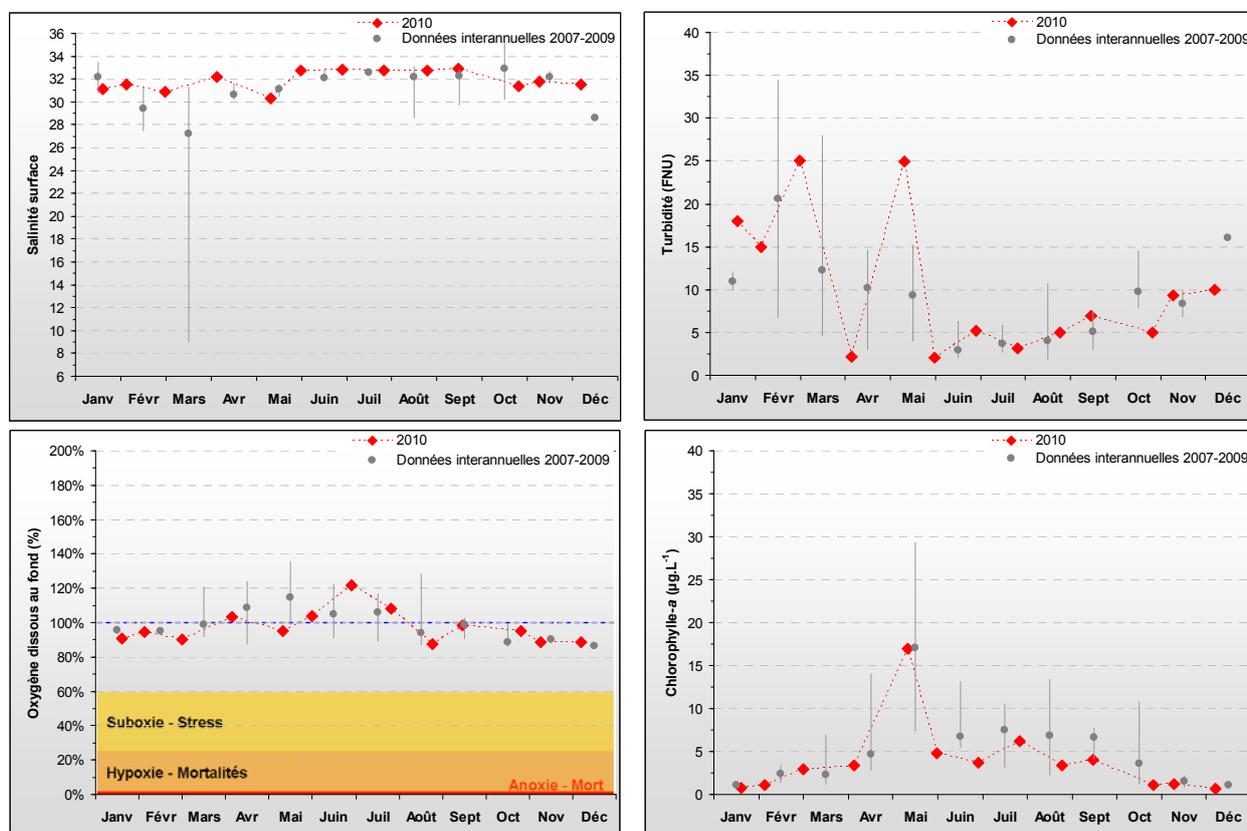


Figure 96 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Estuaire de l'Orne entre 2007 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et 2010 (♦).

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 2010, la teneur moyenne annuelle en chlorophylle-a est relativement élevée ($3,86 \mu\text{g.L}^{-1}$), tout en restant très modérée par rapport à la moyenne interannuelle à ce point ($6,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour la période 2007-2010) (Figure 96). La période productive a débuté faiblement en mars, puis a culminé en mai à $17 \mu\text{g.L}^{-1}$, et a été suivi d'un pic de biomasse phytoplanctonique estival en juillet ($6,2 \mu\text{g.L}^{-1}$), puis en septembre ($4 \mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 96).

Malgré une production phytoplanctonique importante 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 96).

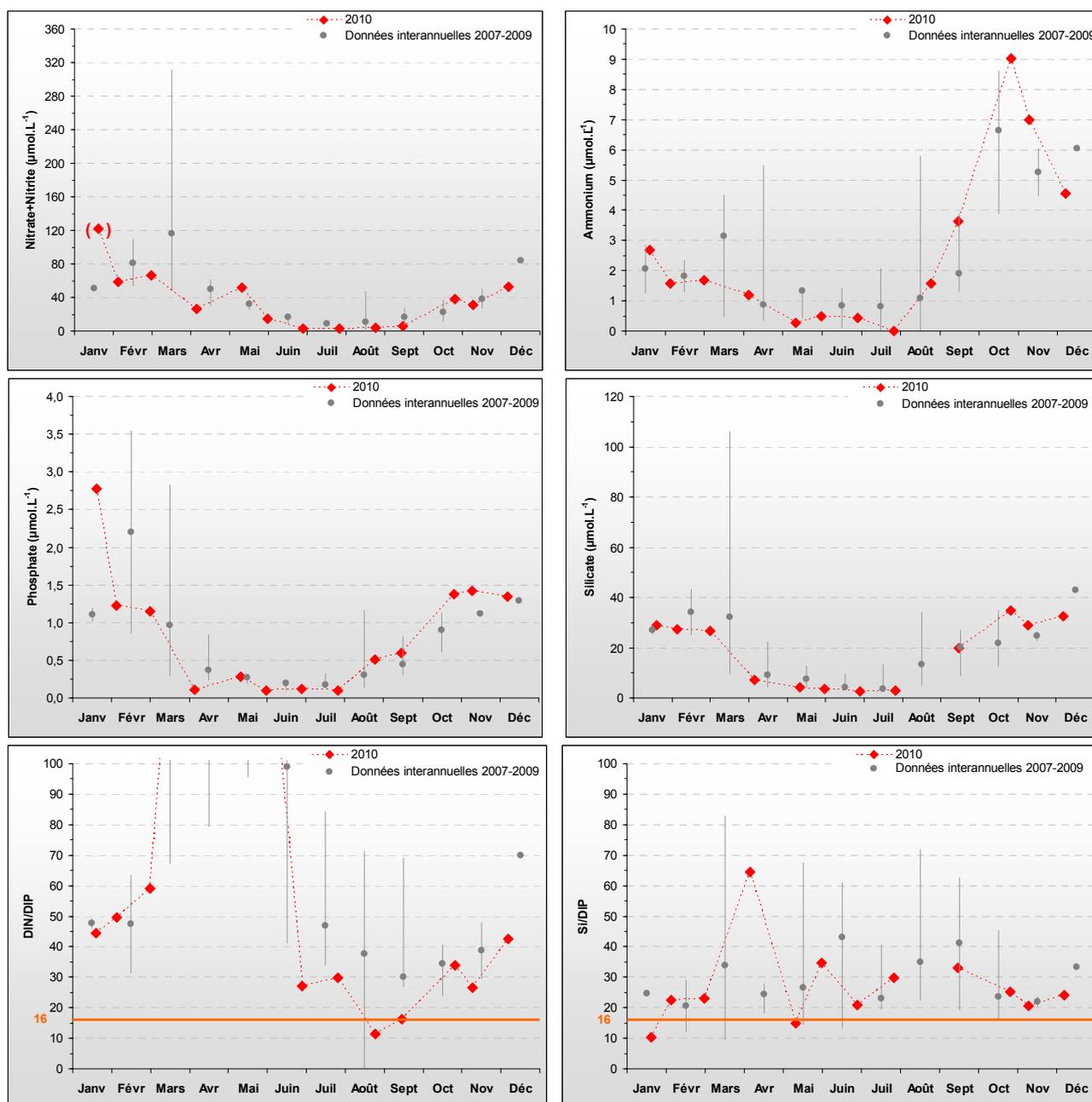


Figure 97 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Estuaire de l'Orne en 2007 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et 2010 (♦). (♦) Valeur douteuse car hors domaine d'étalonnage. DIN/DIP = 247,2 le 06/04/10, DIN/DIP = 186,4 le 12/05/10, DIN/DIP = 155,9 le 01/06/10.

Les concentrations en nutriments sur ce point révèlent que ce milieu est particulièrement riche, avec un stock hivernal en 2010 d'environ $90 \mu\text{M}$ de nitrate+nitrite (et $2,1 \mu\text{M}$ d'ammonium), $2 \mu\text{M}$

de phosphate et 28,2 μM de silicate (Figure 97). Les deux pics de turbidité observés en mars et mai (Figure 96), ont été accompagnés de recharges en nutriments (particulièrement nitrate+nitrite et phosphate) (Figure 97) qui ont permis d'alimenter la biomasse pendant la période estivale (Figure 96). 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 9 μM en octobre et 7 μM en novembre 2010, valeurs maximales relevées à ce point depuis le début du suivi en 2007 (Figure 97).

Les stocks ainsi que les apports en nutriments étant importants au niveau de l'estuaire de l'Orne, les nutriments ne sont jamais épuisés au cours de l'année 2010 (Figure 97). Les graphiques représentant les rapports de nutriments permettent également de montrer que les nutriments ne semblent pas présenter de périodes de carences potentielles en 2010, mis à part très ponctuellement pour le phosphore (Figure 97).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Estuaire de l'Orne »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) à l'« Estuaire de l'Orne » montre qu'en 2010 seul le genre *Chaetoceros* a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre à quatre reprises, dont trois fois en franchissant le seuil de 1 000 000 cellules par litre : 1 379 300 cell.L^{-1} le 01/06, 1 402 100 cell.L^{-1} le 29/06, 1 501 600 cell.L^{-1} le 27/07 et 477 000 cell.L^{-1} le 25/08 (Figure 98). Ces observations sont donc similaires à celles effectuées plus en aval de l'Orne, et notamment au point « Ouistreham 1 mille » (bien que le nombre d'efflorescences relevées ait été plus important à Ouistreham) (voir § III.2.14). Enfin, bien que le nombre de données soit encore faible, les observations interannuelles semblent confirmer que les peuplements sont caractéristiques des eaux estuariennes.

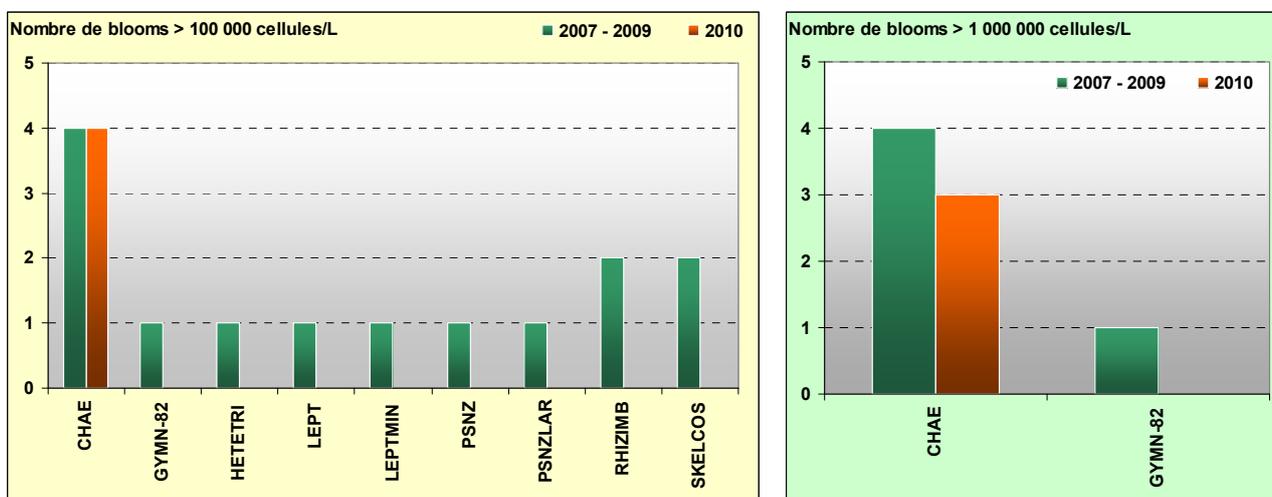


Figure 98 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques au point Estuaire de l'Orne entre 2007-2009 (n = 43) et 2010 (n = 13).

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 est vérifiée.

III.2.16. Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2010)

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 (8,1 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne sur 2001-2009, 4,3 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en 2010, max. 11,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en mai 2010) qui perdure du printemps à la fin de l'été. Malgré des stocks hivernaux en nutriments modérés (38 μM DIN, 0,8 μM DIP, 23 μM Si) et des recharges notamment au printemps, l'azote est presque complètement consommé durant toute la période estivale. En 2010, dix 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 7 reprises. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est représentatif des estuaires semi-fermés ce qui est cohérent avec le positionnement du point sous l'influence majoritaire du panache de la *Seine*, avec une dominance des dinoflagellés qui génèrent fréquemment un phénomène d'eau colorée.

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 (8 à 9 d'amplitude), mais ne dépassant pas 1,3 d'amplitude en 2010 (Figure 99). 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 2010, la période productive a perduré de mars à fin août, avec une teneur en chlorophylle-*a* moyenne modérée (4,4 $\mu\text{g.L}^{-1}$) (Figure 99). Les pics liés aux efflorescences étaient peu prononcés (max. 11,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$) par rapport aux valeurs interannuelles, mais se sont succédés : en mars (10,8 $\mu\text{g.L}^{-1}$), en mai (11,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$), puis durant l'été (9,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en juin, 9,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en juillet et ~7,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en août) (Figure 99).

Avec une production phytoplanctonique annuelle modérée, la concentration en oxygène dissous mesurée 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 2010, malgré une concentration en oxygène dissous un peu plus faible notamment au mois d'août (74,7%) (Figure 99).

Le suivi révèle que les stocks hivernaux en nutriments en 2010 ont été de l'ordre de 36,7 μM de nitrate + nitrite (et 1,6 μM d'ammonium), 0,8 μM de phosphate, et 23,4 μM de silicate, soit du même ordre de grandeur qu'en 2008, mais moins importants qu'en 2009 (Figure 100). 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 les 10 μM en fin de saison (exceptionnellement 15-20 μM en 2003), mais n'ont pas dépassé les 8 μM en 2010 (Figure 100).

Résultats du RHLN 2010 vs. 2000-2009 - Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2010)

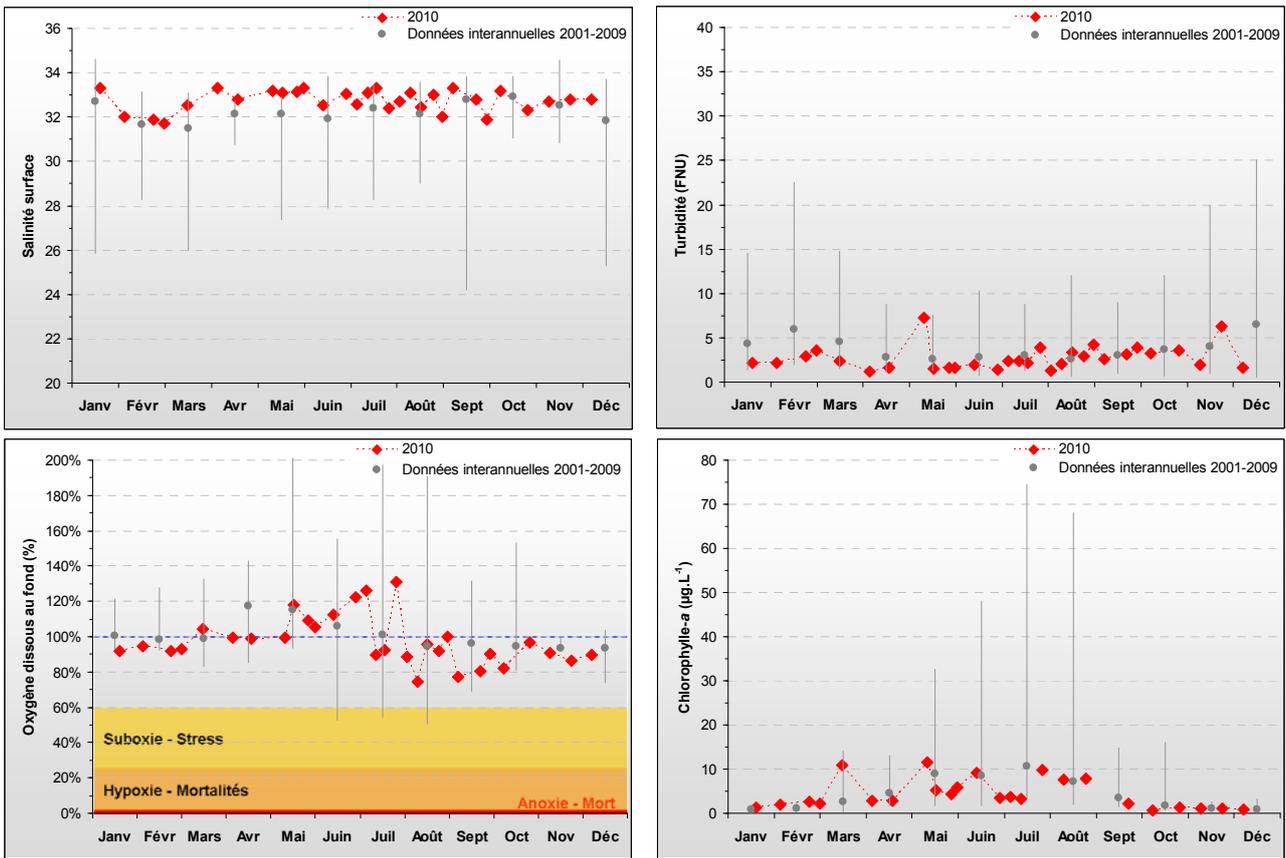


Figure 99 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Cabourg entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et 2010 (♦).

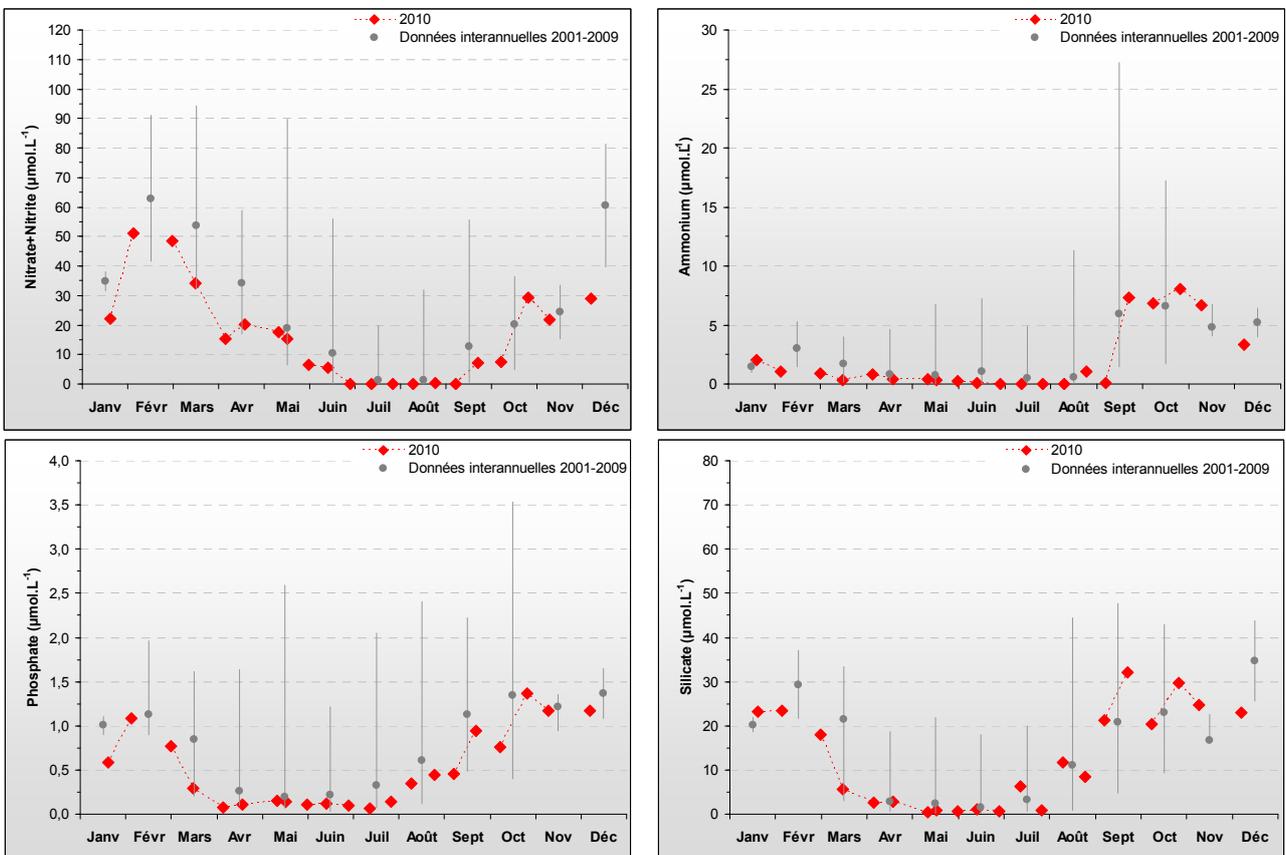


Figure 100 : Évolution des concentrations en nutriments à Cabourg entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et 2010 (♦).

Malgré des stocks en nutriments relativement conséquents et des recharges observées notamment en avril, l'azote a presque totalement été épuisé à Cabourg de juillet à août 2010 (Figure 100). L'étude des rapports DIN/DIP confirme la carence potentielle en azote de fin juin à début septembre, et le rapport Si/DIP laisse supposer un léger déséquilibre en silicium de mai à juillet, puis en phosphore en août - septembre (Figure 101).

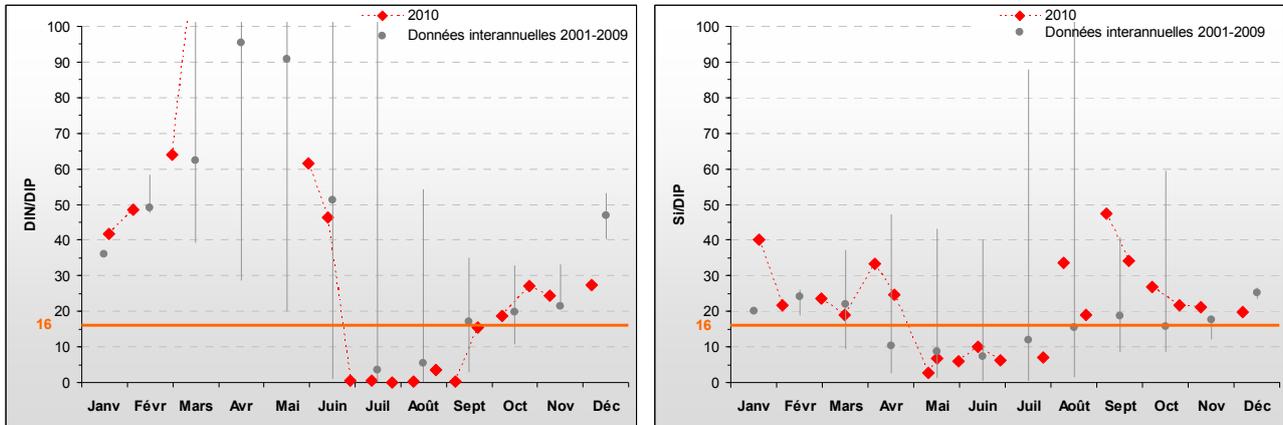


Figure 101 : Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Cabourg entre 2001 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et 2010 (♦). DIN/DIP = 118,9 le 17/03/10, DIN/DIP = 201,5 le 06/04/10, DIN/DIP = 186,6 le 19/04/10, DIN/DIP = 119,9 le 12/05/10, DIN/DIP = 110,7 le 18/05/10, Si/DIP = 103,0 le 13/07/10.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Cabourg »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores totales et partielles) à Cabourg montre qu'en 2010, dix taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre entre février et fin août, à 26 reprises (dont 13 fois pour *Chaetoceros*, et 13 fois pour les autres taxons). Le genre *Chaetoceros* (CHAE) a franchi à 7 reprises le seuil de 1 000 000 de cellules par litre de mai à août (maximum en juillet avec 2 352 200 cell.L⁻¹) (Figure 102). En 2010, le taxon CHAE a donc largement dominé les efflorescences phytoplanctoniques (Figure 102).

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* pour les marées rouges, jusqu'en 2008 (Figure 103). Le genre toxique *Dinophysis* est également souvent rencontré en été et en automne, et parfois même en hiver, mais à des concentrations moindres.

Du fait des toxines lipophiles (DSP) produites à l'occasion de ces développements de fin d'été et d'automne, les coquillages filtreurs de ce secteur deviennent impropres à la consommation humaine. En 2010, les efflorescences ont été beaucoup plus limitées, et le seuil de d'alerte au *Dinophysis* n'a été atteint qu'à une occasion, le 10 août (700 cell.L⁻¹), n'entraînant pas la fermeture de la zone à la pêche (voir le bulletin de la surveillance Aurige annuel⁸). En outre, la Figure 103 permet de confirmer la dominance des peuplements phytoplanctoniques par la diatomée du genre *Chaetoceros*, durant une majeure partie de l'année 2010, et plus particulièrement de mai à août.

⁸ http://envlit.ifremer.fr/content/download/80869/552723/version/1/file/bull_pb_2011.pdf

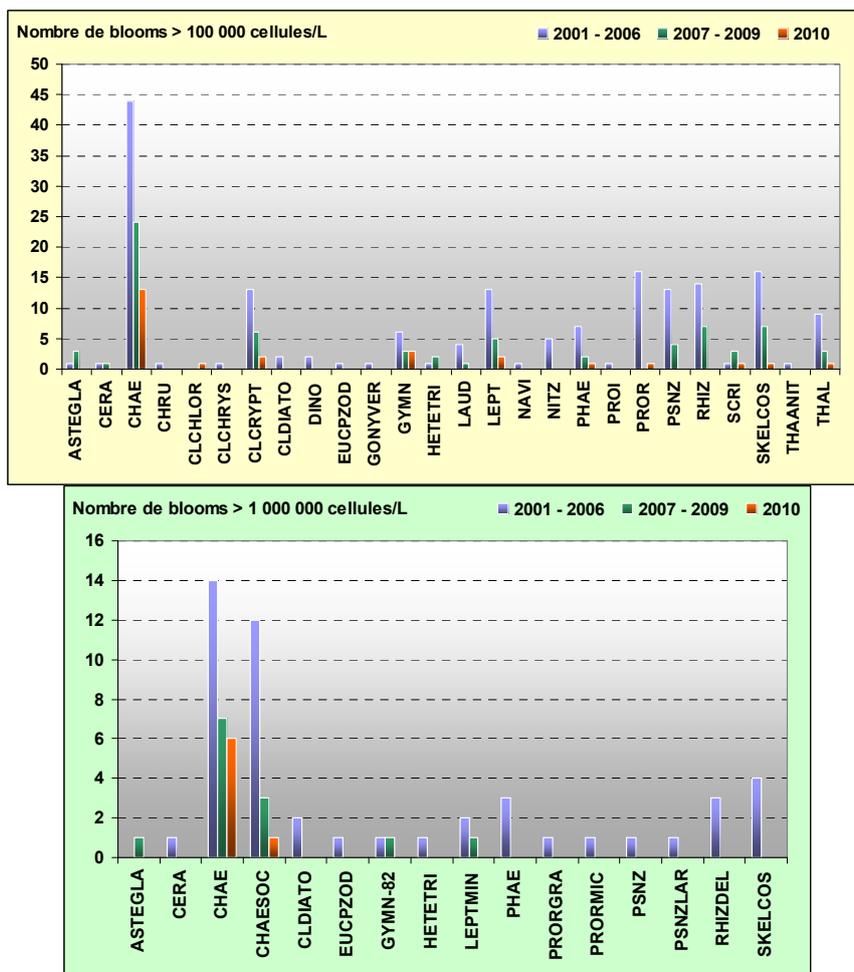


Figure 102 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Cabourg entre 2001-2006 (n=189), 2007-2009 (n=97) et 2010 (n=30).

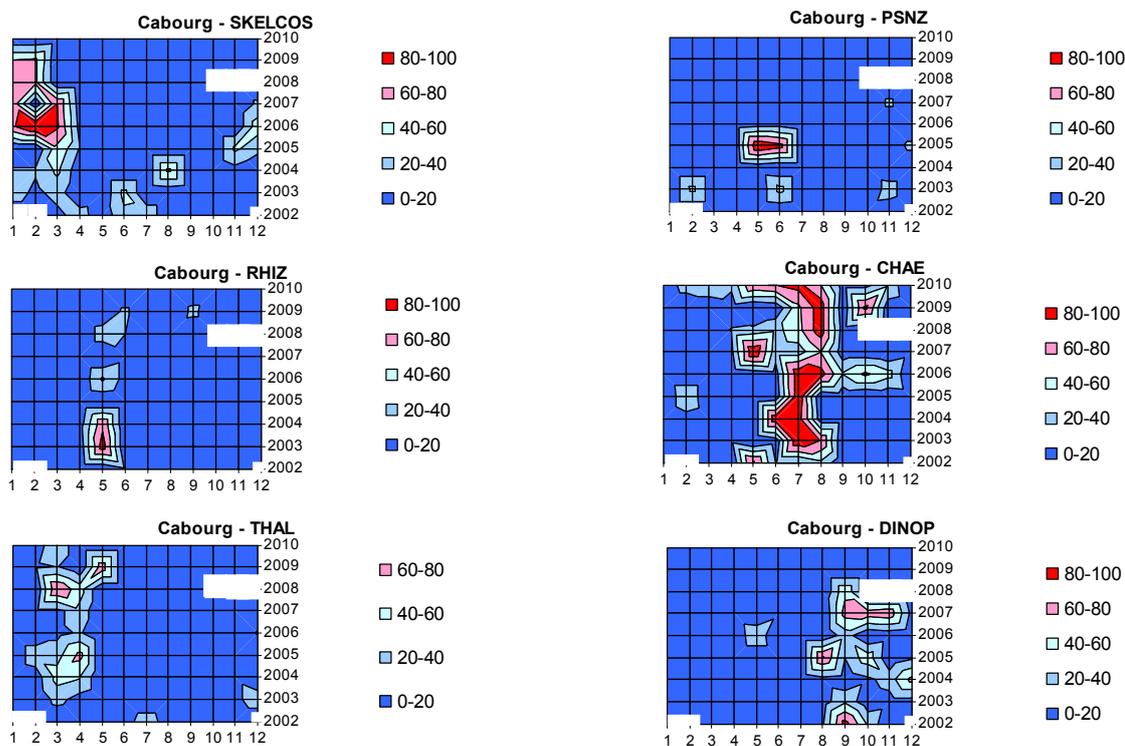


Figure 103 : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année à la station Cabourg entre 2002 et 2010.

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 2008-2010)

SYNTHESE HT03 : La masse d'eau HT03 suivie depuis 2008 au niveau du point « Seine-1 » représente la partie aval de l'estuaire de la Seine. Aussi, les stocks hivernaux en nutriments sont importants (101 μM DIN, 1,8 μM DIP, 39 μM Si), mais la biomasse phytoplanctonique reste modérée (moy. 4,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$, max. 15,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$) et n'épuise pas ce stock de nutriments qui est régulièrement rechargé par les apports fluviaux que signalent les 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 en 2010, présentant 3 blooms supérieurs à 100 000 cellules par litre dont deux supérieurs à 1 000 000 cellules par litre. Deux autres taxons ont par ailleurs dépassé le seuil des 100 000 cellules par litre en mai.

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 2008-2010.

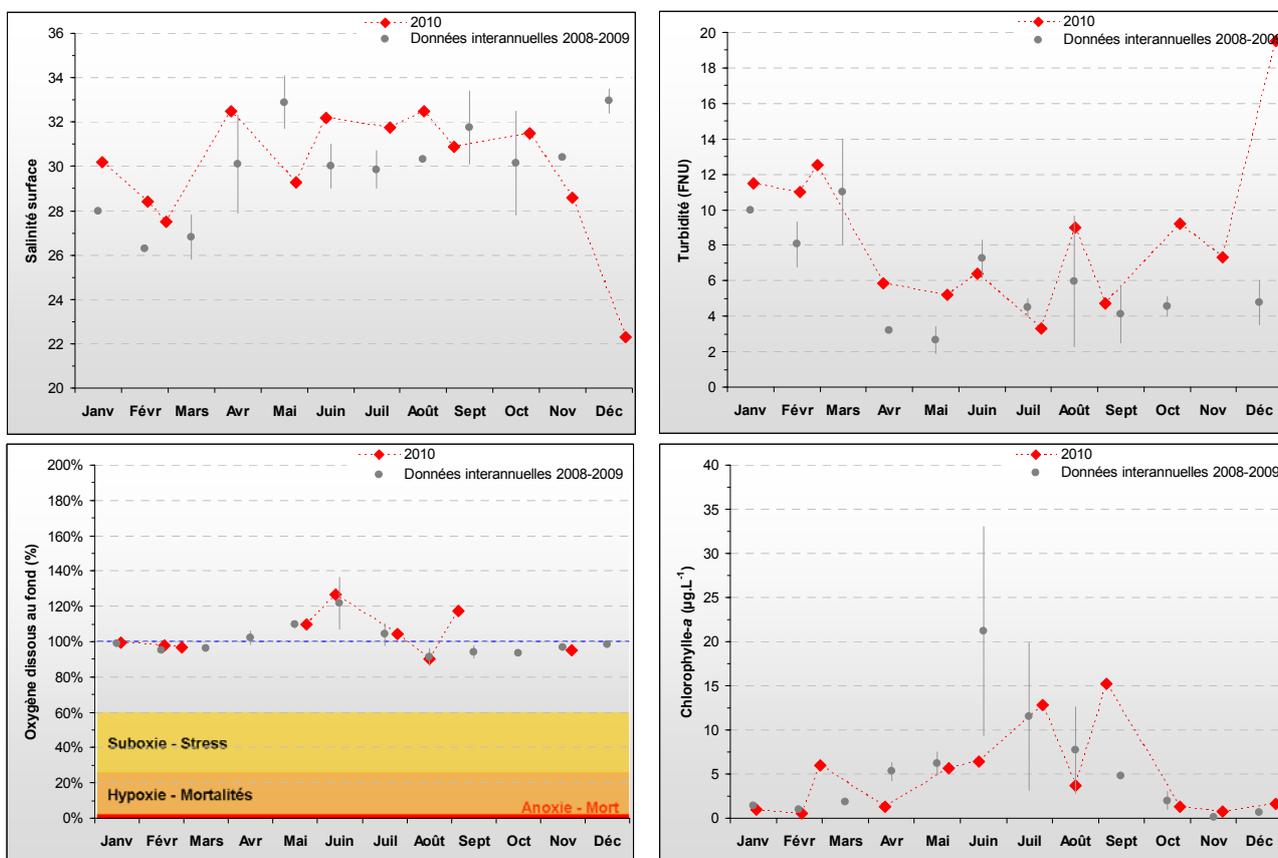


Figure 104 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Seine-1 entre 2008 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2008-2009 (gris) et 2010 (♦).

La masse d'eau HT03 est directement soumise aux apports de la *Seine*, qui influencent fortement sa salinité (variations de 4 à 9-10), avec des dessalures en mars, en mai et surtout une dessalure importante (6,3) en décembre 2010 (Figure 104). Ces dessalures sont couplées à des pics de turbidité, celui de décembre étant particulièrement marqué (19,5 FNU) (Figure 104). Les dessalures entraînant la recharge du milieu en nutriments, ces apports permettent d'alimenter une biomasse phytoplanctonique modérée en 2010 (moyenne de 4,7 $\mu\text{g.L}^{-1}$ et maximum 15,2 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en septembre) (Figure 104).

Malgré une production phytoplanctonique relativement soutenue en ce point « Seine-1 », 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, probablement grâce à l'hydrodynamisme de ce secteur (Figure 104).

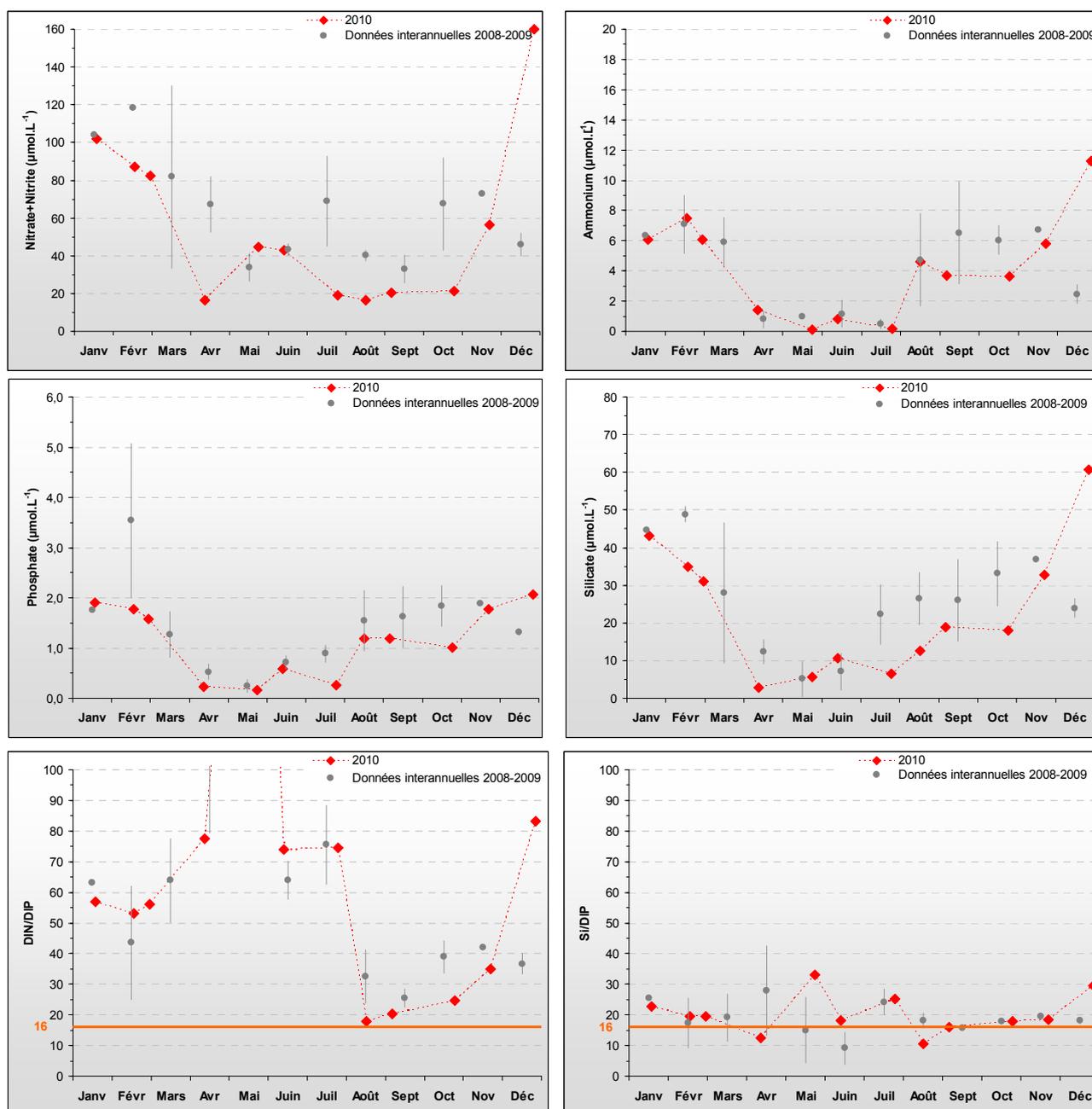


Figure 105 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Seine-1 entre 2008 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2008-2009 (gris) et 2010 (♦).
DIN/DIP = 263,3 le 25/05/10.

Il est évident que la masse d'eau est riche en nutriments avec des stocks hivernaux en nutriments approchant 95 µM de nitrate + nitrite (et 7 µM d'ammonium), 1,8 µM de phosphate, et 39 µM de silicate (Figure 105). La production phytoplanctonique n'est donc pas suffisante pour épuiser ces stocks qui restent conséquents (minimum 16 µM de nitrate+nitrite, 0,2 µM de phosphate et 2,9 µM de silicate) et connaissent des recharges régulièrement (Figure 105).

Aux vues des stocks en nutriments disponibles, il semble très peu probable que l'azote soit en carence dans ce milieu (Figure 105). En revanche, le phosphore pourrait être en carence par rapport à l'azote d'avril à juillet, selon l'étude du rapport DIN/DIP, tout en restant disponible dans le milieu (Figure 105). Ceci pourrait être la conséquence de la politique de réduction des phosphates par des programmes de déphosphatation des eaux usées sur certaines stations d'épuration dans le bassin versant de la Seine, et d'utilisation de lessives sans phosphates par les ménages, qui a réduit de près de 80% le flux de phosphate mesuré à Caudebec en Caux de 1974 à 2006 (Nogues *et al.*, 2008). Les recharges seraient alors proportionnellement plus chargées en azote qu'en phosphore.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Seine-1 »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à « Seine-1 » montre qu'en 2010, quatre taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre à cinq reprises, dont deux ont franchi le seuil de 1 000 000 de cellules par litre à deux reprises (2 832 200 cell.L⁻¹) (Figure 106). 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 nombreuses que dans les deux masses d'eau limitrophes qui présentent des eaux plus stratifiées et plus calmes.

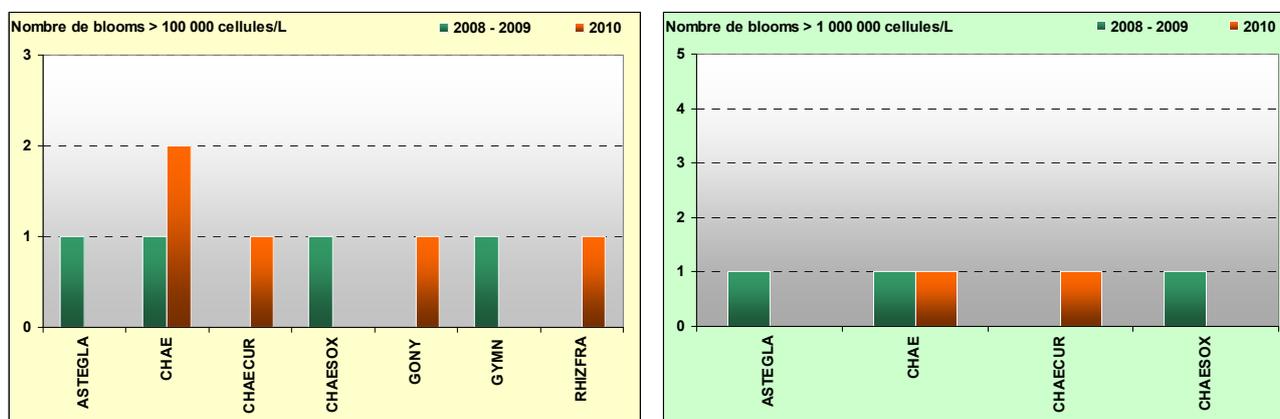


Figure 106 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Seine-1 entre 2008 et 2009 (n=21), et en 2010 (n=12).

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 2002-2010)

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 (57 μM DIN, 1,3 μM DIP, 24 μM Si en 2010) et ne sont 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 2010, sept taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, la diatomée du genre *Chaetoceros* dominant à nouveau et dépassant aussi à deux reprises le seuil de 1 000 000 cellules par litre.

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 2010, les plus importantes ayant été relevées en août (3,8), et en septembre (2,6) (Figure 107).

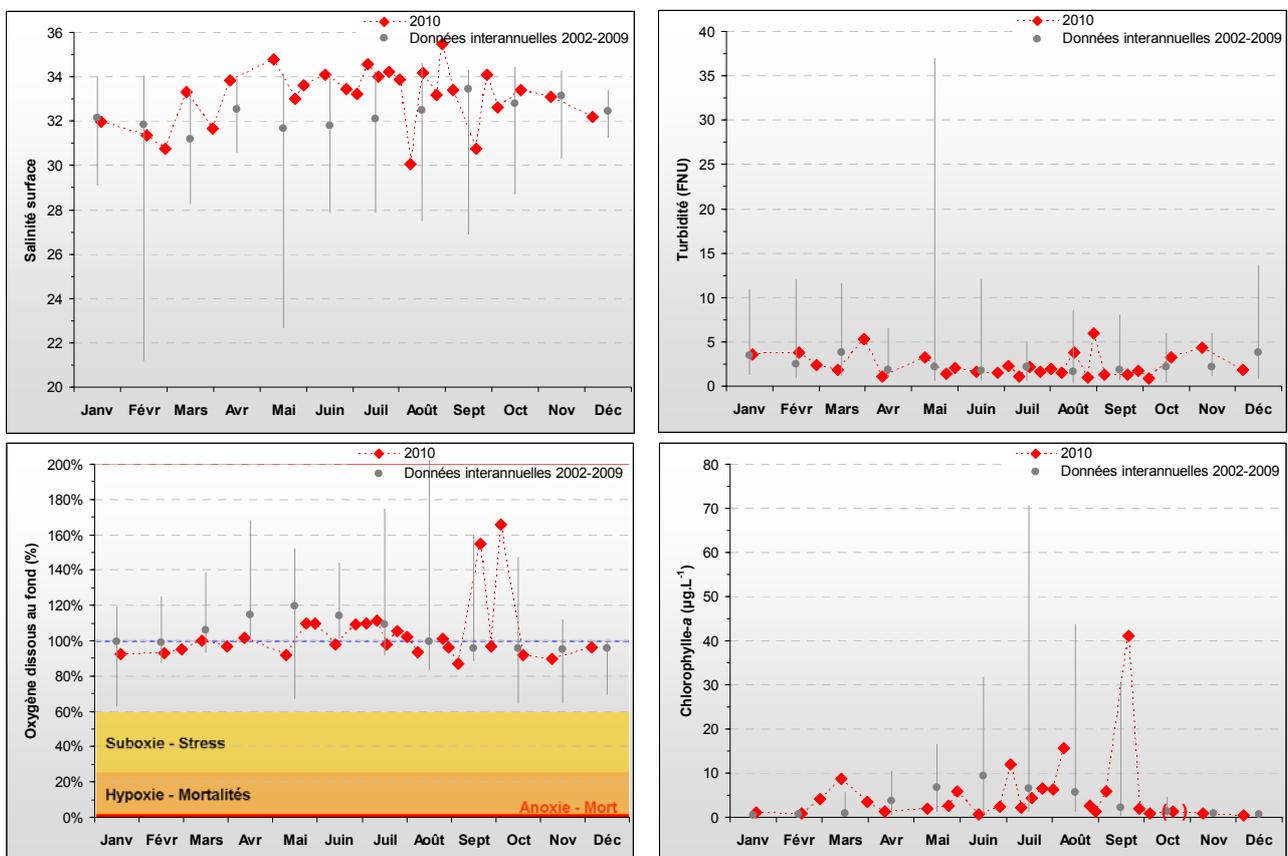


Figure 107 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2009 (gris) et 2010 (♦). (♦) Incertitude plus grande sur cette valeur de chlorophylle.

La recharge régulière des stocks de nutriments favorise l'apparition d'une succession de blooms durant la période productive (Figure 107). Cinq pics de biomasse phytoplanctonique ont ainsi été observés les 15 mars ($8,6 \mu\text{g.L}^{-1}$), 31 mai ($5,9 \mu\text{g.L}^{-1}$), 5 juillet ($12 \mu\text{g.L}^{-1}$), 9 août ($15,6 \mu\text{g.L}^{-1}$) et 21 septembre ($41 \mu\text{g.L}^{-1}$), ceux de mars et septembre étant des maxima interannuels pour les mois concernés (Figure 107). En revanche, les pics observés en période estivale restent bien inférieurs aux maxima interannuels relevés sur la période 2002-2009, le maximum ayant été observé à $70,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ en juillet 2004 (Figure 107).

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 2010, marquant un milieu correctement oxygéné grâce à l'hydrodynamisme de ce secteur (Figure 107).

La Figure 108 montre un profil vertical enregistré en fin d'été (9 août) à « Antifer Ponton Pétrolier ». Ce profil est typique de cette période de l'année, avec thermocline établie à 4 mètres de profondeur, et une sursaturation en oxygène dans la thermocline due à la production phytoplanctonique en surface.

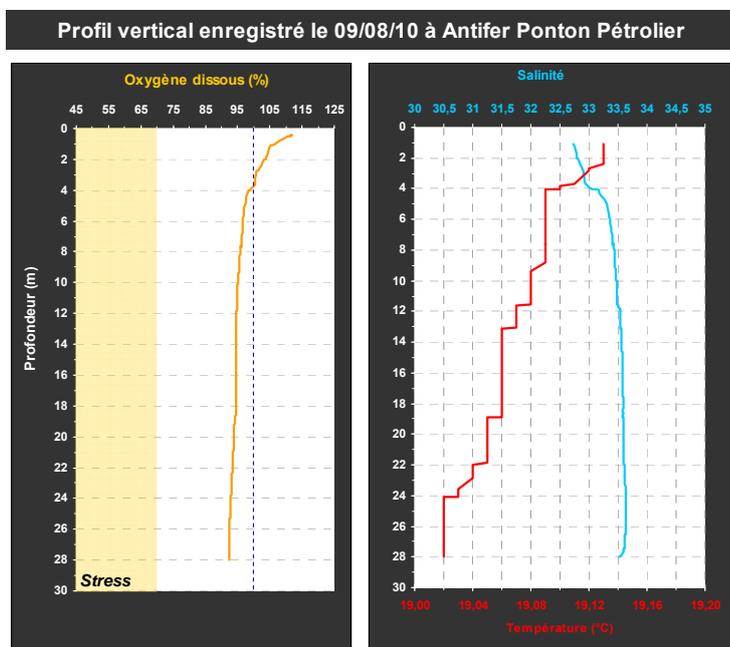


Figure 108 : Profil vertical enregistré le 09/08/2010 à Antifer Ponton Pétrolier à la sonde multi-paramètres. En jaune : pourcentage de saturation en oxygène dissous, en bleu : salinité, en rouge : température.

Les stocks hivernaux en nutriments à Antifer étaient de l'ordre de $54 \mu\text{M}$ de nitrate+nitrite (et $3,2 \mu\text{M}$ d'ammonium), $1,3 \mu\text{M}$ de phosphate et $23,9 \mu\text{M}$ de silicate en 2010, donc beaucoup plus élevés que ceux observés à Cabourg, surtout en ce qui concerne les nutriments azotés (Figure 109). L'évolution des concentrations en nutriments au cours de l'année confirme en outre les recharges fréquentes en nutriments, liées aux dessalures observées (Figure 109).

Le rapport molaire DIN/DIP n'est que très rarement en dessous de la valeur seuil de 16 (y compris en 2010), pendant la période estivale (Figure 109). L'azote ne semble donc pas atteindre des concentrations faisant de lui un élément potentiellement limitant de la production primaire (concentrations minimales de $0,25 \mu\text{M}$ nitrate+nitrite en juillet, $0,14 \mu\text{M}$ d'ammonium, $0,07 \mu\text{M}$ de phosphate et $0,47 \mu\text{M}$ de silicate) (Figure 109).

Le rapport molaire Si/DIP est globalement équilibré, malgré quelques déséquilibres notamment en phosphore en juillet août (Figure 109). Ces dernières ne seraient cependant pas limitantes pour le développement phytoplanctonique aux vues des concentrations en biomasse mesurées (Figure 107).

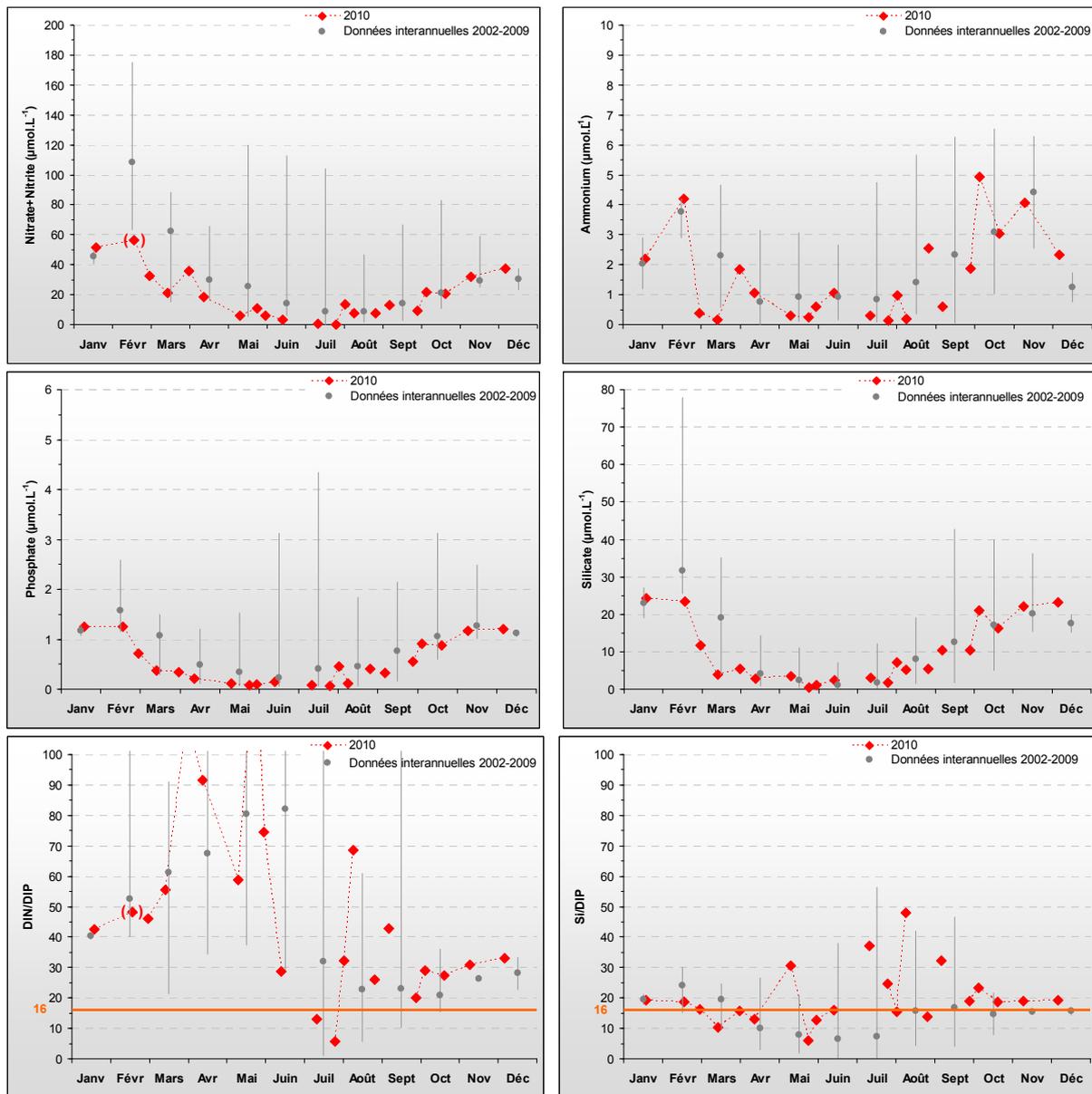


Figure 109 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2009 (gris) et 2010 (◆). (◆) Valeur de nitrate+nitrite hors domaine d'étalonnage. DIN/DIP = 111,0 le 01/04/10, DIN/DIP = 139,3 le 25/05/10.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Antifer Ponton Pétrolier »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores totales) à « Antifer Ponton Pétrolier » montre qu'en 2010, sept taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre à onze reprises (Figure 110). La diatomée du genre *Chaetoceros* semble à nouveau dominer à Antifer en 2010, étant donné qu'elle a dépassé le seuil de 100 000 cell.L⁻¹ à 5 reprises, dont deux fois au dessus du seuil de 1 000 000 de cellules par litre (max 5 405 500 cell.L⁻¹ le 9 août) (Figure 110). Les autres taxons ayant dépassé le premier seuil sont le genre *Thalassiosira* (THAL) en mars, les classes des *Cryptophyceae* (CLCRYPT) et *Chlorophyceae* (CLCHLOR) en avril, les dinoflagellés du genre *Prorocentrum* (PROR) en août, et enfin la diatomée *Leptocylindrus minimus* (LEPTMIN) ainsi que le dinoflagellé *Lepidodinium chlorophorum* (GYMN-82) en septembre (Figure 110).

La Figure 111 permet de visualiser l'évolution des successions de dominances de différents taxons phytoplanctoniques au cours des 12 mois de l'année, de 2002 à 2010. Celle-ci permet de confirmer la dominance de la diatomée *Chaetoceros* une majeure partie de l'année, et ce presque tous les ans de 2002 à 2010. Par ailleurs, alors que le taxon *Skeletonema costatum* (SKELCOS)

semblait dominer en début d'année jusqu'en 2008, ce n'est plus le cas en 2009 ou 2010 ; le genre *Thalassiosira* (THAL) semble en revanche plus présent à cette période depuis 2008. Enfin, il semble intéressant de noter que les efflorescences de dinoflagellés en fin d'année semblent beaucoup moins importantes depuis 2009, par rapport aux années précédentes où ces derniers semblaient dominer de septembre à décembre (Figure 111).

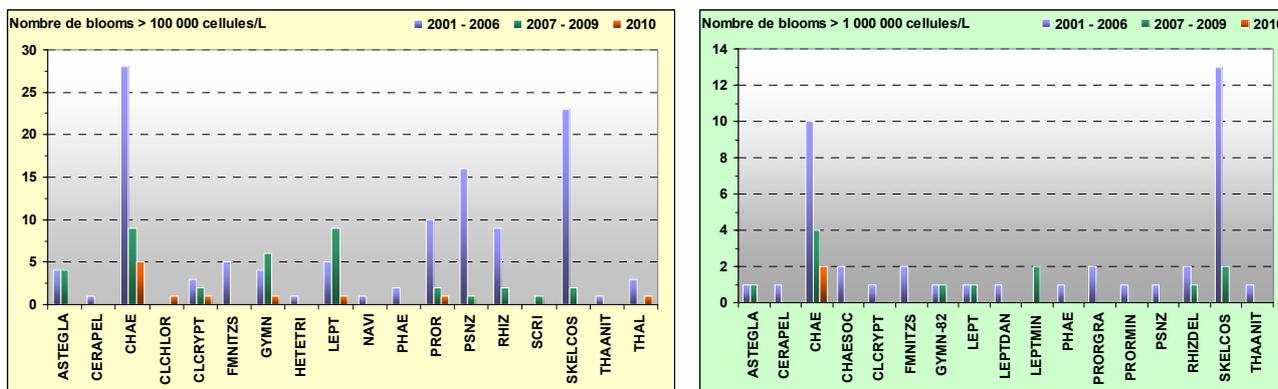


Figure 110 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Antifer Ponton Pétrolier entre 2001-2006 (n=223), 2007-2009 (n=97) et 2010 (n=26).

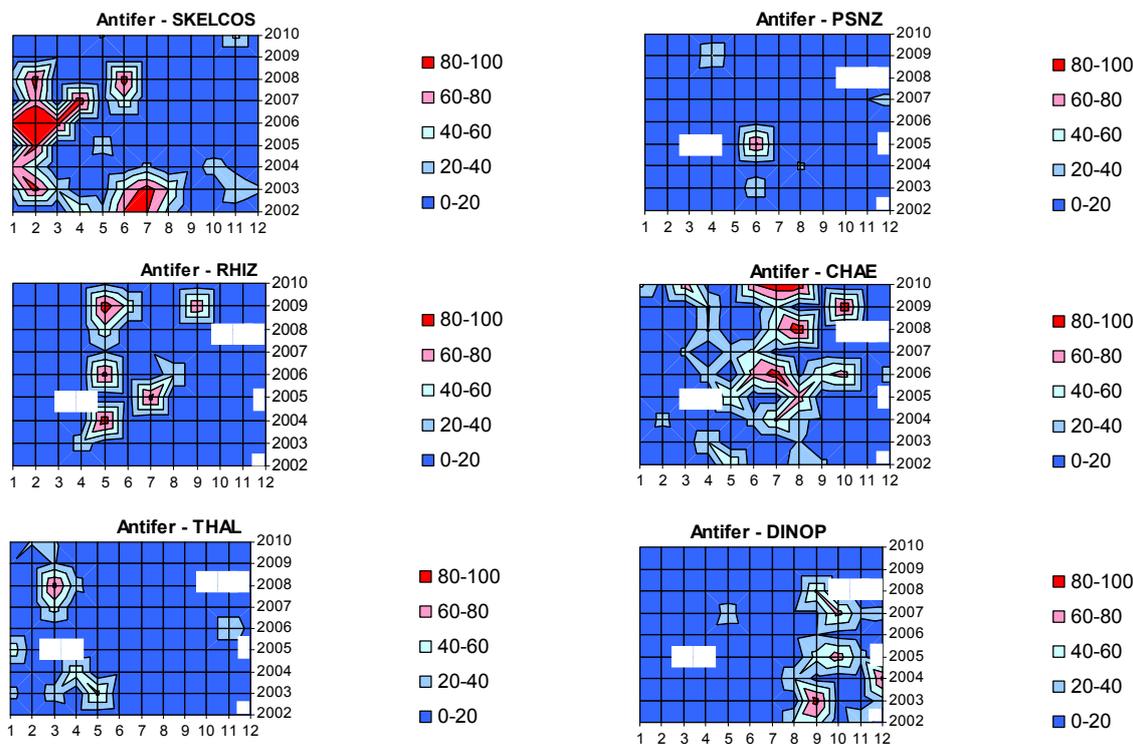


Figure 111 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces phytoplanctoniques, par mois et par année à Antifer Ponton Pétrolier de 2002 à 2010.

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 2006-2010)

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 plus de dessalures importantes à son positionnement actuel. La masse d'eau est cependant relativement riche en nutriments, avec des stocks hivernaux de l'ordre de 33 μM DIN, 1,1 μM DIP, et 17 μM Si (bien moins importants que ceux observés à Antifer). Malgré cela, la production phytoplanctonique est relativement faible à ce point 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 par exemple, car représentative des eaux ouvertes de la Manche. Seule la diatomée du genre *Chaetoceros* a présenté un bloom dépassant le seuil de 100 000 cellules par litre en 2010.

Hydrologie au point « Fécamp 1 mille »

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 étant plus représentatif de la masse d'eau HC17.

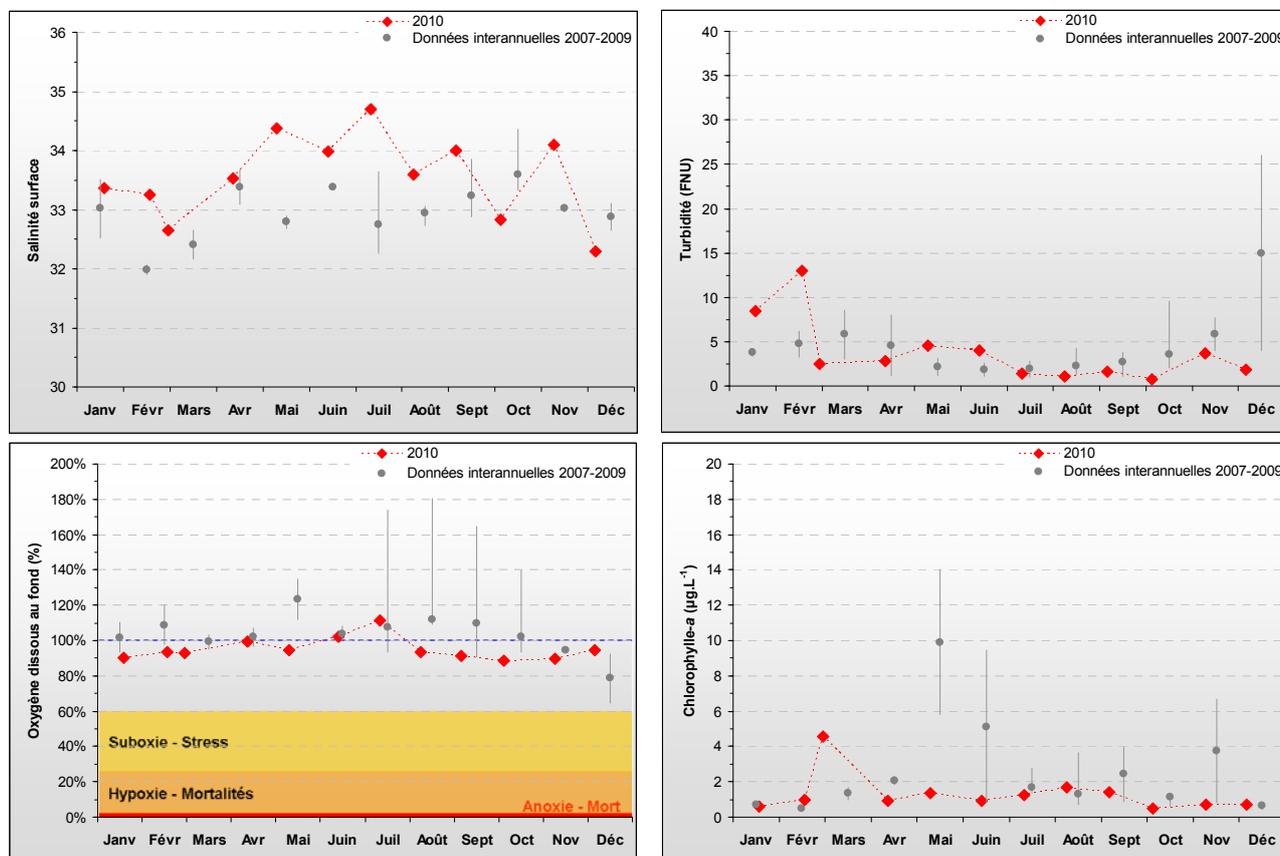


Figure 112 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Fécamp 1 mille, entre mi-2007 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et 2010 (♦).

Le point à Fécamp est directement soumis à l'influence des apports de la *Valmont* et indirectement de ceux de la *Durdent*. Les variations en salinité sont cependant modérées mais fréquentes en 2010 (dessalures de l'ordre de 1,1 d'amplitude en août et octobre, et max. 1,8 en décembre) (Figure 112).

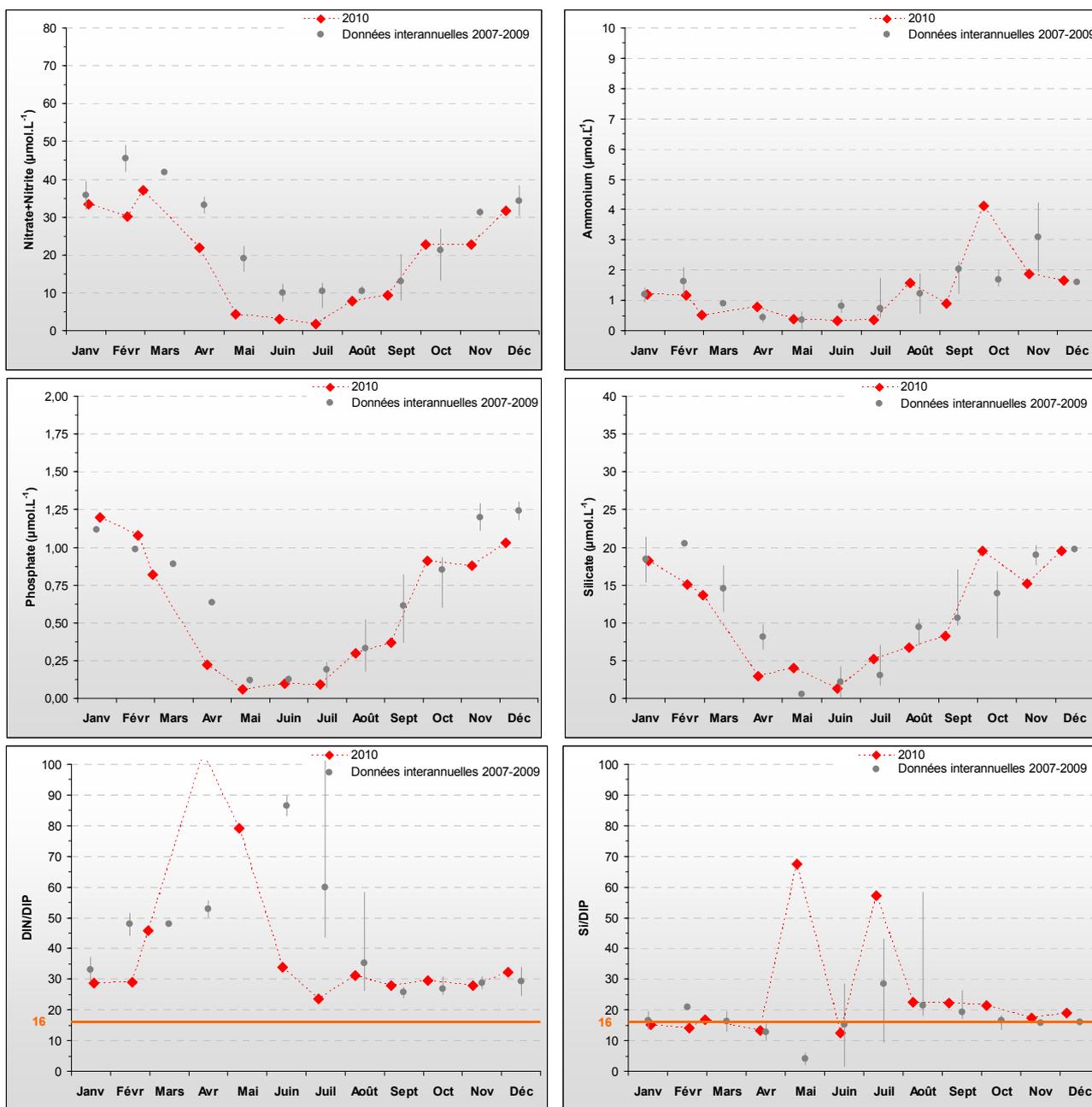


Figure 113 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/DIP et Si/DIP au point Fécamp 1 mille, entre mi-2007 et 2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2009 (gris) et 2010 (♦). DIN/DIP = 103,6 le 13/04/10.

Les dessalures ont vraisemblablement été accompagnées de recharges en nutriments, notamment en août, octobre et décembre, mais également en mars et en juin (Figure 113). Malgré ces apports en nutriments et des stocks hivernaux relativement conséquents (31,8 µM de nitrate + nitrite, 1,1 µM de phosphate et 16,7 µM de silicate) (Figure 113), la production phytoplanctonique est restée relativement faible en 2010 (Figure 112). La concentration moyenne en chlorophylle-a est en effet de 1,3 µg.L⁻¹ en 2010, et un seul pic marqué a été observé début mars (4,6 µg.L⁻¹), suivi d'une période de productivité estivale relativement faible et stable, variant de 1 à 1,7 µg.L⁻¹ entre avril et septembre (Figure 112).

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 2010, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 112).

Les concentrations en nutriments globalement inférieures en 2010 aux médianes interannuelles, ont observé un cycle relativement classique de consommation / reminéralisation (Figure 113). Les nutriments n'apparaissent cependant jamais complètement utilisés, les concentrations minimales étant de l'ordre de 2 µM d'azote, 0,06 µM de phosphore et 1,3 µM de silicium (Figure 113). Le rapport molaire DIN/DIP ne présente aucune valeur inférieure au seuil de 16 depuis 2007 ; l'azote ne semble donc pas en carence dans le milieu (Figure 113). Le rapport molaire Si/DIP montre des déséquilibres en phosphore ponctuellement en mai et en juillet (Figure 113).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Fécamp 1 mille »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à « Fécamp 1 mille », montre qu'en 2010, seule la diatomée *Chaetoceros spp.* a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre (792 300 cell.L⁻¹ le 14/06) (Figure 114). 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.

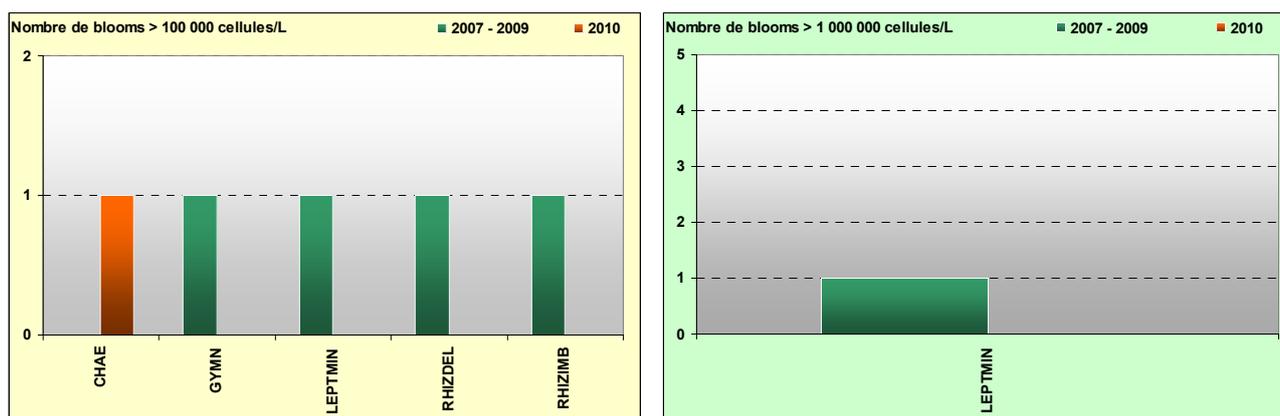


Figure 114 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Fécamp entre 2007-2009 (n=32) et 2010 (n=12).

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 2008-2010)

SYNTHESE HC18 : La masse d'eau HC18 est suivie grâce au point « Dieppe 1 mille » sur les périodes 2004-2005 et 2008-2010. Cette masse d'eau apparaît peu sujette aux dessalures et aux hausses de turbidité, et les recharges en nutriments semblent ainsi limitées. Les stocks hivernaux en nutriments (24 μM DIN, 0,9 μM DIP, 14,5 μM Si) sont bien inférieurs à ceux estimés à Fécamp ; pourtant, la productivité phytoplanctonique est sensiblement plus importante à Dieppe (moyenne 2,6 $\mu\text{g.L}^{-1}$, max. 10,5 $\mu\text{g.L}^{-1}$ en mars), mais modérée. Les stocks en nutriments ne semblent pas complètement consommés pendant la période productive, mais le phosphore pourrait éventuellement être limitant pour le développement phytoplanctonique. Deux taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2010 l'un d'eux franchissant le seuil de 1 000 000 cellules par litre. Le peuplement phytoplanctonique à Dieppe est considéré comme représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

Hydrologie au point « Dieppe 1 mille »

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 2010 grâce à la réalisation des prélèvements par la DDTM 76.

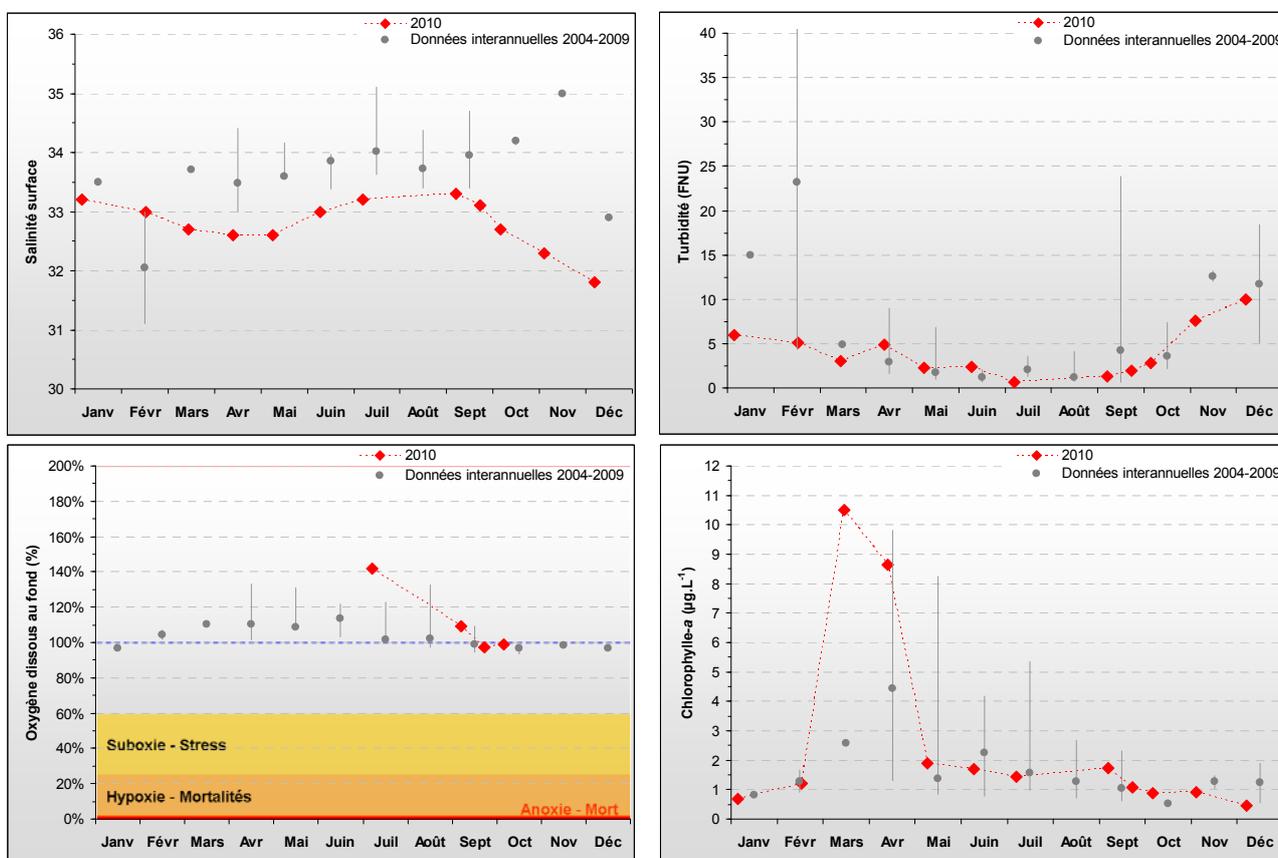


Figure 115 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2005, 2008-2009 (gris) et 2010 (♦).

Les données accumulées en ce point permettent de montrer que la salinité reste globalement stable, et que cette masse d'eau semble peu sujette à des dessalures importantes ou fréquentes en ce point de surveillance (Figure 115), avec une salinité moyenne interannuelle à 33,5. La turbidité au niveau de Dieppe est également relativement stable, et les quelques variations observées coïncident avec celles de salinité (Figure 115).

La biomasse phytoplanctonique enregistrée en 2010 est globalement du même ordre de grandeur que celle observée en 2009 ($2,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ en moyenne) (Figure 115). Le bloom printanier observé est très marqué ($10,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ le 16 mars, maximum interannuel), se prolonge en avril ($8,6 \mu\text{g.L}^{-1}$), et est suivi d'une période de productivité estivale relativement faible et stable (Figure 115). La production phytoplanctonique apparaît plus importante à Dieppe qu'à « Fécamp 1 mille » en 2010.

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 2010, 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 115).

Les stocks hivernaux estimés à Dieppe ont été inférieurs à ceux de Fécamp en 2010, avec des teneurs de l'ordre de $23 \mu\text{M}$ de nitrate+nitrite, $0,9 \mu\text{M}$ de phosphate et $14,5 \mu\text{M}$ de silicate, et peu de recharges en nutriments ont été observées (Figure 116). Les nutriments sont globalement présents en quantité moindre en 2010 qu'au cours des années précédentes de suivi. Bien que ceux-ci ne soient jamais complètement consommés, certains atteignent des teneurs faibles en période estivale (notamment l'azote et le phosphore : $0,5 \mu\text{M}$ de nitrate + nitrite, $0,005 \mu\text{M}$ d'ammonium, $0,06 \mu\text{M}$ de phosphate et $1,4 \mu\text{M}$ de silicate) (Figure 116).

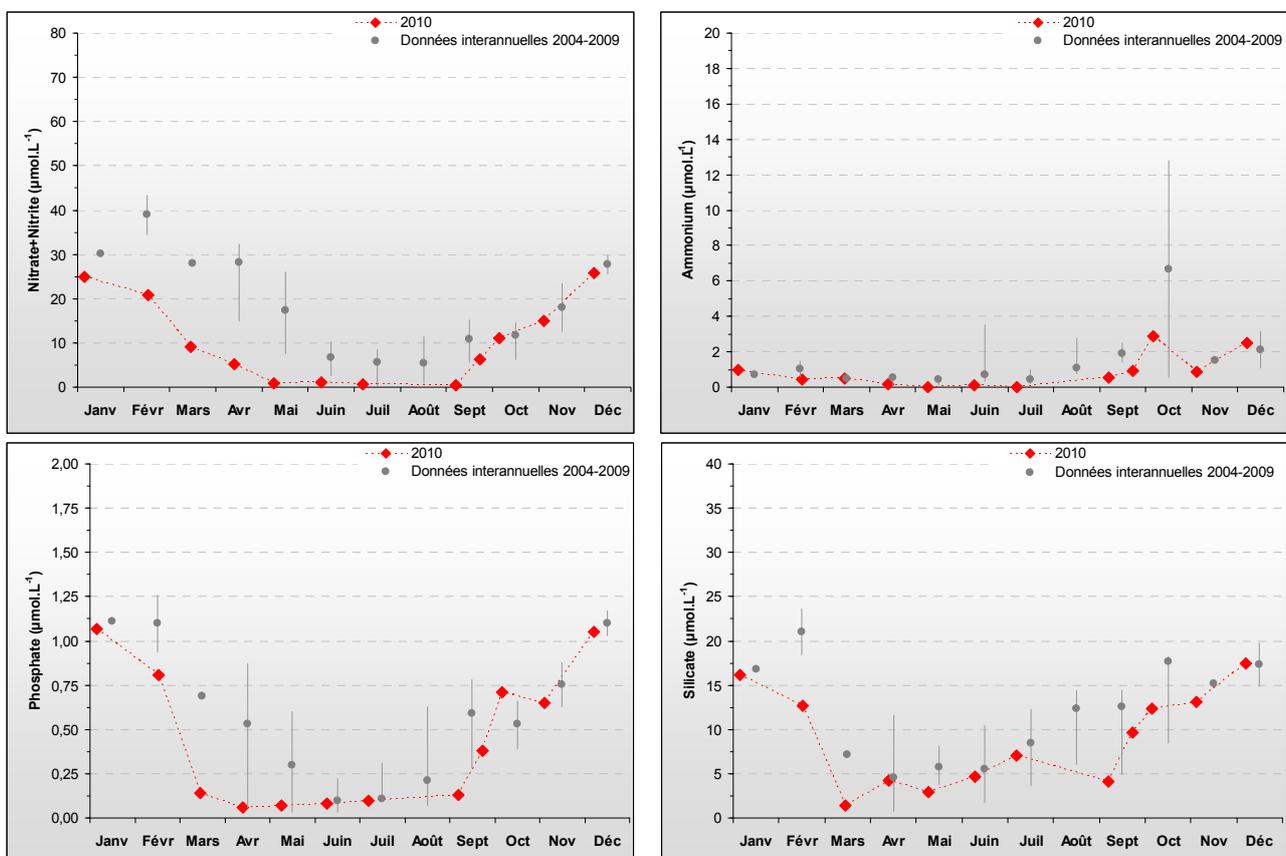


Figure 116 : Évolution des concentrations en nutriments à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2005, 2008-2009 (gris) et 2010 (♦).

L'étude du rapport molaire DIN/DIP montre que l'azote ne semble pas ou peu en carence potentielle dans le milieu (Figure 117). 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 116 et Figure 117).

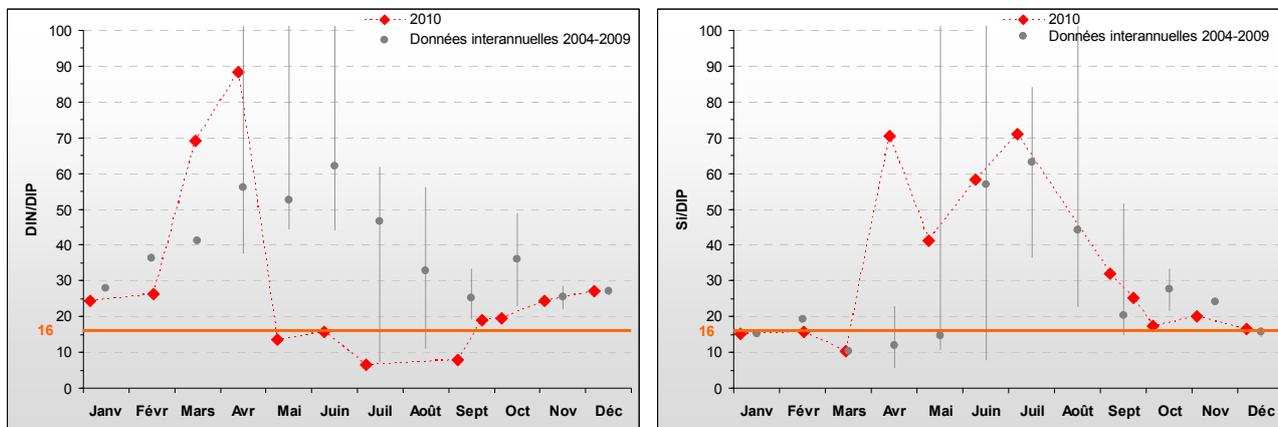


Figure 117 : Évolution des rapports DIN/P et Si/P à Dieppe 1 mille en 2004-2005 et 2008-2010. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2005, 2008-2009 (gris) et 2010 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Dieppe 1 mille »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à Dieppe, montre qu'en 2010, seul la prymnesiophyceae *Phaeocystis globosa* (PHAE) (5 837 800 cell.L⁻¹ le 14 avril) et la diatomée *Dactyliosolen fragilissimus* (RHIZFRA) (263 700 cell.L⁻¹ le 10 juin) ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, le premier dépassant le seuil de 1 000 000 de cellules par litre (Figure 118). Bien que le nombre de données soient restreints, ce peuplement phytoplanctonique semble représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

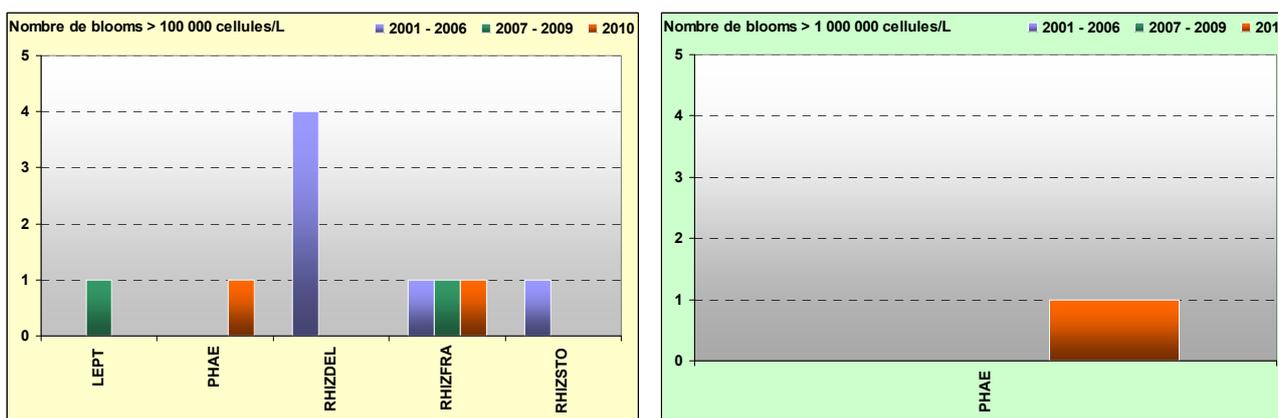


Figure 118 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dieppe 1 mille entre 2001-2005 (n=57), 2008-2009 (n=18) et 2010 (n=12).

Pertinence du suivi au point « Dieppe 1 mille »

Le point « Dieppe 1 mille » est sous l'influence directe de la *Béthune* et indirecte de l'*Yères*. Les courants de marée générant un balancement sud-ouest/nord-est du panache de la *Béthune* 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 éléments de qualité DCE

IV.1. Discussion générale

IV.1.1. Cycles et carences potentielles en nutriments

Le RHLN 2010 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 (Figure 119).

La Figure 119 met en évidence le gradient de stocks hivernaux (moyenne sur 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).

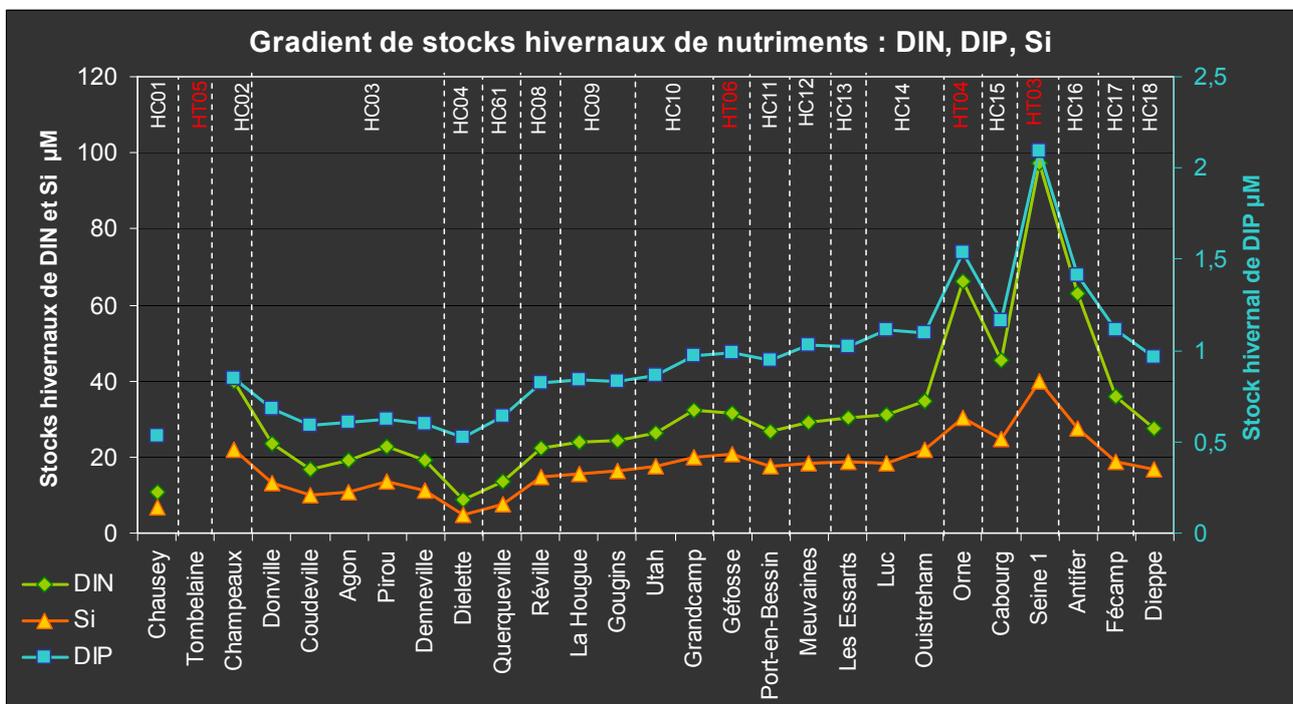


Figure 119 : Gradient des stocks hivernaux (moyenne sur novembre-février) interannuels en nutriments sur les points de prélèvement du RHLN. DIN = azote inorganique dissous, DIP = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.

Comme les années précédentes, les résultats montrent l'influence importante des apports de la Seine dans la masse d'eau HT03, qui sont dilués en s'éloignant vers HC15, HC16, HC17 et HC18, et de même pour les apports de l'Orne dans la masse d'eau HT04 ceux-ci étant dilués dans HC13, HC14 et HC15 (Figure 119).

Comparativement, les apports de la baie des Veys semblent être beaucoup plus faibles et influencent peu les masses d'eau à proximité (HT06, HC10 et HC11) (Figure 119).

Le suivi au point « Tombelaine » (HT05) ayant commencé en mars 2010, l'estimation des stocks hivernaux en nutriments n'a pas pu être réalisé (Figure 119).

Enfin, à noter, le stock hivernal en nutriments à « Dielette » (HC04) est aussi bas que celui à « Chausey » (HC01) et sont équivalents aux concentrations mesurées dans les eaux ouvertes de la Manche.

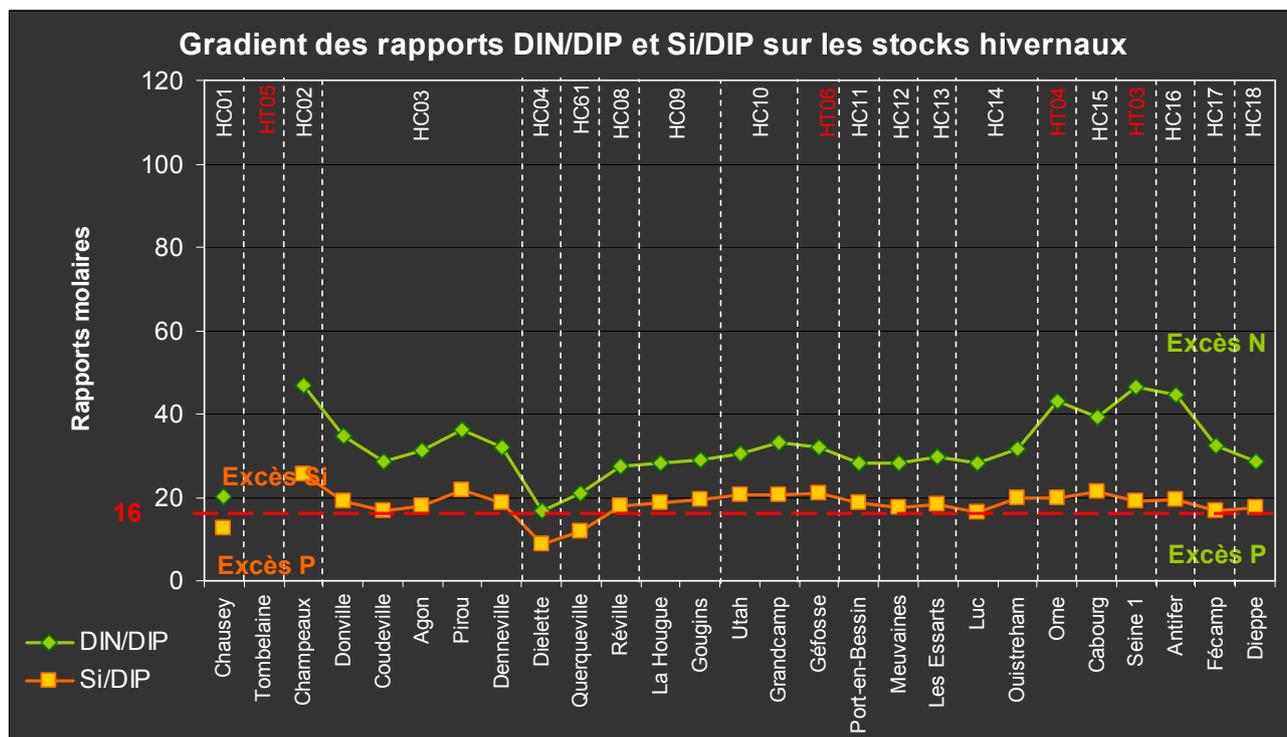


Figure 120 : Gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP des stocks hivernaux (moyenne sur novembre-février) interannuels sur les points de prélèvement du RHLN.
 DIN = azote inorganique dissous, DIP = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.

L'étude du gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP le long du littoral normand confirme ces observations, avec un déséquilibre accentué de ces rapports pour les points « Estuaire de l'Orne » et « Seine-1 » (Figure 120). En outre, ces données montrent un excès d'azote sur la majorité des points suivis, hormis à « Chausey » (HC01), à « Dielette » (HC04) et à « Digue de Querqueville » (HC61) où les rapports DIN/DIP sont proches de la valeur de référence (N/P = 16) de Redfield *et al.* (1963) (Figure 120). Les rapports de nutriments étant légèrement variables autour de ces valeurs de référence, la Figure 120 ne semble pas montrer de déséquilibre important entre le silicium et le phosphore (Si/DIP) sur les points suivis. L'étude de ces rapports de nutriments montre globalement moins de déséquilibre entre les stocks hivernaux des différents nutriments en 2010 qu'en 2009, et bien moins qu'en 2008 également, pouvant résulter de la variabilité des précipitations hivernales entre ces trois années.

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 – septembre) en 2010 est présenté dans la Figure 121.

L'étude de ce gradient montre que 17 points de surveillance sur 27 présentent un faible rapport DIN/DIP estival, notamment sur la côte Ouest (HC01 à HC03) et de façon moins importante sur la côte Est (HC08 à HT06) et dans les masses d'eau HC14 et HC15 pendant la période estivale (Figure 121). Sur les points des masses d'eau HC04, HC61, HC12, HT04, HC18, et dans une moindre mesure HC11 et HC13, le rapport DIN/DIP estival est globalement à l'équilibre (Figure 121), alors que l'étude des stocks hivernaux suggérait un excès d'azote (Figure 120). Seules trois masses d'eau montrent une carence potentielle estivale en phosphore (Figure 121), à l'exutoire de l'estuaire de la Seine, où une politique publique a permis de réduire les apports en phosphore (*cf.* § III.2.17).

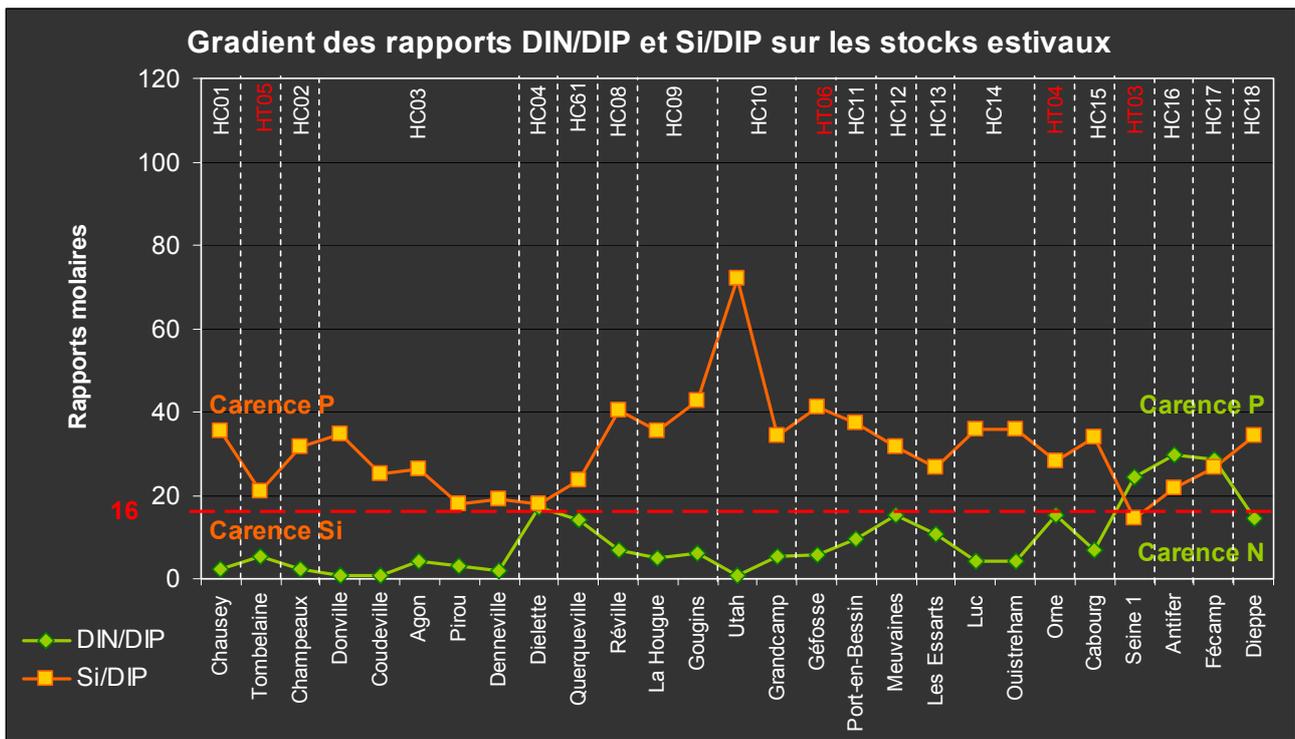


Figure 121 : Gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP des stocks estivaux (juillet-septembre) sur les points de prélèvement du RHLN 2010.
 DIN = azote inorganique dissous, DIP = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.

L'étude du rapport Si/DIP montre que le silicium n'est en carence potentielle estivale sur aucun des points de surveillance par rapport au phosphore (Figure 121). Les concentrations en nutriments au point « Dielette » (HC04) paraissent en parfait équilibre, vraisemblablement grâce à l'hydrodynamisme du secteur qui homogénéise les masses d'eau. Cependant, sur le point de la masse d'eau HC12, le rapport Si/DIP semble suggérer une carence potentielle en phosphore, DIN/DIP étant à l'équilibre (Figure 121).

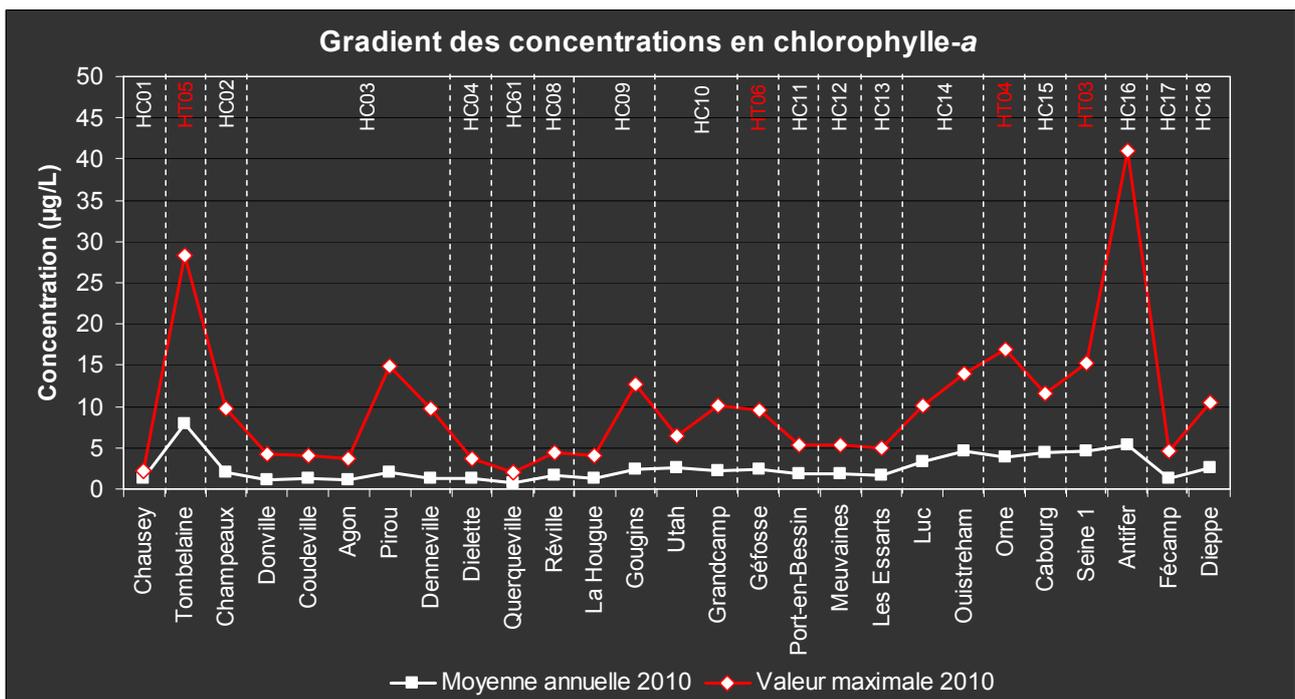


Figure 122 : Gradient des concentrations en chlorophylle-a sur les points de prélèvement du RHLN 2010.
 En blanc = concentrations moyennes en chlorophylle-a ; en rouge = concentration maximale en chlorophylle-a.

De façon générale, la moyenne annuelle des concentrations en chlorophylle-a sur toutes les masses d'eau normandes surveillées a été inférieure en 2010 (2,51 µg.L⁻¹) qu'en 2009 (3,5 µg.L⁻¹).

L'étude du gradient des concentrations en chlorophylle-a le long du littoral normand fait apparaître plusieurs « régimes » biologiques en 2010 (Figure 122). Les points des masses d'eau de la côte Ouest du Cotentin (HC01, HC02, HC03, HC04), du nord Cotentin (HC61), de la côte Est (HC08, HC09, HC10, HT06), du Calvados Ouest (HC11, HC12, HC13) et de Seine-Maritime (HC17, HC18) ont en commun une moyenne annuelle en chlorophylle-a inférieure ou égale à 2 µg.L⁻¹, et des maxima annuels inférieurs à 15 µg.L⁻¹, témoignant d'un régime relativement faiblement productif malgré les pics observés en 2010 (Figure 122). Les masses d'eau, dont la moyenne annuelle en chlorophylle-a se situe entre 2 et 5 µg.L⁻¹ avec des maxima annuels entre 10 et 20 µg.L⁻¹ (HC14, HT04, HC15, HT03), pourraient être classées dans un groupe de masses d'eau modérément productives (Figure 122). Enfin, deux masses d'eau (HT05, HT03 et HC16) pourraient être classées dans un groupe de masses d'eau fortement productives avec une moyenne annuelle en chlorophylle-a supérieure à 5 µg.L⁻¹ et des maxima annuels supérieurs à 15 µg.L⁻¹ (Figure 122).

IV.1.2. Evolution des flores phytoplanctoniques

Du point de vue des blooms phytoplanctoniques, le nombre d'occurrence est près de deux fois inférieur pour le seuil > 100 000 cellules par litre (Σ = 32 en 2010 contre 61 en 2009), mais est identique pour le seuil > 1 000 000 cellules par litre (Σ = 13) en 2010 par rapport à 2009 (Figure 123). Ceci implique que, malgré un nombre de blooms mono-spécifiques moins important en 2010, ceux-ci sont restés très forts en intensité. De façon générale, l'année 2010 a été bien plus fraîche que 2009 (Δ = 1°C) et un peu plus ensoleillée (+ 3,5% en moyenne sur la Normandie) (voir Chapitre III.1). Cette différence de température peut expliquer en partie la plus faible productivité générale de l'année 2010 par rapport à 2009, ainsi que la diminution du nombre de blooms observés.

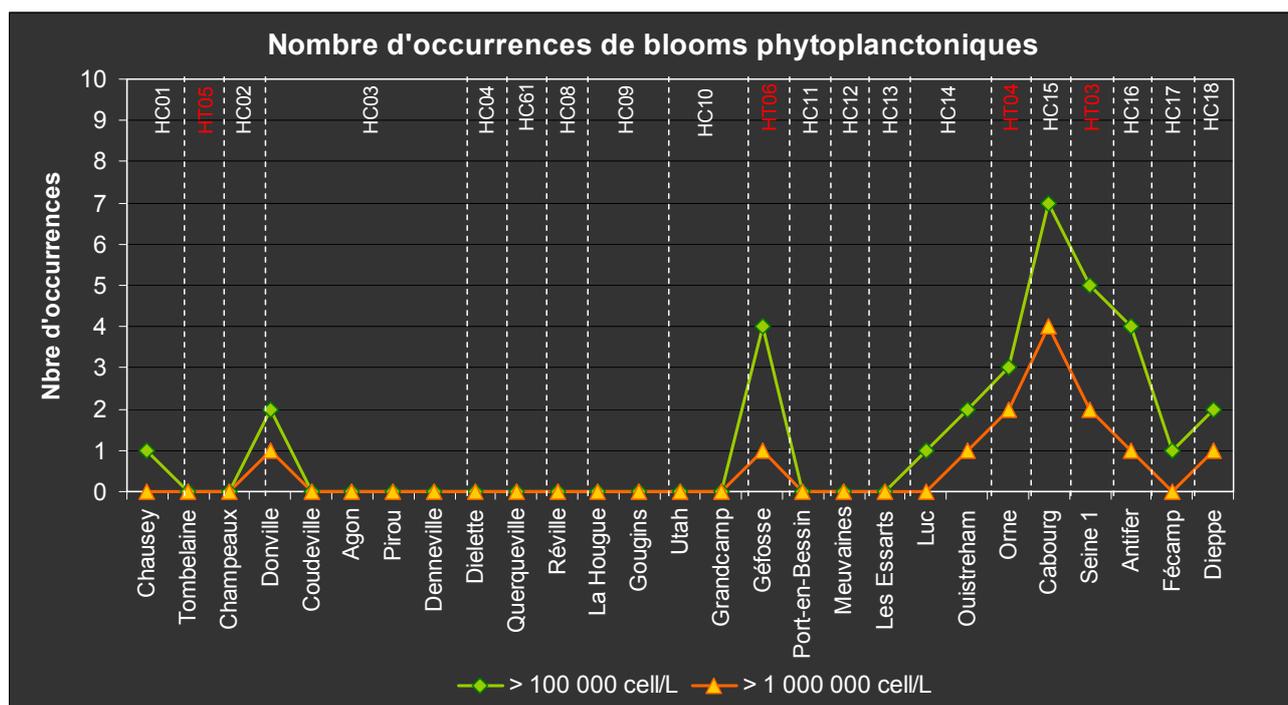


Figure 123 : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN 2010. Dans la limite du 1^{er} prélèvement du mois pour homogénéiser le biais dû aux fréquences de prélèvement plus fortes sur certains points.

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 Gêfosse (HT06), de l'Orne et particulièrement à Cabourg (HC15), et autour d'Antifer (HC16) (Figure 123).

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 montre la dominance du genre *Chaetoceros* sp. dans les masses d'eau normandes que ce soit en 2010 que pendant les périodes 2001-2006 et 2007-2010 (Figure 124 et Figure 125). 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 39 blooms > 100 000 cellules par litre et de 22 blooms > 1 000 000 cellules par litre (Figure 124). 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.

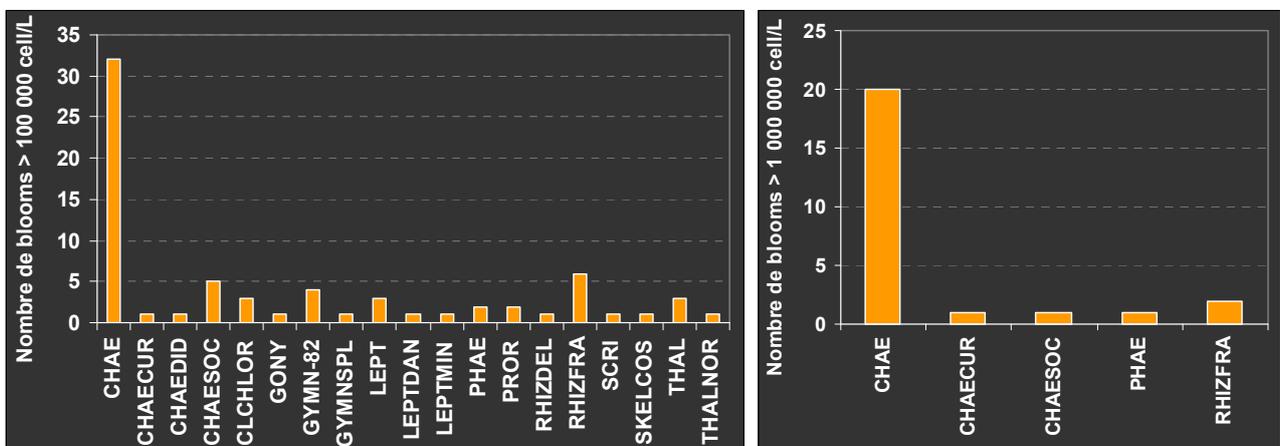


Figure 124 : Nombre d'observation des espèces ayant présenté un bloom > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand en 2010.

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 nuisibles⁹ 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.

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 présenté des blooms > 100 000 cellules par litre en 2010 (Figure 124), sont classés parmi les espèces nuisibles et caractéristiques de l'eutrophisation selon la Directive Cadre sur l'Eau.

⁹ 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).

La comparaison des dénombrements de blooms selon les deux seuils DCE entre les périodes 2001 – 2006 (soit 6 années) et 2007 – 2010 (soit 4 années) montre que 22% des espèces ayant été dénombrées entre 2001 et 2006 ont déjà un nombre de bloom > 100 000 cellules par litre supérieur en 2007 et 2010 alors que la période est plus courte (Figure 125). Ces espèces sont EUCPZOD, LEPT, GYMN, HETETRI, SCRI et CHRU (Figure 125).

Au total, entre 2001 et 2006, 37 % des blooms > 100 000 cellules par litre sont dus à des espèces classées comme nuisible ; sur la période 2007 – 2010, ce taux est déjà à 28 % (Figure 125). Pour ce qui est des blooms > 1 000 000 cellules par litre, 45 % d'entre eux étaient dus à des espèces classées comme nuisible entre 2001 et 2006, et 23 % entre 2007 et 2010 (Figure 125)

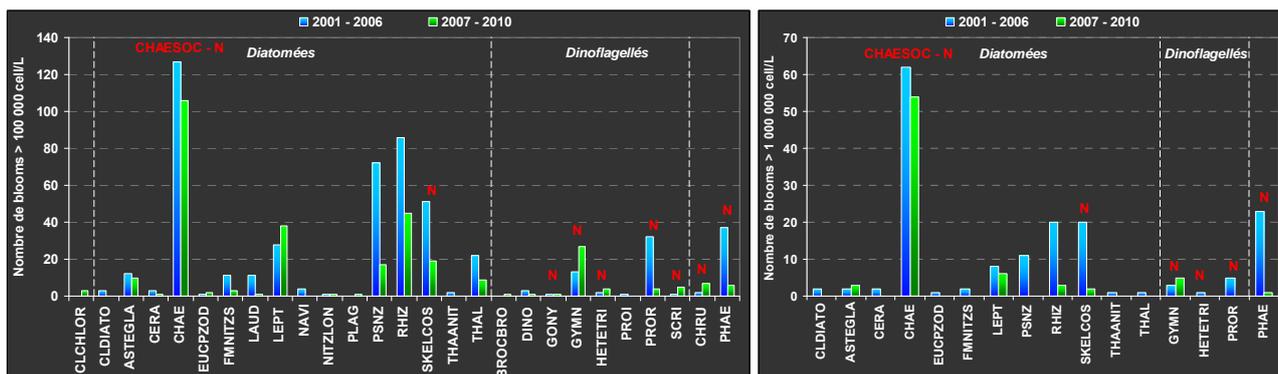


Figure 125 : Nombre d'observations des espèces ayant présenté un bloom > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand entre 2001-2006, et 2007-2010. N = espèces ou genre de phytoplancton classé comme nuisible par la DCE.

IV.1.3. Bilan du suivi RHLN 2010

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 inférieures en 2010 par rapport à 2009. De plus, malgré des teneurs maximales en chlorophylle-a plus importantes en 2010 sur près de la moitié des points, la moyenne annuelle a très majoritairement diminué par rapport à 2009, révélant une productivité primaire annuelle moindre en 2010. Les valeurs minimales en oxygène dissous au fond montrent que plus de 60 % des points ont un minimum supérieur à 90 % de saturation, près de 30 % des points ont un minimum entre 80 % et 90 %, et 3 stations ont un minimum entre 70 % et 80 % en 2010, le minimum observé ayant été enregistré à « Cabourg » (74,7 %). En 2010, les stocks hivernaux en nitrate+nitrite étaient globalement identiques ou inférieurs pour près des trois-quarts des points par rapport à 2009, malgré des précipitations hivernales plus importantes qu'en 2009. 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. Enfin, le Tableau 4 de synthèse précise la nature des peuplements phytoplanctoniques rencontrés, et si les cycles des nutriments 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 2010.

Point de suivi	Cours d'eau influençants	Importance des dessalures (amplitude max)	Turbidité (moyenne)	Chlorophylle-a annuelle (µg/L dissous % sat (minimum))	Oxygène dissous % sat (minimum)	NO ₂ /NO ₃	PO ₄ ³⁻	Si(OH) ₄	NH ₄ ⁺	Risque de carence en nutriment (e)	Nutriments en µM (minima annuels / stocks hivernaux)	Type de cycle	Type de fleurs (b) (phytoplankton)	Niveau de dystrophie (c)
Chausey	---	Très faible (<1)	1 FNU	2 / 1,2	93,6	0,08 / 12	0,04 / 0,6	0,4 / 6	0,01 / 0,1	++	0,1 / 6	Classique	EOM	Très faible
Tombelaine	Coquesnon/Sée/Sélune	Modérée (3)	55 FNU	28 / 9,0	105,8	0,1 / ND	0,1 / ND	3,4 / ND	0,01 / ND	+	0,1 / 1,3	Atypique	BE	ND
Champceaux	Coquesnon/Sée/Sélune	Modérée (3)	5 FNU	10 / 2,1	91,6	0,04 / 31	0,05 / 0,8	0,5 / 16	0,01 / 1,3	+	0,5 / 16	Atypique	IME	Modéré
Donville	Boscq	Très faible (<1)	2 FNU	4 / 1,2	93,0	0,07 / 28	0,05 / 0,8	0,3 / 14	0,01 / 1,1	++	0,3 / 14	Atypique	IME	Très faible
Coudreville 1 mille	---	Très faible (<1)	2 FNU	4 / 1,2	93,4	0,06 / 44	0,02 / 0,7	0,6 / 11,5	0,01 / 0,8	++	0,6 / 11,5	Atypique	EOM	Très faible
Pointe Agon Sud	Sienne	Faible (1)	2 FNU	4 / 1,1	92,0	0,05 / 19	0,03 / 0,7	0,3 / 10	0,01 / 0,2	++	0,3 / 10	Atypique	EOM	Très faible
Pirou Bergerie Sud	Ay	Faible (1,5)	8 NTU	15 / 2,0	94,5	0,08 / 18	0,03 / 0,7	0,6 / 12	0,12 / 0,6	++	0,6 / 12	Atypique	EOM	Très faible
Denneville	Ay	Très faible (<1)	4 NTU	10 / 1,2	89,6	0,02 / 14	0,02 / 0,6	0,5 / 9	0,01 / 0,4	++	0,5 / 9	Atypique	EOM	Très faible
Dielette	---	Très faible (<1)	1 FNU	4 / 1,3	92,5	0,2 / 9	0,04 / 0,5	0,3 / 4	0,01 / 0,1	-	0,3 / 4	Classique	EOM	Très faible
Barneville	---	Très faible (<1)	-	2 / 1,1	94,6	0,3 / 11	0,1 / 0,7	0,6 / 6	0,04 / 0,9	-	0,6 / 6	Classique	EOM	Très faible
Jobourg	---	Très faible (<1)	-	2 / 1,1	94,9	0,6 / 9	0,05 / 0,7	0,6 / 5	0,16 / 0,2	-	0,6 / 5	Classique	EOM	Très faible
Digue de Querqueville	Lucas / Dielette	Très faible (<1)	2 FNU	2 / 0,8	93,9	0,1 / 16	0,05 / 0,7	1,3 / 9	0,01 / 0,5	-	1,3 / 9	Atypique	BE	Très faible
Révillon 1 mille	Saire	Très faible (<1)	2 FNU	5 / 1,7	90,6	0,2 / 23	0,05 / 0,8	0,9 / 14	0,3 / 0,6	+	0,9 / 14	Atypique	EOM	Très faible
La Hougue	Saire	Très faible (<1)	4 FNU	4 / 1,4	88,8	0,2 / 25	0,04 / 0,9	2,0 / 15	0,7 / 1,2	+	2,0 / 15	Atypique	EOM et IME	Très faible
Gougins	Taute/Vire/Aure/Douve	Faible (1)	4 FNU	13 / 2,4	89,6	0,1 / 26	0,07 / 0,9	1,1 / 16	0,3 / 1,0	+	1,1 / 16	Atypique	EOM et IME	Très faible
Utah	Taute/Vire/Aure/Douve	Faible (1,5)	5 FNU	6 / 2,5	91,2	0,01 / 28	0,06 / 0,9	1,0 / 18	0,01 / 0,7	++	1,0 / 18	Atypique	EOM et IME	Très faible
Roches de Grandcamp	Taute/Vire/Aure/Douve	Faible (1,5)	3 FNU	10 / 2,2	90,7	0,1 / 31	0,07 / 0,9	1,5 / 18	0,01 / 1,0	+	1,5 / 18	Atypique	MEO	Très faible
Géfosse	Taute/Vire/Aure/Douve	Faible (1,5)	4 FNU	10 / 2,4	90,1	0,02 / 31	0,06 / 0,9	1,1 / 18	0,01 / 0,9	+	1,1 / 18	Atypique	BE	Très faible
Port-en-Bessin 1 mille	---	Très faible (<1)	3 FNU	5 / 1,9	91,1	0,1 / 30	0,03 / 1,0	0,9 / 18	0,1 / 1,2	-	0,9 / 18	Atypique	EOM et IME	Très faible
Asnelles-Meuvaunes	---	Très faible (<1)	7 FNU	5 / 1,8	79,6	0,3 / 31	0,07 / 1,1	1,6 / 18	0,4 / 1,2	-	1,6 / 18	Atypique	EOM et IME	Très faible
St Aubin Les Essarts	---	Très faible (<1)	3 FNU	5 / 1,7	79,2	1,0 / 36	0,07 / 1,0	0,6 / 19	0,4 / 0,8	-	0,6 / 19	Atypique	EOM et IME	Très faible
Luc-sur-mer 1 mille	Ome	Très faible (<1)	3 FNU	10 / 3,3	80,8	0,08 / 37	0,08 / 1,1	0,3 / 19	0,01 / 1,2	+	0,3 / 19	Perturbé	BE	Très faible
Outstreham 1 mille	Ome	Très faible (<1)	3 FNU	14 / 4,6	80,7	0,01 / 47	0,06 / 1,1	0,2 / 23	0,01 / 1,5	+	0,2 / 23	Perturbé	BE	Faible
Estaire de l'Ome	Ome	Très faible (<1)	10 FNU	17 / 3,9	87,6	2,8 / 90	0,1 / 2,0	2,5 / 28	0,01 / 2,1	+	2,5 / 28	Perturbé	BE	Modéré
Cabourg	Dives/Seine	Très faible (<1)	3 FNU	12 / 4,3	74,7	0,01 / 37	0,06 / 0,8	0,4 / 23	0,01 / 1,5	+	0,4 / 23	Perturbé	BE	Très faible
Seine-1	Seine	Forte (8)	9 FNU	15 / 4,7	90,4	16 / 95	0,2 / 1,8	2,9 / 39	0,1 / 7,0	+	2,9 / 39	Perturbé	BE	Modéré
Antifer Ponton Pétrolier	Seine	Modérée (2)	2 FNU	41 / 5,2	86,9	0,3 / 54	0,07 / 1,3	0,5 / 24	0,1 / 3,0	+	0,5 / 24	Perturbé	BE	Modéré
Fécamp 1 mille	Valmont/Durdent	Très faible (<1)	4 FNU	5 / 1,3	88,7	1,8 / 32	0,06 / 1,1	1,3 / 17	0,3 / 1,2	+	1,3 / 17	Atypique	EOM	Très faible
Dieppe 1 mille	Aques/Eauine/Varenne	Modérée (2)	4 FNU	11 / 2,6	97,5	0,5 / 23	0,06 / 0,9	1,4 / 14	0,01 / 0,7	-	1,4 / 14	Atypique	EOM	Très faible

(a) Limitation potentielle d'un nutriment en été :
 ++ : carence vraisemblable N: Azote
 + : carence potentielle P: Phosphore
 - : pas de carence Si: Silicium

(b) Fleurs caractéristiques des:
 BE: Baies et Estuaires
 EOM: Eaux Ouvertes de la Manche
 IME: Influence Milieux Estuariens
 MEO: 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 2010
 En bleu Résultats s'étant améliorés en 2010
 ND: Non déterminé

IV.2. Mise à jour des éléments de qualité DCE

IV.2.1. Principe

En 2010, deux arrêtés ministériels ont été publiés afin de cadrer la surveillance et l'évaluation de l'état des masses d'eau de transition et côtières 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 d'une masse d'eau est donc qualifié à partir de son état écologique et de son état chimique. L'état chimique s'appuie sur les teneurs en contaminants chimiques dans l'eau qui font l'objet de réseaux de surveillance dédiés et ne sont pas intégrés dans le 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 126. L'état écologique est donc défini à partir de l'état biologique, l'état physico-chimique, et l'état hydromorphologique.

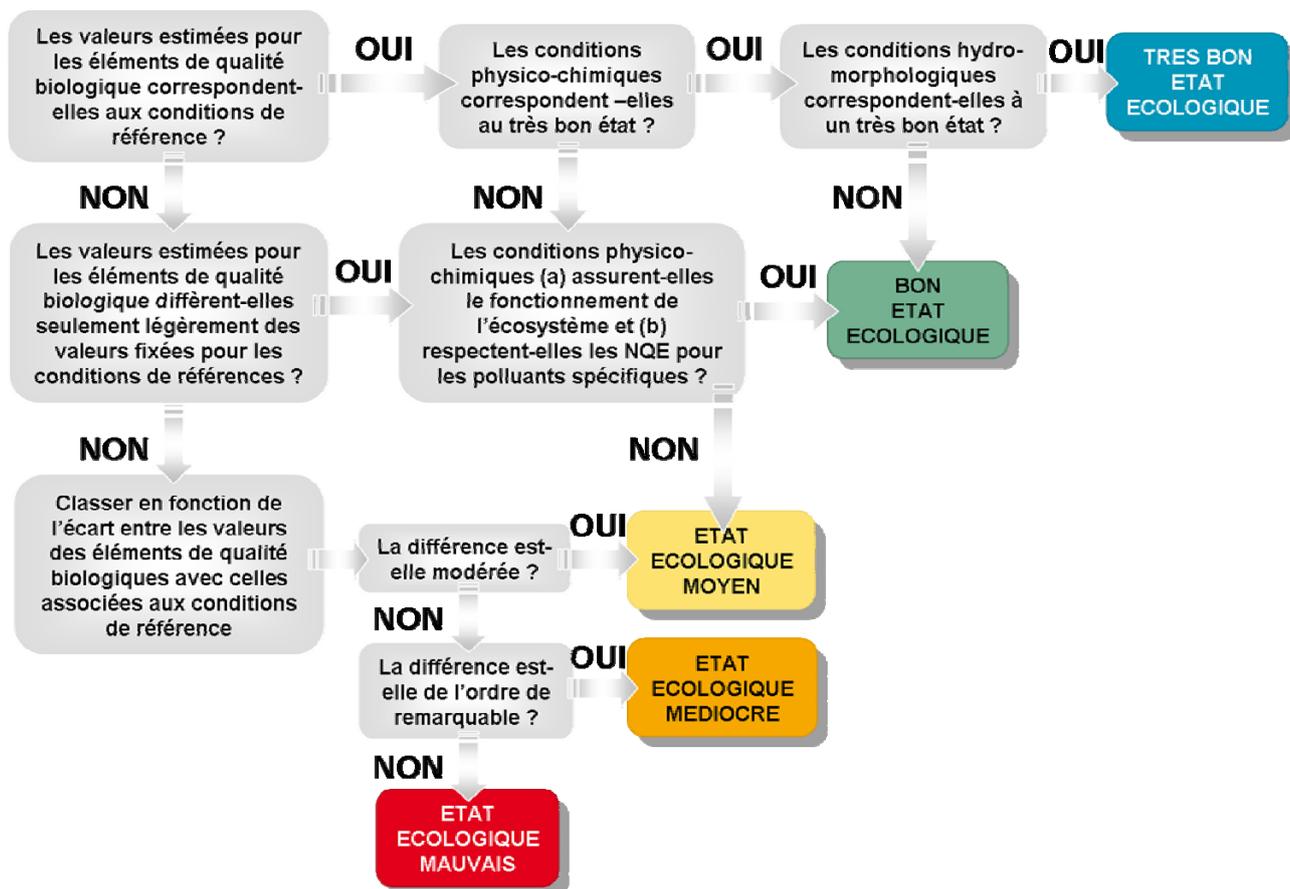


Figure 126 : Schéma de classification de l'état écologique des masses d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010.

Les éléments de qualité 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		Masses d'eau	Réseaux de surveillance
ETAT ECOLOGIQUE			
Eléments de qualité biologiques			
Phytoplancton	Biomasse (mars - octobre)	MEC & MET	RHLN
	Abondance (janvier - décembre)	MEC	RHLN
	Composition taxonomique	MEC	RHLN
Invertébrés benthiques	Indice M-AMBI	MEC & MET	REBENT
Macroalgues	Modèle CFR	MEC & MET	REBENT
Angiospermes	Indice angiospermes	MEC & MET	REBENT
Poissons	ELFI	MET	AESN
Eléments de qualité physico-chimiques généraux			
Oxygène dissous	Percentile 10 oxygène dissous au fond (juin – septembre)	MEC & MET	RHLN
Température	En cours de définition	MEC	RHLN
Salinité	En cours de définition	MEC	RHLN
Transparence	En cours de définition	MEC	RHLN
Nutriments	En cours de définition	MEC	RHLN
Elément de qualité hydromorphologie		MEC	AESN
ETAT CHIMIQUE			
Substances prioritaires	NQE des 41 substances prioritaires	MEC & MET	DCE/chimie
Substances OSPAR	NQE des substances OSPAR	MEC & MET	DCE/chimie
Substances 2005	NQE des substances de l'arrêté du 30 juin 2005 modifié	MEC & MET	DCE/chimie
Pesticides	NQE des pesticides	MEC & MET	DCE/chimie

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

ELEMENT DE QUALITE « PHYTOPLANCTON » :

- ❖ **Biomasse** : la métrique retenue est le percentile 90 des premières valeurs (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 rapport de qualité écologique (RQE) par comparaison avec la valeur de référence : $3,33 \mu\text{g.L}^{-1}$ en Manche-Atlantique (Tableau 7).
- ❖ **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 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

Discussion et Mise à jour des éléments de qualité DCE

indicateur, car faisant partie du nano-phytoplancton (taille 5 – 20 µm). Cette métrique est aussi ensuite transformée en un rapport 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'a en outre pas été 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 »).

ELEMENTS DE QUALITE DE L'ETAT PHYSICO-CHIMIQUE :

- ❖ **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 rapport 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 et a publié des rapports de résultats sur tout le littoral français pour les périodes 2003-2008 et 2004-2009. Les résultats obtenus sur le littoral normand sont discutés dans ce rapport.

Tableau 6 : Grille des indices des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Oxygène dissous » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010).

ELEMENT DE QUALITE PHYTOPLANCTON							
Indices	Métrique	Unité	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Biomasse	Percentile 90 (mars - octobre)	µg.L ⁻¹	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 40	> 40
Blooms / abondance	Nombre de blooms avec dépassement du seuil de 100 000 cellules.L ⁻¹ (janvier - décembre)	%	< 20 %	20 - 40 %	40 - 70 %	70 - 90 %	> 90 %
ELEMENTS DE QUALITE DE L'ETAT PHYSICO-CHIMIQUE							
Indice	Métrique	Unité	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Oxygène dissous	Percentile 10 (juin - septembre)	mg.L ⁻¹	> 5	4 - 5	3 - 4	2 - 3	< 1 - 2

Tableau 7 : Grille des rapports de qualité écologique (RQE) des indices des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Oxygène dissous » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010).

ELEMENT DE QUALITE PHYTOPLANCTON							
Indices	Métrique	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Biomasse	Percentile 90 (mars - octobre)	3,35 µg/L	] 0,67	] 0,67 - 0,33 [	] 0,33 - 0,17 [	] 0,17 - 0,08 [	0,08 [
Blooms / abondance	Nombre de blooms avec dépassement du seuil de 100 000 cellules.L ⁻¹ (janvier - décembre)	16,7%	] 0,83	] 0,83 - 0,42 [	] 0,42 - 0,24 [	] 0,24 - 0,19 [	0,19 [
ELEMENTS DE QUALITE DE L'ETAT PHYSICO-CHIMIQUE							
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	] 0,6	] 0,6 - 0,36 [	] 0,36 - 0,24 [	] 0,24 - 0,12 [	0,12 [

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 biomasse (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 sont de 5 – 10 – 20 – 40 $\mu\text{g.L}^{-1}$. Afin de prendre en compte les variabilités naturelles inhérentes au système estuarien, il a été proposé de considérer la salinité moyenne de la MET dans l'évaluation de celle-ci. Les valeurs seuils et valeurs de référence pour la biomasse proposées étaient donc différentes selon la classe de salinité dans laquelle se situe la MET. Initialement, deux classes et rangs de salinité ont été proposés au terme de la réunion COAST : « Low-Medium » (1 – 25 rang de salinité) et « High » (> 25 rang de salinité). Le littoral normand compte 7 MET, mais seulement 4 sont suivies dans le cadre du RHLN. La salinité moyenne de ces masses d'eau est de 30 pour la HT03 (3 ans de suivi), de 31 pour la HT04 (4 ans de suivi), de 33 pour la HT05 (1 an de suivi), et de 33 pour la HT06 (9 ans de suivi). Aussi les 4 MET normandes sont dans la classe « High ». Deux propositions ont alors été formulées pour les valeurs seuils (VS) et valeurs de référence (VR) de la classe « High » par l'Ifremer (Léopold T. et Belin C., 2011) :

☞ **Proposition 2** : VS augmentées de 25 % et VR identique pour la classe de salinité « High », soit VR = $3,33 \mu\text{g.L}^{-1}$, et VS : 6 – 12,5 – 25 – 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

☞ **Proposition 3** : VS et VR identiques que celles pour les MET de type Mer du Nord, soit VR = $5 \mu\text{g.L}^{-1}$, et VS : 6 – 10 – 15 – 20 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Les résultats issus de ces propositions seront donc discutés dans le paragraphe IV.2.2.1 pour les masses d'eau de transition normandes.

Enfin, 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.

Pour l'élément de qualité biologique « Phytoplancton », la combinaison des trois métriques 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 indices (biomasse et abondance) ; la combinaison de ces deux paramètres est actuellement basée sur une moyenne pondérée.

Pour les éléments de qualité de l'état physico-chimique, l'arrêté n'ayant retenu pour l'instant que l'élément de qualité « Oxygène dissous », les autres éléments (température, salinité, transparence, nutriments) ne seront pas agrégés.

Lorsqu'une masse d'eau étendue est munie de plusieurs sites de suivi représentatifs de l'état de la masse d'eau (cas des masses d'eau HC03, HC09, HC10 et HC14), la classe d'état écologique de la masse d'eau est déterminée par la classe d'état du site suivi dans le cadre du contrôle de surveillance ou d'un contrôle opérationnel, ou si plusieurs sites répondent à cette condition (cas de HC03), par la classe d'état correspondante à la moyenne de l'état de ces sites.

Synthèses des différents indices présentés :

L'évolution des indices est présentée par périodes de 6 années « glissantes » par point et par masse d'eau, en comparant ici la période 2005-2010 à la période 2004-2009. Cette façon de procéder permet à la fois d'étudier l'intégration des différents indices 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 indices dans le temps, notamment en réaction aux programmes de mesures mis en œuvre.

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 2010 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 2005-2010, 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 contrôle 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 indices DCE tel que préconisé actuellement aura une influence sur leur classement de qualité. Enfin, les classements obtenus selon le cas (2) pour les deux dernières périodes glissantes 2004-2009 et 2005-2010 sont comparés, et discutés.

IV.2.2. Bilan annuel par points

IV.2.2.1. Indice Biomasse

Le Tableau 8 présente les résultats du calcul de la métrique du percentile 90 pour tous les points historiques du RHLN (non-actifs, 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 2010.

Tableau 8 : Détermination des valeurs de l'indice chlorophylle-a (percentile 90) par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA) de 2001 à 2010.

Indice Biomasse : percentile 90 de la chlorophylle-a en $\mu\text{g.L}^{-1}$ (mars à octobre)											
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
HC01	Chausey	4,6	2,8	2,9	1,6	1,7	2,3	1,8	2,5	1,1	2,1
HT05	St Michel						10,9				
	Mt St Michel 2007							32,3	36,7	44,8	
	Tombelaine										17,7
HC02	Cancale Est						2,4				
	Champeaux						3,1	4,6	4,2	3,4	5,6
	Hacqueville				3,0	1,5	3,4				
HC03	Donville	3,0	2,9	2,0	2,3	1,8	2,3	3,8	4,3	2,5	2,5
	Coudeville 1 mille						2,8	2,8	2,2	2,3	3,2
	Pointe Agon Sud				1,7	1,0	4,3	2,3	2,7	1,6	3,2
	Denneville						1,2	1,9	2,8	2,8	3,7
	Pirou Bergerie Sud	2,3	2,4	3,7	3,0	1,9	4,1	3,5	5,4	4,3	6,0
HC04	Barneville				3,2	2,0	3,2	2,7	3,3	3,2	1,9
	Dielette							1,5	1,8	1,8	2,9
	Jobourg				5,2	1,5	1,5	1,3	1,7	1,8	1,8
HC05	Gruchy				4,5	2,0					
HC60	Cherbourg				4,6	1,8	1,9				
HC61	Digue de Querqueville					2,0	1,8	2,0	1,9	1,7	1,6
HC07	Cap Lévi				3,4	2,3	1,0				
HC08	Réville 1 mille				5,5	8,0	5,5			5,3	4,1
HC09	La Hougue			4,1	5,4	4,7	5,1	3,0	2,1	4,4	2,6
	Gougins						7,0	3,2	3,4	7,8	4,0
HC10	Utah						7,8	7,6	6,2	10,1	3,8
	St Germain de Varreville	10,1	8,8	3,0	3,3	5,6					
	Roches de Grandcamp	10,4	8,0	10,4	6,9	7,2	6,7	3,2	4,4	5,6	4,1
HT06	Géfosse		16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7
HC11	Port-en-Bessin 1 mille				9,3	6,4	9,7			4,4	3,7
HC12	Asnelles-Meuvoines				4,9	3,9	2,7	4,7	1,9	3,1	4,7
HC13	St Aubin Les Essarts				3,0	2,7	1,7	7,0	5,6	2,8	4,4
HC14	Luc 1 mille	4,7	9,8	12,6	8,4	4,8	9,0	9,7	7,6	3,9	8,2
	Ouistreham 1 mille	28,0	17,3	18,5	13,4	9,9	11,6	11,5	15,5	9,7	10,6
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4
HC15	Cabourg	41,6	5,4	18,8	7,8	9,0	17,4	15,6	12,3	14,0	9,1
HT03	Carosse		7,0	14,6	20,2			6,7			
	Seine 1								12,5	20,8	13,5
HC16	Antifer Ponton Pétrolier		21,7	9,6	7,9	21,3	17,0	13,0	11,1	27,7	8,0
HC17	Fécamp 1 mille						3,0	2,3	3,3	10,8	2,6
	St Aubin (76)				2,3	7,3					
HC18	Dieppe 1 mille				2,5	4,8			3,6	4,8	9,4

Discussion et Mise à jour des éléments de qualité DCE

L'étude des résultats obtenus pour l'indice Biomasse en 2010 met en évidence une amélioration sensible du classement des points de la côte Est du Cotentin (notamment sur « Réville 1 mille », « Gougins », « Utah », et « Roches de Grandcamp » (HC08 à HC10), à « Cabourg » (HC15), et en Seine-Maritime sur « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16) et « Fécamp 1 mille » (HC17) (Tableau 8).

En revanche, les points « Champeaux » (HC02), « Pirou Bergerie Sud » (HC03), « Luc 1 mille » et « Ouistreham 1 mille » (HC14) ainsi que « Dieppe 1 mille » (HC18) connaissent une détérioration de la métrique en 2010 par rapport à 2009 (Tableau 8).

Au total, 72 % des points évalués sont en « Très bon état », 24 % sont en « Bon état », et 4 % sont en « Etat moyen » au vu de l'indice Biomasse en 2010 (Tableau 8).

Une étude sur différentes valeurs de référence et valeurs seuils a été proposée pour les masses d'eau de transition (MET, ici HT03, HT04, HT05 et HT06) par Ifremer sur les recommandations du Groupe d'Inter-calibration Géographique (voir § IV.2.1). Il a donc été proposé de tester la classification de ces masses d'eau à l'aide des grilles présentées dans le Tableau 9.

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 ($\mu\text{g.L}^{-1}$)			
		5	10	20	40
Masses d'eau côtières	3,33	5	10	20	40
Proposition 2	3,33	6	12,5	25	50
Proposition 3	5	6	10	15	20

Classification : Masses d'eau côtières												RQE	
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005-2010	
HT03	Seine 1								12,5	20,8	13,5	14,7	0,23
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	11,0	0,30
HT05	Tombelaine										17,7	17,7	0,19
HT06	Géfosse		16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	7,1	0,47
												3,33	

Classification : Proposition 2												RQE	
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005-2010	
HT03	Seine 1								12,5	20,8	13,5	14,7	0,23
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	11,0	0,30
HT05	Tombelaine										17,7	17,7	0,19
HT06	Géfosse		16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	7,1	0,47
												3,33	

Classification : Proposition 3												RQE	
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2005-2010	
HT03	Seine 1								12,5	20,8	13,5	14,7	0,34
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	11,0	0,46
HT05	Tombelaine										17,7	17,7	0,28
HT06	Géfosse		16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	7,1	0,71
												5	

L'étude de ces résultats montre que le classement de la masse d'eau HT04 s'améliore dans la Proposition 2 par rapport au classement des MEC en passant de l'« Etat moyen » au « Bon état », et que celui de la masse d'eau HT03 est déclassé de l'« Etat moyen » à l'« Etat médiocre » dans la Proposition 3 par rapport au classement des MEC (Tableau 9). La Proposition 3, qui utilise les valeurs des MET de Mer du Nord tend donc à déclasser plus rapidement les masses d'eau, les seuils étant plus bas. Les seuils de la Proposition 2 étant un peu plus grand que ceux des MEC, cela permet de mieux prendre en compte le fait que la biomasse tend à être plus importante dans les eaux moins salines. La Proposition 2 pourrait donc être mieux adaptées aux MET en Normandie, mais en attendant que cela soit validé, aucun classement ne sera indiqué pour la synthèse (voir § IV.2.3).

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 2010.

Tableau 10 : Détermination des valeurs de l'indice Abondance (blooms > 100 000 cellules/L) par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA), de 2001 à 2010.

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
HC01	Chausey	16,7	16,7	37,5	0,0	0,0	37,5	12,5	16,7	0,0	8,3
HT05	Mt St Michel 2007							28,6	0,0	0,0	0,0
	Tombelaine										0,0
HC02	Cancale Est						33,3				
	Champeaux						50,0	25,0	0,0	8,3	0,0
	Hacqueville				0,0	22,2	33,3				
HC03	Donville	0,0	8,3	16,7	8,3	16,7	33,3	44,4	25,0	25,0	16,7
	Coudeville 1 mille						22,2	37,5	0,0	8,3	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
	Pirou Bergerie Sud	20,0	50,0	12,5	14,3	33,3	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0
	Denneville						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
	Dielette							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
HC05	Gruchy				0,0	0,0					
HC60	Cherbourg				0,0	0,0	0,0				
HC61	Digue de Querqueville					0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0
HC07	Cap Lévi				0,0	14,3	0,0				
HC08	Réville				20,0	62,5	25,0		0,0	0,0	0,0
HC09	La Hougue			10,0	0,0	62,5	37,5	11,1	8,3	8,3	0,0
	Gougins						25,0	0,0	0,0	18,2	0,0
HC10	Utah						55,6	44,4	16,7	16,7	0,0
	St Germain de Varreville	20,0	50,0	0,0	0,0	50,0					
	Roches de Grandcamp	8,3	16,7	33,3	16,7	50,0	37,5	11,1	16,7	16,7	0,0
HT06	Géfosse		57,1	44,4	16,7	45,5	41,7	18,2	25,0	50,0	50,0
HC11	Port-en-Bessin 1 mille				33,3	55,6	42,9			0,0	0,0
HC12	Asnelles-Meuvoines				0,0	33,3	12,5	0,0	0,0	8,3	0,0
HC13	St Aubin Les Essarts			0,0	0,0	10,0	0,0	40,0	16,7	8,3	0,0
HC14	Luc 1 mille	16,7	30,0	71,4	28,6	20,0	25,0	44,4	16,7	50,0	33,3
	Ouistreham 1 mille	0,0	14,3	71,4	42,9	50,0	50,0	33,3	16,7	58,3	41,7
HT04	Estuaire de l'Orne							25,0	16,7	18,2	25,0
HC15	Cabourg	20,0	40,0	41,7	50,0	50,0	41,7	41,7	33,3	75,0	58,3
HT03	Carosse		66,7	22,2	33,3		0,0	50,0			
	Seine 1								9,1	22,2	33,3
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	8,3	25,0	25,0	16,7	41,7	41,7	16,7	25,0	58,3	50,0
HC17	Fécamp 1 mille						25,0	0,0	0,0	33,3	8,3
	St Aubin (76)				0,0	12,5					
HC18	Dieppe 1 mille	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0			14,3	10,0	18,2

L'étude de l'évolution de la métrique de l'indice Abondance semble suggérer une amélioration générale aux points suivis en 2010 par rapport à 2009 (Tableau 10). Cette amélioration est sensible notamment sur la côte Nord du Cotentin (« Barneville » et « Jobourg » (HC04)), sur la côte du Calvados (notamment à « Luc 1 mille » (HC14)), et à « Fécamp 1 mille » (HC17).

En revanche, le point « Cabourg » (HC15) connaît une détérioration de la métrique en 2010 par rapport à 2009 (Tableau 10).

Bien que celui-ci ait été évalué, l'indice Abondance dans les masses d'eau de transition (HT03, HT04, HT05, et HT06) est jugé non pertinent dans les estuaires turbides selon l'arrêté du 25 janvier 2010. La classification en « estuaires turbides » des estuaires évalués ici n'étant pas établie, l'indice est tout de même calculé pour information.

Les données acquises en 2010 confirment que cette métrique donne des résultats variables d'une année sur l'autre, pour l'indice d'abondance. Ainsi, l'intégration des métriques sur une période de 6 ans comme réalisée dans les synthèses (voir § IV.2.3) permet de « lisser » cette variabilité et de mettre en évidence des tendances plus globales d'amélioration ou de dégradation au vu de cet indicateur.

Au total, 84 % des points évalués sont en « Très bon état », 4 % sont en « Bon état », 12 % sont en « Etat moyen », soit 81 % des masses d'eau en « Très bon état », 6 % en « Bon état », et 13 % en « Etat moyen » au vue de l'indice d'abondance en 2010 (Tableau 10).

IV.2.2.3. Indice Composition taxonomique

L'indice Composition taxonomique 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 été validé au niveau national. 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 consiste à additionner les rangs occupés par une espèce pour toutes les dates de prélèvements, le rang de l'espèce pour un prélèvement à une date donnée étant fonction de sa dominance par rapport aux autres. Cependant, cet indice n'a pas non plus été jugé pertinent car celui-ci ne permet pas vraiment de distinguer les niveaux d'eutrophisation car les mêmes dominances taxonomiques apparaissaient 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 peut 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 9 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 disposant de données de flore totale à partir de la première donnée mensuelle (Figure 127). 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 observées à « Géfosse » même en été (Figure 127). 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 (Figure 127). Des singularités sont cependant observées, comme, par exemple la dominance des dinoflagellés en avril 2009, et la persistance des dinoflagellés entre septembre et novembre 2007 sur le point « Cabourg » (Figure 127). Les années 2002, 2007 et 2009 sont donc les plus marquées en terme de dominance des dinoflagellés au point « Cabourg », et les années 2003, 2009 et 2010 au point « Antifer Ponton Pétrolier » (Figure 127).

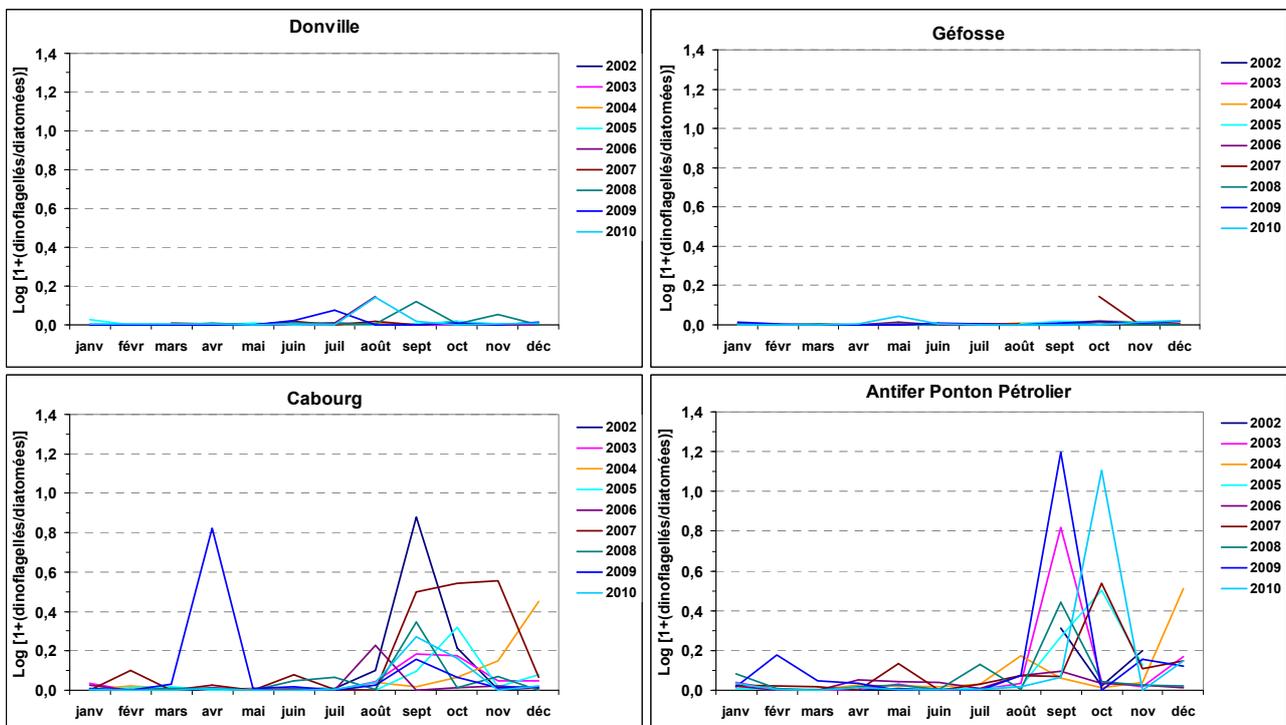


Figure 127 : Evolution saisonnière du logarithme du rapport $[1+(\text{dinoflagellés/diatomées})]$ sur les points Donville, Géfosse, Cabourg et Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2010.

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 R^2 de 0,62 sur la médiane (Figure 128).

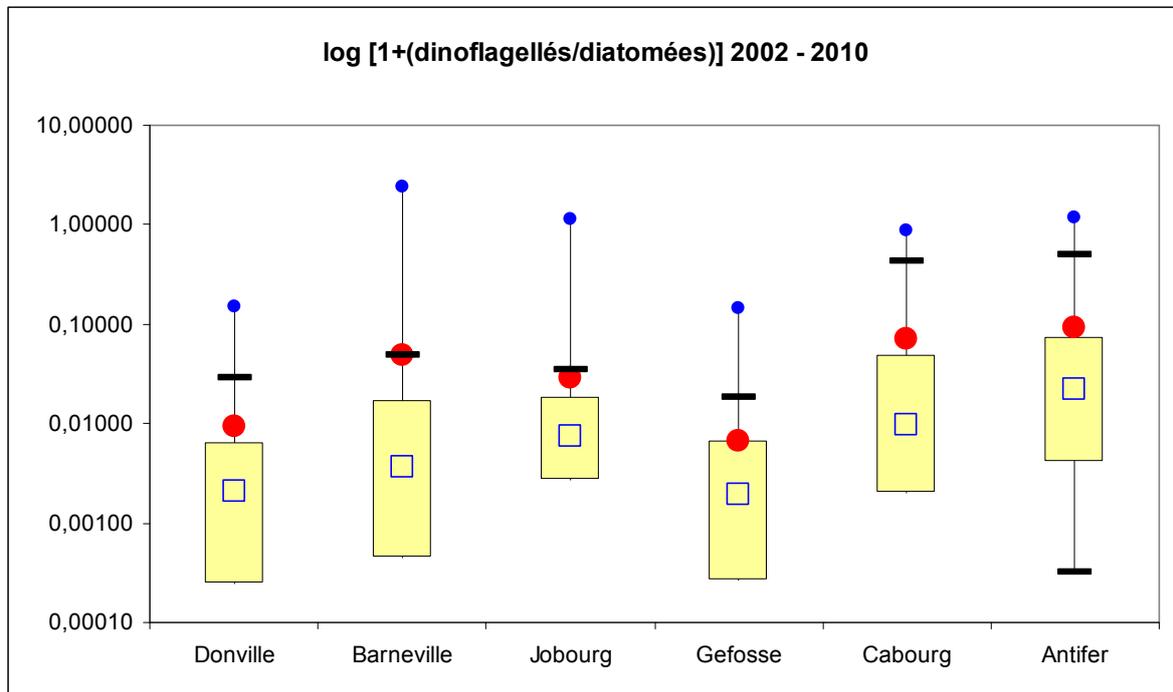


Figure 128 : Evolution du logarithme du rapport $[1+(\text{dinoflagellés}/\text{diatomées})]$ sur les points Donville, Gêfosse, Cabourg et Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2010 sous forme de « boîtes à moustaches ». ● = valeur maximale ; □ = médiane ; ● = moyenne ; □ = quartile ; — = centile.

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 2003-2008, 2004-2009 et 2005-2010 en faisant la moyenne des valeurs annuelles, est cohérente avec celle obtenue pour l'indice d'abondance, avec un classement en « bon état » pour les 3 périodes à « Donville » ainsi qu'à « Gêfosse » et un classement en « Etat moyen » pour les 3 périodes à « Cabourg » (Tableau 11). Par contre, cet indice est plus déclassant pour le point « Antifer Ponton Pétrolier » (en « Bon état » pour l'indice d'abondance mais « Etat moyen » pour l'indice de composition) (Tableau 11). Ce déclassement est cohérent, l'indice d'abondance permettant d'identifier les masses d'eau sujettes à des blooms intenses, comme cela est le cas à Antifer, et l'indice de composition permettant d'identifier celles où les dinoflagellés sont dominantes et donc plus « eutrophisées » du point de vue du phytoplancton.

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 2010, et pour les périodes 2003-2008, 2004-2009 et 2005-2010 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	Global 2003-2008	Global 2004-2009	Global 2005-2010
HC03	Donville	0,0059	0,0014	0,0025	0,0054	0,0152	0,0077	0,0173	0,0105	0,0162	0,0082	0,0098	0,0120
HT06	Géfosse			0,0052	0,0060	0,0033	0,0164	0,0027	0,0076	0,0075	0,0067	0,0069	0,0073
HC15	Cabourg	0,1230	0,0461	0,0643	0,0463	0,0268	0,1566	0,0472	0,0970	0,0431	0,0645	0,0730	0,0695
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	0,0773	0,0971	0,0769	0,0941	0,0338	0,0973	0,0675	0,1522	0,1165	0,0778	0,0870	0,0936

MEDIANE

Masse eau	Point	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Global 2003-2008	Global 2004-2009	Global 2005-2010
HC03	Donville	0,0062	0,0006	0,0007	0,0026	0,0013	0,0049	0,0036	0,0015	0,0031	0,0023	0,0024	0,0028
HT06	Géfosse			0,0031	0,0034	0,0010	0,0024	0,0020	0,0078	0,0006	0,0024	0,0033	0,0029
HC15	Cabourg	0,0083	0,0212	0,0124	0,0104	0,0057	0,0461	0,0093	0,0170	0,0038	0,0175	0,0168	0,0154
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	0,0070	0,0230	0,0236	0,0079	0,0303	0,0496	0,0233	0,0401	0,0088	0,0263	0,0292	0,0267

PERCENTILE 90

Masse eau	Point	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Global 2003-2008	Global 2004-2009	Global 2005-2010
HC03	Donville	0,0116	0,0041	0,0065	0,0157	0,0082	0,0184	0,0480	0,0197	0,0179	0,0168	0,0194	0,0213
HT06	Géfosse			0,0116	0,0139	0,0118	0,0183	0,0049	0,0156	0,0225	0,0121	0,0127	0,0145
HC15	Cabourg	0,2812	0,1634	0,1396	0,0952	0,0253	0,5401	0,0702	0,1463	0,1494	0,1723	0,1695	0,1711
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	0,2429	0,1571	0,1623	0,2908	0,0728	0,1449	0,1240	0,1740	0,1382	0,1587	0,1615	0,1575

L'indice 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 ».

IV.2.2.4.Élément de qualité « Oxygène dissous »

Le Tableau 12 présente les résultats du calcul de la métrique du percentile 10 pour tous les points historiques du RHLN (non-actifs, 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 2010.

Tableau 12 : Détermination des valeurs de l'élément de qualité « Oxygène dissous » (percentile 10 de l'oxygène dissous au fond) par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA), de 2001 à 2010.

Élément de qualité "Oxygène dissou" : percentile 10 en mg.L ⁻¹ (juin à septembre)											
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
HC01	Chausey	7,5	8,7	7,5	7,9	7,7	7,6	8,0	7,6	7,6	7,4
HT05	St Michel						8,0	7,6			
	Mt St Michel 2007									6,9	
	Tombelaine										8,8
HC02	Cancale Est						8,2				
	Champeaux						8,5	7,9	7,0	7,4	7,4
	Hacqueville				7,7	7,6	8,6				
HC03	Donville	8,3	8,6	8,1	7,9	7,7	7,2	7,9	7,6	7,6	7,4
	Coudeville 1 mille						7,0	8,1	7,4	7,5	7,4
	Pointe Agon Sud	7,7			8,0		7,4	7,9	7,4	7,4	7,3
	Pirou Bergerie Sud				8,1		6,3	7,5	7,2	6,7	7,1
	Denneville						6,5	8,1	7,0	6,9	7,3
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
	Jobourg			7,8	7,0	7,7	7,4	5,8	7,7	7,5	7,7
HC05	Gruchy				7,7	7,3					
HC60	Cherbourg				7,7	7,3	7,2				
HC61	Digue de Querqueville					7,3	7,6	8,1	7,2	6,9	7,6
HC07	Cap Lévi				7,6	7,2	7,1				
HC08	Réville				7,5	7,2	7,8			7,3	7,1
HC09	Gougins						7,5	8,3	7,1	7,5	6,9
	La Hougue			7,5	7,6	7,3	7,4	7,7	7,1	7,2	6,9
HC10	Utah						8,4	8,6	7,5	7,7	7,6
	St Germain de Varreville	8,7			7,9	9,7					
	Roches de Grandcamp	8,4	7,9	7,3	7,6	7,2	8,5	7,3	7,5	7,0	7,1
HT06	Géfosse		7,8	7,4	7,6	7,5	8,2	8,4	7,5	7,7	7,0
HC11	Port-en-Bessin 1 mille				7,7	7,1	7,3			7,2	7,1
HC12	Asnelles-Meuvaives				7,0	7,1	7,4	7,7	7,0	7,6	7,3
HC13	St Aubin Les Essarts				6,8	6,6	6,9	8,2	6,6	7,0	6,7
HC14	Luc 1 mille	7,3	7,1	6,8	7,2	6,7	6,8	8,3	6,4	6,6	6,4
	Ouistreham 1 mille	8,3	7,8	6,5	7,2	6,8	7,5	8,3	6,4	7,5	6,7
HT04	Estuaire de l'Orne							8,3	6,9	7,0	7,0
HC15	Cabourg	7,7	7,2	5,9	5,3	6,1	7,5	8,5	5,7	6,4	6,1
HT03	Carosse			6,5	7,4			8,6			
	Seine 1								7,6	7,1	7,2
HC16	Antifer Ponton Pétrolier		7,3	7,3	7,5	8,1	7,0	7,6	7,2	7,4	7,0
HC17	Fécamp 1 mille						7,7	8,1	7,0	7,8	7,0
	St Aubin (76)				7,3	7,8					
HC18	Dieppe 1 mille				7,6	7,9			7,3	7,8	8,7

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.

Les minima du percentile 10 de l'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 ($3,89 \text{ mg.L}^{-1}$) 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 261 données acquises à ce point depuis 2001 (Figure 129). 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).

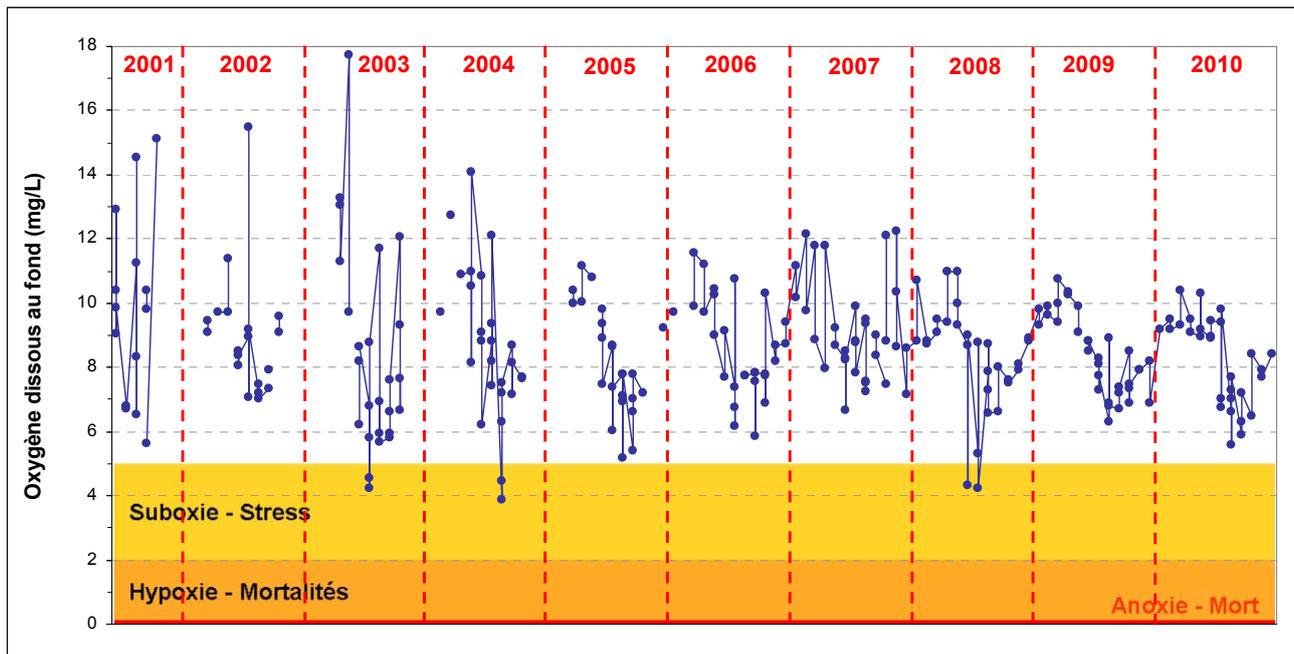


Figure 129 : Ensemble des valeurs d'oxygène dissous acquises au fond sur le point « Cabourg » dans le cadre du RHLN entre 2001 et 2010.

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. Modes de synthèse interannuelles par masse d'eau

Pour l'élément de qualité « Phytoplancton » et d'après l'arrêté du 25 janvier 2010, l'agrégation des indices Biomasse et Abondance doit être réalisée par la moyenne des RQE (Rapport de Qualité Ecologique) obtenus pour chacun de ces paramètres et comparée à la grille des RQE de ces deux indices moyennés. De plus, lorsqu'une masse d'eau compte plus d'un site de surveillance, l'état est défini comme celui du site le plus déclassant.

De plus, le RHLN intégrant un suivi plus complet que ce que la DCE demande, 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, ces résultats n'étant pas rapportés au niveau européen.

Aussi, afin d'évaluer au mieux la qualité des masses d'eau du littoral normand, trois types de synthèse sont présentées ci-dessous :

- ☞ 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, en contrôle opérationnel, ou en « contrôle d'enquête » (Tableau 13) : « Chausey », « Tombelaine », « Champeaux », « Donville », « Pirou Bergerie Sud », « Dielette », « Digue de Querqueville », « La Hougue », « Géfosse », « Roches de Grandcamp », « St Aubin Les Essarts », « Ouistreham 1 mille », « Estuaire de l'Orne », « Cabourg », « Seine-1 », « Antifer Ponton Pétrolier », et « Dieppe 1 mille ».
- ☞ Synthèse incluant tous les points du RHLN 2010 et en respectant les règles DCE d'une donnée par mois (dénommée « **Points RHLN** ») (Tableau 14), c'est-à-dire les points en contrôle de surveillance, opérationnel ou « d'enquête » DCE cités ci-dessus, plus les points affichés en suivi complémentaire régional, soit « Coudeville 1 mille », « Pointe Agon Sud », « Denneville », « Gougins », « Utah », « Asnelles-Meuvoines », « Luc 1 mille », et « Fécamp 1 mille », et les deux points complémentaires de COGEMA : « Jobourg » et « Barneville ».
- ☞ Synthèse incluant tous les points du RHLN 2010 et de COGEMA, et en intégrant toutes les données acquises pendant les périodes DCE (dénommée « **Tout RHLN** ») (Tableau 15).

IV.2.3.1. Synthèse DCE stricte

La **synthèse « DCE stricte »** met en évidence le « Très bon état » de toutes les masses d'eau littorales normandes au regard de l'élément de qualité « Oxygène dissous » (Tableau 13). L'indice Biomasse témoigne également d'un « Très bon état » pour la plupart des masses d'eau, hormis la masse d'eau de la baie des Veys (HC10), celles de la baie de Seine (HC14, HC15, HC16), mais également les masses d'eau HC08 (Réville), HC11 (Port-en-Bessin), et HC18 (Dieppe) (Tableau 13). De même pour l'indice Abondance, pour lequel, seules les masses d'eau HC11 et HC16 sont en « Bon état », et HC14 et HC15 en « Etat moyen », les autres étant en « Très bon état » (Tableau 13). Il est cependant à noter que le point Donville est en « Bon état » alors que le point Pirou Bergerie Sud est en « Très bon état » pour l'indice Abondance ce qui résulte en un classement en « Très bon état » pour la masse d'eau HC03 (Tableau 13).

La synthèse « Phytoplancton » étant déterminée à partir de la moyenne des RQE de l'indice Biomasse et de l'indice Abondance, cette méthode permet de ne pas déclasser en « Bon état » la masse d'eau HC08 (Tableau 13). La biomasse est donc majoritairement le paramètre déclassant pour les masses d'eau normandes qui ne sont pas en « Très bon état » (HC08, HC10, HC16, HC18), déclassement soutenu par l'abondance pour les masses d'eau HC11, HC14, HC15 et HC16 (Tableau 13).

Tableau 13 : Synthèse « DCE stricte » des indices DCE (hormis indice Composition) à l'aide du Rapport de Qualité Ecologique (RQE) pour la période 2005-2010.

RQE Masse d'eau	Biomasse	Abondance	Synthèse "Phytoplancton"	Oxygène dissous
	2005-2010	2005-2010	2005-2010	2005-2010
HC01	1	1	1	0,90
HT05	0,19	1	0,59	1
HC02	0,73	1	0,86	0,86
HC03	1	0,64	0,82	0,90
	0,77	1	0,89	0,84
HC04	1	1	1	0,90
HC05				
HC60				
HC61	1	1	1	0,85
HC07				
HC08	0,61	1	0,80	0,85
HC09	0,85	0,93	0,89	0,84
HC10	0,59	0,85	0,72	0,85
HT06	0,47	0,43	0,45	0,87
HC11	0,50	0,79	0,65	0,84
HC12				
HC13	0,72	1	0,86	0,79
HC14	0,29	0,40	0,35	0,78
HT04	0,30	0,80	0,55	0,82
HC15	0,24	0,33	0,29	0,72
HT03	0,23	0,76	0,49	0,84
HC16	0,23	0,43	0,33	0,84
HC17				
HC18	0,46	1	0,73	0,91
Valeur de référence :	3,33	16,7		8,33

IV.2.3.2. Synthèse Points RHLN

La **synthèse « Points RHLN »** permet d'évaluer les masses d'eau n'étant pas sélectionnées pour le contrôle de surveillance en considérant les points régionaux et les points du suivi COGEMA, et permet d'affiner l'évaluation de par la présence de plus d'un point actif dans certaines masses d'eau (HC03, HC04, HC09, HC10, HC14), en 2010 (Tableau 14).

De façon générale, cette synthèse diffère peu de la synthèse « DCE stricte », notamment pour l'oxygène dissous qui reste en « Très bon état » pour toutes les masses d'eau en 2010 (Tableau 14). Seuls les points des masses d'eau HC09 et HC14 ont des indices Biomasse différents, où respectivement le point « La Hougue » est classé en « Très bon état » alors que le point « Gougins » est classé en « Bon état », et le point « Ouistreham 1 mille » est classé en « Etat moyen » alors que le point « Luc 1 mille » est classé en « Bon état » (Tableau 14).

Les points en suivi régional et COGEMA permettent de confirmer le diagnostic du point « Dielette » en surveillance DCE (Tableau 14).

Tableau 14 : Synthèse « Points RHLN » des indices DCE (hormis indice Composition) à l'aide du Rapport de Qualité Ecologique (RQE) pour la période 2005-2010.

Masse d'eau	RQE		Biomasse	Abondance	Synthèse "Phytoplancton"	Oxygène dissous
			2005-2010	2005-2010	2005-2010	2005-2010
HC01	1		1	1	1	0,90
HT05	0,19		1	1	0,59	1
HC02	0,73		1	1	0,86	0,86
HC03	1		0,64	1	0,82	0,90
	1		1	1	1	0,88
	1		1	1	1	0,88
	0,77		1	1	0,89	0,84
1		1	1	1	0,83	
HC04	1		1	1	1	0,89
	1		1	1	1	0,90
	1		1	1	1	0,87
HC05						
HC60						
HC61	1		1	1	1	0,85
HC07						
HC08	0,61		1	1	0,80	0,85
HC09	0,85		0,93	1	0,89	0,84
	0,54		1	1	0,77	0,85
HC10	0,40		0,69	1	0,55	0,91
	0,59		0,85	1	0,72	0,85
HT06	0,47		0,43	1	0,45	0,87
HC11	0,50		0,79	1	0,65	0,84
HC12	0,91		1	1	0,96	0,86
HC13	0,72		1	1	0,86	0,79
HC14	0,39		0,53	1	0,46	0,77
	0,29		0,40	1	0,35	0,78
HT04	0,30		0,80	1	0,55	0,82
HC15	0,24		0,33	1	0,29	0,72
HT03	0,23		0,76	1	0,49	0,84
HC16	0,23		0,43	1	0,33	0,84
HC17	0,82		1	1	0,91	0,85
HC18	0,46		1	1	0,73	0,91
Valeur de référence :	3,33		16,7		8,33	

La prise en compte des résultats des points en suivi régional a particulièrement une influence sur l'indice Abondance de la masse d'eau HC10 (« Utah » et « Roches de Grandcamp »), le point « Utah » étant en « Bon état ». Cependant, avec la méthode d'agrégation par la moyenne des RQE, cela ne change pas le classement de la masse d'eau qui était déjà en « Bon état » en ne considérant que le point « La Hougue » (Tableau 14).

Dans le programme de surveillance DCE-strict, il est prévu de pouvoir extrapoler les résultats des masses d'eau HC60-HC61 aux masses d'eau adjacentes HC05 et HC07 non suivies sur la base de leurs similarités du point de vue de la typologie et de l'hydrodynamique. De même, pour les masses d'eau HC12 et HC17 qui ne sont pas sélectionnées dans le programme de surveillance, dont le classement serait extrapolé à partir des résultats des masses d'eau HC13 et HC18 respectivement. Or, le suivi régional effectué sur une station dans chacune de ces deux masses d'eau montre que la masse d'eau HC12 est effectivement classée en « Très bon état » comme l'est HC13, par contre, la masse d'eau HC17 serait aussi en « Très bon état » alors que la masse d'eau HC18 est en « Bon état » (Tableau 14). L'extrapolation des résultats de la masse d'eau HC18 à la masse d'eau HC17 serait donc déclassante pour HC17.

Grâce aux données supplémentaires des points non-DCE, l'évaluation de la qualité des masses d'eau a donc pu être affinée, chaque masse d'eau étant représentée par au moins un point de prélèvement. Cette synthèse « Points RHLN » confirme ainsi à nouveau : (1) l'homogénéité des masses d'eau en terme d'état et le choix fait en terme de « découpage » du littoral en masses d'eau ; et (2) la bonne représentativité des points de surveillance choisis pour évaluer l'état des masses d'eau.

IV.2.3.3. Synthèse Tout RHLN

La **synthèse « Tout RHLN »** permet d'évaluer la qualité des masses d'eau en considérant toutes les données acquises dans le cadre du RHLN 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) pour tous les points du RHLN (DCE, régionaux) et COGEMA (Tableau 15).

Tableau 15 : Synthèse « Tout RHLN » des indices DCE (hormis indice Composition) à l'aide du Rapport de Qualité Ecologique (RQE) pour la période 2005-2010.

RQE	Biomasse	Abondance	Synthèse "Phytoplancton"	Oxygène dissous
	Masse d'eau	2005-2010	2005-2010	2005-2010
HC01	1	1	1	0,90
HT05	0,19	1	0,59	1
HC02	0,52	1	0,76	0,87
HC03	1	0,79	0,90	0,88
	1	1	1	0,88
	1	1	1	0,89
	0,76	1	0,88	0,84
HC04	1	1	1	0,82
	1	0,48	0,74	0,90
	1	1	1	0,91
HC04	1	0,68	0,84	0,88
	1			
	1			
HC05				
HC60				
HC61	1	1	1	0,85
HC07				
HC08	0,62	0,86	0,74	0,85
HC09	0,86	0,85	0,86	0,85
	0,56	1	0,78	0,86
HC10	0,40	0,57	0,49	0,92
	0,71	0,80	0,76	0,85
HT06	0,56	0,51	0,53	0,88
HC11	0,41	0,57	0,49	0,82
HC12	1	1	1	0,84
HC13	0,73	1	0,86	0,79
HC14	0,38	0,64	0,51	0,79
	0,27	0,44	0,36	0,81
HT04	0,25	0,58	0,42	0,83
HC15	0,23	0,33	0,28	0,73
HT03	0,23	0,79	0,51	0,83
HC16	0,23	0,54	0,38	0,85
HC17	0,74	1	0,87	0,85
HC18	0,41	1	0,70	0,91
Valeur de référence :	3,33	16,7	8,33	

L'étude de la synthèse « Tout RHLN » montre que la prise en compte de toutes les données disponibles de l'oxygène dissous au fond entre juin et septembre, n'a aucune influence sur le classement des masses d'eau pour l'évaluation de l'élément de qualité « Oxygène dissous » (Tableau 15).

Pour l'indice Biomasse, cette synthèse aboutit à une variation des valeurs de la métrique qui mène au déclassement du « Très bon état » au « Bon état » dans la HC02, mais à l'amélioration du classement du « Bon état » au « Très bon état » pour le point « Roches de Grandcamp » de la masse d'eau HC10 (Tableau 15).

Pour l'indice Abondance, cette synthèse aboutit au déclassement de l'indice du « Très bon état » au « Bon état » pour les points COGEMA de la masse d'eau HC04 et pour le point « Roches de Grandcamp » de la masse d'eau HC10, mais à l'amélioration du classement de l'« Etat moyen » au « Bon état » au point « Ouistreham 1 mille » de la masse d'eau HC14 (Tableau 15).

Globalement, une fois l'agrégation des deux indices (Biomasse et Abondance) par la moyenne des RQE réalisée, seules 2 masses d'eau seraient déclassées en « Bon état » pour l'élément de qualité « Phytoplancton » : HC04 et HC08. Par contre, la masse d'eau HC16 voit son classement s'améliorer de l'« Etat moyen » au « Bon état » sans qu'aucun des deux indices n'ait changé de classe, mais du seul fait du changement de valeur de l'indice Abondance (Tableau 15).

La prise en compte de tous les résultats obtenus dans le RHLN et COGEMA n'améliore donc pas le classement des masses d'eau de façon générale, mais a tendance à favoriser leur déclassement. L'indice Abondance est l'indicateur variant de façon plus significative dans ce cas.

L'avantage principal de cette évaluation « Tout RHLN » est donc qu'elle prend mieux en compte la variabilité des blooms (pics en biomasse et en abondance) et de l'oxygène dissous dans les mois considérés par les indicateurs DCE.

Cependant, l'inconvénient principal de cette synthèse, est que 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, elles ont donc plus de risque d'être déclassé pour l'élément de qualité phytoplancton.

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 au titre de la DCE de part le risque de sur-pénaliser ces masses d'eau en terme de classement. Aussi, cette synthèse n'est présentée ici qu'à titre d'information.

IV.2.4. Synthèse 2005 - 2010 de l'élément de qualité « Phytoplancton »

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

- ❖ tous les points du RHLN (actifs, régionaux) et deux points du suivi COGEMA ;
- ❖ 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.

De plus, les données des points historiques du RHLN qui ne sont plus actifs ne sont pas utilisées.

Le Tableau 16 montre que le classement pour l'élément de qualité « Phytoplancton » sur la période 2005-2010 est quasiment identique à celui établi sur la période 2004-2009, à l'exception des masses d'eau HC08 et HC18.

Tableau 16 : Comparaison des RQE des indices DCE (hormis indice Composition) sur les masses d'eau normandes sur les périodes 2004-2009 et 2005-2010.

RQE	Biomasse		Abondance		Synthèse "Phytoplancton"		Oxygène dissous	
	2004-2009	2005-2010	2004-2009	2005-2010	2004-2009	2005-2010	2004-2009	2005-2010
Masse d'eau								
HC01	1	1	1	1	1	1	0,91	0,90
HT05		0,19		1		0,59		1
HC02	0,76	0,73	1	1	0,88	0,86	0,86	0,86
HC03	1	1	1	1	1	1	0,87	0,87
HC04	1	1	1	1	1	1	0,88	0,89
HC05								
HC60	1	1	1	1	1	1	0,85	0,85
HC61								
HC07								
HC08	0,54	0,61	0,79	1	0,66	0,80	0,86	0,85
HC09	0,64	0,66	1	1	0,82	0,83	0,86	0,85
HC10	0,45	0,48	0,61	0,76	0,53	0,62	0,88	0,88
HT06	0,41	0,47	0,51	0,43	0,46	0,45	0,90	0,87
HC11	0,43	0,50	0,55	0,79	0,49	0,65	0,87	0,84
HC12	0,77	0,91	1	1	0,88	0,96	0,84	0,86
HC13	0,78	0,72	1	1	0,89	0,86	0,80	0,79
HC14	0,33	0,33	0,46	0,46	0,35	0,35	0,77	0,78
HT04	0,30	0,30	0,86	0,80	0,58	0,55	0,83	0,82
HC15	0,24	0,24	0,34	0,33	0,29	0,29	0,68	0,72
HT03	0,20	0,23	1	0,76	0,60	0,49	0,87	0,84
HC16	0,23	0,23	0,50	0,43	0,36	0,33	0,86	0,84
HC17	0,84	0,82	1	1	0,92	0,91	0,88	0,85
HC18	0,76	0,46	1	1	0,88	0,73	0,90	0,91

L'établissement de l'indicateur pour la période 2005-2010 permet de confirmer le « Bon état » de la masse d'eau HC11 (Port-en-Bessin) déjà établi pour la période 2004-2009 pour l'élément de qualité « Phytoplancton » (Tableau 16).

En outre, la masse d'eau HC08, bien que conservant un « Bon état » pour l'indice Biomasse, présente un indice Abondance le classant en « Très bon état » pour la période 2005-2010, alors qu'elle avait seulement atteint le « Bon état » pour la période 2004-2009. Le classement pour l'élément de qualité « Phytoplancton » s'améliore donc en « Très bon état » pour la période de suivi 2005-2010 (Tableau 16).

Au contraire, la masse d'eau HC18 a conservé un « Très bon état » pour l'indice Abondance, mais a été déclassée en « Bon état » pour l'indice Biomasse, ce qui a abouti à son déclassement en « Bon état » pour l'élément de qualité « Phytoplancton », mais à la limite du seuil de la classe « Très bon état » (Tableau 16).

Une **synthèse globale finale** sur la période 2005-2010 est présentée ci-après, à partir des résultats « Points RHLN », en y incluant un indice de fiabilité. Cet indice permet de pondérer les évaluations de la qualité des masses d'eau, en prenant en compte le nombre de données disponibles pour la classification (**1** = 6 ans de données ; **2** = 4-5 ans ; **3** ≤ 3 ans). Cet indice est cependant différent de l'indice de confiance décrit dans l'arrêté du 25 janvier 2010.

De plus, une extrapolation a été appliquée à certaines masses d'eau non suivies par un point de prélèvement, car elles sont du même type qu'une masse d'eau voisine, et présentent de mêmes pressions anthropiques et paramètres influents, comme l'autorise l'arrêté du 25 janvier 2010. En effet, celui-ci stipule que *« dans le cas des masses d'eau non suivies directement mais faisant partie d'un groupe homogène dans un contexte similaire du point de vue de la typologie et des pressions qui s'y exercent, l'état de ces masses d'eau n'est pas directement évalué avec des données « milieux », mais il est estimé, par assimilation, à partir de l'état obtenu avec des données « milieux » sur des masses d'eau situées dans un contexte similaire. L'état écologique de l'ensemble des masses d'eau non suivies du groupe homogène est déterminé par la classe d'état écologique dominante. Cela est le cas pour les masses d'eau HC05 et HC07, d'un écotype voisin des masses d'eau HC60-HC61 dont le suivi est réalisé à partir d'un seul point (cf. Le Goff et al., 2005). 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.*

Ainsi, sur les 23 masses d'eau littorales (hors HT01, HT02, HT07), le RHLN a permis de suivre et d'évaluer 87 % d'entre elles en 2010, et des extrapolations ont été réalisées sur 3 masses d'eau. Ainsi, 52 % des masses d'eau ont été évaluées avec un indice de fiabilité de niveau 1, 39 % avec un indice de niveau 2, et 9 % avec un indice de niveau 3 (Tableau 17). De plus, le RHLN reste précurseur dans l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » au niveau national du fait de sa création dès 2001, qui a permis d'engranger 10 ans de données pour certains points de mesure, et de proposer des métriques d'évaluation.

A partir des règles citées ci-dessus, sur la période 2005-2010, 68 % (soit 13) des masses d'eau côtières normandes évaluées pour l'élément de qualité « Phytoplancton » sont classées en « Très bon état », 16 % (soit 3) en « Bon état », et 3 en « Etat moyen », l'élément de qualité « Oxygène dissous » étant en « Très bon état » pour toutes les masses d'eau (côtières et de transition) (Tableau 17).

Tableau 17 : Synthèse globale des indicateurs DCE (hormis indice Composition) de l'élément de qualité « Phytoplancton » de l'état biologique et de l'élément de qualité « Oxygène dissous » de l'état physico-chimique sur les masses d'eau normandes sur la période 2005-2010, et indices de fiabilité.

RQE	Biomasse	Abondance	Synthèse "Phytoplancton"		Oxygène dissous		
	Masse d'eau	2005-2010	2005-2010	2005-2010	Indice de fiabilité	2005-2010	Indice de fiabilité
HC01	1	1	1	1	1	0,90	1
HT05	0,19	1	0,59	3	3	1	3
HC02	0,73	1	0,86	2	2	0,86	2
HC03	1	1	1	1	1	0,87	1
HC04	1	1	1	2	2	0,89	2
HC05				2	2		2
HC60							
HC61	1	1	1	1	1	0,85	1
HC07				2	2		2
HC08	0,61	1	0,80	2	2	0,85	2
HC09	0,66	1	0,83	1	1	0,85	1
HC10	0,48	0,76	0,62	1	1	0,88	1
HT06	0,47	0,43	0,45	1	1	0,87	1
HC11	0,50	0,79	0,65	2	2	0,84	2
HC12	0,91	1	0,96	1	1	0,86	1
HC13	0,72	1	0,86	1	1	0,79	1
HC14	0,33	0,46	0,35	1	1	0,78	1
HT04	0,30	0,80	0,55	2	2	0,82	2
HC15	0,24	0,33	0,29	1	1	0,72	1
HT03	0,23	0,76	0,49	3	3	0,84	3
HC16	0,23	0,43	0,33	1	1	0,84	1
HC17	0,82	1	0,91	2	2	0,85	2
HC18	0,46	1	0,73	2	2	0,91	2

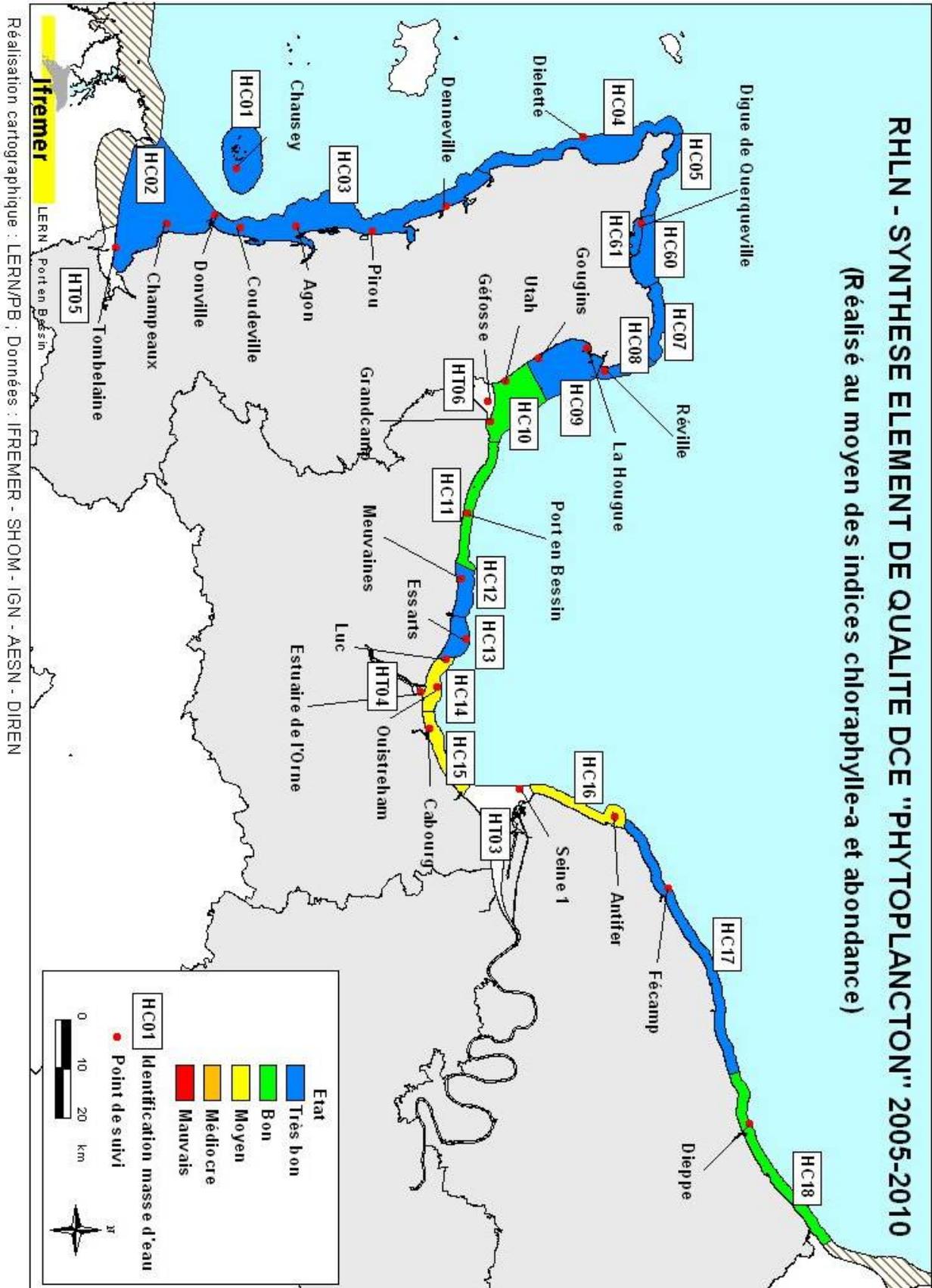
Les masses d'eau les plus mal classées restent celles qui jouxtent l'estuaire de *Seine*, depuis la HC14 (qui reçoit également les apports de l'*Orne*) jusqu'à la HC16 (Tableau 17). La qualité des masses d'eau du Cotentin jusqu'à HC10 est très bonne sur la période 2005-2010, tout comme celle des masses d'eau de la partie centrale des côtes du Calvados (HC12 et HC13), et au Nord de la Seine-Maritime (HC17) (Tableau 17). Enfin, le secteur de la baie des Veys (HC10) reste en « Bon état » sur la période 2005-2010 (Tableau 17).

Aucune évaluation finale n'est donnée pour l'élément de qualité « Phytoplancton » dans les masses d'eau de transition (HT03, HT04, HT05 et HT06), la grille de classification de l'indice Biomasse étant toujours en discussion, et l'indice Abondance étant jugé actuellement comme non pertinent. Pour information, ces masses d'eau de transition seraient classées en « Bon état » en utilisant les grilles de classification de la biomasse et de l'abondance des eaux côtières.

Pour conclure, l'indice Abondance est surtout déclassant pour les masses d'eau de l'Est Cotentin et jusqu'à la partie Est du Calvados, alors que l'indice Biomasse déclassifie particulièrement dans le secteur de l'estuaire de *Seine*, zone où la quantité de chlorophylle-*a* est la plus forte (Tableau 17). Le mode d'évaluation de l'indice Composition n'étant pas satisfaisant à ce jour, il n'est pas considéré dans la synthèse globale.

La carte de synthèse de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2005-2010 est présentée Figure 130.

Figure 130 : Synthèse de l'élément de Qualité DCE « Phytoplancton » sur les masses d'eau normandes sur la période 2005-2010. (Valeurs reprises de la colonne "Synthèse Globale 2005-2010" du Tableau 17). Les masses d'eau HC05 et HC07 sont classées par extrapolation du classement de la masse d'eau HC61.



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 physico-chimique (éléments de qualité « Nutriments », « Oxygène dissous », « Salinité », « Température », « Transparence »).

Les rapports d'évaluation disponibles à ce jour concernent les périodes 2003-2008 pour les nutriments (Daniel A. et Soudant D., 2010), et 2005-2010 pour le phytoplancton, la salinité et la transparence (Daniel. A et Soudant D., 2011a et b).

L'évaluation nationale pour l'élément de qualité « Phytoplancton » est identique à celle présentée ici pour la période 2005-2010 sur les points sélectionnés en « DCE stricte » excepté pour les masses d'eau HC10, HC14 et HC16 (voir Annexe 5). Les désaccords observés concernent principalement l'évaluation de l'indice Abondance qui déclasse (HC10) ou améliore le classement (HC14 et HC16) des masses d'eau, probablement du fait d'un nombre de données utilisées différent entre les deux évaluations. De plus, aucune évaluation des masses d'eau de transition n'a été présentée dans ce rapport les grilles des masses d'eau côtières n'ayant pas été validées pour celles-ci, cependant une évaluation a tout de même été réalisée au niveau national. 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 »).

Le rapport sur l'étude d'un indice de salinité pour qualifier l'élément de qualité « 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'indice 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'indice de 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).

Le rapport sur l'étude d'un indice de transparence pour qualifier l'élément de qualité « Conditions physico-chimiques générales », indique que celui-ci est déclaré non pertinent dans les masses d'eau de transition du fait du caractère positif marqué de la turbidité dans les estuaires, les usages et organismes (faune et flore) étant naturellement adaptés à ces milieux. La transparence étant représentée uniquement par le paramètre turbidité, l'élément de qualité sera donc qualifié à partir d'un indice turbidité pour les masses d'eau côtières de mars à octobre. L'influence négative de la turbidité sur la biologie correspondant à de fortes valeurs 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 retenus 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.

Discussion et Mise à jour des éléments de qualité DCE

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 Rapport 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 18. Les résultats de cette première évaluation de l'indice turbidité montrent que toutes les masses d'eau côtières normandes sont en « Très bon état » sur la période 2004-2009 (Tableau 18).

Tableau 18 : Grille de classement de l'indice turbidité et résultats pour l'évaluation de l'indice turbidité sur la période 2004-2009 dans les masses d'eau côtières.

Masse d'eau	Evaluation Daniel et Soudant (2010) 2004-2009		
	Suivi	Points	Turbidité
HC01	Surv. DCE	Chausey	1
HT05	Enquête	Mont St Michel 2007	Non pertinent
HC02	Surv. DCE Suppl.	Champeaux Hacqueville 1 mille	1
HC03	Surv. DCE Surv. DCE	Donville Pirou Bergerie Sud	0,75
HC04	Surv. DCE	Dielette	0,77
HC05	--	--	
HC60	Suppl.	Rade de Cherbourg	1
HC61	Surv. DCE	Digue de Querqueville	1
HC07	--	--	
HC08	Opérationnel	Réville 1 mille	
HC09	Surv. DCE Suppl.	La Hougue St Vaast Sud	1
HC10	Surv. DCE	Roches de Grandcamp	1
HT06	Surv. DCE	Géfosse	Non pertinent
HC11	Op. DCE	Port-en-Bessin 1 mille	
HC12	--	--	
HC13	Surv. DCE	St Aubin les Essarts	1
HC14	Surv. DCE	Ouistreham 1 mille	1
HT04	Enquête	Estuaire de l'Orne	Non pertinent
HC15	Surv. DCE	Cabourg	1
HT03	Surv. DCE	Seine 1	Non pertinent
HC16	Surv. DCE	Antifer Ponton Pétrolier	1
HC17	Suppl.	Fécamp 1 mille	1
	Suppl. DCE	Fécamp digue Dieppe 1 mille	
HC18	Surv. DCE	Dieppe 1 mille	1

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

Enfin, l'indicateur nutriments déterminé afin de qualifier l'élément de qualité « 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).

Les travaux sur les éléments de qualité « Nutriments », « Salinité », « Température » et « Transparences » doivent encore être validés au niveau national.

V. Conclusion générale

Le suivi du RHLN réalisé en 2010 est la dixième année de mise en œuvre du réseau validé à l'aide de ses partenaires financiers (AESN, CRBN) à travers le projet RHLN pérenne.

L'année 2010 a été marquée climatiquement par des températures en moyenne plus fraîches qu'en 2009 particulièrement en hiver et en automne, marquant une nette différence avec les dix dernières années qui étaient plus chaude que la normale. De plus, les précipitations ont, de nouveau, été inférieures à la normale en 2010, avec cependant des déficits un peu moins marqués qu'en 2009 sur les stations météorologiques du littoral. Ces déficits pluviométriques se sont faits ressentir sur tout le bassin versant, les débits étant encore plus inférieurs aux normales (- 30 %) qu'en 2009.

La fraîcheur de l'année 2010 et la limitation des apports par les bassins versants peuvent probablement expliquer la diminution de la moyenne de la biomasse sur le littoral bas-normand, malgré l'observation de pics plus importants qu'en 2009 sur près de la moitié des points de surveillance, le maximum ayant été enregistré à 41 $\mu\text{g.L}^{-1}$ à Antifer (HC16). Aussi, le nombre de blooms dépassant le seuil de 100 000 cellules par litre a diminué en 2010 par rapport à 2009, mais ceux-ci sont restés intenses, les occurrences de blooms supérieurs à 1 000 000 cellules par litre étant identiques à 2009. Le genre *Chaetoceros* a largement dominé le peuplement phytoplanctonique estival, et des efflorescences de huit espèces recensées comme nuisibles par la DCE ont été observées. Malgré une production primaire soutenue en 2010, 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 majorité de ces stocks ont été consommés, une limitation potentielle par l'azote étant vraisemblable sur la côte Ouest du Cotentin et un peu plus modérée sur la côte Est du Cotentin et le Calvados. En outre, une possible carence en phosphore pourrait influencer sur la production primaire en Seine-Maritime.

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. L'élément de qualité « Phytoplancton » a été évalué à partir de l'indice Biomasse et l'indice Abondance pour les masses d'eau côtières à l'aide des Rapports de Qualité Ecologiques (RQE). Pour les masses d'eau de transition, la grille de classification de l'indice Biomasse est en cours de modification, et l'indice Abondance n'est pas jugé pertinent actuellement. Aussi aucun classement n'est proposé pour les masses d'eau de transition dans ce rapport. De plus, l'indice 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. Enfin, l'évaluation de l'élément de qualité « Oxygène dissous » a été mise à jour, cet élément étant à ce jour le seul validé pour définir l'état physico-chimique des masses d'eau.

Dans la mise à jour de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2005-2010, les masses d'eau sont en « Très bon état » de la côte Ouest à la côte Est du Cotentin (HC01 à HC09), et les masses d'eau HC10 et HC11 avoisinant la baie des Veys sont classées en « Bon état ». L'évaluation montre ensuite le « Très bon état » des masses d'eau intermédiaires du Calvados (HC12 et HC13) avant d'atteindre les masses d'eau jouxtant l'estuaire de l'Orne et surtout de la Seine qui sont classées en « Etat moyen ». Enfin, les masses d'eau de Seine Normandie alternent entre le « Très bon état » pour la HC17 et le « Bon état » pour la HC18. Au total, 13 masses d'eau côtières sont donc classées en « Très bon état », 3 en « Bon état » et 3 en « Etat moyen ».

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>

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.

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.

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 : Graphiques des données physico-chimiques et hydrologiques en « boîtes à moustaches » pour les points de prélèvement suivis depuis au moins 6 ans.

Annexe 4 : Quelques uns des principaux taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche.

Annexe 5 : Comparaison de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » présentée dans le rapport RHLN 2010 et le rapport d'évaluation national pour la période 2005-2010.

Annexe 6 : Qualification des données RHLN pour l'année 2010.

Annexe 1 : Historique des lieux de surveillance du RHLN

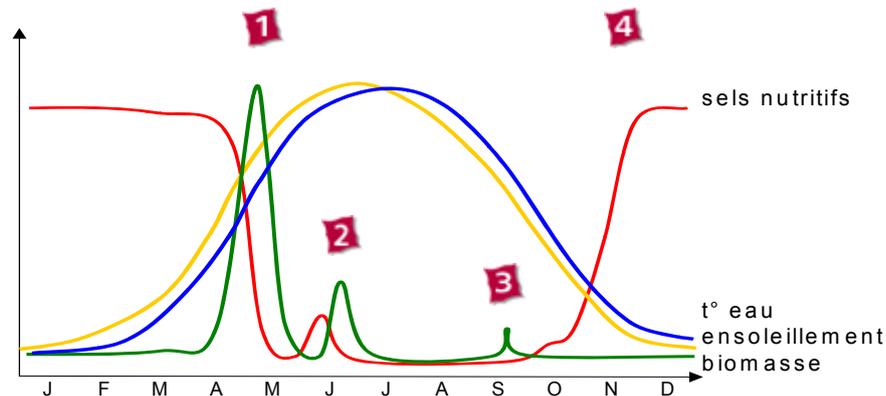
Masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Nom du point	Latitude	Longitude	Mnémonique Quadrigé ²	Projet	Type de suivi	Période de suivi
HT05	Baie du Mont St Michel - Fond de baie estuarien	Mont St Michel	48° 39,1667' N	001° 45,8667' W	020-P-003			2006
HC01	Chausey	Mont St Michel 2007 Tombelaine	48° 38,0900' N 48° 39,0780' N	001° 30,4700' W 001° 30,9180' W	020-P-053 020-P-109	RHLN RHLN	Enquête DCE Surveillance DCE	2007 - 2010 2010 - en cours 2001 - en cours
HC02	Baie du Mt St Michel - Centre	Chausey Cancalle Est	48° 52,7100' N 48° 42,1478' N	001° 46,0800' W 001° 47,6288' W	019-P-001 020-P-051	RHLN RHLN	Surveillance DCE	2006 2004 - 2006
HC03	Ouest Cotentin	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 RHLN	Surveillance DCE Surveillance DCE	2006 - en cours 2001 - en cours
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	Donville Point du Roc	48° 50,5000' N	001° 37,6700' W	018-P-054	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours
HC05	Nord Ouest Cotentin	Coudeville 1 mille	48° 53,4374' N	001° 35,6288' W	018-P-068	RHLN	Régional	2006 - en cours
HC06	Rade de Cherbourg	Pointe Agon Sud	49° 00,0200' N	001° 36,3400' W	018-P-057	RHLN	Régional	2001 - en cours
HC07	Cherbourg - Intérieur rade	Pirou Bergerie Sud	49° 08,9000' N	001° 35,9800' W	018-P-021	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours
HC08	Nord Est Cotentin	Denneville	49° 17,3567' N	001° 41,3480' W	018-P-008	RHLN	Régional	2006 - en cours
HC09	Barfleur	Dielette	49° 33,0000' N	001° 55,1700' W	017-P-006	RHLN	Surveillance DCE	2007 - en cours
HC10	Anse de St Vaast	Jobourg	49° 39,8000' N	001° 58,4000' W	017-P-021	COGEMA		2003 - en cours
HT06	Baie des Veys	Barneville	49° 22,7000' N	001° 51,7000' W	017-P-022	COGEMA		2003 - en cours
HT07	Baie des Veys - Estuaire	Gruchy	49° 41,7200' N	001° 46,9200' W	016-P-014			2004 - 2005
HT08	Côte du Bessin	Rade de Cherbourg	49° 41,0100' N	001° 36,7200' W	016-P-024			2004 - 2006
HT09	Côte de Nacre Ouest	Digue de Querqueville	49° 40,3462' N	001° 39,7674' W	016-P-025	RHLN	Surveillance DCE	2004 - en cours
HT10	Côte de Nacre Est	Cap Lévi	49° 42,3200' N	001° 27,2900' W	016-P-001	RHLN	Surveillance DCE	2005 - 2006
HT11	Baie de Caen	Réville 1 mille	49° 36,8300' N	001° 12,9400' W	015-P-029	RHLN	Opérationnel DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
HT12	Estuaire de l'Orne	La Hougue	49° 34,6561' N	001° 16,7480' W	015-P-030	RHLN	Surveillance DCE	2003 - en cours
HT13	Estuaire de Seine - Amont	Gougins	49° 29,1662' N	001° 14,4982' W	015-P-031	RHLN	Régional	2006 - en cours
HT14	Estuaire de Seine - Central	Utah	49° 25,3562' N	001° 10,2884' W	014-P-024	RHLN	Régional	2006 - en cours
HT15	Estuaire de Seine - Aval	St Germain de Varreville	49° 27,1600' N	001° 12,5000' W	014-P-017	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - 2005
HT16	Risle estuarienne	Roches de Grandcamp	49° 23,7200' N	001° 02,8300' W	014-P-001	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HT17	Le Havre - Antifer	Géfosse	49° 23,4700' N	001° 06,3600' W	014-P-023	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2002 - en cours
HT18	Pays de Caux Sud	Port-en-Bessin 1 mille	49° 21,5900' N	000° 46,0300' W	013-P-006	RHLN	Opérationnel DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
HT19	Pays de Caux Nord	Asnelles - Meuvaines	49° 21,0800' N	000° 34,2100' W	012-P-013	RHLN	Régional	2004 - en cours
HT20		St Aubin les Essarts	49° 21,9100' N	000° 23,2600' W	012-P-005	RHLN	Surveillance DCE	2004 - en cours
HT21		Luc 1 mille	49° 19,6100' N	000° 19,6700' W	010-P-187	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours
HT22		Ouistreham 1 mille	49° 18,7100' N	000° 14,4900' W	010-P-102	RHLN	Régional renforcé	2001 - en cours
HT23		Estuaire de l'Orne	49° 16,7667' N	000° 13,6833' W	010-P-110	RHLN	Enquête DCE	2007 - en cours
HT24		Cabourg	49° 17,9600' N	000° 06,9400' W	010-P-109	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HT25		Bouée Carosse	49° 29,1100' N	000° 01,6000' E	010-P-052	RHLN		
HT26		Seine 1	49° 28,7500' N	000° 03,2167' E	011-P-010	RHLN	Surveillance DCE	2002 - 2004, 2006 - 2007 2008 - en cours
HT27		Antifer ponton pétrolier	49° 40,0000' N	000° 07,9800' E	010-P-001	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HT28		Fécamp 1 mille	49° 45,9946' N	000° 21,8903' E	009-P-023	RHLN	Régional	2006 - en cours
HT29		Fécamp digue	49° 46,4346' N	000° 20,6304' E	009-P-011	RHLN		2006 - 2007
HT30		St Aubin Seine Maritime	49° 54,0000' N	000° 52,0000' E	009-P-001	RHLN		2004 - 2005
HT31		Dieppe 1 mille	49° 56,4500' N	001° 03,2500' E	008-P-012	RHLN	Surveillance DCE	2001 - 2005, 2008 - en cours

Surveillance dans le cadre du suivi "eaux douces"

Lieux de surveillance non actifs

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 printanier¹⁰. 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 côtiers¹¹.

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

¹⁰ 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.

¹¹ 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.

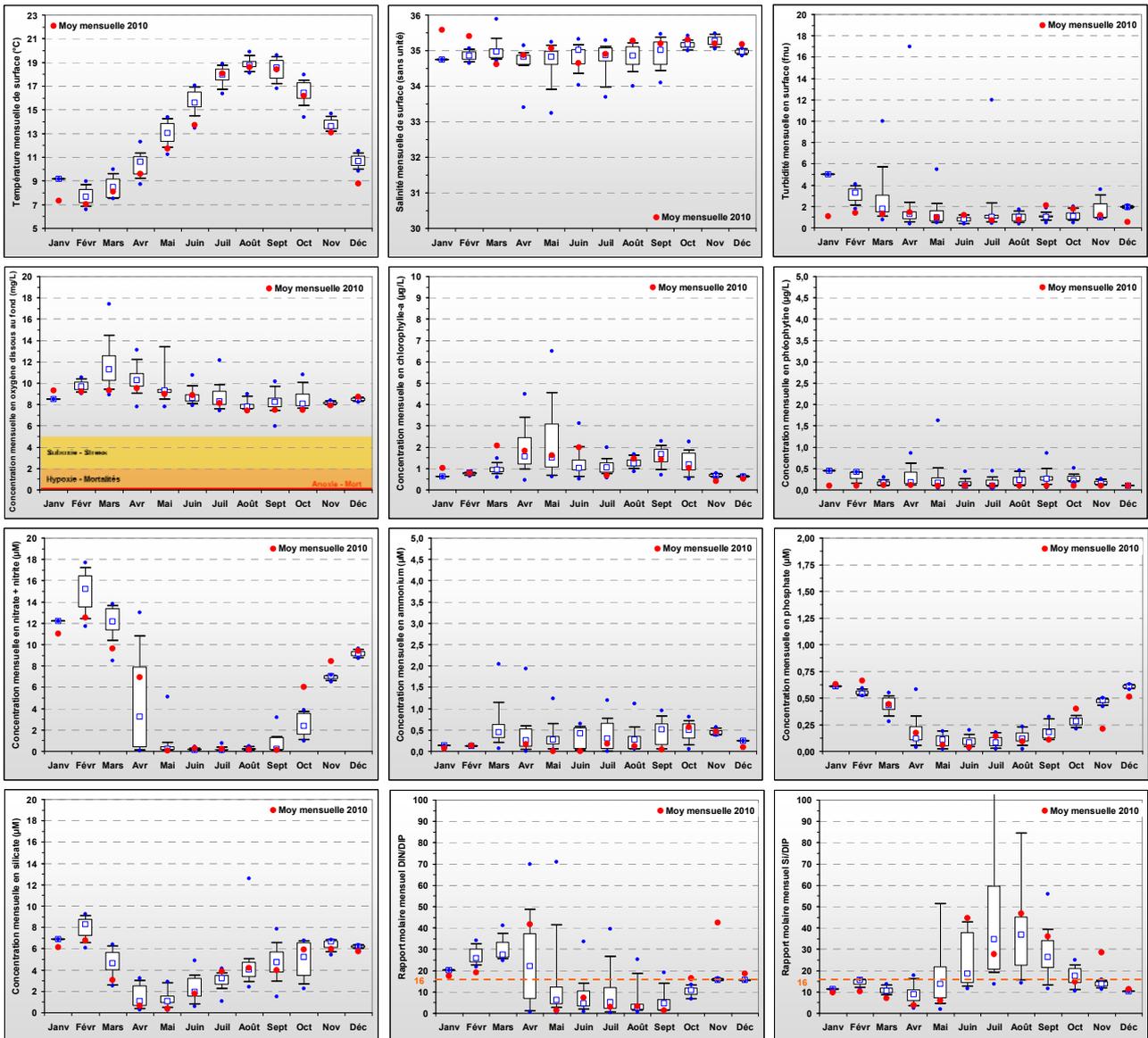
Il est à noter que ces cas de figure extrêmes, avec des anoxies marquées, ne se rencontrent pas dans les eaux normandes, malgré les niveaux de production phytoplanctoniques atteints (secteur de l'estuaire de Seine), du fait de l'hydrodynamisme local qui permet le brassage et l'homogénéisation des masses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

Annexe 3 : Graphiques des données physico-chimiques et hydrologiques en « boîtes à moustaches » pour les points de prélèvement suivis depuis au moins 6 ans.

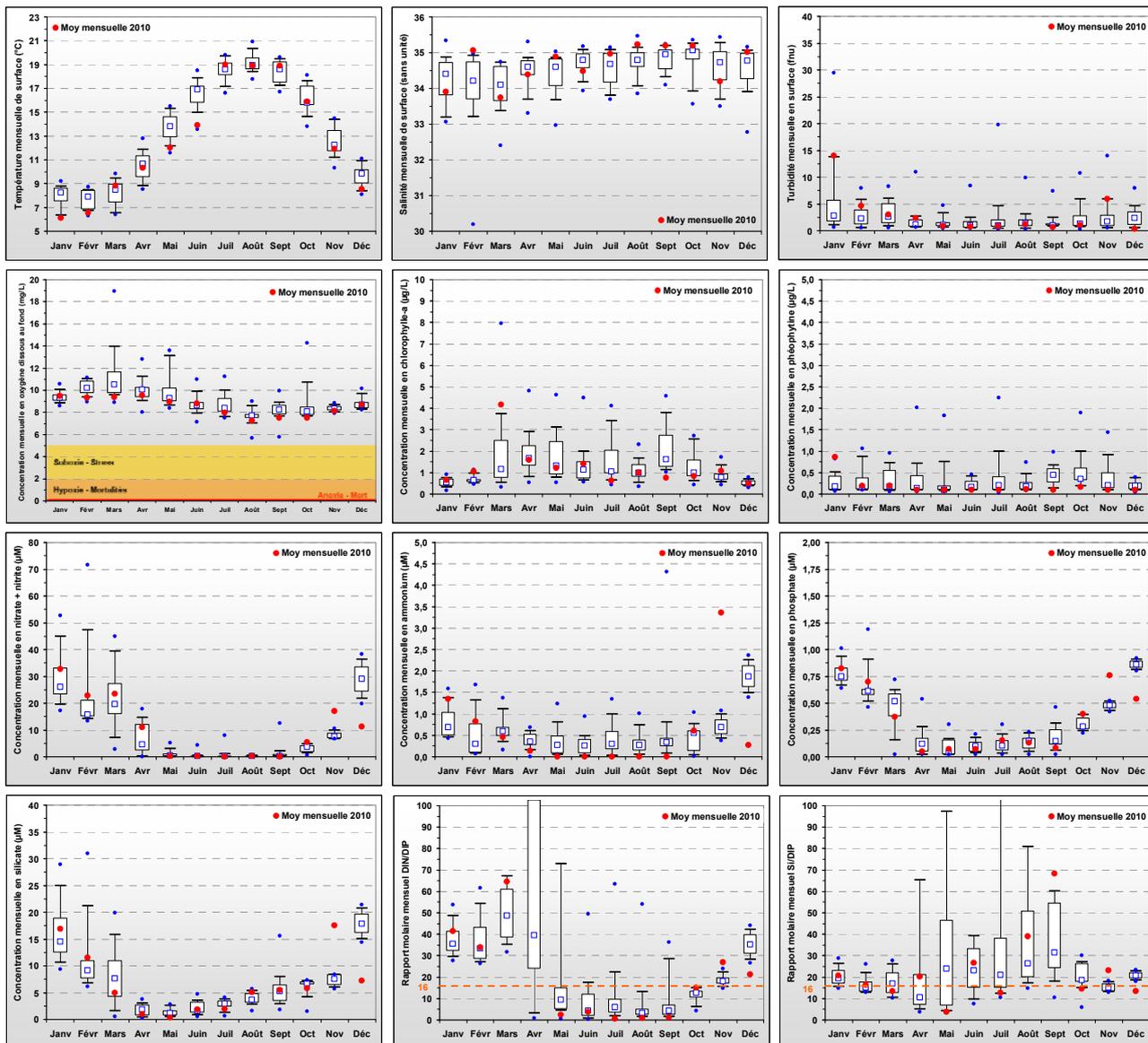
Fiches des points présentées :

- ❖ HC01 – Chausey (2001 - 2010)
- ❖ HC03 – Donville (2001 - 2010)
- ❖ HC61 – Digue de Querqueville (2005 - 2010)
- ❖ HC09 – La Hougue (2003 - 2010)
- ❖ HC10 – Roches de Grandcamp (2001 - 2010)
- ❖ HT06 – Géfosse (2002 - 2010)
- ❖ HC12 – Asnelles-Meuvaines (2004 - 2010)
- ❖ HC13 – St Aubin les Essarts (2004 - 2010)
- ❖ HC14 – Luc 1 mille (2004 - 2010)
- ❖ HC14 – Ouistreham 1 mille (2004 - 2010)
- ❖ HC15 – Cabourg (2001 - 2010)
- ❖ HC16 – Antifer ponton pétrolier (2002 - 2010)

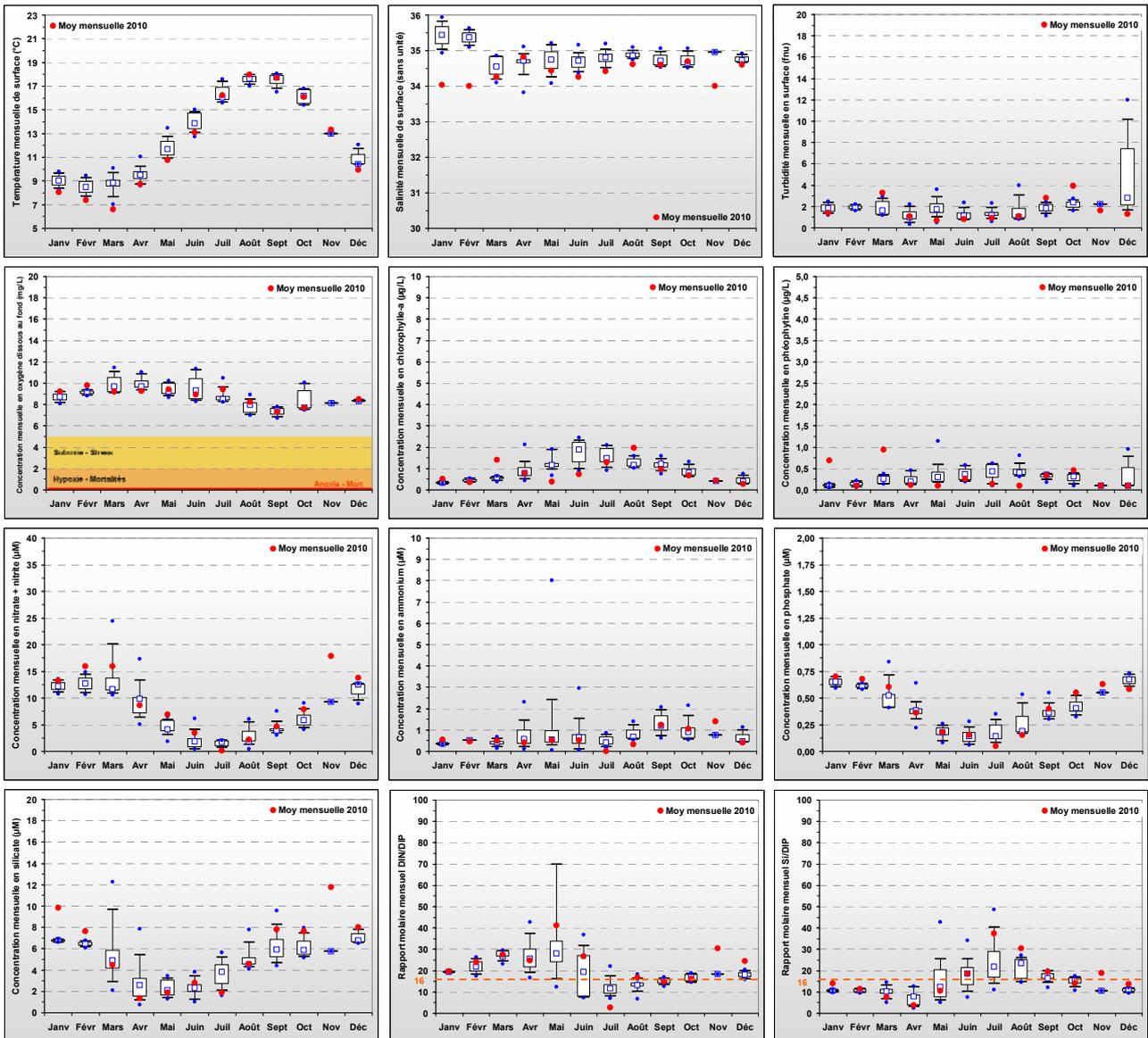
Masse d'eau HC01 - Station << Chausey >>



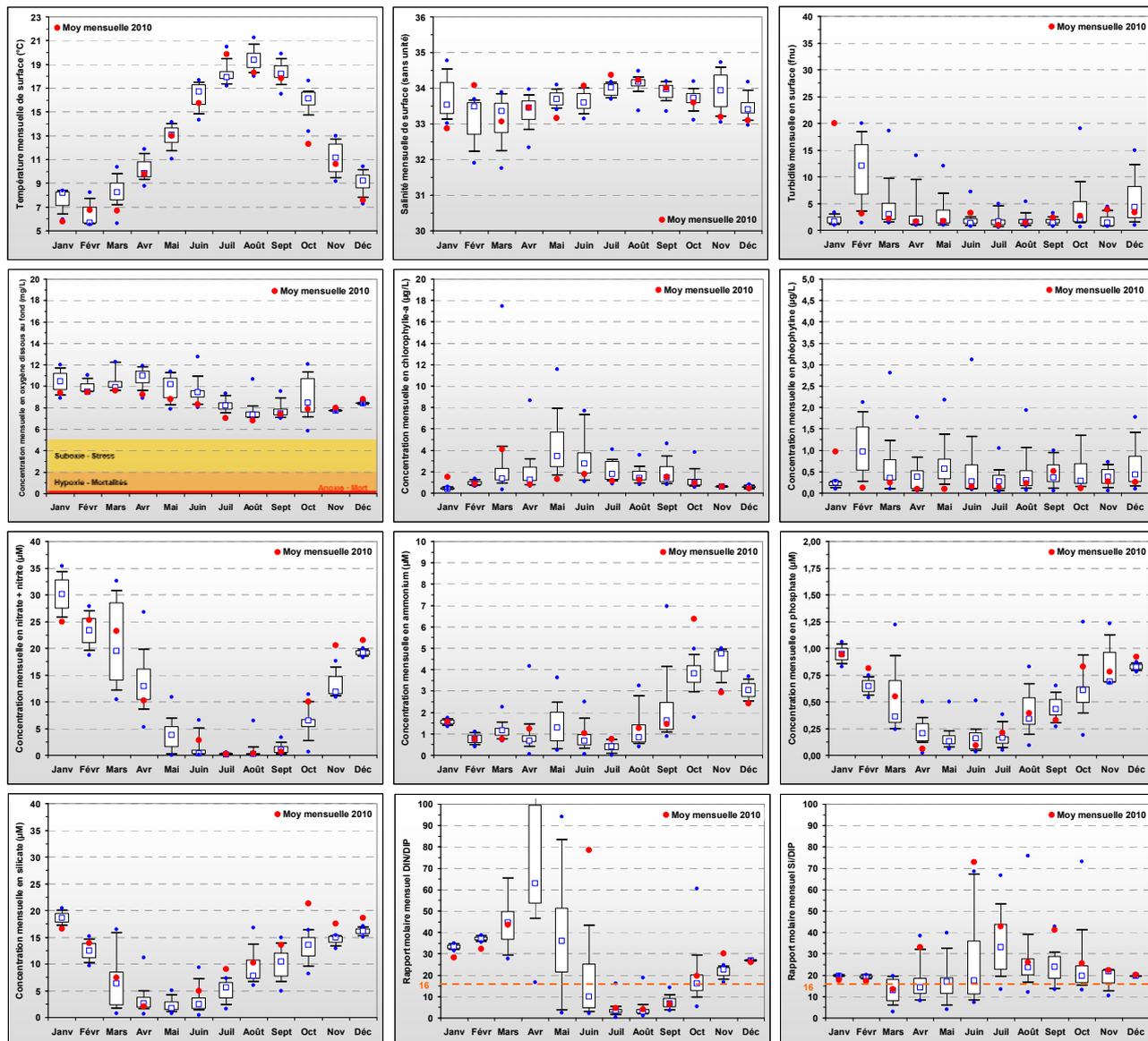
Masse d'eau HC03 - Station << Donville >>



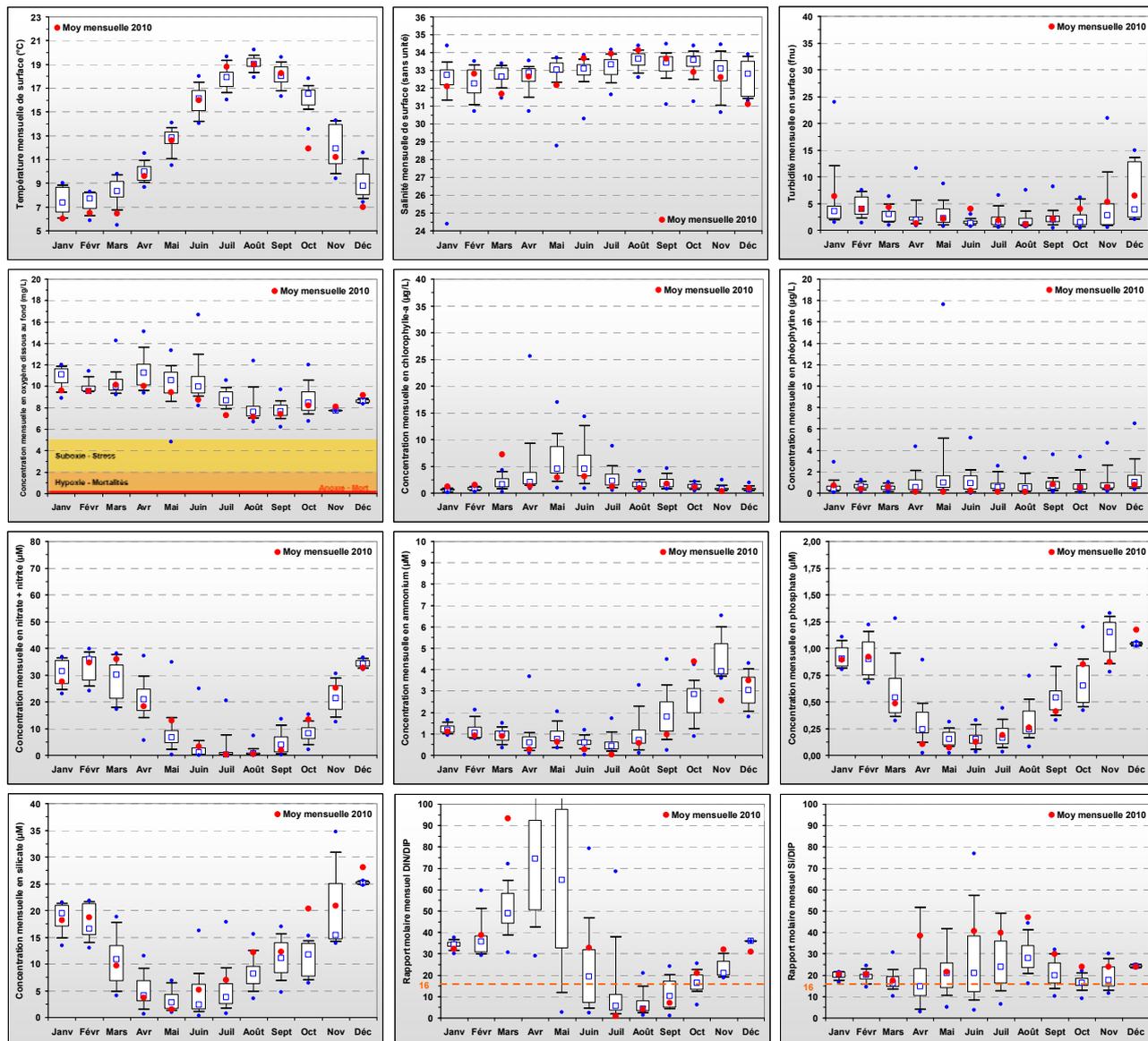
Masse d'eau HC61 - Station << Digue de Querqueville >>



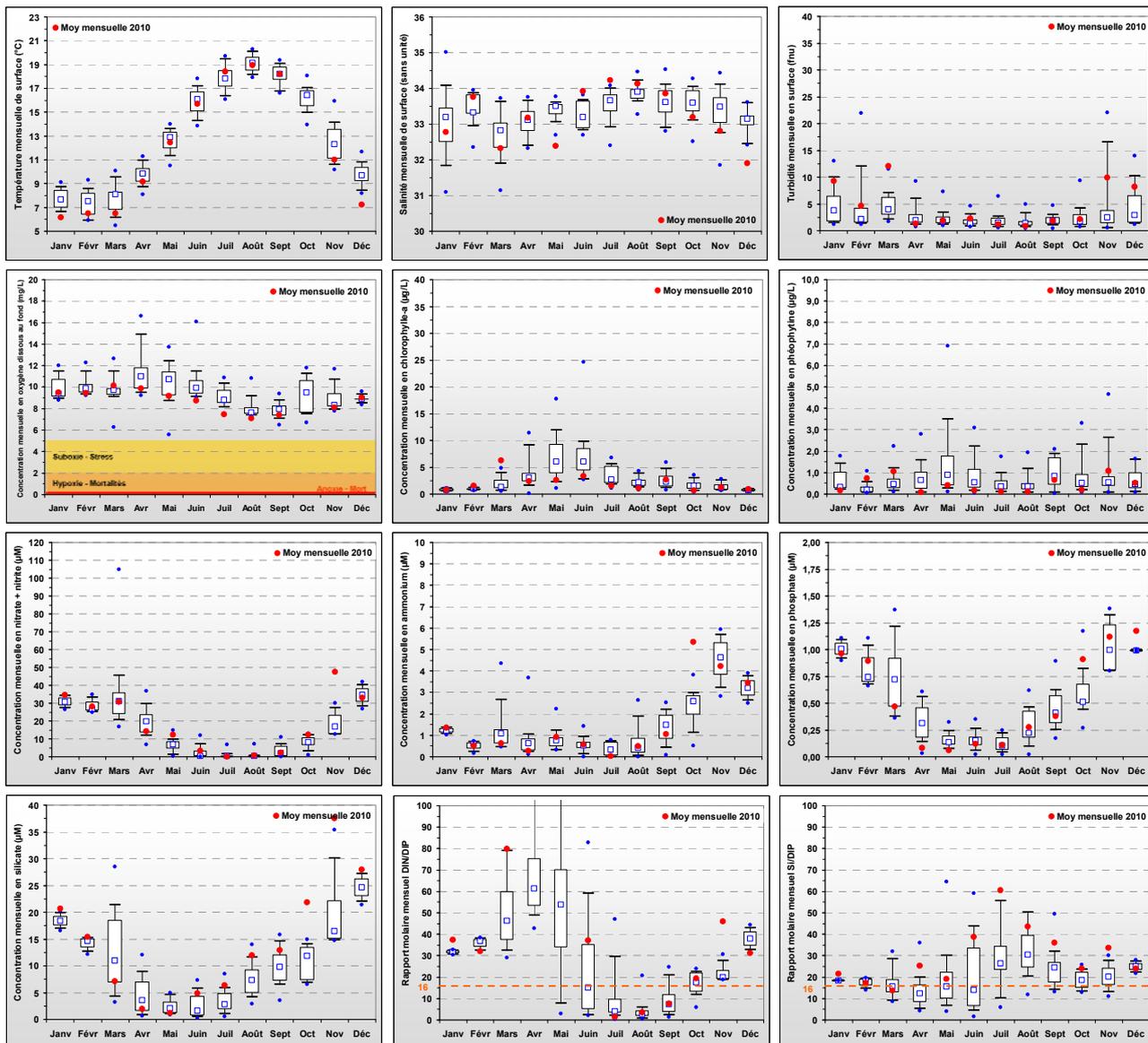
Masse d'eau HC09 - Station << La Hougue >>



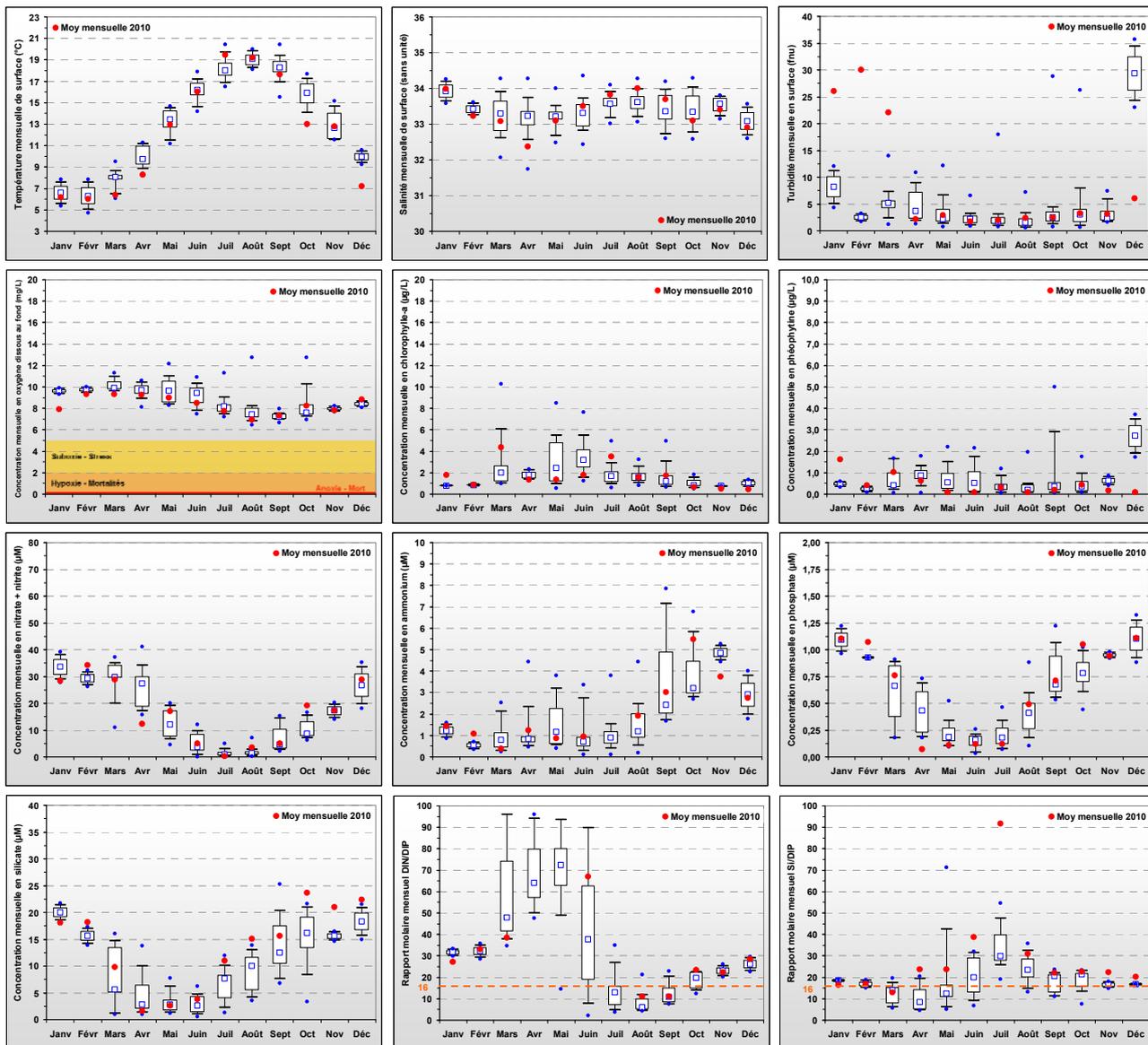
Masse d'eau HC10 - Station << Roches de Grandcamp >>



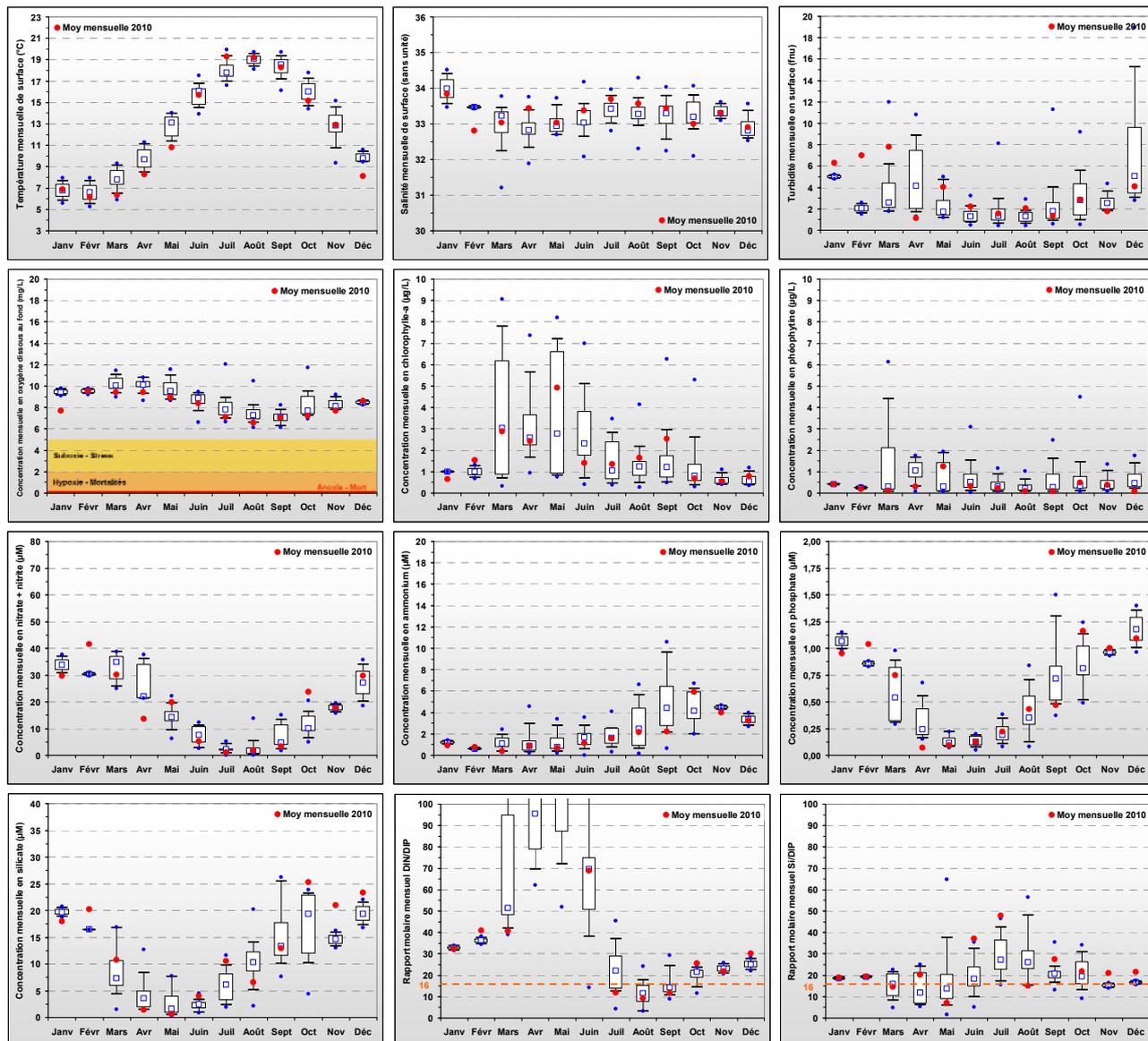
Masse d'eau HT06 - Station << Géfosse >>



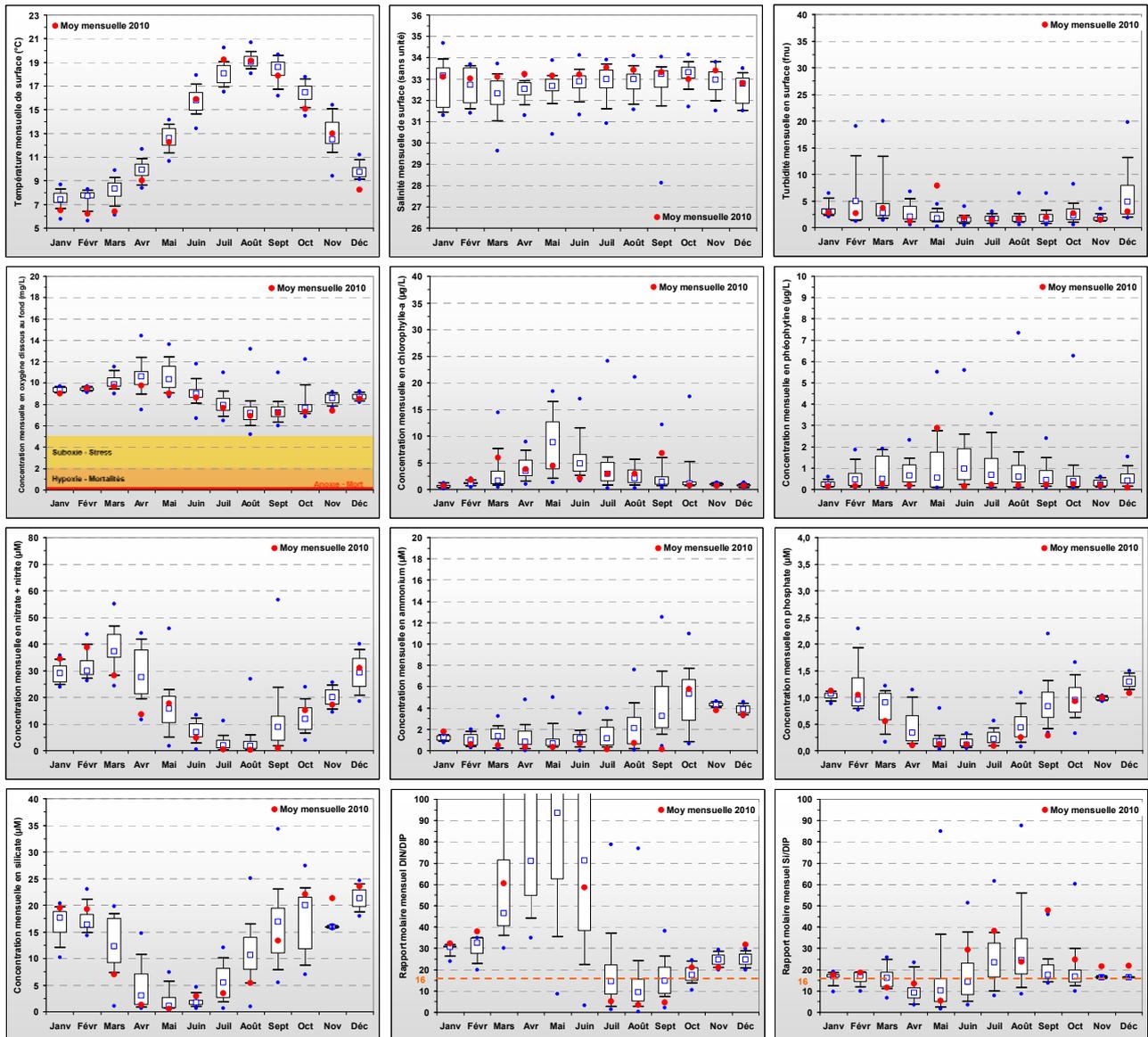
Masse d'eau HC12 - Station << Asnelles-Meuvoines >>



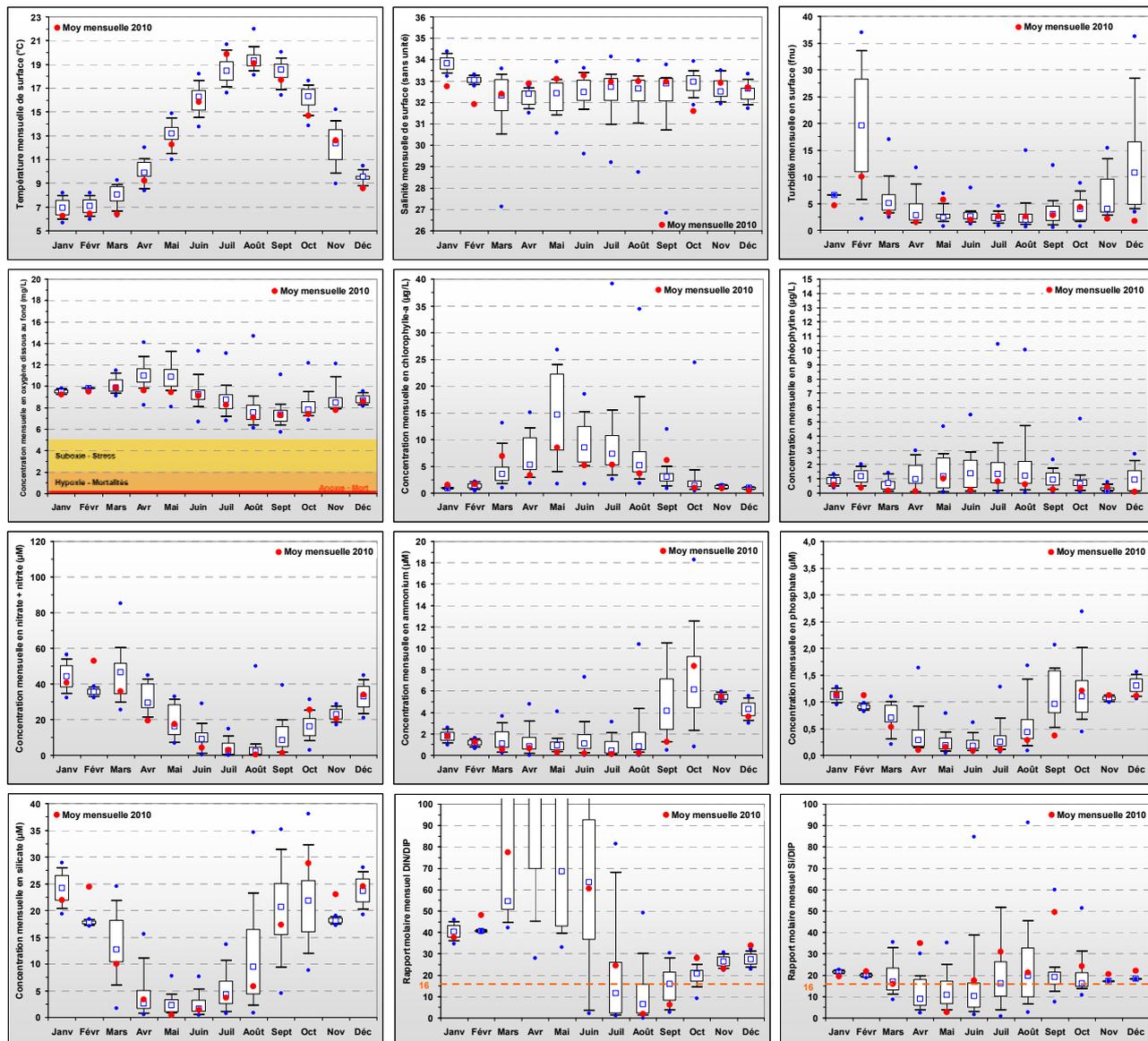
Masse d'eau HC13 - Station << St Aubin les Essarts >>



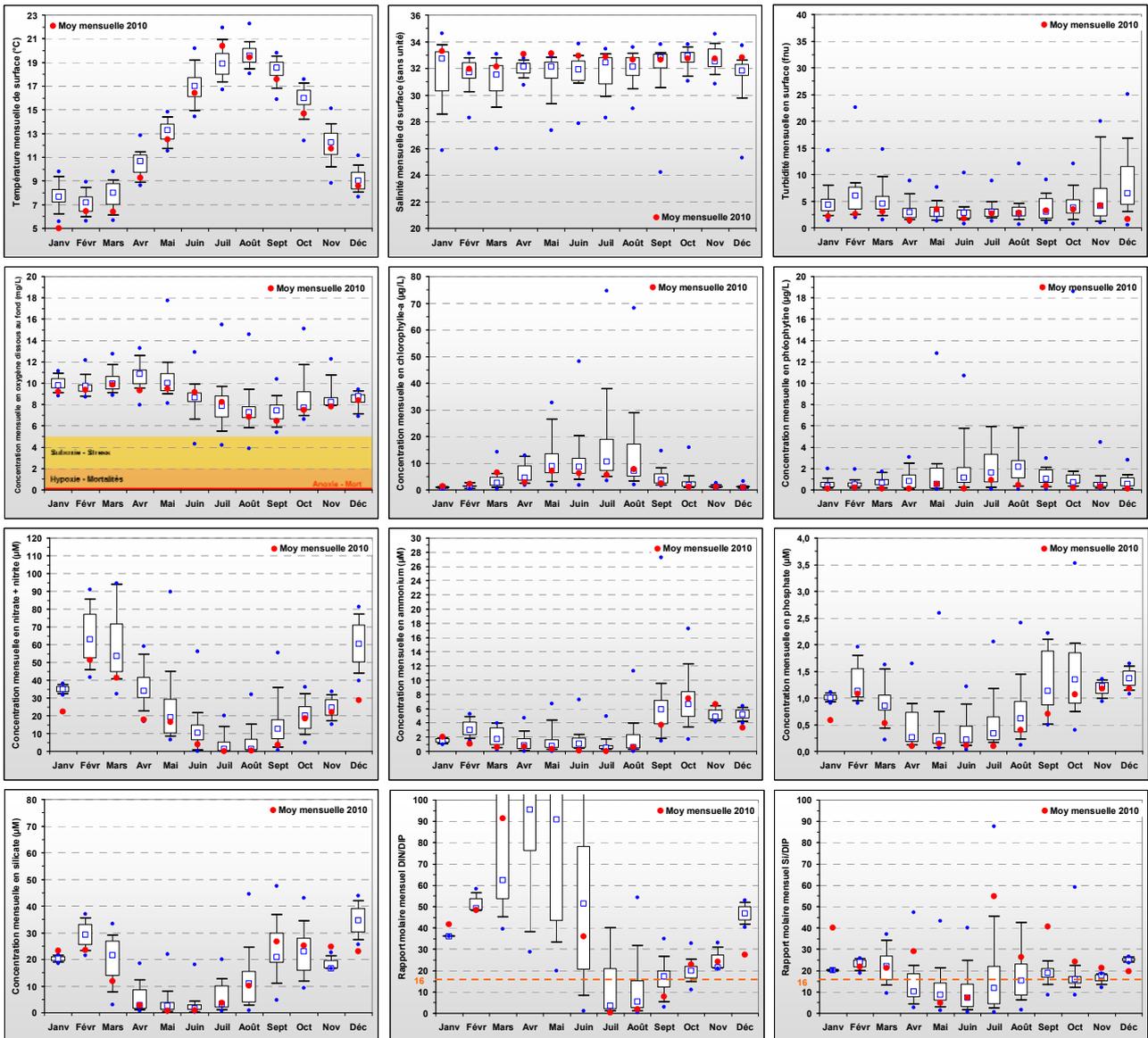
Masse d'eau HC14 - Station << Luc 1 mille >>



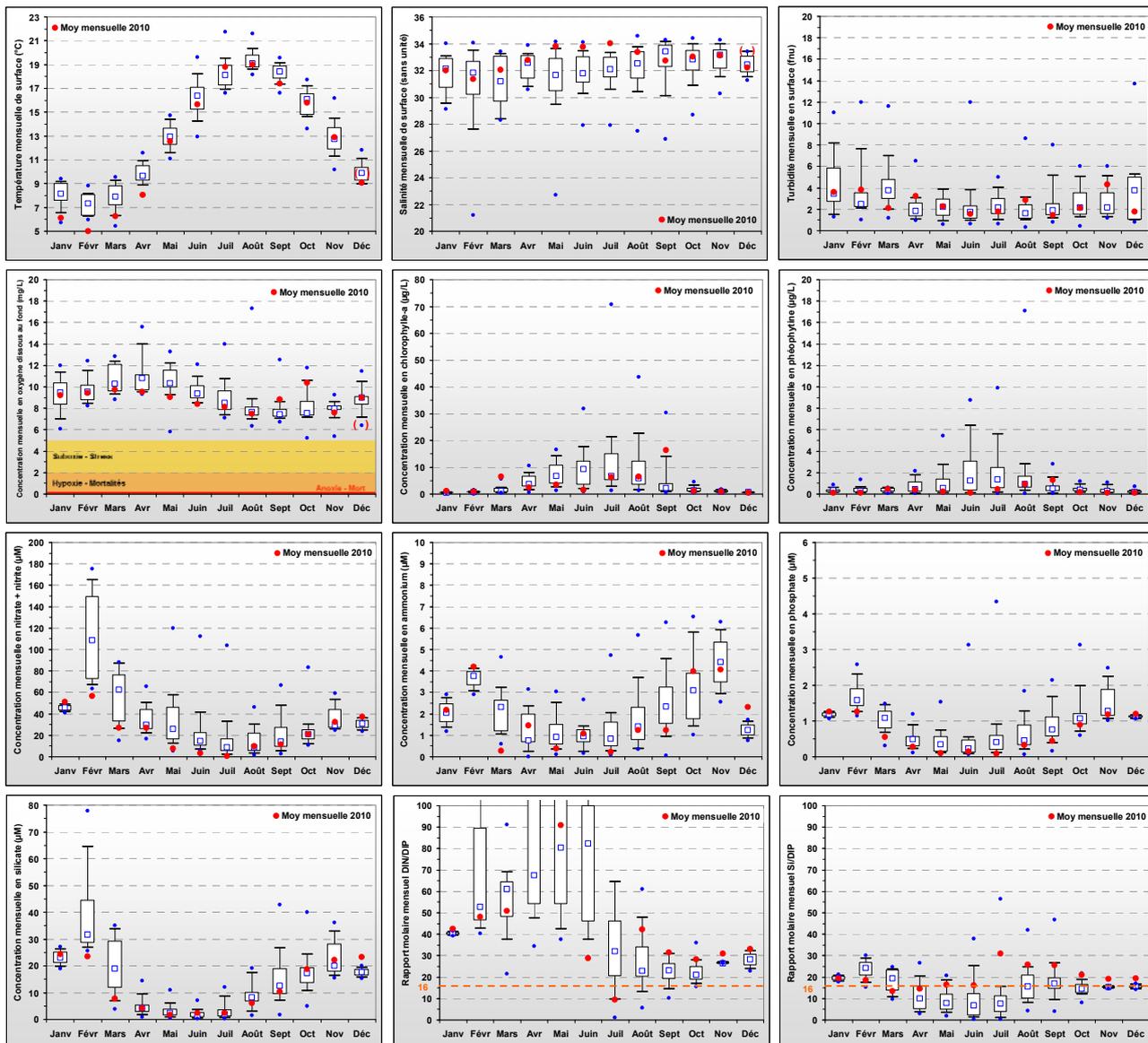
Masse d'eau HC14 - Station << Ouistreham 1 mille >>



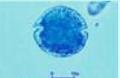
Masse d'eau HC15 - Station << Cabourg >>



Masse d'eau HC16 - Station << Antifer ponton pétrolier >>



Annexe 4 : Quelques uns des principaux taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

Abbréviations taxons	Libellé taxon	Classe taxon	Type de milieu	Saisonnalité	Effet toxique ou nuisible	Conditions particulières	Illustration	
ALEX ALEXMIN	<i>Alexandrium</i> sp. <i>Alexandrium minutum</i>	Dinoflagellé	Marin	Eutrophe	Printemps-Eté (Juin-Juillet)	Toxicité (PSP) Eaux colorées "rouges"	Stratification	
ASTEGLA	<i>Asterionellopsis glacialis</i> = <i>A. japonica</i>	Diatomée	Marin	Eutrophe	Printemps-Eté (Mai-Juin)			
CHAE CHAESOC	<i>Chaetoceros</i> sp. <i>Chaetoceros socialis</i>	Diatomée	Estuarien	Eutrophe	Fin printemps-Eté (Avril-Sept)	Nuisance potentielle (colmatage branchies, ...) Eau colorée "brun-rouge"	Silicate faible	
CLCRYPT	Classe Cryptophyceae	Nanoflagellé	Marin	Eutrophe	Printemps-Eté (Mars-Sept)	Nuisance potentielle	Stratification	
CLEUGLE	Classe Euglenophyceae	Dinoflagellé	Estuarien	Eutrophe	Hiver, Automne (Fév-Mars, Sept)		Eaux douces Stratification	
DINO	<i>Dinophysis</i> sp.	Dinoflagellé	Marin	Oligotrophe	Ete-Automne (Juin-Sept)	Toxicité (DSP)	Stratification	
GYMN GYMN-82 GYMNAG	<i>Gymnodinium</i> sp. <i>Lepidodinium chlorophorum</i> <i>Karenia mikimotoi</i>	Dinoflagellé	Marin	Oligotrophe	Printemps-automne (Juillet-Août)	Eau colorée verte "fluo" non toxique mais nuisible (anoxies, colmatage) anoxies, colmatage) pour GYMN-82	Stratification Préférence NH4	
HETETRI	<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</i> sp.	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</i> sp.	Diatomée	Marin	Eutrophe	Fin printemps-Eté (Mai-Juillet)	Toxicité (ASP)	Phosphate épuisé, riche nitrate, proche 1/2 saturation Si	
RHIZ RHIZDEL RHIZFRA RHIZIMB RHIZSTO	<i>Rhizosolenia</i> sp. <i>Guinardia delicatula</i> <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> <i>Rhizosolenia imbricata</i> <i>Guinardia striata</i>	Diatomée	Marin	Oligotrophe	Printemps-Eté (Mai-Août)		Stratification	
SKELCOS	<i>Skeletonema</i> sp.	Diatomée	Marin	Eutrophe	Automne-Hiver (Nov-Mars)			
THAL THALROT	<i>Thalassiosira</i> sp. <i>Thalassiosira rotula</i>	Diatomée	Marin	Eutrophe	Printemps (Fév-Avr)	Quelques espèces potentiellement nuisibles (colmatage branchies ...)		

Annexe 5 : Comparaison de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » présentée dans le rapport RHLN 2010 et le rapport d'évaluation national pour la période 2005-2010.

Masse d'eau	Evaluation RHLN - DCE stricte - 2005-2010				Evaluation nationale - 2005-2010				Niveau de confiance	Comparaison				
	Suivi	Points	Biomasse	Abondance	Global	Suivi	Points	Programme		Biomasse	Abondance	Global	Concordance	Élément de désaccord
HC01	Surv. DCE	Chausey	1	1	1	DCE	Chausey	RHLN	1	1	1	100%	OUI	
HT05	Enquête	Tombelaine	0,19	1	0,59	Suppl.	Mont-St-Michel 2007	RHLN	0,10	1	0,55	100%	NON	Pas de réévaluation dans RHLN car pas de gilles pour MET
HC02	Surv. DCE	Champeaux	0,73	1	0,86	DCE	Champeaux	RHLN	0,88	1	0,94	99%	OUI	Malgré l'utilisation d'un point supplémentaire non actif
HC03	Surv. DCE	Donville	0,89	0,82	0,86	DCE	Donville	RHLN	0,76	0,84	0,80	69%	OUI	
HC04	Surv. DCE	Pirou Bergerie Sud				DCE	Pirou Bergerie Sud	RHLN					OUI	
HC04	Surv. DCE	Dielette	1	1	1	DCE	Dielette	RHLN	1	1	1	100%	OUI	Malgré l'utilisation d'un point supplémentaire
HC05	---	---				---	Flamerville référence 11	IGAPPEL					OUI	
HC60	---	---				Suppl.	Rade de Cherbourg	RHLN					OUI	Malgré l'utilisation d'un point supplémentaire non actif
HC61	Surv. DCE	Digue de Querqueville	1	1	1	DCE	Digue de Querqueville	RHLN	1	1	1	100%	OUI	
HC07	---	---				---	---	---					OUI	
HC08	Opérationnel	Réville 1 mille	0,61	1	0,80	DCE	Réville 1 mille	RHLN	0,62	1	0,81	88%	OUI	
HC09	Surv. DCE	La Hougue	0,85	0,93	0,89	DCE	La Hougue	RHLN	0,85	1	0,93	99%	OUI	Malgré l'utilisation d'un point supplémentaire non actif
HC10	---	---				Suppl.	St Vaast Sud	REPHY					OUI	
HC10	Surv. DCE	Roches de Grandcamp	0,59	0,85	0,72	DCE	Roches de Grandcamp	RHLN	0,61	1	0,80	70%	NON	Moins de données ont été utilisées dans la synthèse nationale pour l'indice d'abondance
HT06	Surv. DCE	Géboisse	0,47	0,43	0,45	DCE	Géboisse	RHLN	0,48	0,48	0,48	99%	NON	Pas de réévaluation dans RHLN car pas de gilles pour MET
HC11	Op. DCE	Port-en-Bassin 1 mille	0,50	0,79	0,65	DCE	Port-en-Bassin 1 mille	RHLN	0,50	1	0,75	49%	OUI	Malgré un désaccord sur l'indice d'abondance, 51% de chance d'être en très bon état
HC12	---	---				---	---	---					OUI	
HC13	Surv. DCE	St Aubin les Essarts	0,72	1	0,86	DCE	St Aubin les Essarts	RHLN	0,72	1	0,86	93%	OUI	
HC14	Surv. DCE	Ouistreham 1 mille	0,29	0,40	0,35	DCE	Ouistreham 1 mille	RHLN	0,29	0,58	0,44	85%	NON	Nombre de données utilisées différent
HT04	Enquête	Estuaire de l'Orne	0,30	0,80	0,55	---	---	---					NON	Non évalué
HC15	Surv. DCE	Cabourg	0,24	0,33	0,29	DCE	Cabourg	RHLN	0,24	0,40	0,32	98%	OUI	
HT03	Surv. DCE	Seine 1	0,23	0,76	0,49	DCE	Seine 1	RHLN	0,26	0,53	0,45	91%	NON	Pas de réévaluation dans RHLN car pas de gilles pour MET
HC16	Surv. DCE	Antifer Ponton Pétrolier	0,23	0,43	0,33	DCE	Antifer Ponton Pétrolier	RHLN & REPHY	0,24	0,53	0,39	50%	NON	Nombre de données utilisées différent, 50% de chance d'être dans état moyen
HC17	---	---				Suppl.	Fécamp 1 mille	RHLN	0,71	1	0,85	88%	OUI	Mais ne devrait pas être évalué car masse d'eau non sélectionnée en surveillance et point Dieppe utilisé
HC18	Surv. DCE	Dieppe 1 mille	0,46	1	0,73	DCE	Dieppe 1 mille	RHLN	0,48	1	0,74	61%	OUI	

Annexe 6 : Qualification des données RHLN pour l'année 2010.

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

Point de prélèvement	Date	Paramètre	Immersion	Résultat	Commentaires	Fiche d'écart	Actions
TOMBELAINE	14/06/2010	SIOH4	surf		L'analyse de silicate non réalisée	10-55	Pas de données
TOMBELAINE	Août	Tous			Annulation de prélèvement - météo et organisation	10-56	Pas de données
TOMBELAINE	Décembre	Tous			Annulation de prélèvement - météo	11-01	Pas de données
TOMBELAINE	03/03/2010	OXYGENE	surf et fond	13 - 13,2	Données fausses suite à étalonnage du 09/09		FAUX
TOMBELAINE	15/04/2010	OXYGENE	surf et fond	13 - 13	Données fausses suite à étalonnage du 09/09		FAUX
TOMBELAINE	14/05/2010	OXYGENE	surf et fond	12,75 - 13	Données fausses suite à étalonnage du 09/09		FAUX
TOMBELAINE	14/06/2010	OXYGENE	surf et fond	12 - 12	Données fausses suite à étalonnage du 09/09		FAUX
TOMBELAINE	14/07/2010	OXYGENE	surf et fond	13 - 13	Données fausses suite à étalonnage du 09/09		FAUX
TOMBELAINE	18/01/2010	NO3+NO2	surf	78,4	Donnée douteuse - Hors domaine - Pas de dilution		DOUTEUX
CHAUSEY	24/03/2010	NH4	surf		Pas de résultat	10-31	Pas de données
DONVILLE	04/08/2010	SALI	surf	35,8	Donnée douteuse		DOUTEUX
COUDEVILLE	14/12/2010	SALI	fond	35,8	Donnée douteuse		DOUTEUX
PIROU BERGERIE SUD	16/02/2010	TURB	surf		Pas de résultat		Pas de données
DENNEVILLE	16/02/2010	TURB	surf		Pas de résultat		Pas de données
DENNEVILLE	14/04/2010	TEMP	fond		Pas de résultat		Pas de données
DENNEVILLE	14/04/2010	SALI	fond		Pas de résultat		Pas de données
DENNEVILLE	14/04/2010	OXYGENE	fond		Pas de résultat		Pas de données
DIELETTE	Février	Tous			Annulation de prélèvement - météo	10-18	Pas de données
DIELETTE	30/09/2010	OXYGENE	fond		Pas de résultat		Pas de données
BARNEVILLE	06/05/2010	NH4	mi-prof		Pas de résultat	10-31	Pas de données
BARNEVILLE	07/10/2010	NH4	surf	25,4	Donnée douteuse - Analyse valide - Contamination ?		FAUX
JOBOURG	09/06/2010	SALI	surf et fond		Pas de résultat		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	24/02/2010	CHLOROA	surf	0,36	Filtration réalisée > 10h	10-22	DOUTEUX
DIGUE DE QUERQUEVILLE	24/02/2010	PHEO	surf	0,1	Filtration réalisée > 10h	10-22	DOUTEUX
DIGUE DE QUERQUEVILLE	24/02/2010	TURB-FNU	sur		Pas de résultat		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	16/11/2010	TEMP	fond		Pas de résultat		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	16/11/2010	SALI	fond		Pas de résultat		Pas de données
DIGUE DE QUERQUEVILLE	16/11/2010	OXYGENE	fond		Pas de résultat		Pas de données
REVILLE 1 MILLE	Mai	Tous	surf et fond		Pas de résultat	10-32	Pas de données
REVILLE 1 MILLE	30/06/2010	CHLOROA	surf		Echec d'analyse	10-39	Pas de données
REVILLE 1 MILLE	30/06/2010	PHEO	surf		Echec d'analyse	10-39	Pas de données
LA HOUGUE	Mai	Tous	surf et fond		Pas de résultat	10-32	Pas de données
LA HOUGUE	20/04/2010	TEMP	fond		Pas de résultat		Pas de données
LA HOUGUE	20/04/2010	SALI	fond		Pas de résultat		Pas de données
LA HOUGUE	20/04/2010	OXYGENE	fond		Pas de résultat		Pas de données
LA HOUGUE	28/07/2010	SIOH4	surf	9,0	Erreur de stockage du flacon de silicate - Accepté avec remar	10-52	BON
GOUGINS	Mai	Tous	surf et fond		Pas de résultat	10-32	Pas de données
GOUGINS	20/04/2010	TEMP	fond		Pas de résultat		Pas de données
GOUGINS	20/04/2010	SALI	fond		Pas de résultat		Pas de données
GOUGINS	20/04/2010	OXYGENE	fond		Pas de résultat		Pas de données
UTAH	Mai	Tous	surf et fond		Pas de résultat	10-32	Pas de données
UTAH	20/04/2010	TEMP	fond		Pas de résultat		Pas de données
UTAH	20/04/2010	SALI	fond		Pas de résultat		Pas de données
UTAH	20/04/2010	OXYGENE	fond		Pas de résultat		Pas de données
UTAH	10/12/2010	CHLOROA	surf		Echec d'analyse	11-03	Pas de données
UTAH	10/12/2010	PHEO	surf		Echec d'analyse	11-03	Pas de données
ROCHES DE GRANDCAMP	28/07/2010	NO3+NO2	surf		Echantillon non accepté	10-50	Pas de données
ROCHES DE GRANDCAMP	28/07/2010	PO4	surf		Echantillon non accepté	10-50	Pas de données
ROCHES DE GRANDCAMP	Octobre	Tous	surf et fond		Oubli de planification du 2e prélèvement	10-74	Pas de données
GEFOSSE	16/04/2010	Tous	surf et fond		phytox-pas de feuille de mer- Juste T et Sali de surface saisis ds Quadrige2...		Pas de données
GEFOSSE	26/10/2010	TEMP	surf et fond		Pas de résultat		Pas de données
GEFOSSE	26/10/2010	SALI	surf et fond		Pas de résultat		Pas de données
GEFOSSE	26/10/2010	OXYGENE	surf et fond		Pas de résultat		Pas de données
PORT EN BESSIN	Décembre	Tous	surf et fond		Annulation de prélèvement - météo	11-01	Pas de données
ASNELLES-MEUVAINES	27/07/2010	NH4	surf		Pas de résultat		Pas de données
ST AUBIN LES ESSARTS	07/09/2010	CHLOROA	surf		Blanc de turbidité important - Incertitudes plus grandes	10-58	DOUTEUX
ST AUBIN LES ESSARTS	07/09/2010	PHEO	surf		Blanc de turbidité important - Incertitudes plus grandes	10-58	DOUTEUX
OUISTREHAM 1 MILLE	04/02/2010	NO3+NO2	surf	52,8	Donnée douteuse - Hors domaine - Pas de dilution		DOUTEUX
ESTUAIRE DE L'ORNE	25/08/2010	SIOH4	surf		Echantillon non accepté	10-73	Pas de données
ESTUAIRE DE L'ORNE	19/01/2010	NO3+NO2	surf	121,66	Donnée douteuse - Hors domaine - Dilution insuffisante		DOUTEUX
CABOURG	07/09/2010	CHLOROA	surf	5,34	Erreur d'acidification	10-59	FAUX
CABOURG	07/09/2010	PHEO	surf	10,7	Erreur d'acidification	10-59	FAUX
CABOURG	Décembre	Tous	surf et fond		Annulation de prélèvement - météo	11-01	Pas de données
SEINE 1	13/04/2010	TEMP	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
SEINE 1	13/04/2010	SALI	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
SEINE 1	13/04/2010	OXYGENE	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
SEINE 1	25/10/2010	TEMP	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
SEINE 1	25/10/2010	SALI	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
SEINE 1	25/10/2010	OXYGENE	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
SEINE 1	27/12/2010	TEMP	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
SEINE 1	27/12/2010	SALI	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
SEINE 1	27/12/2010	OXYGENE	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
ANTIFER PONTON PETROLIER	17/02/2010	NO3+NO2	surf	56,6	Donnée douteuse - Hors domaine - Pas de dilution		DOUTEUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	20/10/2010	CHLOROA	surf	1,26	Blanc de turbidité important - Incertitudes plus grandes	10-72	DOUTEUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	20/10/2010	PHEO	surf	0,27	Blanc de turbidité important - Incertitudes plus grandes	10-72	DOUTEUX
DIEPPE 1 MILLE	05/01/2010	TEMP	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	05/01/2010	SALI	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	05/01/2010	OXYGENE	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	16/02/2010	TEMP	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	16/02/2010	SALI	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	16/02/2010	OXYGENE	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	14/04/2010	TEMP	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	14/04/2010	SALI	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	14/04/2010	OXYGENE	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	10/05/2010	TEMP	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	10/05/2010	SALI	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	10/05/2010	OXYGENE	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	10/06/2010	TEMP	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	10/06/2010	SALI	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	10/06/2010	OXYGENE	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	04/11/2010	TEMP	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	04/11/2010	SALI	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	04/11/2010	OXYGENE	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	07/12/2010	TEMP	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	07/12/2010	SALI	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	07/12/2010	OXYGENE	fond		Pas de déploiement - météo		Pas de données
DIEPPE 1 MILLE	16/03/2010	OXYGENE	fond		Valeur douteuse - Problème de sonde suspecté		FAUX
DIEPPE 1 MILLE	Août	Tous	surf et 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 aérobic 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.