

Florence MENET-NEDELEC, Philippe RIOU, Emilie RABILLER, Gaëlle COURTAY, Franck DUMAS, Bruno FONTAINE, Sylvaine FRANCOISE, Franck JACQUELINE, Romain LE GENDRE, Nadine LESAULNIER, Fabienne LOUIS, Frank MAHEUX, Olivier PIERRE-DUPLESSIX, Mathilde SCHAPIRA et Benjamin SIMON.

Rapport Ifremer ODE/LERN/18-01

Janvier 2018

Réseau Hydrologique Littoral Normand

RHLN



ANNEE 2015

RAPPORT SCIENTIFIQUE



Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : ODE/LERN/18-01 Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte: <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Marie-Pierre Halm-Lemeille Adresse électronique : Marie.Pierre.Halm.Lemeille@ifremer.fr Adresse Web : www.ifremer.fr/lern/	Date de publication : Janvier 2018 Nombre de pages : 137 + Annexes Bibliographie: oui Illustration(s) : Figures et Tableaux Langue du rapport : Français
Titre et sous-titre du rapport : Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Suivi 2015	
Rapport intermédiaire Rapport définitif : Oui	
Auteurs principaux : Florence MENET-NEDELEC, Philippe RIOU, Emilie RABILLER, Gaëlle COURTAY, Bruno FONTAINE, Sylvaine FRANCOISE, Franck JACQUELINE, Nadine LESAULNIER, Fabienne LOUIS, Frank MAHEUX, Olivier PIERRE-DUPLESSIX, Mathilde SCHAPIRA et Benjamin SIMON. Franck DUMAS Romain LE GENDRE Coordination de la rédaction : Florence MENET-NEDELEC Composition/traitement de données/mise en page : Florence MENET-NEDELEC, Philippe RIOU	Organisme / Direction / laboratoire IFREMER/LER/N SHOM, Brest IFREMER/Station de Nouvelle Calédonie IFREMER/LER/N IFREMER/LER/N
Collaborateur(s) : Référés/relecture : M-P Halm-Lemeille	Organisme / Direction / laboratoire IFREMER/LER/N
Cadre de la recherche : RESEAU RHLN année 2015 Conventions AESN/DEPEE, 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, DDTM 50, Gardes Littoraux du SYMEL, CSLN.	

Résumé :

La stratégie d'échantillonnage optimisée du Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) a été approuvée en 2007 par ses partenaires, avec le triple objectif (1) d'observer les niveaux d'eutrophisation et les phénomènes associés pour comprendre leur déclenchement et évolution ; (2) d'évaluer la qualité des eaux selon les indicateurs réglementaires (DCE, OSPAR), et expertiser ces évaluations selon les connaissances actuelles du milieu ; et (3) d'améliorer et publier les connaissances via des projets de recherche, et permettre la validation des modèles.

Ce rapport réalise la synthèse des résultats obtenus en 2015, treizième année depuis le début du suivi en Normandie.

Le climat de l'année 2015 a été la troisième année la plus chaud en baie des Veys depuis 40 ans (après le record historique en 2014), et a été un peu plus sèche que la normale, et particulièrement en automne où les débits des cours d'eau ont été les plus faibles (souvent < -50 % de la normale).

Les données ont montré une productivité relativement normale, avec des blooms printaniers sur la côte Ouest du Cotentin (HC03) de six taxons, dont *Skeletonema costatum* en mars-avril qui a dépassé le seuil d'un million de cellules par litre à Donville. Sur l'ensemble du littoral de la baie de Seine, la biomasse moyenne annuelle en 2015 était inférieure à la moyenne interannuelle sur chaque point. Quatre taxons ont été en état de blooms en baie des Veys (HT06). Dans l'Est de la baie de Seine, des blooms ont été observés pour *Pseudo-nitzschia complexe seriata* dans HT03, HC16 et HC17, ainsi que des taxons *Skeletonema costatum* et *Chaetoceros sp.* L'espèce *Thalassiosira levanderi* a aussi été dénombrée à plus d'un million de cellules par litre à Dieppe 1 mille en avril.

De façon générale, un excès en azote a pu être observé sur la majorité des points du littoral en hiver. Pendant la période estivale, une carence potentielle en azote n'apparaît que sur la côte ouest du Cotentin, le rapport NID/PID étant relativement équilibré sur la côte Est du Cotentin, et un excès net en baie de Seine rendant le phosphore potentiellement limitant pour le développement du phytoplancton.

La mise à jour de l'élément de qualité « Phytoplancton » de l'Etat Biologique, et des éléments de qualité « Nutriments », « Oxygène dissous », « Température » et « Transparence » de l'Etat Physico-Chimique de l'évaluation de la qualité des eaux dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau a été présentée. Pour l'élément de qualité « Phytoplancton », aucun changement de classe d'état n'a été constaté entre la mise à jour 2010-2015 et la période 2009-2014. Ainsi, au total 12 masses d'eau normandes sont en TRES BON ETAT, 5 en BON ETAT, et 1 en ETAT MOYEN (HC15). Pour l'Etat Physico-Chimique, les 17 masses d'eau évaluées pour la période 2010-2015 sont en TRES BON ETAT vis-à-vis des éléments de qualité « Température » et « Transparence ». L'élément de qualité « Nutriments », avec son Indice NID actuellement défini est l'élément déclassant pour l'Etat Physico-Chimique. Ainsi, sur les 16 masses d'eau évaluées pour la période 2010-2015, la majorité sont en BON ETAT avec une amélioration pour HC15 et HC16 par rapport à la période 2009-2014, excepté 2 en TRES BON ETAT (HC01, HC60). Enfin, pour l'élément de qualité « Oxygène dissous », sur les 22 masses d'eau évaluées, seule HT05 a été déclassée en BON ETAT sur la période 2010-2015 alors que toutes les autres sont en TRES BON ETAT.

Une réflexion a été réinitiée en 2015 suite aux travaux de modélisation effectués en 2005, pour réévaluer la représentativité des points de surveillance et d'observation du réseau RHLN et vérifier la pertinence des délimitations des masses d'eau. Ces travaux ont permis de confirmer le positionnement des points des masses d'eau HC02, HC04, HC60, HC08, HC11, HC12, HC13, HC16 et HC17. Le programme de surveillance sera révisé à partir de 2016 dans la masse d'eau HC03 sur la base des résultats des simulations. Toutefois cette réflexion sera poursuivie en 2016 entre autre par la création de points en suivi complémentaire de bassin dans les masses d'eau HC11 et HC17 dans la perspective d'une éventuelle redélimitation de ces masses d'eau.

Mots-clés : abondance, baie de *Seine*, biomasse chlorophyllienne, bloom, DCE, écosystème côtier, éléments de qualité, eutrophisation, grille d'évaluation de l'eutrophisation, hydrologie, limitation potentielle, Normandie, nutriments, phytoplancton, production primaire, réseau hydrologique, RHLN, stocks hivernaux.

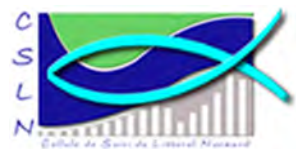
Le Laboratoire Environnement Ressources de Normandie (LER/N) de l'Ifremer assure la maîtrise d'ouvrage et la conduite opérationnelle du RHLN, en bénéficiant du soutien financier de l'Agence de l'Eau Seine Normandie et de la région Basse Normandie.

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

- ***La Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN),***
- ***La DDTM 50 (Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Manche),***
- ***Le SMEL (Synergie Mer et Littoral),***
- ***le SYMEL (Syndicat Mixte de l'Environnement Littoral).***

Les indicateurs de qualité employés dans le cadre de la DCE sont calculés par le service VIGIES de l'Ifremer sous la responsabilité de la Coordination nationale du REPHY et de l'hydrologie.

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



Sommaire

LISTE DES FIGURES	9
LISTE DES TABLEAUX	12
I. INTRODUCTION	13
I.1 Le Réseau Hydrologique Littoral Normand en 2015.....	13
<i>I.1.1 Stratégie d'observation.....</i>	<i>13</i>
<i>I.1.2 Stratégie de surveillance : Directive Cadre sur l'Eau (DCE).....</i>	<i>13</i>
<i>I.1.3 Convention Oslo-Paris (OSPAR)</i>	<i>15</i>
<i>I.1.4 Plan d'échantillonnage du réseau.....</i>	<i>16</i>
<i>I.1.5 Périodes et fréquences de prélèvement</i>	<i>17</i>
<i>I.1.6 Partenaires du réseau</i>	<i>18</i>
<i>I.1.7 Financement du réseau</i>	<i>18</i>
I.2 Objectifs du rapport RHLN 2015.....	18
II. MATERIEL ET METHODES	19
II.1 Bilan opérationnel 2015.....	19
II.2 Méthodes d'analyses	20
II.2.1 Mesures in situ et turbidité.....	20
II.2.1.1 Température, salinité, oxygène dissous.....	20
II.2.1.2 Turbidité.....	20
II.2.2 Chlorophylle-a.....	20
II.2.3 Nutriments.....	20
II.2.4 Flores phytoplanctoniques	21
II.2.5 Qualification des données	21
II.3 Méthode d'interprétation des résultats	22
II.3.1 Cycles des nutriments.....	22
II.3.2 Rapports de nutriments.....	22
II.3.3 Peuplements phytoplanctoniques.....	23
III. RESULTATS DU RHLN 2015 vs. 2000-2014	25
III.1 Paramètres climatologiques	26
III.1.1 Température	26
III.1.2 Précipitations.....	28
III.1.3 Débits des cours d'eau.....	30
III.2 Résultats des masses d'eau suivies	33
III.2.1 Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2015).....	35
III.2.2 Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010-2015).....	37
III.2.3 Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2015).....	39
III.2.4 Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville)	40
III.2.4.1 Donville 2001-2015.....	41
III.2.4.2 Coudeville 1 mille 2006-2015.....	45
III.2.4.3 Pointe Agon Sud 2001-2015.....	47
III.2.4.4 Pirou Bergerie Sud 2001-2015	49
III.2.4.5 Denneville 2006-2015	51
III.2.5 Masse d'eau HC04 (Dielette, Jobourg et Barneville)	53
III.2.5.1 Dielette 2007-2015	55
III.2.5.2 Barneville 2003-2015	56
III.2.5.3 Jobourg 2003-2015	58
III.2.6 Masse d'eau HC60 (Digue de Querqueville 2005-2015).....	61

Sommaire

III.2.7	<i>Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2006, 2009-2015)</i>	63
III.2.8	<i>Masse d'eau HC09 (La Hougue, Gougins)</i>	65
III.2.8.1	La Hougue 2003-2015.....	67
III.2.8.2	Gougins 2006-2015.....	69
III.2.9	<i>Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)</i>	71
III.2.9.1	Utah 2006-2015.....	73
III.2.9.2	Roches de Grandcamp 2001-2015.....	75
III.2.10	<i>Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2015)</i>	77
III.2.11	<i>Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2009-2015)</i>	81
III.2.12	<i>Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2015)</i>	83
III.2.13	<i>Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2015)</i>	85
III.2.14	<i>Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille)</i>	87
III.2.14.1	Luc 1 mille 2001-2015.....	89
III.2.14.2	Ouistreham 1 mille 2001-2015.....	91
III.2.15	<i>Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2015)</i>	93
III.2.16	<i>Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2015)</i>	95
III.2.17	<i>Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2015)</i>	99
III.2.18	<i>Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2015)</i>	101
III.2.19	<i>Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2007-2015)</i>	105
III.2.20	<i>Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008-2015)</i>	107
IV.	EVALUATIONS DES ELEMENTS DE QUALITE DCE	109
IV.1	Principe	109
IV.2	Synthèse 2010 - 2015	113
IV.2.1	<i>Elément de qualité « Phytoplancton »</i>	114
IV.2.2	<i>Etat Physico-Chimique</i>	115
IV.2.2.1	Elément de qualité « Nutriments ».....	115
IV.2.2.2	Elément de qualité « Oxygène dissous ».....	116
IV.2.2.3	Elément de qualité « Température ».....	117
IV.2.2.4	Elément de qualité « Transparence ».....	118
V.	REVISION DE LA STRATEGIE POUR LE PLAN DE GESTION 2016-2021	119
V.1	Introduction	119
V.2	Présentation du modèle	120
V.3	Modalités d'interprétation des résultats	121
V.4	Résultats des simulations	122
V.4.1	<i>Centre baie du Mont St Michel (HC02)</i>	122
V.4.2	<i>Ouest Cotentin (HC03)</i>	123
V.4.3	<i>Cap de Carteret – Cap de La Hague (HC04)</i>	124
V.4.4	<i>Nord-Ouest Cotentin (HC05)</i>	125
V.4.5	<i>Rade de Cherbourg (HC60)</i>	126
V.4.6	<i>Nord-Est Cotentin (HC07)</i>	127
V.4.7	<i>Barfleur (HC08)</i>	128
V.4.8	<i>Côte du Bessin (HC11)</i>	129
V.4.9	<i>Côte de Nacre (HC12 et HC13)</i>	130
V.4.10	<i>Le Havre – Antifer (HC16)</i>	132
V.4.11	<i>Pays de Caux Sud (HC17)</i>	133
VI.	CONCLUSION GENERALE	134
	BIBLIOGRAPHIE	135
	ANNEXES	138
	GLOSSAIRE	155

Liste des Figures

Figure 1 : Carte des masses d'eau OSPAR normandes, et stratégie OSPAR pour évaluer l'eutrophisation.	15
Figure 2 : Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2015 selon la stratégie DCE.	16
Figure 3 : Interprétation des graphiques de présentation des paramètres physico-chimiques et hydrologiques.	22
Figure 4 : Interprétation des rapports de nutriments dans l'eau de mer.	22
Figure 5 : Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Antifer Ponton Pétrolier » entre 2001 et 2015.	24
Figure 6 : Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) des taxons les plus emblématiques à Antifer ponton pétrolier.	24
Figure 7 : Ecart entre les températures moyennes annuelles dans l'air à Englesqueville-la-Percée (Calvados) depuis 1971 et la normale (1981-2010) (données Météo-France).	26
Figure 8 : Ecart de la température annuelle en 2015 par rapport à leur normale (1981-2010) sur différents sites le long du littoral normand (Données Météo-France).	27
Figure 9 : Moyennes mensuelles des températures de l'air à Englesqueville-la-Percée (à gauche, données Météo-France), et évolution de la température de l'eau de mer à la station de prélèvement Géfosse (à droite).	27
Figure 10 : Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Englesqueville-la-Percée (Calvados) depuis 1960 et la normale (1981-2010) (données Météo-France).	28
Figure 11 : Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Englesqueville-la-Percée en 2015 avec la normale (1981-2010) et les extrêmes sur 1960-2014 (Données Météo-France).	29
Figure 12 : Ecart des précipitations annuelles enregistrées en 2015 aux normales (1981 – 2010) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo-France).	29
Figure 13 : a) Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2015 par rapport à la normale (1981-2010) (Données collectées par les DREAL Basse-Normandie, Haute-Normandie et de Bretagne, bancarisées dans la banque HYDRO-MEDD/DE). Les points de prélèvement du RHLN concernés par ces apports sont indiqués dans le titre de chaque graphique. b) Débits journaliers de la Seine en 2014 (en rouge) et normale mensuelle (1981 – 2010) (en noir) (données DRIEE IDF).	31
Figure 14 : Évolution des paramètres à Chausey entre 2001 et 2015.	34
Figure 15 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Chausey entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.	35
Figure 16 : Évolution des paramètres à Tombelaine entre 2010 et 2015.	36
Figure 17 : Évolution des paramètres à Champeaux entre 2006 et 2015.	38
Figure 18 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Champeaux entre 2006-2014 et nombre de blooms en 2015.	39
Figure 19 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Donville entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.	41
Figure 20 : Évolution des paramètres à Donville entre 2001 et 2015.	42
Figure 21 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville.	43
Figure 22 : Évolution des paramètres à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2015.	44
Figure 23 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Coudeville 1 mille entre 2006-2014 et nombre de blooms en 2015.	45
Figure 24 : Évolution des paramètres à Pointe Agon Sud entre 2001 et 2015 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL).	46
Figure 25 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Pointe Agon Sud entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.	47
Figure 26 : Évolution des paramètres à Pirou Bergerie Sud entre 2001 et 2015 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL).	48
Figure 27 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Pirou Bergerie Sud entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.	49
Figure 28 : Évolution des paramètres à Denneville entre 2006 et 2015 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL).	50
Figure 29 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Denneville entre 2006-2014 et nombre de blooms en 2015.	51

Liste des Figures

Figure 30 : Évolution des paramètres à Dielette entre 2007 et 2015.	54
Figure 31 : Évolution de la température dans l'eau à Dielette entre 2007 et 2015.	55
Figure 32 : Évolution des paramètres à Barneville entre 2003 et 2015.	56
Figure 33 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Barneville entre 2003-2014 et nombre de blooms en 2015.	56
Figure 34 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année entre 2011 et 2015 sur Barneville.	57
Figure 35 : Évolution des paramètres à Jobourg entre 2003 et 2015.	58
Figure 36 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Jobourg entre 2003-2014 et nombre de blooms en 2015.	58
Figure 37 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année entre 2011 et 2014 sur Jobourg.	59
Figure 38 : Évolution des paramètres à Digue de Querqueville entre 2005 et 2015.	60
Figure 39 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Digue de Querqueville entre 2005-2014 et nombre de blooms en 2015.	61
Figure 40 : Évolution des paramètres à Réville 1 mille entre 2004-2006, et 2009-2015.	62
Figure 41 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Réville 1 mille entre 2004-2006 et 2009-2014 et nombre de blooms en 2015.	63
Figure 42 : Évolution des paramètres à La Hougue entre 2003 et 2015.	66
Figure 43 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur La Hougue entre 2003-2014 et nombre de blooms en 2015.	67
Figure 44 : Évolution des paramètres à Gougins entre 2006 et 2015.	68
Figure 45 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Gougins entre 2006-2014 et nombre de blooms en 2015.	69
Figure 46 : Évolution des paramètres à Utah entre 2006 et 2015.	72
Figure 47 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Utah entre 2006-2014 et nombre de blooms en 2015.	73
Figure 48 : Évolution des paramètres à Roches de Grandcamp entre 2001 et 2015.	74
Figure 49 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Roches de Grandcamps entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.	75
Figure 50 : Évolution des paramètres à Géfosse entre 2002 et 2015.	78
Figure 51 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Géfosse entre 2002-2014 et nombre de blooms en 2015.	79
Figure 52 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Géfosse.	79
Figure 53 : Évolution des paramètres à Port-en-Bessin 1 mille entre 2004-2006, et 2009 et 2015.	80
Figure 54 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Port-en-Bessin 1 mille entre 2004-2006 et 2009-2014 et nombre de blooms en 2015.	81
Figure 55 : Évolution des paramètres à Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2015.	82
Figure 56 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Asnelles-Meuvoines entre 2004-2014 et nombre de blooms en 2015.	83
Figure 57 : Évolution des paramètres à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2015.	84
Figure 58 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur St Aubin les Essarts entre 2003-2014 et nombre de blooms en 2015.	85
Figure 59 : Évolution des paramètres à Luc 1 mille entre 2001 et 2015.	88
Figure 60 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Luc 1 mille entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.	89
Figure 61 : Évolution des paramètres à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2015.	90
Figure 62 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Ouistreham 1 mille entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.	91
Figure 63 : Évolution des paramètres à Estuaire de l'Orne entre 2007 et 2015.	92
Figure 64 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Estuaire de l'Orne entre 2007-2014 et nombre de blooms en 2015.	93

Figure 65 : Évolution des paramètres à Cabourg entre 2001 et 2015.	96
Figure 66 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Cabourg entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.	97
Figure 67 : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année à la station Cabourg entre 2011 et 2014.	97
Figure 68 : Évolution des paramètres à Seine-1 entre 2008 et 2015.	98
Figure 69 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Seine-1 entre 2008-2014 et nombre de blooms en 2015.	99
Figure 70 : Évolution des paramètres à Antifer ponton pétrolier entre 2002 et 2015.	102
Figure 71 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Antifer ponton pétrolier entre 2002-2014 et nombre de blooms en 2015.	103
Figure 72 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces phytoplanctoniques, par mois et par année à Antifer Ponton Pétrolier de 2011 à 2015.	103
Figure 73 : Évolution des paramètres à Fécamp 1 mille entre 2007 et 2015.	104
Figure 74 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Fécamp 1 mille entre 2007-2014 et nombre de blooms en 2015.	105
Figure 75 : Évolution des paramètres à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2015.	106
Figure 76 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Dieppe 1 mille entre 2001-2005, 2008-2014 et nombre de blooms en 2015.	107
Figure 77 : Schéma de classification de l'état écologique des masses d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010.	109
Figure 78 : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Phytoplancton » de l'Etat Biologique pour la période 2010-2015.	114
Figure 79 : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Nutriments » par l'Indice NID de l'Etat Physico-Chimique pour la période 2010-2015.	115
Figure 80 : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Oxygène dissous » par l'Indice Oxygène dissous au fond de l'Etat Physico-Chimique pour la période 2010-2015.	116
Figure 81 : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Température » par l'Indice Température de l'Etat Physico-Chimique pour la période 2010-2015.	117
Figure 82 : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Transparence » par l'Indice Turbidité de l'Etat Physico-Chimique pour la période 2010-2015.	118
Figure 83 : Typologie et délimitation des masses d'eau côtières et de transition du district Seine et côtier Normands.	119
Figure 84 : Emprise géographique du modèle NORM (à gauche) et bathymétrie de la zone (à droite).	120
Figure 85 : Théorie du calcul du temps de résidence (à gauche) et exemple de sortie du modèle (à droite).	121
Figure 86 : Panaches basés sur le percentile 90 de la dilution des apports (i.e. bassin récepteur de crue), et représentant la zone où l'apport du traceur conservatif est dilué moins de 100 fois (Ménesquen et Dussauze, 2014).	121
Figure 87 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point rouge (en haut à gauche) et au point bleu (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC02 lâchées au point « Donville » (rouge) et Sud (bleu) (à droite).	122
Figure 88 : Simulation des trajectoires des particules lâchées à Pirou bergerie sud (point rouge) et au point « Pointe Agon sud » (point bleu), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC03 lâchées à ces points (graphique au centre), et au point Sud (en bleu) et à « Denneville » (en rouge) (graphique à droite).	123
Figure 89 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point rouge (à gauche) et au point bleu (au centre), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC04 lâchées au point Nord (bleu) et Sud (rouge) (à droite).	124
Figure 90 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point bleu (en haut à gauche) et au point rouge (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC05 lâchées au point central (rouge) et Est (bleu) (à droite).	125
Figure 91 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point bleu (en haut à gauche) et au point rouge (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC60 lâchées au point centre (bleu) et Est (rouge) (à droite).	126
Figure 92 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point bleu (en haut à gauche) et au point rouge (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC07 lâchées au point Ouest (bleu) et Est (rouge) (à droite).	127

Liste des Tableaux

Figure 93 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point rouge (en haut à gauche) et au point bleu (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC08 lâchées à la pointe de la Saire (bleu) et au centre de HC08 (rouge) (à droite).	128
Figure 94 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point bleu (en haut à gauche) et au point rouge (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC11 lâchées à Port-en-Bessin (bleu) et à l'Est d'HC11 (rouge) (à droite).	129
Figure 95 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point bleu (en haut à gauche) et au point rouge (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC12 lâchées au point RHLN (bleu) et au point de l'Est (rouge) (à droite).	130
Figure 96 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point rouge (en haut à gauche) et au point bleu (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC13 lâchées au point RHLN (rouge) et au point à la côte (bleu) (à droite).	131
Figure 97 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point rouge (à gauche) et au point bleu (au centre), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC16 lâchés à « Seine-1 » (bleu) et au centre d'HC16 (rouge) avec un vent de Sud-Ouest puis de Nord-Est (à droite).	132
Figure 98 : Temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC17 lâchés au centre (rouge) et au Nord-Est (bleu).	133

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Stratégie de surveillance DCE sur la période 2007 – 2015. EQ = Élément de Qualité.	14
Tableau 2 : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2015.	17
Tableau 3 : Date des prélèvements en 2015 du RHLN (en bleu), des prélèvements du REPHY-Sanitaire (en vert, tous paramètres hors nutriments) et de l'HYDRONOR (en jaune, tous paramètres) dont les données sont présentées dans ce rapport. En noir sont indiquées les périodes où les prélèvements n'ont pas pu être effectués du fait de conditions météorologiques défavorables.	19
Tableau 4 : Domaines d'étalonnage, limites de quantification et incertitudes de mesures pour le dosage des nutriments.	21
Tableau 5 : Abréviations des taxons les plus souvent rencontrés le long du littoral normand.	23
Tableau 6 : Éléments de qualité permettant de qualifier l'état écologique et l'état chimique selon l'arrêté du 25 janvier 2010.	110
Tableau 7 : Grille des indices des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et de l'Etat Physico-Chimique.	112
Tableau 8 : Grille des ratios de qualité écologique (RQE) des indicateurs des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et de l'Etat Physico-Chimique.	112
Tableau 9 : Présentation des points pris en compte pour l'évaluation DCE pour la mise à jour des évaluations des éléments de qualité pour la période 2010-2015.	113

I. Introduction

I.1 Le Réseau Hydrologique Littoral Normand en 2015

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

- Observer les niveaux d'eutrophisation et les phénomènes associés pour comprendre leur déclenchement et évolution ;
- Evaluer la qualité des eaux selon les indicateurs réglementaires (DCE, OSPAR), et expertiser ces évaluations selon les connaissances actuelles du milieu ;
- Améliorer et publier les connaissances via des projets de recherche, et permettre la validation des modèles.

Ce rapport fait la synthèse intermédiaire de ces connaissances pour la période 2000 – 2015.

I.1.1 Stratégie d'observation

La stratégie actuelle du RHLN est basée sur un socle de 4 stations (Donville, Géfosse, Cabourg, Antifer ponton pétrolier) permettant de caractériser de façon fine quatre des cinq grands écosystèmes identifiés sur le littoral normand (le cinquième étant le Nord Cotentin), avec un comptage phytoplanctonique complet (flores totales), et une fréquence renforcée pendant la période productive (échantillonnage bimensuel de mars à octobre). Une réflexion est en cours sur la possibilité d'appliquer cette stratégie au Nord Cotentin.

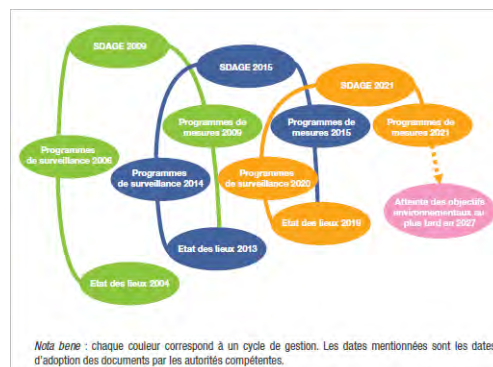
Autour de ce socle, les autres stations sont positionnées sur le littoral en fonction des besoins de compréhension de certains phénomènes (ex. échouages de macroalgues vertes, eaux colorées, chiendent), ou des enjeux régionaux (ex. présence d'activités aquacoles, de pêche, touristiques), tout en s'assurant qu'elles sont bien représentatives des masses d'eau définies dans le cadre de la DCE. La stratégie appliquée permet alors d'observer l'évolution des paramètres biologique (phytoplancton et biomasse) et physico-chimiques (température, salinité, oxygène dissous, turbidité, chlorophylle- α , nutriments) tout au long de l'année, avec pour certaines stations une fréquence renforcée lorsque l'écosystème est particulièrement dynamique en période productive (échantillonnage bimensuel de mars à octobre).

Cette stratégie permet donc de répondre à l'un des objectifs du réseau national REHY, qui est d'observer des espèces phytoplanctoniques des eaux côtières, et de recenser les événements tels que les eaux colorées, les efflorescences exceptionnelles et les proliférations d'espèces toxiques ou nuisibles pour la faune marine.

I.1.2 Stratégie de surveillance : Directive Cadre sur l'Eau (DCE)¹



La Directive Cadre sur l'Eau (DCE, 2000/60/CE) s'applique à l'ensemble des pays membres de l'Union Européenne, et établit un nouveau cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau en vue d'une meilleure gestion des milieux aquatiques. Elle reprend, complète, simplifie et intègre les législations communautaires antérieures relatives à l'eau, et met en place un calendrier commun aux Etats membres pour son application. Elle fixe comme objectif général l'atteinte, à l'horizon 2015, d'un bon état écologique et chimique des masses d'eau souterraines et de surface, ces dernières incluant les eaux côtières et de transition (estuaires en particulier). Il existe toutefois, sous justifications, des possibilités de dérogations dans le temps de deux fois 6 ans avec une échéance fixée au plus tard en 2027. Les Etats membres doivent donc **prévenir toute dégradation supplémentaire, préserver et améliorer l'état des écosystèmes aquatiques**.



¹ Pour en savoir plus : http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/presentation

En métropole, 5 bassins hydrographiques sont concernés par les eaux littorales : Artois Picardie, Seine Normandie, Loire Bretagne, Adour Garonne, Rhône Méditerranée et Corse.

Le littoral de chaque bassin hydrographique est découpé en masses d'eau côtières et de transition qui sont des unités géographiques cohérentes définies sur la base de critères physiques (hydrodynamiques et sédimentologiques) ayant une influence avérée sur la biologie. Dans le **bassin Seine Normandie**, le littoral a ainsi été découpé en **19 masses d'eau côtières (MEC)**, et **7 masses d'eau de transition (MET)** (*Tableau 1*).

L'article 8 de la DCE prévoit la mise en œuvre d'un programme de surveillance des masses d'eau, de manière à « dresser un tableau cohérent et complet de l'état des eaux au sein de chaque bassin hydrographique ». Ce programme est mené sur la durée d'un plan de gestion, soit 6 ans. Pour répondre à cette demande, chaque bassin hydrographique a ainsi défini différents réseaux de contrôles (de surveillance, opérationnel, d'enquête, additionnel) (*Tableau 1*) :

- Le **contrôle de surveillance** vise à donner une **image globale de l'état des masses d'eau**. 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).
- Le **contrôle opérationnel** doit être mis en place sur les masses d'eau identifiées comme à **Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE)**.

Tableau 1 : Stratégie de surveillance DCE sur la période 2007 – 2015. EQ = Élément de Qualité.

Éléments de qualité	Fréquence par cycle de 6 ans	Fréquence par an	Période	ME concernées
PHYTOPLANCTON				
Biomasse	6	8	Mars-Octobre	MEC & MET non turbides
Abondance, composition		12	Janvier-Décembre	
PHYSICO-CHIMIE				
Température	6	En fonction des besoins de la chimie et biologie		MEC & MET
Salinité				
Transparence				
Oxygène dissous		4	Juin-Septembre	
Nutriments		4	Novembre-Février	

MASSE D'EAU	NOM DE LA MASSE D'EAU	Arrêté 2009		Suivi EQ Phytoplancton		Suivi EQ Physico-chimie	
		CS	CO	CS	CO	CS	CO
HC01	Archipel Chausey						
HT05	Baie du Mont Saint Michel: fond de baie estuarien				NP		
HC02	Baie du Mont Saint Michel: centre baie						
HC03	Ouest Cotentin						
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague						
HC05	Cap de la Hague Nord						
HC60	Rade de Cherbourg						
HC61	Cherbourg : intérieur Grande rade						
HC07	Cap Lévy - Gatteville						
HC08	Barfleur						
HC09	Anse de Saint-Vaast la Hougue						
HC10	Baie des Veys						
HT06	Baie des Veys: fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny et de Carentan						
HC11	Côte du Bessin						
HC12	Côte de Nacre Ouest						
HC13	Côte de Nacre Est						
HC14	Baie de Caen						
HT04	Estuaire de l'Orne						
HC15	Côte fleurie						
HT01	Estuaire de Seine Amont (dulçaquicole): Poses				NP		NP
HT02	Estuaire de Seine Moyen (dulçaquicole)				NP		NP
HT03	Estuaire de Seine Aval				NP		
HT07	Risle maritime				NP		NP
HC16	Le Havre - Antifer						
HC17	Pays de Caux Sud						
HC18	Pays de Caux Nord						

CS Contrôle de surveillance

CO Contrôle opérationnel

NP Non pertinent

1.1.3 Convention Oslo-Paris (OSPAR)

La Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est, OSPAR (Oslo-Paris), a unifié, mis à jour et étendu en 1992 la Convention d'Oslo (1972) sur les immersions, et la Convention de Paris (1974) sur les pollutions d'origine tellurique et à l'industrie pétrolière. OSPAR est ainsi le mécanisme par lequel quinze gouvernements des côtes et îles occidentales d'Europe, avec l'Union européenne, coopèrent pour protéger l'environnement marin de l'Atlantique du Nord-Est.



Cette convention pour la protection du milieu marin, a pour objet de prévenir et d'éliminer la pollution ainsi que protéger le milieu marin contre les effets néfastes des activités humaines. Les thèmes de sa stratégie sont : Biodiversité et écosystèmes, Eutrophisation, Substances dangereuses, Industrie pétrolière et gazière offshore, Substances radioactives, Programme conjoint d'évaluation et de surveillance.

Le littoral normand fait partie de la zone II (Mer du Nord au sens large), qui s'ouvre vers l'Océan Atlantique au Nord, via la Manche vers le Sud-Ouest, et vers la Mer Baltique vers l'Est. Cette zone est entourée de pays fortement industrialisés, et la Mer du Nord est l'une des mers les plus fréquemment traversées du monde, avec deux des plus grands ports du monde sur ses côtes (Rotterdam et Hamburg). Pour l'évaluation de son état d'eutrophisation, le littoral normand est découpé en 4 masses d'eau suivies pour les paramètres hydrologiques (nutriments, température, salinité, oxygène dissous), et biologiques (chlorophylle-a, phytoplancton) (**Figure 1**).

	Zones sans problèmes	Zones à problèmes potentiels	Zones à problèmes
Enrichissement en nutriments			
Ammonium	✓	✓	✓
Nitrate+Nitrite	✓	✓	✓
Phosphate	✓	✓	✓
Silicate	à discrétion	✓	✓
Salinité	✓	✓	✓
Température	✓	✓	✓
Fréquence	Tous les 3 ans	Tous les ans	
Période	Hiver	Hiver et période effets directs & indirects	
Effets directs et indirects de l'eutrophisation			
Chlorophylle-a	si besoin	✓	✓
Espèces indicatrices	si besoin	✓	✓
Oxygène dissous	si besoin	✓	✓
Fréquence	si besoin	Tous les ans	
Période		Saison de croissance des algues	



Figure 1 : Carte des masses d'eau OSPAR normandes, et stratégie OSPAR pour évaluer l'eutrophisation.

1.1.4 Plan d'échantillonnage du réseau

Ainsi, en parallèle de sa stratégie d'observation, le Réseau Hydrologique Littoral Normand intègre l'ensemble des préconisations de la DCE sur les masses d'eau nécessitant un contrôle de surveillance et/ou opérationnel, et OSPAR.

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 du littoral normand. L'historique des stations créées dans le cadre du RHLN est présenté dans l'Annexe 2.

Suite à l'évaluation du Groupe de Travail DCE et SDDE² littoral du district Seine-Normandie de février 2006, et sur la base des travaux sur la représentativité des points présentés en 2004 (Le Goff *et al.*, 2005), le Réseau Hydrologique Littoral Normand a été défini en 2007 par le suivi de 25 points répartis sur les 18 des masses d'eau littorales (*i.e.* hormis HT01, HT02 et HT07). Deux points ont été réactivés afin d'observer l'évolution des paramètres biologiques indicateurs d'une forte productivité entre 2004 et 2006, et ayant mené au classement de ces masses d'eau (HC08 et HC11) en contrôle opérationnel DCE, amenant le suivi à un total de 27 points depuis 2009 sur 20 masses d'eau (**Figure 2**).

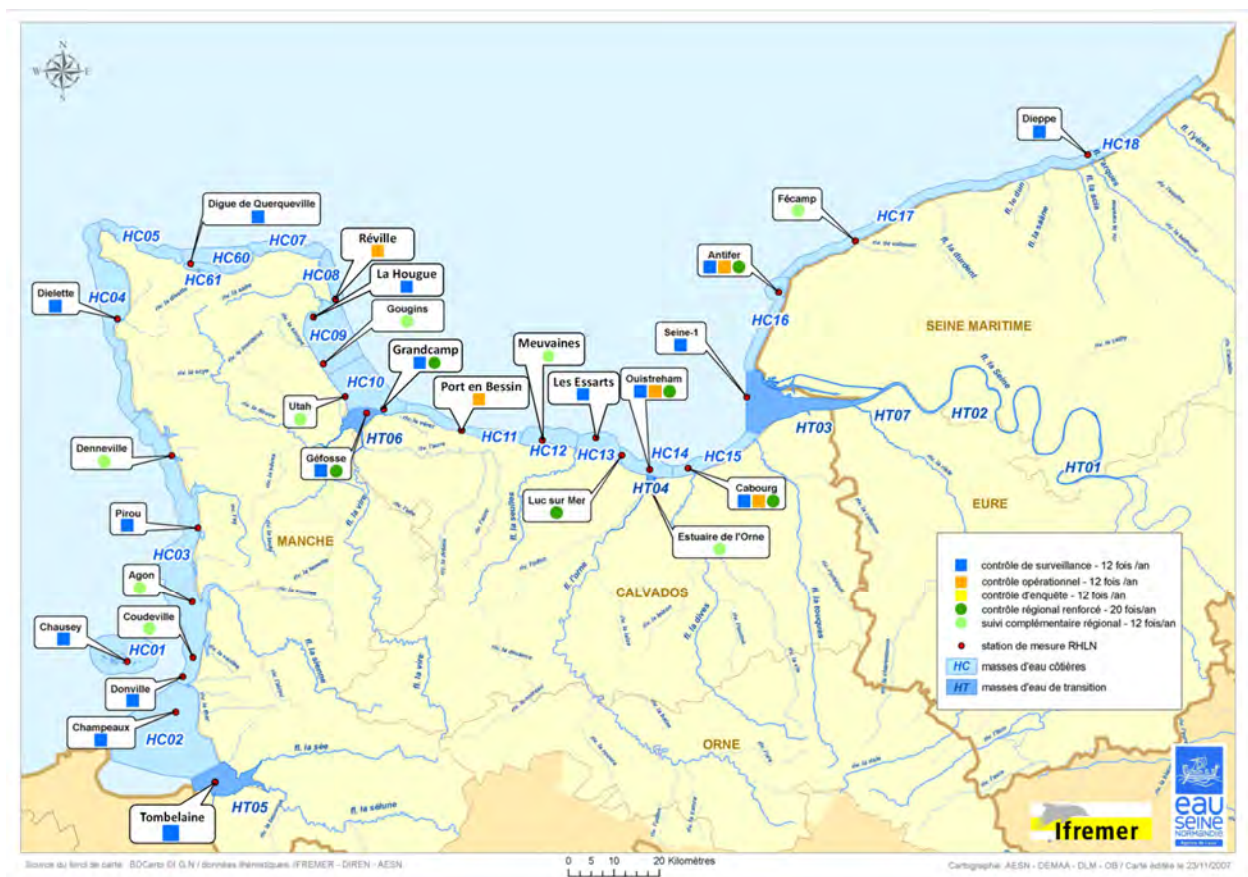


Figure 2 : Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2015 selon la stratégie DCE.

Le RHLN 2015 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. En effet, les méthodologies spécifiques aux eaux marines utilisées dans le RHLN ne s'appliquent pas aux eaux à caractère douces des masses d'eau HT01, HT02 et HT07.

² SDDE = Schéma Directeur des Données sur l'Eau

1.1.5 Périodes et fréquences de prélèvement

Les fréquences à respecter *a minima* dans le cadre des réseaux de suivi hydrologiques 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 DCE ont été redéfinies dans l'Arrêté du 25 janvier 2010 :

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

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

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

Or, le RHLN n'a pas pour objectif exclusif de répondre aux exigences de la DCE, mais veut également permettre d'observer 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 2**).

Tableau 2 : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2015.

MASSE D'EAU	NOM DE LA MASSE D'EAU	STATIONS DE PRELEVEMENT	Stratégie			Nb de prélèvements	Prélèvements et mesures <i>in situ</i>	Analyses nutriments / chlorophylle	Comptage phytoplancton
			CS	CO	REG				
HT05	Baie du Mont Saint Michel: fond de baie estuarien	Tombelaine			Phyto	12	SPEL50	LER/N	LER/N
HC01	Archipel Chausey	Chausey				12	LER/N & SYMEL	LER/N	LER/N
HC02	Baie du Mont Saint Michel: centre baie	Champeaux				12			
HC03	Ouest Cotentin	Donville				12	SMEL	SMEL	LER/N
		Coudeville 1 mille				12			
		Pointe Agon Sud				12			
		Pirou Bergerie Sud				12			
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	Diélette				12	LER/N	LER/N	LER/N
HC05	Cap de la Hague Nord								
HC60	Rade de Cherbourg								
HC61	Cherbourg : intérieur Grande rade	Digue de Querqueville				12	LER/N	LER/N	LER/N
HC07	Cap Lévy - Gatteville								
HC08	Barfleur	Réville 1 mille				12	LER/N	LER/N	LER/N
HC09	Anse de Saint-Vaast la Hougue	La Hougue				12			
		Gougins				12			
HC10	Baie des Veys	Utah				12			
		Roches de Grandcamp			★	20			
HT06	Baie des Veys: fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny et de Carentan	Géfosse			★	20			
HC11	Côte du Bessin	Port-en-Bessin 1 mille				12	LER/N	LER/N	LER/N
HC12	Côte de Nacre Ouest	Asnelles-Meuvoines				12			
HC13	Côte de Nacre Est	St Aubin les Essarts				12			
HC14	Baie de Caen	Luc 1 mille				20			
		Ouistreham 1 mille			★	20			
HT04	Estuaire de l'Orne	Estuaire de l'Orne				12			
HC15	Côte fleurie	Cabourg			★	20			
HT01	Estuaire de Seine Amont (dulçaquicole): Poses								
HT02	Estuaire de Seine Moyen (dulçaquicole)								
HT03	Estuaire de Seine Aval	Seine-1				12	CSLN	LER/N	LER/N
HT07	Risle maritime								
HC16	Le Havre - Antifer	Antifer ponton pétrolier			★	20	LER/N	LER/N	LER/N
HC17	Pays de Caux Sud	Fécamp 1 mille				12			
HC18	Pays de Caux Nord	Dieppe 1 mille				12	CSLN	LER/N	LER/N
★Fréquence renforcée						372			

1.1.6 Partenaires du réseau

Des collaborations ont été mises en place pour le suivi de certains points (**Tableau 2**) :

- ☞ « **Tombelaine** » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par le Service Police des Eaux Littorales de la Manche (SPEL 50) de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Manche ;
- ☞ Tournée des points « **Champeaux** », « **Chausey** », « **Donville** », et « **Coudeville 1 mille** » : réalisée avec la participation des Gardes Littoraux du Syndicat Mixte Espaces Littoraux de la Manche (SYMEL) ;
- ☞ « **Denneville** », « **Pirou Bergerie Sud** » et « **Pointe Agon Sud** » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par Synergie Mer Et Littoral (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 Cellule de Suivi du Littoral Normand (CSLN).

1.1.7 Financement du réseau

Pour un total de 329 681 euros HT en 2015, le réseau RHLN a été financé par l'Agence de l'Eau Seine-Normandie à hauteur de 192 118 euros HT (58 %) et du Conseil Régional de Basse Normandie à hauteur de 45 942 euros HT (14 %), l'Ifremer complétant ce financement (91 622 euros HT, 28 %), et par la contribution de ses partenaires préleveurs de l'Etat (DDTM50) et du SMEL et SYMEL (Conseil Général de la Manche).

1.2 Objectifs du rapport RHLN 2015

Le présent rapport propose une synthèse des données obtenues en 2015.

Les données climatologiques (température, précipitations et débits des cours d'eau) sont utilisées pour poser 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 chlorophyllienne, et en nutriments permettent d'identifier le type de cycle biogéochimique observé en 2015, 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. Certaines de ces espèces sont caractéristiques de l'état d'eutrophisation du milieu.

Ainsi, cette synthèse permet de comparer les cycles biogéochimiques de l'année 2015 avec les cycles précédemment observés (2000/2001 à 2014), et d'évaluer les niveaux trophiques des masses d'eau normandes à partir des indicateurs de qualité retenus par la DCE et OSPAR.

Enfin, une réflexion a été menée courant 2015 sur la représentativité des points de surveillance dans les masses d'eau et sur la pertinence des délimitations des masses d'eau à l'aide de la modélisation. Pour cela, le modèle NORM MARS 3D a été utilisé pour effectuer des simulations dans les masses d'eau afin d'orienter la révision du programme de surveillance pour la période 2016-2021.

II. Matériel et méthodes

Comme les années précédentes, les paramètres suivis du RHLN en 2015 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 Bilan opérationnel 2015

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 embarqué à bord de la vedette de la SNSM de Fécamp du fait des difficultés d'accessibilité du point pour ses propres embarcations.

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 », « Denneville » et « Pointe Agon Sud » réalisées par le SMEL dans le cadre de leur réseau HYDRONOR), et les comptages de flores par l'Unité Phytoplancton-Phycotoxines du LER/N.

Les activités d'observation et 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, de suivi des compétences techniques des agents du laboratoire, et d'habilitation des préleveurs.

Le **Tableau 3** présente le bilan opérationnel des prélèvements en 2015, sur la réalisation des prélèvements dans le cadre du RHLN, et les données supplémentaires présentées dans ce rapport provenant du réseau REPHY-Sanitaire opéré par l'Ifremer, et du réseau HYDRONOR opéré par le SMEL.

Tableau 3 : Date des prélèvements en 2015 du RHLN (en bleu), des prélèvements du REPHY-Sanitaire (en vert, tous paramètres hors nutriments) et de l'HYDRONOR (en jaune, tous paramètres) dont les données sont présentées dans ce rapport. En noir sont indiquées les périodes où les prélèvements n'ont pas pu être effectués du fait de conditions météorologiques défavorables.

Masses d'eau	HT05	HC01	HC02	HC03			HC04	HC61	HC08	HC09	HC10	HT06	HC11	HC12	HC13	HC14	HT04	HC15	HT03	HC16	HC17	HC18							
Points	Tombelaine	Chausey	Champeaux	Donville	Coudeville 1 mille	Pointe Agon Sud	Pirou Bergerie Sud	Denneville	Diellette	Digue de Querqueville	Réville 1 mille	La Hougue	Gougins	Utah	Roches de Grandcamp	Géfosse	Port-en-Bessin 1 mille	Asnelles - Meuvaines	St-Aubin les Essarts	Luc 1 mille	Ouistreham 1 mille	Estuaire de l'Orne	Cabourg	Seine 1	Antifer ponton pétrolier	Fécamp 1 mille	Dieppe 1 mille		
Janvier	22/01	16/01	16/01	16/01	16/01	07/01	07/01	07/01	19/01	20/01	06/01	06/01	06/01	06/01	06/01	06/01	06/01	06/01	06/01	06/01	06/01	06/01	23/01	23/01	06/01	06/01	05/01	07/01	
Février	23/02	12/02	12/02	12/02	12/02	18/02	18/02	18/02		25/02	12/02	12/02	12/02	12/02	12/02	11/02	11/02	11/02	11/02	11/02	11/02	11/02	11/02	11/02	09/02	03/02	03/02	03/02	
Mars	24/03	16/03	16/03	16/03	16/03	10/03	09/03	09/03	16/03	09/03	09/03	09/03	09/03	09/03	09/03	23/03	23/03	23/03	23/03	23/03	23/03	23/03	23/03	23/03	23/03	09/03	06/03	06/03	06/03
Avril		10/04	10/04	10/04	10/04	07/04	09/04	09/04	09/04	07/04	07/04	07/04	07/04	07/04	07/04	07/04	07/04	07/04	07/04	03/04	03/04	03/04	03/04	03/04	08/04	09/04	09/04	14/04	
Mai		12/05	12/05	12/05	12/05	07/05	07/05	07/05	13/05	13/05	11/05	11/05	11/05	11/05	11/05	11/05	07/05	07/05	07/05	07/05	07/05	07/05	07/05	07/05	13/05	04/05	04/05	04/05	
Juin	17/06	11/06	11/06	11/06	11/06	04/06	04/06	04/06	08/06	05/06	03/06	03/06	03/06	03/06	03/06	18/06	23/06	03/06	03/06	03/06	03/06	03/06	03/06	03/06	04/06	01/06	01/06	01/06	
Juillet	06/07	07/07	07/07	07/07	07/07	02/07	01/07	01/07	22/07	22/07	01/07	01/07	01/07	01/07	17/06	17/06	03/07	03/07	03/07	03/07	03/07	03/07	03/07	03/07	03/07	02/07	02/07	02/07	
						16/07	17/07	17/07						16/07	16/07	29/07	29/07		23/07	06/07	06/07				06/07				
						31/07									29/07	29/07			17/07	17/07					17/07				
Août	05/08	11/08	11/08	11/08	11/08	17/08	03/08	03/08	31/08	31/08	04/08	04/08	04/08	04/08	04/08	04/08	07/08	07/08	07/08	07/08	07/08	07/08	07/08	07/08	10/08	03/08	03/08	11/08	
						18/08	18/08	18/08			18/08	18/08	18/08	18/08	18/08	18/08	19/08	19/08	19/08	13/08	13/08	13/08	13/08	13/08	19/08	17/08			
																			19/08	19/08	19/08	19/08	19/08	19/08	19/08				
Septembre	03/09	04/09	04/09	04/09	04/09	02/09	01/09	01/09	24/09	17/09	04/09	04/09	04/09	04/09	04/09	18/09	18/09	01/09	01/09	01/09	01/09	01/09	01/09	01/09	11/09	01/09	01/09	10/09	
						29/09	29/09	29/09												27/08	27/08	27/08	27/08	27/08	27/08	15/09			
Octobre	02/10	21/10	21/10	21/10	21/10	14/10	14/10	14/10	22/10	22/10	15/10	15/10	15/10	15/10	15/10	15/10	09/10	09/10	09/10	09/10	09/10	09/10	09/10	09/10	09/10	12/10	12/10	06/10	
																				19/10	19/10	19/10	19/10	19/10	19/10	28/10			
																				27/08	27/08	27/08	27/08	27/08	27/08	28/10			
Novembre		04/11	04/11	04/11	04/11	27/11	27/11	27/11	26/11	26/11	02/11	02/11	02/11	02/11	02/11	02/11	02/11	02/11	02/11	02/11	02/11	02/11	02/11	02/11	12/11	10/11	10/11	10/11	
																				16/11	16/11	16/11	16/11	16/11	16/11				
Décembre		29/12	29/12	29/12	29/12	14/12	14/12	14/12		17/12	01/12	01/12	01/12	01/12	01/12	01/12	02/12	02/12	02/12	02/12	02/12	02/12	02/12	02/12	14/12	14/12	14/12	09/12	
																				15/12	15/12	15/12	15/12	15/12	14/12	14/12			
TOTAL réalisé	8	12	12	12	12	20	20	20	10	12	13	13	13	14	23	23	14	14	15	29	29	14	29	12	21	12	12		

II.2 Méthodes d'analyses

II.2.1 Mesures *in situ* et turbidité

II.2.1.1 Température, salinité, oxygène dissous

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

La fidélité (répétabilité des mesures, ou Ecart Maximal Toléré) est respectivement de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ pour la température, $\pm 0,15$ pour la salinité, et $\pm 0,2 \text{ mg.L}^{-1}$ pour l'oxygène dissous. La fidélité sur la profondeur est de 0,3 m.

II.2.1.2 Turbidité

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

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

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) depuis 2010. Avant 2010, les essais effectués selon la méthode d'Aminot et Chaussepied (1983).

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. En théorie, la limite de quantification est d'environ 0,05 $\mu\text{g/L}$ 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 jusqu'à 6 mois (délai optimal de 3 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) depuis 2008. Les méthodes précédemment utilisées étaient :

- Aminot et Chaussepied (1983) pour l'ammonium ;
- Tréguer et Le Corre (1975) pour le nitrate+nitrite, le phosphate, le silicate.

Le dosage des nutriments dans les eaux salines et eaux saumâtres fait partie de la portée d'accréditation du LER/N depuis le 15 juin 2011 (section Essais, accréditation n° 1-2048, portée disponible sur le site www.cofrac.fr). L'Unité technique Hydrologie a défini des domaines d'étalonnages pour chaque nutriment, et les a caractérisés en termes de limite de quantification, de présence ou non de blanc optique et/ou d'un effet de sel, et d'incertitudes de mesures. Les résultats sont présentés dans le **Tableau 4** pour l'année 2015.

Tableau 4 : Domaines d'étalonnage, limites de quantification et incertitudes de mesures pour le dosage des nutriments.**INCERTITUDES ET FACTEURS CORRECTIFS 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	0,04	A prendre en compte	OUI, si S ≤ 10 *	0,25 – 0,62	8,3 %
						0,63 – 1,5	4,4 %
SILICATE	Faible	2 – 10	0,2	Négligeable	OUI, si S ≤ 10 *	1,5 – 2	2,2 %
	Fort	10 – 50	1			2 – 7	1,7 %
						7 – 30	0,7 %
						30 – 50	0,6 %

* Voir tableau page suivante pour l'effet de sel à appliquer
 ** 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 AREVA « Barneville » et « Jobourg »).
- Pour une **flore partielle indicatrice**, seules les espèces toxiques ou nuisibles (*Alexandrium sp.*, *Dinophysis sp.*, *Pseudo-nitzschia sp.*, *Phaeocystis*), ainsi que les espèces présentes à des concentrations supérieures à 100 000 cellules par litre d'eau, sont identifiées et comptabilisées.

II.2.5 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'une non-conformité dans le système de management de la qualité ISO 17025 du laboratoire.

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 3.

II.3 Méthode d'interprétation des résultats

Les résultats du réseau RHLN 2015 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) permet d'étudier l'évolution du cycle des nutriments rencontré dans chaque masse d'eau (cf. Annexe 4 pour la description des différents types de cycles). Les masses d'eau présentant un cycle « classique » révèlent généralement un écosystème « en bonne santé », tandis que les masses d'eau présentant un cycle « perturbé » ou « atypique » révèlent un déséquilibre dans l'apport des nutriments, et donc un risque d'eutrophisation du milieu.

De façon à pouvoir représenter toutes les données acquises dans l'année, les graphiques montrent les résultats de l'année étudiée en rouge superposés aux médianes mensuelles interannuelles et aux extrêmes (minimum et maximum) rencontrés depuis le début du suivi sur le point (**Figure 3**). Les résultats de l'année étudiée sont reliés par des pointillés pour aider à la lecture, qui n'ont donc pas vocation à extrapoler les résultats entre deux mesures.



Figure 3 : Interprétation des graphiques de présentation des paramètres physico-chimiques et hydrologiques.

II.3.2 Rapports de nutriments

Pour compléter l'interprétation, et notamment mettre en évidence un éventuel déséquilibre dans l'apport des nutriments à une masse d'eau, les rapports Si/NID, NID/PID, ou Si/PID³ 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.

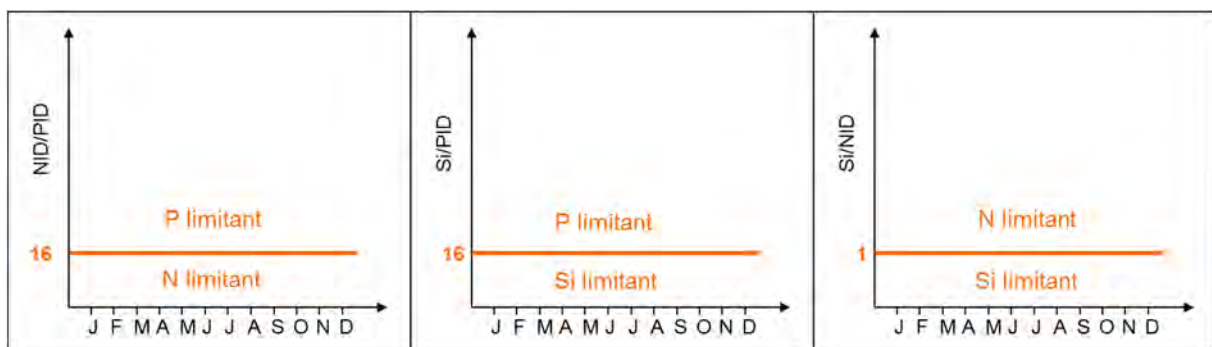


Figure 4 : Interprétation des rapports de nutriments dans l'eau de mer.

³ L'azote N est représenté par le sigle NID pour Azote (N) Inorganique Dissous et le phosphore P par PID pour Phosphore Inorganique Dissous.

De façon à pouvoir aborder la problématique de carence / excès de nutriments dans les eaux de surface, les *rappports 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 4**).

Cette approche n'exclut cependant pas que d'autres facteurs (par exemple le broutage (grazing), les virus, la *mixotrophie**⁴ ...) peuvent avoir un impact non négligeable sur les peuplements phytoplanctoniques, facteurs qui ne sont pas étudiés dans le cadre du RHLN à ce jour.

Cette approche permet donc d'émettre des hypothèses quant au nutriment potentiellement responsable de la limitation de la production primaire, 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 5** et Annexe 5).

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) 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 qu'une donnée mensuelle (entre janvier et décembre).

Tableau 5 : 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>
GYMN	<i>Gymnodinium spp.</i>	RHIZSTO	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>
LEPT	<i>Leptocylindrus spp.</i>	SKELCOS	<i>Skeletonema spp.</i>
ODONAU	<i>Odontella aurita</i>	THAL	<i>Thalassiosira spp.</i>
PHAE	<i>Phaeocystis globosa</i>	THALROT	<i>Thalassiosira rotula</i>

Les abréviations des noms des espèces utilisées ci-dessus ne correspondent pas aux noms en vigueur actuellement dans la littérature scientifique. Ceux-ci changent très souvent en fonction des avancées de la taxinomie. Pour un souci de cohérence par rapport aux premiers rapports RHLN réalisées, nous continuerons avec cette nomenclature. La liste complète des taxons est présentée en Annexe 6.

Les données sont présentées sous forme de graphiques, permettant ainsi de comparer le nombre de blooms observés dans l'année étudiée par rapport à la moyenne annuelle depuis le début du suivi sur chaque point (**Figure 5**).

⁴ * voir Glossaire en Annexe.

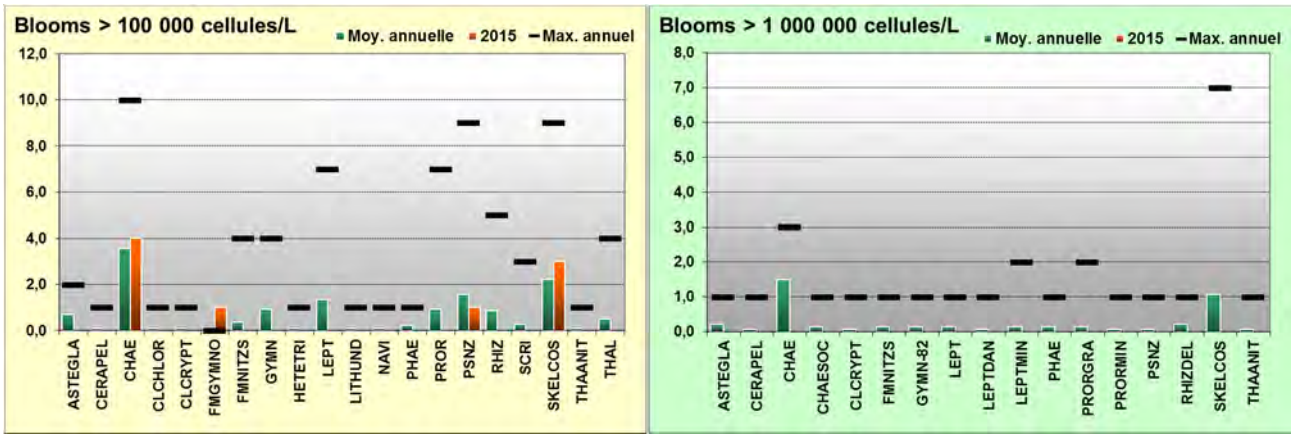


Figure 5 : Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Antifer Ponton Pétrolier » entre 2001 et 2015.

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 AREVA (Jobourg et Barneville). 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.

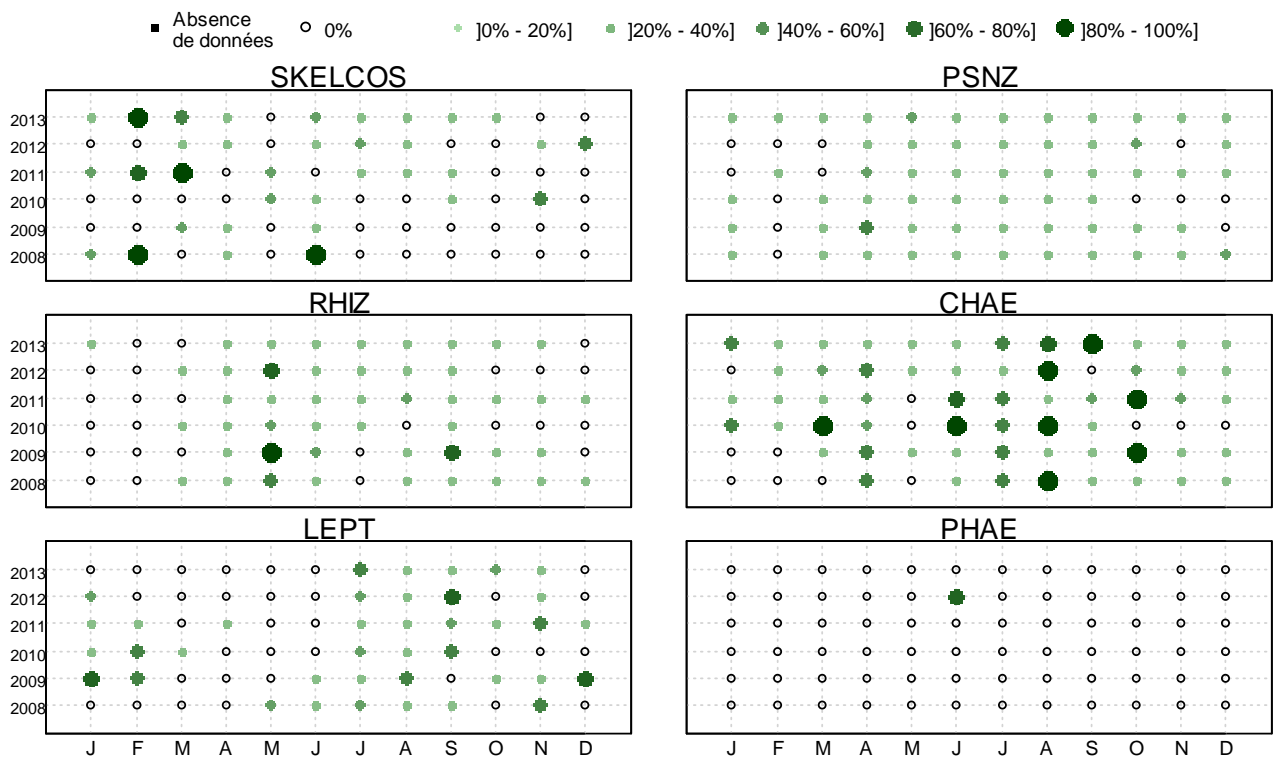


Figure 6 : Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) des taxons les plus emblématiques à Antifer ponton pétrolier.

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 6**, avec en abscisse les mois de l'année (de 1 à 12) et en ordonnée les années (de 2010 à 2015).

III. Résultats du RHLN 2015 vs. 2000-2014

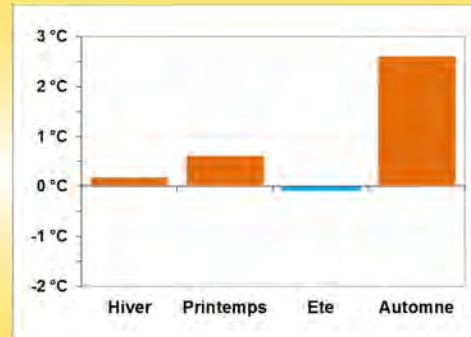
III.1 Paramètres climatologiques

La période des normales utilisées correspond à celle de Météo-France, soit : 1981 - 2010.

III.1.1 Température

SYNTHESE TEMPERATURE :

En 2015, les températures mesurées en baie des Veys montrent, comme sur tout le littoral normand, une année chaude (+ 0,8°C à la normale) pendant toutes les saisons. L'hiver et l'été étaient proches de la normale, et le printemps a été légèrement plus chaud. Par contre l'automne a été exceptionnellement doux (+ 2,6°C à la normale). Ainsi cette année a été l'une des plus chaudes en baie des Veys depuis plus de 40 ans.



L'étude des écarts à la normale des **températures de l'air** enregistrées à Englesqueville montre qu'en **2015 la température moyenne annuelle a été encore chaude (12,1°C)**, soit un écart positif de **+ 0,8°C**. L'année 2015 est donc la troisième année la plus chaude depuis plus de 40 ans, à égalité avec 1999, 2002 et 2006 (*Figure 7*).

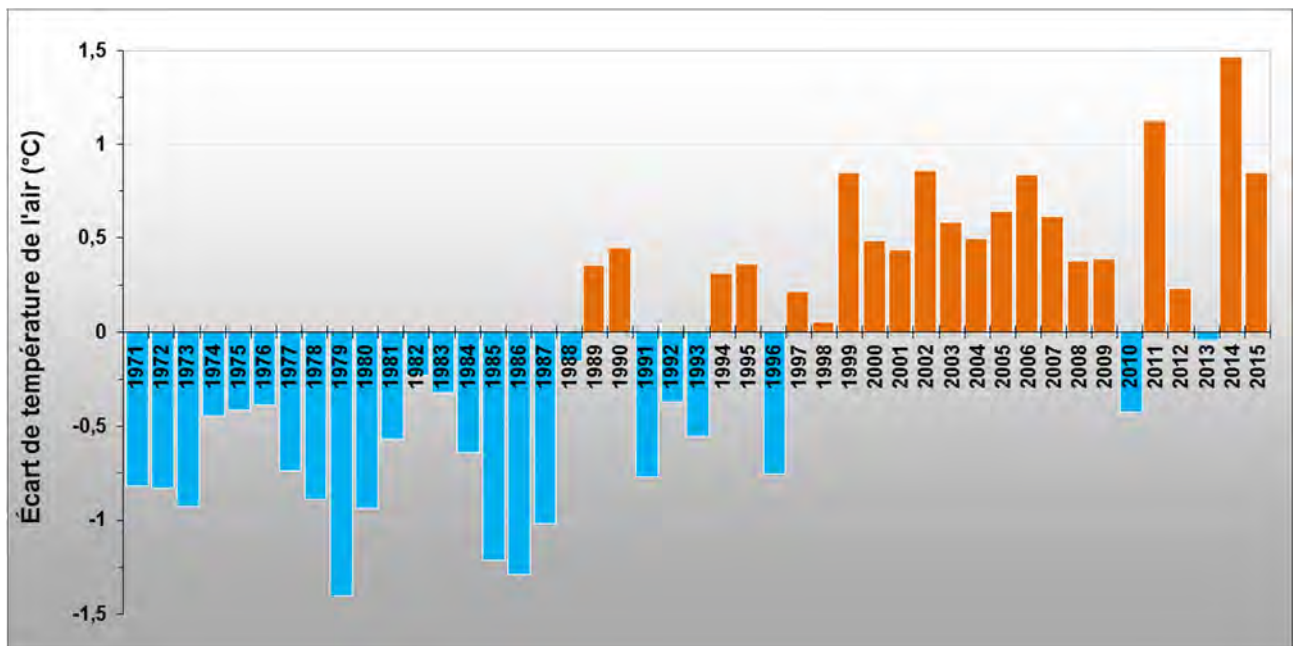


Figure 7 : Ecart entre les températures moyennes annuelles dans l'air à Englesqueville-la-Percée (Calvados) depuis 1971 et la normale (1981-2010) (données Météo-France). Rouge = écarts positifs ; bleu = écarts négatifs.

CLIM

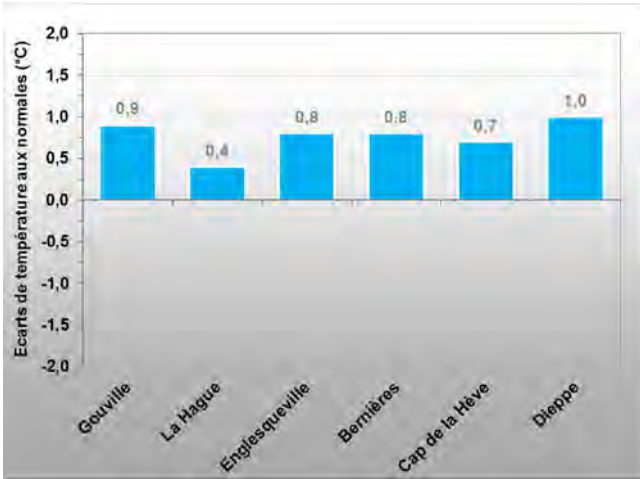


Figure 8 : Ecarts de la température annuelle en 2015 par rapport à leur normale (1981-2010) sur différents sites le long du littoral normand (Données Météo-France).



Sur les côtes Normandes, les écarts de température moyenne annuelle en 2015 sont tous positifs, avec un écart moyen de + 0,8°C (**Figure 8**).

L'étude des moyennes mensuelles de la **température de l'air** enregistrée à Englesqueville-la-Percée en 2015 (**Figure 9**), met en évidence une température relativement proche de la normale, excepté en septembre où la température était plus fraîche, et en avril, novembre et décembre où elle était plus chaude, en juin – juillet. Il est à noter que les mois de novembre et de décembre constituent des nouveaux maxima interannuels. En ce qui concerne la **température de l'eau de mer** à Géfosse (**Figure 9**), elle suit de façon logique les tendances observées avec les températures de l'air, avec toutefois un minimum observé en octobre plutôt qu'en septembre, et la température est restée inférieure ou équivalente aux maxima interannuels en novembre et décembre.

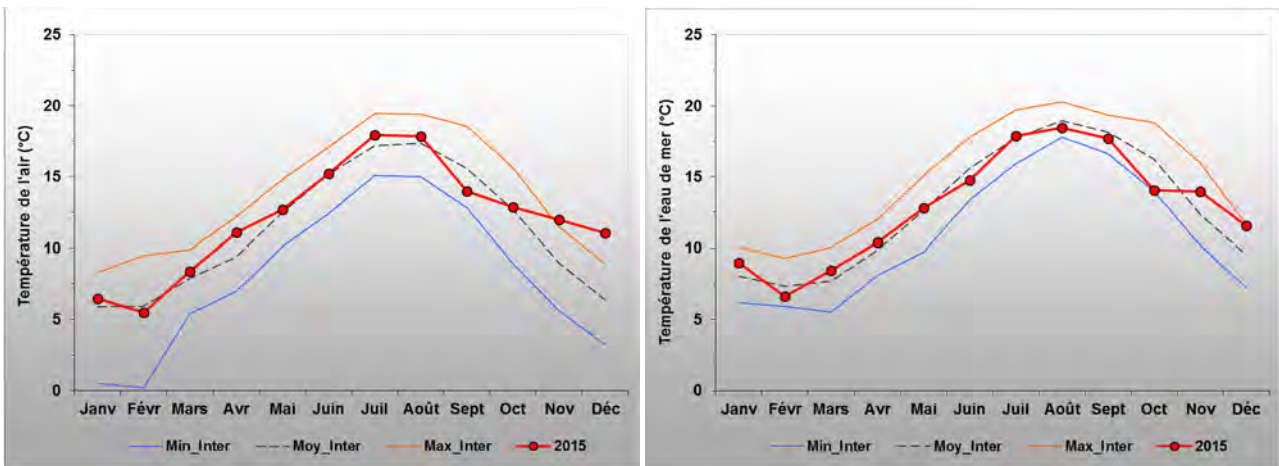


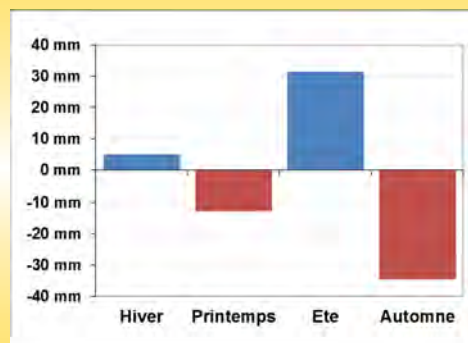
Figure 9 : Moyennes mensuelles des températures de l'air à Englesqueville-la-Percée (à gauche, données Météo-France), et évolution de la température de l'eau de mer à la station de prélèvement Géfosse (à droite). Comparaison des données 2015 (en rouge) avec la normale 1981-2010 (en noir) pour Englesqueville-la-Percée, et 2001-2014 pour Géfosse. Courbes bleue et orange = valeurs extrêmes mensuelles minimum et maximum respectivement entre 1971 et 2014 à Englesqueville-la-Percée, et 2001 et 2014 à Géfosse.

III.1.2 Précipitations

SYNTHESE PRECIPITATIONS :

L'année 2015 a été une année sèche du point de vue pluviométrique, avec une moyenne des écarts à la normale régionale de - 76 mm. Ce déficit a été particulièrement marqué en automne, mais a été compensé par un été humide.

Le bilan normand de l'année 2015 fait apparaître une disparité, avec des précipitations en léger excédent ou déficit sur 3 stations, et un déficit marqué en Seine-Maritime avec un minimum au Nord Cotentin.



Par rapport à la normale interannuelle, l'année 2015 apparaît légèrement sèche malgré ses précipitations cumulées annuelles de 804 mm, avec un **écart pluviométrique de -33 mm à Englesqueville-la-Percée (Figure 10)**. Ce bilan est cependant contrasté géographiquement (voir ci-dessous).

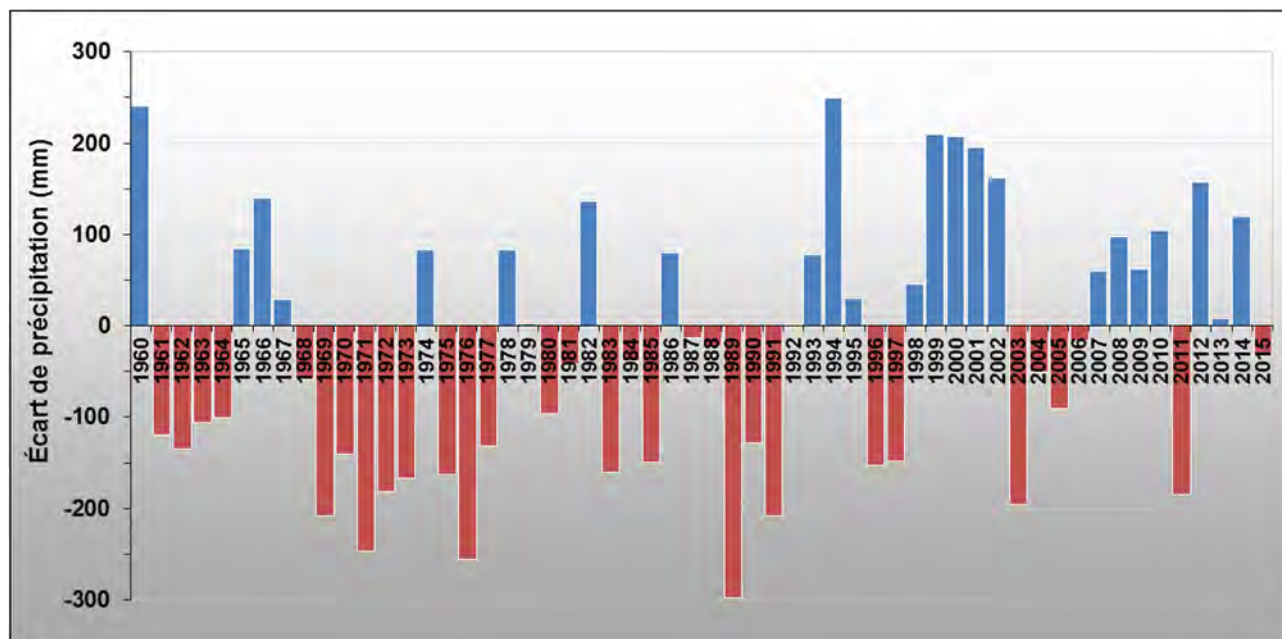


Figure 10 : Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Englesqueville-la-Percée (Calvados) depuis 1960 et la normale (1981-2010) (données Météo-France). Bleu = écarts positifs ; rouge = écarts négatifs.

L'examen des **données mensuelles** de la station météorologique d'Englesqueville met en évidence un léger excès pluviométrique en hiver, un déficit en mars et avril (- 28 mm), un excès en août (+ 139 mm), puis des déficits en octobre (- 30 mm) et décembre (- 49 mm) (Figure 11). Les autres mois présentaient des précipitations proches de la normale.

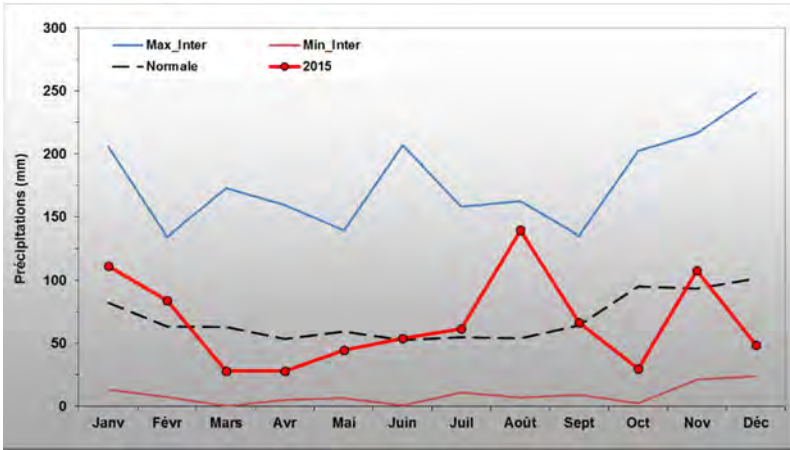


Figure 11 : Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Englesqueville-la-Percée en 2015 avec la normale (1981-2010) et les extrêmes sur 1960-2014 (Données Météo-France). Minima en orange, maxima en bleu.



La Figure 12 met en évidence un **bilan géographique des précipitations en 2015 contrasté** par rapport aux normales. Sur l'ensemble du littoral Normand, il a plu en déficit annuel en moyenne de - 76 mm par rapport aux normales des stations.

Une hétérogénéité géographique des résultats apparaît, avec des précipitations proches de la normale à Gouville, Englesqueville-la-Percée et Bernières, mais un bilan en déficit à Dieppe (- 62 mm), et surtout au Cap de la Hève (- 156 mm) et à La Hague (- 216 mm) (Figure 12).

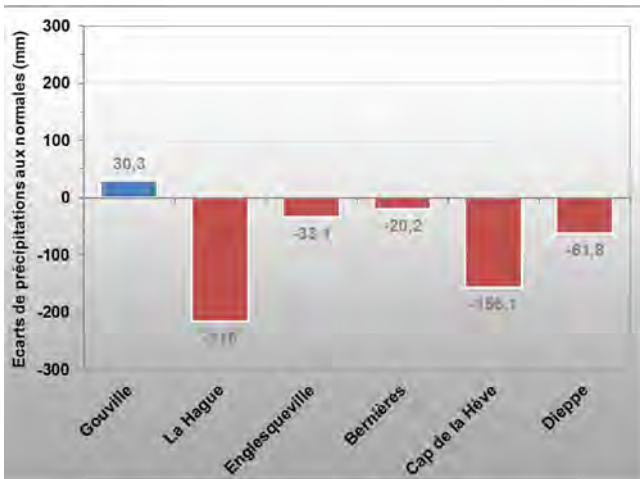


Figure 12 : Ecarts des précipitations annuelles enregistrées en 2015 aux normales (1981 – 2010) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo-France).

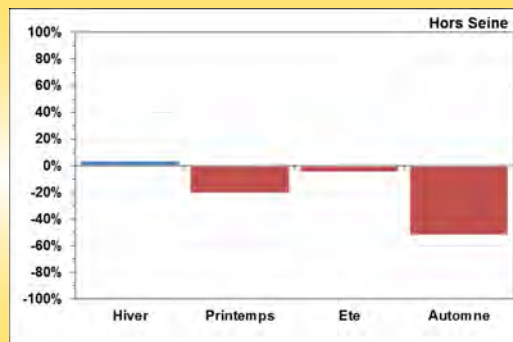


Ces résultats peuvent alors être mis en relation avec l'évolution des débits des cours d'eau normands au cours de l'année 2015.

III.1.3 Débits des cours d'eau

SYNTHESE DEBITS :

En 2015, les débits étaient en moyenne proches de la normale en hiver, au printemps et en été excepté pour la Seine en excédent en mai et particulièrement déficitaires à l'automne.



La Figure 13 montre les écarts relatifs des débits moyens mensuels de 2015 aux normales (1981-2010) des principaux cours d'eau normands. De façon générale, le bilan annuel pour la plupart des cours d'eau est très légèrement négatif (- 5 % en moyenne), avec des excès au premier semestre, et des déficits au deuxième particulièrement marqués dans le dernier trimestre (**Figure 13**).

En Basse-Normandie, le schéma typique des cours d'eau montre des débits plus forts pendant l'hiver 2015, notamment en février pour la *Sélune* (+ 78 %), des débits proches de la normale ou déficitaires (- 47 % dans l'*Orne* en avril) au printemps, un excès en août dans la *Sélune* (+ 75 %) et la *Vire* (+ 68 %), puis des débits déficitaires à l'automne (> - 50 % partout sauf dans la *Saire*) (**Figure 13**).

En Haute-Normandie (*Seine*, *Valmont*, *Béthune*), les débits sont restés positifs ou proches de la normale toute l'année pour la *Valmont*, mais plus variables pour la *Béthune* et la *Seine*. Ceux-ci étaient excédentaires en hiver et au printemps pour la *Seine* (+ 79 % en mai), et déficitaires par rapport à la normale le reste de l'année, et particulièrement en automne (jusqu'à - 57 % dans la *Seine* en décembre) (**Figure 13**).

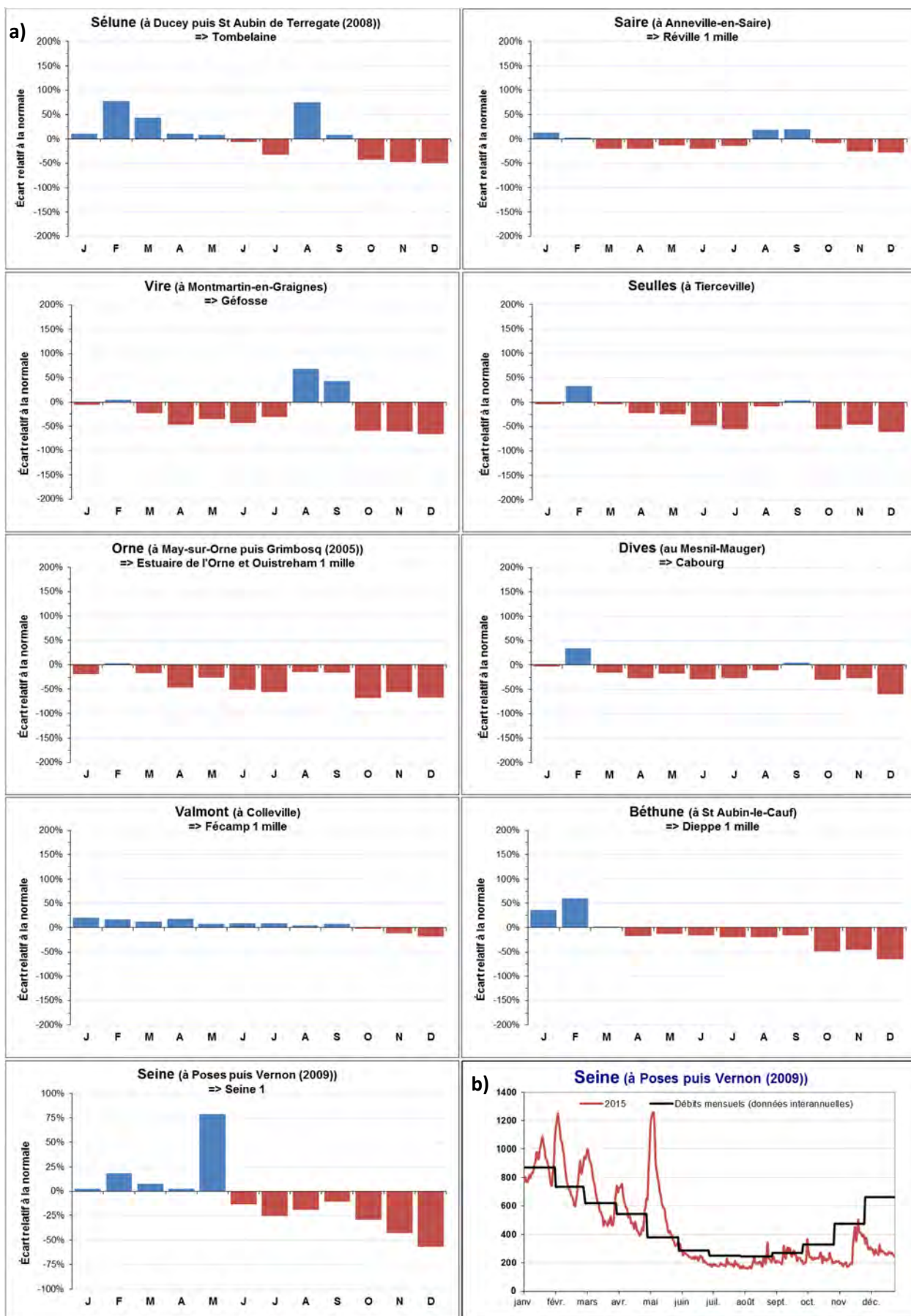


Figure 13 : a) Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2015 par rapport à la normale (1981-2010) (Données collectées par les DREAL Basse-Normandie, Haute-Normandie et de Bretagne, bancarisées dans la banque HYDRO-MEDD/DE). Les points de prélèvement du RHLN concernés par ces apports sont indiqués dans le titre de chaque graphique. b) Débits journaliers de la Seine en 2014 (en rouge) et normale mensuelle (1981 – 2010) (en noir) (données DRIEE IDF).



III.2 Résultats des masses d'eau suivies

HC01

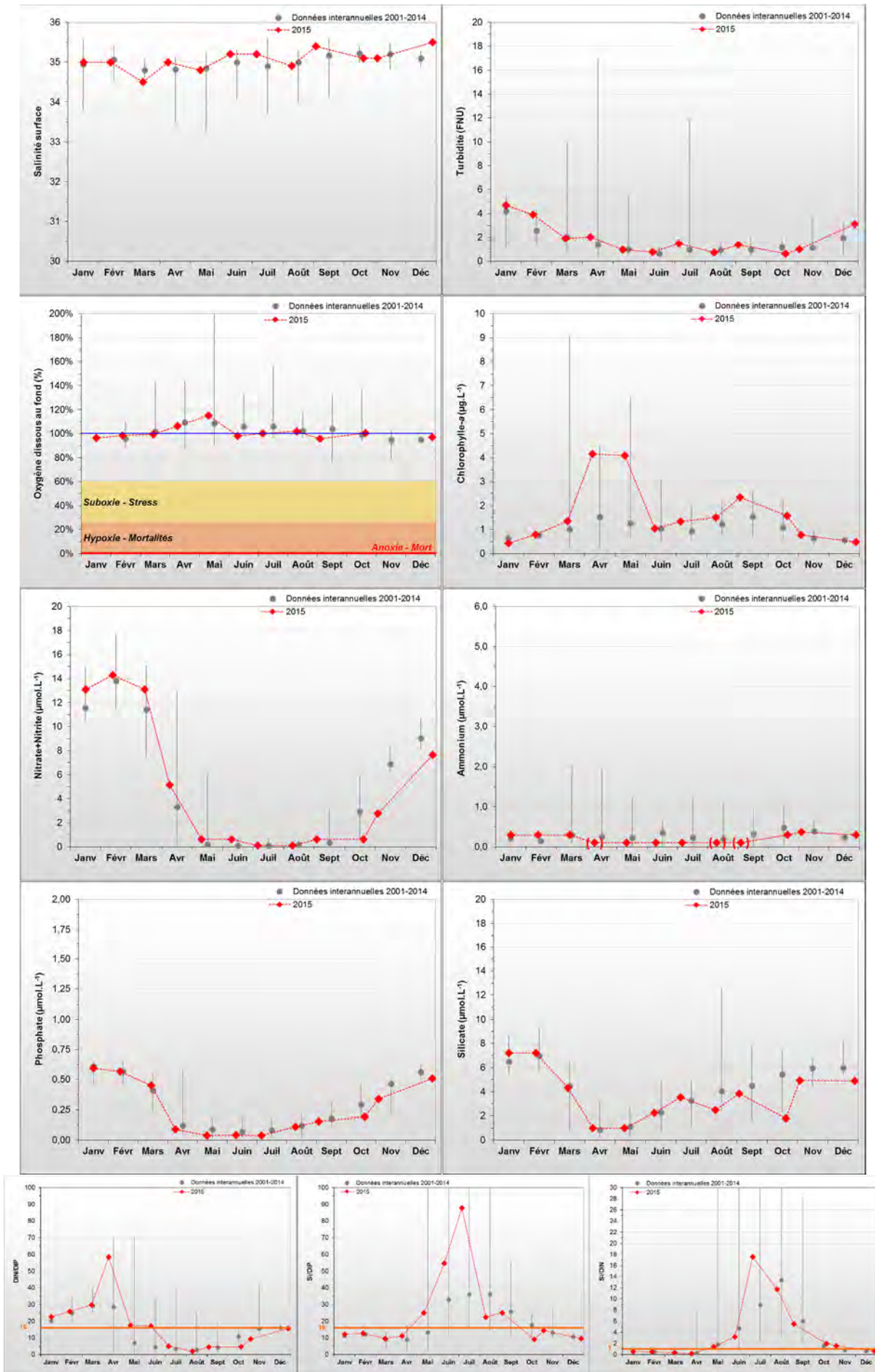


Figure 14 : Évolution des paramètres à Chausey entre 2001 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

III.2.1 Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2015)

SYNTHESE HC01: Le point « Chausey », du fait de sa situation géographique, est très peu influencé par des apports terrigènes, et ne connaît que de très faibles dessalures. Ses stocks hivernaux moyens en nutriments sont très faibles, et légèrement plus élevés que ceux des eaux ouvertes de la Manche, avec un petit excès d'azote au printemps. Le **cycle des nutriments paraissant classique**, l'azote, en carence potentielle de juillet à octobre, a pu limiter le développement phytoplanctonique en 2015, même si la biomasse a légèrement augmenté début septembre. En effet, la biomasse observée a été en moyenne légèrement plus forte en 2015 que les données interrannuelles, avec des niveaux en chlorophylle-*a* d'environ 4 µg/L en avril et mai. Aucune espèce phytoplanctonique n'était en état de bloom dans les observations 2015.

Cette masse d'eau présente donc un risque d'eutrophisation très faible.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,9	35,1	Dessalure maximale : 34,5
Turbidité	1,6 FNU	1,9 FNU	Maximum : 4,7 FNU
Oxygène dissous fond	107,3 %	100,9 %	Minimum : 95,6 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	3,6 µM	4,9 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 13,7 µM
Ammonium	0,32 µM	0,21 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,30 µM
Phosphate	0,23 µM	0,26 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,58 µM
Silicate	3,7 µM	3,7 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 7,2 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Léger excès N (avril) Carence N (juillet-octobre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,4 µg/L	1,7 µg/L	Pic printanier : 4,2 µg/L Pic fin d'été : 2,3 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Très faible

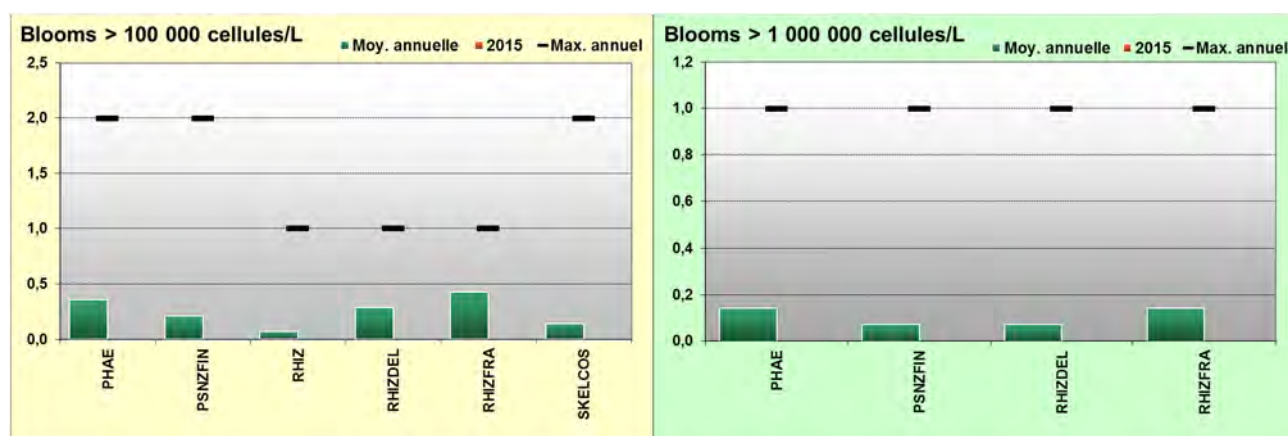


Figure 15 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Chausey entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.

HT05

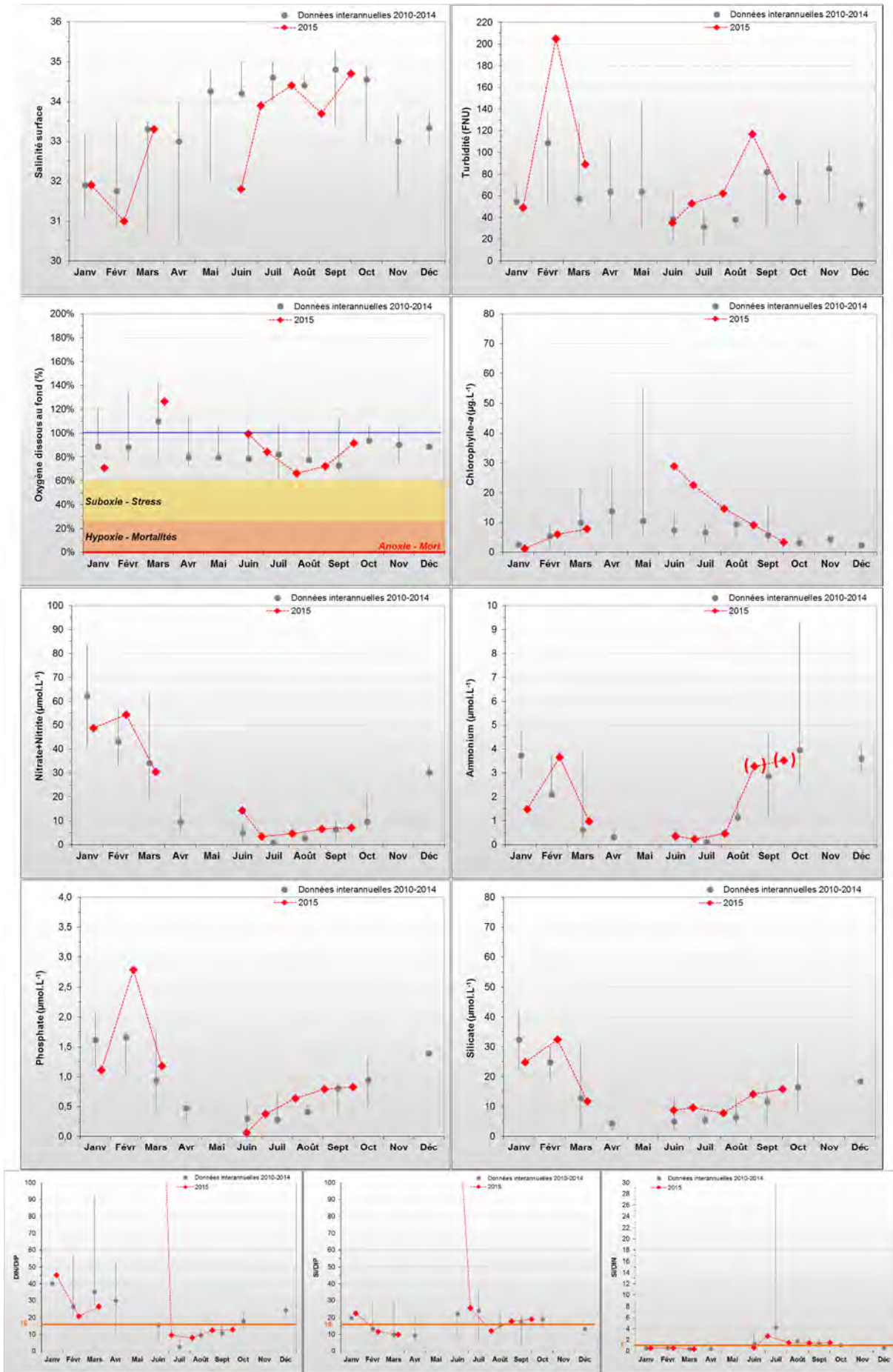


Figure 16 : Évolution des paramètres à Tombelaine entre 2010 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2010-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦♦) Données douteuses.

III.2.2 Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010-2015)

SYNTHESE HT05 : 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*. 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.

Ainsi, la station de Tombelaine connaît des dessalures modérées et présente une turbidité moyenne avec ponctuellement des pics à plus de 100 FNU, comme en septembre 2015, voire plus de 200 FNU comme en février 2015. L'interprétation des données 2015 est compliquée par le fait qu'il manque les données en avril, mai, novembre et décembre.

Le **cycle des nutriments observé paraît perturbé** avec un stock hivernal modéré en excès d'azote. Cela permet de soutenir une biomasse annuelle élevée avec une production soutenue de juin à début septembre, avec un maximum mesuré à 28,8 µg/L en juin 2015. Il apparaît cependant une forte consommation de l'azote typiquement en juillet, voire en juin-juillet comme en 2015.

Malgré le peu de mesures oxygène dissous au fond effectuées en 2015, un minimum (66 %) approchant la zone de suboxie a été mesuré début août. En outre aucune espèce phytoplanctonique n'était en état de bloom dans les observations 2015.

Cette masse d'eau présente donc un degré d'eutrophisation modéré. Bien qu'aucun effet n'ait été observé du point de vue de l'oxygénation de la colonne d'eau et du développement des espèces phytoplanctonique dans le cadre du RHLN, un effet sur le développement du chiendent a pu être observé dans d'autres études. La turbidité empêchant l'apparition des phénomènes d'eutrophisation classiques (désoxygénation, eaux colorées, macroalgues vertes) malgré la présence de nutriments, les apports d'azote peuvent être utilisés par le chiendent maritime pour s'acclimater à l'eau salée. Ainsi, alors que 10 % des marais en étaient recouverts au début des années 2000, cette surface est d'aujourd'hui de près d'un tiers voire 60 % à l'Ouest de la baie, et le processus semble s'accélérer.

HT05

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,5	33,1	Dessalure maximale : 31,0
Turbidité	64,7 FNU	83,6 FNU	Maximum : 205,0 FNU
Oxygène dissous fond	90,3 %	87,3 %	Minimum : 66,1 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	19,2 µM	21,2 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 54,3 µM
Ammonium	1,97 µM	1,75 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 3,67 µM
Phosphate	0,83 µM	0,97 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 2,79 µM
Silicate	13,5 µM	15,6 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 32,4 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (juin) (<i>pas de données en avril et mai</i>) Pas de carences
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	9,0 µg/L	11,7 µg/L	Pic printanier : 7,9 µg/L
			Pic fin d'été : 14,6 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

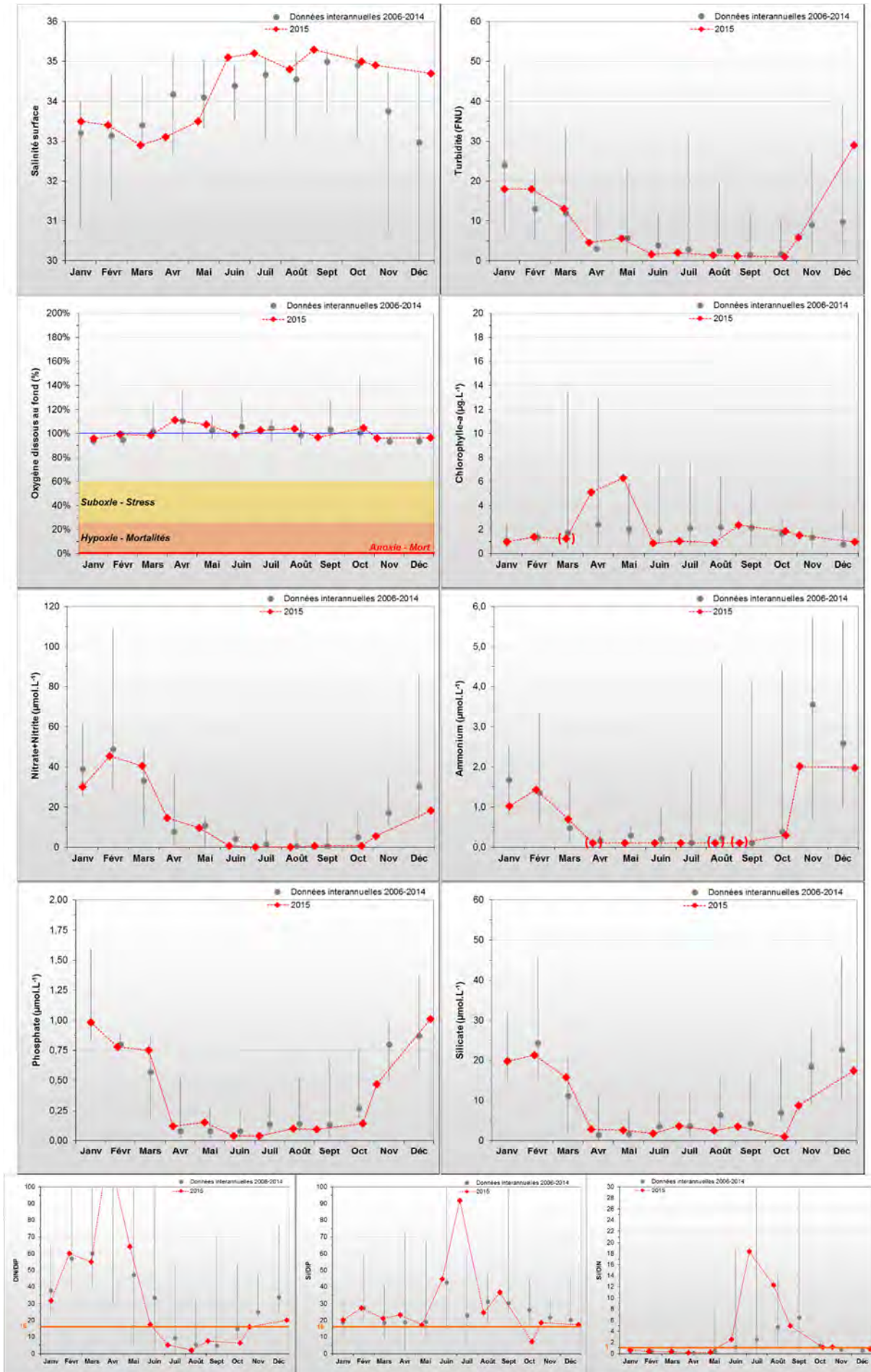


Figure 17 : Évolution des paramètres à Champeaux entre 2006 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

III.2.3 Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2015)

SYNTHESE HCO₂ : Le point « Champeaux » est sous l'influence indirecte des trois principaux cours d'eau se jetant dans la baie du Mont St Michel (*Couesnon, Sée et Sélune*).

Avec des stocks hivernaux modérés (inférieurs à ceux de Tombelaine (HT05)) vraisemblablement alimentés par les dessalures de l'hiver et du printemps, l'azote a été épuisé en été, aussi le **cycle des nutriments paraît moins perturbé en 2015** que les années précédentes. La biomasse observée a été globalement faible, et aucune espèce phytoplanctonique n'a été en état de bloom dans les observations 2015. Les relevés d'oxygène dissous au fond ont en outre montré un milieu correctement oxygéné.

Cette masse d'eau présente donc un risque d'eutrophisation faible, car bien qu'en 2015 aucun des effets n'ait pu être observé, des espèces nuisibles ont bien été en état de bloom les années précédentes.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,0	34,3	Dessalure maximale : 32,9
Turbidité	9,5 FNU	8,4 FNU	Maximum : 29,0 FNU
Oxygène dissous fond	102,8 %	100,9 %	Minimum : 95,7 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	16,4 µM	13,8 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 37,8 µM
Ammonium	1,04 µM	0,67 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,23 µM
Phosphate	0,41 µM	0,39 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,88 µM
Silicate	10,1 µM	8,4 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 20,6 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (février-avril) Carence N (juillet-septembre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	2,5 µg/L	2,0 µg/L	Pic printanier : 6,3 µg/L Pic fin d'été : 2,4 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

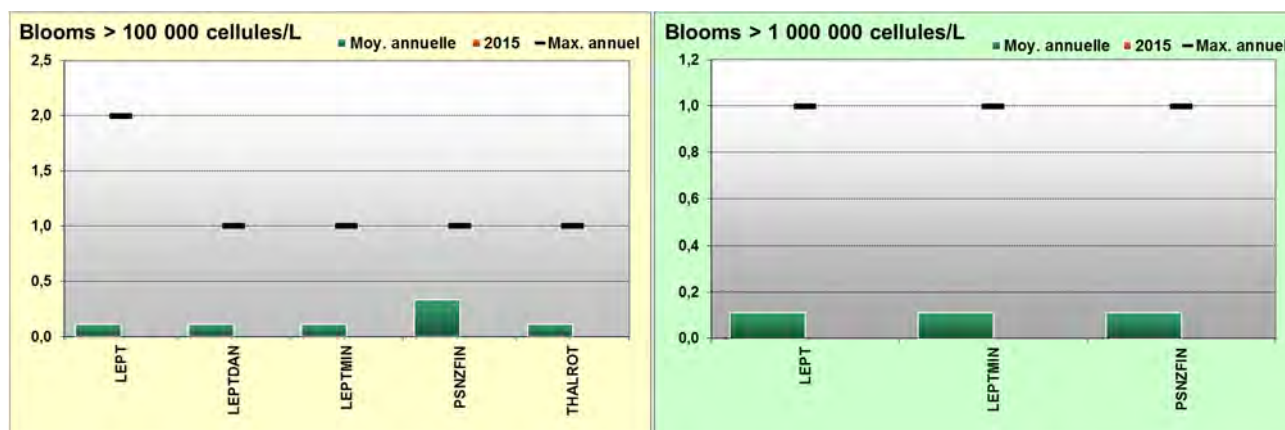


Figure 18 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Champeaux entre 2006-2014 et nombre de blooms en 2015.

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 permettent son observation dans le cadre du RHLN, avec l'aide du SMEL et des données complémentaires de son réseau HYDRONOR.

Les données 2015 montrent que la masse d'eau HC03 a été globalement peu exposée à des dessalures (salinité minimale à 32,3). La turbidité est restée en général modérée (≤ 10 FNU) malgré certains pics ponctuels ne dépassant pas 50 FNU en janvier – février au Nord de la masse d'eau, probablement dus au brassage vertical hivernal. Les stocks hivernaux moyens de nutriments étaient faibles (moyenne 26 μM NID, 0,8 μM PID, 15 μM Si). En 2015, les stocks hivernaux étaient relativement similaires entre les points. Un excès en azote par rapport au phosphore apparaît particulièrement au printemps sur tous les points de la masse d'eau mais plus faiblement au Nord. Ensuite, l'azote a probablement été en carence entre les mois de mai et octobre, ce qui a pu limiter le développement phytoplanctonique pendant l'été. Le **cycle des nutriments apparaît donc classique** dans cette masse d'eau.

La production primaire paraît avoir commencé en mars, avec un pic de biomasse plus marqué à Agon et Pirou de 6,9 $\mu\text{g/L}$; les concentrations moyennes annuelles les plus fortes ayant été rencontrées à Pirou. Des pics plus faibles ont pu être observés à l'automne, avec un maximum de 3,4 $\mu\text{g/L}$ à Donville. Malgré ces pics, le milieu est resté correctement oxygéné sur tous les points de la masse d'eau.

La flore de la masse d'eau HC03 est globalement représentative des eaux ouvertes de la Manche à part à Donville, point au niveau duquel la flore phytoplanctonique est influencée par la proximité de la baie du Mont Saint Michel. En 2015, six taxons ont été observés en état de bloom à Donville, dont une espèce de diatomée, *Skeletonema costatum*, a été observée à plus de 1 000 000 cellules par litre mi-mars 2015, comme sur les autres points à Coudeville à la mi-avril et Agon fin mars, et inférieur à ce seuil à Pirou et Denneville début avril.

La masse d'eau HC03 présente donc un **risque d'eutrophisation très faible à faible**.

III.2.4.1 Donville 2001-2015

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

Avec des stocks hivernaux très faibles (intermédiaires entre ceux de Chausey et de Champeaux) vraisemblablement alimentés par la dessalure de janvier 2015, le **cycle des nutriments paraît classique**. Aucun pic important de chlorophylle-a n'a été observé au printemps. Les concentrations en azote étaient en déficit par rapport au phosphore de juillet à septembre. Cependant, même si la biomasse observée a été très faible, cinq échantillons ont présenté des concentrations d'espèces de diatomées à plus de 100 000 cellules/L à la mi-mars, mi-avril, mi-mai, mi-juin et début septembre 2015. Le taxon *Skeletonema costatum* a en outre dépassé le seuil de 1 000 000 cellules/L en mars. Les relevés d'oxygène dissous au fond ont en outre montré un milieu correctement oxygéné.

Le risque d'eutrophisation est donc faible sur ce point.

HC03

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,5	34,7	Dessalure maximale : 32,8
Turbidité	2,7 FNU	5,9 FNU	Maximum : 28,0 FNU
Oxygène dissous fond	106,3 %	101,3 %	Minimum : 95,2 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	7,7 µM	9,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 28,7 µM
Ammonium	0,49 µM	0,47 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,98 µM
Phosphate	0,27 µM	0,35 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,86 µM
Silicate	5,5 µM	6,9 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 17,5 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Léger excès N (mars-mai) Carence N (juillet-septembre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	1,3 µg/L	1,5 µg/L	Pic printanier : 2,9 µg/L
			Pic fin d'été : 3,4 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Skeletonema costatum</i> 1 283 000 cell/L 16/03/15 <i>Thalassiosira levanderi</i> 147 000 cell/L 16/03/15 <i>Chaetoceros sp.</i> 148 000 cell/L 10/04/15 <i>Rhizosolenia setigera</i> 529 000 cell/L 10/04/15 <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> 251 900 cell/L 12/05/15 <i>Guinardia delicatula</i> 102 200 cell/L 11/06/15 275 800 cell/L 04/09/15
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

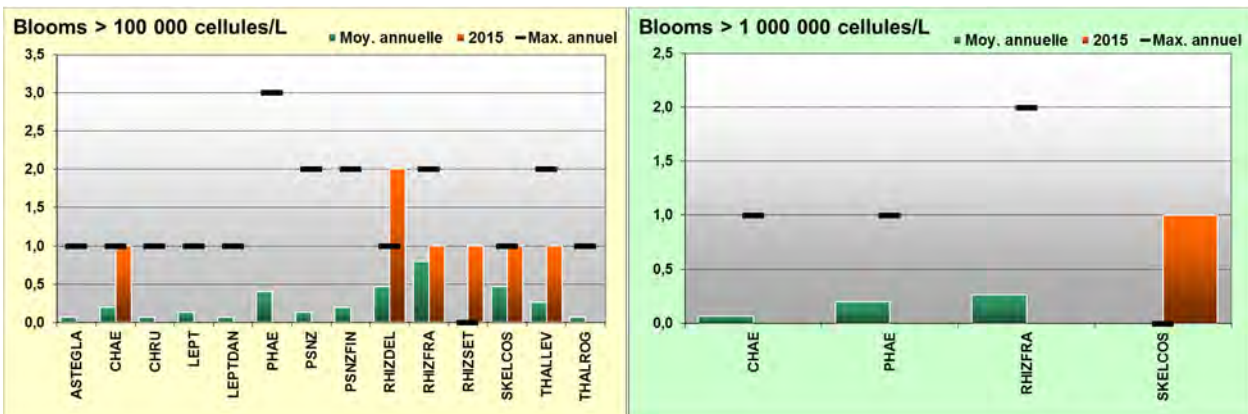


Figure 19 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Donville entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.

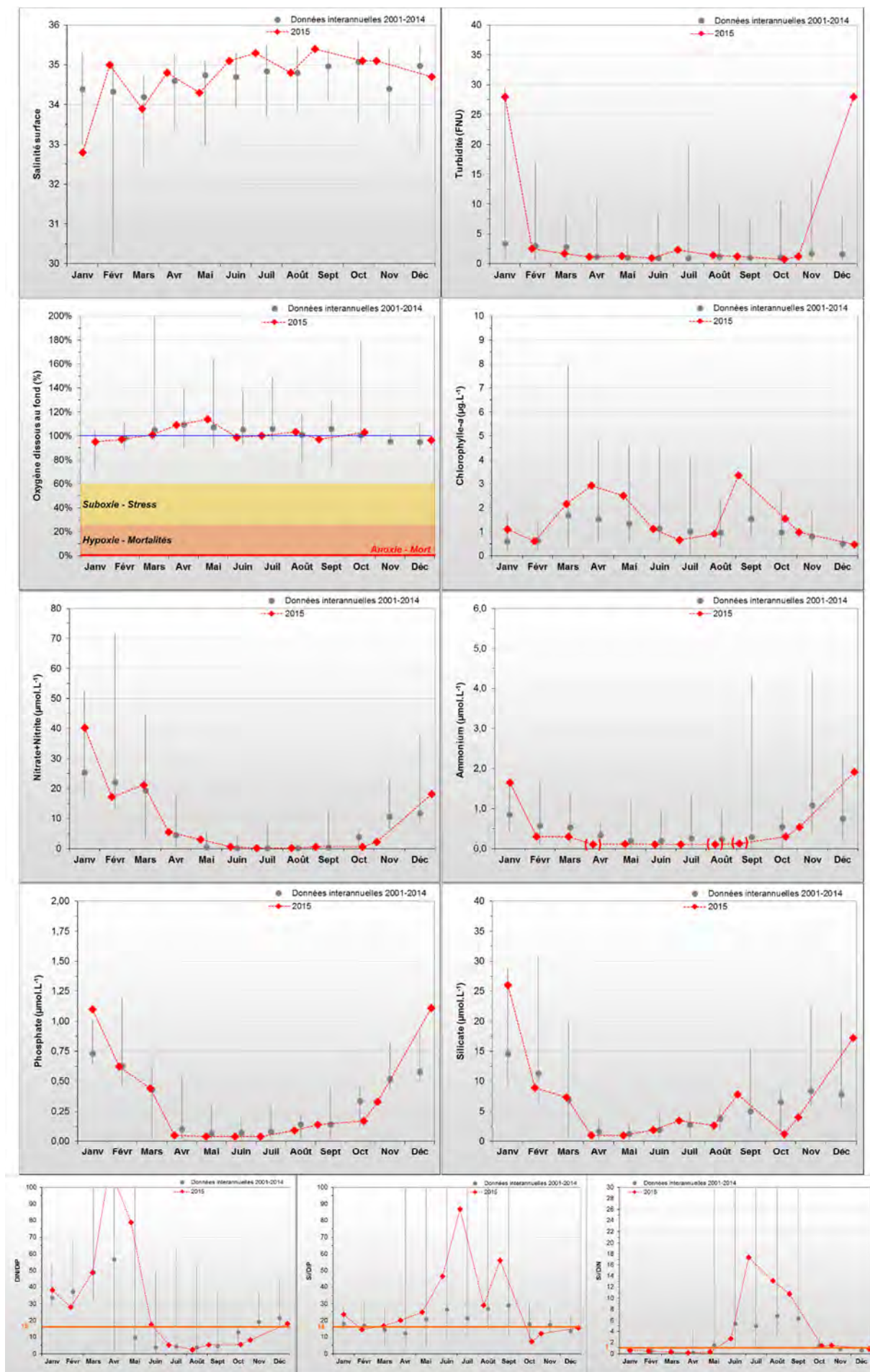


Figure 20 : Évolution des paramètres à Donville entre 2001 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

Peuplement phytoplanctonique au point « Donville »

Les données issues des flores totales à Donville permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point sur la période 2011-2015 (**Figure 21**).

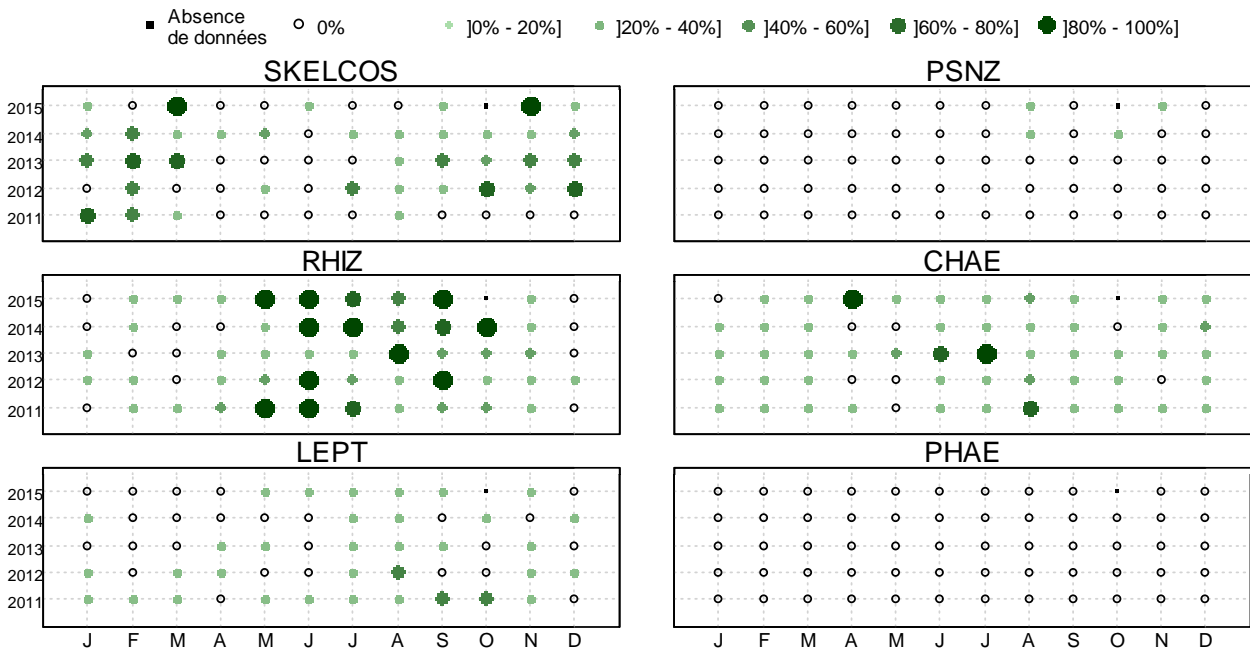


Figure 21 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville. RHIZ = *Rhizosolenia* sp., SKELCOS = *Skeletonema costatum*, CHAE = *Chaetoceros* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., PSNZ = *Pseudo-Nitzschia* sp., PHAE = *Phaeocystis*.

Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le peuplement phytoplanctonique est généralement dominé par la diatomée *Skeletonema costatum* (SKELCOS) en hiver (janvier - mars) comme en 2015, une espèce classée comme nuisible par la DCE.

Les printemps et été (mai-septembre) sont généralement dominés par des diatomées appartenant à la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ), car s'accommodant des milieux pauvres en nutriments. En 2012, cette dominance s'observe surtout en juin et septembre, en 2013 seulement en juillet et août, en 2014 de juin à octobre, et en 2015 de mai à septembre. En 2014 et 2015, une autre diatomée (*Thalassiosira levanderi*) s'est développée, préférant les milieux riches du printemps. Ponctuellement, comme en juin 2013 et en avril 2015, le genre *Chaetoceros* sp. (CHAE) peut dominer le peuplement phytoplanctonique du printemps.

Enfin, la population automnale est, selon les années, de nouveau dominée par les diatomées *Skeletonema costatum* (SKELCOS) (en 2012, 2013 et 2015), ou *Leptocylindrus* sp. (LEPT) (en 2011).

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 des baies ».

HC03

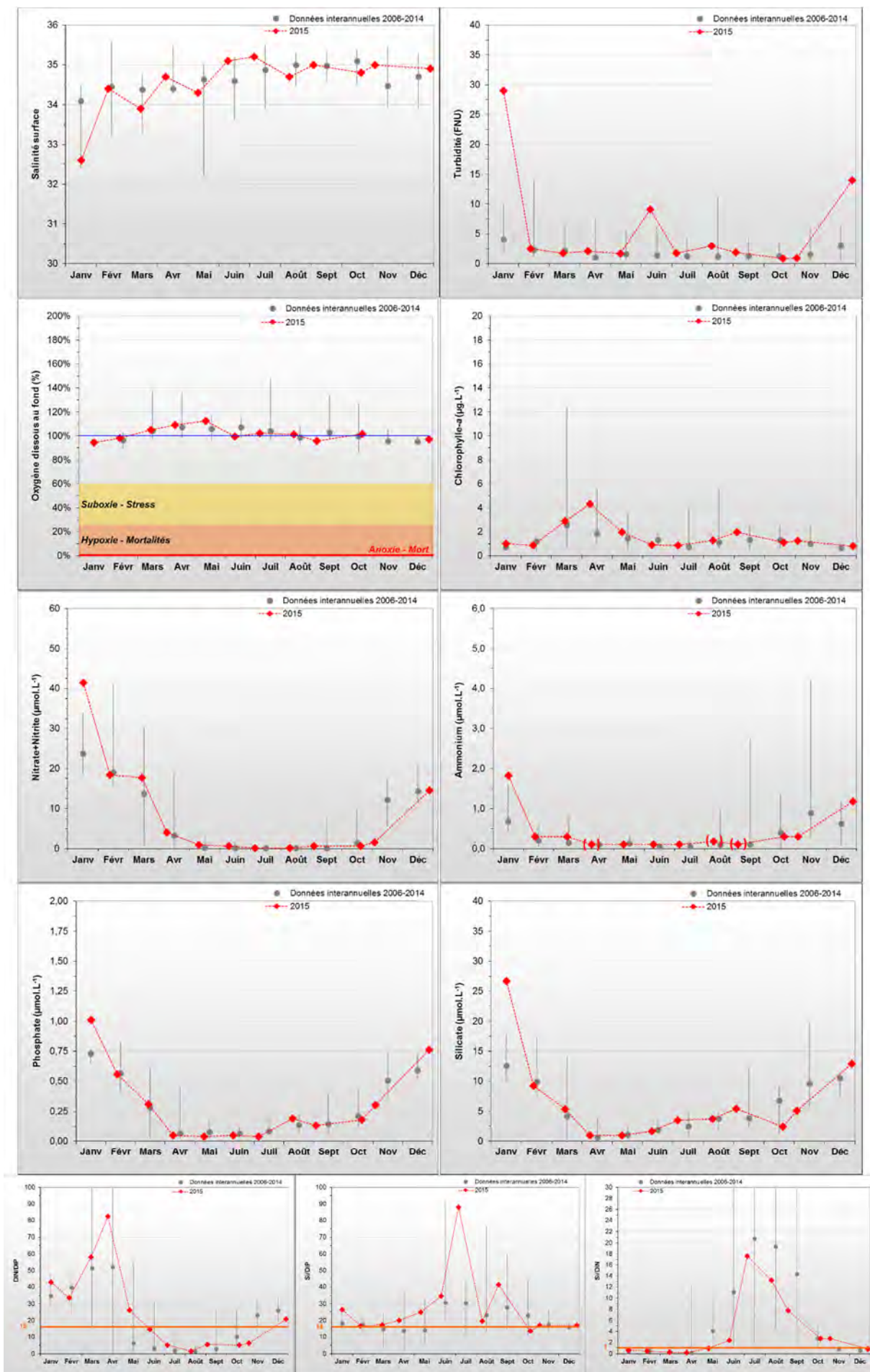


Figure 22 : Évolution des paramètres à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦♦) Données douteuses.

III.2.4.2 Coudeville 1 mille 2006-2015

SYNTHÈSE COUDEVILLE 1 MILLE : Ce point 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 au Nord (Le Goff *et al.*, 2005), et dans une zone de production conchylicole.

Avec des stocks hivernaux très faibles vraisemblablement alimentés par la dessalure de janvier 2015, le **cycle des nutriments paraît classique**. Globalement la biomasse observée a été très faible, et vraisemblablement limitée par l'épuisement des stocks en nitrate + nitrite de juillet à octobre 2015. Une espèce de diatomée a été en état de bloom en avril, dépassant le seuil de 1 000 000 cellules par litre. Les relevés d'oxygène dissous au fond ont montré un milieu correctement oxygéné.

Le risque d'eutrophisation est donc très faible sur ce point.

HC03

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,6	34,6	Dessalure maximale : 32,6
Turbidité	2,8 FNU	5,7 FNU	Maximum : 29,0 FNU
Oxygène dissous fond	104,1 %	101,4 %	Minimum : 94,3 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	7,2 µM	8,4 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 29,9 µM
Ammonium	0,35 µM	0,41 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,06 µM
Phosphate	0,27 µM	0,30 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,78 µM
Silicate	5,4 µM	6,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 18,0 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (mars-avril) Carence N (juillet-octobre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	1,6 µg/L	1,6 µg/L	Pic printanier : 4,3 µg/L Pic fin d'été : 2,0 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Skeletonema sp.</i> 1 197 500 cell/L 10/04/15
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Très faible

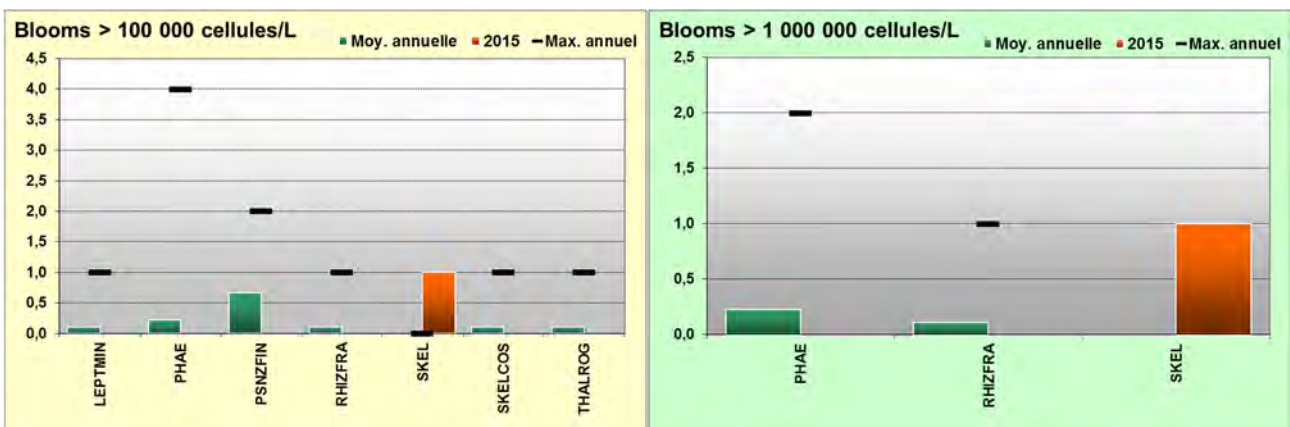


Figure 23 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Coudeville 1 mille entre 2006-2014 et nombre de blooms en 2015.

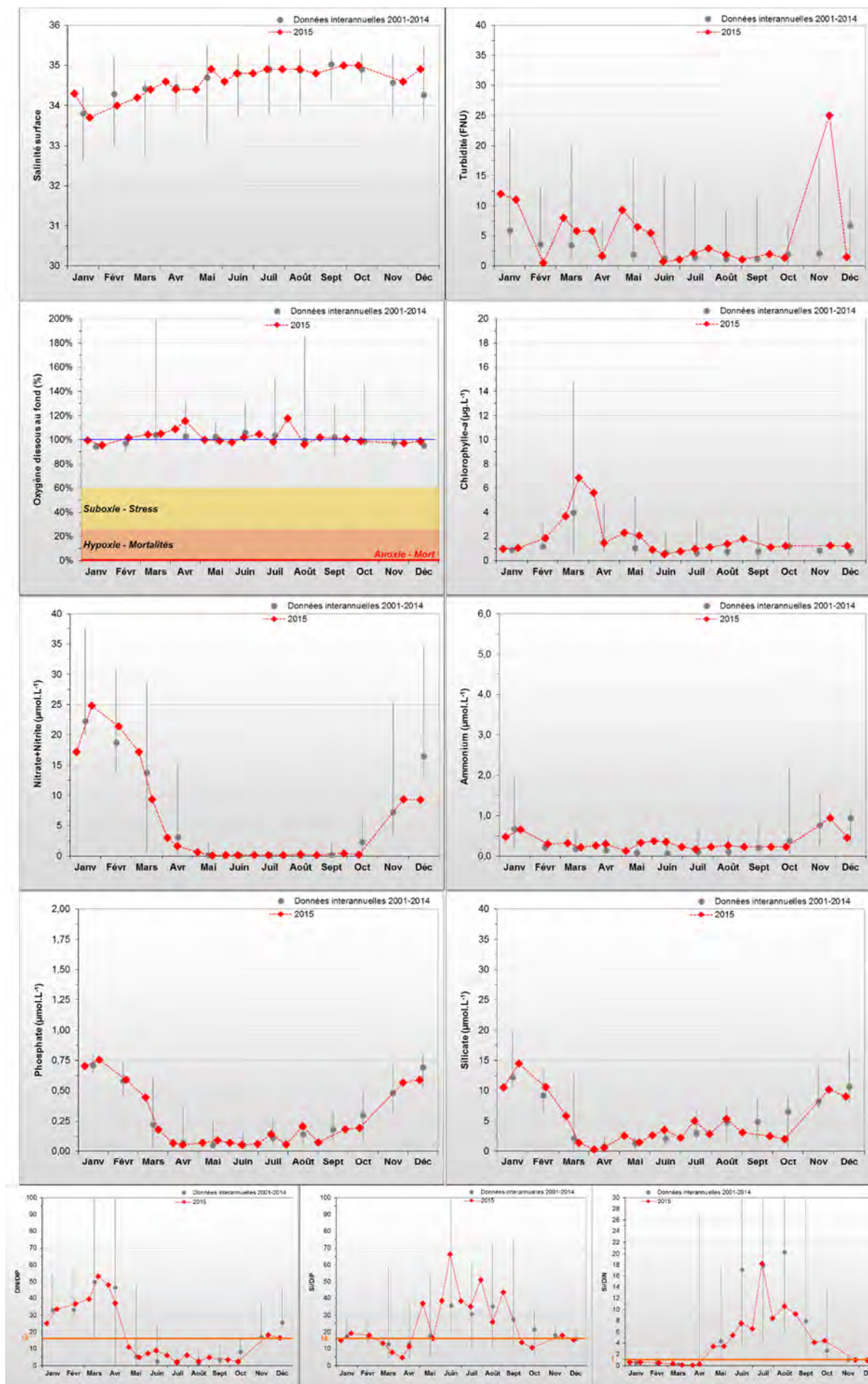


Figure 24 : Évolution des paramètres à Pointe Agon Sud entre 2001 et 2015 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL). Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2014 (gris) et résultats 2015 (♦).

III.2.4.3 Pointe Agon Sud 2001-2015

SYNTHESE POINTE AGON SUD : Bien qu'étant directement sous l'influence du panache de la *Sienna* (havre de Régneville) et indirectement du havre de la Vanlée au Sud, ce point ne connaît que des dessalures modérées, et sa turbidité reste faible.

Avec des stocks hivernaux très faibles, le **cycle des nutriments paraît classique**. Globalement la biomasse observée a été très faible, et vraisemblablement limitée par l'épuisement des stocks en nitrate + nitrite de mai à octobre 2015. Une espèce de diatomée a été observée en état de bloom en mars 2015, dépassant le seuil de 1 000 000 cellules par litre. Les relevés d'oxygène dissous au fond ont montré un milieu correctement oxygéné.

Le risque d'eutrophisation est donc faible sur ce point.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,6	34,6	Dessalure maximale : 33,7
Turbidité	3,4 FNU	5,6 FNU	Maximum : 25,0 FNU
Oxygène dissous fond	104,9 %	101,2 %	Minimum : 95,3 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	6,0 µM	6,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 21,2 µM
Ammonium	0,33 µM	0,36 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,43 µM
Phosphate	0,26 µM	0,30 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,66 µM
Silicate	5,1 µM	5,4 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 11,6 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (mars-avril) Carence N (mai-octobre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,5 µg/L	1,8 µg/L	Pic printanier : 6,9 µg/L Pic fin d'été : 1,8 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Skeletonema sp.</i> 1 691 200 cell/L 23/03/15
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

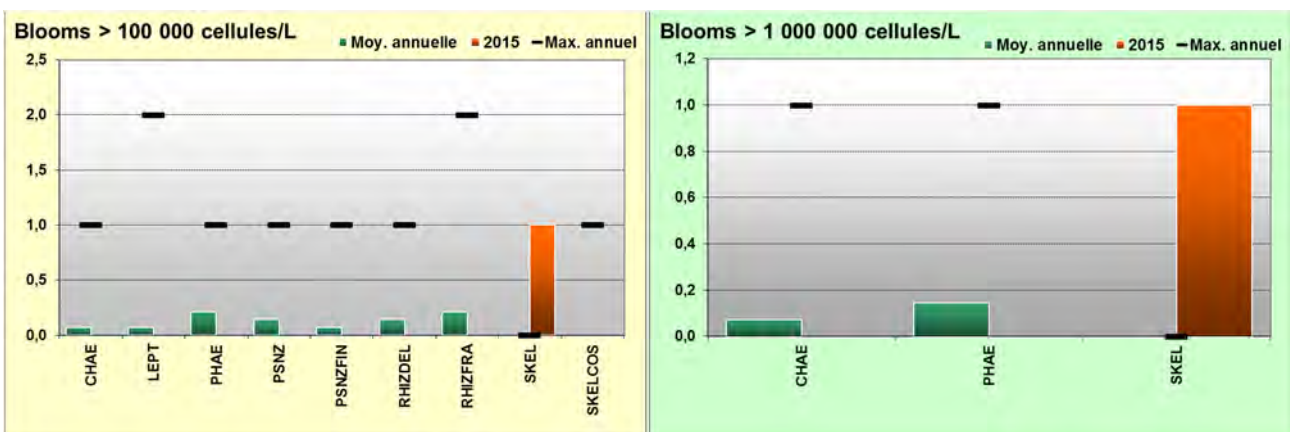


Figure 25 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Pointe Agon Sud entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.

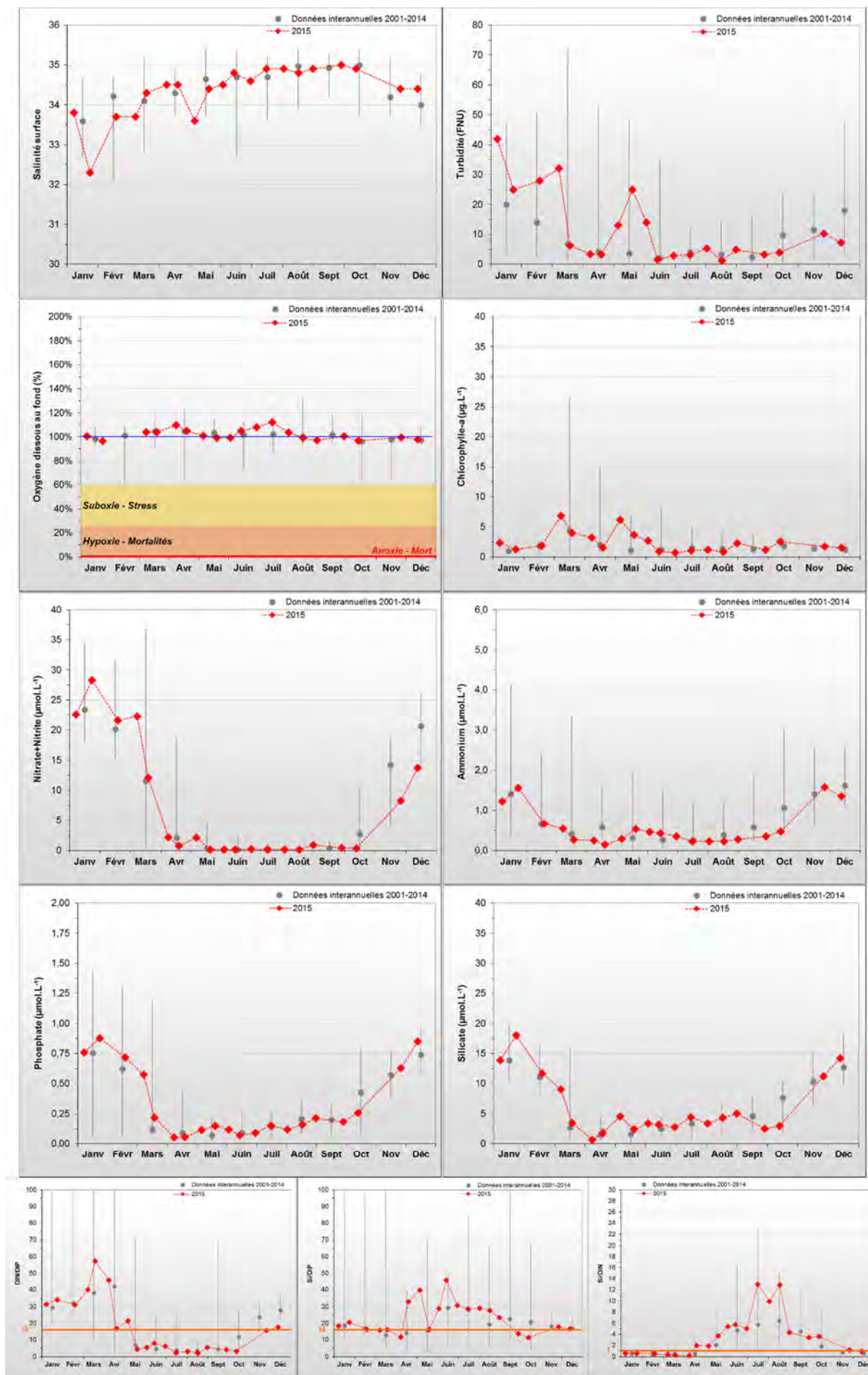


Figure 26 : Évolution des paramètres à Pirou Bergerie Sud entre 2001 et 2015 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL). Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2014 (gris) et résultats 2015 (♦).

III.2.4.4 Pirou Bergerie Sud 2001-2015

SYNTHESE PIROU BERGERIE SUD : Comme à « Pointe Agon Sud », ce point est directement sous l'influence de havres (de Geffosse et de Lessay), mais ne connaît que des dessalures modérées, et sa turbidité reste faible malgré quelques pics.

Avec des stocks hivernaux très faibles vraisemblablement alimentés par la dessalure de janvier 2015, le **cycle des nutriments paraît classique**. Un pic de biomasse a été observé début mars, mais la biomasse observée a été en moyenne faible, et vraisemblablement limitée par l'épuisement des stocks en azote de mai à octobre 2015. Une espèce de diatomée a été en état de bloom en avril 2015, mais ne dépassant pas le seuil de 1 000 000 cellules par litre. Les relevés d'oxygène dissous au fond ont en outre montré un milieu correctement oxygéné.

Le risque d'eutrophisation est donc faible sur ce point.

HC03

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,5	34,3	Dessalure maximale : 32,3
Turbidité	9,2 FNU	11,9 FNU	Maximum : 42,0 FNU
Oxygène dissous fond	101,0 %	101,5 %	Minimum : 96,5 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	6,5 µM	7,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 23,5 µM
Ammonium	0,79 µM	0,64 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,02 µM
Phosphate	0,30 µM	0,37 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,77 µM
Silicate	5,6 µM	6,8 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 13,8 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (mars-avril) Carence N (mai-octobre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	2,1 µg/L	2,3 µg/L	Pic printanier : 6,8 µg/L Pic fin d'été : 2,6 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Skeletonema sp.</i> 530 900 cell/L 09/04/15
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

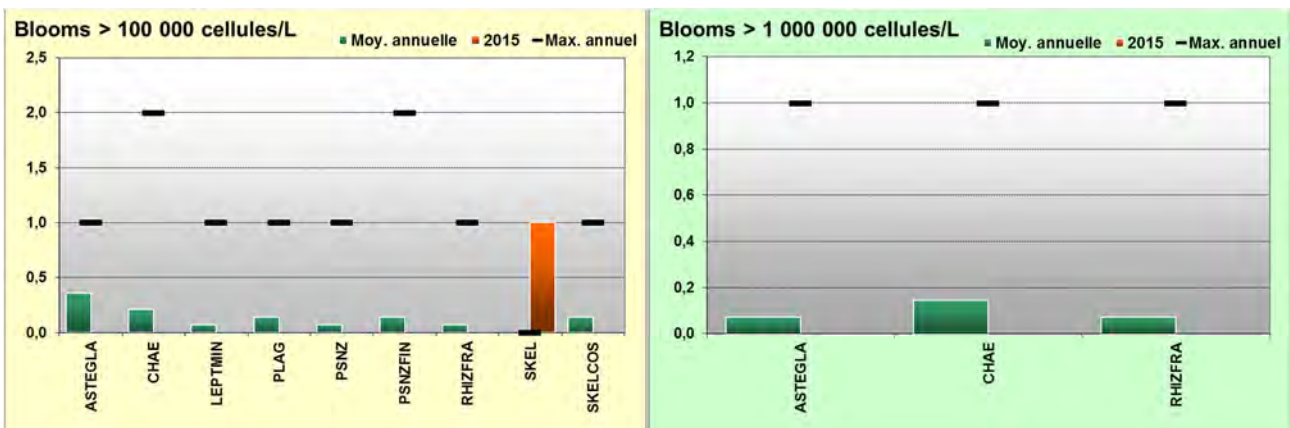


Figure 27 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Pirou Bergerie Sud entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.

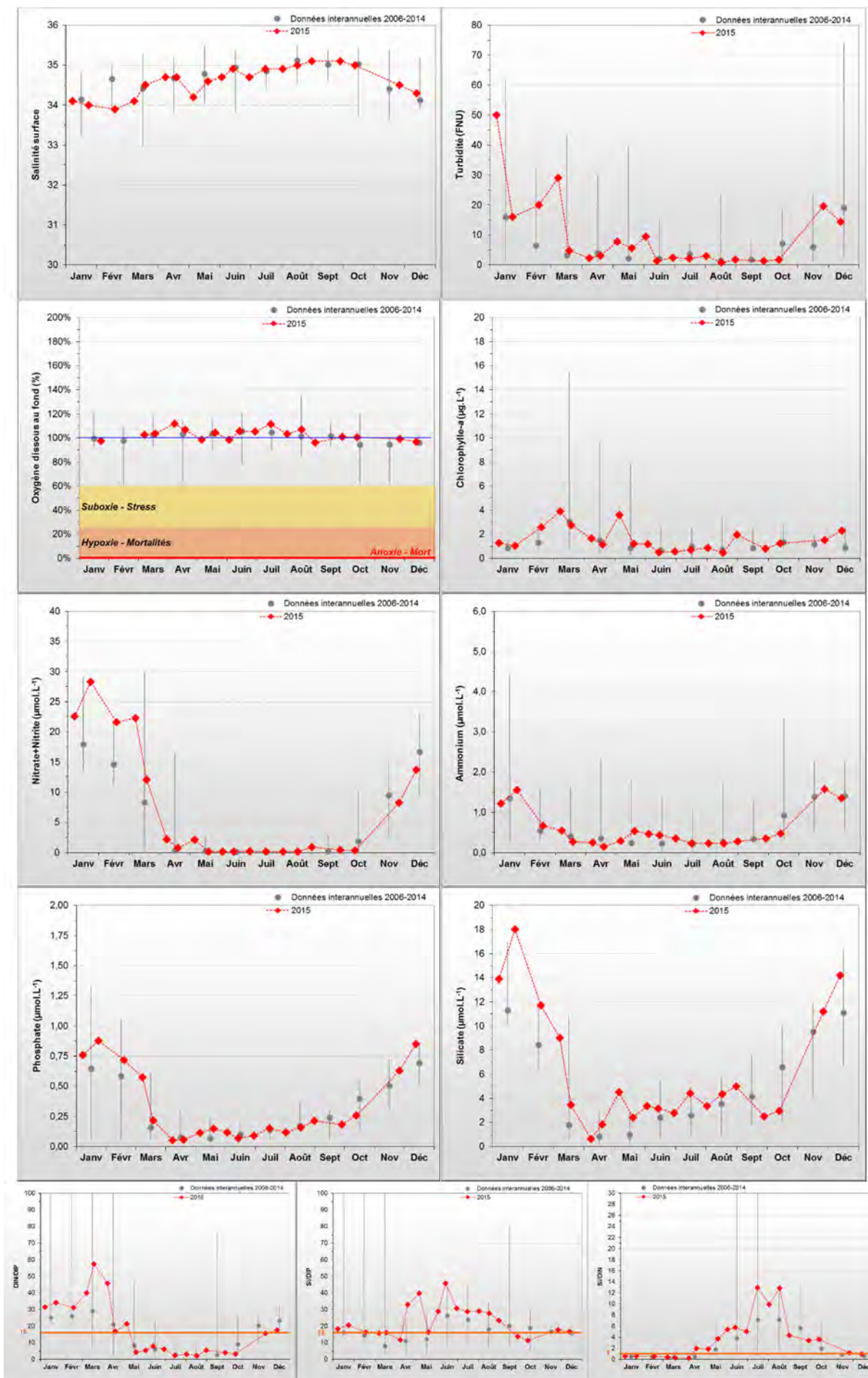


Figure 28 : Évolution des paramètres à Denneville entre 2006 et 2015 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL). Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2014 (gris) et résultats 2015 (♦).

III.2.4.5 Denneville 2006-2015

SYNTHÈSE DENNEVILLE : Ce point peut être impacté indirectement par le panache du havre de Lessay plus au Sud (Le Goff *et al.*, 2005). Aussi cette station ne connaît que des dessalures faibles, et sa turbidité reste faible malgré quelques pics avec des données similaires à « Pirou Bergerie Sud ».

Avec des stocks hivernaux très faibles, le **cycle des nutriments paraît classique**. Un pic de biomasse a été observé début mars, mais la biomasse observée a été en moyenne faible, et vraisemblablement limitée par l'épuisement des stocks en azote de mai à octobre 2015. Une espèce de diatomée a été en état de bloom en avril 2014, sans dépasser toutefois le seuil de 1 000 000 cellules par litre. Les relevés d'oxygène dissous au fond ont en outre montré un milieu correctement oxygéné.

Le risque d'eutrophisation est donc faible sur ce point.

HC03

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,7	34,7	Dessalure maximale : 33,9
Turbidité	8,4 FNU	7,9 FNU	Maximum : 50,0 FNU
Oxygène dissous fond	101,0 %	102,1 %	Minimum : 96,0 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	5,3 µM	4,8 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 23,5 µM
Ammonium	0,72 µM	0,61 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,02 µM
Phosphate	0,28 µM	0,30 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,77 µM
Silicate	4,7 µM	5,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 13,8 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Léger excès N (mars-avril) Carence N (mai-octobre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,6 µg/L	1,7 µg/L	Pic printanier : 3,9 µg/L
			Pic fin d'été : 2,0 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Skeletonema sp.</i> 351 400 cell/L 09/04/15
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

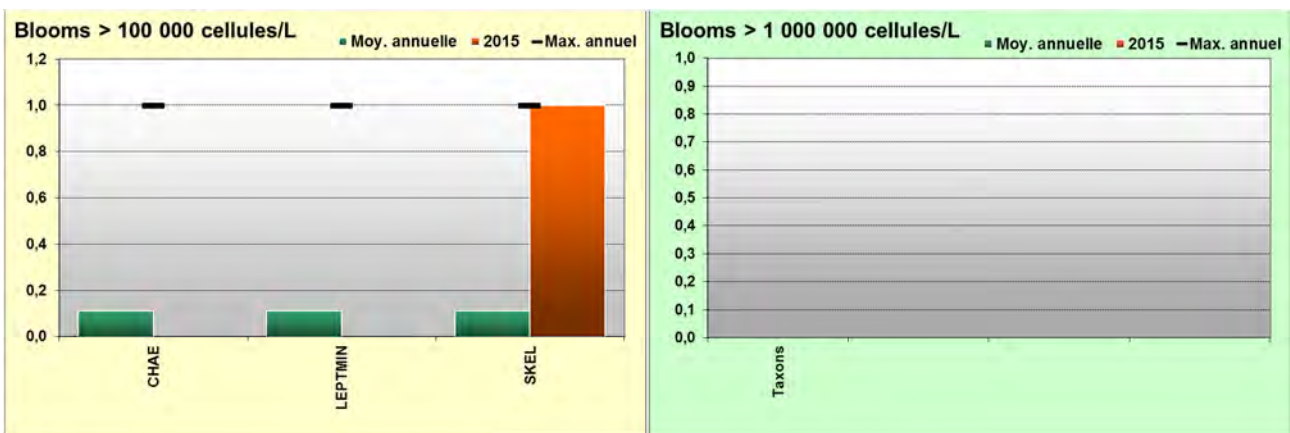


Figure 29 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Denneville entre 2006-2014 et nombre de blooms en 2015.



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

Depuis 2007, le point « Dielette » est le point d'observation de la masse d'eau HC04. Afin de disposer de données complémentaires, les points « Barneville » et « Jobourg » sont également étudiés avec l'accord d'AREVA. Ces points sont suivis depuis 2004 dans le cadre du programme COGEMA, et, à ce titre, sont échantillonnés sur 9 mois, excluant février, novembre et décembre, et certains paramètres (turbidité, oxygène dissous au fond) ne sont pas mesurés. Il est en outre à noter que le point Barneville se situe légèrement à l'extérieur de la masse d'eau HC04.

SYNTHESE HCO4 : La masse d'eau HC04 présente une très forte composante hydrodynamique, facteur d'homogénéisation horizontale et verticale des paramètres suivis. Le point « Barneville », le plus au Sud, est un point intermédiaire qui conserve des caractéristiques rencontrées dans la masse d'eau HC03, tout en étant influencé par l'hydrodynamique.

Les cycles de nutriments observés en ces trois points diffèrent de ceux des masses d'eau de la côte ouest Cotentin, notamment du fait de l'absence de période prolongée d'épuisement en azote. Le stock hivernal en nutriments est similaire à celui rencontré dans les eaux ouvertes de la Manche. Ainsi, le silicium est l'élément le moins abondant, l'azote et le phosphore étant présent en relatif équilibre presque toute l'année.

Le cycle des nutriments observé dans la masse d'eau HC04 est donc atypique, car non impacté par des recharges terrigènes, mais sans déséquilibre entre l'azote et le phosphore.

La biomasse reste très faible (environ 1 µg/L en moyenne interannuelle), car limitée principalement par l'hydrodynamique. Le phytoplancton est largement dominé par des diatomées et présente les caractéristiques des peuplements des eaux ouvertes de la Manche. En 2015, deux espèces ont été en état de bloom : *Skeletonema costatum* en mars à « Barneville », et *Guinardia delicatula* en juin et « Jobourg ». Les lectures de flores totales font apparaître, comme pour les autres années, une dominance de l'espèce *Skeletonema costatum* de l'hiver au printemps, puis de la famille des *Rhizosoleniaceae* de mai à septembre sur « Barneville » et « Jobourg ».

Le risque d'eutrophisation dans cette masse d'eau est donc très faible.

HC04

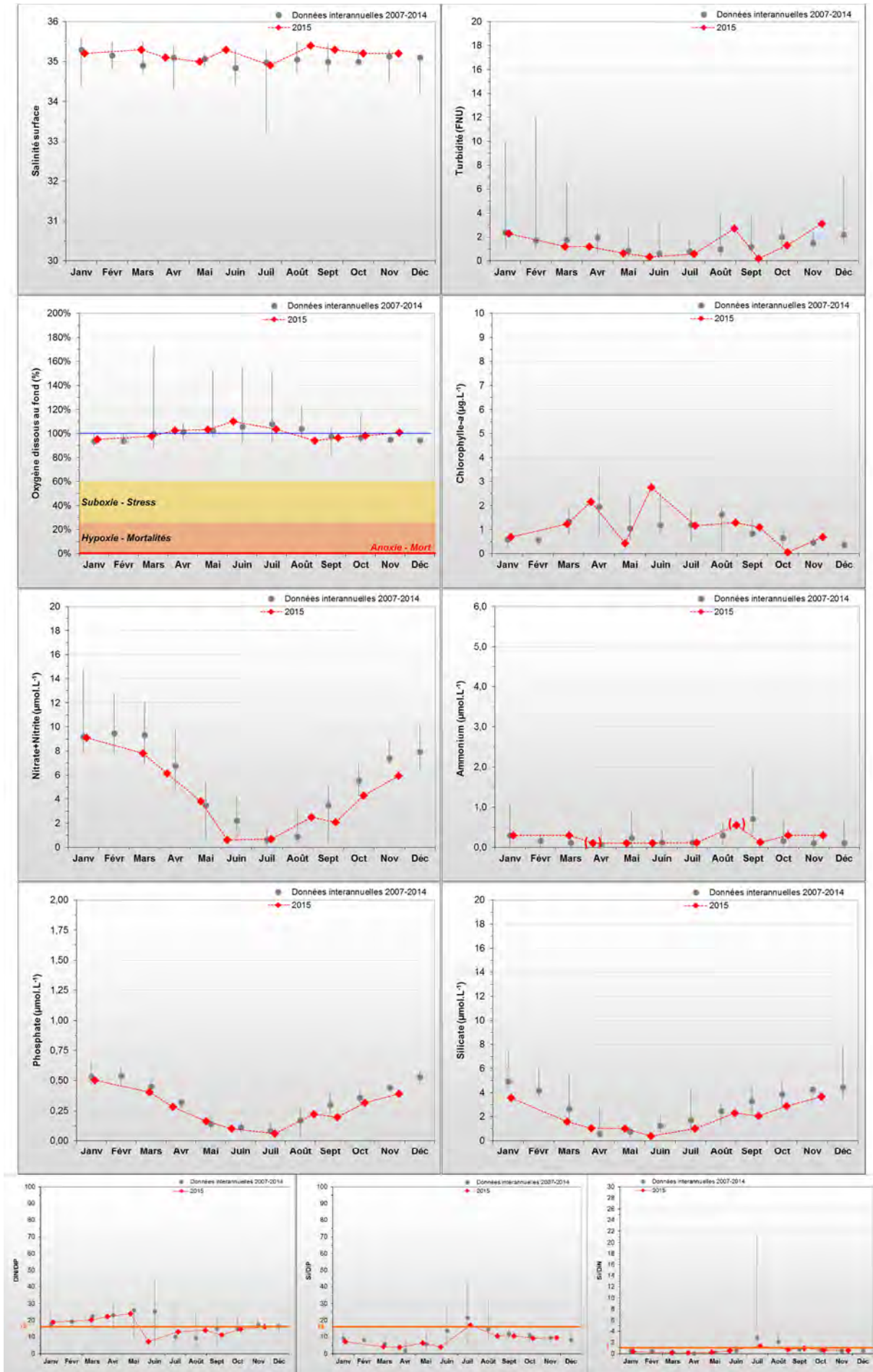


Figure 30 : Évolution des paramètres à Dielette entre 2007 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

III.2.5.1 Dielette 2007-2015

SYNTHESE DIELETTE : Ce point est situé dans une zone à l'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 et en automne, et plus fraîche au printemps et en été que le point « Denneville » situé plus au sud.

Ainsi, cette station ne présente pas de dessalures, une turbidité généralement très faible et des stocks hivernaux similaires à ceux des eaux ouvertes de la Manche. Du fait d'une biomasse très faible avec de faibles pics en 2015 et aucune espèce en état de bloom, ces stocks ne sont pas complètement consommés. De façon globale, le **cycle des nutriments est donc atypique**, et ces résultats tendent à confirmer que le principal facteur responsable du faible développement du phytoplancton sur ce point est l'hydrodynamisme. Enfin, les relevés d'oxygène dissous au fond ont montré un milieu correctement oxygéné.

Le risque d'eutrophisation est donc très faible sur ce point.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	35,0	35,2	Dessalure maximale : 34,9
Turbidité	1,9 FNU	1,4 FNU	Maximum : 3,1 FNU
Oxygène dissous fond	103,4 %	100,2 %	Minimum : 94,2 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	5,3 µM	4,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 9,1 µM
Ammonium	0,26 µM	0,23 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,30 µM
Phosphate	0,31 µM	0,26 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,50 µM
Silicate	2,8 µM	2,0 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 3,6 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Pas d'excès Pas de carence
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,0 µg/L	1,2 µg/L	Pic printanier : 2,2 µg/L
			Pic fin d'été : 1,3 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Très faible

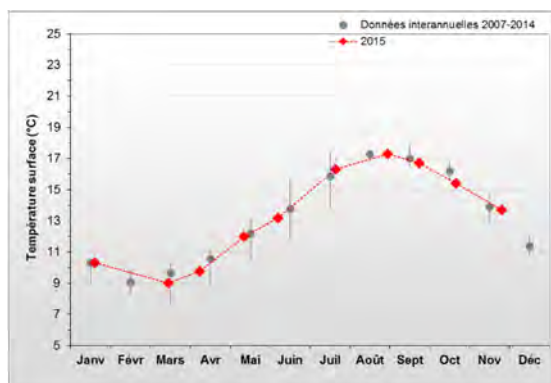


Figure 31 : Évolution de la température dans l'eau à Dielette entre 2007 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2014 (gris) et résultats 2015 (♦).

III.2.5.2 Barneville 2003-2015

SYNTHÈSE BARNEVILLE :

Ce point étant situé plus au sud, son hydrologie et sa biologie sont intermédiaires entre les caractéristiques observées à « Dielette », et celles du nord de la masse d'eau HC03 (point « Denneville »). Cependant, l'hydrodynamisme y est aussi fort, ce qui a pour conséquence des dessalures faibles, une biomasse faible sans pic majeur, mais des espèces peuvent tout de même être en état de bloom, comme *Skeletonema costatum* en mars 2015. Les stocks hivernaux (janvier) en nutriments ont un niveau similaire aux eaux ouvertes de la Manche, et sont consommés de telle sorte que l'azote pourrait être en légère carence fin juin 2015.

De façon générale, le peuplement phytoplanctonique à « Barneville » est dominé par des diatomées : *Skeletonema costatum* en hiver jusqu'au début de printemps, et des *Rhizosolenia sp.* de la mi-printemps à la fin de l'été.

Dans un système contrôlé par l'hydrodynamisme, le cycle des nutriments est donc classique, et le risque d'eutrophisation apparaît très faible sur ce point.

HC04

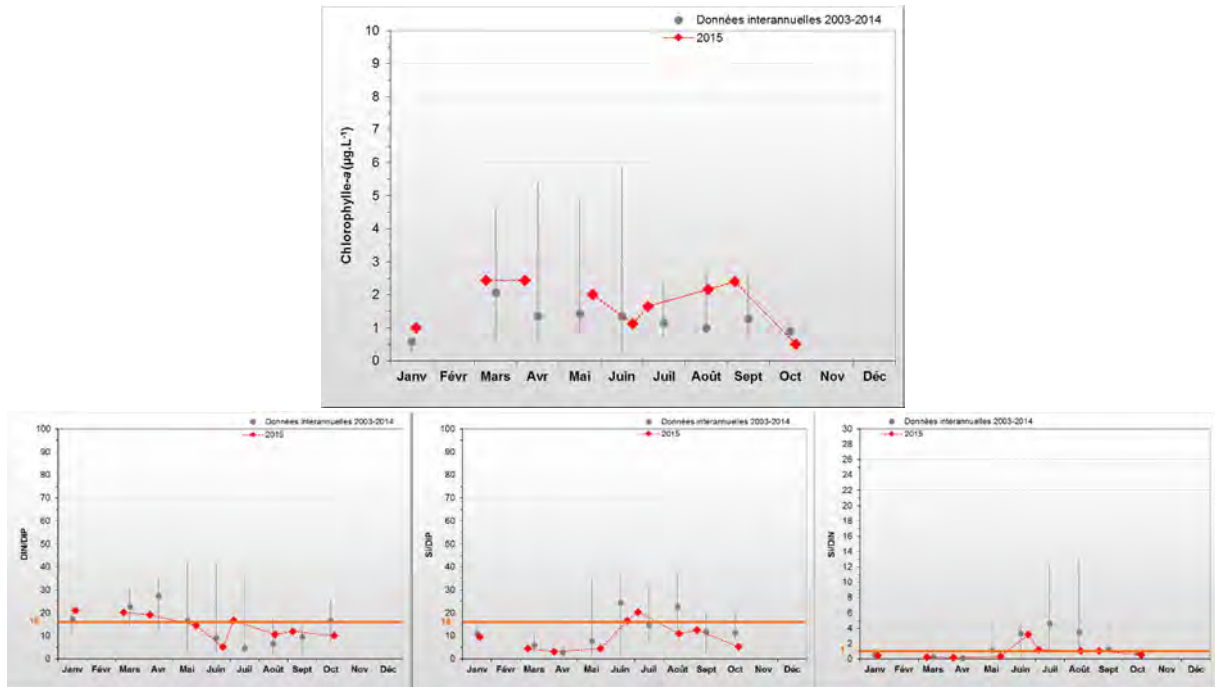


Figure 32 : Évolution des paramètres à Barneville entre 2003 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2014 (gris) et résultats 2015 (♦).

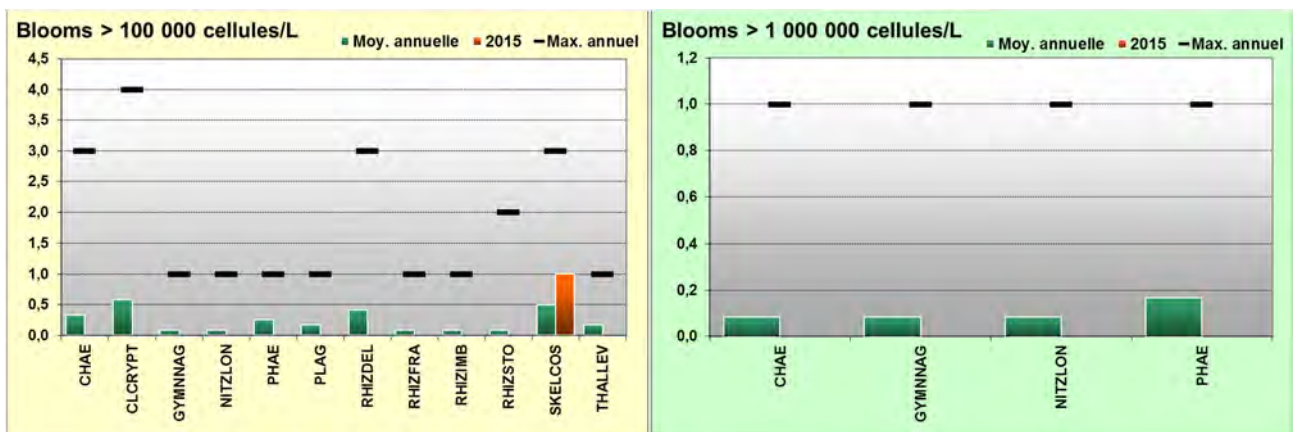
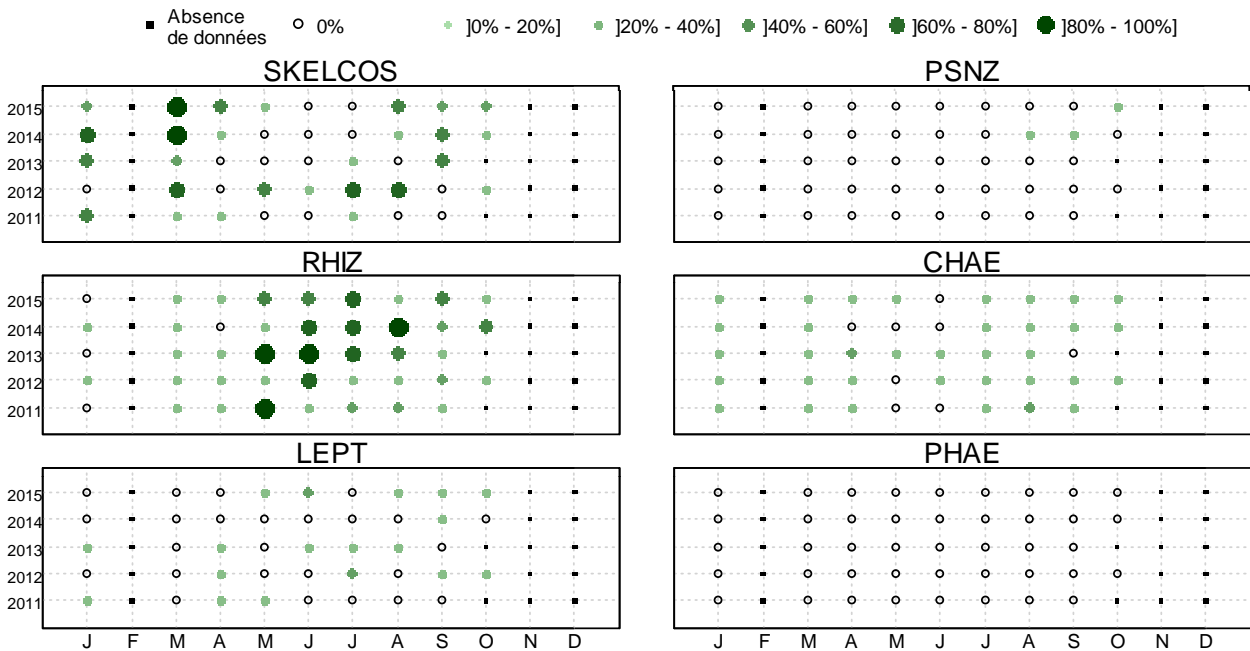


Figure 33 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Barneville entre 2003-2014 et nombre de blooms en 2015.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Barneville »

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



HC04

Figure 34 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année entre 2011 et 2015 sur Barneville. SKELCOS = *Skeletonema costatum*, PSNZ = *Pseudo-nitzschia* sp., RHIZ = *Rhizosolenia* sp., CHAE = *Chaetoceros* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., PHAE = *Phaeocystis*.

Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le peuplement phytoplanctonique est principalement dominé par la diatomée *Skeletonema costatum* (SKELCOS) de l'hiver au printemps (janvier-avril) comme en 2015. La famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) vient ensuite typiquement dominer la population phytoplanctonique entre les mois de mai et septembre. Le peuplement phytoplanctonique observé à « Barneville » est globalement représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

III.2.5.3 Jobourg 2003-2015

SYNTHÈSE JOBOURG : Ce point étant situé plus au nord de la masse d'eau, son hydrologie et sa biologie sont encore plus influencés par l'hydrodynamique, dont les courants peuvent atteindre 12 nœuds au niveau du raz de Jobourg. Ceci qui a pour conséquence l'absence de dessalure, et une biomasse très faible sans pic majeur. Des espèces peuvent tout de même être en état de bloom, comme *Guinardia delicatula* fin juin 2015. Enfin, les stocks de nutriments ne sont pas épuisés et sont proches des niveaux des eaux ouvertes de la Manche, la silice étant l'élément limitant.

De façon générale, le peuplement phytoplanctonique à « Jobourg » est similaire à celui de « Barneville », et est dominé par des diatomées : *Skeletonema costatum* en hiver jusqu'au début de printemps, et des *Rhizosolenia sp.* de la mi-printemps à la fin de l'été.

Dans un système contrôlé par l'hydrodynamisme, le **cycle des nutriments est donc classique**, et le **risque d'eutrophisation apparaît très faible sur ce point.**

HC04

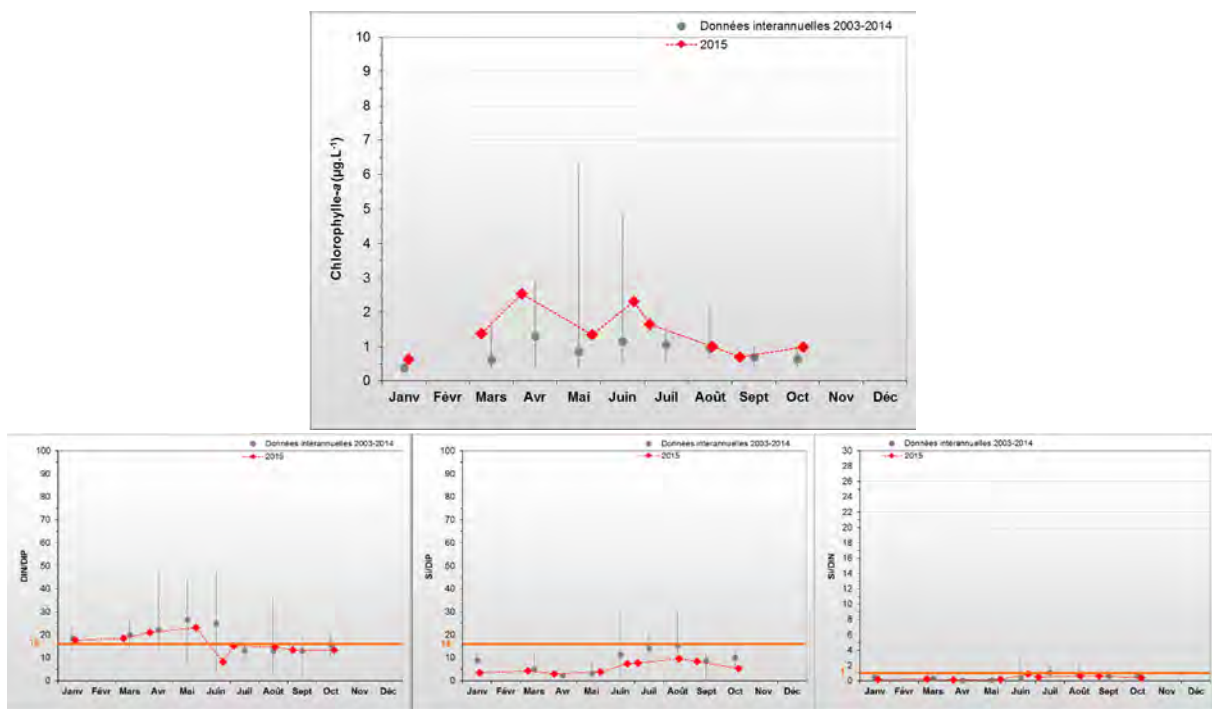


Figure 35 : Évolution des paramètres à Jobourg entre 2003 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2014 (gris) et résultats 2015 (♦).

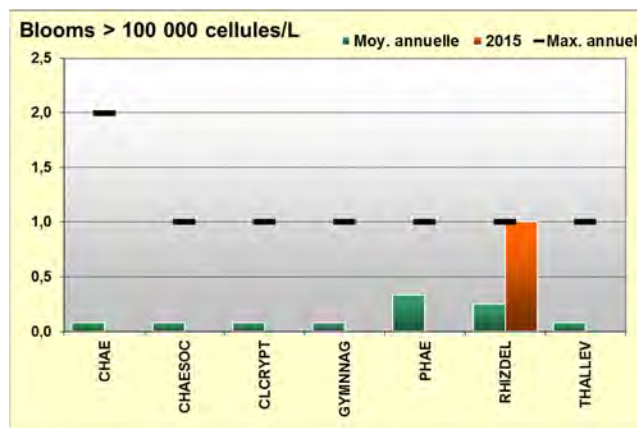


Figure 36 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Jobourg entre 2003-2014 et nombre de blooms en 2015.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Jobourg »

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

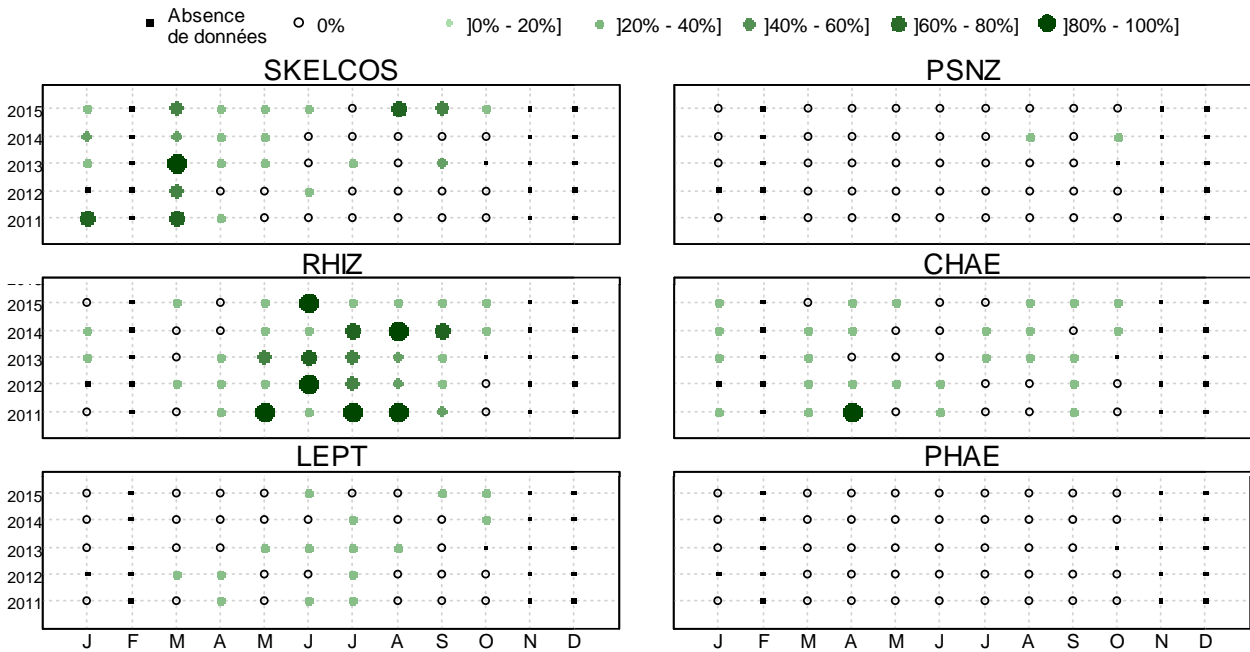


Figure 37 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année entre 2011 et 2014 sur Jobourg. SKELCOS = *Skeletonema costatum*, PSNZ = *Pseudo-nitzschia* sp., RHIZ = *Rhizosolenia* sp., CHAE = *Chaetoceros* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., PHAE = *Phaeocystis*.

L'évolution temporelle des principales espèces, met en évidence une similarité des résultats entre les points « Barneville » et « Jobourg », avec la dominance de la diatomée *Skeletonema costatum* (SKELCOS) de l'hiver au printemps mais de façon beaucoup moins marquée en 2015, suivie de la dominance des diatomées de la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) entre mai et septembre, excepté en 2015 où elle s'est limitée à juin et où l'espèce *Skeletonema costatum* est redevenue dominante en août et septembre.

D'autres taxons potentiellement nuisibles à l'environnement ont pu être rencontrés de manière ponctuelle : *Chaetoceros* sp. en avril 2011. Ces taxons n'ont pas été rencontrés en 2015.

HC04

HC60

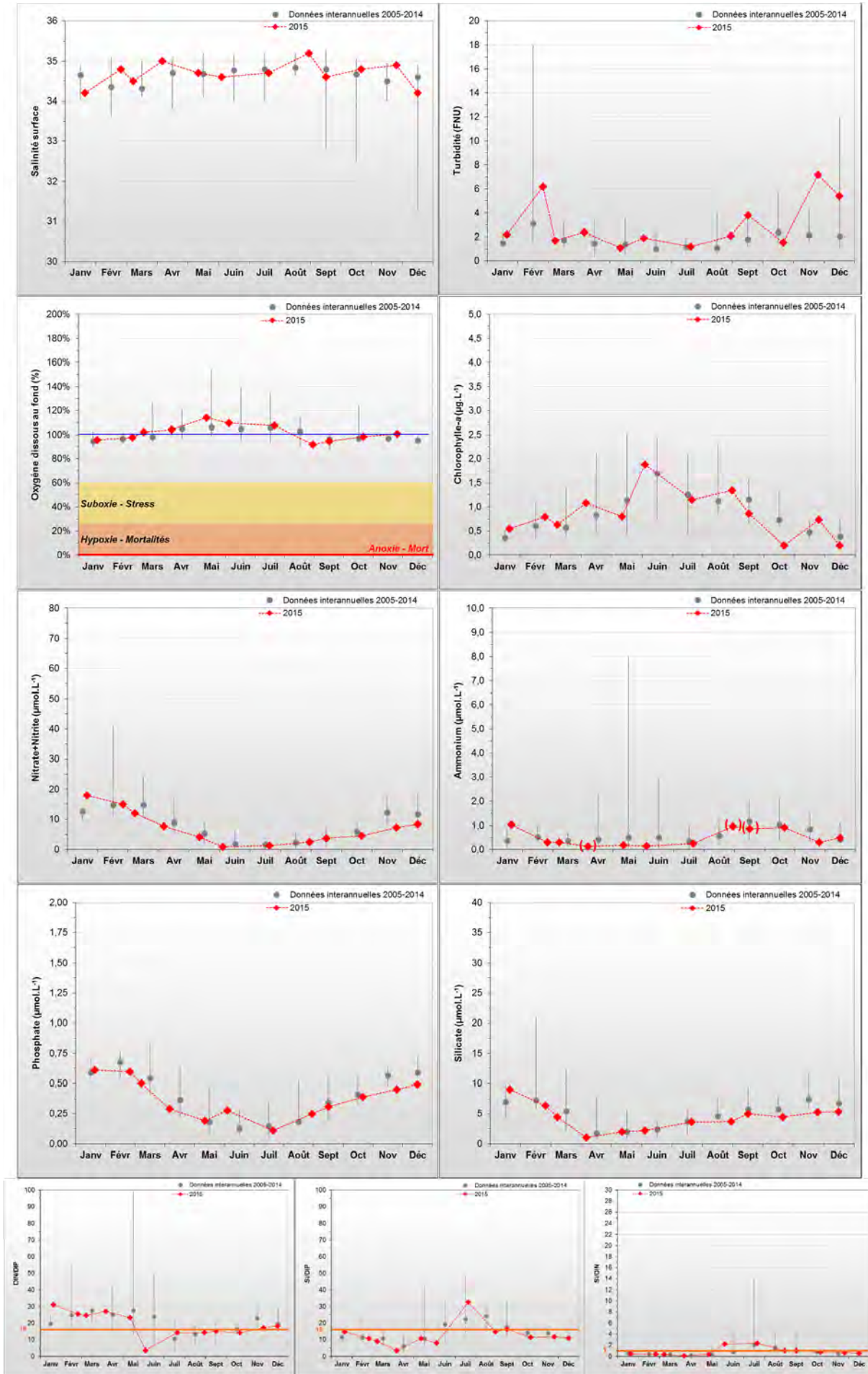


Figure 38 : Évolution des paramètres à Digue de Querqueville entre 2005 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

III.2.6 Masse d'eau HC60 (Digue de Querqueville 2005-2015)

SYNTHESE HC61:

Le point « Digue de Querqueville » a été jugé représentatif de la masse d'eau HC61, car il permet d'observer l'écosystème à l'exutoire de la zone portuaire. En effet, les courants de marée y sont complexes du fait de la conformation des aménagements portuaires, créant des zones confinées ou au contraire des zones d'accélération des courants déjà forts dans les eaux du Nord Cotentin, et les apports ou rejets y sont nombreux (Le Goff *et al.*, 2005).

Du fait de la présence de ces apports / rejets, des dessalures modérées peuvent être observées en période de forte pluviosité avec une turbidité faible, ce qui n'a pas été le cas en 2015. Avec des stocks hivernaux très faibles, la biomasse reste très faible, sans espèce en état de bloom, et ces stocks ne sont pas complètement consommés. L'azote est apparu en très léger déficit début juin 2015. De façon globale, le **cycle des nutriments est donc atypique** sur ce point.

Cette masse d'eau présente donc un risque d'eutrophisation très faible.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	34,6	34,7	Dessalure maximale : 34,2
Turbidité	2,1 FNU	3,1 FNU	Maximum : 7,2 FNU
Oxygène dissous fond	103,6 %	101,5 %	Minimum : 91,9 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	7,4 µM	7,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 16,4 µM
Ammonium	0,70 µM	0,49 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,67 µM
Phosphate	0,37 µM	0,37 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,60 µM
Silicate	5,0 µM	4,4 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 7,7 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :	Pas d'excès Léger déficit en N début juin		
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,0 µg/L	0,9 µg/L	Pic printanier : 1,1 µg/L Pic fin d'été : 1,3 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :	Aucun bloom		
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Très faible

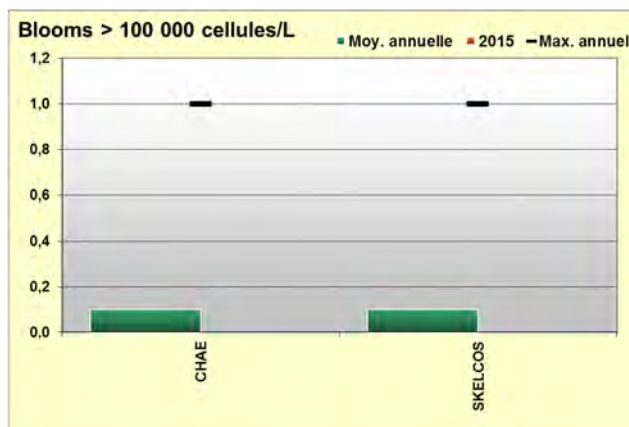


Figure 39 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Digue de Querqueville entre 2005-2014 et nombre de blooms en 2015.

HC08

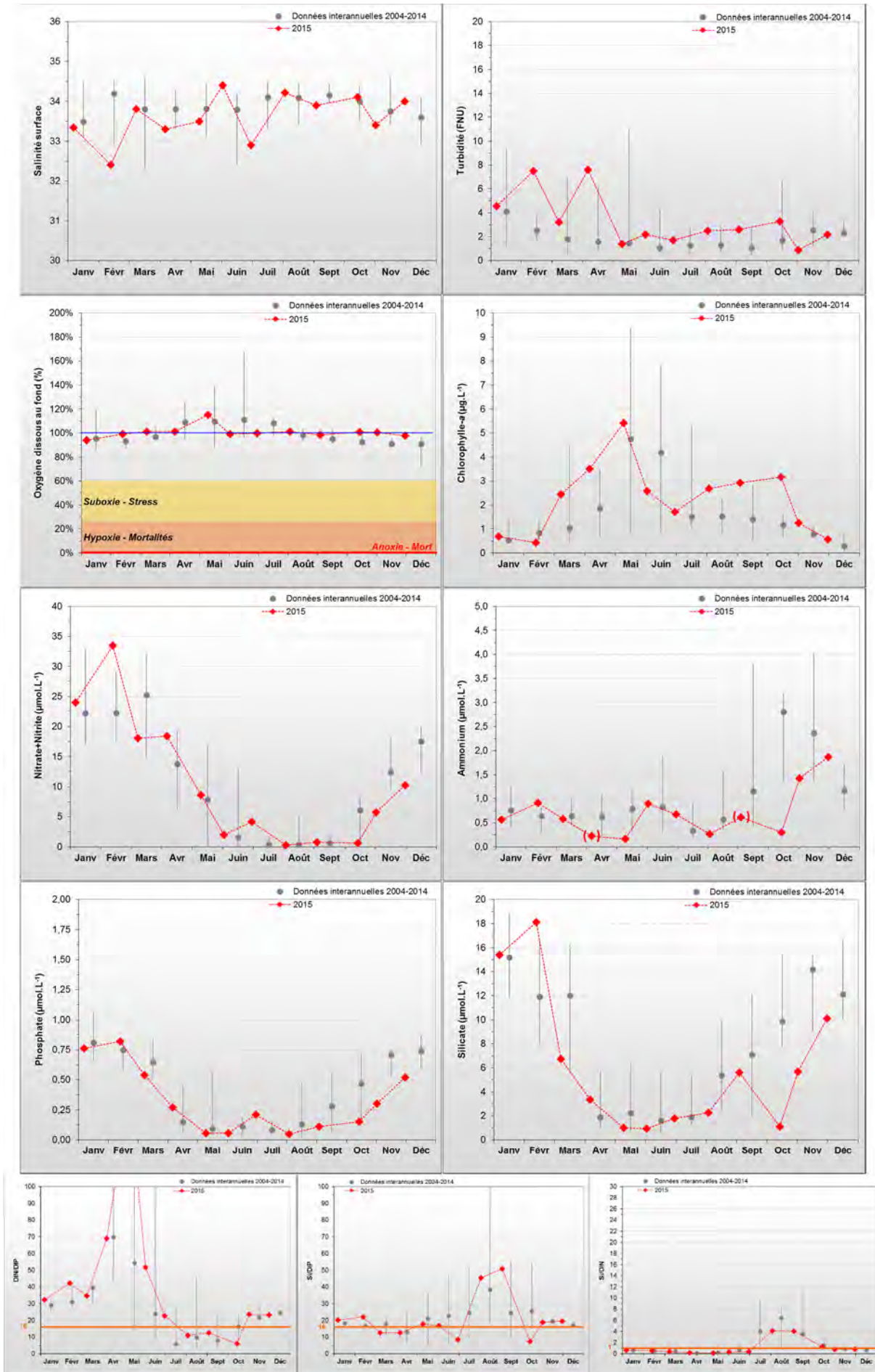


Figure 40 : Évolution des paramètres à Réville 1 mille entre 2004-2006, et 2009-2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2014 (gris) et résultats 2015 (◆). (◆) Données douteuses.

III.2.7 Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2006, 2009-2015)

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

Ainsi, la salinité au point « Réville 1 mille » est en moyenne plus faible que sur la côte Ouest du Cotentin, avec des dessalures et une turbidité faibles. Les stocks hivernaux en nutriments sont faibles, mais ont été rechargés en juillet 2015. Le stock en nutriments n'a pas été totalement consommé en 2015. **Le cycle des nutriments apparaît donc perturbé.** La biomasse est restée globalement faible, aucune desoxygénation de la colonne d'eau n'a été observée, et le nombre d'espèces observées en état de bloom est faible depuis 2008.

Cette masse d'eau présente donc un risque d'eutrophisation faible.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,8	33,6	Dessalure maximale : 32,4
Turbidité	2,2 FNU	3,3 FNU	Maximum : 7,6 FNU
Oxygène dissous fond	102,3 %	100,7 %	Minimum : 93,9 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	9,0 µM	10,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 28,8 µM
Ammonium	1,00 µM	0,71 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,74 µM
Phosphate	0,34 µM	0,32 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,79 µM
Silicate	6,8 µM	6,0 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 16,8 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (avril-juin) Pas de carence
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	2,1 µg/L	2,3 µg/L	Pic printanier : 5,4 µg/L Pic fin d'été : 3,2 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

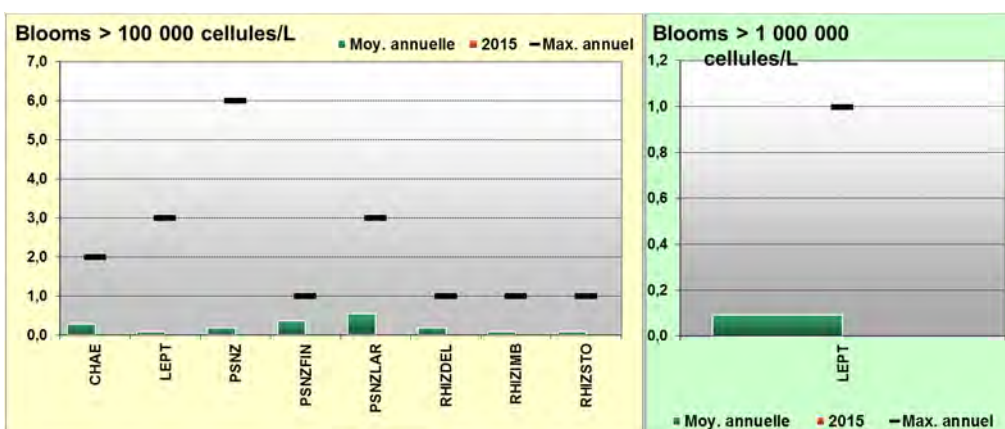


Figure 41 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Réville 1 mille entre 2004-2006 et 2009-2014 et nombre de blooms en 2015.



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

SYNTHESE HC09 :

Le suivi du point « La Hougue » est complété par celui plus récent du point « Gougins », afin d'appréhender au mieux toute la masse d'eau sous influence de la *Saire*, des apports de la baie des Veys où sont installées de nombreux parcs conchylicoles, et périodiquement du panache de la *Seine*, qui peut atteindre la côte est du Cotentin pour se faire emprisonner dans le gyre de Barfleur.

Une forte similarité des résultats entre ces deux points peut être observée, à la biologie près. En effet, les deux points ont une salinité et une turbidité moyennes comparables, et non pas présenté de dessalure ou de pic de turbidité majeurs dans les observations en 2015.

Les stocks hivernaux en nutriments sont du même ordre, et le cycle des nutriments en 2015 est analogue, avec une recharge (notamment en nitrate + nitrite) en février et début juillet. Sur les deux sites un excès en azote peut être observé dans les prélèvements d'avril et mai, et le stock en azote a bien été consommé d'août à octobre. Ainsi, sur les deux points, le **cycle des nutriments apparaît perturbé** en 2015.

La biomasse chlorophyllienne a été faible sur les deux points en 2015, plus forte en moyenne à « Gougins », mais le pic printanier y a été plus faible qu'à « La Hougue ». Aucune espèce phytoplanctonique n'a été observée en état de bloom sur aucun des deux points. Les mesures d'oxygène dissous au fond suggèrent cependant que la colonne d'eau reste correctement oxygénée.

Aussi, le **risque d'eutrophisation dans la masse d'eau HC09 est faible**.

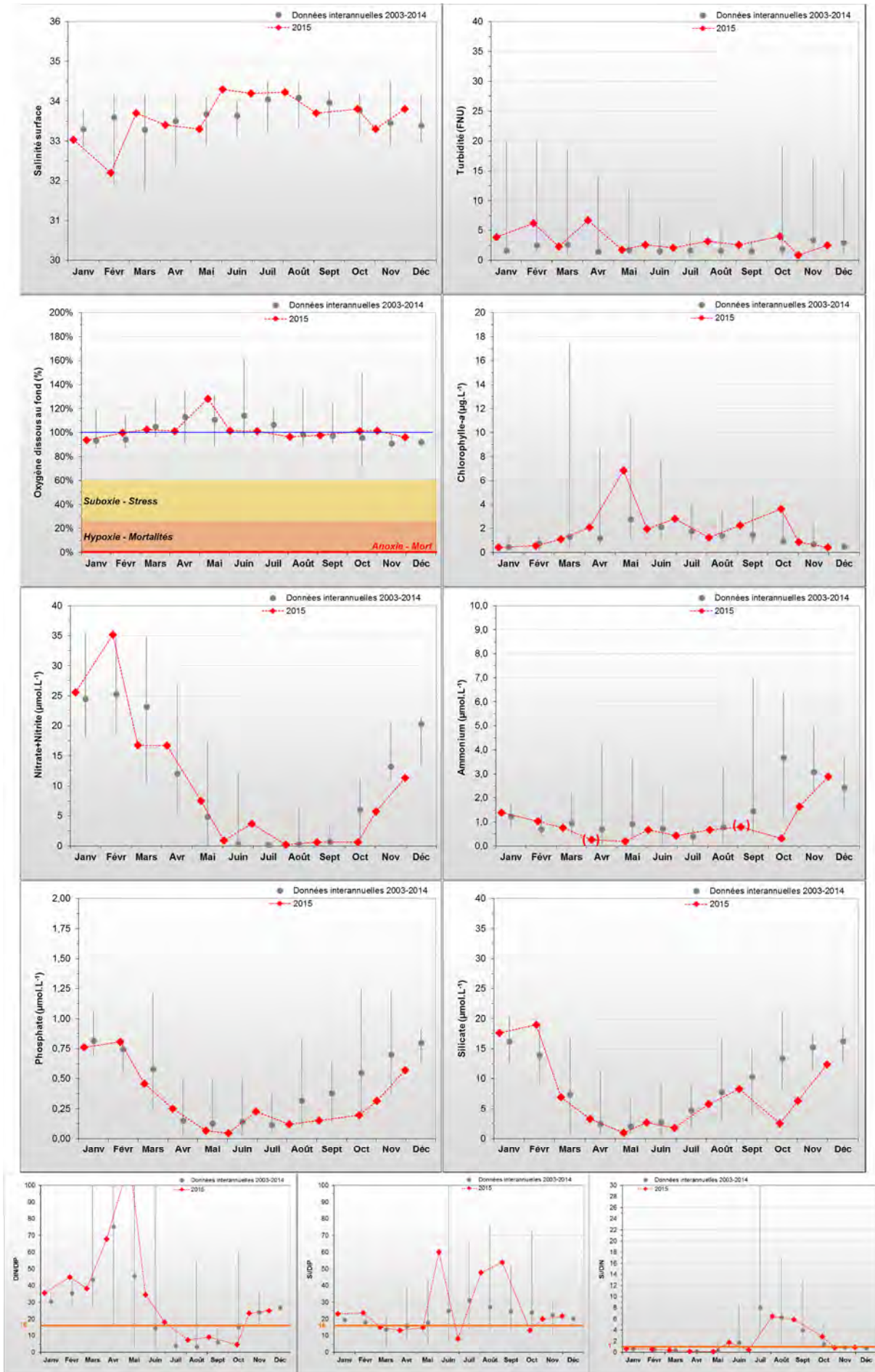


Figure 42 : Évolution des paramètres à La Hougue entre 2003 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

III.2.8.1 La Hougue 2003-2015

SYNTHESE LA HOUGUE :

Au niveau de ce point, la masse d'eau HC09 est soumise aux apports de la *Saire*, dont les variations de débits peuvent être à l'origine de dessalures et de recharges en nutriments. Ainsi, la salinité au point « La Hougue » est en moyenne plus faible que sur la côte ouest du Cotentin, mais les dessalures et la turbidité sont restés faibles en 2015, malgré un pic en février. Comme à « Réville 1 mille », les stocks hivernaux en nutriments sont faibles mais ont été rechargés en février et début juillet 2015. Le stock en azote est ensuite resté faible d'août à octobre. **Le cycle des nutriments apparaît donc perturbé.** La biomasse est restée globalement faible en 2015, aucune desoxygénation de la colonne d'eau n'a été observée, et aucune espèce n'a été observée en état de bloom depuis 2010.

Le risque d'eutrophisation est donc faible sur ce point.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,7	33,6	Dessalure maximale : 32,2
Turbidité	3,0 FNU	3,2 FNU	Maximum : 6,7 FNU
Oxygène dissous fond	105,1 %	101,8 %	Minimum : 93,6 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	8,2 µM	10,4 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 30,4 µM
Ammonium	1,41 µM	0,91 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,20 µM
Phosphate	0,37 µM	0,33 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,78 µM
Silicate	7,9 µM	7,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 18,3 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (avril-mai) Carence N (août-octobre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	2,0 µg/L	2,0 µg/L	Pic printanier : 6,8 µg/L Pic fin d'été : 3,6 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

HC09

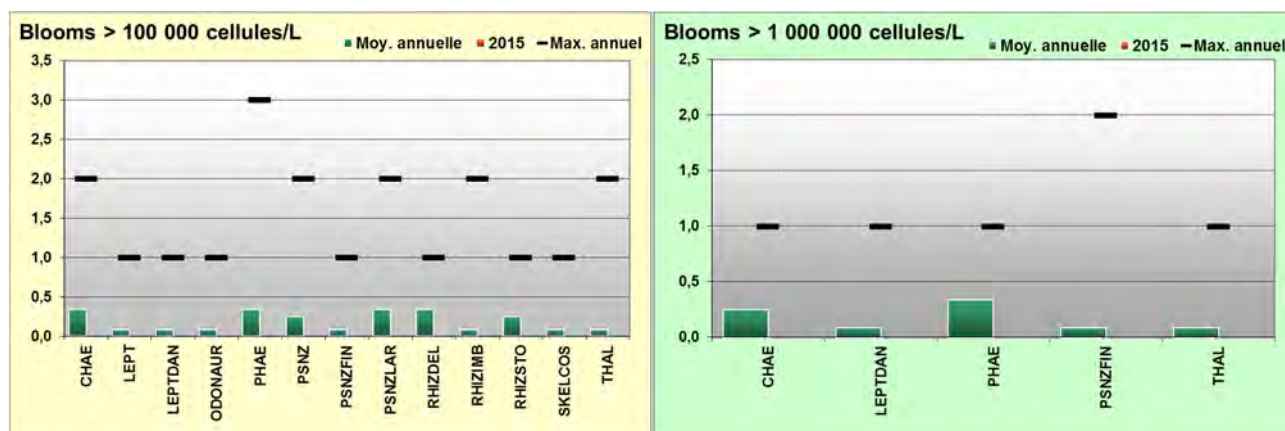


Figure 43 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur La Hougue entre 2003-2014 et nombre de blooms en 2015.

HC09

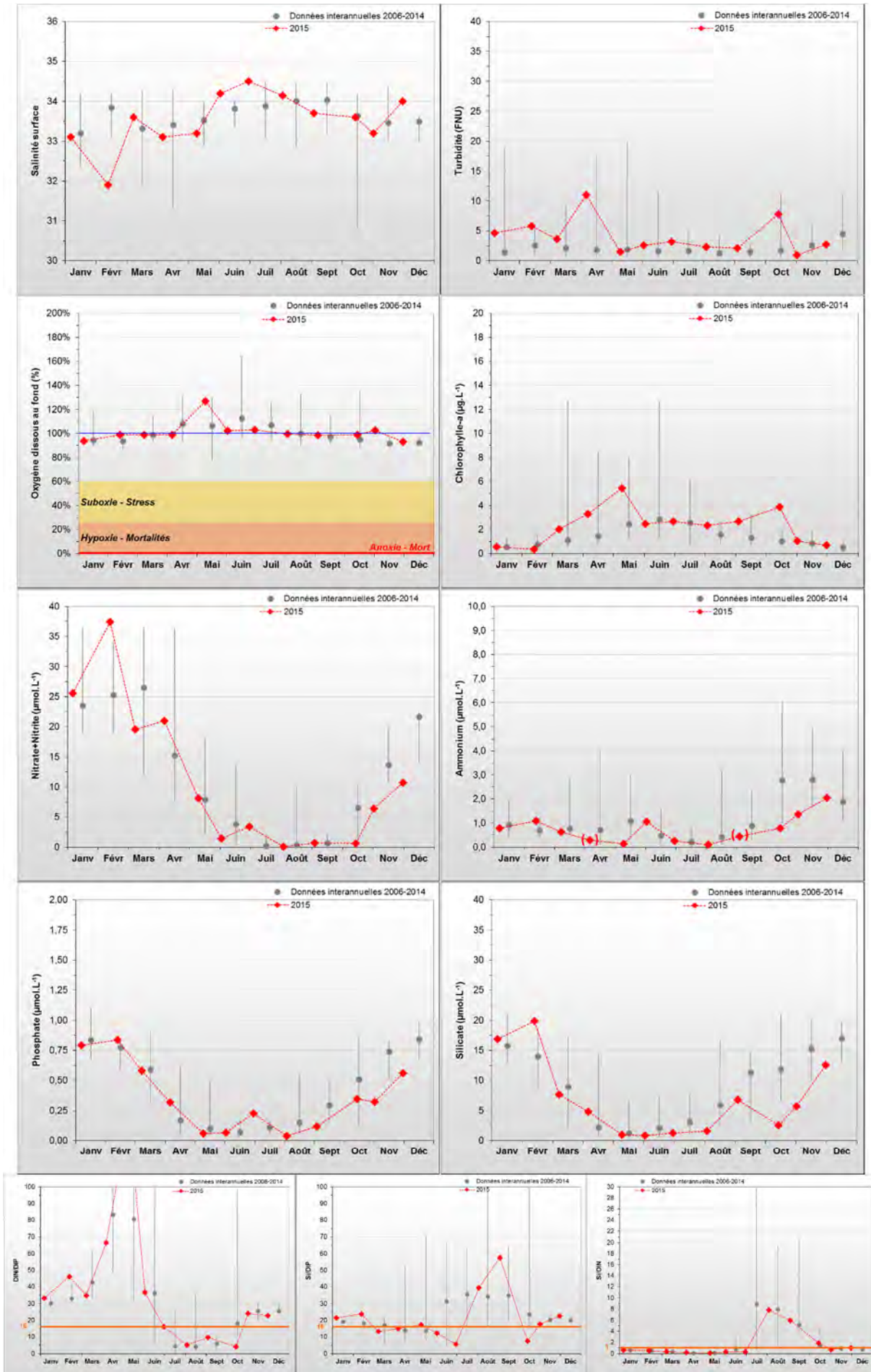


Figure 44 : Évolution des paramètres à Gougins entre 2006 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

III.2.8.2 Gougins 2006-2015

SYNTHESE GOUGINS :

Situé au sud de la masse d'eau HC09, ce point est sous une influence plus directe des courants résiduels de marée en provenance de la baie des Veys que ne l'est le point « La Hougue ». Cependant, la salinité sur ce point est en moyenne similaire à « La Hougue », ainsi que les dessalures et la turbidité qui y sont restés faibles en 2015, malgré un pic en février. Comme à « La Hougue », les stocks hivernaux en nutriments sont faibles mais ont été rechargés en février et début juillet 2015. Le stock en azote est ensuite resté faible d'août à octobre. **Le cycle des nutriments apparaît donc perturbé.** La biomasse est restée globalement faible en 2015, aucune desoxygénation de la colonne d'eau n'a été observée, et aucune espèce n'a été observée en état de bloom.

Le risque d'eutrophisation est donc faible sur ce point.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,6	33,5	Dessalure maximale : 31,9
Turbidité	2,9 FNU	4,0 FNU	Maximum : 11,0 FNU
Oxygène dissous fond	103,4 %	101,2 %	Minimum : 93,0 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	10,8 µM	11,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 31,5 µM
Ammonium	1,17 µM	0,75 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,93 µM
Phosphate	0,38 µM	0,36 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,81 µM
Silicate	8,1 µM	6,8 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 18,4 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (avril-mai) Carence N (août-septembre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	2,1 µg/L	2,3 µg/L	Pic printanier : 5,4 µg/L
			Pic fin d'été : 3,9 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

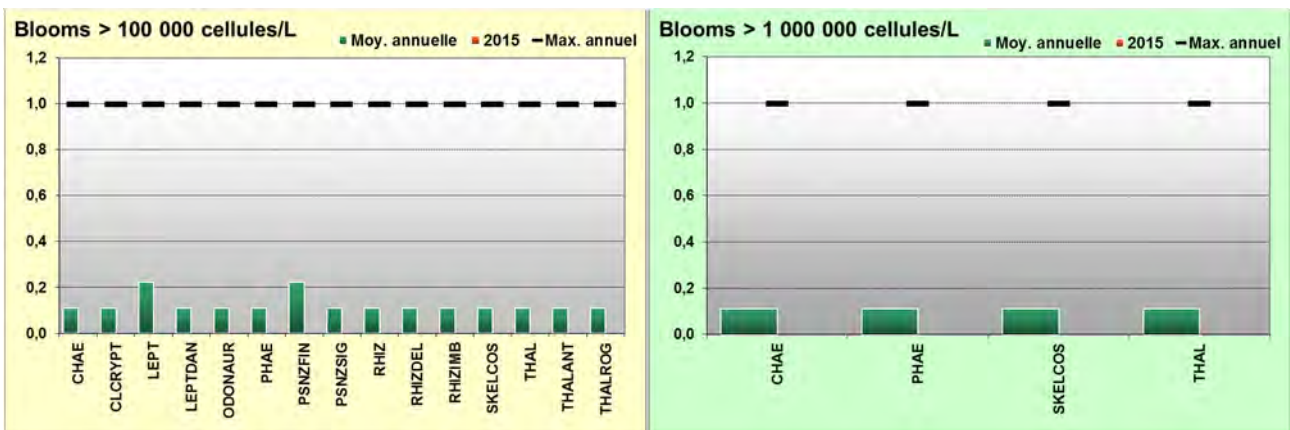


Figure 45 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Gougins entre 2006-2014 et nombre de blooms en 2015.



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

SYNTHESE HC10 :

La baie des Veys est l'exutoire de 4 cours d'eau (*Taute, Vire, Aure, Douve*), drainant un bassin versant de 3 500 km². 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 plus importants à « Roches de Grandcamp », la biomasse chlorophyllienne est en moyenne légèrement plus importante à « Utah » qu'à « Roches de Grandcamp », comme cela a été le cas en 2014. Cela s'explique vraisemblablement par la consommation de phytoplancton par les bivalves en fortes densités au niveau de ce dernier point (élevages ostréicoles). Sur les deux points, un excès d'azote peut être observé d'avril à mai, et des carences potentielles en azote étaient probables pendant tout l'été 2014 à « Utah » et seulement ponctuellement à « Roches de Grandcamp ». Globalement, le **cycle des nutriments apparaît perturbé dans la masse d'eau HC10**.

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 caractérisée par la présence de taxons estuariens. Les mesures d'oxygène dissous au fond suggèrent cependant que la colonne d'eau reste correctement oxygénée.

Aussi, au vue de ces résultats, le **risque d'eutrophisation dans la masse d'eau HC10 est jugé faible à modéré**, car la zone à l'Est régulièrement touchée par des échouages de macroalgues mixtes (vertes, brunes, rouges).

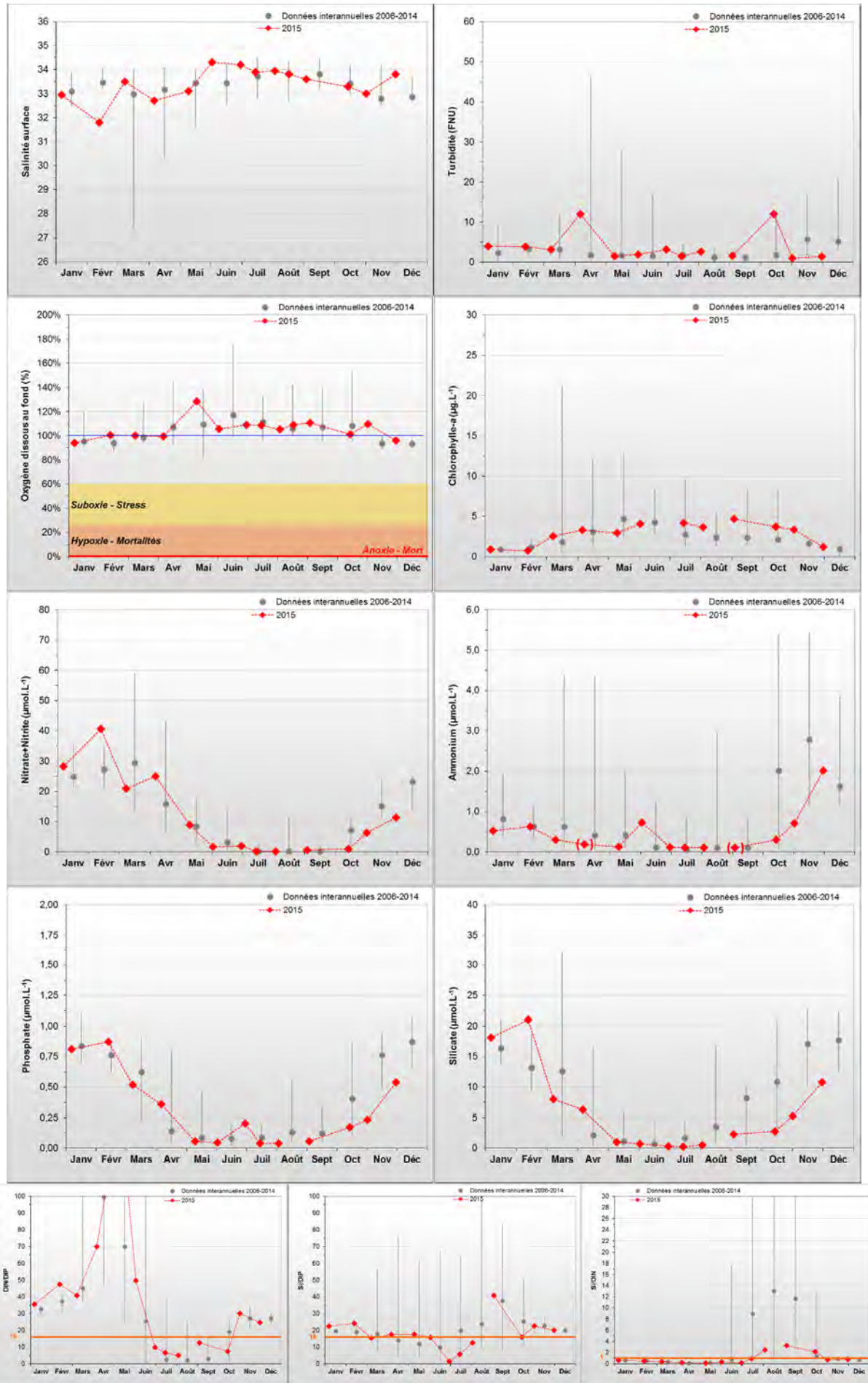


Figure 46 : Évolution des paramètres à Utah entre 2006 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

III.2.9.1 Utah 2006-2015

SYNTHESE UTAH: Ce point est directement sous l'influence des apports terrigènes de la baie des Veys (Le Goff *et al.*, 2005). Cependant, bien qu'un peu moins forte qu'à « Gougins » (HC09), aucune dessalure importante n'a été observée en 2015, et la turbidité est restée faible. Les stocks hivernaux en nutriments sont faibles mais ont été rechargés en avril 2015. Les stocks en nutriments sont ensuite restés faibles pendant la période estivale 2015. **Le cycle des nutriments apparaît donc perturbé.** La biomasse resté globalement faible sur ce point, et bien qu'aucune desoxygénation de la colonne d'eau n'ait été observée, des espèces sont périodiquement en état de bloom excepté en 2015, révélant la productivité du milieu qui est mise à profits pour la mytiliculture.

Le risque d'eutrophisation apparaît donc faible sur ce point.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,4 µM	33,3 µM	Dessalure maximale : 31,8
Turbidité	3,7 FNU	4,0 FNU	Maximum : 12,0 FNU
Oxygène dissous fond	108,5 %	105,2 %	Minimum : 94,1 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	11,6 µM	12,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 34,4 µM
Ammonium	0,83 µM	0,48 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,57 µM
Phosphate	0,36 µM	0,32 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,84 µM
Silicate	7,4 µM	6,4 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 19,6 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (avril-mai) Carence N (août-septembre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	3,4 µg/L	2,9 µg/L	Pic printanier : 3,3 µg/L Pic fin d'été : 4,7 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

HC10

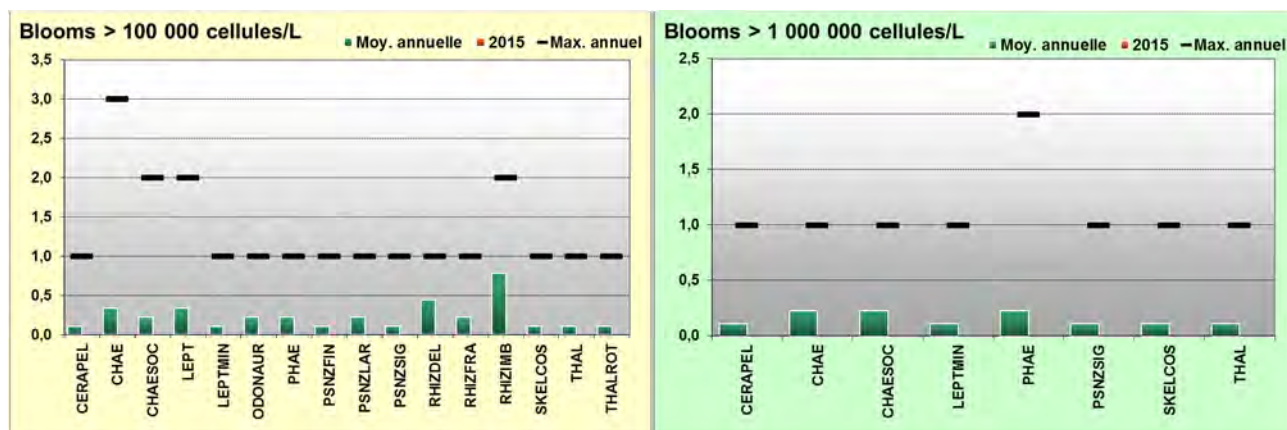


Figure 47 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Utah entre 2006-2014 et nombre de blooms en 2015.

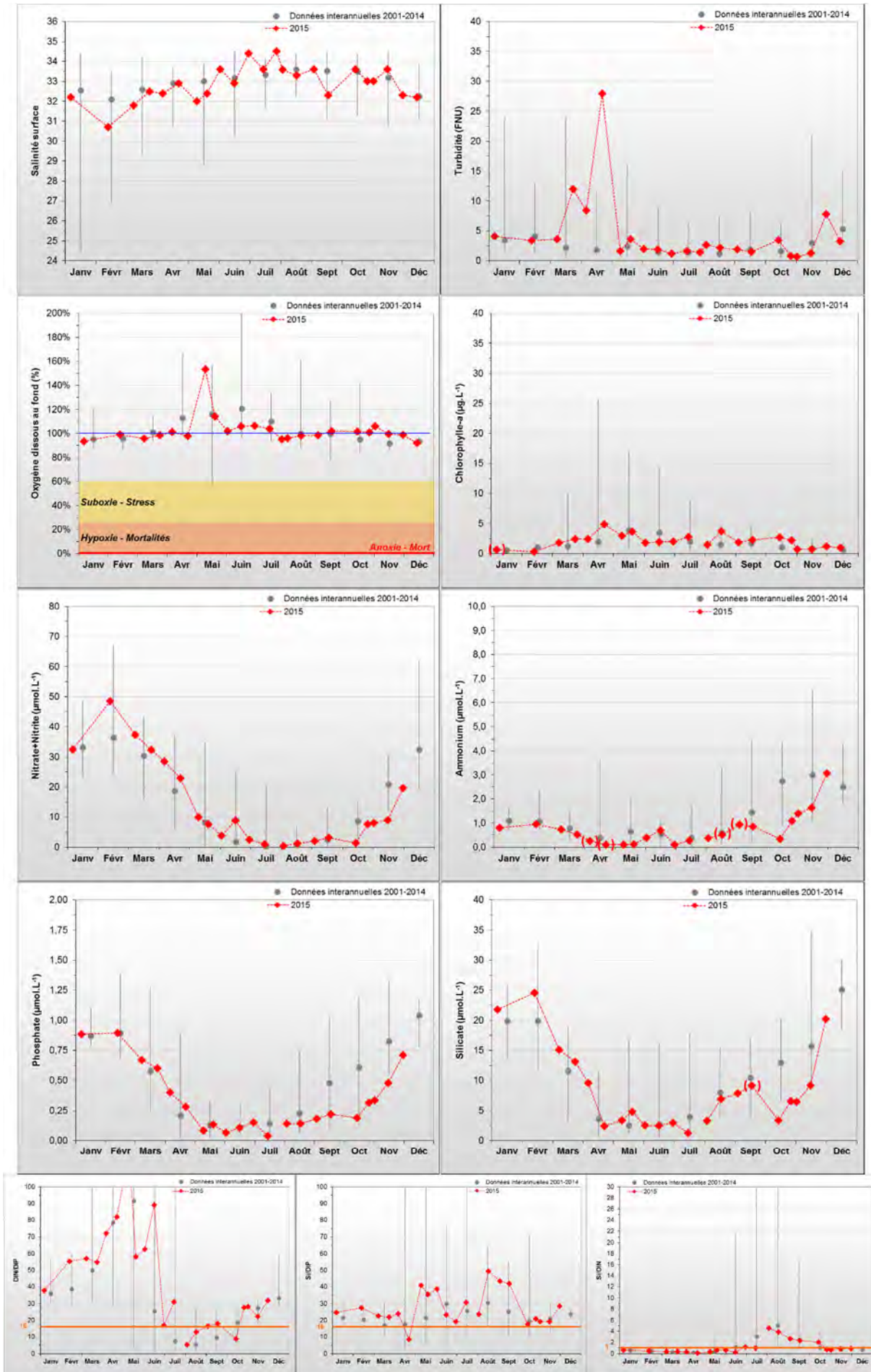


Figure 48 : Évolution des paramètres à Roches de Grandcamp entre 2001 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦♦) Données douteuses.

III.2.9.2 Roches de Grandcamp 2001-2015

SYNTHESE ROCHES DE GRANDCAMP :

Du fait de sa proximité avec la masse d'eau HT06 recevant les apports de plusieurs cours d'eau (*Taute, Vire, Aure, Douve*), les dessalures observées sur ce point peuvent être relativement modérées à fortes. Ainsi, la salinité est en moyenne plus faible à « Roches de Grandcamp » qu'à « Utah », et les stocks hivernaux en nutriments y sont légèrement plus importants. Ces stocks ont aussi été rechargés en février et juin 2015 comme sur les autres points de la côte Est. Les stocks en nutriments sont ensuite restés faibles pendant la période estivale 2015. **Le cycle des nutriments apparaît donc perturbé.** Malgré cela aucune desoxygénation de la colonne d'eau n'a été observée.

Le risque d'eutrophisation est donc modéré sur ce point, dans une zone régulièrement touchée par des échouages de macroalgues mixtes (vertes, brunes, rouges).

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,0 μM	32,7 μM	Dessalure maximale : 30,7
Turbidité	3,0 FNU	4,4 FNU	Maximum : 28,0 FNU
Oxygène dissous fond	108,3 %	102,1 %	Minimum : 91,9 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	11,6 μM	16,2 μM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 40,6 μM
Ammonium	1,07 μM	0,84 μM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,88 μM
Phosphate	0,38 μM	0,40 μM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,89 μM
Silicate	8,8 μM	10,1 μM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 23,2 μM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (avril-juin) Carence P (mai-juin)
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	2,5 $\mu\text{g/L}$	1,9 $\mu\text{g/L}$	Pic printanier : 4,9 $\mu\text{g/L}$ Pic fin d'été : 3,7 $\mu\text{g/L}$
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

HC10

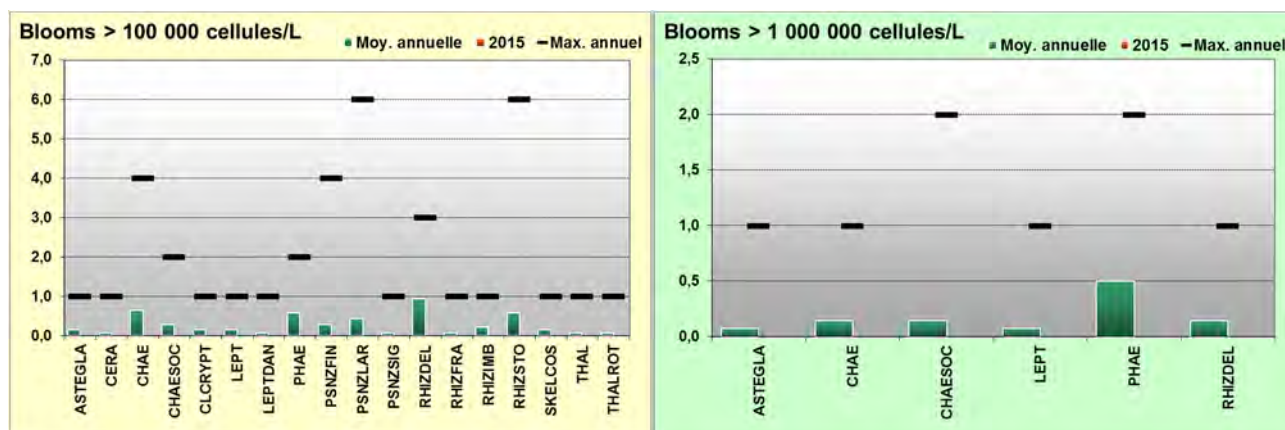
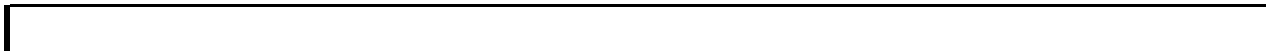


Figure 49 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Roches de Grandcamps entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.



III.2.10 Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2015)

SYNTHESE HT06 : La masse d'eau HT06 est une masse d'eau de transition (estuarienne) fortement influencée par les apports de la *Vire*, *Aure*, *Taute* et *Douve* via les chenaux de Carentan et d'Isigny qui drainent un bassin versant d'environ 3 500 km².

Les stocks hivernaux en nutriments sont très faibles par rapport à d'autres masses d'eau de transition, même si des apports terrigènes rechargent le milieu régulièrement. Du fait de la présence d'une importante zone ostréicole consommant le phytoplancton, la biomasse chlorophyllienne reste en moyenne faible. En 2015, l'azote apparaît en excès dans les prélèvements d'avril, mai et juin et ses concentrations sont faibles de juillet à octobre. Le **cycle des nutriments apparaît donc perturbé**. En outre, quatre taxons (*Plagiogramma sp.*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Leptocylindrus sp.*, et *Asterionellopsis glacialis*) ont été en état de bloom respectivement en avril, mai, septembre et novembre, sans dépasser le seuil de 1 000 000 cellules par litre. La colonne d'eau est toujours restée correctement oxygénée en 2014.

Le **risque d'eutrophisation est donc modéré** dans la masse d'eau HT06.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,4 µM	33,3 µM	Dessalure maximale : 31,6
Turbidité	2,8 FNU	3,5 FNU	Maximum : 16,0 FNU
Oxygène dissous fond	107,9 %	101,6 %	Minimum : 93,7 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	10,9 µM	13,7 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 34,6 µM
Ammonium	0,99 µM	0,67 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,55 µM
Phosphate	0,36 µM	0,37 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,86 µM
Silicate	7,9 µM	8,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 19,7 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (avril-juin) Pas de déficit
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	2,8 µg/L	2,4 µg/L	Pic printanier : 6,4 µg/L
			Pic fin d'été : 3,4 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Plagiogramma sp.</i> 988 000 cell/L 07/04/15 <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> 244 100 cell/L 11/05/15 <i>Leptocylindrus sp.</i> 100 800 cell/L 18/09/15 <i>Asterionellopsis glacialis</i> 112 800 cell/L 02/11/15
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

HT06

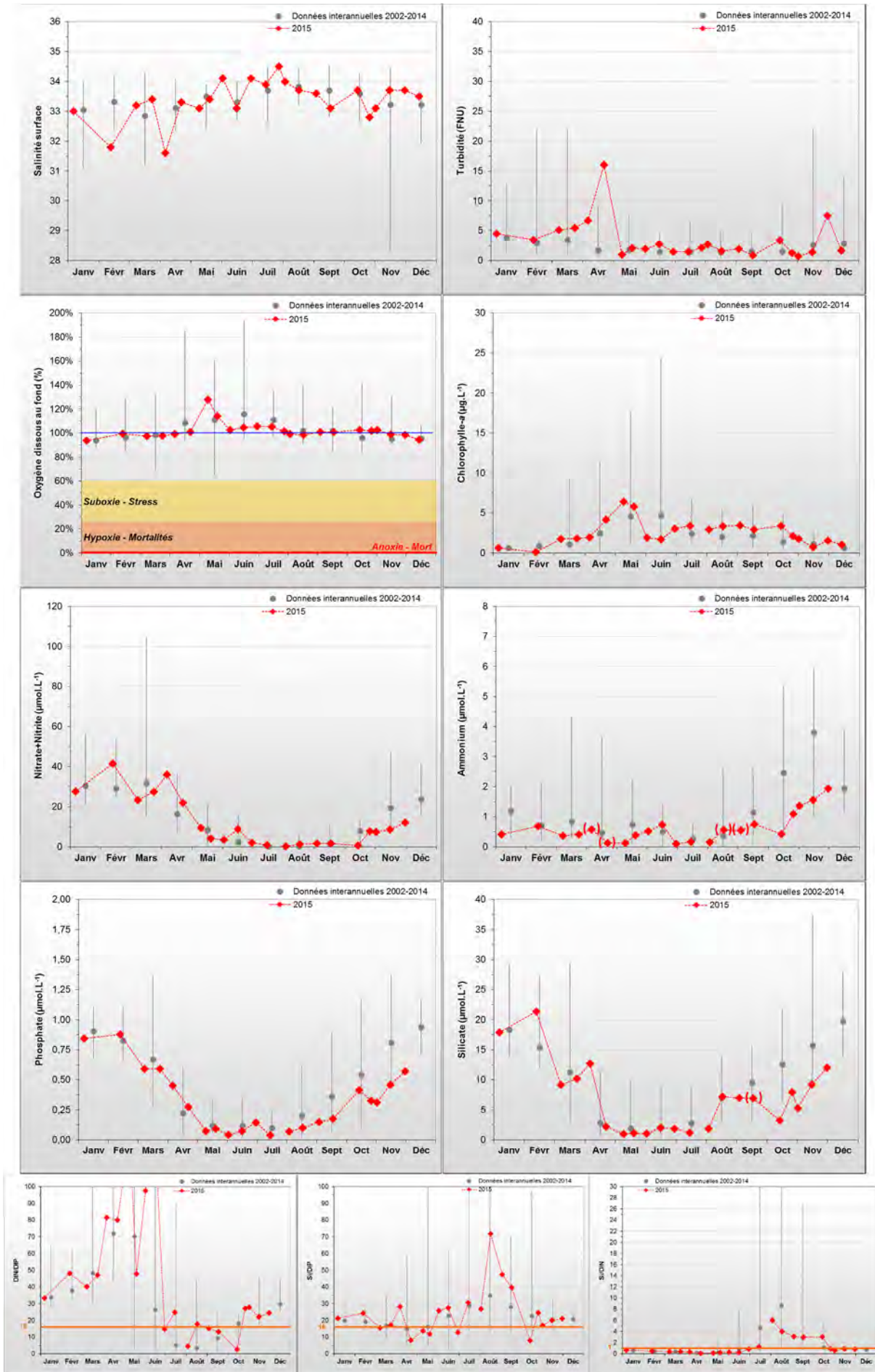


Figure 50 : Évolution des paramètres à Géfosse entre 2002 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

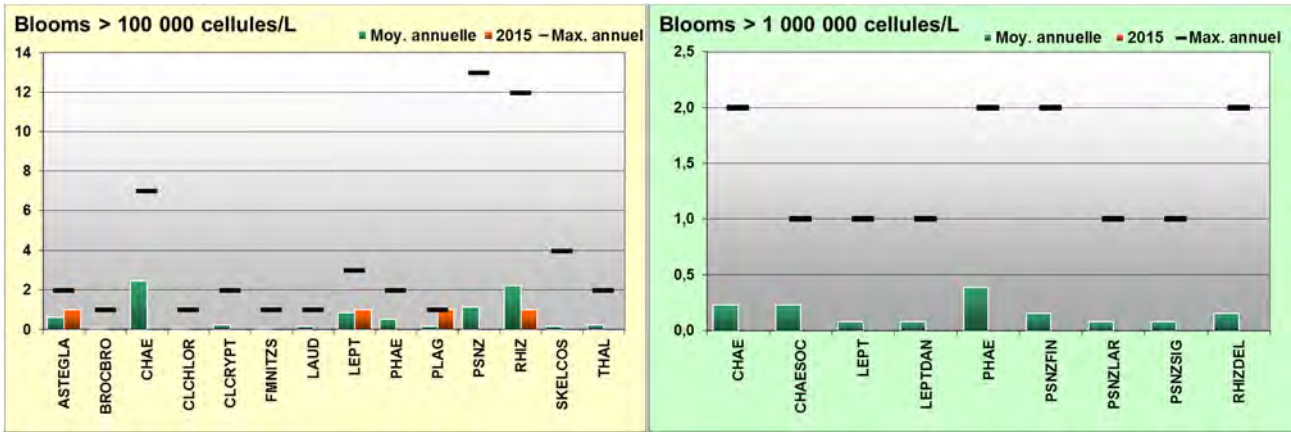


Figure 51 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Géfosse entre 2002-2014 et nombre de blooms en 2015. Les taxons ayant dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre étant nombreux, certains ont été regroupés par familles (CHAE, LEPT, PSNZ, RHIZ, et THAL).

Peuplement phytoplanctonique au point « Géfosse »

Les données issues des flores totales à Géfosse permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point sur la période 2011-2015 (Figure 52).

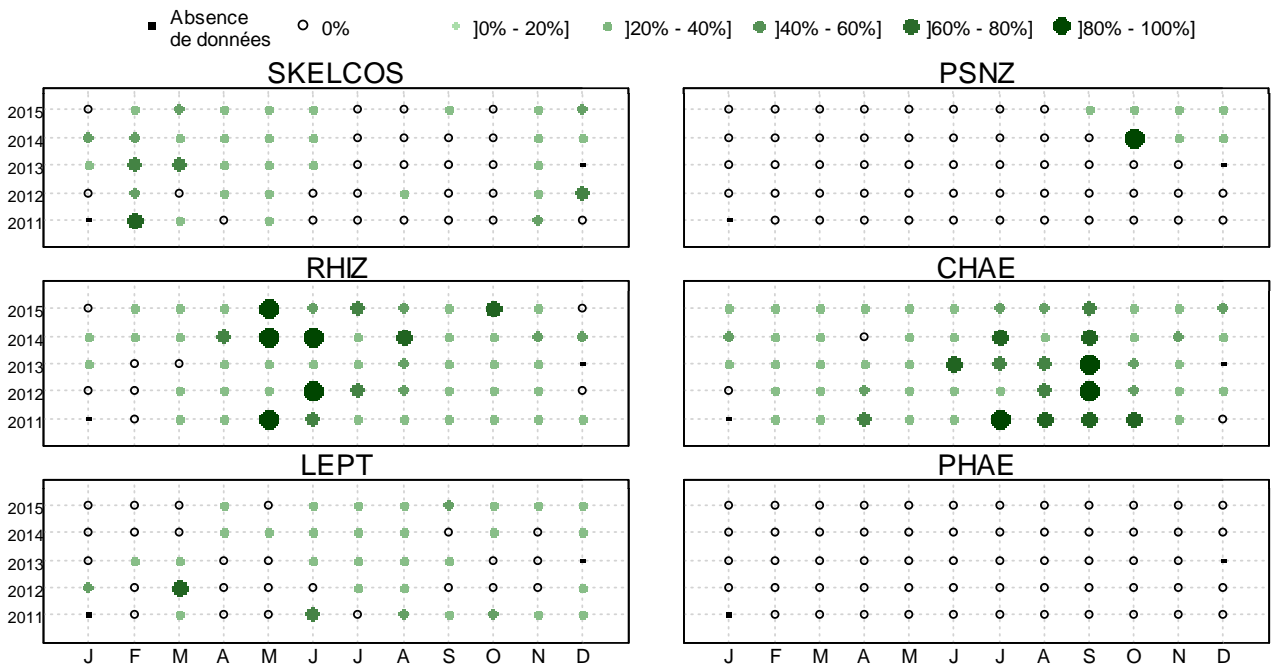


Figure 52 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Géfosse. SKELCOS = *Skeletonema costatum*, PSNZ = *Pseudonitzschia* sp., RHIZ = *Rhizosolenia* sp., CHAE = *Chaetoceros* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., PHAE = *Phaeocystis*.

Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le peuplement phytoplanctonique hivernal (janvier – mars) est alternativement dominé par les diatomées *Skeletonema costatum* (SKELCOS) ou par *Thalassiosira* sp. (THAL) comme en 2012 (non représenté). Le bloom printanier (avril – juin) est principalement dominé par la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) comme en 2015. L'été et le début de l'automne sont fortement dominés par *Chaetoceros* sp. (CHAE) comme en 2015 plus faiblement, et notamment par l'espèce nuisible *Chaetoceros socialis*. En 2015, le début de l'automne a été faiblement dominé par le genre *Leptocylindrus* sp., et un bloom de la diatomée *Asterionellopsis glacialis* a été observée début novembre.

HC11

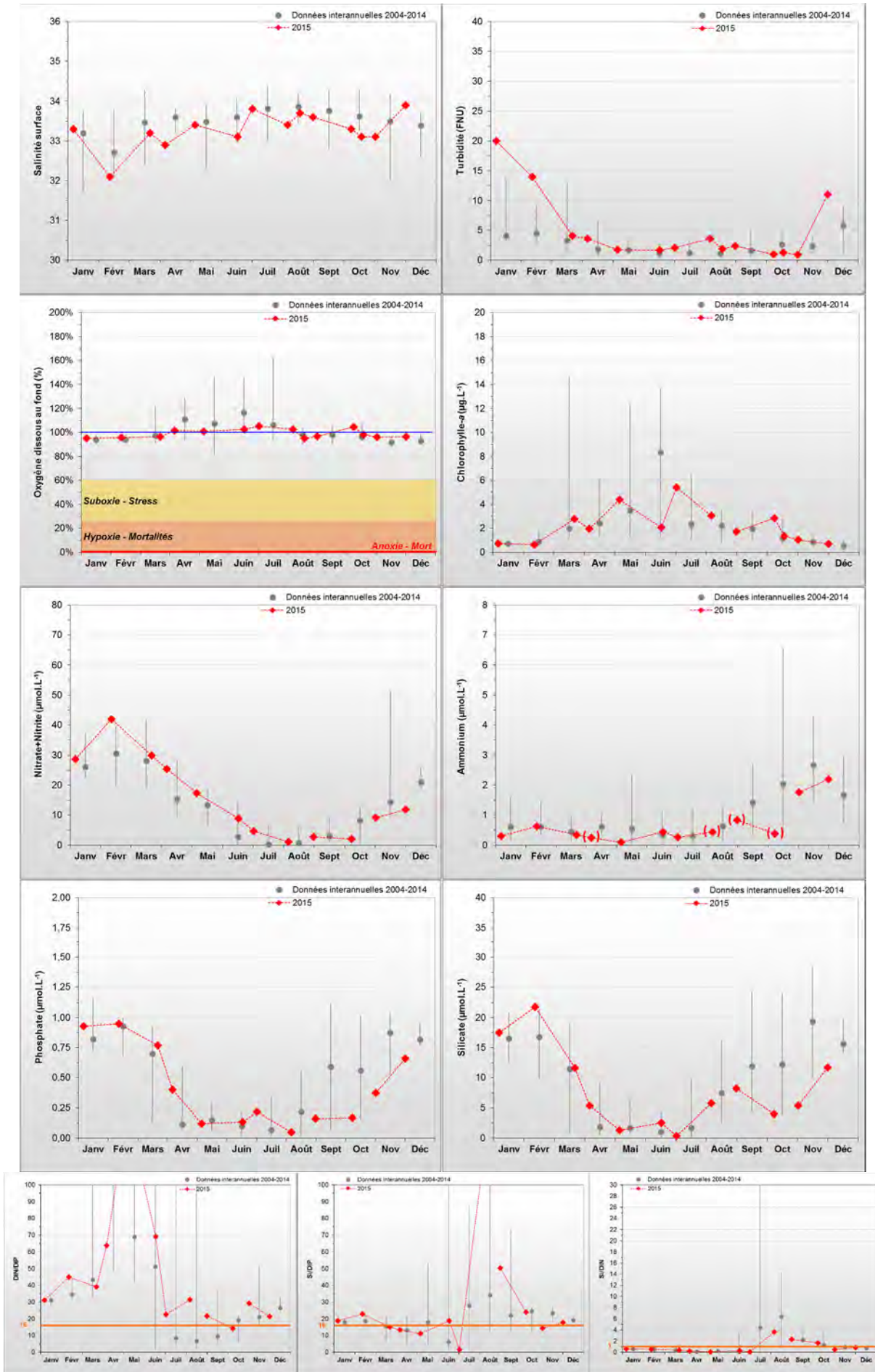


Figure 53 : Évolution des paramètres à Port-en-Bessin 1 mille entre 2004-2006, et 2009 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006 et 2009-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

III.2.11 Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2009-2015)

SYNTHESE HC11 : Le point « Port en Bessin 1 mille » figure dans une masse d'eau très étirée d'Est en Ouest, mais homogène, ne recevant pas d'apports directs importants de cours d'eau voisins, mais sous l'influence occasionnelle du panache de la *Seine* lorsqu'il est orienté vers l'Ouest, et aux résurgences de l'*Aure*. Ainsi, la salinité est la plus faible en hiver et à l'automne, mais les dessalures restent modérées, et la turbidité est typiquement faible, malgré des niveaux supérieurs à 10 FNU en janvier, février et décembre 2015. Les stocks hivernaux de nutriments restent faibles, avec un excès d'azote particulièrement au printemps (avril-juin). Ces stocks ne paraissent pas s'épuiser à l'exception de ponctuellement de la silice au début juillet 2015, et du phosphore au début d'août 2015, suggérant que le milieu est régulièrement rechargé. Le **cycle des nutriments paraît donc perturbé**. Ainsi, la biomasse y est faible avec typiquement de légers pics au printemps, en été et fin d'été, comme en 2015. Aucune espèce phytoplanctonique n'a été observée en état de bloom dans les prélèvements en 2015.

Le **risque d'eutrophisation apparaît donc modéré** dans la masse d'eau HC11.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33.5 µM	33.3 µM	Dessalure maximale : 32.1
Turbidité	2.7 FNU	5.5 FNU	Maximum : 20.0 FNU
Oxygène dissous fond	103.8 %	98.9 %	Minimum : 95.0 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	11.9 µM	15.3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 35.3 µM
Ammonium	0.91 µM	0.66 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0.46 µM
Phosphate	0.40 µM	0.41 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0.94 µM
Silicate	8.1 µM	8.0 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 19.7 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (avril-juin) Déficit P (août-septembre)
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	3.1 µg/L	2.2 µg/L	Pic printanier : 4.4 µg/L Pic fin d'été : 3.1 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

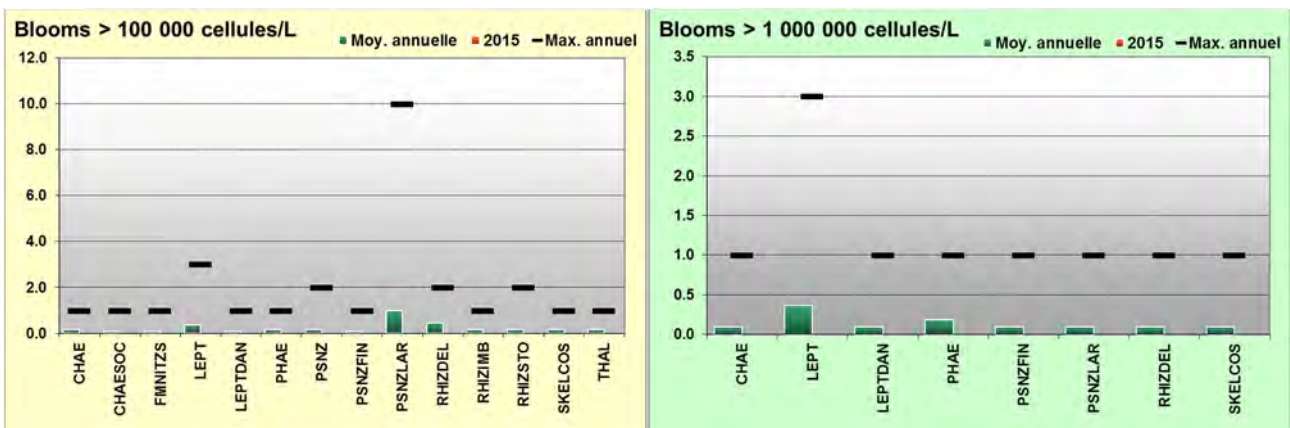


Figure 54 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Port-en-Bessin 1 mille entre 2004-2006 et 2009-2014 et nombre de blooms en 2015.

HC12

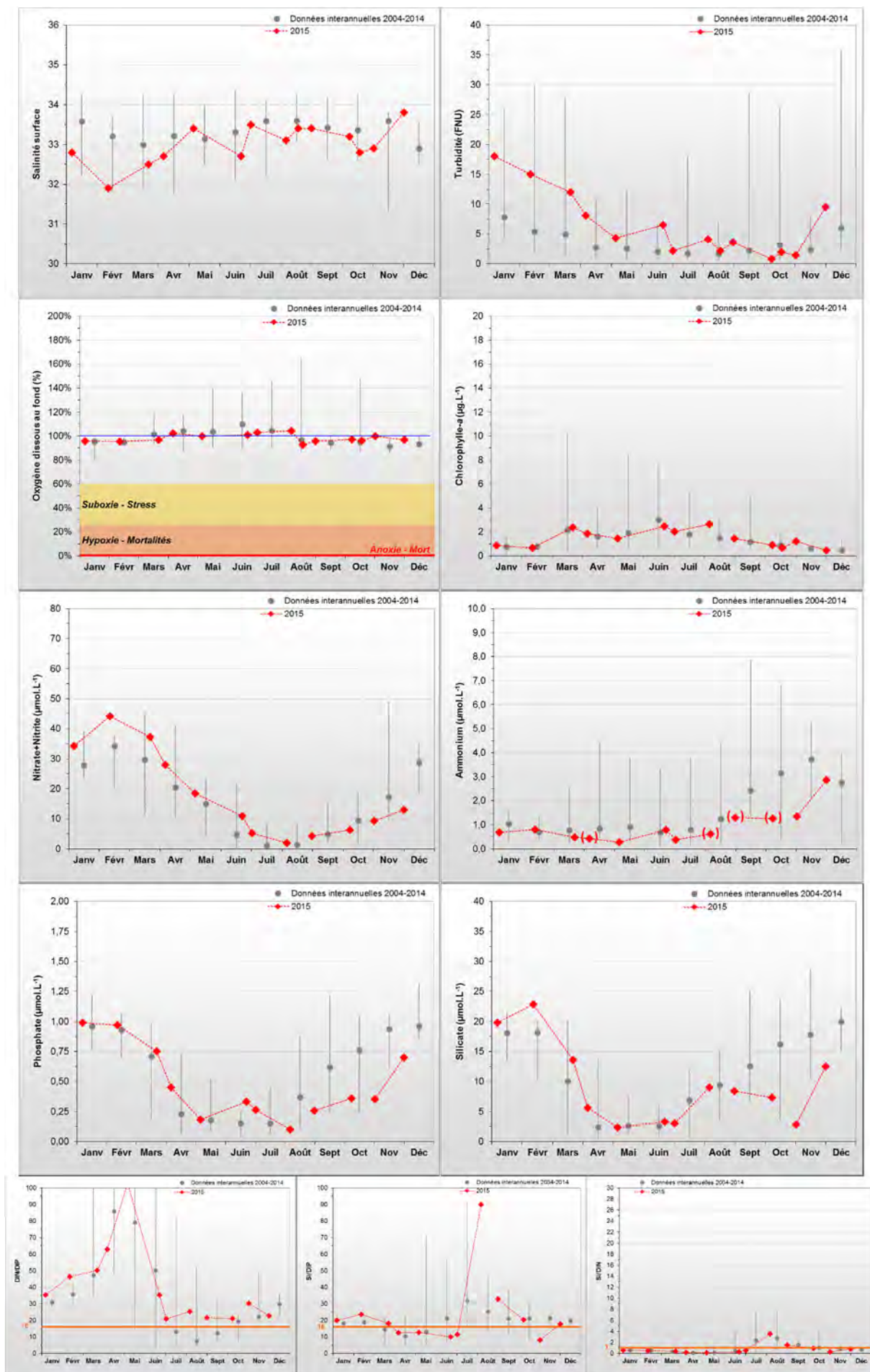


Figure 55 : Évolution des paramètres à Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

III.2.12 Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2015)

SYNTHESE HC12 : Bien que la biomasse soit hétérogène, la masse d'eau HC12 fait partie d'un continuum hydrologique avec les masses d'eau HC13 et HC14 avec une courantologie comparable (Le Goff *et al.*, 2005), et est sous l'influence indirecte de la *Seulles*. La salinité est la plus faible en hiver et à l'automne, avec des dessalures faibles comme en 2015. Les stocks hivernaux en nutriments y sont légèrement plus importants qu'à « Port-en-Bessin 1 mille » (HC11), avec un excès marqué en azote au printemps, et aucune carence apparante en 2015. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**. Malgré ces stocks en nutriments, la biomasse est restée très faible en 2015 comme les années précédentes. Aucune espèce phytoplanctonique n'a été observée en état de bloom dans les prélèvements en 2015.

Le **risque d'eutrophisation est donc modéré** dans cette masse d'eau sujette à des échouages de macroalgues souvent en mélange (vertes, brunes, rouges).

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,3	33,0	Dessalure maximale : 31,9
Turbidité	4,3 FNU	7,1 FNU	Maximum : 18,0 FNU
Oxygène dissous fond	102,0 %	98,1 %	Minimum : 92,5 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	13,2 µM	17,7 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 39,2 µM
Ammonium	1,65 µM	0,94 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,75 µM
Phosphate	0,48 µM	0,48 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,98 µM
Silicate	9,3 µM	9,2 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 21,4 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (avril-mai) Pas de déficit marquant
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	1,8 µg/L	1,5 µg/L	Pic printanier : 2,4 µg/L
			Pic fin d'été : 2,6 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

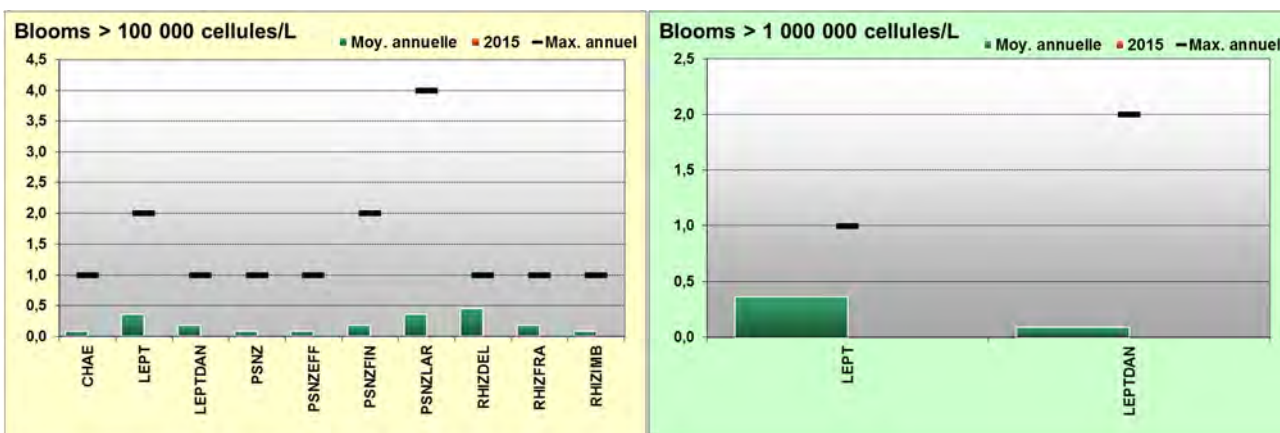


Figure 56 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Asnelles-Meuvoines entre 2004-2014 et nombre de blooms en 2015.

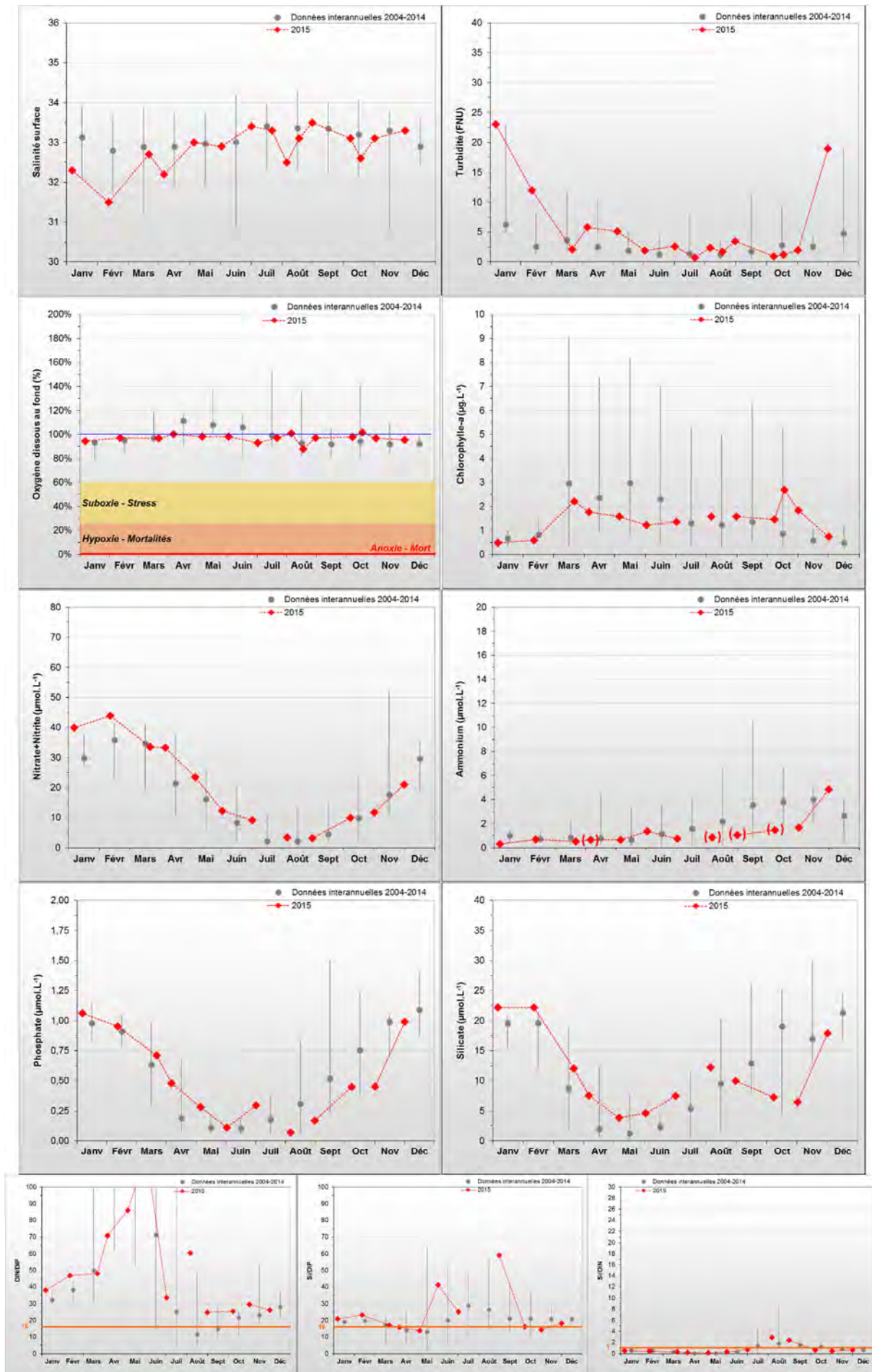


Figure 57 : Évolution des paramètres à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

HC13

III.2.13 Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2015)

SYNTHESE HC13 : Bien que la biomasse soit hétérogène, la masse d'eau HC13 fait partie d'un continuum hydrologique avec les masses d'eau HC12 et HC14 avec une courantologie comparable (Le Goff *et al.*, 2005), et est sous l'influence indirecte de l'Orne. La salinité est la plus faible en hiver et à l'automne, avec des dessalures faibles comme en 2015, et une turbidité typiquement faible.

Les stocks hivernaux en nutriments y sont légèrement plus importants qu'à « Asnelles-Meuvoines » (HC12), avec un excès marqué en azote au printemps, sans carence en 2015. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**. Malgré ces stocks en nutriments, la biomasse est restée très faible en 2015 comme les années précédentes, et aucune espèce phytoplancton n'a été observée en état de bloom dans les prélèvements 2015.

Le **risque d'eutrophisation est donc modéré** dans cette masse d'eau sujette à des échouages de macroalgues souvent en mélange (vertes, brunes, rouges).

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,1	32,8	Dessalure maximale : 31,5
Turbidité	3,1 FNU	6,6 FNU	Maximum : 23,0 FNU
Oxygène dissous fond	99,3 %	96,7 %	Minimum : 88,0 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	15,4 µM	20,4 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 41,9 µM
Ammonium	2,04 µM	1,24 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,50 µM
Phosphate	0,48 µM	0,50 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,01 µM
Silicate	10,1 µM	11,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 22,2 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N (avril-juin) Aucun déficit notable
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	1,8 µg/L	1,4 µg/L	Pic printanier : 2,2 µg/L
			Pic fin d'été : 2,1 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

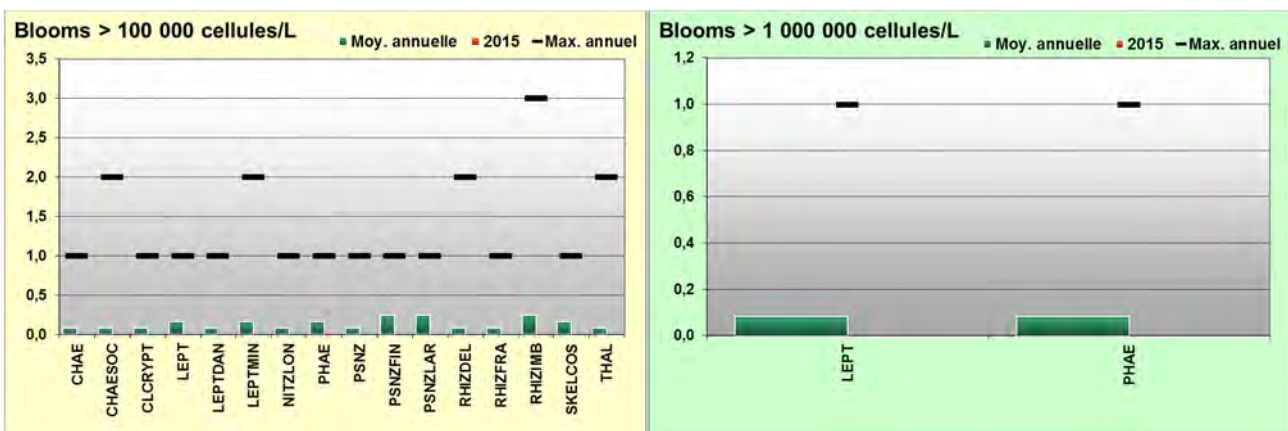


Figure 58 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur St Aubin les Essarts entre 2003-2014 et nombre de blooms en 2015.



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

SYNTHESE HC14 :

La masse d'eau HC14 est observée à l'aide des points « Ouistreham 1 mille » et « Luc 1 mille », qui permettent de mieux appréhender la dilution du panache de l'*Orne* dans une zone hautement touristique et aux multiples usages.

Les dessalures, modérées mais fréquentes, sont associées à des apports terrigènes généralement faibles en particules (turbidité ≤ 10 FNU), mais chargés en nutriments et notamment en azote. Les stocks en nutriments hivernaux sont faibles, et ne sont pas complètement consommés pendant la période productive. Ainsi, en 2015 l'azote a été en excès d'avril à mai/juin, et le phosphore devenant alors l'élément limitant en août. Sur les deux points, le **cycle des nutriments apparaît donc perturbé**.

La biomasse chlorophyllienne, soutenue par plusieurs pics moyens entre mai et fin octobre, a été globalement plus faible que les années antérieures, avec une moyenne de 1,6 $\mu\text{g/L}$ à « Luc 1 mille », et de 3,1 $\mu\text{g/L}$ à « Ouistreham 1 mille ».

Aucune espèce phytoplancton n'a été en état de bloom, et le fond de la colonne d'eau est resté correctement oxygéné sur les deux points en 2015.

Le risque d'eutrophisation de cette masse d'eau apparaît donc modéré.

HC14

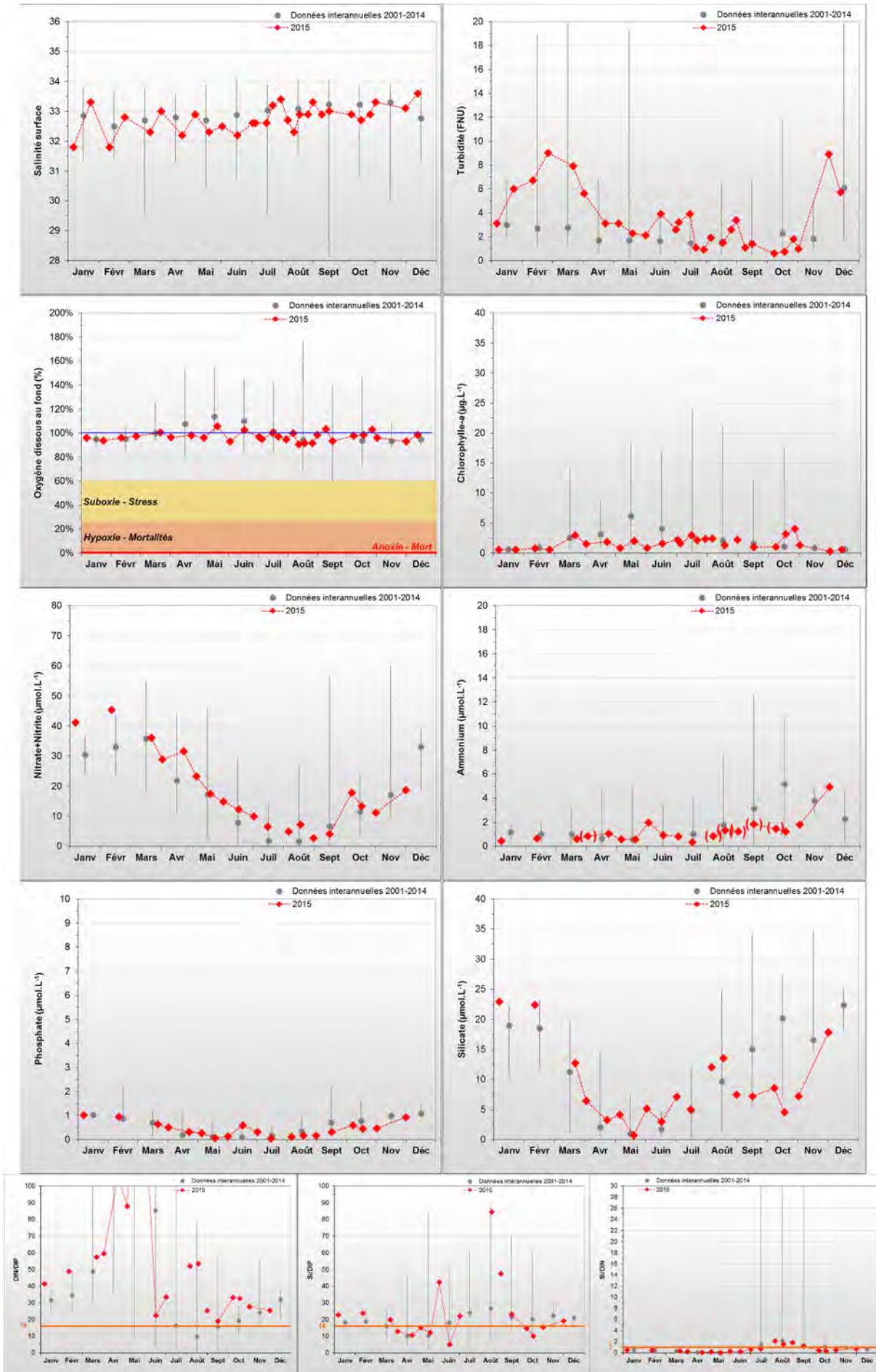


Figure 59 : Évolution des paramètres à Luc 1 mille entre 2001 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (♦) Données douteuses.

III.2.14.1 Luc 1 mille 2001-2015

SYNTHESE LUC 1 MILLE :

Bien que la biomasse soit hétérogène, la masse d'eau HC14 fait partie d'un continuum hydrologique avec les masses d'eau HC13 et HC12 avec une courantologie comparable (Le Goff *et al.*, 2005), mais est sous l'influence directe de l'Orne, se traduisant par une salinité en moyenne plus faible. Du fait de cette influence, des dessalures peuvent être observées à tout moment de l'année accompagnées de recharge en nutriments, comme en 2015. Les stocks hivernaux en nutriments y sont légèrement plus importants qu'à « St Aubin les Essarts » (HC13), avec un excès très marqué en azote d'avril à mai, le phosphore devenant légèrement en carence en août. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**. Malgré ces stocks en nutriments, la biomasse observée est restée très faible en 2015 par rapport aux données interannuelles. Aucune espèce phytoplancton n'a cependant été en état de bloom, et le fond de la colonne d'eau est resté correctement oxygéné.

Le **risque d'eutrophisation est donc modéré** sur ce point.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	32,8	32,7	Dessalure maximale : 7,2
Turbidité	2,6 FNU	3,8 FNU	Maximum : 9,2 FNU
Oxygène dissous fond	101,5 %	97,1 %	Minimum : 9,0 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	14,3 µM	20,8 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 43,3 µM
Ammonium	1,91 µM	1,33 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,55 µM
Phosphate	0,47 µM	0,50 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,98 µM
Silicate	9,2 µM	10,6 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 22,7 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Large excès N (avril-mai) Carence en P (août)
BIOLOGIE			
Chlorophylle- <i>a</i>	3,3 µg/L	1,6 µg/L	Pic printanier : 2,9 µg/L Pic fin d'été : 4,1 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

HC14

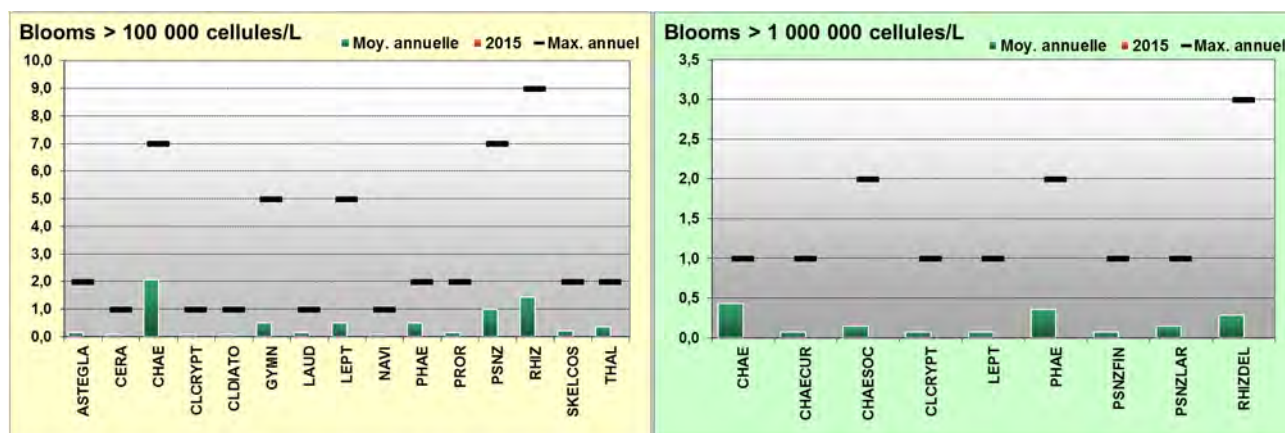


Figure 60 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Luc 1 mille entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.

HC14

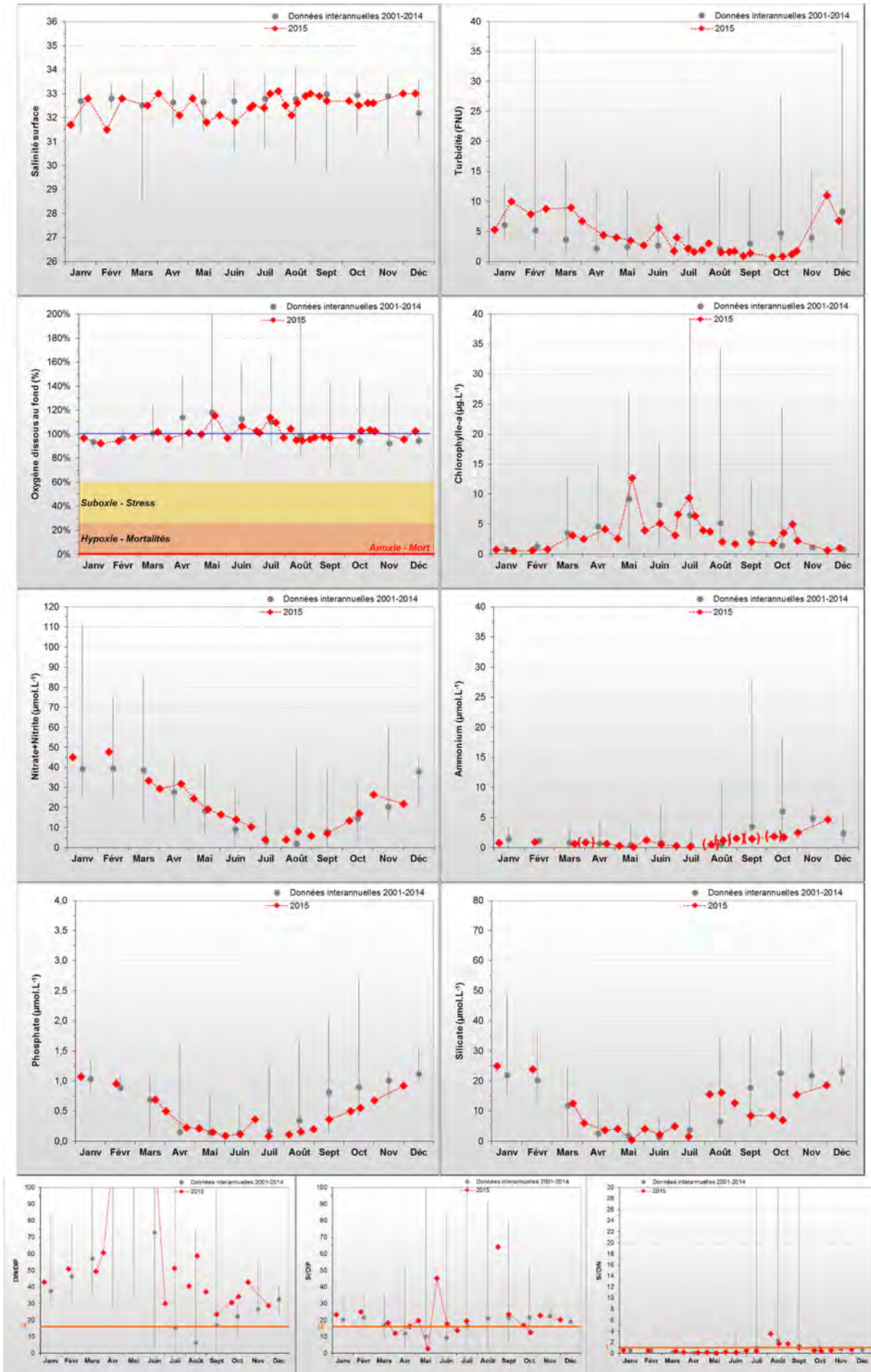


Figure 61 : Évolution des paramètres à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (◊) Donnée douteuse.

III.2.14.2 Ouistreham 1 mille 2001-2015

SYNTHESE OUISTREHAM 1 MILLE :

Situé en face de l'embouchure de l'Orne, ce point est directement soumis aux apports terrigènes de ce cours d'eau, se traduisant pas une salinité en moyenne plus faible que sur les autres points de la zone. Du fait de cette influence, des dessalures peuvent être observées à tout moment de l'année accompagnées de recharge en nutriments, notamment en azote. Les stocks hivernaux en nutriments y sont cependant faibles, avec un excès très marqué en azote d'avril à juin 2015. Aussi, le phosphore peut devenir en carence particulièrement en août. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**. La biomasse observée a été faible en 2015, avec des pics marqués à la mi-mai, mi-juillet et fin octobre. Aucune espèce phytoplancton n'a cependant été en état de bloom, et le fond de la colonne d'eau est resté correctement oxygéné. **Le risque d'eutrophisation est donc modéré** sur ce point.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	32,5	32,5	Dessalure maximale : 7,2
Turbidité	3,8 FNU	4,6 FNU	Maximum : 9,2 FNU
Oxygène dissous fond	106,1 %	100,0 %	Minimum : 8,9 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	16,3 µM	23,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 46,4 µM
Ammonium	2,24 µM	1,31 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,88 µM
Phosphate	0,53 µM	0,51 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,01 µM
Silicate	10,5 µM	11,9 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 24,4 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Large excès N (avril-juin) Carence en P (août)
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	6,0 µg/L	3,1 µg/L	Pic printanier : 12,7 µg/L Pic fin d'été : 5,0 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

HC14

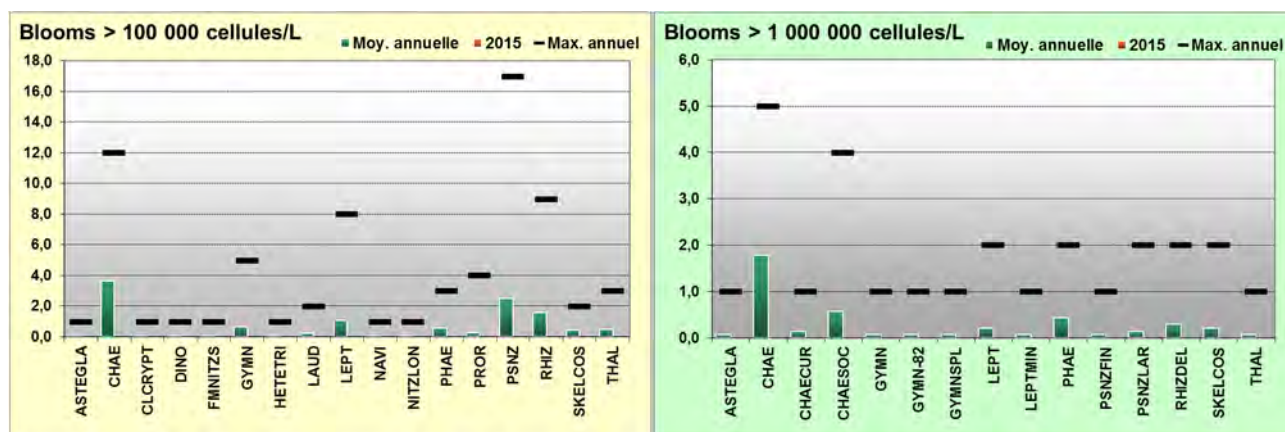


Figure 62 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Ouistreham 1 mille entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.

HT04

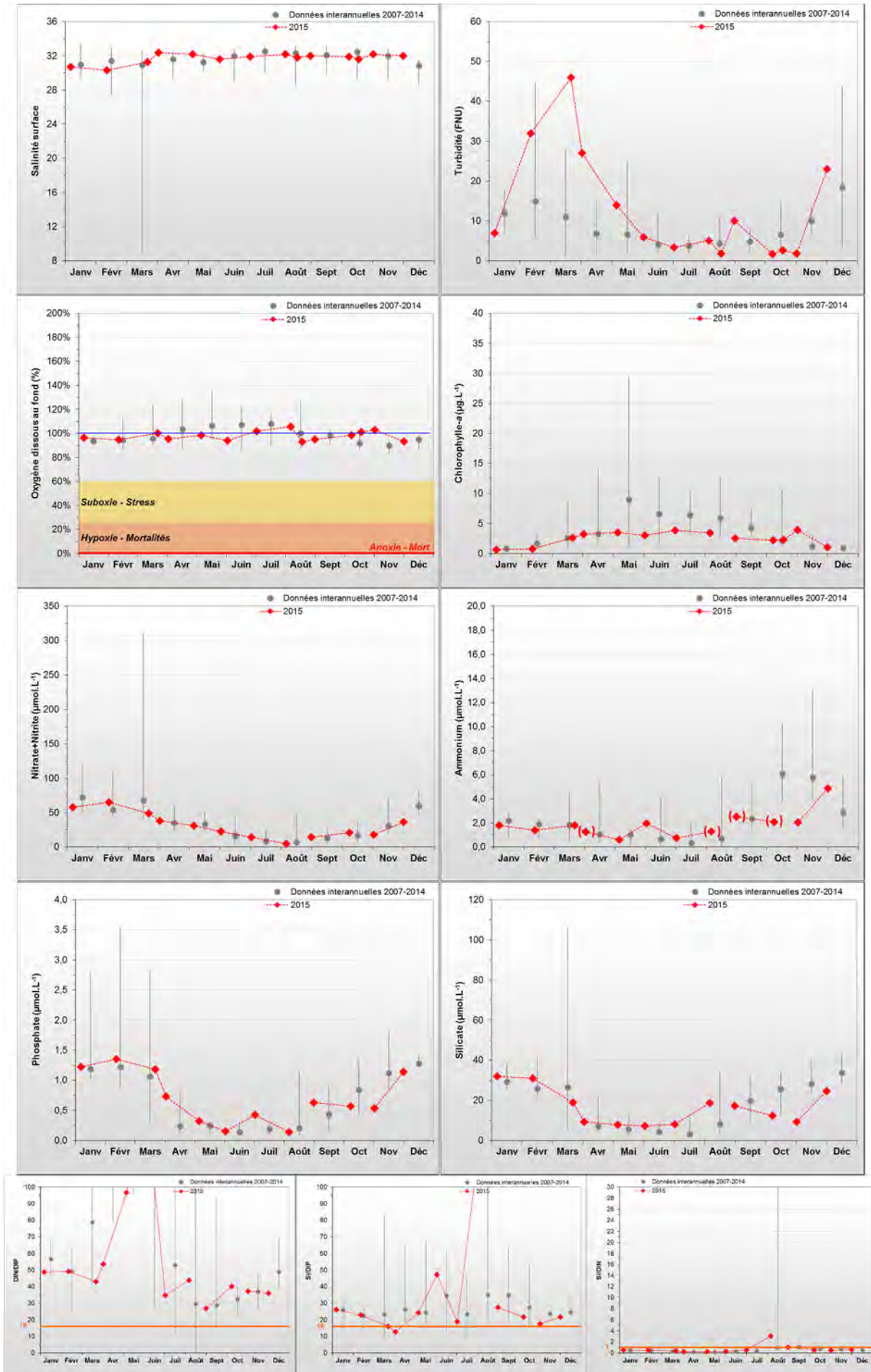


Figure 63 : Évolution des paramètres à Estuaire de l'Orne entre 2007 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (◊) Donnée douteuse.

III.2.15 Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2015)

SYNTHESE HT04 : Situé dans l'embouchure de l'Orne, ce point est directement soumis aux apports terrigènes de ce cours d'eau, se traduisant par une salinité en moyenne encore plus faible qu'à « Ouistreham 1 mille » (HC14). Du fait de cette influence, des dessalures peuvent être observées à tout moment de l'année, accompagnées de recharge en nutriments, notamment en nitrate + nitrite. Les stocks hivernaux en nutriments y sont modérés, avec un excès très marqué en azote d'avril/mai à juin comme en 2015. Aussi, le phosphore peut devenir l'élément limitant la croissance du phytoplancton notamment en août. Le cycle des nutriments y apparaît donc perturbé. La biomasse observée a été faible en 2015 par rapport à la moyenne interannuelle. Aucune espèce phytoplancton n'a cependant été en état de bloom, et le fond de la colonne d'eau est resté correctement oxygéné.

Le risque d'eutrophisation est donc modéré dans cette masse d'eau.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	31,3	31,7	Dessalure maximale : 30,3
Turbidité	9,4 FNU	14,6 FNU	Maximum : 46,0 FNU
Oxygène dissous fond	100,4 %	97,7 %	Minimum : 93,0 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	37,7 µM	30,9 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 61,3 µM
Ammonium	2,33 µM	1,86 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,60 µM
Phosphate	0,70 µM	0,70 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,29 µM
Silicate	18,1 µM	16,4 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 31,4 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Large excès N (mai-juin) Déficit en P (août)
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	4,6 µg/L	2,6 µg/L	Pic printanier : 3,3 µg/L Pic d'automne : 3,9 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			Aucun bloom
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

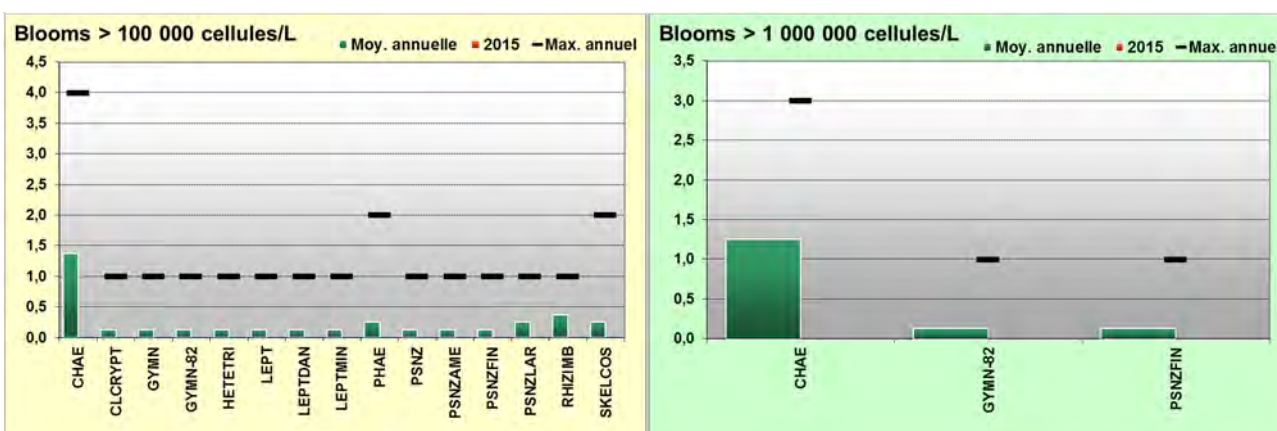


Figure 64 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Estuaire de l'Orne entre 2007-2014 et nombre de blooms en 2015.



III.2.16 Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2015)

SYNTHESE HC15 : 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*. Pour cette raison, la salinité peut varier de manière importante, avec des dessalures ayant atteint 8 à 9 unités certaines années, ou de 4 unités en mai 2015. Ces dessalures rechargent le milieu en nutriments, et notamment en nitrate + nitrite régulièrement, alors que les stocks hivernaux en nutriments y sont déjà modérés. Ainsi, l'azote est en excès marqué d'avril à juin 2015, le phosphore pouvant alors limitant pour le phytoplancton en août. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**. La biomasse observée a été plus faible en 2015 (3,0 µg/L en moyenne, maximum de 14,4 µg/L), et quatre espèces ou groupes d'espèces ont été observées en état de bloom important entre le printemps et l'automne. Le **risque d'eutrophisation est donc modéré** dans la masse d'eau HC15, la colonne d'eau restant correctement oxygénée la plupart du temps depuis le début des observations.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015																											
PHYSICO-CHIMIE																														
Salinité	32,0	32,0	Dessalure maximale : 6,9																											
Turbidité	4,0 FNU	3,8 FNU	Maximum : 9,2 FNU																											
Oxygène dissous fond	101,6 %	100,5 %	Minimum : 9,1 %																											
HYDROLOGIE																														
Nitrate + Nitrite	21,0 µM	26,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 52,9 µM																											
Ammonium	2,42 µM	1,25 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,08 µM																											
Phosphate	0,65 µM	0,51 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,06 µM																											
Silicate	12,5 µM	13,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 28,0 µM																											
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Large excès N (avril-juin) Carence en P (août)																											
BIOLOGIE																														
Chlorophylle- <i>a</i>	6,4 µg/L	3,0 µg/L	Pic printanier : 14,4 µg/L Pic fin d'été : 4,9 µg/L																											
Phytoplancton - Blooms observés :			<table border="0"> <tr> <td><i>Skeletonema costatum</i></td> <td>217 000 cell/L</td> <td>23/03/2015</td> </tr> <tr> <td><i>Thalassiosira levanderi</i></td> <td>203 600 cell/L</td> <td>23/03/2015</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros socialis</i></td> <td>240 000 cell/L</td> <td>07/05/2015</td> </tr> <tr> <td><i>Chaetoceros sp.</i></td> <td>1 400 000 cell/L</td> <td>21/05/2015</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1 700 000 cell/L</td> <td>03/06/2015</td> </tr> <tr> <td></td> <td>518 800 cell/L</td> <td>03/07/2015</td> </tr> <tr> <td></td> <td>439 900 cell/L</td> <td>17/07/2015</td> </tr> <tr> <td></td> <td>223 200 cell/L</td> <td>01/09/2015</td> </tr> <tr> <td><i>Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des larges</i></td> <td>116 800 cell/L</td> <td>03/06/2015</td> </tr> </table>	<i>Skeletonema costatum</i>	217 000 cell/L	23/03/2015	<i>Thalassiosira levanderi</i>	203 600 cell/L	23/03/2015	<i>Chaetoceros socialis</i>	240 000 cell/L	07/05/2015	<i>Chaetoceros sp.</i>	1 400 000 cell/L	21/05/2015		1 700 000 cell/L	03/06/2015		518 800 cell/L	03/07/2015		439 900 cell/L	17/07/2015		223 200 cell/L	01/09/2015	<i>Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des larges</i>	116 800 cell/L	03/06/2015
<i>Skeletonema costatum</i>	217 000 cell/L	23/03/2015																												
<i>Thalassiosira levanderi</i>	203 600 cell/L	23/03/2015																												
<i>Chaetoceros socialis</i>	240 000 cell/L	07/05/2015																												
<i>Chaetoceros sp.</i>	1 400 000 cell/L	21/05/2015																												
	1 700 000 cell/L	03/06/2015																												
	518 800 cell/L	03/07/2015																												
	439 900 cell/L	17/07/2015																												
	223 200 cell/L	01/09/2015																												
<i>Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des larges</i>	116 800 cell/L	03/06/2015																												
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré																											

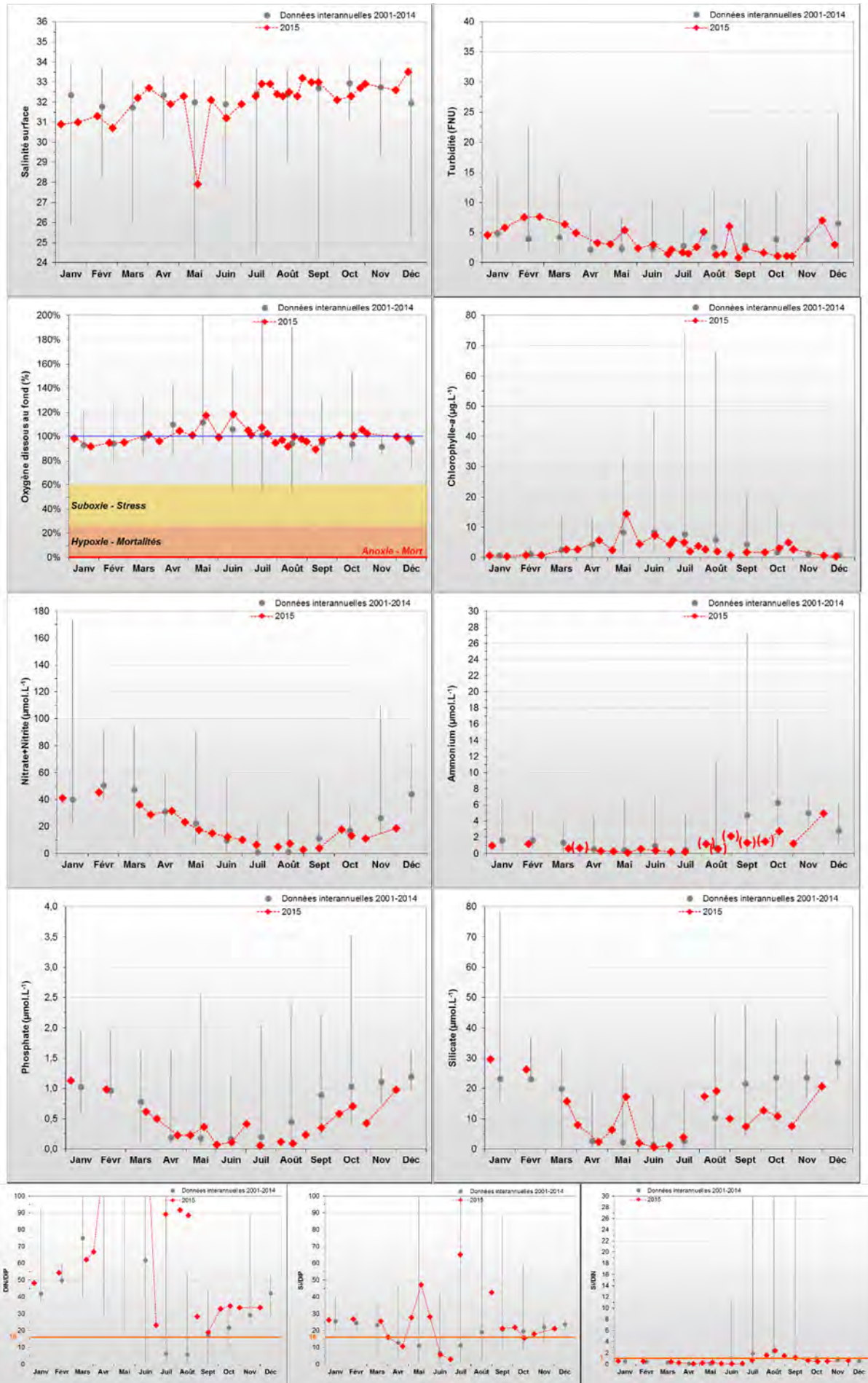


Figure 65 : Évolution des paramètres à Cabourg entre 2001 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (◊) Donnée douteuse.

HC15

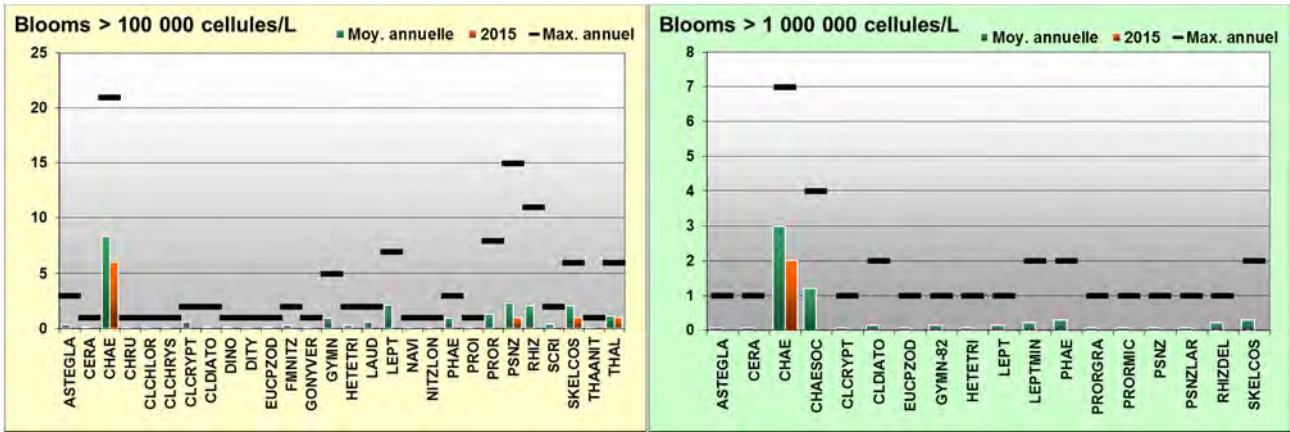


Figure 66 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Cabourg entre 2001-2014 et nombre de blooms en 2015.

Peuplement phytoplanctonique au point « Cabourg »

Les données issues des flores totales à Cabourg permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point sur la période 2011-2015 (Figure 67).

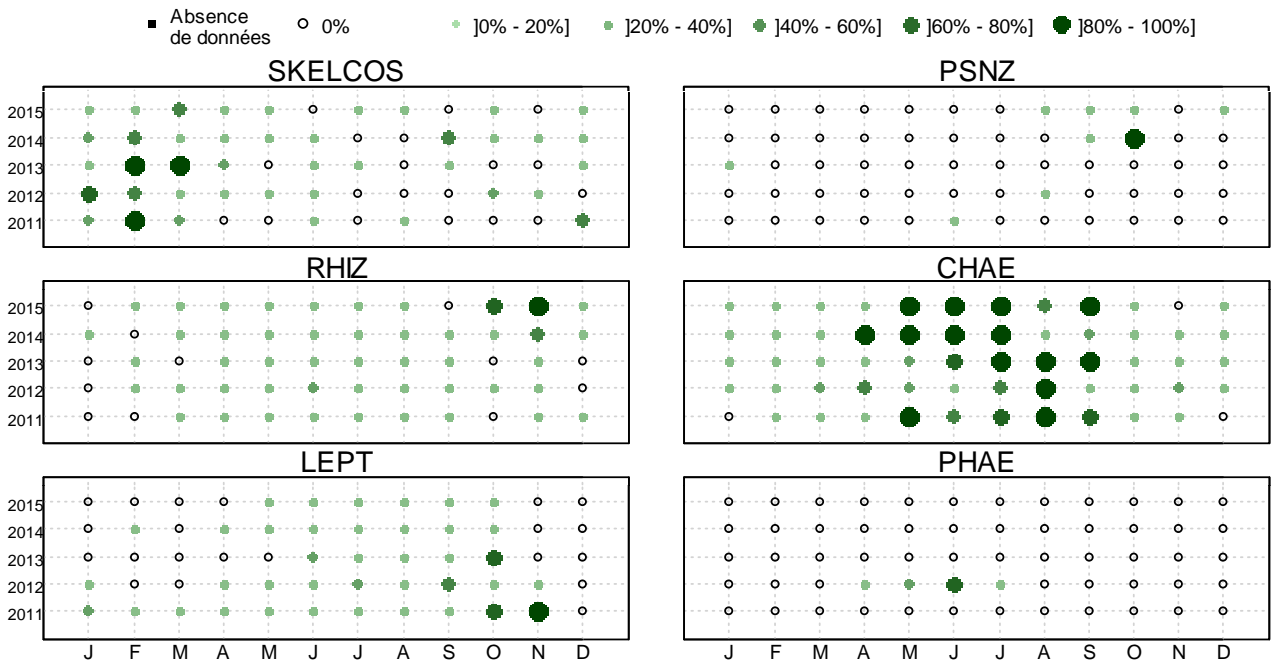


Figure 67 : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année à la station Cabourg entre 2011 et 2014. SKELCOS = *Skeletonema costatum*, PSNZ = *Pseudonitzschia* sp., RHIZ = *Rhizosolenia* sp., CHAE = *Chaetoceros* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., PHAE = *Phaeocystis*.

Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le peuplement phytoplanctonique hivernal (janvier – mars) est majoritairement dominé par la diatomée *Skeletonema costatum* (SKELCOS), ou plus ponctuellement par *Lauderia* sp., ou par *Thalassiosira* sp. (non présenté). La majeure partie du printemps et de l'été est dominé par la diatomée du genre *Chaetoceros* sp (CHAE). En 2015, le printemps et l'été ont été productifs avec les blooms de *Skeletonema costatum* et *Thalassiosira levanderi* en fin d'hiver, *Chaetoceros* sp. et *Pseudo-nitzschia* (groupe des larges) au printemps et été. Enfin, le genre *Leptocylindrus* sp. domine généralement l'automne, avec ponctuellement le genre *Rhizosolenia* sp comme en octobre et novembre 2015. A noter que les espèces *Chaetoceros socialis* et *Skeletonema costatum* font partie de la liste des espèces phytoplanctoniques nuisibles.

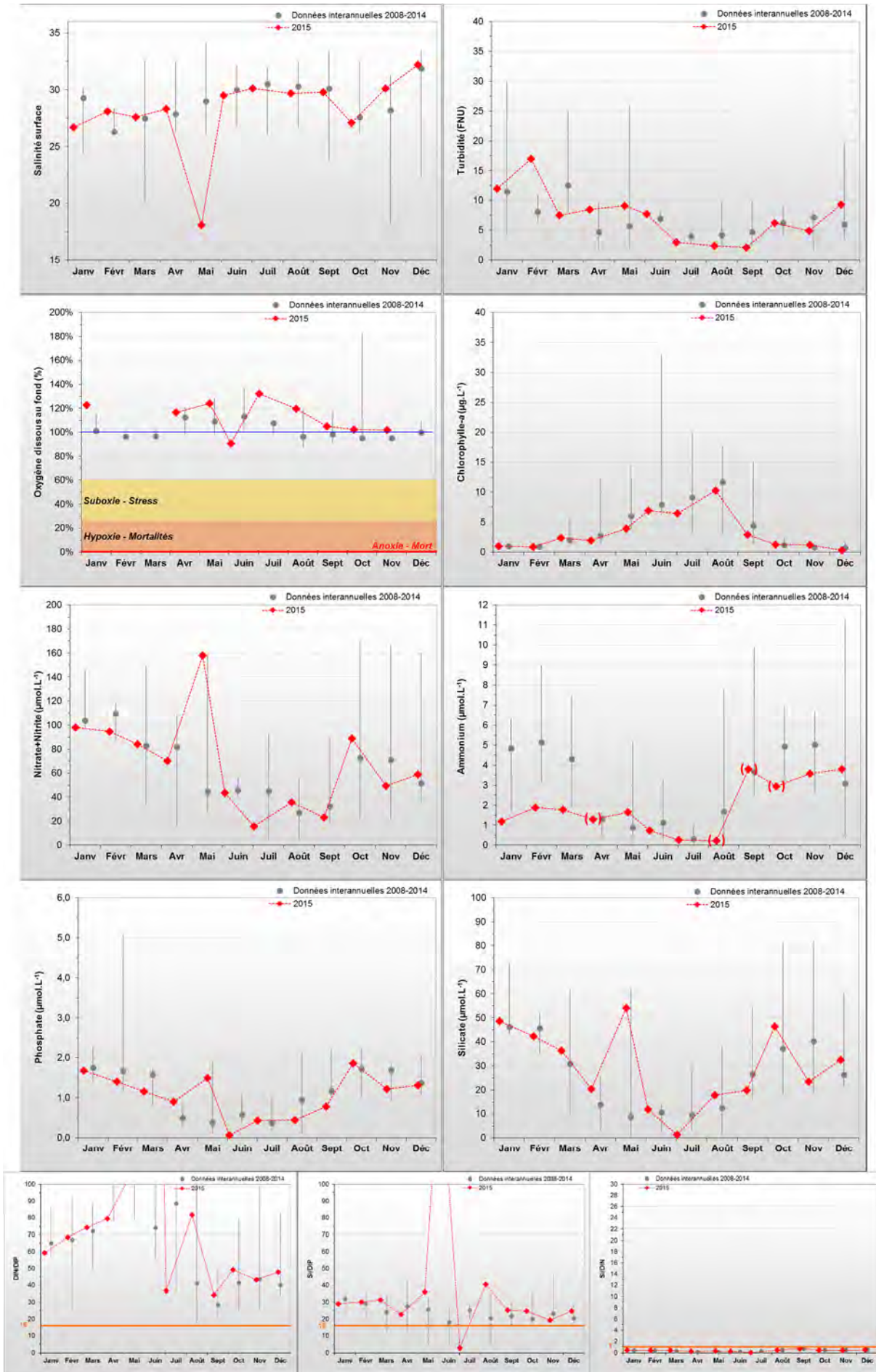


Figure 68 : Évolution des paramètres à Seine-1 entre 2008 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2008-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (.) Donnée douteuse.

HT03

III.2.17 Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2015)

SYNTHESE HT03 : La masse d'eau HT03 constitue la partie aval de l'estuaire de la Seine, ainsi le point « Seine-1 » présente la plus faible salinité moyenne du littoral normand, et peut subir des dessalures importantes. Ces dessalures rechargent le milieu en nutriments, et notamment en nitrate + nitrite régulièrement (comme en mai ou plus légèrement en octobre 2015), alors que les stocks hivernaux en nutriments y sont déjà modérés. Ainsi, l'azote est en excès marqué toute l'année 2015, le phosphore pouvant alors être en très léger déficit en juin 2015. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**. La biomasse observée a été faible en 2014 (3,3 µg/L en moyenne, maximum de 10,3 µg/L) et le groupe d'espèce *Pseudo-nitzschia* (groupe des effilées) a été observée en état de bloom. **Le risque d'eutrophisation est donc modéré** dans la masse d'eau HT03.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	28,7	28,1	Dessalure maximale : 18,1
Turbidité	7,5 FNU	7,5 FNU	Maximum : 17,0 FNU
Oxygène dissous fond	106,2 %	112,8 %	Minimum : 90,6 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	69,1 µM	68,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 96,5 µM
Ammonium	3,00 µM	1,93 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,53 µM
Phosphate	1,17 µM	1,06 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,55 µM
Silicate	28,3 µM	29,6 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 45,5 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N toute l'année, particulièrement mai-juin Déficit en P (juin)
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	4,8 µg/L	3,3 µg/L	Pic printanier : 3,9 µg/L Pic fin d'été : 10,3 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des effilées</i> 113 500 cell/L 04/06/2015
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

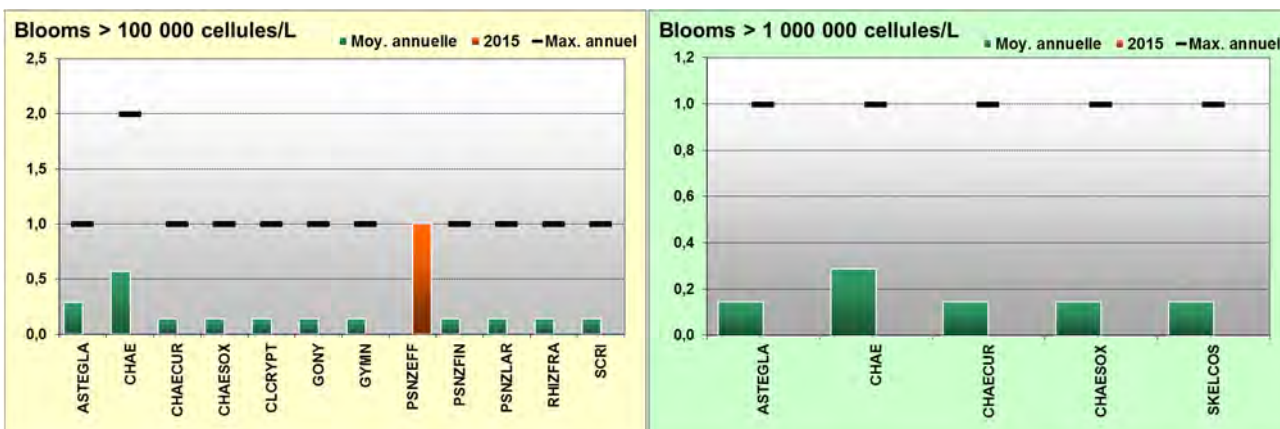


Figure 69 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Seine-1 entre 2008-2014 et nombre de blooms en 2015.



III.2.18 Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2015)

SYNTHESE HC16 : La masse d'eau HC16 est indirectement sous l'influence du panache de la *Seine*, et subit régulièrement des dessalures modérées à importantes (comme en hiver 2015) qui rechargent le milieu en nutriments.

Les stocks hivernaux en nutriments étant modérés et avec ces apports plus ou moins réguliers, l'azote est en excès plus ou moins marqué toute l'année. Le phosphore et le silicium peuvent alors apparaître en déficit ponctuellement en fin de printemps – début d'été. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé.**

La biomasse observée a été faible en 2015 (2,7 µg/L en moyenne, maximum de 10,7 µg/L), et quatre espèces ou groupes d'espèces ont été observées en état de bloom important, sans dépassement du seuil de 1 000 000 cellules par litre. Les lectures de flore totale permettent d'observer un milieu largement dominé par les diatomées, dont certaines font partie de la liste des espèces nuisibles à l'environnement.

Le **risque d'eutrophisation est donc modéré** sur ce point, la colonne d'eau restant correctement oxygénée la plupart du temps depuis le début des observations. Cette masse d'eau reste cependant une zone favorable au développement de *Dinophysis sp.*, produisant des toxines lipophiles qui s'accumulent dans les coquillages, les rendant impropre à la consommation.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	32,1	31,5	Dessalure maximale : 7,5
Turbidité	2,9 FNU	3,8 FNU	Maximum : 8,7 FNU
Oxygène dissous fond	108,1 %	99,6 %	Minimum : 9,3 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	27,6 µM	37,6 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 96,0 µM
Ammonium	1,62 µM	1,43 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,48 µM
Phosphate	0,64 µM	0,64 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,34 µM
Silicate	10,5 µM	16,1 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 47,3 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Excès N toute l'année
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	5,2 µg/L	2,7 µg/L	Pic printanier : 10,4 µg/L
			Pic fin d'été : 1,5 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Skeletonema sp.</i> 219 200 cell/L 20/03/15 <i>Chaetoceros sp.</i> 313 800 cell/L 04/05/15 120 800 cell/L 18/05/15 115 400 cell/L 01/06/15 849 700 cell/L 15/06/15 <i>Pseudo-nitzschia, complexe seriata, groupe des larges</i> 200 000 cell/L 01/06/15 <i>Skeletonema costatum</i> 412 600 cell/L 15/07/15 357 800 cell/L 17/08/15 <i>Gymnodiniaceae</i> 156 600 cell/L 17/08/15
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Modéré

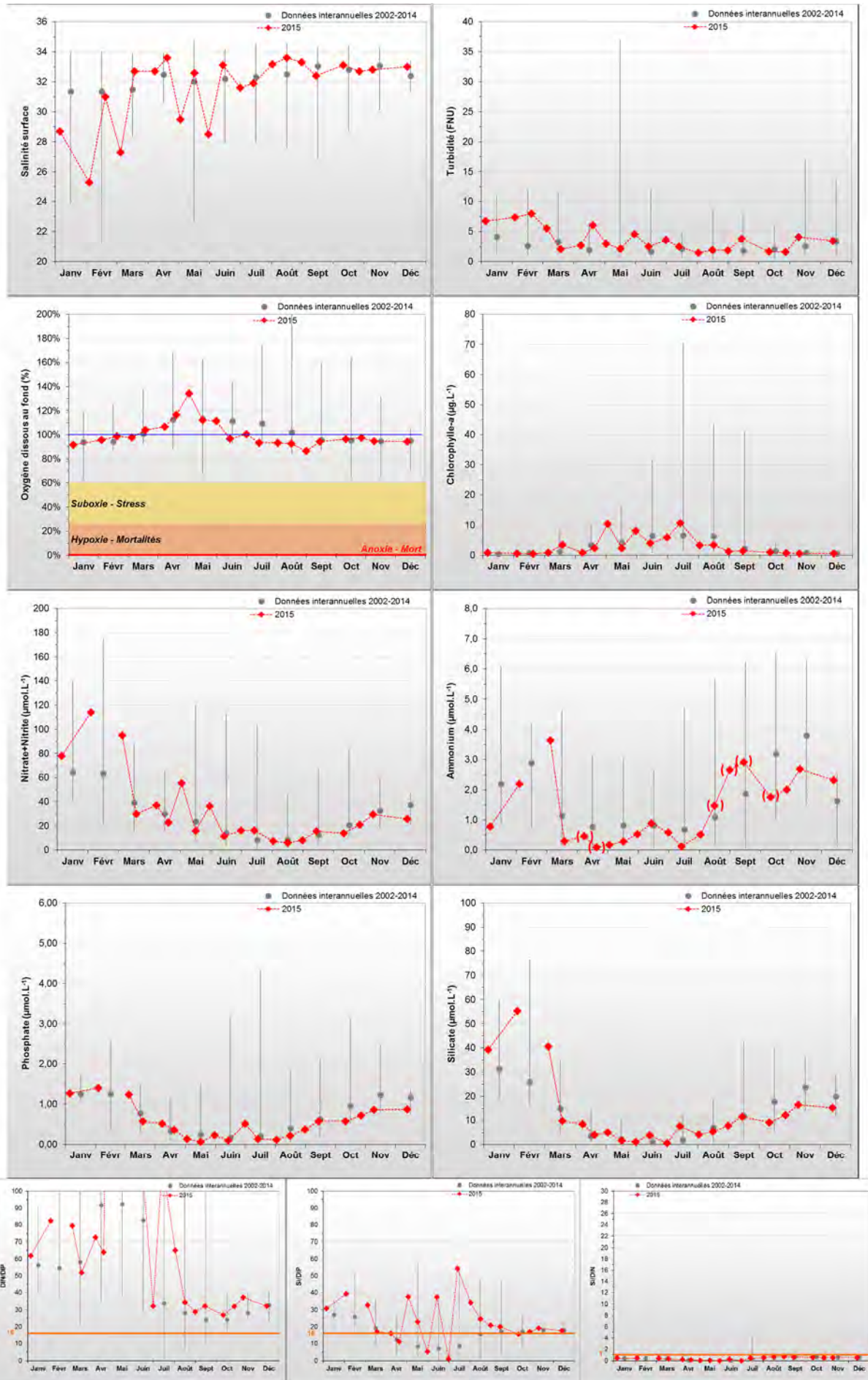


Figure 70 : Évolution des paramètres à Antifer ponton pétrolier entre 2002 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). () Donnée douteuse.

HC16

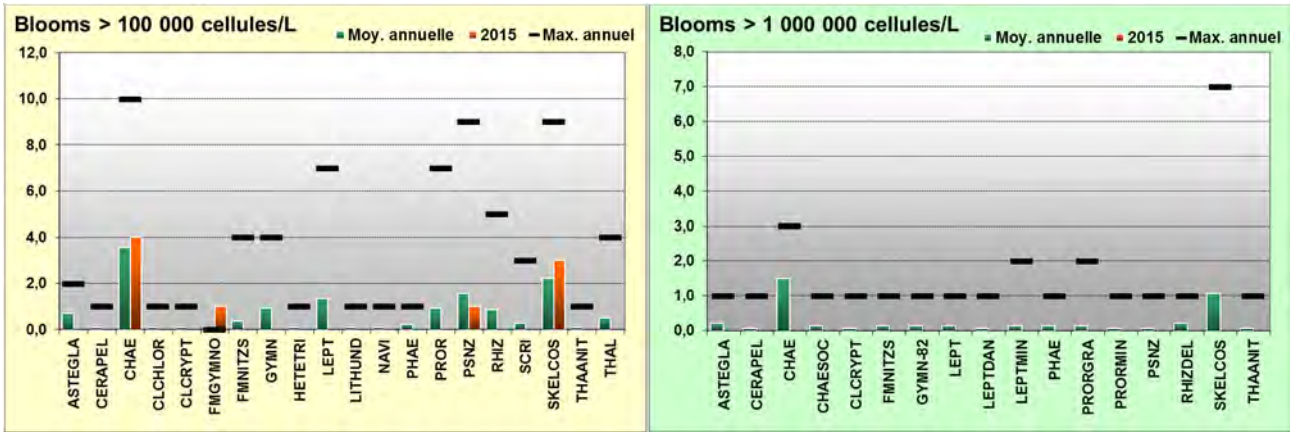


Figure 71 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Antifer ponton pétrolier entre 2002-2014 et nombre de blooms en 2015.

Peuplement phytoplanctonique au point « Antifer ponton pétrolier »

Les données issues des flores totales à Antifer ponton pétrolier permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point sur la période 2011-2015 (Figure 72).

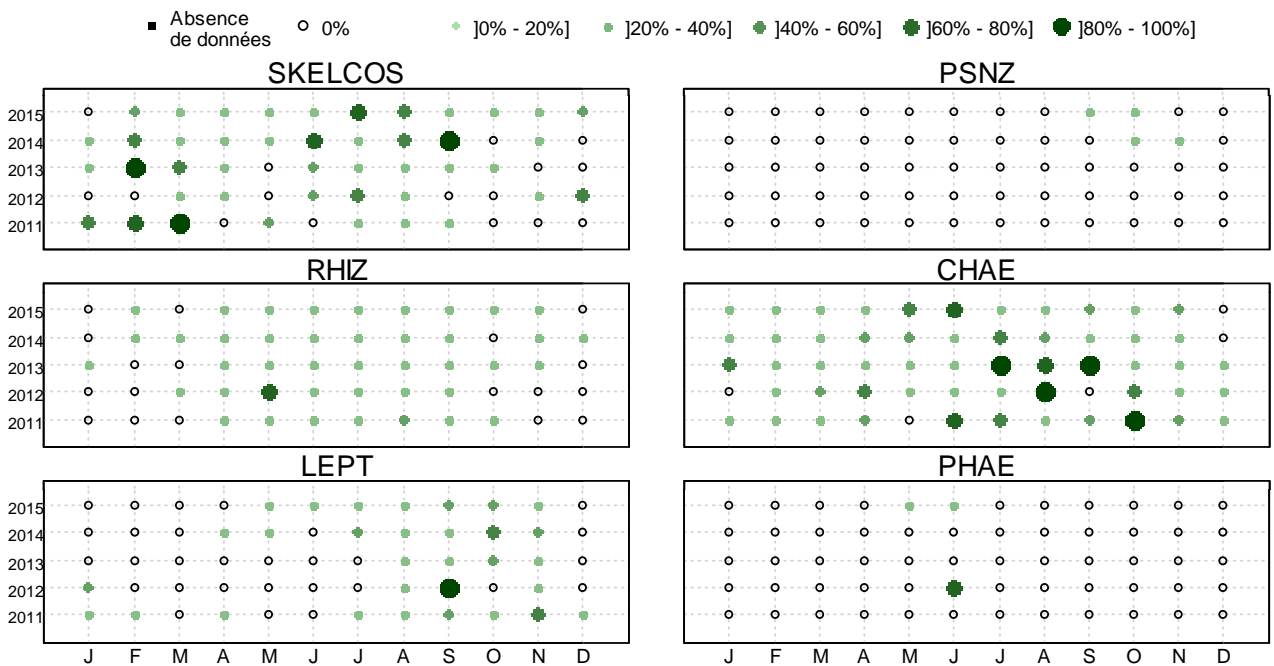


Figure 72 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces phytoplanctoniques, par mois et par année à Antifer Ponton Pétrolier de 2011 à 2015. SKELCOS = *Skeletonema costatum*, PSNZ = *Pseudonitzschia sp.*, RHIZ = *Rhizosolenia sp.*, CHAE = *Chaetoceros sp.*, LEPT = *Leptocylindrus sp.*, PHAE = *Phaeocystis*.

Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le peuplement phytoplanctonique hivernal (janvier – mars) est majoritairement dominé par la diatomée *Skeletonema costatum*, ou ponctuellement par *Chaetoceros sp.* comme en 2013, ou par le genre *Thalassiosira sp.* particulièrement en mars 2014 (non présenté). La majeure partie du printemps et de l'été est dominé par la diatomée du genre *Chaetoceros sp.* et secondairement par les genre *Rhizosolenia sp.*, *Gymnodinium sp.* ou *Skeletonema sp.* comme en 2015. Enfin, le genre *Leptocylindrus sp.* domine l'automne, avec ponctuellement comme 2011, le genre *Chaetoceros sp.* A noter que les espèces *Chaetoceros socialis* et *Skeletonema costatum* font partie de la liste des espèces phytoplanctoniques nuisibles.

HC17

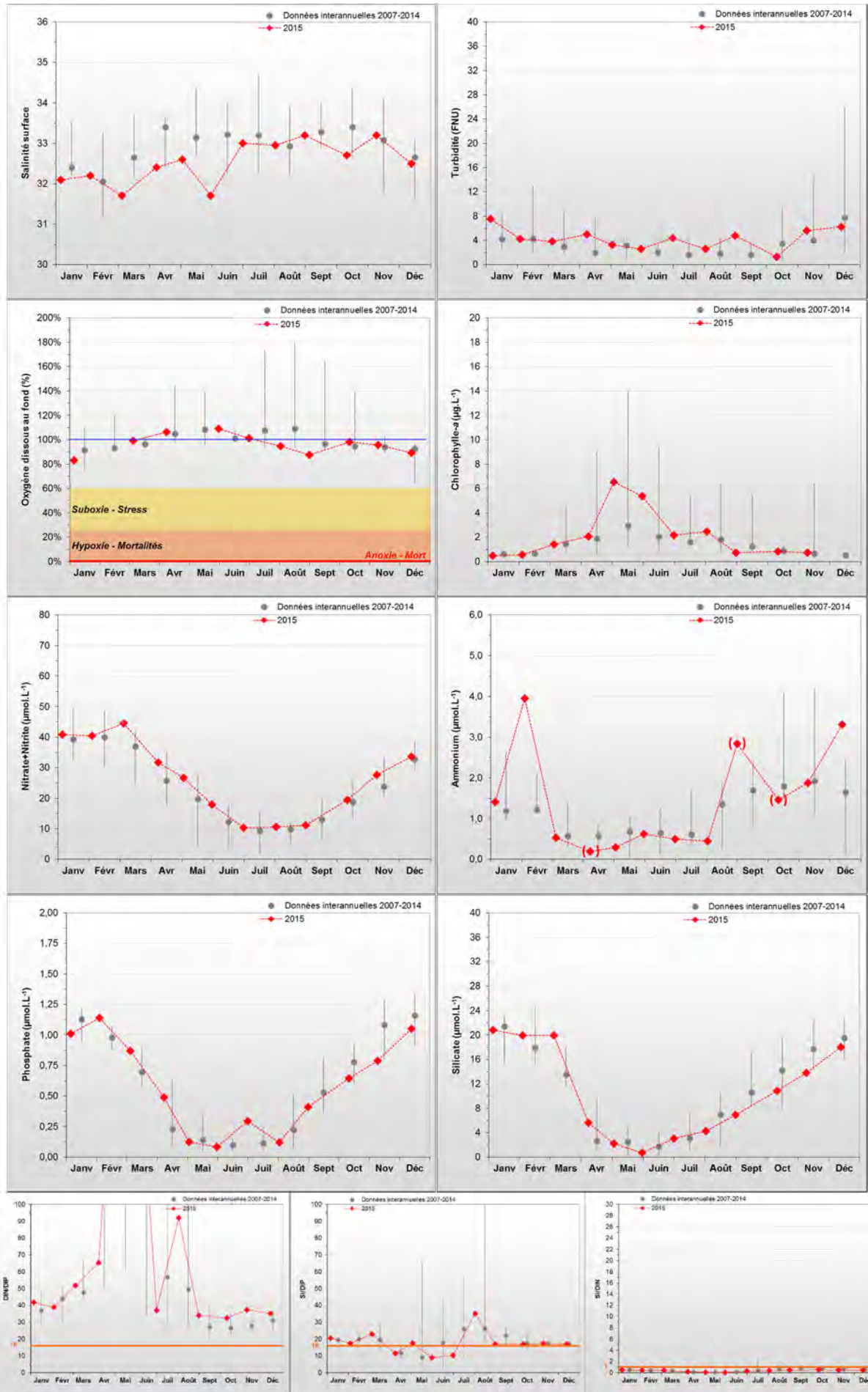


Figure 73 : Évolution des paramètres à Fécamp 1 mille entre 2007 et 2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). (◌) Donnée douteuse.

III.2.19 Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2007-2015)

SYNTHESE HC17 : La masse d'eau HC17, observée grâce au point « Fécamp 1 mille », est directement sous l'influence de la *Valmont* et indirectement du *Durdent* et de la *Seine*. Ainsi, des dessalures de faible amplitude peuvent recharger le milieu en nutriments. Aussi, malgré des stocks hivernaux en nutriments faibles, avec ces apports l'azote est en excès marqué de mars/avril à juin 2015, le phosphore pouvant alors apparaître en très léger déficit début août. **Le cycle des nutriments y apparaît donc perturbé.**

La biomasse est restée très faible en 2015 (moyenne 2,1 µg/L) similaire aux données interannuelles. Un nouveau maximum interannuel a été observé en mai 2015 (maximum 6,5 µg/L), et *Pseudo-nitzschia*, complexe *seriata*, du groupe des larges a été observé en léger état de bloom début juin 2015.

Malgré cela, le **risque d'eutrophisation reste faible** dans cette masse d'eau.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,0 µM	32,5 µM	Dessalure maximale : 31,7
Turbidité	4,0 FNU	4,3 FNU	Maximum : 7,5 FNU
Oxygène dissous fond	102,7 %	96,5 %	Minimum : 83,2 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	23,0 µM	26,3 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 40,7 µM
Ammonium	1,28 µM	1,45 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 2,68 µM
Phosphate	0,59 µM	0,59 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 1,08 µM
Silicate	11,0 µM	10,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 20,4 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :	Excès N (mars - juin) Légère carence en P début août		
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	2,0 µg/L	2,1 µg/L	Pic printanier : 6,5 µg/L Pic fin d'été : 0,8 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :	<i>Pseudo-nitzschia</i> , complexe 107 400 cell/L 01/06/15 <i>seriata</i> , groupe des larges		
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

HC17

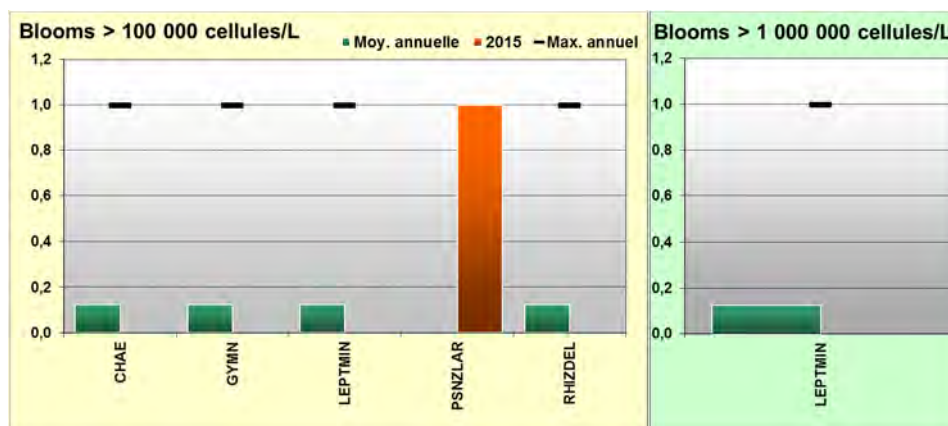


Figure 74 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Fécamp 1 mille entre 2007-2014 et nombre de blooms en 2015.

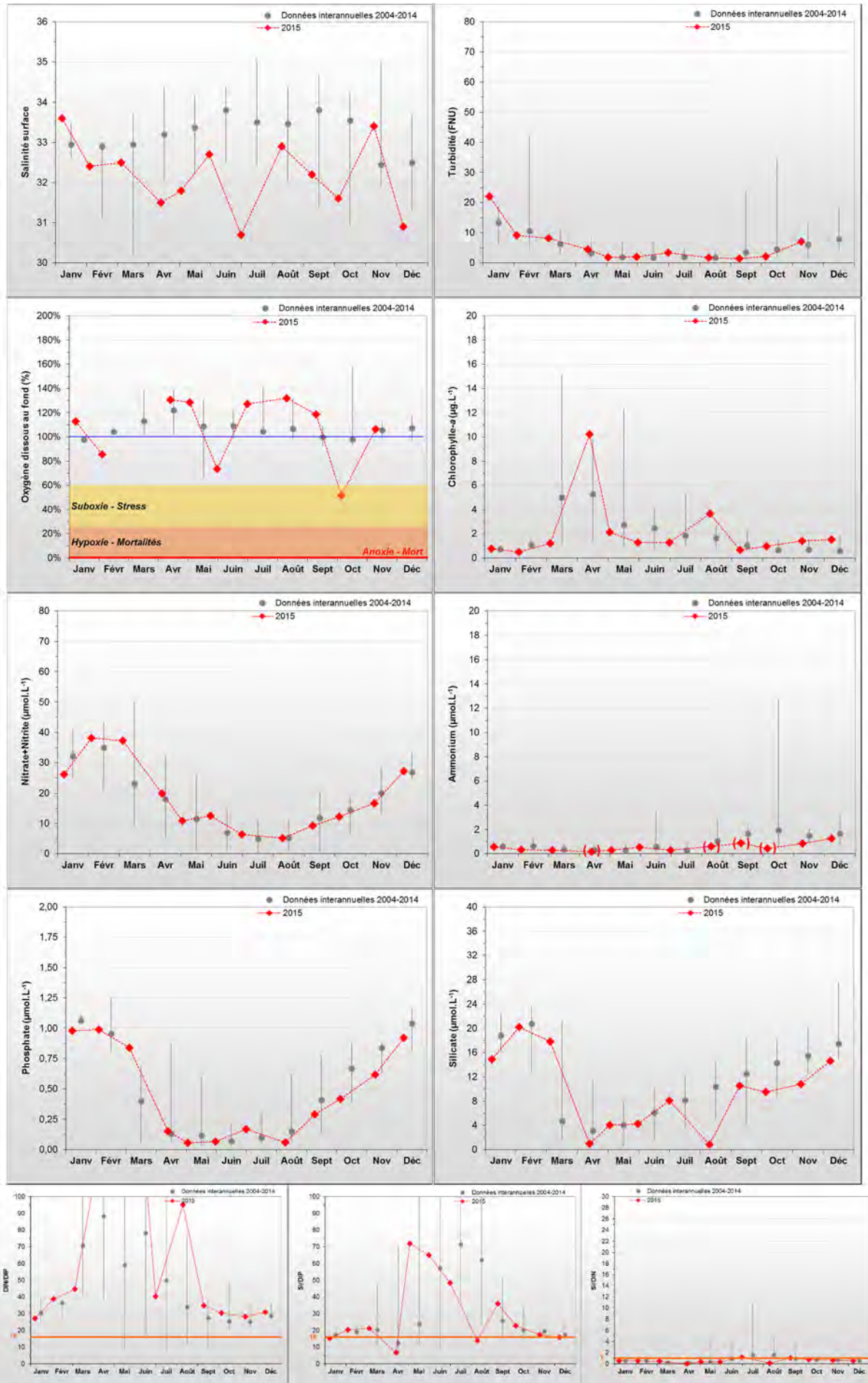


Figure 75 : Évolution des paramètres à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2015. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2005 et 2008-2014 (gris) et résultats 2015 (♦). () Donnée douteuse.

HC18

III.2.20 Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008-2015)

SYNTHESE HC18 : La masse d'eau HC18, observée à partir du point « Dieppe 1 mille », est directement soumise à l'influence des apports de l'Arques, et indirectement de la Seine. Ainsi, des dessalures de faible amplitude peuvent recharger le milieu en nutriments, même si en 2015 trois dessalures présentant des **nouveaux minima interannuels en salinité** ont été observés en avril, juillet et décembre. Aussi, malgré des stocks hivernaux en nutriments faibles, l'azote apparaît en excès marqué d'avril à août 2015, le phosphore apparaissant alors en déficit par rapport à l'azote et au silicium de mai à juillet. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**.

La biomasse est restée en moyenne faible en 2015 (2,1 µg/L), malgré un **nouveau maximum interannuel en chlorophylle-a** en avril à 10,2 µg/L, correspondant vraisemblablement à un bloom de l'espèce *Thalassiosira levanderi* qui a dépassé le seuil de 1 000 000 cellules par litre. Ce bloom pourrait être à l'origine du déficit en oxygène dissous au fond observé le 01/06 à 73 %. Un **nouveau minimum interannuel en oxygène dissous** a aussi été enregistré le 06/10 à 52 %, soit révélant une colonne d'eau au fond légèrement suboxique pour la première fois sur ce point depuis le début du suivi.

Le **risque d'eutrophisation est donc faible** dans cette masse d'eau.

Paramètres	Moyenne interannuelle	Moyenne 2015	Spécificités 2015
PHYSICO-CHIMIE			
Salinité	33,1 µM	32,2 µM	Dessalure maximale : 30,7
Turbidité	5,4 FNU	5,8 FNU	Maximum : 22,0 FNU
Oxygène dissous fond	108,8 %	106,7 %	Minimum : 51,7 %
HYDROLOGIE			
Nitrate + Nitrite	15,5 µM	18,5 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 32,1 µM
Ammonium	1,04 µM	0,54 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,45 µM
Phosphate	0,44 µM	0,46 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 0,99 µM
Silicate	9,9 µM	9,7 µM	Stock hivernal (janv.-fév.) : 17,6 µM
Rapports molaires - Excès / Carences potentiels :			Large excès N (avril-juin) Légère carence en P (mai-juin)
BIOLOGIE			
Chlorophylle-a	2,4 µg/L	2,1 µg/L	Pic printanier : 10,2 µg/L Pic fin d'été : 1,4 µg/L
Phytoplancton - Blooms observés :			<i>Thalassiosira levanderi</i> 3 305 700 cell/L 14/04/15
RISQUE D'EUTROPHISATION :			Faible

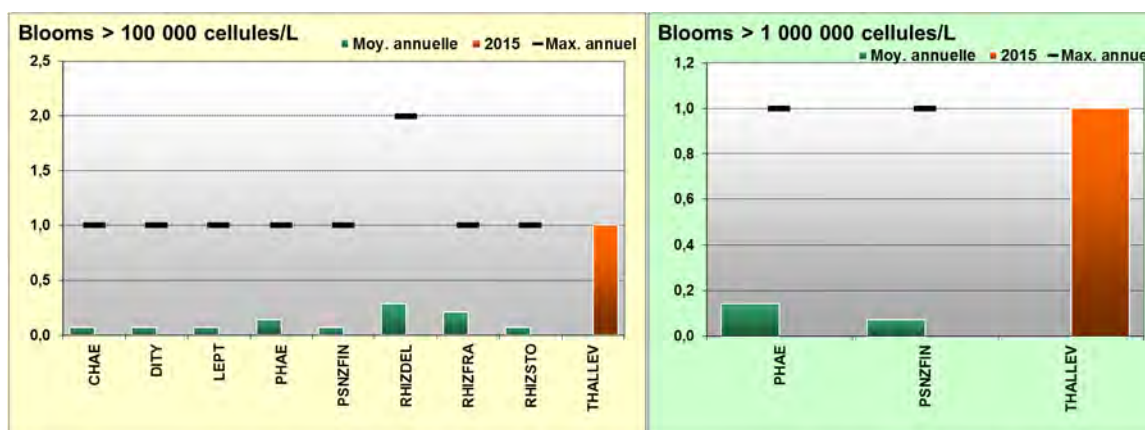


Figure 76 : Moyenne interannuelle et maximum interannuel de blooms d'espèces dépassant les seuils DCE sur Dieppe 1 mille entre 2001-2005, 2008-2014 et nombre de blooms en 2015.



IV. Evaluations des éléments de qualité DCE

IV.1 Principe

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

L'état de qualité d'une masse d'eau est donc qualifié à partir de son état écologique et de son état chimique. L'état chimique est déterminé dans le cadre de réseaux de surveillance dédiés et ne fait donc pas l'objet du présent rapport. Dans ce deuxième arrêté, le mode de classification de l'état écologique des masses d'eau est représenté selon le schéma de la **Figure 77**. L'état écologique est donc défini à partir des éléments de qualité biologique, des conditions physico-chimiques, et des conditions hydromorphologiques.

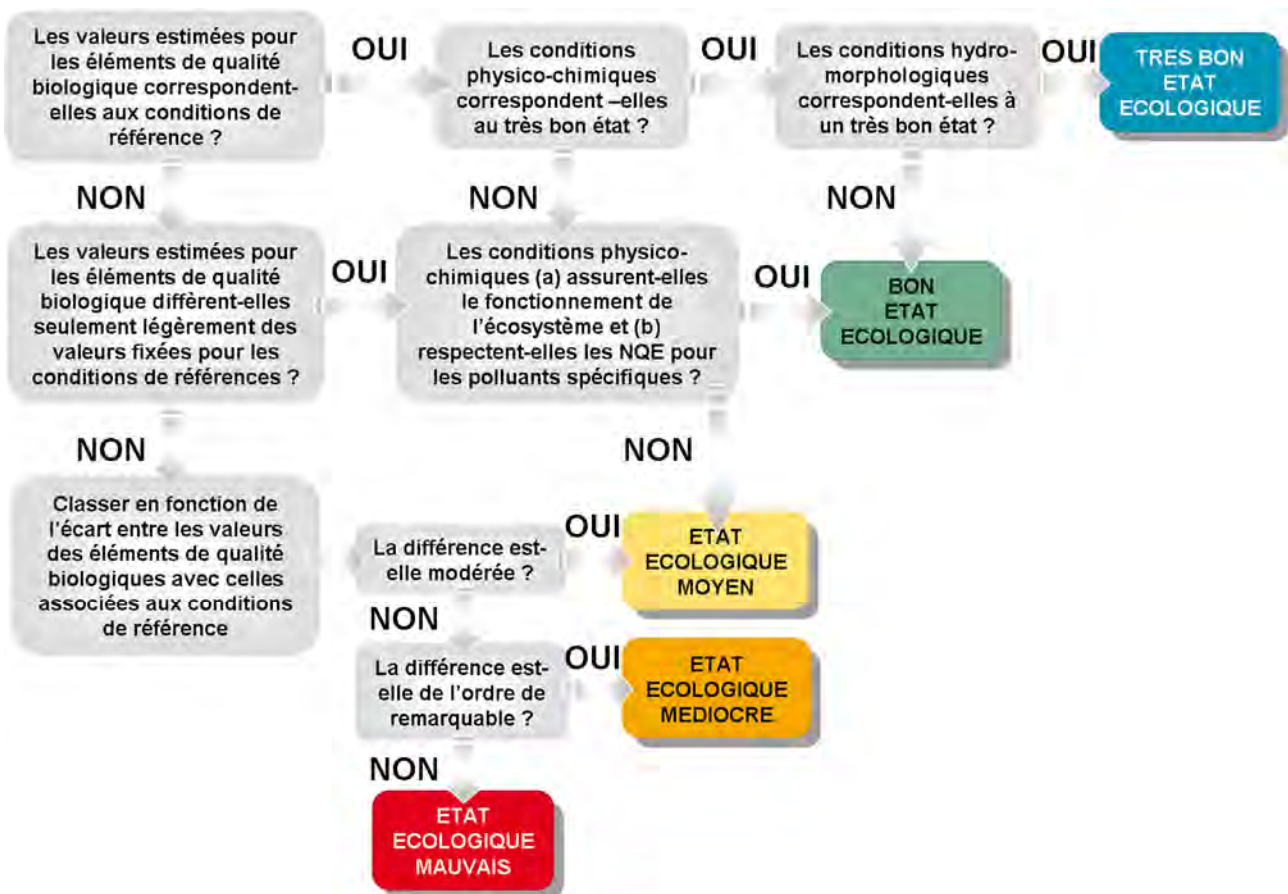


Figure 77 : Schéma de classification de l'état écologique des masses d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010.

Les indicateurs définis dans l'arrêté du 25 janvier 2010 pour l'état écologique et l'état chimique des eaux littorales sont présentés dans le **Tableau 6**.

Tableau 6 : Eléments de qualité permettant de qualifier l'état écologique et l'état chimique selon l'arrêté du 25 janvier 2010. MEC = Masses d'eau côtières, MET = Masses d'eau de transition.

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

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

ELEMENT DE QUALITE « PHYTOPLANCTON » :

- **Biomasse** : la métrique retenue est le percentile 90 des premières valeurs mensuelles de chlorophylle-*a* (exprimées en µg/L) obtenues en sub-surface entre les mois de mars et d'octobre (soit 8 mesures par an) pendant 6 années consécutives (**Tableau 7**). Cette métrique est ensuite transformée en un ratio de qualité écologique (RQE) par comparaison avec la valeur de référence : 3,33 µg/L en Manche-Atlantique (**Tableau 8**).
- **Abondance** : la métrique retenue est le pourcentage du nombre de blooms d'espèces micro-phytoplanctoniques (taille ≥ 20 µm) avec dépassement du seuil de 100 000 cellules/L 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 7**). Si plusieurs espèces ont dépassé le seuil dans un même échantillon, une seule est prise en compte. Cette métrique est aussi ensuite transformée en un ratio de qualité écologique (RQE) par comparaison avec la valeur de référence : 16,7 % en Manche Atlantique (**Tableau 8**).

ELEMENTS DE QUALITE « PHYSICO-CHIMIQUES GENERAUX » :

- **Nutriments** : l'indicateur Nutriments 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'élément de qualité « Nutriments » intègre actuellement uniquement les concentrations d'azote inorganique dissous (NID), c'est-à-dire la somme ammonium + nitrate + nitrite, qui est directement reliée à la salinité. 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. Si moins de 18 mesures sont disponibles, aucune évaluation n'est effectuée. La concentration en nutriments étant considérée comme une pression sur l'écosystème, la concentration normalisée à 33 de salinité en NID a été relativisée par rapport à un symptôme primaire d'eutrophisation : la chlorophylle-*a*. 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 Moyen (**Tableau 7**) (Daniel A. et Soudant D., 2010).
- **Oxygène dissous** : la métrique retenue est le percentile 10 des premières valeurs mensuelles (exprimées en mg/L) obtenues au fond de la colonne d'eau entre les mois de juin et de septembre (soit 4 valeurs par an) pendant 6 années consécutives (**Tableau 7**). Cette métrique est ensuite transformée en un ratio de qualité écologique (RQE) par comparaison avec la valeur de référence : 8,33 mg/L en Manche Atlantique (**Tableau 8**) (Daniel A. et Soudant D., 2009a).
- **Salinité** : la salinité figure parmi les éléments de qualité physico-chimiques retenus par la DCE pour la classification de l'état écologique des masses d'eau littorales. La recherche d'un indicateur de qualité a montré qu'il est difficile d'envisager l'utilisation d'un seuil tenant compte uniquement de l'intensité de la dessalure, la fréquence et la durée des dessalures étant plus intéressantes. Cependant, ces indices n'ont pas pu être retenus comme métriques en raison des fréquences de prélèvement insuffisantes retenues dans le cadre du contrôle de surveillance DCE. L'élément de qualité « Salinité » a donc été déclaré non pertinent dans les masses d'eau côtières et de transition (Daniel A. et Soudant D., 2011b).
- **Température** : L'indicateur « Température » est défini comme le pourcentage de mesures hors d'une enveloppe considérée comme assurant le bon fonctionnement écologique de l'écosystème dans les masses d'eau côtières. Il permet un classement en deux états : Bon ou Mauvais. L'enveloppe est définie autour d'une référence. Cette dernière est une sinusoïde modélisant les données de température acquises entre 1988 et 2007. L'enveloppe est constituée de deux courbes, les courbes maximales et minimales étant définies à partir de l'intervalle interquartile multiplié par un facteur de 3. L'enveloppe ainsi définie permet de désigner les observations acceptables et exceptionnelles. Ainsi, si le nombre d'observations exceptionnelles dépasse un seuil de 5 %, la masse d'eau est désignée comme en « Mauvais état » au regard de l'indice Température (Daniel A. et Soudant D., 2009b).
- **Transparence** : Du fait du caractère positif marqué de la turbidité dans les estuaires, l'indicateur Transparence est donc déclaré non pertinent dans les masses d'eau de transition correspondant aux estuaires. 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. Aussi la métrique de l'indice turbidité proposée est le centile 90 des valeurs absolues de concentration. La grille de classement proposée est conçue de façon à permettre un classement en trois états : Très bon, Bon ou Mauvais. La métrique est ensuite transformée en un Ratio de Qualité Ecologique (RQE) par rapport à une valeur de référence qui a été fixée à dire d'expert (3,3 NTU pour les écotypes 1 et 2, et 20,1 NTU pour l'écotype 3). 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 (Daniel A. et Soudant D., 2011a).

Tableau 7 : Grille des indices des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et de l'Etat Physico-Chimique. MEC = Masse d'eau côtière, MET = Masse d'eau de transition.

ELEMENT DE QUALITE PHYTOPLANCTON - MEC & MET non turbides							
Indices	Métrique	Unité	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Biomasse	Centile 90 (mars - octobre)	µg/L	[0 - 5 ]	] 5 - 10 ]	] 10 - 20 ]	] 20 - 40 ]	] 40 -
Abondance	Nombre de blooms > 100 000 cellules/L (janvier - décembre)	%	] 0 - 20 % ]	] 20 - 39 % ]	] 39 - 70 % ]	] 70 - 90 % ]	] 90 -

ELEMENTS DE QUALITE - ETAT PHYSICO-CHIMIQUE - MEC & MET sauf Température & Transparence							
Indices	Métrique	Unité	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
NID	Concentration hivernale (novembre - février) en [NH4 + NO3 + NO2] normalisée à 33 de salinité par écotype	µM	[0 - 20 ]	] 20 - 33 ]	] 33 -		
Oxygène dissous	Centile 10 (juin - septembre)	mg/L	- 5 ]	] 5 - 3 ]	] 3 - 2 ]	] 2 - 1 ]	] 1 - 0]
Température	Pourcentage de mesures hors d'une enveloppe considérée comme assurant le bon fonctionnement écologique de l'écosystème	%	[0 - 5 % ]				] 5 % -
Turbidité	Centile 90 (mars - octobre)	Ecotype 1 & 2	[0 - 5 ]	] 5 - 10 ]			] 10 -
		Ecotype 3	[0 - 30 ]	] 30 - 45 ]			] 45 -

Tableau 8 : Grille des ratios de qualité écologique (RQE) des indicateurs des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et de l'Etat Physico-Chimique.

ELEMENT DE QUALITE PHYTOPLANCTON - MEC & MET non turbides							
Indices	Métrique	Référence	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Biomasse	Centile 90 (mars - octobre)	3,35 µg/L	[1 - 0,67 ]	] 0,67 - 0,33 ]	] 0,33 - 0,17 ]	] 0,17 - 0,08 ]	] 0,08 - 0]
Abondance	Nombre de blooms > 100 000 cellules/L (janvier - décembre)	16,7%	[1 - 0,84 ]	] 0,84 - 0,43 ]	] 0,43 - 0,24 ]	] 0,24 - 0,19 ]	] 0,19 - 0]

ELEMENTS DE QUALITE - ETAT PHYSICO-CHIMIQUE - MEC & MET sauf Température & Transparence							
Indice	Métrique	Référence	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Oxygène dissous	Centile 10 (juin - septembre)	8,33 mg/L	[1 - 0,60 ]	] 0,60 - 0,36 ]	] 0,36 - 0,24 ]	] 0,24 - 0,12 ]	] 0,12 - 0]
Température	Pourcentage de mesures hors d'une enveloppe considérée comme assurant le bon fonctionnement écologique de l'écosystème		[1 - 0,95 ]				] 0,95 - 0]
Turbidité	Centile 90 (mars - octobre)	Ecotype 1 & 2	[1 - 0,67 ]	] 0,67 - 0,33 ]			] 0,33 - 0]
		Ecotype 3	[1 - 0,67 ]	] 0,67 - 0,45 ]			] 0,45 - 0]

L'évaluation de l'état des masses d'eau est effectuée tous les 6 ans et rapportées à l'Europe, dans le cadre d'un Etat des Lieux, permettant ensuite de réviser le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) des Agences de l'Eau par bassin. Ce document de planification fixe, pour une période six ans « *les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau et les objectifs de qualité et de quantité des eaux* » (article L.212-1 du code de l'environnement) à atteindre dans le bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands, pour l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. Dans l'Etat des Lieux 2013, les données utilisées couvraient la période 2008-2013.

Des données étant acquises chaque année, il paraît donc intéressant de mettre à jour l'évaluation pour l'élément de qualité « Phytoplancton » de l'Etat biologique, et les éléments de qualité de l'Etat physico-chimique afin d'observer l'évolution de la qualité des masses d'eau entre deux évaluations officielles. Aussi, l'évaluation de ces éléments de qualité pour la période 2010-2015 est présentée ci-dessous.

Ces mises à jour sont ensuite saisies dans l'Atlas interactif DCE pour le bassin Seine-Normandie, visualisable à l'adresse suivante :

http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/la_dce_par_bassin/bassin_seine_normandie/fr/atlas_interactif.

IV.2 Synthèse 2010 - 2015

Les modalités de calcul des indicateurs sont décrites dans le rapport de Belin C. *et al.* (2014a). Les données sont extraites de la base Quadrige² sur une période de six années pleines, ce qui correspond à l'exigence de couvrir un plan complet de gestion de six ans. Chaque masse d'eau est associée à un groupe de masses d'eau au sens des écotypes européens, auquel sont associées une grille et une valeur de référence unique pour chacun des indices. Seuls les résultats qualifiés BON ou non qualifiés sont conservés pour l'évaluation. Pour chaque point dans chaque masse d'eau, seul le premier résultat du mois est conservé afin de respecter la fréquence mensuelle de la DCE afin qu'il ne subsiste qu'une seule valeur par triplet « point / année / mois ». Pour chaque triplet « masse d'eau / année / mois », si plusieurs résultats sont disponibles lorsque plusieurs points sont suivis dans une même masse d'eau, ceux des points DCE sont conservés en priorité par rapport aux points supplémentaires. Si de nouveau plusieurs résultats sont en concurrence, seul celui possédant la valeur maximale est conservé.

Les évaluations présentées dans ce rapport ont été effectuées sur la période 2010-2015 à partir des données des points du RHLN comme spécifiés dans le **Tableau 9**.

Tableau 9 : Présentation des points pris en compte pour l'évaluation DCE pour la mise à jour des évaluations des éléments de qualité pour la période 2010-2015.

ME	Points de surveillance	Mnémoniques	Stratégie	EQ Phytoplancton		Etat physico-chimique			
				Biomasse	Abondance	NID	Oxygène	Température	Transparence
HC01	Chausey	019-P-001	DCE	48	65	23	24	69	48
HT05	Tombelaine	020-P-109	DCE				21		
HC02	Champeaux	020-P-050	DCE	48	67	24	23	72	48
HC03	Denneville	018-P-008	REG	7	49	20	6	22	7
	Pirou Bergerie Sud	018-P-021	DCE	33	2		8	28	39
	Donville	018-P-054	DCE	8	21		1	22	2
	Pointe Agon sud	018-P-057	REG				7		
	Coudeville 1 mille	018-P-068	REG				2		
HC04	Dielette	017-P-006	DCE	46	57	15	21	64	46
HC60	Digue de Querqueville	016-P-025	DCE	48	66	24	14	71	48
HC08	Reville 1 mille	015-P-029	DCE	47	59	21	24	68	47
HC09	La Hougue	015-P-030	DCE	16	58	22	18	37	25
	Gougins	015-P-031	REG	32	4	22	6	33	23
HC10	Roches de Grandcamp	014-P-001	DCE	10	62	23	23	37	32
	Utah	014-P-024	REG	38	2	22	1	33	16
HT06	Géfosse	014-P-023	DCE	48	70	22	24		
HC11	Port en Bessin 1 mille	013-P-006	DCE	48	58	21	24	69	48
HC12	Asnelles-Meuvaives	012-P-013	REG	48	61	24	24	72	48
HC13	St Aubin les Essarts	012-P-005	DCE	48	62	24	24	72	48
HC14	Ouistreham 1 mille	010-P-102	DCE	48	64	24	2	72	48
	Luc 1 mille	010-P-187	REG				22		
HT04	Estuaire de l'Orne	010-P-110	DCE				22		
HC15	Cabourg	010-P-109	DCE	48	72	22	24	72	48
HT03	Seine 1	011-P-010	DCE				19		
HC16	Antifer ponton pétrolier	010-P-001	DCE	48	72	23	20	70	48
HC17	Fécamp 1 mille	009-P-023	REG				18		
HC18	Dieppe 1 mille	008-P-012	DCE	45	56	18	15	57	45

DCE = RCS et/ou RCO DCE

REG = Suivi complémentaire régional

IV.2.1 Élément de qualité « Phytoplancton »

L'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2010-2015 montre un classement des masses d'eau côtières et de transition identiques à la période 2009-2014. L'évaluation montre que sur les 18 masses d'eau évaluées, 12 sont en TRES BON ETAT, 5 en BON ETAT, 1 en ETAT MOYEN (HC15) (**Figure 78**).

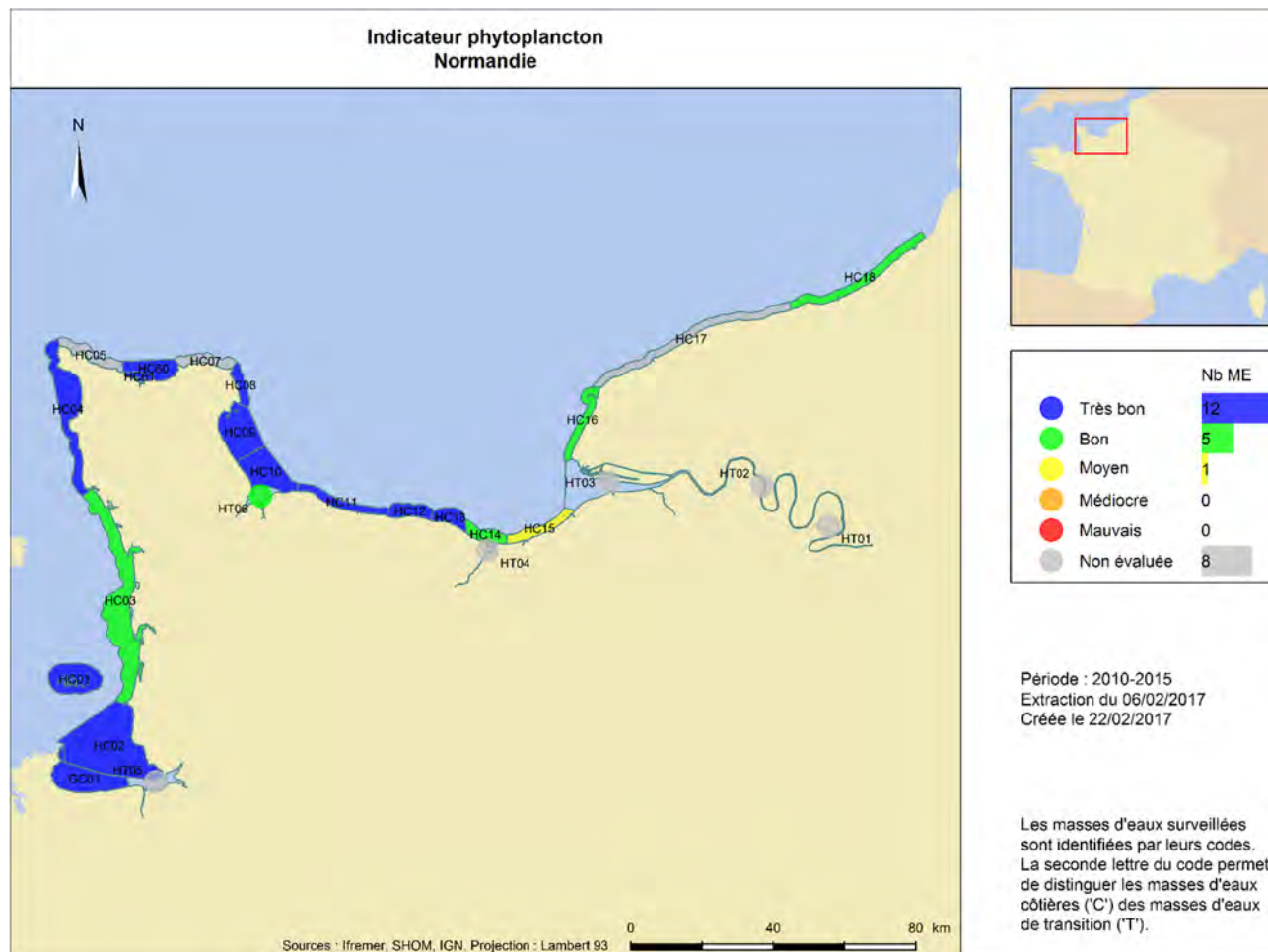


Figure 78 : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Phytoplancton » de l'Etat Biologique pour la période 2010-2015.

Cette évaluation est conforme aux observations faites à partir des données brutes (voir chapitre précédent). Les données de points supplémentaires ne faisant pas parti d'une masse d'eau en contrôle de surveillance ou contrôle opérationnel ont tout de même été exploitées pour évaluer les masses d'eau HT04 et HC17. Ainsi, la masse d'eau HT04 serait classée en BON ETAT, et la masse d'eau HC17 en TRES BON ETAT.

IV.2.2 Etat Physico-Chimique

IV.2.2.1 Elément de qualité « Nutriments »

L'évaluation de l'indice NID pour la période 2010-2015 montre que, sur les 16 masses d'eau du bassin Seine Normandie évaluées, seulement 2 peuvent être classées en TRES BON ETAT (HC01 et HC60), et 14 en BON ETAT (HC02, HC03, HC08, HC09, HC10, HT06, HC11, HC13 et HC14) (**Figure 79**). Ces résultats sont concordants avec les observations effectuées à partir des données brutes, qui montrent que les masses d'eau HC01 et HC60 sont très peu influencées par des apports anthropiques, avec des concentrations hivernales en nutriments similaires aux eaux ouvertes de la Manche. Toutes les autres masses d'eau ont montré des stocks hivernaux faibles concordant avec leur évaluation en BON ETAT. Enfin, le classement des masses d'eau HC15 et HC16 vis-à-vis de cet indicateur s'est amélioré en 2010-2015 par rapport à la période 2009-2014 en passant de l'ETAT MOYEN au BON ETAT.

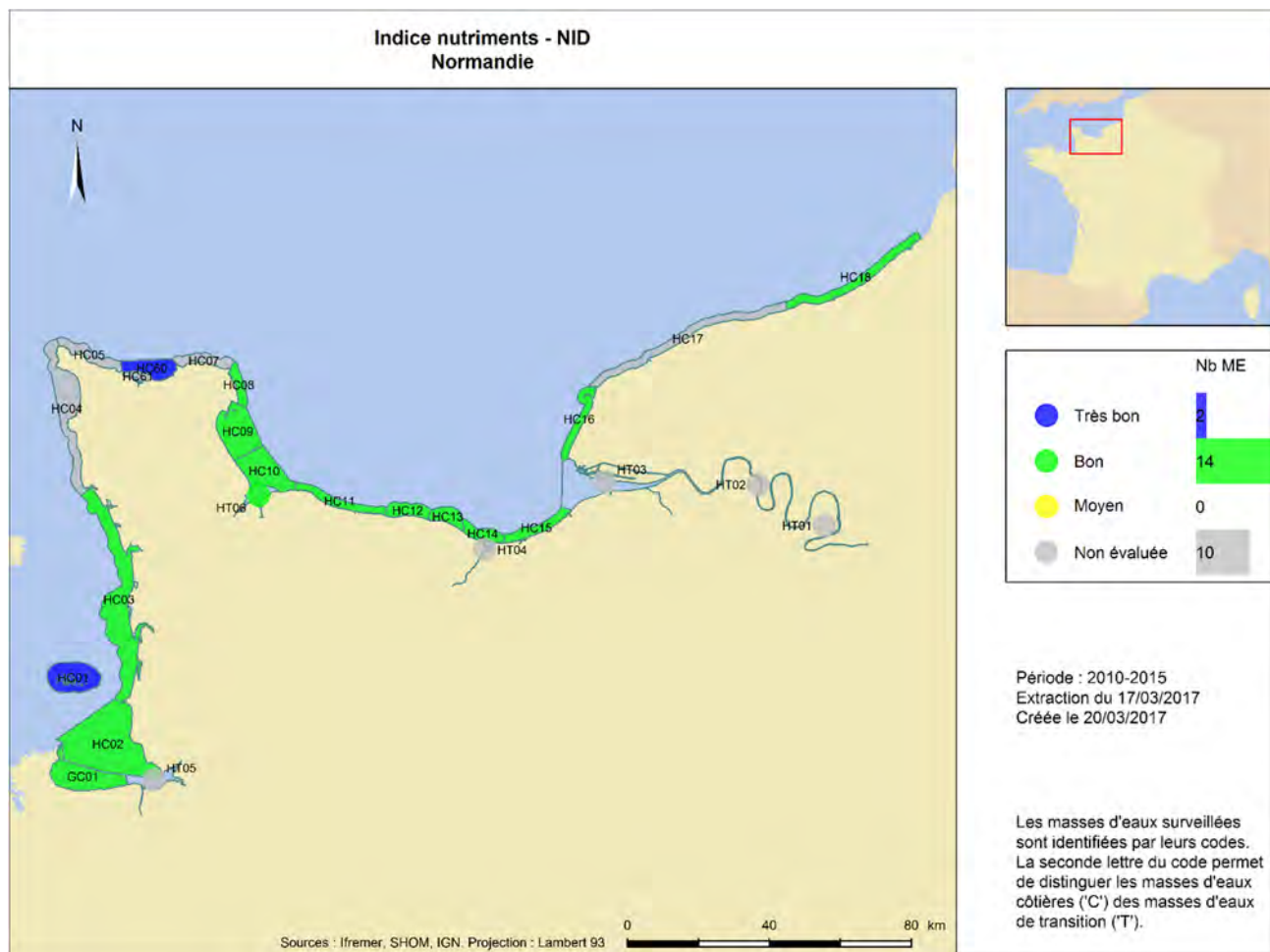


Figure 79 : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Nutriments » par l'Indice NID de l'Etat Physico-Chimique pour la période 2010-2015.

IV.2.2.2 Élément de qualité « Oxygène dissous »

Depuis le début des évaluations de l'élément de qualité « Oxygène dissous », les 22 masses d'eau côtières et de transition du bassin Seine-Normandie évaluées étaient en TRES BON ETAT, excepté pour la période 2008-2013 à Cabourg (HC15) classé en BON ETAT.

Sur la période 2010-2015, seules 21 masses d'eau sont toujours classées en TRES BON ETAT, la masse d'eau HT05 étant déclassée au BON ETAT (**Figure 80**). Pour toutes les masses d'eau classées en TRES BON ETAT, ces résultats reflètent bien les observations faites sur le terrain de l'absence de sous-oxygénation du fond de la colonne d'eau. Pour la masse d'eau HT05, cette évaluation est la première utilisant 6 années complètes de données puisque le point « Tombelaine » a été créé en 2010. Durant cette période, les données d'oxygène au fond ont périodiquement été en limite de suboxie, avec un minimum à 4,6 mg/L en juillet 2014, la moyenne interrannuelle des mois de juin à septembre de 2010 à 2015 étant de $6,4 \pm 1,2$ mg/L. Le classement en BON ETAT de la masse d'eau HT05 reflète donc bien son Etat physico-chimique pour l'élément de qualité « Oxygène dissous ».

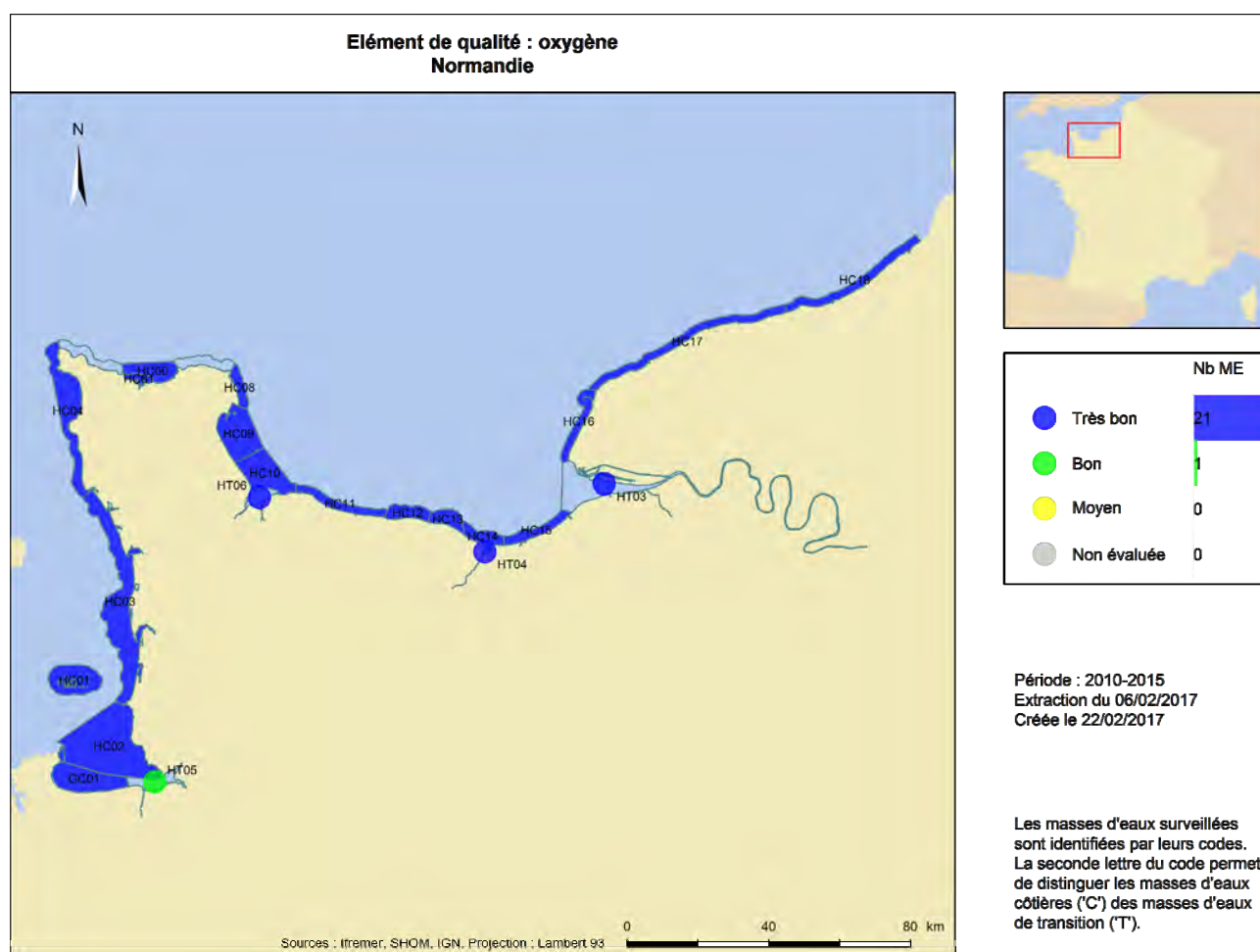


Figure 80 : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Oxygène dissous » par l'Indice Oxygène dissous au fond de l'Etat Physico-Chimique pour la période 2010-2015.

IV.2.2.3 Élément de qualité « Température »

L'évaluation de l'élément de qualité « Température » dans 17 masses d'eau côtières du bassin Seine-Normandie les classe toutes en TRES BON ETAT (**Figure 81**), et reflète bien que les mesures de température sur les points du littoral normand restent dans l'enveloppe définie.

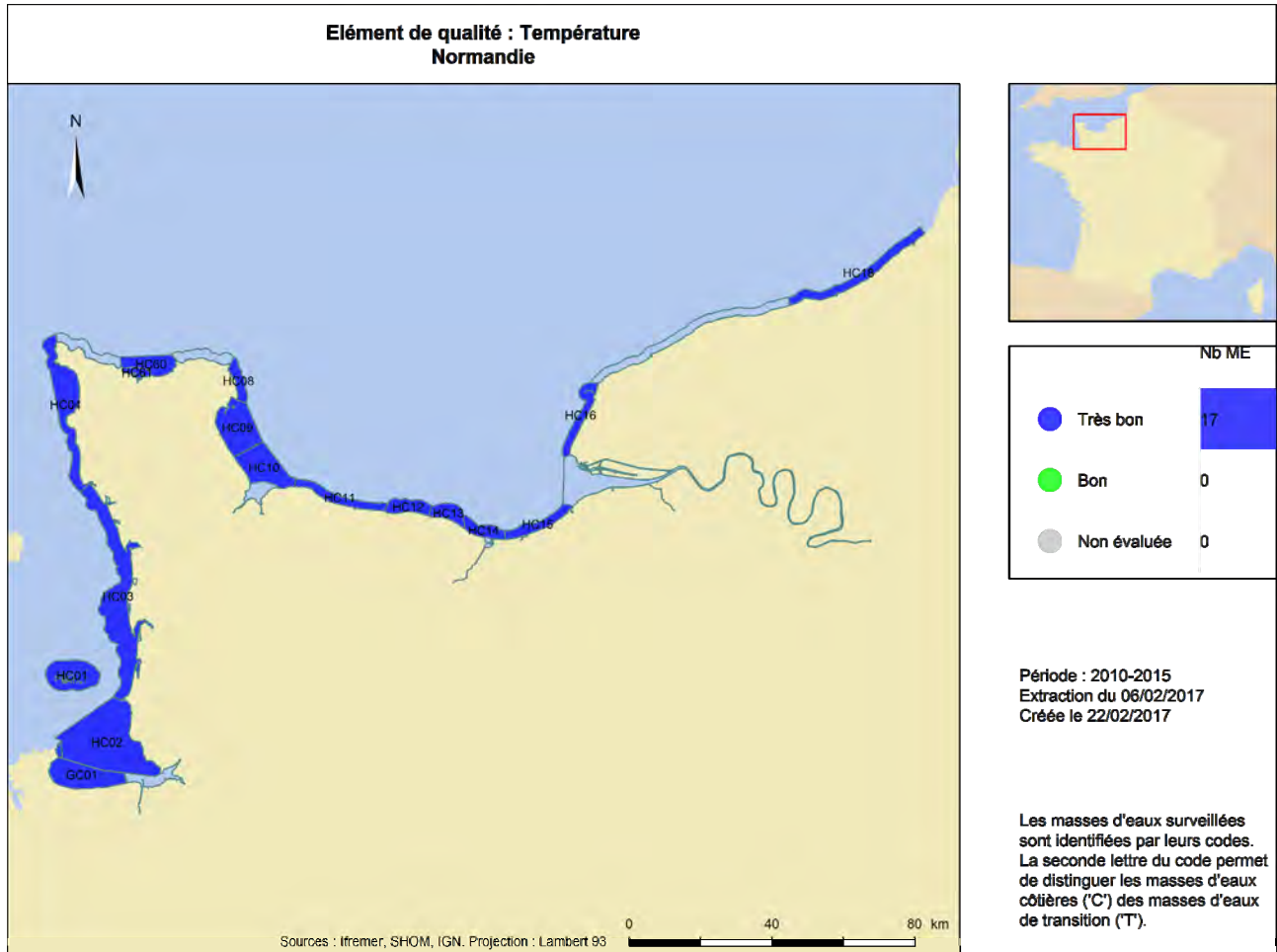


Figure 81 : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Température » par l'Indice Température de l'Etat Physico-Chimique pour la période 2010-2015.

IV.2.2.4 Élément de qualité « Transparence »

L'évaluation de l'élément de qualité « Transparence » dans 17 masses d'eau côtières du bassin Seine-Normandie les classe toutes en TRES BON ETAT (**Figure 82**), et reflète bien que les mesures de turbidité sur les points du littoral normand restent faibles, cette évaluation étant non pertinente dans les masses d'eau de transition.

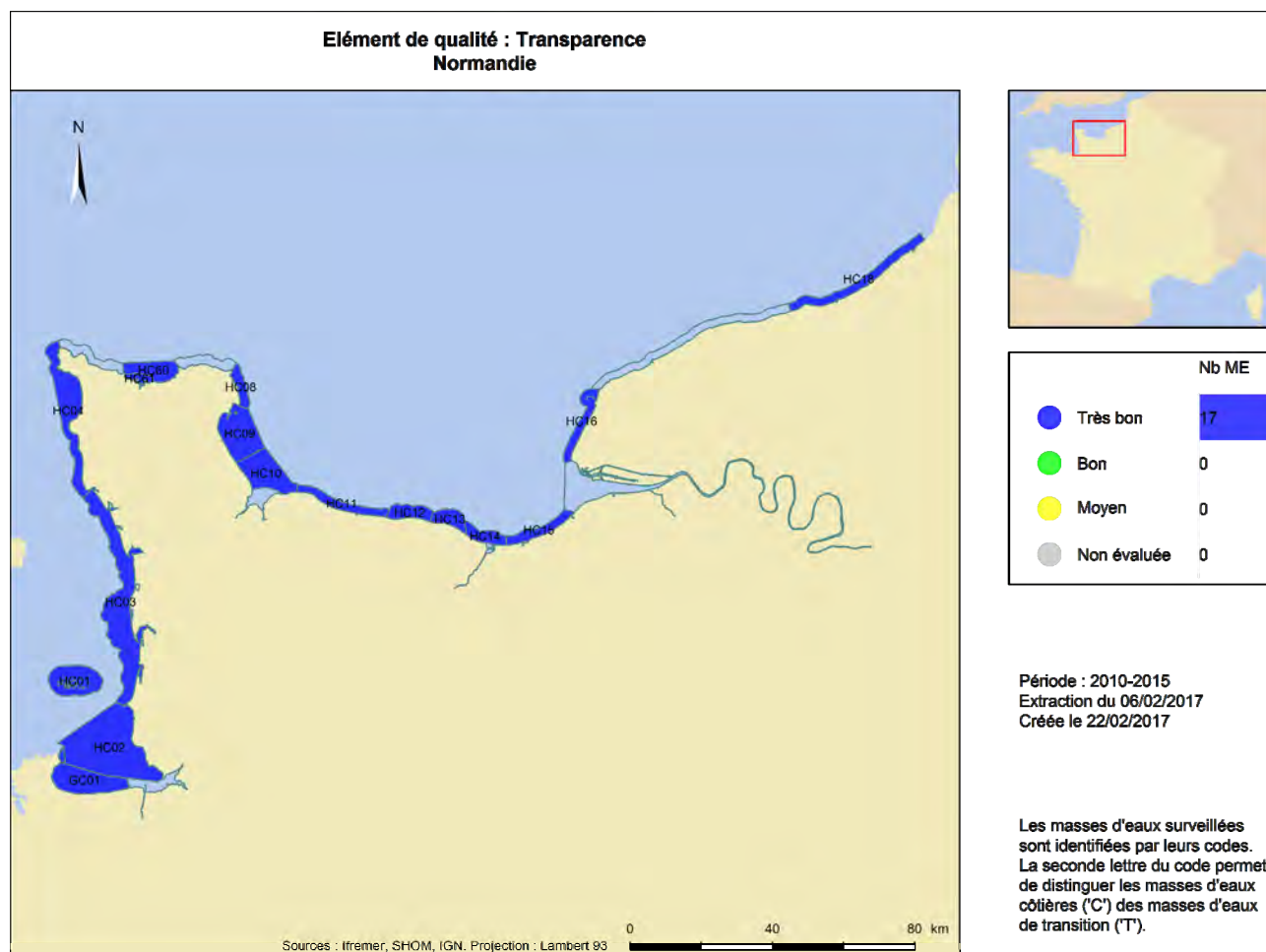


Figure 82 : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Transparence » par l'Indice Turbidité de l'Etat Physico-Chimique pour la période 2010-2015.

V. Révision de la stratégie pour le plan de gestion 2016-2021

V.1 Introduction

Dans chaque district hydrographique, les Etats membres doivent déterminer l'emplacement et les limites des masses d'eau (dont les eaux littorales), effectuer leur caractérisation en les catégorisant (eaux côtières ou eaux de transition), et en les répartissant en types. La définition des masses d'eau et le programme de surveillance peuvent être vérifiés et affinés avant la publication de nouveaux plans de gestion des bassins versants (SDAGE⁵), soit tous les six ans. L'année 2015 marquant la dernière année du plan de gestion correspondant au SDAGE 2010-2015 de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie, ce processus a été mis en œuvre en préparation du SDAGE 2016-2021.

La délimitation des masses d'eau a été définie en décembre 2002 dans le cadre de la réflexion du Groupe de Travail DCE « Eaux littorales ». Cette définition est issue de la combinaison de critères de zonage basés sur la capacité de renouvellement des eaux et les caractéristiques géomorphologiques dont l'importance sur la biologie (benthique et pélagique) est démontrée, sur les faciès sédimentaires, et sur les pressions (urbaine, industrielle, agricole et activités maritimes). La réflexion a abouti à la création de 18 masses d'eau côtières et 5 masses d'eau de transition (**Figure 83**).

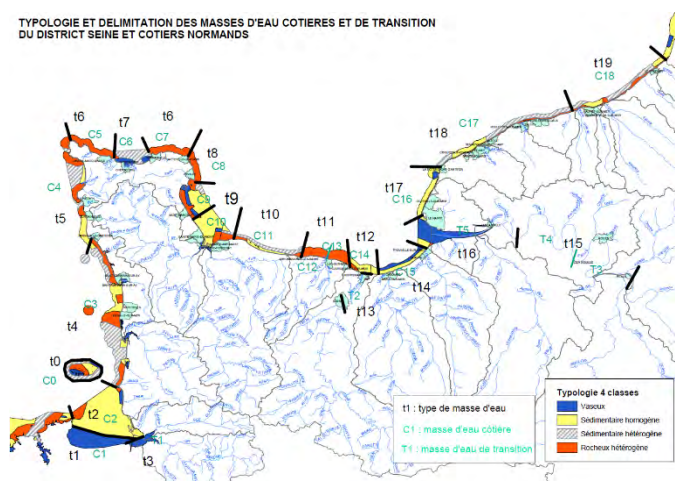


Figure 83 : Typologie et délimitation des masses d'eau côtières et de transition du district Seine et côtier Normands.

Le RHLN a débuté à l'automne 2000 par une première phase pilote (2000-2001) ayant pour objectif d'identifier les zones les plus vulnérables ou les plus sensibles vis-à-vis du phénomène d'eutrophisation. Les points de suivi au sein des différentes masses d'eau avaient été positionnés en s'appuyant sur les réseaux existants, afin de limiter les coûts de prélèvement. Ce sont ainsi essentiellement les points REPHY qui ont été utilisés, ainsi que les points « Référence » du programme Impact des Grands Aménagements (IGA), les points estuariens du réseau RNO (ex-ROCCH), et enfin les points haute-fréquence des bouées MAREL. Tous ces points « déjà existants » avaient été positionnés afin de répondre au mieux aux objectifs particuliers de chacun des réseaux ou programmes précités. Ainsi, par exemple, la plupart des points du REPHY sont positionnés au plus près des zones de production conchylicole afin de bien suivre l'évolution des peuplements phytoplanctoniques, et en particulier celle des espèces toxiques.

La définition du programme de surveillance DCE en Normandie nécessite donc de réévaluer la pertinence des points de suivi retenus, c'est à dire la représentation spatiale de l'échantillon prélevé par rapport à la qualité de l'ensemble de la masse d'eau. Pour évaluer cette représentativité, ou tester celle de nouveaux points, les outils disponibles sont les images satellites de la chlorophyll-a, et les modèles hydrodynamiques permettant de retranscrire les courants de marée et leurs effets sur les masses d'eau en Manche.

En 2005, une première analyse du positionnement de chaque point de suivi a été réalisée à l'aide des images satellites produites par le capteur SeaWiFS et le modèle hydrodynamique « Normandie » (Le Goff *et al.*, 2005). Ces travaux ont donc été poursuivis en 2015 suite à l'amélioration des outils de modélisation.

⁵ Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux

V.2 Présentation du modèle

La modélisation hydrodynamique est un outil de projection géographique permettant une analyse fine (à minima à l'échelle de maille) d'un phénomène advectif et dispersif. Il permet des re-jeux de phénomènes réalistes mais également la réalisation de scénarios facilitant la perception des forçages physiques les plus impactant.

L'équation de la mécanique des fluides $\vec{F} = m\vec{Y}$ est celle qui régit le principe de fonctionnement d'un modèle hydrodynamique. Pour la résoudre, il est nécessaire de la discrétiser dans l'espace. Le modèle utilisé en 2005 était en 2D et ne permettait de retranscrire que les phénomènes advectifs avec une maille de 400x400 mètres (Le Goff *et al.*, 2005). Le modèle utilisé en 2015 est en 3D et couvre l'ensemble du littoral Normand avec une grille de 200x200 mètres pour chacune des mailles, composée de 10 couches sur la profondeur. Ce modèle intègre des données sur les marées, météorologiques et des débits de bassins versants réalistes. Les calculs sont effectués dans chaque maille du modèle. L'une des informations les plus précieuses pour « alimenter » notre modèle est la bathymétrie de la zone (**Figure 84**).

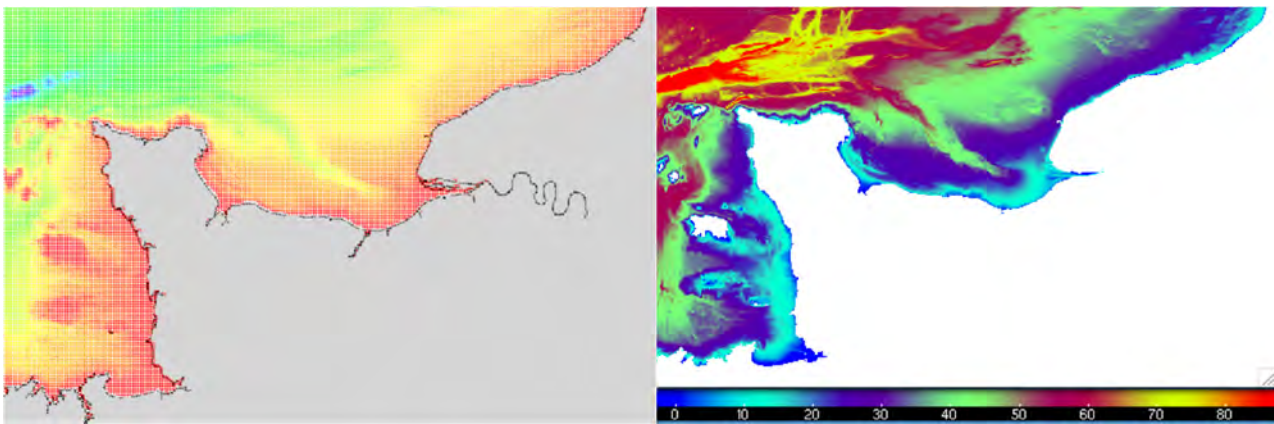


Figure 84 : Emprise géographique du modèle NORM (à gauche) et bathymétrie de la zone (à droite).

Le modèle NORM a été validé en courant et en dispersion grâce à l'acquisition de nombreuses séries *in situ* (courantomètre, sondes haute-fréquences et bouées dérivantes iridium) dans le cadre du projet AGIL.

Dans les travaux de Le Goff *et al.* (2005), des calculs de trajectoires lagrangiennes avaient été opérés sur un cycle de Mortes eaux / Vives eaux afin de visualiser la dynamique à court et moyen terme de la masse d'eau autour du point d'échantillonnage. Cette première analyse avait pour but de vérifier la pertinence de la position géographique de chacune des stations de prélèvement au sein des masses d'eau côtières ou de transition. Cette analyse permettait d'avoir une bonne vision du volet advectif de la dynamique hydrodynamique autour du point d'échantillonnage. Les résultats présentés ci-dessous complètent cette étude initiale par une analyse du volet advectif et dispersif.

Pour ce faire, une approche de type « temps de résidence » est opérée. En effet, une molécule d'eau positionnée au sein d'une masse d'eau peut avoir un temps de séjour qui varie en fonction de contraintes physiques, de forçages environnementaux mais aussi en fonction de sa situation géographique au sein de la masse d'eau. Cette approche très courante en hydrodynamique pour caractériser une zone, est ici revisitée de la façon suivante : un traceur conservatif (d'une durée de vie infinie) est émis au niveau d'un point et ce pendant 48 heures autour de la pleine mer à un coefficient de 95 au jusant, en condition de vent nulle (ponctuellement d'autres conditions de vent ont été testées). A chaque pas de temps la concentration du traceur est sommée sur l'ensemble des mailles incluses dans le périmètre géographique de la masse d'eau. L'évolution de cette concentration est suivie pendant 8 jours.

Les temps d'émission du traceur et de suivi de la concentration ont été fixés à dire d'expert. Sur l'exemple présenté en **Figure 85**, le traceur rouge positionné géographiquement en X voit sa concentration disparaître plus vite que le traceur bleu positionné géographiquement en Y (avec $X \neq Y$). Par conséquent, le point en Y serait donc plus représentatif de la masse d'eau que le point X.

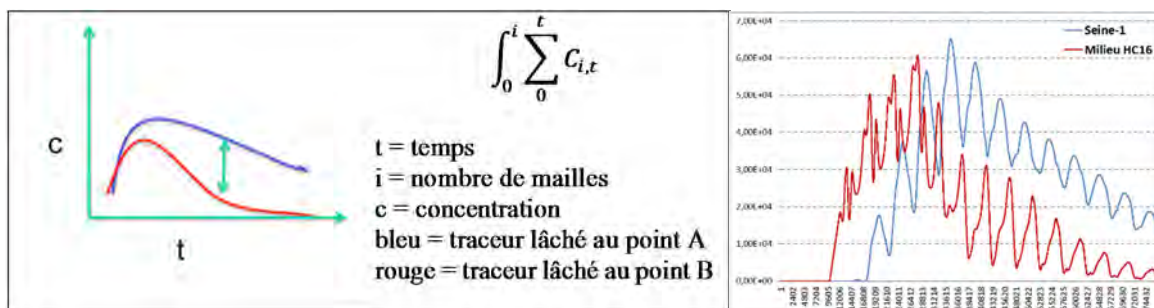


Figure 85 : Théorie du calcul du temps de résidence (à gauche) et exemple de sortie du modèle (à droite).

V.3 Modalités d'interprétation des résultats

La révision de la stratégie du RHLN s'appuie donc sur les trois sources d'information suivantes.

- (1) Les simulations et interprétations effectuées par Le Goff *et al.* (2005) sont rappelées car elles donnaient déjà des informations utiles sur le volet advectif de l'hydrodynamique sur les points de surveillance existant alors et qui sont pour bon nombre toujours actifs dans le RHLN, et avait initié une réflexion sur l'homogénéité des masses d'eau du point de vue de la production primaire à l'aide des images satellites ;
- (2) Les travaux de Ménesguen et Dussauze (2014) sur la détermination des « bassins récepteurs » marins des principaux fleuves français de la façade Manche-Atlantique permettent d'identifier la zone d'influence maximale des panaches fluviaux en période de crue, et ainsi de vérifier si les points RHLN se situent dans cette zone. La **Figure 86** permet de visualiser cette influence pour les principaux fleuves du littoral normand ;

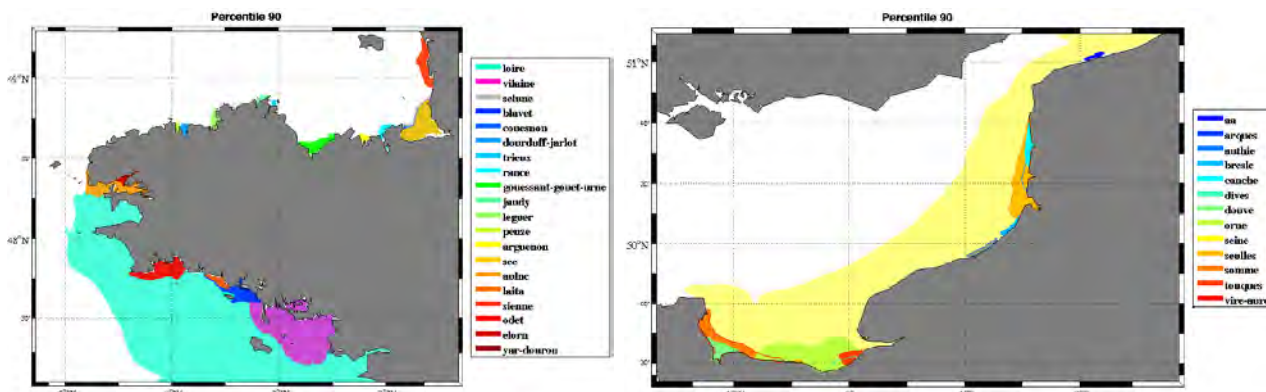


Figure 86 : Panaches basés sur le percentile 90 de la dilution des apports (i.e. bassin récepteur de crue), et représentant la zone où l'apport du traceur conservatif est dilué moins de 100 fois (Ménesguen et Dussauze, 2014).

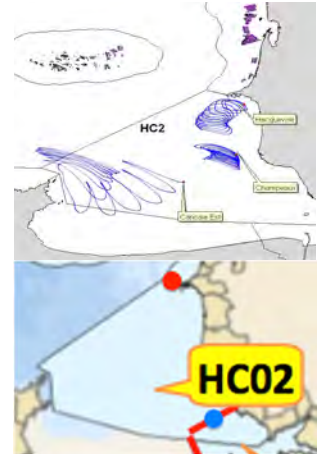
- (3) Les simulations et interprétations effectuées en 2015 à l'aide du modèle MARS 3D intégrant un volet advectif et dispersif, et permettant de calculer des temps de résidence dans la masse d'eau considérée. Sur ce principe, et pour les masses d'eau définies comme sensibles (liste définie avec l'AESN), une comparaison a été réalisée entre deux points de lâcher, pouvant correspondre au point RHLN existant, ou à la position d'une source vraisemblable de nutriments (estuaire, masse d'eau adjacente), ou pour tester le positionnement d'un potentiel nouveau point dont la localisation a été choisie en fonction de différents critères, dont la facilité d'accès.

V.4 Résultats des simulations

V.4.1 Centre baie du Mont St Michel (HC02)

Au niveau de la baie du Mont St Michel, la simulation de lâcher de particules en 2005 a montré que les traceurs partant du point « Champeaux » restaient au centre de la masse d'eau HC02 avec une résiduelle vers le Sud (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre). En outre, en condition médiane de débit, le panache du Couesnon, de la Sée et de la Sélune n'influencent que la baie du Mont St Michel sans diffuser au delà de la pointe de Granville. Par contre, en période de crue, leur influence peut affecter le point « Donville » en HC03 (Ménésguen et Dussauze, 2014).

En 2015, deux points de lâcher ont été testés (voir ci-contre) : au Sud de la masse d'eau HC02, en limite avec la masse d'eau de transition HT05 (point bleu), et au Nord de la masse d'eau HC02, au point RHLN « Donville » en HC03 (point rouge). L'objectif était d'identifier l'origine des eaux influençant le point RHLN « Champeaux ».



Les simulations montrent que les traceurs lâchés au point « Donville » semblent contrôlés par une barrière hydrodynamique au niveau de la pointe de Granville, avec une faible incursion au Nord de HC02 puis une diffusion au large vers l'Ouest (**Figure 87**). Le lâcher effectué en limite des masses d'eau HT05-HC02 montre une diffusion dans le reste de la baie, influençant directement le point RHLN « Champeaux ». Les traceurs traversent l'ensemble de la masse d'eau HC02, puis sont diffusés au large vers l'Ouest lorsqu'ils atteignent la pointe de Granville. Le graphique des temps de résidence montre que les traceurs provenant des limites avec HT05 ou HC03 ont passé à peu près autant de temps dans la masse d'eau HC02.

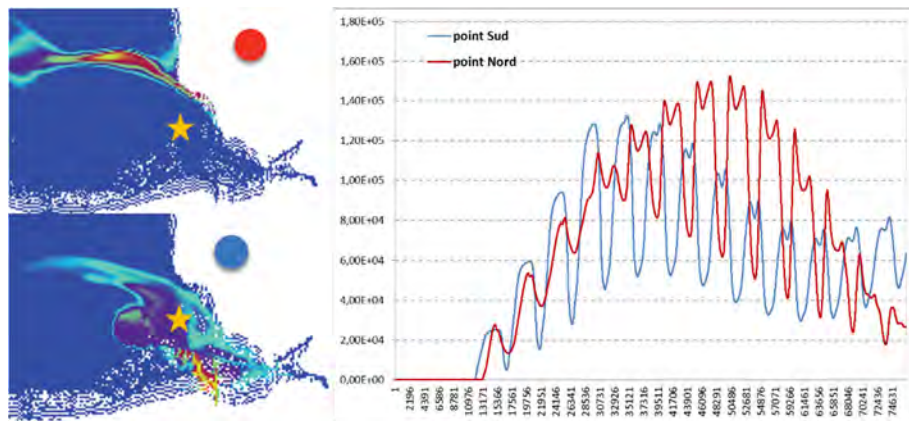


Figure 87 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point rouge (en haut à gauche) et au point bleu (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC02 lâchées au point « Donville » (rouge) et Sud (bleu) (à droite). La position du point RHLN « Champeaux » est signalée par une étoile jaune et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

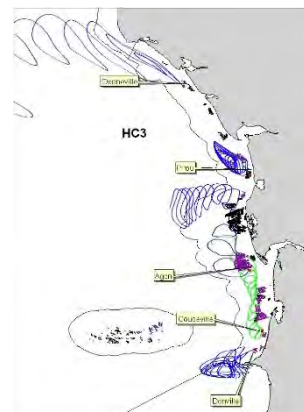
Ces simulations ont donc permis de confirmer que le point RHLN « Champeaux » est influencé directement par les eaux provenant de la masse d'eau HT05, et qu'il est bien positionné puisque ces eaux traversent l'ensemble de la masse d'eau HC02. Ce point en surveillance DCE est donc représentatif de HC02.

Aucune simulation n'a pu être effectuée plus en amont de la baie afin d'estimer l'origine des eaux impactant le point RHLN « Tombelaine », car la baie se vide complètement à marée basse et ne permet donc pas d'effectuer les scénarios sur plusieurs cycles de marée. La représentativité de ce point ne peut donc pas être étudiée à l'aide du modèle hydrodynamique.

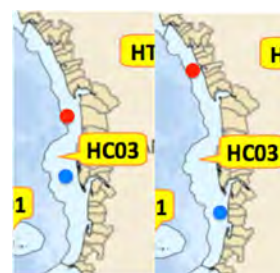
Enfin, les simulations effectuées à partir du point RHLN « Donville » en limite Sud de la masse d'eau HC03 ont montré que ses eaux se mélangent avec les eaux du Nord de HC02 puis sont exportées vers le large à l'Ouest. Ces résultats mettent en évidence que le point RHLN « Donville » qui est actuellement un des deux points de surveillance DCE de la longue masse d'eau HC03, n'apparaît pas pertinent car ses eaux ne sont pas représentatives du Sud de HC03. Il est donc suggéré de rechercher un autre point de surveillance DCE dans la partie Sud de HC03.

V.4.2 Ouest Cotentin (HC03)

La masse d'eau HC03 est très longue et comporte cinq points de surveillance avec les stratégies suivantes pour la période 2010-2015 : contrôle de surveillance DCE à « Donville » et « Pirou bergerie sud », et suivi complémentaire de bassin à « Coudeville 1 mille », « Pointe Agon sud », et « Denneville ». Les simulations de lâcher de particules sur les cinq points en 2005 ont montré que les traceurs : à « Donville » restaient confinés autour de la pointe de Granville en concordance avec les simulations de 2015 (cf. § V.3.1) ; à « Coudeville 1 mille » restaient dans la masse d'eau HC03 et se diffusaient vers le Nord ; à « Pointe Agon sud » diffusaient vers le Nord puis vers le large ; à « Pirou bergerie sud » restaient dans la masse d'eau et confinés au Nord du point ; et à « Denneville » diffusaient vers le Nord et rapidement vers le large au niveau de la pointe de Carteret (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre). En outre, le point à Agon est directement influencé par le panache de la *Sienne*, et Pirou par ceux de la *Sienne* et l'*Ay* (Ménèsquen et Dussauze, 2014).



Au niveau de l'Ouest Cotentin, quatre points de lâcher ont été testés en 2015 : « Pointe Agon sud » (point bleu à gauche), « Pirou bergerie sud » (point rouge à gauche), un point intermédiaire entre « Coudeville 1 mille » et « Pointe Agon sud » (point bleu à droite), et « Denneville » (point rouge à droite). L'objectif était de vérifier quels sont les points les plus pertinents pour suivre la qualité d'HC03, le point « Donville » ayant été testé dans la simulation présentée au § V.3.1.



Les simulations montrent que les traceurs lâchés à « Pointe Agon sud » restent principalement à la sortie du havre de Régneville et diffuse ensuite un peu au Nord (**Figure 88**). Le lâché effectué à « Pirou bergerie sud » est rapidement diffusé vers le Nord puis sort de la masse d'eau vers le large. Les graphiques des temps de résidence montrent que les traceurs lâchés à « Pointe Agon sud » et au point Sud subissent beaucoup plus l'amplitude des cycles tidaux qu'à « Pirou bergerie sud » et au point Nord (« Denneville »), mais restent plus longtemps dans la masse d'eau HC03 à Agon et au point Sud qu'à Pirou et à Denneville (point Nord).

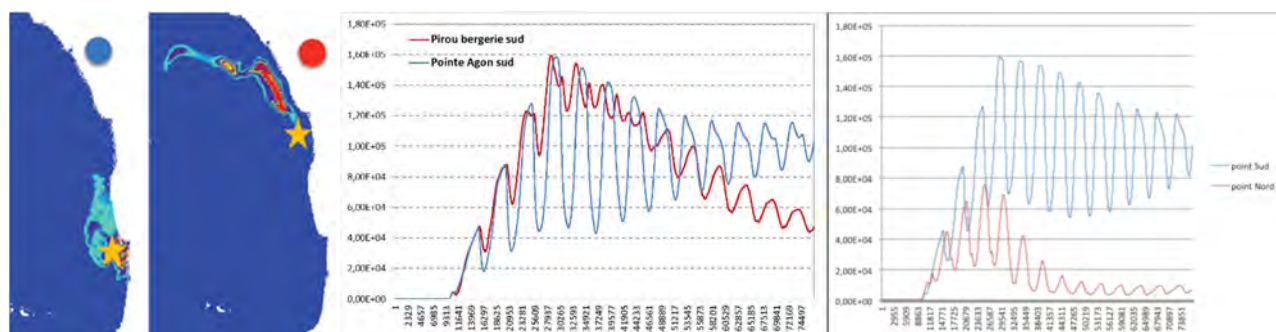
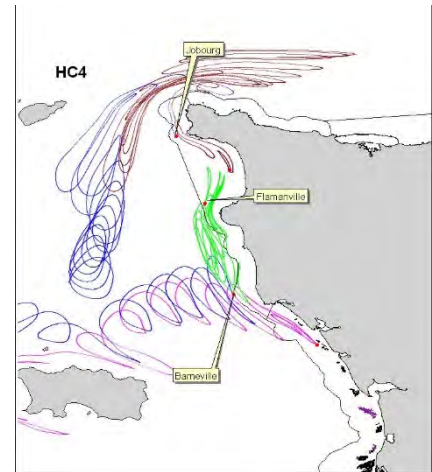


Figure 88 : Simulation des trajectoires des particules lâchées à Pirou bergerie sud (point rouge) et au point « Pointe Agon sud » (point bleu), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC03 lâchées à ces points (graphique au centre), et au point Sud (en bleu) et à « Denneville » (en rouge) (graphique à droite). La position des points RHLN à Agon et Pirou est signalée par une étoile jaune, et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

Le bilan de ces travaux suggère que les points « Donville » et « Pirou bergerie sud » ne sont pas pertinents pour être représentatifs de la qualité des eaux respectivement au Sud et au Nord de la masse d'eau HC03, car « Donville » ne paraît représentatif que des eaux de la pointe de Granville, et « Pirou bergerie sud » est trop directement sous l'influence d'apports fluviaux. Le point « Denneville » paraît donc plus représentatif de la qualité des eaux au Nord d'HC03 car moins influencé par des apports fluviaux. Les simulations de 2015 suggèrent en outre qu'un point Sud situé entre les points actuels de « Coudeville 1 mille » et de « Pointe Agon sud » pourrait être plus pertinent pour représenter la qualité des eaux au Sud d'HC03.

V.4.3 Cap de Carteret – Cap de La Hague (HC04)

Au niveau de la masse d'eau HC04, les simulations de lâcher de particules sur quatre points en 2005 ont montré une remontée vers le Nord des particules lâchées sur « Barneville », la poursuite de cette remontée, mais avec une intrusion dans l'anse de Vauville de celles lâchées sur « Flamanville » (correspondant au point RHLN « Diélette »), remontée qui se prolonge depuis le fond de l'anse de Vauville jusqu'au point de Jobourg d'où les particules gagnent très rapidement le raz Blanchard et sortent de la masse d'eau pour osciller de part et d'autre du cap de la Hague (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre).



En 2015, deux points de lâcher ont été testés (voir ci-contre) : dans la partie Sud de la masse d'eau HC04 (point rouge), et au Nord d'HC04 au milieu de l'anse de Vauville (point bleu). L'objectif était d'identifier l'origine des eaux du point « Diélette ».

Les simulations montrent que les traceurs lâchés au point Nord ont tendance à rester dans la masse d'eau HC04 et sous certaines conditions vers le Sud de HC04 en passant par le point RHLN « Diélette » (**Figure 89**). Le lâcher du Sud montre des incursions du traceur au Nord du cap de Flamanville influençant donc aussi le point « Diélette », puis une diffusion vers le Sud ou vers le large. Le graphique des temps de résidence montre qu'une partie des traceurs lâchés au Nord sont rapidement perdus de la masse d'eau HC04, mais qu'ils se dispersent ensuite lentement. Les traceurs lâchés au Sud suivent de plus grandes oscillations dues aux marées et ne sortent pas tout de suite de la masse d'eau HC04.

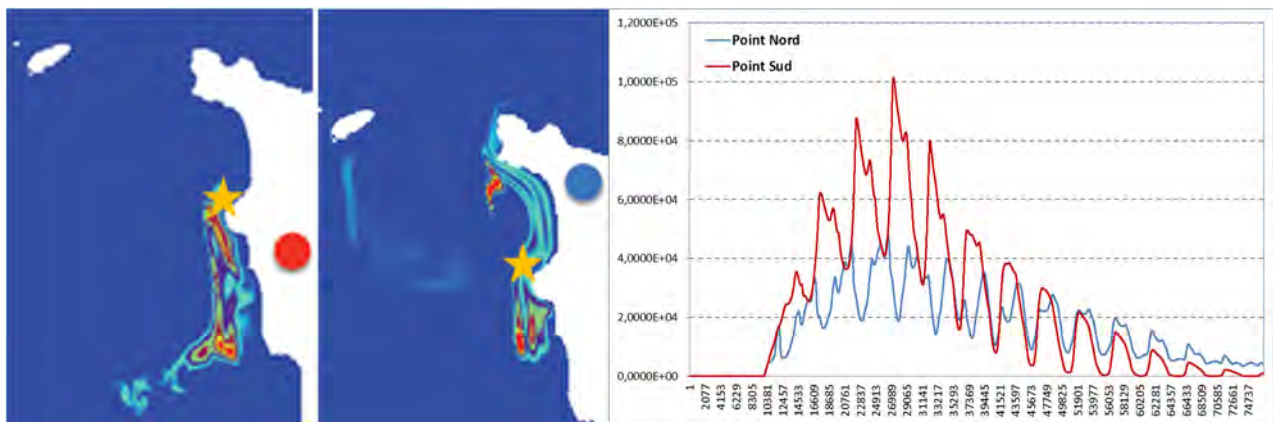
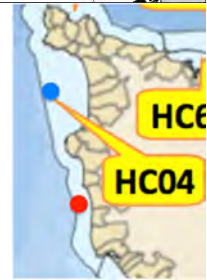
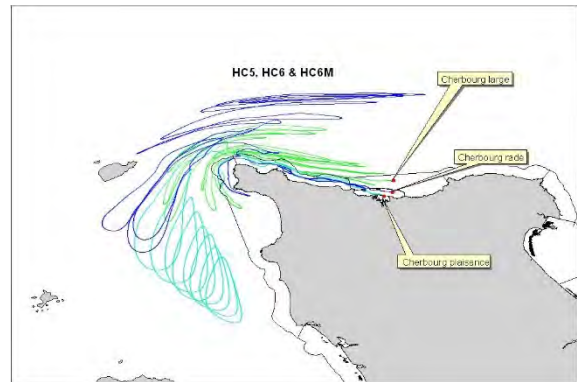


Figure 89 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point rouge (à gauche) et au point bleu (au centre), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC04 lâchées au point Nord (bleu) et Sud (rouge) (à droite). La position du point RHLN « Diélette » est signalée par une étoile jaune, et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

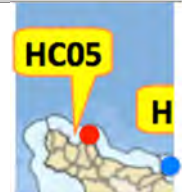
Ces simulations permettent donc de confirmer que le point RHLN « Diélette » est bien positionné et est bien représentatif de la masse d'eau HC04 puisqu'il apparaît influencé par les eaux provenant du Nord et du Sud. Ce point en surveillance DCE est donc pertinent.

V.4.4 Nord-Ouest Cotentin (HC05)

Au niveau de la masse d'eau HC05, les simulations de lâcher de particules sur trois points dans HC60 et HC61 en 2005 ont montré que ces deux masses d'eau sont caractérisées par de très forts courants de marée, permettant leur bonne homogénéisation, présentant des résiduelles très nettement orientées vers l'Ouest avec des trajectoires similaires à partir des 4 points testés (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre).



En 2015, deux points de lâcher ont été testés (voir ci-contre) : dans la partie centrale de la masse d'eau HC05 (point rouge), et à l'Est en sortie de la masse d'eau HC60 (point bleu). L'objectif était de vérifier si la masse d'eau HC05 est bien directement influencée par les eaux provenant de HC60, et donc si les résultats de HC60 peuvent y être extrapolés.



Les simulations confirment la résiduelle de marée vers l'Ouest mais aussi une dispersion vers l'Est à partir du lâché au centre de HC05 (**Figure 90**). Le lâché à l'Est de HC05 et donc à l'Ouest de HC60 montre une diffusion des traceurs dans la masse d'eau HC05 et HC61. Le graphique des temps de résidence montre qu'une grande partie des traceurs lâchés au centre d'HC05 sont rapidement perdus de la masse d'eau HC05. Les traceurs lâchés à l'Est d'HC05 restent assez longtemps dans la masse d'eau et suivent de plus grandes oscillations dues aux marées et diffusent plus lentement hors de la masse d'eau.

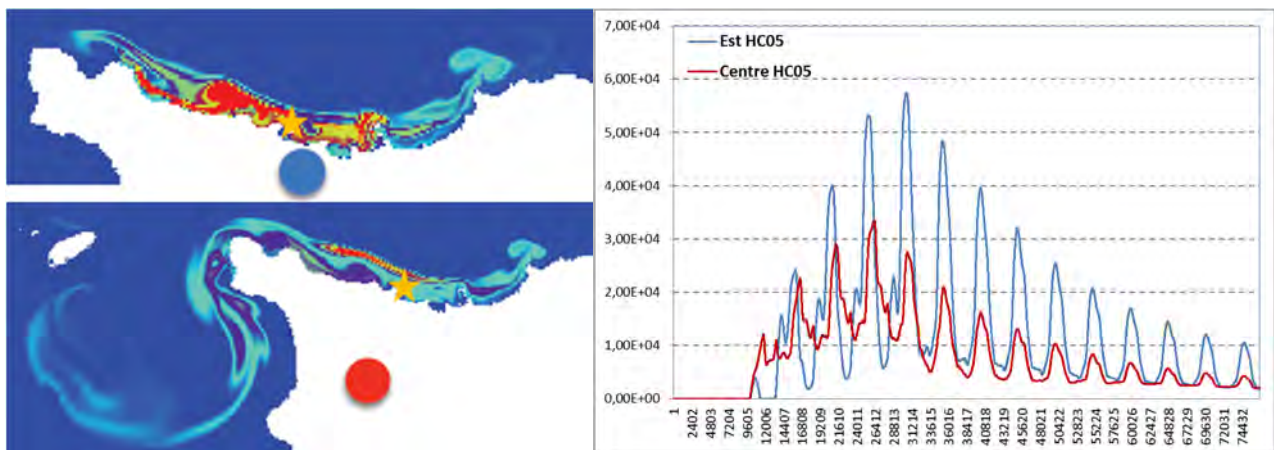
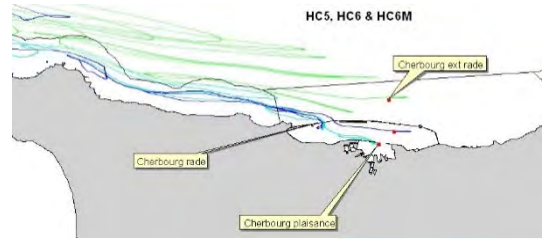


Figure 90 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point bleu (en haut à gauche) et au point rouge (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC05 lâchées au point central (rouge) et Est (bleu) (à droite). La position du point RHLN « Digue de Querqueville » est signalée par une étoile jaune, et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

Ces simulations permettent donc de confirmer que la masse d'eau HC05 est très fortement influencée par les eaux provenant de la masse d'eau HC60, ce qui confirme la possibilité d'extrapoler des résultats de paramètres dissous à HC05 qui ne fait pas l'objet d'un contrôle de surveillance.

V.4.5 Rade de Cherbourg (HC60)

Au niveau des masses d'eau HC60 et HC61, les simulations de lâcher de particules sur trois points en 2005 ont montré que ces deux masses d'eau sont caractérisées par de très forts courants de marée, permettant leur bonne homogénéisation, présentant des résiduelles très nettement orientées vers l'Ouest avec des trajectoires similaires à partir des 4 points testés (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre).



En 2015, deux points de lâcher ont été testés (voir ci-contre) : dans la partie centrale de la masse d'eau HC60 (point bleu), et l'Est d'HC60 (point rouge). L'objectif était de vérifier l'hydrodynamique dans cette masse d'eau, et la nécessité d'y recréer un point de surveillance si le point « Digue de Querqueville » ne paraît pas assez représentatif.



Les simulations sous des conditions de vent du Nord-Est ou du Sud-Ouest, montrent que les traceurs lâchés au point central de la masse d'eau HC60 se sont diffusés vers l'Est de la masse d'eau ou vers l'Ouest, influençant le point RHLN « Digue de Querqueville » (**Figure 91**). Le lâcher à l'Est de la masse d'eau HC60 montre que les traceurs partent massivement vers l'Est, traversant HC07 voire HC08, ou sont diffusés légèrement vers l'Ouest avant de sortir de la masse d'eau HC60 au niveau du cap Lévi. Le graphique des temps de résidence montre qu'une plus grande quantité de traceurs restent dans la masse d'eau HC60 lorsqu'ils sont lâchés au centre plutôt qu'à l'Est d'HC60.

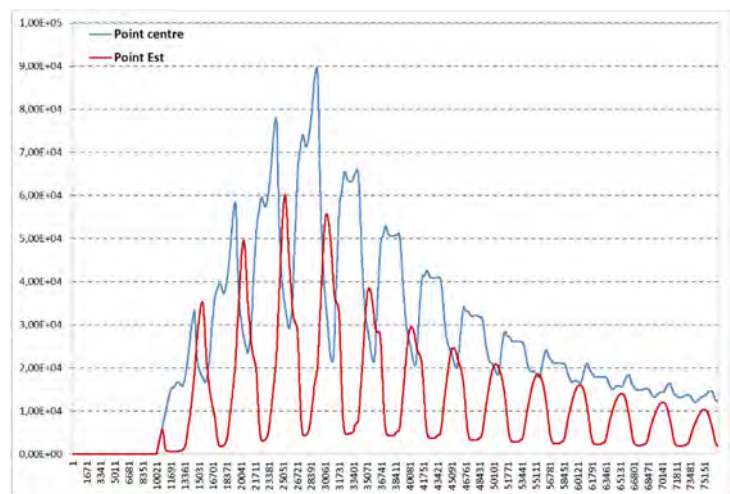
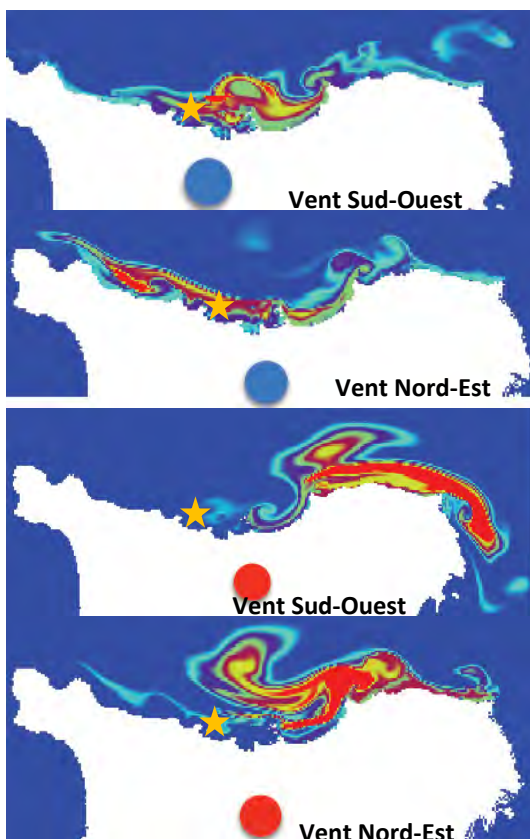
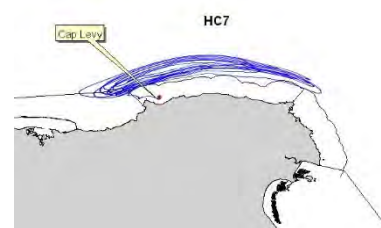


Figure 91 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point bleu (en haut à gauche) et au point rouge (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC60 lâchées au point centre (bleu) et Est (rouge) (à droite). La position du point RHLN « Digue de Querqueville » est signalée par une étoile jaune, et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

Ces simulations permettent donc de confirmer que le point RHLN « Digue de Querqueville » est bien positionné et est bien représentatif de la masse d'eau HC60. Ce point en surveillance DCE est donc pertinent. Cependant ces résultats posent question sur la délimitation entre les masses d'eau HC60 et HC07 (voir ci-dessous).

V.4.6 Nord-Est Cotentin (HC07)

Au niveau de la masse d'eau HC07, la pointe du cap Lévi constitue une rupture courantologique entre l'Ouest et l'Est du Nord Cotentin, avec une circulation résiduelle orientée d'Ouest en Est jusqu'à la pointe de Barfleur. Cette inversion courantologique ne change par contre en rien le caractère homogène de cette masse d'eau du fait de l'hydrodynamisme très marqué dont elle est aussi le siège. La simulation de lâcher de particules sur un point en 2005 montre que celles-ci balayent l'intégralité de la masse d'eau (plus précisément l'extérieur de la masse d'eau) (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre).



En 2015, deux points de lâcher ont été testés (voir ci-contre) : dans la partie Ouest de la masse d'eau HC07 (point bleu), et l'Est d'HC07 (point rouge). L'objectif était de vérifier l'hydrodynamisme, et le positionnement d'un point dans cette masse d'eau qui est pressentie pour passer en contrôle de surveillance dans le plan de gestion 2016 - 2021.



Les simulations montrent que les traceurs lâchés à l'Ouest de la masse d'eau HC07 diffusent rapidement vers l'Est et dépassent même la pointe de Barfleur (**Figure 92**). Le lâcher à l'Est de la masse d'eau HC07 montre que les traceurs peuvent stagner dans l'Est d'HC07 avec une diffusion vers l'Ouest principalement. Le graphique des temps de résidence montre une grande similarité dans l'évolution temporelle des traceurs et en concentration.

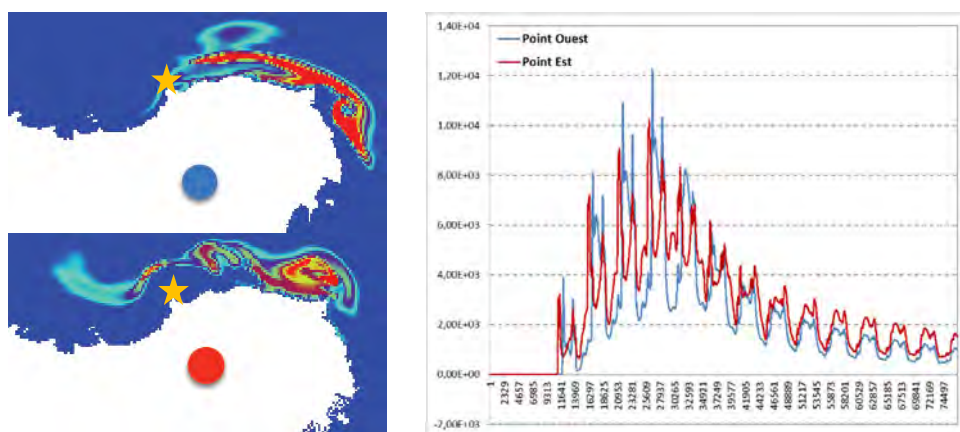


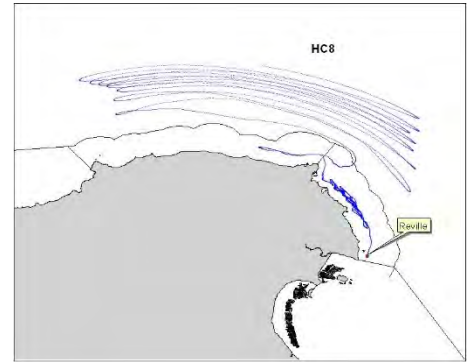
Figure 92 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point bleu (en haut à gauche) et au point rouge (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC07 lâchées au point Ouest (bleu) et Est (rouge) (à droite). La position la plus envisageable pour un point de suivi est signalée par une étoile jaune, et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

Ces simulations permettent donc de confirmer les suivis de trajectoires dont les excursions balayent la masse d'eau d'Ouest en Est avec une orientation progressive vers le Nord. Aucun point de suivi ne figure actuellement dans cette masse d'eau. Etant donné les difficultés d'accès à la masse d'eau HC07 (absence de port), la seule localisation envisageable pour les prélèvements serait au niveau du Cap Lévi en partant du port de Cherbourg.

En croisant les informations des simulations effectuées pour les masses d'eau HC05, HC60 et HC07, il semblerait qu'il y ait un changement dans l'orientation des circulations résiduelles au niveau de la rade de Cherbourg. En effet, lorsque des particules sont lâchées en face de la rade ou à l'Ouest, la résiduelle a une orientation Est / Ouest. Par contre, lorsque des particules sont lâchées à l'Est de la rade, la résiduelle a une orientation Ouest / Est. Le Nord Cotentin pourrait donc compter trois masses d'eau au lieu de quatre, avec la HC61 pour l'intérieur de la rade, HC05 du raz Blanchard à l'Est de la rade, et HC07 de l'Est de la rade à la pointe de Barfleur.

V.4.7 Barfleur (HC08)

Au niveau de la masse d'eau HC08, la simulation de lâcher de particules sur un point en 2005 a montré que le brassage lié à l'hydrodynamisme (gyre de Barfleur) à proximité permet une bonne homogénéisation de cette masse d'eau, avec, à partir de Réville, une composante nord-sud du courant dominant dans un premier temps (6 cycles de marée environ), puis, une fois la particule sortie de la masse d'eau par son extrémité Nord, la reprise des oscillations Est/Ouest mises en évidence sur le Nord Cotentin (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre). Les simulations des panaches de la *Vire* et de l'*Aure* ont en outre montré qu'en situation médiane et de crue, leur influence de 50 à 100 fois diluée s'étend jusqu'à la pointe de la Saire (Ménesguen et Dussauze, 2014).



En 2015, deux points de lâcher ont été testés (voir ci-contre) : dans la partie centrale de la masse d'eau HC08 (point rouge), et au Sud d'HC08 au niveau de la pointe de la Saire (point bleu). L'objectif était de vérifier la représentativité du point RHLN « Réville 1 mille » pour la masse d'eau HC08.



Les simulations montrent que l'hydrodynamisme est très forçant sur la côte Est Cotentin, avec une résiduelle de courant de marée très marquée orientée Sud/Nord (**Figure 93**). En effet, le lâcher au centre d'HC08 prend cette direction après une incursion vers le Sud en début de trajectoire et traverse la partie Est de la masse d'eau HC07, et le lâcher au Sud d'HC08 au niveau de la pointe de la Saire diffuse vers le Nord en restant globalement confiné dans HC08. Le graphique des temps de résidence montre qu'une plus grande quantité de traceurs restent dans la masse d'eau HC08 lorsqu'ils sont lâchés au niveau de la pointe de la Saire plutôt qu'au centre de HC08.

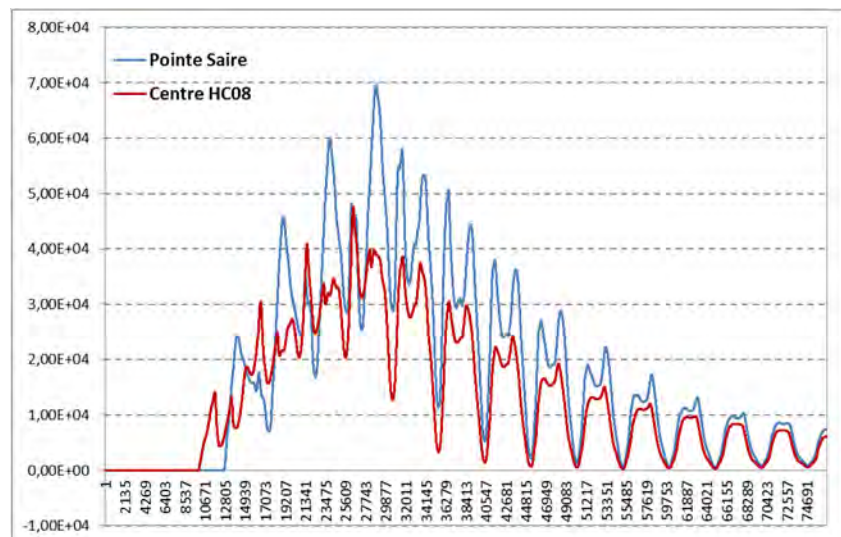
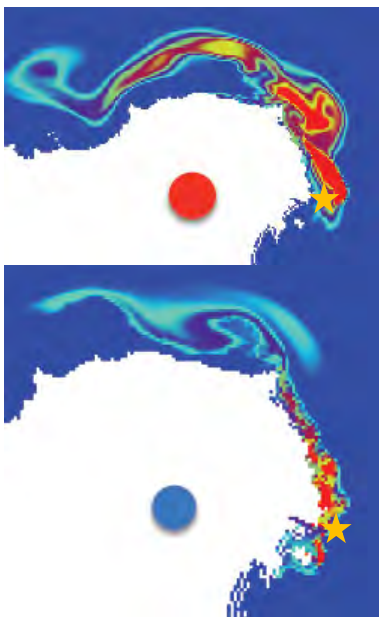
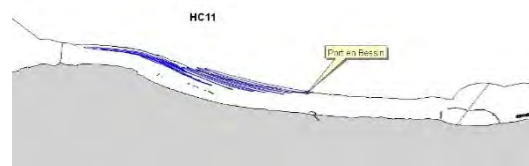


Figure 93 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point rouge (en haut à gauche) et au point bleu (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC08 lâchées à la pointe de la Saire (bleu) et au centre de HC08 (rouge) (à droite). La position du point RHLN « Réville 1 mille » est signalée par une étoile jaune, et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

Ces simulations permettent donc de confirmer qu'une station de suivi positionnée au Sud de HC08 serait plus adaptée qu'au centre de la masse d'eau. Aussi, le point RHLN « Réville 1 mille » est bien positionné et est bien représentatif de la masse d'eau HC08. Ce point en contrôle opérationnel DCE sera pertinent lorsque la masse d'eau passera en contrôle de surveillance.

V.4.8 Côte du Bessin (HC11)

Au niveau de la masse d'eau HC11, la simulation de lâcher de particules sur un point en 2005 a montré que la composante résiduelle des courants de marée est orientée vers l'Ouest, avec des courants de marée Est / Ouest, parallèles à la côte. Le lâcher au centre de la masse d'eau montre une trajectoire balayant l'ensemble de la partie Ouest de la masse d'eau (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre). Les simulations des panaches de la *Vire* et de l'*Aure* ont en outre montré qu'en situation de crue, leur influence de 50 à 100 fois diluée s'étend jusqu'aux pontons d'Arromanches, et que de façon similaire, la masse d'eau HC11 est sous l'influence du panache dilué de 50 à 100 fois de l'*Orne* en situation de crue, et de la *Seine* même en période d'étiage (Ménèsquen et Dussauze, 2014).



En 2015, deux points de lâcher ont été testés (voir ci-contre) : dans la partie centrale de la masse d'eau HC11 (point bleu), et à l'Est d'HC11 à l'Ouest du ponton d'Arromanches (point rouge). L'objectif était de vérifier la représentativité du point RHLN « Port-en-Bessin 1 mille » pour la masse d'eau HC11, les simulations de 2005 suggérant qu'il est bien positionné pour rendre compte de la qualité de la partie Ouest de la masse d'eau, mais la question restait posée pour la partie Est.



Les simulations montrent que lorsqu'ils étaient lâchés à Port-en-Bessin, les traceurs ont diffusé vers l'Est (**Figure 94**). Quant aux lâchers à l'Est d'Arromanches, ceux-ci se sont aussi diffusés vers l'Est en traversant la masse d'eau HC12. Le graphique des temps de résidence montre que les traceurs lâchés à Port-en-Bessin sont restés en concentration plus importante et un peu plus longtemps dans la masse d'eau HC11 que ceux lâchés à l'Est d'Arromanches.

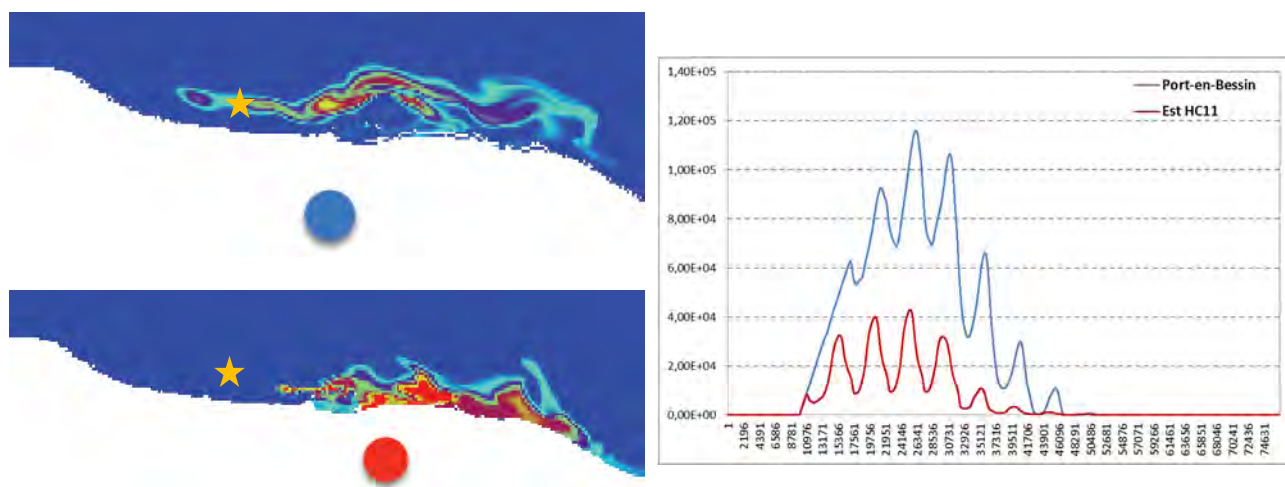
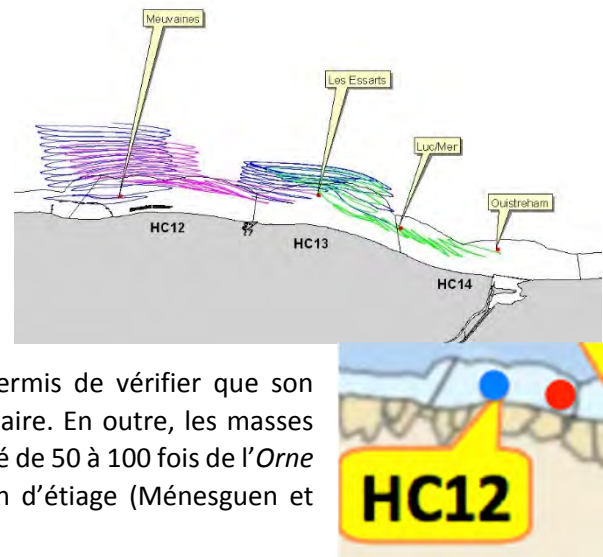


Figure 94 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point bleu (en haut à gauche) et au point rouge (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC11 lâchées à Port-en-Bessin (bleu) et à l'Est d'HC11 (rouge) (à droite). La position du point RHLN « Port-en-Bessin 1 mille » est signalée par une étoile jaune, et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

Ces simulations permettent donc de confirmer qu'une station de suivi positionnée au centre de la masse d'eau serait plus représentative de la qualité de la masse d'eau HC11 qu'une station positionnée plus à l'Est. Aussi, le point RHLN « Port-en-Bessin 1 mille » est bien positionné et ce point en contrôle opérationnel DCE sera pertinent lorsque la masse d'eau passera en contrôle de surveillance. Ces résultats posent cependant question sur la délimitation entre les masses d'eau HC11 et HC12 qui pourrait être déplacée à l'Ouest du ponton d'Arromanches.

V.4.9 Côte de Nacre (HC12 et HC13)

En 2005, Les images satellites avaient confirmé le bien fondé d'avoir découpé cette portion du littoral du Calvados en plusieurs masses d'eau car les productions chlorophylliennes moyennes y apparaissaient très différentes. La simulation de lâcher de particules sur un point dans chaque masse d'eau avait montré que la courantologie y était tout à fait comparable, les courants de marée générant un déplacement rapide des eaux de l'Est vers l'Ouest jusqu'à atteindre le large immédiat des masses d'eau HC12 et HC11 après quoi les résiduelles prenaient une direction Nord (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre). La simulation du panache de la Seulles a permis de vérifier que son influence est très limitée de part et d'autre de son estuaire. En outre, les masses d'eau HC12 et HC13 sont sous l'influence du panache dilué de 50 à 100 fois de l'Orne en situation de crue, et de la Seine même en condition d'étiage (Ménésquen et Dussauze, 2014).



En 2015, deux points de lâcher ont été testés dans la masse d'eau HC12 (voir ci-contre) : dans la partie centrale de la masse d'eau au niveau du point RHLN « Asnelles-Meuvoines » (point bleu), et à l'Est (point rouge). L'objectif était de vérifier la représentativité du point RHLN dans la masse d'eau HC12.

Les simulations montrent que lors du lâcher à Asnelles-Meuvoines, les traceurs ont d'abord diffusé vers l'Ouest avant que la circulation résiduelle ne les diffuse vers l'Est puis hors de la masse d'eau HC12 (**Figure 95**). Les traceurs du lâcher à l'Est de la masse d'eau ont suivi le même trajet, en diffusant principalement vers l'Est. Le graphique des temps de résidence montre que les traceurs lâchés à Asnelles-Meuvoines sont restés en concentration plus importante dans la masse d'eau HC12 que ceux lâchés à l'Est d'Arromanches.

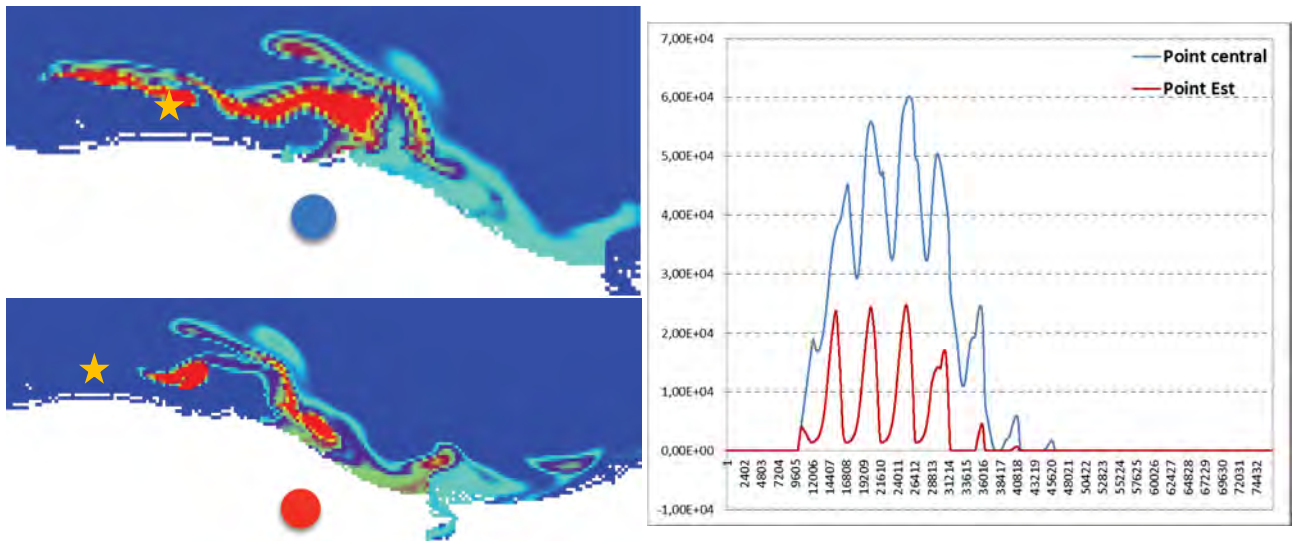


Figure 95 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point bleu (en haut à gauche) et au point rouge (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC12 lâchées au point RHLN (bleu) et au point de l'Est (rouge) (à droite). La position du point RHLN « Asnelles-Meuvoines » est signalée par une étoile jaune, et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

Ces simulations permettent donc de confirmer qu'une station de suivi positionnée au centre de la masse d'eau serait plus représentative de la qualité de la masse d'eau HC12 qu'une station positionnée plus à l'Est. Aussi, le point RHLN « Asnelles-Meuvoines » paraît bien positionné, et ce point en suivi complémentaire de bassin sera pertinent lorsque la masse d'eau passera en contrôle de surveillance.

En 2015, deux points de lâcher ont été testés dans la masse d'eau HC13 (voir ci-contre) : dans la partie la plus au large de la masse d'eau au niveau du point RHLN « St Aubin les Essarts » (point rouge), et plus près de la côte (point bleu). L'objectif était de vérifier la représentativité du point RHLN dans la masse d'eau HC13 en étant au large.



Les simulations montrent que lors du lâcher à St Aubin les Essarts, les traceurs diffusent principalement vers l'Est avec la circulation résiduelle et hors de la masse d'eau HC13 (**Figure 96**). Les traceurs du lâcher à la côte diffusent aussi vers l'Est de la masse d'eau mais principalement vers le large. Le graphique des temps de résidence montre que les traceurs lâchés au point RHLN sont restés en concentration plus faible dans la masse d'eau HC13 que ceux lâchés à la côte, mais sont restés aussi longtemps dans les deux cas.

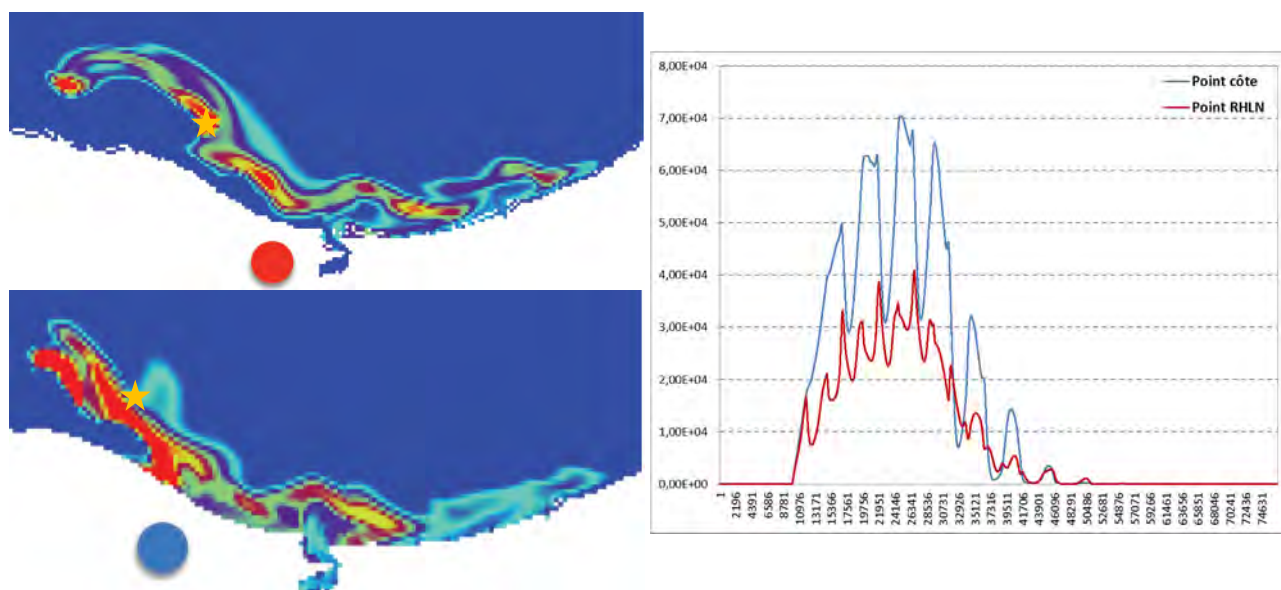
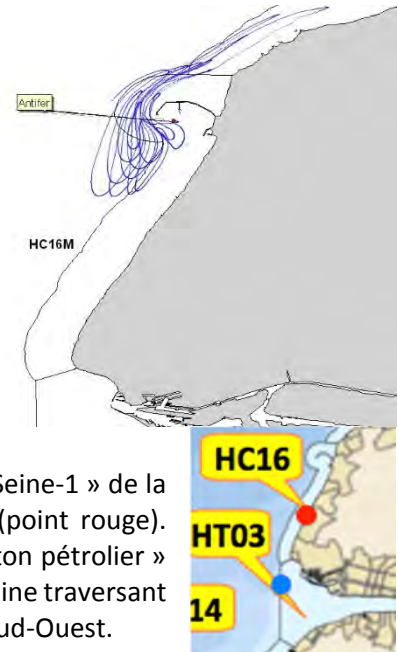


Figure 96 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point rouge (en haut à gauche) et au point bleu (en bas à gauche), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC13 lâchées au point RHLN (rouge) et au point à la côte (bleu) (à droite). La position du point RHLN « St Aubin les Essarts » est signalée par une étoile jaune, et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

Etant donné que les points de prélèvements doivent si possible être positionnés en dehors de zones découvrantes à marée basse, ces simulations permettent donc de montrer que le point RHLN « St Aubin les Essarts » est bien positionné et est représentatif de la qualité de la masse d'eau HC13, car il est principalement influencé par les eaux provenant de la côte. Aussi, ce point devrait être donc pertinent dans le cadre du contrôle de surveillance.

V.4.10 Le Havre – Antifer (HC16)

Au niveau de la masse d'eau HC16, la simulation de lâcher de particules sur un point en 2005 a montré que les courants résiduels de marée sont dirigés vers le Nord, avec une remontée des eaux de l'embouchure de la Seine le long de la côte jusqu'au port d'Antifer où la grande digue génère un gyre. La trajectoire d'une particule lâchée à partir du point « Antifer ponton pétrolier » présente une allure circulaire, et finit par osciller de part et d'autre de la grande digue en se décalant peu à peu vers l'Ouest et vers le Nord (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre). Les simulations du panache de la Seine sans vent ont montré son influence directe sur la masse d'eau HC16 avec une concentration de 50 à 100 fois diluée en condition d'étiage à 1 à 10 fois diluée en condition de crue (Ménésguen et Dussauze, 2014).



En 2015, deux points de lâcher ont été testés (voir ci-contre) : au point « Seine-1 » de la masse d'eau HT03 (point bleu), et au centre de la masse d'eau HC16 (point rouge). L'objectif était de vérifier la représentativité du point RHLN « Antifer ponton pétrolier » pour la masse d'eau HC16, comme réceptacle des eaux du panache de la Seine traversant HC16 sous la forme d'un « fleuve côtier » sous des conditions de vent de Sud-Ouest.

Les simulations sous un vent de Sud-Ouest montrent que les traceurs lâchés à « Seine-1 » en HT03 ont effectivement diffusé vers le Nord le long de la côte, traversant donc bien HC16 après avoir stagné en face du port du Havre (**Figure 97**). Quant aux traceurs lâchés au centre d'HC16, ils sont restés confinés un certain temps dans le gyre généré par la digue d'Antifer avant de diffuser vers l'Ouest puis vers le Nord. Le graphique des temps de résidence montre que les traceurs lâchés à « Seine-1 » sont logiquement entrés plus tard dans HC16, et sont restés assez longtemps dans la masse d'eau, alors que ceux lâchés en milieu de masse d'eau ont diffusé un peu plus rapidement hors de la masse d'eau. Des lâchers identiques ont été simulés sous des conditions de vent de Nord-Est, et ont montré que les particules provenant de « Seine-1 » ne traversent pas HC16, et ceux du centre d'HC16 ont diffusé hors de la masse d'eau assez rapidement (**Figure 97**).

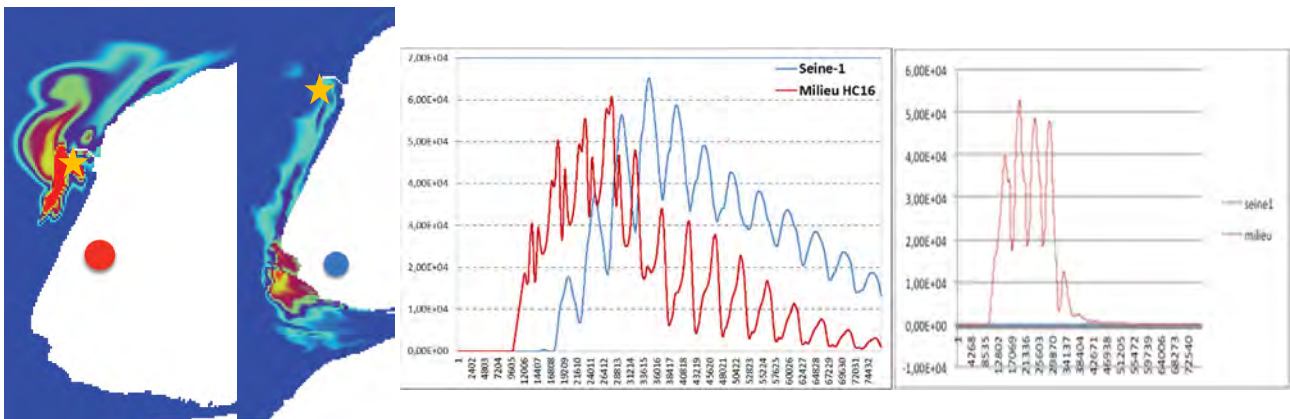
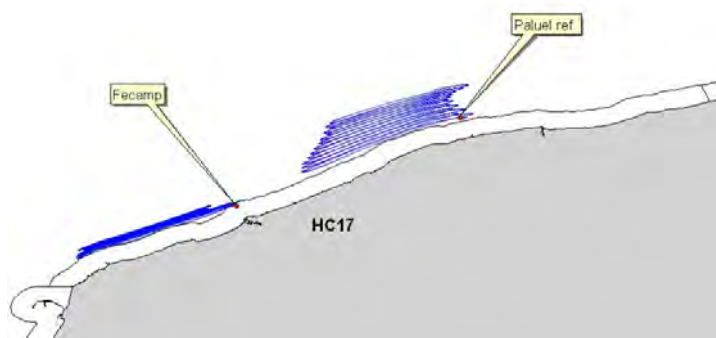


Figure 97 : Simulation des trajectoires des particules lâchées au point rouge (à gauche) et au point bleu (au centre), et temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC16 lâchés à « Seine-1 » (bleu) et au centre d'HC16 (rouge) avec un vent de Sud-Ouest puis de Nord-Est (à droite). La position du point RHLN « Antifer ponton pétrolier » est signalée par une étoile jaune, et les concentrations les plus élevées apparaissent en rouge.

Ces simulations permettent donc de confirmer que le ponton d'Antifer constitue un réceptacle pour les eaux provenant de l'embouchure de la Seine via le « fleuve côtier » remontant le long des côtes lors des conditions de vent de Sud-Ouest, et seulement pour les eaux d'HC16 en condition de vent de Nord-Est. Aussi, le point RHLN « Antifer ponton pétrolier » est pertinent pour rendre compte de la qualité de la masse d'eau HC16.

V.4.11 Pays de Caux Sud (HC17)

Au niveau de la masse d'eau HC17, la simulation de lâcher de particules sur deux points (à Fécamp et au point Paluel référence du programme IGA) en 2005 a montré que le Sud de la masse d'eau n'est pas couvert par les excursions de ces particules malgré une résiduelle dirigée vers le Sud-Ouest. Les deux points apparaissent faire doublon, le suivi d'un seul point étant suffisant pour caractériser la qualité du Nord-Est de cette masse d'eau (Le Goff *et al.*, 2005) (voir ci-contre).



En 2015, deux points de lâcher ont été testés (voir ci-contre) : au point Paluel référence (point rouge), et à l'extrémité Nord-Est de HC17 (point bleu). La masse d'eau HC17 étant très étendue, l'objectif était d'évaluer la pertinence d'ajouter un suivi pour rendre compte de sa qualité au Nord.



Le graphique des temps de résidence montre que les traceurs lâchés au point central et au point Nord-Est sont globalement restés un temps similaire dans la masse d'eau HC17, mais des excursions de marée font évoluer fortement les niveaux de concentration du traceur au point au Nord-Est (**Figure 98**).

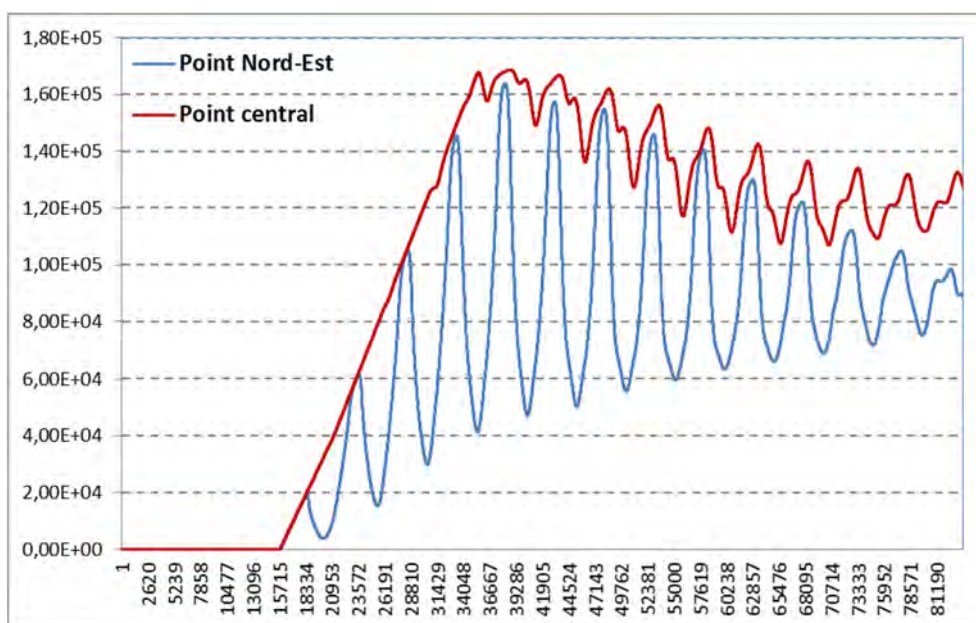


Figure 98 : Temps de résidence des traceurs dans la masse d'eau HC17 lâchés au centre (rouge) et au Nord-Est (bleu).

Ces simulations permettent donc d'en conclure que des points situés au centre ou au Nord-Est de la masse d'eau HC17 seraient tout autant représentatifs du point de vue de l'hydrodynamique. Cependant, une étude effectuée à partir d'images satellites en 2005 avait suggéré que la masse d'eau semblait présenter une certaine hétérogénéité au niveau de sa biomasse chlorophyllienne. Une étude plus exhaustive pourra être menée dans cette zone pour affiner le diagnostic sur l'homogénéité de la masse d'eau et la représentativité du point « Fécamp 1 mille ».

VI. Conclusion générale

Le climat de l'année 2015 a été la troisième année la plus chaude en baie des Veys depuis 40 ans (après le record historique en 2014), et a été un peu plus sèche que la normale, et particulièrement en automne où les débits des cours d'eau ont été les plus faibles (souvent < -50 % de la normale).

Les données ont montré une productivité relativement normale, avec des blooms printaniers sur la côte Ouest du Cotentin (HC03) de six taxons, dont *Skeletonema costatum* en mars-avril qui a dépassé le seuil d'un million de cellules par litre à Donville. Sur l'ensemble du littoral de la baie de Seine, la biomasse moyenne annuelle en 2015 était inférieure à la moyenne interannuelle sur chaque point. Quatre taxons ont été en état de blooms en baie des Veys (HT06). Dans l'Est de la baie de Seine, des blooms ont été observés pour *Pseudo-nitzschia complexe seriata* dans HT03, HC16 et HC17, ainsi que des taxons *Skeletonema costatum* et *Chaetoceros sp.* L'espèce *Thalassiosira levanderi* a aussi été dénombrée à plus d'un million de cellules par litre à Dieppe 1 mille en avril.

De façon générale, un excès en azote a pu être observé sur la majorité des points du littoral en hiver. Pendant la période estivale, une carence potentielle en azote n'apparaît que sur la côte ouest du Cotentin, le rapport NID/PID étant relativement équilibré sur la côte Est du Cotentin, et un excès net en baie de Seine rendant le phosphore potentiellement limitant pour le développement du phytoplancton.

La mise à jour de l'élément de qualité « Phytoplancton » de l'Etat Biologique, et des éléments de qualité « Nutriments », « Oxygène dissous », « Température » et « Transparence » de l'Etat Physico-Chimique de l'évaluation de la qualité des eaux dans le cadre de la Directive Cadre sur l'Eau a été présentée.

Pour l'élément de qualité « Phytoplancton », aucun changement de classe d'état n'a été constaté entre la mise à jour 2010-2015 et la période 2009-2014. Ainsi, au total 12 masses d'eau normandes sont en TRES BON ETAT, 5 en BON ETAT, et 1 en ETAT MOYEN (HC15).

Pour l'Etat Physico-Chimique, les 17 masses d'eau évaluées pour la période 2010-2015 sont en TRES BON ETAT vis-à-vis des éléments de qualité « Température » et « Transparence ». L'élément de qualité « Nutriments », avec son Indice NID actuellement défini est l'élément déclassant pour l'Etat Physico-Chimique. Ainsi, sur les 16 masses d'eau évaluées pour la période 2010-2015, la majorité sont en BON ETAT avec une amélioration pour HC15 et HC16 par rapport à la période 2009-2014, excepté 2 en TRES BON ETAT (HC01, HC60). Enfin, pour l'élément de qualité « Oxygène dissous », sur les 22 masses d'eau évaluées, seule HT05 a été déclassée en BON ETAT sur la période 2010-2015 alors que toutes les autres sont en TRES BON ETAT.

Une réflexion a été réinitiée en 2015 suite aux travaux de modélisation effectués en 2005, pour réévaluer la représentativité des points de surveillance et d'observation du réseau RHLN et vérifier la pertinence des délimitations des masses d'eau. Ces travaux ont permis de confirmer le positionnement des points des masses d'eau HC02, HC04, HC60, HC08, HC11, HC12, HC13, HC16 et HC17. Le programme de surveillance sera révisé à partir de 2016 dans la masse d'eau HC03 sur la base des résultats des simulations. Toutefois cette réflexion sera poursuivie en 2016 entre autre par la création de points en suivi complémentaire de bassin dans les masses d'eau HC11 et HC17 dans la perspective d'une éventuelle redélimitation de ces masses d'eau.

Bibliographie

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

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

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

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

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

Belin C., Lamoureux A. et Soudant D., **2014a**. Evaluation de la qualité des eaux littorales de la France métropolitaine pour l'élément de qualité Phytoplancton dans le cadre de la DCE. Etat des lieux des règles d'évaluation, et résultats pour la période 2007-2012. Tome 1 – Etat des lieux, méthodes et synthèse des résultats. Rapport DYNECO/VIGIES/14-05-Tome 1, 158 p.

Belin C., Lamoureux A. et Soudant D., **2014b**. Evaluation de la qualité des eaux littorales de la France métropolitaine pour l'élément de qualité Phytoplancton dans le cadre de la DCE. Etat des lieux des règles d'évaluation, et résultats pour la période 2007-2012. Tome 2 – Résultats détaillés : fiches par masse d'eau et éléments d'expertise. Rapport DYNECO/VIGIES/14-05-Tome 2, 366 p.

Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (« Convention OSPAR ») signée lors de la réunion ministérielle des Commissions d'Oslo et de Paris, le **22 septembre 1992**.

Daniel A. et Soudant D., **2009a**. Evaluation DCE avril 2009 – Elément de qualité : Bilan d'oxygène. *Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS/09.02*, 74p.

Daniel A. et Soudant D., **2009b**. Evaluation DCE avril 2009 – Elément de qualité : Température. *Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS/09.03*, 97p.

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., **2011a**. Evaluation DCE février 2011 – Elément de qualité : transparence. *Rapport Ifremer DYNECO/PELAGOS/11-01*, 16p.

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

Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du **23 octobre 2000** établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Journal officiel des Communautés européennes* du 22/12/2000, n°L 327.

Directive 91/676/CEE du Conseil, du **12 décembre 1991**, concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles. Dite Directive Nitrates. *Journal officiel* du 31/12/1991, n°L 375, p. 0001-0008.

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.

Goyot L., Garcia A., Desroy N., Le Mao P., **2015**. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Volume II : Flore autre que phytoplancton, Année 2014. District Seine-Normandie. *Ifremer/ODE/LITTORAL/LERBN-15-010*. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00301/41255/>

Bibliographie

- Ifremer, **2007**. Application de la procédure commune de détermination de l'état d'eutrophisation des zones maritimes OSPAR en France – Révision 2007 de la procédure OSPAR. *Rapport de synthèse*, 21 p.
- Ifremer/ODE/LITTORAL/LERN/Laboratoire Environnement Ressources de Normandie, **2016**. Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2015. Départements : Seine Maritime, Eure, Calvados et Manche. Rapport ODE/LITTORAL/LERN/16-05. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00343/45425/>
- Lorenzen C. J., **1967**. Determination of chlorophyll and phaeopigments: spectrometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343-346.
- Ménesguen A. et Dussauze M., **2014**. Détermination des « bassins récepteurs » marins des principaux fleuves français de la façade Manche-Atlantique, et de leurs rôles respectifs dans l'eutrophisation des masses d'eau DCE et des sous-régions DCSMM – Phase 1 : Calcul de scénarios optimaux à partir des « bassins récepteurs ». *Rapport ONEMA, Thème 2 « Evolution, fonctionnement et évaluation des écosystèmes littoraux », Action n°14*, 148 p.
- OSPAR, **2010**. Quality Status Report 2010. *OSPAR Commission, London*, 176 p.
- 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.
- Utermöhl H., **1958**. Zur vervollkommung der quantativen phytoplankton methodik. *Int. Ver. Theoret. Angew. Limnol.*, 9, 1-38.

RAPPORTS RHLN

- Daniel A. et Le Goff R., **2002**. Evaluation de l'état d'eutrophisation des eaux côtières et estuariennes de Basse-Normandie : octobre 2000 – septembre 2000. *Rapport Ifremer RST.DEL/02.02/PB*, 72 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00087/19781/>
- Daniel A., **2002**. Etude de définition d'un Réseau Hydrologique Littoral en Normandie – Rapport intermédiaire - Année 2002. *Rapport Ifremer RST.DEL/02.10/PB*, 22 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00087/19782/>
- Daniel A., **2004**. Réseau hydrologique littoral normand (RHLN) : cycles annuels 2001-2003 et proposition d'indicateurs d'eutrophisation. *Rapport Ifremer RST.DEL/04.09/PB*, 103 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00020/13148/>
- Le Goff R., Riou P., Etourneau C., Maheux F., Pierre-Duplessix O., Justome V., Jacqueline F., Fiant L., Françoise S., Lampert L., Ropert M., et Daniel A., **2005**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) - Rapport 2005 sur l'année 2004. *Rapport Ifremer RST.LERN/05.09/PB*. 132 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00087/19785/>
- Le Goff R. et Riou P., **2006**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2006 : Cycles hydrobiologiques annuels 2001-2005, évaluation des niveaux trophiques et proposition de réseau hydrologique de suivi de la qualité des masses d'eau DCE pour l'année 2007. *Rapport Ifremer RST.LERN/06.12/PB*, 96 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/2399/>
- Le Goff R., Nogues L., Lampert L. et Riou P., **2007**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2007 – **Volume 1** : Cycles hydrobiologiques annuels. *Rapport Ifremer RST.LERN/07.14/PB*, 127 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3816/>
- Nogues L., Lampert L., Riou P. et Le Goff R., **2007**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2007 – **Volume 2** : Fiches de suivi de la qualité des masses d'eau du littoral normand. *Rapport Ifremer RST.LERN/07.18*, 211 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3817/>
- Lampert L., **2007**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2007 – **Volume 3** : Evolution du paramètre Phytoplankton en Normandie entre 2001 et 2006 – Approche DCE. *Rapport Ifremer RST.LERN/07-15*, 48 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/3818/>

- Nogues L., Lampert L., Etourneau C., Fiant L., Fontaine B., Françoise S., Jacqueline F., Justome V., Lamort L., Le Goff R., Maheux F., Manach S., Nédélec F., Pierre-Duplessix O., Rabiller E., Rauflet F., Parrad S., Riou P., Thillaye Du Boullay H., **2008**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2008 – Résultats 2007. *Rapport Ifremer RST.LERN/08-09*, 124 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00083/19383/>
- Nédélec F., Lampert L. et Riou P., **2010**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Suivi 2008. *Rapport Ifremer RST.LERN/10-09*, 139 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00006/11730/>
- Nédélec F., Lejolivet A., Riou P., Etourneau C., Fontaine B., Françoise S., Jacqueline F., Justome V., Lamort L., Maheux F., Pierre-Duplessix O., Rabiller E. et Parrad S., **2011**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Suivi 2009. *Rapport Ifremer RST.LERN/11-08*, 125 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00051/16178/>
- Nédélec F., Dagneaux D., Lejolivet A., Fiant L., Etourneau C., Riou P., Fontaine B., Françoise S., Jacqueline F., Justome V., Maheux F., Pierre-Duplessix O., Rabiller E. et Lesaulnier N., **2012**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Rapport 2010. *Rapport Ifremer RST.LERN/12-04*, 155 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00094/20512/>
- Menet-Nédélec F., Ropert M., Etourneau C., Riou P., Fontaine B., Françoise S., Jacqueline F., Maheux F., Pierre-Duplessix O., Rabiller E., Simon B., et Lesaulnier N., **2013**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Année 2011. *Rapport Ifremer RST.LERN/13-11*, 159 p. <http://dx.doi.org/10.13155/28420>
- Baehr A., Menet-Nédélec F., Riou P., Etourneau C., Fontaine B., Françoise S., Gangnery A., Jacqueline F., Lamort L., Lesaulnier N., Maheux F., Picoche C., Pierre-Duplessix O., Rabiller E., Schapira M., Simon B., **2014**. Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Année 2012. *Rapport Ifremer RST.LERN/14-08*, 173 p. <http://dx.doi.org/10.13155/32224>
- Menet-Nédélec F., Riou P., Etourneau C., Courtay G., Fontaine B., Françoise S., Jacqueline F., Lesaulnier N., Maheux F., Pierre-Duplessix O., Rabiller E., Schapira M., Simon B., **2015**. Réseau Hydrologique Littoral Normand - RHLN - Année 2013. *Rapport Ifremer ODE/LERN/15-07*, 138 p. <http://doi.org/10.13155/38377>
- Menet-Nédélec F., Ropert M., Riou P., Courtay G., Fontaine B., Françoise S., Jacqueline F., Lesaulnier N., Louis F., Maheux F., Pierre-Duplessix O., Rabiller E., Schapira M., Simon B., **2017**. Réseau Hydrologique Littoral Normand - RHLN - Année 2014. *Rapport Ifremer ODE/LERN/17-07*. <http://doi.org/10.13155/51493>

Annexes

Annexe 1 : Publications RHLN.

Annexe 2 : Historique des lieux de surveillance du RHLN.

Annexe 3 : Qualification des données RHLN pour l'année 2015.

Annexe 4 : Rappel sur les types de cycles biogéochimiques.

Annexe 5 : Caractéristiques des principaux taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche.

Annexe 6 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche.

Annexe 1 : Publications RHLN

VALORISATION DANS DES PUBLICATIONS

Auteur	Année	Support	Données
Lemesle	2015	Marine Pollution Bulletin	HT06, HC10, HC12, HC13
Pien	2014	Rapport REMONOR 2012	Chlorophylle-a
DGDD	2014	Le point sur	Phytoplancton
Romero	2013	Biogeochemistry	Chlorophylle-a
Grangéré	2012	Estu. Coast. Shelf Science	HC01, HC10, HT06, HC12
AgroCampus Ouest	2012	Mémoire Diplôme Ingénieur	Basse-Normandie
DREAL-BN	2012	Etat initial d'étude d'impact	HT05, HC02
Nédélec	2012	Talk Conférence ECSA	Etude des tendances
Schapira	2011	Poster Intern. Symposium Wimereux	Phytoplancton
Gohin	2011	Ocean Sciences	HC15, HC14, HC13, HC03, HC01
Belin	2011	Intern. Symposium Wimereux	Evaluations DCE et phytoplancton
Garnier	2011	Poster NEREIS	Baie de Seine
	2011	Profil de vulnérabilité	x 16
Nédélec	2010	Poster ICES	Evaluations DCE et phytoplancton
Gohin	2010	Atlas de Temp, Chla, Turb pour DCSMM	T°C, CHLA, TURB
Lefebvre	2009	Mar. Ecol. Progress Series	HC01, HC03, HT06, HC10, HC09, HC12
Grangéré	2009	Journal of Sea Research	HT06, HC10
Grangéré	2009	Thèse	HT06, HC10
Nédélec	2009	Int. Nutrient Scale System Workshop	Gradients littoraux
Barats	2008	Environ. Sci. Technol.	T°C, SALI, TURB, CHLA, NUT
Pannard	2008	Estu. Coast. Shelf Science	HT06
Gohin	2008	Remote Sensing of Environ.	HC15
Lefebvre	2008	Rapport final LITEAU	HC14
Université Paris VI	2006	Rapport de stage	HT05, HC03: T°C, CHLA
Gohin	2005	Proceedings EuroGOOS	HC15

CITATIONS DU RHLN

Auteur	Année	Support
Conservatoire du Lit	2013	Document d'objectifs NATURA 2000
Paris Normandie.fr	2013	Article de presse
SAGE ValléeBresle	2013	Tendances et scenarii : scénario tendancier
Aires Marines Protégées	2012	Fiche technique
Turki	2009	Desalination
CRBN	2009	Magazine Reflet
Rochet	2008	ICES Journal of Marine Science
Dauvin	2006	VertigO
Syndicat Mixte "Calvados"	2006	Etude Biomasse Normandie
Communauté de Co	2004	Journal Pays Granvillais

PUBLICATIONS DE RANG A OU COMMUNICATIONS EN COLLOQUES SCIENTIFIQUES OU THESES

Lemesle S., Mussio I., Rusig A-M., **Menet-Nédélec F.**, Claquin P. (2015). Impact of seaweed beachings on dynamics of delta N-15 isotopic signatures in marine macroalgae. *Marine Pollution Bulletin*, 97(1-2), 241-254. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.010>

Romero E., Garnier J., Lassaletta L., Billen G., Le Gendre R., Riou P. et Cugier P., 2013. Large-scale patterns of river inputs in southwestern Europe : seasonal and interannual variations and potential eutrophication effects at the coastal zone. *Biogeochemistry*, 113 (1-3): 481-505. <http://dx.doi.org/10.1007/s10533-012-9778-0>

Grangéré K., Lefebvre S. et Blin J.-L., 2012. Spatial and temporal dynamics of biotic and abiotic features of temperate coastal ecosystems as revealed by a combination of ecological indicators. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 108: 109-118. [doi:10.1016/j.ecss.2012.02.020](http://dx.doi.org/10.1016/j.ecss.2012.02.020)

Nédélec F., Soudant D., Bruchon F. et Riou P., 2012. Trends in trophic functioning relative to eutrophication over a 10-year monitoring program in Normandy coastal waters, France. *Talk présenté à la 50th Estuarine Coastal and Shelf Science Conference: Today's science for tomorrow's management, 3-7 juin 2012, Venise, Italie.*

Belin C., 2011. Phytoplankton bloom monitoring in French channel and Atlantic – Main results from both environmental and sanitary perspectives. *Talk présenté à l'International Symposium on phytoplankton blooms in temperate coastal ecosystems, 19-21 septembre 2011, Wimereux, France.*

Schapira M., Le Gendre R., Fiant L., Fauchot J., Raimbault R., Dreanno C., Claquin P. et Riou P., 2011. Tracking, understanding and predicting toxic phytoplankton blooms and their effects scallops populations in the bay of Seine : the COMANCHE project. *Poster présenté à l'International Symposium on phytoplankton blooms in temperate coastal ecosystems, 19-21 septembre 2011, Wimereux, France. Task 5: ANR Systerra-COMANCHE.* <http://archimer.ifremer.fr/doc/00056/16721/>

Gohin F., 2011. Annual cycles of chlorophyll-a, non-algal suspended particulate mater, and turbidity observed from space and in-situ in coastal waters. *Ocean Science*, 7: 705-732. [doi:10.5194/os-7-705-2011](http://dx.doi.org/10.5194/os-7-705-2011)

Nédélec F., Bruchon F. et Riou P., 2010. Implementing the Water Framework Directive (WFD) method to evaluate the ecological health status of the Normandy coastal waters (France) regarding phytoplankton and supporting physico-chemical quality elements. *Poster présenté à l'Annual Science Conference ICES 2010, 20-24 septembre 2010, Nantes.* <http://archimer.ifremer.fr/doc/00017/12819/>

Grangéré K., Ménesguen A., Lefebvre S., Bacher C. et Pouvreau S., 2009. Modelling the influence of environmental factors on the physiological status of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* in an estuarine embayment; The Baie des Veys (France). *Journal of Sea Research*, 62 (2-3): 147-158. <http://dx.doi.org/10.1016/j.seares.2009.02.002>

Grangéré K., 2009. Réponse écophysologique de l'huître creuse *Crassostrea gigas* à la variabilité spatio-temporelle des facteurs environnementaux. Etude par modélisation écologique. *Thèse de Doctorat de l'Université de Caen*, 280 p. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00000/6785/>

Lefebvre S., Harma C. et Blin J.-L., 2009. Trophic typology of coastal ecosystems based on d13C and d15N ratios in an opportunistic suspension feeder. *Marine Ecology Progress Series*, 390: 27-37. [doi: 10.3354/meps08187](http://dx.doi.org/10.3354/meps08187)

Nédélec F., Bruchon F., Riou P., Pierre-Duplessix O., Justome V., Le Goff R. et Rabiller E., 2009. Application of nutrients data for the eutrophication status assessment and management of coastal waters in Normandy (France) responding at the European Union Directives. *Talk présenté au 2009 International Nutrients Scale System (INSS) Workshop of the Intergovernmental Oceanographic Commission, 10-12 février 2009, UNESCO, Paris, France.*

Barats A., Amouroux D., Pécheyran C., Chauvaud L. et Donard O.F.X., 2008. High-Frequency Archives of Manganese Inputs To Coastal Waters (Bay of Seine, France) Resolved by the LA-ICP-MS Analysis of Calcitic Growth Layers along Scallop Shells (*Pecten maximus*). *Environmental Science and Technology*, 42 (1): 86-92. [Doi: 10.1021/es0701210](http://dx.doi.org/10.1021/es0701210)

Gohin F., Saulquin B., Oger-Jeanneret H., Lozac'h L., Lampert L., Lefebvre A., Riou P. et Bruchon F., **2008**. Towards a better assessment of the ecological status of coastal waters using satellite-derived chlorophyll-a concentrations. *Remote Sensing of Environment*, 112 (8): 3329-3340. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2008.02.014>

Gohin F., Laffont K., Daniélou M.-M., **2008**. Monitoring the chlorophyll concentration in coastal waters using *in situ* measurements and remote sensing data. *Proceedings of the Fourth International Conference on EuroGOOS: European operational oceanography: Present and Future, 6-9 juin 2005, Brest, France*.

Pannard A., Claquin P., Klein C., Le Roy B. et Véron B., **2008**. Short-term variability of the phytoplankton community in coastal ecosystem in response to physical and chemical conditions' changes. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80: 212-224. [doi:10.1016/j.ecss.2008.08.008](https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.08.008)

Annexe 2 : Historique des lieux de surveillance du RHLN

Masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Nom du point	Latitude	Longitude	Mnémorique 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
		Mont St Michel 2007	48° 38,0900' N	001° 30,4700' W	020-P-053			2007 - 2010
HC01	Chausey	Tombelaine	48° 39,0780' N	001° 30,9180' W	020-P-109	RHLN	Phyto - Régional / PC - Surveillance DCE	2010 - en cours
		Chausey	48° 52,7100' N	001° 46,0800' W	019-P-001	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours
HC02	Baie du Mt St Michel - Centre	Cancale Est	48° 42,1478' N	001° 47,6288' W	020-P-051			2006
		Hacqueville 1 mille	48° 49,2500' N	001° 35,6690' W	020-P-049			2004 - 2006
HC03	Ouest Cotentin	Champeaux	48° 44,8375' N	001° 35,6690' W	020-P-050	RHLN	Surveillance DCE	2006 - en cours
		Donville	48° 50,5000' N	001° 37,6700' W	018-P-054	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	Point du Roc	48° 53,4374' N	001° 35,6288' W		RHLN	Régional	2006 - en cours
		Coudville 1 mille	49° 00,0200' N	001° 36,3400' W	018-P-068	RHLN	Régional	2001 - en cours
HC05	Nord Ouest Cotentin	Pointe Agon Sud	49° 08,9000' N	001° 35,9800' W	018-P-021	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours
		Pirou Bergerie Sud	49° 17,3567' N	001° 41,3480' W	018-P-008	RHLN	Régional	2006 - en cours
HC06	Rade de Cherbourg	Denneville	49° 33,0000' N	001° 55,1700' W	017-P-006	RHLN	Surveillance DCE	2007 - en cours
		Dielette	49° 39,8000' N	001° 58,4000' W	017-P-021	COGEMA		2003 - en cours
HC07	Rade de Cherbourg	Jobourg	49° 22,7000' N	001° 51,7000' W	017-P-022	COGEMA		2003 - en cours
		Barneville	49° 41,7200' N	001° 46,9200' W	016-P-014			2004 - 2005
HC08	Nord Est Cotentin	Gruchy	49° 41,0100' N	001° 36,7200' W	016-P-024			2004 - 2006
		Réville 1 mille	49° 40,3462' N	001° 39,7674' W	016-P-025	RHLN	Surveillance DCE	2005 - en cours
HC09	Anse de St Vaast	Cap Lévi	49° 42,3200' N	001° 27,2900' W	016-P-001			2004 - 2006
		Barfleur	49° 36,8300' N	001° 12,9400' W	015-P-029	RHLN	Opérationnel DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
HC10	Baie des Veys	La Hougue	49° 34,6561' N	001° 16,7480' W	015-P-030	RHLN	Surveillance DCE	2003 - en cours
		Gougins	49° 29,1662' N	001° 14,4982' W	015-P-031	RHLN	Régional	2006 - en cours
HC11	Côte de Nacre Ouest	Utah	49° 25,3562' N	001° 10,2884' W	014-P-024	RHLN	Régional	2006 - en cours
		St Germain de Varreville	49° 27,1600' N	001° 12,5000' W	014-P-017			2001 - 2005
HT06	Côte du Bessin	Roches de Grandcamp	49° 23,7200' N	001° 02,8300' W	014-P-001	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
		Géfosse	49° 23,4700' N	001° 06,3600' W	014-P-023	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2002 - en cours
HC12	Côte de Nacre Ouest	Port-en-Bessin 1 mille	49° 21,5900' N	000° 46,0300' W	013-P-006	RHLN	Opérationnel DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
		Asnelles - Meuvaines	49° 21,0800' N	000° 34,2100' W	012-P-013	RHLN	Régional	2004 - en cours
HC13	Côte de Nacre Est	St Aubin les Essarts	49° 21,9100' N	000° 23,2600' W	012-P-005	RHLN	Surveillance DCE	2004 - en cours
		Luc 1 mille	49° 19,6100' N	000° 19,6700' W	010-P-187	RHLN	Régional renforcé	2001 - en cours
HT04	Estuaire de l'Orne	Ouistreham 1 mille	49° 18,7100' N	000° 14,4900' W	010-P-102	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
		Estuaire de l'Orne	49° 16,7667' N	000° 13,6833' W	010-P-110	RHLN	Régional	2007 - en cours
HT01	Estuaire de Seine - Amont	Cabourg	49° 17,9600' N	000° 06,9400' W	010-P-109	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HT02	Estuaire de Seine - Central							
HT03	Estuaire de Seine - Aval	Bouée Carosse	49° 29,1100' N	000° 01,6000' E	010-P-052	RHLN		2002 - 2004, 2006 - 2007
		Seine 1	49° 28,7500' N	000° 03,2167' E	011-P-010	RHLN	Phyto - Régional / PC - Surveillance DCE	2008 - en cours
HC16	Risle estuarienne	Antifer ponton pétrolier	49° 40,0000' N	000° 07,9800' E	010-P-001	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
		Le Havre - Antifer	49° 45,9946' N	000° 21,8903' E	009-P-023	RHLN	Régional	2006 - en cours
HC17	Pays de Caux Sud	Fécamp 1 mille	49° 46,4346' N	000° 20,6304' E	009-P-011			2006 - 2007
		Fécamp digue	49° 54,0000' N	000° 52,0000' E	009-P-001			2004 - 2005
HC18	Pays de Caux Nord	St Aubin Seine Maritime	49° 56,4500' N	001° 03,2500' E	008-P-012	RHLN	Surveillance DCE	2001 - 2005, 2008 - en cours
		Dieppe 1 mille	49° 56,4500' N	001° 03,2500' E	008-P-012	RHLN	Surveillance DCE	2001 - 2005, 2008 - en cours

Surveillance selon les méthodes "eaux marines" non pertinente

Lieux de surveillance non actifs

Annexe 3 : Qualification des données RHLN pour l'année 2015.

Tous les résultats obtenus dans le cadre du RHLN en 2015 sont qualifiés comme « BONS »,
excepté les résultats ci-dessous.

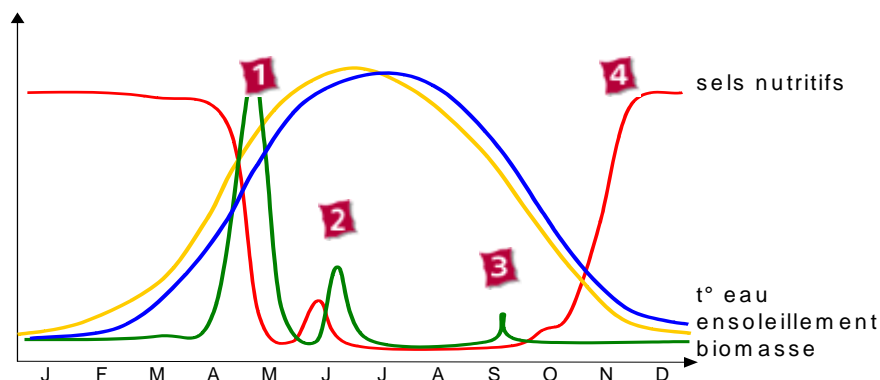
LIBELLE POINT	DATE	PARAMETRE	IMMERSION	RESULTAT	COMMENTAIRE DE QUALIFICATION	QUALIFICATION
TOMBELAINE	03/09/2015	NH4	Surface	3,28	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
TOMBELAINE	02/10/2015	NH4	Surface	3,52	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CHAUSEY	10/04/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CHAUSEY	11/08/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CHAUSEY	04/09/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CHAMPEAUX	16/03/2015	CHLORO A	Surface	1,23	Blanc de turbidité > seuil	DOUTEUX
CHAMPEAUX	10/04/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CHAMPEAUX	11/08/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CHAMPEAUX	04/09/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DONVILLE	10/04/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DONVILLE	11/08/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DONVILLE	04/09/2015	NH4	Surface	0,12	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
COUDEVILLE 1 MILLE	10/04/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
COUDEVILLE 1 MILLE	11/08/2015	NH4	Surface	0,17	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
COUDEVILLE 1 MILLE	04/09/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DIELETTE	09/04/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DIELETTE	31/08/2015	NH4	Surface	0,55	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
BARNEVILLE	19/08/2015	SALINITE	Surface	35,7	Donnée hors normales	DOUTEUX
BARNEVILLE	08/04/2015	NH4	Surface	0,32	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
BARNEVILLE	19/08/2015	NH4	Surface	0,61	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
BARNEVILLE	07/09/2015	NH4	Surface	0,19	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
JOBOURG	08/04/2015	NH4	Surface	0,68	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
JOBOURG	19/08/2015	NH4	Surface	0,86	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
JOBOURG	07/09/2015	NH4	Surface	1,31	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DIGUE DE QUERQUEVILLE	07/04/2015	NH4	Surface	0,13	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DIGUE DE QUERQUEVILLE	31/08/2015	NH4	Surface	0,97	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DIGUE DE QUERQUEVILLE	17/09/2015	NH4	Surface	0,86	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
REVILLE 1 MILLE	07/04/2015	NH4	Surface	0,22	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
REVILLE 1 MILLE	04/09/2015	NH4	Surface	0,62	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
LA HOUGUE	07/04/2015	NH4	Surface	0,25	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
LA HOUGUE	04/09/2015	NH4	Surface	0,79	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
GOUGINS	07/04/2015	NH4	Surface	0,29	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
GOUGINS	04/09/2015	NH4	Surface	0,44	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
UTAH	07/04/2015	NH4	Surface	0,18	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
UTAH	04/09/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ROCHES DE GRANDCAMP	06/01/2015	CHLORO A	Surface	0,61	Blanc de turbidité > seuil	DOUTEUX
ROCHES DE GRANDCAMP	07/04/2015	NH4	Surface	0,26	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ROCHES DE GRANDCAMP	23/04/2015	NH4	Surface	< 0,1	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ROCHES DE GRANDCAMP	18/08/2015	NH4	Surface	0,51	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ROCHES DE GRANDCAMP	04/09/2015	NH4	Surface	0,94	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ROCHES DE GRANDCAMP	18/09/2015	SIOH	Surface	9,16	Délai de stockage de l'échantillon dépassé	DOUTEUX
GEFOSSE	07/04/2015	NH4	Surface	0,57	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
GEFOSSE	23/04/2015	NH4	Surface	0,13	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
GEFOSSE	18/08/2015	NH4	Surface	0,56	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
GEFOSSE	04/09/2015	NH4	Surface	0,55	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
GEFOSSE	18/09/2015	SIOH	Surface	6,89	Délai de stockage de l'échantillon dépassé	DOUTEUX
PORT-EN-BESSIN 1 MILLE	07/04/2015	NH4	Surface	0,25	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
PORT-EN-BESSIN 1 MILLE	07/08/2015	NH4	Surface	0,44	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
PORT-EN-BESSIN 1 MILLE	01/09/2015	NH4	Surface	0,83	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
PORT-EN-BESSIN 1 MILLE	09/10/2015	NH4	Surface	0,38	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ASNELLES-MEUVAINES	07/04/2015	NH4	Surface	0,43	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ASNELLES-MEUVAINES	07/08/2015	NH4	Surface	0,61	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ASNELLES-MEUVAINES	01/09/2015	NH4	Surface	1,29	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ASNELLES-MEUVAINES	09/10/2015	NH4	Surface	1,27	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX

Annexe 3 : Qualification des données RHLN pour l'année 2015.

LIBELLE POINT	DATE	PARAMETRE	IMMERSION	RESULTAT	COMMENTAIRE DE QUALIFICATION	QUALIFICATION
SAINT-AUBIN LES ESSARTS	07/04/2015	NH4	Surface	0,64	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
SAINT-AUBIN LES ESSARTS	07/08/2015	NH4	Surface	0,85	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
SAINT-AUBIN LES ESSARTS	01/09/2015	NH4	Surface	1,07	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
SAINT-AUBIN LES ESSARTS	09/10/2015	NH4	Surface	1,48	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
LUC 1 MILLE	03/04/2015	NH4	Surface	0,84	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
LUC 1 MILLE	07/08/2015	NH4	Surface	0,85	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
LUC 1 MILLE	19/08/2015	NH4	Surface	1,32	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
LUC 1 MILLE	01/09/2015	NH4	Surface	1,21	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
LUC 1 MILLE	17/09/2015	NH4	Surface	1,83	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
LUC 1 MILLE	09/10/2015	NH4	Surface	1,46	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
OUISTREHAM 1 MILLE	03/04/2015	NH4	Surface	0,86	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
OUISTREHAM 1 MILLE	07/08/2015	NH4	Surface	0,53	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
OUISTREHAM 1 MILLE	19/08/2015	NH4	Surface	1,21	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
OUISTREHAM 1 MILLE	01/09/2015	NH4	Surface	1,56	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
OUISTREHAM 1 MILLE	17/09/2015	NH4	Surface	1,49	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
OUISTREHAM 1 MILLE	09/10/2015	NH4	Surface	1,86	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ESTUAIRE DE L'ORNE	03/04/2015	NH4	Surface	1,25	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ESTUAIRE DE L'ORNE	07/08/2015	NH4	Surface	1,30	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ESTUAIRE DE L'ORNE	01/09/2015	NH4	Surface	2,51	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ESTUAIRE DE L'ORNE	09/10/2015	NH4	Surface	2,07	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CABOURG	06/07/2015	SALINITE	Surface	35,6	Donnée hors normales	DOUTEUX
CABOURG	03/04/2015	NH4	Surface	0,69	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CABOURG	07/08/2015	NH4	Surface	1,18	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CABOURG	19/08/2015	NH4	Surface	0,54	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CABOURG	01/09/2015	NH4	Surface	2,17	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CABOURG	17/09/2015	NH4	Surface	1,34	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
CABOURG	05/10/2015	NH4	Surface	1,47	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
SEINE 1	08/04/2015	NH4	Surface	1,29	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
SEINE 1	10/08/2015	NH4	Surface	0,23	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
SEINE 1	11/09/2015	NH4	Surface	3,80	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
SEINE 1	09/10/2015	NH4	Surface	2,94	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	09/04/2015	NH4	Surface	0,46	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	21/04/2015	NH4	Surface	0,10	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	17/08/2015	NH4	Surface	1,47	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	01/09/2015	NH4	Surface	2,65	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	15/09/2015	NH4	Surface	2,92	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	12/10/2015	NH4	Surface	1,76	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
FECAMP 1 MILLE	09/04/2015	NH4	Surface	0,19	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
FECAMP 1 MILLE	01/09/2015	NH4	Surface	2,84	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
FECAMP 1 MILLE	12/10/2015	NH4	Surface	1,46	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DIEPPE 1 MILLE	14/04/2015	NH4	Surface	0,18	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DIEPPE 1 MILLE	11/08/2015	NH4	Surface	0,61	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DIEPPE 1 MILLE	10/09/2015	NH4	Surface	0,87	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX
DIEPPE 1 MILLE	06/10/2015	NH4	Surface	0,43	Etalon de contrôle non vérifié	DOUTEUX

Annexe 4 : 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 chlorophyllienne 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 printanier⁶. 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 cours d'eau côtiers⁷.

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 »** 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 de biomasses mesurés sont alors en moyenne supérieurs à 10 µg/L de chlorophylle-*a* et peuvent atteindre, comme cela a été le cas sur Antifer et Cabourg, jusqu'à 70 µg/L (avec des salinités restant supérieures à 32-33, *i.e.* dans des eaux « marines »).

⁶ 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.

⁷ 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.

Annexe 4 : Rappel sur les types de cycles biogéochimiques

Sur ces secteurs eutrophes, ou eutrophisés, les maxima de production ne s'observent généralement pas 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 chlorophyllienne 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 primaire 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 chlorophylliennes produites.

Les **cycles « atypiques »** sont qualifiés comme tels lorsqu'ils ne correspondent pas à un cycle classique ou perturbé. Ici, ceux-ci sont généralement identifiés dans des zones où un autre facteur, tel l'hydrodynamique, devient un facteur influençant le cycle. Les conséquences sont en général une homogénéisation de la colonne d'eau ne permettant pas aux nutriments (et notamment l'azote) d'être consommés, et au phytoplancton de s'y développer facilement.

Annexe 5 : 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-Juil)	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 (Juil-Août)	Eau colorée verte "fluo" non toxique mais nuisible (anoxies, colmatage)	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>	Prymnésiophycée	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-Juil)	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 fragillissimus</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 6 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

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

Annexe 6 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

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



Annexe 6 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

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

Annexe 6 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

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

Annexe 6 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

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

Annexe 6 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

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



Annexe 6 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

Code taxon	Libellé taxon	Libellé niveau taxinomique	Code taxon père
THAANIT	Thalassionema nitzschioides	Espèce	THAA
THAL	Thalassiosira+Coscinosira+Coscinodiscus eccentricus(=T.ecc.)	Groupe genres	FMTHALA
THALDEC	Thalassiosira decipiens	Espèce	THAL
THALGRA	Thalassiosira gravida	Espèce	THAL
THALLEV	Thalassiosira levanderi	Espèce	THAL
THALNOR	Thalassiosira nordenskiöldii	Espèce	THAL
THALPOL	Thalassiosira polychorda (= Coscinosira polychorda)	Espèce	THAL
THALROG	Thalassiosira rotula + T. gravida (si non discernables)	Groupe espèces	THAL
THALROT	Thalassiosira rotula	Groupe espèces	THAL
THALSUB	Thalassiosira subtilis	Espèce	THAL
TORO	Torodinium sp.	Genre	FMGYMNO
TOROROB	Torodinium robustum	Espèce	TORO
TRIC	Triceratium sp.	Genre	FMEUPOD
TRICFAV	Triceratium favus	Espèce	TRIC
UCPHFLA	Phytoflagellés excepté dinoflagellés	Super-classe	RGPROTI
WARN	Warnowia sp. + Nematodinium sp.	Groupe genres	FMWARNO

GLOSSAIRE

Glossaire océanographique extrait de :

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

ANOXIE (ANOXIQUE)

Absence d'oxygène gazeux dissous.

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

ANTHROPIQUE

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

AZOTE

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

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

BIOMASSE

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

BLOOM (PHYTOPLANCTONIQUE)

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

SYN : Floraison phytoplanctonique

COURANT RESIDUEL DE MAREE

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

DIATOMEES

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

DINOFLAGELLES

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



DYSTROPHIE

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

EUTROPHE

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

ANT. : Oligotrophe

EUTROPHISATION

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

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

MIXOTROPHIE

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

OLIGOTROPHE

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

ANT. : Eutrophe

PHOSPHORE

Les composés du phosphore en milieu marin existent sous forme inorganique (« phosphates ») ou organique au degré d'oxydation +5. Le terme « phosphate » tel qu'il est utilisé en océanographie désigne la somme ($H_2PO_4^- + HPO_4^{2-} + PO_4^{3-}$) 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.