

Florence MENET-NEDELEC, Philippe RIOU, Claude ETOURNEAU, Gaëlle COURTAY, Bruno FONTAINE, Sylvaine FRANCOISE, Franck JACQUELINE, Nadine LESAULNIER, Frank MAHEUX, Olivier PIERRE-DUPLESSIX, Emilie RABILLER, Mathilde SCHAPIRA et Benjamin SIMON.

Rapport Ifremer ODE/LERN/15-07  
Juin 2015

## Réseau Hydrologique Littoral Normand

# RHLN



# ANNEE 2013

## RAPPORT SCIENTIFIQUE





## Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : ODE/LERN/15-07 Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte: <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/> Validé par : Philippe Riou Adresse électronique : Philippe.Riou@ifremer.fr Adresse Web : www.ifremer.fr/lern/	Date de publication : Juin 2015 Nombre de pages : 138 + Annexes Bibliographie: oui Illustration(s) : Figures et Tableaux Langue du rapport : Français
<b>Titre et sous-titre du rapport :</b>  Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Suivi 2013	
Rapport intermédiaire                      Rapport définitif : Oui	
<b>Auteurs principaux :</b>  Florence MENET-NEDELEC, Philippe RIOU, Claude ETOURNEAU, Gaëlle COURTAY, Bruno FONTAINE, Sylvaine FRANCOISE, Franck JACQUELINE, Nadine LESAULNIER, Frank MAHEUX, Olivier PIERRE-DUPLESSIX, Emilie RABILLER, Mathilde SCHAPIRA et Benjamin SIMON.  <b>Coordination de la rédaction :</b> Florence MENET-NEDELEC <b>Composition/traitement de données/mise en page :</b> Florence MENET-NEDELEC	Organisme / Direction / laboratoire  IFREMER/LER/N  IFREMER/LER/N  IFREMER/LER/N IFREMER/LER/N
Collaborateur(s) : <b>Référés/relecture :</b> P. Riou	Organisme / Direction / laboratoire IFREMER/LER/N
<b>Cadre de la recherche :</b> RESEAU RHLN année 2013 Conventions AESN/DEPEE, et Conseil Régional de Basse Normandie <b>Programme :</b> PG05 Dynamique, évaluation et surveillance des écosystèmes côtiers                      Convention : OUI  <b>Projet :</b> PJA050103 Réseau Hydrologique du Littoral Normand (RHLN) <b>Partenariats :</b> SMEL du Conseil Général de la Manche, SPEL50 et 76, Gardes Littoraux du SYMEL.	



**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 2013, douzième année depuis le début du suivi en Normandie. Le climat de l'année 2013 a été globalement proche des normales en température et précipitations, mais des disparités saisonnières marquées ont pu être observées, qui ont significativement impacté le cycle biogéochimique annuel. L'hiver humide a permis la constitution de stocks hivernaux en nutriments plus importants dans la majorité des masses d'eau, mais la fraîcheur du printemps a vraisemblablement retardé le cycle biologique. L'été, et particulièrement le mois de juillet, a été chaud et sec, permettant le développement d'une forte biomasse dans des eaux riches en nutriments car non consommés au printemps. Cela a eu comme conséquence le développement d'une eau colorée à Cabourg du genre *Chaetoceros sp.* L'automne doux et humide, a permis un regain de productivité particulièrement en octobre, ce qui a vraisemblablement eu pour conséquence de provoquer un minimum en oxygène dissous à Chausey en novembre.

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 permettant de potentielles carences en phosphore et silicium. Globalement, le nombre total de taxons en état de bloom était moins élevé en 2013 qu'en 2012, ceux observés étant majoritairement situés en baie de Seine orientale. Les genres ayant dominé les peuplements phytoplanctoniques ont été : *Chaetoceros sp.*, *Pseudo-nitzschia* complexe *delicatissima* (groupe des fines), et *Leptocylindrus sp.*

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 discutée.

Pour l'élément de qualité « Phytoplancton », aucun changement de classe d'état n'a été constaté entre la mise à jour 2008-2013 et la période 2007-2012. Aussi, au total 13 masses d'eau normandes sont en « Très bon état », 4 en « Bon état », et 1 en « Etat moyen » (HC15) pour la période 2008-2013.

Pour l'Etat Physico-Chimique, toutes les masses d'eau évaluées sont en « Très bon état » vis-à-vis des éléments de qualité « Température » et « Transparence », et seule HC15 est en « Bon état » pour l'élément de qualité « Oxygène dissous ». Aussi, l'élément de qualité « Nutriments », avec son Indice NID actuellement défini est l'élément déclassant pour l'Etat Physico-Chimique. Ainsi, sur les 17 masses d'eau évaluées, la majorité sont en « Bon état », sauf 4 en « Très bon état », et 3 en « Etat moyen » correspondant à celles les plus directement impactées par le panache de la *Seine*.

L'étude des tendances pour l'élément de qualité « Phytoplancton » montre que la majorité des masses d'eau ont un état en amélioration que ce soit vis-à-vis d'un ou des deux indices. Les masses d'eau HC03, HC13 et HC17 ont une tendance à la dégradation mais sans changement du « Très bon état ».

Le format du rapport a évolué en 2013, en présentant la problématique de l'eutrophisation en Normandie et les résultats par masse d'eau sont présentés de façon plus synthétique.

**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 (Directions Territoriales et Maritimes des Rivières de Basse-Normandie et de Seine-Aval) et du Conseil Régional de Basse Normandie.***

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

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

***Des échanges ont également été réalisés avec Catherine Belin (Ifremer Nantes) et Anne Daniel (Ifremer Brest) sur l'évolution des indicateurs de qualité employés dans le cadre de la DCE.***

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



# Sommaire

LISTE DES FIGURES .....	9
LISTE DES TABLEAUX.....	12
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>13</b>
<b>I.1 L'eutrophisation en Normandie .....</b>	<b>13</b>
<b>I.2 Historique du réseau.....</b>	<b>15</b>
<b>I.3 Présentation du réseau.....</b>	<b>16</b>
<b>I.3.1 Stratégie d'observation.....</b>	<b>16</b>
<b>I.3.2 Stratégie de surveillance (DCE, OSPAR).....</b>	<b>16</b>
I.3.2.1 Directive Cadre sur l'Eau (DCE) .....	16
I.3.2.2 Convention Oslo-Paris (OSPAR).....	18
<b>I.3.3 Plan d'échantillonnage du réseau.....</b>	<b>19</b>
<b>I.3.4 Périodes et fréquences de prélèvement .....</b>	<b>20</b>
<b>I.3.5 Partenaires du réseau .....</b>	<b>21</b>
<b>I.3.6 Financement du réseau .....</b>	<b>21</b>
<b>I.4 Objectifs du rapport RHLN 2013.....</b>	<b>21</b>
<b>II. MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>22</b>
<b>II.1 Moyens de mise en œuvre.....</b>	<b>22</b>
<b>II.2 Méthodes d'analyses .....</b>	<b>22</b>
<b>II.2.1 Mesures in situ et turbidité.....</b>	<b>22</b>
II.2.1.1 Température, salinité, oxygène dissous.....	22
II.2.1.2 Turbidité .....	22
II.2.1.3 Chlorophylle-a .....	23
II.2.1.4 Nutriments.....	23
II.2.1.5 Flores phytoplanctoniques .....	24
II.2.1.6 Qualification des données.....	24
<b>II.3 Méthode d'interprétation des résultats.....</b>	<b>24</b>
<b>II.3.1 Cycles des nutriments.....</b>	<b>24</b>
<b>II.3.2 Rapports de nutriments.....</b>	<b>25</b>
<b>II.3.3 Peuplements phytoplanctoniques.....</b>	<b>26</b>
<b>III. RESULTATS DU RHLN 2013 vs. 2000-2012 .....</b>	<b>28</b>
<b>III.1 Paramètres climatologiques .....</b>	<b>28</b>
<b>III.1.1 Température .....</b>	<b>28</b>
<b>III.1.2 Précipitations.....</b>	<b>30</b>
<b>III.1.3 Débits des cours d'eau.....</b>	<b>32</b>
<b>III.2 Résultats des masses d'eau suivies .....</b>	<b>35</b>
<b>III.2.1 Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2013).....</b>	<b>37</b>
<b>III.2.2 Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010-2013).....</b>	<b>39</b>
<b>III.2.3 Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2013).....</b>	<b>41</b>
<b>III.2.4 Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville) .....</b>	<b>42</b>
III.2.4.1 Donville 2001-2013 .....	43
III.2.4.2 Coudeville 1 mille 2006-2013 .....	47
III.2.4.3 Pointe Agon Sud 2001-2013 .....	49
III.2.4.4 Pirou Bergerie Sud 2001-2013.....	51
III.2.4.5 Denneville 2006-2013 .....	53
<b>III.2.5 Masse d'eau HC04 (Dielette, Jobourg et Barneville) .....</b>	<b>55</b>
III.2.5.1 Dielette 2007-2013.....	57
III.2.5.2 Barneville 2003-2013.....	58
III.2.5.3 Jobourg 2003-2013.....	60
<b>III.2.6 Masse d'eau HC61 (Digue de Querqueville 2005-2013).....</b>	<b>63</b>
<b>III.2.7 Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2006, 2009-2013).....</b>	<b>65</b>

<b>III.2.8</b>	<b>Masse d'eau HC09 (La Hougue, Gougins)</b> .....	<b>67</b>
III.2.8.1	La Hougue 2003-2013.....	69
III.2.8.2	Gougins 2006-2013 .....	71
<b>III.2.9</b>	<b>Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)</b> .....	<b>73</b>
III.2.9.1	Utah 2006-2013.....	75
III.2.9.2	Roches de Grandcamp 2001-2013 .....	77
<b>III.2.10</b>	<b>Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2013)</b> .....	<b>79</b>
<b>III.2.11</b>	<b>Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2009-2013)</b> .....	<b>83</b>
<b>III.2.12</b>	<b>Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2013)</b> .....	<b>85</b>
<b>III.2.13</b>	<b>Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2013)</b> .....	<b>87</b>
<b>III.2.14</b>	<b>Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille)</b> .....	<b>89</b>
III.2.14.1	Luc 1 mille 2001-2013 .....	91
III.2.14.2	Ouistreham 1 mille 2001-2013.....	93
<b>III.2.15</b>	<b>Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2013)</b> .....	<b>95</b>
<b>III.2.16</b>	<b>Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2013)</b> .....	<b>97</b>
<b>III.2.17</b>	<b>Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2013)</b> .....	<b>101</b>
<b>III.2.18</b>	<b>Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2013)</b> .....	<b>103</b>
<b>III.2.19</b>	<b>Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2007-2013)</b> .....	<b>107</b>
<b>III.2.20</b>	<b>Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008-2013)</b> .....	<b>109</b>
<b>IV.</b>	<b>DISCUSSION ET EVALUATIONS DCE</b> .....	<b>111</b>
<b>IV.1</b>	<b>Discussion générale</b> .....	<b>111</b>
<b>IV.1.1</b>	<b>Faits marquants en 2013</b> .....	<b>111</b>
<b>IV.1.2</b>	<b>Bilan des cycles hydrobiologiques</b> .....	<b>114</b>
<b>IV.1.3</b>	<b>Evolution des flores phytoplanctoniques</b> .....	<b>116</b>
<b>IV.1.4</b>	<b>Bilan du suivi RHLN 2013</b> .....	<b>118</b>
<b>IV.2</b>	<b>Discussion des évaluations DCE</b> .....	<b>120</b>
<b>IV.2.1</b>	<b>Principe</b> .....	<b>120</b>
<b>IV.2.2</b>	<b>Synthèse 2008 - 2013 et Tendances</b> .....	<b>124</b>
IV.2.2.1	Elément de qualité « Phytoplancton » .....	124
IV.2.2.2	Etat Physico-Chimique .....	126
IV.2.2.3	Etude des tendances pour l'élément de qualité « Phytoplancton » .....	132
<b>V.</b>	<b>CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>134</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>135</b>
	<b>ANNEXES</b> .....	<b>139</b>
	<b>GLOSSAIRE</b> .....	<b>155</b>

## Liste des Figures

<b>Figure 1</b> : Bilan par zones (plus mauvais résultat par zone) des mesures de toxines lipophiles (à gauche) et ASP (à droite) dans les coquillages en 2013 (données REPHY).....	13
<b>Figure 2</b> : Flux de phosphore et d'azote de la Seine à la mer entre 1978 et 2013. ....	14
<b>Figure 3</b> : Zones vulnérables 2012 identifiées dans le cadre de la Directive Nitrates – 5 <sup>ème</sup> délimitation. ....	14
<b>Figure 4</b> : Carte des masses d'eau OSPAR normandes, et stratégie OSPAR pour évaluer l'eutrophisation.....	18
<b>Figure 5</b> : Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2013 selon la stratégie DCE. ....	19
<b>Figure 6</b> : Interprétation des graphiques de présentation des paramètres physico-chimiques et hydrologiques. ....	25
<b>Figure 7</b> : Interprétation des rapports de nutriments dans l'eau de mer. ....	25
<b>Figure 8</b> : Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Ouireham 1 mille » depuis 2001.....	27
<b>Figure 9</b> : Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) des taxons les plus emblématiques à Antifer ponton pétrolier. ....	27
<b>Figure 10</b> : Ecart entre les températures moyennes annuelles dans l'air à Englesqueville-la-Percée (Calvados) depuis 1971 et la normale (1981-2010) (données Météo-France).....	28
<b>Figure 11</b> : Evolution des écarts de température annuels entre 2008 et 2013 sur différents sites le long du littoral normand par rapport à leur normale (1981-2010) (Données Météo-France). ....	29
<b>Figure 12</b> : Moyennes mensuelles des températures de l'air à Dieppe (données Météo-France), et évolution de la température journalière de l'eau de mer enregistrée au canal d'amenée de la centrale EDF de Paluel (Seine Maritime) depuis 1991 (données EDF). ....	29
<b>Figure 13</b> : Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Englesqueville-la-Percée (Calvados) depuis 1960 et la normale (1981-2010) (données Météo-France). ....	30
<b>Figure 14</b> : Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Englesqueville-la-Percée en 2013 avec la normale (1981-2010) et les extrêmes sur 1960-2012 (Données Météo-France). ....	31
<b>Figure 15</b> : Ecart des précipitations annuelles enregistrées entre 2008 et 2013 aux normales (1981 – 2010) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo-France). ....	31
<b>Figure 16</b> : a) Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2013 par rapport à la normale (1981-2010) (Données collectées par les DREAL Basse-Normandie et Haute-Normandie, bancarisées dans la banque HYDRO-MEDD/DE). b) Débits journaliers de la Seine en 2013 (en rouge) et normale mensuelle (1981 – 2010) (en noir) (données GIP Seine-Aval). ....	33
<b>Figure 17</b> : Évolution des paramètres à Chausey entre 2001 et 2013. ....	36
<b>Figure 18</b> : Nombre de blooms dépassant les seuils DCE sur Chausey entre 2001-2006 (n=81), 2007-2012 (n=88) et 2013 (n=11). ..	37
<b>Figure 19</b> : Évolution des paramètres à Tombelaine entre 2010 et 2013. ....	38
<b>Figure 20</b> : Évolution des paramètres à Champeaux entre 2006 et 2013.. ....	40
<b>Figure 21</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Champeaux entre 2006 (n=4), 2007-2012 (n=80), et 2013 (n=12). ....	41
<b>Figure 22</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Donville entre 2001-2006 (n=159), 2007-2012 (n=90) et 2013 (n=12). ....	43
<b>Figure 23</b> : Évolution des paramètres à Donville entre 2001 et 2013. ....	44
<b>Figure 24</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville. ....	45
<b>Figure 25</b> : Évolution des paramètres à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2013. ....	46
<b>Figure 26</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Coudeville 1 mille entre 2006 (n=19), 2007-2012 (n=87) et 2013 (n=12). ....	47
<b>Figure 27</b> : Évolution des paramètres à Pointe Agon Sud entre 2001 et 2013 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL). ....	48
<b>Figure 28</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Pointe Agon Sud entre 2001-2006 (n=75), 2007-2012 (n=79) et 2013 (n=19). ....	49
<b>Figure 29</b> : Évolution des paramètres à Pirou Bergerie Sud entre 2001 et 2013 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL). ..	50
<b>Figure 30</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Pirou Bergerie Sud entre 2001-2006 (n=69), 2007-2012 (n=116) et 2013 (n=18). ....	51
<b>Figure 31</b> : Évolution des paramètres à Denneville entre 2006 et 2013 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL). ....	52
<b>Figure 32</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Denneville entre 2006 (n=18), 2007-2012 (n=114) et 2013 (n=17). ..	53

## Liste des Figures

<b>Figure 33</b> : Évolution des paramètres à Dielette entre 2007 et 2013. ....	56
<b>Figure 34</b> : Évolution de la température dans l'eau à Dielette entre 2007 et 2013. ....	57
<b>Figure 35</b> : Évolution des paramètres à Barneville entre 2003 et 2013. ....	58
<b>Figure 36</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Barneville entre 2003-2006 (n=44), 2007-2012 (n=43) et 2013 (n=8). ....	58
<b>Figure 37</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année entre 2003 et 2008 sur Barneville. ....	59
<b>Figure 38</b> : Évolution des paramètres à Jobourg entre 2003 et 2013. ....	60
<b>Figure 39</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Jobourg entre 2003-2006 (n=36), 2007-2012 (n=52) et 2013 (n=8). ....	60
<b>Figure 40</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année entre 2003 et 2008 sur Jobourg. ....	61
<b>Figure 41</b> : Évolution des paramètres à Digue de Querqueville entre 2005 et 2013. ....	62
<b>Figure 42</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Digue de Querqueville entre 2005-2006 (n=25), 2007-2012 (n=77), et 2013 (n=12). ....	63
<b>Figure 43</b> : Évolution des paramètres à Réville 1 mille entre 2004-2006, 2009-2012 et 2013. ....	64
<b>Figure 44</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Réville 1 mille entre 2004-2006 (n=37), 2008-2012 (n=59) et 2013 (n=12). ....	65
<b>Figure 45</b> : Évolution des paramètres à La Hougue entre 2003-2012 et 2013. ....	68
<b>Figure 46</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur La Hougue entre 2003-2006 (n=78), 2007-2012 (n=88) et 2013 (n=12). ....	69
<b>Figure 47</b> : Évolution des paramètres à Gougins entre 2006-2012 et 2013. ....	70
<b>Figure 48</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gougins entre 2006 (n=21), 2007-2012 (n=88) et 2013 (n=12). ....	71
<b>Figure 49</b> : Évolution des paramètres à Utah entre 2006-2012 et 2013. ....	74
<b>Figure 50</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Utah entre 2006 (n=22), 2007-2012 (n=91) et 2013 (n=13). ....	75
<b>Figure 51</b> : Évolution des paramètres à Roches de Grandcamp entre 2001-2012 et 2013. ....	76
<b>Figure 52</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Roches de Grandcamp entre 2001-2006 (n=148), 2007-2012 (n=119) et 2013 (n=18). ....	77
<b>Figure 53</b> : Évolution des paramètres à Géfosse entre 2002-2012 et 2013. ....	80
<b>Figure 54</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Géfosse entre 2002-2006 (n=122), 2007-2012 (n=123) et 2013 (n=20). ....	81
<b>Figure 55</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Géfosse. ....	81
<b>Figure 56</b> : Évolution des paramètres à Port-en-Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2012 et 2013. ....	82
<b>Figure 57</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006 (n=55), 2009-2012 (n=48) et 2013 (n=11). ....	83
<b>Figure 58</b> : Évolution des paramètres à Asnelles-Meuvoines entre 2004-2012 et 2013. ....	84
<b>Figure 59</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Asnelles-Meuvoines entre 2004-2006 (n=70), 2007-2012 (n=116) et 2013 (n=13). ....	85
<b>Figure 60</b> : Évolution des paramètres à St Aubin les Essarts entre 2004-2012 et 2013. ....	86
<b>Figure 61</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à St Aubin les Essarts entre 2003-2006 (n = 80), 2007-2012 (n = 128) et 2013 (n = 13). ....	87
<b>Figure 62</b> : Évolution des paramètres à Luc 1 mille entre 2001-2012 et 2013. ....	90
<b>Figure 63</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Luc 1 mille entre 2001-2006 (n = 166), 2007-2012 (n = 169) et 2013 (n =25). ....	91
<b>Figure 64</b> : Évolution des paramètres à Ouistreham 1 mille entre 2001-2012 et 2013. ....	92
<b>Figure 65</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Ouistreham 1 mille entre 2001-2006 (n = 127), 2007-2012 (n = 168) et 2013 (n =25). ....	93
<b>Figure 66</b> : Évolution des paramètres à Estuaire de l'Orne entre 2007-2012 et 2013. ....	94
<b>Figure 67</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques au point Estuaire de l'Orne entre 2007-2012 (n = 80) et 2013 (n = 12). ....	95
<b>Figure 68</b> : Évolution des paramètres à Cabourg entre 2001-2012 et 2013. ....	98

<b>Figure 69</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Cabourg entre 2001-2006 (n=189), 2007-2012 (n=194) et 2013 (n=28). .....	99
<b>Figure 70</b> : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année à la station Cabourg entre 2008 et 2013. ....	99
<b>Figure 71</b> : Évolution des paramètres à Seine-1 entre 2008-2012 et 2013.....	100
<b>Figure 72</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Seine-1 entre 2008 et 2012 (n=54), et en 2013 (n=11). ....	101
<b>Figure 73</b> : Évolution des paramètres à Antifer ponton pétrolier entre 2002-2012 et 2013. ....	104
<b>Figure 74</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Antifer Ponton Pétrolier entre 2001-2006 (n=223), 2007-2012 (n=166) et 2013 (n=19). ....	105
<b>Figure 75</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces phytoplanctoniques, par mois et par année à Antifer Ponton Pétrolier de 2008 à 2013. ....	105
<b>Figure 76</b> : Évolution des paramètres à Fécamp 1 mille entre 2007-2012 et 2013.. ....	106
<b>Figure 77</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Fécamp entre 2007-2012 (n=67) et 2013 (n=12). ....	107
<b>Figure 78</b> : Évolution des paramètres à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2012 et 2013.....	108
<b>Figure 79</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dieppe 1 mille entre 2001-2005 (n=57), 2008-2011 (n=39) et 2012 (n=10). ....	109
<b>Figure 80</b> : Images de la chlorophylle-a mensuelle observée par satellite (source PreviMer).....	111
<b>Figure 81</b> : Images des anomalies mensuelles de la température de surface observée par satellite en juin 2013 et juillet 2013 (source PreviMer). ....	112
<b>Figure 82</b> : Evolution du nombre de cellules par litre du genre <i>Chaetoceros</i> sp. pendant l'été 2013 à Cabourg. ....	112
<b>Figure 83</b> : Evolution des concentrations en oxygène dissous au fond sur le littoral en 2013.....	113
<b>Figure 84</b> : Gradient des stocks en nutriments (en haut) et des rapports de nutriments NID/PID et Si/PID (en bas) hivernaux (janvier-février) en 2013 sur les points de prélèvement du RHLN. ....	114
<b>Figure 85</b> : Gradient des stocks en nutriments (en haut) et des rapports de nutriments NID/PID et Si/PID estivaux (juillet-août) en 2013 sur les points de prélèvement du RHLN. ....	115
<b>Figure 86</b> : Gradient des concentrations en chlorophylle-a sur les points de prélèvement du RHLN 2013. ....	116
<b>Figure 87</b> : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN 2013. ....	117
<b>Figure 88</b> : Nombre d'observations des espèces ayant présenté un dénombrement > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand en 2013. ....	117
<b>Figure 89</b> : Schéma de classification de l'état écologique des masses d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010. ....	120
<b>Figure 90</b> : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Phytoplancton » de l'Etat Biologique pour la période 2008-2013. ....	125
<b>Figure 91</b> : Droites de dilution pour chaque écotype des eaux littorales normandes pour la période 2008-2013. ....	127
<b>Figure 92</b> : 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 2008-2013. ....	128
<b>Figure 93</b> : 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 2008-2013. ....	129
<b>Figure 94</b> : 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 2008-2013.....	130
<b>Figure 95</b> : 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 2008-2013.....	131

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b> : Stratégie de surveillance DCE sur la période 2007 – 2015. EQ = Elément de Qualité.....	17
<b>Tableau 2</b> : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2013. ....	20
<b>Tableau 3</b> : Domaines d'étalonnage, limites de quantification et incertitudes de mesures pour le dosage des nutriments. ....	23
<b>Tableau 4</b> : Abréviations des taxons les plus souvent rencontrés le long du littoral normand. ....	26
<b>Tableau 5</b> : Synthèse des paramètres descripteurs des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des masses d'eau normandes en 2013. ....	119
<b>Tableau 6</b> : Eléments de qualité permettant de qualifier l'état écologique et l'état chimique selon l'arrêté du 25 janvier 2010. ....	121
<b>Tableau 7</b> : Grille des indices des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et de l'Etat Physico-Chimique. ....	123
<b>Tableau 8</b> : Grille des ratios de qualité écologique (RQE) des indicateurs des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et de l'Etat Physico-Chimique. ....	123
<b>Tableau 9</b> : Comparaison des RQE de l'élément de qualité « Phytoplancton » et ses indices (hormis indice Composition) sur les masses d'eau normandes sur les périodes 2007-2012 et 2008-2013 et indice de confiance. ....	124
<b>Tableau 10</b> : Evaluations de l'Etat Physico-Chimique entre les masses d'eau normandes sur la période 2008-2013 et indice de confiance. ....	126
<b>Tableau 11</b> : Evolution de l'Indice Biomasse par périodes de 6 années glissantes.....	132
<b>Tableau 12</b> : Evolution de l'Indice Abondance par périodes de 6 années glissantes.....	133
<b>Tableau 13</b> : Evolution du RQE de l'élément de qualité « Phytoplancton » par périodes de 6 années glissantes. ....	133

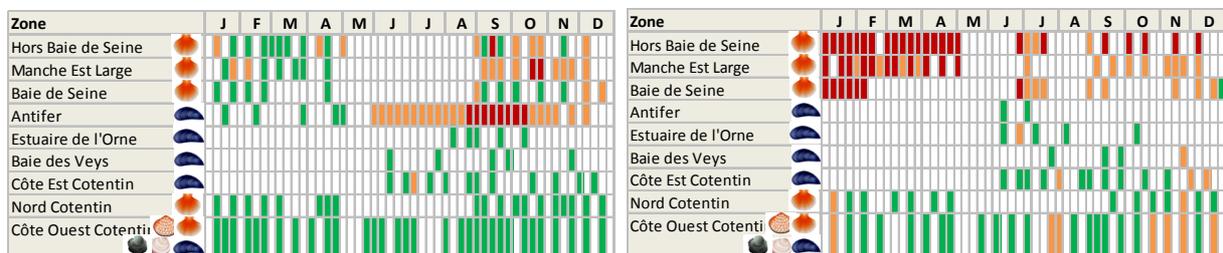
# I. Introduction

## I.1 L'eutrophisation en Normandie

L'eutrophisation est définie comme l'enrichissement des milieux aquatiques en éléments nutritifs, essentiellement le phosphore (P) et l'azote (N), qui constituent un véritable engrais pour les plantes aquatiques. L'eutrophisation se manifeste par la prolifération excessive des végétaux (notamment le phytoplancton et/ou les macroalgues) dont la décomposition provoque une diminution notable de la teneur en oxygène (suboxie) dans la colonne d'eau. Les conséquences sont multiples (fuite ou mort d'organismes benthiques, échouages de macroalgues, eaux colorées, blooms de microalgues produisant des toxines s'accumulant dans les coquillages, colmatage des branchies).

En Normandie, les phénomènes observés les plus fréquemment sont :

- **Les échouages de macroalgues.** Ils sont évalués annuellement depuis 2008 sur le littoral normand, dans le cadre de l'application de la DCE. Les résultats montrent qu'il existe une forte variabilité interannuelle de ces échouages, et que les zones les plus touchées en 2012 sont la côte de Nacre (60% des échouages cumulés), la zone Gefosse-Fontenay/Grandcamp-Maisy (25%), l'Est Cotentin (13%), et l'Ouest Cotentin (2%) (Garcia *et al.*, 2013).
- **Les blooms de microalgues produisant des toxines.** Le littoral normand est régulièrement touché particulièrement dans l'Est de la baie de Seine par le développement de *Dinophysis spp.* produisant des toxines lipophiles à effet diarrhéique, ainsi que, plus épisodiquement, par le développement de *Pseudo-nitzschia spp.* dont certaines espèces produisent des toxines à effet amnésiant (ASP) (**Figure 1**) (Ifremer, ODE, UL, LERN, 2014).



**Figure 1** : Bilan par zones (plus mauvais résultat par zone) des mesures de toxines lipophiles (à gauche) et ASP (à droite) dans les coquillages en 2013 (données REPHY). Blanc = Pas d'information, Vert = Toxine non détectée, Orange = Toxine présente en faible quantité, Rouge = Toxicité.

- **Les eaux colorées.** Le littoral normand est périodiquement touché par des phénomènes d'eaux colorées. Le recensement des ces événements n'est cependant pas systématique. Le récent site internet [www.phenomer.org](http://www.phenomer.org) doit permettre de mieux inventorier. Le dernier événement majeur date de l'été 2009, pendant lequel la diatomée *Lepidodinium chlorophorum* s'est développée de façon très importante (Nédélec *et al.*, 2011).

Le milieu marin est naturellement pourvu en nutriments qui suivent un cycle biogéochimique naturel. Cependant, le littoral est soumis aux apports des bassins versants (N et P) et aux apports atmosphériques (essentiellement N), qui peuvent déséquilibrer le rapport molaire naturel de ces éléments nutritifs. Les apports anthropiques en phosphore proviennent principalement des pratiques agricoles (ex. fertilisation), et des rejets urbains (ex. lessives aux phosphates). Les flux en phosphore de la *Seine* ont drastiquement diminués depuis les années 90 (**Figure 2**), en conséquence de l'utilisation croissante de lessives sans phosphates par les ménages du bassin de la Seine, et de l'installation de systèmes de déphosphatation dans les stations d'épurations. Par contre, les flux en azote sont plus ou moins stables depuis la fin des années 70, avec des pics ponctuellement et autour des années 2000 (**Figure 2**).

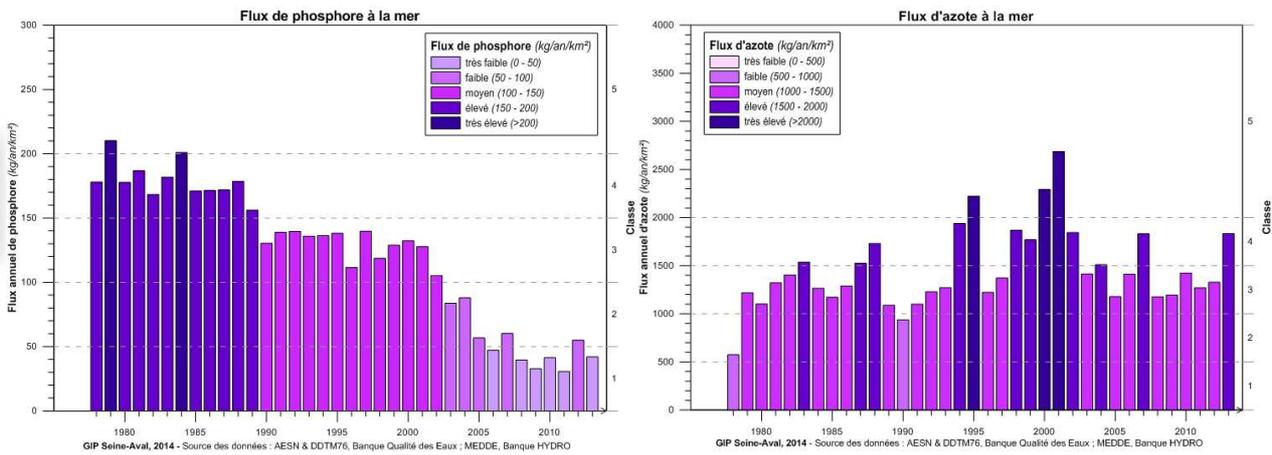


Figure 2 : Flux de phosphore et d'azote de la Seine à la mer entre 1978 et 2013.

La Directive Nitrates a été adoptée par l'Union Européenne en décembre 1991, et impose aux Etats membres de l'intégrer dans leur Droit de l'environnement national, afin de protéger l'environnement et les ressources naturelles (et plus particulièrement la ressource en eau) vis-à-vis des apports et excès en nitrate. Ainsi, tous les composés azotés utilisés en agriculture (engrais chimiques, fertilisants traditionnels, résidus d'élevages piscicoles, certaines boues d'épuration, etc.) sont concernés par cette directive. Elle s'applique dans toutes les zones où une augmentation des teneurs en nitrate a une origine agricole. Ces zones dites « zones vulnérables », doivent être cartographiées (Figure 3), et faire l'objet de programmes d'action encadrés par l'état, les Agences de l'eau, et l'ONEMA pour la France.

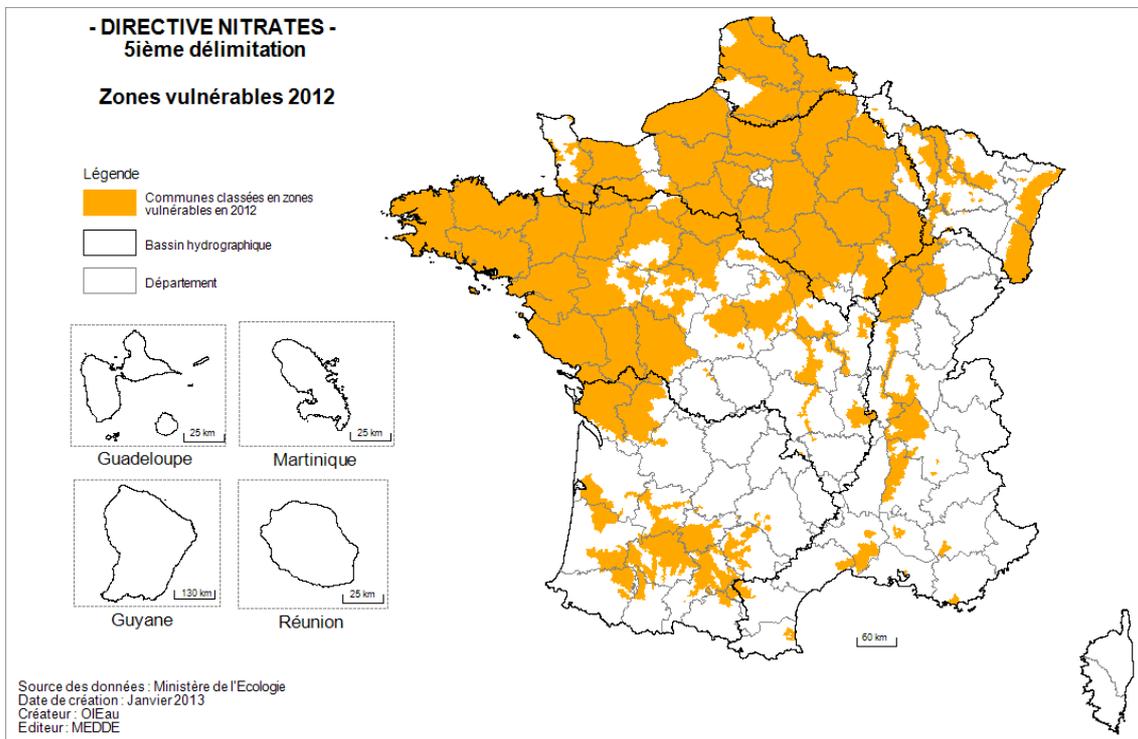


Figure 3 : Zones vulnérables 2012 identifiées dans le cadre de la Directive Nitrates – 5<sup>ème</sup> délimitation.

Les apports en nitrate dans les eaux côtières normandes restent donc problématiques à ce jour. Le besoin d'observer l'évolution des phénomènes associés à l'eutrophisation afin de mieux comprendre les facteurs influençant leur déclenchement est primordial.

## I.2 Historique du réseau

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

- a) suivre la qualité des masses d'eau littorales normandes, évaluer leur niveau trophique et leur degré d'eutrophisation,
- b) définir un réseau de suivi hydrologique cohérent, et permettre le développement des indicateurs réglementaires pour l'élément qualité « phytoplancton » et des paramètres physico-chimiques associés (Directive Cadre sur l'Eau (DCE), 2000/60/CE) ;
- c) améliorer les connaissances sur le fonctionnement des écosystèmes normands, et produire des données de base aux projets scientifiques, dont la modélisation.

La première phase préparatoire entre 2000 et 2007 menée dans le cadre de partenariats entre l'Agence de l'Eau Seine Normandie, la DIREN de Basse-Normandie, la DIREN de Haute Normandie et l'Ifremer, a permis au Laboratoire Environnement Ressources de Normandie (LER/N) de vérifier la faisabilité d'un tel suivi, de valider ses protocoles analytiques et de prélèvement, de positionner au mieux les points de suivi au sein des masses d'eau à étudier, et surtout d'identifier les zones les plus vulnérables ou les plus sensibles vis-à-vis du phénomène d'eutrophisation.

En maintenant plus de 10 ans d'existence, la mise en œuvre de ce réseau a permis de :

- classer les différentes masses d'eau du littoral normand en fonction de leur degré d'eutrophisation et d'en suivre l'évolution. Une étude sur les tendances est en cours pour une publication de rang A ;
- développer l'indice Biomasse basé sur les données de chlorophylle-*a* de l'élément de qualité DCE « Phytoplancton ». La grille de classement ainsi définie à partir des données RHLN a été validée et inter-calibrée au niveau européen.
- tester différentes grilles de classement de l'Indice Biomasse pour les masses d'eau de transition ;
- tester différents mode d'agrégation des données pour l'élément de qualité « Phytoplancton » ;
- valider le modèle MARS-3D en baie de Seine ;
- fournir des données de bases à divers projets scientifiques de l'Ifremer (ex. OGIVE, TAPAS), et universitaires (ex. thèses et divers stages de l'université de Caen).

Ainsi à ce jour, les résultats du RHLN ont été valorisés à travers **16 publications scientifiques** (6 publications de rang A, 6 communications internationales (posters ou présentations), 1 thèse, 2 mémoires de stages universitaires, 1 rapport de projet LITEAU), **18 autres publications** (16 profils de vulnérabilité, 2 articles de presse scientifiques) (Annexe 1). De plus, le RHLN est régulièrement cité comme outil d'observation de la qualité du milieu marin normand dans **différents supports médiatiques** (10 citations). Enfin, ces données ont été utilisées lors de divers projets de recherche dont la valorisation scientifique est en cours.

L'ensemble des connaissances acquises a permis de définir une stratégie optimisée et cohérente pour le RHLN, avec pour objectifs de :

- a) Observer les niveaux d'eutrophisation et les phénomènes associés pour comprendre leur déclenchement et évolution ;
- b) Evaluer la qualité des eaux selon les indicateurs réglementaires (DCE, OSPAR), et expertiser ces évaluations selon les connaissances actuelles du milieu ;
- c) 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 – 2013.

## I.3 Présentation du réseau

### I.3.1 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).

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-*a*, 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).

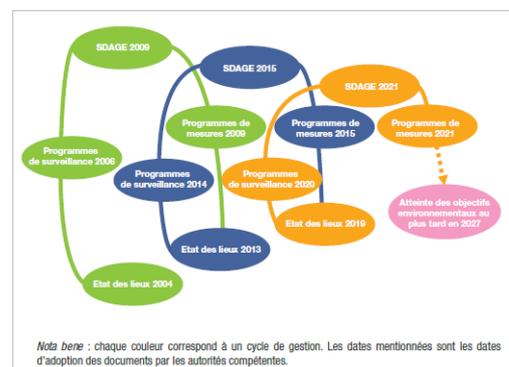
Cette stratégie permet donc de répondre à l'un des objectifs du réseau national REHY, qui est d'observer des espèces phytoplanctoniques des eaux côtières, et de recenser les évènements tels que les eaux colorées, les efflorescences exceptionnelles et les proliférations d'espèces toxiques ou nuisibles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

### I.3.2 Stratégie de surveillance (DCE, OSPAR)

#### I.3.2.1 Directive Cadre sur l'Eau (DCE)<sup>1</sup>

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**.

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



<sup>1</sup> Pour en savoir plus : [http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive\\_cadre\\_sur\\_l\\_eau\\_dce/presentation](http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/presentation)

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 = Elément de Qualité.

Éléments de qualité	Fréquence par cycle de 6 ans	Fréquence par an	Période	ME concernées
<b>PHYTOPLANCTON</b>				
Biomasse	6	8	Mars-Octobre	MEC & MET non turbides
Abondance, composition		12	Janvier-Décembre	
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
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		Début du suivi
		CS	CO	CS	CO	CS	CO	
HC01	Archipel Chausey							2001
HT05	Baie du Mont Saint Michel: fond de baie estuarien			NP				2010
HC02	Baie du Mont Saint Michel: centre baie							2006
HC03	Ouest Cotentin							2001
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague							2007
HC05	Cap de la Hague Nord							
HC60	Rade de Cherbourg							
HC61	Cherbourg : intérieur Grande rade							2005
HC07	Cap Lévy - Gatteville							
HC08	Barfleur							2009
HC09	Anse de Saint-Vaast la Hougue							2003
HC10	Baie des Veys							2001
HT06	Baie des Veys: fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny et de Carentan							2002
HC11	Côte du Bessin							2009
HC12	Côte de Nacre Ouest							2004
HC13	Côte de Nacre Est							2004
HC14	Baie de Caen							2001
HT04	Estuaire de l'Orne							2007
HC15	Côte fleurie							2001
HT01	Estuaire de Seine Amont (dulçaquicole): Poses			NP		NP		
HT02	Estuaire de Seine Moyen (dulçaquicole)			NP		NP		
HT03	Estuaire de Seine Aval			NP				2008
HT07	Risle maritime			NP		NP		
HC16	Le Havre - Antifer							2001
HC17	Pays de Caux Sud							2006
HC18	Pays de Caux Nord							2008

CS Contrôle de surveillance

CO Contrôle opérationnel

NP Non pertinent

### 1.3.2.2 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 4).

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



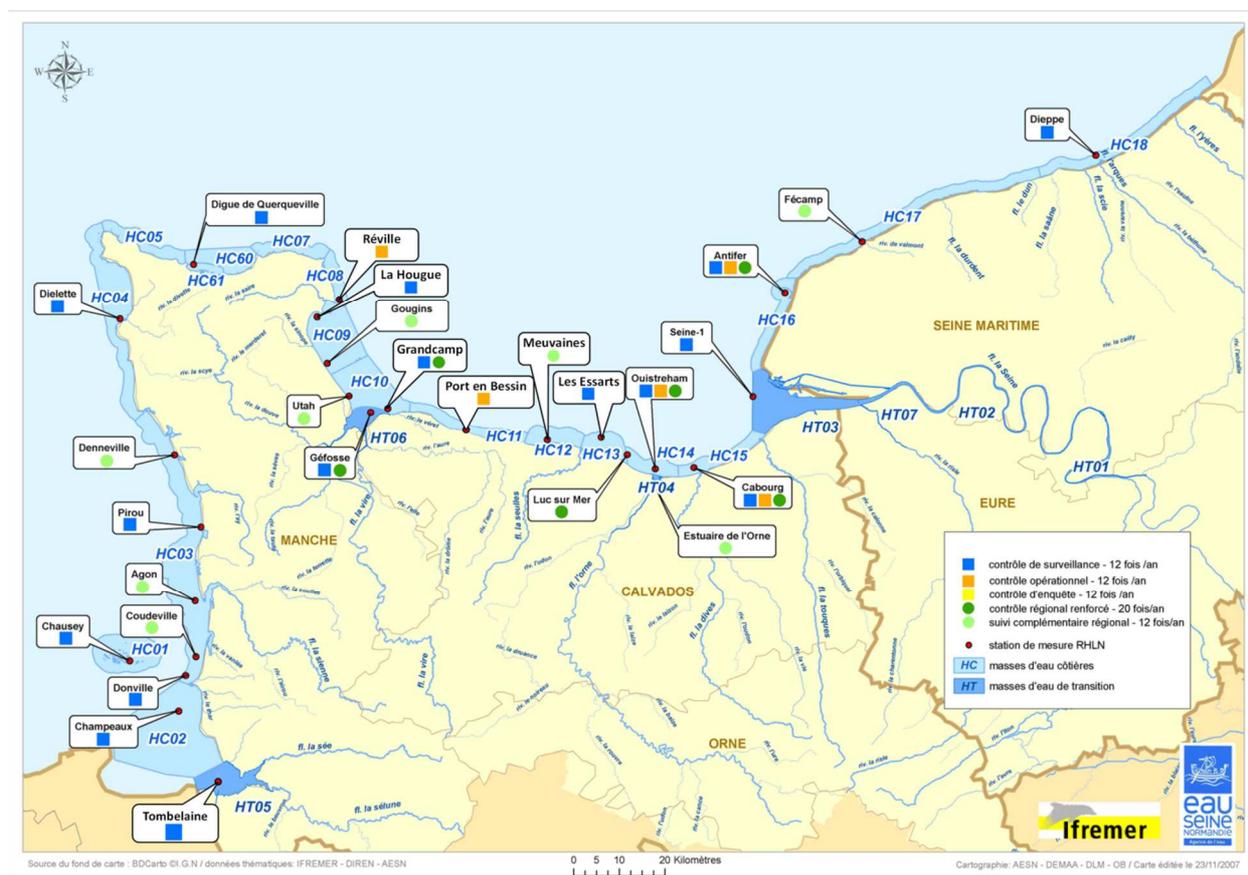
Figure 4 : Carte des masses d'eau OSPAR normandes, et stratégie OSPAR pour évaluer l'eutrophisation.

### 1.3.3 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 SDDE<sup>2</sup> 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 5**).



**Figure 5 :** Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2013 selon la stratégie DCE.

Le RHLN 2012 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.

<sup>2</sup> SDDE = Schéma Directeur des Données sur l'Eau

### 1.3.4 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**). Des prélèvements non réalisés en 2013, 25 étaient dus aux conditions météorologiques défavorables, et 1 à un problème organisationnel (Seine-1).

**Tableau 2 : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2013.**

MASSE D'EAU	NOM DE LA MASSE D'EAU	STATIONS DE PRELEVEMENT	Stratégie			Nb de prélèvements prévus	Prélèvements et mesures <i>in situ</i>	Analyses nutriments / chlorophylle	Comptage phytoplancton	Nb de prélèvements RHLN réalisés			
			CS	CO	REG								
HT05	Baie du Mont Saint Michel: fond de baie estuarien	Tombelaine				12	SPEL50	LER/N	LER/N	10			
HC01	Archipel Chausey	Chausey				12				11			
HC02	Baie du Mont Saint Michel: centre baie	Champeaux				12	LER/N & SYMEL	LER/N	LER/N	12			
HC03	Ouest Cotentin	Donville				12				12			
		Coudeville 1 mille				12				12			
		Pointe Agon Sud				12				12			
		Pirou Bergerie Sud				12	12						
		Denneville				12	SMEL	SMEL	LER/N	12			
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	Diélette				12	LER/N	LER/N	LER/N	10			
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	12			
HC07	Cap Lévy - Gatteville												
HC08	Barfleur	Réville 1 mille				12	LER/N	LER/N	LER/N	11			
HC09	Anse de Saint-Vaast la Hougue	La Hougue				12				11			
		Gougins				12				11			
		Utah				12				11			
HC10	Baie des Veys	Roches de Grandcamp				20				18			
HT06	Baie des Veys: fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny et de Carentan	Géfosse				20				18			
HC11	Côte du Bessin	Port-en-Bessin 1 mille				12	LER/N	LER/N	LER/N	11			
HC12	Côte de Nacre Ouest	Asnelles-Meuvinaines				12				12			
HC13	Côte de Nacre Est	St Aubin les Essarts				12				12			
HC14	Baie de Caen	Luc 1 mille				20				17			
		Quistreham 1 mille				20				17			
HT04	Estuaire de l'Orne	Estuaire de l'Orne				12							12
HC15	Côte fleurie	Cabourg				20							17
HT01	Estuaire de Seine Amont (dulçaquicole): Poses												
HT02	Estuaire de Seine Moyen (dulçaquicole)												
HT03	Estuaire de Seine Aval	Seine-1				12	SPEL76	LER/N	LER/N	11			
HT07	Risle maritime												
HC16	Le Havre - Antifer	Antifer ponton pétrolier				20	LER/N	LER/N	LER/N	18			
HC17	Pays de Caux Sud	Fécamp 1 mille				12	LER/N	LER/N	LER/N	12			
HC18	Pays de Caux Nord	Dieppe 1 mille				12	SPEL76	LER/N	LER/N	12			
						Fréquence renforcée ★	372			346			

### 1.3.5 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 Syndical 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 le Service Police des Eaux Littorales de Seine-Maritime (SPEL 76) de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer de Seine-Maritime.

### 1.3.6 Financement du réseau

Pour un total de 370 101 euros HT en 2013, le réseau RHLN a été financé d'une part par la participation « sans frais » de ses partenaires préleveurs de l'Etat (SPEL 50 et 76), du Conseil Général de la Manche (SMEL et SYMEL) et des analyses du SMEL (montant estimé à 63 799 euros HT, soit 17 %), et d'autre part, par les financements de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie à hauteur de 170 369 euros HT (46 %) et du Conseil Régional de Basse Normandie à hauteur de 45 826 euros HT (12 %), l'Ifremer complétant ce financement (90 107 euros HT, 24 %).

## 1.4 Objectifs du rapport RHLN 2013

Le présent rapport propose une synthèse des données obtenues en 2013.

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 2013, 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 2013 avec les cycles précédemment observés (2000/2001 à 2011), et d'évaluer les niveaux trophiques des masses d'eau normandes à partir des indicateurs de qualité retenus par la DCE et OSPAR.

## II. Matériel et méthodes

Comme les années précédentes, les paramètres suivis du RHLN en 2013 ont été les suivants :

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

### II.1 Moyens de mise en œuvre

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

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

Les analyses hydrologiques ont été effectuées par l'Unité technique Hydrologie du LER/N (hormis pour les points « Pirou Bergerie Sud », « 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.

### 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 EMT<sup>3</sup>) 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.

<sup>3</sup> EMT = Ecart Maximaux Tolérés

### II.2.1.3 Chlorophylle-a

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

### II.2.1.4 Nutriments

Les échantillons sont pré-filtrés sur une membrane de 100 µm lors du prélèvement, et depuis 2008, celui pour le dosage du silicate est filtré sur une membrane de 25 µm (Aminot A. et Kérouel R., 2004). Les échantillons pour le dosage de l'ammonium, nitrate+nitrite, phosphate et silicate inorganiques peuvent être conservés au congélateur 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](http://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 3** pour l'année 2013.

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

\* Voir tableau page suivante pour l'effet de sel à appliquer

\*\* Incertitudes pour le nitrate + nitrite

### II.2.1.5 Flores phytoplanctoniques

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

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

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

### II.2.1.6 Qualification des données

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

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

Dans le cas où un doute existerait sur la validité d'une donnée, elle est soit exclue de l'interprétation, ou sera présentée entre parenthèses. Le résultat de cette qualification est présenté en Annexe 3.

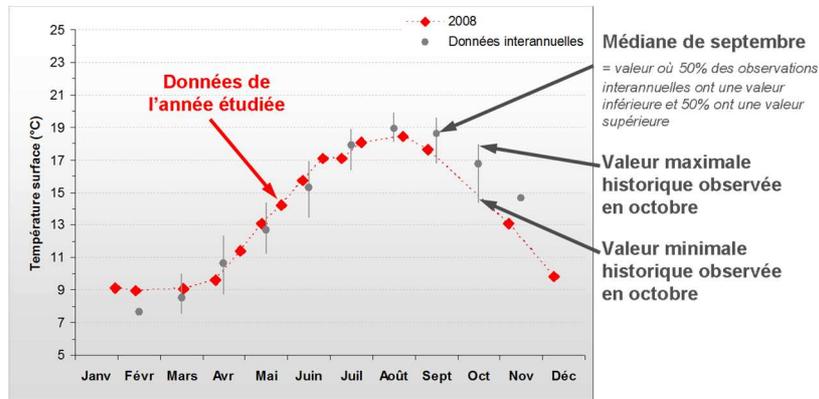
## II.3 Méthode d'interprétation des résultats

Les résultats du réseau RHLN 2013 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 6**). 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 6** : 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/PID<sup>4</sup> 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 7** : Interprétation des rapports de nutriments dans l'eau de mer.

De façon à pouvoir aborder la problématique de carence / excès de nutriments dans les eaux de surface, les *rapports de Redfield* dans le phytoplancton sont couramment extrapolés dans l'eau de mer, ce qui permettrait alors une croissance « optimale » du phytoplancton. Aussi, une différence significative entre le rapport entre ces nutriments dans l'eau de mer et les valeurs théoriques de Redfield *et al.* (1963), pourrait indiquer un excès ou une carence potentielle d'un des nutriments en présence (voir explications **Figure 7**).

<sup>4</sup> L'azote N est représenté par le sigle NID pour Azote (N) Inorganique Dissous et le phosphore P par PID pour Phosphore Inorganique Dissous.

Cette approche n'exclut cependant pas que d'autres facteurs (par exemple le broutage (grazing), les virus, la *mixotrophie*\*<sup>5</sup> ...) 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 4** 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) en 2013 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 4** : Abréviations des taxons les plus souvent rencontrés le long du littoral normand.

<b>ASTEGLA</b>	<i>Asterionellopsis glacialis</i>	<b>PLAG</b>	<i>Plagiogramma spp.</i>
<b>CERAPEL</b>	<i>Cerataulina pelagica</i>	<b>PSNZ</b>	<i>Pseudo-Nitzschia</i>
<b>CHAE</b>	<i>Chaetoceros spp.</i>	<b>RHIZDEL</b>	<i>Guinardia delicatula</i>
<b>CHAESOC</b>	<i>Chaetoceros socialis</i>	<b>RHIZFRA</b>	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>
<b>FMNITZ</b>	Famille Nitzschiaceae	<b>RHIZIMB</b>	<i>Rhizosolenia imbricata</i>
<b>GYMN</b>	<i>Gymnodinium spp.</i>	<b>RHIZSTO</b>	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>
<b>LEPT</b>	<i>Leptocylindrus spp.</i>	<b>SKELCOS</b>	<i>Skeletonema spp.</i>
<b>ODONAU</b>	<i>Odontella aurita</i>	<b>THAL</b>	<i>Thalassiosira spp.</i>
<b>PHAE</b>	<i>Phaeocystis globosa</i>	<b>THALROT</b>	<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 d'observer rapidement les différences entre le suivi réalisé pendant le premier plan de gestion du RHLN (2001-2006), les années 2007-2012, et l'année 2013 où *n* représente le nombre total de données (**Figure 8**).

<sup>5</sup> \* voir Glossaire en Annexe.

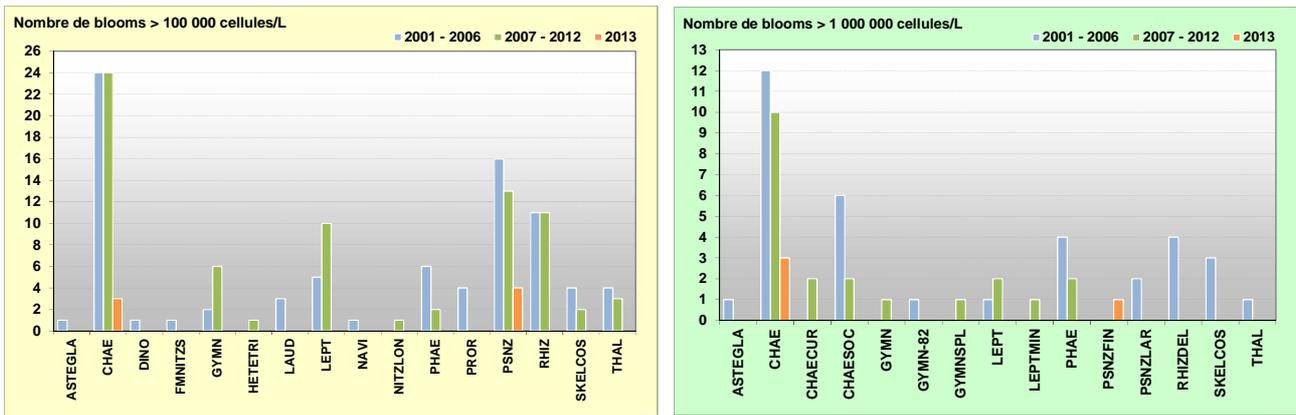


Figure 8 : Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Oustreham 1 mille » depuis 2001.

Pour les points « Donville », « Jobourg », « Barneville », « Géfosse », « Cabourg » et « Antifer ponton pétrolier », des **flores totales** ont été réalisées dans le cadre du RHLN et du programme 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.

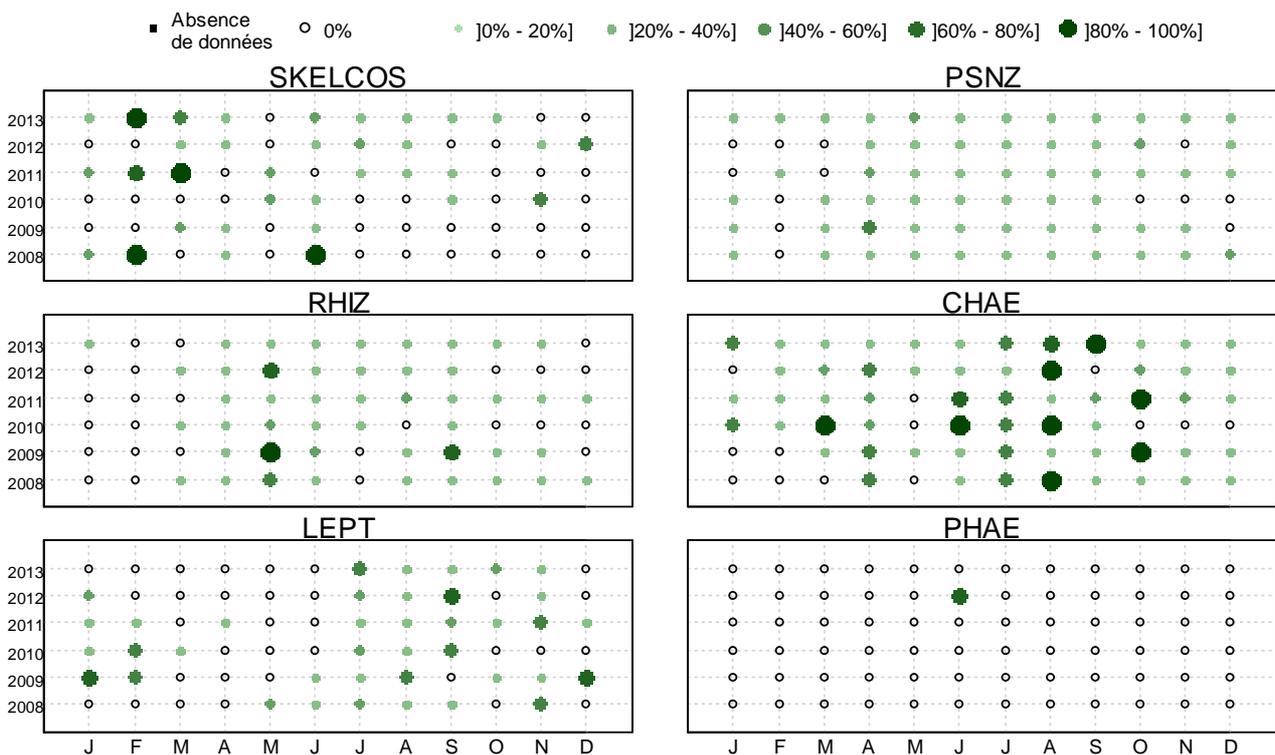


Figure 9 : Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) des taxons les plus emblématiques à Antifer ponton pétrolier.

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 9**, avec en abscisse les mois de l'année (de 1 à 12) et en ordonnée les années (de 2008 à 2013).



### III. Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

#### III.1 Paramètres climatologiques

La période des normales utilisées correspond à celle de Météo-France, soit : 1981 - 2010. Dorénavant, l'étude de la climatologie sera faite sur la chronologie d'Englesqueville-la-Percée, plutôt qu'à Dieppe, car, bien que la série soit un peu moins longue (1971-2013 vs. 1960-2013 pour Dieppe), sa climatologie paraît plus représentative du littoral normand en moyenne.

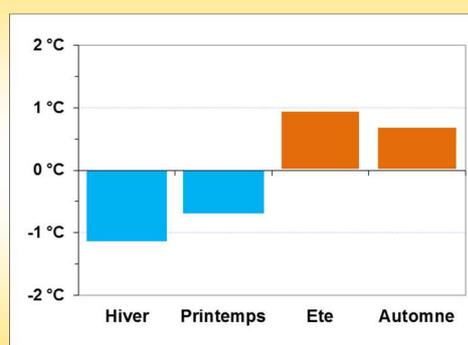


##### III.1.1 Température

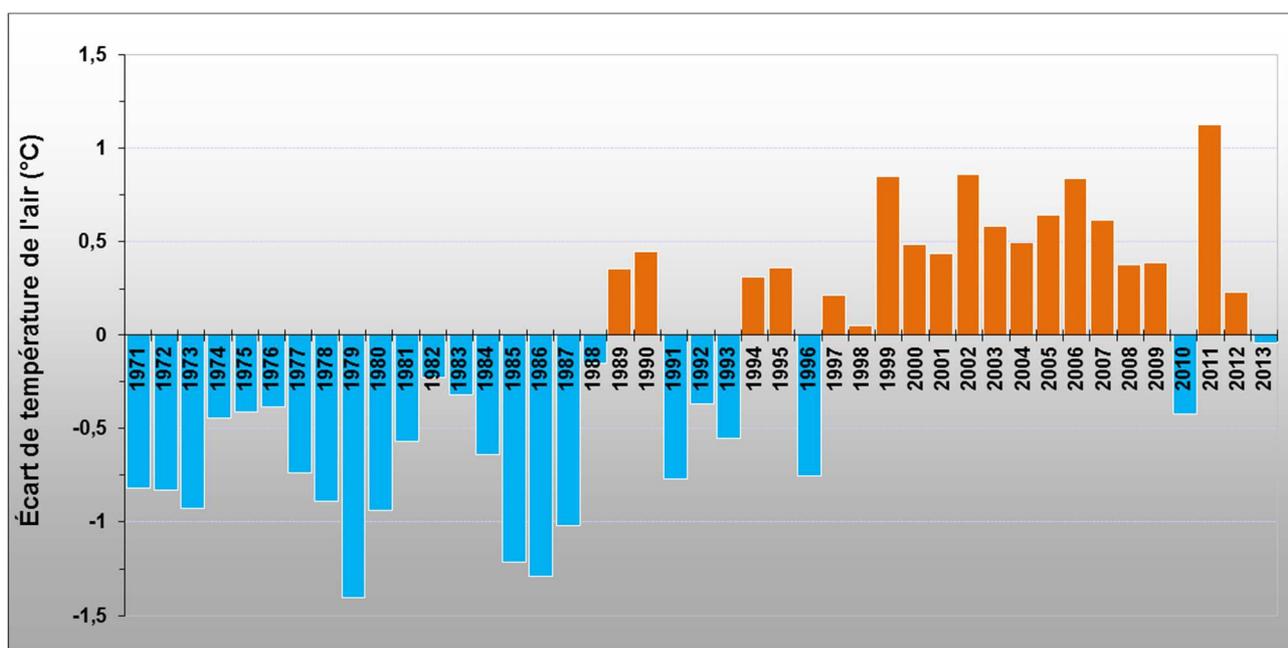
#### SYNTHESE TEMPERATURE :

En 2013, les températures mesurées en baie des Veys montrent un premier semestre plutôt froid (surtout février, mars et mai), et un deuxième semestre plus doux (particulièrement juillet, octobre et décembre).

Globalement, la moyenne annuelle proche de la normale (-0,04°C), mais plaçant l'année 2013 comme la deuxième année la plus froide depuis 15 ans.

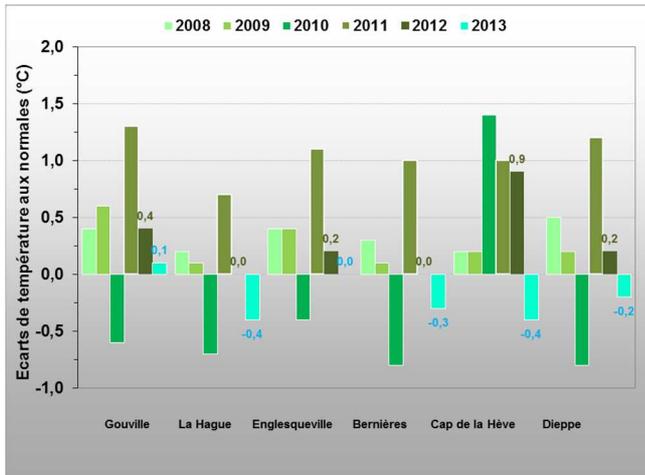


L'étude des écarts à la normale des **températures de l'air** enregistrées à Englesqueville montre que **la température en 2013 reste très proche de la normale** avec un écart négatif de -0,04°C. L'année 2013 est donc la deuxième année la plus froide depuis 15 ans. Depuis 1990, 18 années se caractérisent par des écarts positifs de températures par rapport à la normale, et 6 années par des écarts négatifs (**Figure 10**).



**Figure 10 :** 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.

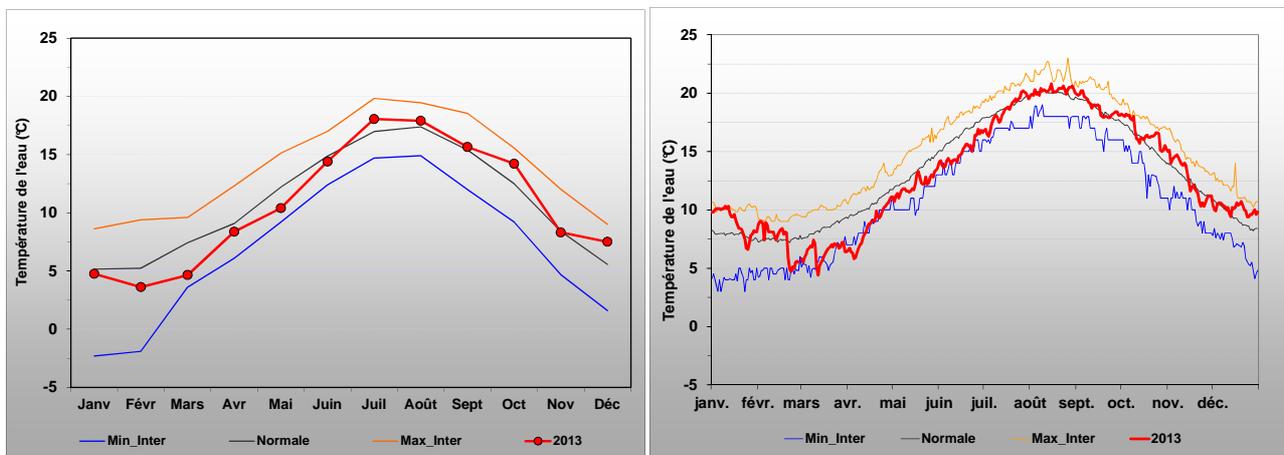
Sur les côtes Normandes, les écarts de température moyenne annuelle en 2013 sont négatifs ou nuls du Nord Cotentin à Dieppe (moyenne : - 0,3°C), à part sur la Côte Ouest (+ 0,1°C) (**Figure 11**). Au Cap de la Hève, l'année 2013 est la première année « froide » depuis 2008.



**Figure 11** : Evolution des écarts de température annuels entre 2008 et 2013 sur différents sites le long du littoral normand par rapport à leur normale (1981-2010) (Données Météo-France).



L'étude des moyennes mensuelles de la température de l'air enregistrée à Dieppe en 2013 (**Figure 12**), met en évidence un premier semestre plus froid que la normale, particulièrement en février (- 1,6°C), mars (- 2,8°C), et en mai (- 1,8°C), et un deuxième semestre légèrement plus doux, particulièrement en juillet (+ 1,1°C), octobre (+ 1,7°C), et en décembre (+ 2,0°C). Le mois de mars a été particulièrement froid en Normandie, avec un dépassement du minimum interannuel à Bernières (- 2,8°C), sur la côte du Calvados.



**Figure 12** : Moyennes mensuelles des températures de l'air à Dieppe (données Météo-France), et évolution de la température journalière de l'eau de mer enregistrée au canal d'amenée de la centrale EDF de Paluel (Seine Maritime) depuis 1991 (données EDF). Comparaison des données 2013 (en rouge) avec la normale 1981-2010 (en noir) pour Dieppe, et 1991-2010 pour Paluel. Courbes bleue et orange = valeurs extrêmes mensuelles minimum et maximum respectivement entre 1960 et 2012 à Dieppe, et 1991 et 2012 à Paluel.

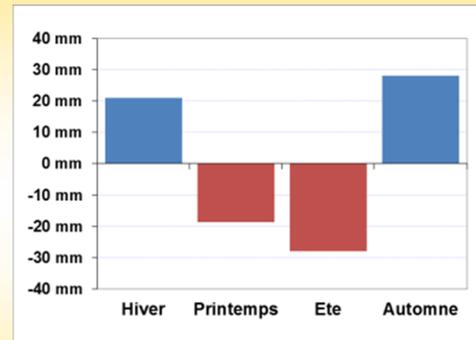
En ce qui concerne la **température de l'eau de mer** à Paluel (**Figure 12**), elle suit de façon logique les tendances observées avec les températures de l'air, à part en janvier - février. En effet, les températures de l'eau étaient beaucoup plus douces en hiver 2013, vraisemblablement par effet d'inertie, le mois de décembre 2012 ayant été doux (+ 1,6°C dans l'air) (Baehr *et al.*, 2014). En outre, les températures ont été particulièrement froides dans l'eau en mars - avril, avec des dépassements des minima interannuels. La tendance de température dans l'air est ensuite relativement bien retrouvée avec une eau plutôt fraîche au printemps et été, et plus chaudes que la normale le reste de l'année.

### III.1.2 Précipitations

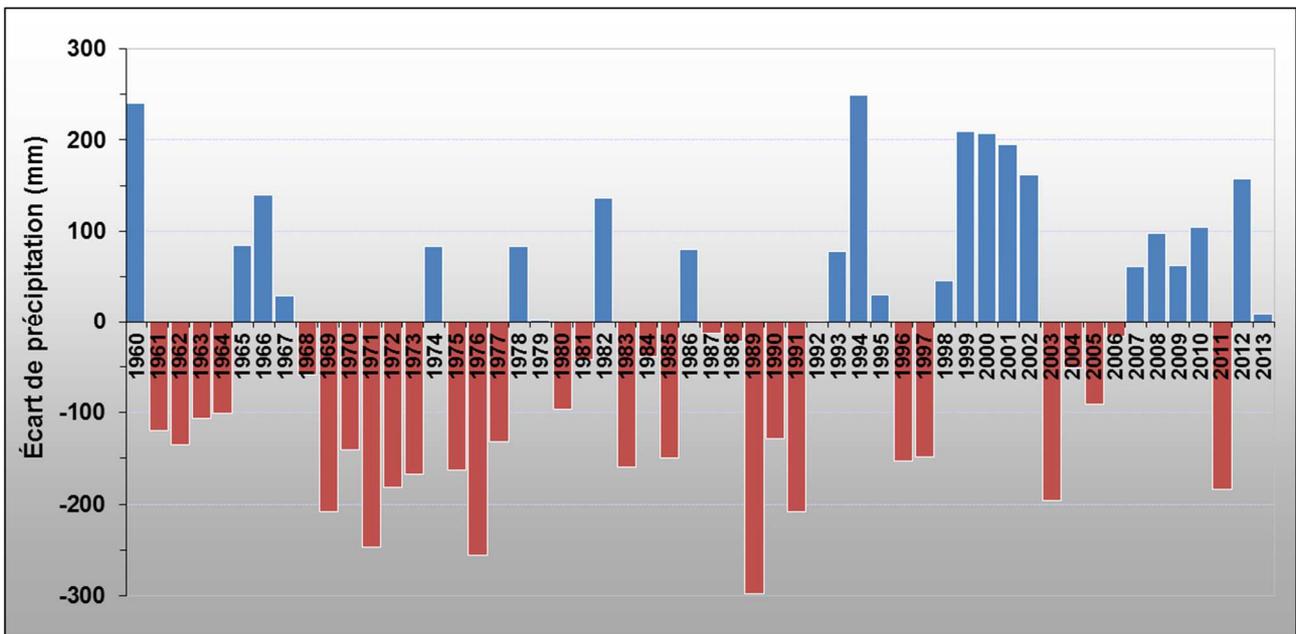
#### **SYNTHESE PRECIPITATIONS :**

L'année 2013 a été une année relativement « classique » du point de vue pluviométrique, avec une moyenne proche de la normale en baie de Veys et au Nord Cotentin. Les écarts saisonniers ont été de respectivement +21 et +28 mm en hiver et automne, et -19 et -28 mm au printemps et en été par rapport à la normale.

Le bilan normand de l'année 2013 fait apparaître une disparité, avec un excédent annuel sur la côte Ouest et au nord de la Seine-Maritime, et un déficit sur la côte de Nacre et au sud de la Seine-Maritime.



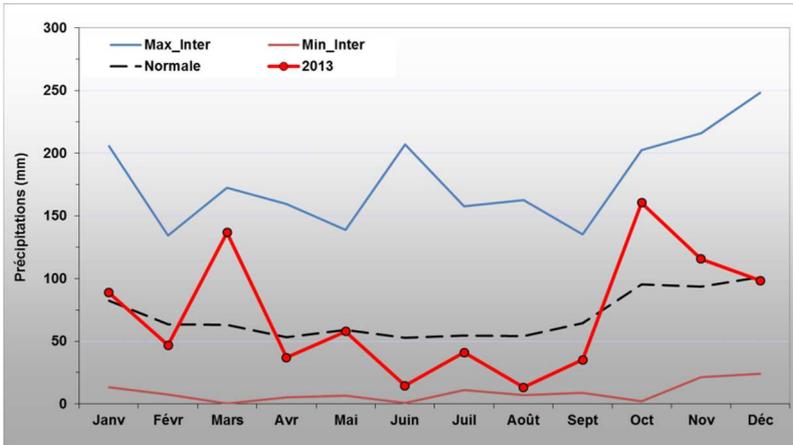
Par rapport à la normale interannuelle, l'année 2013 apparaît donc humide avec un **écart pluviométrique très proche de la normale de + 8 mm à Englesqueville (Figure 13)**. Ce bilan est cependant contrasté géographiquement (voir ci-dessous).



**Figure 13 :** 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.

CLIM

L'examen des **données mensuelles** de la station météorologique d'Englesqueville met en évidence un excès pluviométrique en hiver, particulièrement en mars (+ 74 mm), puis un déficit au printemps et été (minimum en août de - 41 mm), puis de nouveau un excès à l'automne (+ 65 mm en octobre) (**Figure 14**).

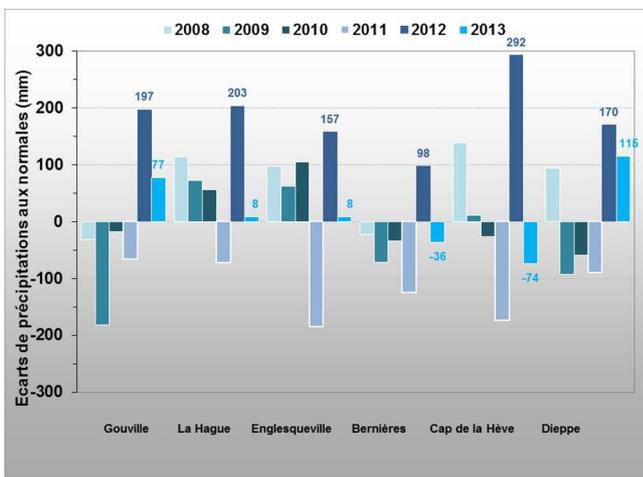


**Figure 14** : Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Englesqueville-la-Percée en 2013 avec la normale (1981-2010) et les extrêmes sur 1960-2012 (Données Météo-France). Minima en orange, maxima en bleu.



La Figure 15 met en évidence un **bilan géographique des précipitations en 2013 contrasté** par rapport aux normales. Sur l'ensemble du littoral Normand, il a plu en moyenne 838 mm, soit un très léger excédent annuel de + 16 mm par rapport à la moyenne des normales des stations.

Une hétérogénéité géographique des résultats apparaît, avec un excédent pluviométrique à Dieppe (+ 115 mm) et Gouville (+ 77 mm), un bilan presque normal à La Hague et Englesqueville (+ 8 mm), et un déficit pluviométrique à Bernières (-36 mm) et surtout au Cap de la Hève (- 74 mm) (**Figure 15**).



**Figure 15** : Ecarts des précipitations annuelles enregistrées entre 2008 et 2013 aux normales (1981 – 2010) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo-France).



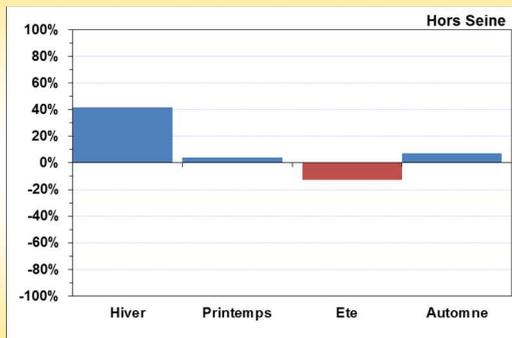
Ces résultats peuvent alors être mis en relation avec l'évolution des débits des cours d'eau normands au cours de l'année 2013.

### III.1.3 Débits des cours d'eau

#### SYNTHESE DEBITS :

En 2013, les débits étaient forts en hiver (+ 40 % par rapport à la normale) et en moyenne proches de la normale le reste de l'année avec toutefois des disparités régionales.

Notamment, les débits sont restés positifs ou très proches de la normale toute l'année en Haute-Normandie, avec des moyennes importantes (dans l'ordre décroissant) en mai, juin, novembre, février et octobre pour la *Seine*.

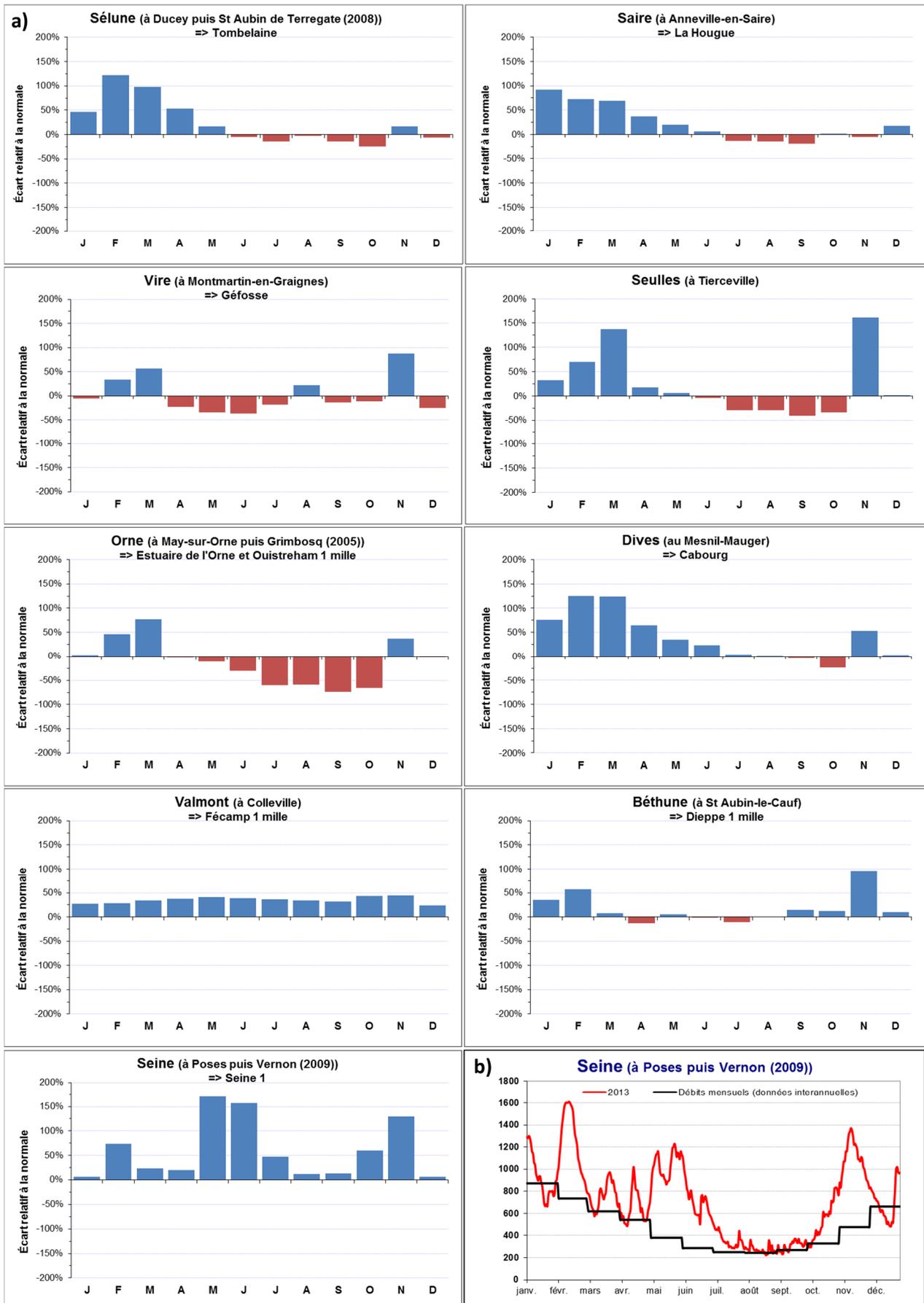


CLIM

La Figure 16 montre les écarts relatifs des débits moyens mensuels de 2013 aux normales (1981-2010) des principaux cours d'eau normands. De façon générale, le bilan annuel pour la plupart des cours d'eau est positif (environ + 40 % en moyenne), avec deux schémas différents pour la Basse-Normandie et la Haute-Normandie.

En Basse-Normandie, le schéma typique des cours d'eau montre des débits plus forts pendant l'hiver en début d'année 2013, des débits proches de la normale au printemps, un déficit en été et jusqu'à octobre (le plus marqué sur l'*Orne* avec en moyenne - 64 %), puis des débits légèrement plus importants que la normale à la fin de l'automne, avec un fort débit moyen en novembre pour la *Vire* (+ 88 %) et la *Seulles* (+ 161 %) (**Figure 16**).

En Haute-Normandie (*Seine*, *Valmont*, *Béthune*), les débits sont restés positifs (presque pour la *Béthune*) toute l'année avec des moyennes plus fortes pour la *Seine* en février (+ 74 %), mai (+ 170 %), juin (+ 157 %), octobre (+ 60 %), et novembre (+ 129 %) (**Figure 16**).



**Figure 16 : a)** Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2013 par rapport à la normale (1981-2010) (Données collectées par les DREAL Basse-Normandie et Haute-Normandie, 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 2013 (en rouge) et normale mensuelle (1981 – 2010) (en noir) (données GIP Seine-Aval).



---

## III.2 Résultats des masses d'eau suivies

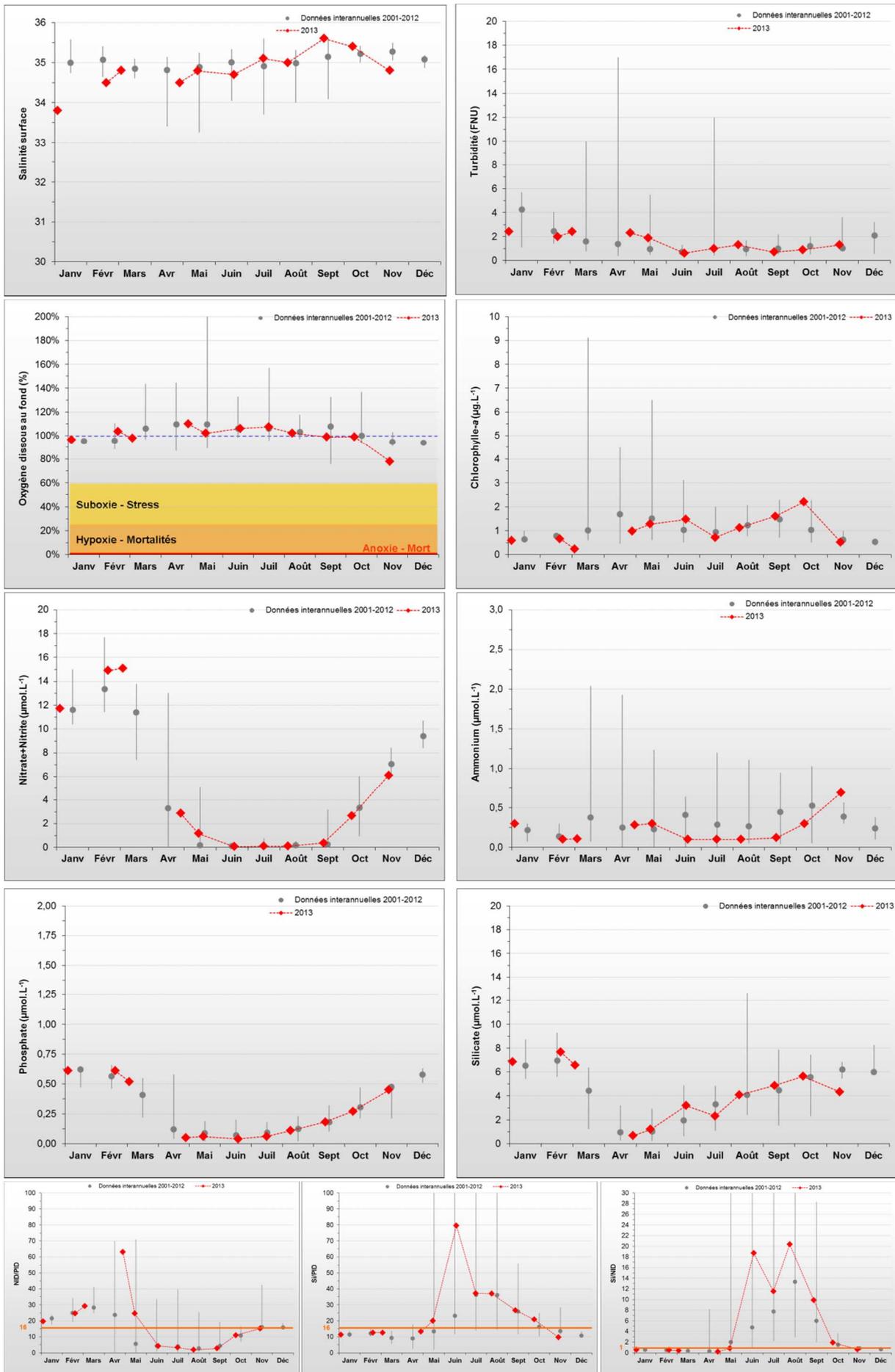


Figure 17 : Évolution des paramètres à Chausey entre 2001 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.1 Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2013)

**SYNTHESE HCO1 :** 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 à 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 juin à septembre, a pu entraîner une limitation du développement phytoplanctonique en 2013. En effet, la biomasse observée est restée très faible, excepté un léger pic en chlorophylle-*a* (2,2 µg/L) en octobre. Aucune espèce phytoplanctonique n'était en état de bloom dans les observations 2013.

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

HC01

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	0,9 (04/01)	34,7	34,9
Turbidité	Pics > 5 FNU :	Pas de pic	1,5 FNU	1,6 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	78,1 % (13/11)	100,1 %	108,9 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv. - fév.) :	13,3 µM	5,0 µM	3,3 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv. - fév.) :	0,2 µM	0,2 µM	0,4 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv. - fév.) :	0,6 µM	0,3 µM	0,2 µM
Silicate	Stock hivernal (janv. - fév.) :	7,3 µM	4,3 µM	3,7 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Léger excès N (avril) et Si (juin) Carence N (juin-sept.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle- <i>a</i>	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mars-avril Manqué ? 2,2 µg/L (09/10) Biomasse très faible	1,0 µg/L	1,4 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	Aucun bloom		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Très faible</b>		

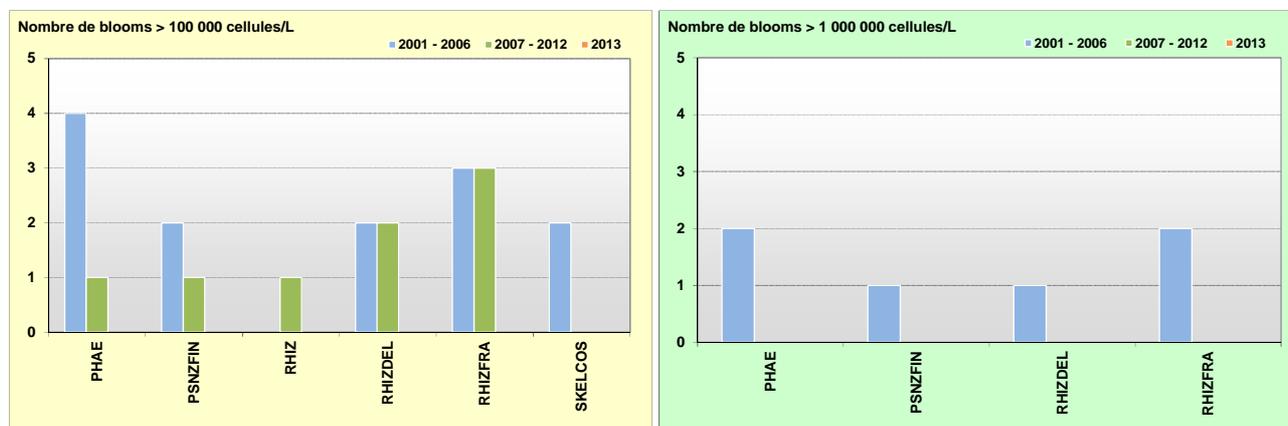


Figure 18 : Nombre de blooms dépassant les seuils DCE sur Chausey entre 2001-2006 (n=81), 2007-2012 (n=88) et 2013 (n=11).

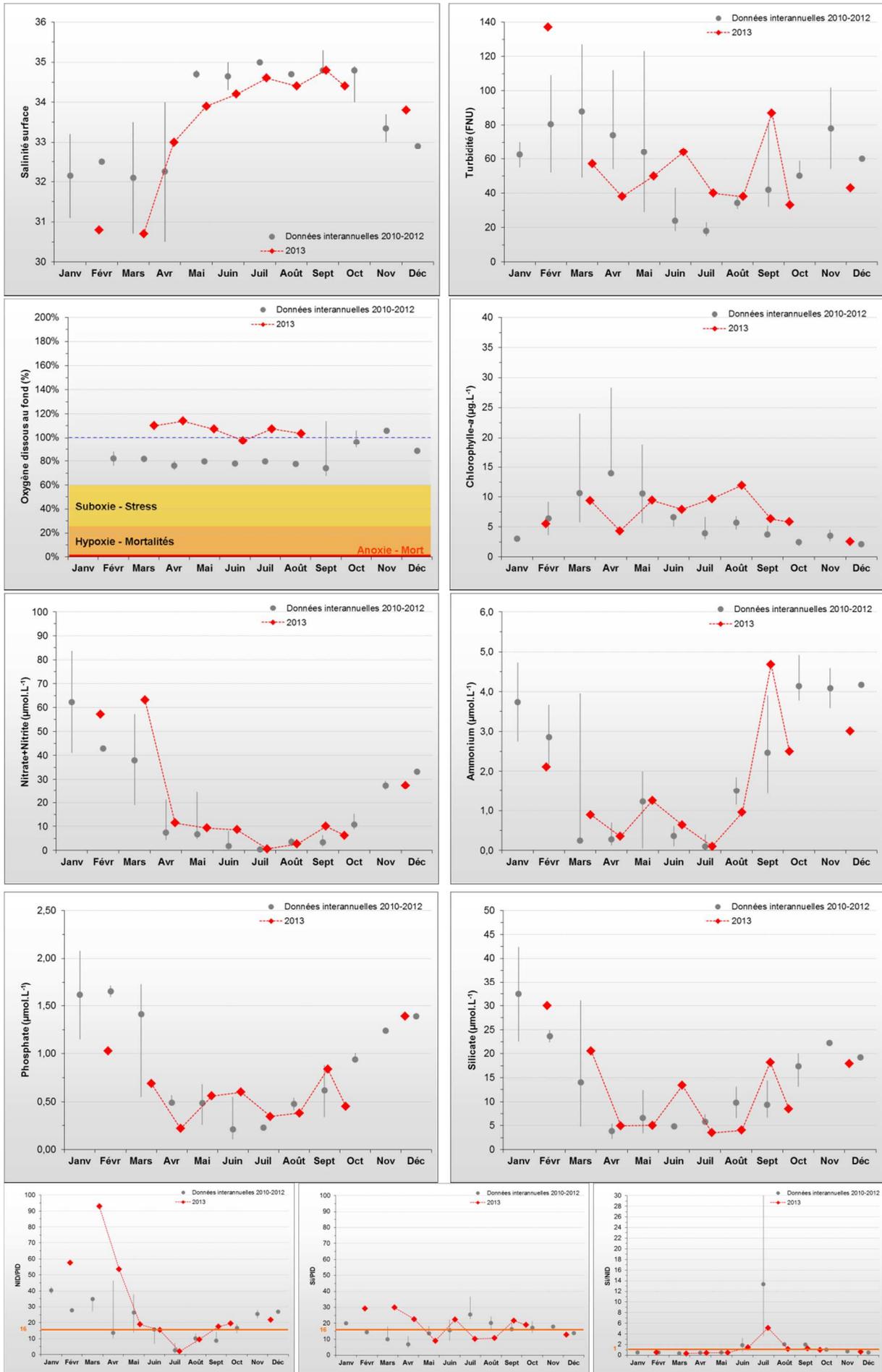


Figure 19 : Évolution des paramètres à Tombelaine entre 2010 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2010-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.2 Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010-2013)

**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 semble touchée par des dessalures modérées et présente une turbidité moyenne avec ponctuellement des pics à plus de 100 FNU, comme en février 2013.

Le **cycle des nutriments observé paraît perturbé** avec un stock hivernal modéré en excès d'azote. Cela permet de soutenir une biomasse annuelle modérée avec des pics pouvant dépasser 10 µg/L. Il apparaît cependant un épuisement de l'azote typiquement en juillet comme en 2013.

Le peu de mesures oxygène dissous au fond ne permettent pas d'évaluer un effet de l'eutrophisation sur ce paramètre en 2013. En outre aucune espèce phytoplanctonique n'était en état de bloom dans les observations 2013.

**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	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	3 (13/02)	33,5	33,7
Turbidité	Pics > 60 FNU :	137 (13/02), 64 (25/06), 87 (19/09)	58,7 FNU	57,1 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	97,6 % (25/06)	106,6 %	91,3 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (fév.) :	57,2 µM	19,7 µM	18,0 µM
Ammonium	Stock hivernal (fév.) :	2,1 µM	1,7 µM	2,0 µM
Phosphate	Stock hivernal (fév.) :	1,0 µM	0,7 µM	0,8 µM
Silicate	Stock hivernal (fév.) :	30,0 µM	12,6 µM	13,3 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (fév.-avril) Carence N (juillet)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle- <i>a</i>	Début période productive :	Mars	7,3 µg/L	7,5 µg/L
	Pic printanier :	9,4 µg/L (28/03)		
	Pic fin d'été :	12,0 µg/L (22/08)		
	Autres commentaires :	Biomasse élevée		
Phytoplancton	Blooms observés :	Aucun bloom		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

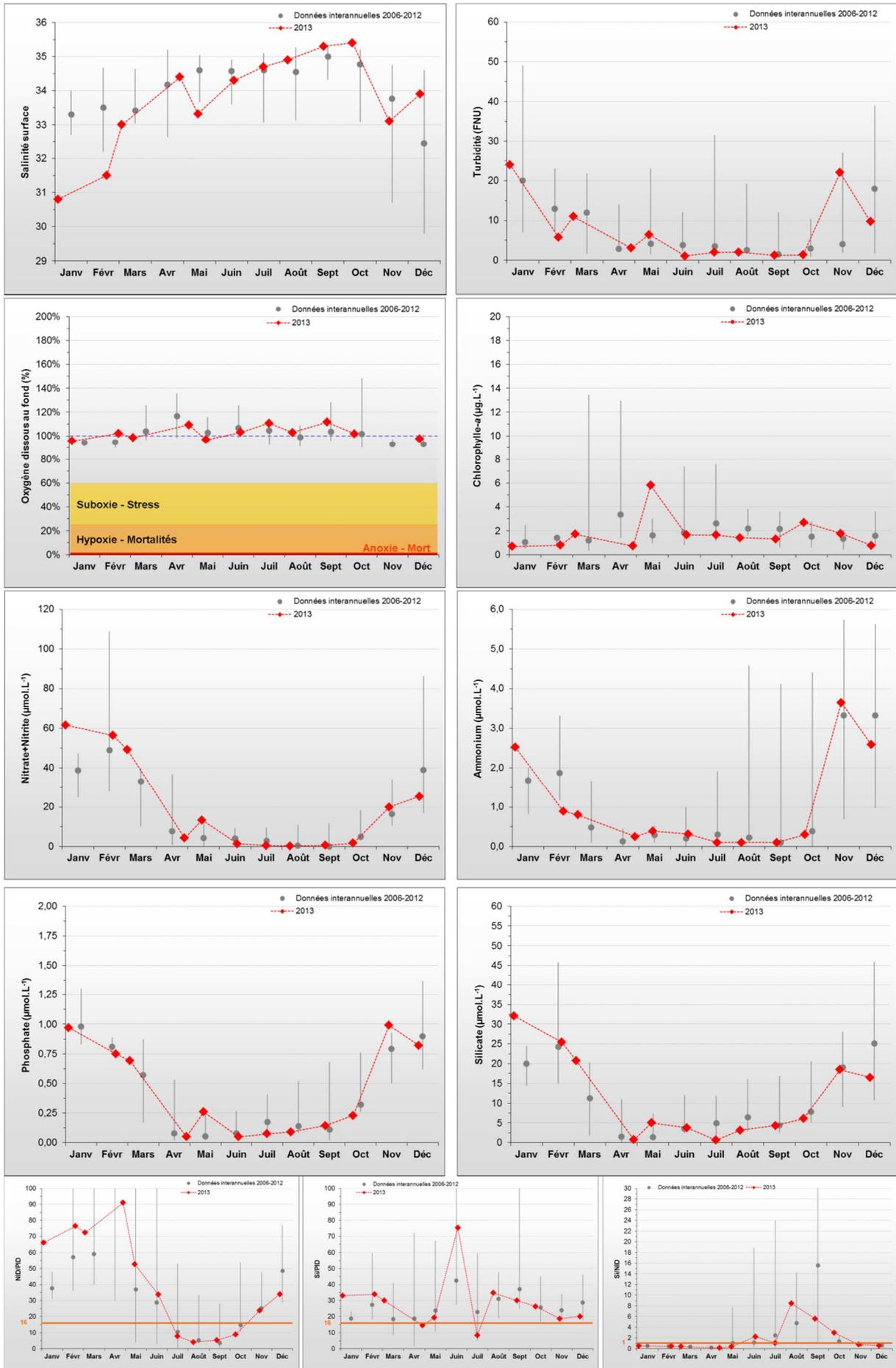


Figure 20 : Évolution des paramètres à Champeaux entre 2006 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.3 Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2013)

**SYNTHESE HC02 :** 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*).

Malgré des stocks hivernaux modérés (similaires à ceux de Tombelaine (HT05)) vraisemblablement alimentés par les dessalures de janvier et février, le **cycle des nutriments paraît globalement classique**. Aucun échantillonnage n'ayant eu lieu entre mi-mars et fin-avril, il est possible que le pic printanier de biomasse n'ait pas pu être observé, mais serait vraisemblablement responsable de la diminution nette des concentrations en nutriments à cette période comme chaque année. Les seuls pics relevés ont eu lieu mi-mai et tardivement début octobre. En outre, il est possible que la production primaire ait été limitée par l'azote de la mi-juillet à mi-septembre. Ainsi la biomasse observée a été globalement très faible, et aucune espèce phytoplanctonique n'a été en état de bloom dans les observations 2013. 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 2013 aucun des effets n'ait pu être observé, des espèces ont bien été en état de bloom les années précédentes.

HC02

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	3,3 (04/01)	33,7	34,1
Turbidité	Pics > 10 FNU :	24 (04/01), 11 (05/03), 22 (13/11)	7,5 FNU	8,6 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	95,4 % (04/01)	102,6 %	104,5 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	59,0 µM	19,5 µM	14,9 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,7 µM	1,0 µM	1,0 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,9 µM	0,4 µM	0,4 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	28,8 µM	11,4 µM	9,8 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (janv.-mai) Carence N (août-sept.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mars-Avril ? 5,8 µg/L (16/05) 2,7 µg/L (09/10) Biomasse très faible	1,8 µg/L	2,5 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	Aucun bloom		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Faible</b>		

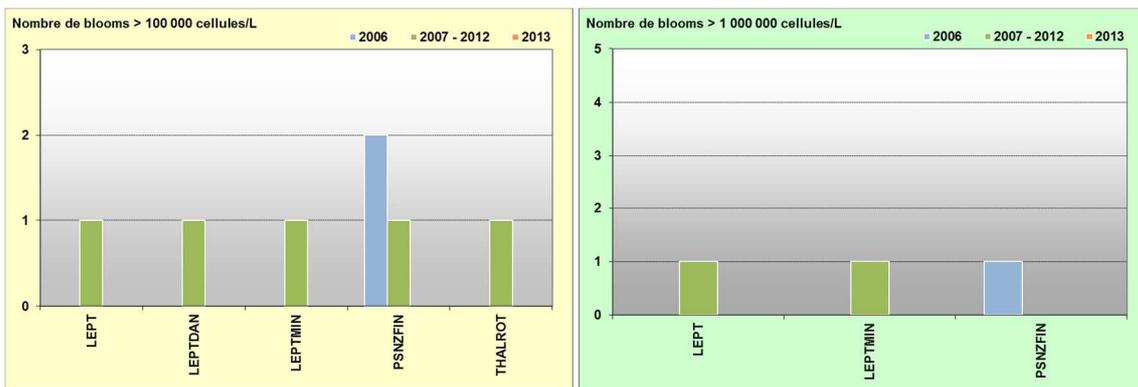


Figure 21 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Champeaux entre 2006 (n=4), 2007-2012 (n=80), et 2013 (n=12).

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

**SYNTHESE HCO3 :** 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 de son réseau HYDRONOR.

Les données 2013 montrent que la masse d'eau HC03 a été globalement peu exposée à des dessalures (max. 2,3) malgré les fortes pluies des mois d'octobre et de novembre. La turbidité est restée en général modérée ( $\leq 10$  FNU) malgré certains pics ponctuels ne dépassant pas 32 FNU en janvier – février au nord de la masse d'eau, probablement dus au brassage vertical hivernal. Les stocks hivernaux moyens de nutriments étaient très faibles (moyenne 29  $\mu\text{M}$  NID, 0,8  $\mu\text{M}$  PID, 15  $\mu\text{M}$  Si). Cette moyenne dissimule cependant l'existence d'une disparité au sein de la masse d'eau, certains points étant plus influencés que d'autres par des apports terrigènes, avec un gradient décroissant du sud vers le nord. Un excès en azote par rapport au phosphore apparaît particulièrement au printemps sur tous les points de la masse d'eau. Ensuite, l'azote a probablement été en carence entre les mois de mai et début octobre, ce qui a pu limiter le développement phytoplanctonique pendant l'été. Le **cycle des nutriments apparaît donc classique** dans cette masse d'eau.

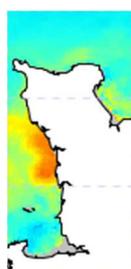
La production primaire paraît avoir commencé mi-mars malgré les faibles températures, avec un pic de biomasse très marqué au nord de la masse d'eau (bloom localisé voir image satellite ci-dessous), compris selon les points entre 8,3  $\mu\text{g/L}$  et 26,5  $\mu\text{g/L}$  ; les concentrations moyennes annuelles les plus fortes ayant été rencontrées au niveau des points « Pirou Bergerie Sud » et « Denneville ». Selon les points, des pics plus faibles (de l'ordre de 2 à 3  $\mu\text{g/L}$ ) ont pu être notés à l'automne (fin septembre – début d'octobre). 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 2013, aucune observation à « Coudeville 1 mille » n'a permis d'observer d'espèces en état de bloom. Par contre, les espèces suivantes ont été observées sur les autres points :

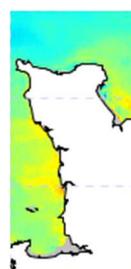
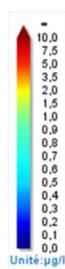
- Mi-mars : *Skeletonema sp.* à « Pirou Bergerie Sud » et à « Denneville » ;
- Fin avril : *Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima*, groupe des fines à « Pointe Agon Sud » ;
- Fin juin : *Leptocylindrus sp.* à « Pointe Agon Sud » ;
- Mi-juillet : *Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima*, groupe des fines à « Pirou Bergerie Sud » ;
- Mi-août : *Dactyliosolen fragilissimus* à « Donville » ;
- Début octobre : *Guinardia delicatula* à « Pointe Agon Sud ».

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

#### Observations satellite analysée de chlorophylle-a (5 derniers jours)



**Image du 19/03/2013**  
(soit du 14/03 au 19/03)  
Bloom au nord de HC03



**Image du 02/04/2013**  
(soit du 28/03 au 02/04)  
Bloom au havre de Régnéville



III.2.4.1 Donville 2001-2013

**SYNTHÈSE 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 février, le **cycle des nutriments paraît classique**. Bien qu'aucun échantillonnage n'ait eu lieu entre mi-mars et fin-avril, aucun bloom printanier marqué ne semble s'être développé au sud. Les seuls faibles pics relevés ont eu lieu mi-mai et mi-septembre. En outre, il est possible que la production primaire ait été limitée par l'azote de la mi-juin à mi-septembre. Ainsi la biomasse observée a été globalement très faible, et seule la diatomée *Dactyliosolen fragilissimus* a été en état de bloom dans les observations 2013. Les relevés d'oxygène dissous au fond ont en outre montré un milieu correctement oxygéné.

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

HC03

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	2 (19/02)	34,4	34,6
Turbidité	Pics > 5 FNU :	6,3 (19/02)	1,9 FNU	2,5 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	89,0 % (16/05)	100,1 %	107,0 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	38,0 µM	10,6 µM	7,3 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,9 µM	0,5 µM	0,5 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,8 µM	0,3 µM	0,3 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	18,9 µM	6,7 µM	5,3 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Léger excès N (janv.-mai) Carence N (juin-sept.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mars-Avril ? 1,3 µg/L (16/05) 1,6 µg/L (12/09) Biomasse très faible	0,8 µg/L	1,4 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Dactyliosolen fragilissimus</i> 217 600 cell/L (12/08)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Très faible</b>		

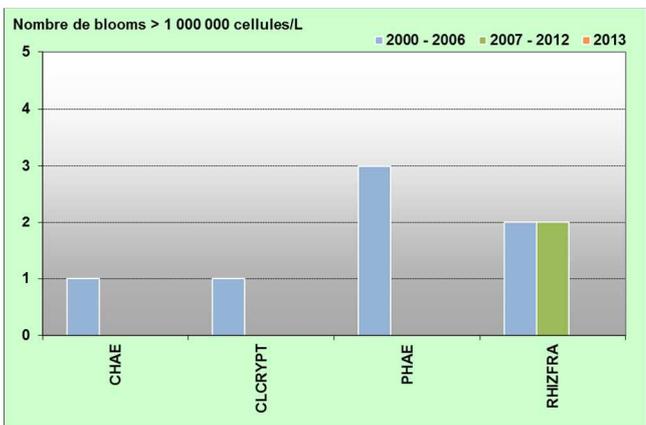
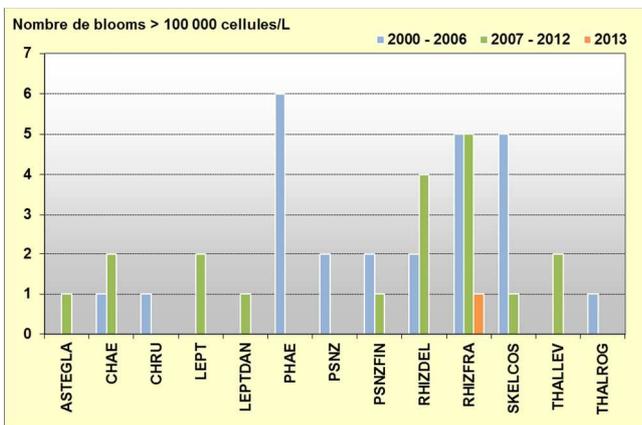


Figure 22 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Donville entre 2001-2006 (n=159), 2007-2012 (n=90) et 2013 (n=12).

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

HC03

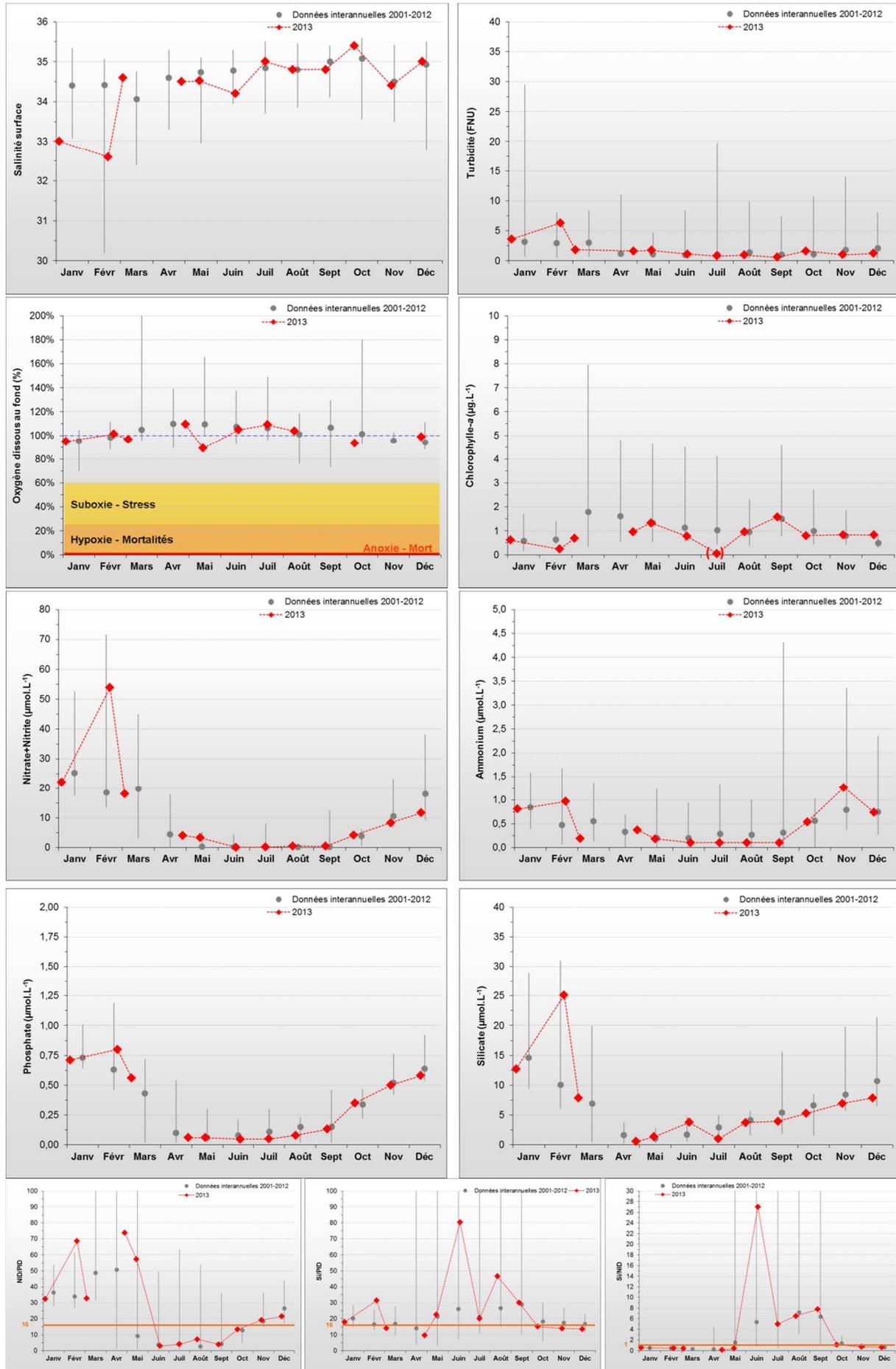
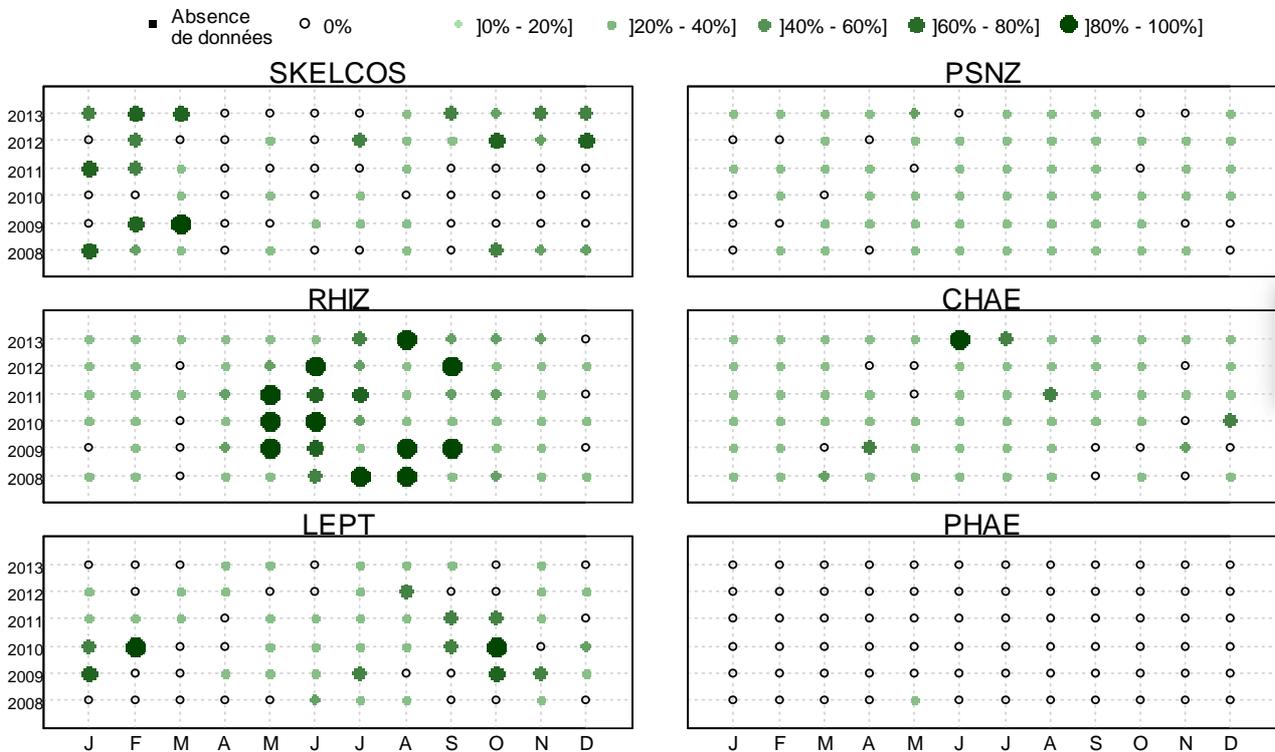


Figure 23 : Évolution des paramètres à Donville entre 2001 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

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 2008-2013 (Figure 24).



HC03

**Figure 24 :** 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 2013, une espèce classée comme nuisible par la DCE. Cependant, une diatomée du genre *Leptocylindrus sp.* (LEPT) peut alternativement être dominant en milieu d'hiver (janvier-février) comme en 2009 et 2010.

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 2010, la dominance de ces diatomées ne s'étend que de mai à juin. En 2012, cette dominance s'observe surtout en juin et septembre, et en 2013 seulement en juillet et août. Ponctuellement, comme en juin 2013, l'espèce *Chaetoceros* (CHAE) peut dominer le peuplement phytoplanctonique en fin de printemps.

Enfin, la population automnale est, selon les années, de nouveau dominée par les diatomées *Skeletonema costatum* (SKELCOS) (en 2008, 2012 et 2013), ou *Leptocylindrus sp.* (LEPT) (de 2009 à 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 ».

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2006-2012

HC03

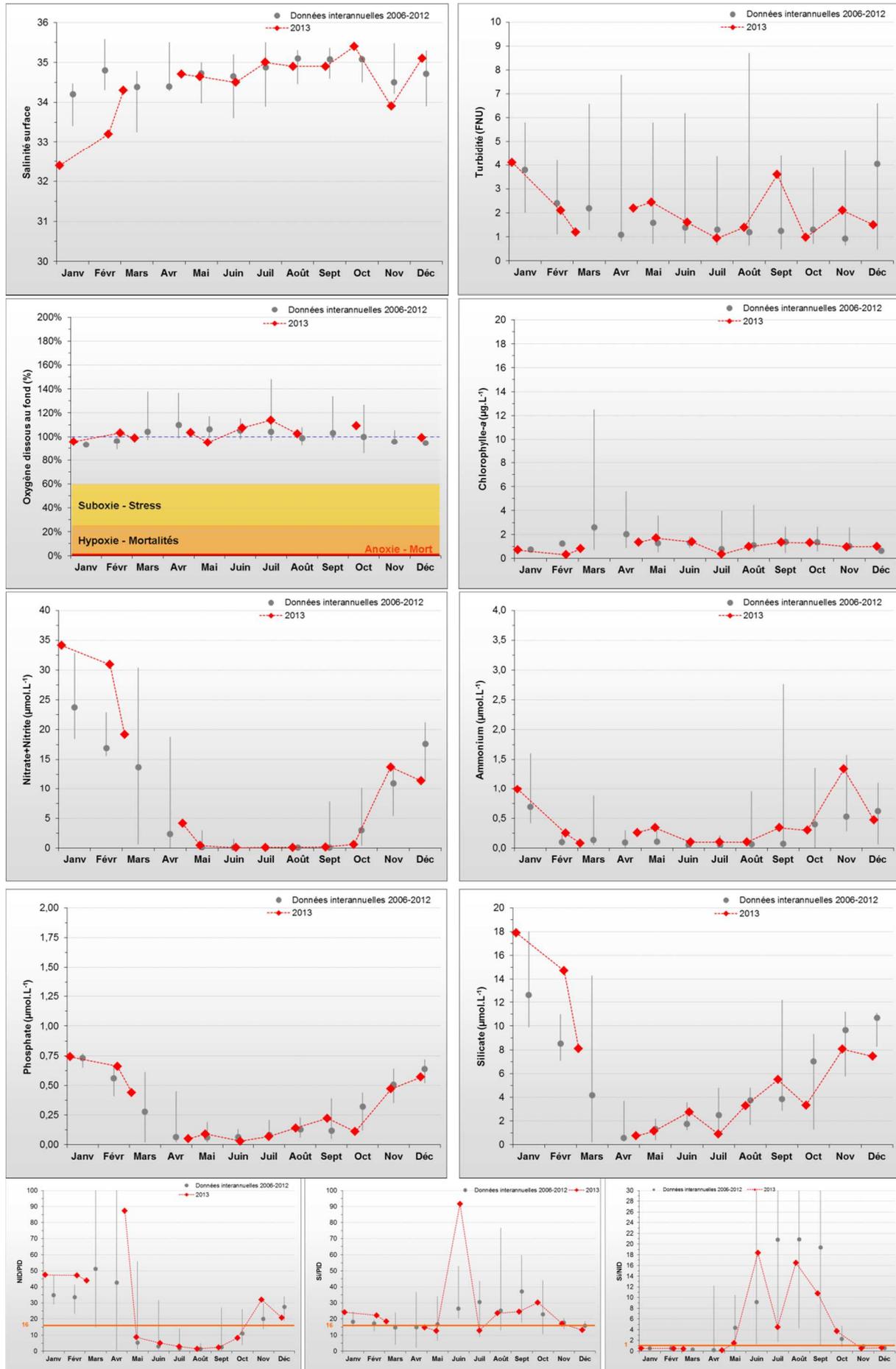


Figure 25 : Évolution des paramètres à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2012 (gris) et résultats 2013 (◆).

III.2.4.2 Coudeville 1 mille 2006-2013

**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 (légèrement inférieurs à ceux de « Donville ») vraisemblablement alimentés par les dessalures de janvier et février, le **cycle des nutriments paraît classique**. Bien qu'aucun échantillonnage n'ait eu lieu entre mi-mars et fin-avril, aucun bloom printanier marqué ne semble s'être développé au sud. Globalement la biomasse observée a été très faible, et vraisemblablement limitée par l'épuisement des stocks en nitrate + nitrite de mai à octobre 2013. En outre, aucune espèce phytoplanctonique n'a été en état de bloom dans les observations 2013, et 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	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	2,3 (04/01)	34,4	34,7
Turbidité	Pics > 5 FNU :	Aucun pic	2,0 FNU	2,4 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	95,0 % (16/05)	102,8 %	104,1 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	32,5 µM	9,6 µM	6,7 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,6 µM	0,4 M	0,3 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,7 µM	0,3 µM	0,3 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	16,3 µM	6,2 µM	5,1 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Léger excès N (janv.-avril) Carence N (mai-oct.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive :	Mars-Avril ?	1,0 µg/L	1,71 µg/L
	Pic printanier :	1,7 µg/L (16/05)		
	Pic fin d'été :	1,3 µg/L (12/09)		
	Autres commentaires :	Biomasse très faible		
Phytoplancton	Blooms observés :	Aucun bloom		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Très faible</b>		

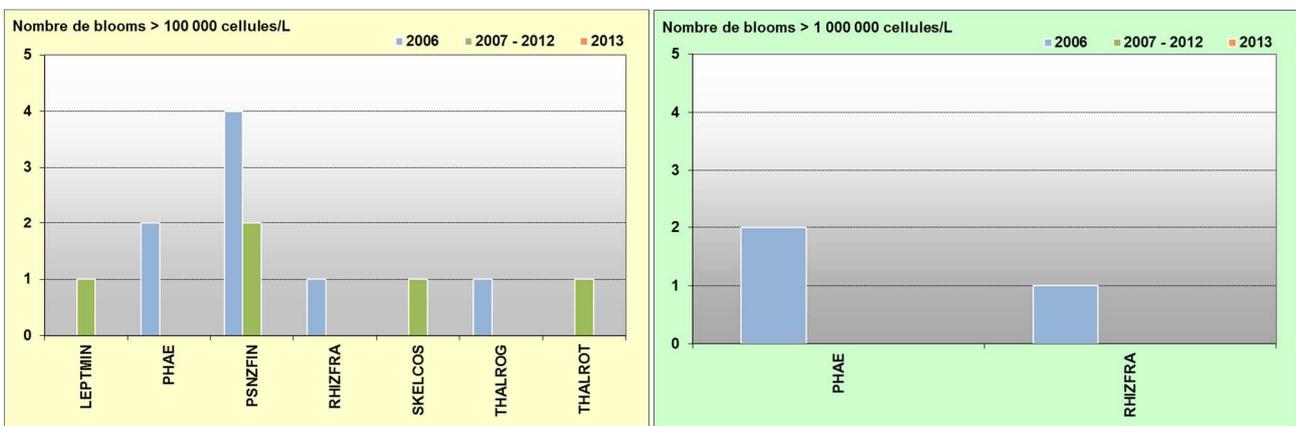


Figure 26 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Coudeville 1 mille entre 2006 (n=19), 2007-2012 (n=87) et 2013 (n=12).

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

HC03

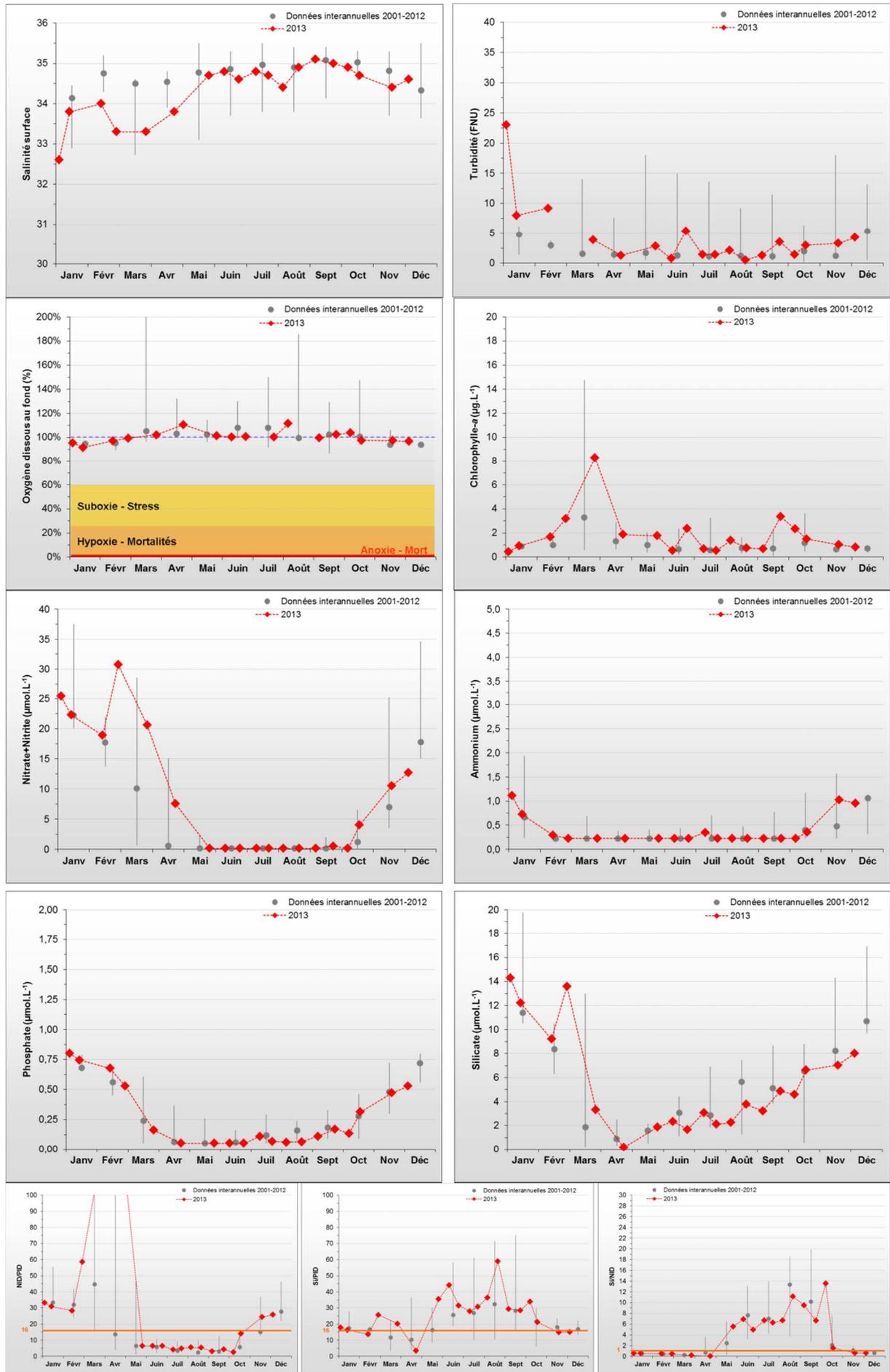


Figure 27 : Évolution des paramètres à Pointe Agon Sud entre 2001 et 2013 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL). Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

III.2.4.3 Pointe Agon Sud 2001-2013

**SYNTHÈSE POINTE AGON SUD :** Bien qu'étant directement sous l'influence du panache de la *Sienne* (havre de Régnéville) 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 (plus faibles qu'à « Coudeville 1 mille ») vraisemblablement alimentés par les dessalures de l'hiver et du printemps, le **cycle des nutriments paraît classique**. Un pic de biomasse a été observé fin mars lors d'un bloom localisé (voir image satellite ci-dessus). Globalement la biomasse observée a été très faible, et vraisemblablement limitée par l'épuisement des stocks en nitrate + nitrite de mai à octobre 2013. Cependant, trois taxons ont tout de même été en état de bloom fin avril, fin juin et début octobre 2013. 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	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	2,1 (04/01)	34,3	34,7
Turbidité	Pics > 10 NTU :	23 (04/01)	4,3 NTU	2,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	91,5 % (14/01)	100,4 %	107,1 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	24,4 µM	8,1 µM	5,4 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,6 µM	0,4 µM	0,4 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,7 µM	0,3 µM	0,3 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	12,3 µM	5,5 µM	5,3 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (mars-mi-mai) Carence N (fin mai- oct.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Fin mars 8,3 µg/L (28/03) 3,4 µg/L (23/09) Biomasse très faible	1,8 µg/L	1,2 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Pseudo-nitzschia</i> , complexe <i>delicatissima</i> , groupe des fines 107 400 cell/L (24/04) <i>Leptocylindrus sp.</i> 277 400 cell/L (25/06) <i>Guinardia delicatula</i> 204 700 cell/L (07/10)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Faible</b>		

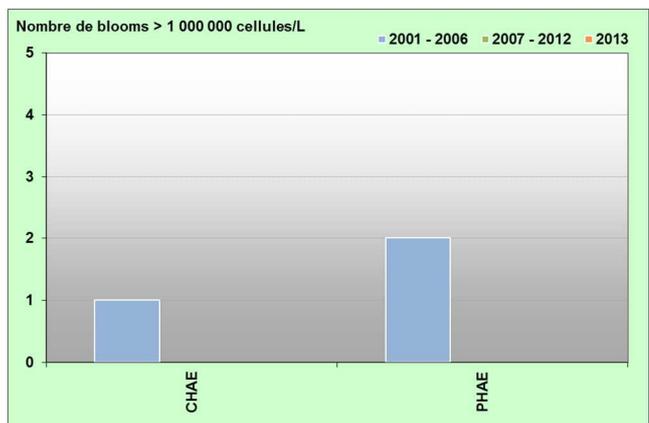
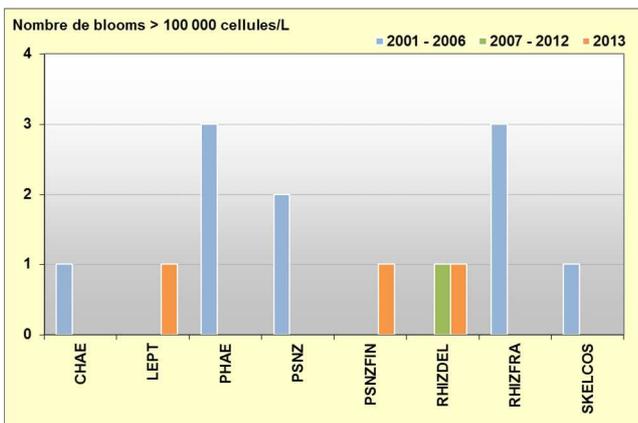


Figure 28 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Pointe Agon Sud entre 2001-2006 (n=75), 2007-2012 (n=79) et 2013 (n=19).

# Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

HC03

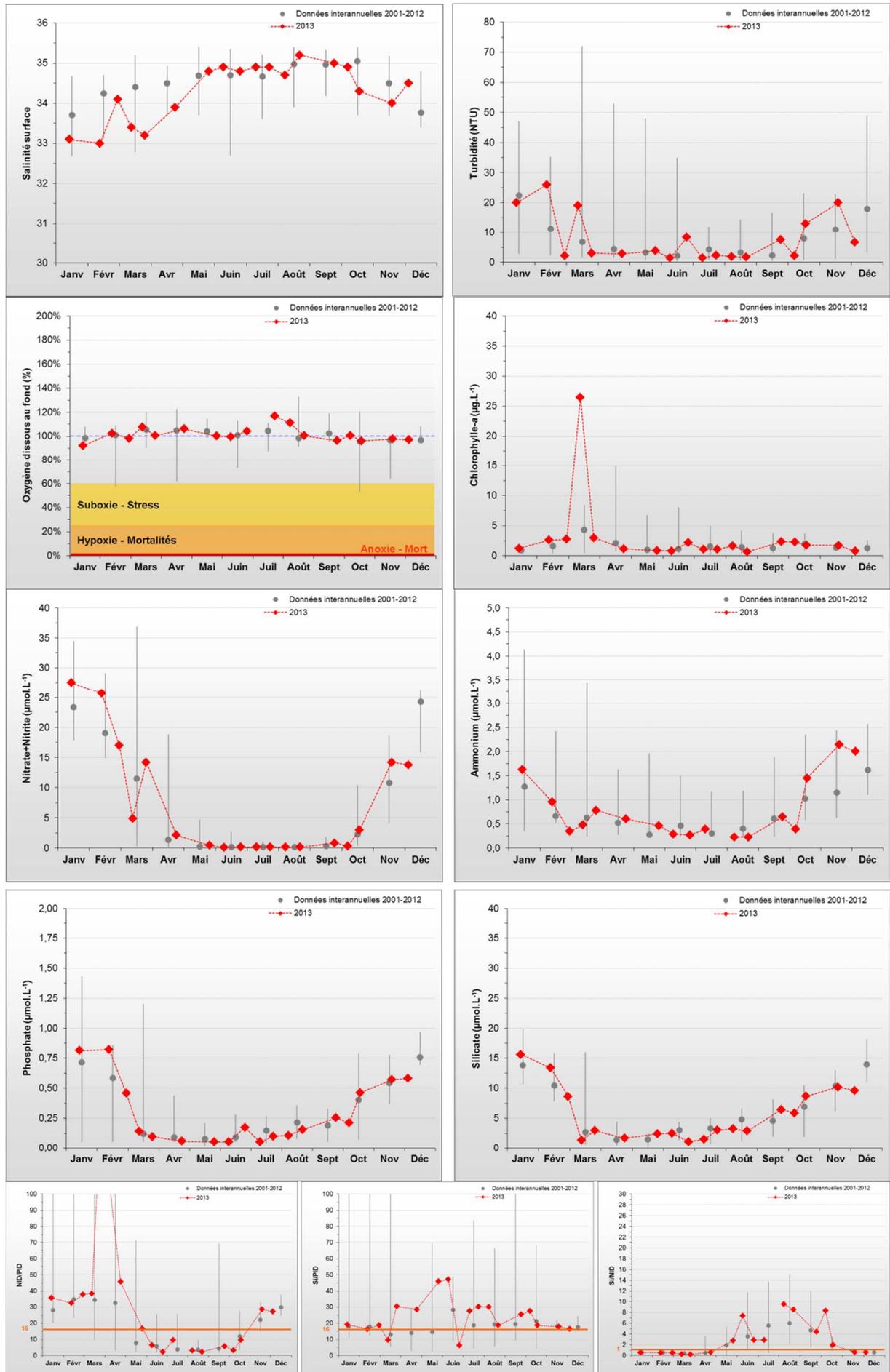


Figure 29 : Évolution des paramètres à Pirou Bergerie Sud entre 2001 et 2013 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL). Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

III.2.4.4 Pirou Bergerie Sud 2001-2013

**SYNTHÈSE 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 (un peu plus forts qu'à « Pointe Agon Sud ») vraisemblablement alimentés par les dessalures de l'hiver et du printemps, le **cycle des nutriments paraît classique**. Un fort pic de biomasse a été observé mi-mars lors d'un bloom se développant au nord de la masse d'eau (voir image satellite ci-dessus). Malgré ce pic, la biomasse observée a été globalement faible, et vraisemblablement limitée par l'épuisement des stocks en nitrate + nitrite de fin mai à début octobre 2013. Cependant, deux taxons ont tout de même été en état de bloom mi-mars et mi-juillet 2013. 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	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	1,5 (12/02)	34,3	34,5
Turbidité	Pics > 10 NTU :	20 (14/01), 26 (12/02), 19 (14/03), 13 (18/10), 20 (18/11)	8,0 NTU	7,9 NTU
Oxygène dissous fond	Minimum :	92,1 % (14/01)	101,6 %	101,1 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	26,6 µM	6,9 µM	5,9 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,3 µM	0,8 µM	0,8 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,8 µM	0,3 µM	0,3 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	14,5 µM	5,6 µM	5,4 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (surtout fin mars) Carence N (juin- oct.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mi-mars 26,5 µg/L (14/03) 2,3 µg/L (24/09) Biomasse faible	3,0 µg/L	1,8 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Skeletonema costatum</i> 358 700 cell/L (14/03) <i>Pseudo-nitzschia</i> , complexe <i>delicatissima</i> , groupe des fines 126 900 cell/L (11/07)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Faible</b>		

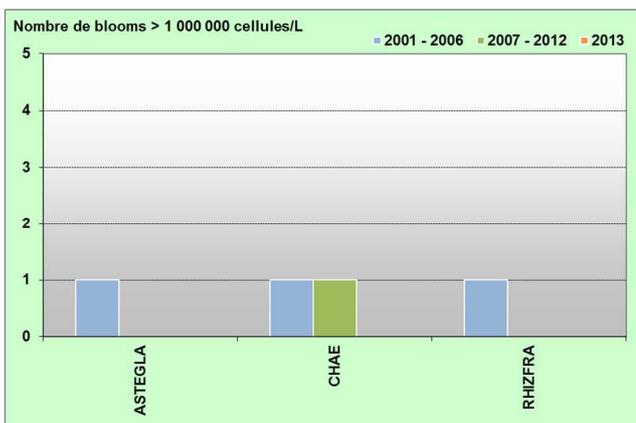
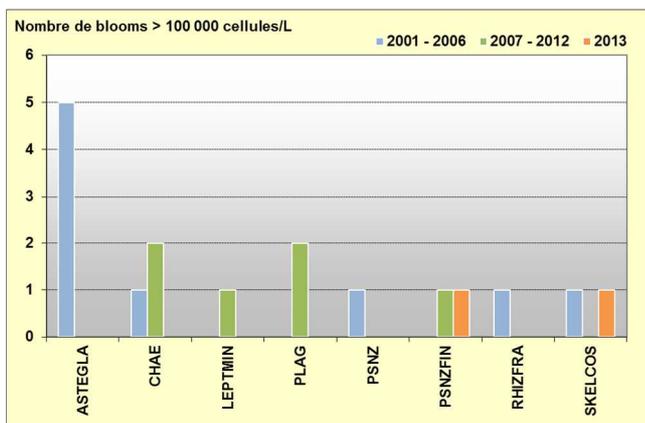


Figure 30 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Pirou Bergerie Sud entre 2001-2006 (n=69), 2007-2012 (n=116) et 2013 (n=18).

# Résultats du RHLN 2013 vs. 2006-2012

HC03

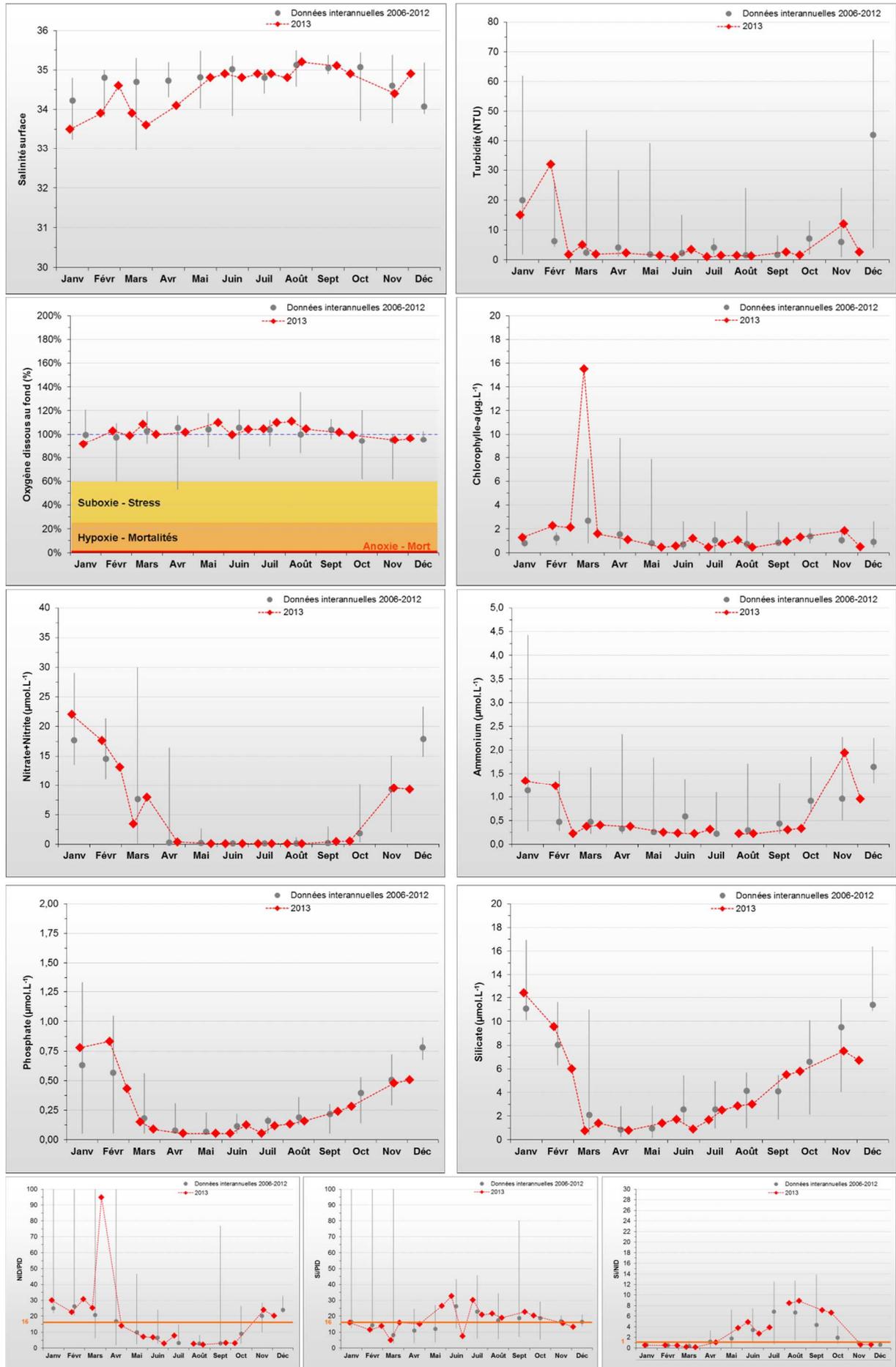


Figure 31 : Évolution des paramètres à Denneville entre 2006 et 2013 (Résultats RHLN et réseau HYDRONOR du SMEL). Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

III.2.4.5 Denneville 2006-2013

**SYNTHESE 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 (les plus faibles de la masse d'eau), le **cycle des nutriments paraît classique**. Un fort pic de biomasse a été observé mi-mars lors d'un bloom se développant au nord de la masse d'eau (voir image satellite ci-dessus). Malgré ce pic, la biomasse observée a été globalement très faible, et vraisemblablement limitée par l'épuisement des stocks en nitrate + nitrite de fin avril à début octobre 2013. Cependant, un taxon a tout de même été en état de bloom mi-mars 2013 lors du pic de biomasse. 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	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	1,3 (14/01)	34,5	34,8
Turbidité	Pics > 10 NTU :	15 (14/01), 32 (12/02), 12 (18/11)	5,2 NTU	8,1 NTU
Oxygène dissous fond	Minimum :	91,3 % (14/01)	102,2 %	100,6 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	19,8 µM	5,0 µM	5,2 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,3 µM	0,6 µM	0,8 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,8 µM	0,3 µM	0,3 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	11,0 µM	4,1 µM	4,6 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (surtout fin mars) Carence N (juin- oct.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive :	Mi-mars	2,0 µg/L	1,4 µg/L
	Pic printanier :	15,5 µg/L (14/03)		
	Pic fin d'été :	1,8 µg/L (18/11)		
	Autres commentaires :	Biomasse très faible		
Phytoplancton	Blooms observés :	Skeletonema sp. 850 300 cell/L (14/03)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Faible</b>		

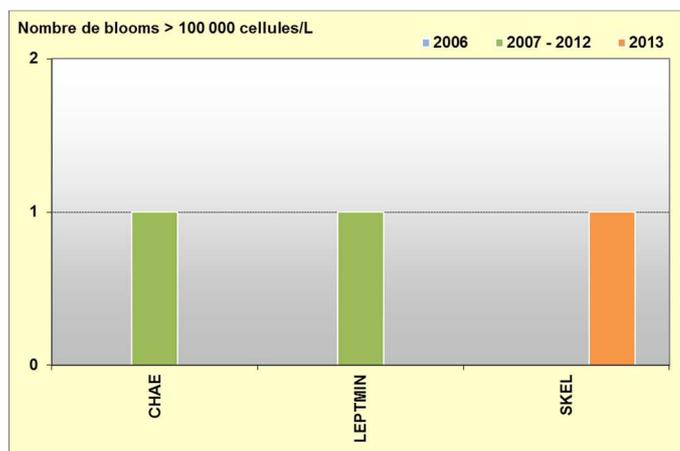


Figure 32 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Denneville entre 2006 (n=18), 2007-2012 (n=114) et 2013 (n=17).



### 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, exclu 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, sauf à « Barneville » où la production est en moyenne un peu plus élevée (1,5 µg/L). La période productive semble avoir débuté mi-avril (voir image satellite ci-dessous).

Le phytoplancton est largement dominé par des diatomées et présente les caractéristiques des peuplements des eaux ouvertes de la Manche. En 2013, aucune espèce n'a été en état de bloom à « Dielette » et « Jobourg ». Par contre, deux diatomées ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre à « Barneville » : *Skeletonema costatum* et *Thalassiosira levanderi + minima* en mars 2013.

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 ». Aucun développement d'espèce potentiellement nuisible n'a été observé cette année.

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

#### Observations satellite analysée de chlorophylle-a (5 derniers jours)

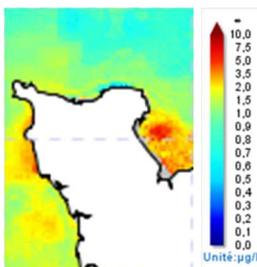


Image du 21/04/2013  
(soit du 16/04 au 21/04)  
Bloom en HC04

# Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

HC04

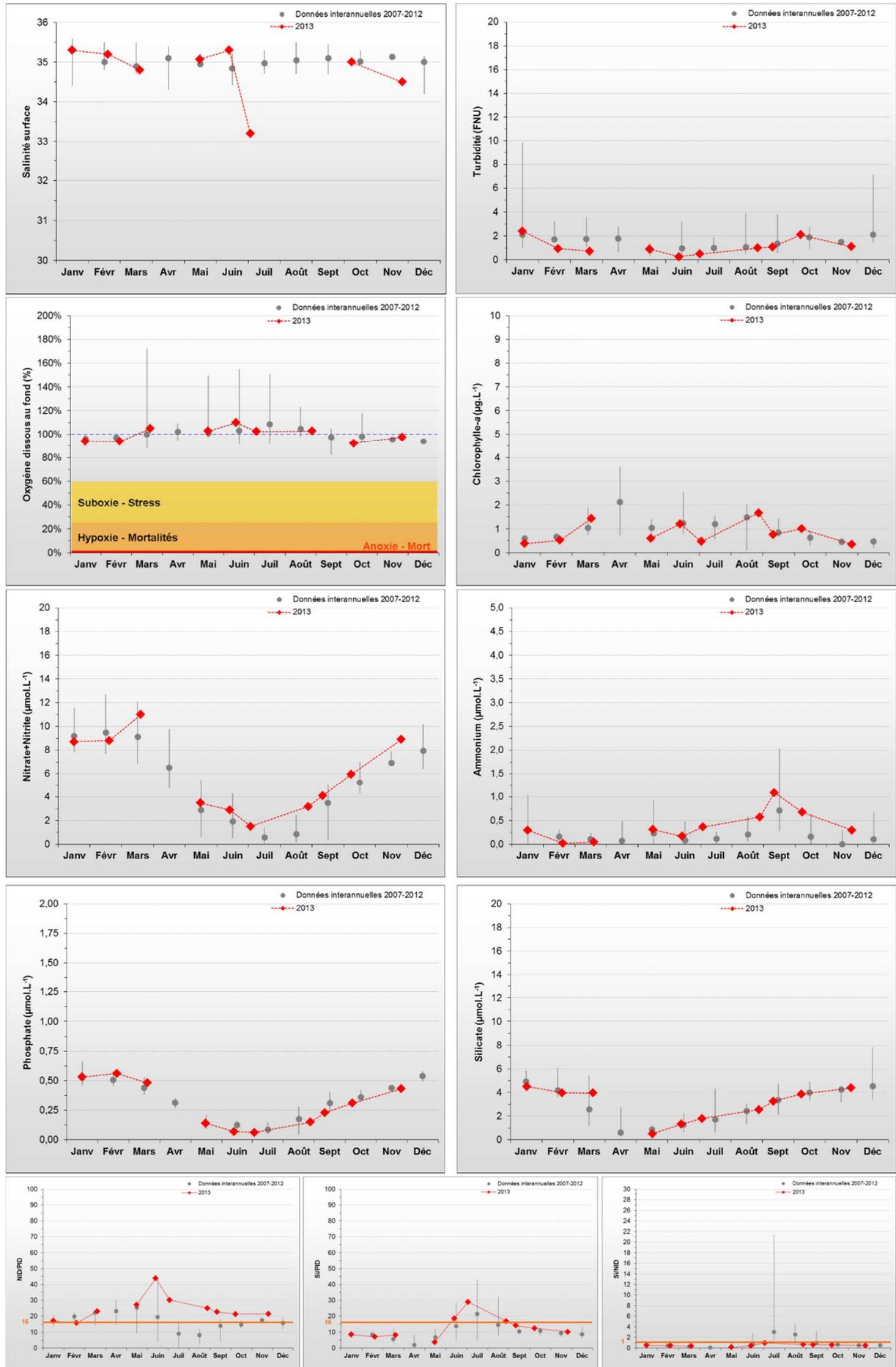


Figure 33 : Évolution des paramètres à Dielette entre 2007 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

III.2.5.1 Dielette 2007-2013

**SYNTHÈSE 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 que des dessalures faibles, une turbidité très faible, et des stocks hivernaux similaires à ceux des eaux ouvertes de la Manche. Du fait d'une biomasse très faible sans pic observé et aucune espèce en état de bloom, ces stocks ne sont pas complètement consommés. L'azote n'apparaît ni en réel excès, ni en carence en 2013 ; par contre le silicium pourrait être en carence les premiers mois de l'année. 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.**

HC04

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	1,8 (04/07)	34,8	35,0
Turbidité	Pics > 5 FNU :	Aucun pic	1,1 FNU	1,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	92,1 % (08/10)	99,9 %	103,0 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	8,8 µM	5,9 µM	5,2 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,2 µM	0,4 µM	0,3 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,5 µM	0,3 µM	0,3 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	4,2 µM	3,0 µM	2,8 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (surtout fin mars) Carence N (juin- oct.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mi-mars 1,4 µg/L (21/03) 1,7 µg/L (28/08) Biomasse très faible	0,8 µg/L	1,0 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	Aucun bloom		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Très faible</b>		

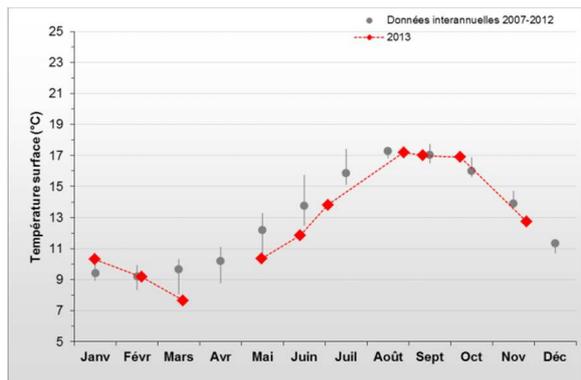


Figure 34 : Évolution de la température dans l'eau à Dielette entre 2007 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

III.2.5.2 Barneville 2003-2013

HC04

**SYNTHESE 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* et *Thalassiosira levanderi + minima* en mars 2013. 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 entre mai et juin 2013. L'interprétation complète de ces données figure dans le rapport de Schapira et al. (2014).

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.**

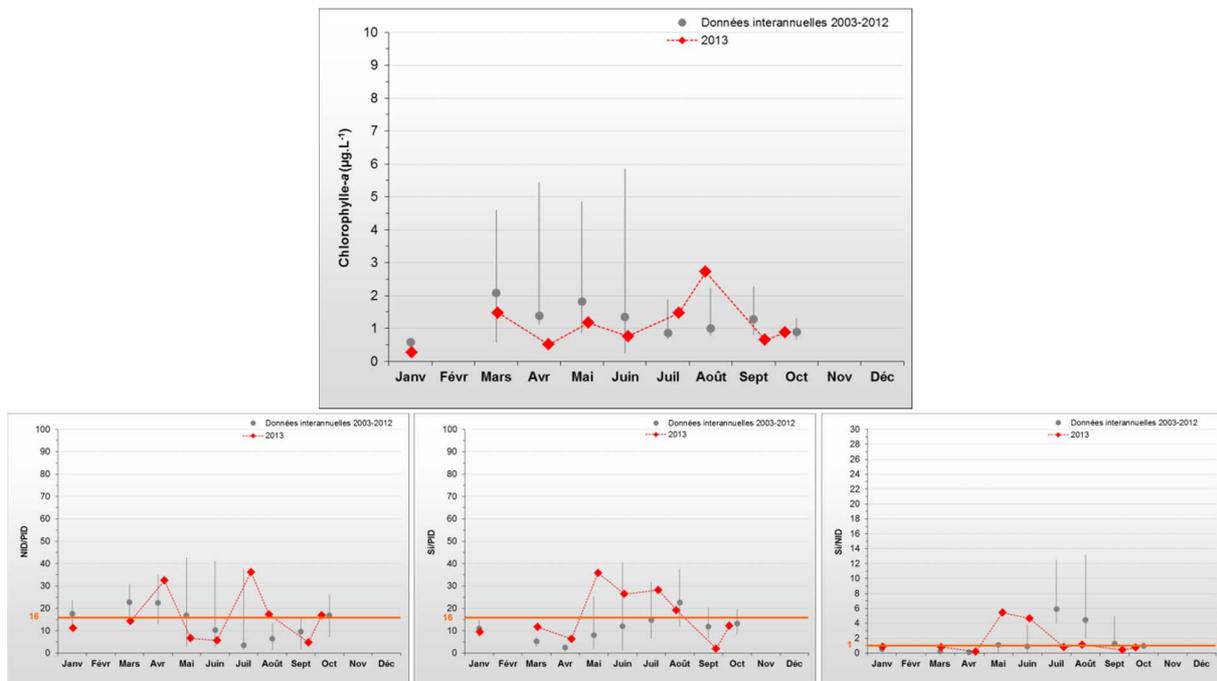


Figure 35 : Évolution des paramètres à Barneville entre 2003 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

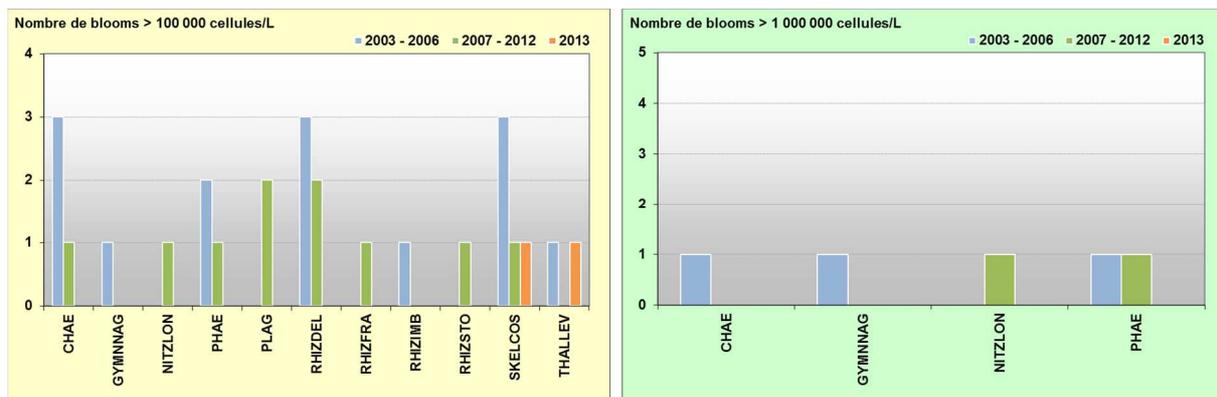
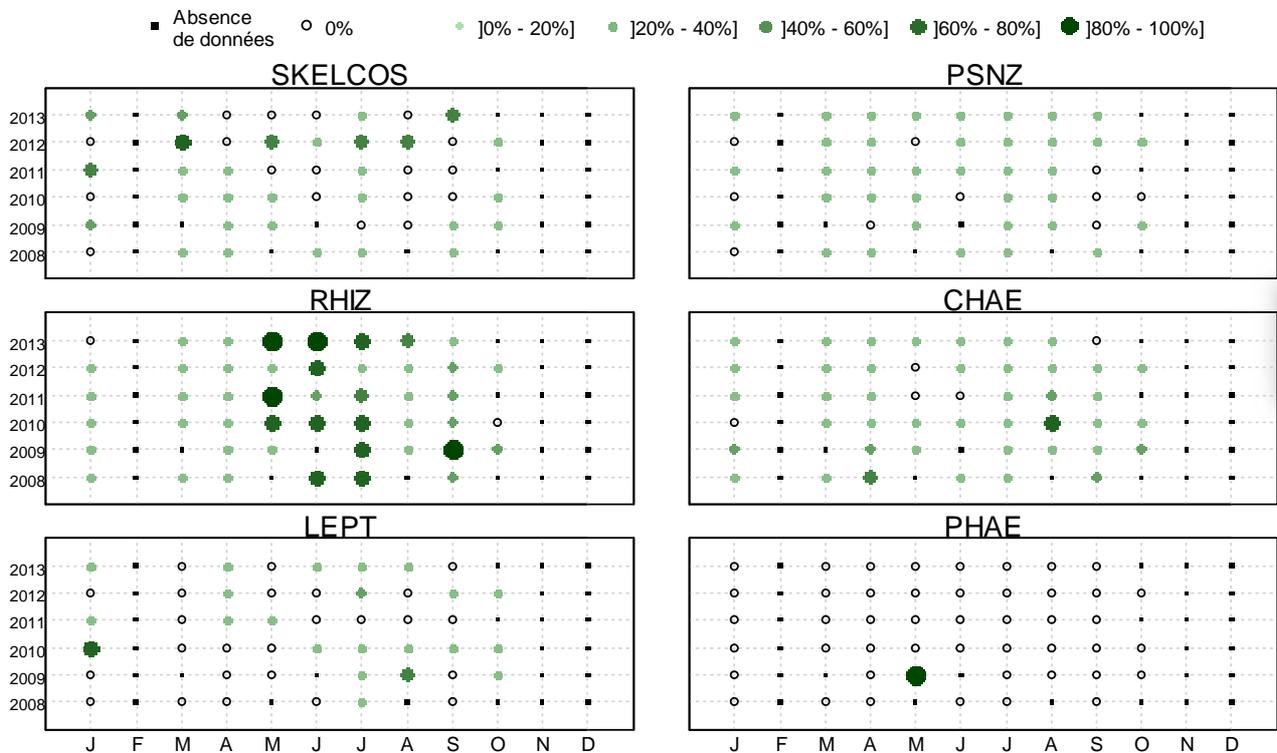


Figure 36 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Barneville entre 2003-2006 (n=44), 2007-2012 (n=43) et 2013 (n=8).

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 37 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année entre 2003 et 2008 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). La famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) vient ensuite typiquement dominer la population phytoplanctonique entre les mois de mai et septembre. D'autres espèces potentiellement nuisibles à l'environnement peuvent se développer ponctuellement, comme, notamment, *Phaeocystis* en mai 2009, ou le genre *Chaetoceros* sp. en août 2010. De telles espèces n'ont pratiquement pas été observées en 2013. Le peuplement phytoplanctonique observé à « Barneville » est globalement représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

III.2.5.3 Jobourg 2003-2013

HC04

**SYNTHESE 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, ce qui n'a pas été le cas en 2013. Enfin, les stocks de nutriments ne sont pas épuisés et sont proches des niveaux des eaux ouvertes de la Manche. L'interprétation complète de ces données figure dans le rapport de Schapira *et al.* (2014).

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 *Rhizolenia 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.**

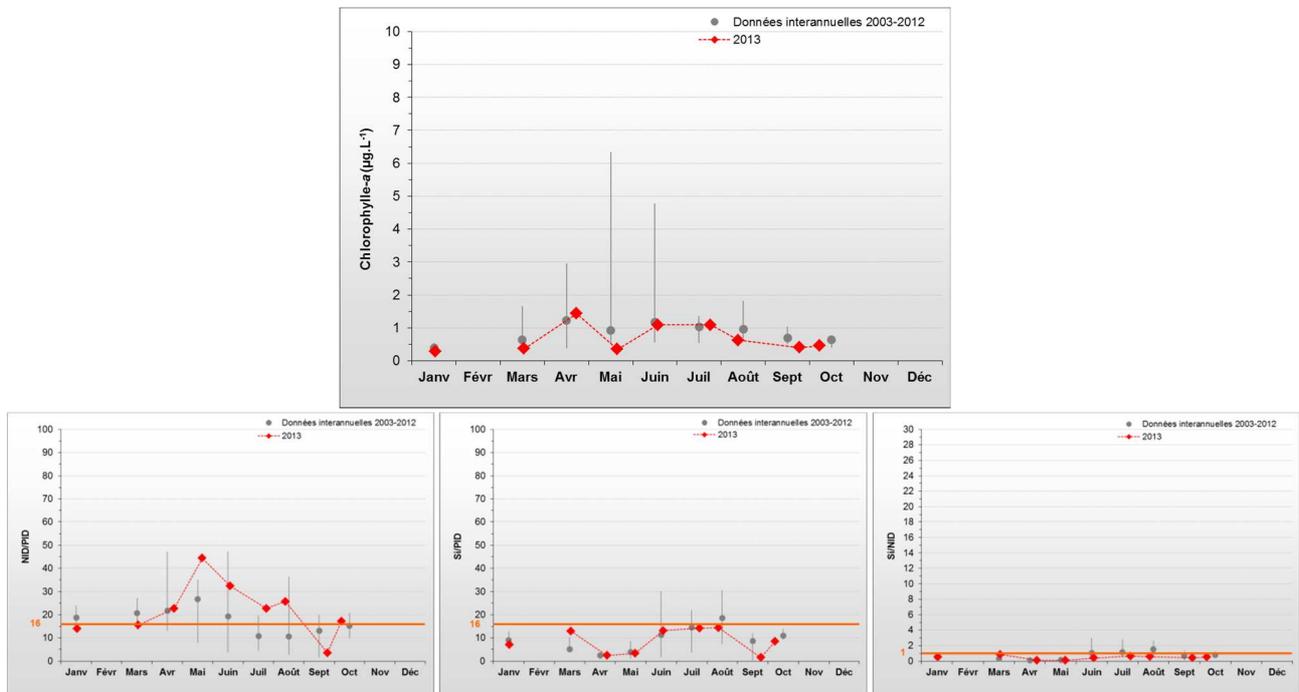


Figure 38 : Évolution des paramètres à Jobourg entre 2003 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

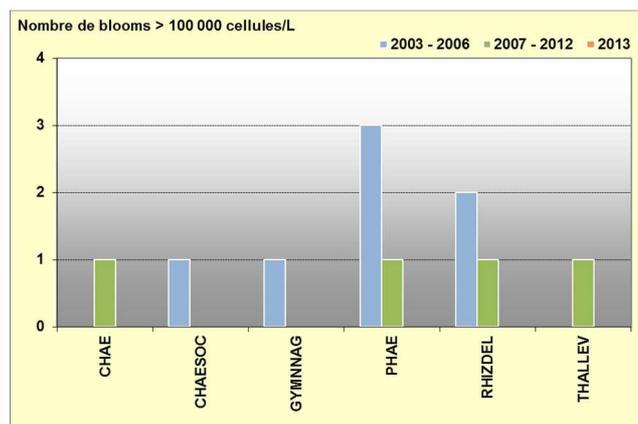
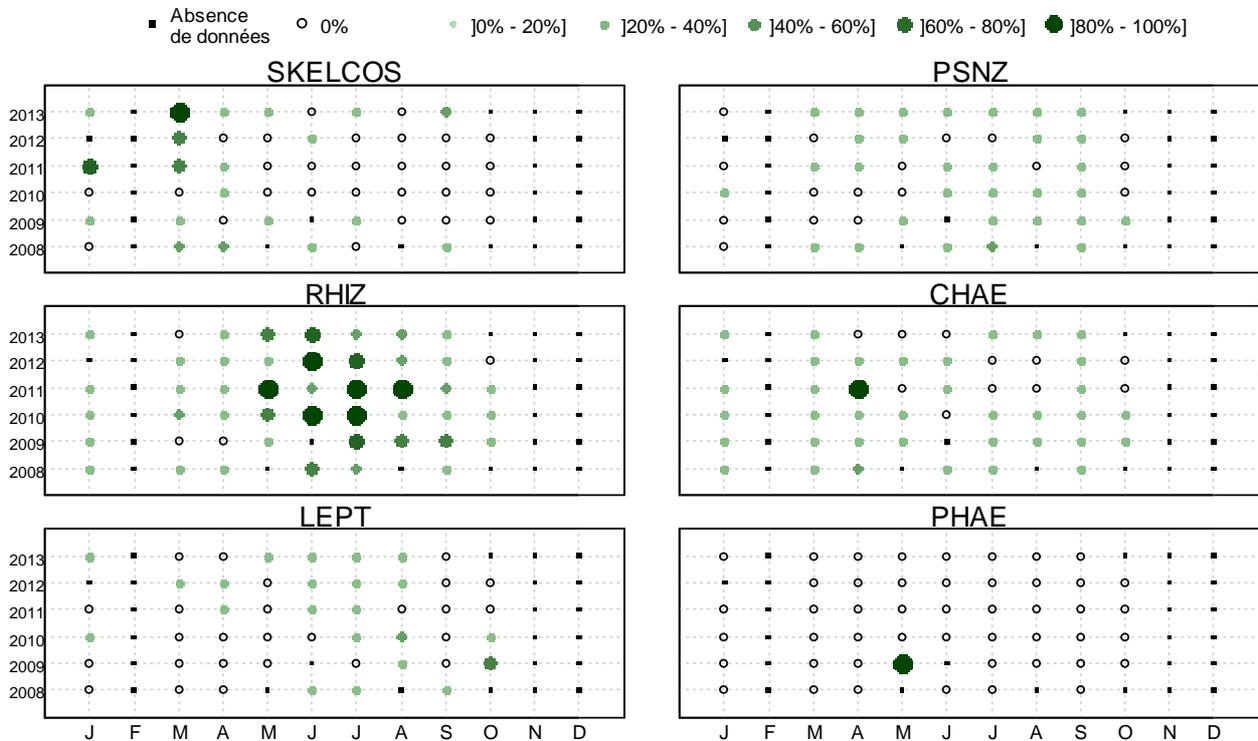


Figure 39 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Jobourg entre 2003-2006 (n=36), 2007-2012 (n=52) et 2013 (n=8).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Jobourg »

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



HC04

**Figure 40 :** Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année entre 2003 et 2008 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 en 2013 comme pour les années précédentes, la dominance de la diatomée *Skeletonema costatum* (SKELCOS) de l'hiver au printemps, suivie de la dominance des diatomées de la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) entre mai et septembre.

D'autres taxons potentiellement nuisibles à l'environnement ont pu être rencontrés de manière ponctuelle : *Phaeocystis* en 2009, et *Chaetoceros sp.* en avril 2011. Ces taxons n'ont pas été rencontrés en 2013.

# Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

HC61

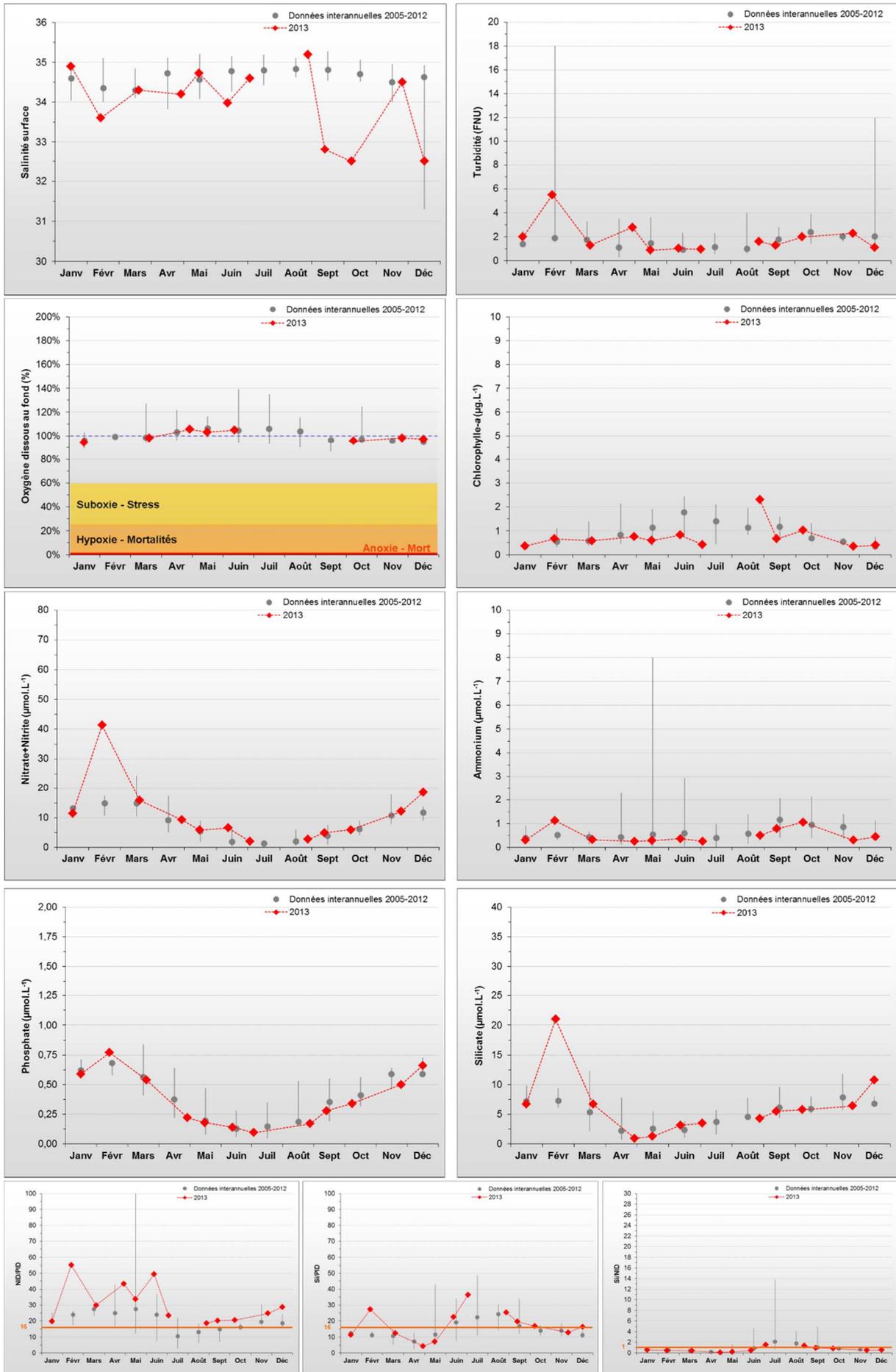


Figure 41 : Évolution des paramètres à Digue de Querqueville entre 2005 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.6 Masse d'eau HC61 (Digue de Querqueville 2005-2013)

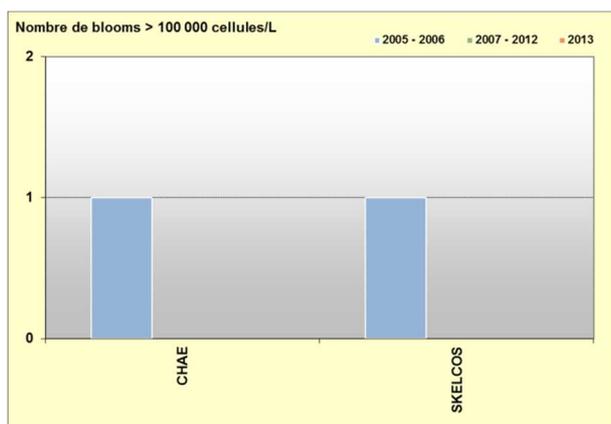
**SYNTHESE HC61 :** Le point « Digue de Querqueville » a été jugé représentatif de la masse d'eau HC61, car il permet d'observer l'écosystème à l'exutoire de la zone portuaire. En effet, les courants de marée y sont complexes du fait de la conformation des aménagements portuaires, créant des zones confinées 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 sont observées en période de forte pluviosité, avec une turbidité faible. Avec des stocks hivernaux très faibles (similaires à ceux de « Pirou Bergerie Sud » (HC03)) vraisemblablement alimentés par la dessalure de février 2013, la biomasse reste très faible, sans espèce en état de bloom, et ces stocks ne sont pas complètement consommés. L'azote apparaît en léger excès en hiver et printemps et n'est pas en carence en été. 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.**

HC61

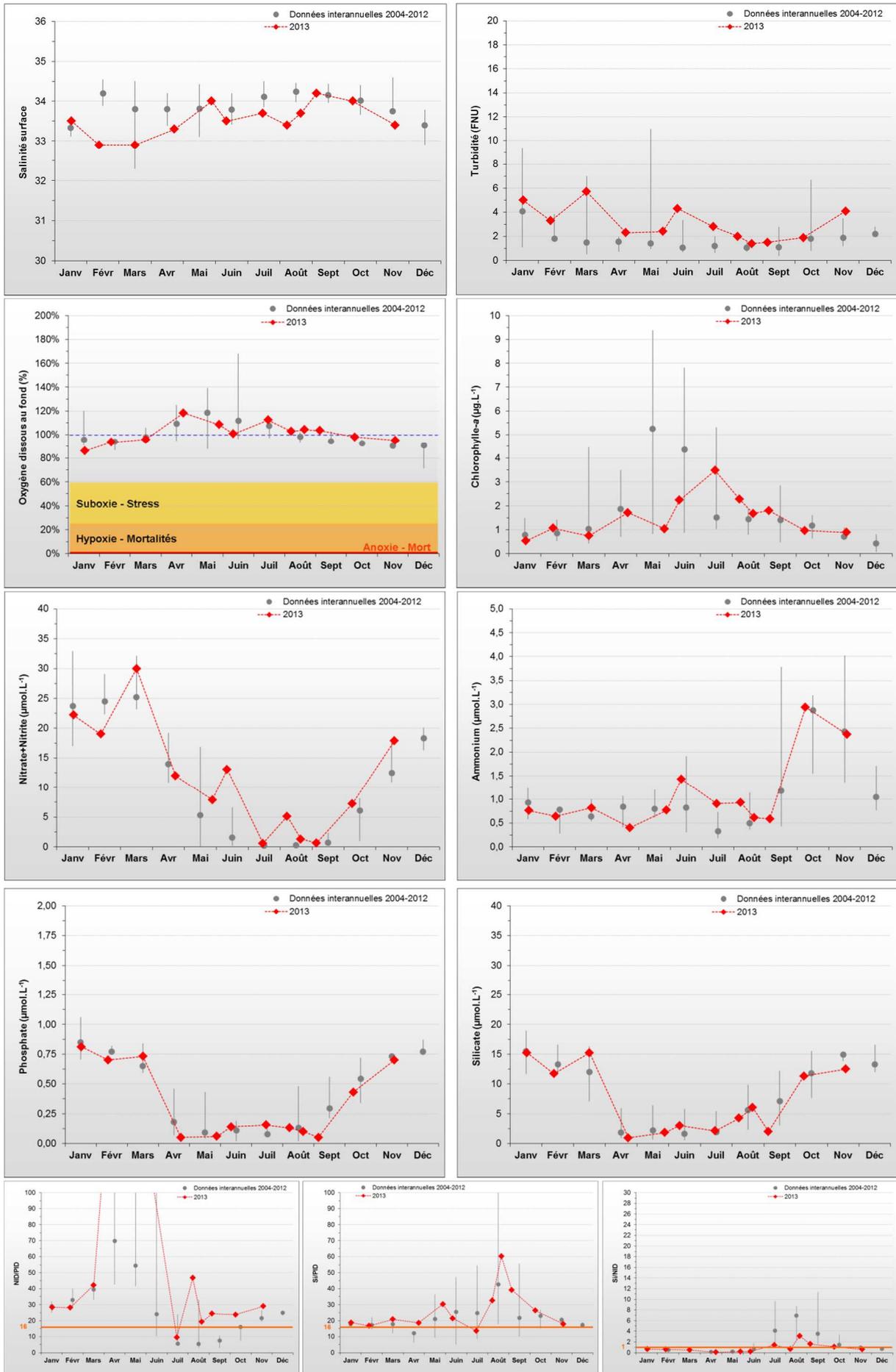
Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	2,1 (08/10 et 16/12)	34,0	34,6
Turbidité	Pics > 5 FNU :	5,5 FNU (13/02)	1,9 FNU	1,9 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	94,3 % (16/01)	99,6 %	102,4 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	26,4 µM	11,4 µM	7,2 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,7 µM	0,5 µM	0,8 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,7 µM	0,4 µM	0,4 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	13,9 µM	6,3 µM	5,0 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Léger excès N (fév.-juin) Légère carence Si (avril-mai)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive :	Mars-Avril ?	0,7 µg/L	1,0 µg/L
	Pic printanier :	Pas de bloom		
	Pic fin d'été :	2,3 µg/L (28/08)		
	Autres commentaires :	Biomasse très faible		
Phytoplancton	Blooms observés :	Aucun bloom		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Très faible</b>		



**Figure 42 :** Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Digue de Querqueville entre 2005-2006 (n=25), 2007-2012 (n=77), et 2013 (n=12).

# Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

HC08



**Figure 43 :** Évolution des paramètres à Réville 1 mille entre 2004-2006, 2009-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.7 Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2006, 2009-2013)

**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 très faibles (similaires à « Denneville » (HC03)), mais ont été rechargés à différentes reprises en 2013 (mars, juin, août). Ces apports ont vraisemblablement permis le développement d'un bloom très important de *Leptocylindrus sp.* en juillet, correspondant à un pic de biomasse, et conduisant à la consommation des stocks en nutriments. **Le cycle des nutriments apparaît donc perturbé.** Malgré ce pic, la biomasse est restée globalement très 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.

HC08

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	1,0 (12/02 et 18/03)	33,5	33,9
Turbidité	Pics > 5 FNU :	5 (17/01), 5,7 (18/03)	3,1 FNU	1,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	86,0 % (17/01)	101,5 %	104,1 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	20,6 µM	11,4 µM	8,5 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,7 µM	1,1 µM	1,1 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,8 µM	0,3 µM	0,4 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	13,5 µM	7,2 µM	7,0 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (avril-juin) Légère carence N (juill.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle- <i>a</i>	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mi avril ? 1,7 µg/L (24/04) 3,5 µg/L (16/07) Biomasse très faible	1,5 µg/L	2,2 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Leptocylindrus sp.</i> 3 654 400 cell/L (16/07)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Faible</b>		

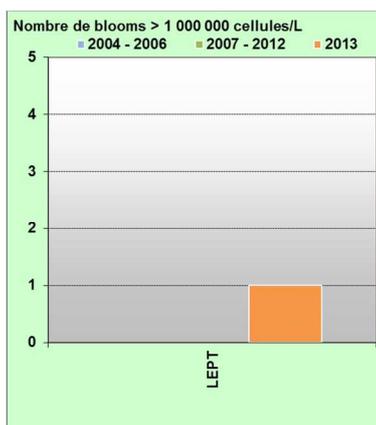
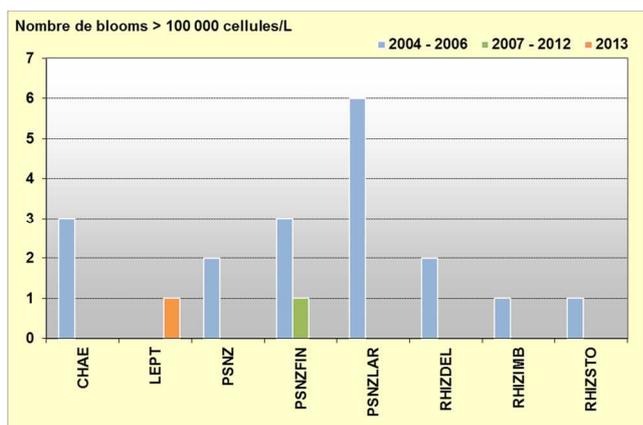


Figure 44 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Réville 1 mille entre 2004-2006 (n=37), 2008-2012 (n=59) et 2013 (n=12).



### 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 dans les observations en 2013.

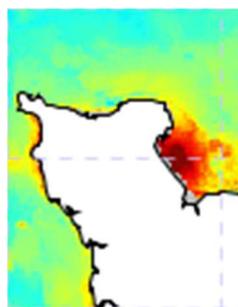
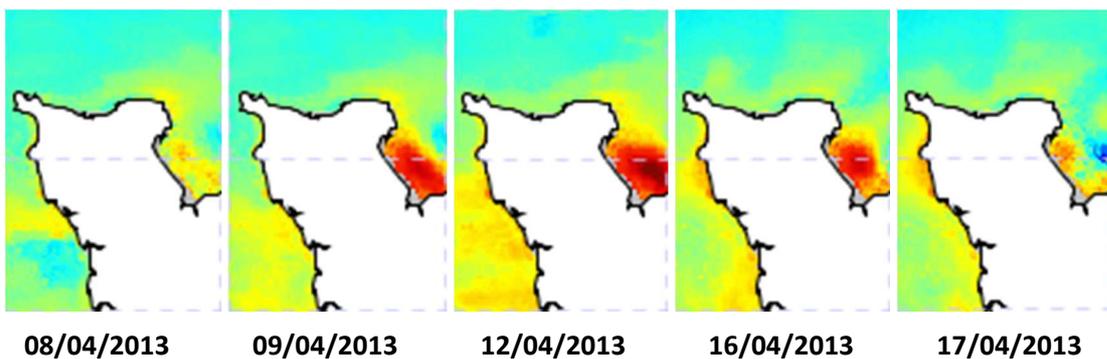
Les stocks hivernaux en nutriments sont du même ordre, avec une légère augmentation sur « Gougins », et le cycle des nutriments en 2013 sont analogues, avec des recharges (notamment en nitrate + nitrite) en mars, juin et début août. Dans les deux cas un excès en azote peut être observé entre avril et juin, et « Gougins » semble montrer une légère carence potentielle en azote début septembre 2013 et éventuellement une petite carence en phosphore en août. Ainsi, sur les deux points, le **cycle des nutriments apparaît perturbé** en 2013.

La biomasse chlorophyllienne a été faible sur les deux points en 2013. Il est vraisemblablement que cela soit dû à la stratégie d'échantillonnage, car les images satellites montrent une forte biomasse début avril pendant environ 8 jours qui n'a pas été mesurée sur le terrain (voir ci-dessous). Il a tout de même été observé un bloom de *Leptocylindrus sp.* à « Gougins » le 16/07, comme à « Réville 1 mille » (HC08), mais qui ne s'est pas développé à « La Hougue » à la même date. Les mesures d'oxygène dissous au fond suggèrent cependant que la colonne d'eau reste correctement oxygénée.

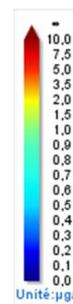
Aussi, le **risque d'eutrophisation dans la masse d'eau HC09 est faible.**

HC09

#### Observations satellite analysée de chlorophylle-a (5 derniers jours)



Bloom du 16/07/2013



# Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

HC09

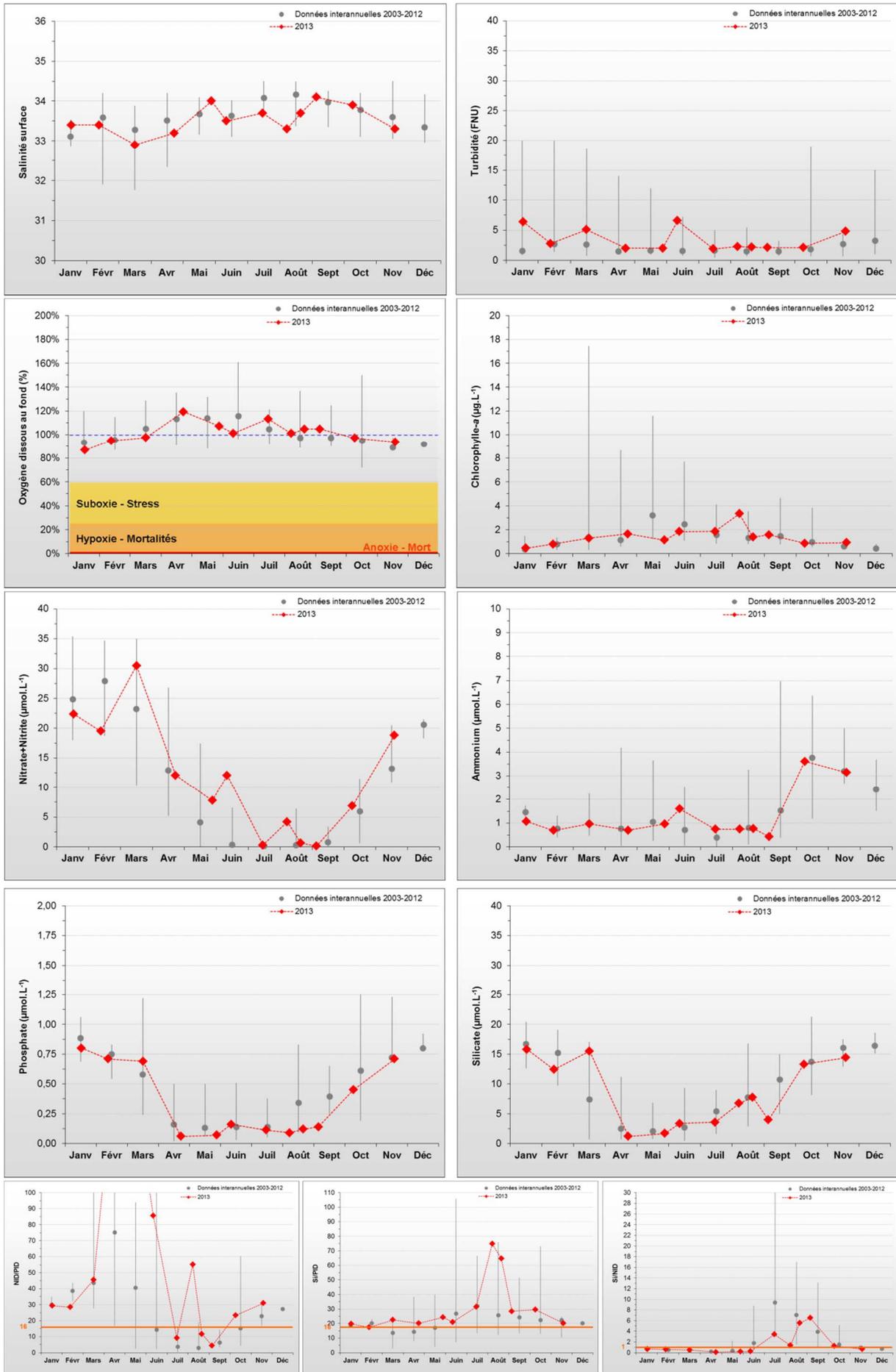


Figure 45 : Évolution des paramètres à La Hougue entre 2003-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

III.2.8.1 La Hougue 2003-2013

**SYNTHÈSE 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 2013. Comme à « Réville 1 mille », les stocks hivernaux en nutriments sont très faibles mais ont été rechargés à différentes reprises en 2013 (mars, juin, août). Par contre, contrairement à « Réville 1 mille », ces apports n'ont pas permis le développement d'un bloom en juillet, mais un léger pic de biomasse a été observé en août, avec le développement de *Pseudo-nitzschia sp.* sans que ce taxon ne dépasse de seuil, avec la consommation des stocks en nitrate + nitrite. **Le cycle des nutriments apparaît donc perturbé.** La biomasse est restée globalement très faible en 2013, 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.**

HC09

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	0,8 (18/03)	33,5	33,7
Turbidité	Pics > 5 FNU :	6,4 (17/01), 6,6 (12/06)	3,4 FNU	2,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	86,7 % (17/01)	101,7 %	105,2 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	21,0 µM	11,3 µM	8,4 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,9 µM	1,3 µM	1,5 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,8 µM	0,3 µM	0,4 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	14,1 µM	8,3 µM	8,2 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (avril-juin) Carence N (sept.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mi-avril ? 1,6 µg/L (24/04) 3,3 µg/L (08/08) Biomasse très faible	1,4 µg/L	2,0 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	Aucun bloom		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Faible</b>		

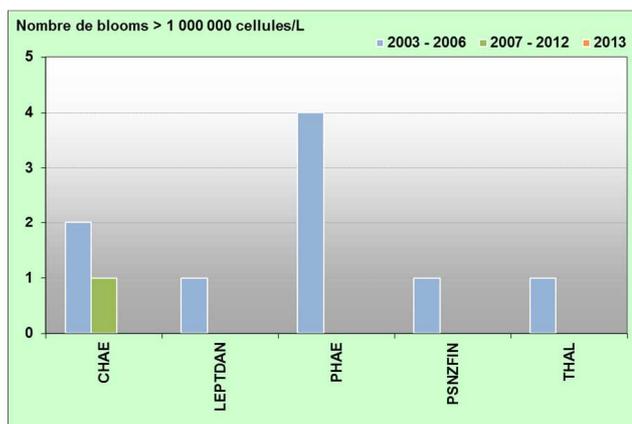
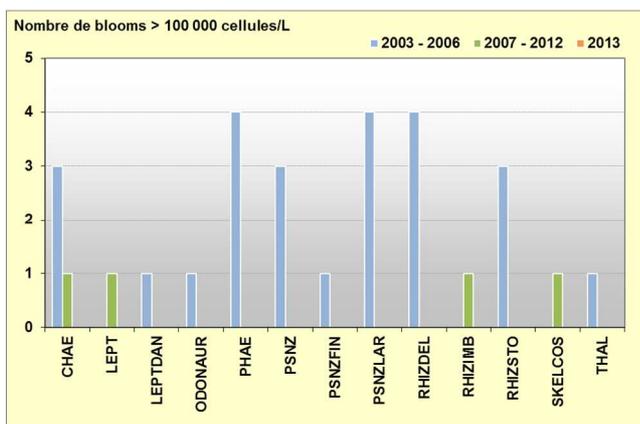


Figure 46 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur La Hougue entre 2003-2006 (n=78), 2007-2012 (n=88) et 2013 (n=12).

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2006-2012

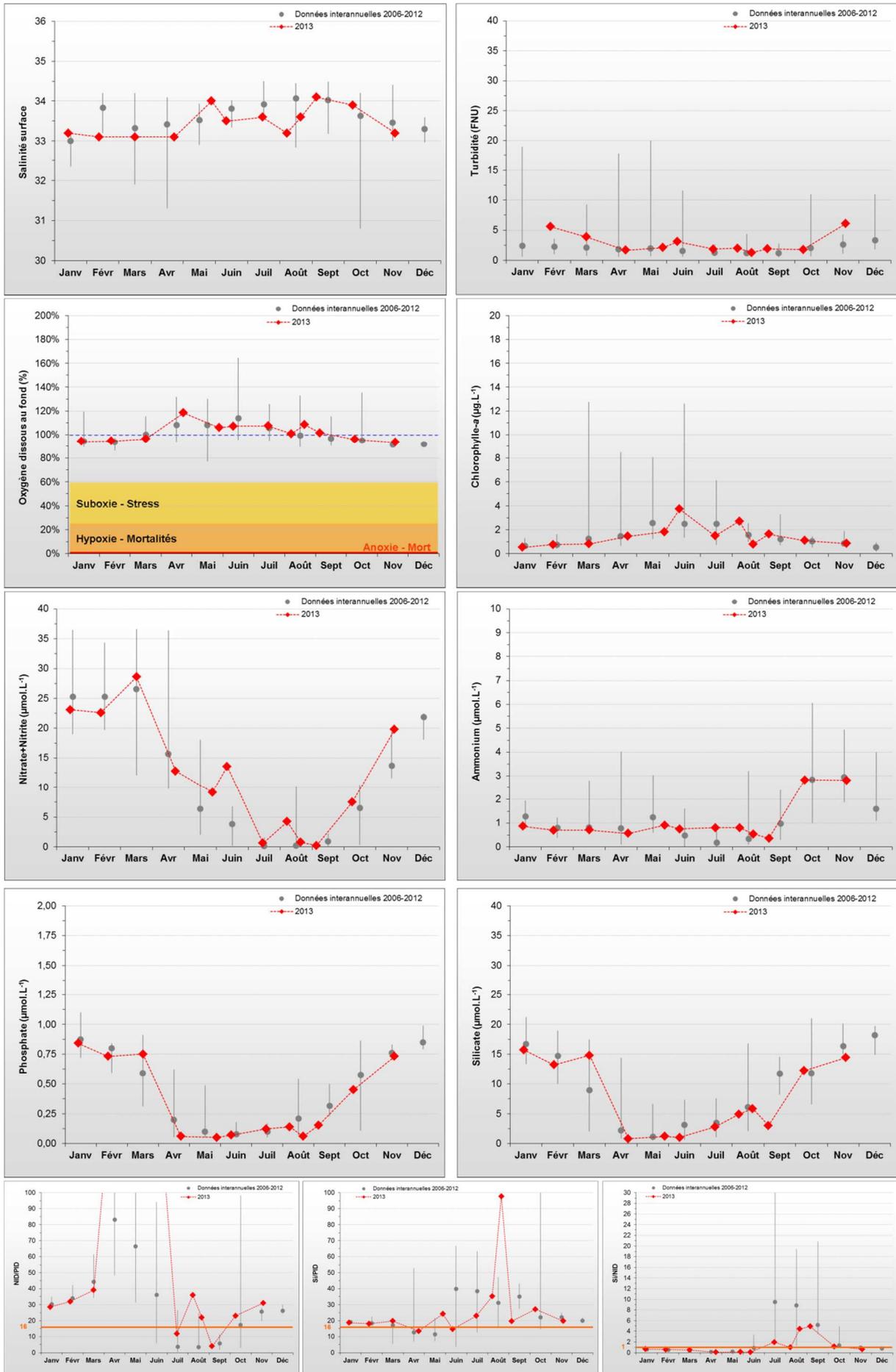


Figure 47 : Évolution des paramètres à Gougins entre 2006-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

HC09

III.2.8.2 Gougins 2006-2013

**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 2013. Comme à « La Hougue », les stocks hivernaux en nutriments sont très faibles mais ont été rechargés à différentes reprises en 2013 (mars, juin, août). Par contre, comme à « Réville 1 mille », ces apports ont vraisemblablement permis le développement d'un bloom important de *Leptocylindrus sp.* en juillet, correspondant à un pic de biomasse, et conduisant à la consommation des stocks en nutriments. **Le cycle des nutriments apparaît donc perturbé.** La biomasse est restée globalement très faible en 2013, aucune desoxygénation de la colonne d'eau n'a été observée, et peu d'espèces ont été observées en état de bloom depuis 2010. **Le risque d'eutrophisation est donc faible sur ce point.**

HC09

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	0,5 (12/02, 18/03, 24/04)	33,5	33,6
Turbidité	Pics > 5 FNU :	5,6 (12/02), 6,1 (18/11)	2,9 FNU	2,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	93,5 % (18/11)	102,0 %	103,5 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	22,9 µM	11,9 µM	11,2 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,8 µM	1,1 µM	1,3 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,8 µM	0,4 µM	0,4 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	14,5 µM	7,5 µM	8,6 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (avril-juin) Carence P (août), N (sept.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mi-avril ? 3,7 µg/L (12/06) 2,7 µg/L (08/08) Biomasse très faible	1,5 µg/L	2,2 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Leptocylindrus sp.</i> 884 500 cell/L (16/07)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Faible</b>		

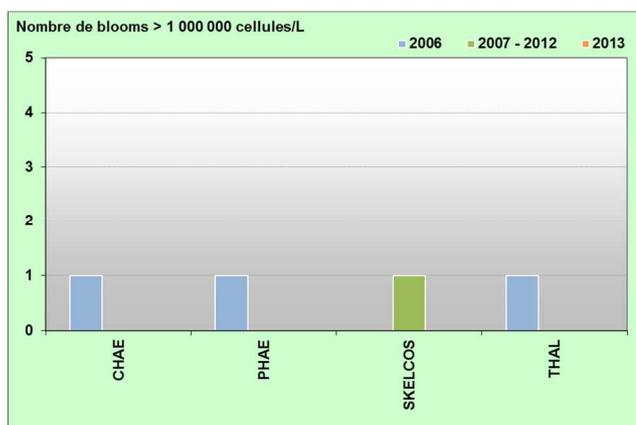
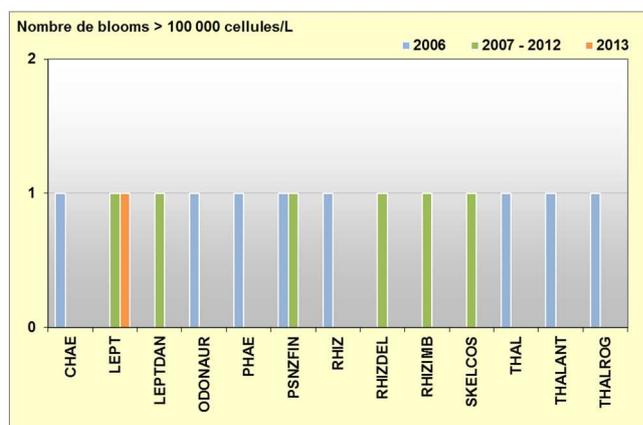


Figure 48 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gougins entre 2006 (n=21), 2007-2012 (n=88) et 2013 (n=12).



### 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 km<sup>2</sup>. 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 », notamment du fait d'une dessalure chargée en nutriments en février 2013, la biomasse chlorophyllienne est en moyenne légèrement plus importante à « Utah » qu'à « Roches de Grandcamp », comme cela a été le cas en 2013. 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 juin, et, alors qu'à « Utah », une carence potentielle en azote semble être survenue en fin d'été 2013, cela n'a pas été le cas 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. Il est vraisemblable que, comme pour la masse d'eau HC09, le pic de biomasse printanier n'ai pas pu être observé du fait de la stratégie d'échantillonnage, car les images satellites montrent une forte biomasse début avril pendant environ 8 jours qui n'a pas été relevée sur le terrain (voir § HC09). Les deux points ont cependant vu le développement d'espèces phytoplanctoniques en état de bloom. A « Utah », *Pseudo-nitzschia* du complexe *delicatissima* (groupe des fines) a été observé mi-juin 2013. A « Roches de Grandcamp », les diatomées *Leptocylindrus sp.* et *Asterionellopsis glacialis* ont respectivement dépassé le seuil de bloom fin juin et mi-juillet, cette dernière ayant aussi dépassé le seuil de 1 000 000 cellules par litre. 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.**

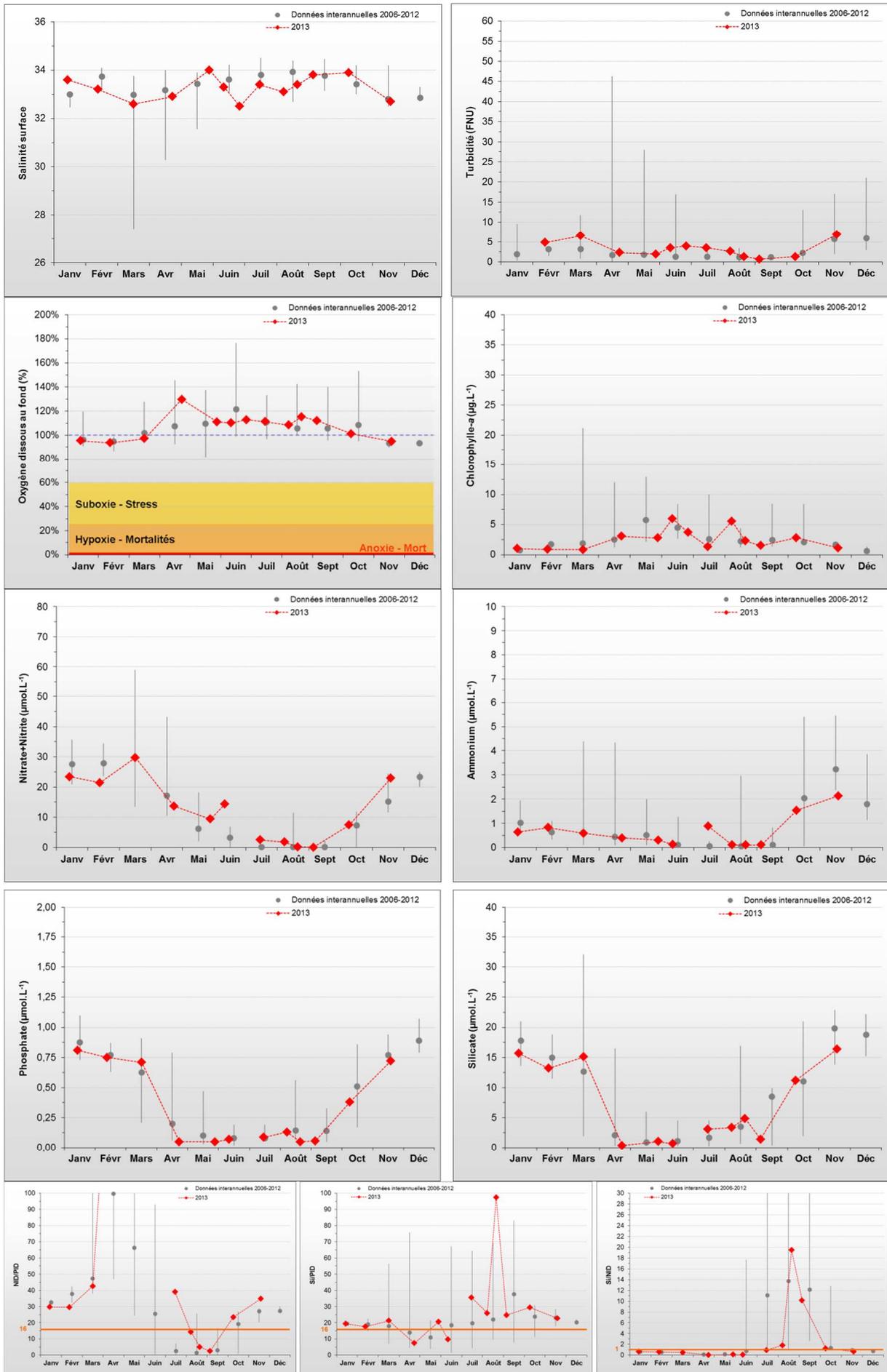


Figure 49 : Évolution des paramètres à Utah entre 2006-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

III.2.9.1 Utah 2006-2013

**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 2013, et la turbidité est restée faible. Les stocks hivernaux en nutriments sont très faibles mais ont été rechargés à différentes reprises en 2013 (mars, juin, août). Ces apports ont vraisemblablement permis le développement d'un bloom de *Pseudo-nitzschia sp.* en juin, correspondant à un pic de biomasse marqué. **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, révélant la productivité du milieu qui est mise à profits pour la mytiliculture.

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

HC10

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	0,9 (27/06)	33,3	33,4
Turbidité	Pics > 5 FNU :	6,5 (18/03), 6,9 (18/11)	3,3 FNU	3,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	93,6 % (12/02)	107,1 %	108,5 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	22,4 µM	12,2µM	12,2µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,7 µM	0,6 µM	1,0 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,8 µM	0,3 µM	0,4 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	14,5 µM	7,2 µM	8,1 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (avril-juin) Carence P (août), N (sept.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mi-avril ? 3,1 (24/04) ; 6,0 (12/06) 5,6 µg/L (08/08) Biomasse faible	2,5 µg/L	3,4 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Pseudo-nitzschia</i> , complexe <i>delicatissima</i> , groupe des fines 134 000 cell/L (12/06)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Faible</b>		

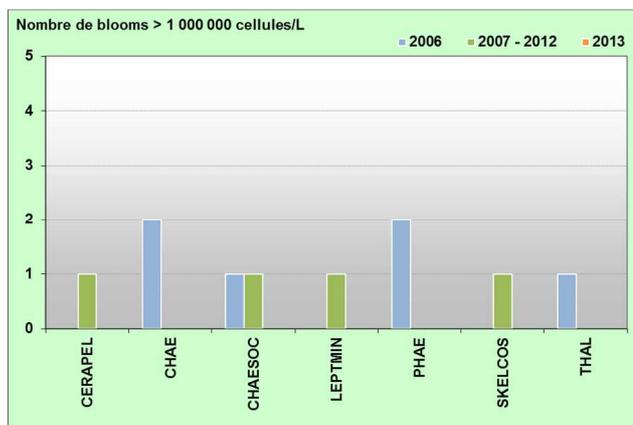
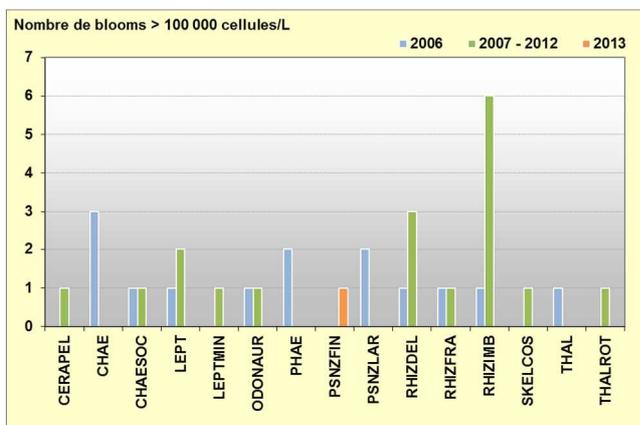


Figure 50 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Utah entre 2006 (n=22), 2007-2012 (n=91) et 2013 (n=13).

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

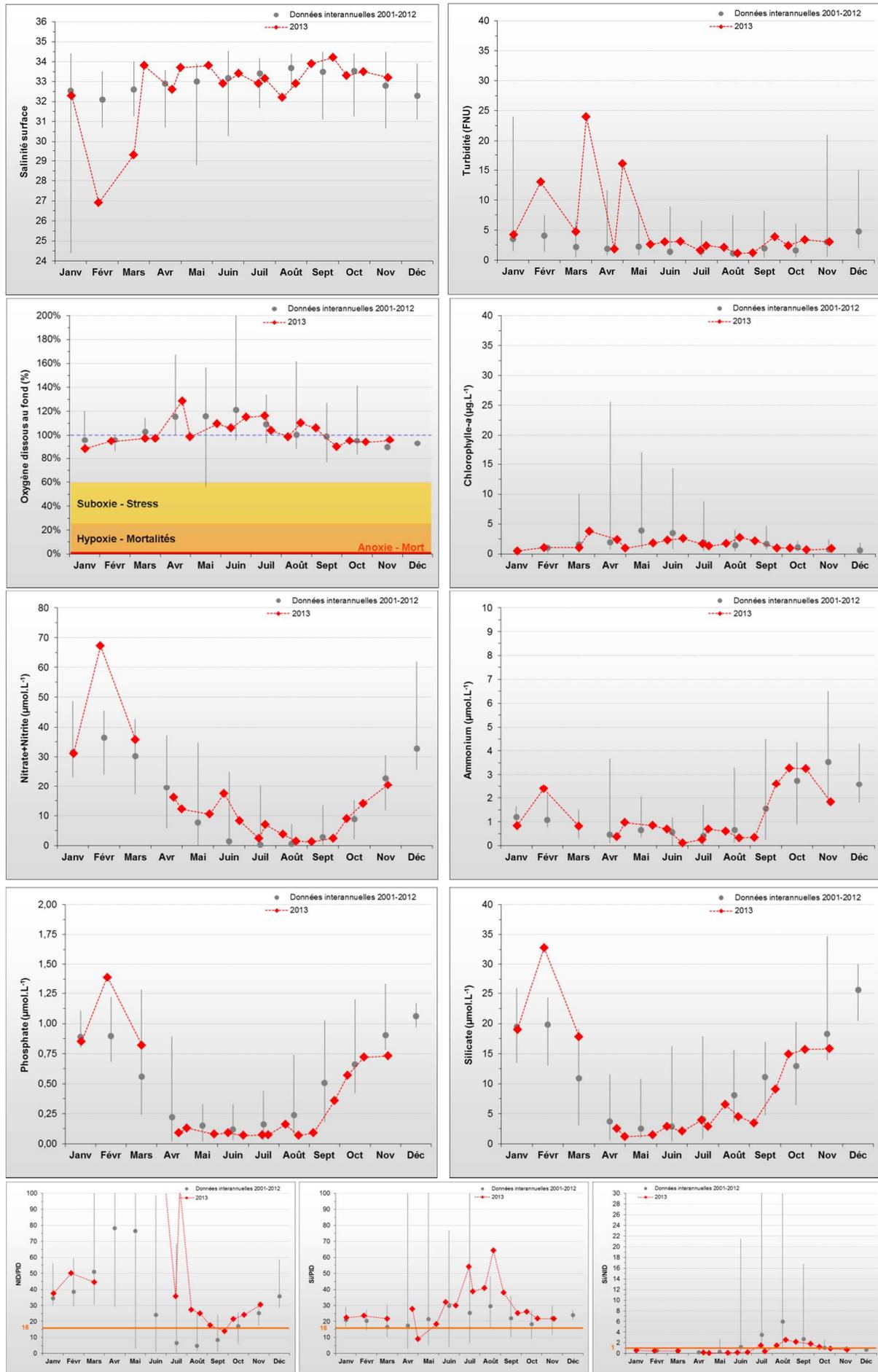


Figure 51 : Évolution des paramètres à Roches de Grandcamp entre 2001-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

III.2.9.2 Roches de Grandcamp 2001-2013

**SYNTHÈSE 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 fortes, comme ce fut le cas en février 2013, sans que celle-ci soit enregistrée à « Utah ». Ainsi, la salinité est en moyenne plus faible à « Roches de Grandcamp ». Il en a résulté un fort apport en nutriments en février, augmentant ainsi l'estimation des stocks hivernaux qui restent cependant faibles. En outre, ces stocks ont aussi été rechargés à différentes reprises en 2013 (mars, juin, août) comme sur les autres points de la côte est. Ces apports ont vraisemblablement permis le développement de deux blooms importants de *Leptocylindrus sp.* fin juin, et d'*Asterionellopsis glacialis* mi-juillet, avec une biomasse associée faible. **Le cycle des nutriments apparaît donc perturbé.** Malgré cela aucune desoxygenation 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).

HC10

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	6,2 (12/02)	32,7	33,1
Turbidité	Pics > 5 FNU :	13 (12/02), 24 (28/03), 16 (02/05)	5,2 FNU	2,7 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	88,1 % (17/01)	102,4 %	110,0 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	49,2 µM	15,3 µM	10,9 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,6 µM	1,2 µM	1,1 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,1 µM	0,4 µM	0,4 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	25,9 µM	9,2 µM	8,6 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (avril-juin) Carence P (août), N (sept.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mi-avril ? 3,8 (28/03), 2,6 (27/06) 2,8 µg/L (21/08) Biomasse faible	1,6 µg/L	2,5 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Leptocylindrus sp.</i> 787 200 cell/L (27/06) <i>Asterionellopsis glacialis</i> 1 870 400 cell/L (16/07)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

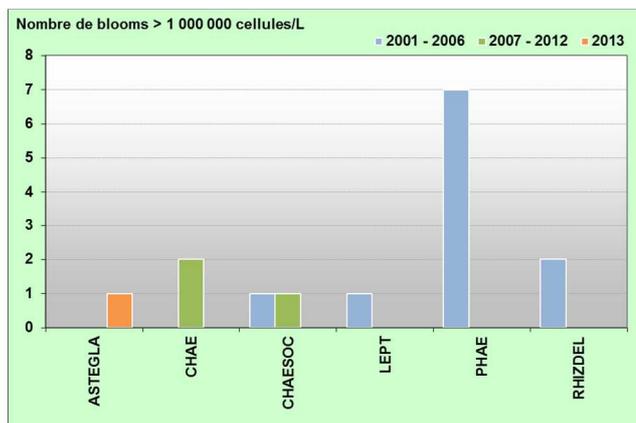
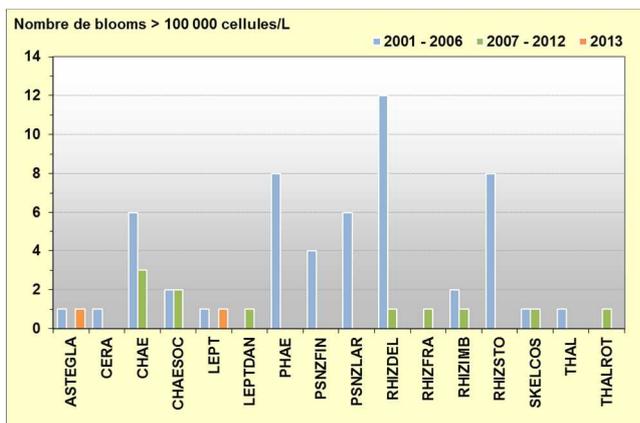


Figure 52 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Roches de Grandcamp entre 2001-2006 (n=148), 2007-2012 (n=119) et 2013 (n=18).



### III.2.10 Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2013)

**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 km<sup>2</sup>.

Les stocks hivernaux en nutriments sont très faibles par rapport à d'autres masses d'eau de transition, même si un très net excédent hivernal en azote a pu être observé en 2013 par rapport à l'interannuel, et des apports terrigènes rechargent le milieu régulièrement. Du fait de la présence d'une importante zone ostréicole consommant le phytoplancton, la biomasse chlorophyllienne reste faible. L'azote apparaît en excès une majorité de l'année, rendant le phosphore l'élément déficitaire. Le **cycle des nutriments apparaît donc perturbé**. En outre, quatre taxons (*Chaetoceros sp.*, *Leptocylindrus sp.*, *Pseudo-nitzschia sp.* et *Asterionellopsis glacialis*) ont été en état de bloom en juin, juillet et septembre, mais aucun n'a dépassé le seuil de 1 000 000 cellules par litre. La colonne d'eau est toujours restée correctement oxygénée en 2013.

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

HT06

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	1,4 (18/03)	33,3	33,4
Turbidité	Pics > 5 FNU :	10 (12/02), 6 (18/03), 8,3 (28/03), 7,6 (02/05)	3,6 FNU	2,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	88,2 % (17/01)	102,0 %	109,6 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	37,6 µM	15,5 µM	10,6 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,3 µM	1,2 µM	1,1 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,8 µM	0,3 µM	0,4 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	20,6 µM	8,9 µM	8,0 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (fév.-juill.) Déficit en P presque toute l'année		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Mi-avril ? 3,5 (24/04), 3,2 (12/06) 2,5 µg/L (05/09) Biomasse faible	1,6 µg/L	2,9 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Chaetoceros sp.</i> 376 000 cell/L (12/06) 118 900 cell/L (16/07) 598 200 cell/L (05/09) <i>Pseudo-nitzschia</i> , cplx <i>delicatissima</i> , gpe fines 198 200 cell/L (12/06) <i>Leptocylindrus sp.</i> 860 500 cell/L (27/06) <i>Asterionellopsis glacialis</i> 117 500 cell/L (16/07)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

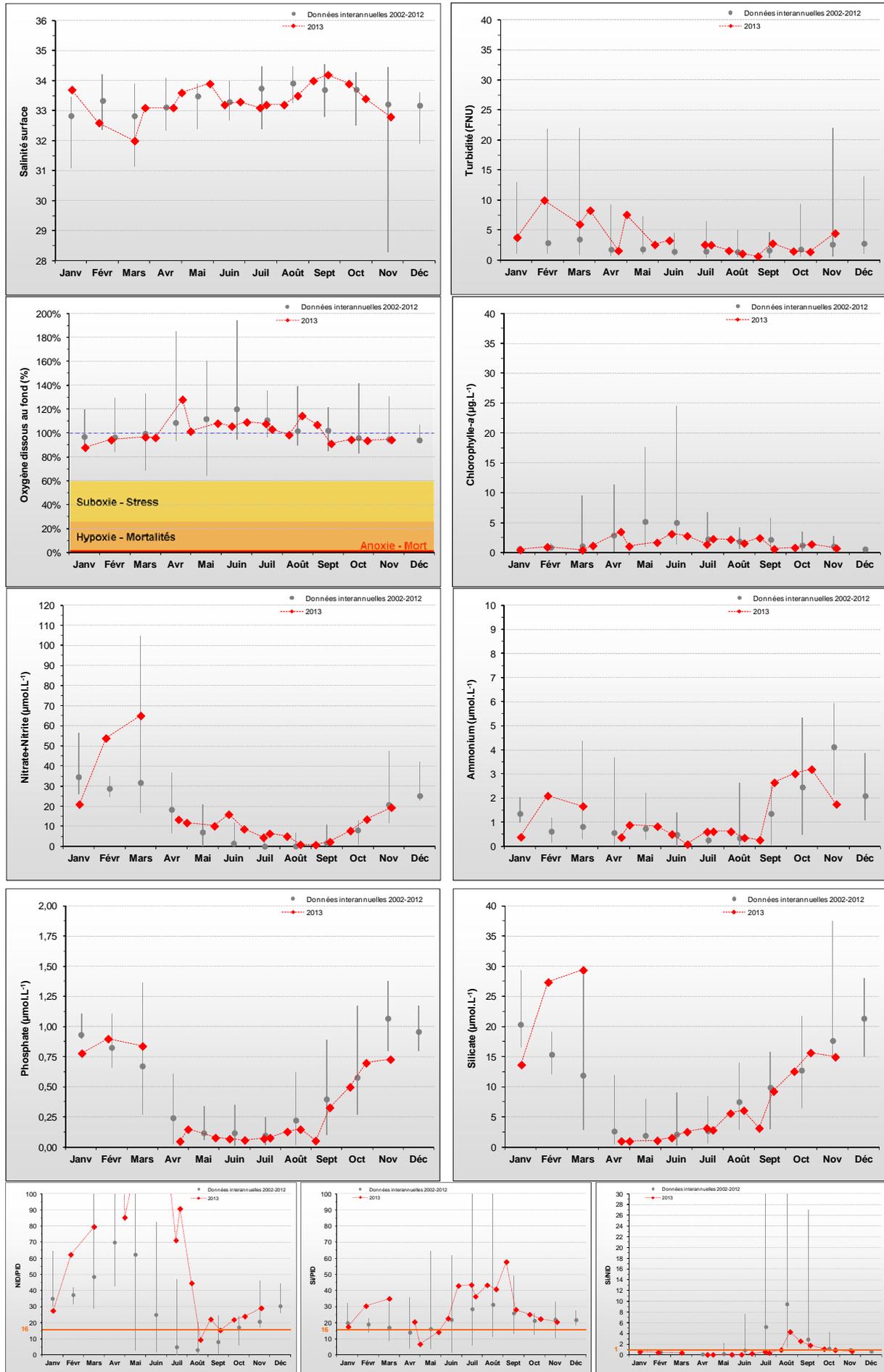


Figure 53 : Évolution des paramètres à Géfosse entre 2002-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

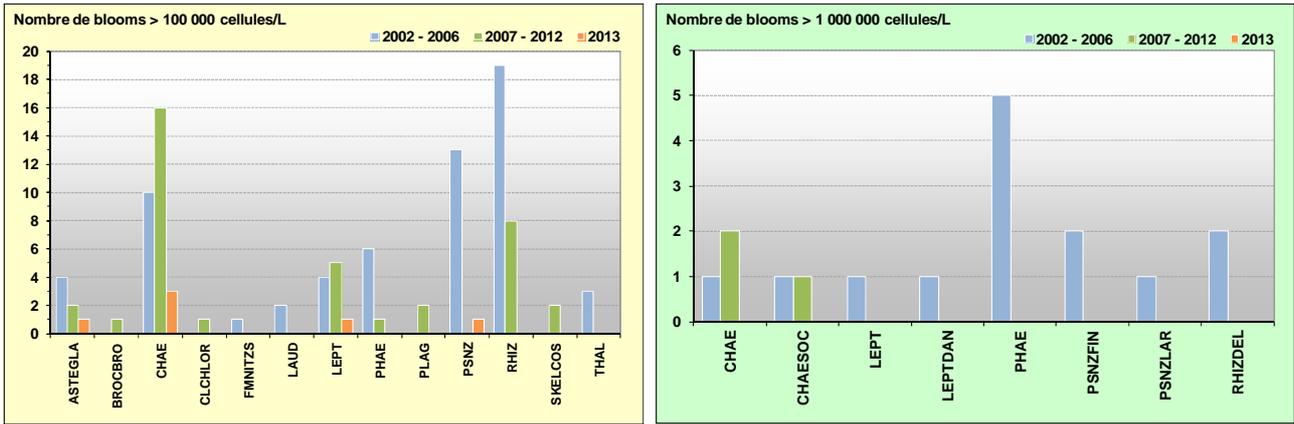


Figure 54 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gêfosse entre 2002-2006 (n=122), 2007-2012 (n=123) et 2013 (n=20). Les taxons ayant dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre étant nombreux, certains ont été regroupés par familles (CHAE, LEPT, PSNZ, RHIZ, et THAL).

### Peuplement phytoplanctonique au point « Gêfosse »

Les données issues des flores totales à Gêfosse permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point sur la période 2008-2013 (Figure 55).

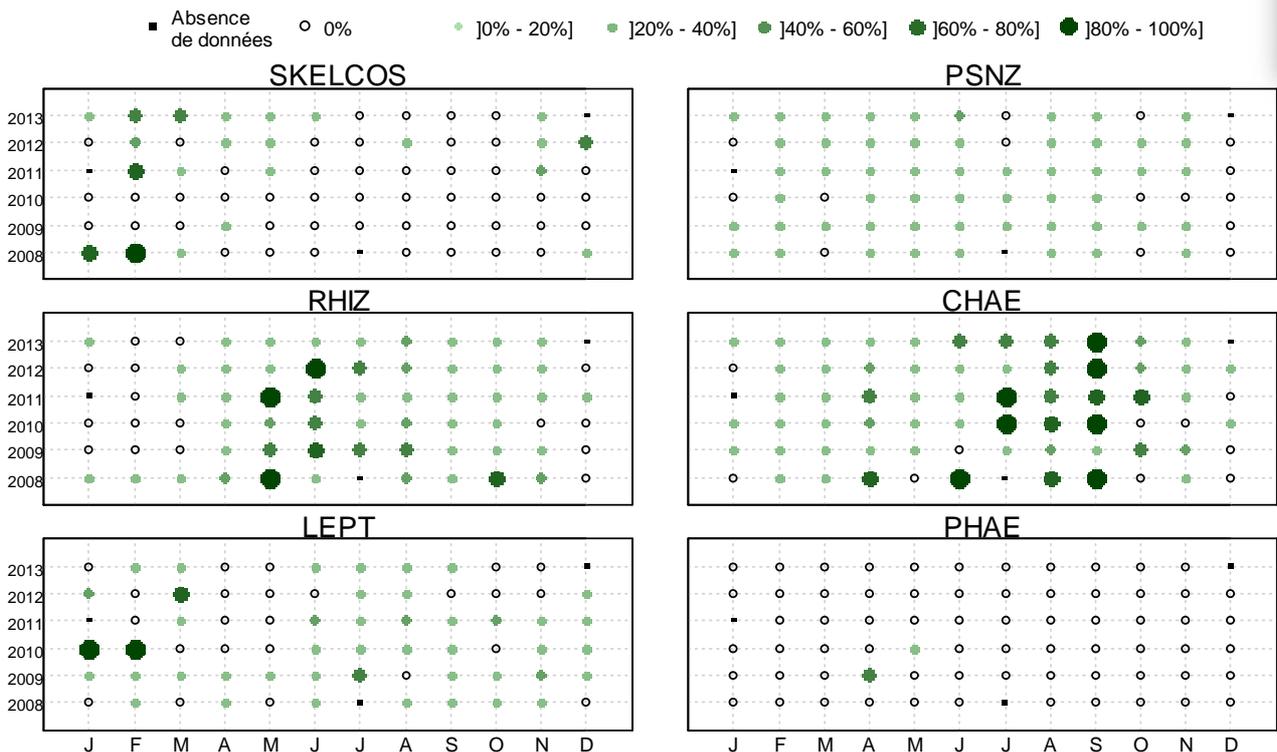


Figure 55 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Gêfosse. SKELCOS = *Skeletonema costatum*, PSNZ = *Pseudonitzschia* sp., RHIZ = *Rhizosolenia* sp., CHAE = *Chaetoceros* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., PHAE = *Phaeocystis*.

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 *Leptocylindrus* sp. en 2010, ou par *Thalassiosira* sp. (THAL) en 2009 et en 2012 (non présenté). Le bloom printanier (avril – juin) est principalement dominé par la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ). L'été et le début de l'automne sont fortement dominés par *Chaetoceros* sp. (CHAE), et notamment par l'espèce *Chaetoceros socialis*.

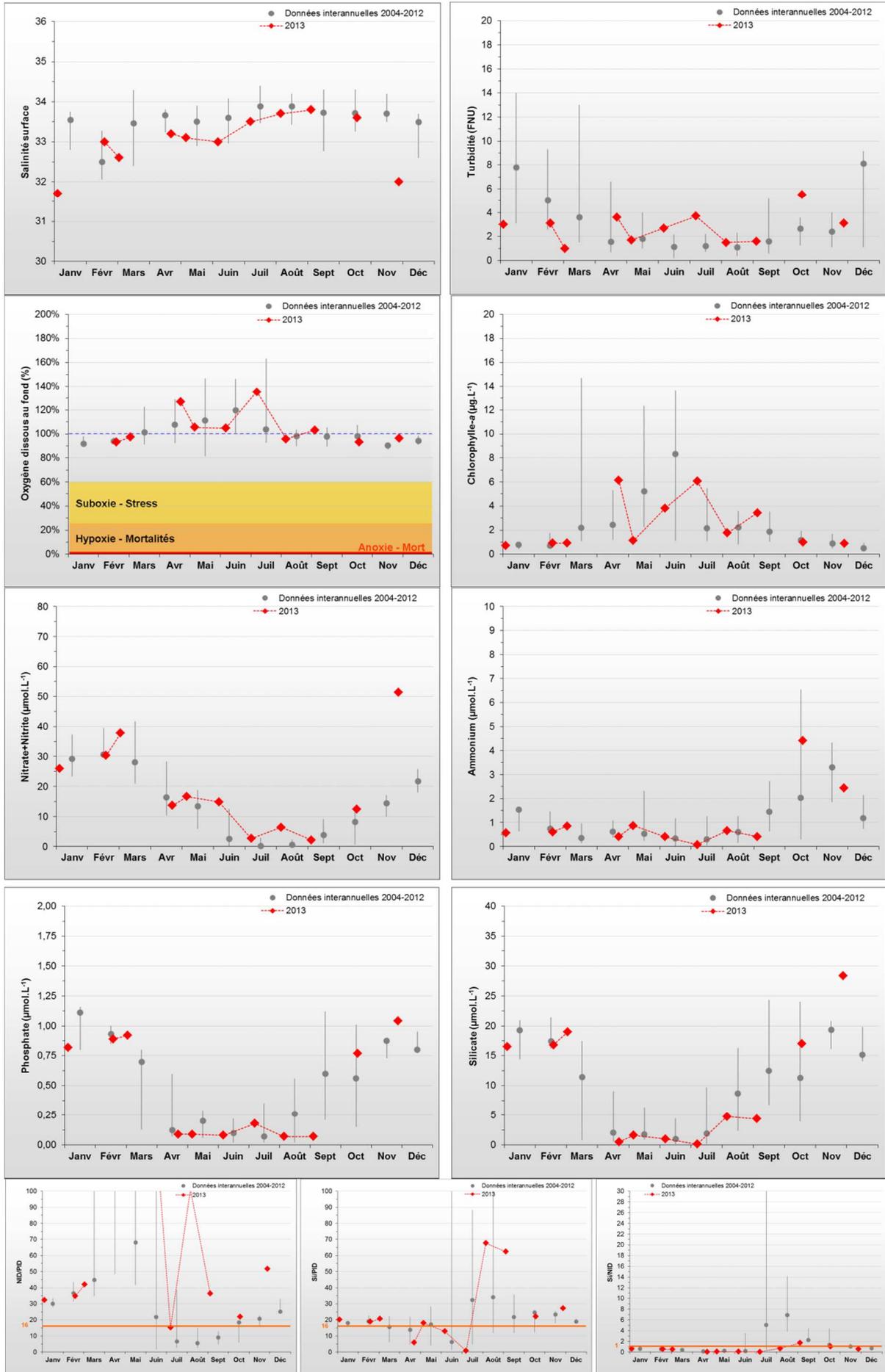


Figure 56 : Évolution des paramètres à Port-en-Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006 et 2009-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.11 Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2009-2013)

**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. Les stocks hivernaux de nutriments restent très faibles, avec un excès d'azote particulièrement au printemps. Ces stocks ne paraissent pas s'épuiser à l'exception, ponctuellement du silicium (le 08/07/13) et le phosphore (en août 2013), suggérant que le milieu est régulièrement rechargé. Le **cycle des nutriments paraît donc perturbé**. Ainsi, la biomasse y est faible avec typiquement un pic printanier, un autre estival et un léger pic en fin d'été, comme en 2013.

En 2013, une seule espèce, *Leptocylindrus sp.*, a été en état de bloom très important le 08/07. Ce nombre est significativement en diminution depuis la reprise des observations en 2009 par rapport à la période 2004-2006.

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

HC11

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	1,9 (04/01)	33,0	33,6
Turbidité	Pics > 5 FNU :	5,5 (18/10)	2,8 FNU	2,5 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	93,2 % (18/10)	105,2 %	104,1 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	28,2 µM	19,5 µM	12,3 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,6 µM	1,1 µM	1,0 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,9 µM	0,5 µM	0,4 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	16,7 µM	10,0 µM	8,4 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (avril-juin) Déficit en Si début juillet, et en P en août		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Avril ? 6,1 (23/04), 6,6 (08/07) 3,4 µg/L (04/09) Biomasse faible	2,4 µg/L	3,2 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Leptocylindrus sp.</i> 5 926 000 cell/L (08/07)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

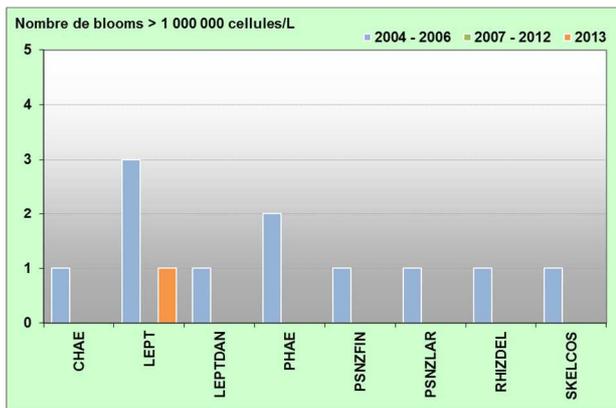
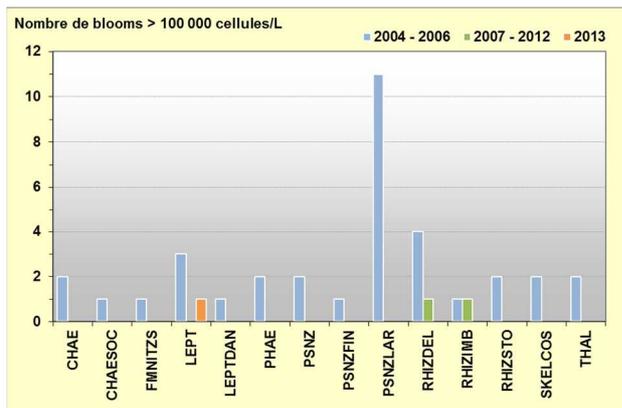


Figure 57 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006 (n=55), 2009-2012 (n=48) et 2013 (n=11).

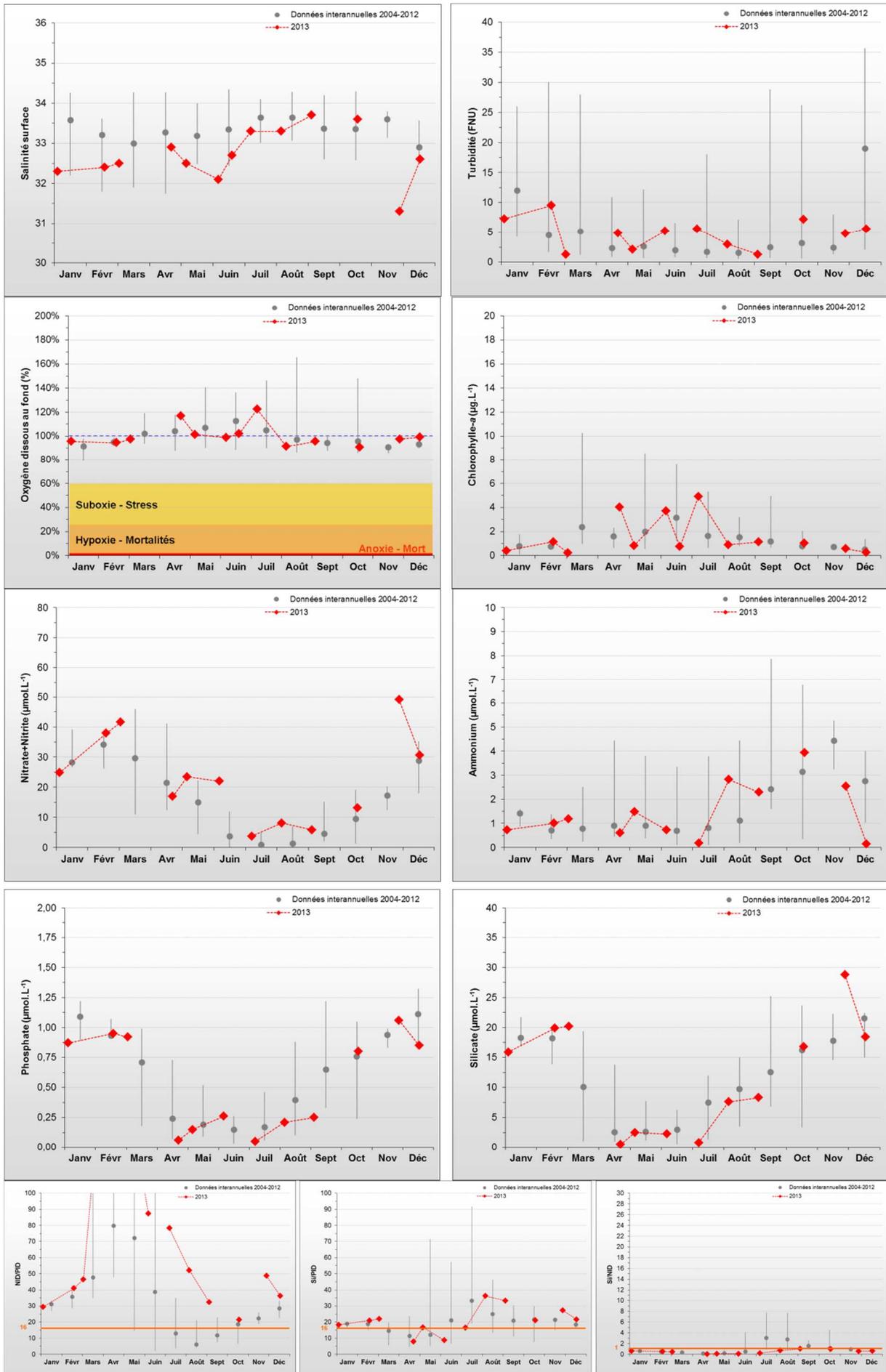


Figure 58 : Évolution des paramètres à Asnelles-Meuvoines entre 2004-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.12 Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2013)

**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 modérées comme en 2013. 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 début d'été, le silicium et le phosphore devenant légèrement en carence respectivement au printemps et en août. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**. Malgré ces stocks en nutriments, la biomasse est restée très faible en 2013 comme les années précédentes malgré quelques pics au cours de la saison productive. Deux espèces ont cependant été en état de bloom : *Pseudo-nitzschia*, complexe *seriata* (groupe des effilées) début juin, et *Leptocylindrus sp.* de façon significative en août. 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	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	2,1 (27/11)	32,7	33,4
Turbidité	Pics > 5 FNU :	7,3 (04/01), 9,5 (18/02), 5,2 (07/06), 5,6 (08/07), 7,2 (18/10), 5,6 (17/12)	4,8 FNU	4,5 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	90,5 % (18/10)	100,2 %	101,9 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	31,4 µM	23,1 µM	13,0 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,9 µM	1,5 µM	1,8 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,9 µM	0,5 µM	0,5 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	17,9 µM	11,8 µM	9,7 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (avril-juillet) Déficit en Si fin avril et début juin, et léger en P en août		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Avril ? 4,0 (23/04), 4,9 (08/07) 1,1 µg/L (04/09) Biomasse faible	1,5 µg/L	1,9 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Pseudo-nitzschia</i> , cplx <i>seriata</i> , gp des effilées 479 500 cell/L (07/06) <i>Leptocylindrus sp.</i> 3 802 600 cell/L (08/07)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

HC12

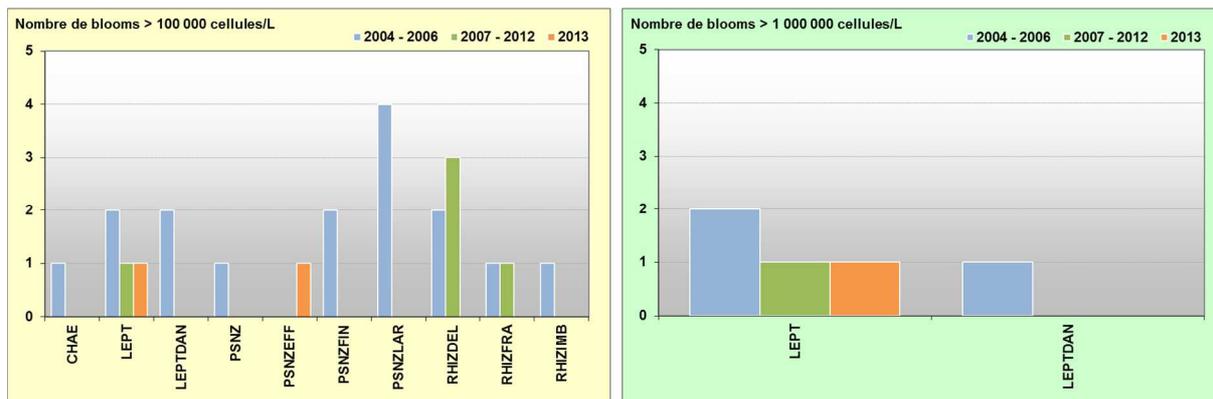


Figure 59 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Asnelles-Meuvoines entre 2004-2006 (n=70), 2007-2012 (n=116) et 2013 (n=13).

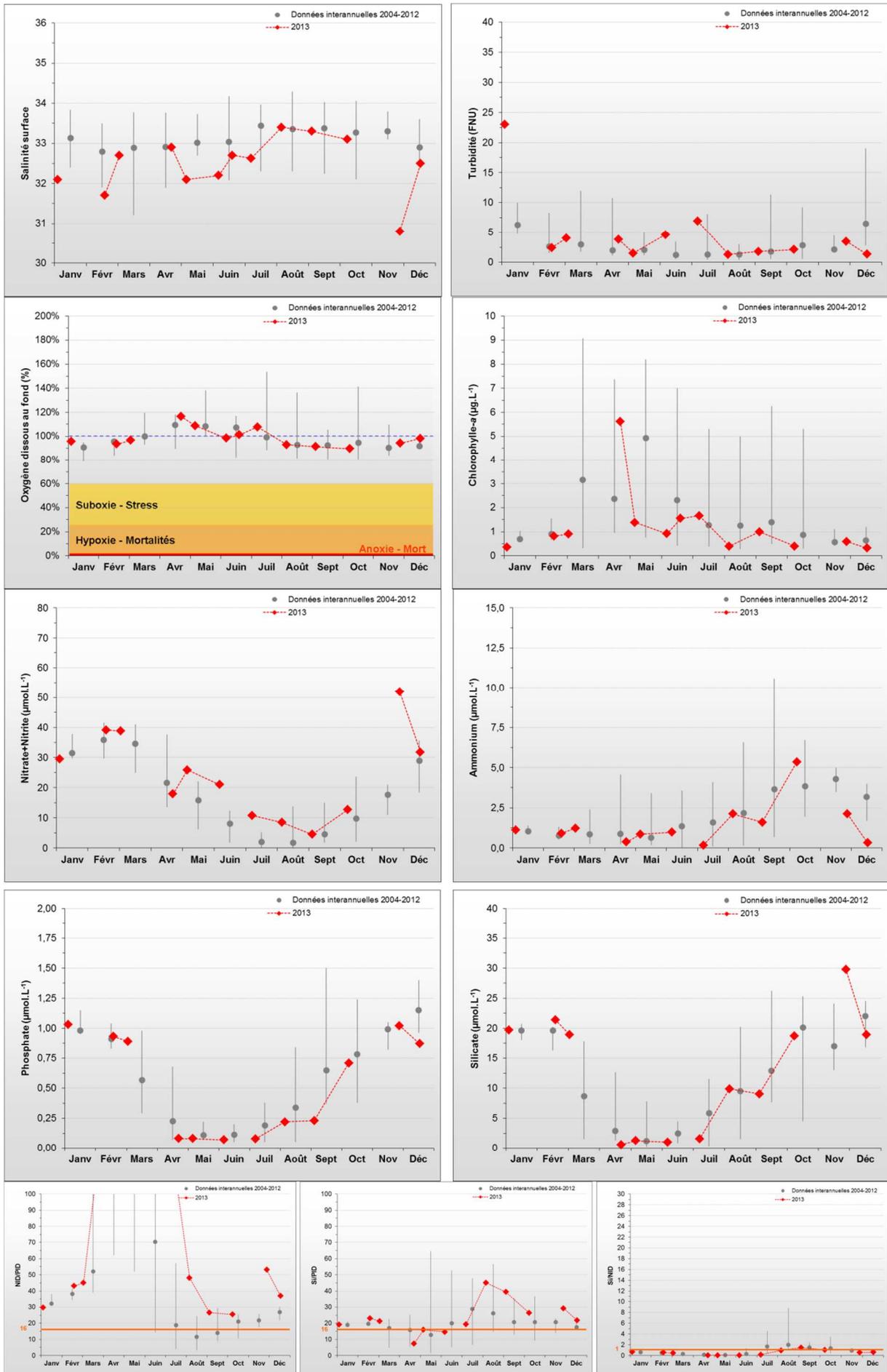


Figure 60 : Évolution des paramètres à St Aubin les Essarts entre 2004-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.13 Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2013)

**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 modérées comme en 2013, 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 et début d'été, le silicium et le phosphore devenant légèrement en carence respectivement fin avril et en août. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**. Malgré ces stocks en nutriments, la biomasse est restée très faible en 2013 comme les années précédentes malgré un pic marqué au printemps. Une espèce a cependant été en état de bloom : *Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima* (groupe des fines) début juin.

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

HC13

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	2,4 (27/11)	32,5	33,2
Turbidité	Pics > 5 FNU :	23 (04/01), 6,9 (08/07)	4,7 FNU	2,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	89,6 % (08/10)	98,8 %	99,4 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	34,3 µM	24,4 µM	14,5 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,0 µM	1,4 µM	2,1 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,0 µM	0,5 µM	0,5 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	20,6 µM	12,6 µM	9,5 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N (avril-juillet) Léger déficit en Si fin avril, et en P en août		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Avril ? 5,6 (23/04), 1,7 (08/07) 1,0 µg/L (04/09) Biomasse très faible	1,2 µg/L	2,0 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Pseudo-nitzschia</i> , cplx <i>delicatissima</i> , gp des fines 563 500 cell/L (07/06)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

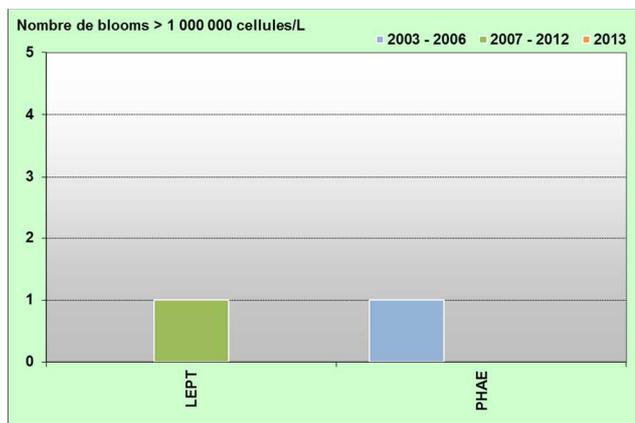
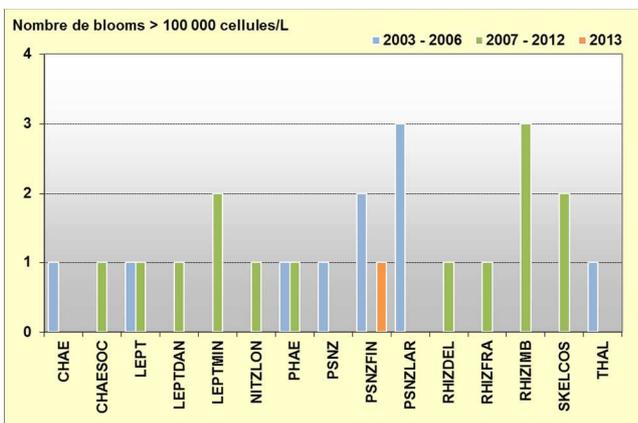


Figure 61 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à St Aubin les Essarts entre 2003-2006 (n = 80), 2007-2012 (n = 128) et 2013 (n = 13).



### 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  $\leq 10$  FNU), mais chargés en nutriments et notamment en nitrate + nitrite. Les stocks en nutriments hivernaux sont très faibles à faibles en s'approchant de l'estuaire, et ne sont pas complètement consommés. Ainsi, en 2013 l'azote a été particulièrement longtemps en excès (mars à juillet), le silicium et le phosphore devenant alors potentiellement en carence, mi-avril et fin juin-début juillet pour le premier, et en août-septembre pour le second. Sur les deux points, le **cycle des nutriments apparaît donc perturbé.**

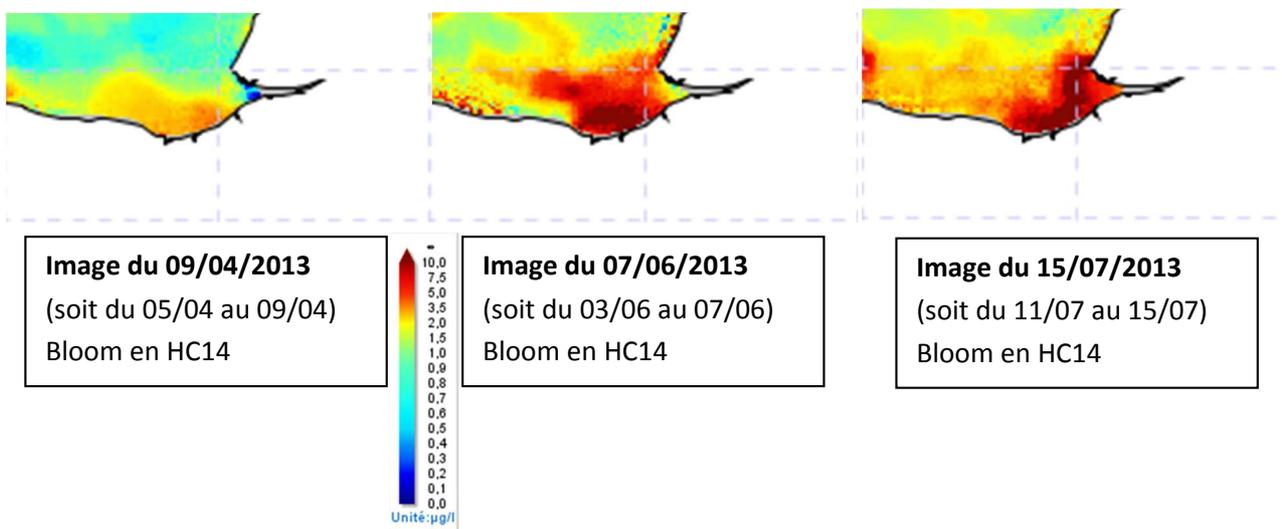
La biomasse chlorophyllienne, soutenue par plusieurs pics moyens entre fin mai et fin août, a été globalement plus faible que les années antérieures, avec une moyenne de 1,7  $\mu\text{g/L}$  à « Luc 1 mille », et de 4,3  $\mu\text{g/L}$  à « Ouistreham 1 mille ».

Deux espèces (*Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima* (groupe des fines) et *Leptocylindrus sp.*) ont été en état de bloom chacune à une reprise au point « Luc 1 mille » en 2013, dont une dépassant le seuil de 1 000 000 cellules par litre. Par contre, bien que seulement trois espèces (*Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima* (groupe des fines), *Chaetoceros sp.*, et *Pseudo-nitzschia americana*) aient été en état de bloom au point « Ouistreham 1 mille », celles-ci l'ont été pendant de longues périodes : 3 observations en juin pour *Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima* (groupe des fines) dont une  $> 1\ 000\ 000$  cell/L, 2 observations en juillet et 1 en août pour *Chaetoceros sp.* dépassant toutes 1 000 000 cell/L, et 1 observation de *Pseudo-nitzschia americana* en août.

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

HC14

#### Observations satellite analysée de chlorophylle-a (5 derniers jours)



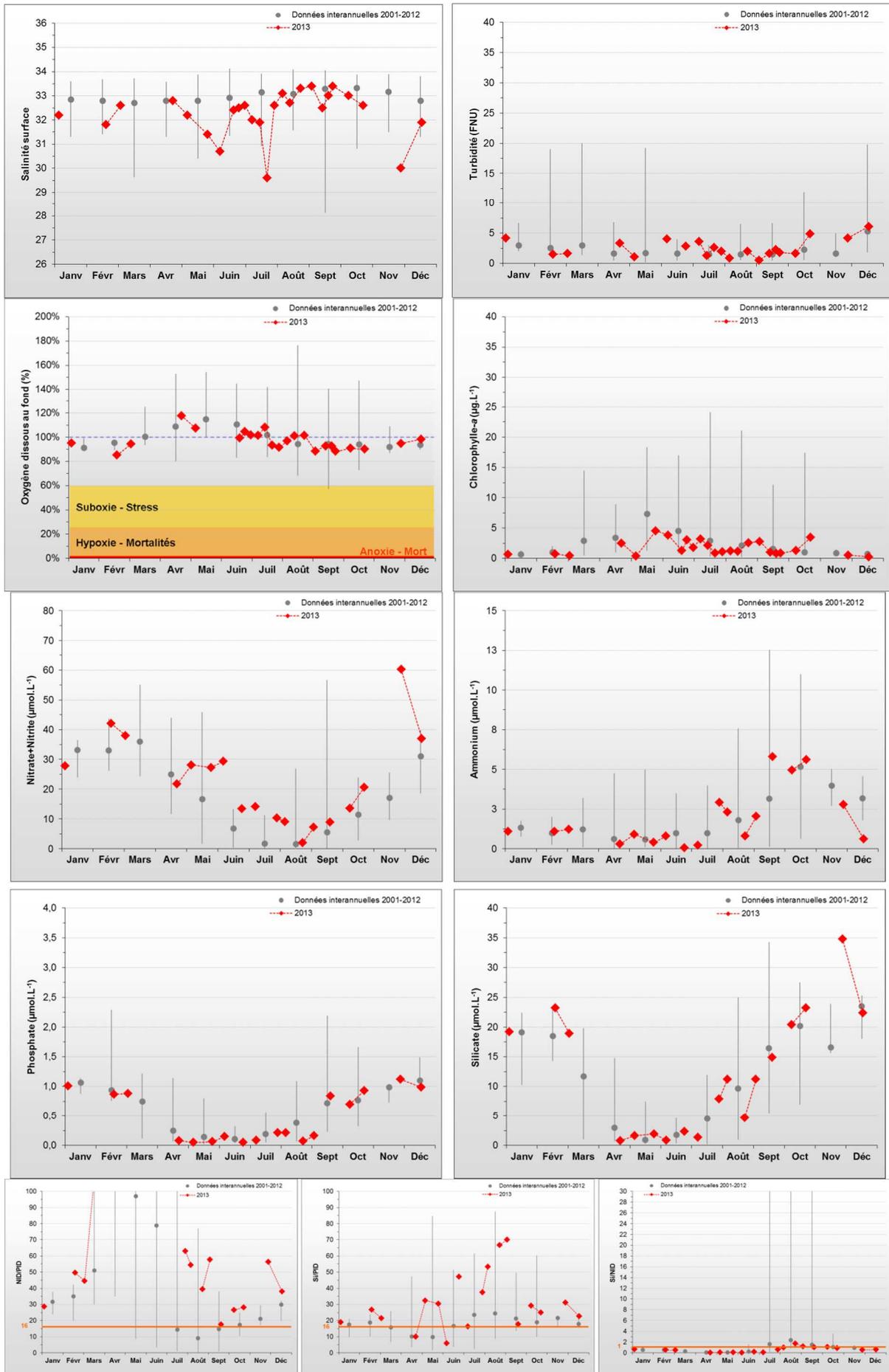


Figure 62 : Évolution des paramètres à Luc 1 mille entre 2001-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

III.2.14.1 Luc 1 mille 2001-2013

**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 pas une salinité en moyenne plus faible. Du fait de cette influence, des dessalures peuvent être observées à tout moment de l'année, comme en juillet 2013, accompagnées de recharge en nutriments. Les stocks hivernaux en nutriments y sont légèrement plus importants qu'à « St Aubin les Essarts » (HC13), avec un excès très marqué en azote au printemps et début d'été, le silicium et le phosphore devenant légèrement en carence respectivement fin avril et début juin, et en août. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**. Malgré ces stocks en nutriments, la biomasse observée est restée très faible en 2013. Deux espèces ont cependant été en état de bloom important : *Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima* (groupe des fines) début juin, et *Leptocylindrus sp.* en juillet.

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

HC14

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	3,3 (22/07)	32,3	32,9
Turbidité	Pics > 5 FNU :	6,1 FNU (17/12)	2,6 FNU	2,5 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	85,1 % (18/02)	97,2 %	102,8 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	34,9 µM	22,8 µM	13,5 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,1 µM	1,9 µM	2,0 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,9 µM	0,5 µM	0,5 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	21,2 µM	12,3 µM	9,2 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Large excès N (avril-juillet) Légère carence en Si (avril, juin), et en P (août)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Début avril ? 2,5 (23/04), 4,6 (26/05) 2,8 (03/09), 3,4 (22/10) Biomasse très	1,7 µg/L	3,7 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Pseudo-nitzschia</i> , cplx <i>delicatissima</i> , gp des fines 1 053 400 cell/L (07/06) <i>Leptocylindrus sp.</i> 814 800 cell/L (08/07)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

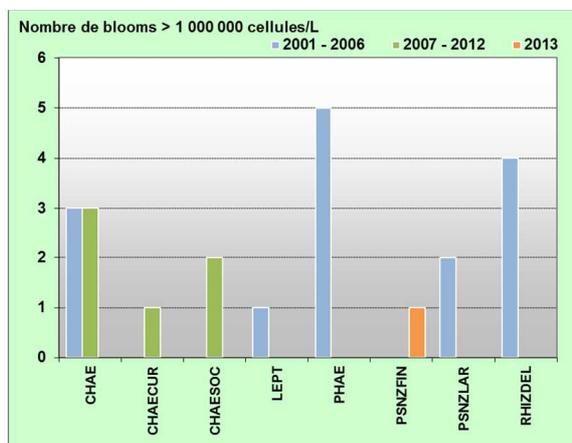
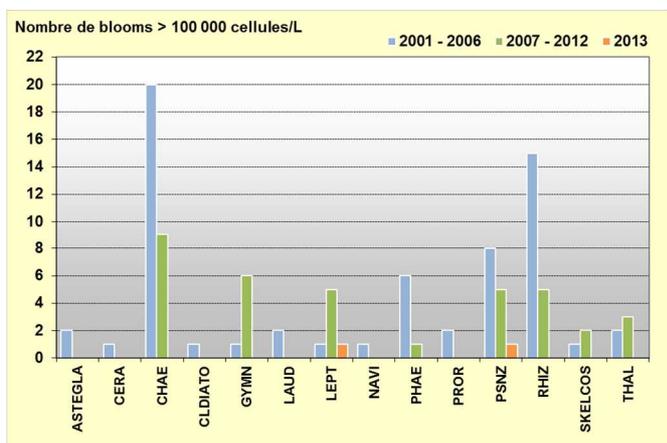


Figure 63 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Luc 1 mille entre 2001-2006 (n = 166), 2007-2012 (n = 169) et 2013 (n = 25).

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

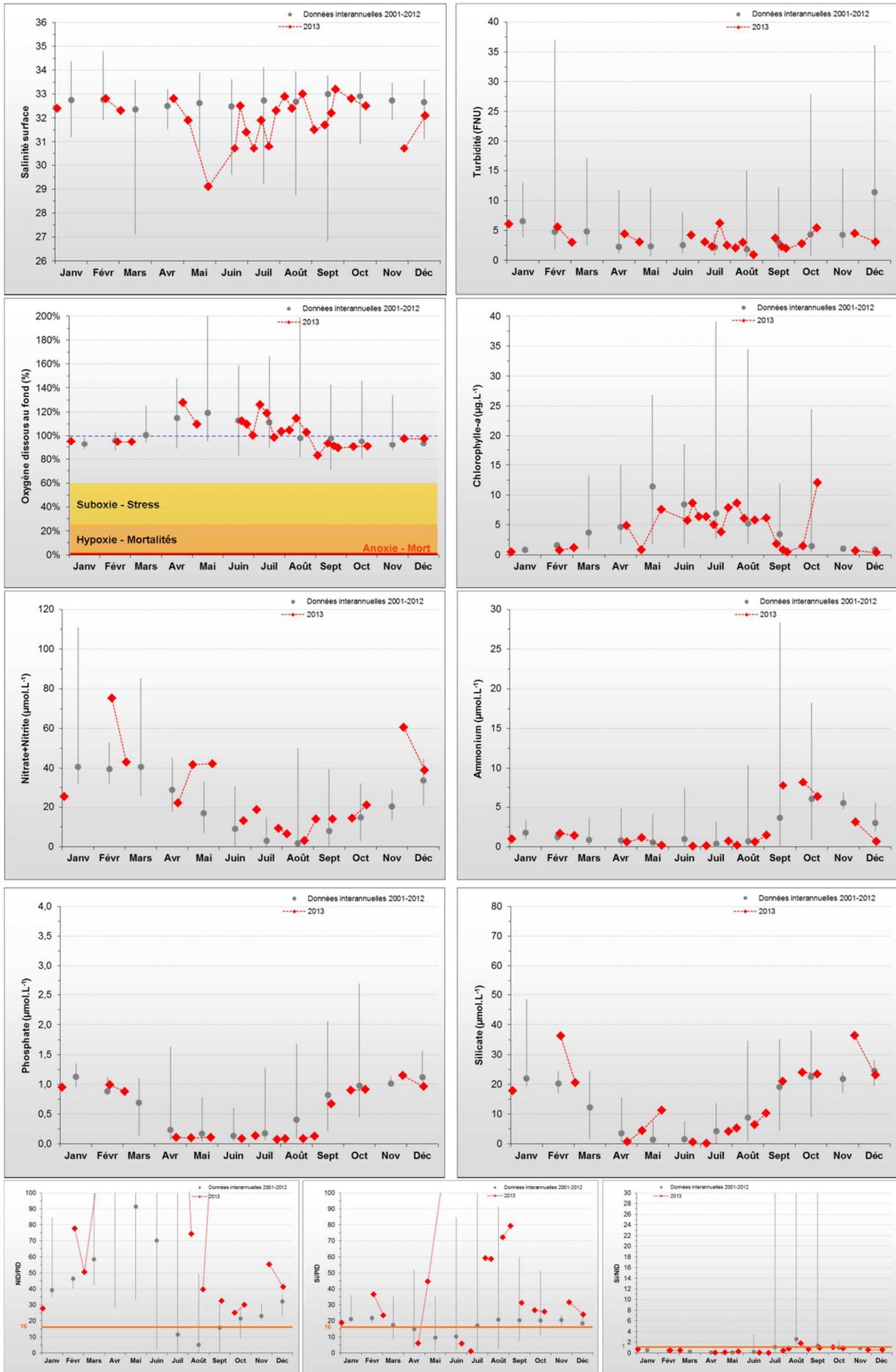


Figure 64 : Évolution des paramètres à Ouistreham 1 mille entre 2001-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

HC14

III.2.14.2 Ouistreham 1 mille 2001-2013

**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, comme en mai 2013, accompagnées de recharge en nutriments, notamment en nitrate + nitrite. Les stocks hivernaux en nutriments y sont cependant faibles, avec un excès très marqué en azote de mars à août 2013, alors que les données interannuelles montrent un excès typiquement d’avril à juin. Aussi, le silicium et le phosphore peuvent devenir en carence particulièrement en avril et fin juin-début juillet (Si), et août-septembre (P). **Le cycle des nutriments y apparaît donc perturbé.** La biomasse observée a été faible en 2013, et trois espèces ont été en état de bloom important : *Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima* (groupe des fines) tout le mois de juin, *Chaetoceros sp.* de début juillet à début août, et *Pseudo-nitzschia americana* mi-août. **Le risque d’eutrophisation est donc modéré** sur ce point.

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	3,4 (26/05)	31,9	32,5
Turbidité	Pics > 5 FNU :	6,1 (03/01), 5,6 (18/02), 6,2 (22/07), 5,4 (22/10)	3,5 FNU	3,7 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	83,0 % (03/09)	102,0 %	108,4 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	50,3 µM	27,2 µM	15,6 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,3 µM	2,1 µM	2,4 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,0 µM	0,5 µM	0,5 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	27,0 µM	14,5 µM	10,4 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Large excès N (mars-août) Carence en Si (avril, fin juin-début juill.), et en P (début juin et août-sept.)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d’été : Autres commentaires :	Début avril ? 4,9 (23/04), 8,7 (25/06) 8,6 (06/08), 12,1 (22/10) Biomasse faible	4,3 µg/L	6,7 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Pseudo-nitzschia</i> , cplx <i>delicatissima</i> , gp des fines 1 940 300 cell/L (07/06), 817 600 cell/L (20/06), 169 300 cell/L (25/06) <i>Chaetoceros sp.</i> 1 795 600 cell/L (08/07), 5 547 400 cell/L (15/07), 6 423 600 cell/L (06/08) <i>Pseudo-nitzschia americana</i> 300 200 cell/L (13/08)		
<b>RISQUE D’EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

HC14

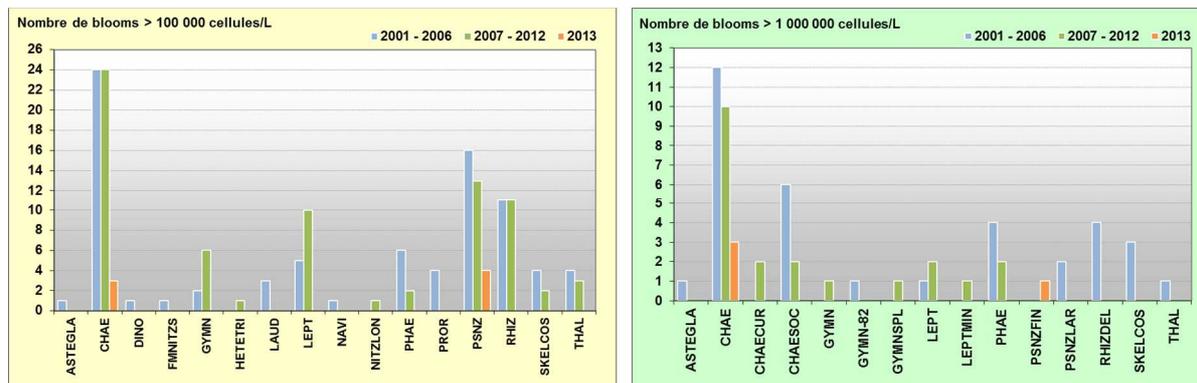


Figure 65 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Ouistreham 1 mille entre 2001-2006 (n = 127), 2007-2012 (n = 168) et 2013 (n = 25).

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

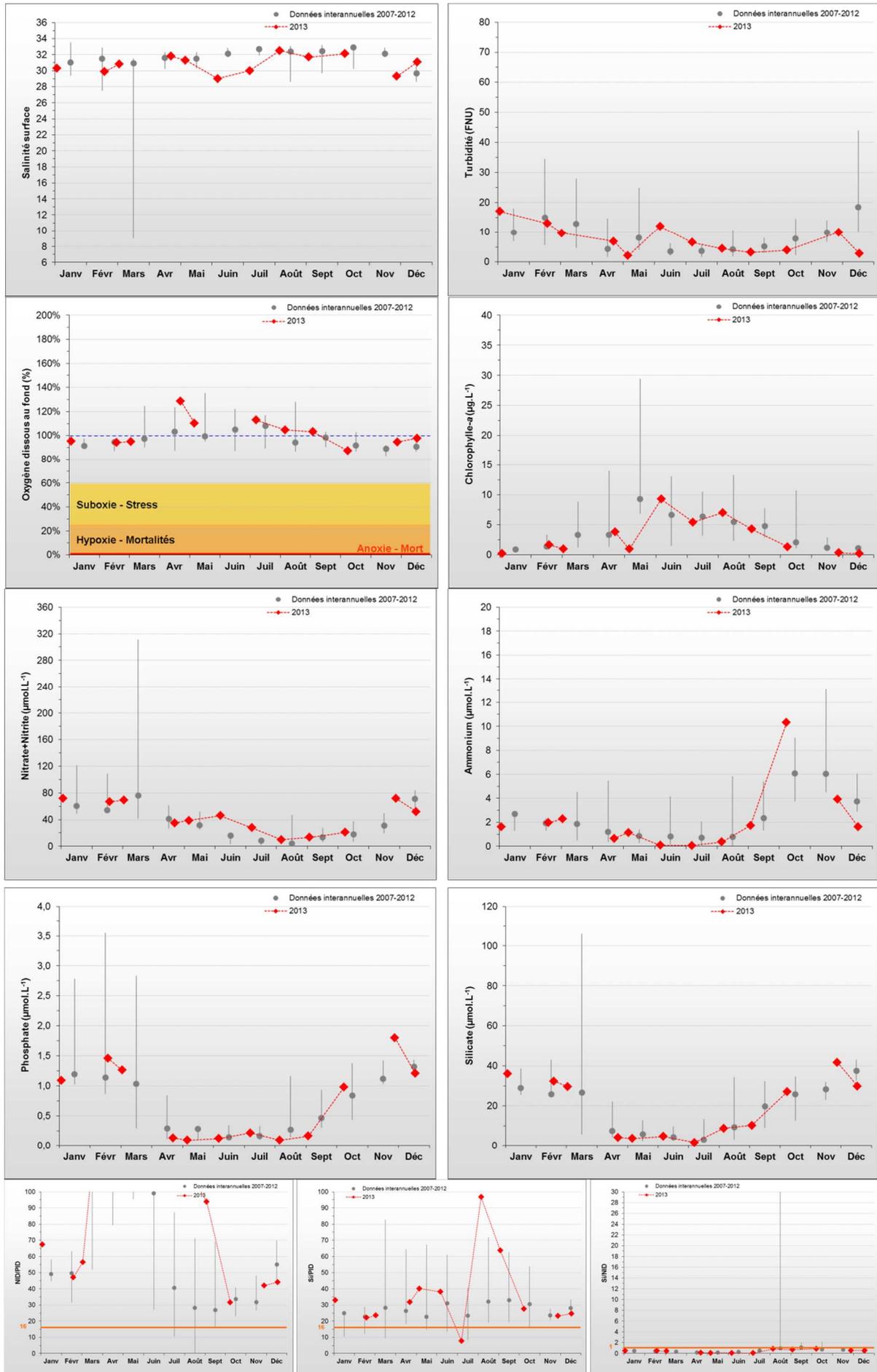


Figure 66 : Évolution des paramètres à Estuaire de l'Orne entre 2007-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.15 Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2013)

**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, comme en juin 2013, 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 à septembre 2013, alors que les données interannuelles montrent un excès typiquement d'avril à juin. Aussi, le silicium et le phosphore peuvent devenir en carence particulièrement début juillet (Si), et août-septembre (P). **Le cycle des nutriments y apparaît donc perturbé.** La biomasse observée a été faible en 2013, et deux espèces ont été observées en état de bloom important : *Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima* (groupe des fines) début juin, et *Chaetoceros sp.* début juillet et début août.

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

HT04

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	2,3 (07/06)	30,8	31,3
Turbidité	Pics > 10 FNU :	17 (03/01), 13 (18/02), 12 (07/06), 10 (27/11)	7,6 FNU	9,0 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	87,3 % (08/10)	102,2 %	99,8 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	69,3 µM	43,5 µM	39,2 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,8 µM	2,1 µM	2,5 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,3 µM	0,7 µM	0,7 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	34,2 µM	19,1 µM	18,5 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Large excès N (avril-septembre) Léger déficit en Si début juillet, et en P début août-sept.		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Début avril ? 3,8 (23/04), 9,3 (07/06) 7,0 (06/08), 4,3 (03/09) Biomasse faible	3,0 µg/L	5,2 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Pseudo-nitzschia</i> , cplx <i>delicatissima</i> , gp des fines 1 819 700 cell/L (07/06) <i>Chaetoceros sp.</i> 4 061 850 cell/L (08/07), 5 761 400 cell/L (06/08)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

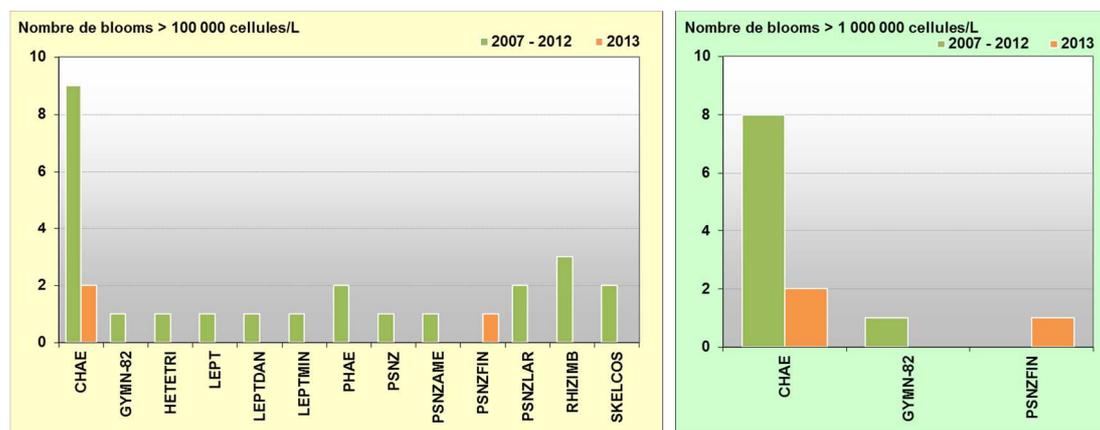


Figure 67 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques au point Estuaire de l'Orne entre 2007-2012 (n = 80) et 2013 (n = 12).



### III.2.16 Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2013)

#### **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, comme en mai 2013. 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 juillet 2013, le silicium et le phosphore pouvant alors être en carence, particulièrement fin avril et début juillet (Si), et en mai et faiblement en août (P). Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé.**

La biomasse observée a été modérée en 2013 (5,2 µg/L en moyenne, maximum de 20,4 µg/L), et six espèces ou groupes d'espèces ont été observées en état de bloom important : *Skeletonema costatum* fin février ; *Ditylum sp.* fin avril ; *Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima* (groupe des fines) tout le mois de juin et début juillet ; *Chaetoceros sp.* de fin juin à début septembre ; *Leptocylindrus sp.* fin juin ; et le groupe *Scrippsiella + Ensiculifera + Pentapharsodinium + Bysmatrum* début septembre. En outre, le 1<sup>er</sup> juillet 2013, l'eau est apparue très colorée.

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.

HC15

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	7,8 (26/05)	30,6	32,0
Turbidité	Pics > 5 FNU :	5,5 (03/01), 8,5 (17/01), 9,3 (11/02), 11 (28/02), 6,2 (07/06), 8,5 (25/06), 6,9 (22/10 et 27/11)	4,7 FNU	4,0 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	77,0 % (18/02)	97,1 %	103,4 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	63,6 µM	39,1 µM	19,8 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,7 µM	2,0 µM	2,6 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,1 µM	0,6 µM	0,7 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	33,2 µM	18,0 µM	12,1 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Large excès N (avril-juillet) Déficit en Si fin avril et début juillet, et en P fin mai.		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pic printanier : Pic fin d'été : Autres commentaires :	Début avril ? 8,4 (23/04), 10,5 (26/05) 15,8 (01/07), 20,4 (03/09), 6,5 (22/10) Biomasse modérée	5,2 µg/L	7,2 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Skeletonema costatum</i> 296 500 cell/L (28/02) <i>Ditylum sp.</i> 102 200 cell/L (23/04) <i>Pseudo-nitzschia</i> , cplx <i>delicatissima</i> , gp des fines 643 300 cell/L (07/06), 548 000 (20/06), 589 200 cell/L (25/06), 571 600 cell/L (01/07) <i>Chaetoceros sp.</i> 3 095 200 cell/L (25/06), 15 634 800 cell/L (01/07), 3 799 000 cell/L (08/07), 9 876 400 cell/L (15/07), 2 725 200 cell/L (29/07), 5 431 800 cell/L (06/08), 441 000 cell/L (23/08), 1 623 000 cell/L (03/09) <i>Leptocylindrus sp.</i> 1 318 900 cell/L (25/06) <i>Scrippsiella + Ensiculifera + Pentapharsodinium + Bysmatrum</i> 187 700 cell/L (03/09)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

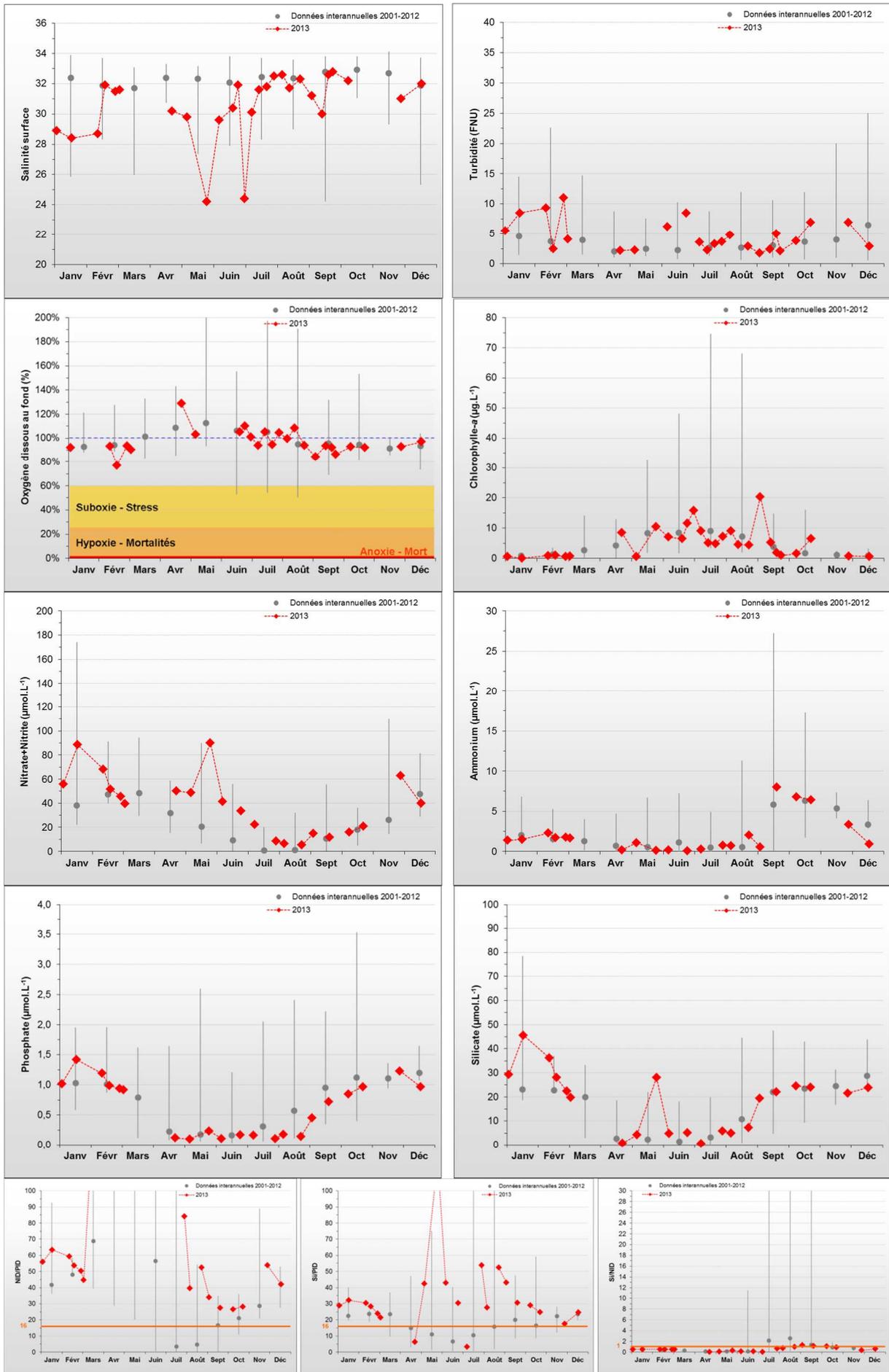


Figure 68 : Évolution des paramètres à Cabourg entre 2001-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

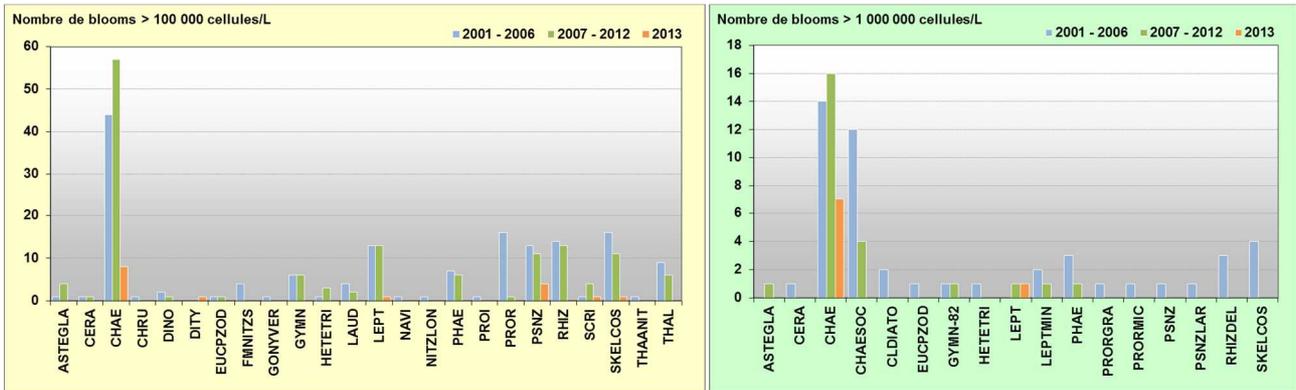


Figure 69 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Cabourg entre 2001-2006 (n=189), 2007-2012 (n=194) et 2013 (n=28).

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 2008-2013 (Figure 70).

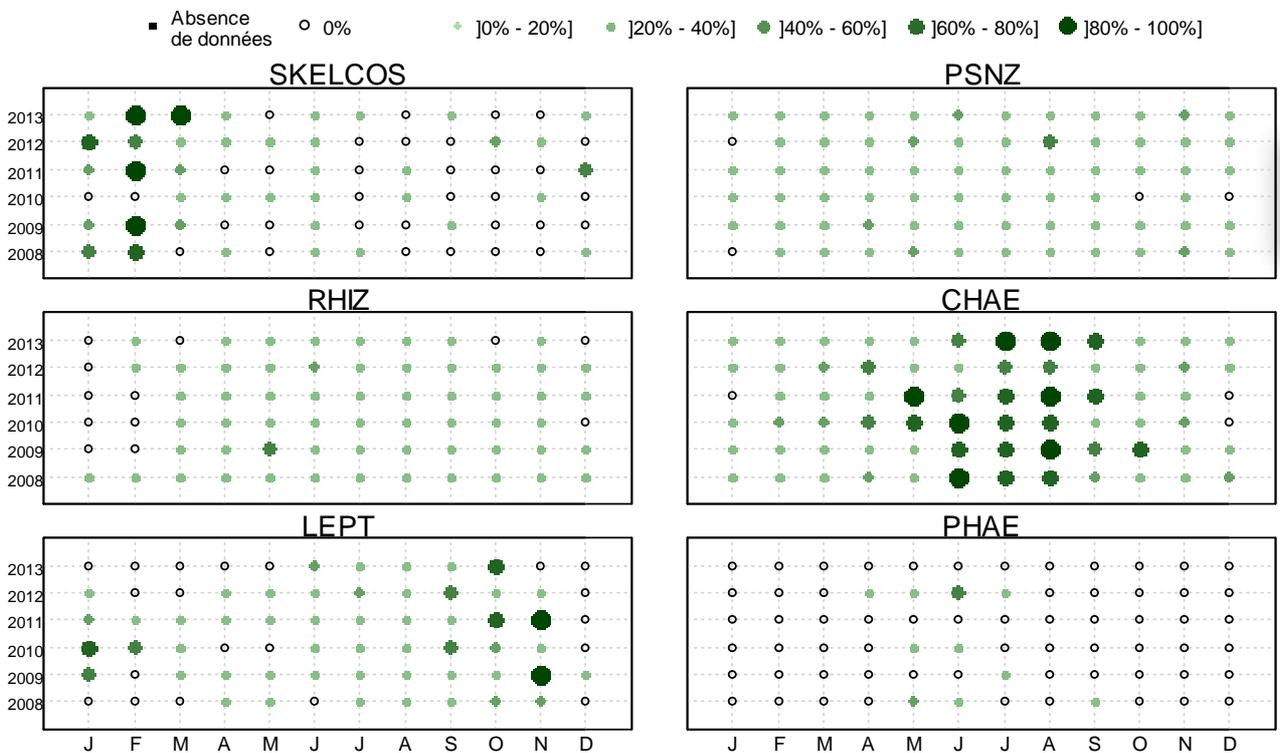


Figure 70 : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année à la station Cabourg entre 2008 et 2013. SKELCOS = *Skeletonema costatum*, PSNZ = *Pseudonitzschia* sp., RHIZ = *Rhizosolenia* sp., CHAE = *Chaetoceros* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., PHAE = *Phaeocystis*.

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 ponctuellement *Leptocylindrus* sp. comme en 2010, suivi par le genre *Thalassiosira* sp. (THAL) particulièrement en mars (non présenté). La majeure partie du printemps et de l'été est dominé par la diatomée du genre *Chaetoceros* sp. Enfin, le genre *Leptocylindrus* sp. domine l'automne, avec ponctuellement comme en 2009, le genre *Chaetoceros* sp. A noter que les espèces *Chaetoceros socialis* et *Skeletonema costatum* font partie de la liste des espèces phytoplanctoniques nuisibles.

HC15

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2008-2012

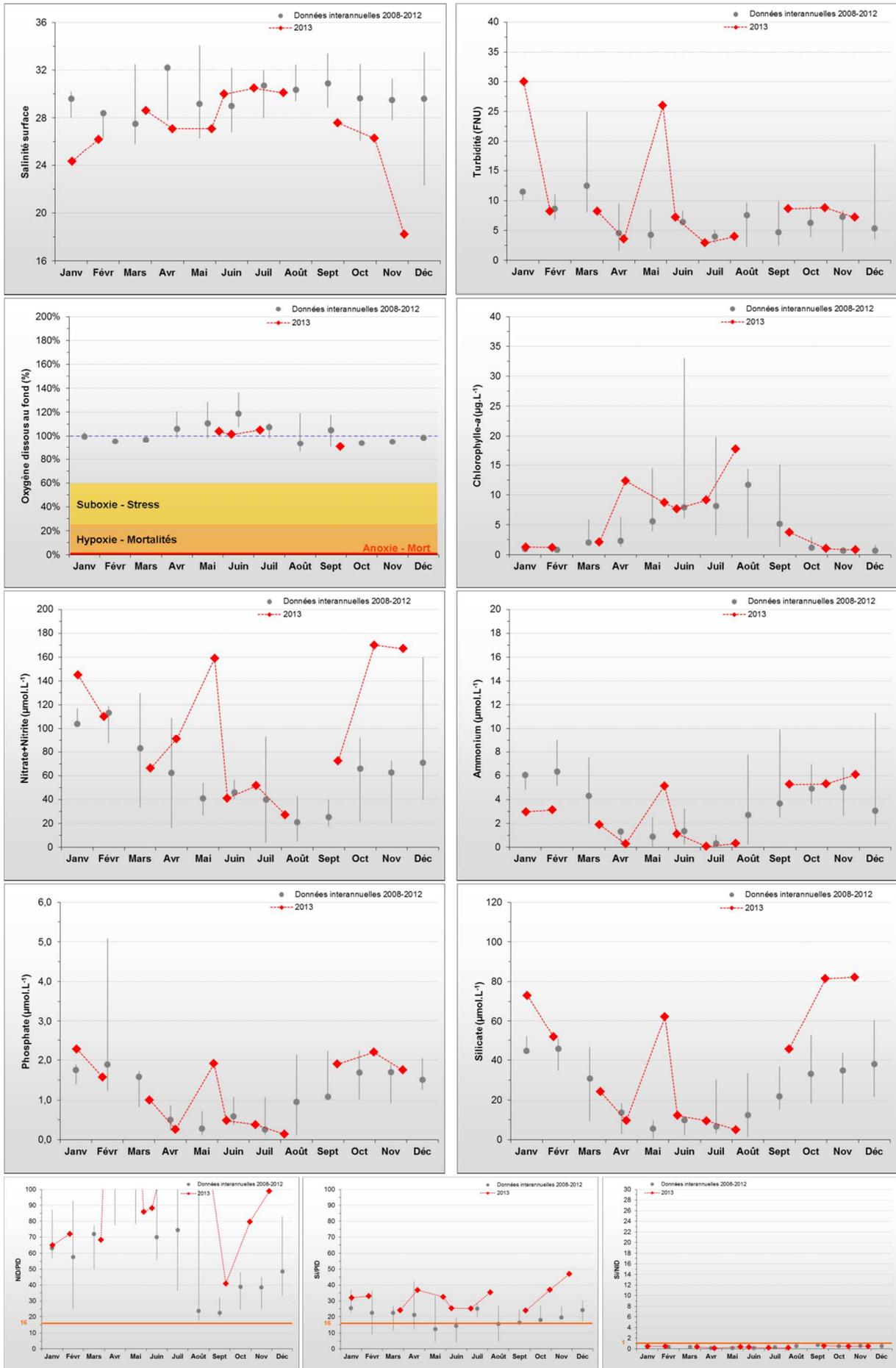


Figure 71 : Évolution des paramètres à Seine-1 entre 2008-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2008-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

HT03

### III.2.17 Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2013)

**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 comme en novembre 2013 (11,5 unités). Ces dessalures rechargent le milieu en nutriments, et notamment en nitrate + nitrite régulièrement (comme fin mai 2013), alors que les stocks hivernaux en nutriments y sont déjà modérés. Ainsi, l'azote est en excès marqué toute l'année 2013, le phosphore pouvant alors être en très léger déficit. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé**. La biomasse observée a été modérée en 2013 (6,0 µg/L en moyenne, maximum de 17,7 µg/L), et deux groupes d'espèces ont été observés en état de bloom : le groupe *Scrippsiella + Enciculifera + Pentapharsodinium + Bysmatrum* fin mai ; et *Pseudo-nitzschia*, complexe *delicatissima* (groupe des fines) début juin.

Le **risque d'eutrophisation est donc modéré** dans la masse d'eau HT03.

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	11,5 (27/11)	26,9	29,7
Turbidité	Pics > 10 FNU :	30 (17/01), 26 (29/05)	10,4 FNU	7,1 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	90,6 % (25/09)	100,1 %	103,6 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	127,5 µM	100,1 µM	59,9 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	3,1 µM	2,9 µM	3,4 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,9 µM	1,3 µM	1,2 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	62,4 µM	41,5 µM	23,6 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Large excès N toute l'année Très léger déficit en P toute l'année		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive :	Mi-avril ?	6,0 µg/L	5,1 µg/L
	Pic printanier :	12,4 (22/04)		
	Pic fin d'été :	17,7 (05/08)		
	Autres commentaires :	Biomasse moyenne		
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Scrippsiella + Enciculifera + Pentapharsodinium + Bysmatrum</i> 135 200 cell/L (29/05) <i>Pseudo-nitzschia</i> , cplx <i>delicatissima</i> , gp des fines 550 600 cell/L (10/06)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

HT03

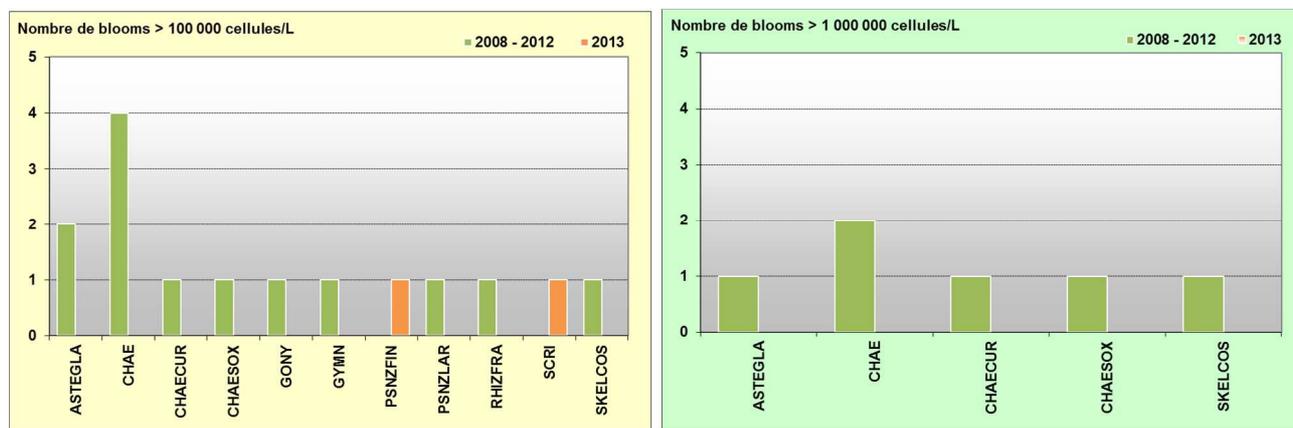


Figure 72 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Seine-1 entre 2008 et 2012 (n=54), et en 2013 (n=11).



### III.2.18 Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2013)

**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 février 2013) 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 carence, particulièrement début juin et mi-juillet (P), et en août (Si). **Le cycle des nutriments y apparaît donc perturbé.**

La biomasse observée a été faible en 2013 (4,2 µg/L en moyenne, maximum de 14,9 µg/L), et huit espèces ou groupes d'espèces ont été observées en état de bloom important, avec deux dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre pour le genre *Chaetoceros sp.* début août et début septembre 2013. 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.

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	6,1 (11/02)	31,7	32,1
Turbidité	Pics > 5 FNU :	5,3 (17/01), 8,2 (11/02) 17 (04/11)	3,9 FNU	2,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	94,2 % (11/02)	115,7 %	109,1 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	86,0 µM	32,7 µM	27,0 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,9 µM	1,3 µM	1,7 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,3 µM	0,5 µM	0,7 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	43,6 µM	13,3 µM	10,0 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Excès N toute l'année Carence en P (début juin et mi-juill.), en Si (août)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive :	Mi-avril ?		
	Pics printemps :	9,1 (23/04)		
	Pics été / fin d'été :	14,9 (05/08)	4,2 µg/L	5,5 µg/L
	Bilan :	Biomasse faible		
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Skeletonema costatum</i> 170 400 cell/L (26/03), 170 000 cell/L (09/09) <i>Thalassiosira levanderi + minima</i> 117 200 cell/L (26/03) <i>Thalassiosira rotula + gravida</i> 232 600 cell/L (23/04) <i>Scrippsiella + Ensiculifera + Pentapharsodinium + Bysmatrum</i> 119 600 cell/L (27/05), 143 800 cell/L (05/08) 125 800 cell/L (25/09) <i>Pseudo-nitzschia, cplx delicatissima, gp des fines</i> 123 800 cell/L (27/05), 725 400 (24/06) <i>Leptocylindrus danicus + curvatus</i> 603 600 cell/L (08/07) <i>Chaetoceros sp.</i> 590 000 cell/L (08/07), 2 760 000 cell/L (05/08) 2 057 000 cell/L (09/09) <i>Leptocylindrus sp.</i> 477 800 cell/L (05/08)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Modéré</b>		

HC16

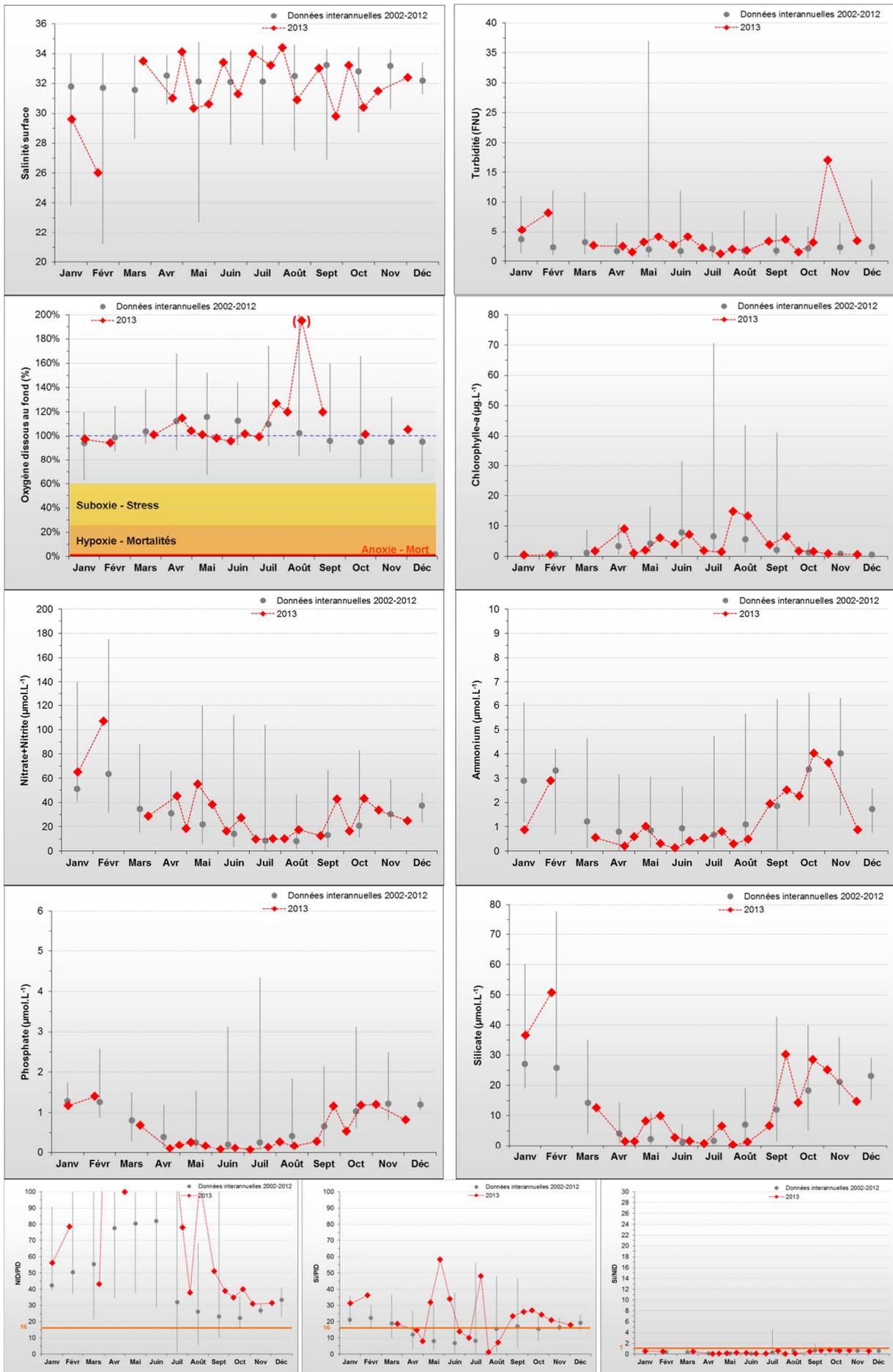


Figure 73 : Évolution des paramètres à Antifer ponton pétrolier entre 2002-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2012 (gris) et résultats 2013 (♦). (.) Donnée douteuse.

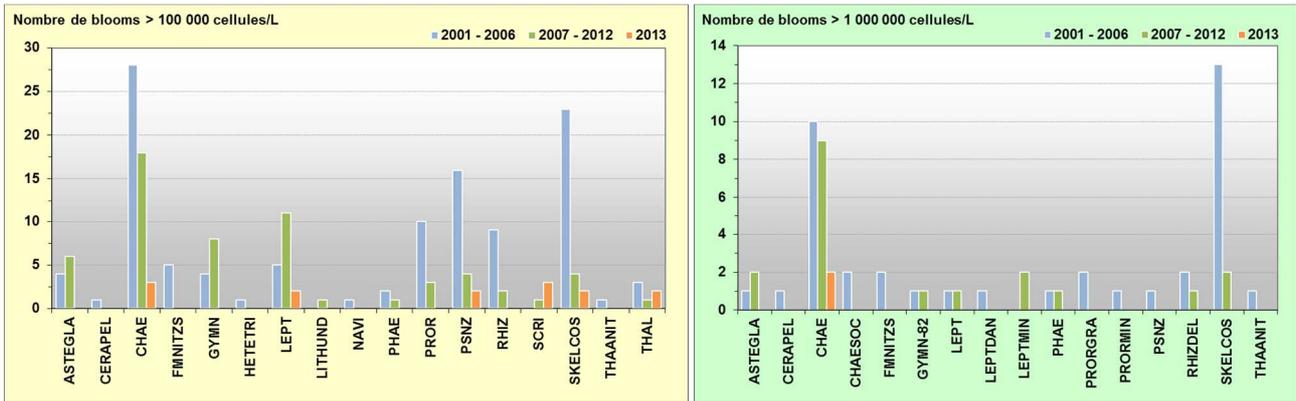


Figure 74 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Antifer Ponton Pétrolier entre 2001-2006 (n=223), 2007-2012 (n=166) et 2013 (n=19).

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 2008-2013 (Figure 75).

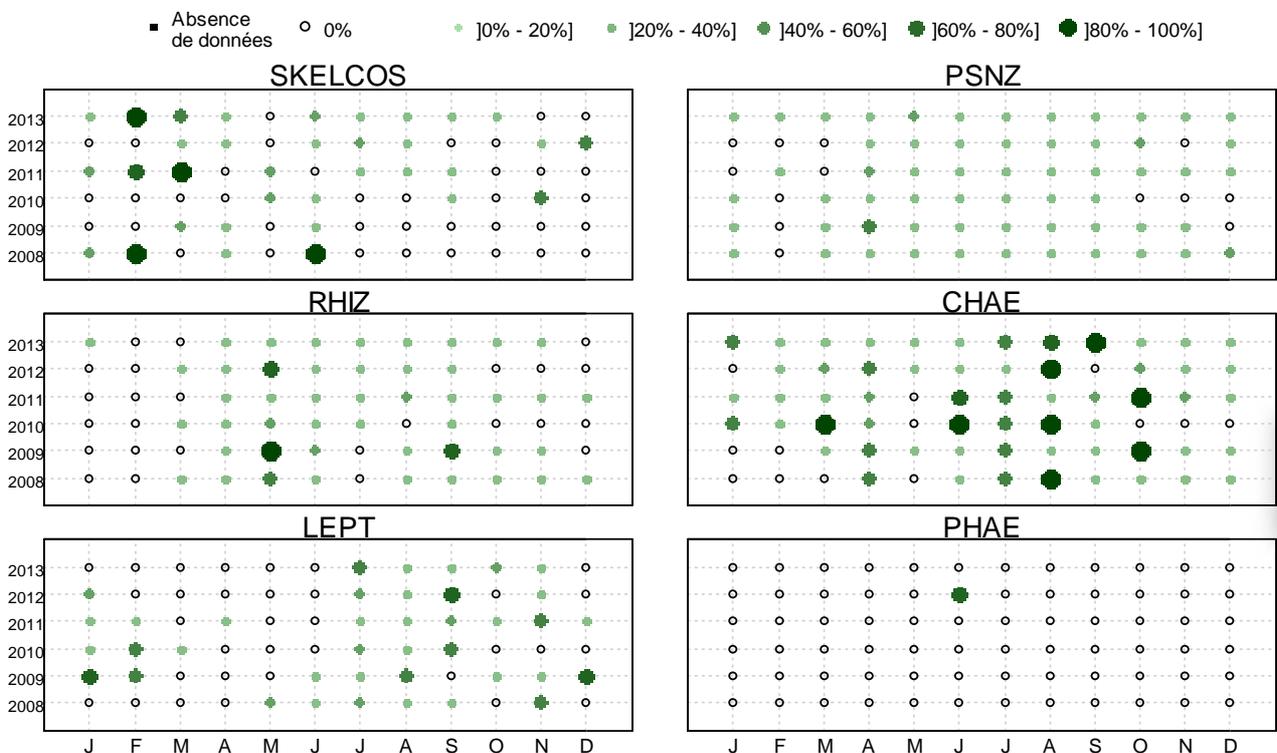


Figure 75 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces phytoplanctoniques, par mois et par année à Antifer Ponton Pétrolier de 2008 à 2013. SKELCOS = *Skeletonema costatum*, PSNZ = *Pseudonitzschia sp.*, RHIZ = *Rhizosolenia sp.*, CHAE = *Chaetoceros sp.*, LEPT = *Leptocylindrus 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 *Leptocylindrus sp.* comme en 2009, voire par *Chaetoceros sp.* (2010 et 2013), ou par le genre *Thalassiosira sp.* particulièrement en mars 2008 (non présenté). La majeure partie du printemps et de l'été est dominé par la diatomée du genre *Chaetoceros sp.* Et secondairement par le genre *Rhizosolenia sp.* Enfin, le genre *Leptocylindrus sp.* domine l'automne, avec ponctuellement comme en 2009 et 2011, le genre *Chaetoceros sp.* A noter que les espèces *Chaetoceros socialis* et *Skeletonema costatum* font partie de la liste des espèces phytoplanctoniques nuisibles.

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

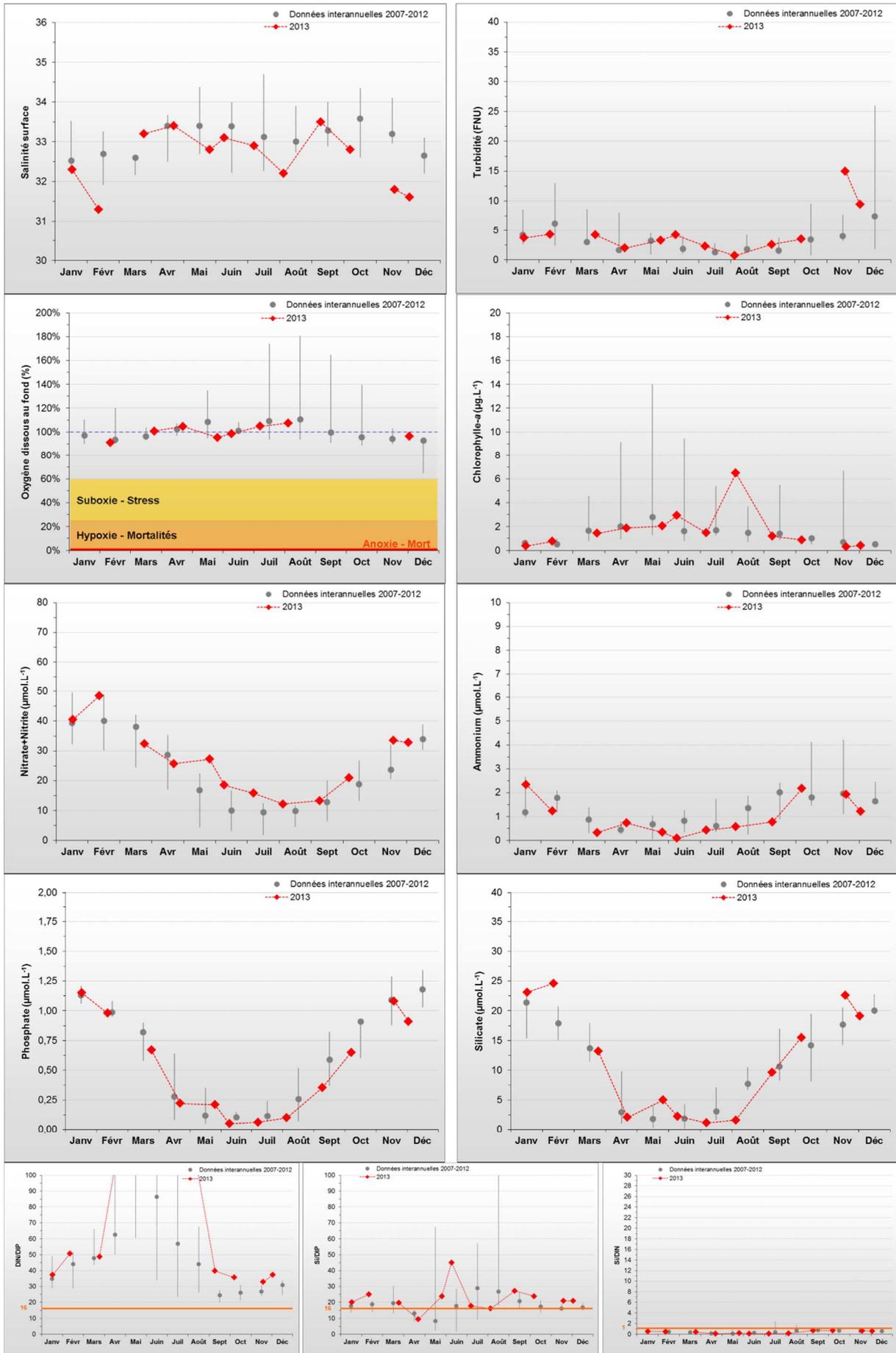


Figure 76 : Évolution des paramètres à Fécamp 1 mille entre 2007-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.19 Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2007-2013)

**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 très faibles mais avec ces apports, l'azote est en excès marqué d'avril à août 2013, le phosphore pouvant alors être en très légère carence, particulièrement début juillet. Le cycle des nutriments y apparaît donc perturbé.

La biomasse est restée très faible en 2013, l'échantillonnage n'ayant pas permis d'observer le bloom printanier, et aucune espèce n'a été observée en état de bloom.

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

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	1,8 (11/02)	32,6	33,1
Turbidité	Pics > 5 FNU :	15 (18/11), 9,4 (02/12)	4,6 FNU	3,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	91,0 % (11/02)	99,8 %	106,5 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	44,5 µM	26,8 µM	21,4 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,8 µM	1,0 µM	1,4 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,1 µM	0,5 µM	0,6 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	23,9 µM	11,7 µM	11,0 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Large excès N (avril – août) Très légère carence en P début juin		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pics printemps : Pics été / fin d'été : Autres commentaires :	Mi-avril ? 2,9 µg/L (10/06) 6,5 µg/L (05/08) Biomasse très faible	1,7 µg/L	2,0 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	Aucun bloom		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Faible</b>		

HC17

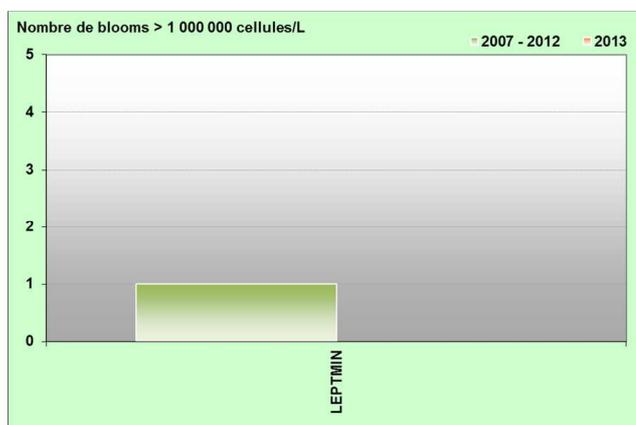
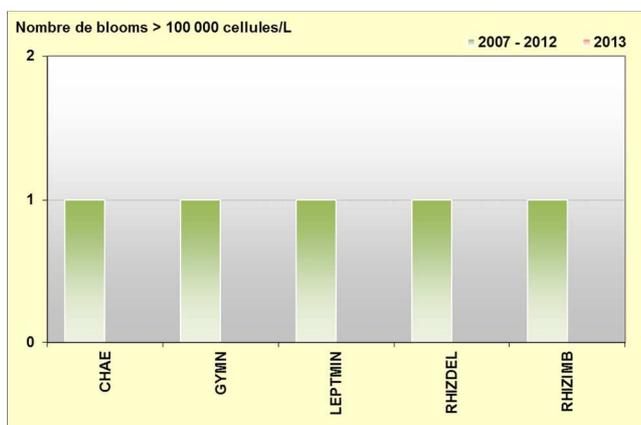


Figure 77 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Fécamp entre 2007-2012 (n=67) et 2013 (n=12).

## Résultats du RHLN 2013 vs. 2000-2012

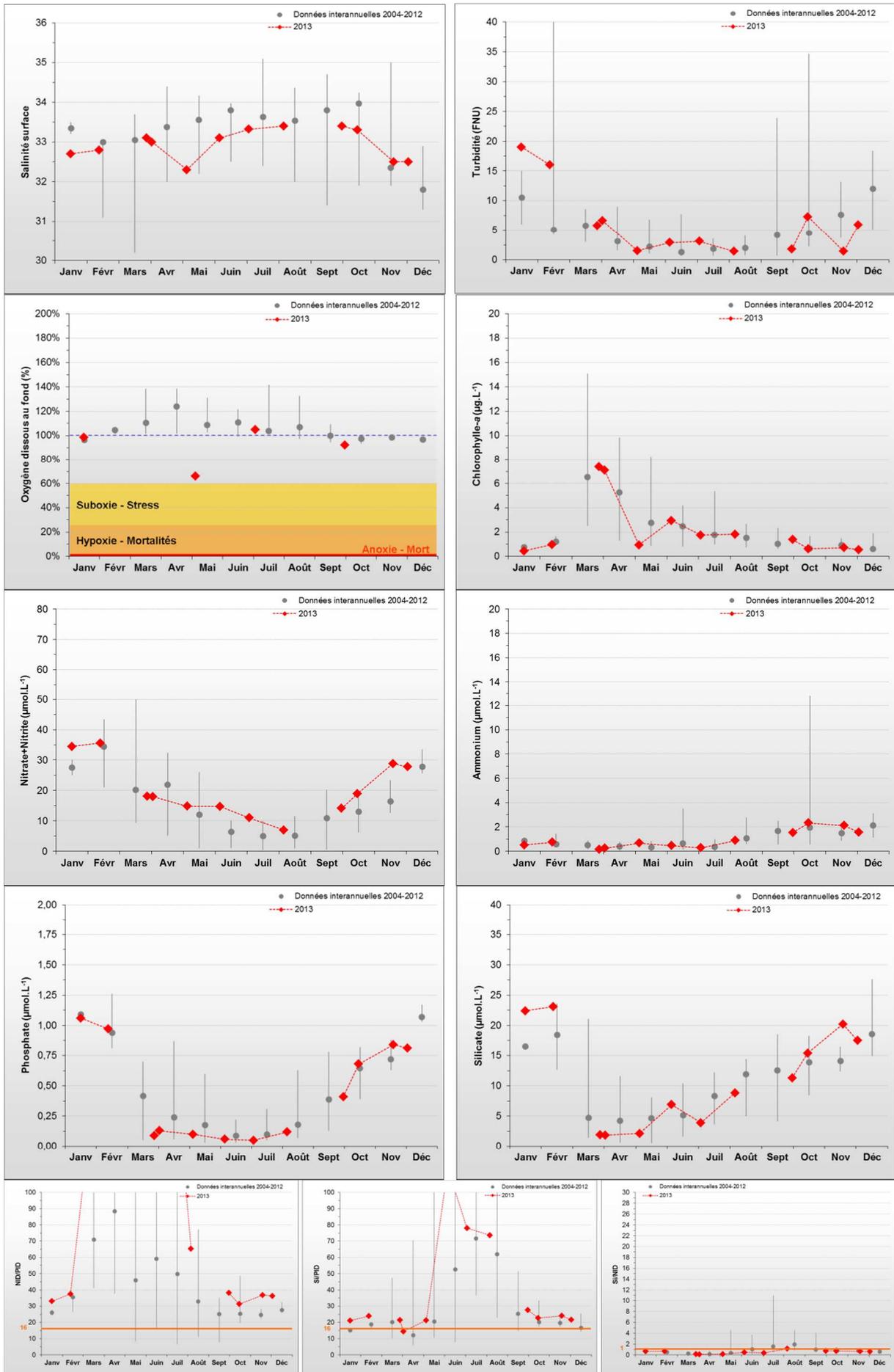


Figure 78 : Évolution des paramètres à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2012 et 2013. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2005 et 2008-2012 (gris) et résultats 2013 (♦).

### III.2.20 Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008-2013)

**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. Aussi, malgré des stocks hivernaux en nutriments très faibles mais avec ces apports, l'azote est en excès marqué de mars à août 2013, le phosphore apparaissant alors en carence de début juin à début août. Le **cycle des nutriments y apparaît donc perturbé.**

La biomasse est restée très faible en 2013 ; malgré cela, le genre *Chaetoceros sp.* a été en état de bloom au tout début du printemps (début mars).

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

Paramètres	Critères	2013	Moyenne 2013	Moyenne interannuelle
<b>PHYSICO-CHIMIE</b>				
Salinité	Dessalure maximale :	0,9 (06/05)	33,0	33,2
Turbidité	Pics > 10 FNU :	19 (16/01), 16 (12/02)	6,1 FNU	5,8 FNU
Oxygène dissous fond	Minimum :	65,9 % (06/05)	90,4 %	108,4 %
<b>HYDROLOGIE</b>				
Nitrate + Nitrite	Stock hivernal (janv.-fév.) :	35,1 µM	20,3 µM	14,4 µM
Ammonium	Stock hivernal (janv.-fév.) :	0,6 µM	1,0 µM	1,2 µM
Phosphate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	1,0 µM	0,4 µM	0,4 µM
Silicate	Stock hivernal (janv.-fév.) :	22,8 µM	11,3 µM	9,7 µM
Rapports molaires	Excès / Carences potentiels :	Large excès N (mars – août) Carence en P (début juin – début août)		
<b>BIOLOGIE</b>				
Chlorophylle-a	Début période productive : Pics printemps : Pics été / fin d'été : Autres commentaires :	Fin mars 7,4 (29/03), 3,0 (06/06) 1,8 µg/L (06/08) Biomasse très faible	2,2 µg/L	2,5 µg/L
Phytoplancton	Blooms observés :	<i>Chaetoceros sp.</i> 342 800 cell/L (29/03)		
<b>RISQUE D'EUTROPHISATION :</b>		<b>Faible</b>		

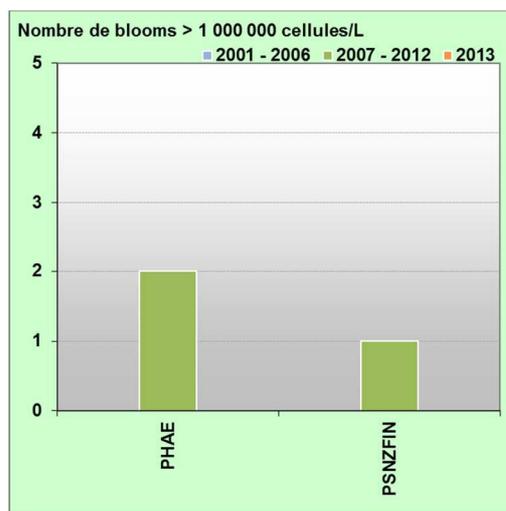
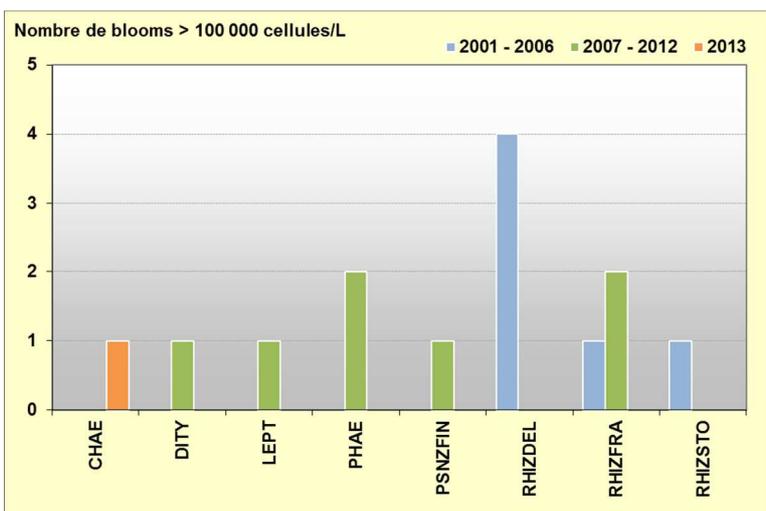


Figure 79 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dieppe 1 mille entre 2001-2005 (n=57), 2008-2011 (n=39) et 2012 (n=10).



## IV. Discussion et Evaluations DCE

### IV.1 Discussion générale

#### IV.1.1 Faits marquants en 2013

##### Un cycle biologique retardé ...

L'année 2013 a été caractérisée par une climatologie très marquée avec un premier semestre frais et sec, et un deuxième semestre doux et pluvieux. Ces conditions ont vraisemblablement retardé le cycle biologique annuel sur une partie du littoral, où celui-ci a pu se déclencher dès mars sur la côte ouest du Cotentin, mais n'a pu démarrer que début à mi-avril sur le reste du littoral normand (**Figure 80**).

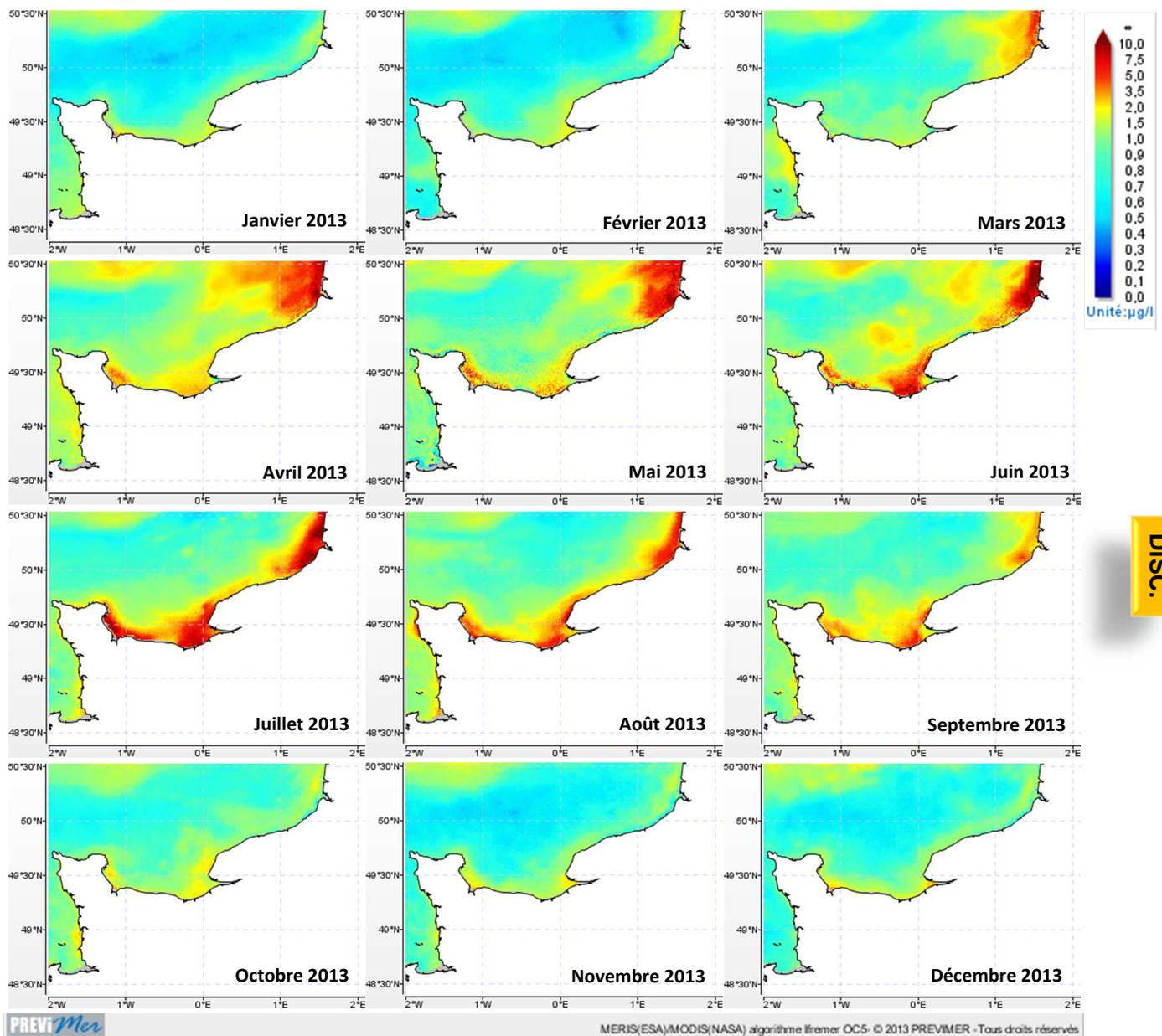
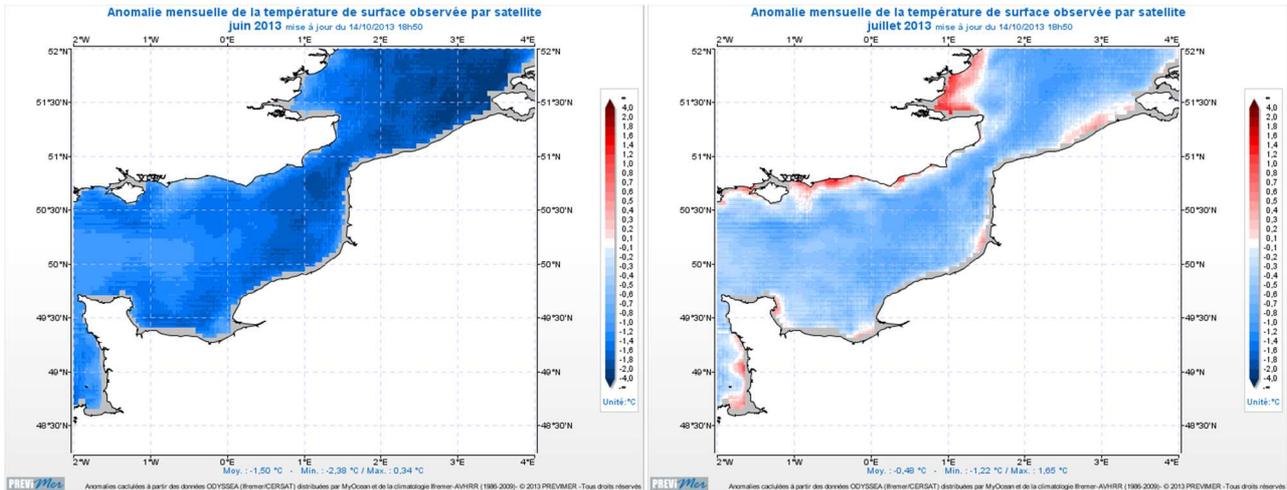


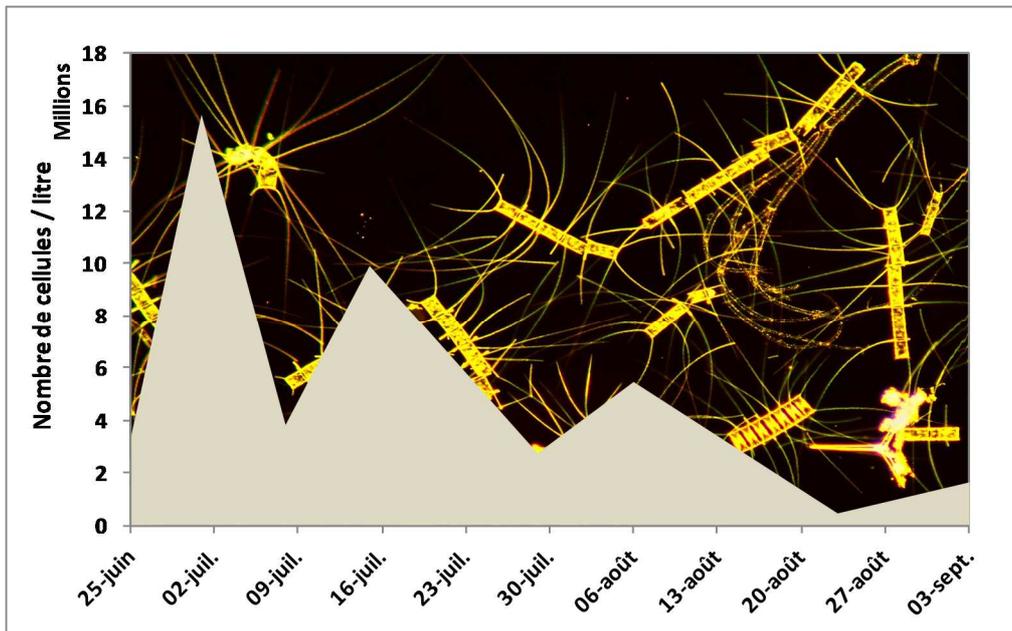
Figure 80 : Images de la chlorophylle-a mensuelle observée par satellite (source PreviMer).

**Une eau colorée à Cabourg ...**

Suite à un printemps où la productivité est restée faible notamment en baie de Seine, les stocks en nutriments disponibles en début d'été étaient inhabituellement importants par rapport aux données interannuelles. Aussi, lorsque les températures se sont significativement réchauffées entre juin et juillet (**Figure 81**), grâce à une climatologie favorable, une stratification de la colonne d'eau a pu s'installer dès le début du mois et favoriser le développement de la production primaire.



**Figure 81 :** Images des anomalies mensuelles de la température de surface observée par satellite en juin 2013 et juillet 2013 (source PreviMer).



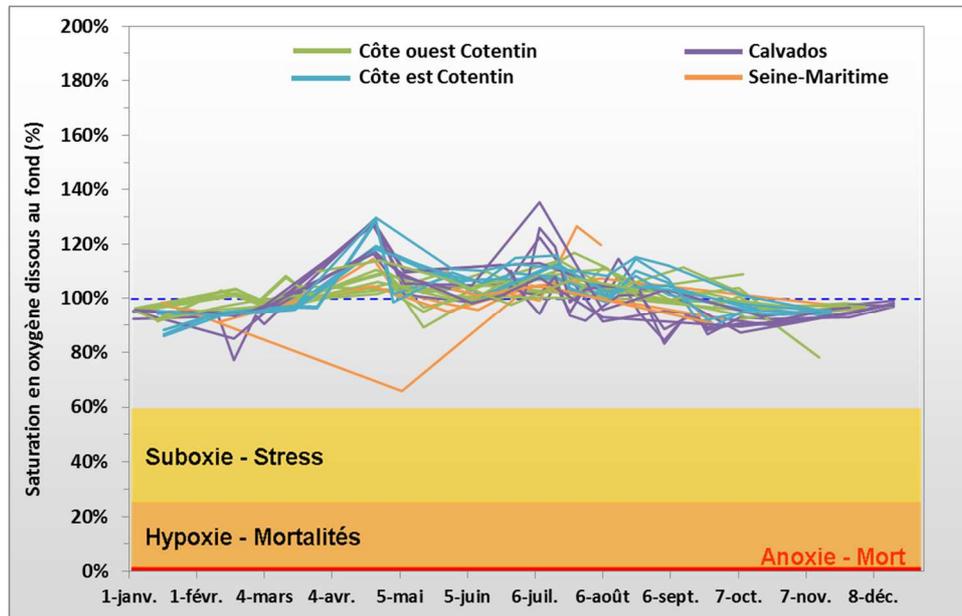
**Figure 82 :** Evolution du nombre de cellules par litre du genre *Chaetoceros sp.* pendant l'été 2013 à Cabourg.

Ainsi le genre *Chaetoceros sp.*, qui peut inclure l'espèce *Chaetoceros socialis* classée comme espèce nuisible, a été dénombrée en quantité très importante à « Cabourg », notamment le 1<sup>er</sup> juillet 2013 (15 634 800 cell/L), où une eau colorée a pu être observée sur le terrain. Ce phénomène a aussi été observé dans une moindre mesure le 08/07 à « Ouistreham 1 mille » et « Estuaire de l'Orne ».

DISC.

**Des minima d'oxygène dissous en HC01, HC15 et HC18 ...**

La plus faible concentration en oxygène dissous au fond depuis 2001 à « Chausey » (HC01), a été observée en novembre 2013 (**Figure 83**). Cela peut s'expliquer par le regain de productivité du début octobre sur ce point, dont la matière organique a été dégradée en automne en consommant l'oxygène dissous.



**Figure 83** : Evolution des concentrations en oxygène dissous au fond sur le littoral en 2013.

Au point « Cabourg » (HC15), le minimum d'oxygène dissous au fond a pu être observé mi-février 2013 (**Figure 83**), constituant là aussi un nouveau record interannuel depuis 2001 pour ce mois. Ceci pourrait être dû par une conjugaison de facteurs liant la climatologie particulière de ce début d'année et la présence d'une grande quantité de matières en suspension remobilisées des sédiments qui aurait été dégradée.

Enfin, le minimum d'oxygène dissous au fond sur tout le littoral normand en 2013 a été constaté début mai à « Dieppe 1 mille » (HC18), soit 65,9 % de saturation (**Figure 83**). Ce résultat est cependant à relativiser par le nombre de mesures réalisées sur ce point en 2013 (4 mesures), ce qui ne permet pas d'observer l'évolution de ce paramètre les mois précédents et suivant cette donnée. Cela ne remet néanmoins pas en question cette observation, qui pourrait s'expliquer par le pic de biomasse (7,6 µg/L) observé fin mars et début avril, associé à un bloom de *Chaetoceros sp.*, dont la matière aurait été dégradée par la suite.

DISC.

## IV.1.2 Bilan des cycles hydrobiologiques

### Stocks en nutriments hivernaux

Le RHLN 2013 a permis de continuer le suivi des données sur 12 mois aux 27 points de prélèvement, permettant ainsi d'estimer les stocks hivernaux en nutriments pour la sixième année consécutive le long du littoral normand. La Figure 84 montre le gradient de stocks hivernaux (janvier - février) de nutriments en azote, phosphore et silicium dans les masses d'eau normandes en 2013. Elle met en évidence des stocks hivernaux en nutriments globalement plus importants autour des masses d'eau estuariennes HT05 (baie du Mont St Michel à « Tombelaine »), HT06 (baie des Veys à « Géfosse »), HT04 (estuaire de l'Orne à « Estuaire de l'Orne »), et HT03 (estuaire de Seine à « Seine-1 ») qu'au niveau des autres points. Il est cependant notable que pour les estuaires HT05 et HT06, le maximum ne se trouvait pas au niveau du point dans la masse d'eau de transition, mais respectivement à « Champeaux » (HC02) et « Roches de Grandcamp » (HC10). Pour HC02, les concentrations en nitrate + nitrite n'étaient pas significativement différentes aux incertitudes de mesure près. Pour HC10, cette observation révèle vraisemblablement une source additionnelle en nutriments et notamment en nitrate + nitrite, questionnant sur l'influence potentielle des apports de l'Orne et de la Seine. Ainsi en 2013, les stocks en NID et PID sont les suivants : HT03 > HT04 > HT05 > HT06. Avec un minimum à « Dielette » (HC04), où ceux-ci correspondent au niveau des eaux ouvertes de la Manche, et sont donc inférieurs à ceux de « Chausey » (HC01) (Figure 84).

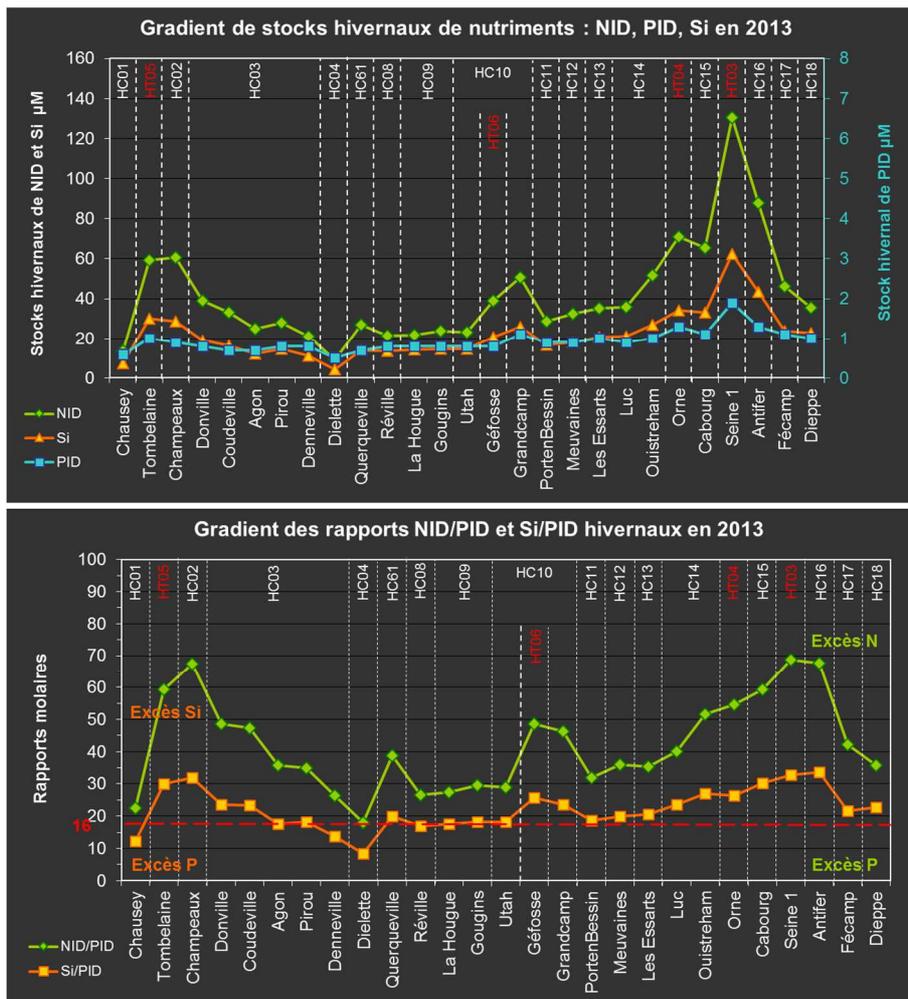


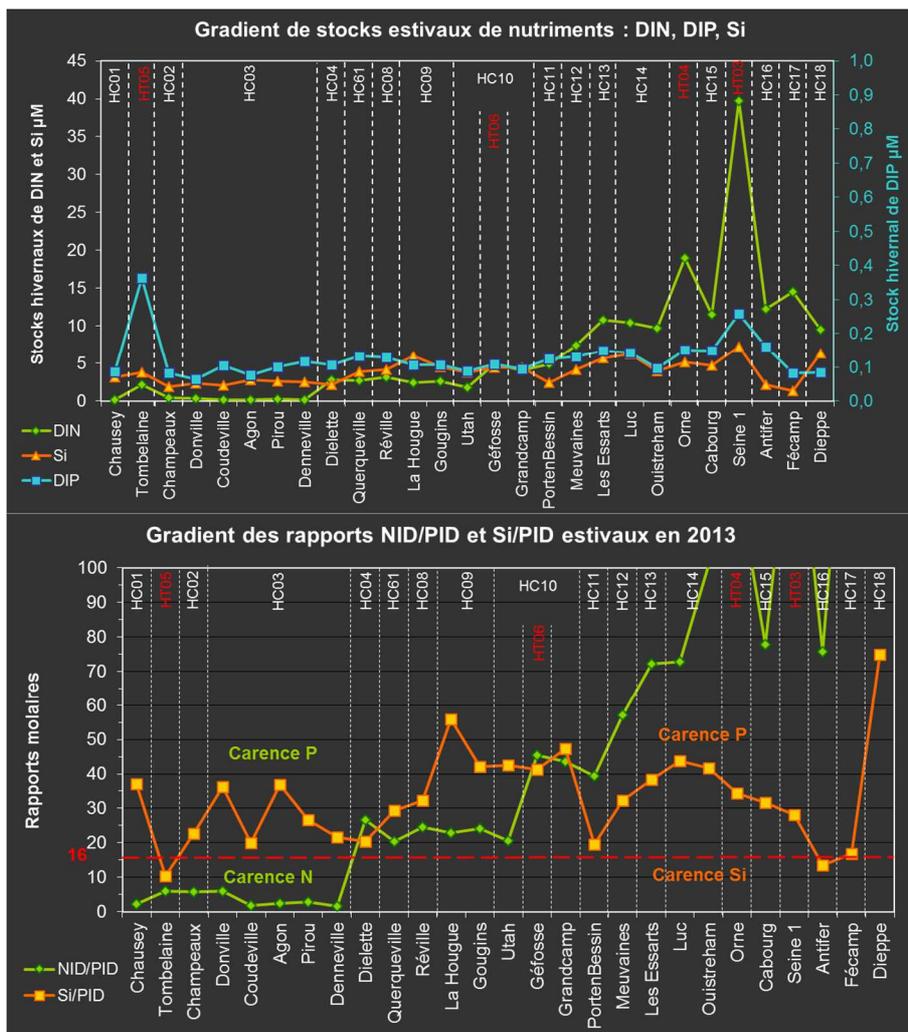
Figure 84 : Gradient des stocks en nutriments (en haut) et des rapports de nutriments NID/PID et Si/PID (en bas) hivernaux (janvier-février) en 2013 sur les points de prélèvement du RHLN. NID = azote inorganique dissous, PID = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.

DISC.

Le gradient du rapport molaire NID/PID des stocks hivernaux en 2013 fait toujours apparaître un déséquilibre particulièrement au niveau des masses d'eau estuariennes et au niveau des masses d'eau sous leur influence et/ou bénéficiant d'autres apports, avec un net excès en NID par rapport au PID (**Figure 84**). De façon générale, l'excès en azote a été plus prononcé en 2013 par rapport à 2012 sur la côte ouest du Cotentin (sauf à « Chausey » (HC01) et à « Diélette » (HC04)), et moins important sur la côte est du Cotentin, le Calvados et la Seine-Maritime (voir Baehr A. *et al.*, 2014). En 2013, seuls deux points (« Diélette » (HC04) et « Chausey » (HC01)) sont les plus proches de l'équilibre au niveau de ce rapport. Ce résultat suggère que ces masses d'eau sont donc les moins influencées par des apports terrigènes modifiés par l'anthropisation et présentent ainsi des rapports proches des eaux ouvertes de la Manche (**Figure 84**). Le gradient du rapport molaire Si/PID apparaît beaucoup plus « à l'équilibre » avec seulement quelques points remarquables, et montre la même tendance que le rapport NID/PID (**Figure 84**).

### Stock en nutriments estivaux

Dans un cycle biogéochimique dit « classique », les stocks hivernaux sont consommés par le phytoplancton au printemps lorsque l'ensoleillement devient suffisant, et la concentration en nutriments reste faible jusqu'à l'automne (*cf.* Annexe 4). De façon à appréhender la potentielle carence en nutriments pendant la période estivale qui pourrait limiter le développement du phytoplancton, le gradient des rapports NID/PID et Si/PID sur les stocks estivaux (juillet – août) en 2013 est présenté dans la Figure 85.

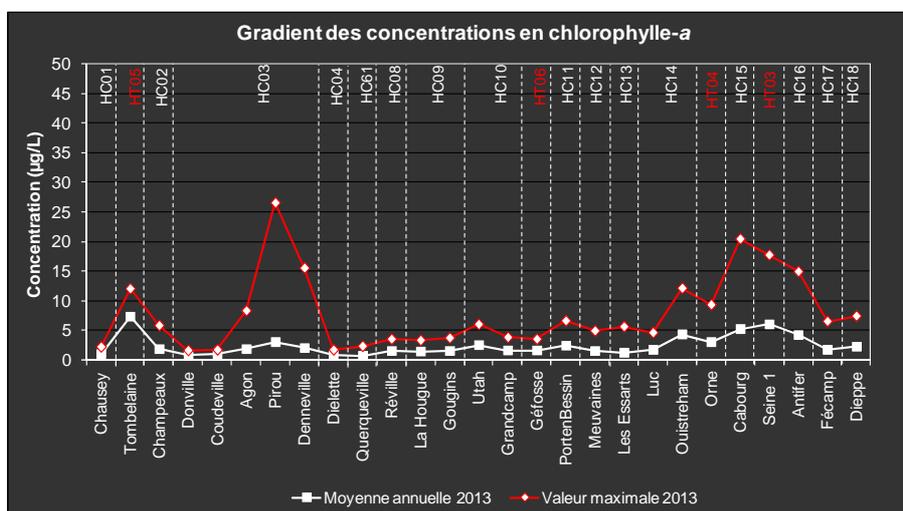


**Figure 85 :** Gradient des stocks en nutriments (en haut) et des rapports de nutriments NID/PID et Si/PID estivaux (juillet-août) en 2013 sur les points de prélèvement du RHLN. NID = azote inorganique dissous, PID = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.

L'étude du gradient du rapport NID/PID confirme le statut d'exceptionnel de l'année 2013. En effet, seuls les points de la côte ouest Cotentin (hormis « Diélette » (HC04)) ont présenté un cycle classique avec la consommation presque complète de l'azote, le rendant potentiellement limitant pendant l'été 2013 (**Figure 85**). Puis, de « Diélette » (HC04) à « Utah » (HC10), le rapport DIN/DIP était relativement équilibré, suggérant une consommation proportionnée de l'azote et du phosphore. Enfin, de « Roches de Grandcamp » (HC10) à « Dieppe 1 mille » (HC18), l'azote est en léger excès voire très large excès par rapport au phosphore, qui, du coup, a pu devenir en carence voire limitant notamment sur la côte est du Cotentin et la côte du Calvados (hormis « Port-en-Bessin 1 mille » (HC11)).

### Biomasse chlorophyllienne

La biomasse chlorophyllienne moyenne tous points confondus était de 2,4 µg/L en 2013, soit légèrement inférieure à celle de 2012, et légèrement supérieure à celle observée en 2011 (2,2 µg/L) (**Figure 86**). L'année 2013 a été marquée par un bloom de fin d'hiver (mi-mars) très marqué dans la partie nord de la masse d'eau HC03. Sur le reste du littoral normand, la biomasse s'est particulièrement développée pendant l'été et a perduré en automne avec des conditions climatiques favorables.



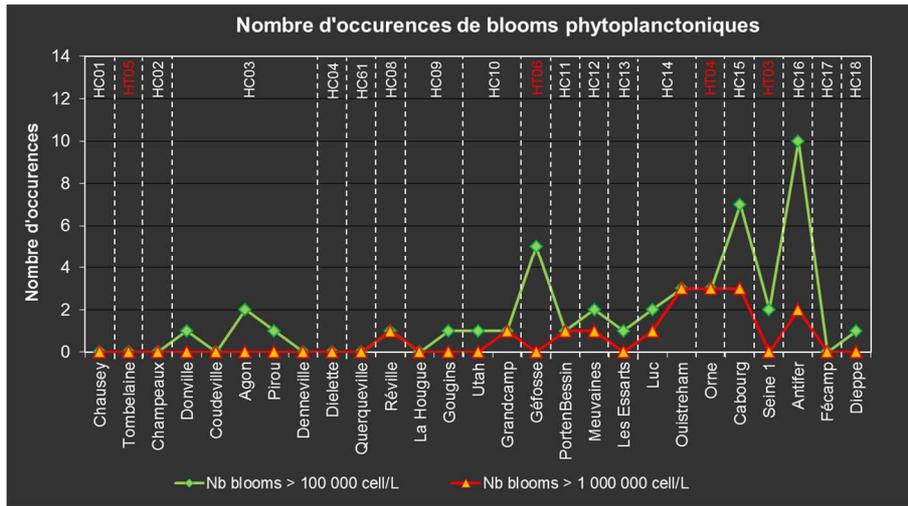
**Figure 86 :** Gradient des concentrations en chlorophylle-a sur les points de prélèvement du RHLN 2013. En blanc = concentrations moyennes en chlorophylle-a ; en rouge = concentration maximale en chlorophylle-a.

### IV.1.3 Evolution des flores phytoplanctoniques

Avec au total 45 dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre (**seuil 1**) dont 16 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre (**seuil 2**) (blooms uniquement comptabilisés sur le premier prélèvement de chaque mois), le nombre de blooms phytoplanctoniques en 2013 est inférieur d'environ -25 % à celui de 2012 (59) et mais supérieur (+ 55 %) à celui de 2011 (29). Il est cependant à noter que le nombre de dépassements du seuil 2 a doublé en 2013 par rapport à 2012. En tenant compte de l'ensemble des prélèvements, le nombre de dépassements du seuil 1 est également moins important en 2013 (67) qu'en 2012 (101), mais plus qu'en 2011 (48).

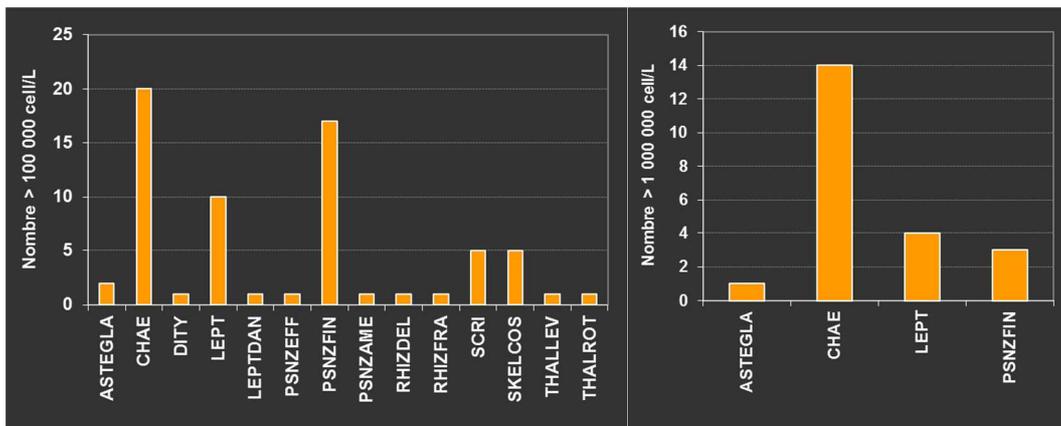
L'étude du gradient du nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques le long du littoral normand, confirme les nombres les plus importants de dépassements de seuils au niveau des points « Antifer ponton pétrolier » (10 blooms > seuil 1 dont 2 blooms > seuil 2), « Cabourg » (7 blooms > seuil 1 dont 3 bloom > seuil 2), « Géfosse » (5 blooms > seuil 1), « Ouistreham 1 mille » et « Estuaire de l'Orne » (3 blooms > seuil 1 dont 3 bloom > seuil 2) (**Figure 87**).





**Figure 87 :** Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN 2013. Dans la limite du 1<sup>er</sup> prélèvement du mois pour homogénéiser le biais dû aux fréquences de prélèvement plus fortes sur certains points.

En 2013, les taxons les plus présents sur le littoral normand ont été *Chaetoceros sp.* (CHAE), *Pseudo-nitzschia* complexe *delicatissima* (groupe des fines) (*calliantha* + *delicatissima* + *pseudodelicatissima* + *subcurvata*) (PSNZFIN), *Leptocylindrus sp.* (LEPT), *Skeletonema costatum* (SKELCOS), et le groupe *Scrippsiella* + *Enciculifera* + *Pentapharsodinium* + *Bysmatrum* (SCRI). Dans cette liste, les taxons les plus problématiques en normandie du fait de leur développement excessif pouvant nuire aux écosystèmes sont en 2013 : CHAE majoritairement, et dans une moindre mesure LEPT, et PSNZFIN (**Figure 88**).



**Figure 88 :** Nombre d'observations des espèces ayant présenté un dénombrement > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand en 2013.

Enfin, l'analyse globalisée des flores totales sur quatre points (« Donville » (HC03) (**Figure 24**), « Géfosse » (HT06) (**Figure 55**), « Cabourg » (HC15) (**Figure 70**) et « Antifer ponton pétrolier » (HC16) (**Figure 75**)), permet de synthétiser la succession des populations phytoplanctoniques sur le littoral normand. Entre janvier et mars, l'espèce *Skeletonema costatum* est dominante avec, ponctuellement, une alternance avec *Leptocylindrus sp.* Au printemps, le genre *Rhizosolenia sp.* est majoritaire et perdure en été sur la côte ouest Cotentin, mais est rapidement supplantée dès le début de l'été par *Chaetoceros sp.* qui domine la côte est Cotentin, le Calvados et la Seine-Maritime jusqu'à la fin de l'été. Enfin, à l'automne, il n'est pas rare de voir le genre *Leptocylindrus sp.* se développer de façon plus ou moins importante en fonction des conditions climatiques.

#### IV.1.4 Bilan du suivi RHLN 2013

Le Tableau 5 propose une synthèse des principaux facteurs physiques, chimiques et biologiques, caractéristiques des cycles se déroulant au sein des masses d'eau normandes, et permettant d'en évaluer les niveaux de dystrophie. Ainsi, l'importance des dessalures (amplitude maximale) et la turbidité moyenne donnent une idée de l'importance des apports d'eau douce au niveau de chaque point. Cette donnée est complétée par des indications sur les stocks hivernaux de nutriments et leur moyenne annuelle, et sur le maximum et la moyenne en chlorophylle-*a* pour l'année 2013.

Le Tableau 5 permet aussi de recenser pour chaque point de chaque masse d'eau les informations : sur le potentiel de carence en nutriments en identifiant lequel, sur le type de cycle des nutriments (*cf.* Annexe 4) observé, sur une évaluation du niveau de dystrophie en s'appuyant sur les seuils de l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economiques) ; et sur une évaluation du risque d'eutrophisation. Ce dernier est qualifié à dire d'expert en prenant en considération le niveau de dystrophie et de la productivité primaire, et les blooms phytoplanctoniques ou autres manifestations d'une eutrophisation observés.

Cette synthèse met en évidence un niveau de dystrophie globalement très faible, hormis en baie du Mont-St-Michel (HT05 et HC02), ainsi que de l'estuaire de l'Orne à Antifer (HT04, HC15, HT03 et HC16) où il est modéré, soit les zones d'influence directe de l'*Orne* et surtout de la *Seine*.

Enfin, le risque d'eutrophisation apparaît modéré en baie du Mont-St-Michel et de la baie des Veys à Antifer, du fait d'effets de l'eutrophisation observés (blooms phytoplanctoniques plus ou moins importants, échouages de macroalgues mixtes (vertes, brunes, rouges), développement de chiendent en baie du Mont), mais peu sévères.

Tableau 5 : Synthèse des paramètres descripteurs des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des masses d'eau normandes en 2013.

Masse d'eau	Point de suivi	Cours d'eau influents	Importance des dessalures (amplitude max)	Turbidité (moyenne en FNU)	Chlorophylle-a annuelle (max. / moy.)	Oxygène dissous fond % (minimum)	NO <sub>2</sub> /NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Si(OH) <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Potentiel de carence en nutriment (a)	Nutriments en µM	Type de cycle	Niveau de dystrophie (b)	Risque d'eutrophisation (c)
HC01	Chausey	---	Très faible (< 1)	1,5	2,2 / 1,0	78,1	5,0 / 13,3	0,3 / 0,6	4,3 / 7,3	0,2 / 0,2	++	5,0 / 13,3	Classique	Très faible	Très faible
HT05	Tombelaine	Couesnon/Sée/Sélune	Modérée (3)	58,7	12,0 / 7,3	97,6	19,7 / 57,2	0,7 / 1,0	12,6 / 30,0	1,7 / 2,1	+	19,7 / 57,2	Perturbé	Modéré	Modéré
HC02	Champeaux	Couesnon/Sée/Sélune	Modérée (3,3)	7,5	5,8 / 1,8	95,4	19,5 / 59,0	0,4 / 0,9	11,4 / 28,8	1,0 / 1,7	+	19,5 / 59,0	Classique	Modéré	Modéré
HC03	Coudeville 1 mille	Bosq	Faible (2)	1,9	1,6 / 0,8	89,0	10,6 / 38,0	0,3 / 0,8	6,7 / 18,9	0,5 / 0,9	++	10,6 / 38,0	Classique	Très faible	Très faible
			Faible (2,3)	2,0	1,7 / 1,0	95,0	9,6 / 32,5	0,3 / 0,7	6,2 / 16,3	0,4 / 0,6	++	9,6 / 32,5	Classique	Très faible	Très faible
			Faible (2,1)	4,3 NTU	8,3 / 1,8	91,5	8,1 / 24,4	0,3 / 0,7	5,5 / 12,3	0,4 / 0,6	++	8,1 / 24,4	Classique	Très faible	Faible
			Faible (1,5)	8,0 NTU	26,5 / 3,0	92,1	6,9 / 26,6	0,3 / 0,8	5,6 / 14,5	0,8 / 1,3	++	6,9 / 26,6	Classique	Très faible	Faible
			Faible (1,3)	5,2 NTU	15,5 / 2,0	91,3	5,0 / 19,8	0,3 / 0,8	4,1 / 11,0	0,6 / 1,3	++	5,0 / 19,8	Classique	Très faible	Faible
HC04	Diellette	---	Faible (1,8)	1,1	1,7 / 0,8	92,1	5,9 / 8,8	0,3 / 0,5	3,0 / 4,2	0,4 / 0,2	-	5,9 / 8,8	Aypique	Très faible	Très faible
HC61	Digue de Querqueville	Lucas / Diellette	Faible (2,1)	1,9	2,3 / 0,7	94,3	11,4 / 26,4	0,4 / 0,7	6,3 / 13,9	0,5 / 0,7	-	11,4 / 26,4	Aypique	Très faible	Très faible
HC08	Réville 1 mille	Saire	Très faible (1)	3,1	3,5 / 1,5	86,0	11,4 / 20,6	0,3 / 0,8	7,2 / 13,5	1,1 / 0,7	-	11,4 / 20,6	Perturbé	Très faible	Faible
HC09	La Hougue	Saire	Très faible (< 1)	3,4	3,3 / 1,4	86,7	11,3 / 21,0	0,3 / 0,8	8,3 / 14,1	1,3 / 0,9	+	11,3 / 21,0	Perturbé	Très faible	Faible
			Très faible (< 1)	2,9	3,7 / 1,5	93,5	11,9 / 22,9	0,4 / 0,8	7,5 / 14,5	1,1 / 0,8	+	11,9 / 22,9	Perturbé	Très faible	Faible
HC10	Utah	Taute/Vire/Aure/Douve	Très faible (< 1)	3,3	6,0 / 2,5	93,6	12,2 / 22,4	0,3 / 0,8	7,2 / 14,5	0,6 / 0,7	+	12,2 / 22,4	Perturbé	Très faible	Faible
			Elevée (6,2)	5,2	3,8 / 1,6	88,1	15,3 / 49,2	0,4 / 1,1	9,2 / 25,9	1,2 / 1,6	+	15,3 / 49,2	Perturbé	Faible	Modéré
HT06	Géfosse	Taute/Vire/Aure/Douve	Faible (1,4)	3,6	3,5 / 1,6	88,2	15,5 / 37,6	0,3 / 0,8	8,9 / 20,6	1,2 / 1,3	+	15,5 / 37,6	Perturbé	Très faible	Modéré
HC11	Port-en-Bessin 1 mille	---	Faible (1,9)	2,8	6,6 / 2,4	93,2	19,5 / 28,2	0,5 / 0,9	10,0 / 16,7	1,1 / 0,6	+	19,5 / 28,2	Perturbé	Très faible	Modéré
HC12	Asnelles-Meuvaux	---	Faible (2,1)	4,8	4,9 / 1,5	90,5	23,1 / 31,4	0,5 / 0,9	11,8 / 17,9	1,5 / 0,9	-	23,1 / 31,4	Perturbé	Très faible	Modéré
HC13	St Aubin Les Essarts	---	Faible (2,4)	4,7	5,6 / 1,2	89,6	24,4 / 34,3	0,5 / 1,0	12,6 / 20,6	1,4 / 1,0	-	24,4 / 34,3	Perturbé	Très faible	Modéré
HC14	Luc-sur-mer 1 mille	Orne	Modérée (3,3)	2,6	4,6 / 1,7	85,1	22,8 / 34,9	0,5 / 0,9	12,3 / 21,2	1,9 / 1,1	+	22,8 / 34,9	Perturbé	Très faible	Modéré
			Modérée (3,4)	3,5	12,1 / 4,3	83,0	27,2 / 50,3	0,5 / 1,0	14,5 / 27,0	2,1 / 1,3	+	27,2 / 50,3	Perturbé	Faible	Modéré
HT04	Estairs de l'Orne	Orne	Faible (2,3)	7,6	9,3 / 3,0	87,3	43,5 / 69,3	0,7 / 1,3	19,1 / 34,2	2,1 / 1,8	+	43,5 / 69,3	Perturbé	Modéré	Modéré
HC15	Cabourg	Dives/Seine	Elevée (7,8)	4,7	20,4 / 5,2	77,0	39,1 / 63,6	0,6 / 1,1	18,0 / 33,2	2,0 / 1,7	+	39,1 / 63,6	Perturbé	Modéré	Modéré
HT03	Seine-1	Seine	Très élevée (11,5)	10,4	17,7 / 6,0	90,6	100 / 128	1,3 / 1,9	41,5 / 62,4	2,9 / 3,1	-	100 / 128	Perturbé	Modéré	Modéré
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	Seine	Elevée (6,1)	3,9	14,9 / 4,2	94,2	32,7 / 86,0	0,5 / 1,3	13,3 / 43,6	1,3 / 1,9	+	32,7 / 86,0	Perturbé	Modéré	Modéré
HC17	Fécamp 1 mille	Valmont/Durdent	Faible (1,8)	4,6	6,5 / 1,7	91,0	26,8 / 44,5	0,5 / 1,1	11,7 / 23,9	1,0 / 1,8	-	26,8 / 44,5	Perturbé	Très faible	Faible
HC18	Dieppe 1 mille	Arques/Eaulne/Varenne	Très faible (< 1)	6,1	7,4 / 2,2	65,9	20,3 / 35,1	0,4 / 1,0	11,3 / 22,8	1,0 / 0,6	++	20,3 / 35,1	Perturbé	Très faible	Faible

**Légende**

(a) Limitation potentielle d'un nutriment en été :  
 ++ : carence vraisemblable  
 + : carence potentielle  
 - : pas de carence

(b) Niveau de dystrophie (selon OCDE, 1982) :  
 < 47 µM DIN : Très faible  
 [47 - 53 µM] DIN : Faible  
 [53 - 134 µM] DIN : Modéré  
 ≥ 134 µM DIN : Elevé

(c) Risque d'eutrophisation :  
 Très faible : Pas de déficits biologiques, pas de desoxygénation  
 Faible : Peu de déficits biologiques (quelques blooms), pas de desoxygénation  
 Modéré : Effets biologiques constatés, pas de desoxygénation  
 Avéré : Effets biologiques importants, desoxygénation de la colonne d'eau

**Couleurs**  
 En gras : Nouveaux résultats  
 En orange : Dégradation / année n-1  
 En bleu : Amélioration / année n-1 (= diminution, sauf oxygène)  
 ND : Non déterminé



## IV.2 Discussion des évaluations DCE

### IV.2.1 Principe

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

L'état de qualité d'une masse d'eau est donc qualifié à partir de son état écologique et de son état chimique. L'état chimique est déterminé dans le cadre de réseaux de surveillance dédiés et ne fait donc pas l'objet du présent rapport. Dans ce deuxième arrêté, le mode de classification de l'état écologique des masses d'eau est représenté selon le schéma de la **Figure 89**. L'état écologique est donc défini à partir des éléments de qualité biologique, des conditions physico-chimiques, et des conditions hydromorphologiques.

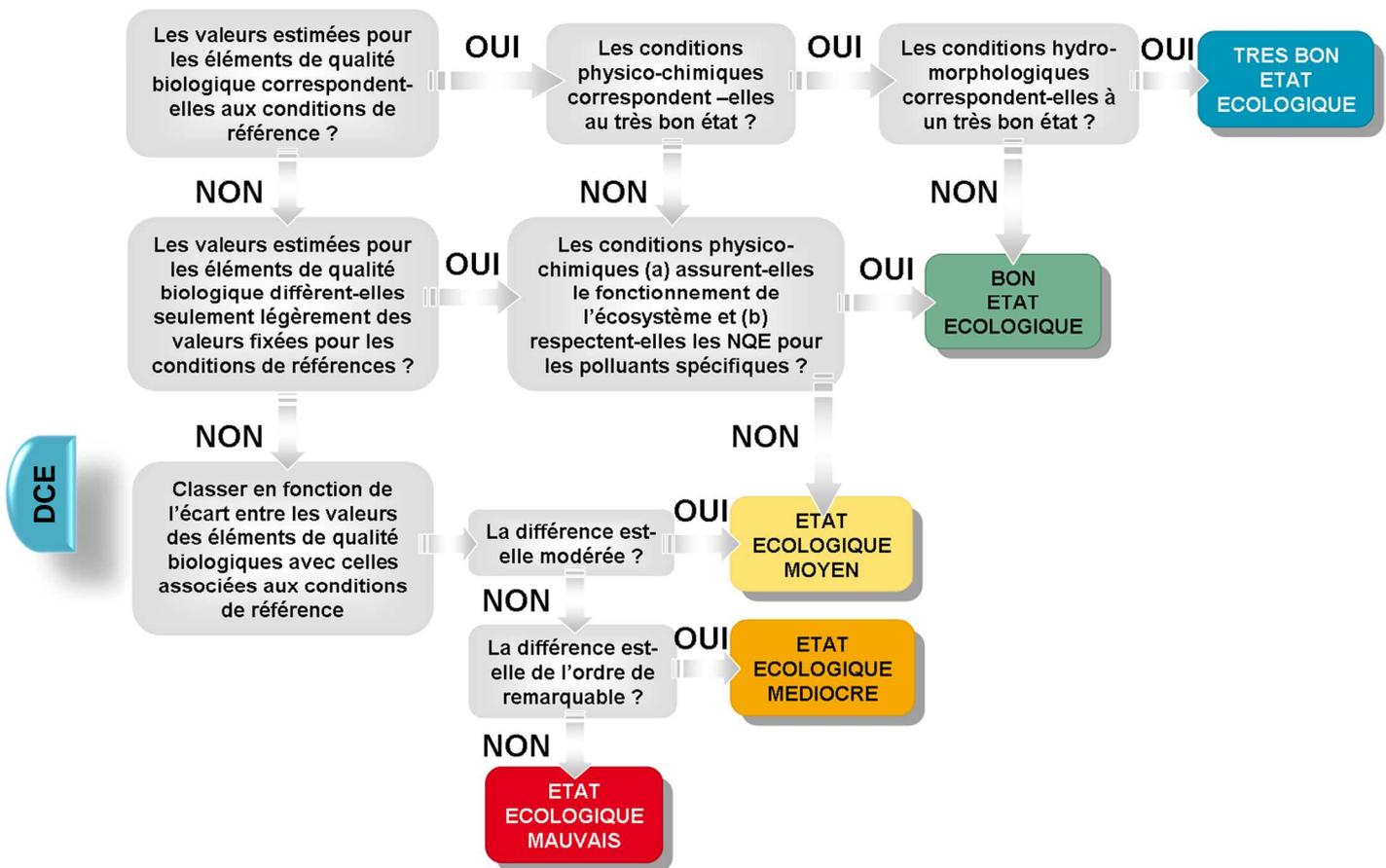


Figure 89 : Schéma de classification de l'état écologique des masses d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010.

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
<b>ETAT ECOLOGIQUE</b>			
<b>Eléments de qualité biologiques</b>			
Phytoplancton	Biomasse	MEC & MET non turbides	RHLN
	Abondance		RHLN
	Composition en cours de définition		RHLN
Invertébrés benthiques	Indice M-AMBI	MEC & MET	REBENT
	Macroalgues intertidales et subtidales	MEC & MET	REBENT
Autre flore aquatique	Bloom de macroalgues vertes	MEC & MET	REBENT
	Angiospermes	MEC & MET	REBENT
Poissons	Indice ELFI	MET	IRSTEA
<b>Eléments de qualité physico-chimiques généraux</b>			
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		
<b>Elément de qualité hydromorphologie</b>		MEC	BRGM
<b>ETAT CHIMIQUE</b>			
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 aussi 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 2006-2011.

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 2008-2013 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](http://envlit.ifremer.fr/surveillance/directive_cadre_sur_l_eau_dce/la_dce_par_bassin/bassin_seine_normandie/fr/atlas_interactif).

## IV.2.2 Synthèse 2008 - 2013 et Tendances

Les évaluations sont réalisées à l'aide d'un programme sous R automatique directement à partir des données saisies dans la base Quadrige<sup>2</sup>, indépendamment de leur état de validation et de qualification, sauf pour HC12 et HT04 qui sont observées en stratégie régionale, pour lesquelles l'évaluation a été calculée dans le cadre de ce rapport. Les modalités de calcul des indicateurs sont décrites dans le rapport de Belin C. *et al.* (2014a). Ces évaluations sont effectuées sur la période 2008-2013 à partir des données des points du RHLN en stratégie de contrôle de surveillance et/ou opérationnel.

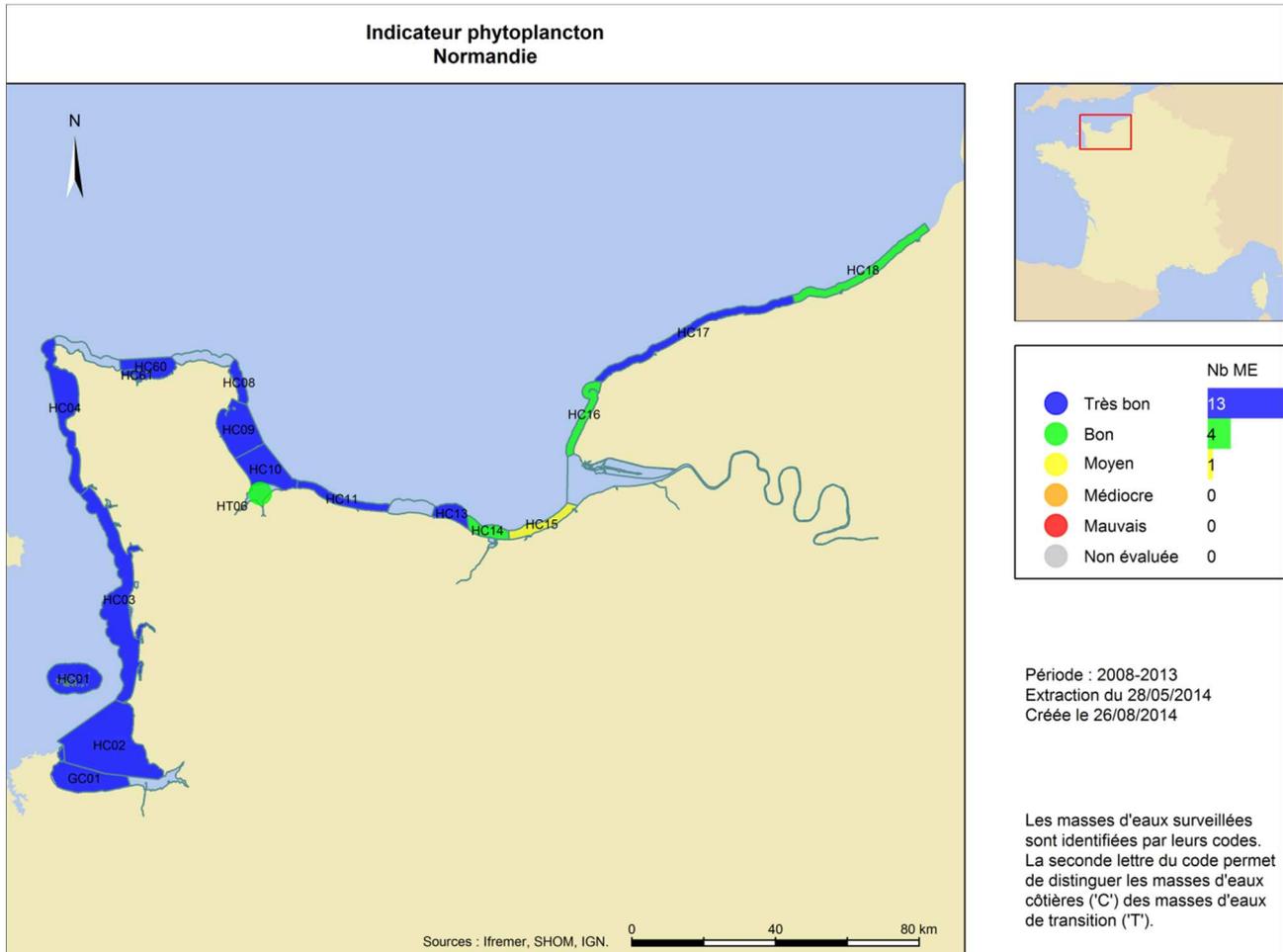
### IV.2.2.1 Élément de qualité « Phytoplancton »

La comparaison des valeurs du RQE calculés sur la période 2008-2013 avec celles calculées sur la période 2007-2012 (Belin C. *et al.*, 2014b), met en évidence une stagnation ou une légère dégradation globale (sans changement d'état) de la qualité de ce compartiment, hormis pour les masses d'eau HT06, HT04, et HC15 dont les RQE augmentent très faiblement. Au niveau des indicateurs, des améliorations avec changement de classe d'état pour l'Indice Biomasse sont observées pour HT06 (« Bon état » à « Très bon état »), et HT04 (« Etat moyen » à « Bon état »), et une dégradation pour HC11 (« Très bon état » à « Bon état ») (**Tableau 9**).

**Tableau 9 :** Comparaison des RQE de l'élément de qualité « Phytoplancton » et ses indices (hormis indice Composition) sur les masses d'eau normandes sur les périodes 2007-2012 et 2008-2013 et indice de confiance.

Masse d'eau	Biomasse		Abondance		Elément de qualité "Phytoplancton" Moyenne RQEs		
	2007-2012	2008-2013	2007-2012	2008-2013	2007-2012	2008-2013	
HC01	2,2	2,2	6,2	6,1	1	1	100%
HT05							
HC02	4,9	4,9	5,9	2,9	0,84	0,84	99%
HC03	4,4	4,4	20,0	20,8	0,80	0,78	65%
HC04	2,0	2,0	1,7	0,0	1	1	100%
HC05							
HC60	1,9	1,8	0,0	0,0	1	1	100%
HC61							
HC07							
HC08	4,5	4,5	2,2	3,9	0,87	0,87	100%
HC09	3,4	3,5	4,5	3,0	0,99	0,98	100%
HC10	4,0	4,0	9,0	9,0	0,92	0,91	100%
HT06	5,2	4,6	31,4	34,3	0,59	0,61	99%
HC11	3,4	5,3	2,3	4,2	0,99	0,81	99%
HC12	3,6	3,8	2,9	5,6	0,97	0,94	
HC13	5,7	5,6	10,1	7,6	0,80	0,79	94%
HC14	12,7	12,7	24,6	26,9	0,47	0,44	96%
HT04	10,8	9,7	19,4	19,7	0,59	0,60	
HC15	13,2	12,8	43,1	41,7	0,32	0,33	96%
HT03							
HC16	12,7	13,0	22,2	26,4	0,51	0,44	92%
HC17	5,5	5,6	8,3	8,2	0,80	0,80	82%
HC18	7,0	7,4	13,0	13,0	0,74	0,72	88%

En comparant cette évaluation DCE à l'interprétation faite dans ce rapport avec une estimation du risque d'eutrophisation (voir **Tableau 5**), les résultats sont majoritairement concordants.



**Figure 90** : Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Phytoplancton » de l'Etat Biologique pour la période 2008-2013.

#### IV.2.2.2 Etat Physico-Chimique

Le **Tableau 10** présente les résultats obtenus pour chacun des éléments de qualité pertinents, et fait la synthèse de l'Etat Physico-Chimique sur le littoral normand pour la période 2008-2013. L'indice de confiance, obtenu par l'application de la méthode de rééchantillonnage du bootstrap en utilisant le mois comme élément stratifiant afin de tenir compte de la saisonnalité des phénomènes, n'est pas appliqué sur des séries de taille inférieure à trente observations (Daniel A. et Soudant D., 2011a).

**Tableau 10** : Evaluations de l'Etat Physico-Chimique entre les masses d'eau normandes sur la période 2008-2013 et indice de confiance.

Masse d'eau	NID		Oxygène dissous		Température		Transparence		ETAT PHYSICO-CHIMIQUE	
	2008-2013	Indice confiance	2008-2013	Indice confiance	2008-2013	Indice confiance	2008-2013	Indice confiance	2008-2013	Indice confiance
HC01	13,4		7,4	100%	0	100%	2,6	100%		100%
HT05			5,7							
HC02	38,7	100%	7,2	100%	0	100%	13,2	100%		100%
HC03	38,7	100%	6,8	100%	0	100%	17,7	78%		95%
HC04	9,4		7,4	100%	0	100%	2,7	100%		100%
HC05										
HC60										
HC61	14,4		6,9	100%	0	100%	2,5	100%		100%
HC07										
HC08			7,1	100%			4,4	97%		99%
HC09	26,5	100%	7,0	100%	0	100%	5,5	100%		100%
HC10	26,5	100%	6,9	100%	0	100%	6,4	100%		100%
HT06	26,5	100%	6,9	100%						100%
HC11	28,7		7,2	100%			3,7	100%		100%
HC12			7,1							
HC13	34,0	100%	6,4	100%	0	100%	6,7	100%		100%
HC14	34,0	50%	6,4	100%	0	100%	7,1	100%		88%
HT04			6,9							
HC15	36,6	97%	4,8	61%	0	100%	7,8	100%		90%
HT03			7,1							
HC16	36,6	96%	6,7	100%	0	100%	5,4	100%		99%
HC17	33,9	100%	7,0	100%	0	100%	4,5	100%		100%
HC18	33,9	100%	7,2	100%			7,7	97%		99%

##### IV.2.2.2.1 Elément de qualité « Nutriments »

Les résultats par masse d'eau sont présentés dans le **Tableau 10**. La droite de dilution obtenue pour chaque écotype du littoral normand pour la période 2008-2013 est présentée dans la **Figure 92**. Ces droites montrent que les données sont assez homogènes pour les écotypes Veys (points « Géfosse », « Roches de Grandcamp », « Utah », « Gougins », « La Hougue »), et Caux (points « Dieppe 1 mille » et « Fécamp 1 mille »), et beaucoup moins pour les écotypes SWCotentin (Sud-ouest Cotentin), Orne et Seine est.

En outre, il est à noter que l'écotype SWCotentin (Sud-ouest Cotentin), inclut non seulement les points de la masse d'eau HC02 et HC03, mais ceux de HT05 et GC01. Ainsi, les données du point « Mont-St-Michel 2007 » ont été utilisées alors que celui-ci a été arrêté en 2010 car non représentatif, pour être remplacé par le point « Tombelaine ». De plus les données du point « Mont St Michel » ont été utilisées alors que ce point appartient à la masse d'eau GC01 appartenant au bassin de Bretagne.

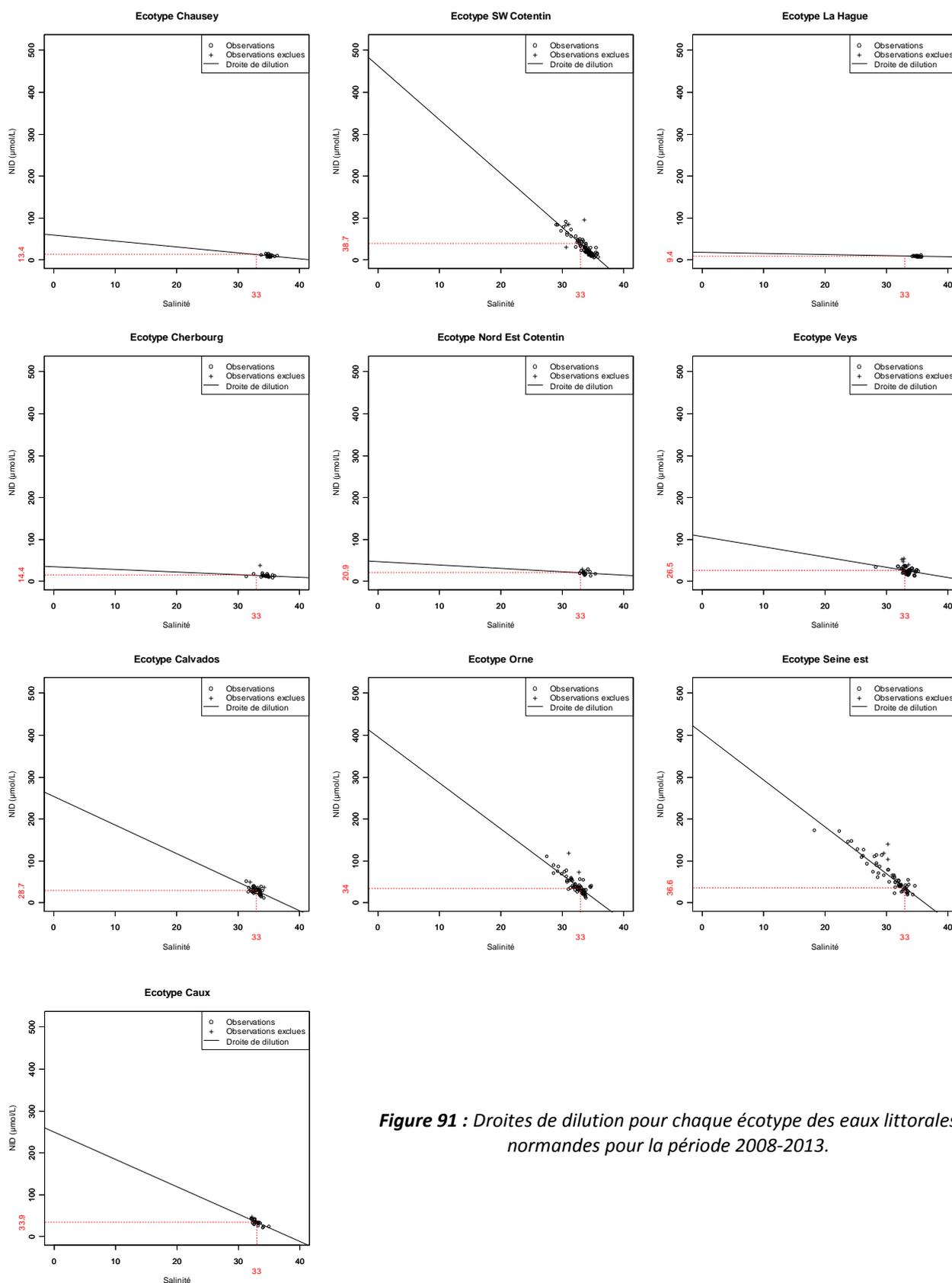
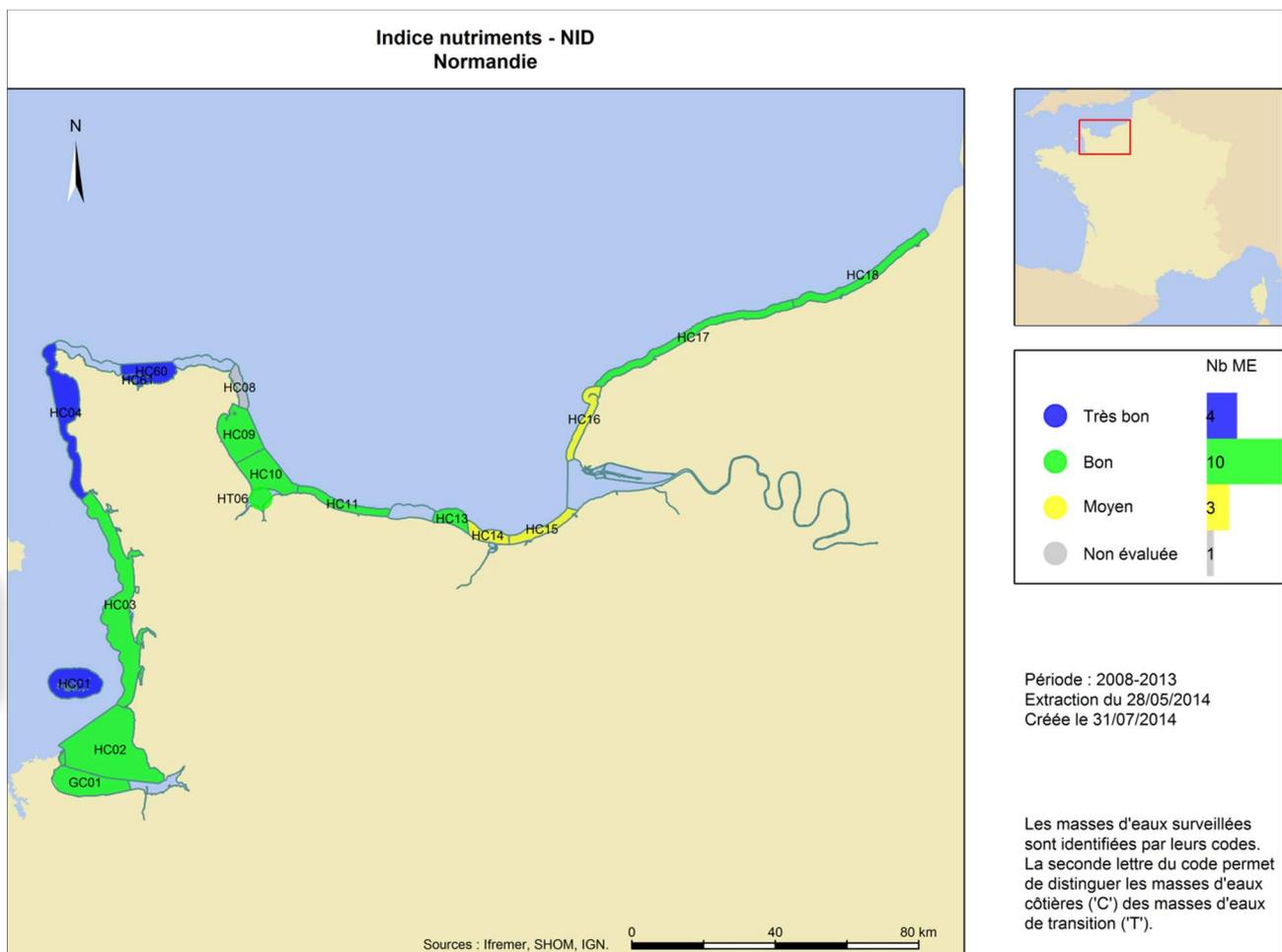


Figure 91 : Droites de dilution pour chaque écotype des eaux littorales normandes pour la période 2008-2013.



Ainsi, l'évaluation de l'indice NID pour la période 2008-2013 montre que, sur les 16 masses d'eau du bassin Seine Normandie évaluées, seulement 4 peuvent être classées en « Très bon état » (HC01, HC04, et HC60-HC61), 9 en « Bon état » soit 56 % (HC02, HC03, HC09, HC10, HT06, HC11, HC13, HC17 et HC18), et 3 masses d'eau en « Etat moyen » (HC14, HC15 et HC16) (**Figure 92**). Ces résultats sont concordants avec l'estimation faite du niveau de dystrophie des masses d'eau pour 2013 (voir **Tableau 5**) pour HC15 et HC16. Cependant, le niveau de dystrophie de HC14 avait été interprété comme Faible à Très faible en 2013, et dans les masses d'eau HC03, HC09, HC10, HT06, HC11, HC13, HC17 et HC18 comme Très faible. Ceci suggère que le niveau de dystrophie en 2013 était moins important qu'en considérant les 6 dernières années (2008-2013), mais, vu le faible nombre de données, il n'est pas exclu que cela soit dû à de la variabilité interannuelle. Par contre, la masse d'eau HC02 est classée en « Bon état » avec l'indice NID sur 2008-2013 alors que le niveau de dystrophie en 2013 a été estimé comme Modéré ce qui pourrait être dû à des stocks hivernaux en nutriments plus importants.

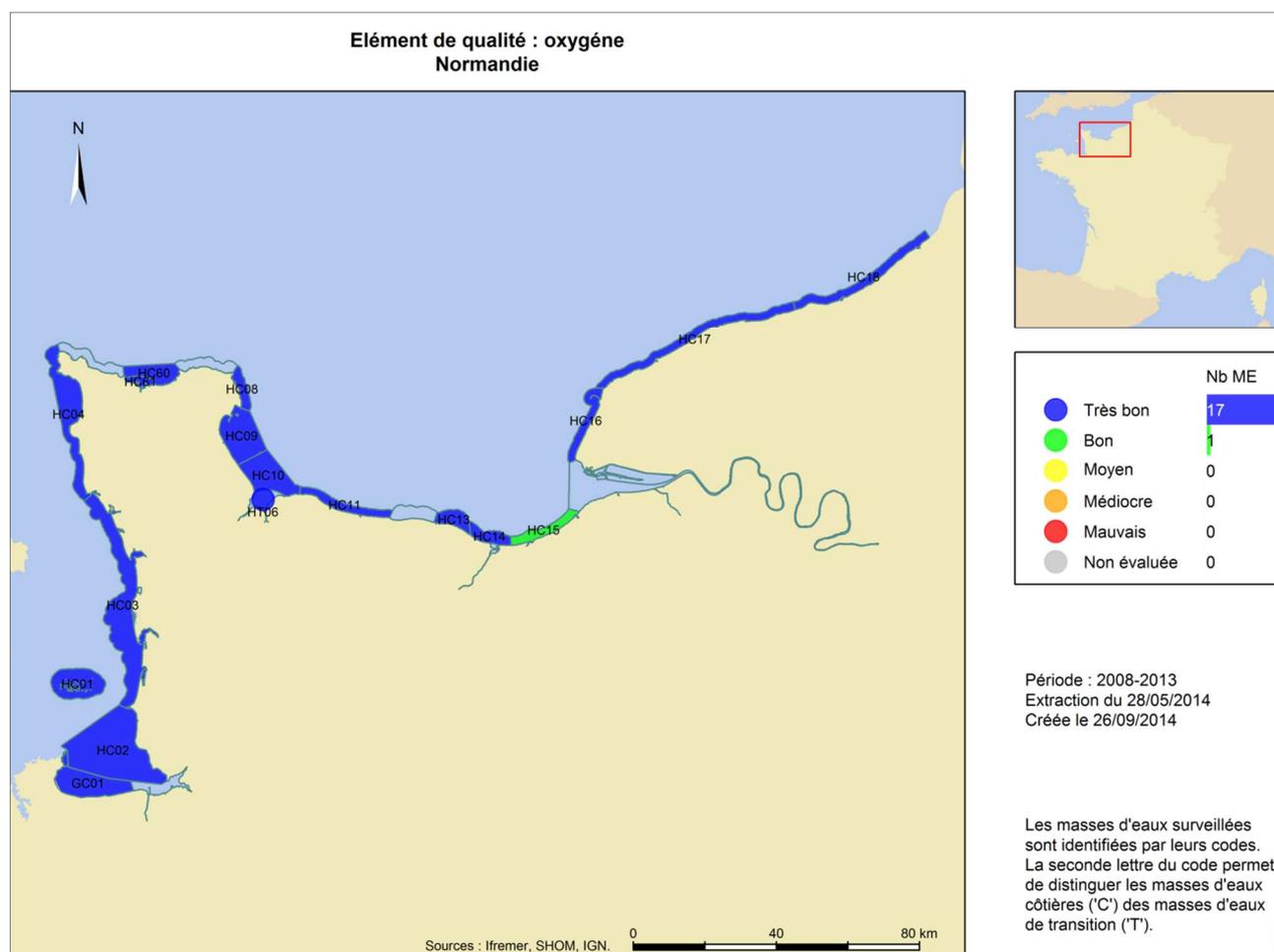
Il faut néanmoins ne pas perdre de vue dans cette comparaison que l'évaluation du NID et l'estimation du niveau de dystrophie ne concernent pas tout à fait les mêmes données. En effet, le premier considère les concentrations hivernales entre novembre et février mises en relation avec l'Indice Biomasse de l'élément de qualité « Phytoplancton », et le deuxième compare les concentrations hivernales entre janvier et février de l'année étudiée aux seuils de l'OCDE.



**Figure 92** : 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 2008-2013.

IV.2.2.2.2 Elément de qualité « Oxygène dissous »

Les résultats de l'Indice Oxygène dissous au fond par masse d'eau présentés dans le **Tableau 10** et dans la **Figure 93**, montrent que les points du littoral normand sont très peu touchés par des phénomènes de desoxygenation de la colonne d'eau comme précédemment mentionné dans l'interprétation de ce rapport. Seule la masse d'eau HC15 (point « Cabourg ») est classée en « Bon état », du fait de mesures en oxygène dissous au fond correspondant à un léger niveau de suboxie.

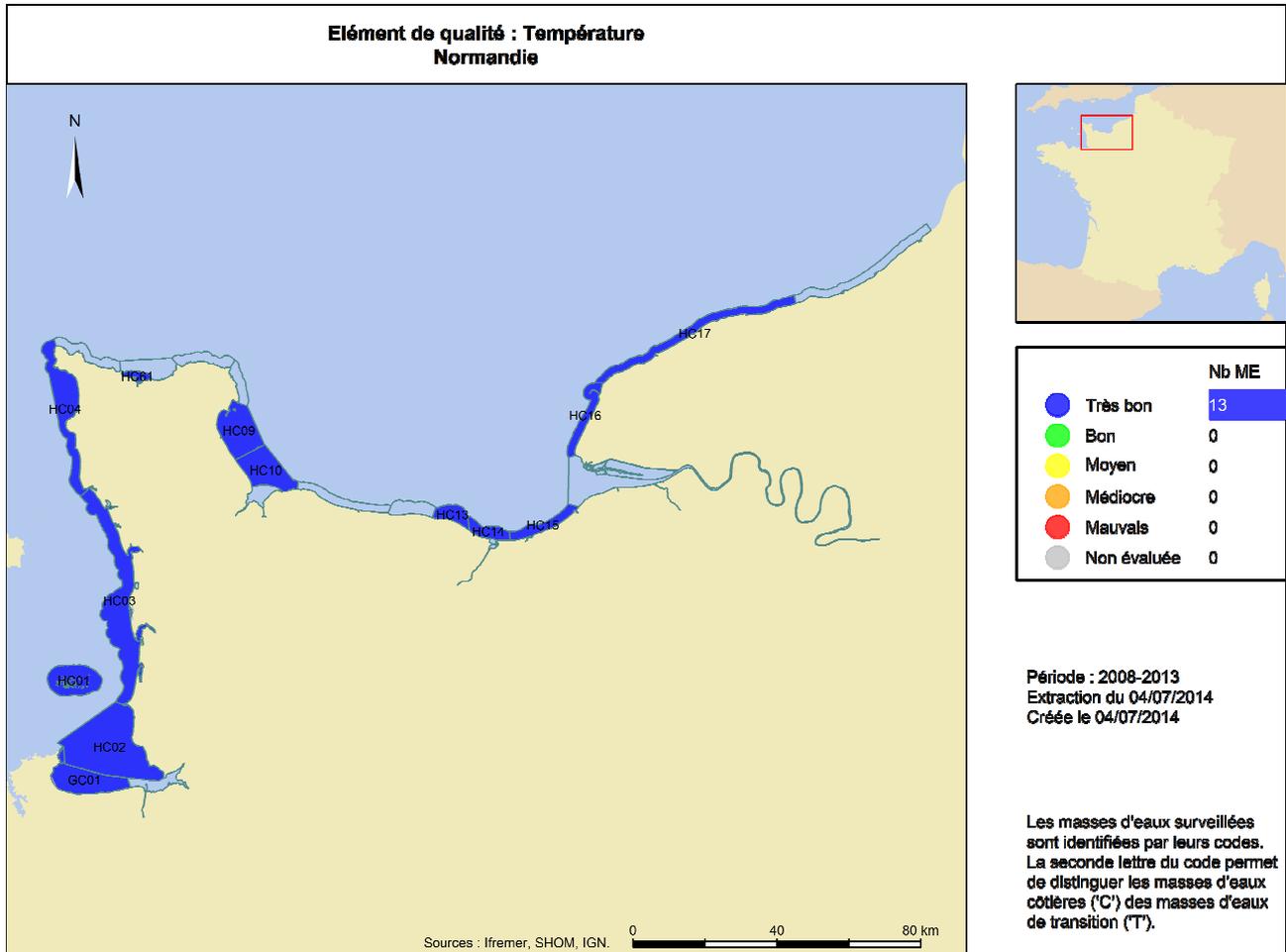


**Figure 93 :** Carte de synthèse de l'évaluation DCE de l'élément de qualité « Oxygène dissous » par l'Indice Oxygène dissous au fond de l'Etat Physico-Chimique pour la période 2008-2013.

DCE

IV.2.2.2.3 *Élément de qualité « Température »*

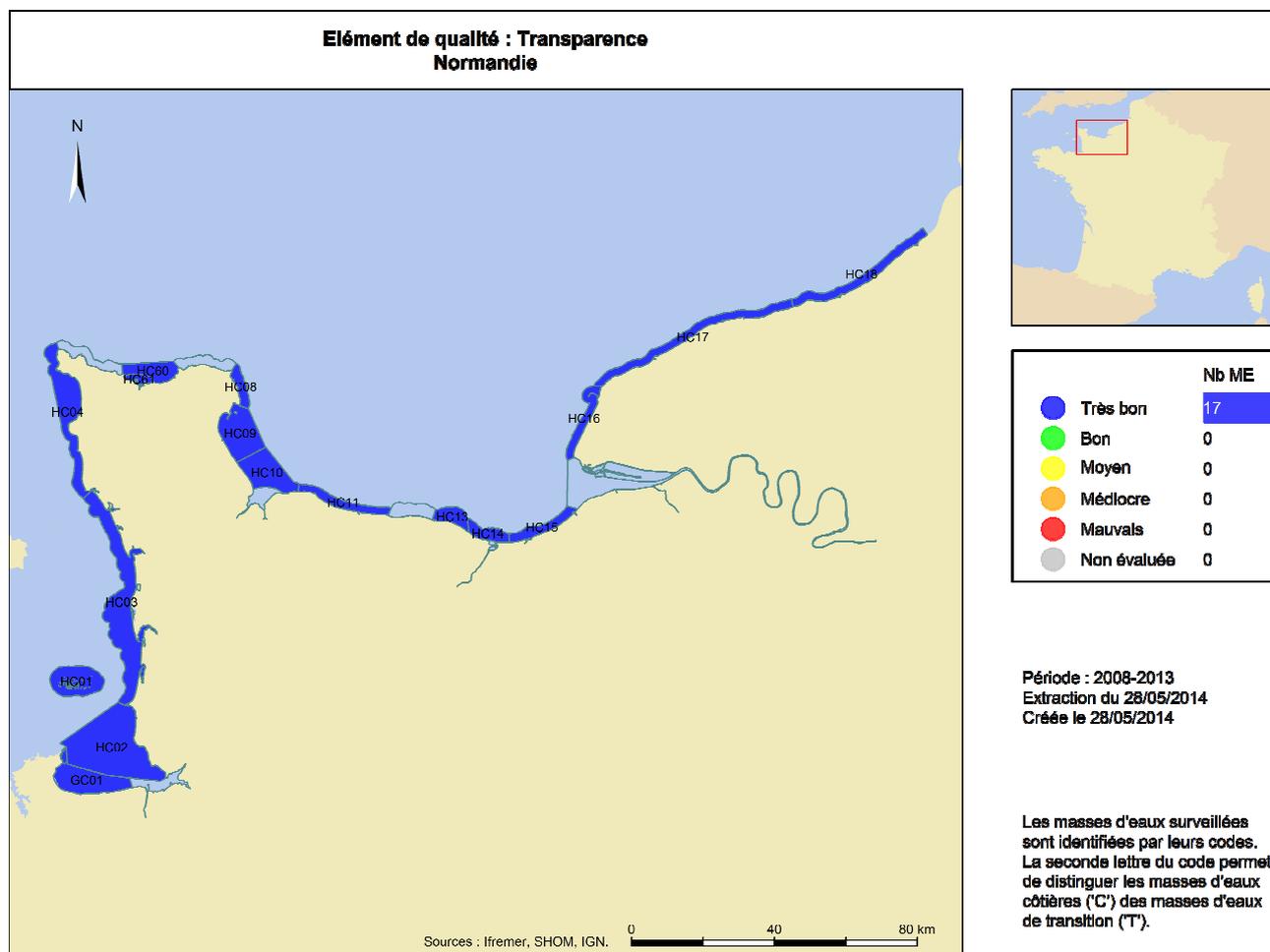
Les résultats de l'Indice Température par masse d'eau présentés dans le **Tableau 10** et dans la **Figure 94**, montrent que les mesures de température sur les points du littoral normand restent dans l'enveloppe définie.



**Figure 94 :** 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 2008-2013.

IV.2.2.2.4 Élément de qualité « Transparence »

Les résultats de l'Indice Turbidité par masse d'eau présentés dans le **Tableau 10** et dans la **Figure 95**, montrent que les mesures de turbidité sur les points du littoral normand restent faibles.



**Figure 95** : 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 2008-2013.



### IV.2.2.3 Etude des tendances pour l'élément de qualité « Phytoplancton »

Suite à la mise à jour de l'état des lieux DCE en 2013, une étude des tendances de l'évolution de l'élément de qualité « Phytoplancton » avait été réalisée, et est renouvelée. Cette étude est basée sur une régression linéaire entre les évaluations obtenues pour 6 années glissantes des indices et de l'élément de qualité à partir de 3 périodes disponibles. Une tendance a été jugée significative à partir du moment où la pente est supérieure en valeur absolue à 10 % et avec un coefficient de détermination supérieur à 30 %. Cette étude a été appliquée à toutes les masses d'eau évaluées par le contrôle de surveillance, le contrôle opérationnel, ou le contrôle régional, excepté les masses d'eau où l'élément de qualité n'est pas pertinent (HT01, HT02, HT03 et HT05), soit 18 masses d'eau au total.

Entre les périodes 2001-2006 et 2008-2013, le **Tableau 11** met en évidence une stabilité de l'**Indice Biomasse** pour les 2 masses d'eau HC01, HC61 qui se maintiennent en « Très bon état », ainsi que pour la masse d'eau HC16 qui conserve un « Etat Moyen ». Pour 6 masses d'eau, la baisse de l'Indice suggère une amélioration de qualité du milieu, très faiblement pour HC09 et HC12 qui restent majoritairement en « Très bon état » et pour HC14 et HC15 en « Etat moyen ». Cette amélioration est plus sensible pour les masses d'eau HC10 et HT06, avec un passage dans une classe supérieure. A l'inverse, une augmentation de l'Indice Biomasse est observée pour 3 masses d'eau, très faiblement et sans changement de classe pour HC03, mais plus significative pour HC13 et HC17 dont la qualité change du « Très bon état » au « Bon état ».

**Tableau 11 : Evolution de l'Indice Biomasse par périodes de 6 années glissantes.**

Masse d'eau	INDICE BIOMASSE									TENDANCE INTERANNUELLE	
	Début suivi	Nb valeurs	2001-2006	2002-2007	EDL 2009 2003-2008	2004-2009	2005-2010	EDL 2013 2006-2011	2007-2012		2008-2013
HC01	2001	95	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,2	↔
HT05											
HC02	2007	55						4,9	4,9		
HC03	2001	214	2,9	3,2	4,3	4,3	4,4	4,4	4,4	4,4	↗
HC04	2007	56						2,0	2,0		
HC05											
HC60											
HC61	2005	70					2,0	1,9	1,9	1,8	↔
HC07											
HC08	2004	55									
HC09	2003	87			3,5	4,0	3,9	3,6	3,4	3,5	↘
HC10	2001	101	9,0	8,3	7,2	6,3	5,5	4,7	4,0	4,0	↘
HT06	2002	94		9,9	9,2	8,0	7,0	5,6	5,2	4,6	↘
HC11	2004	59									
HC12	2004	78				4,4	3,7	3,3	3,6	3,8	↘
HC13	2004	77				4,2	4,6	5,3	5,7	5,6	↗
HC14	2001	99	19,1	14,7	13,9	11,5	11,4	11,4	12,7	12,7	↘
HT04	2007	56						10,8	9,7		
HC15	2001	100	13,8	14,3	14,3	13,6	13,6	13,6	13,2	12,8	↘
HT03											
HC16	2002	96		12,4	12,0	13,9	13,9	12,7	12,7	13,0	↔
HC17	2006	63						4,2	5,5	5,6	↗
HC18	2004	54								7,4	

Grilles MEC pour MET

 Période à partir de laquelle 6 années de données sont utilisées

DCE

Appliquée à l'**Indice Abondance**, l'étude de son évolution met en évidence sa stabilité pour 3 masses d'eau qui se maintiennent dans un « Très bon état » (HC13), « Bon état » (HT06) ou « Etat moyen » (HC15) (**Tableau 12**). Pour 8 masses d'eau, le nombre de blooms tend à diminuer en restant dans le « Très bon état » pour HC01, HC61, HC09, HC12 et HC17 ou « Bon état » pour HC16, ou s'améliorant pour HC10 et HC14. Enfin, seule HC03 présente une augmentation du nombre de blooms en étant déclassée en « Bon état ».

Tableau 12 : Evolution de l'Indice Abondance par périodes de 6 années glissantes.

Masse d'eau	INDICE ABONDANCE									TENDANCE INTERANNUELLE	
	Début suivi	Nb valeurs	2001-2006	2002-2007	EDL 2009 2003-2008	2004-2009	2005-2010	EDL 2013 2006-2011	2007-2012		2008-2013
HC01	2001	120	18,2	18,8	17,9	10,5	10,0	11,5	6,2	6,1	↔
HT05											
HC02	2007	84							5,9	2,9	
HC03	2001	273	15,9	12,5	18,8	17,4	18,6	20,0	20,0	20,8	↗
HC04	2007	70							1,7	0,0	
HC05											
HC60											
HC61	2005	93					1,8	1,6	0,0	0,0	↔
HC07											
HC08	2004	77									
HC09	2003	113			20,0	19,3	18,0	9,7	4,5	3,0	↔
HC10	2001	137	25,9	27,3	23,1	17,5	13,7	11,3	9,0	9,0	↔
HT06	2002	132		28,3	26,3	27,5	31,9	35,7	31,4	34,3	↔
HC11	2004	78									
HC12	2004	104				8,9	8,1	3,1	2,9	5,6	↔
HC13	2004	108				15,0	11,5	10,9	10,1	7,6	↔
HC14	2001	121	45,0	43,8	32,1	30,0	26,9	26,6	24,6	26,9	↔
HT04	2007	79							19,4	19,7	
HC15	2001	147	42,9	42,9	41,7	41,7	40,3	41,7	43,1	41,7	↔
HT03											
HC16	2002	156		30,8	27,1	28,6	28,6	25,0	22,2	26,4	↔
HC17	2006	85						11,5	8,3	8,2	↔
HC18	2004	88								13,0	

Grilles MEC pour MET

□ Période à partir de laquelle 6 années de données sont utilisées

Enfin, en combinant les tendances observés pour les Indices dans l'élément de qualité « **Phytoplancton** » (Tableau 13), cela met en évidence une tendance globale de diminution de la biomasse et des blooms est observée sur la côte est du Cotentin (HC09 et HC10) et sur la côte de Nacre (HC12 et HC14). Dans d'autres masses d'eau, seul l'Indice Biomasse (HT06 et HC15) a diminué, ou seulement le nombre de blooms (HC01, HC61 et HC16). Il est cependant à noter que la qualité des masses d'eau HC03, HC13 et HC17 tend à se dégrader notamment avec une augmentation de la biomasse mais en conservant un bilan de l'élément de qualité « Phytoplancton » en « Très bon état ».

Tableau 13 : Evolution du RQE de l'élément de qualité « Phytoplancton » par périodes de 6 années glissantes.

Masse d'eau	ELEMENT DE QUALITE "PHYTOPLANCTON" RQE								TENDANCE INTERANNUELLE	TENDANCE INTERANNUELLE	
	2001-2006	2002-2007	EDL 2009 2003-2008	2004-2009	2005-2010	EDL 2013 2006-2011	2007-2012	2008-2013			
HC01	0,96	0,95	0,97	1	1	1	1	1	Blooms ↘	↗	
HT05											
HC02								0,84	0,84		
HC03	1	1	0,83	0,87	0,83	0,80	0,80	0,78	Biomasse & Blooms ↗	↘	
HC04							1	1			
HC05											
HC60											
HC61					1	1	1	1	Blooms ↘	↔	
HC07											
HC08											
HC09			0,89	0,85	0,89	0,96	0,99	0,98	Biomasse & Blooms ↘	↗	
HC10	0,51	0,51	0,59	0,74	0,80	0,85	0,92	0,91	Biomasse & Blooms ↘	↗	
HT06		0,47	0,50	0,51	0,50	0,53	0,59	0,61	Biomasse ↘	↗	
HC11											
HC12				0,88	0,96	1,00	0,96	0,94	Biomasse & Blooms ↘	↗	
HC13				0,90	0,86	0,81	0,79	0,79	Biomasse ↗	↘	
HC14	0,27	0,30	0,38	0,42	0,46	0,46	0,47	0,44	Biomasse & Blooms ↘	↗	
HT04							0,58	0,60			
HC15	0,32	0,31	0,32	0,32	0,33	0,32	0,32	0,33	Biomasse ↘	↗	
HT03											
HC16		0,41	0,45	0,41	0,41	0,47	0,51	0,44	Blooms ↘	↔	
HC17						0,89	0,80	0,80	Biomasse ↗ Blooms ↘	↘	
HC18								0,72			

□ Période à partir de laquelle 6 années de données sont utilisées

## V. Conclusion générale

Le climat de l'année 2013 a été globalement proche des normales en température et précipitations, mais des disparités saisonnières marquées ont pu être observées, qui ont significativement impacté le cycle biogéochimique annuel.

L'hiver a été froid et humide (particulièrement en mars), avec des débits forts, ce qui a permis la constitution de stocks hivernaux en nutriments plus importants dans la majorité des masses d'eau.

Le printemps a été froid et sec, avec des débits proches de la normale. Ces conditions ont vraisemblablement retardé le cycle biologique, et notamment la constitution d'un bloom printanier, à part sur la partie centrale de la côte ouest du Cotentin mi-mars. En effet, malgré le fait qu'aucun bloom n'ait pu être observé en baie de Seine du fait des dates d'échantillonnage, celui-ci a pu être remarqué sur les images satellites. En outre, un minimum en oxygène dissous au fond (65,9 %) a pu être relevé à Dieppe début mai potentiellement en conséquence des pics de biomasse de fin mars – début avril.

L'été a été chaud et sec, avec des débits proches de la normale. Le mois de juillet ayant été chaud par rapport aux normales, une forte biomasse a pu se développer dans des eaux riches en nutriments car non consommés au printemps. Cela a eu comme conséquence le développement d'une eau colorée à Cabourg du genre *Chaetoceros sp.*

L'automne a été doux et humide, avec des débits proches de la normale. Ces conditions climatiques ont permis un regain de productivité particulièrement en octobre, ce qui a vraisemblablement eu pour conséquence de provoquer un minimum en oxygène dissous à Chausey en novembre.

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 permettant de potentielles carences en phosphore et silicium. Globalement, le nombre total de taxons en état de bloom était moins élevé en 2013 qu'en 2012, ceux observés étant majoritairement situés en baie de Seine orientale. Les genres ayant dominé les peuplements phytoplanctoniques ont été : *Chaetoceros sp.*, *Pseudo-nitzschia* complexe *delicatissima* (groupe des fines), et *Leptocylindrus sp.*

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 discutée.

Pour l'élément de qualité « Phytoplancton », aucun changement de classe d'état n'a été constaté entre la mise à jour 2008-2013 et la période 2007-2012. Cependant, l'Indice Biomasse s'est amélioré pour HT06 (« Gêfosse ») au « Très bon état » et pour HT04 au « Bon état », mais s'est dégradé en « Bon état » pour HC11. Aucun changement de classe n'est advenu pour l'Indice Abondance. Aussi, au total 13 masses d'eau normandes sont en « Très bon état », 4 en « Bon état », et 1 en « Etat moyen » (HC15) pour l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2008-2013.

Pour l'Etat Physico-Chimique, toutes les masses d'eau évaluées sont en « Très bon état » vis-à-vis des éléments de qualité « Température » et « Transparence », et seule HC15 (« Cabourg ») est en « Bon état » pour l'élément de qualité « Oxygène dissous ». Aussi, l'élément de qualité « Nutriments », avec son Indice NID actuellement défini est l'élément déclassant pour l'Etat Physico-Chimique. Ainsi, sur les 17 masses d'eau évaluées, la majorité sont en « Bon état », sauf 4 en « Très bon état » (HC01, HC04, HC60-HC61), et 3 en « Etat moyen » (HC14, HC15, HC16) correspondant à celles les plus directement impactées par le panache de la Seine.

L'étude des tendances pour l'élément de qualité « Phytoplancton » montre que la majorité des masses d'eau ont un état en amélioration que ce soit vis-à-vis d'un ou des deux indices. Les masses d'eau HC03, HC13 et HC17 ont une tendance à la dégradation mais sans changement du « Très bon état ».

## Bibliographie

Aminot, A. et Chaussepied M., **1983**. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Ed. Brest : CNEXO, 395 p.

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

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

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

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

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

Belin C., 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 conchyliques) de Basse-Normandie 49 p.

---

## Bibliographie

Garcia A., N. Desroy, et P. Le Mao, **2013**. Contrôle de surveillance benthique de la Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) : Année 2012 – District Seine-Normandie. *Rapport Ifremer ODE/LER/BN-13-008*, 66 p.

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. Oceanographie et Dynamique des Ecosystèmes. Unité Littoral. Laboratoire Environnement Ressources de Normandie, **2014**. Qualité du Milieu Marin Littoral. Bulletin de la surveillance 2013. Départements : Seine Maritime, Eure, Calvados et Manche. *Rapport Ifremer ODE/LITTORAL/LERN/14-02*. <http://archimer.ifremer.fr/doc/00190/30122>

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

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.

Schapira M., Rabiller E., Pierre-Duplessix O., Françoise S. et Courtay G., **2014**. Surveillance hydrologique et phytoplanctonique du site AREVA NC (LaHague) – Année 2013. *Rapport Ifremer du contrat AREVA NC n° 40037551*, 52 p.

Tréguer P. et Le Corre P., **1975**. Manuel d'analyse des sels nutritifs dans l'eau de mer. Utilisation de l'autoanalyseur II Technicon. 2<sup>e</sup> édition, *Université de Bretagne Occidentale Brest*, 110 p.

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 Phytoplancton 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., et 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>



## Annexes

**Annexe 1 :** Publications RHLN.

**Annexe 2 :** Historique des lieux de surveillance du RHLN.

**Annexe 3 :** Qualification des données RHLN pour l'année 2013.

**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.

ANN.

## Annexe 1 : Publications RHLN

## VALORISATION DANS DES PUBLICATIONS

Auteur	Année	Support	Données
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 tendanciel
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 Communes de la Région de Caudebec	2004	Journal Pays Granvillais

**PUBLICATIONS DE RANG A OU COMMUNICATIONS EN COLLOQUES SCIENTIFIQUES OU THESES****2013**

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>

**2012**

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](https://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 50<sup>th</sup> Estuarine Coastal and Shelf Science Conference: Today's science for tomorrow's management, 3-7 juin 2012, Venise, Italie.*

**2011**

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](https://doi.org/10.5194/os-7-705-2011)

**2010**

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 physic-chemical quality elements. *Poster présenté à l'Annual Science Conference ICES 2010, 20-24 septembre 2010, Nantes.* <http://archimer.ifremer.fr/doc/00017/12819/>

**2009**

Grangeré 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>

Grangeré K., **2009**. Réponse écophysiological 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](https://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.*

## 2008

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](https://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	Mnémonique Quadrige <sup>2</sup>	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-00_3			2006
HC01	Chausey	Mont St Michel 2007	48°38,0900' N	001°30,4700' W	020 - P-053	RHLN	Phyto - Régional / PC - Surveillance DCE	2007 - 2010
HC02	Baie du Mt St Michel - Centre	Tombelaine	48°39,0780' N	001°30,9180' W	020-P-109	RHLN	Surveillance DCE	2010 - en cours
		Chausey	48°52,7100' N	001°46,0800' W	019-P-00_1			2006
		Cancalle Est	48°42,1478' N	001°47,6288' W	020 - P-049			2004 - 2006
		Hacqueville 1 mille	48°49,2500' N	001°35,6690' W	020-P-050	RHLN	Surveillance DCE	2006 - en cours
		Champeaux	48°44,8375' N	001°35,6690' W	018-P-054	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours
		Donville	48°50,5000' N	001°37,6700' W				
		Point du Roc						
HC03	Ouest Cotentin	Coudreville1 mille	48°53,4374' N	001°35,6288' W	018-P-068	RHLN	Régional	2006 - en cours
		Pointe Agon Sud	49°00,0200' N	001°36,3400' W	018-P-057	RHLN	Régional	2001 - en cours
		Pirou Bergerie Sud	49°08,9000' N	001°35,9800' W	018-P-021	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours
		Denneville	49°17,3567' N	001°41,3480' W	018-P-008	RHLN	Régional	2006 - en cours
		Dielette	49°33,0000' N	001°55,1700' W	017-P-006	RHLN	Surveillance DCE	2007 - en cours
HC04	Cap de Carteret - Cap de la Hague	Jobourg	49°39,8000' N	001°58,4000' W	017-P-021	COGEMA		2003 - en cours
		Barneville	49°22,7000' N	001°51,7000' W	017-P-022	COGEMA		2003 - en cours
HC05	Nord Ouest Cotentin	Gruchy	49°41,7200' N	001°46,9200' W	016-P-014			2004 - 2005
HC60	Rade de Cherbourg	Rade de Cherbourg	49°41,0100' N	001°36,7200' W	016-P-024			2004 - 2006
HC61	Cherbourg - Intérieur rade	Digue de Querqueville	49°40,3482' N	001°39,7674' W	016-P-025	RHLN	Surveillance DCE	2005 - en cours
HC07	Nord Est Cotentin	Cap Lévi	49°42,3200' N	001°27,2900' W	016-P-001			2004 - 2006
HC08	Battleur	Réville 1 mille	49°36,8300' N	001°12,9400' W	015-P-029	RHLN	Opérationnel DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
HC09	Anse de St Vaast	La Hougue	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
		Utah	49°25,3562' N	001°10,2884' W	014-P-024	RHLN	Régional	2006 - en cours
HC10	Baie des Veys	St Germain de Varreville	49°27,1600' N	001°12,5000' W	014-P-017			2001 - 2005
		Roches de Grandcamp	49°23,7200' N	001°02,8300' W	014-P-001	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HT06	Baie des Veys - Estuaire	Géfosse	49°23,4700' N	001°0,63600' W	014-P-023	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2002 - en cours
HC11	Côte du Bessin	Port-en-Bessin 1 mille	49°21,5900' N	000°46,0300' W	013-P-006	RHLN	Opérationnel DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
HC12	Côte de Nacre Ouest	Asnelles - Meuvaines	49°21,0800' N	000°34,2100' W	012-P-013	RHLN	Régional	2004 - en cours
HC13	Côte de Nacre Est	St Aubin les Essarts	49°21,9100' N	000°23,2600' W	012-P-005	RHLN	Surveillance DCE	2004 - en cours
HC14	Baie de Caen	Luc 1 mille	49°19,6100' N	000°19,6700' W	010-P-187	RHLN	Régional renforcé	2001 - en cours
HT04	Estuaire de l'Orne	Ouistreham 1 mille	49°18,7100' N	000°14,4900' W	010-P-102	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HC15	Côte fleurie	Estuaire de l'Orne	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
HT07	Risle estuarienne	Seine 1	49°28,7500' N	000°03,2167' E	011-P-010	RHLN	Phyto - Régional / PC - Surveillance DCE	2008 - en cours
HC16	Le Havre - Antifer	Antifer ponton pétrolier	49°40,0000' N	000°07,9800' E	010-P-001	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HC17	Pays de Caux Sud	Fécamp 1 mille	49°45,9946' N	000°21,8903' E	009-P-02_3	RHLN	Régional	2006 - en cours
		Fécamp digue	49°46,4346' N	000°20,6304' E	009-P-011	RHLN		2006 - 2007
		St Aubin Seine Maritime	49°54,0000' N	000°52,0000' E	009-P-001			2004 - 2005
HC18	Pays de Caux Nord	Dieppe 1 mille	49°56,4500' N	001°0,32500' 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

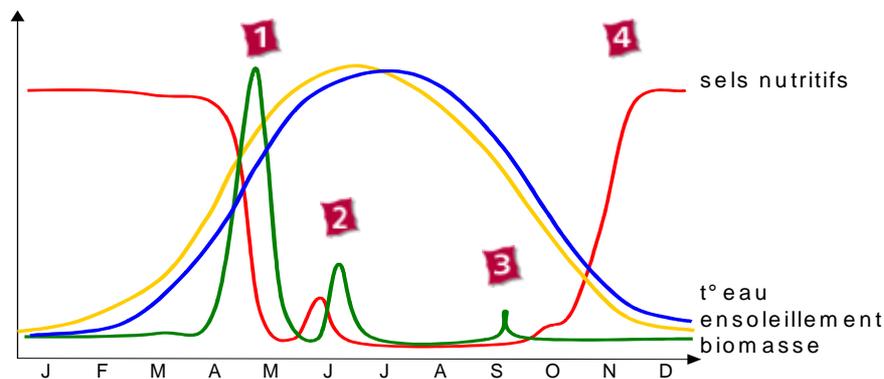
## Annexe 3 : Qualification des données RHLN pour l'année 2013.

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

LIBELLE POINT	DATE	Fiche d'écart	PARAMETRE	IMMERSION	RESULTAT	COMMENTAIRES	QUALIFICATION
TOMBELAINE	19/09/2013		OXYGENE	SURF & FOND	11 / 11	Valeur aberrante	FAUX
TOMBELAINE	07/10/2013		OXYGENE	SURF & FOND	9,9 / 10	Valeur aberrante	FAUX
TOMBELAINE	05/12/2013		OXYGENE	SURF & FOND	13 / 13	Valeur aberrante	FAUX
DONVILLE	17/07/2013	13-37	CHLOROA	SURF	0,05	Blanc de turbidité trop élevé	DOUTEUX
DIELETTE	28/08/2013		SALI	SURF	35,7	Valeur aberrante	FAUX
DIELETTE	11/09/2013		SALI	SURF & FOND	35,7 / 35,6	Valeur aberrante	FAUX
GEFOSSE	24/04/2013	13-18	CHLOROA	SURF	3,52	Blanc de turbidité trop élevé	DOUTEUX
ASNELLES-MEUVAINES	04/03/2013	13-16	CHLOROA	SURF	0,22	Blanc de turbidité trop élevé	DOUTEUX
CABOURG	22/10/2013		SALI	SURF	35,5	Valeur aberrante	FAUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	19/08/2013		OXYGENE	FOND	15	Valeur douteuse	DOUTEUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	07/10/2013		OXYGENE	FOND	12	Valeur aberrante	FAUX
ANTIFER PONTON PETROLIER	18/11/2013		OXYGENE	FOND	13	Valeur aberrante	FAUX
FECAMP 1 MILLE	09/09/2013		OXYGENE	FOND	11	Valeur douteuse	DOUTEUX
FECAMP 1 MILLE	07/10/2013		OXYGENE	FOND	12	Valeur aberrante	FAUX
FECAMP 1 MILLE	18/11/2013		OXYGENE	FOND	15	Valeur aberrante	FAUX

## 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 printanier<sup>6</sup>. 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 côtiers<sup>7</sup>.

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

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> 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**

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 »).

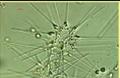
Sur ces secteurs eutrophes, ou eutrophisés, les maxima de production ne s'observent généralement pas lors du premier bloom annuel, mais plus tardivement, suite à une crue estivale ou automnale (recharge du milieu en nutriments).

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'hydrodynamisme, 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 sp.</i> <i>Alexandrium minutum</i>	Dinoflagellé	Marin Eutrophe	Printemps-Eté (Juin-Juillet)	Toxicité (PSP) Eaux colorées "rouges"	Stratification	
ASTEGLA	<i>Asterionellopsis glacialis</i> = <i>A. japonica</i>	Diatomée	Marin Eutrophe	Printemps-Eté (Mai-Juin)			
CHAE CHAESOC	<i>Chaetoceros sp.</i> <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 sp.</i>	Dinoflagellé	Marin Oligotrophe	Ete-Automne (Juin-Sept)	Toxicité (DSP)	Stratification	
GYMN GYMN-82 GYMNAG	<i>Gymnodinium sp.</i> <i>Lepidodinium chlorophorum</i> <i>Karenia mikimotoi</i>	Dinoflagellé	Marin Oligotrophe	Printemps-automne (Juillet-Août)	Eau colorée verte "fluo" non toxique mais nuisible (anoxies, colmatage) pour GYMN-82	Stratification Préférence NH4	
HETETRI	<i>Heterocapsa triquetra</i>	Dinoflagellé	Estuarien Côtier Eutrophe	Printemps (Avril)	Marée rouge - produisant des toxines	Phototrophique Besoin P fort (N/P faible) Nageur	
LEPT	<i>Leptocylindrus sp.</i>	Diatomée	Marin Eutrophe	Eté (Juin-Août)	LEPTDAN - Eau colorée brun-jaune Potentielle nuisance par anoxie		
PHAE	<i>Phaeocystis</i>	Prymésiophycée	Semi-ouvert Dystrophe	Fin printemps, Automne (Mai-Juin, Sept)	Nuisible (mucus, anoxie)	Phosphate épuisé, riche nitrate, proche 1/2 saturation Si	
PSNZ	<i>Pseudo-Nitzschia sp.</i>	Diatomée	Marin Eutrophe	Fin printemps-Eté (Mai-Juillet)	Toxicité (ASP)	Phosphate épuisé, riche nitrate, proche 1/2 saturation Si	
RHIZ RHIZDEL RHIZFRA RHIZIMB RHIZSTO	<i>Rhizosolenia sp.</i> <i>Guinardia delicatula</i> <i>Dactyliosolen fragilissimus</i> <i>Rhizosolenia imbricata</i> <i>Guinardia striata</i>	Diatomée	Marin Oligotrophe	Printemps-Eté (Mai-Août)		Stratification	
SKELCOS	<i>Skeletonema sp.</i>	Diatomée	Marin Eutrophe	Automne-Hiver (Nov-Mars)			
THAL THALROT	<i>Thalassiosira sp.</i> <i>Thalassiosira rotula</i>	Diatomée	Marin Eutrophe	Printemps (Fév-Avr)	Quelques espèces potentiellement nuisibles (colmatage branchies ...)		

## Annexe 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 taylora	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
CHAE DAN	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
CHAEDID	Chaetoceros didymus + C. protuberans	Groupe espèces	CHAE
CHAEGRA	Chaetoceros neogracile	Espèce	CHAE
CHAEPER	Chaetoceros perpusillum	Espèce	CHAE
CHAESOC	Chaetoceros socialis + C. socialis f. radians	Groupe espèces	CHAE
CHAESUB	Chaetoceros subtile	Espèce	CHAE
CHAT	Chattonella sp.	Genre	ORRAPHI
CHATMIN	Chattonella minima	Espèce	CHAT
CHRU	Chrysochromulina sp.	Genre	ORPRYMN
CLCHLOR	Chlorophycées	Classe	RGPROTI
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
FM COSCI	Coscinodiscaceae	Famille	ORCENTR
FMCYMBE	Cymbellaceae	Famille	ORPENNA
FMDINOP	Dinophysaceae	Famille	ORDINOP
FMEBRIA	Ebriaceae	Famille	OREBRIA
FMEUPOD	Eupodiscaceae	Famille	ORCENTR
FMFRAGI	Fragilariaceae	Famille	ORPENNA
FMGONIO	Goniodomataceae	Famille	ORPERID
FMGONYA	Gonyaulacaceae	Famille	ORPERID
FMGYMNO	Gymnodiniaceae	Famille	ORGYMNO
FMHELIO	Heliopeltaceae	Famille	ORCENTR
FMHEMID	Hemidiscaceae	Famille	ORCENTR
FMLEPTC	Leptocylindraceae	Famille	ORCENTR
FMLEPTD	Leptodiscaceae	Famille	ORNOCTI
FMLITHO	Lithodesmiaceae	Famille	ORCENTR
FMMELOS	Melosiraceae	Famille	ORCENTR
FMNAVIC	Naviculaceae	Famille	ORPENNA
FMNITZS	Nitzschiaceae	Famille	ORPENNA
FMNOCTI	Noctilucaceae	Famille	ORNOCTI
FMOSTRP	Ostreopsidaceae	Famille	ORPERID
FMOXYPH	Oxyphysaceae	Famille	ORDINOP
FMOXYRR	Oxyrrhinaceae	Famille	OROXYRR
FMOXYTA	Oxytoxaceae	Famille	ORPERID
FM PERID	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. styliiformis	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	Scrippsiella+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 ( $\text{NH}_4^+$ ), +3 ( $\text{NO}_2^-$ ) et +5 ( $\text{NO}_3^-$ ). 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  $\mu\text{m}$ . 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.