

Antoine BAEHR, Florence MENET-NEDELEC, Philippe RIOU, Claude ETOURNEAU, Bruno FONTAINE, Sylvaine FRANCOISE, Aline GANGNERY, Franck JACQUELINE, Laure LAMORT, Nadine LESAULNIER, Frank MAHEUX, Coralie PICOCHÉ, Olivier PIERRE-DUPLESSIX, Emilie RABILLER, Mathilde SCHAPIRA et Benjamin SIMON.

Rapport Ifremer RST.LERN/14-08  
Juillet 2014

## Réseau Hydrologique Littoral Normand

# RHLN



## ANNEE 2012

### RAPPORT SCIENTIFIQUE







## Fiche documentaire

Numéro d'identification du rapport : RST.LERN/14-08 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 : Juillet 2014 Nombre de pages : 173 + 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 2012	
Rapport intermédiaire                      Rapport définitif : oui	
<b>Auteurs principaux :</b>  Antoine BAEHR, Florence MENET-NEDELEC, Philippe RIOU, Claude ETOURNEAU, Bruno FONTAINE, Sylvaine FRANCOISE, Aline GANGNERY, Franck JACQUELINE, Laure LAMORT, Nadine LESAULNIER, Frank MAHEUX, Coralie PICOCHÉ, Olivier PIERRE-DUPLESSIX, Emilie RABILLER, Mathilde SCHAPIRA et Benjamin SIMON.  <b>Coordination de la rédaction :</b> Antoine BAEHR et Florence MENET-NEDELEC <b>Composition/traitement de données/mise en page :</b> Antoine BAEHR et 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 2012 Conventions AESN/DEPEE - Service Littoral et Mer, 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, les DDTM 50 et 76 et Gardes Littoraux du SYMEL.	

## Résumé :

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

Ce rapport réalise la synthèse des résultats obtenus en 2012, onzième année depuis le début du suivi en Normandie. Le climat de cette année 2012 a été caractérisé par des températures saisonnières proches des normales malgré des écarts de température parfois importants d'un mois sur l'autre (notamment en hiver). Par rapport aux moyennes saisonnières, les précipitations ont été faibles en hiver et excédentaires le reste de l'année, surtout en automne. Par voie de conséquence, les débits et donc l'approvisionnement du milieu en nutriments ont été supérieurs à ceux des autres années. Ces apports ont favorisé la production chlorophyllienne qui, avec une moyenne (tous points confondus) de  $2,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ , a été globalement identique à celle de 2010, mais supérieure à celle de 2011 pour près de 76 % des points. Le pic de biomasse le plus fort ( $24,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) a été observé au point « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16). Le nombre de blooms phytoplanctoniques (59 dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre dont 8 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre) a été supérieur à celui de 2011 ainsi qu'à celui de 2010. Les taxons *Pseudo-Nitzschia sp.*, *Chaetoceros sp.*, *Phaeocystis*, *Rhizosolenia sp.* et *Skeletonema costatum*, ont dominé le peuplement phytoplanctonique en 2012, *Chaetoceros sp.* s'imposant depuis le début du RHLN comme le principal taxon responsable de ces dépassements de seuils. Les synthèses interannuelles montrent qu'à la fois le nombre de blooms phytoplanctoniques et la proportion de taxons nuisibles dans ces blooms tendraient à diminuer au cours du temps. Comme les années précédentes, le fond de la colonne d'eau est resté correctement oxygéné en 2012 (aucun risque de suboxie).

Les stocks hivernaux de nutriments ont été les plus forts au niveau des masses d'eau estuariennes, avec des gradients décroissants du Sud vers le Nord de la Côte Ouest, et croissants vers l'Est de la Baie de Seine. En été, des carences potentielles en azote ont été observées sur la majorité des points sauf à proximité des estuaires de l'Orne et de la Seine, où l'azote est resté excédentaire même en été.

L'évaluation du niveau d'eutrophisation des masses d'eau normandes au moyen des Indicateurs Abondance et Biomasse du phytoplancton retenus dans le cadre de la DCE et fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010, a permis de conclure que sur les 21 masses d'eau évaluées sur la période 2007-2012, 15 sont classées en Très Bon état, 5 sont classées en Bon état, et 1 masse d'eau est classée en Etat moyen. Pour la majorité des masses d'eau, cet élément de qualité « Phytoplancton » tend à s'améliorer ou à rester stable au cours du temps.

Vis-à-vis de l'élément de qualité « Oxygène dissous », l'ensemble des masses d'eau a présenté un Très bon état sur la période 2007-2012 comme les années précédentes.

Une présentation des Eléments de Qualité utilisés dans les synthèses nationales a été réalisée en dernière partie de ce rapport, et accompagnée d'une discussion sur l'état actuel du développement des différents indicateurs. Malgré quelques améliorations de méthodologie possibles à l'avenir, cette synthèse nationale pour l'Elément de Qualité « Phytoplancton » et pour l'Indice « Oxygène dissous » a montré une bonne cohérence avec les synthèses RHLN 2007-2012.

**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 (délégation du littoral/DEPEE) et du Conseil Régional de Basse Normandie.**

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

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

**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.....	13
<b>I. INTRODUCTION.....</b>	<b>14</b>
<b>I.1. Historique du réseau.....</b>	<b>14</b>
<b>I.2. Présentation du réseau RHLN.....</b>	<b>15</b>
<i>I.2.1. Types de contrôle par masse d'eau.....</i>	<i>15</i>
<i>I.2.2. Localisation des points de prélèvement.....</i>	<i>15</i>
<i>I.2.3. Périodes et fréquences de prélèvement.....</i>	<i>17</i>
<i>I.2.4. Partenaires du réseau.....</i>	<i>18</i>
<i>I.2.5. Financement du réseau.....</i>	<i>18</i>
<b>I.3. Objectifs du rapport RHLN 2012.....</b>	<b>18</b>
<b>II. MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>19</b>
<b>II.1. Moyens de mise en œuvre.....</b>	<b>19</b>
<b>II.2. Méthodes d'analyses.....</b>	<b>19</b>
<b>II.2.1. Mesures in situ et turbidité.....</b>	<b>19</b>
II.2.1.1. Température, salinité, oxygène dissous.....	19
II.2.1.2. Turbidité.....	19
II.2.1.3. Chlorophylle-a.....	20
II.2.1.4. Nutriments.....	20
II.2.1.5. Flores phytoplanctoniques.....	21
II.2.1.6. Qualification des données.....	21
<b>II.3. Méthode d'interprétation des résultats.....</b>	<b>21</b>
<b>II.3.1. Cycles des nutriments.....</b>	<b>21</b>
<b>II.3.2. Rapports de nutriments.....</b>	<b>22</b>
<b>II.3.3. Peuplements phytoplanctoniques.....</b>	<b>23</b>
<b>III. RESULTATS DU RHLN 2012 vs. 2000-2011.....</b>	<b>25</b>
<b>III.1. Paramètres climatologiques.....</b>	<b>25</b>
<b>III.1.1. Température.....</b>	<b>25</b>
<b>III.1.2. Précipitations.....</b>	<b>27</b>
<b>III.1.3. Débits des cours d'eau.....</b>	<b>29</b>
<b>III.2. Résultats des masses d'eau suivies.....</b>	<b>31</b>
<b>III.2.1. Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2012).....</b>	<b>31</b>
<b>III.2.2. Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010-2012).....</b>	<b>34</b>
<b>III.2.3. Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2012).....</b>	<b>38</b>
<b>III.2.4. Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville).....</b>	<b>41</b>
III.2.4.1. Donville 2001-2012.....	42
III.2.4.2. Coudeville 1 mille 2006-2012.....	46
III.2.4.3. Pointe Agon Sud 2001-2012.....	49
III.2.4.4. Pirou Bergerie Sud 2001-2012.....	52
III.2.4.5. Denneville 2006-2012.....	55
<b>III.2.5. Masse d'eau HC04 (Dielette, Jobourg et Barneville).....</b>	<b>58</b>
III.2.5.1. Dielette 2007-2012.....	58
III.2.5.2. Barneville 2003-2012.....	61
III.2.5.3. Jobourg 2003-2012.....	64

<b>III.2.6. Masse d'eau HC60-HC61 (Digue de Querqueville 2005-2012)</b> .....	<b>67</b>
<b>III.2.7. Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2005, 2009-2012)</b> .....	<b>70</b>
<b>III.2.8. Masse d'eau HC09 (La Hougue, Gougins)</b> .....	<b>74</b>
III.2.8.1. La Hougue 2003-2012 .....	75
III.2.8.2. Gougins 2006-2012.....	78
<b>III.2.9. Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)</b> .....	<b>81</b>
III.2.9.1. Utah 2006-2012 .....	81
III.2.9.2. Roches de Grandcamp 2001-2012 .....	84
<b>III.2.10. Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2012)</b> .....	<b>88</b>
<b>III.2.11. Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2009-2012)</b> .....	<b>92</b>
<b>III.2.12. Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2012)</b> .....	<b>96</b>
<b>III.2.13. Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2012)</b> .....	<b>99</b>
<b>III.2.14. Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille)</b> .....	<b>102</b>
III.2.14.1. Luc 1 mille 2001-2012 .....	102
III.2.14.2. Ouistreham 1 mille 2001-2012 .....	106
<b>III.2.15. Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2012)</b> .....	<b>109</b>
<b>III.2.16. Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2012)</b> .....	<b>112</b>
<b>III.2.17. Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2012)</b> .....	<b>116</b>
<b>III.2.18. Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2012)</b> .....	<b>120</b>
<b>III.2.19. Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2007-2012)</b> .....	<b>125</b>
<b>III.2.20. Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008-2012)</b> .....	<b>129</b>
<b>IV. DISCUSSION ET MISE A JOUR DES INDICATEURS DCE</b> .....	<b>133</b>
<b>IV.1. Discussion générale</b> .....	<b>133</b>
<b>IV.1.1. Cycles hydrobiologiques</b> .....	<b>133</b>
<b>IV.1.2. Evolution des flores phytoplanctoniques</b> .....	<b>137</b>
<b>IV.1.3. Bilan du suivi RHLN 2012</b> .....	<b>141</b>
<b>IV.2. Mise à jour des indicateurs DCE</b> .....	<b>143</b>
<b>IV.2.1. Principe</b> .....	<b>143</b>
<b>IV.2.2. Définition des masses d'eau turbides</b> .....	<b>147</b>
<b>IV.2.3. Bilan annuel par points des indicateurs</b> .....	<b>149</b>
IV.2.3.1. Indice Biomasse .....	149
IV.2.3.2. Indice Abondance .....	151
IV.2.3.3. Indice Composition .....	152
IV.2.3.4. Elément de qualité « Oxygène dissous » .....	153
<b>IV.2.4. Synthèse interannuelle par masse d'eau</b> .....	<b>155</b>
IV.2.4.1. Synthèses 2007-2012 par station .....	156
IV.2.4.2. Méthodes d'agrégation des Indices Biomasse et Abondance .....	157
IV.2.4.3. Agrégation de plusieurs points par masse d'eau .....	159
IV.2.4.4. Extrapolation aux masses d'eau non sélectionnées dans le contrôle de surveillance ou opérationnel .....	160
<b>IV.2.5. Synthèse 2007 - 2012 et Tendances</b> .....	<b>161</b>
IV.2.5.1. Comparaison des périodes 2006-2011 et 2007-2012 de la synthèse « DCE stricte » .....	161
IV.2.5.2. Synthèses finales 2007-2012.....	162
IV.2.5.3. Etude préliminaire des tendances.....	165
IV.2.5.4. Discussion des synthèses nationales .....	167
<b>V. CONCLUSION GENERALE</b> .....	<b>170</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>172</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>174</b>
<b>GLOSSAIRE</b> .....	<b>211</b>



## Liste des Figures

<b>Figure 1 :</b> Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2012. ....	16
<b>Figure 2 :</b> Interprétation des graphiques de présentation des paramètres physico-chimiques et hydrologiques. ....	22
<b>Figure 3 :</b> Interprétation des rapports de nutriments dans l'eau de mer. ....	22
<b>Figure 4 :</b> Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Ouistreham 1 mille » depuis 2001. .	24
<b>Figure 5 :</b> Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) du taxon CHAE à Antifer. ....	24
<b>Figure 6 :</b> Ecart entre les températures moyennes annuelles dans l'air à Dieppe depuis 1960 et la normale (1981-2010) (données Météo-France). ....	25
<b>Figure 7 :</b> Evolution des écarts de température annuels entre 2007 et 2012 sur différents sites le long du littoral normand par rapport à leur normale (1981-2010) (Données Météo-France). ....	26
<b>Figure 8 :</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'aménée de la centrale EDF de Paluel (Seine Maritime) depuis 1991 (données EDF). ....	26
<b>Figure 9 :</b> Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Dieppe (Seine Maritime) et la normale (1981-2010) sur la période 1960-2012 (données Météo-France). ....	27
<b>Figure 10 :</b> Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Dieppe en 2012 avec la normale (1981-2010) et les extrêmes sur 1960-2011 (Données Météo-France). ....	28
<b>Figure 11 :</b> Ecart des précipitations annuelles enregistrées entre 2007 et 2012 aux normales (1981 – 2010) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo-France). ....	28
<b>Figure 12 :</b> a) Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2012 par rapport à la normale (1981-2010) (Données HYDRO-MEDD/DE). b) Débits journaliers de la Seine en 2012 (en rouge) et normale mensuelle (1981 – 2010) (en noir) (données GIP Seine-Aval). ....	30
<b>Figure 13 :</b> Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Chausey entre 2001 et 2012. ....	31
<b>Figure 14 :</b> Évolution des concentrations en nutriments et des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID à Chausey entre 2001 et 2012. ....	32
<b>Figure 15 :</b> Nombre de blooms dépassant les seuils DCE sur Chausey entre 2001-2006 (n=81), 2007-2011 (n=76) et 2012 (n=12). ....	33
<b>Figure 16 :</b> Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a au point Tombelaine entre 2010 et 2012. ....	35
<b>Figure 17 :</b> Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID, et Si/NID au point Tombelaine entre 2010 et 2012. ....	36
<b>Figure 18 :</b> Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Champeaux entre 2006 et 2012. ....	38
<b>Figure 19 :</b> Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID, et Si/NID à Champeaux entre 2006 et 2012. ....	39
<b>Figure 20 :</b> Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Champeaux entre 2006 (n=4), 2007-2011 (n=68), et 2012 (n=12). ....	40
<b>Figure 21 :</b> Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Donville entre 2001 et 2012. ...	42
<b>Figure 22 :</b> Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Donville entre 2001 et 2012. ....	43
<b>Figure 23 :</b> Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville. ....	44
<b>Figure 24 :</b> Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Donville entre 2001-2006 (n=159), 2007-2011 (n=78) et 2012 (n=12). ....	45
<b>Figure 25 :</b> Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2012. ....	46
<b>Figure 26 :</b> Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2012. ....	47
<b>Figure 27 :</b> Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Coudeville 1 mille entre 2006 (n=19), 2007-2011 (n=76) et 2012 (n=11). ....	48
<b>Figure 28 :</b> Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pointe Agon Sud entre 2001 et 2012. ....	49

## Liste des Figures

<b>Figure 29</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Pointe Agon Sud entre 2001, et 2006 à 2012. ....	50
<b>Figure 30</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Pointe Agon Sud entre 2001-2006 (n=75), 2007-2011 (n=68) et 2012 (n=11).....	51
<b>Figure 31</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2012. ....	52
<b>Figure 32</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2012.....	53
<b>Figure 33</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Pirou Bergerie Sud entre 2001-2006 (n=69), 2007-2011 (n=98) et 2012 (n= 18).....	54
<b>Figure 34</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Denneville entre 2006 et 2012. ....	55
<b>Figure 35</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID à Denneville entre 2006 et 2012. ....	56
<b>Figure 36</b> : Évolution de la température à Dielette entre 2007 et 2012.....	59
<b>Figure 37</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dielette entre 2007 et 2012. ....	59
<b>Figure 38</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Dielette entre 2007 et 2012.....	60
<b>Figure 39</b> : Évolution de la salinité, de la chlorophylle-a, des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Barneville entre 2003 et 2012. ....	62
<b>Figure 40</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année, et évolution des peuplements phytoplanctoniques entre 2003-2006 (n=36), 2007-2010 (n=42) et 2012 (n=9) sur Barneville.....	63
<b>Figure 41</b> : Évolution de la salinité, de la chlorophylle-a, des concentrations en nutriments, et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Jobourg entre 2003 et 2012.....	64
<b>Figure 42</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Barneville.....	66
<b>Figure 43</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Jobourg entre 2003-2006 (n=36), 2007-2011 (n=44) et 2012 (n=8). ....	66
<b>Figure 44</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Digue de Querqueville entre 2005 et 2012. ....	68
<b>Figure 45</b> : Évolution des concentrations en nutriments au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2012.....	68
<b>Figure 46</b> : Évolution des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2012. ....	69
<b>Figure 47</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Réville 1 mille entre 2004-2006, 2009 et 2012. ....	71
<b>Figure 48</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Réville 1 mille entre 2004 – 2006, 2009-2011 et 2012. ....	72
<b>Figure 49</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Réville 1 mille entre 2004-2006 (n=37), 2008-2011 (n=46) et 2012 (n=13).....	73
<b>Figure 50</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à La Hougue entre 2003 et 2012. ....	75
<b>Figure 51</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID au point La Hougue entre 2003 et 2012. ....	76
<b>Figure 52</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur La Hougue entre 2003-2006 (n=78), 2007-2011 (n=75) et 2012 (n=13). ....	77
<b>Figure 53</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Gougins entre 2006 et 2012. ....	78
<b>Figure 54</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Gougins entre 2006 et 2012. ....	79
<b>Figure 55</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gougins entre 2006 (n=21), 2007-2011 (n=75) et 2012 (n=13). ....	80
<b>Figure 56</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Utah entre 2006 et 2012.....	82
<b>Figure 57</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Utah entre 2006 et 2012. ....	83
<b>Figure 58</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Utah entre 2006 (n=22), 2007-2011 (n=78) et 2012 (n=13).....	84

<b>Figure 59</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2012. ....	85
<b>Figure 60</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2012. ....	86
<b>Figure 61</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Roches de Grandcamp entre 2001-2006 (n=148), 2007-2011 (n=99) et 2012 (n=20). ....	87
<b>Figure 62</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Géfosse entre 2002 et 2012. ....	89
<b>Figure 63</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Géfosse entre 2002 et 2012. ....	90
<b>Figure 64</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Géfosse. ....	91
<b>Figure 65</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Géfosse entre 2002-2006 (n=122), 2007-2011 (n=104) et 2012 (n=19). ....	91
<b>Figure 66</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2011 et 2012. ....	93
<b>Figure 67</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2011 et 2012. ....	94
<b>Figure 68</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006 (n=55), 2009-2011 (n=36) et 2012 (n=12). ....	95
<b>Figure 69</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2012. ....	96
<b>Figure 70</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID et Si/PID et Si/NID sur Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2012. ....	97
<b>Figure 71</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Asnelles-Meuvoines entre 2004-2006 (n=70), 2007-2011 (n=104) et 2012 (n=12). ....	98
<b>Figure 72</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2012. ....	100
<b>Figure 73</b> : Évolution des concentrations en nutriments à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2012. ....	100
<b>Figure 74</b> : Évolution des rapports NID/PID et Si/PID et Si/NID à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2012. ....	101
<b>Figure 75</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à St Aubin les Essarts entre 2003-2006 (n = 80), 2007-2011 (n = 115) et 2012 (n = 13). ....	101
<b>Figure 76</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Luc 1 mille entre 2001 et 2012. ....	103
<b>Figure 77</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Luc 1 mille entre 2001 et 2012. ....	104
<b>Figure 78</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Luc 1 mille entre 2001-2006 (n = 166), 2007-2011 (n = 145) et 2012 (n =24). ....	105
<b>Figure 79</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2012. ....	106
<b>Figure 80</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID et Si/PID ET Si/NID à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2012. ....	107
<b>Figure 81</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Ouistreham 1 mille entre 2001- 2006 (n = 127), 2007-2011 (n = 143) et 2012 (n =25). ....	108
<b>Figure 82</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Estuaire de l'Orne entre 2007 et 2012. ....	109
<b>Figure 83</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID au point Estuaire de l'Orne en 2007 et 2012. ....	110
<b>Figure 84</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques au point Estuaire de l'Orne entre 2007-2011 (n = 68) et 2012 (n = 12). ....	111
<b>Figure 85</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Cabourg entre 2001 et 2012. ....	113
<b>Figure 86</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et NID/Si à Cabourg entre 2001 et 2012. ....	114
<b>Figure 87</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Cabourg entre 2001-2006 (n=189), 2007-2011 (n=159) et 2012 (n=35). ....	115
<b>Figure 88</b> : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année à la station Cabourg entre 2003 et 2012. ....	115

## Liste des Figures

<b>Figure 89</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Seine-1 entre 2008 et 2012.	117
<b>Figure 90</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Seine-1 entre 2008 et 2012.	118
<b>Figure 91</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Seine-1 entre 2008 et 2011 (n=44), et en 2012 (n=10).	119
<b>Figure 92</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2012.	121
<b>Figure 93</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2012.	122
<b>Figure 94</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Antifer Ponton Pétrolier entre 2001-2006 (n=223), 2007-2011 (n=147) et 2012 (n=19).	123
<b>Figure 95</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces phytoplanctoniques, par mois et par année à Antifer Ponton Pétrolier de 2002 à 2012.	123
<b>Figure 96</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Fécamp 1 mille, entre 2007 et 2012.	126
<b>Figure 97</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID au point Fécamp 1 mille, entre 2007 et 2012.	127
<b>Figure 98</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Fécamp entre 2007-2011 (n=55) et 2012 (n=12).	128
<b>Figure 99</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2012.	130
<b>Figure 100</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/P et Si/PID et Si/NID à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2012.	131
<b>Figure 101</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dieppe 1 mille entre 2001-2005 (n=57), 2008-2011 (n=39) et 2012 (n=10).	132
<b>Figure 102</b> : Gradient des stocks hivernaux (janvier-février) en nutriments sur les points de prélèvement du RHLN.	133
<b>Figure 103</b> : Gradient des rapports de nutriments NID/PID et Si/PID des stocks hivernaux (janvier-février) 2012 sur les points de prélèvement du RHLN.	134
<b>Figure 104</b> : Gradient des rapports de nutriments NID/PID et Si/PID des stocks estivaux (juillet-août) en 2012 sur les points de prélèvement du RHLN.	135
<b>Figure 105</b> : Gradient des concentrations en chlorophylle-a sur les points de prélèvement du RHLN 2012.	136
<b>Figure 106</b> : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN 2012.	137
<b>Figure 107</b> : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques supérieurs au seuil de 100 000 cellules par litre et 1 000 000 cellules par litre aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN, sur les périodes 2001-2006 et 2007-2012.	138
<b>Figure 108</b> : Nombre d'observations des espèces ayant présenté un bloom > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand en 2012.	139
<b>Figure 109</b> : Nombre d'observations des espèces ayant présenté un bloom > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand entre 2001-2006, et 2007-2012.	140
<b>Figure 110</b> : Schéma de classification de l'état écologique des masses d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010.	143
<b>Figure 111</b> : Ensemble des valeurs d'oxygène dissous acquises au fond sur le point « Cabourg » dans le cadre du RHLN entre 2001 et 2012.	154
<b>Figure 112</b> : Synthèse de l'élément de Qualité écologique « Phytoplancton » dans les masses d'eau normandes sur la période 2007-2012 selon la « DCE stricte ».	163
<b>Figure 113</b> : Synthèse de l'élément de Qualité écologique « Phytoplancton » dans les masses d'eau normandes sur la période 2007-2012 selon la « DCE étendue ».	164
<b>Figure 114</b> : Evaluation de l'élément de qualité « Nutriments » à l'aide de l'indice NID pour la période 2007-2012.	168

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1</b> : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2012.....	17
<b>Tableau 2</b> : Domaines d'étalonnage, limites de quantification et incertitudes de mesures pour le dosage des nutriments.....	20
<b>Tableau 3</b> : Abréviations des taxons les plus souvent rencontrés le long du littoral normand.....	23
<b>Tableau 4</b> : Synthèse des paramètres descripteurs des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des masses d'eau normandes en 2012.....	142
<b>Tableau 5</b> : Eléments de qualité permettant de qualifier l'état écologique et l'état chimique selon l'arrêté du 25 janvier 2010.....	144
<b>Tableau 6</b> : Grille des indices des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Physico-chimiques généraux » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010). .....	145
<b>Tableau 7</b> : Grille des ratios de qualité écologique (RQE) des indicateurs des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Physico-chimiques généraux » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010). .....	145
<b>Tableau 8</b> : Critères de définition des masses d'eau de transition turbides dans le bassin Seine-Normandie. ..	148
<b>Tableau 9</b> : Détermination des valeurs de l'indice chlorophylle-a (percentile 90) par point de suivi du RHLN (et de AREVA) de 2001 à 2012 avec la grille des MEC appliquée aux MET HT04 et HT06. ..	149
<b>Tableau 10</b> : Valeur de référence et valeurs seuils proposés dans les différents scénarii d'évaluation de l'Indice Biomasse .....	150
<b>Tableau 11</b> : Détermination des valeurs de l'indice d'abondance (blooms > 100 000 cellules/L) par point de suivi du RHLN (et de AREVA), de 2001 à 2012. ....	152
<b>Tableau 12</b> : Détermination des valeurs de l'élément de qualité « Oxygène dissous » (percentile 10 de l'oxygène dissous au fond) par point de suivi du RHLN (et de AREVA), de 2001 à 2012. ....	154
<b>Tableau 13</b> : Synthèses « DCE stricte », « Points RHLN » et « Tout RHLN » des indices Biomasse, Abondance, et de l'élément de qualité « Oxygène dissous » à l'aide du Ratio de Qualité Ecologique (RQE) pour la période 2007-2012.....	157
<b>Tableau 14</b> : Synthèses de l'élément de qualité « Phytoplancton » par la méthode de la moyenne des RQE des indices et la méthode de l'indice le plus déclassant pour la période 2007-2012.....	158
<b>Tableau 15</b> : Etude des méthodes d'agrégation de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour les masses d'eau munies de deux stations de surveillance pour la période 2007-2012.....	159
<b>Tableau 16</b> : Comparaison des RQE des indicateurs DCE (hormis indice Composition) sur les masses d'eau normandes sur les périodes 2006-2011 et 2007-2012. ....	161
<b>Tableau 17</b> : Synthèse des éléments de qualité « Phytoplancton » et « Oxygène dissous », dans les masses d'eau normandes sur la période 2007-2012 en application de la « DCE stricte », et indices de fiabilité. ....	162
<b>Tableau 18</b> : Synthèse des éléments de qualité « Phytoplancton » et « Oxygène dissous » dans les masses d'eau normandes sur la période 2007-2012 en application de la « DCE étendue », et indices de fiabilité. ....	164
<b>Tableau 19</b> : Tendances interannuelles des mises à jour annuelles de l'indice Biomasse pour toutes les masses d'eau disposant de données (contrôle de surveillance, contrôle opérationnel, contrôle régional). ....	165
<b>Tableau 20</b> : Tendances interannuelles des mises à jour annuelles de l'indice Abondance pour toutes les masses d'eau disposant de données (contrôle de surveillance, contrôle opérationnel, contrôle régional). ....	166
<b>Tableau 21</b> : Tendances interannuelles des mises à jour annuelles de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour toutes les masses d'eau disposant de données (contrôle de surveillance, contrôle opérationnel, contrôle régional). ....	166

# I. Introduction

## I.1. Historique du réseau

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

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

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

La synthèse<sup>1</sup> finale des données et connaissances acquises lors de ce premier plan, éditée en 2007 et portant sur le seul élément qualité « phytoplancton » de la DCE, a permis de statuer sur les niveaux de dystrophie des masses d'eau du littoral normand (Le Goff R. *et al.*, 2007). Sur les 16 masses d'eau suivies initialement, 7 étaient en « Très bon état », 5 étaient en « Bon état », 3 étaient en « Etat moyen », et une était en « Etat médiocre ». Cette synthèse a également permis de caractériser la saisonnalité des cycles hydrologiques se déroulant au sein de ces masses d'eau, et ainsi de déterminer les dates de début de période productive, les concentrations hivernales en nutriments, les niveaux maxima de biomasse chlorophyllienne, les principales espèces phytoplanctoniques locales et la sensibilité des masses d'eau aux dessalures.

L'accumulation de l'ensemble de ces connaissances a permis de définir une stratégie stabilisée pour le RHLN, dont ce rapport fait la synthèse pour l'année 2012 avec pour objectifs de :

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

<sup>1</sup> Consultable sur [http://www.ifremer.fr/envlit/region/basse\\_normandie](http://www.ifremer.fr/envlit/region/basse_normandie)

## I.2. Présentation du réseau RHLN

### I.2.1. Types de contrôle par masse d'eau

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

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

En complément de ce contrôle de surveillance, un **contrôle opérationnel** doit être mis en place sur les masses d'eau identifiées comme à **Risque de Non Atteinte des Objectifs Environnementaux (RNAOE)**. Ce contrôle opérationnel est prévu pour ne porter que sur les paramètres à l'origine du RNAOE.

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

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

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

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

### I.2.2. Localisation des points de prélèvement

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

Suite à l'évaluation du Groupe de Travail DCE et SDDE<sup>2</sup> littoral du district Seine-Normandie de février 2006, 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 sélectionnées pour un suivi en eaux littorales (*i.e.* hormis HT01, HT02 et HT07). Deux points ont été réactivés afin de mettre en place le contrôle opérationnel (en HC08 et HC11), amenant le suivi à un total de 27 points depuis 2009 sur 20 masses d'eau (Figure 1).

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

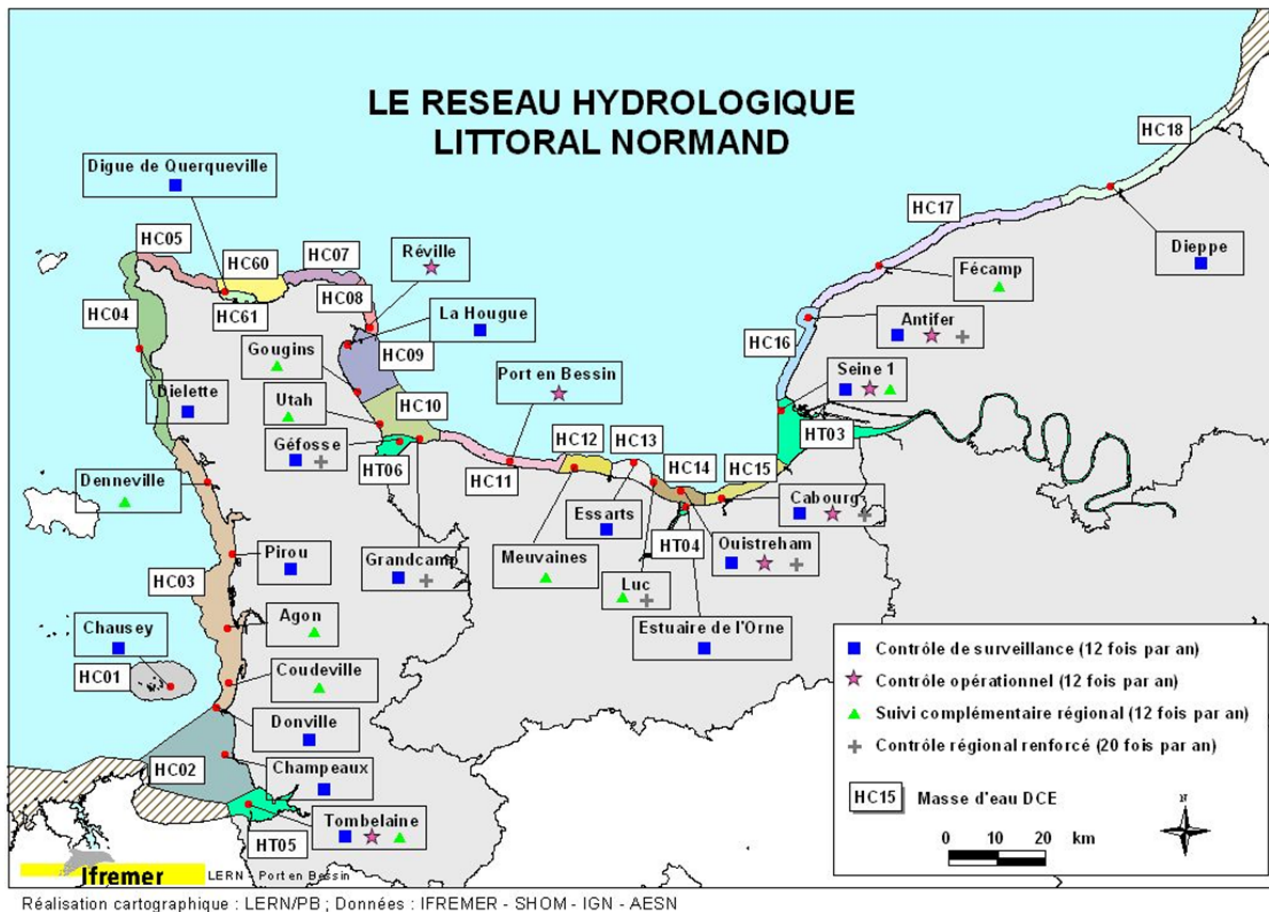


Figure 1 : Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2012.

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

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

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

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

**Le RHLN 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.**



### 1.2.3. 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 de la DCE sont définies dans l'Arrêté du 25 janvier 2010 pour le plan de gestion 2008-2013 :

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

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

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

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

Tableau 1 : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2012.

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

### ***1.2.4. Partenaires du réseau***

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

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

### ***1.2.5. Financement du réseau***

Pour un total de 411 422 euros HT en 2012, le réseau RHLN a été financé d'une part par la participation « sans frais » de ses partenaires préleveurs de l'Etat (DDTM 50 et 76), du Conseil Général de la Manche (SMEL et SYMEL) et des analyses du SMEL (montant estimé à 63 029 euros HT), et d'autre part, par les financements de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie à hauteur de 197 711 euros HT (48 %) et du Conseil Régional de Basse Normandie à hauteur de 49 323 euros TTC (15 %), l'Ifremer complétant ce financement.

## **1.3. Objectifs du rapport RHLN 2012**

Le présent rapport propose une synthèse des données obtenues en 2012.

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

Les données de concentration en chlorophylle-a, un estimateur de la biomasse chlorophyllienne, et en nutriments permettent d'identifier le type de cycle biogéochimique observé en 2012, et d'établir un diagnostic des apports en nutriments en analysant le rapport des nutriments entre eux. Ces résultats sont interprétés globalement pour estimer l'état d'eutrophisation du milieu.

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

Ainsi, cette synthèse permet de comparer les cycles biogéochimiques de l'année 2012 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.

## II. Matériel et méthodes

Comme les années précédentes, les paramètres suivis du RHLN en 2012 ont été les suivants :

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

### II.1. Moyens de mise en œuvre

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

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

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

Les activités de surveillance du LER/N sont, depuis l'été 2007, réalisés dans le cadre d'un Système de Management de la Qualité selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 : 2005. Les prélèvements et essais réalisés dans le cadre du RHLN sont ainsi effectués avec une garantie de traçabilité, de suivi métrologique du matériel, 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  $> 2 \text{ FNU}$ , 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). 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 au maximum 6 mois, et celui pour le dosage de silicate au réfrigérateur au maximum 1 mois.

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

Le dosage des nutriments dans les eaux salines et eaux saumâtres fait partie de la portée d'accréditation du LER/N depuis le 15 juin 2011 (section Essais, accréditation n° 1-2048, portée disponible sur le site [www.cofrac.fr](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 2 pour l'année 2012.

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

NUTRIMENTS	Nom du domaine	Domaines d'étalonnage (µmol/L)	Limite de quantification (µmol/L)	Blanc optique	Effet de sel	Niveaux de concentration (µmol/L)	Incertitude-type composée relative
AMMONIUM	Faible	0,25 – 4	0,1	NON	OUI, si S < 35 *	0,25 – 2,25	15,4 %
	Fort	2 – 12	0,3			2,25 – 8	10,1 %
						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 % **
						30 – 50 **	2,3 % **
NITRITE	Faible	0,05 – 0,5	0,02	Négligeable	Négligeable	0,05 – 0,25	6,1 %
	Fort	0,25 – 1,5	0,05			0,25 – 0,75	4,9 %
						0,75 – 1,5	1,8 %
PHOSPHATE	---	0,25 – 2	0,05	A prendre en compte	OUI, si S ≤ 20 *	0,25 – 0,62	6,6 %
						0,63 – 1,5	2,2 %
						1,5 – 2	0,8 %
SILICATE	Faible	2 – 10	0,2	Négligeable	OUI, si S ≤ 10 *	2 – 7	1,6 %
	Fort	10 – 50	1			7 – 30	0,6 %
						30 – 50	0,6 %

\* Facteurs correctifs appliqués disponibles sur demande.

\*\* Incertitudes pour le nitrate + nitrite

### II.2.1.5. Flores phytoplanctoniques

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

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

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

### II.2.1.6. Qualification des données

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

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

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

## **II.3. Méthode d'interprétation des résultats**

Les résultats du réseau RHLN 2012 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 2 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 2). Les résultats de l'année étudiée sont reliés par des pointillés pour aider à la lecture, qui n'ont donc pas vocation à extrapoler les résultats entre deux mesures.

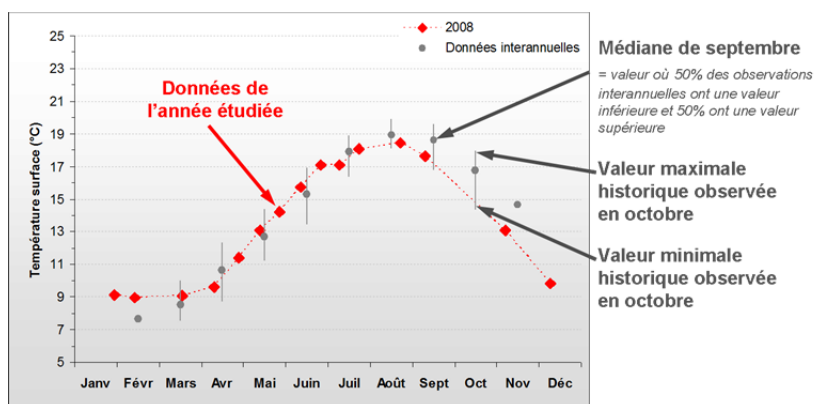


Figure 2 : Interprétation des graphiques de présentation des paramètres physico-chimiques et hydrologiques.

### II.3.2. Rapports de nutriments

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

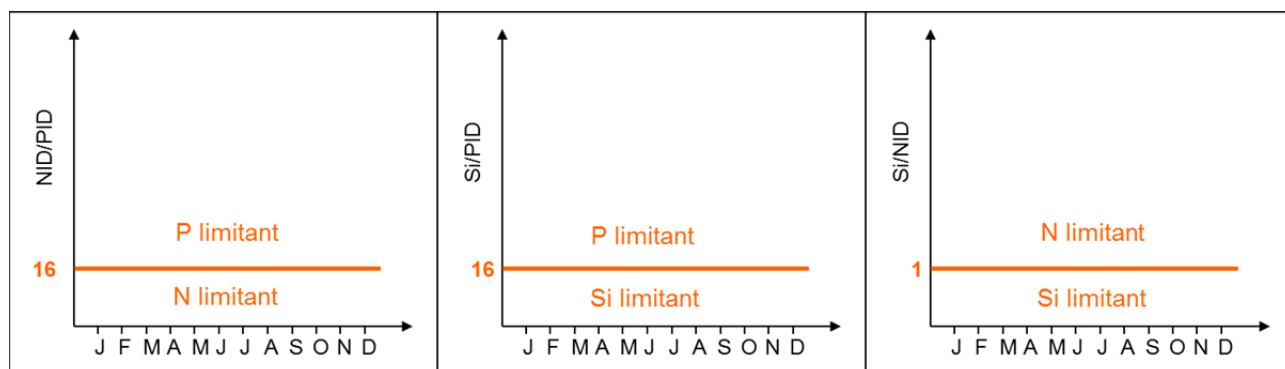


Figure 3 : Interprétation des rapports de nutriments dans l'eau de mer.

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 3).

<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 3 et Annexe 3).

Sur les points de suivi où seules des **flores partielles indicatrices** ont été réalisées, les taxons dont le nombre d'individus a dépassé l'un des 2 seuils DCE (100 000 cellules par litre ou 1 000 000 cellules par litre) en 2012 sont identifiés, et les fréquences de dépassement de ces seuils sont déterminées. Ces calculs sont effectués sur **la totalité des données** disponibles pour chaque masse d'eau pour décrire au mieux les peuplements, pour aborder l'aspect des successions phytoplanctoniques et pour pouvoir décrire une vision écologique de la distribution des taxons par masse d'eau dans le Chapitre 3. Cette approche est moins réductrice que le calcul des indices de qualité préconisé par la DCE et présenté dans le Chapitre 4, qui n'utilise que la première donnée mensuelle (entre janvier et décembre).

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

<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 <i>Nitzschiaceae</i>	<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.

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

## Matériel et méthodes

Les données sont présentées sous forme de graphiques, permettant ainsi d'observer rapidement les différences entre le suivi réalisé pendant le premier plan de gestion du RHLN (2001-2006), les années 2007-2011, et l'année 2012 où  $n$  représente le nombre total de données (Figure 4).

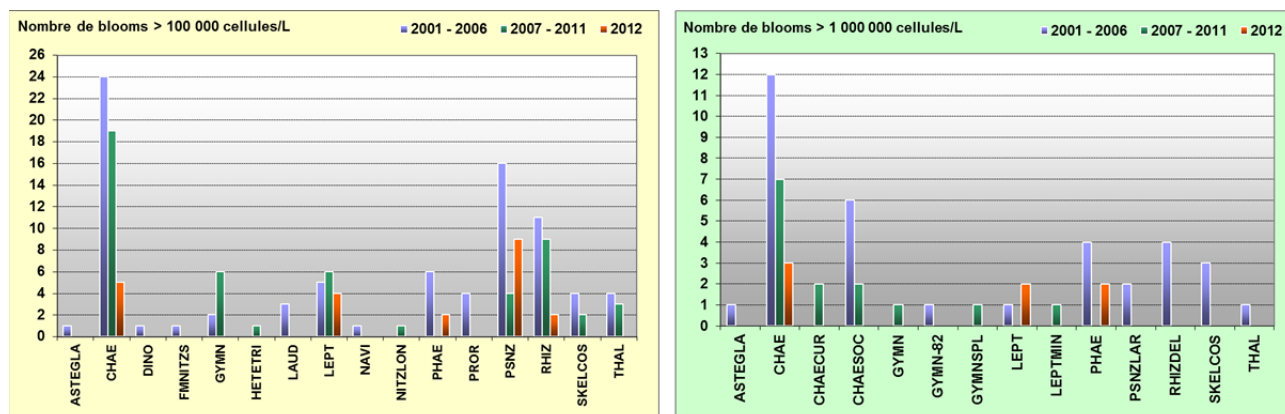


Figure 4 : Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Ouistreham 1 mille » depuis 2001.

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.

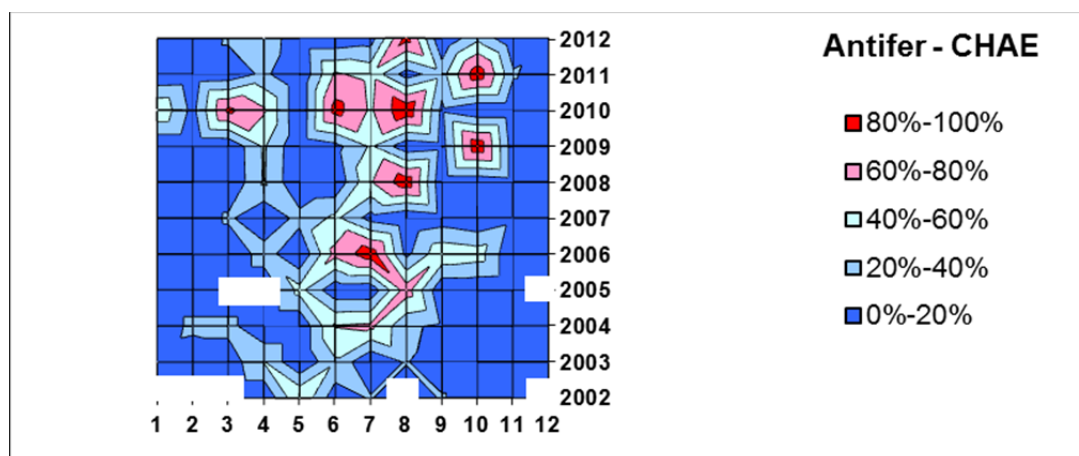


Figure 5 : Exemple de l'évolution temporelle de l'abondance (en %) du taxon CHAE à Antifer. Sur certains de ces types de graphiques, les zones blanches marquent les mois où aucune donnée n'est disponible.

Afin d'exprimer les variations d'abondance relative (en %) des principaux taxons au cours du temps, le mode de représentation retenu est donné par la Figure 5, avec en abscisse les mois de l'année (de 1 à 12) et en ordonnée les années (de 2002 à 2012).



### III. Résultats du RHLN 2012 vs. 2000-2011

#### III.1. Paramètres climatologiques

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

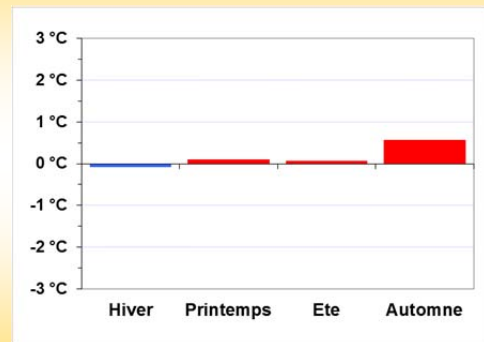
##### III.1.1. Température

###### **SYNTHESE TEMPERATURE :**

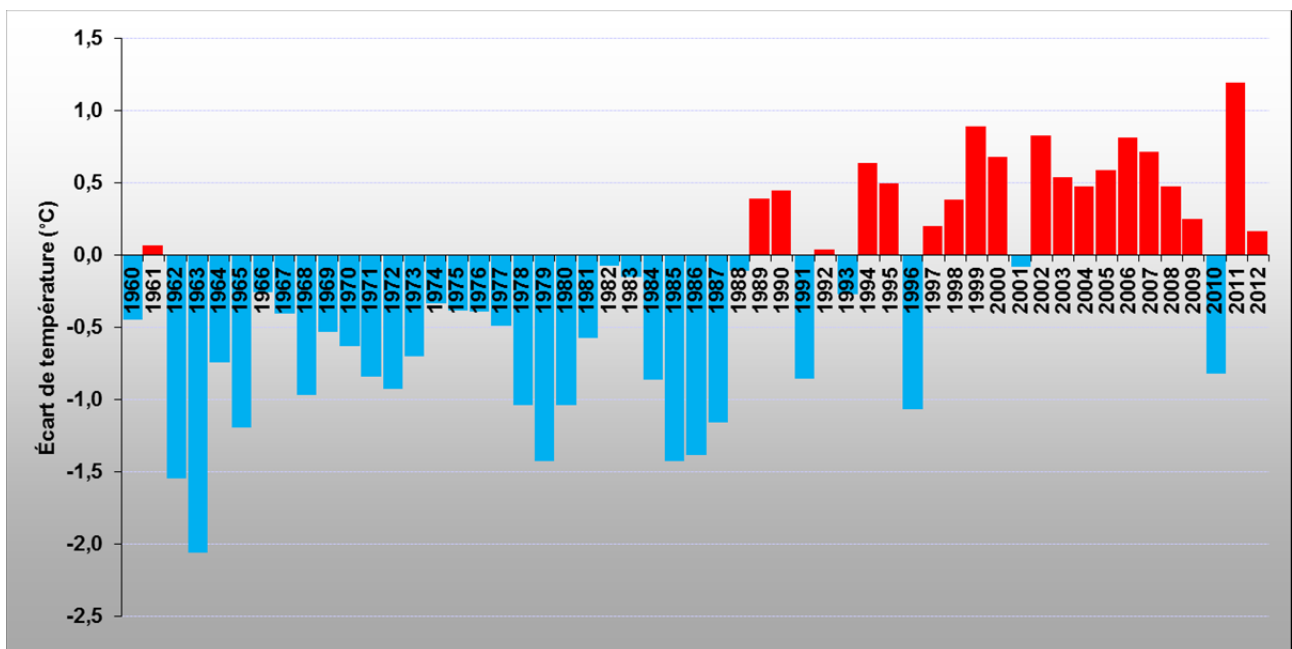
En 2012, les températures mesurées à Dieppe restent proches des normales interannuelles en hiver, printemps et été, avec des écarts de l'ordre de  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ .

L'automne se démarque des autres saisons (+ 0,6 °C par rapport à la normale) en raison de la douceur du mois de décembre.

La station « Cap de la Hève » se distingue des autres stations par de fortes températures en fin d'hiver.



L'étude des écarts à la normale des **températures de l'air** enregistrées à Dieppe montre que **la température en 2012 reste assez proche de la normale** avec un écart positif de + 0,2°C. Cet écart à la normale est donc nettement plus faible que celui observé en 2011 (+ 1,2°C). Depuis 1990, 18 années se caractérisent par des écarts positifs de températures par rapport à la normale, et 5 années par des écarts négatifs (Figure 6).



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

Sur les côtes Normandes, les écarts de température moyenne annuelle en 2012 sont positifs ou nuls pour l'ensemble des stations (moyenne : + 0,4°C). L'écart de température est nul pour les stations de la Hague et Bernières, et faible ( $\leq 0,4^\circ\text{C}$ ) pour les stations de Gouville, Englesqueville et Dieppe (Figure 7). En revanche, la station du Cap de la Hève se caractérise par un écart plus fort à sa normale (+ 0,9°C), marquant sa troisième année la plus « chaude » depuis 1960 en raison de températures très élevées lors des mois de février et mars (respectivement + 3,7°C et + 4,8°C par rapport aux moyennes mensuelles). Ainsi, les températures maximales journalières ont dépassé les 20°C pendant 11 jours en mars, avec un maximum à 33,3°C le 26/03.

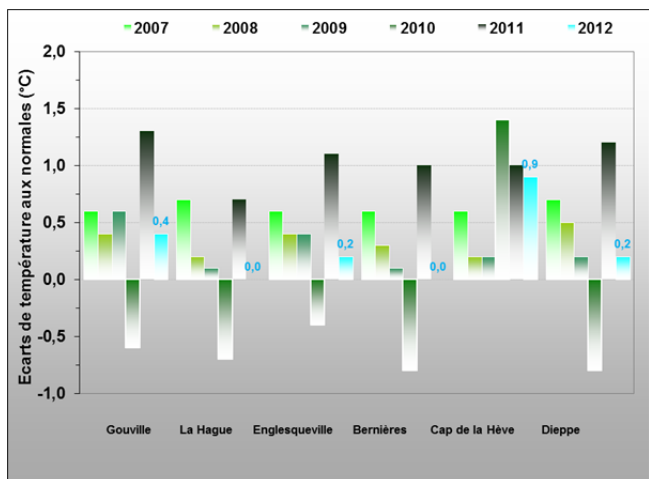


Figure 7 : Evolution des écarts de température annuels entre 2007 et 2012 sur différents sites le long du littoral normand par rapport à leur normale (1981-2010) (Données Météo-France).



L'étude des moyennes mensuelles de la température de l'air enregistrée à Dieppe en 2012 (Figure 8), met en évidence des températures globalement proches des normales, avec des écarts ne dépassant pas  $\pm 1^\circ\text{C}$  pour la majorité des mois. Seuls les mois de janvier, février et décembre se distinguent par leurs températures inhabituelles par rapport aux normales : + 1,8°C en janvier ; - 2,9°C en février et + 1,6°C en décembre.

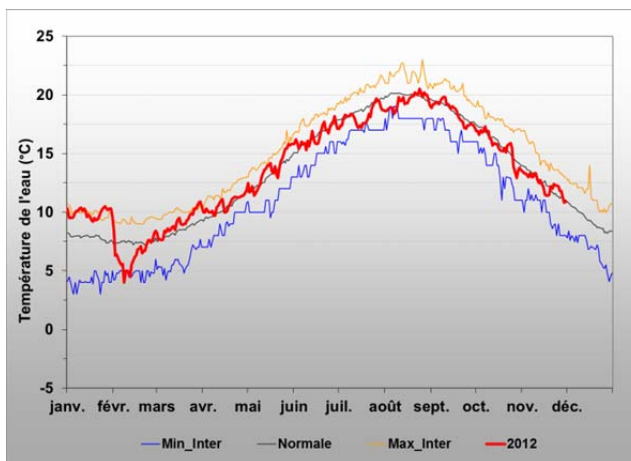
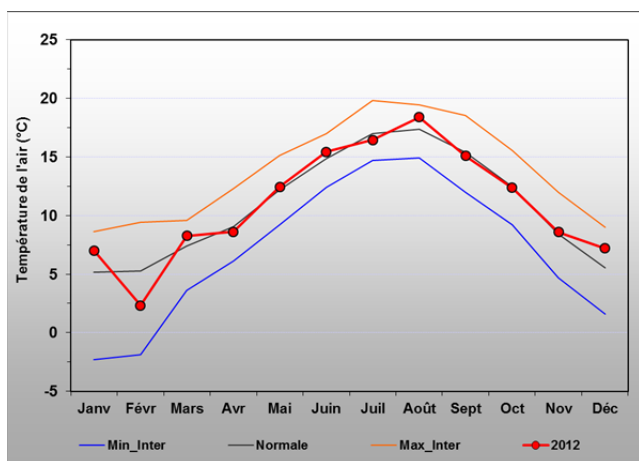


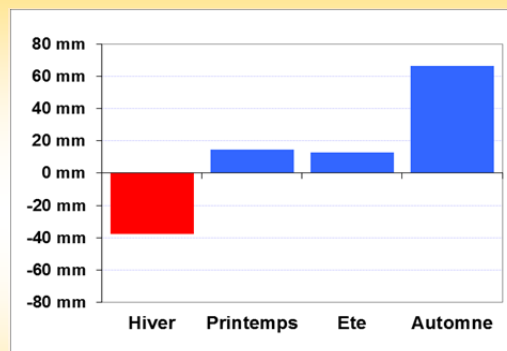
Figure 8 : Moyennes mensuelles des températures de l'air à Dieppe (données Météo-France) et évolution de la température journalière de l'eau de mer enregistrée au canal d'amenée de la centrale EDF de Paluel (Seine Maritime) depuis 1991 (données EDF). Comparaison des données 2012 (en rouge) avec la normale 1981-2010 (en noir) pour Dieppe, et 1991-2010 pour Paluel (données du mois de décembre 2012 manquantes pour Paluel). Courbes bleue et orange = valeurs extrêmes mensuelles minimum et maximum respectivement entre 1960 et 2010 à Dieppe, et 1991 et 2010 à Paluel.

En ce qui concerne la **température de l'eau de mer**, elle suit de façon logique les tendances observées avec les températures de l'air. Cela est particulièrement visible en début d'année 2012, période lors de laquelle la température de l'eau a atteint le maximum interannuel (1991-2010) en janvier et le minimum interannuel en février. La température de l'eau a ensuite oscillé autour de la normale depuis 1991 avec une tendance à des températures légèrement plus élevées au printemps et inférieures à la moyenne en juillet et août.

### III.1.2. Précipitations

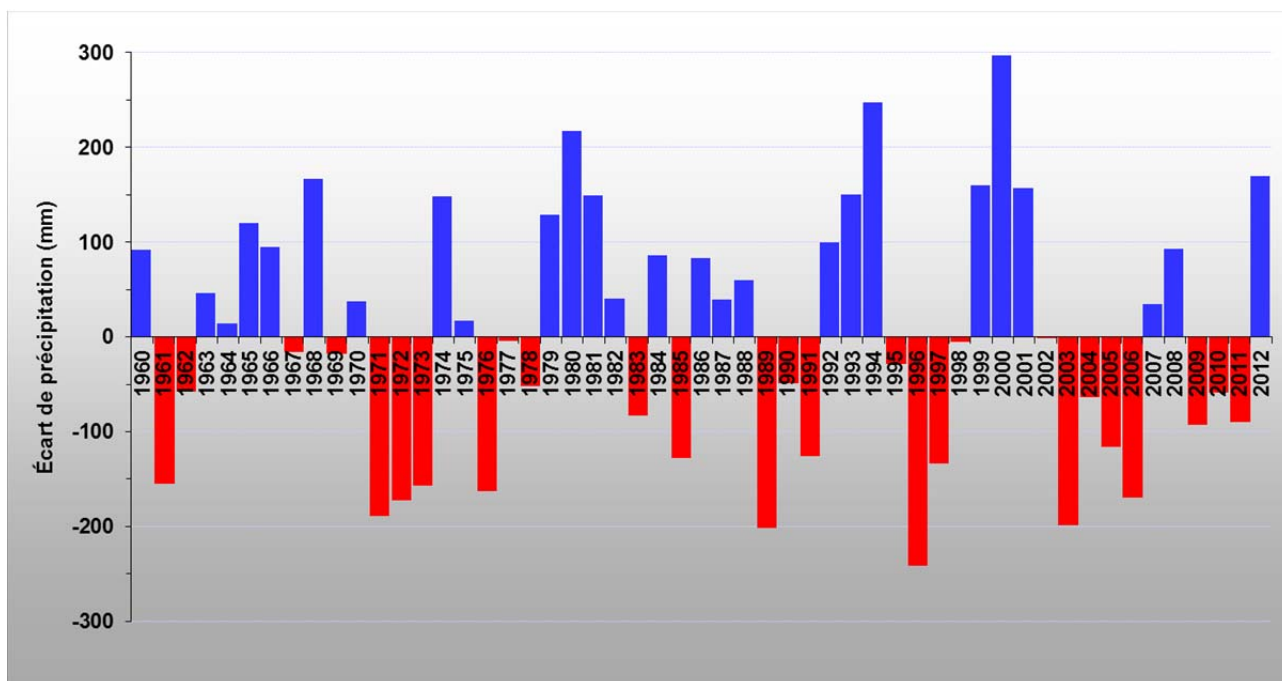
#### SYNTHESE PRECIPITATIONS :

Malgré un net déficit hivernal (- 38 mm par rapport à la normale à Dieppe), le bilan pluviométrique de l'année 2012 fait apparaître sur l'ensemble des stations normandes des cumuls annuels nettement excédentaires par rapport aux normales (+ 98 mm à + 292 mm). Le printemps (+ 15 mm) et l'été ayant été globalement proche de la normale à Dieppe, l'automne a cependant été très humide (+ 67 mm).



Cette saisonnalité a été observée sur toutes les stations météorologiques suivies le long du littoral avec différentes amplitudes.

Par rapport à la normale interannuelle, l'année 2012 apparaît donc très humide avec un **écart pluviométrique de + 170 mm à Dieppe**, soit la quatrième année la plus humide depuis 1960 (Figure 9). Des précipitations similaires avaient été mesurées pour la dernière fois en 1999 et 2001 (+ 160 mm et + 157 mm respectivement).



**Figure 9 :** Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Dieppe (Seine Maritime) et la normale (1981-2010) sur la période 1960-2012 (données Météo-France). Bleu = écarts positifs ; rouge = écarts négatifs.

L'examen des **données mensuelles** de la station météorologique de Dieppe met en évidence un déficit pluviométrique marqué en hiver, avec un mois de février particulièrement froid et sec caractérisé par un cumul pluviométrique de 7,4 mm ce qui frôle ainsi la valeur de précipitation la plus basse observée depuis 1960 pour un mois de février (Figure 10).

Le printemps et l'été sont marqués par une alternance d'excès (respectivement + 54 mm, + 24 mm et + 63 mm en avril, juin et juillet) et de déficit pluviométriques (- 33 mm en mai et - 26 mm en août). L'excédent pluviométrique automnal par rapport aux normales saisonnières s'explique principalement par les fortes pluies des mois d'octobre (+ 146 mm, maximum mensuel depuis 1960) et de décembre (+ 53 mm).

CLIM

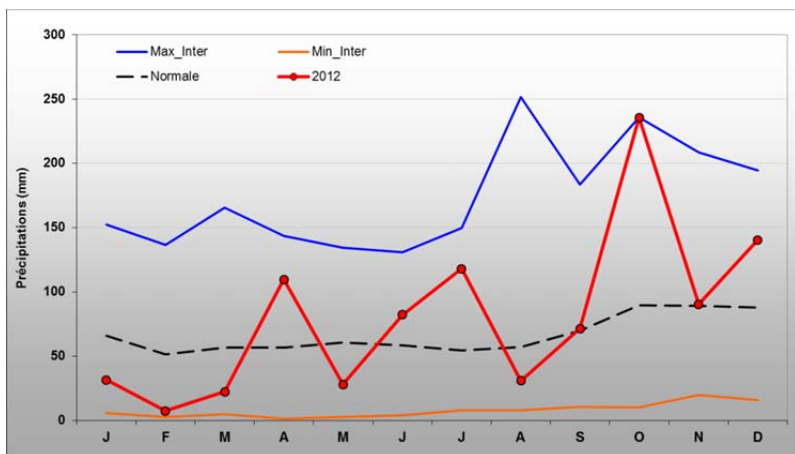


Figure 10 : Comparaison des précipitations moyennes mensuelles sur Dieppe en 2012 avec la normale (1981-2010) et les extrêmes sur 1960-2011 (Données Météo-France). Minima en orange, maxima en bleu.

La Figure 11 met en évidence **pour l'ensemble des stations, un excédent de précipitations en 2012 par rapport aux normales**. Sur l'ensemble du littoral Normand, il a plu en moyenne 1008 mm, soit un excédent annuel de +186 mm par rapport à la moyenne des normales des stations.

Une hétérogénéité géographique des résultats apparaît toutefois, avec des valeurs comprises entre 841 mm (Bernières) et 1083 mm (Cap de la Hève), soit par rapport aux normales annuelles des écarts allant de + 98 mm à Bernières et + 292 mm au Cap de la Hève (Figure 11).

Les mesures de précipitations cumulées sur les stations de Gouville, La Hague, Englesqueville et Dieppe présentent davantage d'homogénéité avec des écarts aux normales compris entre + 157 mm et + 197 mm (Figure 11).

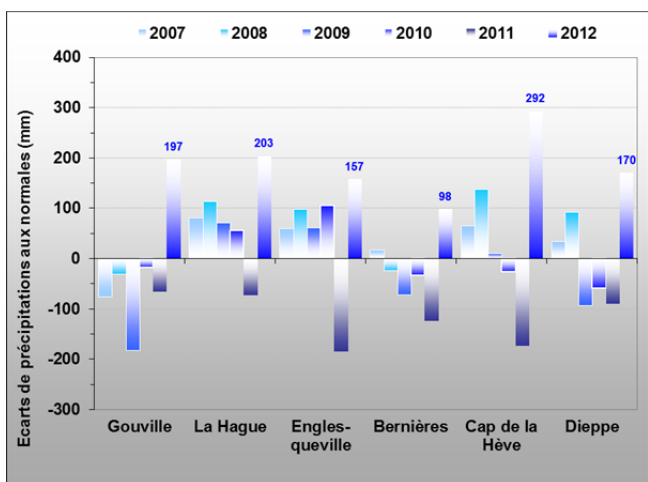


Figure 11 : Ecarts des précipitations annuelles enregistrées entre 2007 et 2012 aux normales (1981 – 2010) sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo-France).



Ces résultats peuvent alors être mis en relation avec l'évolution des débits des cours d'eau normands au cours de l'année 2012.

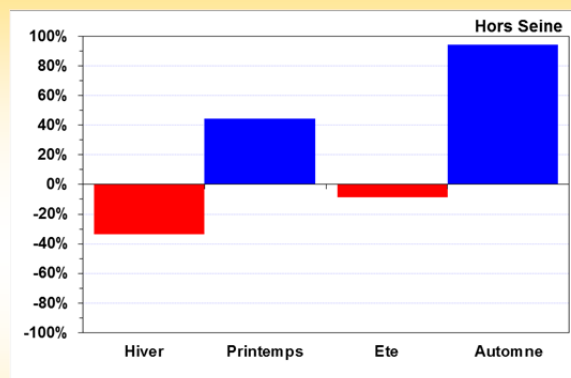
### III.1.3. Débits des cours d'eau

#### SYNTHESE DEBITS :

En 2012, les débits étaient faibles en hiver (inférieurs de 34 % par rapport à la normale) et à l'opposé, les débits d'automne étaient en moyenne supérieurs de 95 % à la normale. Ces résultats s'expliquent notamment par un mois de février froid et sec, et par des mois d'octobre et de décembre très pluvieux.

Au printemps et en été, les résultats sont contrastés d'un cours d'eau à un autre, en raison d'une hétérogénéité spatiale des précipitations.

Les précipitations excédentaires aux mois d'avril et de juin entraînent toutefois des débits printaniers supérieurs de près de 44 % aux normales (toutes stations hors Seine).



La Figure 12 montre les écarts relatifs des débits moyens mensuels de 2012 aux normales (1981-2010) des principaux cours d'eau normands. Malgré un manque de données pour certaines périodes et sur certaines stations (notamment pour la station « Orne à Grimbosq »), les débits étaient particulièrement bas en hiver (mois de février et mars), inférieurs de 12 % (*Sélune*) à 69 % (*Vire*) par rapport aux normales. A l'inverse, les débits observés en octobre et décembre, ainsi qu'en novembre sur certaines stations (*Saire*, *Seulles*, *Orne*, *Dive*) sont particulièrement forts.

En excluant la *Seine*, le débit des cours d'eau au mois d'octobre est, par rapport aux moyennes respectives de ces stations, supérieur de 12 % (*Couesnon*) à 364 % (*Orne*), tandis qu'au mois de décembre il est supérieur de 61 % (*Vire*) à 152 % (*Dives*). Ainsi, toutes stations confondues (hors Seine), les débits affichent un écart positif moyen de 180 % en octobre et 111 % en décembre par rapport à la moyenne des normales (Figure 12).

Il existe une plus grande hétérogénéité de résultats concernant les débits printaniers et estivaux. Au printemps, les valeurs élevées de débits en mai (+ 18 % sur la *Dives*, + 204 % sur l'*Orne*) ont pour cause des précipitations importantes fin avril. Les pluies importantes sur certaines stations ont également entraîné des débits excédentaires sur certaines stations en juin, mais dans une moindre mesure. Seule la *Saire* affiche des débits inférieurs à la moyenne sur toute la période printanière (- 3 % à - 30 %). En été, certains cours d'eau tels que la *Saire*, la *Seulles* ou la *Dives* présentent des valeurs de débits inférieures à la normale (1981-2010), avec des déficits plus importants en juillet / août, allant de - 7 % à - 42 % (Figure 12). A l'opposé, les débits de la *Sélune* et de la *Vire* présentent des écarts positifs par rapport à la normale, et ce pour les trois mois de l'été (+ 16 % à + 94 %). Plusieurs causes peuvent expliquer cette hétérogénéité des résultats : hauteurs et intensités des précipitations, mais aussi caractéristiques des bassins versants (géologie, superficie et usage des sols, etc.).

Enfin, le débit de la Seine a été globalement légèrement inférieur à la normale sur l'ensemble de l'année 2012 (- 4 % en moyenne). Des écarts négatifs aux normales ont été constatés de la fin de l'hiver au début du printemps (- 39 % en moyenne entre février et avril), et de façon moins nette en été. A l'inverse, un écart positif très net a été observé au printemps (+ 73 % en mai) (Figure 12).

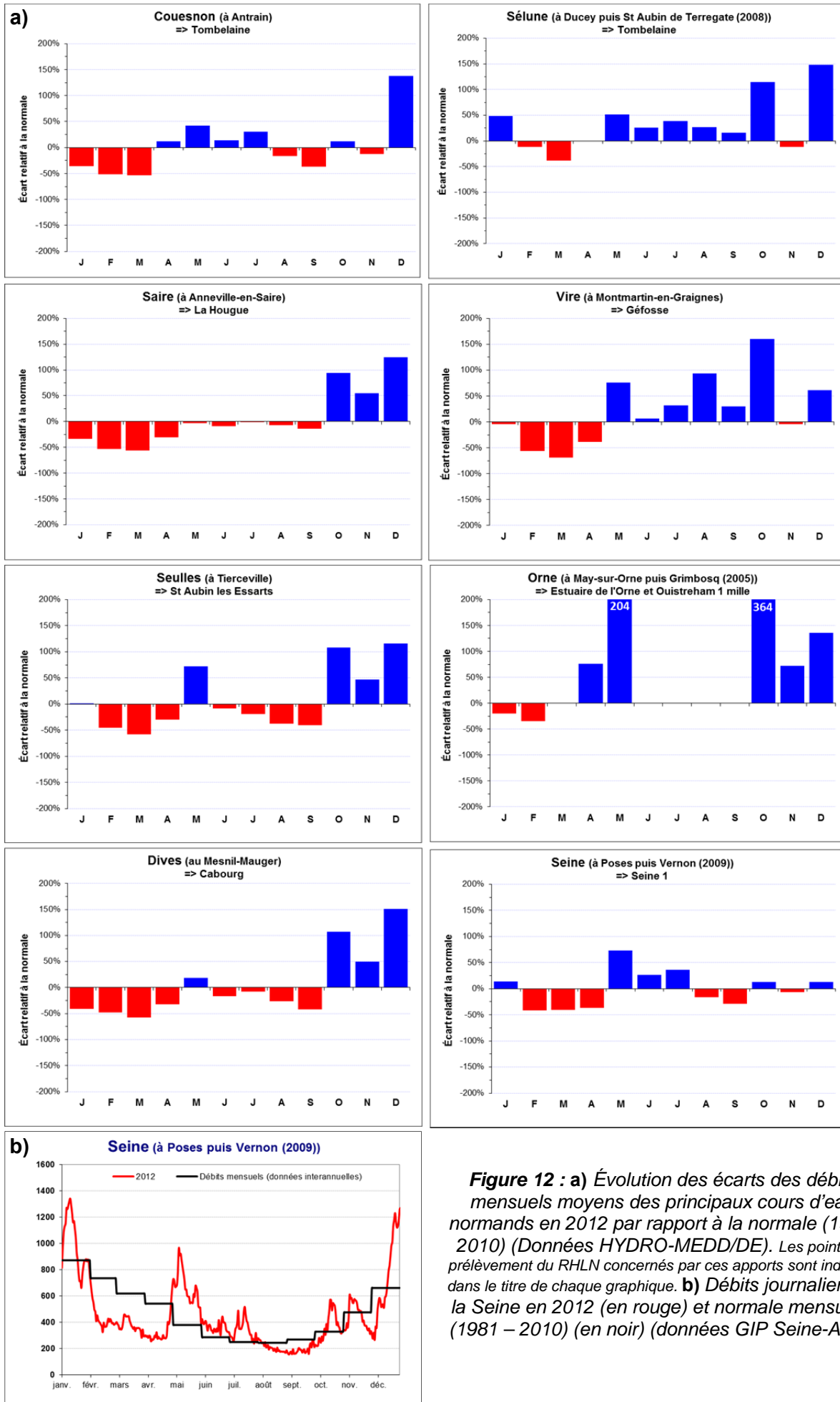


Figure 12 : a) Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux cours d'eau normands en 2012 par rapport à la normale (1981-2010) (Données HYDRO-MEDD/DE). Les points de prélèvement du RHLN concernés par ces apports sont indiqués dans le titre de chaque graphique. b) Débits journaliers de la Seine en 2012 (en rouge) et normale mensuelle (1981-2010) (en noir) (données GIP Seine-Aval).

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

### III.2.1. Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2012)

**SYNTHÈSE HC01:** Le point « Chausey » est très peu influencé par des apports terrigènes et ne connaît que de très faibles dessalures.

Ses stocks hivernaux moyens en nutriments sont relativement faibles, et similaires à ceux des eaux ouvertes de la Manche (15  $\mu\text{M}$  NID ; 0,6  $\mu\text{M}$  PID ; 8  $\mu\text{M}$  Si en 2012). Le cycle étant de type « classique », l'azote, en carence potentielle de mai à octobre, a pu entraîner une limitation du développement phytoplanctonique en 2012. En effet, les teneurs en chlorophylle-a sont restées relativement faibles (moyenne 2012 : 1,7  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), excepté en mars où un pic important a été mesuré (9,1  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

Aucun bloom de phytoplancton n'a été enregistré en 2012.

HC01

#### Hydrologie au point « Chausey »

Le point « Chausey », du fait de sa situation, est très peu influencé par des apports terrigènes. Les dessalures et hausses de turbidité, généralement modérées, sont donc rarement constatées sur cette masse d'eau (Figure 13). Les valeurs de salinité mesurées en 2012 restent proches de celles mesurées les autres années (dessalures inférieures à 0,5), sauf en avril, où la dessalure est de l'ordre d'une unité. La turbidité est restée faible en 2012 (moy. 2,2 FNU), avec toutefois 2 légers pics observés en mars (6,3 FNU) et mai (3,3 FNU).

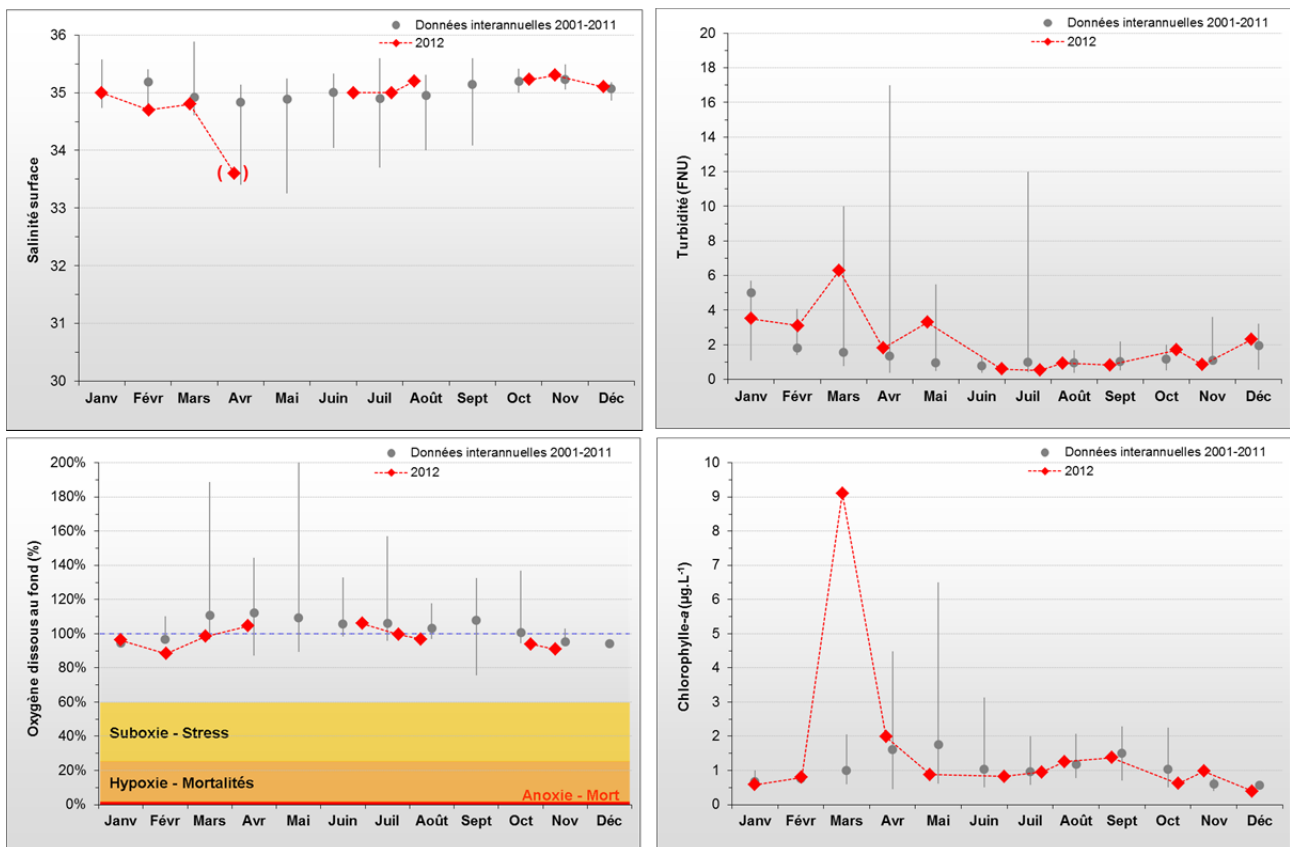


Figure 13 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Chausey entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et résultats 2012 (♦). (◊) Données douteuses.

D'après les observations, la période productive semble avoir commencé en mars, avec un pic très marqué de biomasse chlorophyllienne ( $9,1 \mu\text{g.L}^{-1}$  soit  $7 \mu\text{g.L}^{-1}$  de plus que le maximum observé depuis 2001). A partir d'avril, les valeurs ont retrouvé un niveau très faible, proche de celui observé les années précédentes (entre  $0,4 \mu\text{g.L}^{-1}$  et  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2012). La biomasse a été particulièrement faible en mai, mois lors duquel le minimum interannuel a été atteint. La hausse de la biomasse chlorophyllienne en période estivale (août-septembre) a été à peine perceptible (Figure 13).

Par ailleurs, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) mais légèrement inférieure aux autres années. Le milieu est donc resté correctement oxygéné les mois où une mesure a pu être réalisée (Figure 13).

Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 ( $15 \mu\text{M NID}$ ,  $0,6 \mu\text{M PID}$  ;  $8 \mu\text{M Si}$ ) étaient légèrement supérieurs en NID (+  $4 \mu\text{M}$ ) et en Si (+  $1 \mu\text{M}$ ) par rapport aux moyennes interannuelles ( $11 \mu\text{M NID}$  ;  $0,5 \mu\text{M PID}$  ;  $7 \mu\text{M Si}$ ). Le stock en nitrate + nitrite a atteint une valeur très faible ( $\leq 0,6 \mu\text{M}$ ) de fin juillet à début septembre, avant sa régénération progressive entre octobre et décembre (le mauvais temps n'a pas permis de mesure entre mi-mai et mi-juillet). Les minima de concentrations en silicate et en phosphate ont été atteints plus précocement (respectivement mi-mars et mi-avril), et la recharge de ces stocks en nutriments a également été visible plus tôt dans l'année (dès juillet) (Figure 14).

HC01

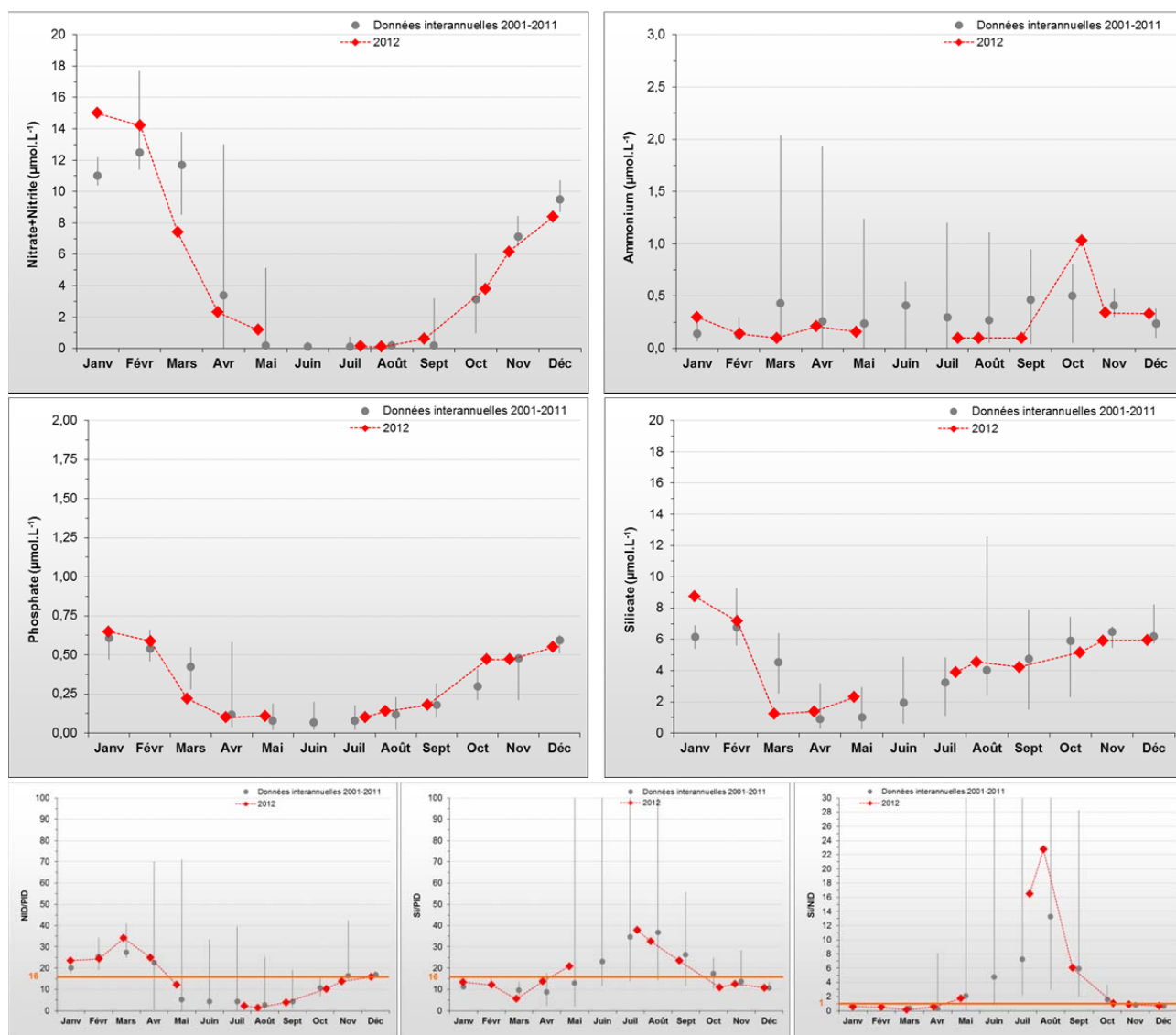


Figure 14 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID à Chausey entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).



L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 14) permettent de compléter ces observations. En effet, une carence en NID par rapport au PID était particulièrement marquée entre juillet et septembre (faibles concentrations en NID à cette période). D'autre part, le bloom phytoplanctonique du mois de mars semble avoir consommé davantage de silicium que de phosphore, comme en témoigne la valeur particulièrement basse du rapport Si/PID au mois de mars. Une carence relative en PID par rapport au Si est possible en juillet/août.

**Peuplements phytoplanctoniques au point « Chausey »**

Malgré le pic de concentration en chlorophylle-a observé dans le prélèvement du mois de mars, aucun dépassement de seuil d'abondance du phytoplancton DCE n'a été constaté pour cette masse d'eau lors de l'année 2012 (Figure 15). Le taxon *Pseudo-Nitzschia* (PSNZFIN et PSNZLAR) est le seul à avoir été observé sur cette masse d'eau en 2012, à des concentrations très inférieures au seuil DCE. Ce taxon appartient à la classe des diatomées ce qui confirme la dominance de cette classe de phytoplancton sur cette masse d'eau.

HC01

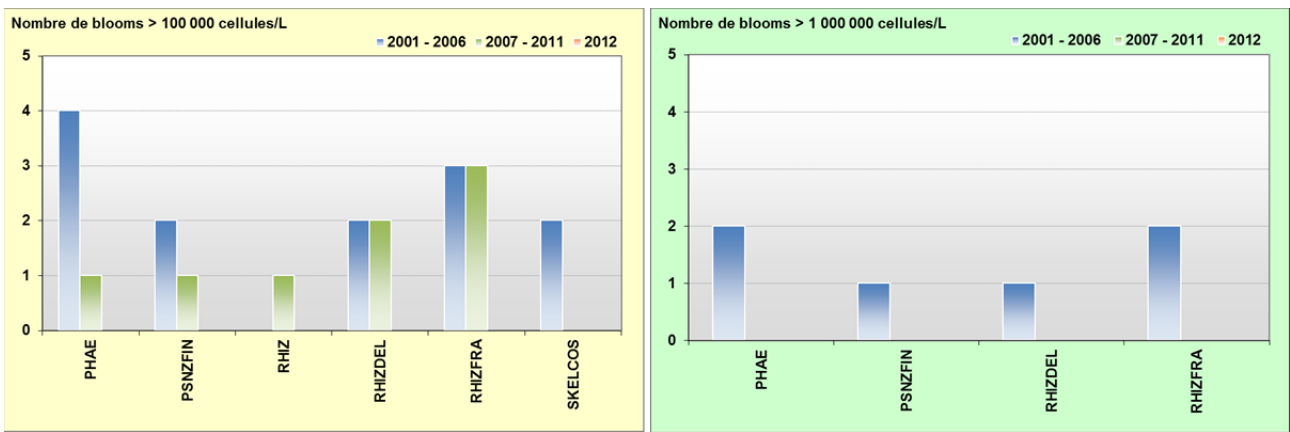


Figure 15 : Nombre de blooms dépassant les seuils DCE sur Chausey entre 2001-2006 (n=81), 2007-2011 (n=76) et 2012 (n=12).

**Pertinence du suivi au point « Chausey »**

Le point de prélèvement « Chausey » est l'un des points dont l'historique de suivi dans le cadre du RHLN est le plus long. Les onze années de suivi ont permis de caractériser un cycle des nutriments de type « classique » dans une zone peu influencée par les apports continentaux, et sert de référence lors de la comparaison avec d'autres zones.

### III.2.2. Masse d'eau HT05 (Tombelaine 2010-2012)

**SYNTHESE HT05 :** Le point « Mont St Michel-2007 » a été remplacé par le point « Tombelaine » en début d'année 2010, le premier point suivi depuis 2007 n'ayant pas été considéré comme représentatif de la masse d'eau HT05. Les données de suivi à « Tombelaine » en 2012 permettent d'observer un cycle des nutriments « atypique » et un stock hivernal élevé (67  $\mu\text{M}$  NID ; 1,9  $\mu\text{M}$  de PID et 32  $\mu\text{M}$  de Si). La biomasse chlorophyllienne a été soutenue de mars à mai (14  $\mu\text{g.L}^{-1}$  à 24,1  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) puis plus modérée le reste de l'année (moyenne annuelle à 8,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). Les mesures d'oxygène dissous au fond reflètent cette productivité, avec une moyenne annuelle à 81,3 %. Aucun bloom de phytoplancton n'a été observé en 2012.

HT05

Le point « Mont St Michel 2007 » a été remplacé par le point « Tombelaine » en mars 2010, et les prélèvements sont réalisés par la Police des eaux littorales de la Direction Départementale des Territoires et de la Mer de la Manche (SPEL-DDTM50). En effet, suite au « contrôle d'enquête » de 2007 à fin 2009, il n'a pas été possible de valider la représentativité de ce premier point, la turbidité très élevée à cette station (moyenne de 190 FNU sur les 3 ans de suivi) étant problématique pour interpréter les autres paramètres (Nédélec *et al.*, 2011). En outre, ce point était très influencé par le *Couesnon* et son nouveau barrage, au détriment des apports de la *Sée* et de la *Sélune*. Le point « Tombelaine », mis en place à partir de mars 2010, a donc été suivi en « contrôle d'enquête » exploratoire jusqu'à fin 2012.

#### Hydrologie au point « Tombelaine »

La masse d'eau HT05 est une masse d'eau de transition directement soumise aux apports du *Couesnon*, de la *Sée* et de la *Sélune*. 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.

Peu de données de salinité de surface ont été collectées en 2012. Une dessalure modérée a été observée en janvier (2 unités), tandis que les valeurs de septembre, octobre et novembre sont restées similaires à celles des autres années (moyenne globale sur 2012 : 34,1) (Figure 16). L'étude des données de salinité au fond (11 valeurs en 2012), ne met en évidence aucun épisode de dessalure en 2012.

Aux mois de mai et de novembre, 2 pics très forts de turbidité ont été mesurés (valeurs respectives : 123 FNU et 102 FNU) (Figure 16). Ces pics sont probablement dus aux conditions climatiques des mois d'avril et d'octobre, ayant entraîné de forts débits et/ou remises en suspension des particules fines dans la colonne d'eau. Le reste de l'année, les valeurs ont été comprises entre 23 et 70 FNU, soit un niveau comparable à celui des années 2010 et 2011. Il est donc possible d'interpréter la chlorophylle-a en tant que proxy de la biomasse chlorophyllienne. Par ailleurs, la valeur moyenne de turbidité en 2012 (61 FNU) contraste avec les fortes valeurs mesurées sur le point « Mont Saint Michel » entre 2007 et 2009 (valeurs > 100 FNU).

Les graphiques montrent un premier pic de concentration en chlorophylle-a au mois de mars (24,1 µg.L<sup>-1</sup>), corrélé à la forte diminution des concentrations en nutriments observable lors des mois de mars et avril (Figure 17). La teneur en chlorophylle-a a ensuite diminué au mois d'avril (14 µg.L<sup>-1</sup>) avant de remonter en mai (18,8 µg.L<sup>-1</sup>). Le reste de l'année, les valeurs de concentrations en chlorophylle-a sont restées comprises entre 2,5 µg.L<sup>-1</sup> et 6,8 µg.L<sup>-1</sup> (Figure 16).

Similairement à ce qui a été observé en 2011, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond en 2012 a été en sous-saturation la majeure partie de l'année (moyenne : 81,3 %), avec un minimum en avril (72,4 %) et un maximum en octobre (96,6 %). Bien que cette masse d'eau soit productive, aucune valeur mesurée n'a donc atteint la zone de suboxie en 2012 (Figure 16).

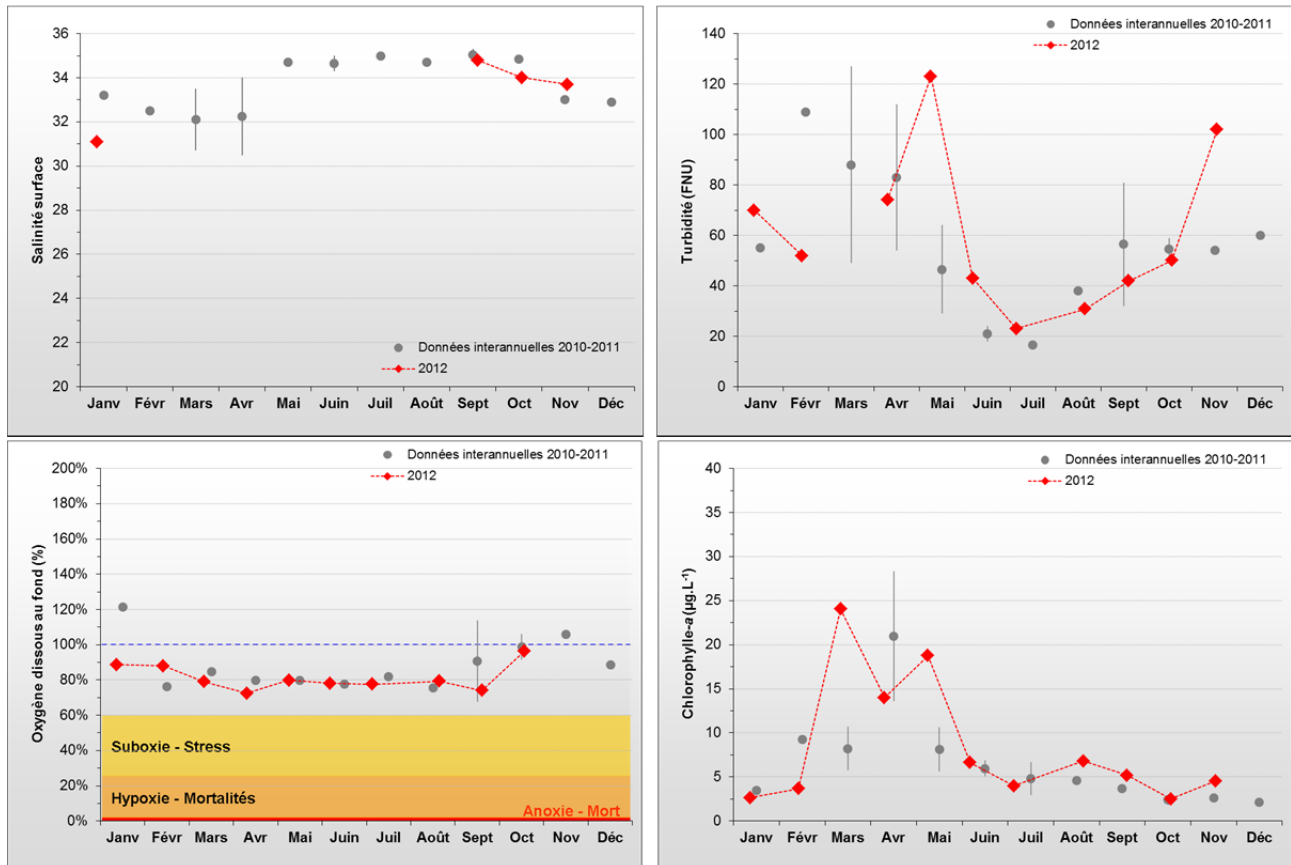


Figure 16 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a au point Tombelaine entre 2010 et 2012. Représentation des valeurs pour les données 2010-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

Pour la seconde année consécutive, les stocks hivernaux en nutriments ont pu être évalués : 67 µM NID ; 1,9 µM de PID et 32 µM de Si (Figure 17). De tels stocks ont probablement favorisé les pics de concentrations en chlorophylle-a, surtout celui du mois de mars après lequel les stocks ont nettement diminué. L'important stock en silicate est probablement lié aux apports terrigènes en provenance des bassins versants de la Sée, de la Sélune et du Couesnon. Les recharges partielles de ces stocks entre avril et mai et peut-être une minéralisation de la biomasse issue du bloom de mars, mettent en évidence sur cette masse d'eau un cycle « atypique », avec une forte consommation du stock de nitrate + nitrite en juillet et août.

Les rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID sont relativement équilibrés en 2012, avec toutefois une consommation en Si plus forte au mois d'avril, et en azote en juillet / août (Figure 17).

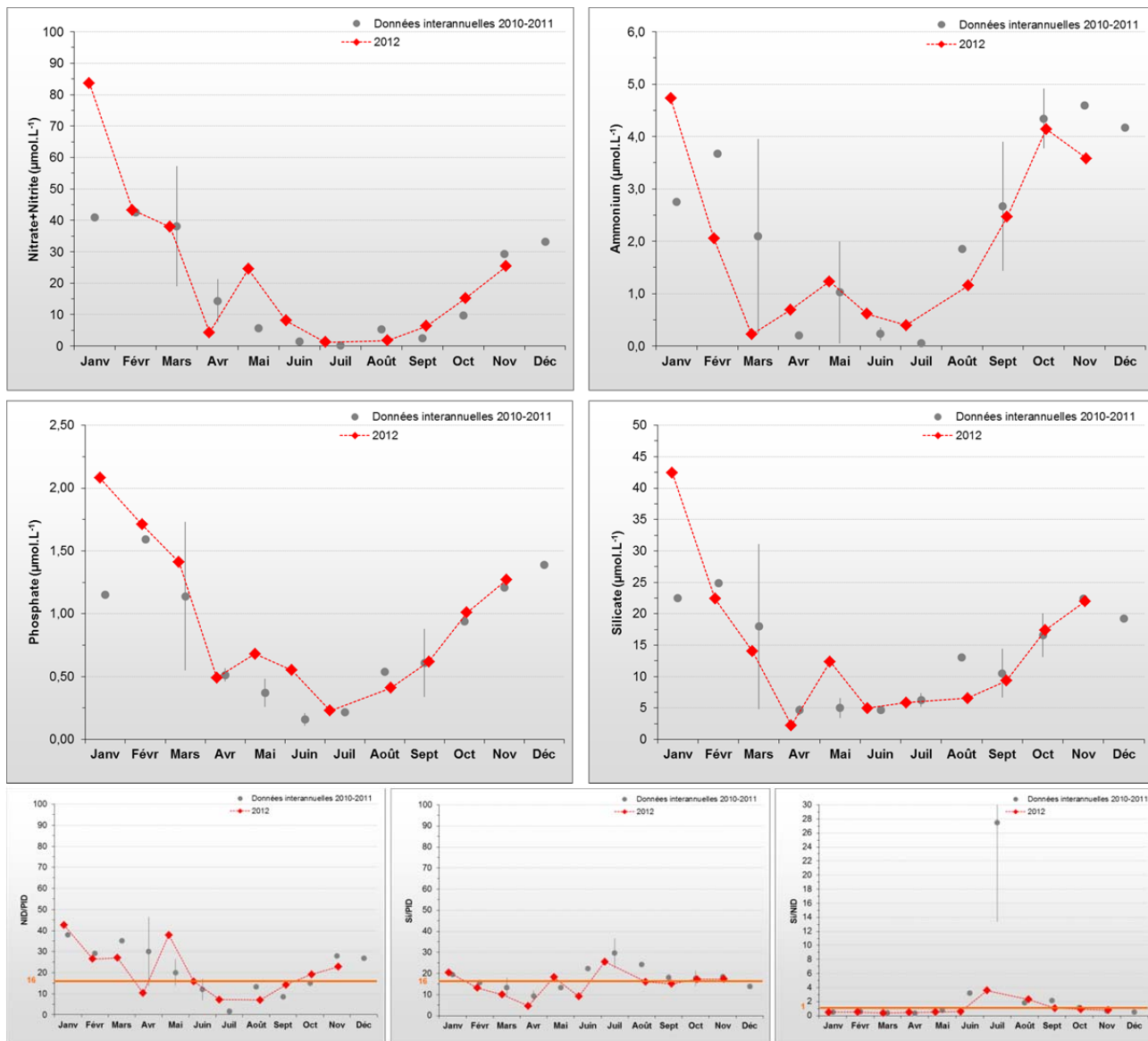


Figure 17 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID, et Si/NID au point Tombelaine entre 2010 et 2012. Représentation des valeurs pour les données 2010-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Tombelaine »

Les données issues des flores partielles indicatrices au point « Tombelaine » en 2012, montrent qu'aucun bloom dépassant les seuils DCE n'a été observé. Le suivi sur ce point étant récent, il ne permet pas de déterminer le type de peuplements phytoplanctoniques observé. La proximité avec l'ancien point de suivi de cette masse d'eau laisse présumer que les peuplements rencontrés présentent les caractéristiques des flores des baies, mais ce postulat devra être étayé dans les prochaines années de suivi.

## Pertinence du suivi au point « Tombelaine »

Le suivi du point de prélèvement « Tombelaine » a été initié en mars 2010 en remplacement du suivi au point « Mont St Michel-2007 », pour évaluer la qualité de la masse d'eau HT05.

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

Pour cette nouvelle phase, initiée à partir de 2010 et jusqu'à fin 2012, le point de prélèvement a été déplacé dans des eaux plus profondes dans la masse d'eau HT05, et éloigné au maximum de l'influence du *Couesnon*. Le nouveau point de suivi, « Tombelaine », a donc une situation plus centrale (permettant de prendre en considération les apports de la *Sée* et de la *Sélune*), et plus au large (les prélèvements sont effectués à l'aide d'une embarcation de la SPEL-DDTM50). Les résultats de 2012 confirment que le point « Tombelaine » est plus représentatif de la masse d'eau HT05 que ne l'était le point « Mont St Michel 2007 ».

### III.2.3. Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2012)

**SYNTHESE HCO2:** Le point « Champeaux » est à la fois influencé par des recharges nutritives de la masse d'eau HT05 permettant à l'activité phytoplanctonique de se maintenir jusqu'à la fin de l'été, et occasionnellement par des inclusions ponctuelles d'une masse d'eau du large du type de HC01 provoquant une chute de la biomasse.

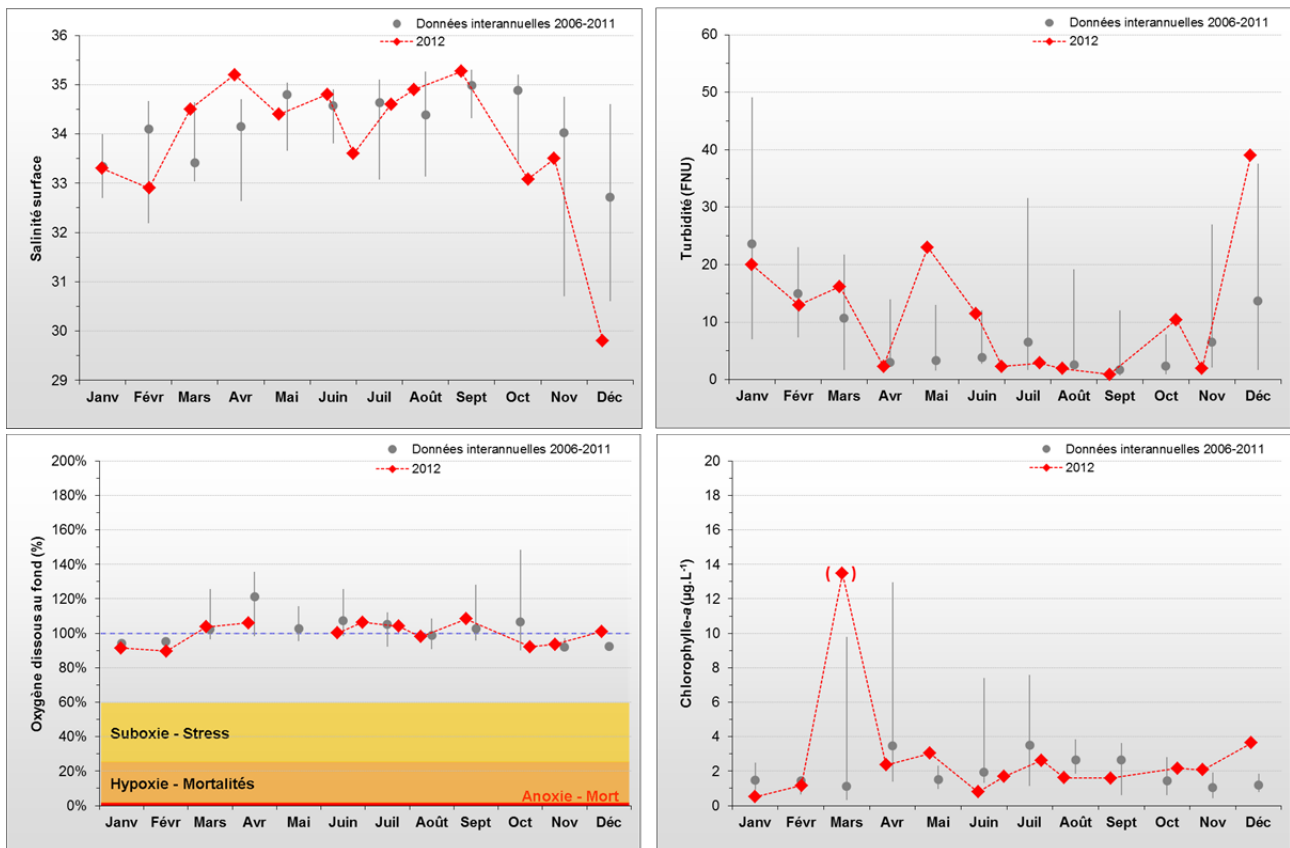
Le cycle des nutriments est ainsi perturbé. Les stocks hivernaux moyens en nutriments (48  $\mu\text{M}$  NID ; 1,1  $\mu\text{M}$  PID ; 24  $\mu\text{M}$  Si) ont été plus importants en 2012 que les autres années. Ce stock hivernal, ainsi qu'un ensoleillement élevé ont permis le développement d'une biomasse phytoplanctonique importante en mars. L'azote a été potentiellement limitant de juillet à septembre.

Malgré cette probable limitation de la production phytoplanctonique, un bloom phytoplanctonique ( $> 1\,000\,000$  cellules.L<sup>-1</sup>) a été observé en juillet, confirmant la prédominance des diatomées dans cette masse d'eau.

HC02

#### Hydrologie au point « Champeaux »

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), mais aussi de masses d'eau situées plus au large du type de la HC01.



**Figure 18 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Champeaux entre 2006 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2011 (gris) et résultats 2012 (♦). (♦) Valeur douteuse : la valeur de concentration en chlorophylle-a du mois de mars a probablement été sous-estimée en raison d'un filtre surchargé.

Les épisodes de dessalures sont généralement faibles (1 à 2 unités sur les 6 années de suivi complet), mais peuvent être ponctuellement modérées (3,7 unités en décembre 2012). Les baisses de salinité les plus marquées ont été constatées aux mois de juin (- 1,2), octobre (- 2,2), et décembre (- 3,7) (Figure 18). Ces dessalures sont provoquées par des apports d'eau douce en provenance des cours d'eau (voir § III.1.3), donc souvent associées à des hausses de turbidité suite à d'importants cumuls pluviométriques. Ainsi, des augmentations de turbidité ont été mesurées entre avril et mai (+ 21 FNU), entre septembre et octobre (+ 9,5 FNU) ainsi qu'entre novembre et décembre (+ 37 FNU) (Figure 18). De tels apports en provenance des bassins versants, ont vraisemblablement contribué à recharger le milieu en nutriments.

En 2012, la concentration moyenne en chlorophylle-a a été de 2,8  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , soit légèrement au-dessus de la moyenne interannuelle 2006-2011 (2,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). En mars, un pic important a été observé (13,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , valeur sous-estimée) (Figure 18).

La concentration en oxygène dissous au fond s'est maintenue à un niveau proche de la saturation (99,5 % en moyenne en 2012) et la faune benthique a donc bénéficié d'un milieu bien oxygéné (Figure 18).

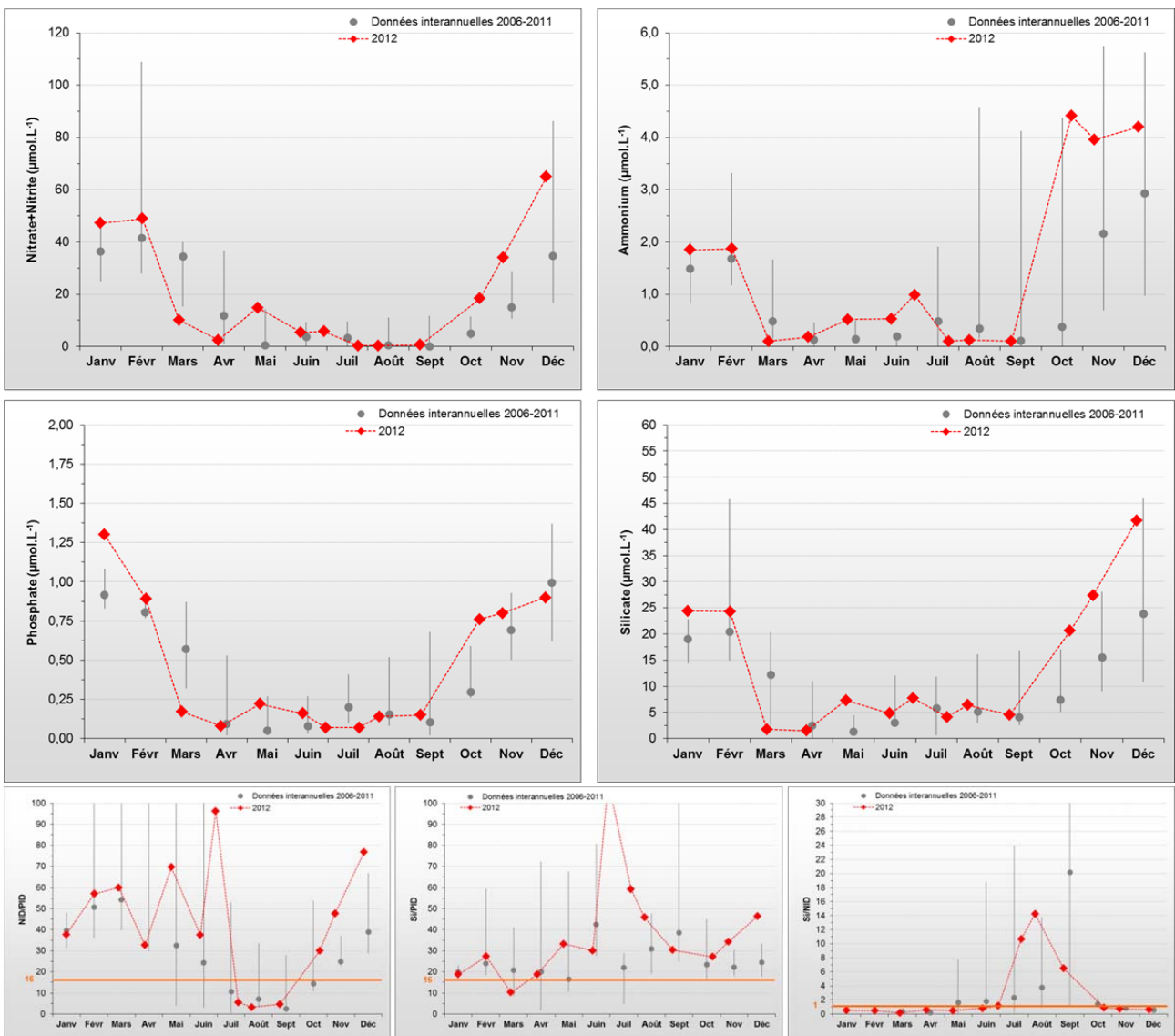


Figure 19 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID, et Si/NID à Champeaux entre 2006 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2011 (gris) et résultats 2012 (◆).

En 2012, les stocks hivernaux en nutriments ont été supérieurs à ceux des autres années : 50 µM NID ; 1,1 µM de PID et 24 µM de Si (stocks interannuels moyens : 32,5 µM NID ; 0,9 µM PID ; 22 µM Si) (Figure 19). De tels stocks peuvent s'expliquer par une recharge importante en décembre 2011 (Nédélec *et al.*, 2013). Ces stocks ont fortement chuté entre février et mars 2012 en raison de leur consommation par le phytoplancton. Ils ont connu une recharge partielle en mai (débits printaniers élevés) avant d'être de nouveau consommés en juin. Le stock en nitrate + nitrite a notamment été épuisé en juillet, août et septembre, tandis que les concentrations estivales des autres nutriments sont restées plus élevées. Ces stocks se sont reconstitués au cours de l'automne en raison des forts débits des mois d'octobre et de décembre, atteignant alors des niveaux similaires voire supérieurs à ceux de janvier / février (Figure 19).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 19), met en évidence un excès en azote de janvier à juin (fort à la mi-mai et fin juin), puis d'octobre à décembre. De juillet à septembre, l'azote est probablement devenu limitant pour la production primaire alors que le phosphore est aussi en déficit par rapport au silicium.

Cette masse d'eau apparaît ainsi caractérisée par un cycle « perturbé », où les stocks hivernaux en nutriments sont typiquement importants et font l'objet de recharges nutritives plus ou moins fortes permettant de relancer l'activité phytoplanctonique.

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Champeaux »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Champeaux en 2012 font apparaître un dépassement des seuils DCE dans le prélèvement de juillet, causé par un bloom du taxon *Leptocylindrus minimus* (LEPTMIN, 1 115 000 cell.L<sup>-1</sup> le 24/07) (Figure 20). Le reste de l'année, les principaux taxons observés ont été de la famille de *Pseudo-Nitzschia* (PSNZFIN et PSNZLAR). Ces peuplements phytoplanctoniques sont généralement représentatifs des flores des baies, en raison de l'influence de la masse d'eau HT05 sur la masse d'eau HC02.

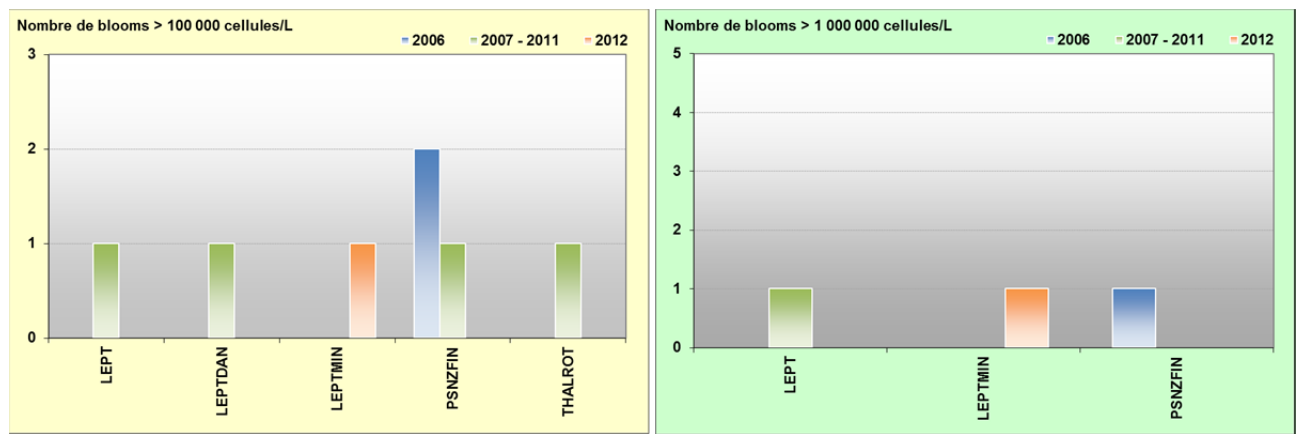


Figure 20 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Champeaux entre 2006 (n=4), 2007-2011 (n=68), et 2012 (n=12).

### Pertinence du suivi au point « Champeaux »

Les données obtenues au point « Champeaux » à partir de six années de suivi complètes (seuls 4 prélèvements effectués en 2006) ont permis de caractériser un cycle des nutriments « perturbé » par des recharges nutritives issues de la masse d'eau HT05, et par des inclusions ponctuelles éventuelles de masses d'eau du large du type de la HC01. Ce type de recharge peut permettre le développement de micro-algues potentiellement nuisibles pour l'environnement.



### 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 sont suivis par le RHLN.

Les données 2012 montrent que la masse d'eau HC03 a été globalement peu exposée à des dessalures (max. 1,5) malgré les fortes pluies des mois d'octobre et de décembre. La turbidité est restée en général modérée ( $\leq 10$  FNU) malgré certains pics ponctuels pouvant dépasser les 30 FNU en janvier – février au nord de la masse d'eau, probablement dus au brassage vertical hivernal.

La production primaire paraît avoir commencé début mars (mois très ensoleillé) avec un pic de biomasse très marqué sur l'ensemble de la masse d'eau, compris selon les points entre  $4 \mu\text{g.L}^{-1}$  et  $14,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ ; les concentrations moyennes annuelles les plus fortes ayant été rencontrées au niveau des points « Coudeville 1 mille » et « Pirou Bergerie Sud ». Selon les points, des pics plus modérés (de l'ordre de 2 à  $3 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) ont pu être notés entre la fin du printemps, et l'automne (novembre).

Malgré une biomasse chlorophyllienne globalement plus importante en 2012, le milieu est resté correctement oxygéné sur l'ensemble de la masse d'eau.

Les stocks hivernaux moyens de nutriments étaient à un niveau proche de celui observés les années précédentes ( $20 \mu\text{M NID}$ ,  $0,6 \mu\text{M PID}$ ,  $11 \mu\text{M Si}$ ), avec un léger excès de phosphate sur certains points par rapport aux années antérieures. 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.

L'azote a probablement été en carence entre les mois d'avril et de septembre. Des déséquilibres plus ponctuels en Si (mars) et PID (juillet-août) ont également été observés. La régénération des stocks en phosphate et en silicate a été progressive entre avril et novembre-décembre. Une forte recharge de tous les nutriments a été observée suite aux fortes pluies des mois d'octobre et de décembre.

La masse d'eau HC03 présente donc un cycle des nutriments principalement « classique » mais qui peut être ponctuellement perturbé sur les points les plus au sud 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 2012, ce point « Donville » a été l'unique point à connaître des dépassements de seuils de concentrations de 100 000 cellules par litre avec deux diatomées observées en mars (*Thalassiosira levanderi*, « THALLEV ») et en septembre (*Guinardia delicatula*, « RHIZDEL »).

### III.2.4.1. Donville 2001-2012

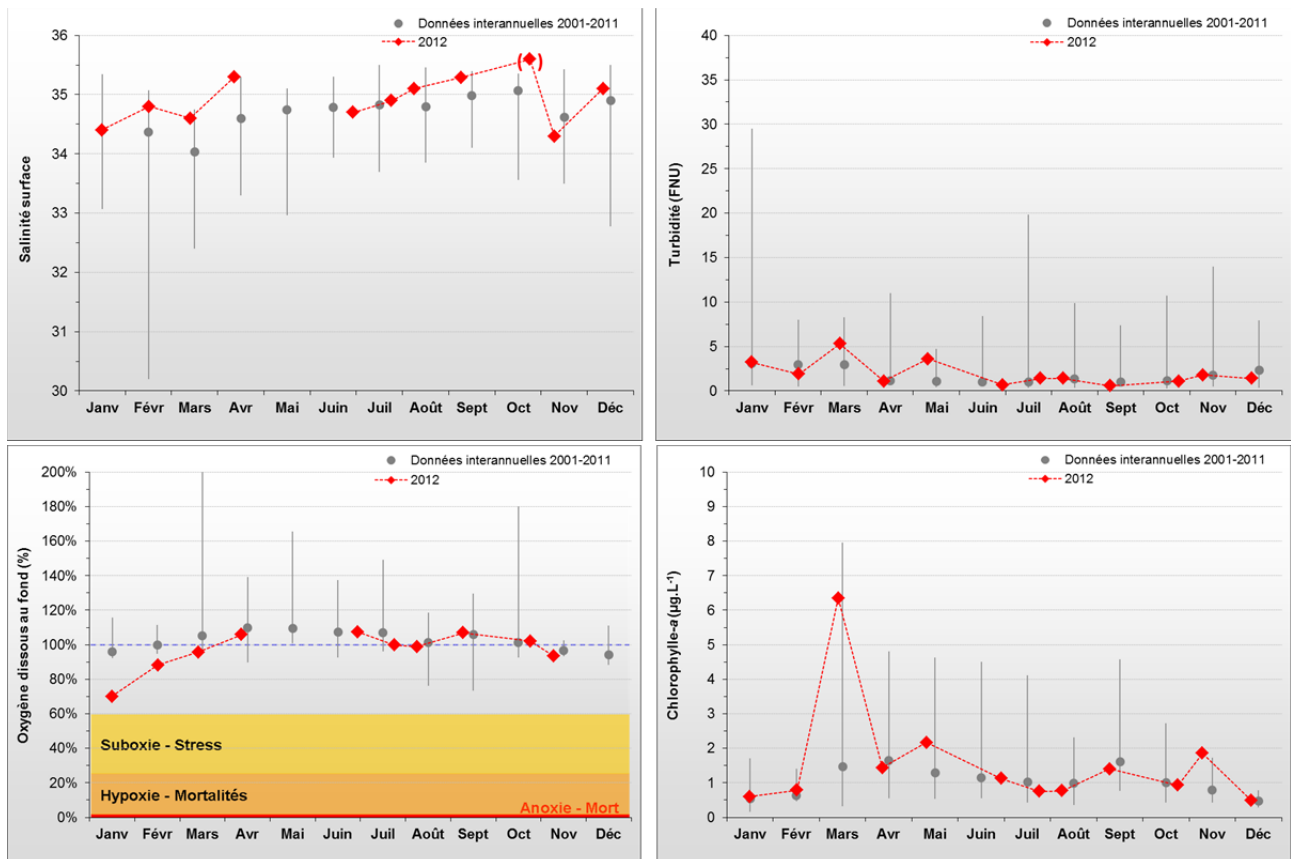
#### Hydrologie au point « Donville »

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

A l'exception du minimum de salinité atteint en février 2003, les dessalures sur Donville restent assez faibles (de l'ordre de 2) mais sont associées à des recharges en nutriments de la masse d'eau. En 2012, la salinité moyenne (34,9), a été légèrement supérieure à la moyenne interannuelle 2001-2011 (34,5). L'épisode de dessalure le plus important a été mesuré au mois de novembre (- 1,3), et résulte du fort cumul pluviométrique du mois d'octobre (*cf.* § III.1.3). Aucune hausse importante de la turbidité n'a été mesurée lors de cette dessalure, et la turbidité est donc restée faible en 2012 (moy. 1,95 FNU ; max 5,3 FNU observé en mars) (Figure 21).

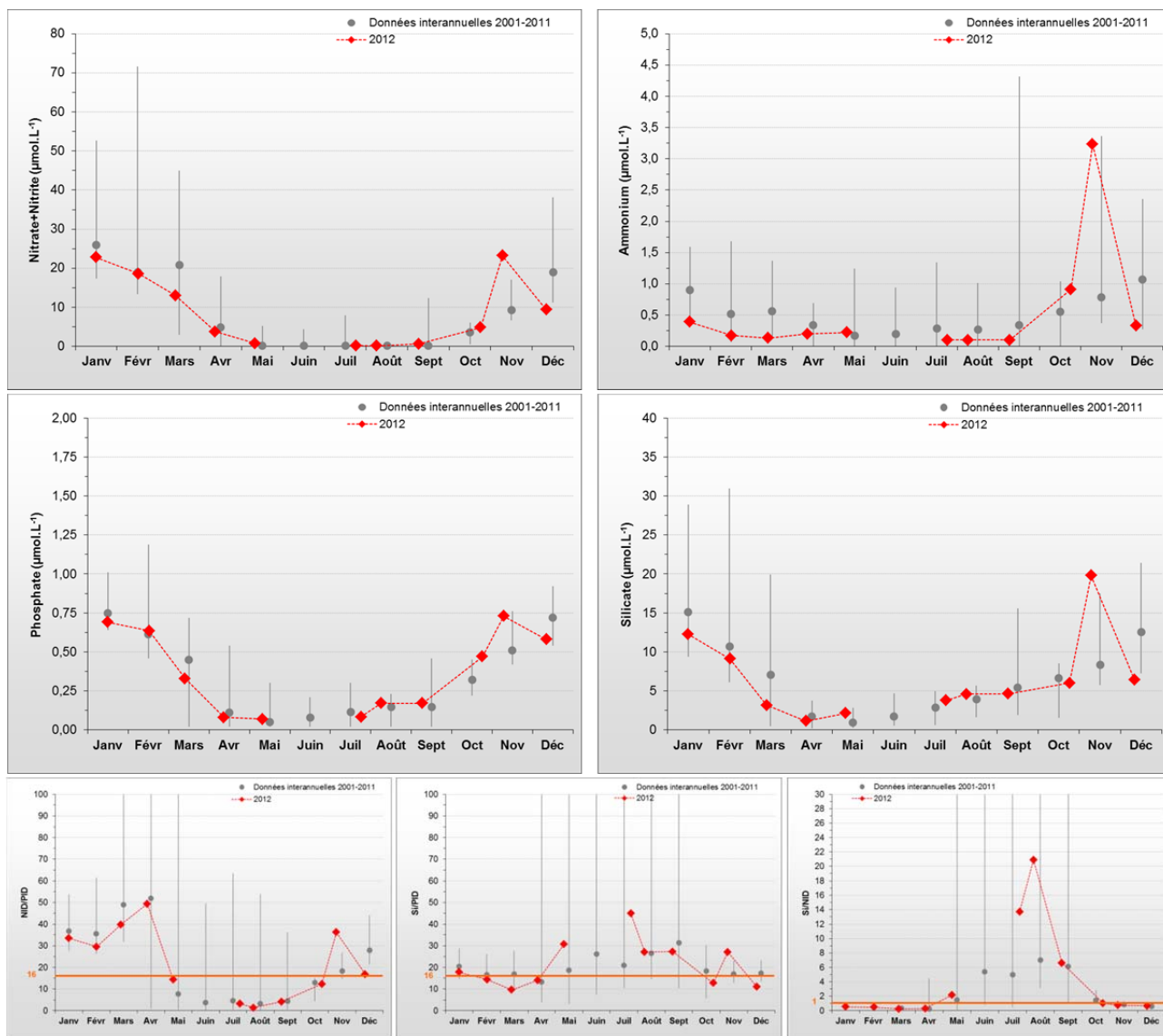
La concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %), sauf au mois de janvier (70 %) (Figure 21).

En 2012, la concentration moyenne en chlorophylle-a a été globalement plus importante que les autres années (moy. 2012 = 1,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$  ; moy interannuelle : 1,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), avec un pic de biomasse important mesuré au mois de mars (6,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), suivi de pics plus modestes aux mois de mai (2,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), septembre (1,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) et novembre (1,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 21).



**Figure 21 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Donville entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et résultats 2012 (♦). (♦) Valeur douteuse.

Les stocks hivernaux en nutriments ont été de 21  $\mu\text{M}$  NID ; 0,7  $\mu\text{M}$  PID ; 11  $\mu\text{M}$  Si en 2012, contre une moyenne interannuelle de 23  $\mu\text{M}$  NID ; 0,7  $\mu\text{M}$  PID ; 13  $\mu\text{M}$  Si. Le bloom phytoplanctonique du mois de mars a entraîné une nette diminution des stocks en nutriments. Le stock en nitrate + nitrite a été épuisé entre les mois de mai et septembre, tandis que les stocks en phosphate et en silicate, bien que fortement consommés par le bloom du mois de mars, n'ont jamais été complètement épuisés, tout comme le stock en ammonium qui est resté faible jusqu'en septembre avant de se régénérer en octobre et novembre (Figure 22).



**Figure 22 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Donville entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

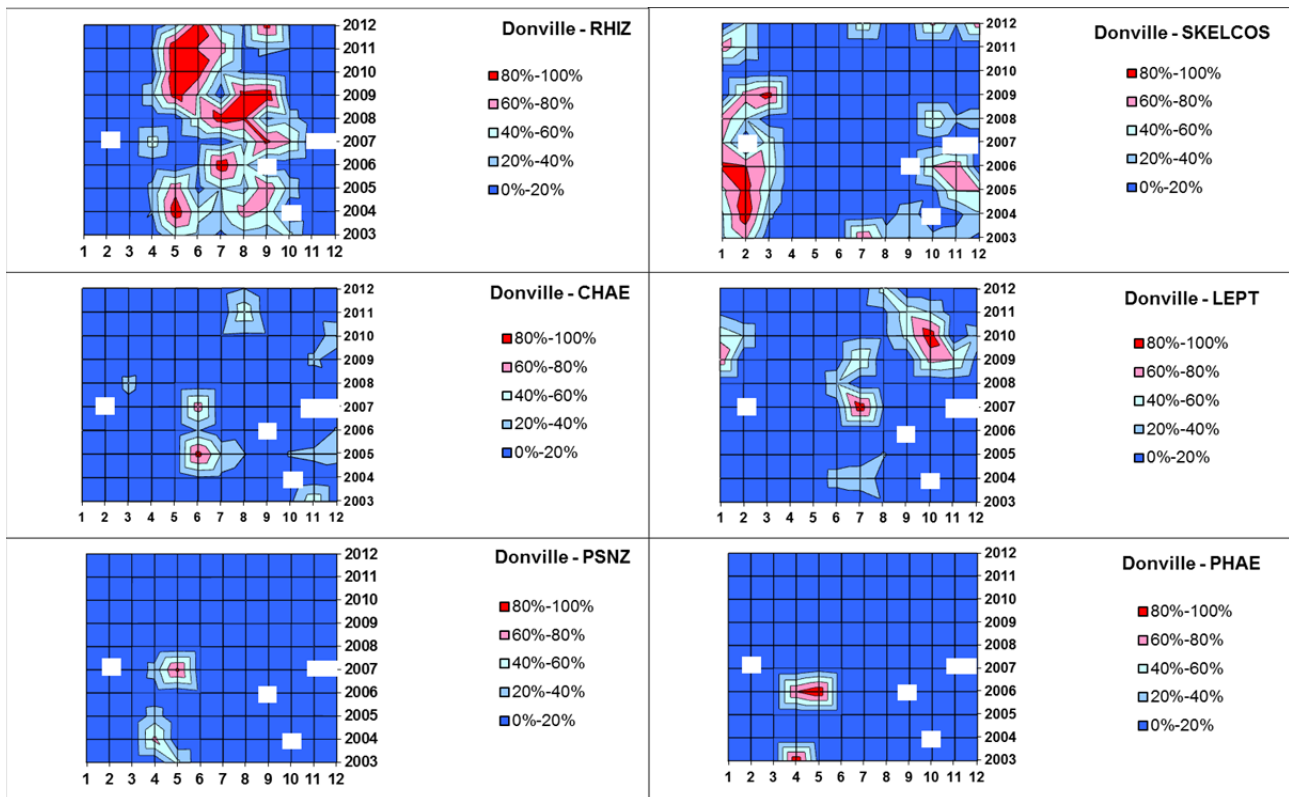
L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID confirme l'hypothèse d'une limitation de la production primaire par l'azote entre les mois de juillet (probablement même dès le mois de juin selon les données interannuelles) et de septembre. D'autre part, l'examen de l'évolution du rapport molaire Si/PID laisse supposer une carence relative en PID par rapport au Si en été (Figure 22).

Ainsi, le cycle des nutriments au point « Donville » apparaît légèrement « perturbé » en 2012 avec des stocks hivernaux en nutriments modérés par rapport aux autres années, mais plusieurs pics successifs de biomasse ayant succédé au pic principal du mois de mars, s'expliquant par des recharges de la colonne d'eau en nutriments liées au climat pluvieux de 2012.

Peuplements phytoplanctoniques au point « Donville »

Les données issues des flores totales à Donville en 2012 permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point (Figure 23).

HC03



**Figure 23 :** Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville. RHIZ = *Rhizosolenia* sp., SKELCOS = *Skeletonema* sp., CHAE = *Chaetoceros*, LEPT = *Leptocylindrus*, PSNZ = *Pseudo-Nitzschia* sp., PHAE = *Phaeocystis*. Zones blanches = pas de données.

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 (février - mars), une espèce classée comme nuisible par la DCE. Contrairement à cette tendance, une diatomée du genre *Leptocylindrus* sp. (LEPT) a dominé le peuplement ponctuellement en début d'hiver (janvier-février) 2009 et 2010 (Figure 23).

En 2003 et 2006, une prymnesiophycée (*Phaeocystis globosa*, PHAE) a dominé au printemps. Quand ça n'est pas le cas, le genre *Rhizosolenia* sp. domine au printemps, comme en 2004-2005 et 2009-2011 et de façon moins marquée en 2012.

L'été (juin-septembre) est généralement caractérisé par la présence de diatomées appartenant à la famille des *Rhizosoleniaceae* (RHIZ), car s'accommodant des milieux pauvres en nutriments. En 2010, la dominance de cette diatomée ne s'étend que de mai à juillet. En 2012, cette dominance s'observe surtout en septembre (Figure 23).

De 2002 à 2008 ainsi qu'en 2012, le peuplement phytoplanctonique automnal était de nouveau dominé par la diatomée du genre SKELCOS, mais entre 2009 et 2011 le peuplement était majoritairement représenté par des diatomées du genre *Leptocylindrus* sp. (LEPT). Le genre toxique *Alexandrium* sp. (ALEX) n'a jusqu'à maintenant pas été observée au point « Donville » tandis que les genres *Dinophysis* sp. (DINOP) et *Pseudo-Nitzschia* sp. (PSNZ) ont été présents en faibles quantités (Figure 23).

Au total, deux espèces de diatomées ont présenté des concentrations supérieures à 100 000 cellules par litre en 2012 : l'espèce *Thalassiosira levanderi* (THALLEV, 595 300 cell.L<sup>-1</sup> le 14/03) lors du pic en chlorophylle-a de mars (Figure 21), et l'espèce *Guinardia delicatula* (RHIZDEL, 102 000 cell.L<sup>-1</sup> le 08/09). Aucun dépassement du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> n'a été constaté en 2012 (Figure 24).

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

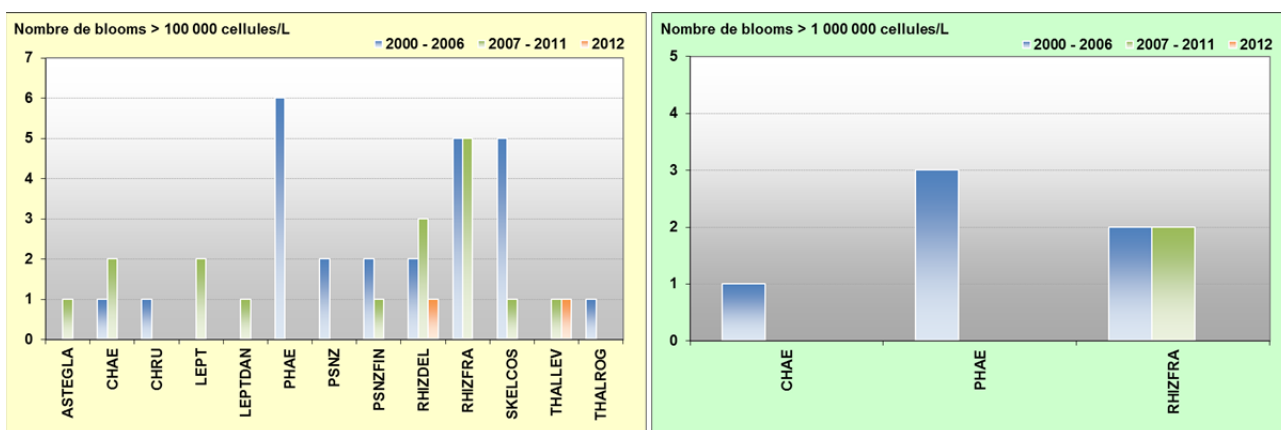


Figure 24 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Donville entre 2001-2006 (n=159), 2007-2011 (n=78) et 2012 (n=12).

### Pertinence du suivi au point « Donville »

Le point de prélèvement « Donville » fait partie des points les mieux suivis par le RHLN, puisqu'il avait été sélectionné dans le réseau initial en 2001. Les données accumulées ont permis de caractériser un cycle très légèrement « perturbé » en 2012, mais gardant fortement les caractéristiques d'un cycle « classique », par l'appauvrissement presque total du nitrate + nitrite, phosphate, voire du silicate en été.

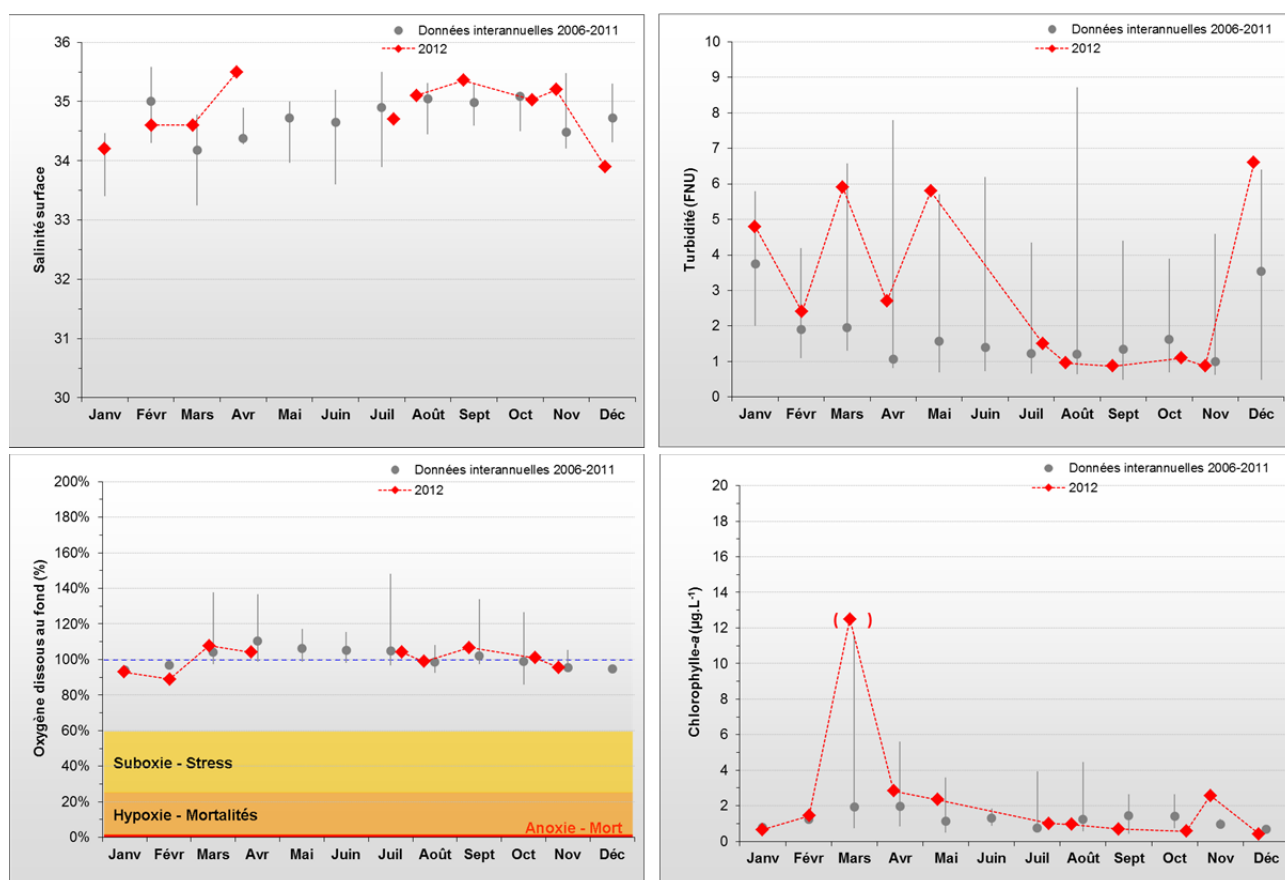
### III.2.4.2. Coudeville 1 mille 2006-2012

#### Hydrologie au point « Coudeville 1 mille »

HC03

Le point à Coudeville, dont le suivi a débuté en 2006, 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). Les résultats observés sont relativement similaires à ceux du point « Donville », et les paramètres hydrologiques mesurés à Coudeville semblent suivre le cycle saisonnier généralement rencontré le long de la côte nord-ouest du Cotentin. La Figure 25 montre que les variations de salinité sont généralement faibles sur ce point (max. 1,3 unité en décembre 2012), et plus ou moins associées à des variations de turbidité : maximum de 6,6 FNU atteint lors de la dessalure du mois de décembre ; et à l'inverse, diminution de 3,2 FNU en avril corrélée à une augmentation de salinité de 0,9 unité.

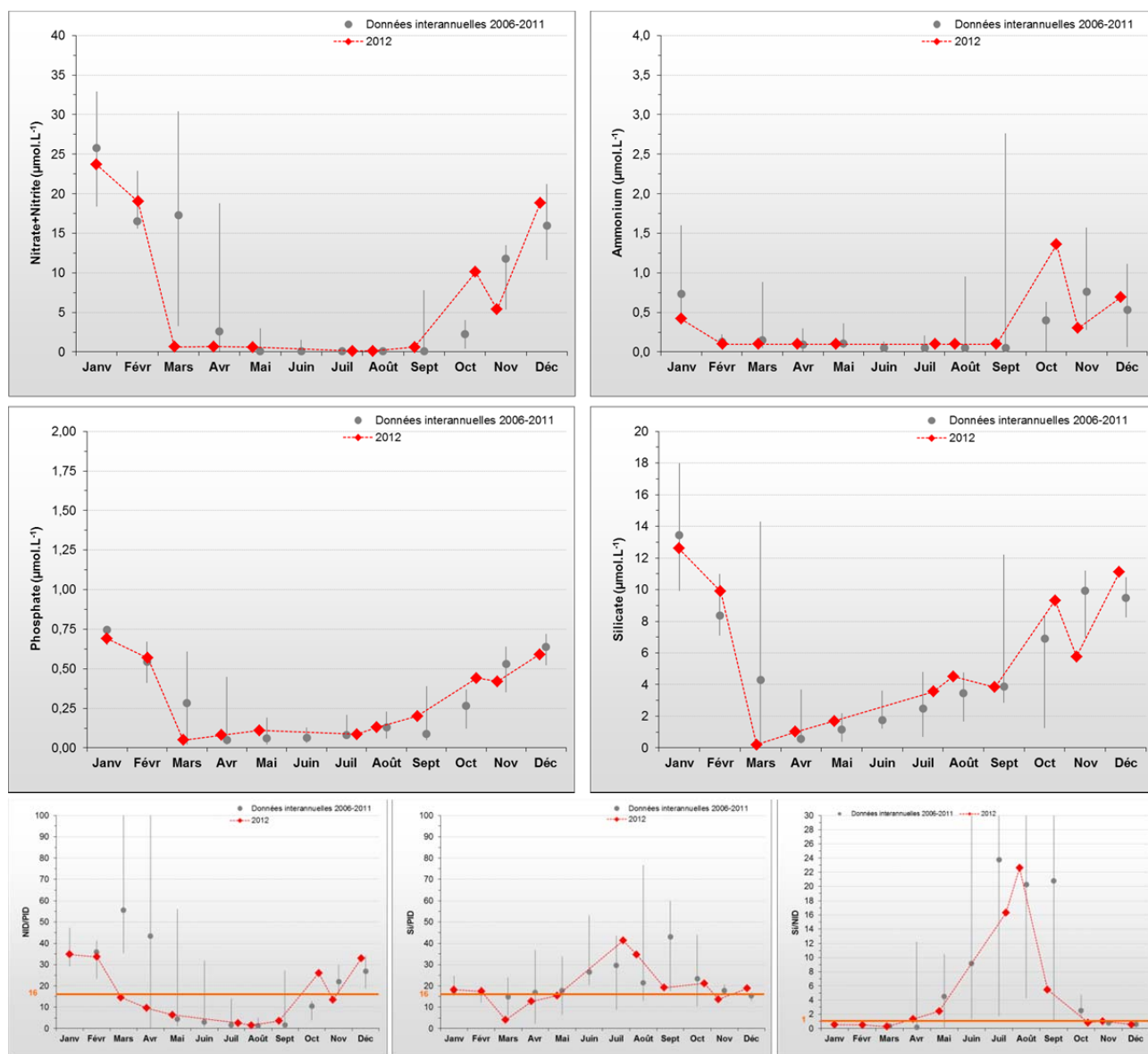
La période productive a débuté en mars 2012, avec un important pic de concentration en chlorophylle-a ( $12,5 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 14/03, valeur sous-estimée) (Figure 25). La concentration en chlorophylle-a a ensuite progressivement diminué, passant de  $2,8 \mu\text{g.L}^{-1}$  en avril à  $0,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  en octobre, avant de connaître une nouvelle augmentation marquée en novembre (+  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$ ). Aussi, la concentration moyenne annuelle en chlorophylle-a était plus élevée en 2012 ( $2,36 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) que sur la période 2006-2011 ( $1,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ ). Ces données sont similaires à ce qui a été observé aux points « Donville » et « Pointe Agon Sud ». Par ailleurs, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée en 2012, proche de sa valeur de saturation (100 %), marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 25).



**Figure 25 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2011 (gris) et résultats 2012 (♦). (♦) Valeur douteuse : la valeur de concentration en chlorophylle-a du mois de mars a probablement été sous-estimée en raison d'un filtre surchargé.

Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 (22 µM de NID ; 0,6 µM de PID ; 11 µM de Si) ont été supérieurs (surtout pour le NID) aux stocks moyens interannuels (18 µM de NID ; 0,6 µM de PID ; 10 µM de Si) (Figure 26). Les stocks en nitrate + nitrite, phosphate et silicate ont été consommés très vite par le bloom de mars (Figure 25). Ensuite, les concentrations en nitrate + nitrite sont restées très faibles du mois de mars (février pour le stock en ammonium) à septembre. La recharge du milieu en azote a été effective à partir de septembre – octobre, alors que celle-ci a été progressive entre mars et décembre pour le phosphate et le silicate. Les concentrations en NID, phosphate et silicate ont fortement diminué au mois de novembre (Figure 26), vraisemblablement en raison du pic de production primaire d'automne (Figure 25).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 26) confirme les observations précédentes, avec une probable limitation de la production primaire par l'azote entre mai et septembre, une consommation plus rapide du silicium par rapport au phosphore en mars 2012, et, au contraire, une consommation plus important en phosphore par rapport au silicium en juillet / août (Figure 26). Ainsi, le cycle des nutriments au point « Coudeville » peut être classé comme « classique » en 2012, contrairement à celui au point « Donville » qui est davantage soumis à l'influence de la baie du Mont Saint Michel (masse d'eau HC02).



**Figure 26 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Coudeville 1 mille »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Coudeville en 2012, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 27). Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Coudeville peuvent être considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche car ils diffèrent de ceux observés plus au Sud à Donville.

HC03

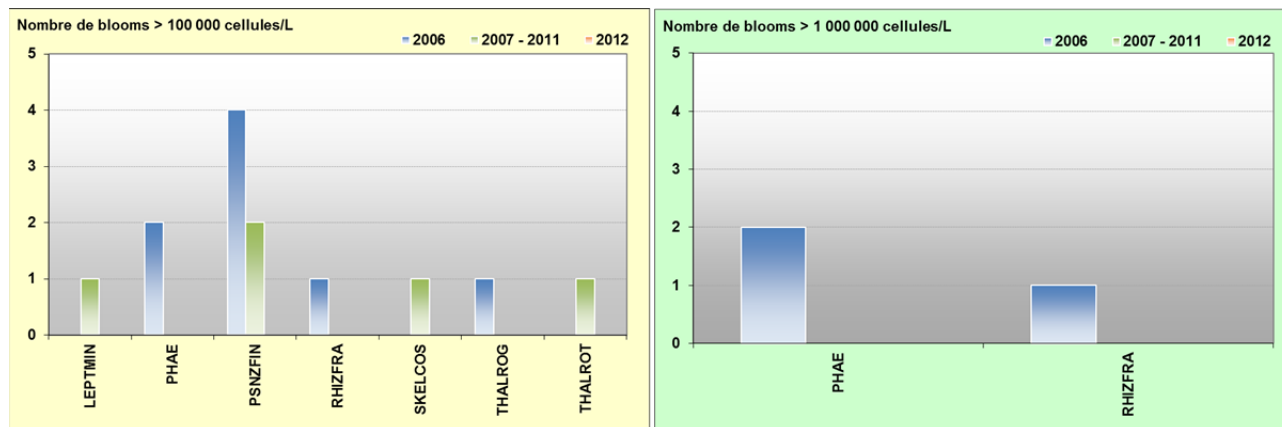


Figure 27 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Coudeville 1 mille entre 2006 (n=19), 2007-2011 (n=76) et 2012 (n=11).

Pertinence du suivi

Le point de prélèvement « Coudeville 1 mille » est un point ajouté au RHLN en 2006 du fait de l'intensité des usages de la côte ouest, notamment par la présence de nombreuses activités ostréicoles et mytilicoles. Selon les années, son cycle des nutriments est de type « classique » ou « légèrement perturbé » par les recharges en nutriments.



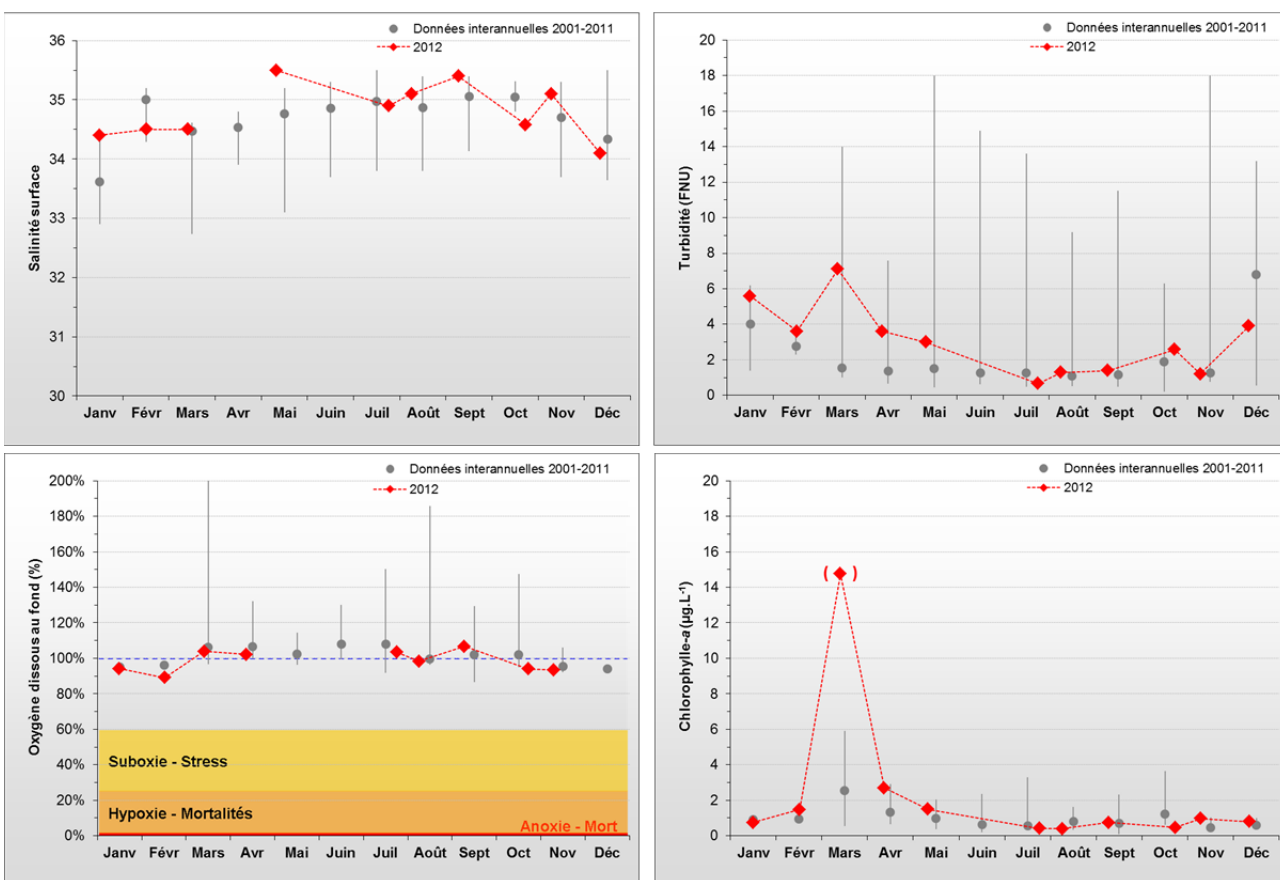
### III.2.4.3. Pointe Agon Sud 2001-2012

#### Hydrologie au point « Pointe Agon Sud »

Bien qu'étant directement sous l'influence du panache de la *Sienne* (havre de Regnéville) et indirectement du havre de la *Vanlée* au Sud, le point à Agon ne connaît pas de fortes chutes de salinité (de l'ordre de 2 au maximum), et n'a connu que de faibles dessalures en 2012 (maximum 1 unité en décembre) (Figure 28). La turbidité est restée globalement basse (valeur moyenne : 3,1 FNU), les valeurs les plus élevées ayant été observées en janvier (5,6 FNU), mars (7,1 FNU) et décembre (3,9 FNU), cette dernière valeur étant associée à la baisse de salinité causée par les fortes pluies de décembre (Figure 28).

La valeur moyenne annuelle de concentration en chlorophylle-a a été de 2,27  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en 2012, contre 1,14  $\mu\text{g.L}^{-1}$  sur la période 2001-2011. Cette différence s'explique par la valeur très élevée de concentration en mars 2012 (14,7  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) qui est 2,5 fois supérieure au maximum observé sur la période 2001-2011. Le reste de l'année, les valeurs sont restées comprises entre 0,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (août) et 2,7  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (avril), et le pic automnal de novembre observé à Donville et Coudeville est à peine perceptible ici à Agon (1,0  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 28).

Par ailleurs, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) en 2012 ; le milieu a donc bénéficié d'une eau correctement oxygénée (Figure 28).



**Figure 28 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pointe Agon Sud entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et 2012 (♦). (♦) Valeur douteuse : la valeur de concentration en chlorophylle-a au mois de mars a probablement été sous-estimée en raison d'une saturation du filtre lors de l'analyse.

Le stock hivernal en nutriments en 2012 (19  $\mu\text{M}$  de NID ; 0,6  $\mu\text{M}$  de PID et 10  $\mu\text{M}$  de Si) est resté pratiquement identique au stock moyen interannuel (19  $\mu\text{M}$  de NID ; 0,6  $\mu\text{M}$  PID ; 11  $\mu\text{M}$  Si). Comme à Coudeville, le stock en azote a été consommé très rapidement pour atteindre une valeur très faible dès le mois de février (ammonium) ou dès le mois de mars (nitrate + nitrite). A partir de cette période, le stock est resté épuisé jusqu'à fin août. La régénération de ce stock en NID a été perceptible dès le mois d'octobre. Les stocks en phosphate et en silicate ont également atteint leurs niveaux les plus bas en mars, en raison de leur consommation par le phytoplancton. La régénération de ces stocks a été progressive entre avril et décembre, probablement en raison d'une faible production primaire limitée par l'azote (Figure 29). Enfin, le très faible pic automnal de novembre en biomasse (Figure 28), est confirmé par l'apparente consommation des nutriments à cette même période (Figure 29).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 29) confirme la tendance à une limitation potentielle de la production primaire par l'azote particulièrement nette entre juillet et septembre, et à déséquilibre en mars (consommation du Si) ainsi qu'en juillet-août (consommation du PID).

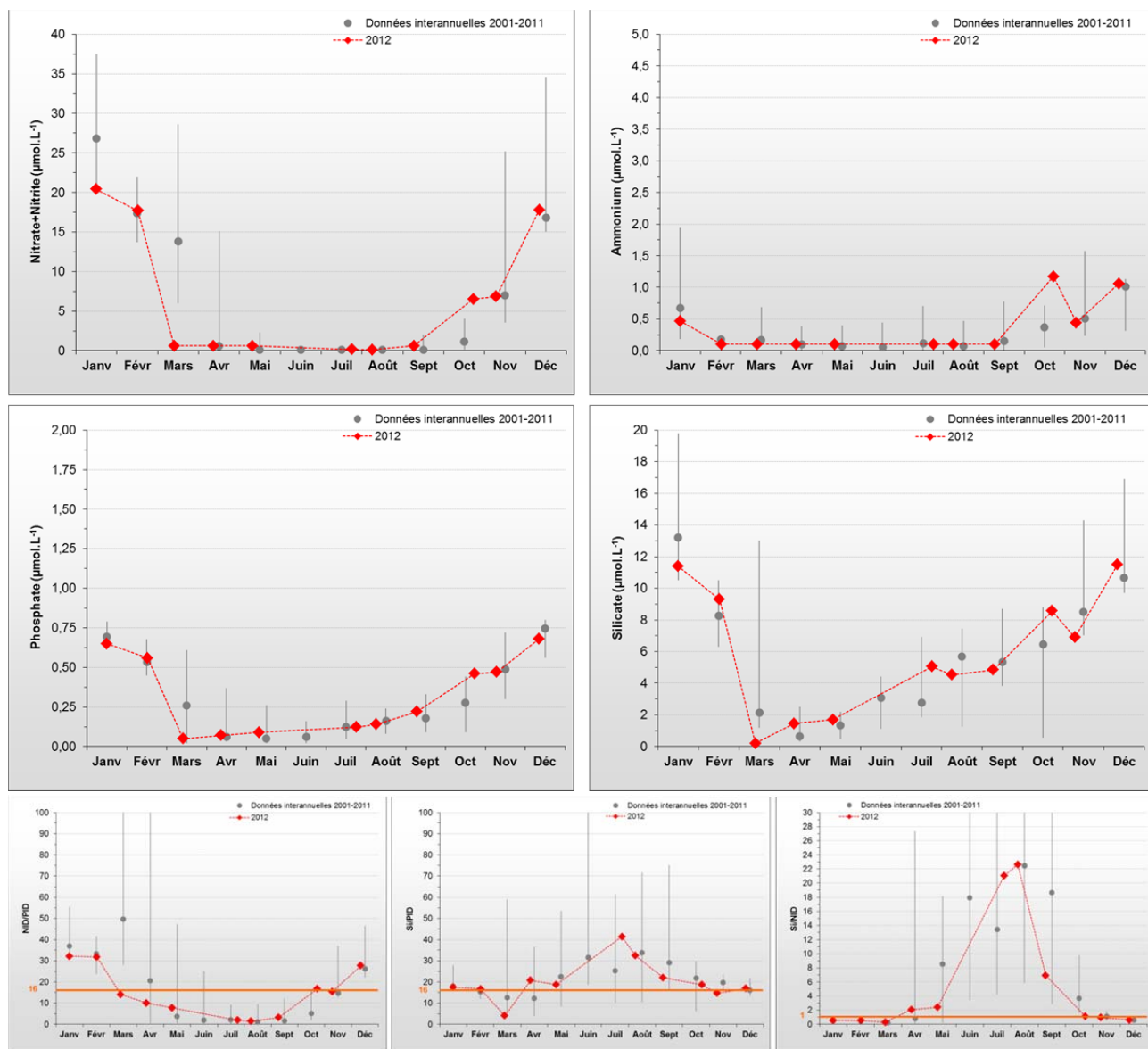
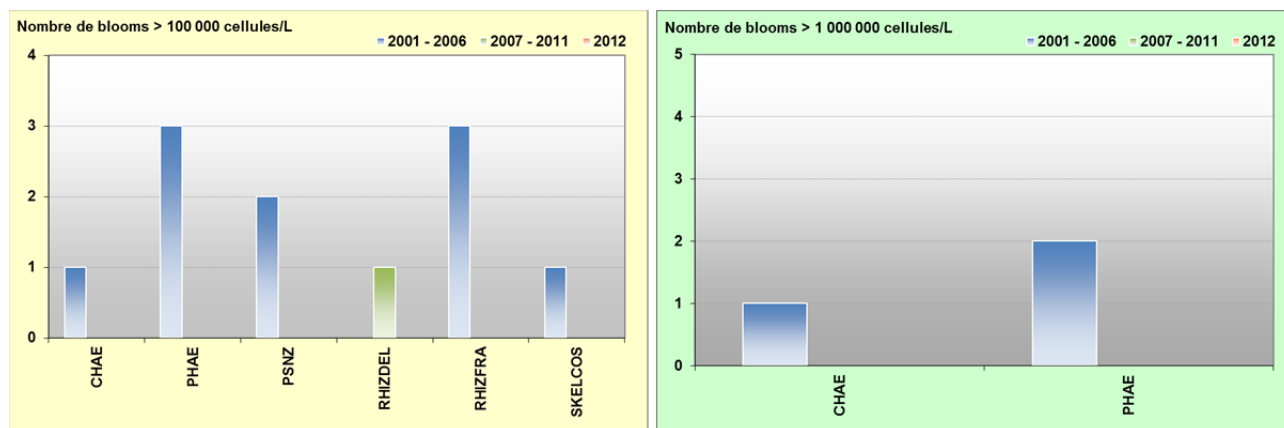


Figure 29 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Pointe Agon Sud entre 2001, et 2006 à 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Pointe Agon Sud »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Agon en 2012 montrent qu'aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 30). L'unique taxon rencontré (en très faible quantité) en 2012 dans les analyses de flores indicatrices partielles a été *Pseudo-Nitzschia* (PSNZFIN). Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Agon sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche et sont comparables à ceux rencontrés à Coudeville au Sud et Pirou au Nord.



**Figure 30** : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Pointe Agon Sud entre 2001-2006 (n=75), 2007-2011 (n=68) et 2012 (n=11).

## Pertinence du suivi au point « Pointe Agon Sud »

Le point de prélèvement « Pointe Agon Sud » est un point ajouté au RHLN du fait de l'intensité des usages de la côte ouest, notamment par la présence de nombreuses activités ostréicoles et mytilicoles. Le cycle de nutriments en ce point apparaît principalement du type « classique » (comme cela a été le cas en 2012), avec toutefois la possibilité d'apports ponctuels de nutriments favorisant le maintien du développement phytoplanctonique.

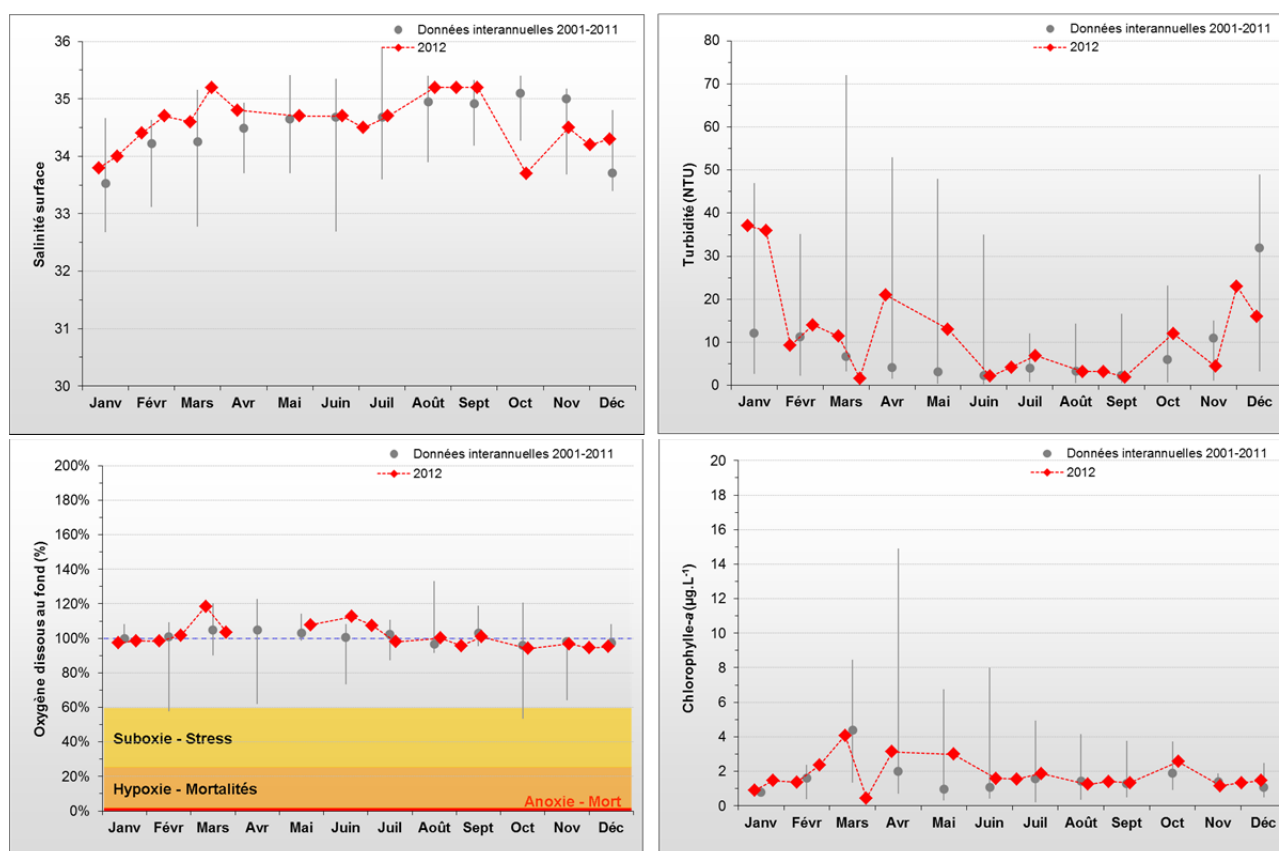
### III.2.4.4. Pirou Bergerie Sud 2001-2012

L'échantillonnage, les mesures *in situ*, les analyses de nutriments et de chlorophylle-a sur le point « Pirou Bergerie Sud » (et « Denneville ») sont réalisées par le SMEL dans le cadre du réseau HYDRONOR, alors que les autres points de la masse d'eau HC03 le sont par le LER/N ; les dates de prélèvements seront donc souvent différentes.

#### Hydrologie au point « Pirou Bergerie Sud »

Comme à Agon, le point « Pirou Bergerie Sud » est directement sous l'influence de havres (de Géfosse et de Lessay), mais ne connaît pas de fortes chutes de salinité (de l'ordre de 2 au maximum), et n'a connu qu'une faible dessalure en octobre 2012 (1,5 unités). Excepté pour les mois d'octobre et de novembre, les valeurs de salinité mesurées en 2012 restent globalement supérieures aux médianes interannuelles (Figure 31). La turbidité a également été plus importante en 2012 que les autres années (12,2 FNU en moyenne soit 4,7 FNU de plus que la moyenne interannuelle). Cette différence s'explique par les pics de turbidité observée en janvier (36,5 FNU), avril (21 FNU), mai (13 FNU), octobre (12 FNU) et fin novembre (23 FNU), ces deux derniers pics résultant probablement des fortes pluies automnales. Les hausses de turbidité ne sont donc pas systématiquement associées à des épisodes de dessalure du milieu (Figure 31).

Bien qu'ayant atteint à plusieurs occasions des niveaux d'oxygène pouvant provoquer du stress et des situations d'évitement des organismes marins en 2006 et 2007, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année 2012, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 31).



**Figure 31 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001, 2006-2011 (gris) et 2012 (♦).

Comme sur les autres points de la masse d'eau HC03, la période productive semble avoir débuté dès la première moitié du mois de mars, avec un pic modéré, de concentration en chlorophylle-a à  $4,1 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Figure 31). Ce premier pic est donc nettement plus faible que celui observé à la même période sur les points de la masse d'eau HC03 situés plus au sud, mais Pirou a été échantillonné 2 jours avant les autres points de la masse d'eau ; le bloom pouvait alors être dans sa phase croissante au moment de l'échantillonnage (Figure 31). Des hausses de biomasse ont également été relevées en avril/mai ( $\sim 3 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) ainsi qu'en octobre ( $\sim 2,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), période à laquelle la production primaire a pu bénéficier de la régénération des stocks de nutriments. Le restant de l'année, les valeurs sont restées inférieures à  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$  avec en particulier une valeur de concentration très basse ( $0,45 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) mesurée fin mars, résultant probablement d'une dilution suite à un mélange avec des eaux du large, vu l'augmentation de la salinité associée (Figure 31). Excepté pour le pic printanier, les concentrations en chlorophylle-a à Pirou en 2012 restent donc globalement dans la gamme de celles rencontrées sur la côte Ouest du Cotentin.

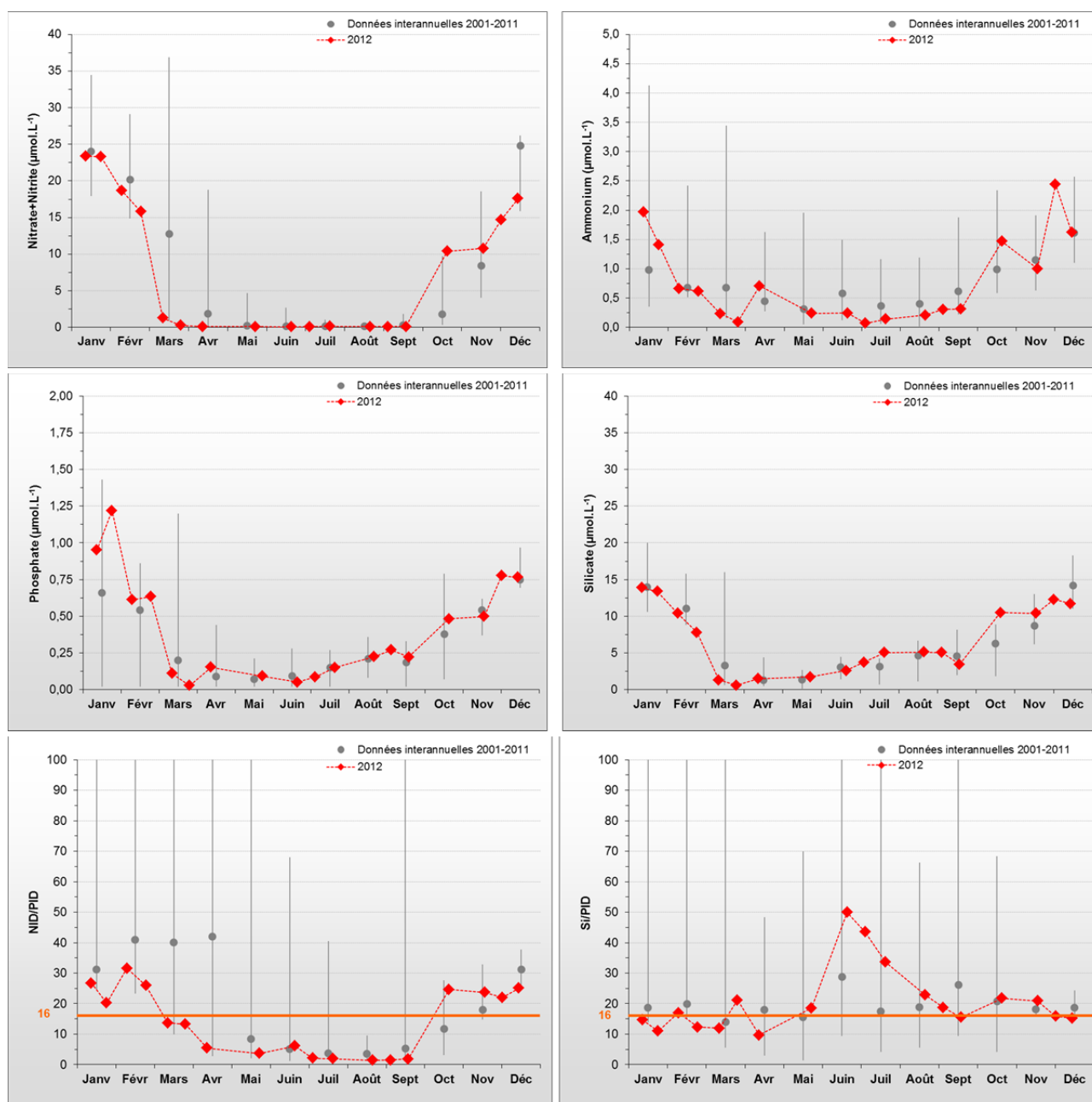


Figure 32 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Pirou Bergerie Sud entre 2001, 2006 à 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001, 2006-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

Les stocks hivernaux en NID ainsi qu'en silicate sont restés similaires en 2012 à ceux des années précédentes (stocks interannuels : 21  $\mu\text{M}$  NID et 13  $\mu\text{M}$  silicate). Le stock en phosphate a, quant à lui, été supérieur à celui des autres années (0,85  $\mu\text{M}$ , soit 0,25  $\mu\text{M}$  de plus que la moyenne interannuelle). Le stock en nitrate + nitrite a été totalement épuisé de fin mars à septembre, ce qui n'est pas le cas des stocks en ammonium, phosphate et silicate dont la régénération a été progressive entre les mois d'avril et de décembre, faisant passer la concentration en ammonium de (respectivement de 0,09  $\mu\text{M}$  à 1,62  $\mu\text{M}$ , de 0,03  $\mu\text{M}$  à 0,77  $\mu\text{M}$  et de 1,33  $\mu\text{M}$  à 11,7  $\mu\text{M}$ ) (Figure 32).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 32) met en évidence une limitation probable de la production primaire par l'azote entre les mois d'avril et de septembre, une potentielle carence en phosphate par rapport au silicate en juin et juillet, et un rapport molaire globalement bien équilibré le reste de l'année.

HC03

**Peuplements phytoplanctoniques au point « Pirou Bergerie Sud »**

En 2012, aucun taxon n'a dépassé le seuil de concentration de 100 000 cellules par litre au point Pirou Bergerie Sud (Figure 33). L'unique taxon observé a été *Pseudo-Nitzschia*, une diatomée caractéristique des milieux marins, dont la concentration est restée très faible ou absente tout au long de l'année (valeur maximale = 22 600 cell.L<sup>-1</sup>, le 20 juin). Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Pirou peuvent être considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

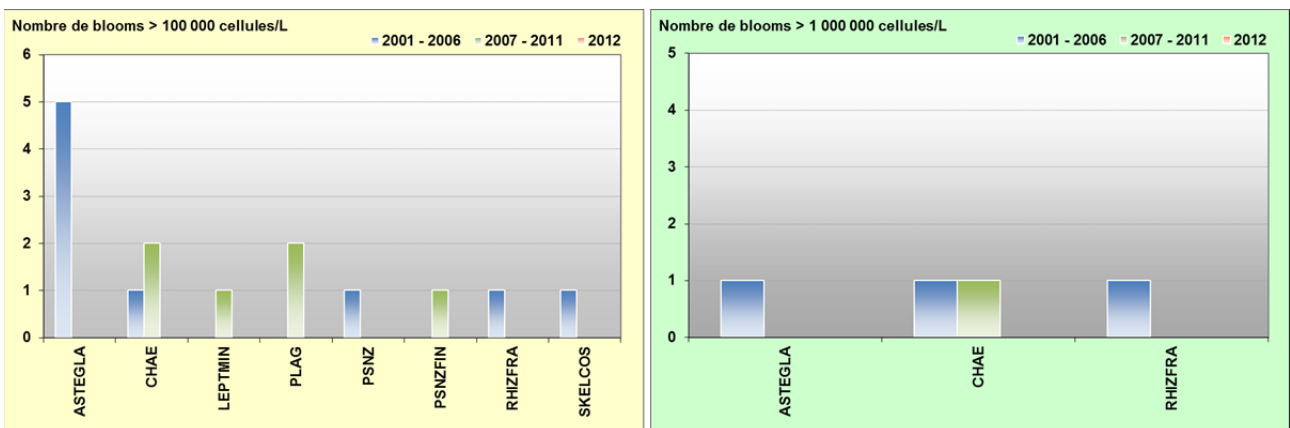


Figure 33 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Pirou Bergerie Sud entre 2001-2006 (n=69), 2007-2011 (n=98) et 2012 (n= 18).

**Pertinence du suivi au point « Pirou Bergerie Sud »**

Le point de prélèvement « Pirou Bergerie Sud » est un point ajouté au RHLN du fait de l'intensité des usages de la côte ouest, et notamment par la présence de nombreuses activités ostréicoles et mytilicoles. Son cycle des nutriments apparaît légèrement perturbé en 2012, avec quelques apports ponctuels de nutriments favorisant le développement du phytoplancton au printemps et en automne.

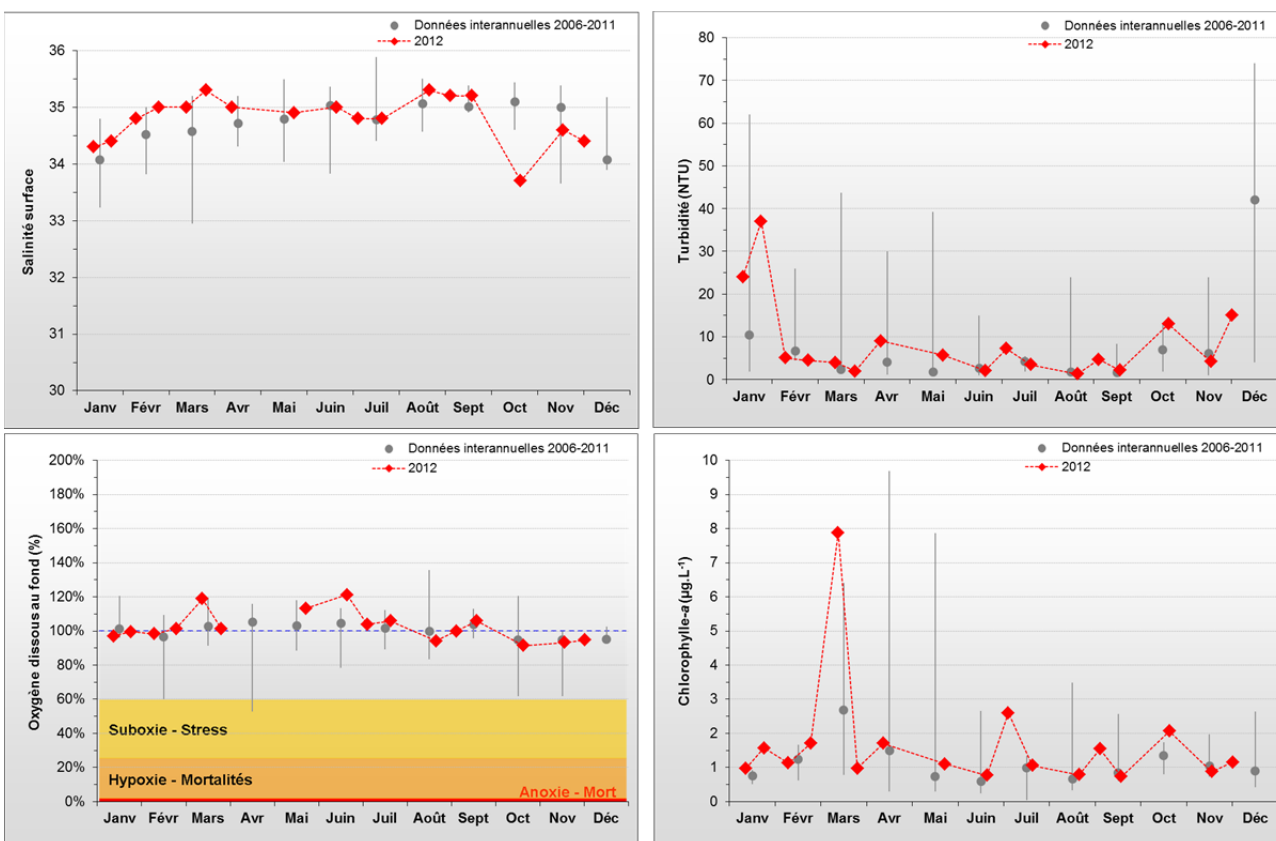
### III.2.4.5. Denneville 2006-2012

L'échantillonnage, les mesures *in situ*, les analyses de nutriments et de chlorophylle-a sur le point « Denneville » (et « Pirou Bergerie Sud ») sont réalisées par le SMEL dans le cadre du réseau HYDRONOR, alors que les autres points de la masse d'eau HC03 le sont par le LER/N ; les dates de prélèvements seront donc souvent différentes.

#### Hydrologie au point « Denneville »

Le point « Denneville » n'est pas sous l'influence directe du panache d'un havre, mais peut être impacté par celui du havre de Lessay plus au Sud (Le Goff *et al.*, 2005). Aussi, ce point ne connaît pas de fortes chutes de salinité (de l'ordre de 1,5 au maximum), et n'a connu, similairement au point « Pirou Bergerie Sud », qu'une dessalure modérée (- 1,5) entre septembre et octobre. Les valeurs de salinité ont été légèrement supérieures à celles des autres années, sauf en octobre et en novembre, mois particulièrement pluvieux ayant pu provoquer une augmentation des débits et des apports terrigènes en provenance du bassin versant de l'Ay. C'est ce que confirment les deux pics de turbidité observés en octobre (13 FNU) puis fin novembre (15 FNU). Par ailleurs, les plus fortes valeurs ont été observées en janvier (24 FNU et 37 FNU) et résultent très probablement du brassage vertical des eaux en hiver (Figure 34).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) en 2012, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 34).



**Figure 34 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Denneville entre 2006 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2011 (gris) et 2012 (♦).

Comme sur tous les autres points de la masse d'eau HC03, la période productive semble avoir débuté dès la première moitié du mois de mars 2012, avec un premier pic très marqué de concentration en chlorophylle-a observé dans le prélèvement du 13 mars (7,9 µg.L<sup>-1</sup>) (Figure 34).

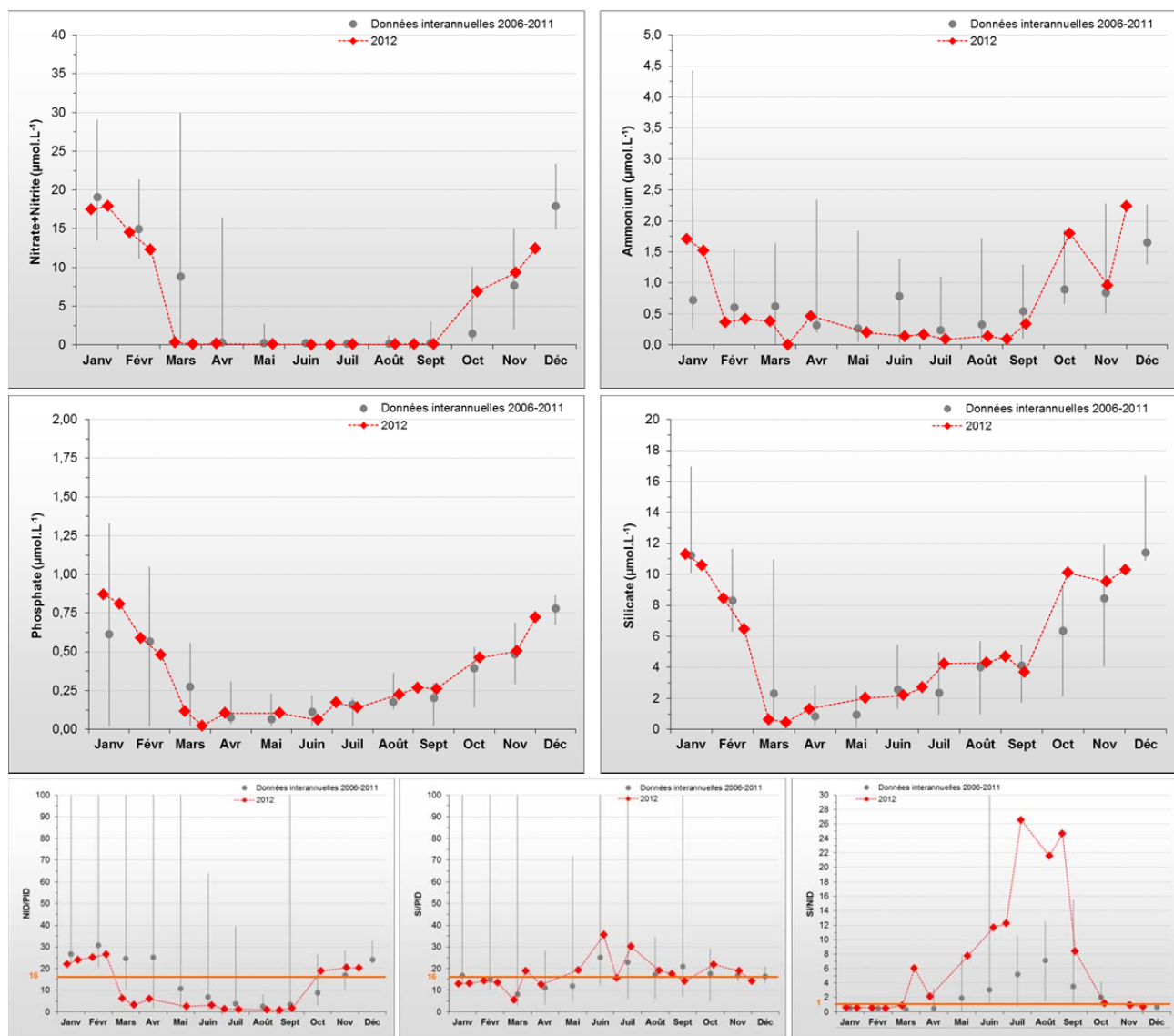
## Résultats du RHLN 2012 vs. 2000-2011 - Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville)

Ce pic a été suivi de concentrations en chlorophylle-*a* moins marquées en juillet ( $2,7 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 04/07), puis en octobre ( $2,1 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 19/10). La biomasse moyenne en 2012 ( $1,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) a été globalement supérieure à la moyenne interannuelle ( $1,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 34).

Le stock hivernal en nutriments en 2012 ( $17 \mu\text{M NID}$ ,  $0,7 \mu\text{M PID}$ ,  $9 \mu\text{M Si}$ ) a été plus faible que le stock interannuel concernant le NID et Si, tandis que le stock en PID a été légèrement supérieur à la moyenne (stock interannuel :  $18 \mu\text{M NID}$ ,  $0,6 \mu\text{M PID}$ ,  $10 \mu\text{M Si}$ ). La consommation du stock en nitrate + nitrite a été rapide, et celui-ci a été épuisé de fin mars à mi-septembre. Les concentrations en ammonium, phosphate et silicate ont atteint leur niveau le plus bas fin mars, avant d'augmenter progressivement jusqu'à fin novembre avec, pour tous les nutriments, une hausse très nette de concentration entre septembre et octobre liée aux fortes pluies (Figure 35).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID confirme, comme sur les autres points de cette masse d'eau, une carence probable en azote entre mi-mars et mi-septembre 2012, avec un excès de PID par rapport au Si en mars, et une carence potentielle de PID par rapport au Si fin juin et fin juillet (Figure 35).

HC03



**Figure 35 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID à Denneville entre 2006 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).



## Peuplements phytoplanctoniques au point « Denneville »

En 2012, aucun taxon n'a dépassé le seuil de concentration de 100 000 cellules par litre. L'unique taxon observé a été *Pseudo-Nitzschia*, à des concentrations très faibles ( $< 1\,700 \text{ cell.L}^{-1}$ ). Depuis 2006, seules l'espèce *Leptocylindrus minimum* (LEPTMIN) en 2007 et le genre *Chaetoceros sp.* (CHAE) en 2011 ont dépassé ce seuil de concentration de 100 000 cellules par litre. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Denneville sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

## Pertinence du suivi au point « Denneville »

Le point de prélèvement « Denneville » est un point récemment ajouté au RHLN du fait de l'intensité des usages de la côte ouest, notamment par la présence de nombreuses activités ostréicoles et mytilicoles. Son cycle des nutriments apparaît « classique » en 2012, et influencé par les eaux ouvertes de la Manche.

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

Depuis 2007, le point « Dielette » est devenu le point d'observation de la masse d'eau HC04. Afin de disposer de données complémentaires en 2012, les points « Barneville » et « Jobourg » sont également étudiés avec l'accord d'AREVA. Il est cependant à noter que le point Barneville est légèrement à l'extérieur de la masse d'eau HC04.

***SYNTHESE HCO4 :*** Le suivi du point « Dielette » n'ayant débuté qu'en 2007, il est complété par les données des points « Barneville » et « Jobourg » du programme AREVA (2003-2012).

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 (de l'ordre de 10  $\mu\text{M}$  NID, 0,6  $\mu\text{M}$  PID, 5  $\mu\text{M}$  Si) est similaire à celui rencontré dans les eaux ouvertes de la Manche avec toutefois un excédent en silicate au point « Barneville » (+ 4  $\mu\text{M}$  par rapport aux autres points) en 2012.

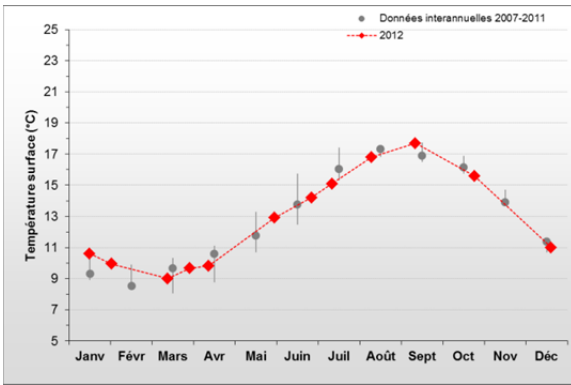
La biomasse reste faible ( $\sim 1 \mu\text{g.L}^{-1}$  en moyenne en 2012), car limitée principalement par l'hydrodynamique, sauf à Barneville où la production est en moyenne un peu plus élevée (1,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

Le phytoplancton est largement dominé par des diatomées et présente les caractéristiques des peuplements des eaux ouvertes de la Manche. En 2012, aucun dépassement du seuil de 100 000 cellules par litre n'a été observé au niveau de la masse d'eau HC04. 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. Aucun développement d'espèce potentiellement toxique n'a été observé cette année.

#### III.2.5.1. Dielette 2007-2012

##### Hydrologie au point « Dielette »

Le point Dielette est situé dans une zone à hydrodynamisme fort, dont la courantologie entraîne le mélange des eaux côtières de cette masse d'eau avec les eaux ouvertes de la Manche (Le Goff *et al.*, 2005). De plus, cette hydrodynamique permet le mélange vertical de la colonne d'eau favorisant l'homogénéisation de la température de l'eau, qui se trouve alors plus douce en hiver (+ 1,4°C en janvier, février, mars 2012) et en automne (+ 3,9°C sur octobre, novembre, décembre), et plus fraîche au printemps (- 3,2°C en avril, mai, juin) et en été (- 3,0°C en juillet, août, septembre) que le point « Denneville » situé plus au Sud (Figure 36).

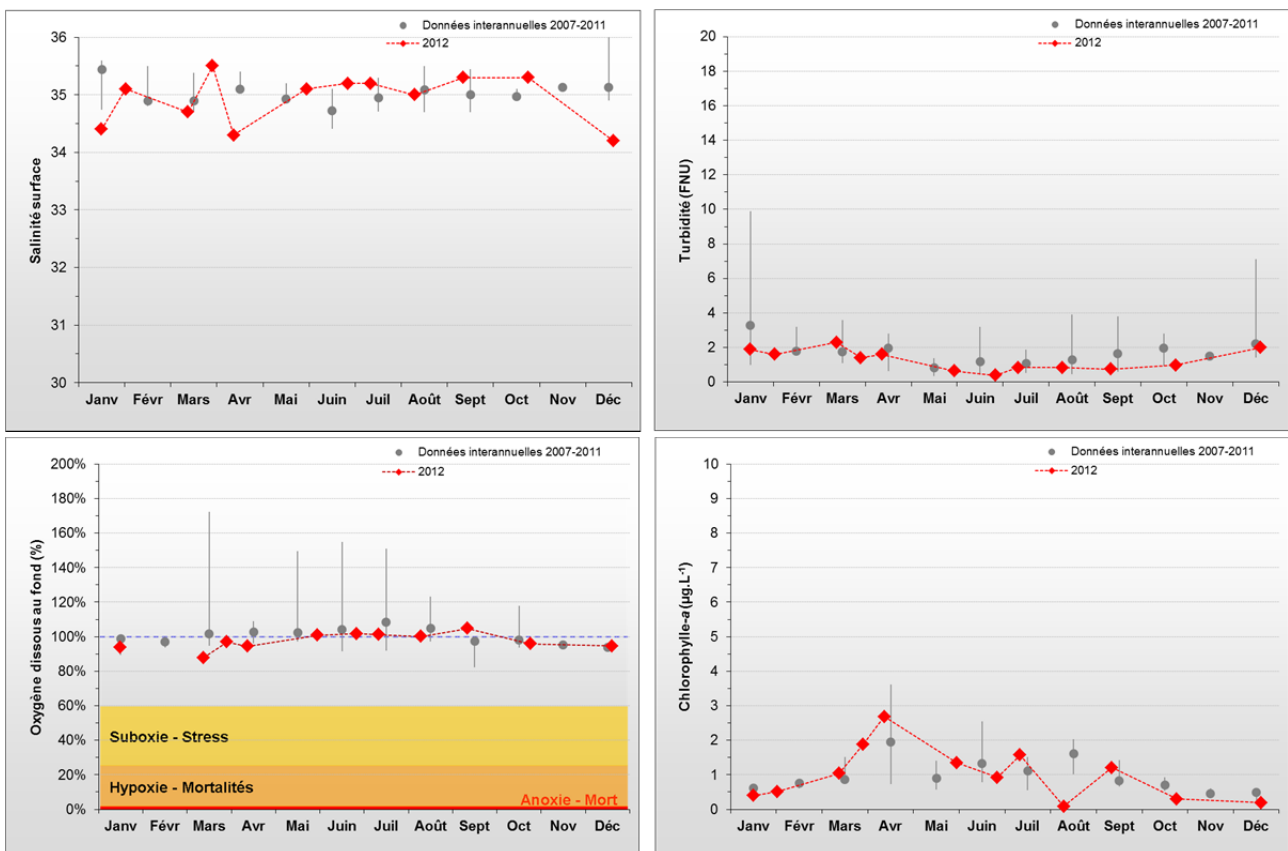


**Figure 36 :** Évolution de la température à Dielette entre 2007 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

Seules de faibles dessalures ont été observées aux mois d'avril (- 1,2 unités) et de décembre (- 1,1 unités), et la salinité reste donc en 2012 très proche de la valeur de 35 généralement observée au niveau des eaux ouvertes de la Manche. La turbidité a également été faible (< 2,3 FNU) durant toute l'année 2012 (Figure 37).

D'après les observations, la période productive semble avoir timidement débuté en mars, avec un premier pic de concentration en chlorophylle-a ( $2,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ , le 12/04), suivi de deux très légers pics en juillet ( $1,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) ainsi qu'en septembre ( $1,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ ). La moyenne annuelle en chlorophylle-a ( $1,01 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) en 2012 est restée très proche de la moyenne interannuelle (2007-2011), témoignant ainsi de la faible production primaire au niveau de ce point (Figure 37).

D'autre part, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) en 2012 avec un taux moyen de 97,5 %, témoin d'une bonne oxygénation (Figure 37).



**Figure 37 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dielette entre 2007 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2011 (gris) et 2012 (♦).

En 2012, les stocks hivernaux en nutriments (10  $\mu\text{M}$  NID, 0,5  $\mu\text{M}$  PID, 5  $\mu\text{M}$  Si) ont été similaires aux stocks interannuels moyens pour PID et Si, et un peu plus importants (+ 1  $\mu\text{M}$ ) pour NID. Aucun de ces stocks n'a été épuisé en 2012, ce qui constitue une différence notable par rapport aux observations réalisées sur la masse d'eau HC03. La régénération des stocks en nutriments a débuté au mois d'août pour le NID, et dès le mois de juin pour le PID et le Si (Figure 38).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 38), montre un léger déséquilibre en azote entre juillet et septembre, alors qu'il est resté relativement bien équilibré le reste de l'année. Par ailleurs, le silicium semble légèrement en déficit par rapport au PID toute l'année, excepté entre les mois de mai et d'août, lors desquels ce rapport est resté équilibré.

Ces résultats tendent à confirmer que le principal facteur responsable d'un faible développement du phytoplancton sur ce point est l'hydrodynamisme, particulièrement important au niveau de cette zone.

HC04

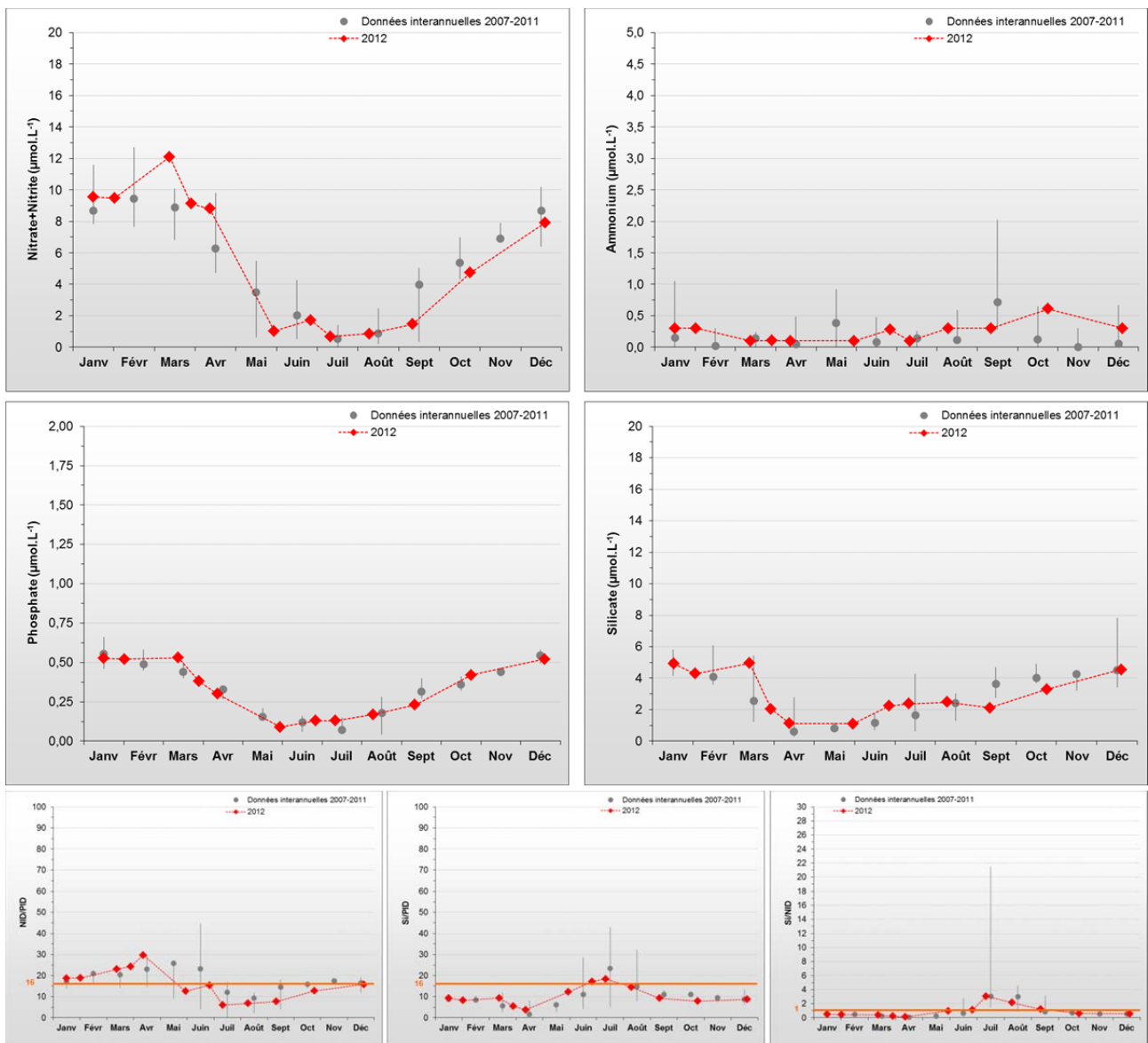


Figure 38 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Dielette entre 2007 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2011 (gris) et résultats 2012 (◆).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Dielette »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Dielette en 2012, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de concentration supérieure à 100 000 cellules par litre. Depuis le début du suivi en 2007, aucun taxon n'a présenté de bloom dépassant ce seuil. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Dielette sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche, ce que confirment les données issues des points Barneville et Jobourg (voir ci-après).

## Pertinence du suivi au point « Dielette »

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

### III.2.5.2. Barneville 2003-2012

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

## Hydrologie au point « Barneville »

Le point « Barneville » étant situé plus au Sud de « Dielette », son hydrologie et sa biologie sont intermédiaires entre les caractéristiques observées à Dielette, et celles du Nord de la masse d'eau HC03 (point « Denneville »). Les dessalures sont faibles (inférieures à 0,8 en 2012) (Figure 39).

Un léger pic de concentration en chlorophylle-a de 3,1  $\mu\text{g.L}^{-1}$  a été enregistré fin mars, puis un second pic moins marqué a été mesuré fin août (2,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). Le reste de l'année, les valeurs de concentrations sont restées inférieures à 2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , et la concentration moyenne en chlorophylle-a en 2012 a été légèrement supérieure à la moyenne interannuelle (1,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en 2012 contre 1,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$  sur la période 2004-2011). Le niveau de production primaire au point « Barneville » semble donc intermédiaire entre les niveaux de production des points « Dielette » (1  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en 2012) et « Denneville » (1,7  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en 2012) situé plus au sud, ce qui confirme les observations réalisées ces dernières années (Figure 39).

Le stock hivernal ne peut pas être calculé sur les mêmes bases que les autres points, car un seul prélèvement est effectué dans cette période. Toutefois, les stocks au mois de janvier 2012 au point « Barneville » (10  $\mu\text{M}$  NID, 0,6  $\mu\text{M}$  PID et de 8,5  $\mu\text{M}$  Si) sont similaires aux années précédentes, sauf pour le silicate (+ 3  $\mu\text{M}$  par rapport à la moyenne interannuelle). Ces valeurs sont également proches de celles observées au point « Dielette », sauf concernant le stock en silicate qui en 2012 est nettement plus important au niveau du point « Barneville » qu'à « Dielette ». Ces stocks de nutriments ne sont pas épuisés en 2012, contrairement à ce qui a pu être observé au niveau des points situés plus au sud (Figure 39).

Enfin, l'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 39), montre un déséquilibre de l'azote entre les mois de juin et d'août, une concentration plus forte en Si par rapport au phosphore en avril, et inversement une concentration plus forte en PID par rapport au Si de mai à juillet.

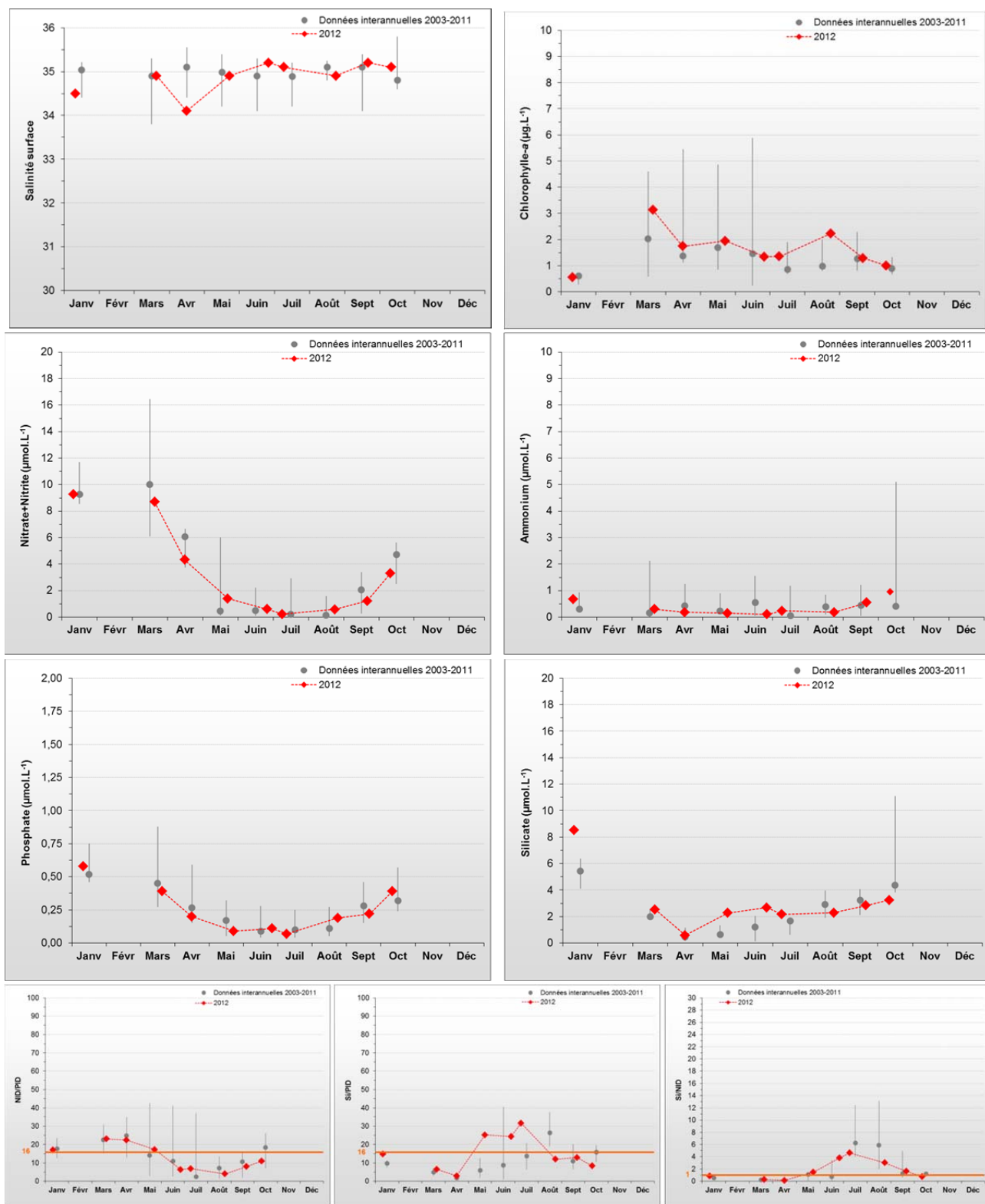


Figure 39 : Évolution de la salinité, de la chlorophylle-a, des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Barneville entre 2003 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

Peuplements phytoplanctoniques au point « Barneville »

Les données issues des flores totales à Barneville en 2012 permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point. Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le peuplement phytoplanctonique est principalement dominé par la diatomée *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 de septembre. D'autres espèces potentiellement nuisibles à l'environnement peuvent se développer ponctuellement, comme, notamment, les *Pseudonitzschia sp.* en juin 2007, *Phaeocystis* en mai 2009, ou le genre *Chaetoceros sp.* en août 2010. De telles espèces n'ont pratiquement pas été observées en 2012 (PSNZ 1 % de l'abondance totale annuelle, et CHAE 2 %). Le peuplement phytoplanctonique observé à « Barneville » est globalement représentatif des eaux ouvertes de la Manche. En 2012, aucun taxon n'a présenté des concentrations supérieures à 100 000 cellules par litre (Figure 40).

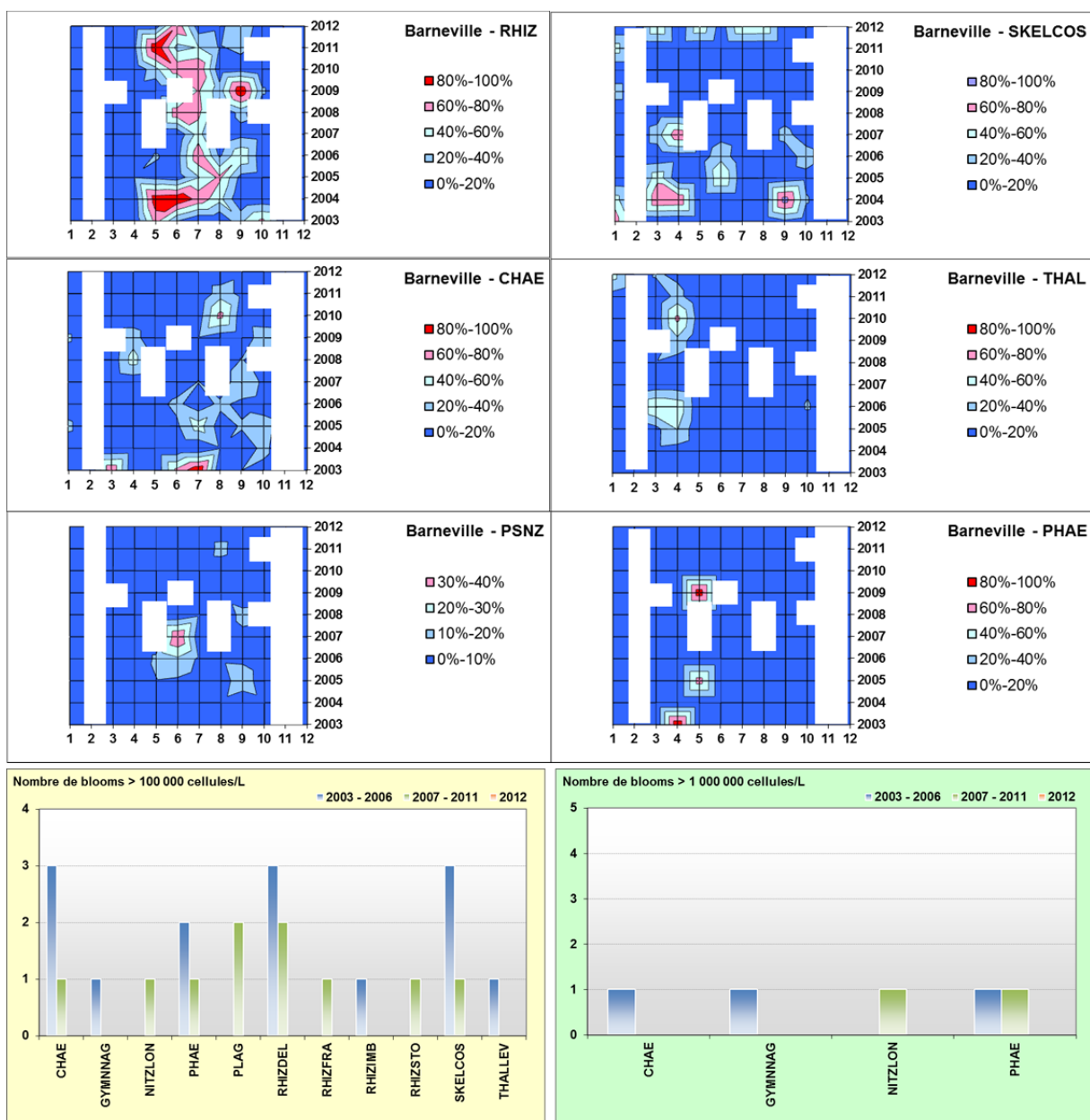


Figure 40 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année, et évolution des peuplements phytoplanctoniques entre 2003-2006 (n=36), 2007-2010 (n=42) et 2012 (n=9) sur Barneville. RHIZ = *Rhizosolenia sp.*, CHAE = *Chaetoceros sp.*, SKELCOS = *Skeletonema sp.*, PSNZ = *Pseudonitzschia sp.*, PHAE = *Phaeocystis*, THAL = *Thalassiosira sp.* Zones blanches = pas de données.

III.2.5.3. Jobourg 2003-2012

Hydrologie au point « Jobourg »

La stratégie au point « Jobourg » est identique à celle de « Barneville », le suivi de ces deux points n'étant réalisé que 9 mois par an, ils permettent d'étayer les résultats observés au point Dielette.

HC04

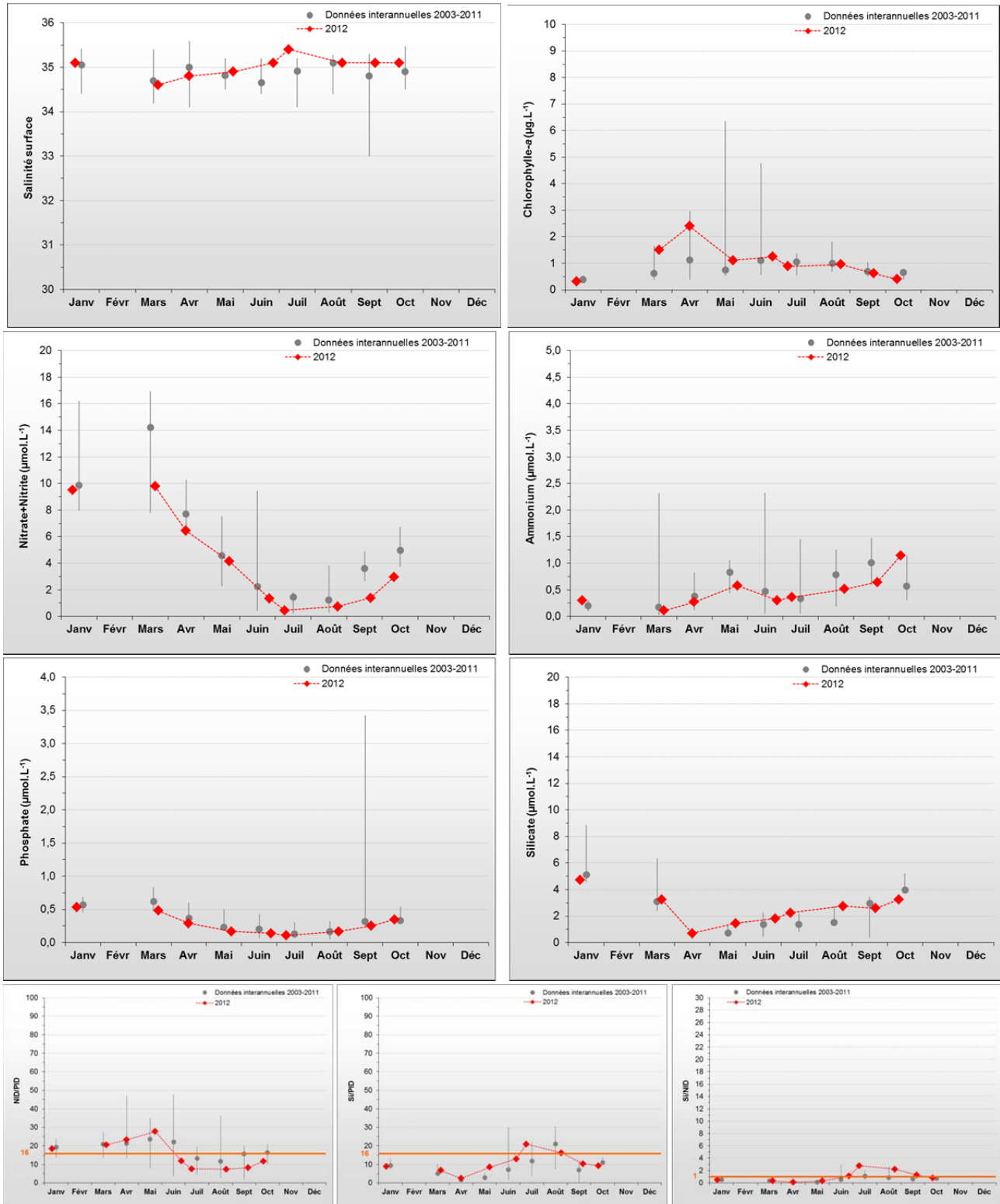


Figure 41 : Évolution de la salinité, de la chlorophylle-a, des concentrations en nutriments, et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Jobourg entre 2003 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).



En 2012, similairement à ce qui a pu être observé en 2011, le point « Jobourg » n'a connu aucune dessalure majeure. Les années précédentes, les baisses de salinité au niveau de ce point sont restées très faibles (en général inférieures à 1) (Figure 41).

Le développement phytoplanctonique a été globalement faible, avec pour l'année 2012 une moyenne annuelle en chlorophylle-a de  $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ , et équivalente à la moyenne interannuelle. La période productive semble avoir débuté mi-avril (pic de biomasse à  $2,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), i.e. à la même période qu'au point « Dielette », et un peu plus tard qu'au point « Barneville ». La biomasse chlorophyllienne moyenne au niveau du point « Jobourg » a été pratiquement identique à celle du point « Dielette » et inférieure à celle des points « Barneville » et « Chausey » ( $1,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2012) (Figure 41).

Les stocks hivernaux en nutriments, bien que difficilement comparables à ceux des points RHLN en raison de la réalisation d'un seul prélèvement en janvier, mettent en évidence de faibles réserves en nutriments au point Jobourg en 2012 :  $10 \mu\text{M NID}$ ,  $0,5 \mu\text{M PID}$ ,  $5 \mu\text{M Si}$  (Figure 41). Ces niveaux sont très proches de ceux observés au point « Dielette », ce qui est probablement dû à une forte homogénéisation dans cette masse d'eau, liée à la courantologie de cette zone.

Comme en 2011, aucun stock de nutriment n'a été épuisé en 2012. Ce résultat contraste avec celui obtenu au niveau des points situés plus au sud de la Côte Ouest, et s'explique par l'hydrodynamisme, déjà identifié les années précédentes comme un facteur prépondérant dans la limitation de la production primaire de la masse d'eau HC04.

Le rôle de l'hydrodynamisme dans cette limitation est confirmé par l'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/NID et Si/PID (Figure 41). En effet, seules de déséquilibres en nutriments ont été observés, et ce, sur de courtes périodes : silicate en mars / avril, en phosphore en juillet, et en azote en juillet-août. La faible absorption des stocks de nutriments résulte donc probablement avant tout de l'importante courantologie au sein de la masse d'eau HC04.

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Jobourg »

Les données issues des flores totales à Jobourg permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point. L'évolution temporelle des principales espèces, met en évidence une forte similarité des résultats entre les points « Barneville » et « Jobourg », avec en 2012 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 (Figure 42).

Depuis 2003, d'autres espèces se sont développées ponctuellement, comme le genre *Pseudo-nitzschia* sp. (PSNZ) en juillet 2005. D'autres taxons potentiellement nuisibles à l'environnement ont pu être rencontrés de manière ponctuelle : *Phaeocystis*, en mai 2003, 2005, 2006 et 2009, et *Chaetoceros* sp. en avril 2011 (Figure 42). Ces taxons n'ont pas été rencontrés en 2012.

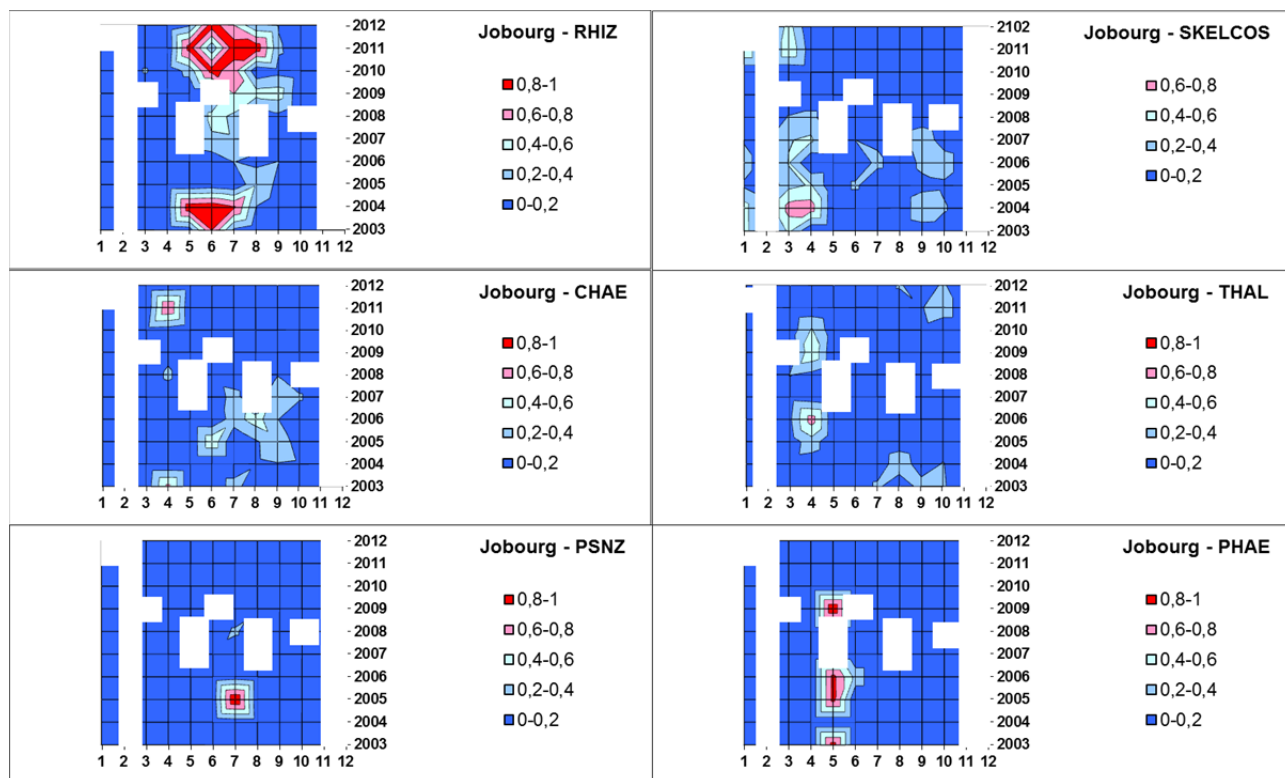


Figure 42 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Barneville. RHIZ = *Rhizosolenia* sp., CHAE = *Chaetoceros* sp., SKELCOS = *Skeletonema* sp., PSNZ = *Pseudonitzschia* sp., PHAE = *Phaeocystis*, THAL = *Thalassiosira* sp. Zones blanches = pas de données.

Aucun dépassement du seuil de 100 000 cellules par litre n'a été observé en 2012 (Figure 43). Les plus fortes valeurs de concentrations ont été observées pour les taxons « PLAG » (moins de 18 000 cell.L<sup>-1</sup> en mars et avril), *Skeletonema costatum* (« SKELCOS », 48 000 cell.L<sup>-1</sup> en mars), et *Guinardia delicatula* (« RHIZDEL », 52 000 cell.L<sup>-1</sup> en juin).

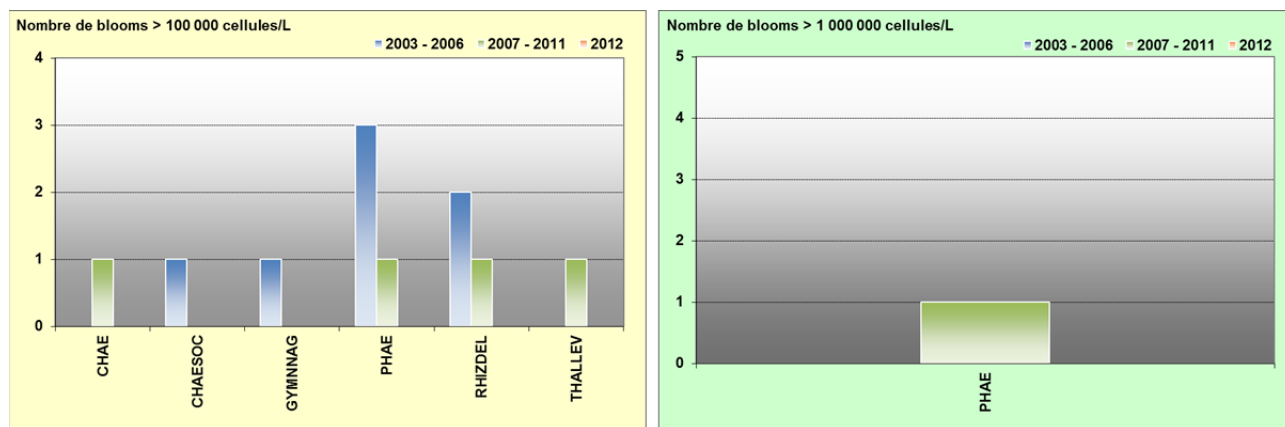


Figure 43 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Jobourg entre 2003-2006 (n=36), 2007-2011 (n=44) et 2012 (n=8).

### III.2.6. Masse d'eau HC60-HC61 (Digue de Querqueville 2005-2012)

#### **SYNTHESE HC60 - HC61 :**

Le point « Digue de Querqueville » est le point représentatif des masses d'eau du Nord Cotentin où l'hydrodynamique est très importante.

Les stocks hivernaux en nutriments ont de nouveau été faibles en 2012 : 13  $\mu\text{M}$  NID, 0,7  $\mu\text{M}$  PID, 7  $\mu\text{M}$  Si). Le cycle des nutriments est caractérisé par une biomasse faible (moy. interannuelle : 1  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), qui n'épuise pas les ressources en nutriments, dont les rapports sont à peu près équilibrés. Il est donc très probable que l'hydrodynamique soit le principal facteur responsable de cette faible production primaire.

Depuis 2005, aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre dans cette masse d'eau dont le peuplement phytoplanctonique est considéré comme représentatif des flores des baies.

#### Hydrologie au point « Digue de Querqueville »

En 2012, la valeur moyenne de salinité au point « Digue de Querqueville » (34,5) a été légèrement plus faible que la moyenne interannuelle (34,7). La salinité a été inférieure aux médianes interannuelles entre les mois de janvier et mai, ainsi qu'en novembre / décembre. Toutefois, les dessalures sont restées faibles ( $\leq 1$ ) au niveau de ce point. La turbidité est également restée très faible (moy. 3,0 FNU ; max. 2,4 FNU), sauf en février où un pic de 18 FNU a été mesuré (Figure 44).

D'après les observations, la période productive semble avoir débuté en avril avec un léger pic de concentration en chlorophylle-*a* (1,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), suivi d'un pic plus marqué au mois de juin (2,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). La moyenne annuelle en chlorophylle-*a* est donc restée faible en 2012, et similaire à la moyenne interannuelle sur la période 2005-2011 (1  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). La production primaire reste donc très faible au niveau du point « Digue de Querqueville » (Figure 44).

Le nombre de données de concentrations en oxygène au fond de la colonne d'eau sont insuffisantes pour statuer sur le degré d'oxygénation (Figure 44).

## Résultats du RHLN 2012 vs. 2000-2011 - Masse d'eau HC60-HC61 (Digue de Querqueville 2005-2012)

HC61

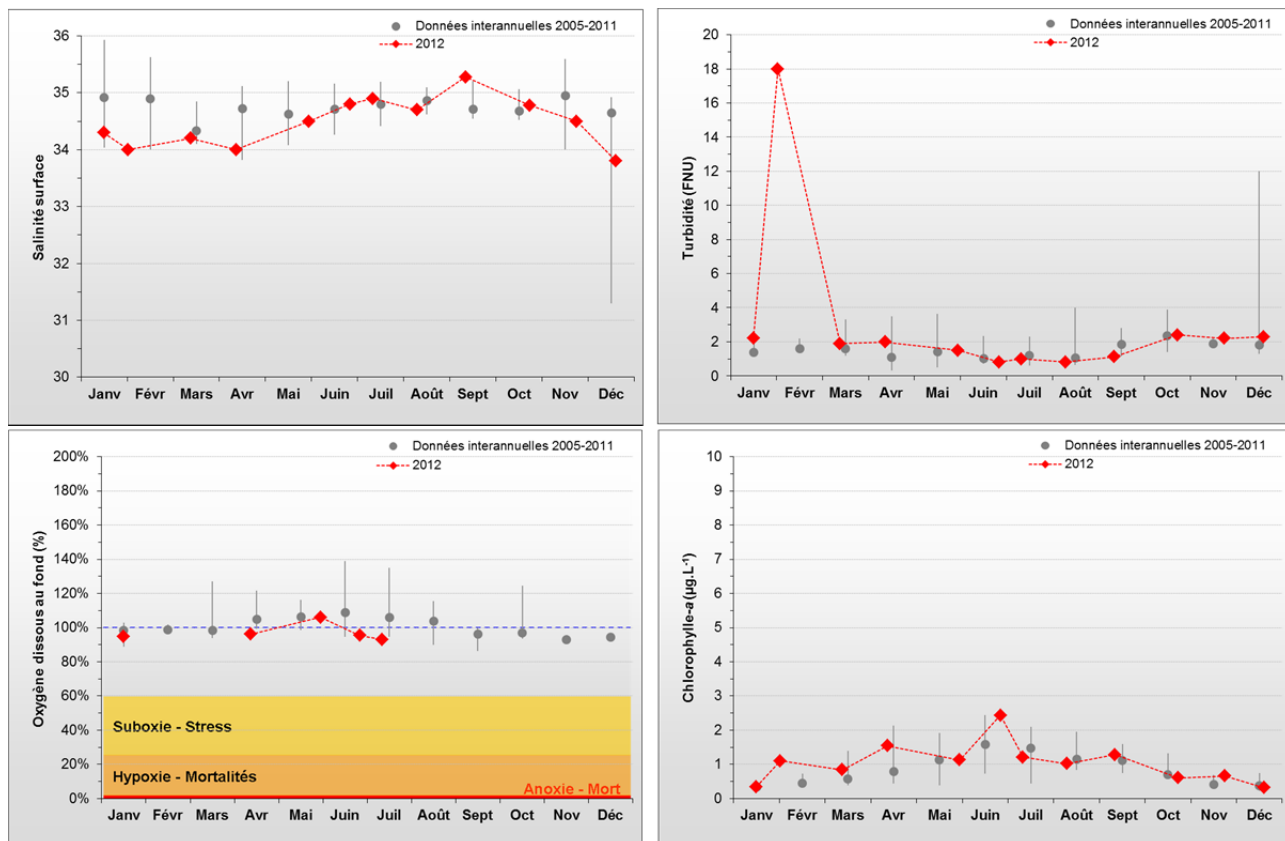


Figure 44 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Digue de Querqueville entre 2005 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2011 (gris) et 2012 (♦).

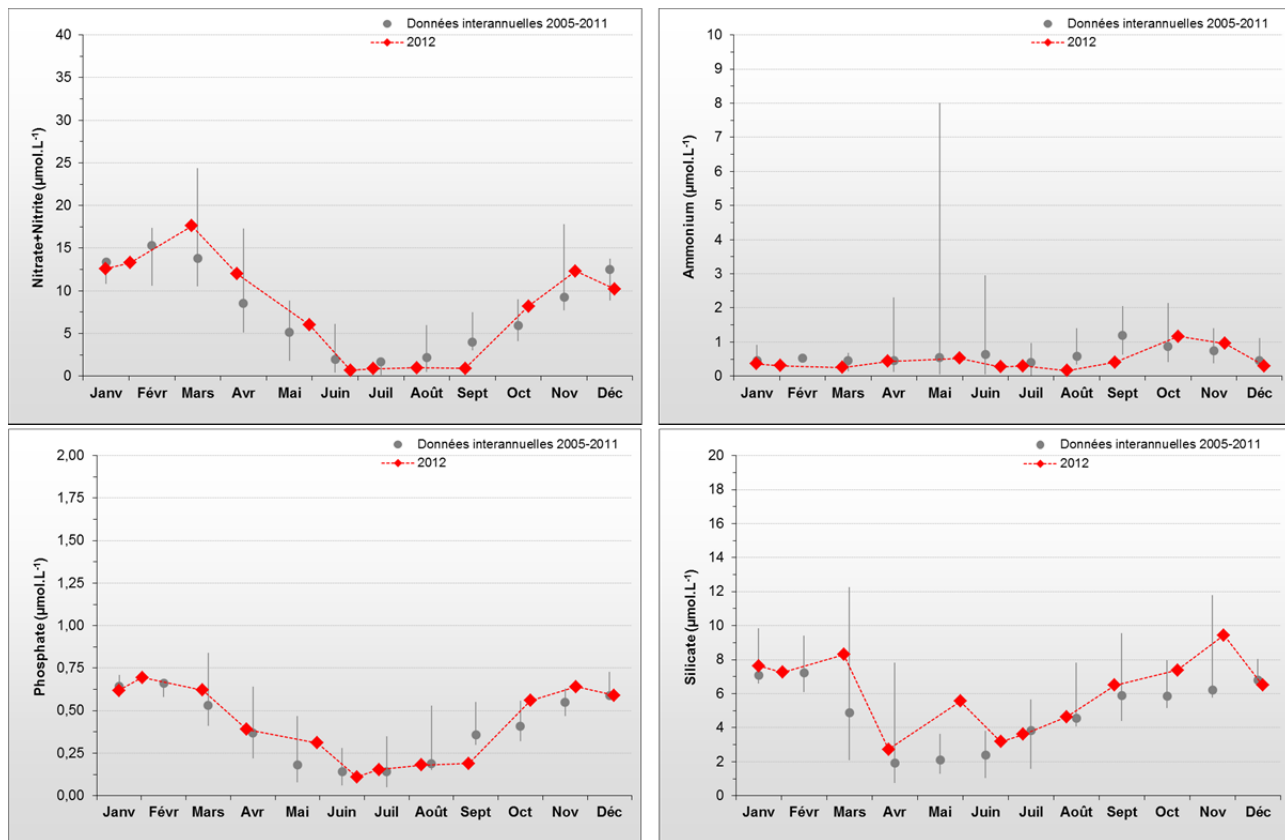


Figure 45 : Évolution des concentrations en nutriments au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 (moyenne sur janvier / février) ont été de 13  $\mu\text{M}$  NID, 0,7  $\mu\text{M}$  PID et 7  $\mu\text{M}$  Si (Figure 45). Ces valeurs, quasi-identiques aux moyennes interannuelles sont donc particulièrement basses (inférieures à celles mesurées au point « Chausey »). Pourtant, ces stocks ne sont jamais complètement épuisés, contrairement à ceux des masses d'eau du sud de la Côte Ouest (notamment HC03). En effet, les niveaux de concentrations en nitrate + nitrite ainsi qu'en phosphate étaient faibles durant la période estivale 2012 (respectivement inférieurs à 1  $\mu\text{M}$  nitrate + nitrite et à 0,2  $\mu\text{M}$ ), avant leur régénération progressive dès le mois de septembre. Les concentrations en ammonium ont été globalement plus stables mais également faibles ( $\leq 1,2$   $\mu\text{M}$  toute l'année). Le stock en silicate a suivi une évolution similaire à celle du stock de PID, avec toutefois une nette recharge partielle fin mai (Figure 45).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID en 2012 (Figure 46), montre un relatif équilibre de ces rapports avec de faibles fluctuations au printemps (léger excès en NID) et en été (légère carence en NID par rapport au PID, et en PID par rapport à Si).

L'hydrodynamique particulièrement importante dans les masses d'eau du Nord Cotentin apparaît une fois de plus comme la cause la plus pertinente permettant d'expliquer la faible production primaire dans cette masse d'eau.

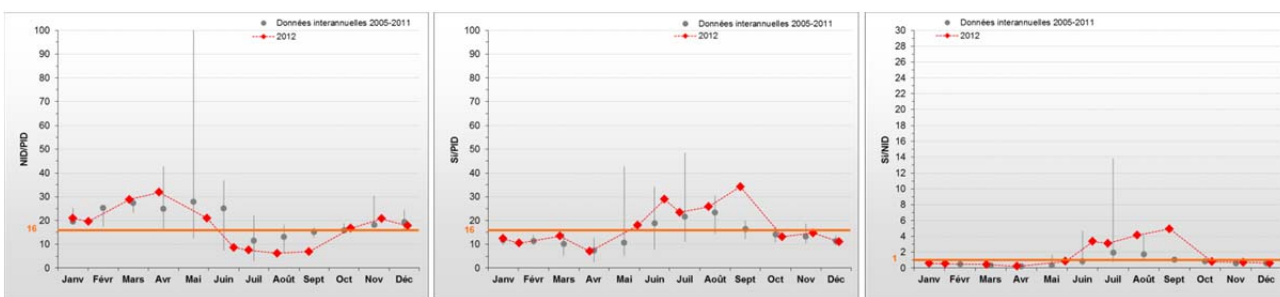


Figure 46 : Évolution des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID au point Digue de Querqueville entre 2005 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2005-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Digue de Querqueville »

Les données issues des flores partielles indicatrices réalisées en 2012 au point « Digue de Querqueville », ne mettent en évidence aucun dépassement de seuil de concentration de 100 000 cellules par litre. Depuis le début du suivi en 2005, seuls les taxons du genre *Chaetoceros* sp. (CHAE) et l'espèce *Skeletonema costatum* (SKELCOS) avaient présenté un bloom dépassant ce seuil, respectivement le 10/08/2006 et le 15/04/2005. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à la Digue de Querqueville sont considérés comme caractéristiques des baies, avec une dominance d'espèces telles que l'espèce *Skeletonema costatum* (SKELCOS).

## Pertinence du suivi au point « Digue de Querqueville »

Le point de prélèvement « Digue de Querqueville » est le point représentatif de la masse d'eau HC61. Il a cependant été démontré que ce point est aussi représentatif de la masse d'eau HC60, et que le cycle biogéochimique constaté à « Digue de Querqueville » était tout à fait comparable, tant dans l'ampleur des phénomènes qui s'y déroulent que dans leur synchronisation, à celui observé dans les masses d'eau HC05 et HC07 (Le Goff et al., 2005 ; Le Goff et al., 2006).

### III.2.7. Masse d'eau HC08 (Réville 1 mille 2004-2005, 2009-2012)

#### **SYNTHESE HC08 :**

Le point « Réville 1 mille » a été réactivé en 2009 pour suivre la qualité de la masse d'eau HC08 en contrôle opérationnel, ayant été classé en RNAOE pour l'élément de qualité DCE « Phytoplancton ».

Les résultats obtenus en 2012 ont confirmé le caractère homogène de la masse d'eau HC08, peu sujette aux dessalures et généralement peu turbide. Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 (24  $\mu\text{M}$  NID, 0,7  $\mu\text{M}$  PID et 14  $\mu\text{M}$  Si) sont restés globalement proches des stocks moyens interannuels avec toutefois un surplus de NID (+ 2,5  $\mu\text{M}$ ) par rapport aux années précédentes.

La biomasse chlorophyllienne est restée très faible en 2012 (moy. 1  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), confirmant la tendance à une plus faible production primaire depuis 2010. L'azote a été en excès par rapport aux autres nutriments jusqu'en juin, puis a été en légère carence potentielle en septembre. La forte composante hydrodynamique de la masse d'eau HC08 semble donc conditionner le développement de la production primaire.

Aucun taxon n'a dépassé en 2012 le seuil de 100 000 cellules par litre dans cette masse d'eau, qui malgré le faible nombre de données disponibles présente un peuplement phytoplanctonique représentatif des eaux ouvertes de la Manche influencé ponctuellement par des espèces estuariennes.

HC08

#### Hydrologie au point « Réville 1 mille »

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

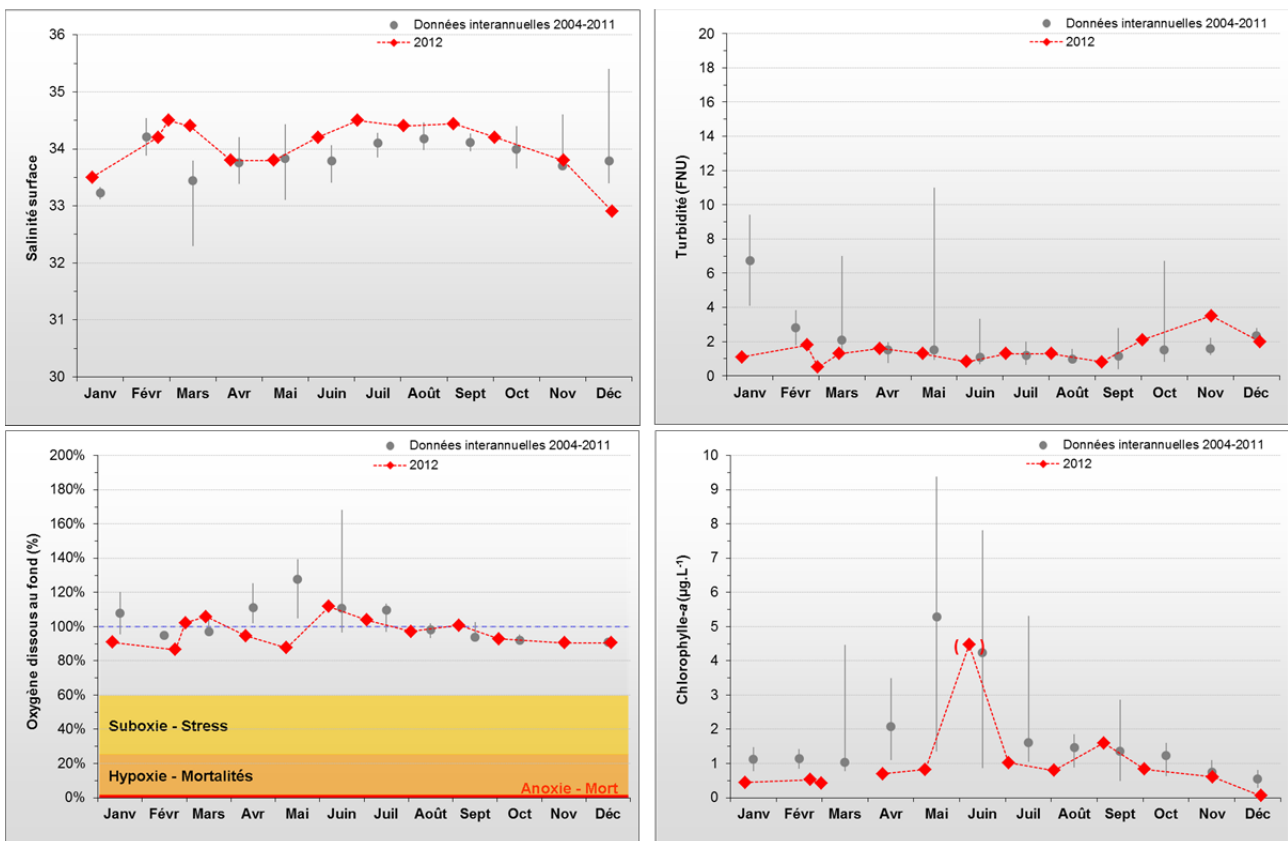
Les dessalures sont généralement très faibles au niveau de ce point. Les résultats de l'année 2012 le confirment, puisque les valeurs de salinité ont été comprises entre 33 et 34,5 (moy. 34). La dessalure la plus importante (- 0,9) a été observée en décembre (Figure 47), période pendant laquelle les débits de la *Saire* ont été particulièrement forts (+ 120 % par rapport à la moyenne interannuelle) en raison de fortes pluies automnales (*cf.* III.1.3).

La turbidité est également généralement très faible au niveau de la masse d'eau HC08 : 1,5 FNU en moyenne en 2012, avec des valeurs légèrement plus élevées en automne (2 FNU à 3,5 FNU), témoignant de faibles apports terrigènes et/ou remises en suspension du sédiment (Figure 47).

D'après les observations réalisées, la période productive pourrait avoir débuté en mars (absence de données), mais seul un pic en chlorophylle-a a été observé en juin estimé à  $4,5 \mu\text{g.L}^{-1}$  (valeur à considérer toutefois avec prudence en raison de problèmes analytiques). Celui-ci a été suivi d'un second pic peu important au mois de septembre ( $1,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ ). Le reste de l'année, les valeurs de concentrations en chlorophylle-a se sont maintenues à un niveau inférieur à  $1 \mu\text{g.L}^{-1}$ .

La biomasse moyenne en 2012 ( $1,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) est très proche de la valeur obtenue en 2011, et nettement inférieure à la moyenne interannuelle calculée sur les périodes 2004-2006 et 2009-2011 ( $2,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 47). Ce résultat confirme la tendance à une diminution de la concentration en chlorophylle-a sur cette masse d'eau depuis 2010, et peut notamment s'expliquer par la courantologie ainsi que par des débits de la *Saire* globalement inférieurs à ceux des autres années jusqu'en septembre (d'où des apports de nutriments hivernaux, printaniers et estivaux plus faibles que les autres années) (cf. III.1.3.).

La concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau (96,5 % en moyenne en 2012) est restée très proche de la saturation, et le milieu a donc bénéficié de bonnes conditions d'oxygénation (Figure 47).



**Figure 47 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Réville 1 mille entre 2004-2006, 2009 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2011 (gris) et résultats 2012 (♦). La valeur mesurée en juin doit être considérée avec prudence en raison de difficultés d'analyse.

Les stocks hivernaux de nutriments en 2012 (24  $\mu\text{M}$  NID, 0,7  $\mu\text{M}$  PID, et 14  $\mu\text{M}$  Si) ont été supérieurs aux moyennes interannuelles pour le NID (+ 2,5  $\mu\text{M}$ ), quasiment identiques à la moyenne pour le PID et le Si (Figure 48). Les stocks de nutriments au niveau de la masse d'eau HC08 sont donc globalement supérieurs à ceux rencontrés dans les masses d'eau situées plus au Nord et à l'Ouest du Cotentin. La diminution de ces stocks a été très marquée entre les mois de mars et de juin, surtout pour les stocks en nitrate + nitrite et en phosphate, dont les niveaux estivaux sont restés très faibles mais non épuisés (Figure 48). La régénération de ces stocks a été visible à partir du mois d'octobre pour le nitrate + nitrite, dès le mois d'août pour le phosphate et dès le mois de juillet pour le silicate. Les concentrations en ammonium sont restées plus stables jusqu'en septembre, avant de subir d'importantes fluctuations en automne (hausse en octobre, puis diminution marquée en décembre) (Figure 48).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 48) met en évidence un net excès d'azote inorganique par rapport au phosphate et au silicate entre février et juin, puis une légère carence potentielle en azote par rapport aux autres éléments en septembre, ainsi qu'une carence potentielle en PID par rapport au Si en septembre. Ces déséquilibres ont pu limiter ponctuellement la production primaire, mais cette limitation s'explique probablement principalement par la forte courammentologie de cette zone.

HC08

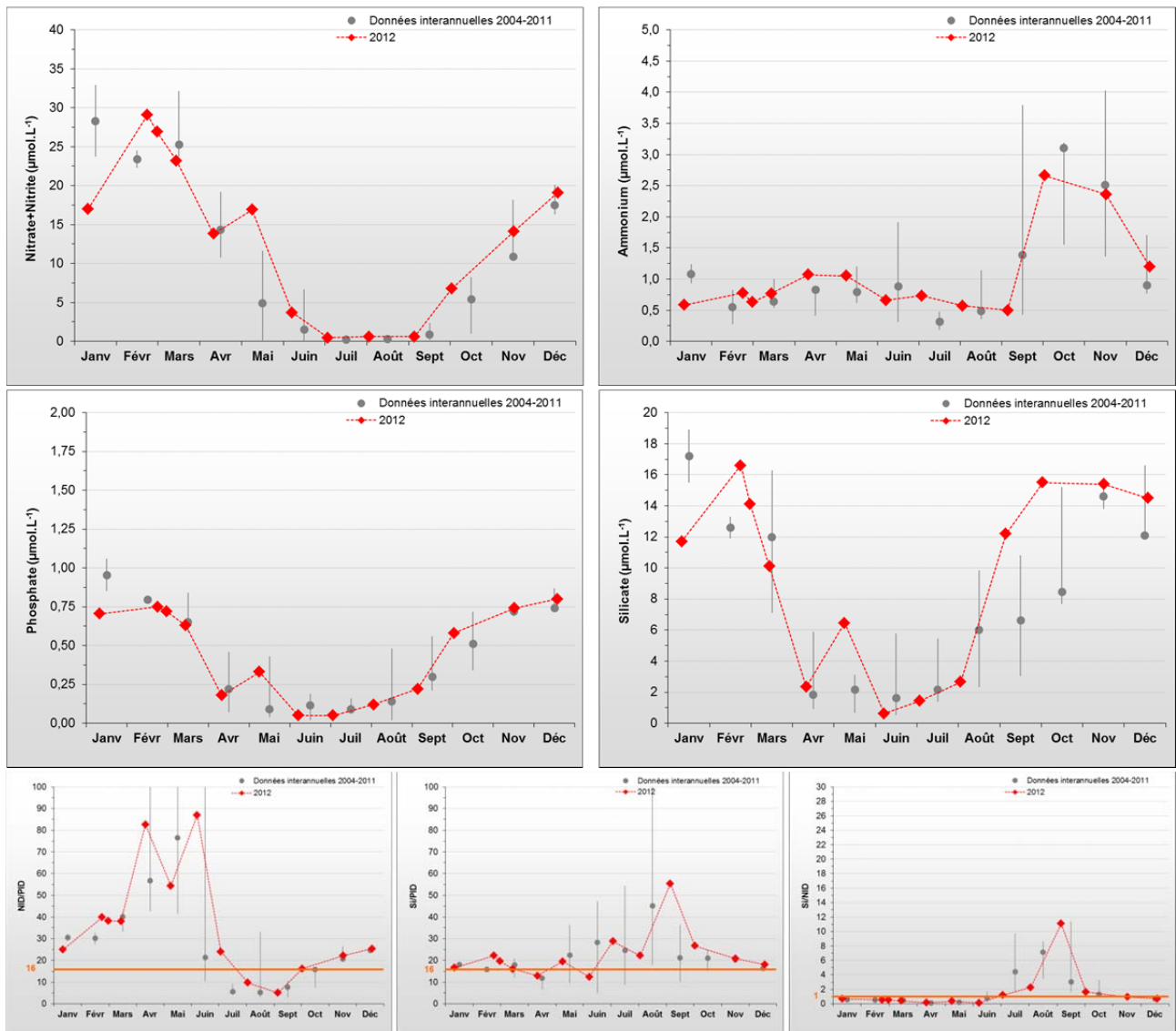
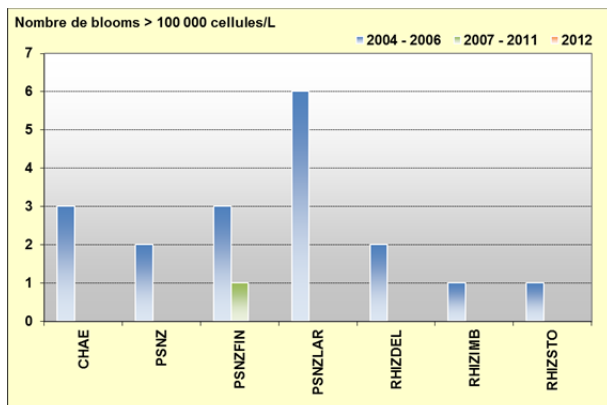


Figure 48 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Réville 1 mille entre 2004 – 2006, 2009-2011 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).



## Peuplements phytoplanctoniques au point « Réville 1 mille »

Les données issues des flores partielles indicatrices à « Réville 1 mille », montrent qu'aucun taxon n'a dépassé le seuil de concentration de 100 000 cellules par litre en 2012.



**Figure 49 :** Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Réville 1 mille entre 2004-2006 (n=37), 2008-2011 (n=46) et 2012 (n=13).

Depuis le début du suivi en 2004, les genres *Chaetoceros sp.* (CHAE) et *Pseudo-Nitzschia sp.* (PSNZ) ainsi que la famille *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) avaient présenté des blooms dépassant ce seuil en avril et août 2005 pour CHAE, de mai à juillet 2005 ainsi qu'en juillet 2011 pour PSNZFIN, et en mai et juillet 2004, juin 2005 et juin 2006 pour RHIZ. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à « Réville 1 mille » sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences estuariennes.

## Pertinence du suivi au point « Réville 1 mille »

Aux vues des données obtenues en 2009, le cycle des nutriments et le cycle biologique étaient similaires à ceux rencontrés entre 2004 et 2006, à ceci près qu'aucun taxon n'avait dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en abondance. Depuis 2010, le cycle de nutriments et le cycle biologique semblent avoir changé, avec des teneurs en nutriments plus faibles et une production primaire moins développée.

### 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 et des apports de la baie des Veys, où sont installées de nombreux parcs conchylicoles.

Comme en 2011, une forte similarité des résultats entre ces deux points a pu être observée. Les stocks hivernaux de nutriments sont en 2012, de l'ordre de 25  $\mu\text{M}$  NID, 0,75  $\mu\text{M}$  PID, 15  $\mu\text{M}$  Si, et les concentrations en nutriments ont connu des variations similaires au niveau des deux points de suivi. La biomasse chlorophyllienne a été comme en 2011, très faible au niveau des deux points (1,3  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en moyenne) en raison d'une possible limitation estivale de la production primaire par l'azote. Les eaux au niveau du point « Gougins » apparaissent toutefois typiquement plus riches qu'au niveau du point « La Hougue », témoignant de l'influence des apports de la baie des Veys dans le sud de la masse d'eau HC09.

D'autre part, un seul dépassement du seuil de 100 000 cellules par litre a été observé, au niveau du point « Gougins », lors du pic de biomasse observé début juin (*Guinardia delicatula*). Cette masse d'eau se caractérise par des cycles hydrobiologiques de type « classique » ainsi que par des peuplements phytoplanctoniques majoritairement représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

III.2.8.1. La Hougue 2003-2012

Hydrologie au point « La Hougue »

La masse d'eau HC09, au niveau du point « La Hougue », est soumise aux apports de la *Saire*, dont les variations de débits peuvent être à l'origine de dessalures et de recharges en nutriments. Ces dessalures restent généralement modérées (2 à 3 maximum), avec en 2012 une diminution de salinité de 1,2 mesurée mi-mars et probablement liée à l'apport pluviométrique du 4 mars (15 mm à la station d'Englesqueville) (Figure 50). On note également une diminution progressive de la salinité entre octobre et décembre 2012 (- 0,6) qui s'explique probablement par les forts débits de la *Saire* à cette période (+ 50 % à + 120 % par rapport aux normales) (cf. § III.1.3.). Ces dessalures peuvent être accompagnées d'augmentations de la turbidité. Cependant, la valeur moyenne annuelle de turbidité est particulièrement basse (moy. 1,9 FNU ; max. 3,4 FNU) en 2012 par rapport à la moyenne interannuelle (3 FNU), et l'amplitude des variations reste très faible.

Aucune donnée n'ayant été obtenue entre le 1<sup>er</sup> mars et le 11 avril, le pic printanier marquant le début de la période productive a pu être manqué ; en effet, celui-ci a été observé à Gougins (cf. § III.2.8.2.). Un pic en chlorophylle-a a été observé le 07 juin (5,3 µg.L<sup>-1</sup>), suivi d'un second pic moins marqué en septembre (1,9 µg.L<sup>-1</sup>). Le reste de l'année, les valeurs ont été inférieures à 1,3 µg.L<sup>-1</sup>. Ainsi en 2012, la moyenne annuelle (1,3 µg.L<sup>-1</sup>) est restée similaire à la moyenne de 2011, mais est nettement inférieure à la moyenne interannuelle 2003-2011 (2,1 µg.L<sup>-1</sup>) (Figure 50).

La concentration en oxygène dissous au fond a été d'en moyenne 97,5 % en 2012, soit proche de la valeur de saturation (100 %) ; aucune période de suboxie n'a donc été observée (Figure 50).

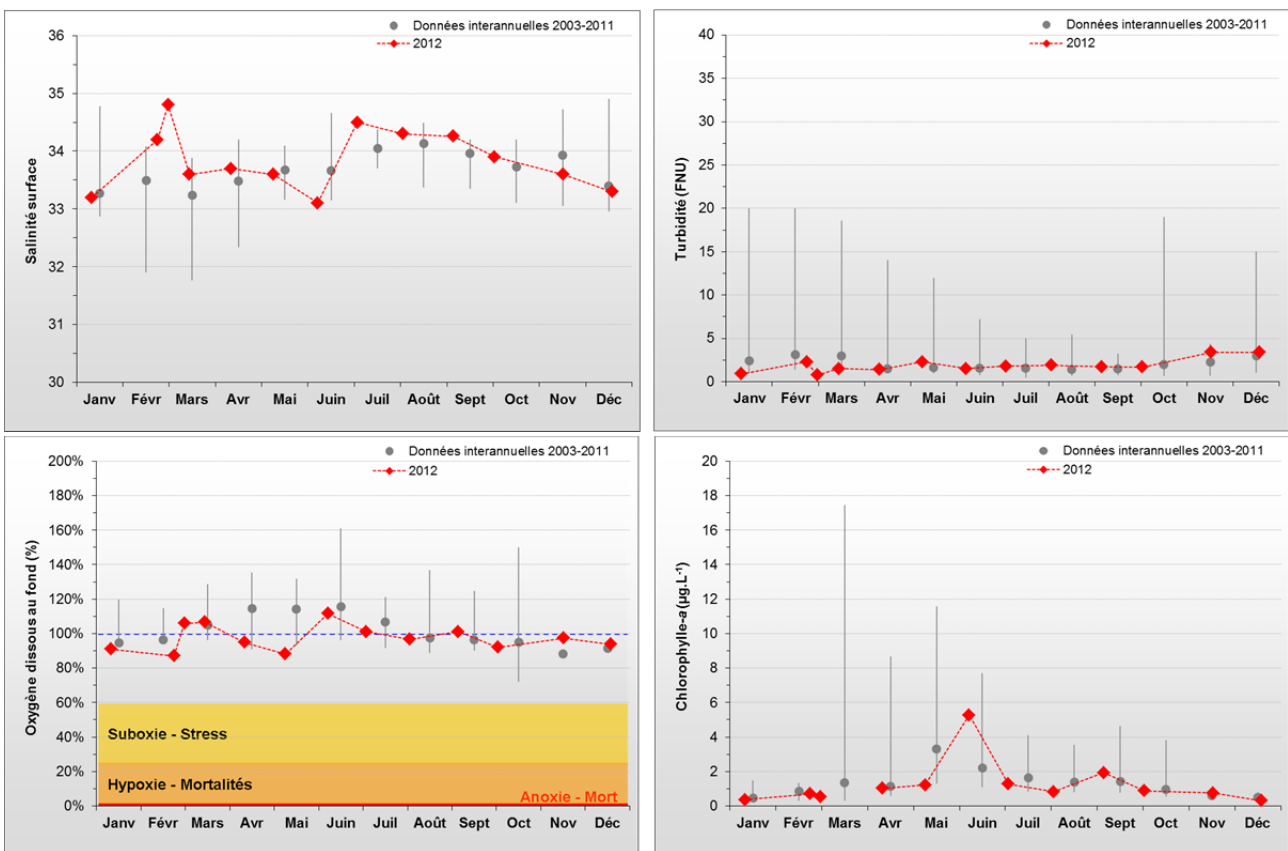


Figure 50 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à La Hougue entre 2003 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2011 (gris) et 2012 (♦).

Les stocks hivernaux en nutriments (25  $\mu\text{M}$  NID ; 0,7  $\mu\text{M}$  PID ; 15  $\mu\text{M}$  Si) en 2012 étaient similaires aux données interannuelles (24  $\mu\text{M}$  NID ; 0,8  $\mu\text{M}$  PID ; 16  $\mu\text{M}$  Si), ainsi qu'à ceux de la masse d'eau HC08 (point « Réville 1 mille ») en 2012. Ces stocks en nutriments ont été fortement consommés par le phytoplancton entre les mois de mars et de juin, malgré une recharge début mai. Les concentrations en nitrate + nitrite sont restées faibles ( $\leq 0,6 \mu\text{M}$ ) entre juillet et septembre, avant une forte recharge des stocks à partir d'octobre (+ 20  $\mu\text{M}$  entre septembre et décembre). Les stocks en phosphate et de silicate ont également connu des valeurs minimales en juin, mais leur régénération a été visible dès le mois de juillet. Les concentrations en ammonium se sont maintenues à un niveau inférieur à 1  $\mu\text{M}$  jusqu'en septembre, avant de connaître une forte recharge en octobre (+ 3,2  $\mu\text{M}$ ) due à la reminéralisation (Figure 51).

Ces observations sont complétées par l'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 51), qui montrent un net excès d'azote par rapport aux autres nutriments jusqu'en juin, puis au contraire un déficit en NID par rapport au PID entre juillet et septembre. Le rapport Si/PID est globalement bien équilibré, sauf entre les mois de juillet et d'octobre pour lesquels un déficit en phosphore par rapport au silicium a été observé.

HC09

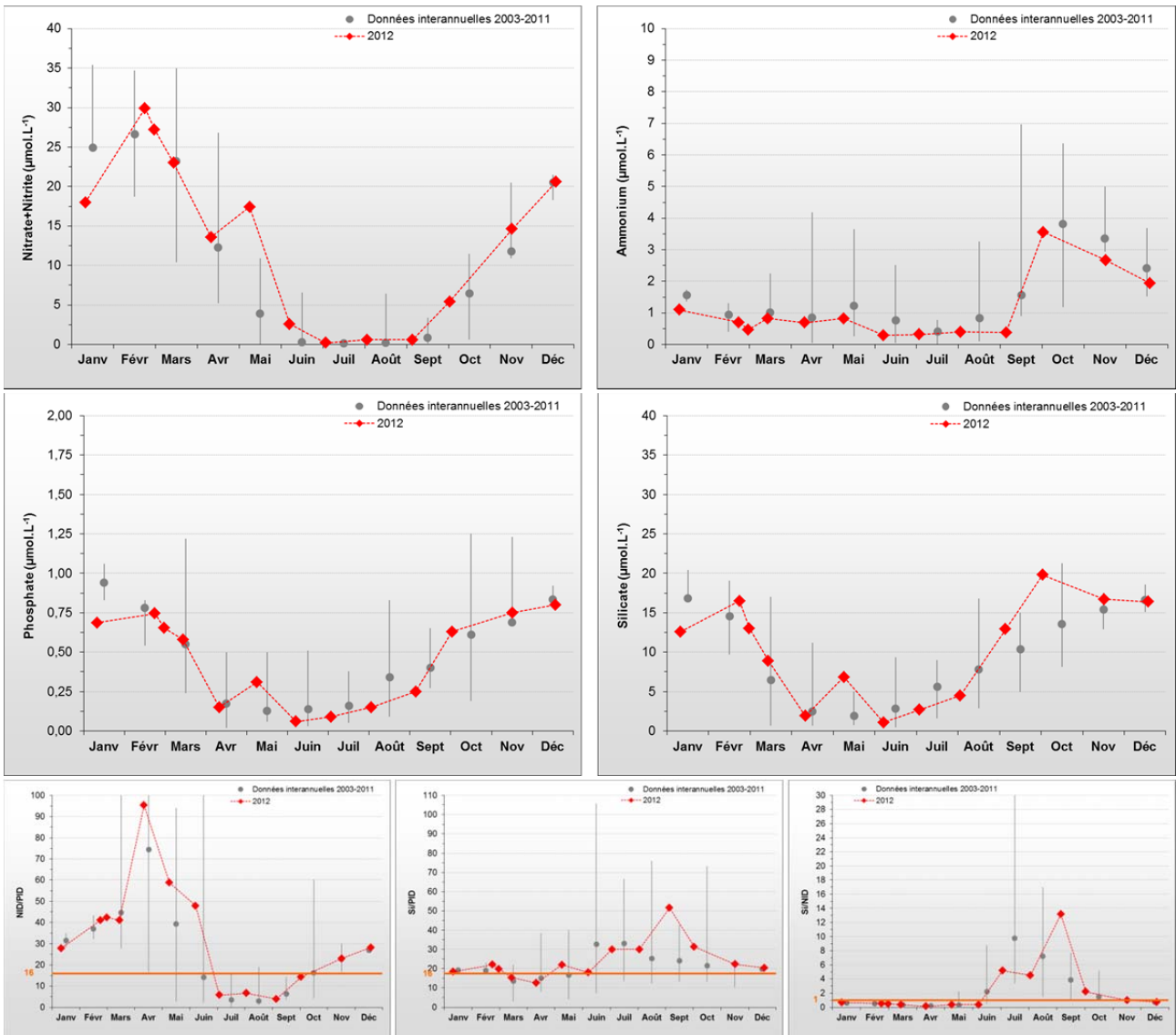


Figure 51 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID au point La Hougue entre 2003 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2003-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « La Hougue »

Les données issues des flores partielles indicatrices à La Hougue, montrent qu'aucun taxon n'a présenté de concentration supérieure à 100 000 cellules par litre en 2012 (Figure 52). Seul le taxon PSNZLAR a été observé, à des concentrations n'excédant pas 3 000 cellules par litre. Selon les données obtenues depuis le début du suivi, le peuplement phytoplanctonique présent peut être considéré comme représentatif des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

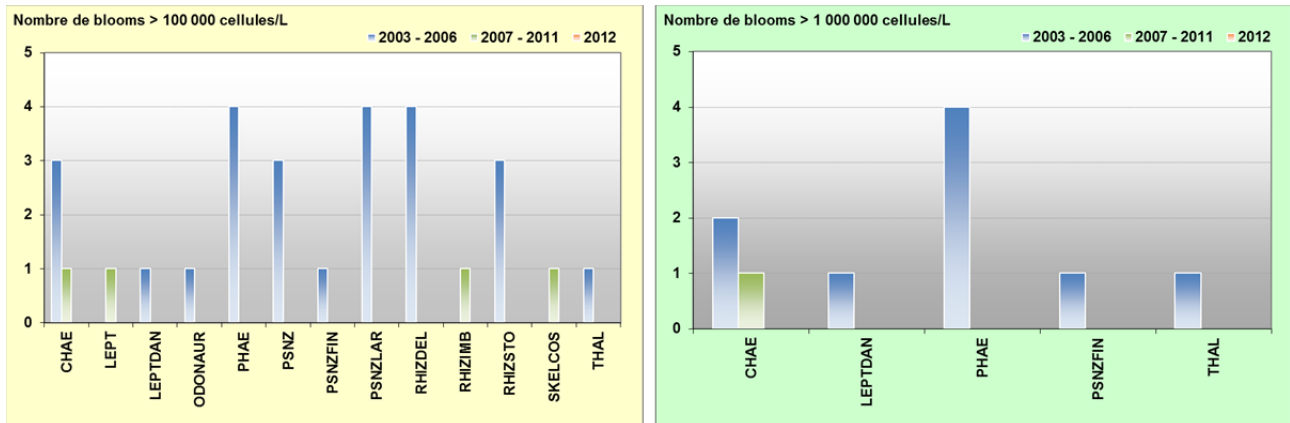


Figure 52 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur La Hougue entre 2003-2006 (n=78), 2007-2011 (n=75) et 2012 (n=13).

## Pertinence du suivi au point « La Hougue »

Le point de prélèvement « La Hougue » a été créé en 2003 afin de mieux appréhender à la fois la qualité des eaux de l'Est Cotentin qui s'y réceptionnent et celle des apports locaux qui s'y confinent. En 2012, le cycle des nutriments et le cycle biologique ont, de nouveau, été de type classique avec une limitation de la production primaire estivale par l'azote, et dans une moindre mesure par le phosphore.

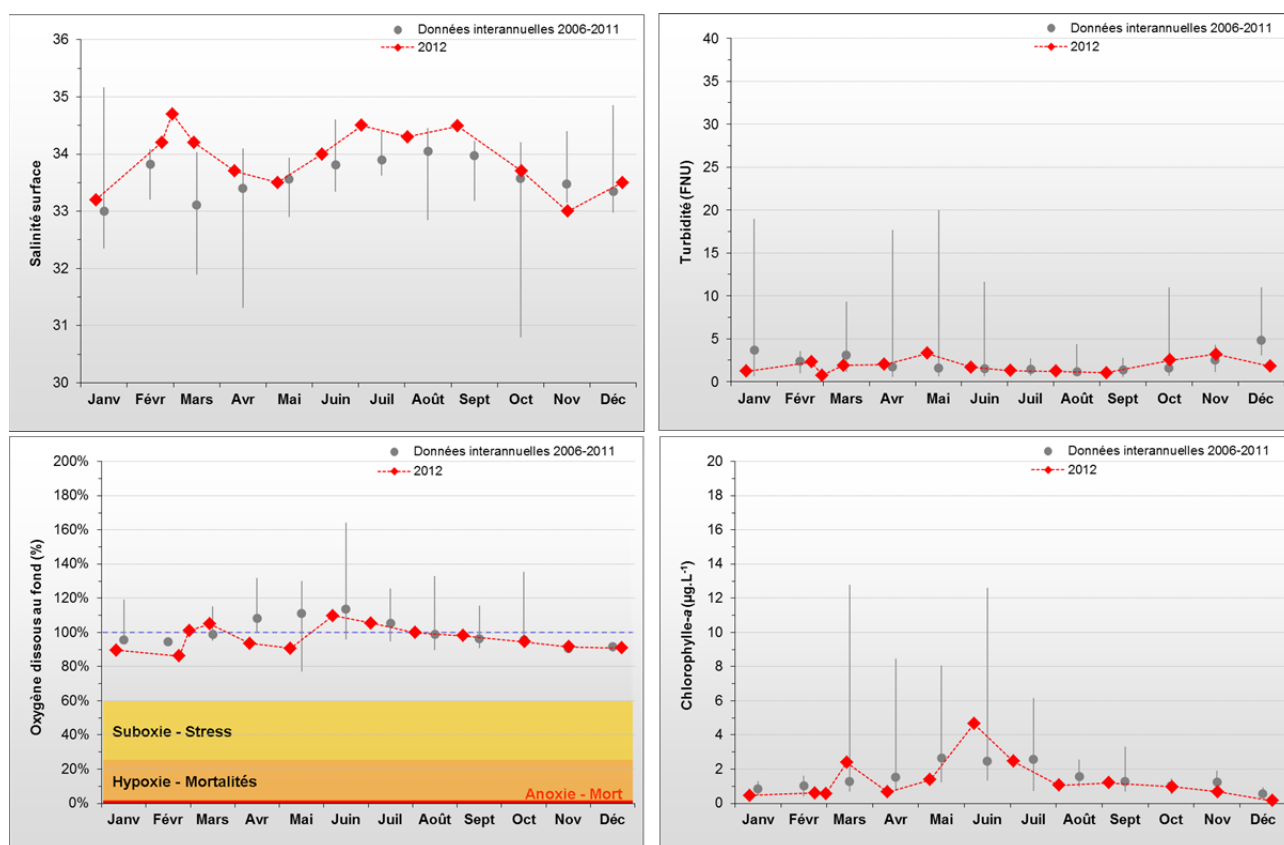
### III.2.8.2. Gougins 2006-2012

#### Hydrologie au point « Gougins »

Situé au sud de la masse d'eau HC09, le point « Gougins » est sous une influence plus directe des courants résiduels de marée que ne l'est le point « La Hougue ».

En 2012, la salinité de surface varie entre 33 et 34,7 (valeur annuelle moyenne : 33,9). Les dessalures sont généralement faibles (de l'ordre de 2 à 3 unités au maximum). En 2012, la dessalure la plus importante est observée en octobre (- 0,8) (Figure 53). Ces diminutions de salinité peuvent être associées à des variations de la turbidité. Toutefois, similairement à ce qui a été observé au point « La Hougue », les valeurs de turbidité restent très faibles en 2012 : 1,9 FNU en moyenne soit près de 1 FNU de moins que la moyenne interannuelle. L'amplitude de ces variations est inférieure à 2,5 FNU et aucun pic très net de turbidité n'a été constaté en 2012, contrairement à ce qui a pu être observé les années précédentes (Figure 53).

HC09



**Figure 53 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Gougins entre 2006 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2011 (gris) et 2012 (♦).

D'après les observations, la période productive semble avoir débuté mi-mars, avec un premier pic de concentration en chlorophylle-a ( $2,4 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 15 mars), suivi d'un second pic plus marqué début juin ( $4,7 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 07 juin). La concentration moyenne de chlorophylle-a sur l'année 2012 ( $1,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) a été globalement nettement inférieure à la moyenne interannuelle 2006-2011 ( $2,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 53). Un tel constat a également été réalisé au point « La Hougue ».

La concentration en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau a été d'en moyenne 96,6 % en 2012. Cela confirme les résultats des années précédentes, qui indiquaient un milieu bien oxygéné où aucune période de suboxie n'a été observée depuis le début des suivis.

Les stocks hivernaux en nutriments au point « Gougins » (25,5  $\mu\text{M}$  NID ; 0,75  $\mu\text{M}$  PID ; 15  $\mu\text{M}$  Si) étaient similaires aux moyennes interannuelles 2006-2011, et à ceux du point « La Hougue » en 2012 (Figure 54). Comme à La Hougue, ces stocks en nutriments ont été fortement consommés entre mars et début juin, malgré une recharge au mois de mai. Le stock en nitrate + nitrite est resté très faible entre juillet et septembre ( $\leq 0,8 \mu\text{M}$ ), avant de connaître une recharge visible dès octobre. Le stock en phosphate est resté faible en juillet ( $\leq 0,05 \mu\text{M}$ ) avant de connaître une recharge progressive dès le mois d'août. Le stock en silicate a été le plus faible en juin (0,65  $\mu\text{M}$ ), puis s'est rechargé dès le mois de juillet (Figure 54).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 54) permet de compléter ces observations, et montre une situation identique qu'à La Hougue en 2012. En effet, le NID est resté en excès par rapport au PID entre les mois de janvier et de juin, ainsi que légèrement en novembre / décembre. De plus, un déficit en NID par rapport au PID entre juillet et septembre, peut expliquer l'absence de pic de production primaire à cette époque (Figure 53).

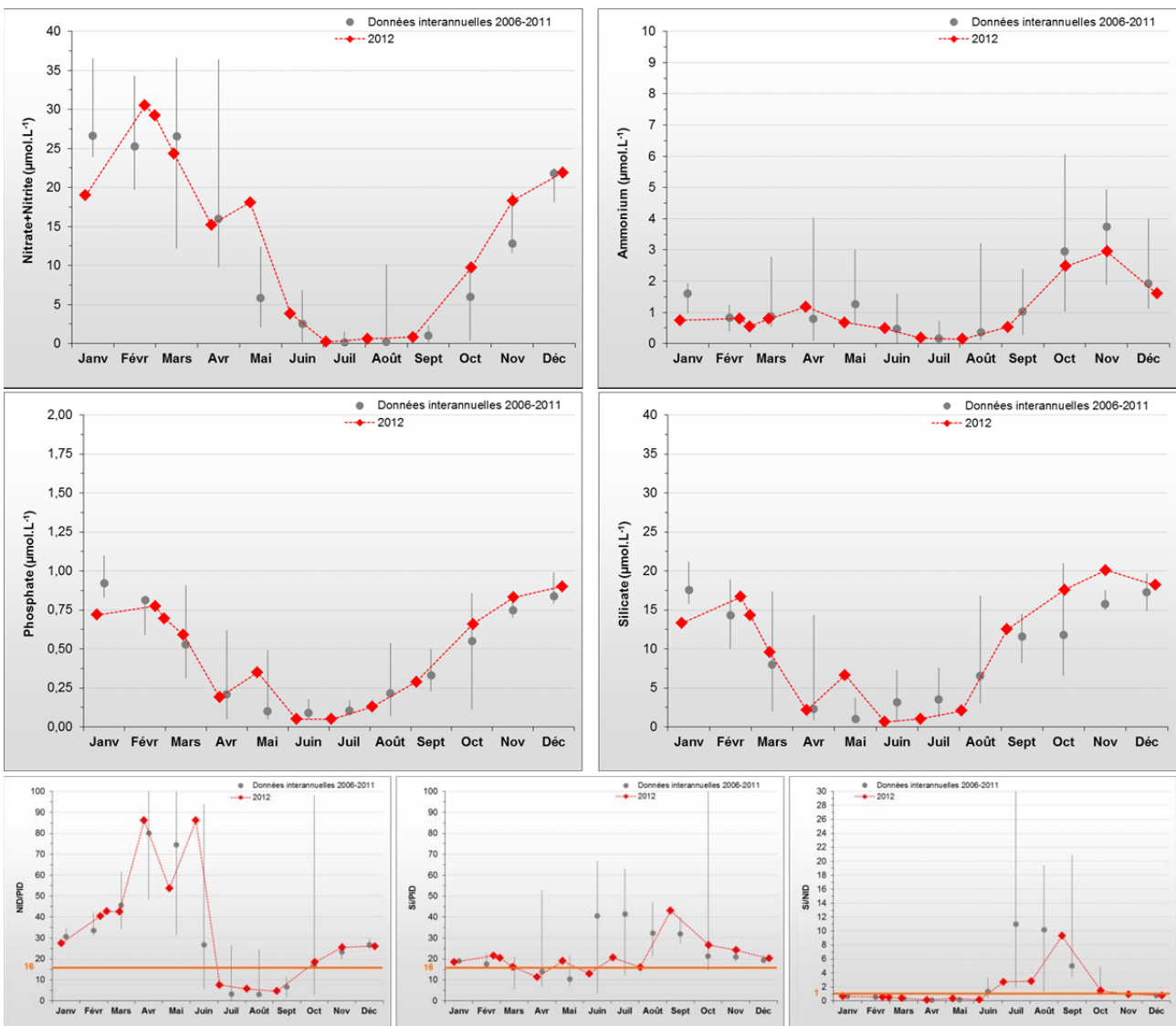


Figure 54 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Gougins entre 2006 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2011 (gris) et 2012 (♦).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Gougins »

Les données issues des flores partielles indicatrices à Gougins montrent qu'un seul taxon a présenté une concentration supérieure au seuil de 100 000 cellules par litre en 2012 : *Guinardia delicatula* (RHIZDEL, 250 000 cell.L<sup>-1</sup> le 07 juin) (Figure 55). Le même jour *Rhizosolenia imbricata*, une autre diatomée caractéristique des milieux marins a été observée à une concentration non négligeable (RHIZIMB, 62 000 cell.L<sup>-1</sup>). Ces espèces ont probablement contribué de façon significative au pic de biomasse observé début juin. Selon les données obtenues depuis le début du suivi, le peuplement phytoplanctonique présent peut être considéré comme représentatif des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

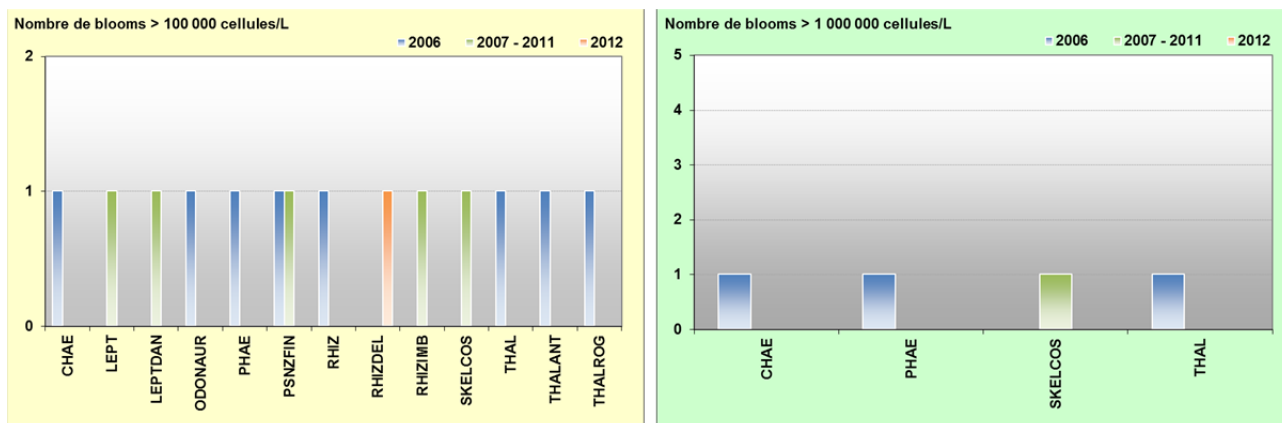


Figure 55 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gougins entre 2006 (n=21), 2007-2011 (n=75) et 2012 (n=13).

## Pertinence du suivi au point « Gougins »

Le point de prélèvement « Gougins » a été ajouté au suivi du point « La Hougue » afin de prendre en considération la qualité au Sud de la masse d'eau, qui est sous l'influence d'une résiduelle de la marée provenant de la masse d'eau HC10, dans une zone présentant des activités conchylicoles. En 2012, le cycle hydrobiologique observé au niveau de ce point est de type « classique », avec une production primaire pouvant être limitée par l'azote en été.



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

#### SYNTHESE HC10 :

La nécessité de disposer de deux points de suivi dans la masse d'eau HC10 a été confirmée suite au constat de l'hétérogénéité spatiale de la biomasse chlorophyllienne dans la masse d'eau (Gangnery *et al.*, 2008).

En effet, bien que les stocks hivernaux en nutriments soient plus importants à « Roches de Grandcamp » (46  $\mu\text{M}$  NID, 0,8  $\mu\text{M}$  PID, 23  $\mu\text{M}$  Si) qu'à « Utah » (27  $\mu\text{M}$  DIN, 0,75  $\mu\text{M}$  PID, 13  $\mu\text{M}$  Si), la biomasse chlorophyllienne a été en moyenne légèrement plus importante à « Utah » (2,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) qu'à « Roches de Grandcamp » (1,7  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). Cela s'explique vraisemblablement par la consommation de phytoplancton par les bivalves en fortes densités au niveau de ce dernier point (élevages ostréicoles). La production primaire ainsi que les variations des stocks de nutriments ont suivi des évolutions similaires entre les masses d'eau HC09 et HC10 en 2012, connectées par une courantologie orientée vers le Nord-Ouest.

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. En début de période estivale, quatre taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2012 à « Utah » et un taxon a dépassé ce seuil à « Roches de Grandcamp ».

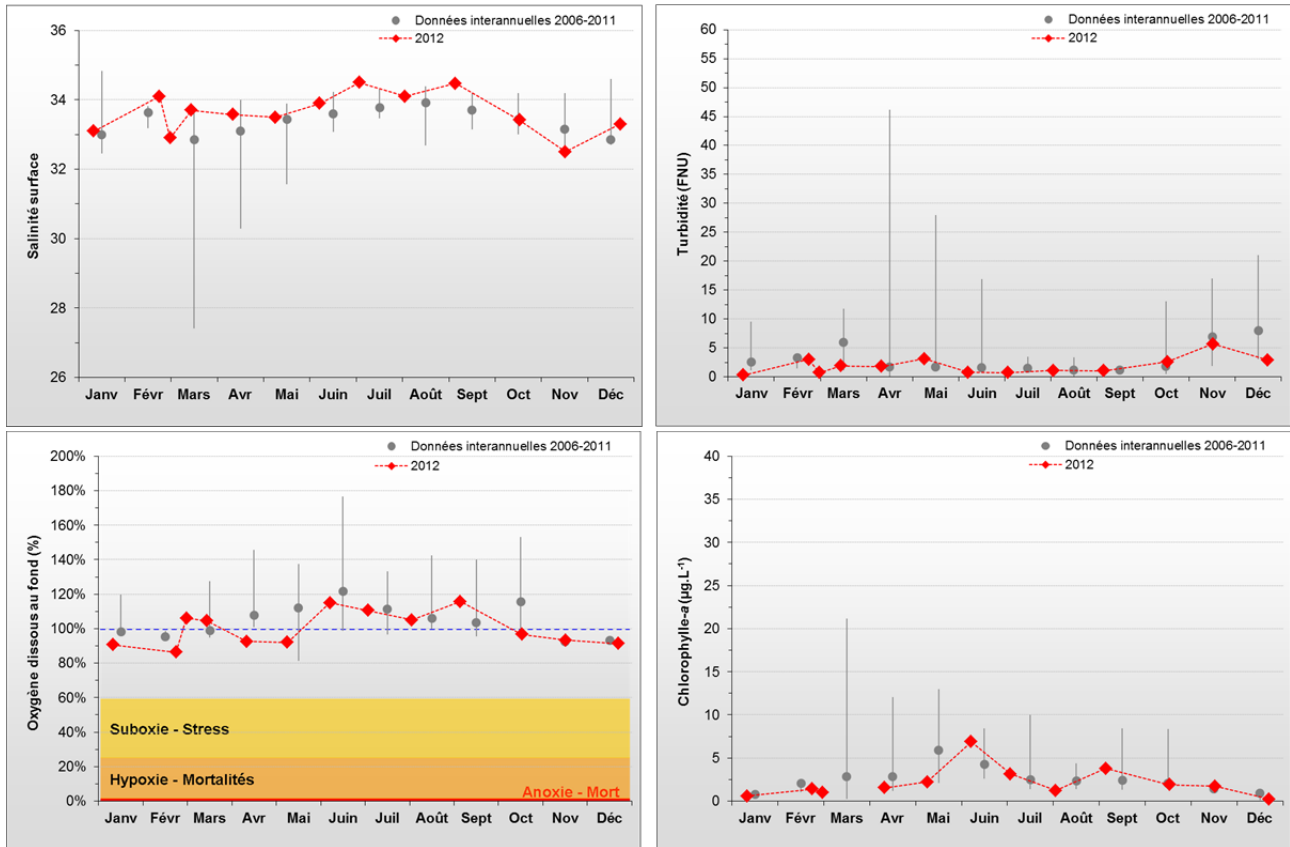
#### III.2.9.1. Utah 2006-2012

##### Hydrologie au point « Utah »

Le point « Utah » est directement sous l'influence des apports terrigènes de la Baie des Veys (Le Goff *et al.*, 2005). Pourtant, peu de dessalures ont été observées sur ce point depuis 2009. En 2012, la salinité a été comprise entre 32,5 et 34,5 et les dessalures maximales ont été observées en mars (- 1,2), en octobre (- 1,1) ainsi qu'en novembre (- 0,9). La valeur moyenne de salinité est restée proche de la moyenne interannuelle (33,6) (Figure 56). La turbidité a également été très faible en 2012 (2,0 FNU en moyenne), soit une valeur inférieure de plus de 2 FNU à la moyenne interannuelle. La valeur maximale de turbidité a été mesurée fin novembre (5,7 FNU). Malgré la faible amplitude des valeurs en 2012, l'augmentation de turbidité observable entre septembre et novembre correspond à 2 dessalures successives (Figure 56), et est donc probablement liée à des apports de matière en suspension en provenance de la Vire lors des fortes pluies et débits automnaux (*cf.* § III.1.2. et III.1.3.).

La concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %), marquant un milieu correctement oxygéné pour toutes les observations (Figure 56).

Le premier pic en chlorophylle-a a été observé début juin ( $6,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (manque de données en mars), suivi d'un pic plus faible en septembre ( $3,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ ). Le reste de l'année, les valeurs de concentrations en chlorophylle-a sont restées inférieures à  $3,2 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Figure 56). La biomasse moyenne annuelle en 2012 ( $2,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) a donc été nettement inférieure à la moyenne interannuelle 2006-2011 ( $3,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ ).

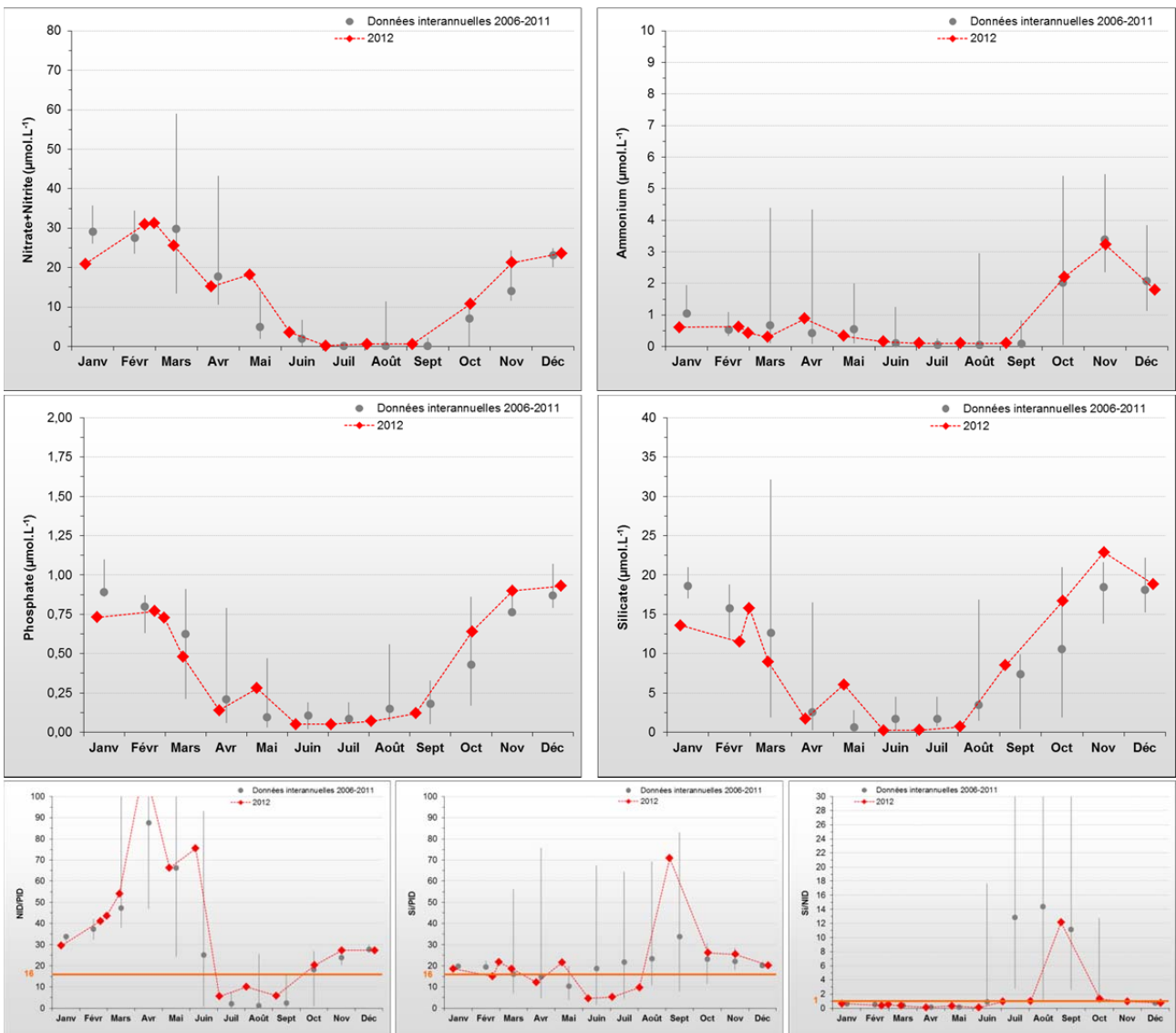


**Figure 56 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Utah entre 2006 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2011 (gris) et 2012 (♦).

Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 ( $27 \mu\text{M NID}$  ;  $0,75 \mu\text{M PID}$  ;  $13 \mu\text{M Si}$ ) étaient similaires à la moyenne interannuelle ( $26 \mu\text{M NID}$  ;  $0,85 \mu\text{M PID}$  ;  $18 \mu\text{M Si}$ ) pour le NID, le PID et le Si étant un peu plus faibles. Comme pour les points de la masse d'eau HC09, ces stocks ont été fortement consommés entre début mars et début juin, malgré une légère recharge en mai. Le stock en nitrate + nitrite a été épuisé entre début juillet et début septembre, avant d'être rechargé en automne. Les stocks en phosphate et en silicate sont restés à des concentrations très faibles en période estivale (surtout le Si), et la recharge progressive de ces stocks a été perceptible dès septembre (pour Si et PID) (Figure 57).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 57) permet de compléter les observations précédentes. En effet, le NID est en très net excès par rapport au PID entre janvier et juin. Puis en juin, alors que l'azote est toujours en excès, le silicium est en déficit par rapport au phosphore, vraisemblablement dû à sa consommation par les diatomées (voir ci-dessous). Entre juillet et août, l'azote et le Si paraissent également en carence par rapport au phosphore.

HC10



**Figure 57 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Utah entre 2006 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2006-2011 (gris) et 2012 (♦).

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Utah »

Les données issues des flores partielles indicatrices au point « Utah » en 2012, font apparaître 4 dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre, correspondant aux prélèvements de début juin et début juillet (Figure 58). Le 7 juin, le pic de concentration en chlorophylle-a le plus marqué de l'année ( $6,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ , Figure 56) a été accompagné de blooms phytoplanctoniques de *Guinardia delicatula* (RHIZDEL,  $482\,000 \text{ cell.L}^{-1}$ ) et *Rhizosolenia imbricata* (RHIZIMB,  $116\,000 \text{ cell.L}^{-1}$ ). Le 03 juillet, *Dactyliosolen fragilissimus* (RHIZFRA,  $374\,000 \text{ cell.L}^{-1}$ ) et de nouveau *Rhizosolenia imbricata* (RHIZIMB,  $136\,000 \text{ cell.L}^{-1}$ ) ont été mesurés en fortes abondances. *Rhizosolenia imbricata* a également été mesuré à une concentration non négligeable en août, mais sans dépassement de seuil ( $76\,000 \text{ cell.L}^{-1}$ ). Par ailleurs, le taxon PSNZLAR (préciser le nom exact) potentiellement toxique, a été observé à plusieurs reprises mais à des concentrations n'excédant pas  $11\,000 \text{ cell.L}^{-1}$ . Malgré le fait que seules des flores partielles soient réalisées à ce point, les peuplements présents semblent représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

## Résultats du RHLN 2012 vs. 2000-2011 - Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)

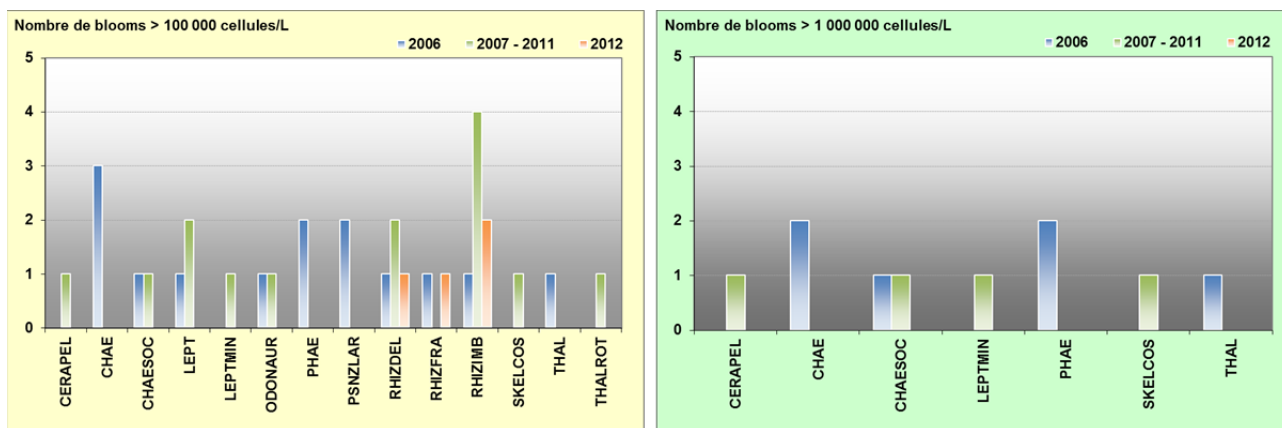


Figure 58 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Utah entre 2006 (n=22), 2007-2011 (n=78) et 2012 (n=13).

### Pertinence du suivi

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

HC10

### III.2.9.2. Roches de Grandcamp 2001-2012

#### Hydrologie au point « Roches de Grandcamp »

Malgré sa proximité avec la masse d'eau HT06 recevant les apports de plusieurs cours d'eau côtiers (*Taute, Vire, Aure, Douve*), la masse d'eau HC10 connaît généralement des dessalures modérées (max. 2 à 3 unités). En 2012, la salinité moyenne au point « Roches de Grandcamp » a oscillé entre 31,3 et 34,1, et les dessalures ont été faibles (maximum de 0,9 en avril et en mai) (Figure 59). La turbidité est restée globalement très faible en 2012 : 2,4 FNU en moyenne, avec des valeurs inférieures à 3,5 FNU, excepté fin février (7 FNU), fin mai (6 FNU) et mi-décembre (4 FNU) (Figure 59).

Un seul pic de concentration en chlorophylle-*a* ( $7,1 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) a été observé fin mai. Le reste de l'année, les concentrations en chlorophylle-*a* sont restées à un niveau inférieur à  $2,2 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ , d'où une biomasse moyenne très faible par rapport aux autres années ( $1,65 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  soit  $0,9 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de moins que la moyenne interannuelle 2001-2011) (Figure 59). La proximité entre le point « Roches de Grandcamp » et les activités ostréicoles de la Baie des Veys entraîne un phénomène de déplétion (projet OGIVE, Gangnery A., 2008) qui pourrait expliquer le faible niveau de biomasse chlorophyllienne observé en 2012 comme en 2011 au niveau de ce point par rapport au point « Utah ».

La concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %), marquant un milieu correctement oxygéné pour toutes les observations en 2012 (Figure 59).

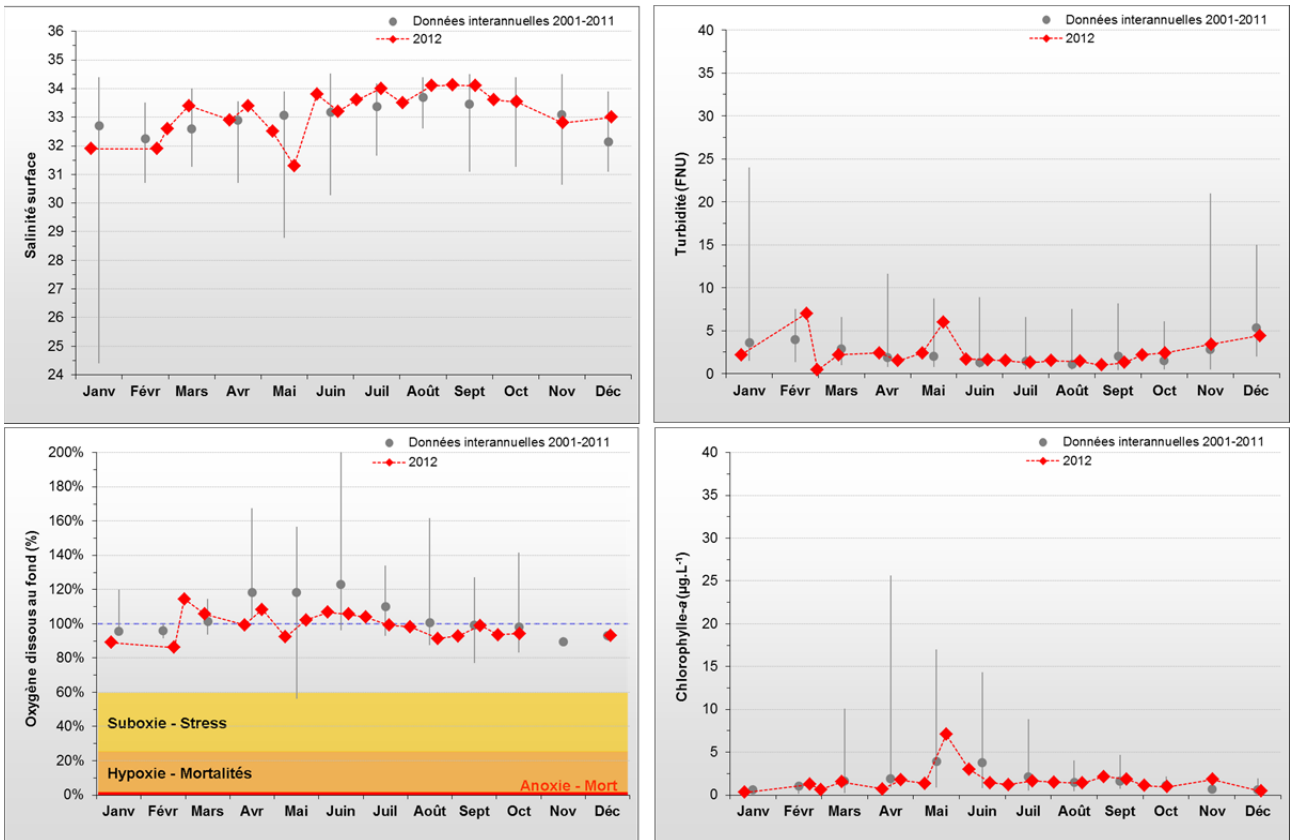


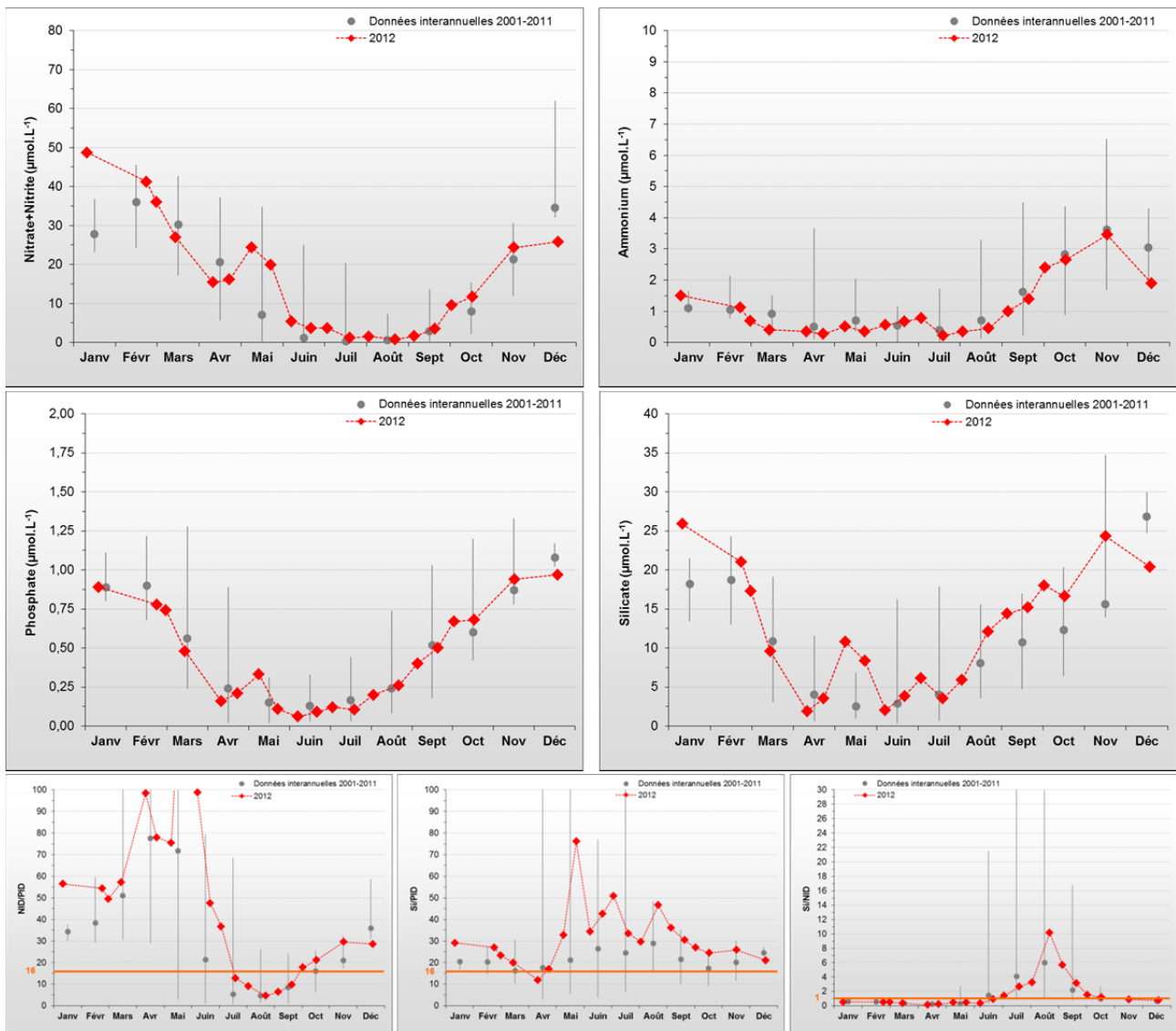
Figure 59 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et 2012 (◆).

Le stock hivernal en NID ( $46 \mu\text{M}$ ) a été nettement supérieur (+  $13 \mu\text{M}$ ) au stock moyen interannuel 2001-2011, ainsi que le stock en Si ( $23 \mu\text{M}$ ) dans une moindre mesure (+  $3 \mu\text{M}$ ). En revanche, le stock hivernal en PID ( $0,8 \mu\text{M}$ ) a été légèrement inférieur (-  $0,14 \mu\text{M}$ ) à la moyenne (Figure 60).

Malgré une recharge entre fin avril et début mai, la diminution des stocks en nutriments a été très importante entre fin février et début juin. La consommation par la production primaire a notamment conduit à de faibles concentrations en nitrate + nitrite entre mi-juillet et début septembre. La recharge du milieu en PID et Si a commencé début août tandis que la recharge du stock en nitrate + nitrite n'a été clairement visible qu'à partir d'octobre (Figure 60).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 60) complète les observations précédentes. En effet, entre janvier et fin juin, le NID apparaît en net excès par rapport au PID et Si. Puis, entre mi-juillet et mi-septembre, l'azote est en légère carence par rapport au PID et Si. En outre, le phosphore apparaît toujours en déficit par rapport au silicium en 2012. Ces résultats paraissent conformes aux observations interannuelles.

## Résultats du RHLN 2012 vs. 2000-2011 - Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)



**Figure 60 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et 2012 (♦).

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Roches de Grandcamp »

Les données issues des flores partielles indicatrices à « Roches de Grandcamp » (Figure 61) font apparaître un dépassement du seuil de 100 000 cellules par litre dans le prélèvement de début juin, par le taxon *Guinardia delicatula* (RHIZDEL, 378 000 cell.L<sup>-1</sup>, le 07 juin). Le même jour, un dénombrement non négligeable de *Rhizosolenia imbricata* (RHIZIMB, 24 000 cell.L<sup>-1</sup>) a pu être observé. Ce résultat est concordant avec les observations faites au point « Utah », ainsi qu'au sud de la masse d'eau HC09, au point « Gougins ». Le pic de biomasse mesuré dans le prélèvement de fin mai (Figure 59), n'a en revanche été associé à aucun dépassement de seuil. A noter, un développement répété du taxon *Pseudo-Nitzschia* tout au long de l'année 2012 a été observé à de très faibles concentrations (PSNZLAR, moins de 3 500 cell.L<sup>-1</sup>). Malgré le fait que des flores partielles soient réalisées en ce point, les peuplements phytoplanctoniques présents apparaissent représentatifs des milieux estuariens ouverts, qui, du fait de la proximité du point avec la masse d'eau HT06, sont probablement similaires à ceux observés au point « Géfosse »<sup>6</sup>.

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

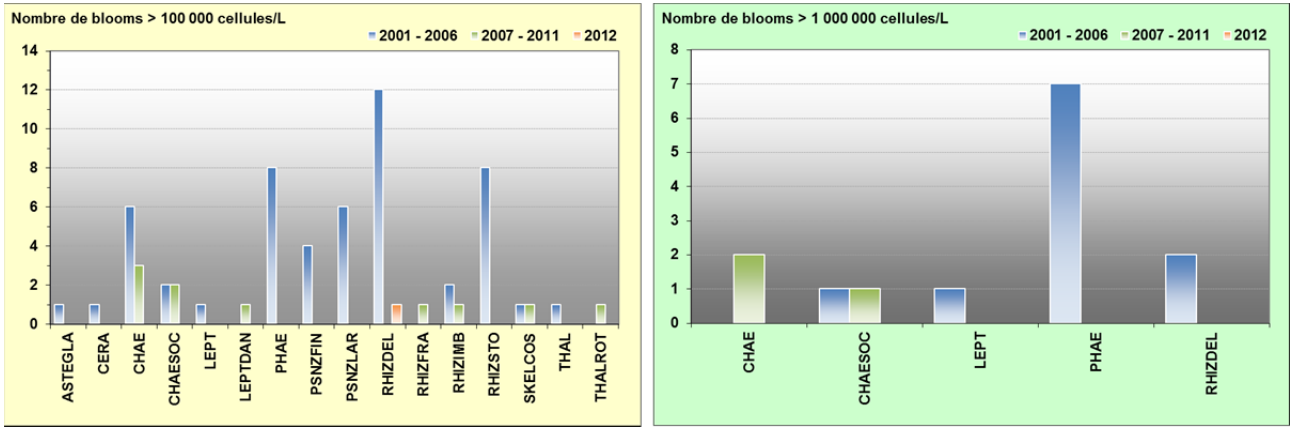


Figure 61 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Roches de Grandcamp entre 2001-2006 (n=148), 2007-2011 (n=99) et 2012 (n=20).

**Pertinence du suivi au point « Roches de Grandcamp »**

Les résultats obtenus à « Roches de Grandcamp » mettent en évidence au niveau de ce point un cycle de type « atypique » en 2012, avec de faibles recharges du milieu en nutriments en période printanière. L'étude de ce point permet de suivre parfaitement la partie Est de la masse d'eau HC10, origine de flux de matière vers l'Ouest de la masse d'eau (Le Goff et al., 2005), où les usages en conchyliculture sont importants.

HC10

### III.2.10. Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2012)

#### **SYNTHESE HT06 :**

La masse d'eau HT06 est une masse d'eau de transition (estuarienne) fortement influencée par les apports *via* les chenaux de Carentan et d'Isigny qui drainent un bassin versant d'environ 3 500 km<sup>2</sup>.

Les stocks hivernaux en nutriments sont généralement modérés (31 µM NID, 1 µM PID, 20 µM Si) par rapport à d'autres masses d'eau de transition, même si on note un très net excédent hivernal de NID en 2012 par rapport à l'interannuel. Du fait de la présence d'une importante zone ostréicole consommant le phytoplancton, la biomasse chlorophyllienne est très modérée (moyenne interannuelle de 3,1 µg.L<sup>-1</sup>), et particulièrement faible ces deux dernières années (moy. 2012 1,6 µg.L<sup>-1</sup>). L'azote a été potentiellement très légèrement en carence pendant la période estivale (de mi-juillet à mi-septembre) en 2012.

Trois taxons (*Asterionellopsis glacialis*, *Guinardia delicatula*, *Chaetoceros socialis*) ont dépassé le seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> mais aucun de ces taxons n'a dépassé le seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup>. Le peuplement phytoplanctonique est représentatif des milieux estuariens, bien que les dinoflagellés soient très peu présents.

HT06

#### Hydrologie au point « Géfosse »

La masse d'eau HT06 est directement soumise aux apports de la *Vire*, de l'*Aure*, de la *Taute*, et de la *Douve* qui influencent la salinité de la zone. En 2012, les valeurs de salinité sont restées comprises entre 32,9 et 34,5, excepté en novembre, mois lors duquel une importante dessalure a été mesurée (- 5,4) (Figure 62). Les valeurs de turbidité ont été globalement très faibles (moy. 2,2 FNU), et les valeurs les plus importantes ont été observées fin mai (4,1 FNU) et lors de l'importante dessalure de mi-novembre (4,7 FNU) (Figure 62).

La période productive semble avoir débuté fin avril avec un léger pic de concentration en chlorophylle-*a* de 2,4 µg.L<sup>-1</sup>, mais les valeurs les plus importantes (max. 4,9 µg.L<sup>-1</sup>) ont été observées fin-mai / début juin. Un troisième léger pic a été mesuré le 19 juillet (2,6 µg.L<sup>-1</sup>) (Figure 62). Comme en 2011, la biomasse chlorophyllienne au point « Géfosse » est restée très faible par rapport aux autres années (moy. 2012 : 1,6 µg.L<sup>-1</sup>, contre une moyenne interannuelle de 3,1 µg.L<sup>-1</sup>). La consommation du phytoplancton par les bivalves présents en fortes densités à proximité de ce point (ostréiculture et mytiliculture), peut expliquer un tel résultat (Gangnery A., 2008).

La concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %), marquant un milieu correctement oxygéné pour toutes les observations en 2012 (Figure 62).



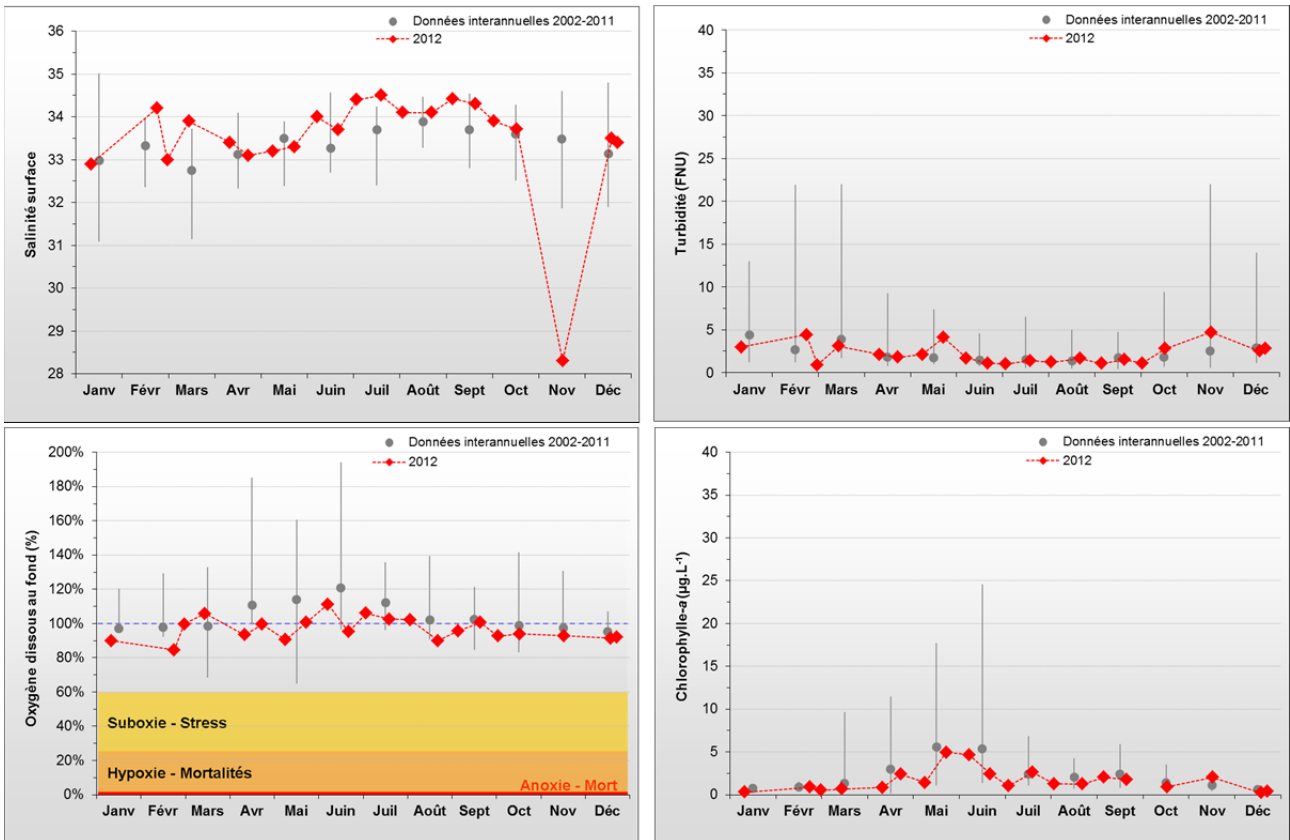
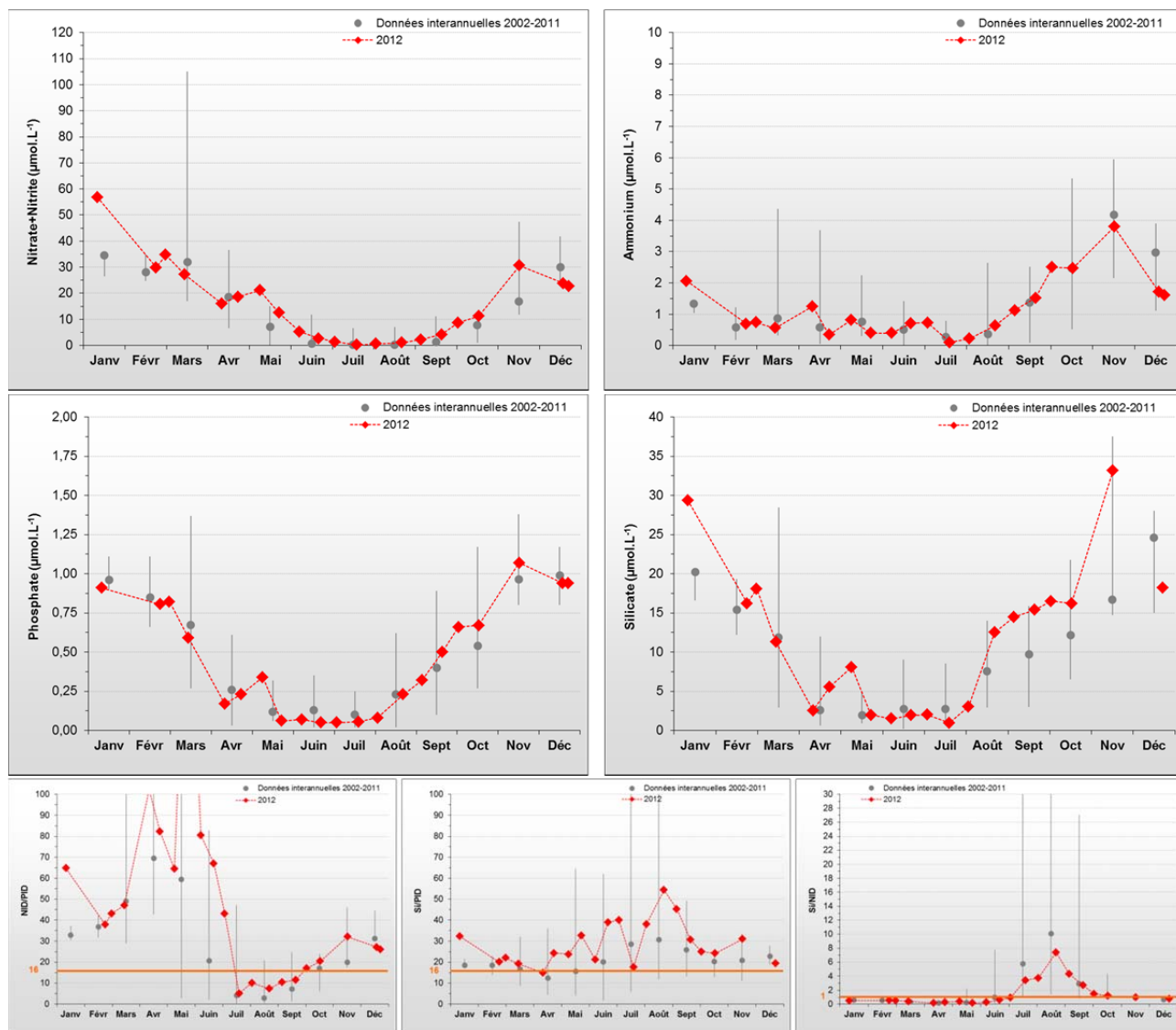


Figure 62 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a sur Géfosse entre 2002 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2011 (gris) et 2012 (♦).

Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 (45 µM NID ; 0,9 µM PID ; 23 µM Si), ont été nettement plus importants en NID (+ 14 µM) et dans un moindre mesure en Si (+ 3 µM), et légèrement inférieurs en PID (- 0,1 µM) par rapport aux stocks moyens interannuels 2002-2011 (Figure 63). Ces résultats sont cohérents avec ceux observés aux points « Utah » et « Roches de Grandcamp » qui sont en aval du point « Géfosse » par rapport aux apports de la baie des Veys.

Ces stocks en nutriments ont atteint leurs minima en période estivale, malgré leur recharge partielle en avril / mai. Le stock en nitrate + nitrite a été épuisé entre juillet et août, tandis que les stocks en phosphate et en silicate sont restés faibles mais pas complètement épuisés durant cette période. La recharge de ces stocks a été visible dès le mois d'août pour le phosphate, l'ammonium et le silicate, tandis qu'elle a été plus tardive pour le stock de nitrate + nitrite. Au mois de novembre, une très forte recharge de ces stocks de nutriments coïncide avec l'importante dessalure et l'augmentation de turbidité observées à cette période (Figure 63).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 63) permet de compléter les observations précédentes, et montre sa similitude avec ce qui a été observé au point « Roches de Grandcamp » (HC10). En effet, entre janvier et fin juin, le NID apparaît en net excès par rapport au PID et Si. Puis, entre mi-juillet et fin août, l'azote est en très légère carence par rapport au PID et Si. En outre, le phosphore apparaît toujours en déficit par rapport au silicium en 2012.



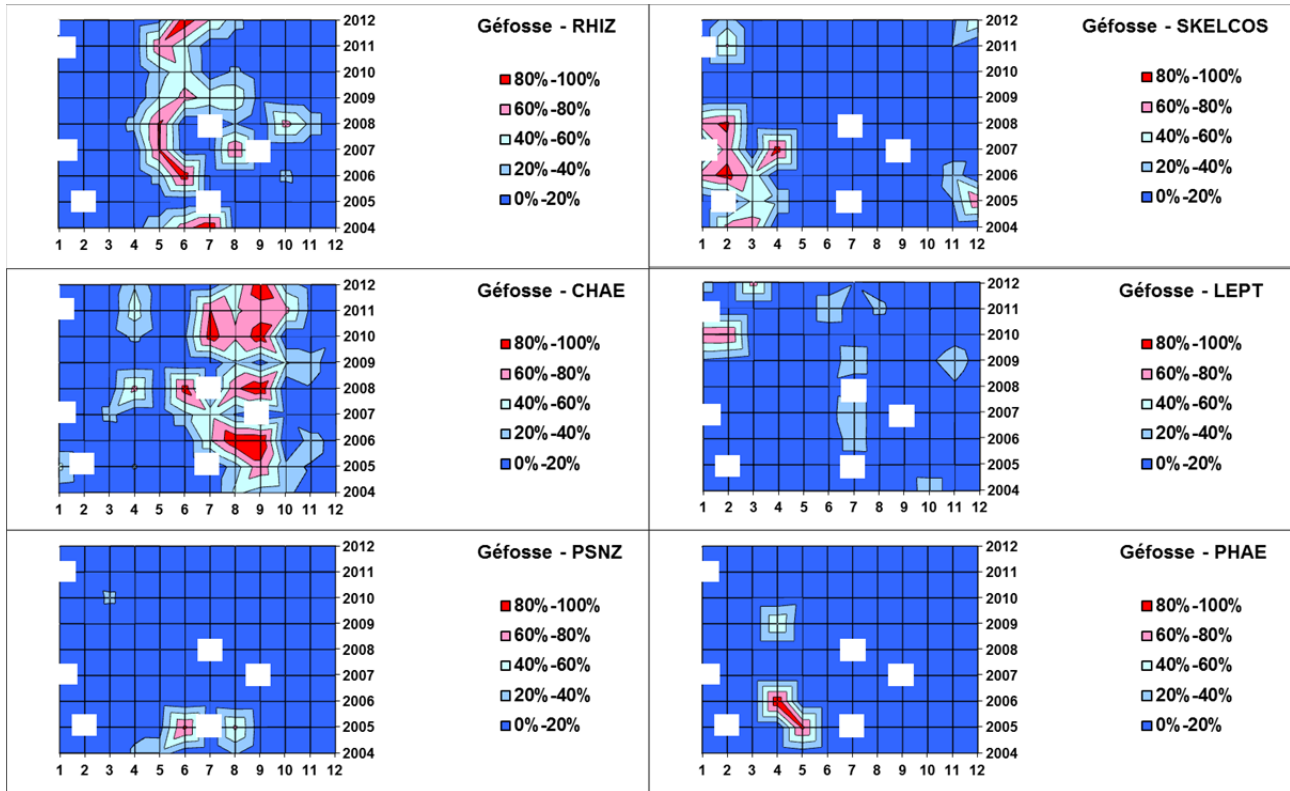
**Figure 63 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Géfosse entre 2002 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Géfosse »

Les données issues des flores totales à Géfosse en 2012 permettent de suivre les successions taxonomiques annuelles sur ce point (Figure 64). Ainsi, l'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le peuplement phytoplanctonique était dominé par l'espèce *Skeletonema costatum* (SKELCOS) en hiver (janvier – mars) jusqu'en 2008 et en 2011, par *Leptocylindrus sp.* en 2010, et 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) en 2012 comme les années précédentes. L'été et le début de l'automne sont fortement dominés par *Chaetoceros sp.* (CHAE), et notamment par l'espèce *Chaetoceros socialis*.

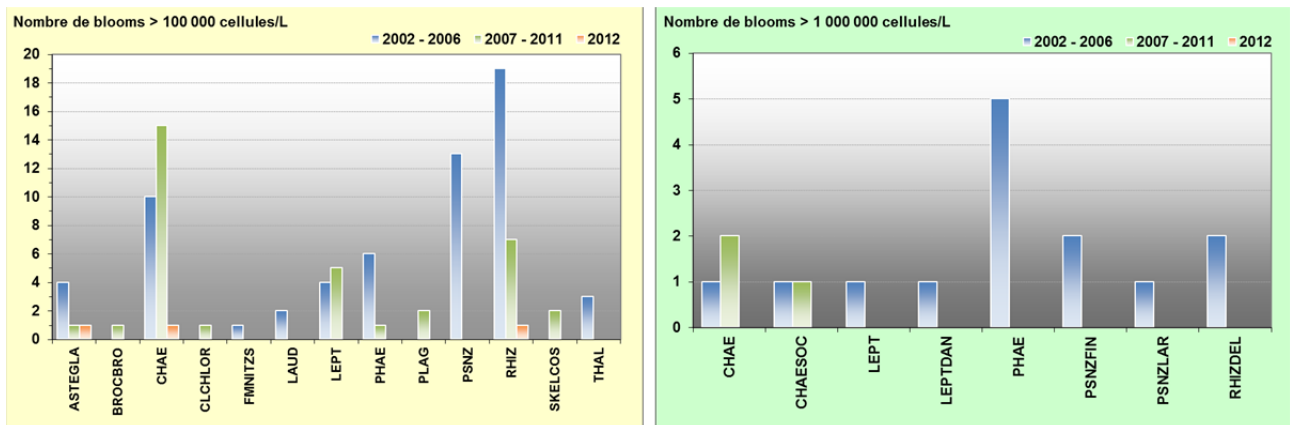
Au total, trois dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre ont été recensés en 2012 (Figure 65). Le premier bloom est dominé par *Asterionellopsis glacialis* (ASTEGLA) à une concentration de 261 600 cell.L<sup>-1</sup> le 23/05. Puis, début juin, le taxon *Guinardia delicatula* (RHIZDEL) été dénombré à une concentration de 304 700 cell.L<sup>-1</sup>, vraisemblablement contribuant au pic en chlorophylle-*a* observé en juin. Enfin, *Chaetoceros socialis* (CHAESOC) a été dénombré à 617 600 cell.L<sup>-1</sup> le 04/09.

En outre, de fortes abondances d'*Asterionellopsis glacialis* (94 200 cell.L<sup>-1</sup> le 09/05), de *Guinardia delicatula* (50 800 cell.L<sup>-1</sup> le 23/05) et de *Rhizosolenia imbricata* (RHIZIMB) (70 400 cell.L<sup>-1</sup> le 21/06) ont été observées. Malgré une influence des dinoflagellés peu marquée, la flore phytoplanctonique au niveau du point « Géfosse » est caractéristique des milieux estuariens des baies.



HT06

**Figure 64 :** Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Géfosse. CHAE = Chaetoceros sp., RHIZ = Rhizosolenia sp., PSNZ = Pseudonitzschia sp., LEPT = Leptocylindrus sp., SKELCOS = Skeletonema sp., PHAE = Phaeocystis. Zones blanches = pas de données.



**Figure 65 :** Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Géfosse entre 2002-2006 (n=122), 2007-2011 (n=104) et 2012 (n=19). 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).

### « Pertinence du suivi au point « Géfosse »

Le point de prélèvement « Géfosse » est le point retenu comme représentatif de la masse d'eau HT06 car il permet de suivre la qualité des eaux qui sont ensuite dispersées vers la côte est du Cotentin (Le Goff et al., 2005), où les activités en conchyliculture sont importantes.

### III.2.11. Masse d'eau HC11 (Port en Bessin 1 mille 2004-2006, 2009-2012)

#### **SYNTHESE HC11 :**

Le point « Port en Bessin 1 mille » représente une masse d'eau très étirée mais homogène, ne recevant pas d'apports directs importants de cours d'eau mais sous l'influence occasionnelle du panache de la Seine lorsqu'il est orienté vers l'Ouest.

Les résultats de 2012 montrent que, comme les années précédentes, les stocks hivernaux de nutriments restent modérés et légèrement inférieurs à la moyenne interannuelle (28  $\mu\text{M}$  NID, 0,9  $\mu\text{M}$  PID, 18  $\mu\text{M}$  Si). Malgré un important pic de concentration en chlorophylle-a (9  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) mesuré au mois de juin, la biomasse phytoplanctonique reste globalement faible, ce qui confirme la tendance observée depuis 2009 à des concentrations nettement inférieures à celles observées en 2004-2006 (moy. 2012 : 2,0  $\mu\text{g.L}^{-1}$  ; moy. 2004-2006 : 4,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

Le bloom phytoplanctonique de début juin est caractérisé par le dépassement du seuil de 100 000 cellules par litre par des diatomées de la famille des *Rhizoleniaceae* : *Guinardia delicatula* (RHIZDEL, 626 300  $\text{cell.L}^{-1}$ ) et *Rhizolenia imbricata* (RHIZIMB, 111 000  $\text{cell.L}^{-1}$ ). Avec le taxon *Pseudo-Nitzschia*, le développement de ces espèces constituait déjà la plupart des dépassements de seuils de concentrations pendant la période 2004-2006. La masse d'eau HC11 présente un peuplement phytoplanctonique considéré comme représentatif des eaux ouvertes de la Manche, influencé par des espèces estuariennes.

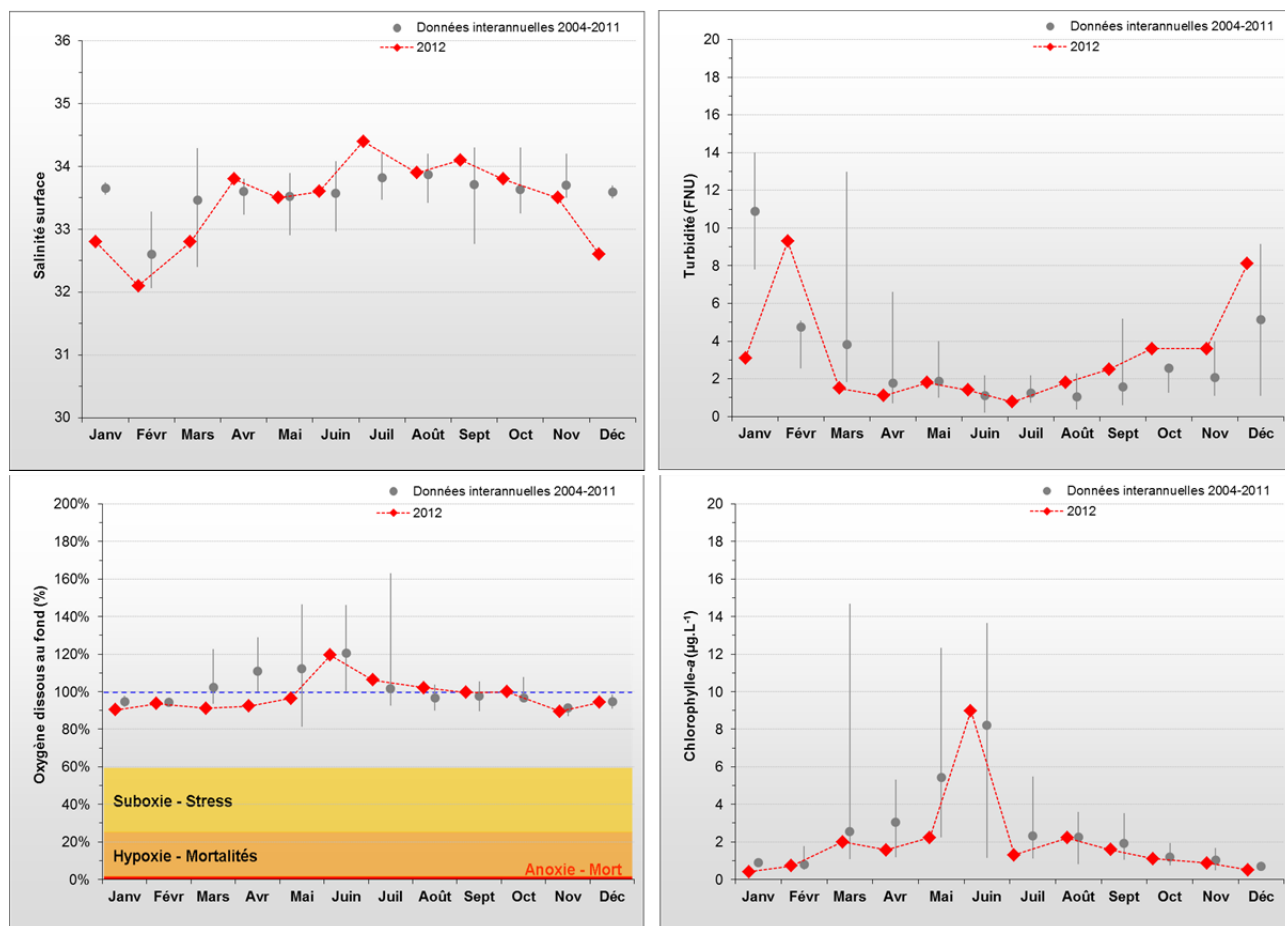
HC11

#### Hydrologie au point « Port en Bessin 1 mille »

La masse d'eau HC11 est très étirée d'Est en Ouest mais ne semble pas présenter d'hétérogénéité, et subit la composante résiduelle des courants de marée orientée vers l'Ouest (Le Goff *et al.*, 2005). Cette masse d'eau ne reçoit pas d'apports directs importants en provenance des principaux cours d'eau voisins. Du fait de ces faibles apports, la salinité varie peu en 2012, et reste comprise entre 32,1 et 34,4 avec une valeur moyenne de 33,4. La dessalure la plus importante est observée en décembre (- 0,9 unités), et reste donc très modérée (Figure 66). La turbidité reste faible (3,2 FNU en moyenne), malgré deux pics associés à des dessalures : en février (9,3 FNU) puis en décembre (8,1 FNU) (Figure 66).

Dans les observations, la période productive débute mi-mars avec une légère augmentation de la concentration en chlorophylle-a (2,0  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). La biomasse atteint sa valeur la plus importante début juin avec un pic à 9,0  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . Début août, un nouveau très léger pic de concentration en chlorophylle-a (2,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) a été observé. Malgré la forte valeur de biomasse observée au mois de juin, la biomasse moyenne en 2012 (2,0  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) a été du même ordre de grandeur que celle mesurée depuis 2009 (1,7  $\mu\text{g.L}^{-1}$  à 2,1  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 66). Ce résultat contraste une nouvelle fois avec les valeurs de biomasse chlorophyllienne mesurées sur la période 2004-2006 (4,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en moyenne).

La concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %), marquant un milieu correctement oxygéné pour toutes les observations en 2012 (Figure 66).



**Figure 66 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2011 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2011 (gris) et 2012 (♦).

HC11

Les stocks hivernaux en nutriments (27  $\mu\text{M}$  NID, 0,9  $\mu\text{M}$  PID, et 16  $\mu\text{M}$  Si) ont été légèrement inférieurs aux stocks interannuels (28  $\mu\text{M}$  NID, 0,9  $\mu\text{M}$  PID, et 18  $\mu\text{M}$  Si). Ces stocks ont connu une très forte diminution entre mars et juin malgré une légère recharge en mai. Les concentrations les plus faibles ont été mesurées en juillet-août pour le stock en nitrate + nitrite (0,9  $\mu\text{M}$  à 1,3  $\mu\text{M}$ ), en juin-juillet pour le phosphate (0,05  $\mu\text{M}$ ) et en juin pour le silicate (0,31  $\mu\text{M}$ ). La recharge progressive de ces stocks a été perceptible dès le mois de juillet concernant le silicate, dès le mois d'août concernant le phosphate, et dès le mois de septembre pour le nitrate + nitrite (Figure 67).

Ces résultats sont complétés par l'étude de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 67), qui montre des similitudes avec les observations faites en baie des Veys (cf. § III.2.9. et III.2.10.). En effet, entre janvier et début juillet, le NID apparaît en net excès par rapport au PID et Si. En outre, le rapport Si/PID est très équilibré de janvier à mai, après quoi le silicium paraît en léger déficit par rapport au phosphore début juin (correspondant à la consommation par des diatomées (voir ci-dessous). Ces résultats paraissent conformes aux observations interannuelles, même si le déficit estival en azote est beaucoup moins marqué en 2012 que les années précédentes.

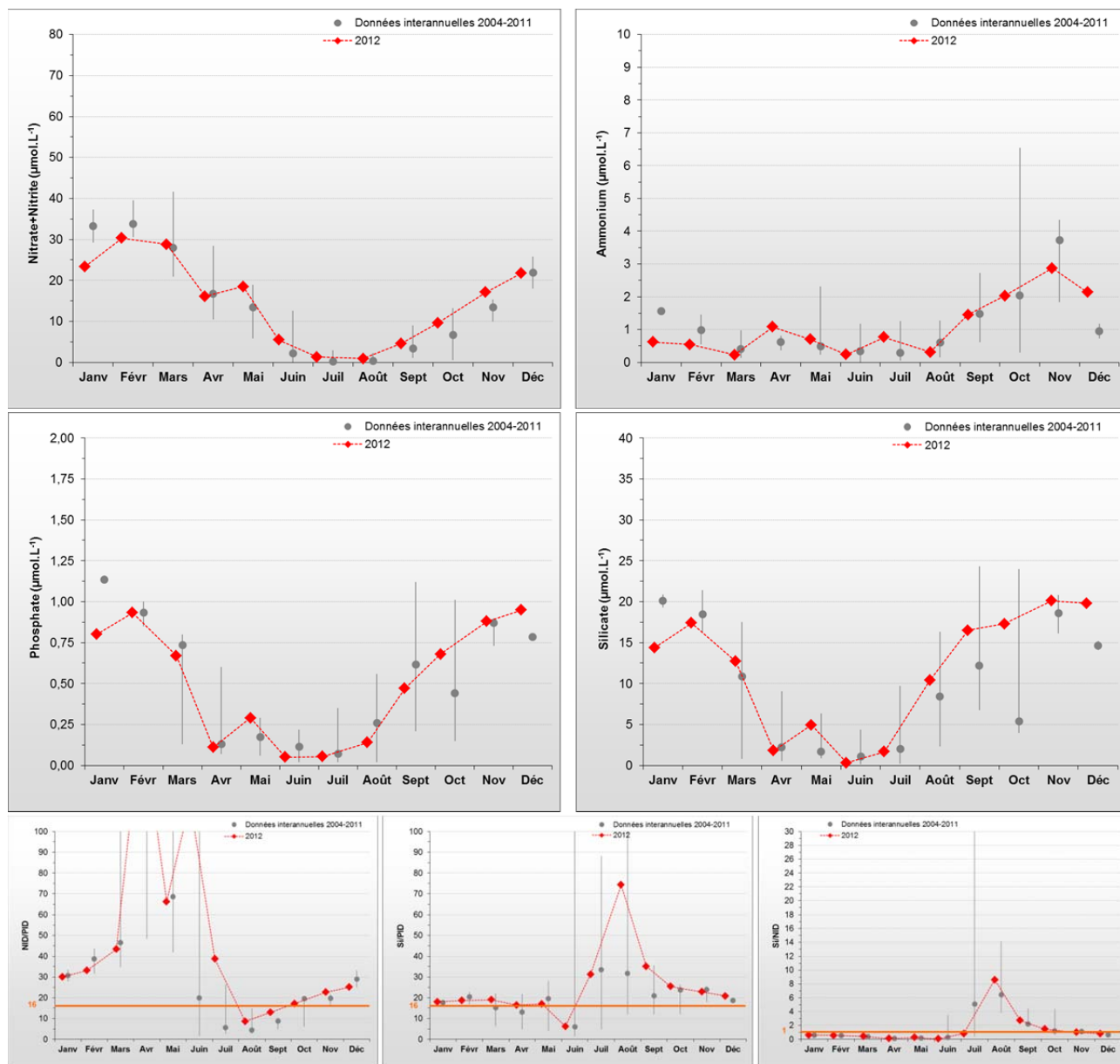


Figure 67 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006, 2009-2011 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2006, 2009-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Port en Bessin 1 mille »

Les données issues des flores partielles indicatrices à « Port en Bessin 1 mille », font apparaître deux dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre lors du prélèvement du 05 juin : *Guinardia delicatula* (RHIZDEL, 626 300 cell.L<sup>-1</sup>) et *Rhizosolenia imbricata* (RHIZIMB, 111 000 cell.L<sup>-1</sup>) (Figure 68). La prolifération de ces diatomées a vraisemblablement contribué au pic de concentration en chlorophylle-a (9 µg.L<sup>-1</sup>), et peut être à l'origine de l'épuisement ponctuel du stock de silicates au mois de juin et à sa régénération fin août. A noter en outre que le taxon *Pseudo-Nitzschia* (potentiellement toxique) a pu être dénombré en très faible concentration à plusieurs reprises au cours de l'année 2012.

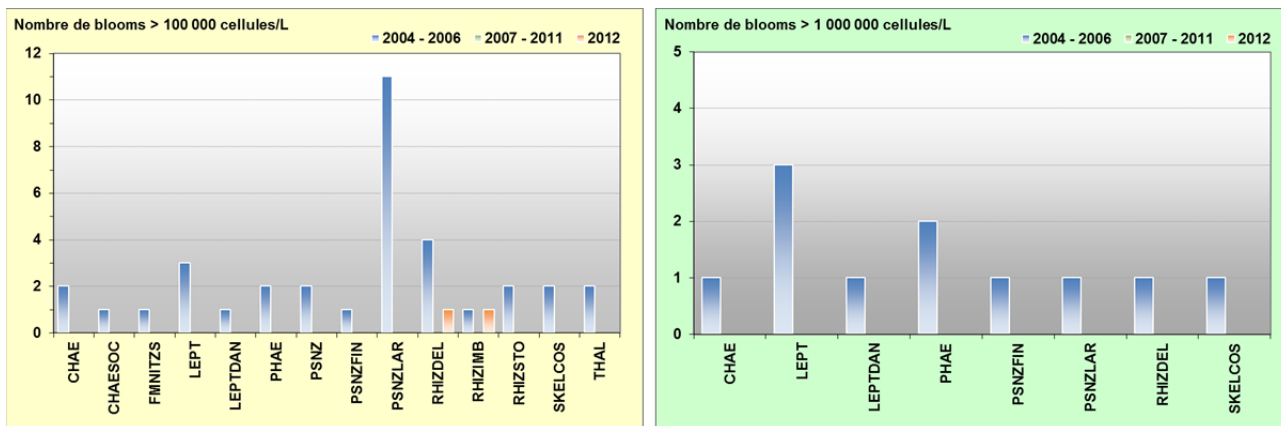


Figure 68 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Port en Bessin 1 mille entre 2004-2006 (n=55), 2009-2011 (n=36) et 2012 (n=12).

Depuis le début du suivi en 2004, quatorze taxons avaient dépassé 35 fois le seuil de 100 000 cellules par litre, dont huit avaient aussi dépassé 11 fois le seuil de 1 000 000 cellules par litre. Les dinoflagellés du genre *Pseudo-Nitzschia* sp. (PSNZ) étaient dominants, ayant à eux seuls contribué à 40 % de ces blooms, et les diatomées de la famille *Rhizosoleniaceae* (RHIZ) à 20 % (Figure 68). Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à « Port en Bessin 1 mille » sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens. Malgré l'absence d'estuaire dans cette masse d'eau, cette influence pourrait donc être due à des résurgences de l'*Aure*, nombreuses de part et d'autre du port de Port-en-Bessin.

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

Aux vues des résultats obtenus, le cycle des nutriments au point « Port en Bessin 1 mille » est de type « atypique » et similaire à celui observé lors des périodes 2004-2006 et 2009-2011. A contrario, bien que similaire à celui de la période 2009-2011, le développement biologique est significativement moins important que celui des années précédentes.

### III.2.12. Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2012)

#### SYNTHESE HC12 :

Le suivi du point « Asnelles-Meuvoines » permet d'évaluer la qualité d'une masse d'eau abritant une zone ostréicole importante. Comme en 2011, une grande similarité entre les résultats obtenus au niveau du point « Asnelles-Meuvoines » et ceux obtenus au niveau du point « Port-en-Bessin 1 mille » a pu être observée.

La production primaire a été de nouveau faible ( $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$  en moyenne) malgré des stocks hivernaux en nutriments proches des valeurs moyennes interannuelles ( $29 \mu\text{M NID}$ ,  $1 \mu\text{M PID}$ ,  $18 \mu\text{M Si}$ ), mais légèrement plus fortes en NID. Celui-ci était en net excès pendant le premier semestre, puis, une légère carence en PID a pu être observée en juillet.

Les taxons rencontrés ont été identiques à ceux de la masse d'eau HC11 mais dans des proportions moindres (un seul dépassement du seuil de 100 000 cellules par litre par *Guinardia delicatula*). Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est représentatif des eaux ouvertes de la Manche avec une faible influence des eaux estuariennes.

#### Hydrologie au point « Asnelles-Meuvoines »

HC12

La masse d'eau HC12 fait partie d'un continuum hydrologique avec les masses d'eau HC13 et HC14, et est sous l'influence indirecte de la *Seulles*. En effet, bien que les moyennes interannuelles de biomasse chlorophyllienne y soient apparues très différentes, la courantologie y est par contre tout à fait comparable (Le Goff *et al.*, 2005).

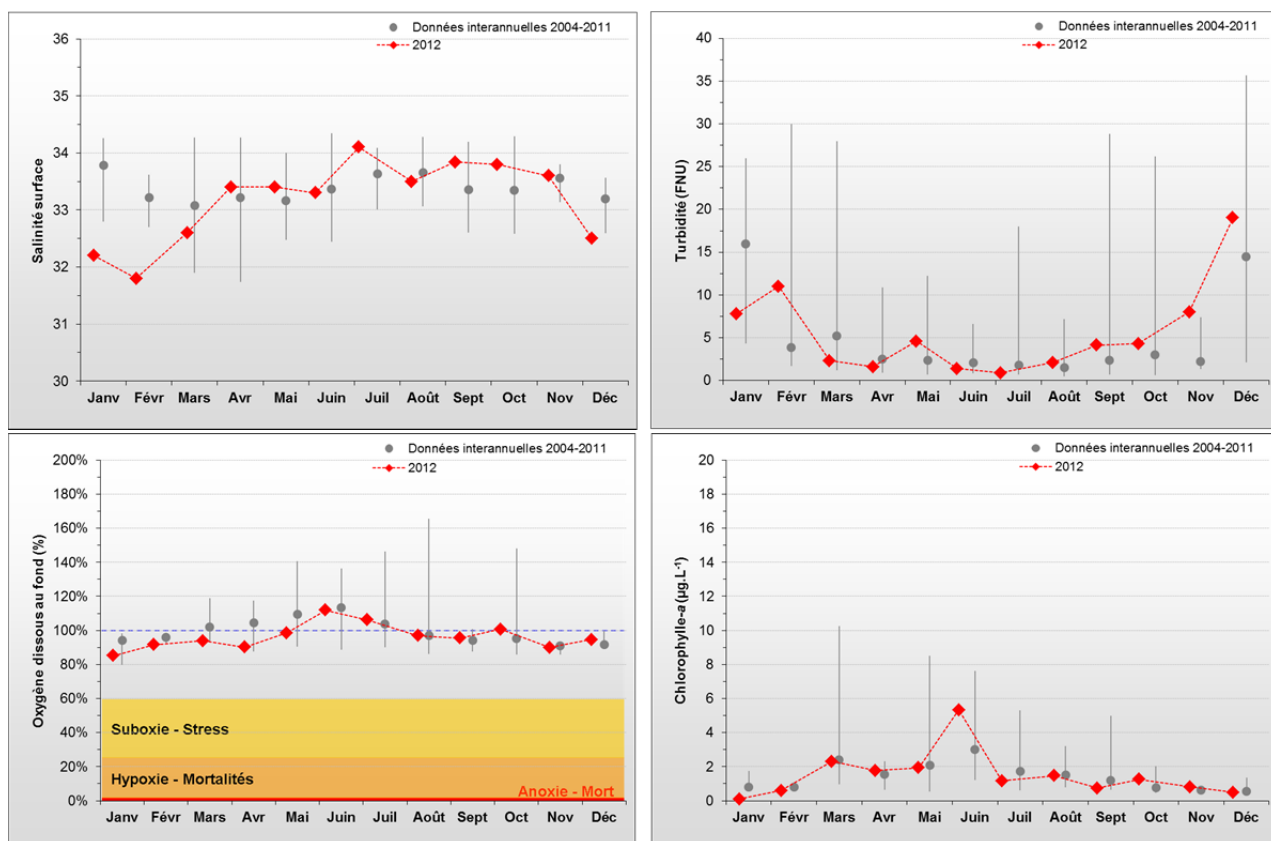


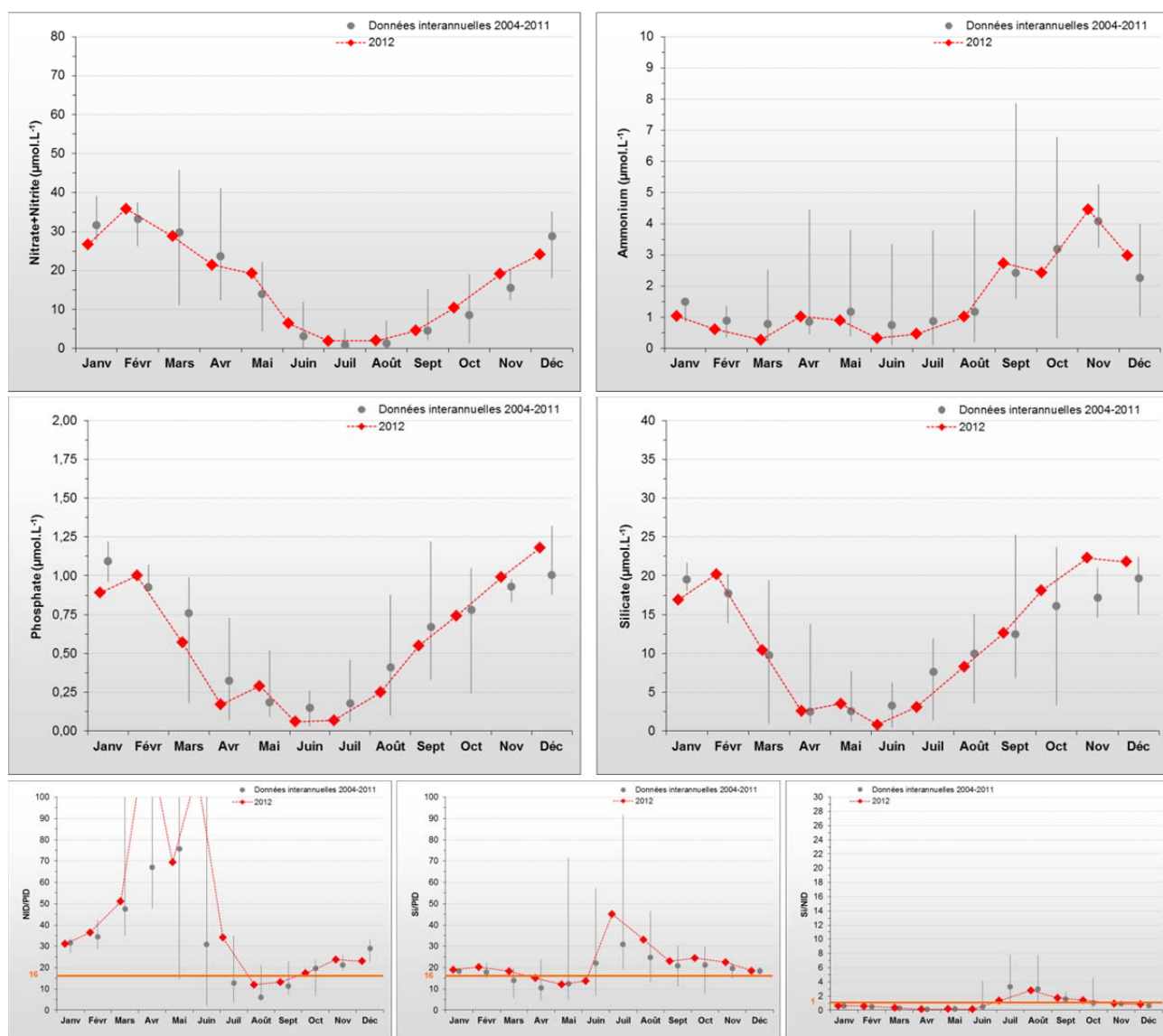
Figure 69 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2011 (gris) et 2012 (♦).



En 2012, les fluctuations de salinité ont été peu marquées, avec des valeurs comprises entre 31,8 et 34,1 (moyenne : 33,2). La dessalure la plus importante (-1,1 unité) a été observée au mois de décembre (Figure 69). La turbidité est restée faible (5,6 FNU en moyenne) malgré l'existence de 2 pics en février (11 FNU) ainsi qu'en décembre (19 FNU). La turbidité paraît corrélée négativement avec la salinité entre février et avril ainsi qu'entre octobre et décembre (Figure 69).

Selon les observations réalisées, la période de production primaire semble débuter mi-mars avec un premier léger pic en chlorophylle-a ( $2,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), suivi par un second pic plus important ( $5,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) début juin (Figure 69), qui est moins marqué mais observé à la même date que le pic mesuré au point « Port-en-Bessin 1 mille » (Figure 66). Le reste de l'année, la biomasse a été inférieure à  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$ , d'où une biomasse moyenne en 2012 de  $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$  inférieure à la moyenne interannuelle 2004-2011 pourtant déjà basse ( $1,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ ).

La concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation ( $> 85\%$ ), marquant un milieu correctement oxygéné lors des observations en 2012 (moy. =  $96,3\%$ ) (Figure 69).



**Figure 70 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID et Si/PID et Si/NID sur Asnelles-Meuvinnes entre 2004 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2011 (gris) et résultats 2012 (◆).

Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 (32 µM NID, 0,95 µM PID, 18,5 µM Si) étaient similaires aux moyennes interannuelles (29 µM NID, 1 µM PID, 18,5 µM Si), avec toutefois un léger excédent de NID. Une forte diminution des stocks entre février et juin liée à la consommation par la production primaire a été observée, malgré une légère recharge au mois de mai lors duquel le débit de la *Seulles* a été supérieur de 72 % à la normale (cf. § III.1.3.). Les valeurs minimales de concentrations en nutriments ont été atteintes en juillet-août pour le nitrate + nitrite ( $\leq 2 \mu\text{M}$ ), en juin-juillet pour le phosphate ( $\leq 0,07 \mu\text{M}$ ), et en juin pour le silicate (0,8 µM). La recharge progressive des stocks a été perceptible dès le mois de juillet pour le silicate, août pour le phosphate, et septembre pour le nitrate + nitrite (Figure 70).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 70), met en évidence un net excès de NID par rapport au PID et Si entre janvier et juin (en particulier entre avril et juin), et une légère carence potentielle en PID par rapport à l'azote et en Si début juillet.

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Asnelles-Meuvoines »

L'étude des résultats d'analyses de flores indicatrices partielles réalisées en 2012 dans les prélèvements au point « Asnelles-Meuvoines », met en évidence un dépassement du seuil de 100 000 cellules par litre début juin, lors du pic de biomasse le plus important de l'année (Figure 69), par le taxon *Guinardia delicatula* (RHIZDEL, 511 000 cell.L<sup>-1</sup> le 06 juin), accompagné d'une autre diatomée appartenant au même groupe : *Rhizosolenia imbricata* (RHIZIMB, 67 500 cell.L<sup>-1</sup>). Similairement à ce qui a été observé au niveau du point « Port-en-Bessin 1 mille », le dépassement du seuil de 100 000 cellules par litre s'est produit le 6 juin et les espèces présentes étaient identiques au niveau de ces deux points.

HC12

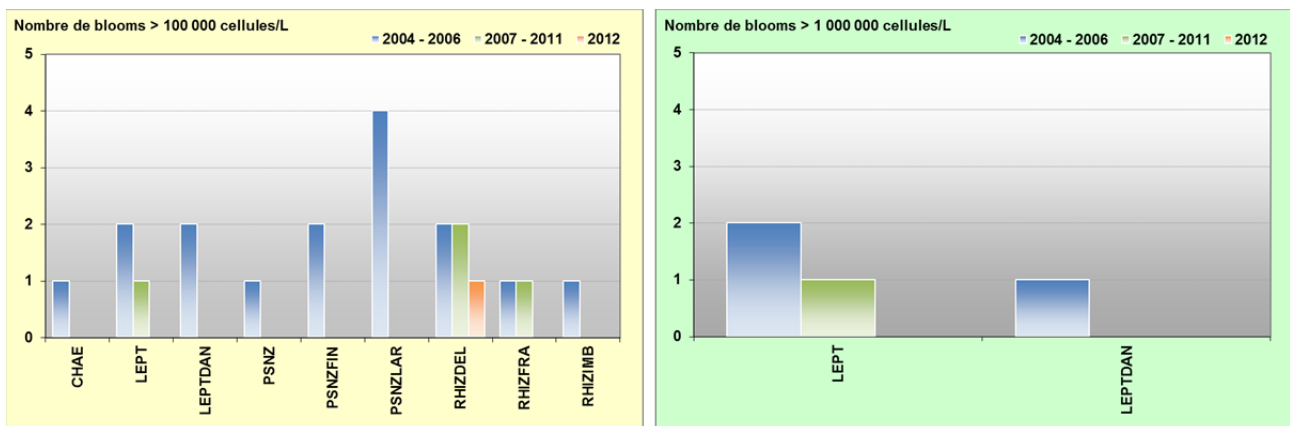


Figure 71 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Asnelles-Meuvoines entre 2004-2006 (n=70), 2007-2011 (n=104) et 2012 (n=12).

### Pertinence du suivi au point « Asnelles-Meuvoines »

Le point de prélèvement « Asnelles-Meuvoines » est le point retenu comme représentatif de la masse d'eau HC12 car il permet de suivre la qualité des eaux dans une zone relativement peu productive mais abritant une importante zone ostréicole, et dont les courants génèrent un déplacement rapide des eaux de l'est vers l'ouest jusqu'à atteindre le large de la masse d'eau (Le Goff et al., 2005). Le suivi réalisé en 2012 au niveau de cette masse d'eau met en évidence un cycle hydrobiologique de type « classique ».

### III.2.13. Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2012)

#### **SYNTHESE HC13 :**

Le suivi du point « St Aubin les Essarts » permet d'évaluer la qualité de la masse d'eau HC13 influencée par la masse d'eau HC14 et influençant la masse d'eau HC12.

En 2012, cette masse d'eau a subi de faibles dessalures ( $\leq 0,6$ ) mais fréquentes, ainsi que quelques pics de turbidité en période automnale (max. 18 FNU, en décembre). Les stocks de nutriments sont restés proches des valeurs interannuelles (30  $\mu\text{M}$  NID ; 1  $\mu\text{M}$  PID ; 19  $\mu\text{M}$  Si) avec cependant davantage de NID (+ 5  $\mu\text{M}$ ). Ces stocks ont permis le développement d'une biomasse phytoplanctonique annuelle modérée (moy. 2012 : 2,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), les valeurs les plus fortes ayant été atteintes entre mars et juin (max. 6,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 09/05). Ces stocks n'ont pas été complètement épuisés en été, et seules de légères carences en Si (début mai) ainsi qu'en PID (début juillet) ont été observées.

Le taxon *Phaeocystis* a été responsable du seul dépassement de seuil de 100 000 cellules par litre (« PHAE », 250 000  $\text{cell.L}^{-1}$  le 09/05), une espèce classée comme nuisible qui n'avait pas développé de bloom depuis 2006. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est considéré comme représentatif des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

#### Hydrologie au point « St Aubin les Essarts »

La masse d'eau HC13 fait partie d'un continuum hydrologique avec les masses d'eau HC12 et HC14. En effet, bien que les moyennes interannuelles de biomasse chlorophyllienne y soient apparues très différentes, la courantologie y est par contre tout à fait comparable (Le Goff *et al.*, 2005). La masse d'eau HC13 ne reçoit pas d'apport direct important en provenance des bassins versants, ce qui explique les fluctuations de salinité relativement faibles constatées en 2012, mais est sous l'influence indirecte de l'Orne. La salinité varie globalement peu des valeurs comprises entre 31,9 et 33,9, et des dessalures ne dépassant pas 0,6 en 2012 (Figure 72). La turbidité reste modérée mais supérieure aux années antérieures (moyenne 2012 : 4,8 FNU ; moyenne interannuelle : 2,6 FNU), en raison de valeurs importantes en janvier (10 FNU), février (8,3 FNU) et décembre (18 FNU) (Figure 72).

D'après les observations, la production primaire a débuté en mars avec un premier pic en chlorophylle-*a* de 5,7  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 12 mars, suivi d'autres pics de concentration début mai (6,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 09/05), et début juin (5,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 05/06), ainsi que d'une légère hausse de biomasse mi-juillet (1,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 19/07) (Figure 72). La biomasse moyenne en 2012 (2,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) est de ce fait, légèrement supérieure à la moyenne interannuelle 2004-2011 (2,0  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

La concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation ( $> 84\%$ ), marquant un milieu correctement oxygéné lors des observations en 2012 (moy. = 95,3 %) (Figure 72).

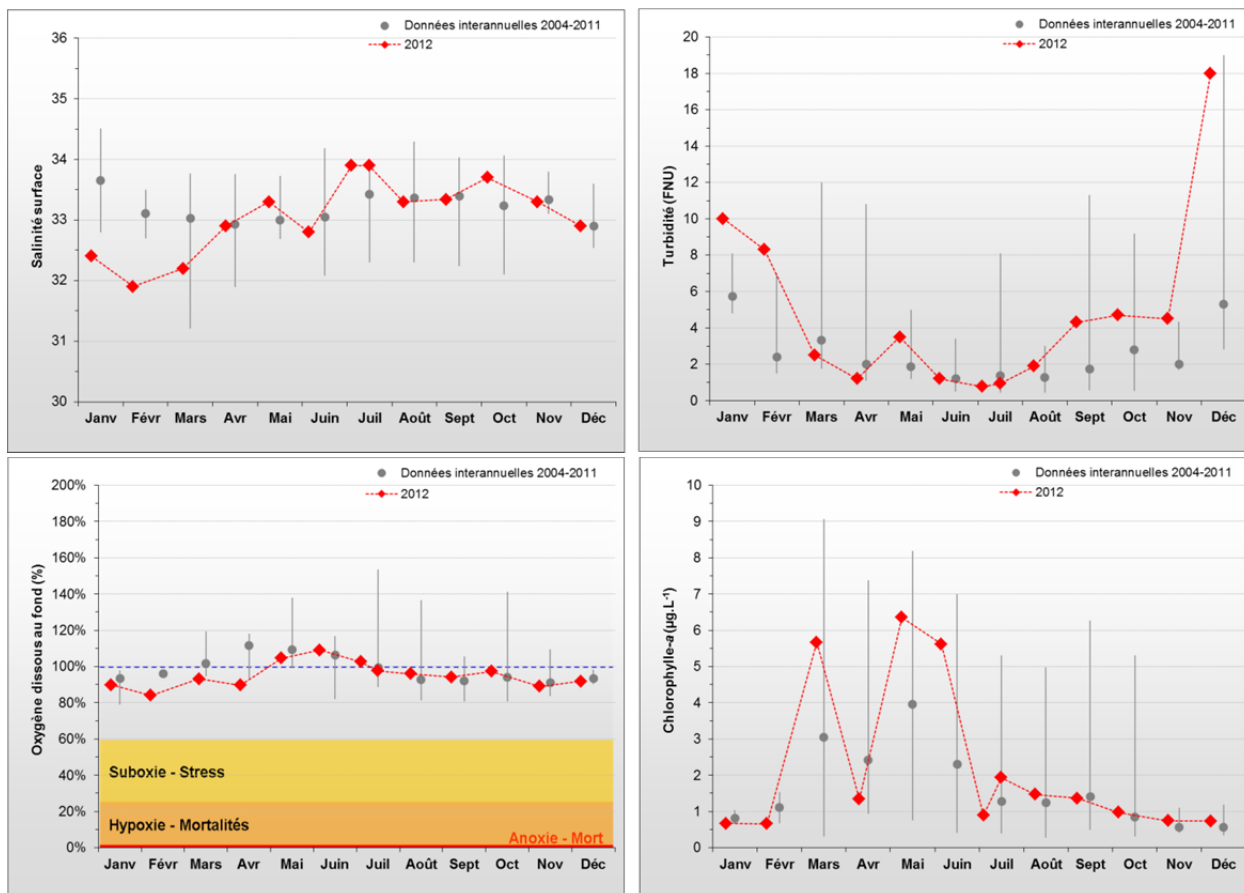


Figure 72 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2011 (gris) et 2012 (♦).

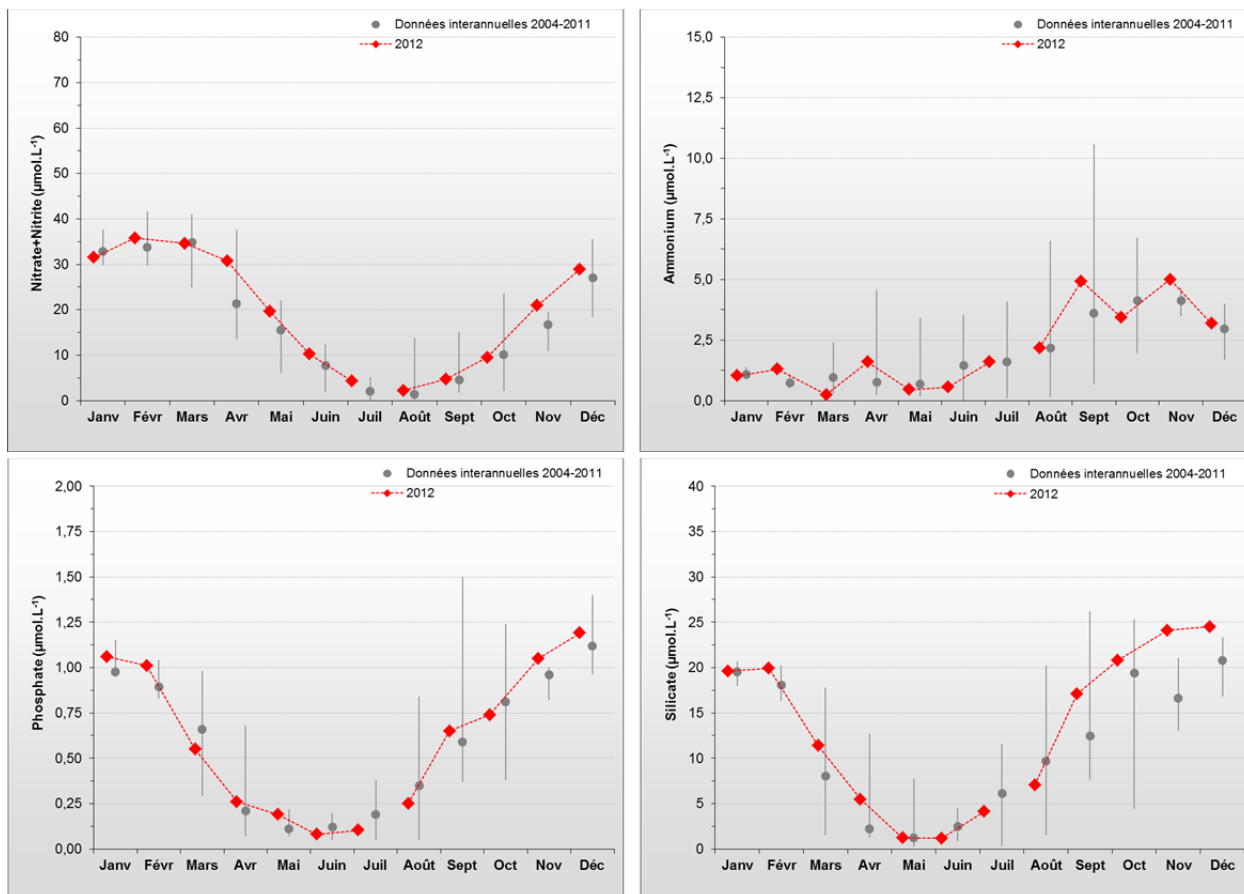


Figure 73 : Évolution des concentrations en nutriments à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2011 (gris) et 2012 (♦).

HC13

Les stocks hivernaux de nutriments en 2012 (35 µM NID ; 1,0 µM PID ; 20 µM Si) étaient légèrement supérieurs aux moyennes interannuelles (30 µM NID ; 1,0 µM PID ; 19 µM Si), surtout concernant le NID, comme au point « Asnelles-Meuvinnes ». Les minima de concentrations ont été atteints en mai-juin pour le silicate (1,2 µM), en juin-juillet pour le phosphate (0,1 µM) et en août pour le nitrate + nitrite (2,2 µM). Aucun des nutriments n'a donc été complètement épuisé, et la régénération des stocks a été perceptible dès le mois de juillet pour le silicate, dès le mois d'août pour le phosphate et dès le mois de septembre pour le nitrate + nitrite (Figure 73).

L'examen des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 73) met en évidence un net excès de NID par rapport au PID et Si entre janvier et début juillet (en particulier entre avril et juin), une légère carence potentielle en Si début mai, et puis en PID début juillet.

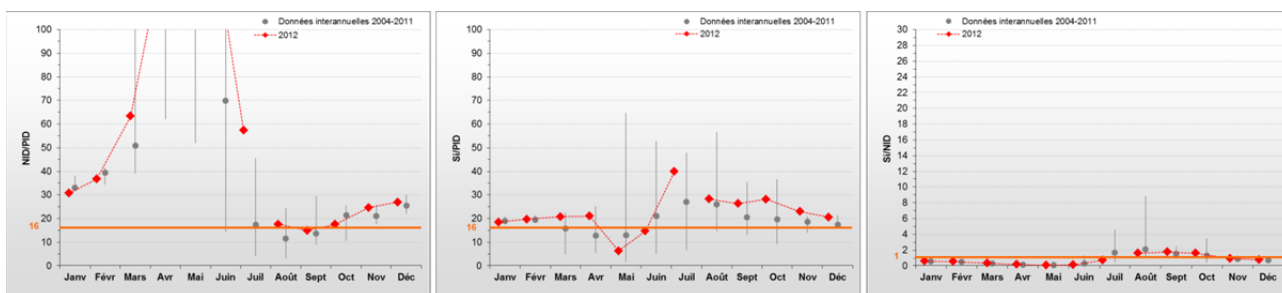


Figure 74 : Évolution des rapports NID/PID et Si/PID et Si/NID à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2011 (gris) et 2012 (♦).

### Peuplements phytoplanctoniques au point « St Aubin les Essarts »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) à « St Aubin les Essarts » fait apparaître en 2012 un dépassement du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre par le taxon *Phaeocystis*, nuisible et caractéristique d'un milieu riche en nitrates (PHAE, 250 000 cell.L<sup>-1</sup>, le 09/05), le dernier datant de 2006 (Figure 75). Des concentrations notables du taxon *Pseudo-Nitzschia* (PSNZLAR, 47 800 cell.L<sup>-1</sup> le 09/05 ; 88 400 cell.L<sup>-1</sup> le 05/06 ; 15 600 cell.L<sup>-1</sup> le 04/07) ont en outre été observées. Les peuplements présents sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

HC13

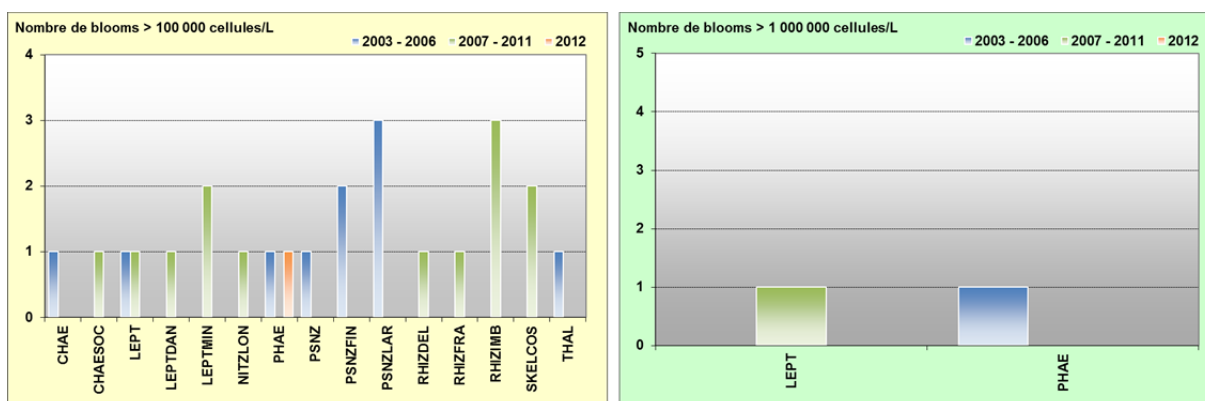


Figure 75 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à St Aubin les Essarts entre 2003-2006 (n = 80), 2007-2011 (n = 115) et 2012 (n = 13).

### Pertinence du suivi au point « St Aubin les Essarts »

Le point de prélèvement « St Aubin les Essarts » est le point retenu comme représentatif de la masse d'eau HC13 car il permet de suivre la qualité des eaux dans une zone où les courants génèrent un déplacement rapide des eaux de l'est vers l'ouest jusqu'à atteindre le large de la masse d'eau, et est sous l'influence directe de la masse d'eau HC14 (Le Goff et al., 2005).

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

#### **SYNTHESE HC14 :**

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

Les dessalures, modérées mais fréquentes, sont associées à des apports terrigènes généralement faibles ( $\leq 5$  FNU) avec toutefois plusieurs pics dépassant 10 FNU en fin d'année 2012. La biomasse chlorophyllienne, soutenue par plusieurs pics de mars à juillet, a été globalement plus faible que les autres années, avec une moyenne de  $3 \mu\text{g.L}^{-1}$  à « Luc 1 mille », et de  $5,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  à « Ouistreham 1 mille ». Les stocks hivernaux de NID et de Si ont été supérieurs à ceux des années précédentes, et typiquement plus forts au niveau du point « Ouistreham 1 mille » ( $78 \mu\text{M NID}$  ;  $34,5 \mu\text{M Si}$ ) qu'au niveau du point « Luc 1 mille » ( $36 \mu\text{M NID}$  ;  $20 \mu\text{M Si}$ ). Les stocks de PID sont restés équivalents entre les deux points et similaires à la moyenne interannuelle ( $\sim 1 \mu\text{M}$ ). L'épuisement des nutriments n'a pas été complet même si ces stocks ont atteint de très faibles valeurs, ponctuellement (NID) ou de manière plus prolongée (PID et Si).

Cinq dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre se sont produits au point « Luc 1 mille », contre 22 dépassements de ce seuil (dont 7 dépassements du seuil de 1 000 000  $\text{cell.L}^{-1}$ ) au point « Ouistreham 1 mille ». Les données interannuelles indiquent que les peuplements phytoplanctoniques au niveau de ces points sont caractéristiques des milieux estuariens.

HC14

#### III.2.14.1. Luc 1 mille 2001-2012

##### Hydrologie au point « Luc 1 mille »

Le point « Luc 1 mille » marque une transition avec les points de suivi de l'Ouest, puisqu'il est beaucoup plus soumis à l'influence des apports terrigènes de l'Orne. La salinité moyenne en 2012 est de 33,2 soit légèrement supérieure (+ 0,3) à la moyenne interannuelle. Les dessalures sont fréquentes avec des valeurs modérées ( $\leq 1,2$ ) entre mai et septembre, et une diminution plus marquée en décembre (- 2) (Figure 76), probablement due au débit particulièrement élevé de l'Orne en automne (+ 190 % par rapport au débit moyen, cf. § III.1.3.). La turbidité moyenne en 2012 est très faible à 3,4 FNU, et est légèrement supérieure à la moyenne interannuelle (2,4 FNU). Les pics les plus importants de turbidité sont observés le 30/10 (12 FNU) et le 17/12 (11 FNU), et coïncident avec la dessalure automnale citée précédemment (Figure 76).

D'après les observations, la période productive débute en mars, avec un premier pic en chlorophylle-a ( $8,3 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 22/03). Ce pic est suivi d'une période d'importante production primaire entre le 09/05 et le 20/06, caractérisée par des valeurs supérieures à  $5,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ , atteignant un pic de  $9,0 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 24/05. En juillet, deux légers pics de concentration en chlorophylle-a :  $4,1 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 09/07 et  $4,3 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 23/07 sont également mesurés (Figure 76). Malgré ces multiples pics plus ou moins importants, la biomasse chlorophyllienne est globalement légèrement plus faible en 2012 (moy.  $3,0 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) que la moyenne interannuelle ( $3,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ ).

Cette biomasse modérée n'a à aucun moment entraîné de risque de suboxie au fond de la colonne d'eau, puisque les valeurs mesurées sont restées supérieures à 88 % toute l'année, avec une concentration moyenne voisine de 100 % (Figure 76).

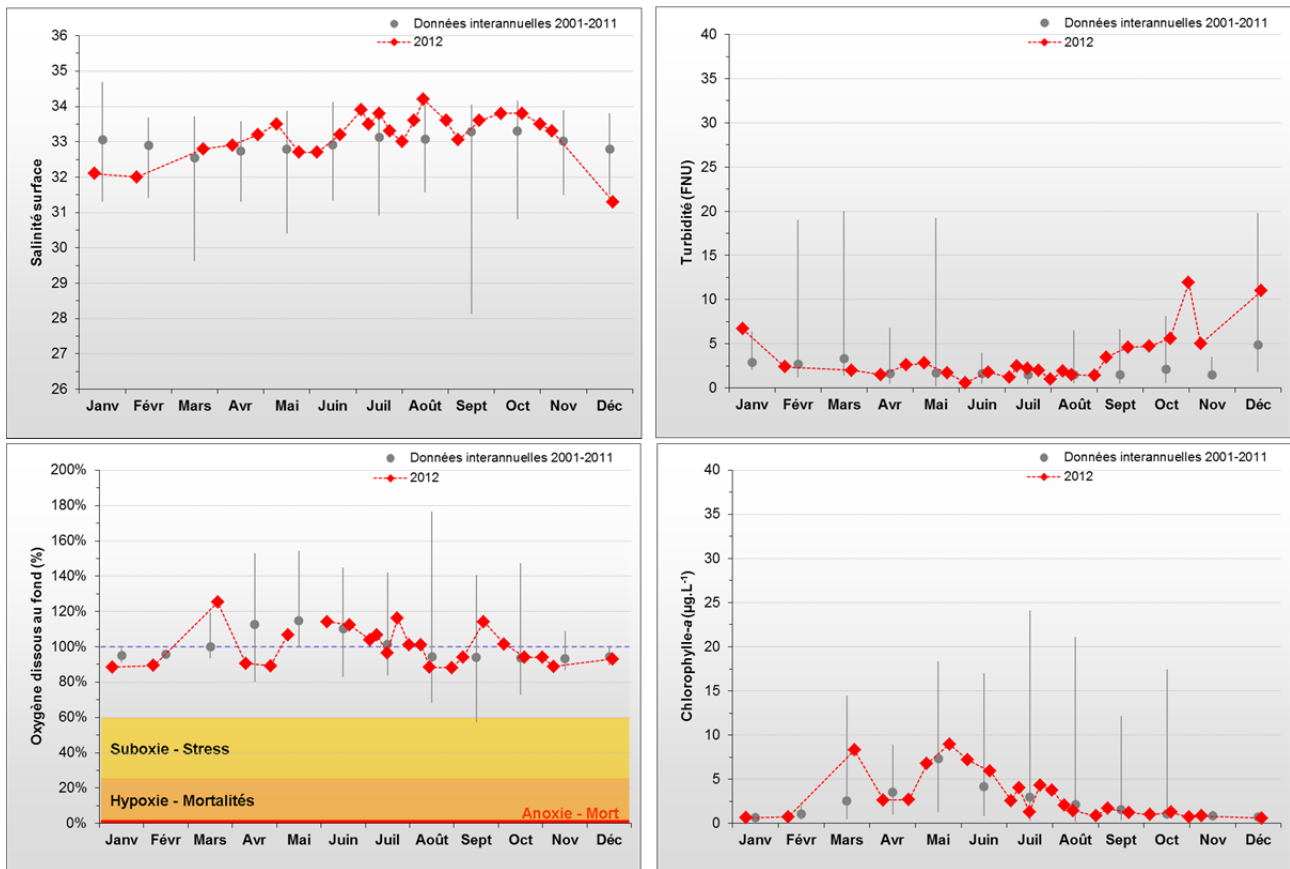


Figure 76 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Luc 1 mille entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et 2012 (♦).

Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 (36  $\mu\text{M}$  NID, 1,0  $\mu\text{M}$  PID, 20  $\mu\text{M}$  Si) sont supérieurs de 5,1  $\mu\text{M}$  concernant le NID, et de 2,1  $\mu\text{M}$  concernant le Si, et inférieurs de 0,05  $\mu\text{M}$  pour le PID par rapport aux moyennes interannuelles. La diminution de ces stocks en nutriments s'est produite dès le mois de mars, et a été plus rapide pour le PID et le Si que pour le NID. Une légère recharge du milieu a été mesurée mi-avril, en lien avec de probables apports en provenance du bassin versant de l'Orne. Aucun des nutriments n'a été complètement épuisé, les minima de concentration ont été atteints en août pour le nitrate + nitrite (1,5  $\mu\text{M}$ ), entre fin mai et début juillet pour le phosphate (0,06  $\mu\text{M}$ ), et en juin pour le silicate (0,35  $\mu\text{M}$ ). La recharge des stocks en PID et en Si a été perceptible dès le mois de juillet mais a été réellement importante uniquement à partir de septembre. La recharge du stock en nitrate + nitrite n'a été perceptible qu'à partir de septembre. Deux pics importants en ammonium ont également été observés début septembre (5,5  $\mu\text{M}$ ) et début novembre (5  $\mu\text{M}$ ), probablement dus à l'activité biologique estivale ainsi qu'à des apports par les crues automnales (Figure 77).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 77) met en évidence un très net excès de NID par rapport au Si et au PID entre fin mars et début juillet, et des valeurs plus proches de l'équilibre entre mi-juillet et fin octobre. Cependant, une légère carence en Si par rapport au phosphore est observée entre mai et juin, et en PID par rapport au silicium entre juillet et août.

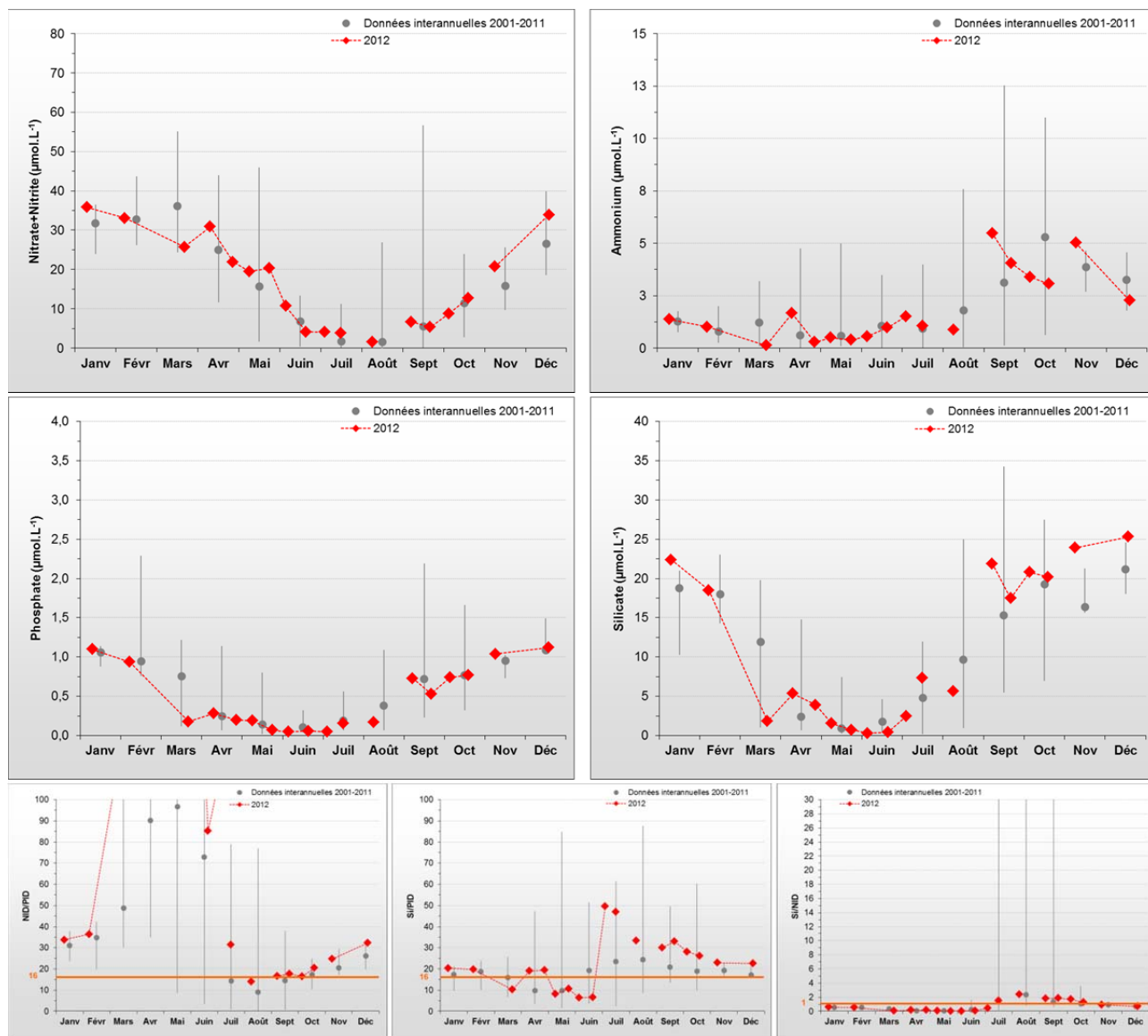


Figure 77 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Luc 1 mille entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et 2012 (♦).

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Luc 1 mille »

L'examen des peuplements phytoplanctoniques au point « Luc 1 mille » (flores partielles) met en évidence 5 dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre mais aucun dépassement du seuil de concentration de 1 000 000 cellules par litre (Figure 78). Quatre taxons sont à l'origine de ces dépassements de seuils, qui se sont tous produits entre début mai et début juillet, d'où une biomasse chlorophyllienne soutenue à cette époque (Figure 76).

Le prélèvement du 09/05 a été marqué par un bloom du taxon *Phaeocystis* (PHAE, 840 000 cell.L<sup>-1</sup>). Ce taxon frôle ainsi le seuil de concentration de 1 000 000 cellules par litre, qu'il a déjà dépassé à 6 reprises entre 2001 et 2006. Le 5 juin, deux blooms ont été observés pour les taxons *Rhizosolenia imbricata* (RHIZIMB, 160 400 cell.L<sup>-1</sup>) et *Pseudo-Nitzschia* (PSNZLAR, 285 000 cell.L<sup>-1</sup>). La diatomée *Rhizosolenia imbricata* a été dénombrée avec un nouveau dépassement du seuil fin juin (147 200 cell.L<sup>-1</sup>), d'où le léger déficit de Si dans le milieu (Figure 77). Enfin, début juillet, le taxon *Leptocylindrus* sp., potentiellement nuisible, a été observé avec un nouveau dépassement du seuil DCE (LEPT, 288 500 cell.L<sup>-1</sup>).



Entre début mai et mi-août, le taxon *Pseudo-Nitzschia* (PSNZLAR) est remarqué par sa présence récurrente mais sans dépassement de seuil, en particulier fin mai (86 300 cell.L<sup>-1</sup> le 24/05) et début juillet (71 000 cell.L<sup>-1</sup> le 04/07). Ces peuplements responsables depuis 2002 de multiples dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre, sont en 2012 caractéristiques d'un milieu semi-ouvert à marin. La présence, les années précédentes, de taxons tels que *Chaetoceros sp.* permet cependant d'affirmer que le point « Luc 1 mille » présente généralement des distributions d'espèces caractéristiques des estuaires et des baies (Figure 78).

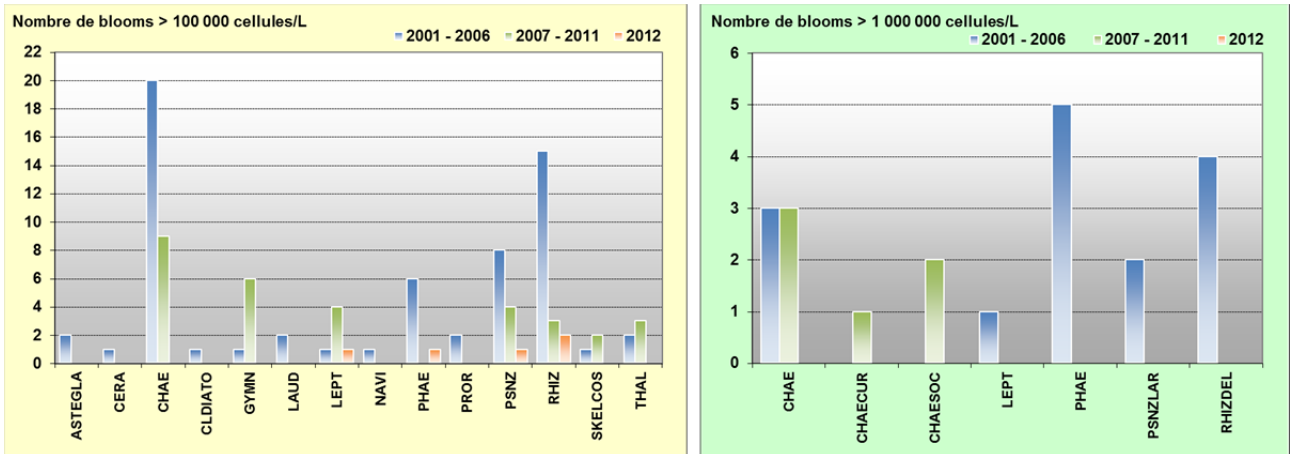


Figure 78 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Luc 1 mille entre 2001-2006 (n = 166), 2007-2011 (n = 145) et 2012 (n = 24).

**Pertinence du suivi au point « Luc 1 mille »**

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

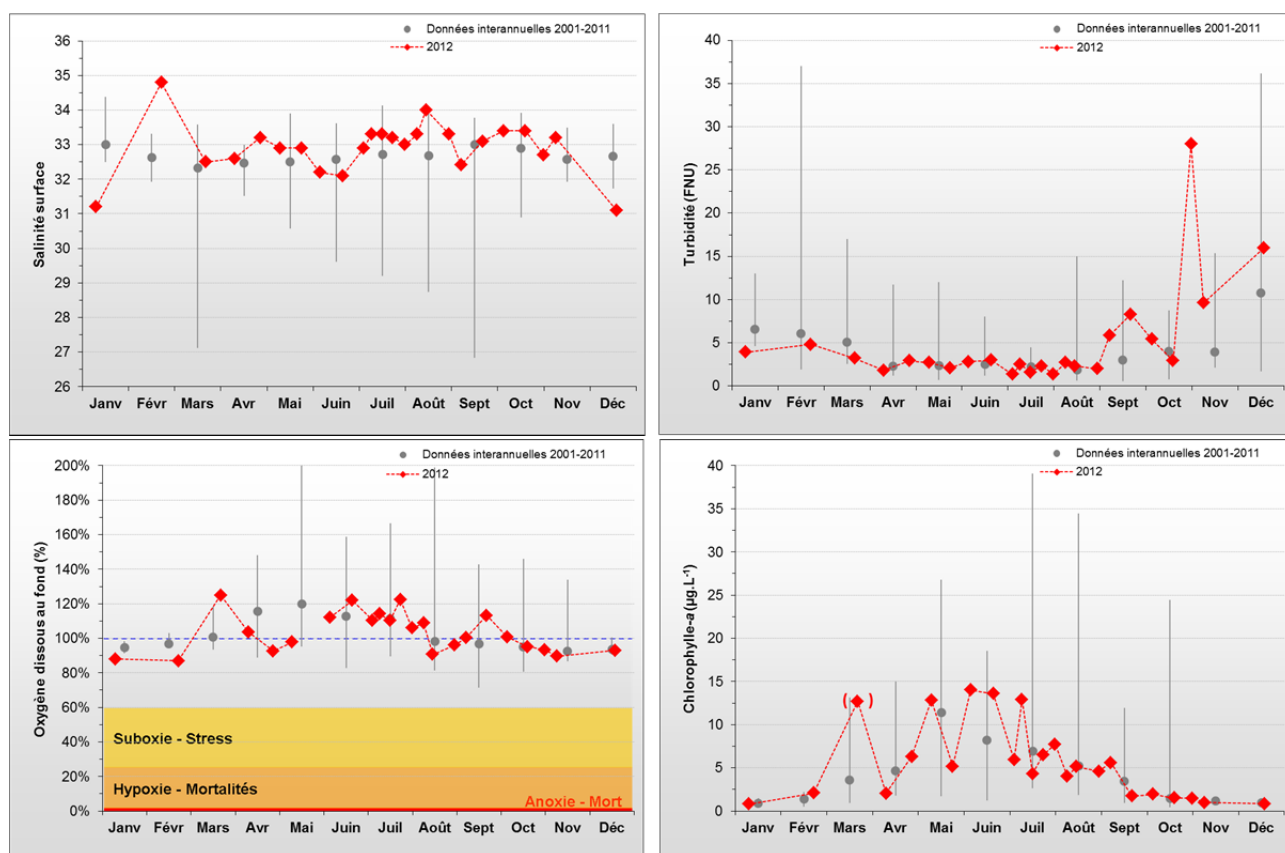
### III.2.14.2. Ouistreham 1 mille 2001-2012

#### Hydrologie au point « Ouistreham 1 mille »

Situé à l'embouchure de l'Orne, le point « Ouistreham 1 mille » est directement soumis aux apports terrigènes de ce cours d'eau. En 2012, les dessalures restent modérées ( $\leq 2,3$ ), mais sont fréquentes. La salinité, comprise entre 31,1 et 34,8, est d'en moyenne 32,9 (+ 0,4 par rapport à la moyenne interannuelle). Les valeurs les plus basses sont observées en janvier (31,2) ainsi qu'en décembre (31,1) (Figure 79), cette dernière résultant probablement du débit important de l'Orne à cette période (+ 190 % par rapport à la normale, cf. § III.1.3.). La turbidité est d'en moyenne 5 FNU (+ 1,4 FNU par rapport à la moyenne interannuelle). Les valeurs restent inférieures à 5 FNU de janvier à fin août, puis à partir de septembre, plusieurs pics de turbidité sont observés : 8,3 FNU le 20/09, 28 FNU le 30/10 et 16 FNU le 17/12 (Figure 79).

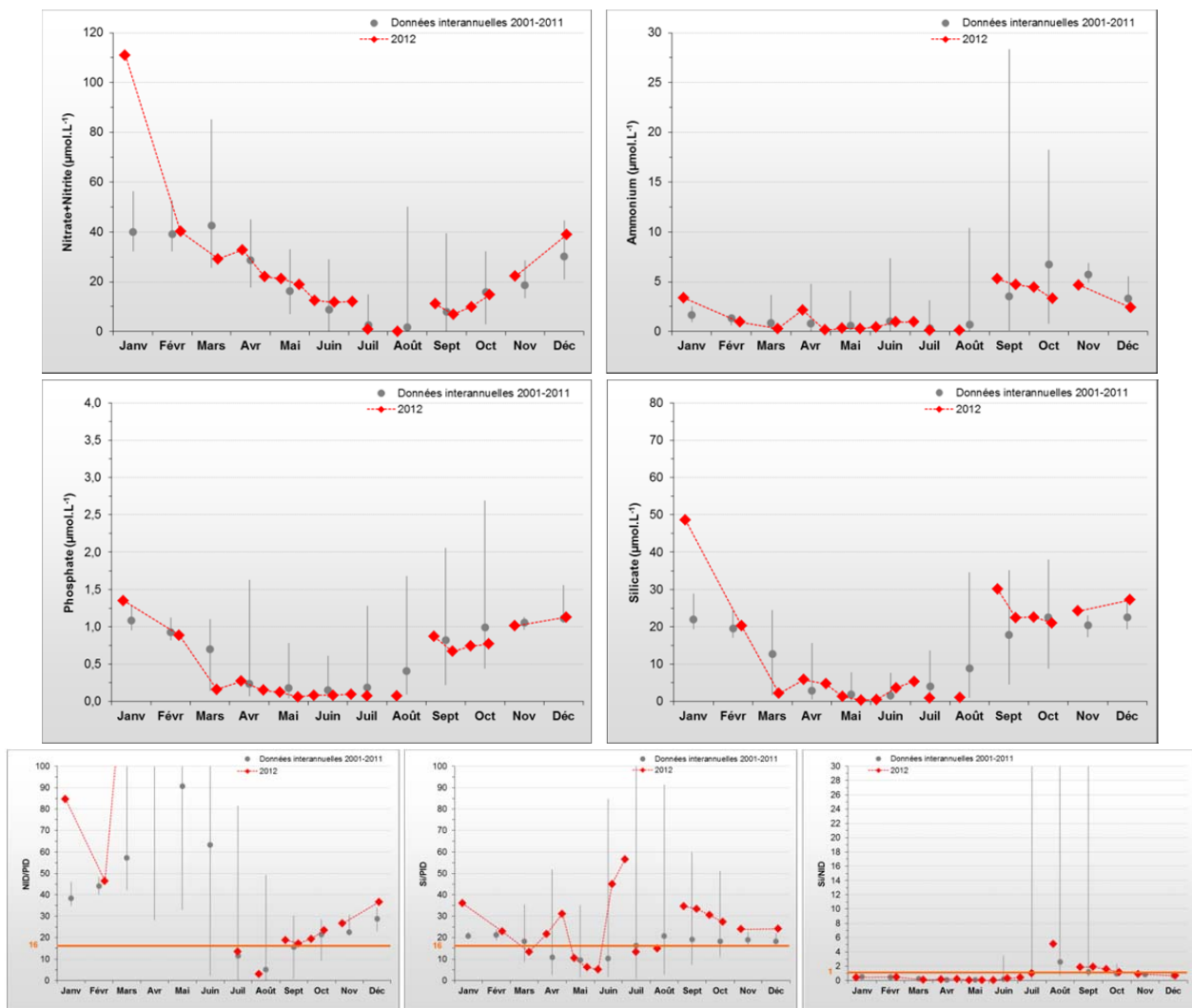
D'après les observations, la période productive a débuté fin mars, avec un premier pic de concentration en chlorophylle-a de  $12,7 \mu\text{g.L}^{-1}$  mesuré le 22/03 (valeur probablement sous-estimée, à considérer avec précaution). Ce pic a été suivi par 4 autres pics en mai ( $12,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ , le 10/05), juin ( $14 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 05/06 et  $13,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 20/06) et juillet ( $12,9 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 09/07 et  $7,7 \mu\text{g.L}^{-1}$  le 31/07) (Figure 79). Malgré cette production primaire soutenue entre fin mars et fin juillet, la concentration moyenne en chlorophylle-a en 2012 est restée inférieure à la moyenne interannuelle mais supérieure à la biomasse moyenne au point « Luc 1 mille » (moyenne 2012 :  $5,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  ; moyenne interannuelle :  $6,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ ). Cette production primaire, de fréquence élevée mais d'intensité modérée, n'a pas entraîné de suboxie en oxygène au fond de la colonne d'eau, et le milieu a même été fréquemment sursaturé en oxygène (min. 87 % ; moy. 103,7 %) (Figure 79).

HC14



**Figure 79 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et 2012 (♦). (♦) Valeur douteuse : la valeur de concentration en chlorophylle-a du 22/03 est douteuse car probablement sous-estimée (surcharge du filtre).

Comme en 2011, le milieu apparaît plus riche en nutriments au niveau du point « Ouistreham 1 mille » qu'au niveau du point « Luc 1 mille ». L'hiver 2012 se caractérise par de très fortes concentrations en nitrate + nitrite ( $111 \mu\text{M}$ ) et silicate ( $49 \mu\text{M}$ ) observées au mois de janvier, alors que les concentrations en ammonium et phosphate, bien que supérieures aux années précédentes, sont restées à un niveau modéré. En conséquence, le stock hivernal en NID ( $78 \mu\text{M}$ ) a été nettement excédentaire par rapport à la moyenne interannuelle ( $37 \mu\text{M}$ ). Il en est de même du stock hivernal en silicate :  $34,5 \mu\text{M}$  en 2012 contre une moyenne interannuelle de  $22 \mu\text{M}$ . Le stock hivernal en PID est en revanche resté à un niveau identique à la moyenne interannuelle ( $1,1 \mu\text{M}$ ). Malgré une légère recharge partielle au mois d'avril, ces stocks ont été fortement consommés par la production primaire, pour atteindre des concentrations très faibles au cours de la période productive :  $0,1 \mu\text{M}$  NID début août, moins de  $0,1 \mu\text{M}$  PID de fin mai à début août ;  $0,4 \mu\text{M}$  Si de fin mai à début juin (Figure 80).



**Figure 80 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID et Si/PID ET Si/NID à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2001-2011 (gris) et 2012 (♦).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID, et Si/NID (Figure 80), met en évidence un très net excès de NID par rapport au PID et au Si entre fin mars et début juillet, comme cela a été observé au niveau du point « Luc 1 mille ». Le reste de l'année, les rapports molaires NID/PID et Si/NID sont restés globalement bien équilibrés, sauf en août où une carence potentielle en NID par rapport à Si et PID a été observée. De même, une légère carence potentielle en Si par rapport au PID apparaît entre fin mai et début juin, suivie d'une carence en PID par rapport au Si entre fin juin et début juillet.

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Ouistreham 1 mille »

L'analyse des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) au point « Ouistreham 1 mille », met en évidence en 2012 un nombre élevé de dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre (Figure 81). Au total, 7 taxons sont responsables de 22 dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre, dont 7 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre. Ces dépassements se sont tous produits entre début mai et fin août, soit au cours de la période la plus productive (importantes concentrations en chlorophylle-a).

Le taxon *Pseudo-Nitzschia* est celui le plus fréquemment responsable des dépassements de seuils et rencontré sur la période la plus longue, avec 6 dépassements par PSNZLAR entre début mai et début juillet, (135 000 cell.L<sup>-1</sup> le 10/05 ; 379 700 cell.L<sup>-1</sup> le 14/05 ; 195 900 cell.L<sup>-1</sup> le 24/05 ; 271 600 cell.L<sup>-1</sup> le 05/06, 203 700 cell.L<sup>-1</sup> le 04/07 et 111 600 cell.L<sup>-1</sup> le 09/07) et 3 dépassements par PSNZAME, en août (643 200 cell.L<sup>-1</sup> le 08/08 ; 542 400 cell.L<sup>-1</sup> le 14/08 et 508 000 cell.L<sup>-1</sup> le 29/08).

Les autres taxons sont rencontrés sur des périodes plus restreintes :

- *Phaeocystis* de début mai à début juin (PHAE, 3 350 000 cell.L<sup>-1</sup> le 10/05 ; 1 050 000 cell.L<sup>-1</sup> le 05/06) ;
- *Rhizosolenia imbricata* en juin (RHIZIMB, 414 500 cell.L<sup>-1</sup> le 05/06 ; 123 800 cell.L<sup>-1</sup> le 20/06) ;
- *Leptocylindrus sp.* en juillet (LEPT : 1 261 400 cell.L<sup>-1</sup> le 09/07 ; 1 838 000 cell.L<sup>-1</sup> le 16/07 ; 234 000 cell.L<sup>-1</sup> le 31/07 ; LEPTDAN : 184 600 cell.L<sup>-1</sup> le 04/07) ;
- *Chaetoceros sp.* a été responsable de 5 dépassements de seuils entre fin juillet et fin août (CHAE : 1 578 000 cell.L<sup>-1</sup> le 23/07 ; 1 794 700 cell.L<sup>-1</sup> le 31/07 ; 717 100 cell.L<sup>-1</sup> le 08/08 ; 2 757 000 cell.L<sup>-1</sup> le 14/08 ; 894 000 cell.L<sup>-1</sup> le 29/08).

Certains de ces taxons affectionnent principalement les milieux de type « marin » (cas de PSNZ, RHIZ et LEPT) ; d'autres tels que CHAE et PHAE qui sont responsables de la majorité des dépassements du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> en 2012, affectionnent surtout les milieux de type « semi-ouvert » ou « estuarien ». Le taxon *Chaetoceros sp.* a également largement dominé le peuplement phytoplanctonique depuis le début des suivis, ce qui laisse supposer que le peuplement au point « Ouistreham 1 mille » est similaire à celui du point « Luc 1 mille » et généralement caractéristique des eaux estuariennes.

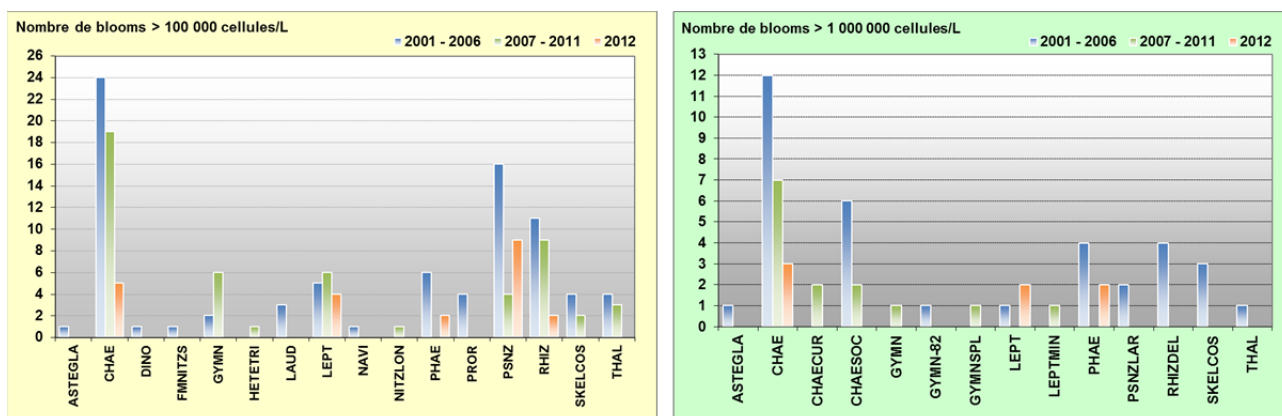


Figure 81 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Ouistreham 1 mille entre 2001-2006 (n = 127), 2007-2011 (n = 143) et 2012 (n = 25).

## Pertinence du suivi au point « Ouistreham 1 mille »

Le point de prélèvement « Ouistreham 1 mille » permet de suivre les effets du panache de l'Orne dans la masse d'eau HC14, où les usages sont multiples (tourisme, transport) et importants.

### III.2.15. Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2012)

#### SYNTHESE HT04 :

La masse d'eau HT04 est suivie à l'aide du point « Estuaire de l'Orne » depuis 2007.

Les données de salinité obtenues en 2012 confirment le caractère marin des eaux au niveau de ce point, malgré la présence ponctuelle de fortes dessalures et pics de turbidité (max. 44 FNU). Le milieu se caractérise par sa richesse en nutriments (stock hivernal 2012 : 71  $\mu\text{M}$  NID ; 1,3  $\mu\text{M}$  PID ; 32  $\mu\text{M}$  Si), et par une biomasse modérée en 2012 (moy. 4,8  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  ; max. 11,3  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Aucune carence en nutriments n'a été observée, l'azote restant en excès toute l'année, sauf en fin d'été où les nutriments sont en relatif équilibre, et le phosphore étant en légère carence par rapport au silicium.

Enfin, 6 taxons ont été responsables de dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre (dont un dépassement du seuil de 1 000 000 cellules par litre) entre les mois de mai et d'août. Ce peuplement phytoplanctonique est considéré comme représentatif des eaux estuariennes.

#### Hydrologie au point « Estuaire de l'Orne »

Situé dans l'embouchure de l'Orne, le point « Estuaire de l'Orne » présente une salinité variant typiquement entre 28 et 33 avec des pics de dessalures ponctuels plus ou moins forts. La salinité, d'une valeur moyenne de 31,3 en 2012, montre que ce milieu présente des caractéristiques du milieu marin, avec toutefois de manière ponctuelle, d'importantes dessalures résultant des apports d'eau douce de l'Orne. Le niveau de salinité est resté presque constant entre fin mars et début novembre, la valeur moyenne de salinité (31,7) a été légèrement supérieure à la moyenne interannuelle, et la dessalure la plus importante a été observée en décembre (- 4) (Figure 82).

HT04

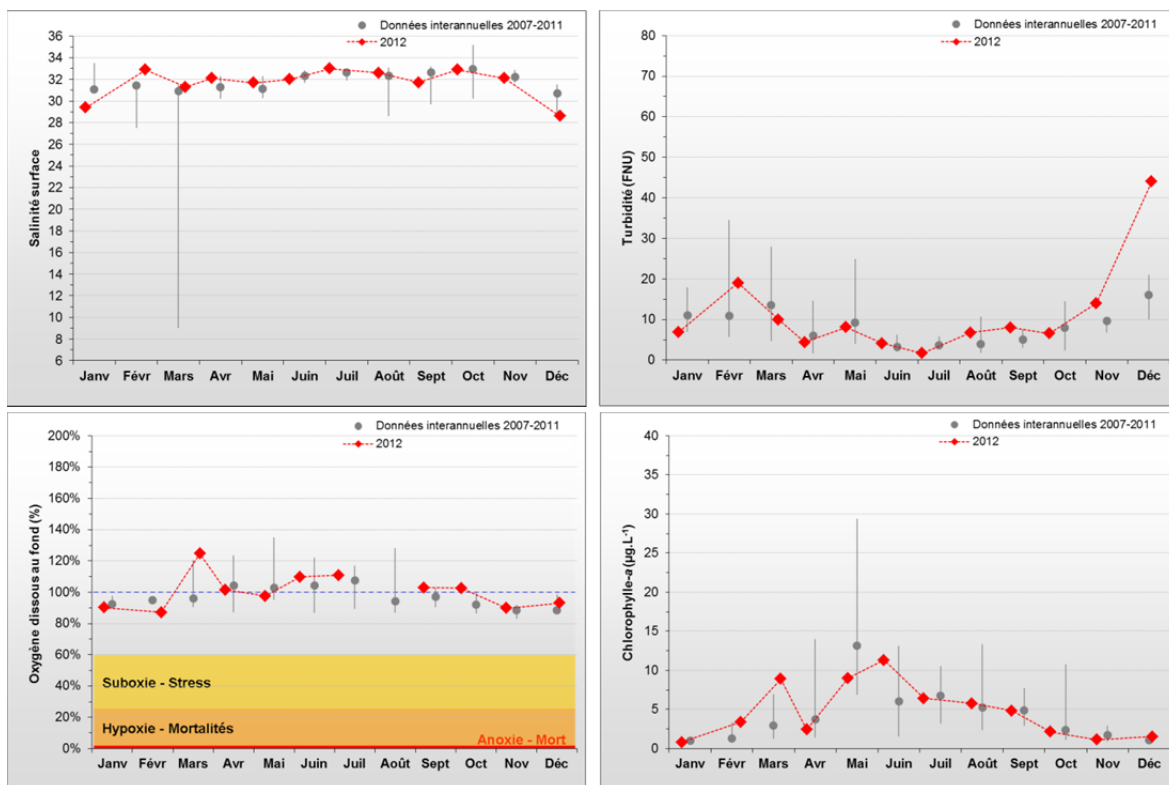


Figure 82 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Estuaire de l'Orne entre 2007 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

La turbidité a été supérieure aux autres années (11,1 FNU en 2012 soit 2,5 FNU de plus que la moyenne interannuelle). Ce résultat s'explique notamment par 2 pics importants mesurés le 22/02 (19 FNU) et le 17/12 (44 FNU) (Figure 82). Ce dernier pic, qui représente la valeur maximale observée sur ce point depuis le début du suivi, est lié à l'épisode de dessalure du mois de décembre résultant probablement des importantes pluies automnales ayant causé une augmentation des débits de l'Orne de décembre de 135 % par rapport à la moyenne mensuelle (cf. § III.1.3.).

D'après les observations, la période productive a débuté fin mars avec un premier pic en chlorophylle-a observé le 22/03 (8,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). D'importantes valeurs ont également été atteintes début mai (9  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 10/05) ainsi que début juin (11,3  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 05/06). Le reste de l'année, les valeurs de concentration en chlorophylle-a se sont maintenues à un niveau inférieur à 6,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , d'où une biomasse moyenne en 2012 (4,8  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) légèrement inférieure à celle des années antérieures (moy. 2007-2011 : 5,25  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 82).

Cette biomasse chlorophyllienne n'a pas entraîné de risque de suboxie puisque les valeurs de concentration en oxygène au fond de la colonne d'eau sont restées supérieures à 87 % (moy. 2012 : 100,9 %) (Figure 82).

HT04

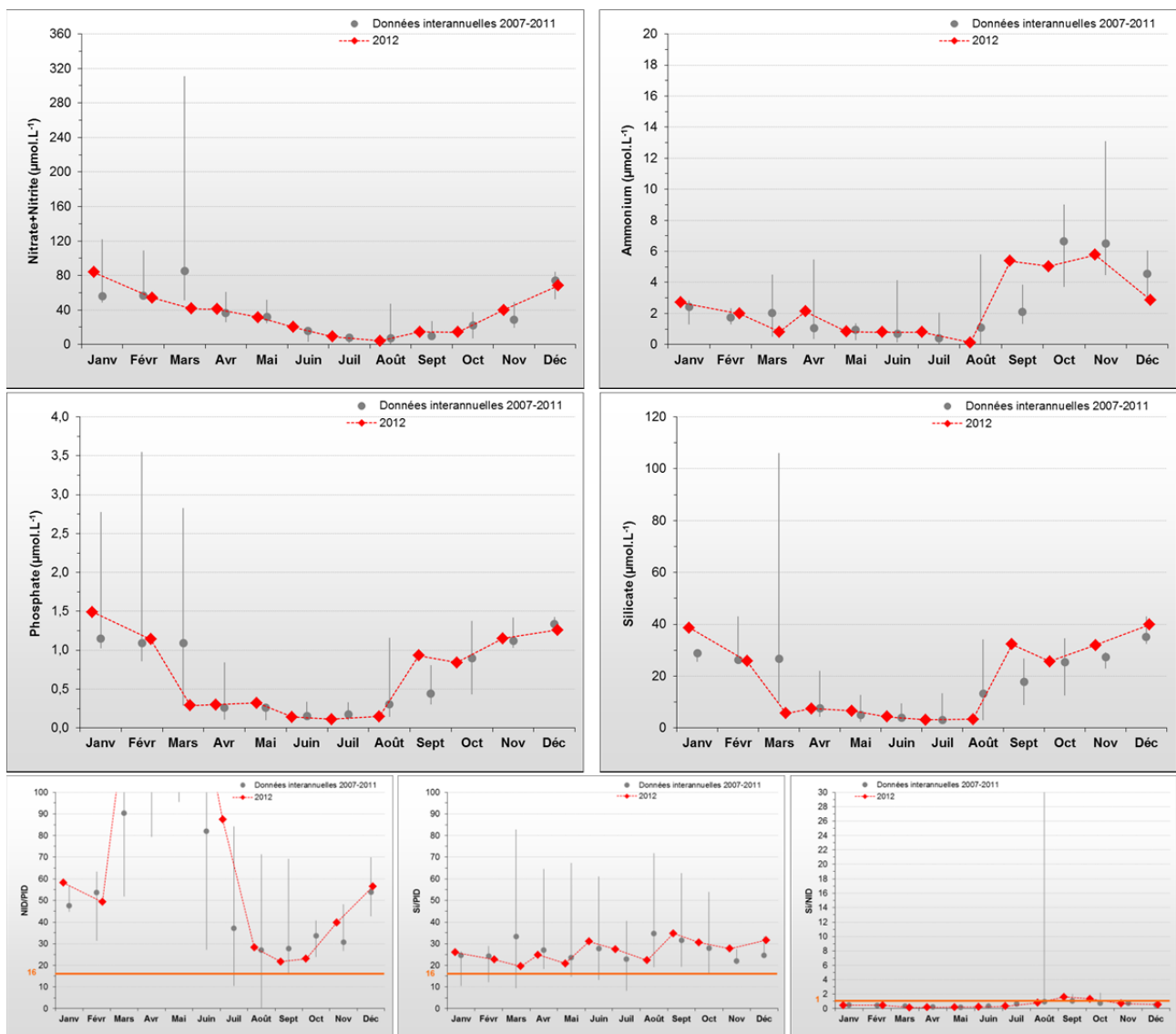


Figure 83 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID au point Estuaire de l'Orne en 2007 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 (71  $\mu\text{M}$  NID ; 1,3  $\mu\text{M}$  PID ; 32  $\mu\text{M}$  Si) étaient supérieurs en NID et Si aux stocks interannuel moyens (64  $\mu\text{M}$  NID ; 1,4  $\mu\text{M}$  PID ; 30,5  $\mu\text{M}$  Si). Les stocks en nutriments au niveau de l'estuaire de l'Orne sont donc globalement du même ordre de grandeur que ceux mesurés au point « Tombelaine » (masse d'eau HT05), et supérieurs à ceux mesurés au niveau du point « Géfosse » (masse d'eau HT06). Les minima de concentrations ont été atteints entre juin et août le silicate (< 7,5  $\mu\text{M}$ ), le phosphate (< 0,3  $\mu\text{M}$ ), et en août pour le nitrate + nitrite (4,1  $\mu\text{M}$ ) et l'ammonium (0,13  $\mu\text{M}$ ). Aucun des nutriments n'a donc été complètement épuisé, et la régénération des stocks pour tous les nutriments a été perceptible dès le mois de septembre (Figure 83).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID ; Si/PID et Si/NID (Figure 83) complète ces observations. En effet, à part d'août à octobre où il y a un relatif équilibre entre le NID, PID et Si, l'azote est en large excès le reste de l'année par rapport au PID et Si, alors que le phosphore est légèrement en déficit par rapport au Si.

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Estuaire de l'Orne »

L'étude des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à l'« Estuaire de l'Orne » montre qu'en 2012, 7 dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre ont été constatés, dont un dépassement du seuil de 1 000 000 cellules par litre (Figure 84). Six taxons ont été responsables de ces dépassements de seuils : *Phaeocystis* (PHAE, 840 000 cell.L<sup>-1</sup> le 10/05 et 750 000 cell.L<sup>-1</sup> le 05/06) ; *Rhizosolenia imbricata* (RHIZIMB, 185 500 cell.L<sup>-1</sup> le 05/06) ; *Leptocylindrus danicus* (LEPTDAN, 149 900 cell.L<sup>-1</sup> le 04/07) ; *Chaetoceros* (CHAE, 1 218 000 cell.L<sup>-1</sup> le 08/08) ; *Pseudo-Nitzschia* sp. (PSNZAME : 618 700 cell.L<sup>-1</sup> le 08/08 et PSNZLAR : 490 900 cell.L<sup>-1</sup> le 05/06). En outre, le taxon PSNZLAR a montré de fortes concentrations, frôlant le seuil de 100 000 cellules par litre dans les prélèvements du 10/05 (91 000 cell.L<sup>-1</sup>) et du 04/07 (99 700 cell.L<sup>-1</sup>). Ces données confirment la présence en fortes quantités dans la masse d'eau HT04, de taxons tels que *Chaetoceros* sp., caractéristique des milieux estuariens.

HT04

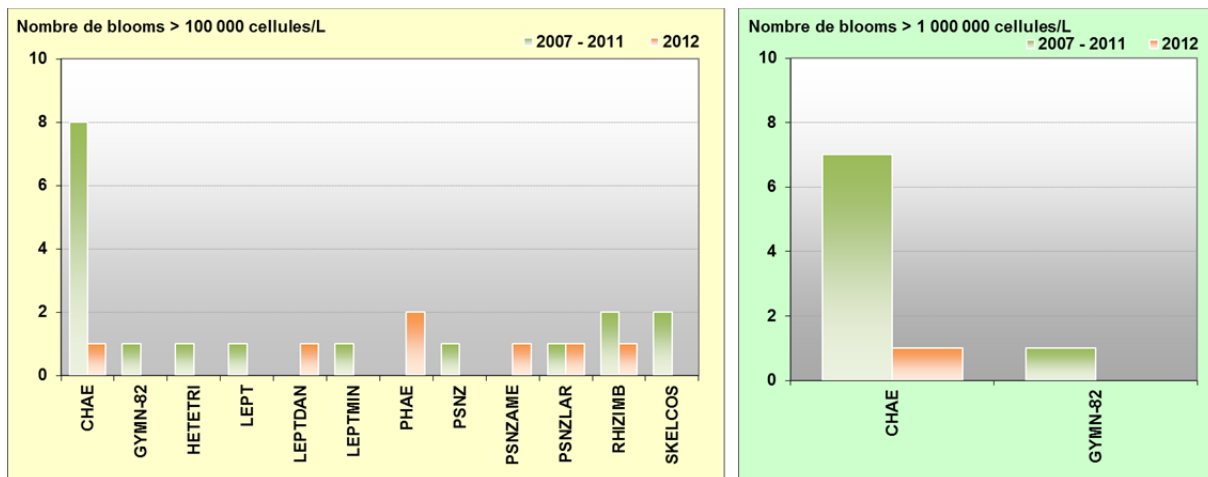


Figure 84 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques au point Estuaire de l'Orne entre 2007-2011 (n = 68) et 2012 (n = 12).

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

Les données obtenues montrent que ce point, bien que sous l'influence directe de l'Orne, est bien positionné dans une eau à caractère marin (salinité entre 28 et 33) mais peut subir de fortes dessalures et augmentations de turbidité. Les résultats révèlent cependant que les échantillons prélevés ne sont pas excessivement turbides (< 12 FNU) hors épisodes exceptionnels, et que, bien que le milieu soit riche en nutriments, il est possible d'observer l'effet de leur consommation par le phytoplancton.

### III.2.16. Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2012)

**SYNTHESE HC15 :** La masse d'eau HC15 est suivie depuis 2001 à l'aide du point « Cabourg » avec une stratégie renforcée en fréquence. L'accumulation des données a permis de qualifier son cycle biogéochimique de « perturbé » car sous l'influence directe de la *Dives*, et indirecte de la *Seine* et de la *Touques*.

Le stock hivernal de nutriments a été très important en 2012 : 113  $\mu\text{M}$  NID ; 1,4  $\mu\text{M}$  PID ; 50  $\mu\text{M}$  Si, soit plus de 2 fois les stocks moyens interannuels en NID et Si, et 1,3 fois le stock moyen de PID. Malgré de tels apports et plusieurs recharges printanières, la biomasse chlorophyllienne est restée modérée (max. 12,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) et inférieure à celle des autres années (4,3  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en 2012 contre 7,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en moyenne interannuelle). Le NID est en très net excès par rapport au PID et au Si de janvier à juin, plutôt en carence pendant l'été (très faibles concentrations), et à l'équilibre (début d'automne) puis de nouveau en excès (fin d'automne) par rapport aux autres nutriments.

En 2012, 11 taxons ont été à l'origine de 35 dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre, dont 3 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre. Ce peuplement est dominé par le taxon *Chaetoceros sp.*, présent de début mai à mi-août. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est représentatif des estuaires semi-fermés avec une forte présence de diatomées nuisibles ou de dinoflagellés à l'origine de phénomènes d'eaux colorées.

HC15

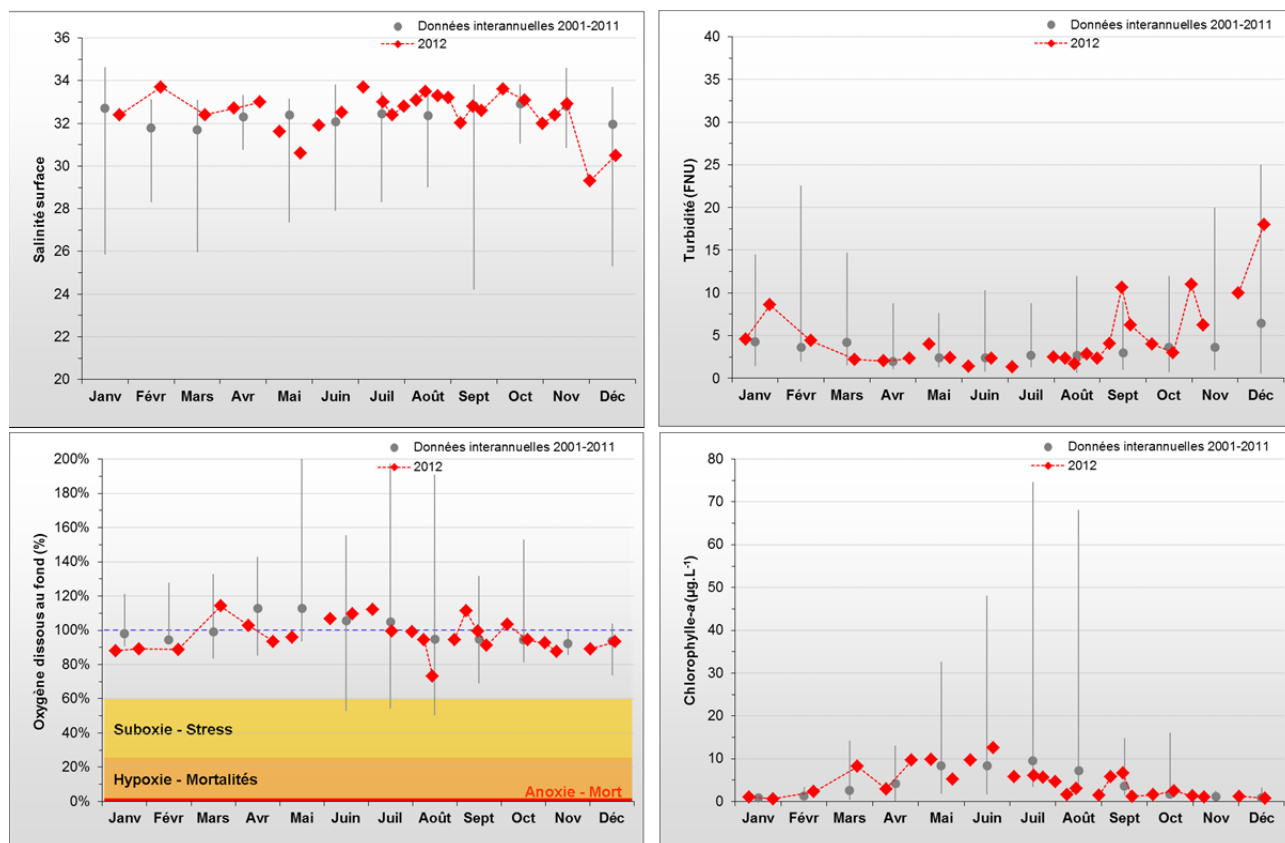
#### Hydrologie au point « Cabourg »

La masse d'eau HC15 est directement soumise à l'influence des apports terrigènes de la *Dives*, et se trouve également à proximité des estuaires de la *Touques* et surtout de la *Seine*. Pour cette raison, la salinité peut varier de manière importante, avec des dessalures ayant atteint 8 à 9 unités certaines années. En 2012, la salinité a été comprise entre 29,3 et 33,7 (moy. 32,5) et les dessalures sont restées modérées (max. 3,6 en novembre) (Figure 85). Les valeurs de turbidité ont été généralement inférieures à 5 FNU, mais quelques pics ont toutefois été observés fin janvier (8,6 FNU), puis de mi-septembre à mi-décembre (10 à 18 FNU) (Figure 85). Pour cette raison, la turbidité moyenne en 2012 (4,8 FNU) a été légèrement supérieure à la moyenne interannuelle (4 FNU). Les fortes valeurs observées en fin d'année coïncident avec un épisode de dessalure et donc avec un apport d'eau douce en provenance de l'*Orne* et / ou de la *Seine*.

Comme pour la masse d'eau HC14, d'après les observations, la période productive a débuté fin mars, avec un premier pic en chlorophylle-*a* le 22/03 (8,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) suivi de valeurs élevées fin avril (9,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 27/04), début mai (9,8  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 10/05), et en juin (9,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 05/06 ; 12,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 20/06). La biomasse a été soutenue en juillet (~ 5  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), et un nouveau léger pic a été détecté début septembre (~ 6,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 85). Malgré les multiples pics modérés observés, la biomasse moyenne annuelle en 2012 est de 4,3  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , contre 7,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en moyenne interannuelle.

Cette biomasse modérée n'a pas entraîné de risque de suboxie au fond de la colonne d'eau, puisque les valeurs de concentration en oxygène se sont maintenues entre 73 % (août) et 114 % (mars), avec une moyenne de 97 %. Le minimum observé en août résulte probablement de la consommation d'oxygène lors de la dégradation de la biomasse chlorophyllienne, qui a été soutenue entre mars et fin juillet (Figure 85).





**Figure 85 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Cabourg entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

Similairement à ce qui a été observé au niveau de la masse d'eau HC14, les stocks hivernaux en NID et de Si (113  $\mu\text{M}$  NID et 50  $\mu\text{M}$  Si) ont été nettement supérieurs en 2012 aux stocks interannuels (44  $\mu\text{M}$  NID et 25  $\mu\text{M}$  Si). Ce résultat peut s'expliquer par les très fortes concentrations de ces nutriments au mois de janvier, qui représentent les maxima atteints depuis le début des suivis (174  $\mu\text{M}$  en nitrate + nitrite ; 6,8  $\mu\text{M}$  en ammonium ; 78,5  $\mu\text{M}$  en silicate). Le maximum du mois de janvier est également atteint pour le phosphate (1,95  $\mu\text{M}$ ) mais la différence reste plus modérée entre le stock hivernal de 2012 (1,44  $\mu\text{M}$ ) et le stock interannuel (1,14  $\mu\text{M}$ ). Les stocks en NID et en Si ont connu des recharges au printemps (+ 26  $\mu\text{M}$  nitrate + nitrite ; + 7,6  $\mu\text{M}$  silicate), tandis que la concentration en phosphate est resté à un niveau plus faible, sans nette variation. Les concentrations les plus faibles ont été mesurées entre début juillet et mi-août concernant le nitrate + nitrite ( $\sim 0,4$   $\mu\text{M}$ ), de fin mars à mi-août pour le phosphate ( $\sim 0,13$   $\mu\text{M}$ ), et de fin juin à mi-août pour le silicate ( $\sim 1,6$   $\mu\text{M}$ ). La recharge de ces stocks a été constatée dès la fin août / début septembre (Figure 86).

L'étude de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 86) met en évidence un très net excès de NID par rapport au PID et au Si entre janvier et fin juin. Pendant cette période, le PID paraît en potentielle carence par rapport au Si courant mai, puis le Si par rapport au PID courant juin. Puis, l'azote serait en déficit par rapport au phosphore en juillet – août. Les rapports molaires reviennent à un relatif équilibre en septembre – octobre, avant que le NID ne soit de nouveau en excès en novembre – décembre. Ces rapports molaires sont donc très variables dans le temps, en raison de fréquents apports de nutriments. Les efforts de réduction des émissions de phosphate entrepris ces dernières années sur le bassin versant de la Seine, peuvent expliquer la tendance à des apports plus faibles en phosphate qu'en NID et en Si, notamment en période hivernale.

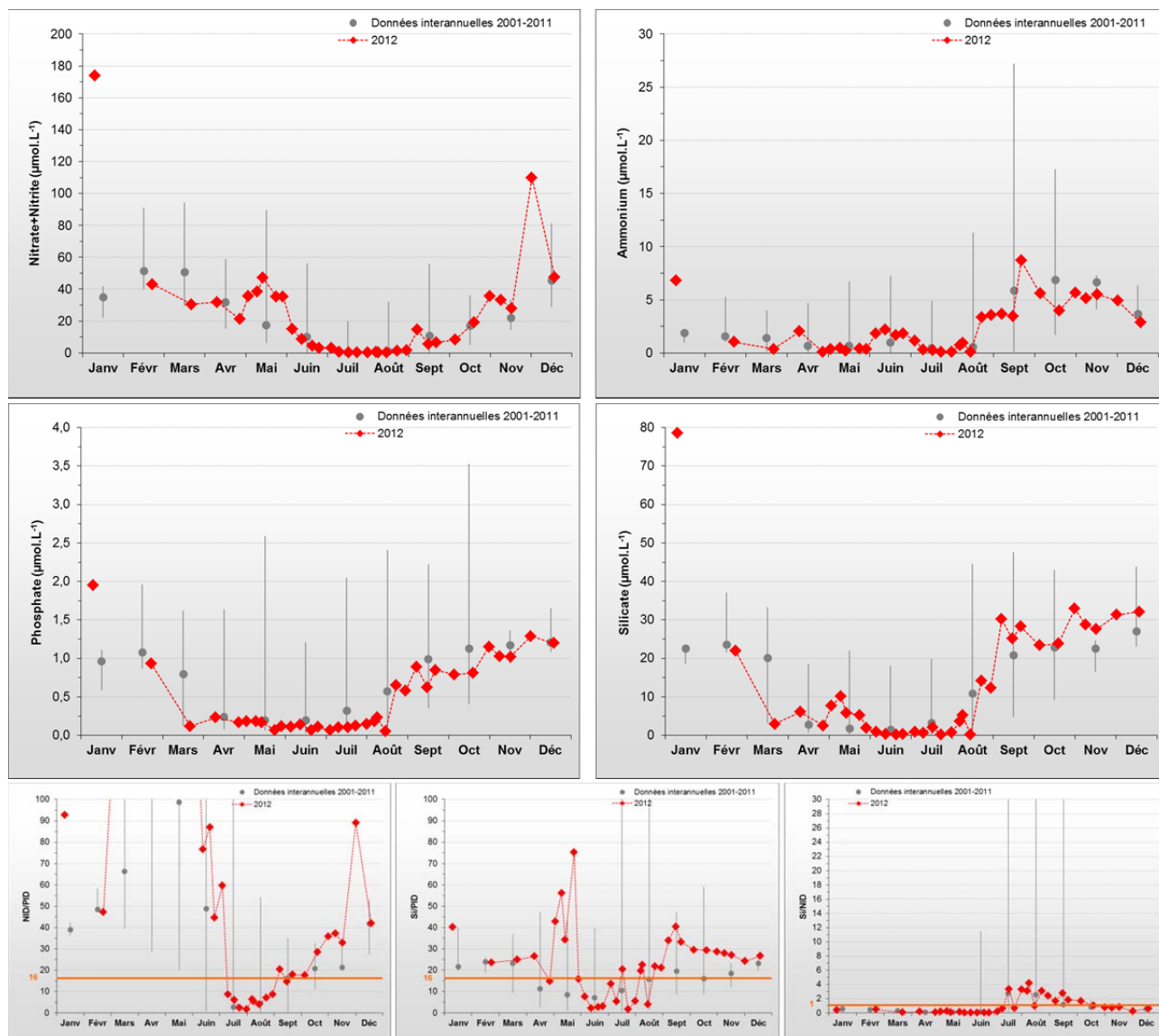


Figure 86 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et NID/Si à Cabourg entre 2001 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Cabourg »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores totales et partielles) au point « Cabourg » montre que 35 dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre se sont produits en 2012, dont 3 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre (Figure 87). Onze taxons ont été responsables de ces dépassements de seuil, qui se sont tous produits entre fin février et mi-août. Onze de ces blooms ont été causés par le taxon *Chaetoceros sp.* (mai à août), trois par le taxon *Phaeocystis* (mai à juillet), sept par *Pseudo-Nitzschia sp.* (PSNZLAR de mi-mai à début juillet) et quatre par *Leptocylindrus sp.*. Les dépassements du seuil de concentration de 1 000 000 cellules par litre sont dus à *Phaeocystis* en juin, *Chaetoceros sp.* et *Leptocylindrus sp.* en juillet. Tandis que *Skeletonema costatum* et *Thalassiosira sp.* font leur apparition en début d'année (février / mars), les taxons *Chaetoceros sp.*, *Phaeocystis*, *Lauderia sp.*, *Leptocylindrus sp.*, *Pseudo-Nitzschia sp.* et *Rhizosolenia sp.* sont observés plus tardivement, de début mai à mi-août soit en pleine saison productive, d'où la fréquence des pics de biomasse observés à cette période.

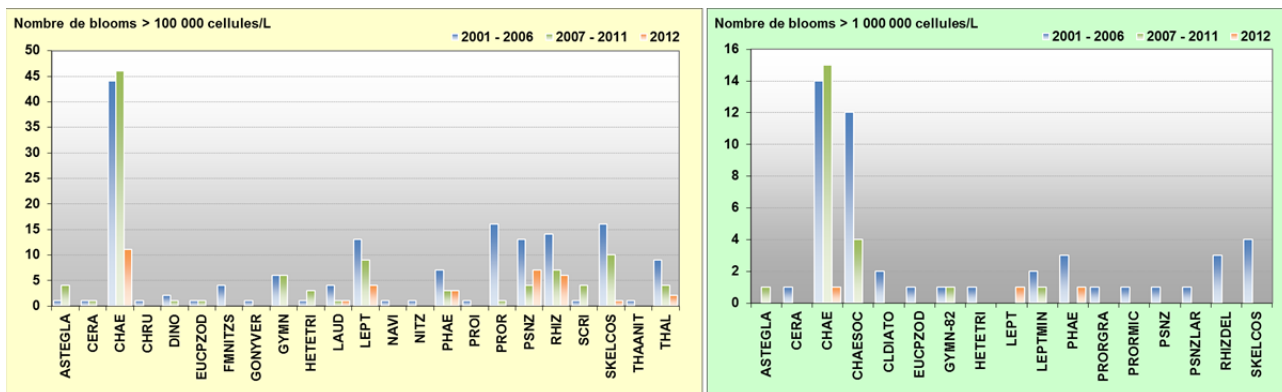


Figure 87 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Cabourg entre 2001-2006 (n=189), 2007-2011 (n=159) et 2012 (n=35).

La Figure 88 permet d'observer la succession des espèces dominantes à Cabourg : l'hiver est largement dominé par *Skeletonema costatum* (SKELCOS) et éventuellement par *Leptocylindrus* sp. (LEPT) comme en 2010, suivi par le genre *Thalassiosira* sp. (THAL) en mars (mais dès février en 2012). La majeure partie du printemps et de l'été est dominé par la diatomée du genre *Chaetoceros* sp. qui en 2012 a été accompagnée par *Rhizosolenia* sp. Enfin, le genre *Leptocylindrus* sp. domine l'automne et le début d'hiver. A noter que les espèces *Chaetoceros socialis* et *Skeletonema costatum* font partie de la liste des espèces phytoplanctoniques nuisibles.

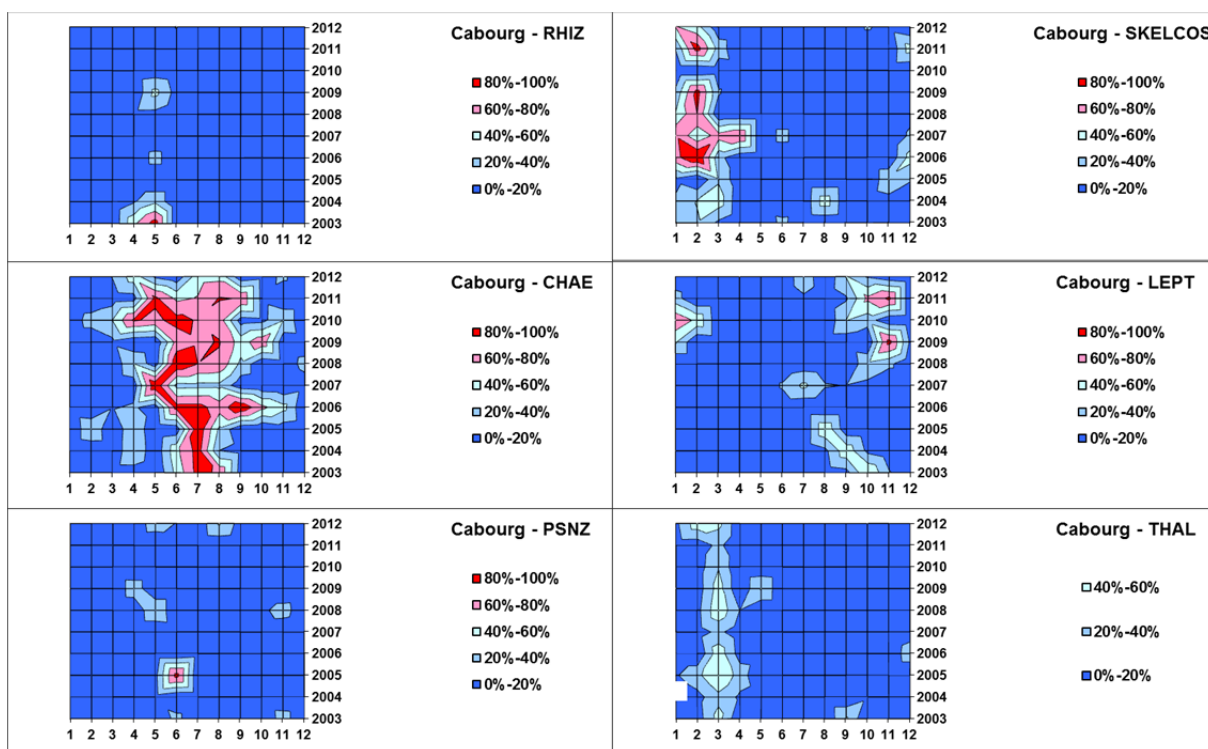


Figure 88 : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année à la station Cabourg entre 2003 et 2012. CHAE = *Chaetoceros* sp., RHIZ = *Rhizosolenia* sp., PSNZ = *Pseudonitzschia* sp., LEPT = *Leptocylindrus* sp., SKELCOS = *Skeletonema* sp., THAL = *Thalassiosira* sp. Zones blanches = pas de données.

### Pertinence du suivi au point « Cabourg »

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

### III.2.17. Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008-2012)

**SYNTHESE HT03 :** L'influence de l'estuaire de la Seine est prédominante dans la masse d'eau HT03 au niveau du point « Seine-1 » suivi depuis 2008.

Les stocks hivernaux en nutriments y sont importants (moyenne interannuelle : 95  $\mu\text{M}$  NID, 1,9  $\mu\text{M}$  PID, 40  $\mu\text{M}$  Si), mais la biomasse chlorophyllienne est restée, comme en 2011, modérée (moy. 4,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$  ; max. 14,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). Ces stocks en nutriments, rechargés régulièrement par des apports d'eau douce, n'ont pas été totalement épuisés. L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID n'a pas mis en évidence de déficit net en un ou l'autre de ces éléments, mais un fort excédent en NID entre mars et août, et un moins marqué d'octobre à décembre. Les apports du bassin versant de la Seine sont donc typiquement plus riches en azote qu'en phosphore.

Quatre taxons ont été à l'origine des quatre dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre (dont un dépassement du seuil de 1 000 000 cellules par litre), entre juin et août. Ce peuplement, caractéristique des eaux estuariennes, contient généralement moins de dinoflagellés que le peuplement phytoplanctonique observé au niveau des masses d'eau adjacentes (points « Cabourg » et « Antifer »).

#### Hydrologie au point « Seine-1 »

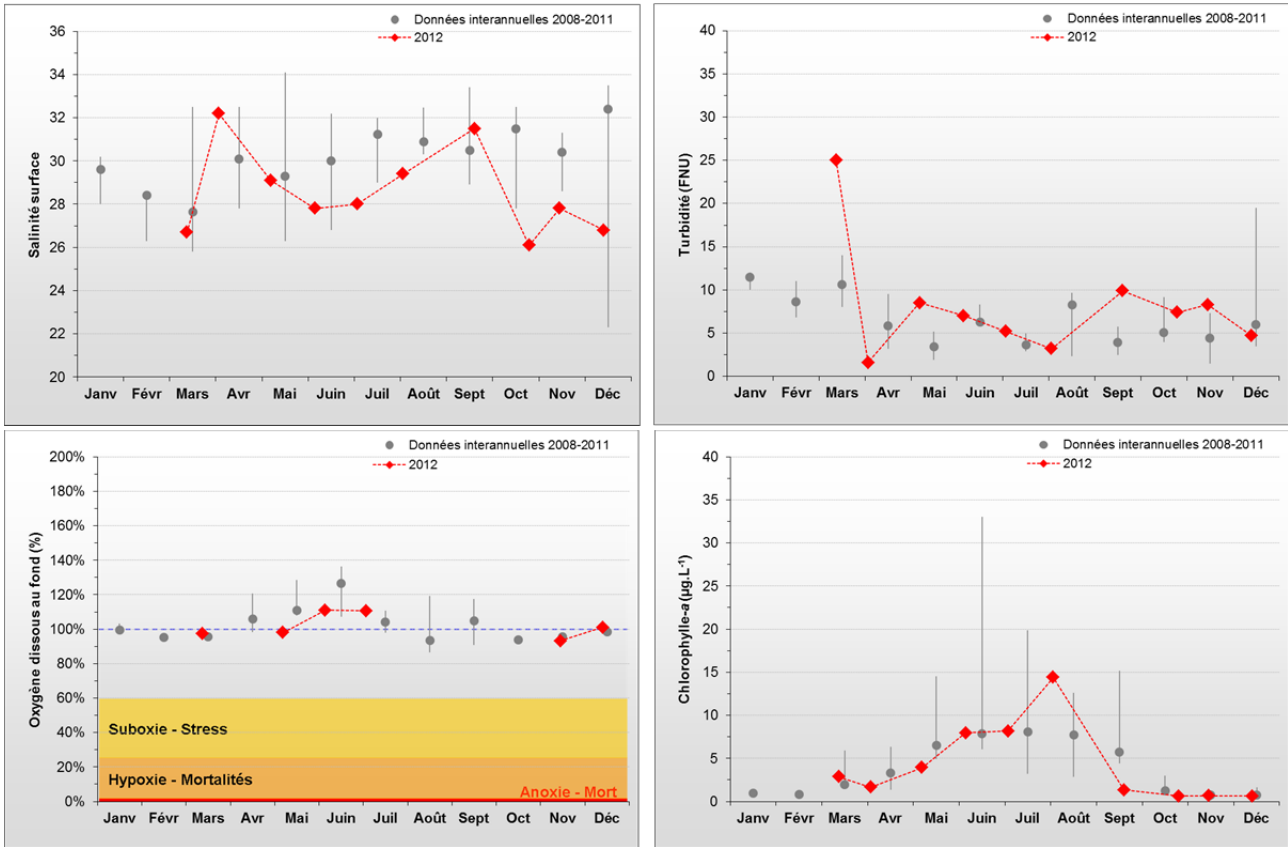
HT03

Le point « Seine-1 » est suivi depuis 2008, et succède au point « Carosse » qui n'était pas positionné dans la masse d'eau HT03. Les résultats acquis à « Seine-1 » permettent donc d'interpréter la période 2008-2012, malgré le manque de données en janvier et février 2012.

La masse d'eau HT03 représente l'estuaire aval de la Seine, et présente donc, de ce fait, une forte variabilité de sa salinité (de 4 à 9-10 unités). En 2012, la salinité oscille entre 26,1 et 32,2, et la moyenne annuelle (28,5) a été inférieure à la moyenne interannuelle (29,9). Les dessalures les plus fortes ont été observées en mai (- 3,1) et en octobre (- 5,4) (Figure 89). Ces diminutions de salinité peuvent s'expliquer par les débits importants de la Seine (+ 73 % en mai ; + 13 % en octobre et + 13 % en décembre) et de l'un de ses affluents, la Risle (+ 17 % en mai ; + 7 % en octobre ; + 42 % en décembre) en 2012 (cf. § III.1.3.). Malgré cela, la turbidité est restée inférieure à 10 FNU, excepté le 13/03 où un pic de 25 FNU a été mesuré. Du fait de ce pic, la turbidité moyenne en 2012 (8,1 FNU) a été supérieure à la moyenne interannuelle (6,8 FNU). Aux mois de mars et d'avril, turbidité et salinité apparaissent logiquement comme deux paramètres corrélés négativement (Figure 89).

D'après les observations, la période productive semble avoir débuté timidement mi-mars, avec un léger pic de concentration en chlorophylle-a de 2,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . Les valeurs les plus fortes de biomasse ont été observées en été, période pour laquelle la biomasse est restée à une concentration supérieure à 8  $\mu\text{g.L}^{-1}$ . La biomasse maximale a été mesurée début août (14,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , le 02/08) (Figure 89). Comme en 2011, la concentration moyenne en chlorophylle-a en 2012 (4,2  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), a été inférieure à la moyenne interannuelle (5,3  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

Le nombre de données de concentrations en oxygène au fond de la colonne d'eau sont insuffisantes pour statuer sur le degré d'oxygénation (Figure 89).

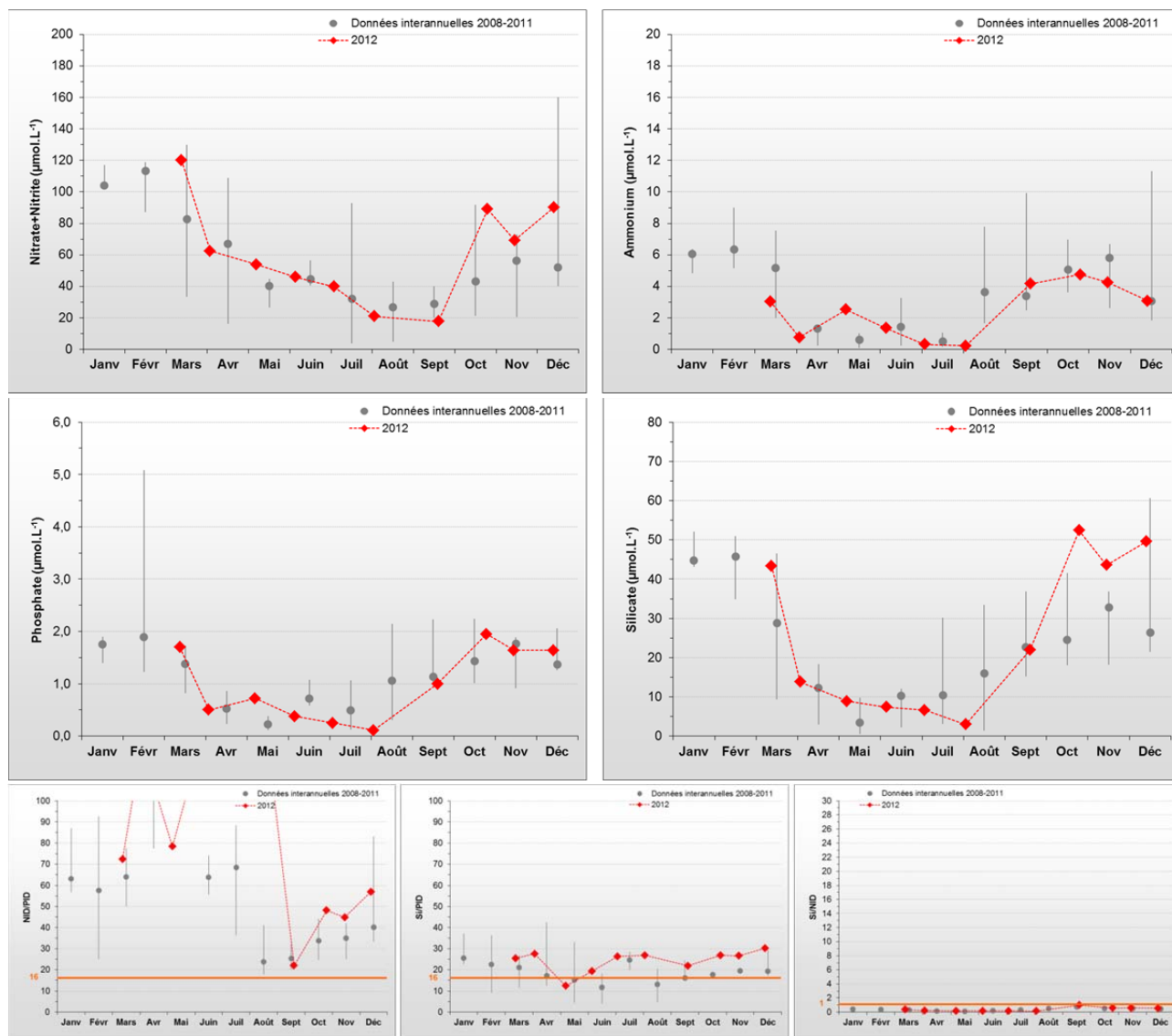


**Figure 89 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Seine-1 entre 2008 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2008-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

L'absence de données en janvier et février n'a pas permis d'estimer les stocks hivernaux de nutriments au niveau du point « Seine 1 ». Toutefois, les valeurs disponibles pour le mois de mars (123  $\mu\text{M}$  NID ; 1,7  $\mu\text{M}$  PID ; 43  $\mu\text{M}$  Si) confirment la richesse du milieu en nutriments au niveau du point « Seine 1 » (stocks hivernaux moyens 2008-2011 : 95  $\mu\text{M}$  NID ; 1,9  $\mu\text{M}$  PID ; 39,5  $\mu\text{M}$  Si). Les valeurs minimales de concentrations ont été atteintes fin septembre pour le nitrate + nitrite (17,8  $\mu\text{M}$ ), et début août pour l'ammonium (0,23  $\mu\text{M}$ ), le phosphate (0,11  $\mu\text{M}$ ) et le silicate (2,96  $\mu\text{M}$ ). Aucun des nutriments n'a donc été complètement épuisé en 2012 (Figure 90).

La recharge du stock en ammonium a été perceptible dès septembre (+ 3,9  $\mu\text{M}$  entre début août et début septembre). Il en est de même des stocks de PID et de Si qui ont augmenté considérablement jusqu'à fin octobre (+ 1,8  $\mu\text{M}$  PID ; + 49  $\mu\text{M}$  Si). La régénération du stock en nitrate + nitrite a été visible plus tardivement, mais très rapide (+ 71  $\mu\text{M}$  en octobre) (Figure 90).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 90) permet de compléter les observations précédentes. En effet, l'azote apparaît en très net excès par rapport au phosphore et au silicium de mars (début des observations) à août, puis dans une moindre mesure, d'octobre à décembre. En septembre, tous les rapports molaires semblent proches de l'équilibre. De même, aucun déséquilibre notable n'apparaît dans l'évolution du rapport Si/PID. Aussi, les apports du bassin versant de la Seine sont typiquement plus riches en azote qu'en phosphore, suite à la mise en œuvre de la politique de réduction des phosphates dans les rejets urbains.



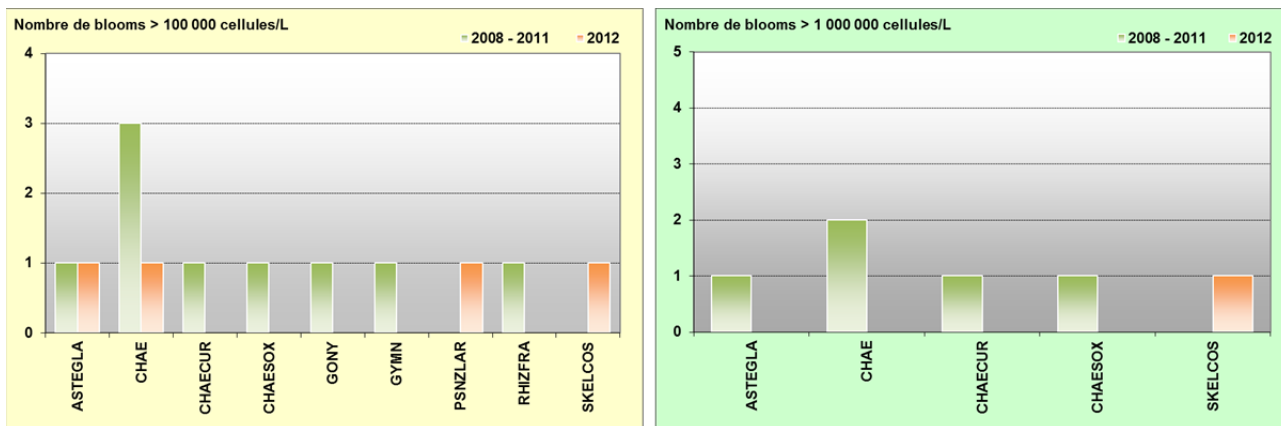
**Figure 90 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Seine-1 entre 2008 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2008-2011 (gris) et résultats 2012 (♦)

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Seine-1 »

Les analyses de flores partielles indicatrices réalisées en 2012 au point « Seine-1 » mettent en évidence 4 dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre (dont un dépassement du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup>) entre juin et août (Figure 91), qui peuvent expliquer les fortes valeurs de biomasse chlorophyllienne mesurées à cette période (Figure 89). Les taxons responsables de ces dépassements de seuils sont *Pseudo-Nitzschia* groupe des larges, complexe *seriata* (PSNZLAR, 312 700 cell.L<sup>-1</sup>, le 05/06), *Asterionellopsis japonica* (ASTEGLA, 325 000 cell.L<sup>-1</sup> le 03/07), *Skeletonema costatum* (SKELCOS, 1 865 000 cell.L<sup>-1</sup> le 03/07) et *Chaetoceros* sp. (CHAE, 615 000 cell.L<sup>-1</sup> le 02/08).

Les dinoflagellés sont moins nombreux au niveau du point « Seine 1 » que dans les deux masses d'eau limitrophes (points « Cabourg » et « Antifer ») où les eaux sont plus stratifiées et plus calmes. De ce fait, les caractéristiques estuariennes du point « Seine 1 » diffèrent légèrement des caractéristiques des autres points. Les données de 2012 confirment sur ce point la forte présence du genre *Chaetoceros* sp. (Figure 91).

HT03



**Figure 91** : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Seine-1 entre 2008 et 2011 (n=44), et en 2012 (n=10).

### Pertinence du suivi au point « Seine-1 »

Le point de prélèvement « Seine-1 » remplace depuis 2008 le point « Carosse » qui était légèrement à l'extérieur de la masse d'eau HT03. Il permet de caractériser les apports issus de la Seine pouvant impacter les cycles hydrobiologiques des masses d'eau au nord (HC16 à HC18), comme à l'ouest (de HC15 à HC08). Enfin, malgré une stratégie en flore partielle indicatrice, ces données permettent de faire le lien entre les peuplements phytoplanctoniques observés à Cabourg (HC15) et à Antifer (HC16).

### III.2.18. Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2012)

***SYNTHESE HC16 :*** La masse d'eau HC16, suivie grâce au point « Antifer Ponton Pétrolier », est indirectement sous l'influence du panache de la Seine et subit régulièrement des dessalures importantes qui rechargent le milieu en nutriments. Ce fut le cas en janvier 2012, mois lors duquel une salinité de 23,8 a été mesurée.

Les stocks hivernaux en Si et en NID ont été nettement supérieurs à la moyenne interannuelle, mais le stock de PID est resté similaire à celui des années précédentes (89  $\mu\text{M}$  NID ; 1,3  $\mu\text{M}$  PID ; 38  $\mu\text{M}$  Si). Malgré l'importance de tels stocks, la biomasse chlorophyllienne moyenne est restée modérée (5,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en 2012) et très proche de la moyenne interannuelle, avec toutefois des pics importants mesurés en été (max. 24,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$  mi-juillet). La production primaire n'a pas complètement consommé les stocks de nutriments, même en période estivale. Les rapports molaires sont très variables temporellement et indiquent un net excédent de NID par rapport au PID et au Si, sauf en période estivale où le Si paraît en déficit par rapport au PID en juillet et août.

Sept taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre dont deux (*Phaeocystis* et *Chaetoceros sp.*) ont dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre. Comme les années précédentes, la flore phytoplanctonique au point « Antifer Ponton Pétrolier » est caractéristique d'un estuaire semi-fermé, où le cycle hydrobiologique est perturbé par de fréquentes recharges en nutriments.

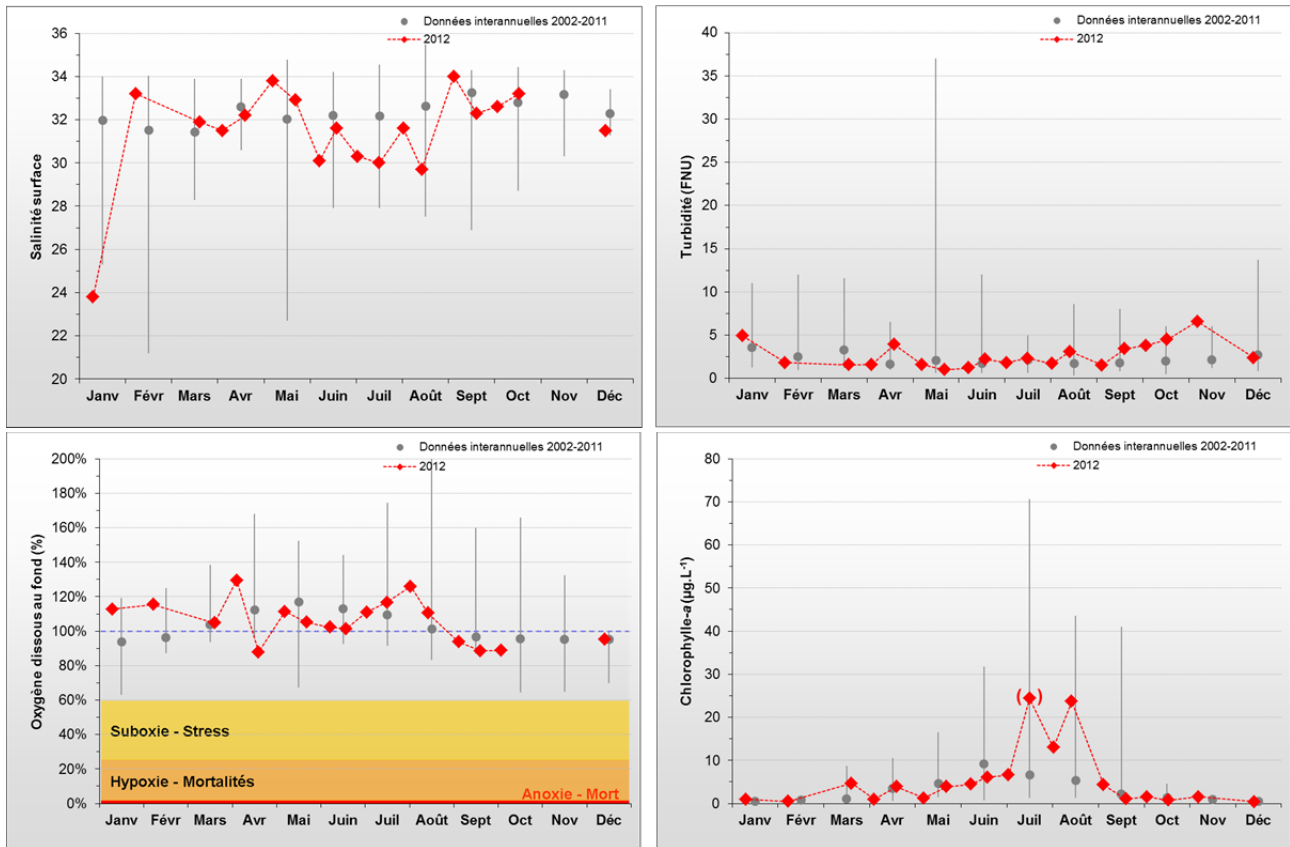
#### Hydrologie au point « Antifer Ponton Pétrolier »

HC16

La masse d'eau HC16 est soumise à l'influence des apports terrigènes de la Seine, via le « fleuve marin côtier ». La salinité de surface connaît de fréquentes variations dont l'amplitude a atteint certaines années, près de 12 unités. En 2012, la valeur moyenne de salinité (31,4) est restée proche mais légèrement inférieure à la moyenne interannuelle (32,2). Cela s'explique notamment par la très faible valeur observée au mois de janvier (23,8), ainsi que par les multiples dessalures modérées (de - 0,3 à - 2,8) observées postérieurement (Figure 92). Ces résultats sont vraisemblablement dus au débit de la Seine, qui a été globalement supérieur à la moyenne interannuelle en 2012 (cf. § III.1.3.). Ces variations de salinité peuvent être corrélées négativement aux variations de la turbidité. Ce fut le cas entre janvier et février ainsi qu'entre mi-août et septembre. Ces variations de turbidité sont toutefois restées modérées (max. 6,6 FNU) avec une turbidité moyenne proche de la moyenne interannuelle (2,7 FNU) (Figure 92).

D'après les observations, la période productive a débuté timidement mi-mars, avec un premier léger pic en chlorophylle-a à 4,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 20/03, et un second un mois plus tard (3,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , le 19/04). La biomasse chlorophyllienne a ensuite augmenté progressivement à partir de la mi-mai, pour atteindre les valeurs les plus élevées entre mi-juillet et mi-août (maximum de 24,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$  atteint le 16/07, valeur probablement sous-estimée en raison d'une saturation du filtre) (Figure 92). La biomasse moyenne annuelle est restée modérée en 2012, et similaire à la moyenne interannuelle (5,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). De ce fait, aucune situation de suboxie n'a été atteinte puisque la concentration en oxygène au fond de la colonne d'eau est restée supérieure à 87 % toute l'année, avec une valeur moyenne de près de 106 % témoignant même d'une légère sursaturation du milieu due à la production primaire (Figure 92).





**Figure 92 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2011 (gris) et résultats 2012 (◆). (◆) Valeur douteuse : la valeur de concentration en chlorophylle-a du 16/07 est à considérer avec précaution car probablement sous-estimée.

Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 (89  $\mu\text{M}$  NID ; 1,3  $\mu\text{M}$  PID ; 38  $\mu\text{M}$  Si) étaient excédentaires en NID (+ 25,5  $\mu\text{M}$ ) ainsi qu'en Si (+ 10  $\mu\text{M}$ ), mais pratiquement identiques en PID (- 0,04  $\mu\text{M}$ ) par rapport aux stocks moyens interannuels. Ce résultat peut s'expliquer par les concentrations très importantes en NID et en Si observées au mois de janvier (Figure 93), et très probablement associées à un apport d'eau douce ce même mois (forte dessalure) (Figure 92). Ces apports d'eau douce semblent donc permettre un rechargement plus important des stocks de NID et de Si que des stocks de PID, et sont vraisemblablement issus de la Seine (cf. § III.2.17).

Le stock en nitrate + nitrite, ainsi qu'en ammonium, connaît plusieurs recharges modérées (+ 8  $\mu\text{M}$  à + 12,5  $\mu\text{M}$  nitrate + nitrite) entre février et mi-août, qui sont beaucoup moins marquées pour le phosphate et le silicate. La concentration minimale en nitrate + nitrite (~ 8  $\mu\text{M}$ ) est atteinte début août et début septembre, en phosphate (< 0,14  $\mu\text{M}$ ) entre mi-mai et début août, et en silicate (< 1,15  $\mu\text{M}$ ) entre début juin et mi-août. Les recharges annuelles des stocks sont perceptibles dès la mi-août pour le phosphate, septembre pour l'ammonium et le silicate, et octobre pour le nitrate + nitrite (Figure 93).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 93) permet de compléter ces observations. En effet, l'azote apparaît en très net excès par rapport au phosphore et au silicium de janvier à début août 2012, puis dans une moindre mesure, en novembre - décembre. En septembre - octobre, tous les rapports molaires semblent proches de l'équilibre. Par contre, après un début d'année (janvier et mars) où le PID semble en déficit par rapport au Si, le Si apparaît en carence potentielle par rapport au phosphore particulièrement de juillet à début août. Le rapport Si/PID est en suite en relatif équilibre de septembre à décembre. Ces observations tendent donc à confirmer l'influence majoritaire des apports de la Seine sur ce point, ceux-ci étant plus riches en azote qu'en phosphore (cf. § III.2.17).

HC16

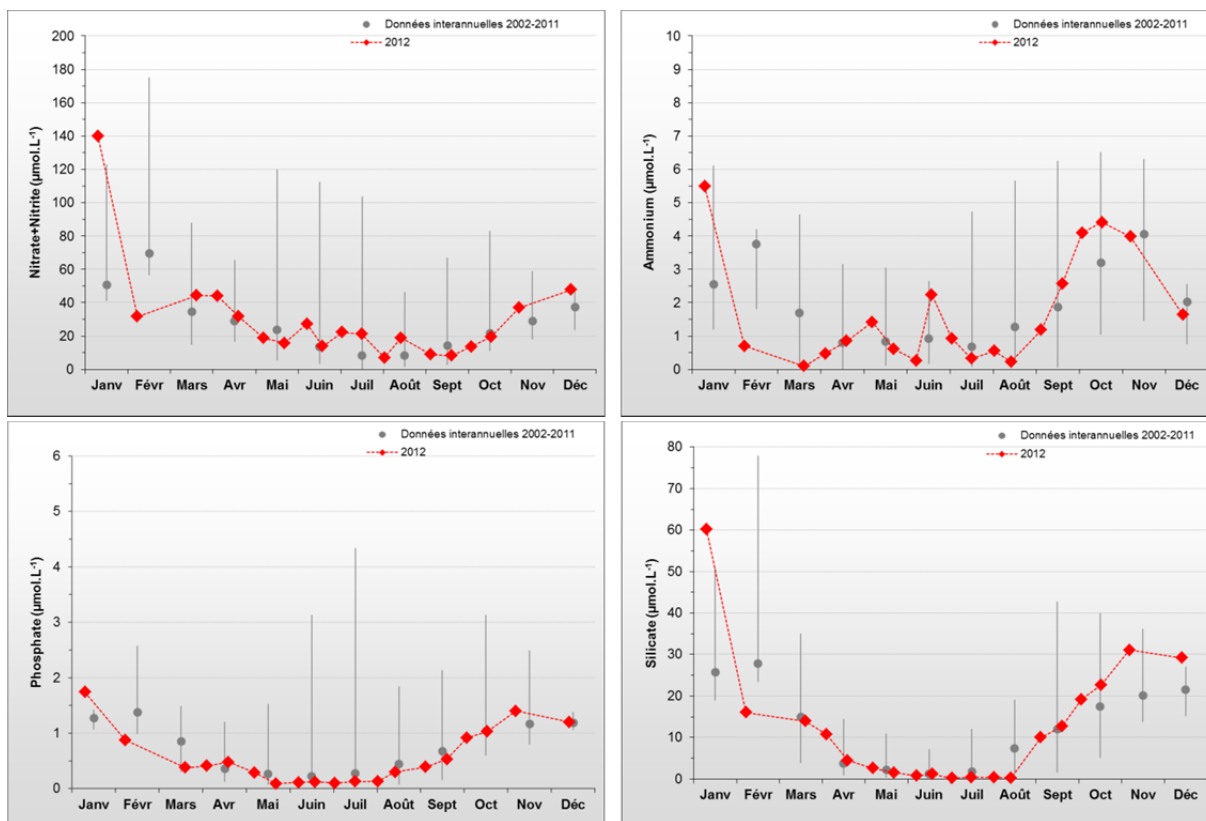


Figure 93 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2002-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Antifer Ponton Pétrolier »

L'étude des peuplements phytoplanctoniques (flores totales) à « Antifer Ponton Pétrolier » fait apparaître en 2012, 10 dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre (dont 2 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre) (Figure 94). Ces blooms, dont sont responsables 7 taxons, se sont tous produits entre début juin et mi-août (5 dates de prélèvement) et sont très probablement à l'origine des fortes biomasses chlorophylliennes observées à cette période (Figure 92). Les dépassements sont les suivants :

- Le 07/06 : *Skeletonema costatum* (SKELCOS, 362 700 cell.L<sup>-1</sup>), *Pseudo-Nitzschia* groupe des larges, complexe *seriata* (PSNZLAR, 142 700 cell.L<sup>-1</sup>) et *Phaeocystis* (PHAE, 1 222 000 cell.L<sup>-1</sup>).
- Le 18/06 : PSNZLAR, 698 800 cell.L<sup>-1</sup>.
- Le 02/07 : *Chaetoceros* sp. (CHAE, 103 000 cell.L<sup>-1</sup>), *Leptocylindrus danicus* (LEPDAN, 267 000 cell.L<sup>-1</sup>), *Asterionellopsis glacialis* (ASTEGLA, 313 800 cell.L<sup>-1</sup>) et *Skeletonema costatum* (450 800 cell.L<sup>-1</sup>).
- Le 01/08 : *Chaetoceros* sp. (CHAE, 3 135 000 cell.L<sup>-1</sup>).
- Le 13/08 : *Pseudo-Nitzschia americana* (PSNZAME, 257 500 cell.L<sup>-1</sup>).

Ce résultat confirme la dominance du taxon *Chaetoceros sp.* au niveau du point « Antifer Ponton Pétrolier » mais également la forte présence des taxons *Skeletonema costatum* et *Pseudo-Nitzschia sp.*, responsables de dépassements du seuil depuis plusieurs années et observés de manière récurrente sur ce point en 2012.

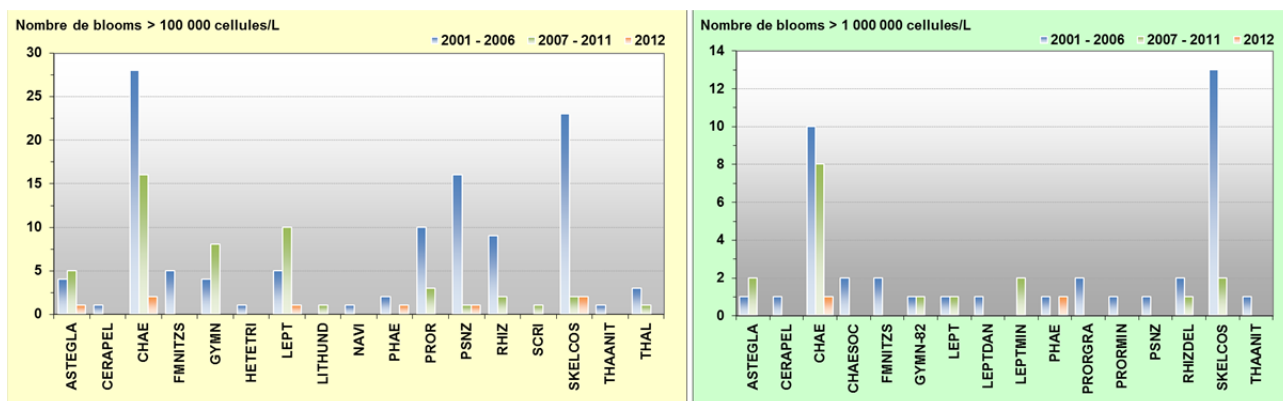


Figure 94 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Antifer Ponton Pétrolier entre 2001-2006 (n=223), 2007-2011 (n=147) et 2012 (n=19).

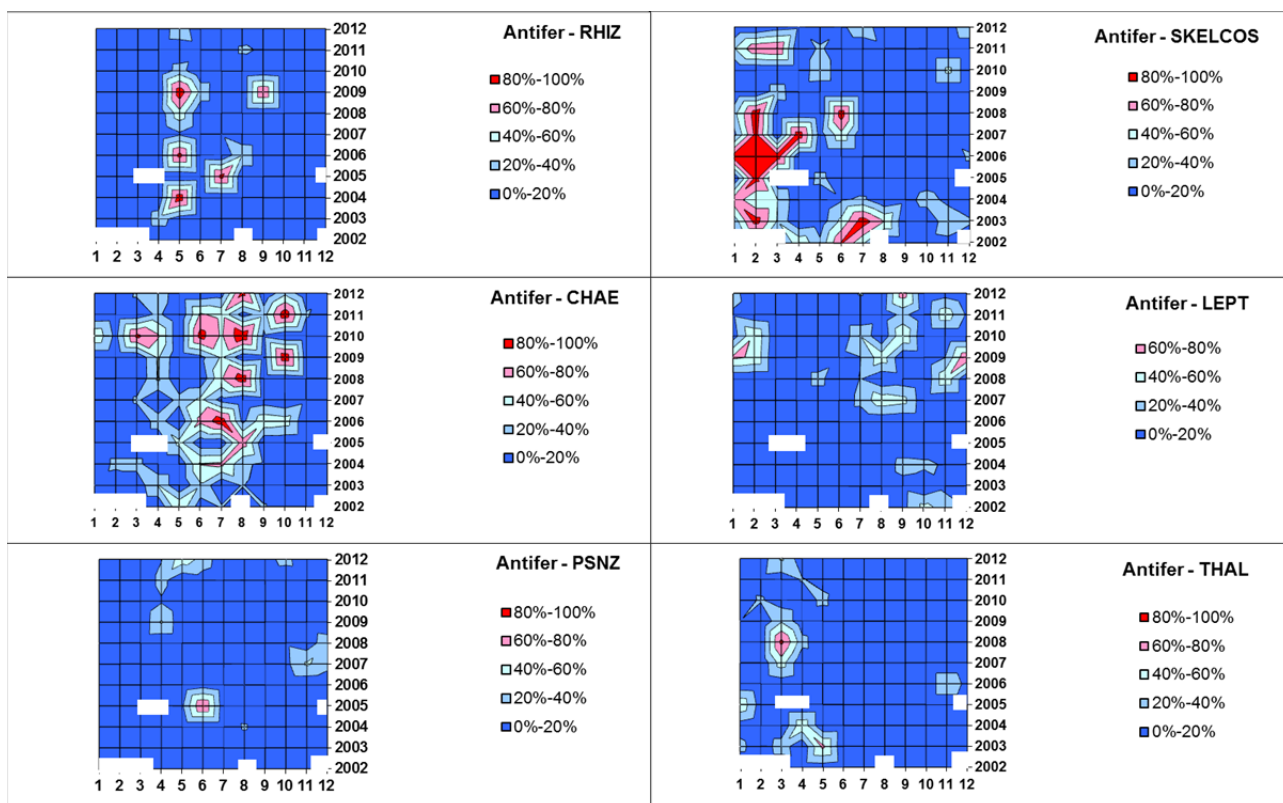


Figure 95 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces phytoplanctoniques, par mois et par année à Antifer Ponton Pétrolier de 2002 à 2012. CHAE = *Chaetoceros sp.*, RHIZ = *Rhizosolenia sp.*, PSNZ = *Pseudonitzschia sp.*, LEPT = *Leptocylindrus sp.*, SKELCOS = *Skeletonema sp.*, THAL = *Thalassiosira sp.* Zones blanches = pas de données.

La Figure 95 permet de visualiser l'évolution des successions de dominances de différents taxons phytoplanctoniques au cours des 12 mois de l'année, de 2002 à 2012. Le taxon *Skeletonema costatum* (SKELCOS) paraît dominer l'hiver (janvier – mars) majoritairement. Toutefois, le genre *Leptocylindrus sp.* (LEPT) est dominant en 2009, et *Chaetoceros sp.* (CHAE) est dominant en 2010 ainsi qu'en 2012 où il est accompagné du taxon *Thalassiosira sp.* (THAL).

Le printemps semble principalement dominé par les diatomées du genre *Rhizosolenia sp.* (RHIZ), particulièrement en 2004, 2006 et 2009, mais de manière moins nette en 2012, où *Rhizosolenia sp.* n'est observé qu'en mai, et où le taxon *Pseudo-Nitzschia sp.* (PSNZ) domine. Puis, comme à Cabourg mais avec une intensité moindre, l'été est généralement marqué par la présence de la diatomée *Chaetoceros sp.* en alternance, selon les années, avec le genre *Rhizosolenia sp.* (2005, 2009), et la diatomée *Skeletonema costatum* (2003, 2008). En 2012, *Skeletonema costatum* est dominant en juillet, puis suivi par *Chaetoceros sp.* en août et *Leptocylindrus sp.* en septembre. Cette dominance de diatomées en été peut expliquer la forte consommation en silicate par rapport au phosphate observée (Figure 93).

### Pertinence du suivi au point « Antifer Ponton Pétrolier »

Ce point présente des caractéristiques plus proches de celles de Cabourg que de celles de Fécamp plus au Nord-Est. L'influence du panache de la *Seine* y semble encore bien présente, bien que les dinoflagellés y soient moins importants que les années antérieures. Le point de prélèvement, bien que situé à l'intérieur du port d'Antifer, permet de rendre compte de la qualité des eaux venant du sud car les courants résiduels de marée en provenance de la *Seine* remontent le long de la côte nord (Le Goff et *al.*, 2005).

### III.2.19. Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2007-2012)

**SYNTHESE HC17 :** La masse d'eau HC17 est suivie grâce au point « Fécamp 1 mille » depuis 2007. Ce point, situé plus au large que le point « Fécamp digue » initialement choisi, est directement sous l'influence de la *Valmont* et indirectement de la *Seine* via le « fleuve marin côtier », mais ne subit pas de fortes dessalures (max. -1,8 en 2012) malgré des débits de la *Seine* nettement au-delà des valeurs moyennes pour certains mois.

Les stocks hivernaux en nutriments, globalement proches des moyennes interannuelles, restent modérés en 2012 (38  $\mu\text{M}$  NID ; 1,1  $\mu\text{M}$  PID ; 19  $\mu\text{M}$  Si), et le cycle biogéochimique peut être qualifié de « classique » à « légèrement perturbé ». La biomasse chlorophyllienne reste à un niveau faible (moy. 1,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$  ; max. 5,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) et légèrement inférieur à celui des autres années (2,1  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ). L'azote est globalement excédentaire, et aucun stock de nutriment n'est complètement épuisé en période productive.

Comme en 2011, aucun dépassement du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre n'a été observé en 2012. Malgré le faible nombre de données disponibles sur ce point, la flore de la masse d'eau HC17 peut être considérée comme représentative des eaux ouvertes de la Manche, contrairement à la flore de la masse d'eau HC16.

#### Hydrologie au point « Fécamp 1 mille »

Le point à Fécamp est directement soumis à l'influence des apports de la *Valmont* et indirectement de ceux du *Durdent* et de la *Seine* via le « fleuve marin côtier ». Les dessalures sont modérées (max. -1,2) comme en 2011, mais fréquentes : - 0,6 en mars, -1,2 en juin, -1,1 en octobre et - 0,4 en décembre (Figure 96). Ces dessalures peuvent s'expliquer notamment par les débits de la *Seine*, qui en comparaison aux normales interannuelles, ont été plus importants en mai (+ 73 %), en juin (+ 27%), en octobre (+ 13 %) et en décembre (+ 13%), en raison des conditions météorologiques particulièrement pluvieuses aux mois d'octobre et de décembre (cf. III.1.3.). La turbidité est restée modérée, avec une valeur moyenne de 3,7 FNU (max. 8,4 FNU en janvier-février). Les variations les plus importantes de turbidité ont été observées en mai (+ 2,3 FNU), en octobre (+ 3,6 FNU) ainsi qu'en décembre (+ 4,5 FNU). En saison automnale, ces valeurs de turbidité ont été corrélées négativement aux valeurs de salinité (Figure 96).

Comme au point « Antifer Ponton Pétrolier », d'après les observations, la période productive a débuté timidement mi-mars, avec un premier léger pic de biomasse de 2,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , qui a été suivi par deux pics plus importants mi-juillet (5,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , le 16/07) et début septembre (5,5  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 03/09). Le reste de l'année, les valeurs sont restées inférieures à 2,3  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (Figure 96). Ainsi, la biomasse moyenne annuelle en 2012 (1,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) a été légèrement inférieure à la moyenne interannuelle 2007-2011 (2,1  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

Cette faible biomasse chlorophyllienne n'a pas entraîné de risque de suboxie puisque la concentration en oxygène au fond de la colonne d'eau a été supérieure à 88 % toute l'année (moy. 100,6 % ; max. 114 %) (Figure 96).

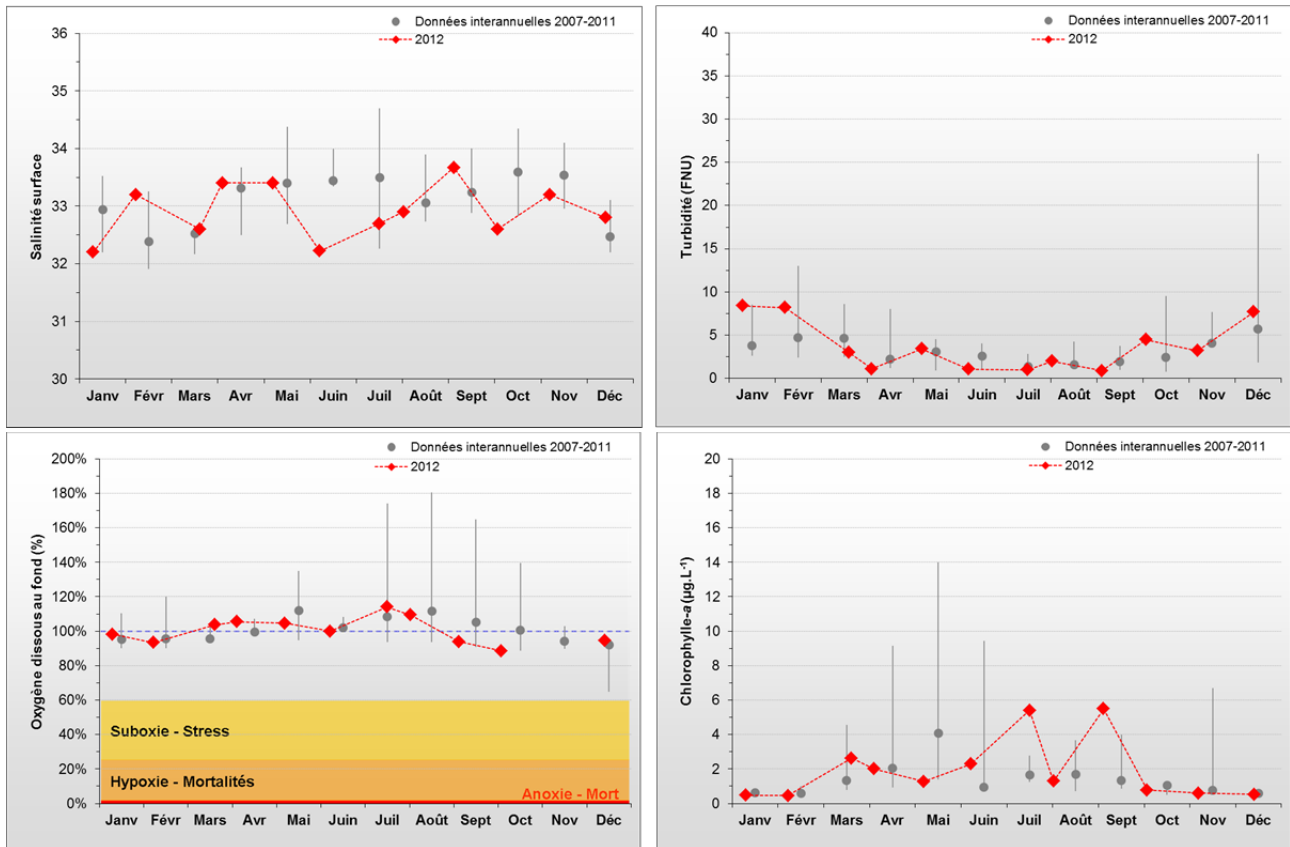


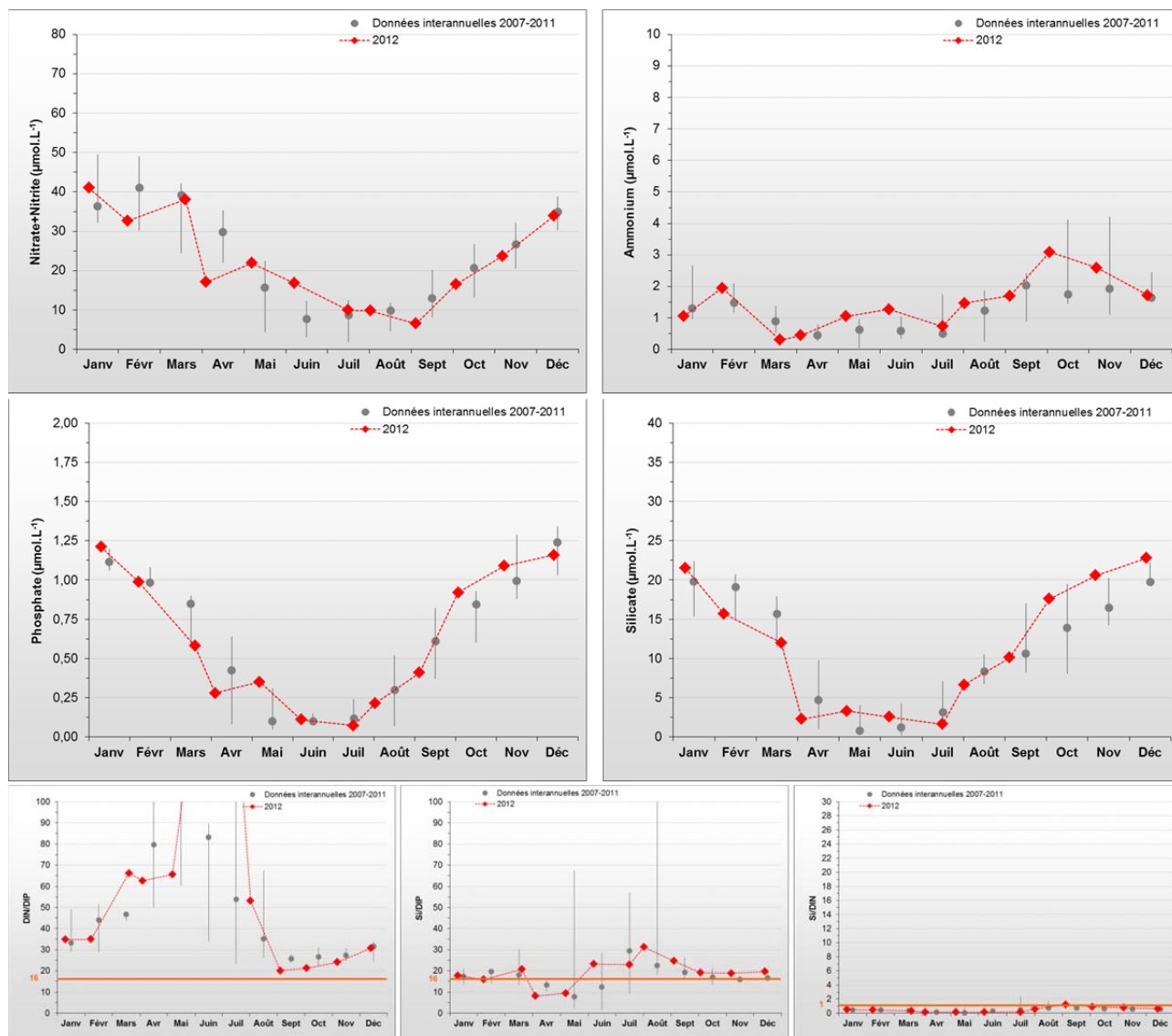
Figure 96 : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Fécamp 1 mille, entre 2007 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

HC17

Les stocks hivernaux en nutriments en 2012 (38  $\mu\text{M}$  NID, 1,1  $\mu\text{M}$  PID et 19  $\mu\text{M}$  Si) ont été légèrement plus important (+ 1,45  $\mu\text{M}$ ) pour le NID, tandis que le stock en PID est identique, et que le stock en Si est légèrement inférieur (- 0,15  $\mu\text{M}$ ) à la moyenne interannuelle. Les concentrations minimales des nutriments ont été atteintes en septembre pour le nitrate + nitrite (6,5  $\mu\text{M}$ ), en juillet pour le phosphate (0,07  $\mu\text{M}$ ) et pour le silicate (1,7  $\mu\text{M}$ ). La recharge des stocks a été perceptible dès le mois d'août pour les stocks en phosphate et en silicate, et d'octobre pour le nitrate + nitrite. Une légère recharge partielle de ces stocks en nutriments au mois de mai a probablement favorisé le développement de la production primaire aux mois de juin et juillet ; cette recharge peut s'expliquer par le débit nettement excédentaire de la Seine à cette période (cf. § III.1.3.). Les concentrations en ammonium sont restées modérées ( $\leq 3$   $\mu\text{M}$ ) mais étaient beaucoup plus variables que celles des autres nutriments, avec en particulier deux augmentations en août ainsi qu'en octobre (Figure 97).

L'examen de l'évolution temporelle des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 97) permet de compléter ces interprétations. En effet, l'azote apparaît en net excès par rapport au phosphore et au silicium de janvier à début août 2012 (particulièrement entre mai et juillet). Entre septembre et décembre, tous les rapports molaires sont relativement proches de l'équilibre. D'après l'évolution du rapport Si/PID, le Si a été plus consommé que le PID en avril-mai, et le PID par rapport au Si début août.

## Résultats du RHLN 2012 vs. 2000-2011 - Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2007-2012)



**Figure 97** : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/PID, Si/PID et Si/NID au point Fécamp 1 mille, entre 2007 et 2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2007-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Fécamp 1 mille »

L'étude des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à « Fécamp 1 mille », montre qu'en 2012 comme en 2011, aucun taxon n'a présenté de concentration supérieure au seuil de 100 000 cellules par litre (Figure 98). Le taxon *Pseudo-Nitzschia*, groupe des larges, complexe *seriata* (PSNZLAR), regroupe des diatomées nuisibles (notamment *P. australis* présentant une toxicité ASP) caractéristique des milieux de type marin riches en nitrate, est cependant observé de façon récurrente en 2012 à des concentrations supérieures à celles des autres années (max. 74 400 cell.L<sup>-1</sup> dans le prélèvement du 07/06). Bien que le nombre de données soit restreint, la distribution taxonomique au point « Fécamp 1 mille » marque une vraie rupture avec celles observées sur les points de suivi de la partie orientale de la baie de Seine, les peuplements phytoplanctoniques de Fécamp étant caractéristiques des eaux ouvertes de la Manche.

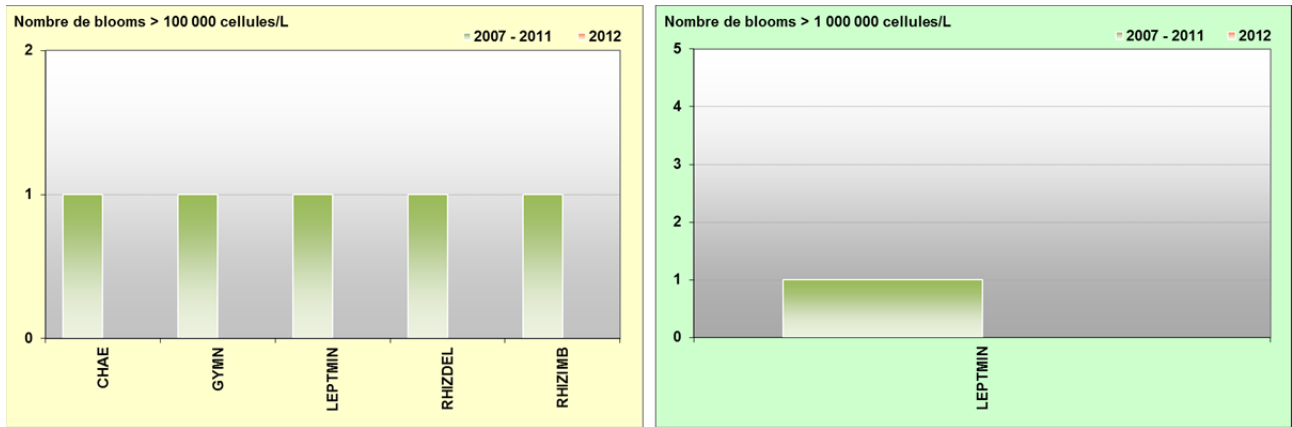


Figure 98 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques à Fécamp entre 2007-2011 (n=55) et 2012 (n=12).

### Pertinence du suivi au point « Fécamp 1 mille »

Le suivi sur Fécamp au point « Fécamp digue » depuis 2006, a été repositionné mi-juillet 2007 au point « Fécamp 1 mille ». En effet, le point « Fécamp digue » était fortement influencé par les apports du port de Fécamp, et n'était pas représentatif de la qualité de la masse d'eau HC17. Les observations permettent de caractériser le cycle hydrobiologique de cette masse d'eau sous l'influence du « fleuve marin côtier ».



### III.2.20. Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008-2012)

**SYNTHESE HC18 :** La masse d'eau HC18 est suivie grâce au point « Dieppe 1 mille » sur les périodes 2004-2005 et 2008-2012. Cette masse d'eau, généralement peu sujette aux dessalures, a toutefois connu en 2012 comme en 2011, une salinité moyenne inférieure à celle des autres années.

Les stocks en nutriments en hiver (27  $\mu\text{M}$  NID, 0,95  $\mu\text{M}$  PID, 16  $\mu\text{M}$  Si), sont en général plus faibles que ceux observés au point « Fécamp 1 mille ». La production primaire est en revanche plus forte à Dieppe, même si la biomasse chlorophyllienne a été plus faible en 2012 (moy. 2,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$  ; max. 7,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) par rapport aux années précédentes. Les stocks en nutriments n'ont pas été complètement consommés en 2012, et le NID est en excès par rapport au Si et au PID.

Aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2012. Les données disponibles indiquent au niveau de ce point la présence de peuplements phytoplanctoniques représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

Pour des raisons logistiques, le suivi du point « Dieppe 1 mille », débuté en 2004, n'a été réalisé ni en 2006 ni en 2007, mais a repris de 2008 à 2012 grâce à la réalisation des prélèvements par la SPEL-DDTM76. En 2012, les prélèvements de janvier et février n'ont cependant pas pu être réalisés.

#### Hydrologie au point « Dieppe 1 mille »

Le point « Dieppe 1 mille » est directement soumis à l'influence des apports de l'*Arques*, et indirectement de la *Seine* via le « fleuve marin côtier ». Les variations de salinité y sont généralement faibles, mais en 2012, on note une salinité moyenne de 32,3, soit inférieure de 0,8 à la moyenne interannuelle 2008-2011. Ce résultat s'explique par la faible valeur du mois de mars (30,2) ainsi que par 2 périodes de dessalures en juin/juillet, puis de mi-octobre à mi-décembre (Figure 99). Ces périodes de dessalures peuvent être liées aux excès pluviométriques mesurés à la station météo de Dieppe, avec, par rapport aux normales : + 24 mm en juin ; + 63,4 mm en juillet ; + 146 mm en octobre et + 53 mm en décembre (données Météo-France), qui ont probablement provoqué une augmentation du débit de l'*Arques*. La turbidité moyenne (4,9 FNU) est nettement inférieure à la moyenne interannuelle (7,9 FNU). Les valeurs de turbidité les plus fortes (8,6 FNU mi-mars et 14 FNU mi-décembre), correspondent aux valeurs de salinité les plus faibles. En revanche, la dessalure observée en juin-juillet n'apparaît pas associée à une augmentation de la turbidité (Figure 99).

D'après les observations, un seul pic très net de biomasse a été observé début avril (7,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$  le 04/04). Le reste de l'année, les concentrations sont restées à un niveau inférieur à 4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ , et même inférieur à 2  $\mu\text{g.L}^{-1}$  à partir de juillet (Figure 99). Ainsi, la biomasse moyenne annuelle observée en 2012 (2,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) est restée faible, et inférieure à la moyenne interannuelle pourtant déjà basse (2,6  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ).

Le nombre de données de concentrations en oxygène au fond de la colonne d'eau sont insuffisantes pour statuer sur le degré d'oxygénation (Figure 99).

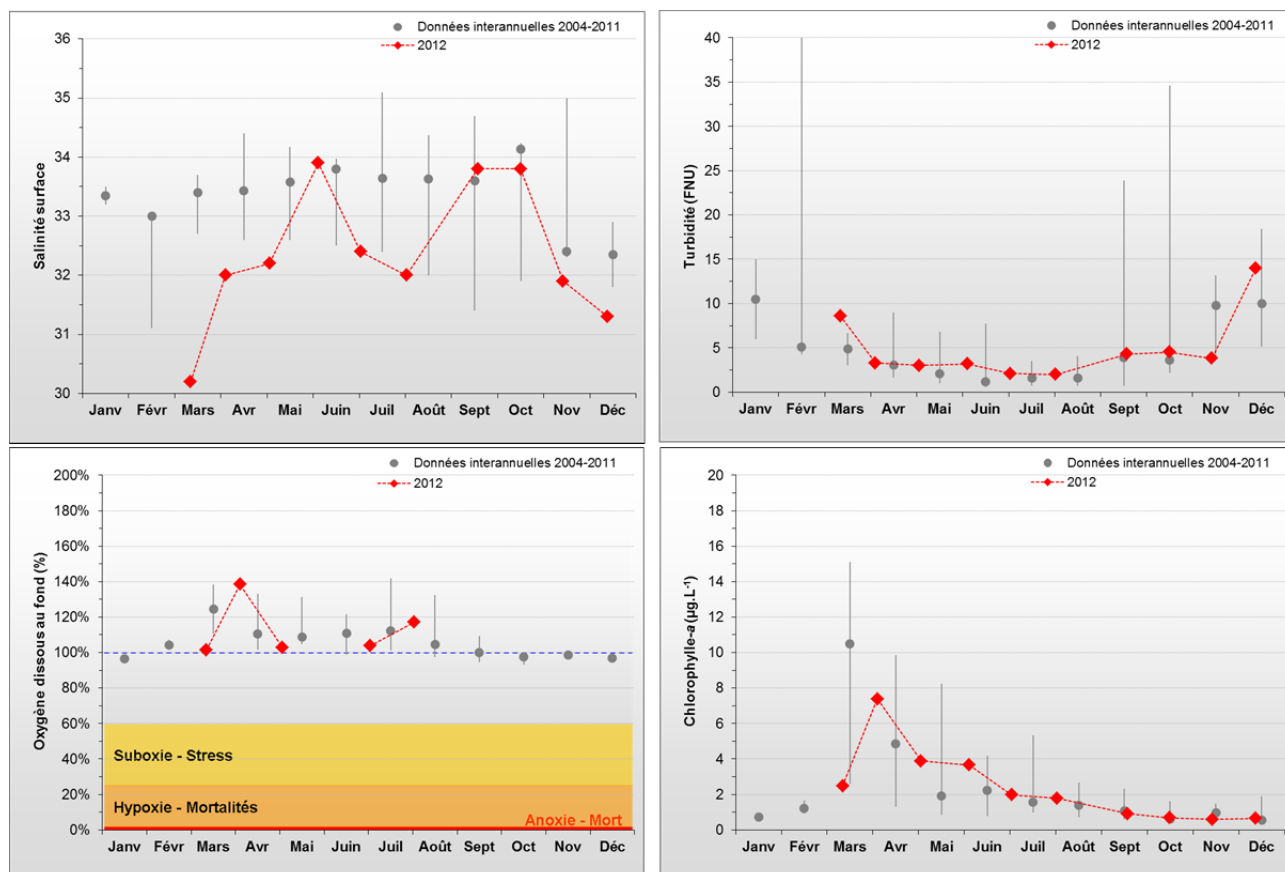


Figure 99 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2005, 2008-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

HC18

L'évaluation des stocks hivernaux en nutriments n'a pas été possible en raison de l'absence de prélèvements aux mois de janvier et de février. Les concentrations en nutriments à la mi-mars étaient de 50  $\mu\text{M}$  en nitrate + nitrite, 0,85  $\mu\text{M}$  en ammonium, 0,7  $\mu\text{M}$  en phosphate et 21,1  $\mu\text{M}$  en silicate (Figure 100). Ces valeurs étaient toutes nettement supérieures aux médianes interannuelles observées ce même mois, en lien avec l'importante dessalure et les probables apports de nutriments associés. Les stocks hivernaux de nutriments évalués les années précédentes, étaient de l'ordre de 27  $\mu\text{M}$  NID, 0,95  $\mu\text{M}$  PID, et 16  $\mu\text{M}$  Si, et étaient donc typiquement inférieurs à ceux observés au point « Fécamp 1 mille ».

La consommation de ces stocks par le phytoplancton explique la très nette diminution des concentrations observée entre mi-mars et début avril (- 41  $\mu\text{M}$  nitrate + nitrite ; - 21  $\mu\text{M}$  silicate ; - 0,6  $\mu\text{M}$  phosphate). Toutefois, aucun nutriment n'a été intégralement épuisé au cours de la période productive. Les concentrations minimales ont été atteintes début mai pour le nitrate + nitrite (4,2  $\mu\text{M}$ ), entre début avril et début août pour le phosphate ( $\sim$  0,07  $\mu\text{M}$ ), et entre début avril et début mai pour le silicate ( $\sim$  0,6  $\mu\text{M}$ ). Les stocks en nitrate + nitrite et en silicate ont connu une recharge partielle au mois de juillet, mais l'augmentation des concentrations a été la plus forte à partir de septembre. La concentration en phosphate n'a en revanche pas été plus forte dans le prélèvement de juillet que dans celui de juin : ce nutriment a donc probablement été entièrement consommé par le phytoplancton entre ces deux prélèvements et / ou a été apporté à une concentration plus faible que le nitrate + nitrite et que le silicate (Figure 100).

L'examen de l'évolution des rapports molaires NID/PID, Si/PID et Si/NID (Figure 100) permet de compléter ces observations. En effet, le NID est en excès (très net entre mars et début août) toute l'année par rapport aux autres éléments. En outre, le phosphore semble en carence potentielle entre début juillet et début août par rapport au silicium.

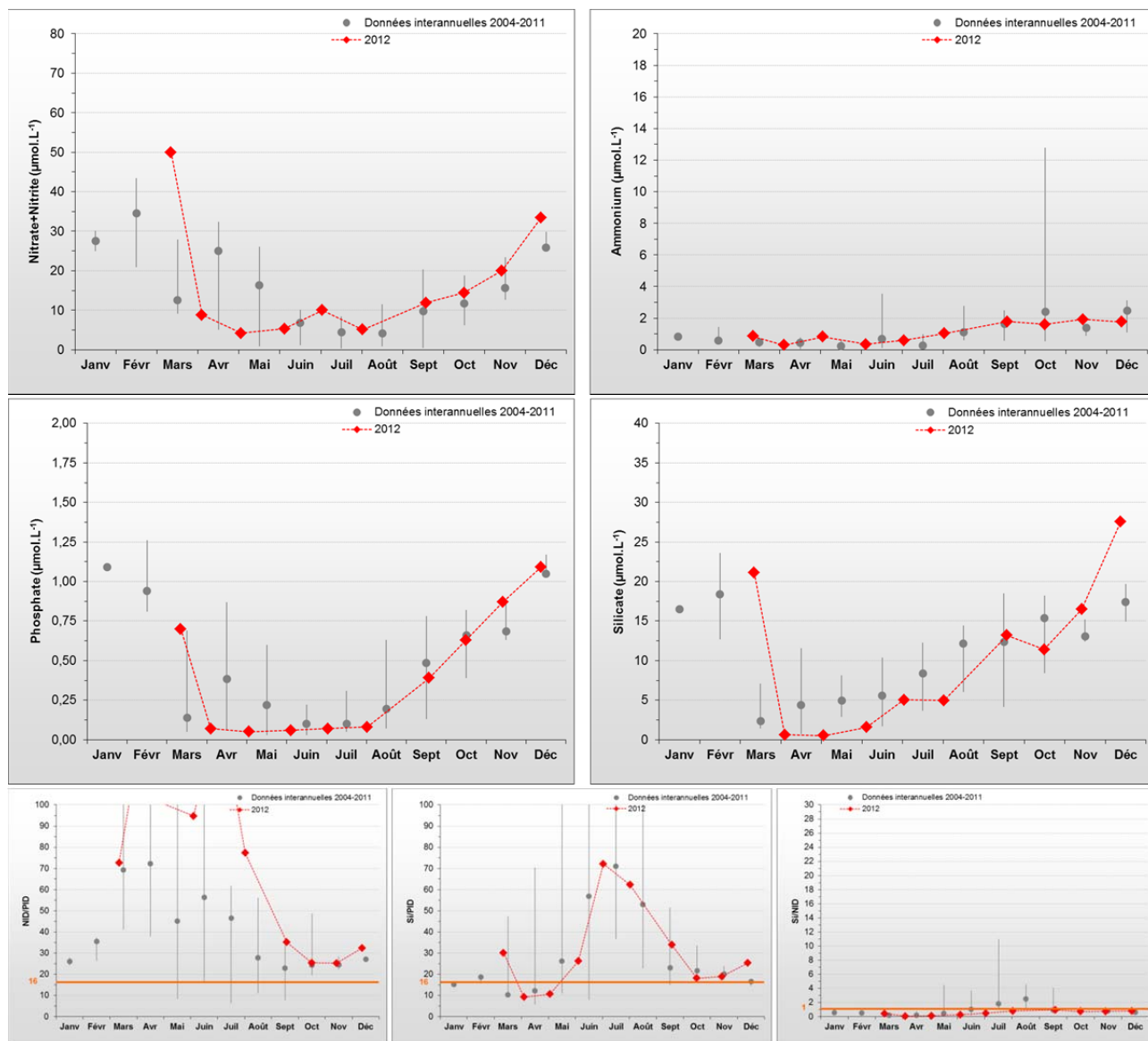


Figure 100 : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports NID/P et Si/PID et Si/NID à Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008-2012. Représentation de la médiane et des extrêmes mensuels pour les données 2004-2005, 2008-2011 (gris) et résultats 2012 (♦).

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Dieppe 1 mille »

L'étude des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) à Dieppe, montre qu'en 2012, aucune concentration n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre (Figure 101). Cependant, le taxon *Rhizosolenia imbricata* (diatomée caractéristique des milieux de type « marin ») a tout de même été proche de ce seuil dans le prélèvement de début mai (RHIZIMB, 95 400 cell.L<sup>-1</sup> le 03/05). Comme au point « Fécamp 1 mille », le taxon *Pseudo-Nitzschia* (PSNZLAR) a été présent de manière récurrente mais à des concentrations n'excédant pas 27 400 cell.L<sup>-1</sup>. Bien que le nombre de données soit restreint, ce peuplement phytoplanctonique semble représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

## Résultats du RHLN 2012 vs. 2000-2011 - Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008-2012)

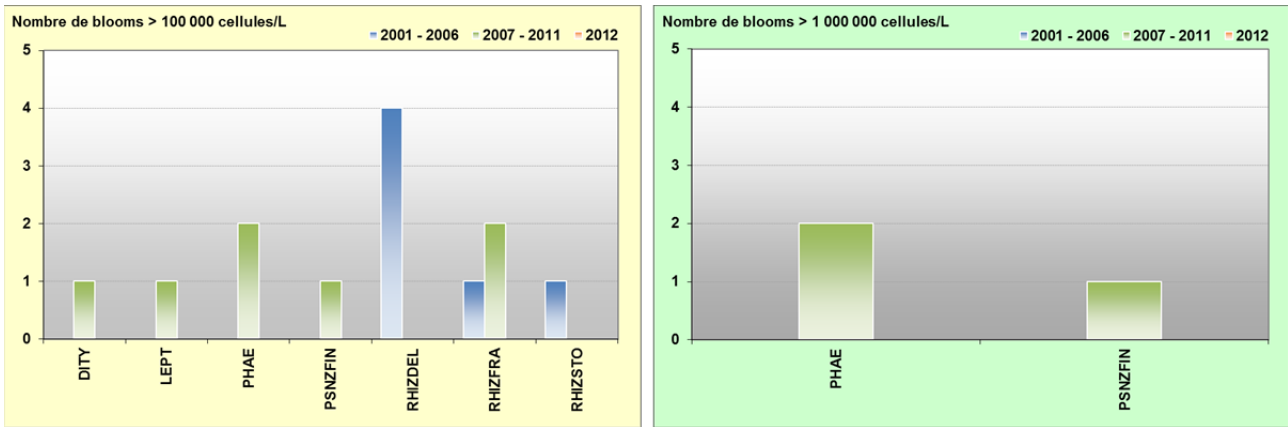


Figure 101 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dieppe 1 mille entre 2001-2005 (n=57), 2008-2011 (n=39) et 2012 (n=10).

### Pertinence du suivi au point « Dieppe 1 mille »

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

## IV. Discussion et Mise à jour des indicateurs DCE

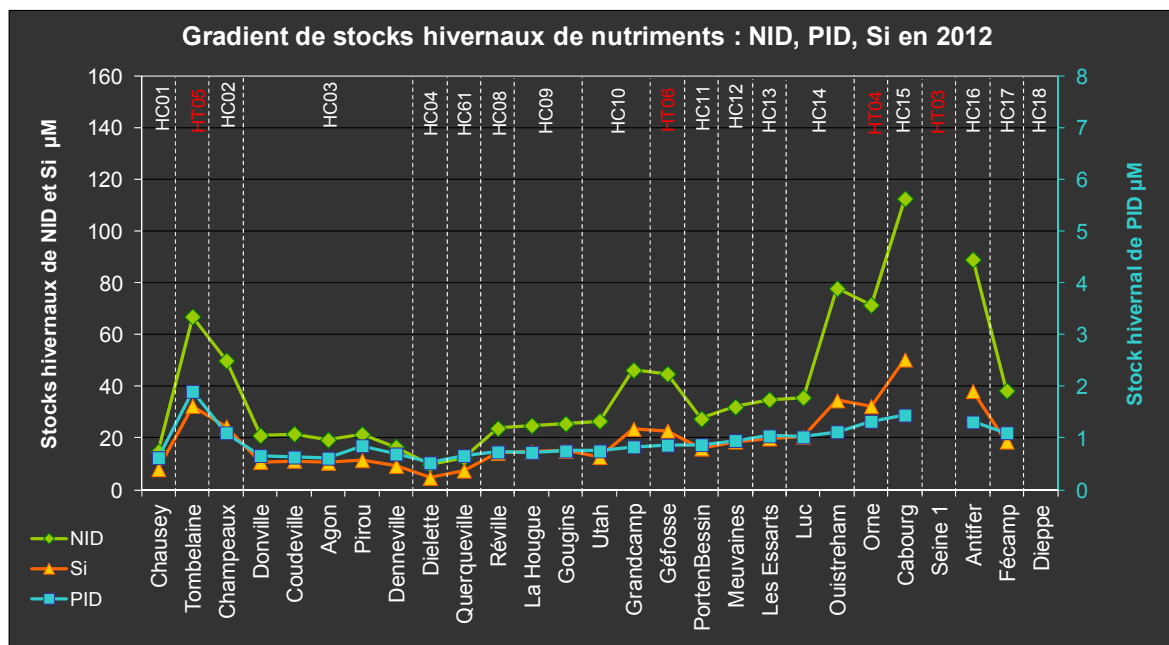
### IV.1. Discussion générale

#### IV.1.1. Cycles hydrobiologiques

##### Situation hivernale

Le RHLN 2012 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 cinquième année consécutive le long du littoral normand.

La Figure 102 montre le gradient de stocks hivernaux (janvier - février) de nutriments en azote, phosphore et silicium dans les masses d'eau normandes en 2012, et les influences respectives des estuaires (baie du Mont St Michel en HT05, baie des Veys en HT06, et estuaire de l'Orne en HT04). Malheureusement, l'estuaire de la Seine en HT03 n'a pas pu être échantillonné en janvier et février 2012.



**Figure 102 :** Gradient des stocks hivernaux (janvier-février) en nutriments sur les points de prélèvement du RHLN. NID = azote inorganique dissous, PID = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.

La Figure 102 met en évidence des stocks hivernaux en nutriments globalement plus importants au niveau des masses d'eaux estuariennes HT05 (« Tombelaine »), HT06 (« Géfosse »), et HT04 (« Estuaire de l'Orne ») qu'au niveau des autres points. Entre ces dernières, un gradient de stocks est observé avec un milieu plus riche en NID et en Si au niveau de l'estuaire de l'Orne (HT04) qu'au niveau des masses d'eau HT05 (point « Tombelaine », sous influence de la Sée, de la Sélune, et du Couesnon) et HT06 (point « Géfosse », sous l'influence de la Taute, de la Vire, de l'Aure et de la Douve).

Les stocks en PID apparaissent plus importants en baie du Mont Saint Michel à ceux mesurés au niveau des estuaires de l'Orne et autour de la Seine. Ce résultat est vraisemblablement le résultat des politiques de réductions des émissions de phosphate menées depuis plusieurs années sur le bassin versant de la Seine. Plus globalement, les stocks hivernaux en PID tendent à augmenter progressivement du point « Dielette » (HC04) jusqu'à l'estuaire de l'Orne, puis à diminuer dans les masses d'eau HC16 et HC17.

Le gradient du rapport molaire NID/PID des stocks hivernaux en 2012 fait 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. Les points les plus proches de l'équilibre au niveau de ce rapport sont « Dielette » (HC04) et « Digue de Querqueville » (HC61), suivis par « Chausey » (HC01) et les deux points les plus au nord de la masse d'eau HC03 (« Pirou bergerie sud » et « Denneville »), toutefois avec un léger excédent en NID. Ce résultat suggère que ces masses d'eau sont donc les moins influencées par des apports terrigènes modifiés par l'anthropisation et/ou sont dans des zones à l'hydrodynamisme fort, et présentent ainsi des rapports proches des eaux ouvertes de la Manche (Figure 103).

Au contraire, le point « Champeaux » (HC02) présente un excès en NID encore plus important qu'à « Tombelaine » (HT05), suggérant que des apports additionnels à ceux de la baie du Mont St Michel atteignent la masse d'eau HC02. La situation est identique mais moins marquée entre les points « Roches de Grandcamp » (HC10) et « Géfosse » (HT06), et « Ouistreham 1 mille » (HC14) et « Estuaire de l'Orne » (HT04) (Figure 103).

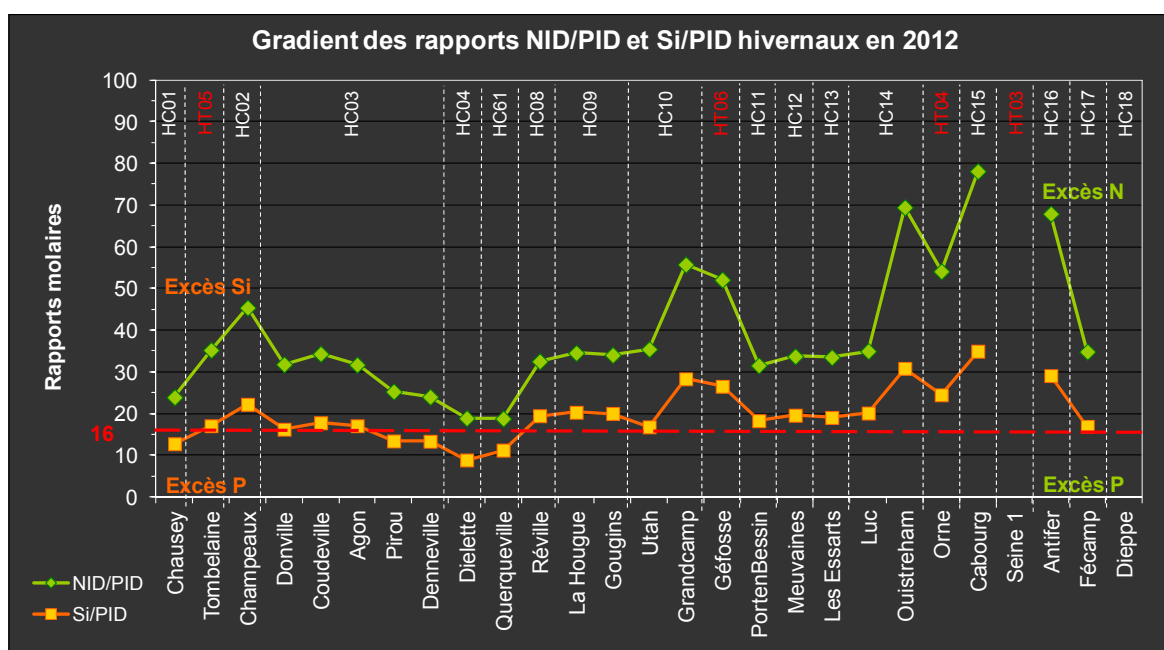


Figure 103 : Gradient des rapports de nutriments NID/PID et Si/PID des stocks hivernaux (janvier-février) 2012 sur les points de prélèvement du RHLN.

NID = azote inorganique dissous, PID = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.

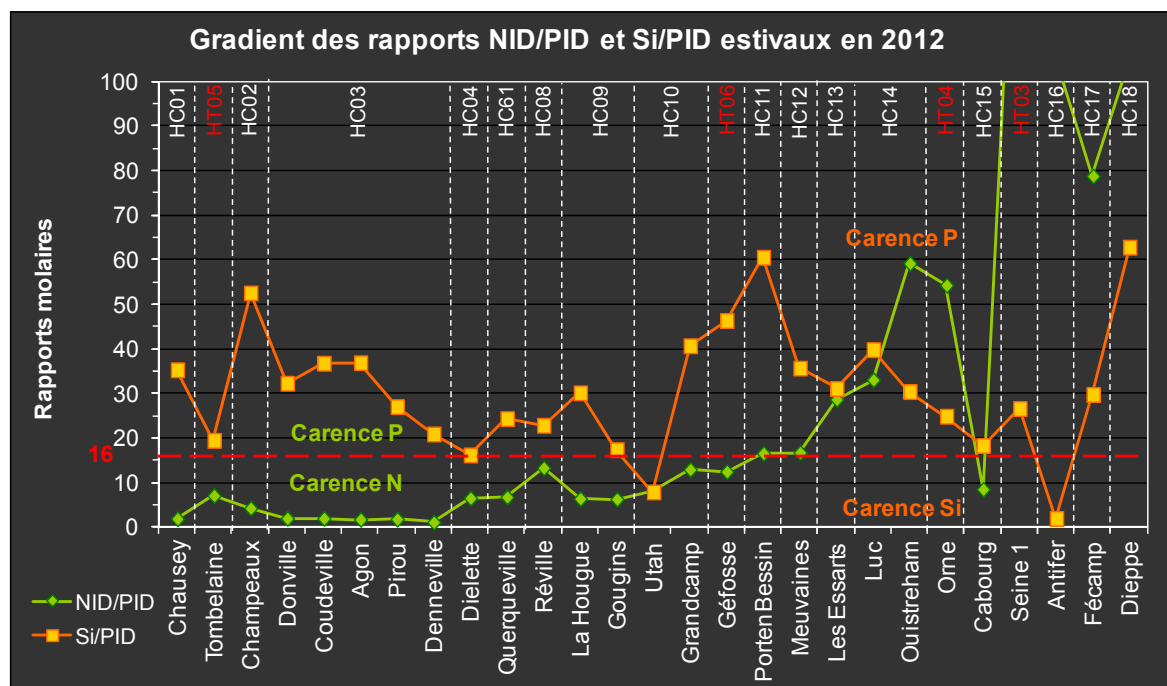
Le gradient du rapport molaire Si/PID apparaît beaucoup plus « à l'équilibre » avec seulement quelques points remarquables, et complète ainsi l'information donnée par le rapport NID/PID. En effet, le point « Dielette » (HC04) est si peu influencé par des apports terrigènes que le rapport Si/PID montre un déficit en Si par rapport à PID, correspondant à celui des eaux ouvertes de la Manche. Ce déficit est moins marqué pour les points « Chausey » (HC01) et « Digue de Querqueville » (HC61), confirmant une faible influence d'apports terrigènes dans ces masses d'eau et/ou une forte hydrodynamique.

Les points les plus influencés par des apports terrigènes avec un excès marqué en Si par rapport au PID étaient « Cabourg » (HC15), « Ouistreham 1 mille » (HC14), « Antifer ponton pétrolier » (HC16), « Roches de Grandcamp » (HC10), « Géfosse » (HT06), « Estuaire de l'Orne » (HT04) et « Champeaux » (HC02). Surprenamment, le point « Tombelaine » (HT05) présente un rapport Si/DIP « à l'équilibre » alors que cette masse d'eau est réputée pour sa turbidité, ce qui conforte le fait que ce point récent est plus approprié pour un suivi hydrologique (Figure 103).

DISC.

## Situation estivale

Dans un cycle biogéochimique dit « classique », les stocks hivernaux sont consommés par le phytoplancton au printemps lorsque l'ensoleillement devient suffisant, et la concentration en nutriments reste faible jusqu'à l'automne (cf. Annexe 2). De façon à appréhender la potentielle carence en nutriments pendant la période estivale qui pourrait limiter le développement du phytoplancton, le gradient des rapports NID/PID et Si/PID sur les stocks estivaux (juillet – août) en 2012 est présenté dans la Figure 104.



**Figure 104 :** Gradient des rapports de nutriments NID/PID et Si/PID des stocks estivaux (juillet-août) en 2012 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 montre que 14 points sur 27 (52 % des points) présentent un faible rapport NID/PID estival (< 10), particulièrement marqué (< 5) sur la côte Ouest (HC01, HC02 et HC03) (26 % des points). Ce résultat montre que sur ces points, même si l'azote était initialement en excès dans les stocks hivernaux (voir ci-dessus), celui-ci pouvait être épuisé pendant la période productive, et potentiellement contribuer à limiter le développement de la production primaire. Dans les cas où le rapport NID/PID estival est resté intermédiaire (entre 10 et 21), il est probable que la production primaire ait été limitée par un autre facteur. A l'Est de la baie de Seine, 8 points présentent fort rapport NID/PID estival (points « St Aubin les Essarts » (HC13), « Luc 1 mille » et « Ouistreham 1 mille » (HC14), « Estuaire de l'Orne » (HT04), « Seine 1 » (HT03), « Antifer ponton pétrolier » (HC16), « Fécamp 1 mille » (HC17) et « Dieppe 1 mille » (HC18)). Dans ces cas, l'excès en NID dans les stocks hivernaux était tel que le phosphore est devenu un facteur potentiellement limitant pour le développement de la production primaire (Figure 104).

Seuls 5 points (« Tombelaine » (HT05), « Denneville » (HC03), « Dielette » (HC04), « Gougins » (HC09), et « Cabourg » (HC15)) avaient un rapport Si/DIP relativement « à l'équilibre » en été. Le point « Antifer ponton pétrolier » (HC16) présente le plus faible rapport, révélant un déficit en Si par rapport au PID. Dans les autres cas, le PID était en déficit par rapport au Si, et particulièrement à « Dieppe 1 mille » (HC18), ce qui semble confirmer que le phosphore y était limitant (Figure 104).

En outre, trois points ont montré des particularités en 2012 par rapport aux résultats des points voisins. En effet, les rapports NID/PID et Si/PID révèlent un déficit en NID et en Si par rapport au PID au point « Utah » (HC10), soit  $PID > NID$  et  $Si$  en concentrations, alors que le point « Roches de Grandcamp » a présenté un excès en  $Si \gg NID > PID$ . De plus, alors que les résultats sur les points limitrophes ont montré un déficit clair en phosphore, le NID est apparu en légère carence potentielle au point « Cabourg » (HC15), et le Si en net carence par rapport au PID qui était en net déficit par rapport au NID à « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16) (Figure 104).

La biomasse chlorophyllienne moyenne tous points confondus était de  $2,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2012, soit une valeur pratiquement identique à celle de 2010, et légèrement supérieure à celle observée en 2011 ( $2,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 105). En effet, l'année 2012 a été marquée par un bloom de fin d'hiver (mars) très marqué sur la côte ouest, de Chausey (HC01) à Denneville (HC03), avec de nouveaux maxima interannuels pour 7 des 8 points de la zone (sauf à « Pirou Bergerie sud »). Les conditions climatiques ont été particulièrement clémentes au mois de mars suite à un hiver doux et sec, avec  $+ 1,8^\circ\text{C}$  et  $+ 52 \text{ h}$  d'ensoleillement par rapport à la normale à la station de Gouville-sur-Mer. Sur d'autres points des côtes du Calvados, les recharges en nutriments lors des épisodes pluvieux des mois d'avril et de mai, ont pu être à l'origine de pics de biomasse modérés mais assez fréquents.

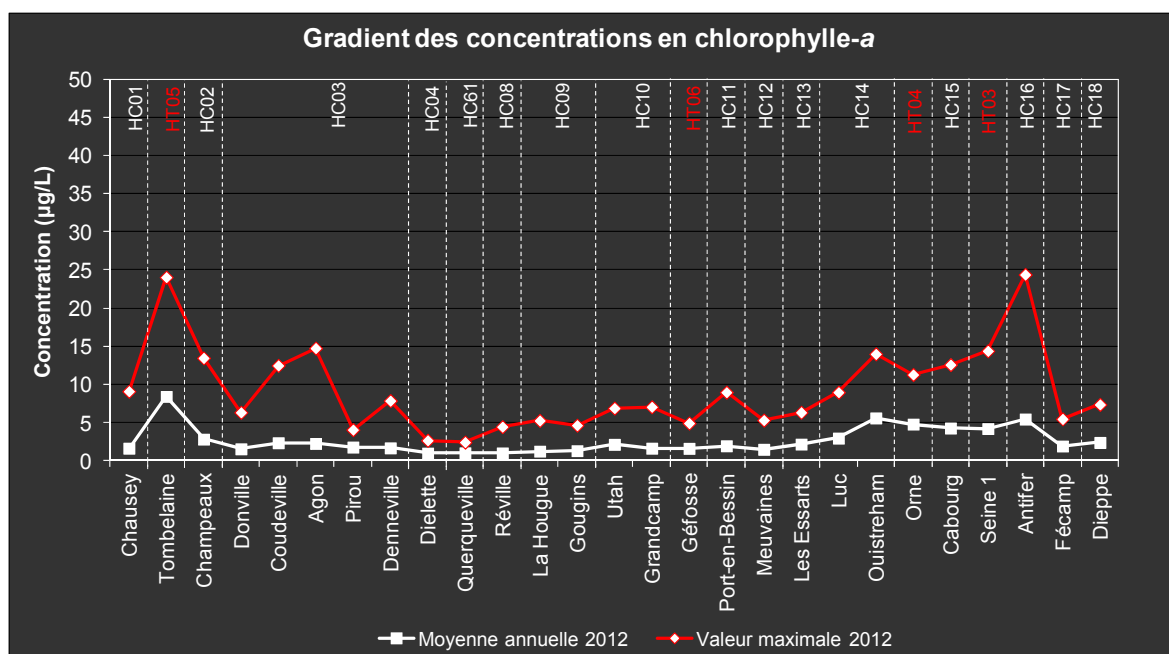


Figure 105 : Gradient des concentrations en chlorophylle-a sur les points de prélèvement du RHLN 2012. En blanc = concentrations moyennes en chlorophylle-a ; en rouge = concentration maximale en chlorophylle-a.

La comparaison des valeurs moyennes de biomasse chlorophyllienne en 2012, permet de distinguer trois groupes de masses d'eau, qui se distinguent par leurs niveaux de production :

- des zones de faibles productivité caractérisées en 2012 par une biomasse moyenne inférieure à  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$  et par une biomasse maximale ne dépassant pas  $5,5 \mu\text{g.L}^{-1}$  : points « Pirou Bergerie Sud » (HC03), « Dielette » (HC04), « Digue de Querqueville » (HC61), « Réville 1 mille » (HC08), « Gougins » (HC09), « Asnelles-Meuvoines » (HC12), « Fécamp 1 mille » (HC17), « Géfosse » (HT06);
- des zones de productivité intermédiaire, caractérisées par une biomasse moyenne comprise entre  $1,5 \mu\text{g.L}^{-1}$  et  $3 \mu\text{g.L}^{-1}$  et une biomasse maximale comprise entre  $6 \mu\text{g.L}^{-1}$  et  $15 \mu\text{g.L}^{-1}$  : points « Chausey » (HC01), « Champeaux » (HC02), « Donville », « Denneville », « Coudeville 1 mille » et « Pointe Agon sud » (HC03) ; « Utah » et « Roches de Grandcamp » (HC10), « Port-en-Bessin 1 mille » (HC11), « Saint Aubin les Essarts » (HC13), « Luc 1 mille » (HC14) et « Dieppe 1 mille » (HC18) ;

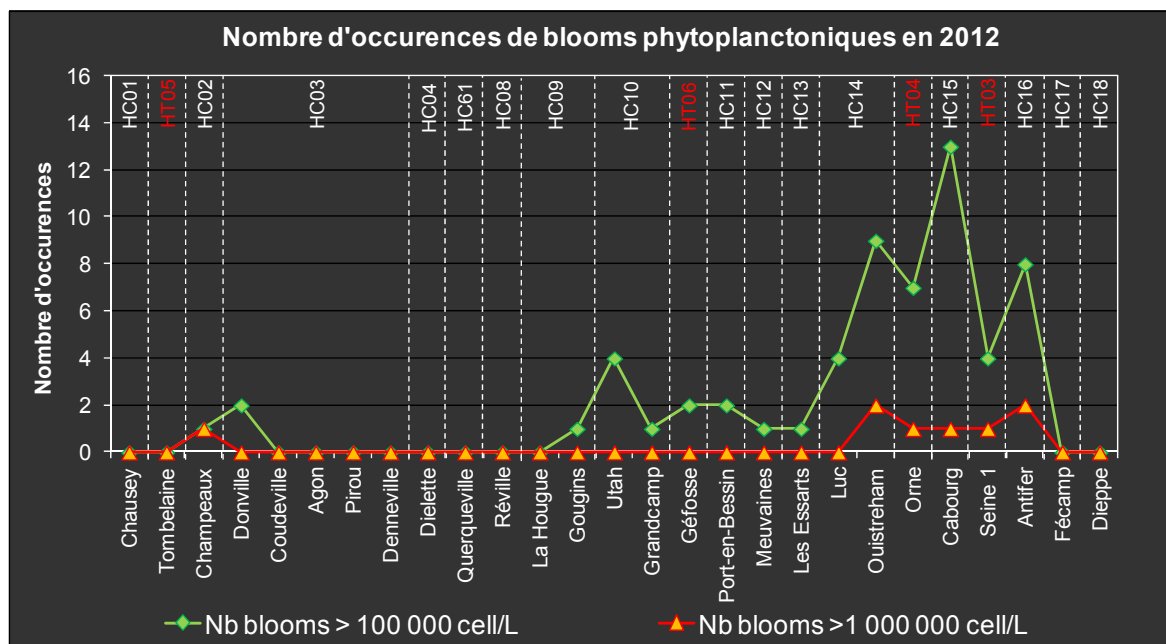


- des zones de productivité relativement élevée, avec une biomasse moyenne supérieure à  $4 \mu\text{g.L}^{-1}$  et une biomasse maximale souvent supérieure à  $15 \mu\text{g.L}^{-1}$  : points « Tombelaine » (HT05), « Estuaire de l'Orne » (HT04), « Seine 1 » (HT03), « Ouistreham 1 mille » (HC14), « Cabourg » (HC15) et « Antifer ponton pétrolier » (HC16) (Figure 105).

#### IV.1.2. Evolution des flores phytoplanctoniques

Avec au total 59 dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules par litre dont 8 dépassements du seuil de 1 000 000 cellules par litre (blooms uniquement comptabilisés sur le premier prélèvement de chaque mois), le nombre de blooms phytoplanctoniques en 2012 est supérieur à celui de 2011 (29) et à celui de 2010 (33). En tenant compte de l'ensemble des prélèvements, le nombre de dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> est également plus important en 2012 (101) qu'en 2011 (48) et 2010 (71).

L'étude du gradient du nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques le long du littoral normand, confirme le nombre plus important de dépassements de seuils au niveau des points « Donville » (2 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup>), autour de « Géfosse » (2 à 4 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup>), ainsi qu'à proximité des estuaires de l'Orne et de la Seine, en particulier aux points « Ouistreham 1 mille » (7 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 1 bloom > 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup>), « Cabourg » (12 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 1 bloom > 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup>), et « Antifer ponton pétrolier » (6 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 2 blooms > 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup>). Enfin, 4 dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> ont eu lieu au point « Utah » alors qu'aucun franchissement de seuil n'y avait été remarqué en 2011 (Figure 106).



DISC.

**Figure 106** : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN 2012. 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.

L'observation du nombre de blooms par période et pour chaque masse d'eau permet de confirmer la concentration plus importante de ces blooms au niveau des zones estuariennes ou à proximité de ces dernières (masses d'eau HT06, HT04 et HT03) (Figure 107). L'influence de la Seine est clairement visible avec un nombre maximal de blooms phytoplanctoniques observé particulièrement au niveau du point « Cabourg » (HC15), et aussi sur « Ouistreham 1 mille » (HC14), et « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16). De plus le nombre de dépassement > 100 000 cellules par litre était plus important aux points « Donville » (HC03), « Géfosse » (HT06), et « Cabourg » (HC15) en 2007-2012 qu'en 2001-2006 pour un même nombre d'année de suivi. Aucun point n'a présenté plus de dépassements > 1 000 000 cellules par litre en 2007-2012 qu'en 2001-2006.

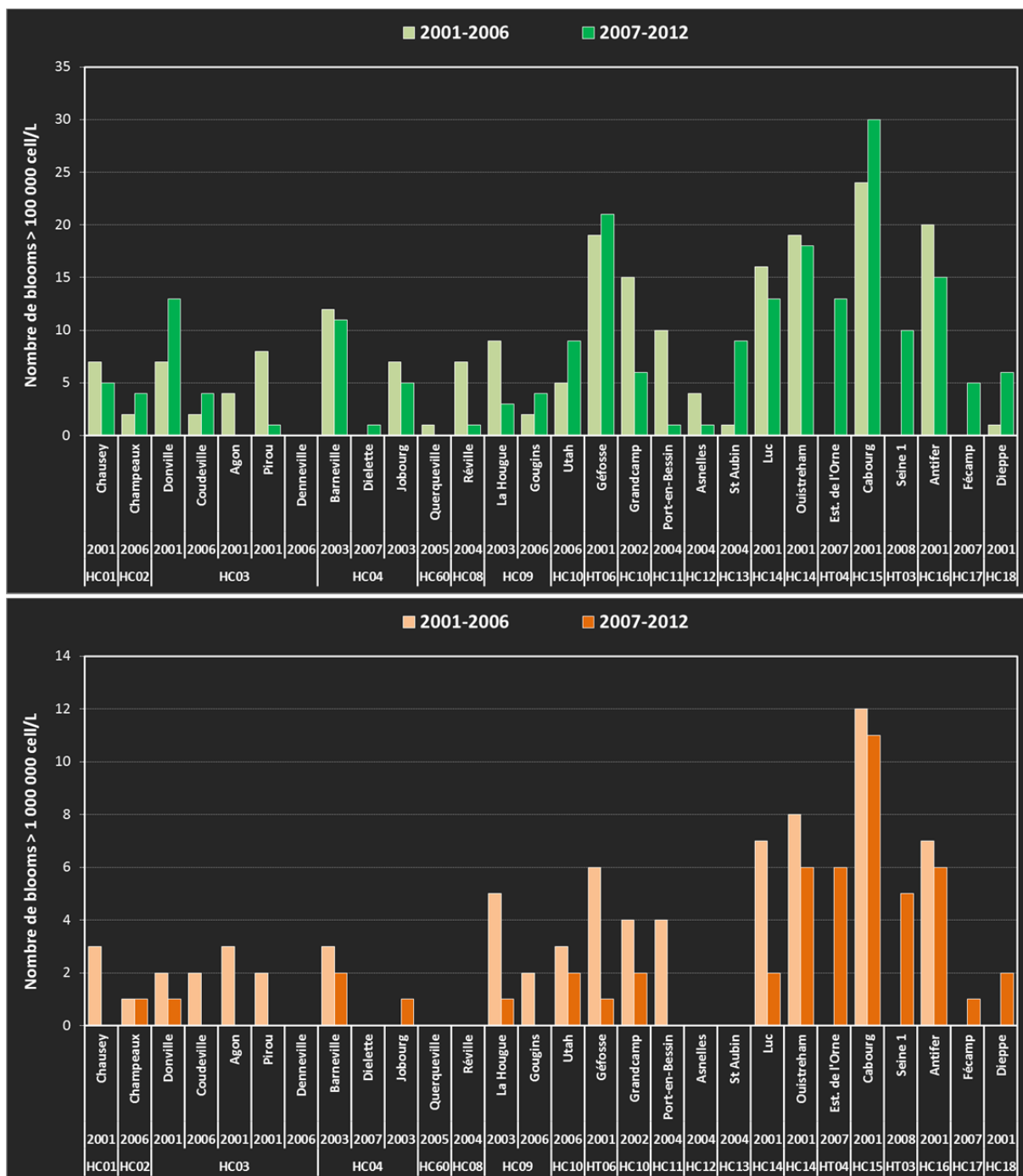
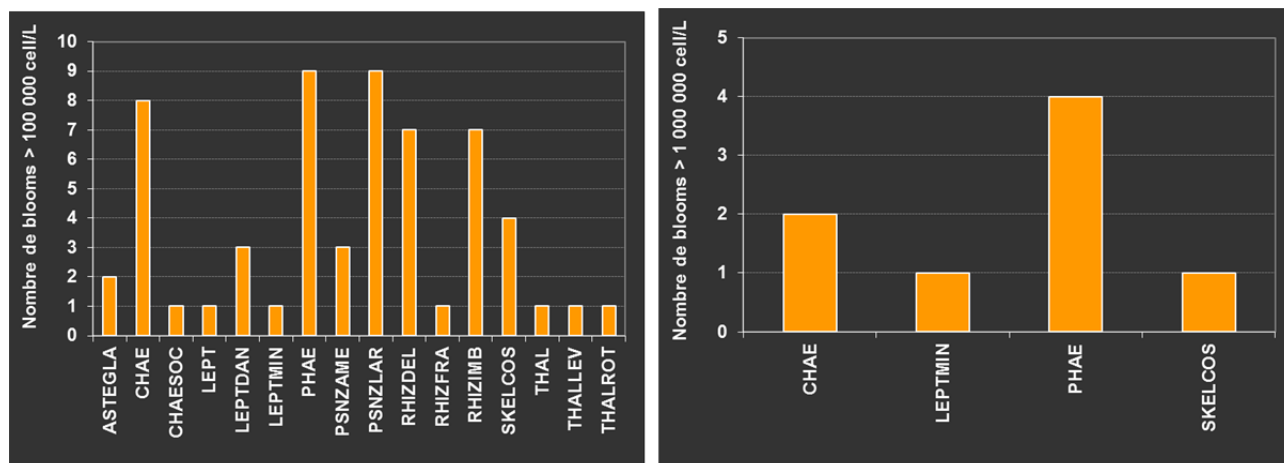


Figure 107 : Nombre d'occurrences de blooms phytoplanctoniques supérieurs au seuil de 100 000 cellules par litre et 1 000 000 cellules par litre aux différentes stations des masses d'eau du littoral normand étudiées dans le cadre du suivi RHLN, sur les périodes 2001-2006 et 2007-2012. Dans la limite du 1<sup>er</sup> prélèvement du mois pour homogénéiser le biais dû aux fréquences de prélèvement plus fortes sur certains points. L'année de début du suivi est indiquée.

DISC.

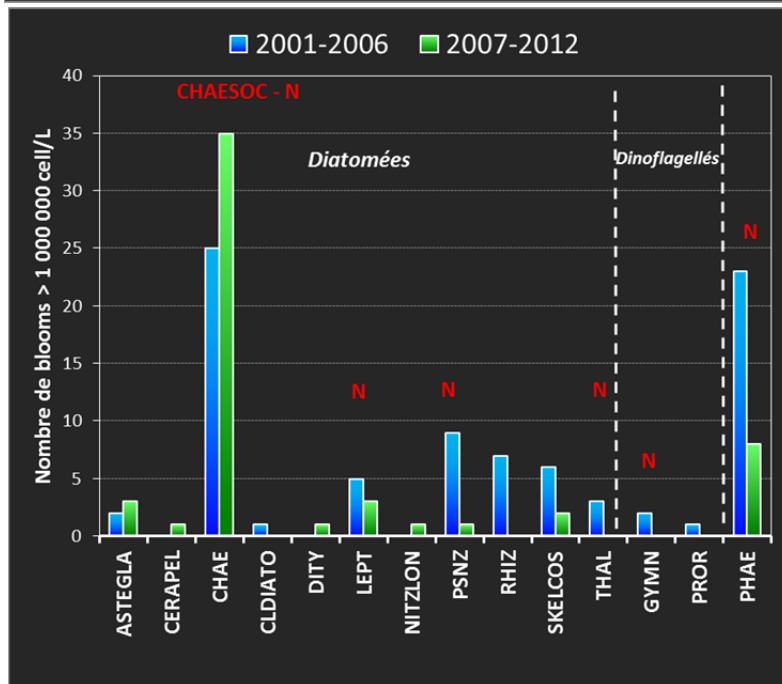
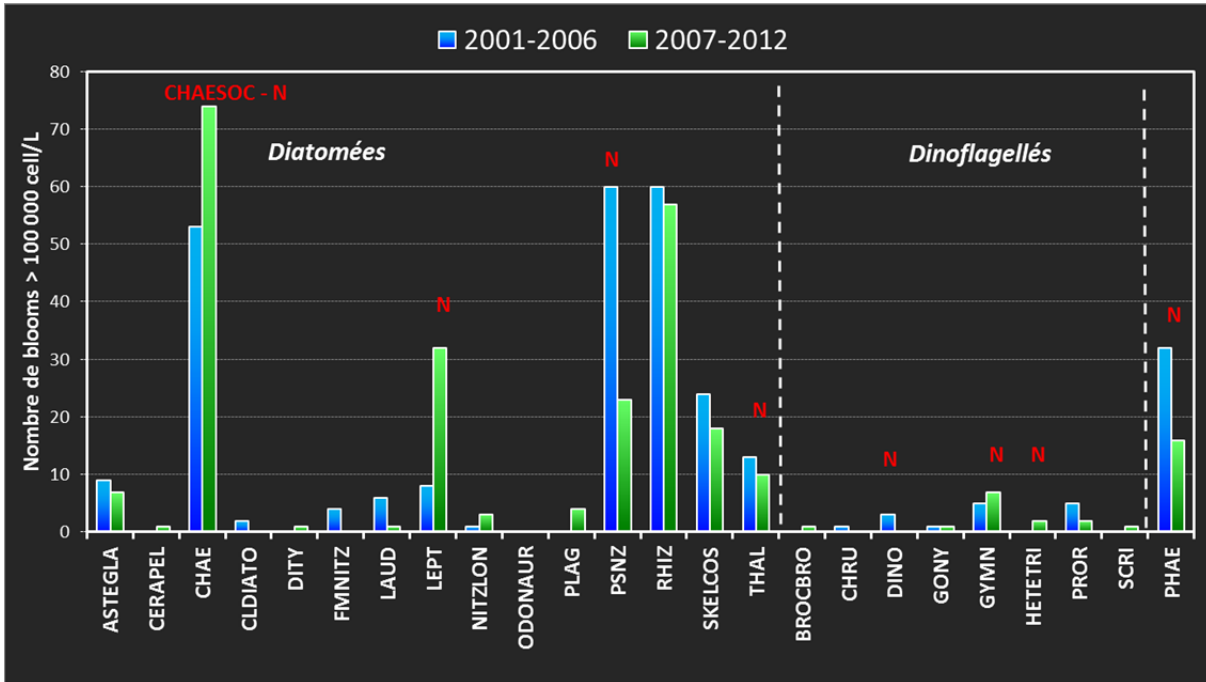
En 2012, l'analyse du nombre de dépassements du seuil par taxon montre la dominance des genres *Pseudo-Nitzschia sp.* (12 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> avec PSNZAME et PSNZLAR), *Chaetoceros sp.* (8 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 2 blooms > 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> avec CHAE et CHAESOC), *Phaeocystis* (9 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 4 blooms > 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> (PHAE)), *Rhizosolenia sp.* (15 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> avec RHIZDEL, RHIZFRA et RHIZIMB), et de l'espèce *Skeletonema costatum* (4 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 1 bloom > 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> (SKELCOS)) (Figure 108). En 2011, *Chaetoceros sp.* avait aussi dominé le peuplement phytoplanctonique, mais de manière plus nette, avec 9 dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 1 dépassement du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup>, contre moins de 5 dépassements de seuil pour les autres taxons.



**Figure 108 :** Nombre d'observations des espèces ayant présenté un bloom > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand en 2012. Dans la limite du 1er prélèvement du mois pour homogénéiser le biais dû aux fréquences de prélèvement plus fortes sur certains points.

La comparaison du nombre de dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> par taxon, sur les périodes 2001-2006 et 2007-2012 confirme la nette domination du taxon *Chaetoceros sp.*, responsable, sur la période 2001-2006 de plus de 50 dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont près de la moitié dépassant le seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> et sur la période 2007-2012, de près de 75 dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont près de la moitié dépassant également le seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> (Figure 108 et Figure 109). Le taxon *Chaetoceros sp.* est tantôt identifié au niveau du genre (CHAE), tantôt au niveau de l'espèce ou du groupe d'espèces (CHAECUR, CHAEDID, CHAESOC). Aussi, il est difficile de savoir la proportion de l'espèce CHAESOC qui aurait été dénombrée et identifiée seulement au niveau du genre (CHAE) ce qui implique que le dénombrement de CHAESOC pourrait être sous-estimé.

Les autres taxons majoritairement impliqués dans ces dépassements de seuils sont *Phaeocystis*, *Pseudo-Nitzschia sp.*, *Rhizosolenia sp.* et *Leptocylindrus sp.*. Le nombre de dépassements de seuils sur la période 2007-2012 (en ne tenant compte que du premier prélèvement de chaque mois) est de 262 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 55 blooms > 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> contre 287 blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 81 blooms > 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> sur la période 2001-2006. Malgré la variabilité temporelle des résultats (en partie liée au climat), et notamment un nombre de blooms plus important en 2012 qu'en 2011, le nombre de dépassements de seuils tendrait donc à diminuer au cours du temps. Ce résultat est confirmé si l'on prend en compte l'ensemble des prélèvements effectués sur ces deux périodes. En effet, 752 dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 221 dépassements du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> ont été mesurés sur la période 2001-2006 (taxon CLCRYPT exclu), contre 519 dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 112 dépassements du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> lors de la période 2007-2012 (taxon CLCRYPT exclu).



**Figure 109 :** Nombre d'observations des espèces ayant présenté un bloom > 100 000 cellules par litre ou > 1 000 000 cellules par litre le long du littoral normand entre 2001-2006, et 2007-2012.

N = espèces ou genre de phytoplancton classé comme nuisible par la DCE. Dans la limite du 1er prélèvement du mois pour homogénéiser le biais dû aux fréquences de prélèvement plus fortes sur certains points.

DISC.

Sur la période 2001-2006, 42 % des dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> et 52 % des dépassements du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> étaient dus à des taxons potentiellement nuisibles (hors CHAE). Lors de la période 2007-2012, ceux-ci représentaient 35 % des blooms supérieurs à 100 000 cell.L<sup>-1</sup> et 21 % des blooms supérieurs à 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup>. Ainsi, non seulement le nombre de dépassements de seuils, mais également la part des espèces nuisibles dans ces blooms sont plus faibles sur la période 2007-2012 que sur la période 2001-2006 (Figure 109).

Cette première comparaison des périodes 2001-2006 et 2007-2012 réalisée à partir des résultats de l'ensemble des stations, reste toutefois critiquable en raison des modifications de la stratégie de suivi sur certaines stations depuis le début du RHLN. Une comparaison des résultats obtenus sur les périodes 2001-2006 et 2007-2012 a donc été réalisée en ne sélectionnant que les points suivis depuis 2001, soit les stations « Antifer Ponton Pétrolier », « Cabourg », « Chausey », « Dieppe », « Donville », « Luc 1 mille », « Ouistreham », « Pirou Bergerie Sud », « Pointe Agon Sud » et « Roche de Grandcamp ».

En ne tenant compte que du premier prélèvement de chaque mois sur ces 10 stations, 185 dépassements du seuil de 100 000 cellules par litre (dont 58 dépassements du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup>) lors de la période 2001-2006, contre 147 dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> (dont 34 dépassements du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup>) sur la période 2007-2012 ont été observés. La part de blooms dus à des taxons nuisibles pour le seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> et de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup>, est alors respectivement de 35 % et 11 % sur la période 2001-2006, et de 22 % et 5 % sur la période 2007-2012. Les résultats obtenus sur ces 10 stations suivies depuis 2001 montrent une part moindre des taxons nuisibles par rapport à la synthèse réalisée ci-dessus pour l'ensemble des stations du littoral normand.

### IV.1.3. Bilan du suivi RHLN 2012

Le Tableau 4 propose une synthèse des principaux facteurs physiques, chimiques et biologiques, caractéristiques des cycles se déroulant au sein des masses d'eau normandes, et permettant d'en évaluer les niveaux de dystrophie. Ainsi, 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 ainsi que sur l'importance de la consommation de ces nutriments en été (minima annuels).

En 2012, la turbidité moyenne observée est supérieure à celle de 2011 pour près de 70 % des stations, témoignant d'apports terrigènes plus importants bien que l'amplitude maximale de ces dessalures varie peu par rapport à 2011. Les teneurs en NID et Si en hiver étaient globalement plus faibles en 2012 qu'en 2011, tandis que les teneurs en PID étaient équivalentes à celles de 2011.

Le fort ensoleillement du mois de mars sur certains points et les apports de nutriments en période printanière (avril-mai), en lien avec des débits de cours d'eau globalement supérieurs à ceux des autres années, peuvent expliquer des teneurs maximales et moyennes en chlorophylle-a supérieures à celles de 2011 pour 76 % des stations. Cette augmentation en productivité peut ainsi avoir eu comme conséquence une concentration minimale en oxygène dissous au fond de la colonne d'eau inférieure à la valeur de 2011 pour 60 % des points. Celles-ci sont cependant toujours restées supérieures à 70 % pour l'ensemble des stations ; soit aucune suboxie n'a été observée au fond de la colonne d'eau.

Les minima annuels en nutriments permettent de visualiser le niveau de consommation estivale des nutriments pouvant donner lieu aux carences potentielles indiquées ainsi que le nutriment vraisemblablement responsable. La biomasse chlorophyllienne légèrement plus importante en 2012 qu'en 2011 peut avoir provoqué un épuisement estival des stocks de nutriments légèrement plus prononcé qu'en 2011. Pour la majorité des stations, (sauf à proximité de l'estuaire de l'Orne ainsi qu'au nord de la Seine), le NID a potentiellement été en carence pour la production primaire estivale. Le niveau de dystrophie a été très faible pour la plupart des points mais modéré au niveau des masses d'eau recevant de forts apports en azote (HT05, HC14, HT04, HC15, HC16).

Enfin, le Tableau 4 de synthèse précise la nature des peuplements phytoplanctoniques rencontrés, et le type de cycle hydrobiologique de chaque masse d'eau (ou du point de suivi) (cf. Annexe 2). Les masses d'eau de la Côte Ouest ont, comme les autres années, conservé pour la plupart un cycle de type « classique » (HC01, HC03, HC04) tandis que les autres (HC61 à HC18) ont vu leur cycle plus ou moins perturbé par les recharges (généralement faibles) des stocks de nutriments au cours de la période productive.

Tableau 4 : Synthèse des paramètres descripteurs des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des masses d'eau normandes en 2012.

Masse d'eau	Point de suivi	Cours d'eau influencés	Importance des dessaturations (amplitude max)	Turbidité (moyenne en FNU)	Chlorophylle-a annuelle µg/L (max / moy)	Oxygène dissous fond % (minimum)	Nutriments en µM (minimum annuel / stocks hivernaux)	Risque de carence en nutriment (a)	Nutriment en carence (a)	Type de cycle	Type de flores (b) (phytoplankton)	Niveau de dystrophie (c)
HC01	Chausey	---	Très faible (< 1)	2,15	9 / 1,7	88,3	0,1 / 15	0,1 / 0,6	1,2 / 8	0,10 / 0,2	+	Très faible
HT05	Tombelaine	Couesnon/Sée/Selune	Faible (2)	60,99	24 / 8,4	72,4	1,25 / 63,5	0,23 / 1,9	2,23 / 32,4	0,22 / 3,39	+	Modéré
HC02	Champaeux	Couesnon/Sée/Selune	Moderée (3,7)	11,18	13 / 2,8	89,7	0,28 / 48	0,07 / 1,1	1,5 / 24	0,10 / 1,9	+	Faible
	Dorville	Bosq	Faible (1,3)	1,95	6,35 / 1,56	70,1	0,12 / 20,7	0,07 / 0,66	1,12 / 10,7	0,10 / 0,28	++	Très faible
	Coudreville 1 mille	---	Faible (1,3)	3,05	12,49 / 2,36	88,92	0,1 / 21,4	0,05 / 0,63	0,2 / 11,2	0,10 / 0,26	++	Très faible
HC03	Pointe Agon Sud	Sienne	Faible (1)	3,09	14,76 / 2,3	88,1	0,1 / 19,1	0,05 / 0,61	0,2 / 10,4	0,10 / 0,28	++	Très faible
	Pirou Bergerie Sud	Ay	Faible (1,5)	12,24	4,08 / 1,8	94,05	0,08 / 20,3	0,03 / 0,85	0,59 / 11,4	0,07 / 1,17	++	Très faible
	Derneville	Ay	Faible (1,5)	8,49	7,88 / 1,69	91,51	0,05 / 15,6	0,02 / 0,69	0,45 / 9,2	0 / 1	++	Très faible
	Diellette	---	Faible (1,2)	1,27	2,68 / 1,10	87,8	0,68 / 9,52	0,09 / 0,62	1,1 / 4,6	0,10 / 0,3	+	Très faible
HC04	Barneville	---	Très faible (< 1)	-	3,13 / 1,62	-	0,23 / 9,26	0,07 / 0,58	0,57 / 8,53	0,1 / 0,67	+	Très faible
	Jobourg	---	Très faible (< 1)	-	2,4 / 1,1	-	0,45 / 9,51	0,11 / 0,53	0,7 / 4,71	0,11 / 0,3	+	Très faible
HC61	Digue de Querqueville	Lucas / Diellette	Faible (1)	3,02	2,44 / 1,04	93,06	0,68 / 13	0,11 / 0,66	2,73 / 7,4	0,16 / 0,34	+	Très faible
HC08	Réville 1 mille	Saire	Très faible (< 1)	1,5	4,47 / 1,03	86,54	0,47 / 23,1	0,05 / 0,73	0,62 / 14,2	0,5 / 0,68	+	Très faible
HC09	La Hougue	Saire	Faible (1,2)	1,89	5,28 / 1,3	87,1	0,2 / 24	0,06 / 0,72	1,1 / 14,6	0,29 / 0,9	+	Très faible
	Gougins	Taule/Vire/Aure/Douve	Très faible (< 1)	1,86	4,66 / 1,32	86,2	0,2 / 24,8	0,05 / 0,75	0,65 / 15	0,14 / 0,8	+	Très faible
HC10	Uiah	Taule/Vire/Aure/Douve	Faible (1,2)	1,98	6,9 / 2,15	86,35	0,18 / 26	0,05 / 0,75	0,2 / 12,6	0,1 / 0,62	+	Très faible
	Roches de Grandcamp	Taule/Vire/Aure/Douve	Très faible (< 1)	2,39	7,07 / 1,65	86,17	0,75 / 45	0,06 / 0,83	1,9 / 23,5	0,21 / 1,3	+	Très faible
HT06	Géfosse	Taule/Vire/Aure/Douve	Forte (5,4)	2,19	4,94 / 1,63	84,47	0,18 / 43,4	0,05 / 0,86	0,96 / 22,8	0,1 / 1,38	+	Très faible
HC11	Port-en-Bessin 1 mille	---	Très faible (< 1)	3,22	8,98 / 1,96	89,54	0,9 / 26,9	0,05 / 0,9	0,31 / 15,9	0,23 / 0,58	-	Très faible
HC12	Arnelles-Neuaines	---	Faible (1,1)	5,59	5,33 / 1,5	85,19	1,89 / 31,2	0,06 / 0,95	0,82 / 18,6	0,28 / 0,83	-	Très faible
HC13	St Aubin Les Essarts	---	Très faible (< 1)	4,75	6,35 / 2,18	83,99	2,2 / 33,7	0,08 / 1,0	1,17 / 19,8	0,24 / 1,17	-	Très faible
HC14	Luc-sur-mer 1 mille	Orne	Moderée (2)	3,42	8,98 / 2,97	88,18	1,5 / 34,5	0,05 / 1,02	0,32 / 20,5	0,13 / 1,2	-	Très faible
	Oustréham 1 mille	Orne	Moderée (2,1)	4,97	14 / 5,61	87,02	0,1 / 75,6	0,06 / 1,12	0,37 / 34,5	0,1 / 2,17	+	Modéré
HT04	Estaire de l'Orne	Orne	Forte (4)	11,13	11,3 / 4,8	87,02	4,1 / 69,1	0,11 / 1,3	3,1 / 32,3	0,13 / 2,35	+	Modéré
HC15	Cabourg	Dives/Seine	Moderée (3,6)	4,81	12,6 / 4,29	73,15	0,1 / 109	0,05 / 1,44	0,2 / 50,3	0,1 / 3,93	+	Modéré
HT03	Seine-1	Seine	Forte (5,4)	8,08	14,4 / 4,22	93,2	17,8 / ND	0,11 / ND	2,96 / ND	0,23 / ND	++	Modéré
HC16	Antier Ponon Pétrolier	Seine	Moderée (2,8)	2,68	24,4 / 5,47	87,93	7,06 / 85,9	0,09 / 1,31	0,2 / 38,1	0,1 / 3,1	++	Modéré
HC17	Fécamp 1 mille	Vainnot/Durdent	Faible (1,2)	3,71	5,49 / 1,93	88,57	6,53 / 36,8	0,07 / 1,1	1,65 / 18,6	0,31 / 1,5	++	Très faible
HC18	Dieppe 1 mille	Arques/Faulin/Varenne	Faible (1,9)	4,88	7,38 / 2,4	101,51	4,18 / ND	0,05 / ND	0,53 / ND	0,3 / ND	++	Très faible

**Légende**

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

(b) Flores caractéristiques des :  
 BE: Bases et Estuaires  
 EOM : Eaux Ouvertes de la Manche  
 IME : Influence Milieux Estuaires  
 MEO : Milieux Estuaires Ouverts

(c) Niveau de dystrophie (selon OCDE, 1982) :  
 < 47 µM DIN Très faible  
 47 - 53 µM DIN Faible  
 53 - 134 µM DIN Modéré  
 > 134 µM DIN Elevé

En gras Nouveaux résultats  
 En orange Résultats ayant empiré lors de l'année étudiée  
 En bleu Résultats étant améliorés lors de l'année étudiée  
 ND Non déterminé

DISC.

## IV.2. Mise à jour des indicateurs DCE

### IV.2.1. Principe

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

L'état de qualité d'une masse d'eau est donc qualifié à partir de son état écologique et de son état chimique. L'état chimique est déterminé dans le cadre de réseaux de surveillance dédiés et ne fait donc pas l'objet du présent rapport. Dans ce deuxième arrêté, le mode de classification de l'état écologique des masses d'eau est représenté selon le schéma de la Figure 110. L'état écologique est donc défini à partir des éléments de qualité biologique, des conditions physico-chimiques, et des conditions hydromorphologiques.

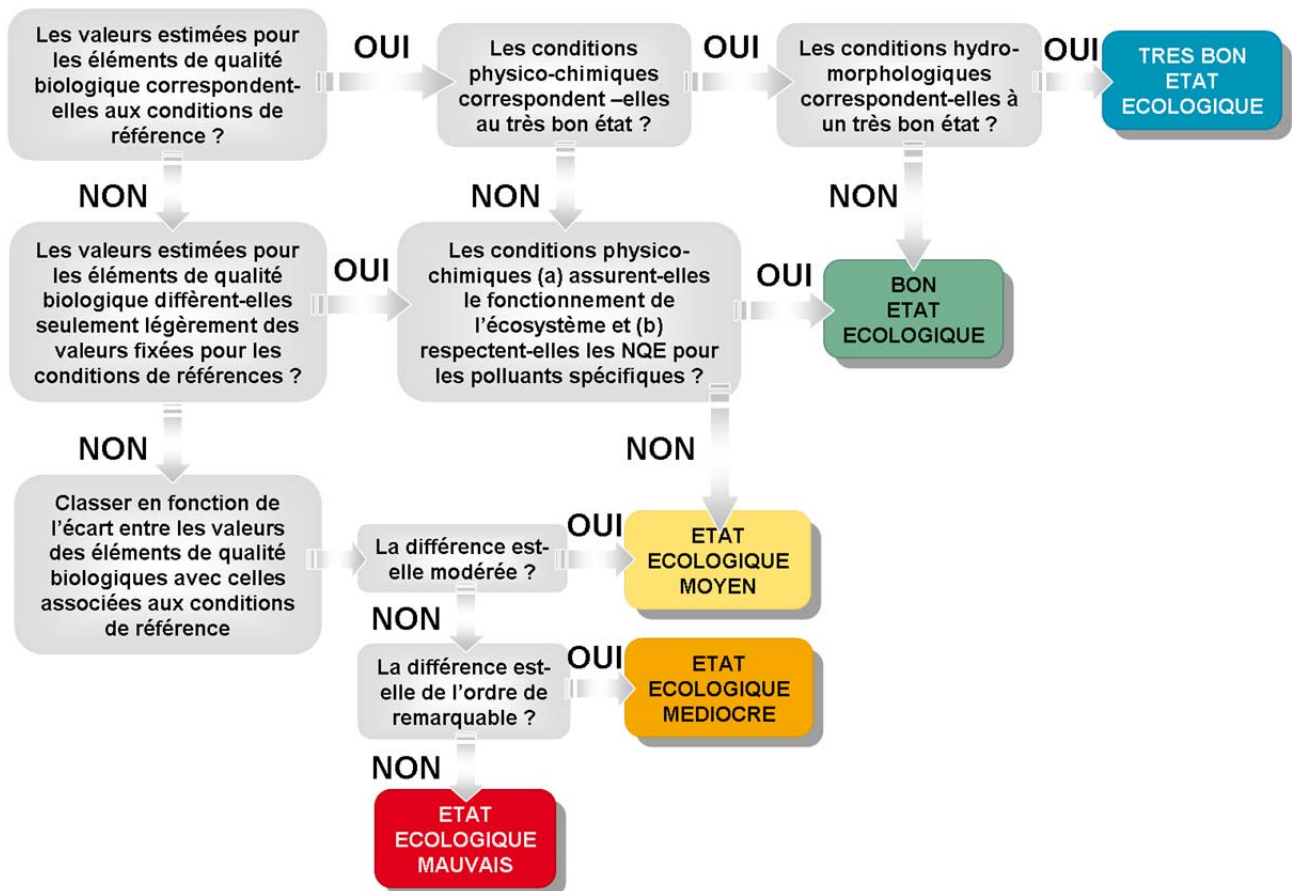


Figure 110 : Schéma de classification de l'état écologique des masses d'eau selon l'arrêté du 25 janvier 2010.

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

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

Eléments de qualité	Indices	Masses d'eau	Réseaux de surveillance
<b>ETAT ECOLOGIQUE</b>			
<b>Eléments de qualité biologiques</b>			
Phytoplancton	Biomasse	MEC & MET non turbides	RHLN
	Abondance		RHLN
	Composition		RHLN
Invertébrés benthiques	Indice M-AMBI	MEC & MET	REBENT
Autre flore aquatique	Macroalgues intertidales et subtidales	MEC & MET	REBENT
	Bloom de macroalgues vertes	MEC & MET	REBENT
	Angiospermes	MEC & MET	REBENT
Poissons	Indice ELFI	MET	IRSTEA
<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 et en cours de définition	MEC	RHLN
Polluants spécifiques	Non défini		
<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 traités :

**ELEMENT DE QUALITE « PHYTOPLANCTON » :**

DCE

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



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

#### ELEMENTS DE QUALITE « PHYSICO-CHIMIQUES GENERAUX » :

- Oxygène dissous** : la métrique retenue est le percentile 10 des premières valeurs mensuelles (exprimées en  $\text{mg.L}^{-1}$ ) 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 6). Cette métrique est aussi ensuite transformée en un ratio de qualité écologique (RQE) par comparaison avec la valeur de référence :  $8,33 \text{ mg.L}^{-1}$  en Manche Atlantique (Tableau 7).
- Température, salinité, transparence, nutriments** : ces métriques sont actuellement en cours de test avec les données existantes. L'Ifremer travaille sur la définition de ces métriques. Les résultats obtenus sur le littoral normand pour la période 2007-2012 sont discutés dans ce rapport.

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

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

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

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

ELEMENT DE QUALITE PHYTOPLANCTON - MEC			] 1 - 0,75 ]	] 0,75 - 0,38 ]	] 0,38 - 0,20 ]	] 0,20 - 0,13 ]	] 0,13 - 0 ]
Indices	Métrique	Valeur de référence	Très bon état	Bon état	Etat moyen	Etat médiocre	Etat mauvais
Biomasse	Percentile 90 de la chlorophylle-a (mars - octobre)	$3,35 \mu\text{g/L}$	] 1 - 0,67 ]	] 0,67 - 0,33 ]	] 0,33 - 0,17 ]	] 0,17 - 0,08 ]	] 0,08 - 0 ]
Abondance	Nombre de blooms avec dépassement du seuil de $100\,000 \text{ cellules.L}^{-1}$ (janvier - décembre)	16,7%	] 1 - 0,84 ]	] 0,84 - 0,43 ]	] 0,43 - 0,24 ]	] 0,24 - 0,19 ]	] 0,19 - 0 ]

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

### **Synthèses des différents indicateurs présentés :**

Le RHLN permettant d'obtenir généralement plus d'un résultat par mois, les résultats sont dans un premier temps présentés annuellement pour tous les points historiques du réseau et pour chaque indicateur, en prenant uniquement la première valeur des mois considérés, conformément à la méthode d'évaluation définie pour la DCE. Les résultats des points historiques du RHLN non réactualisés en 2012 n'ont pas été pris en compte dans les synthèses, afin de ne pas biaiser les évaluations.

Afin de comparer les classements obtenus en prenant différentes quantités de données du réseau, une synthèse est présentée par masse d'eau sur la période 2007-2012, selon les cas suivants :

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

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

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

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

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

L'évolution des indicateurs est présentée par périodes de 6 années « glissantes » par point et par masse d'eau, en comparant ici la période 2007-2012 à la période 2006-2011 pour la synthèse « DCE stricte ». Cette façon de procéder permet à la fois d'étudier l'intégration des différents indicateurs pour définir un élément de qualité biologique et des différents éléments biologiques pour définir l'évaluation de l'état écologique, et de suivre l'évolution des indicateurs par rapport au bilan précédent.

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

## IV.2.2. Définition des masses d'eau turbides

Suite à la réunion du Groupe de travail Phytoplancton – Hydrologie 2012, du 17 décembre 2012, les critères de définition des masses d'eau turbides a été révisé car non homogène sur l'ensemble du littoral français. Les discussions ont montré que (i) l'utilisation de mesures ponctuelles réalisées une fois par mois pour la définition de ces ME turbides n'est pas judicieux ; (ii) l'utilisation des données satellitaires n'est pas vraiment envisageable pour les petits estuaires ; et (iii) la seule solution à terme serait de s'appuyer sur la modélisation, mais ceci nécessite un travail spécifique actuellement non disponible. Aussi, afin d'obtenir un classement au moins de façon provisoire, il a été proposé de partir de la typologie existante pour la DCE, en la nuanciant d'avis d'experts dans les cas où elle n'est pas totalement satisfaisante (Belin C. et Daniel A., 2013a).

A l'aide de cette méthodologie, les décisions suivantes ont été prises concernant les masses d'eau de transition du bassin Seine-Normandie (Tableau 8).

Les masses d'eau HT01 (Estuaire de Seine – Amont) et HT02 (Estuaire de Seine – Moyen) ayant un caractère « eau douce », les méthodes de suivi appliquées dans les masses d'eau à caractère « eau saline » ne sont pas adaptées. Aucun suivi n'est donc réalisé selon cette méthodologie. Aucune donnée de turbidité n'a été acquise dans ce cadre.

Malgré la faible turbidité mesurée au point de surveillance « Seine 1 » (*cf.* § III.2.17.), la masse d'eau HT03 est turbide en son centre de part la présence d'un bouchon vaseux (Garnier et al., 2012). Aussi la masse d'eau a été classée en « Turbide » dans son ensemble (Tableau 8).

La masse d'eau HT04 est suivi depuis 2007 grâce au point « Estuaire de l'Orne », où la turbidité n'a jamais dépassé 50 FNU (moyenne interannuelle à 9 FNU). Cette masse d'eau a donc été classée en « Non turbide » (Tableau 8).

La masse d'eau HT05 est connue pour être très turbide, même à marée haute, surtout avec les remises en suspension de sédiments dues à la gestion du caractère maritime. Ainsi, bien que la turbidité ait beaucoup diminué avec le déplacement du point en 2010 (*cf.* § III.2.2.), les niveaux mesurés depuis 2010 peuvent dépasser les 100 FNU (moyenne interannuelle à 57 FNU) au point « Tombelaine » situé sur la limite nord de la masse d'eau. Cette masse d'eau a donc été classée en « Turbide » (Tableau 8).

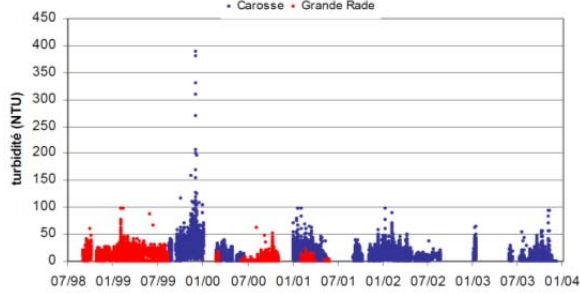
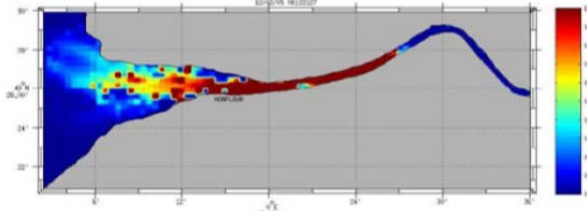
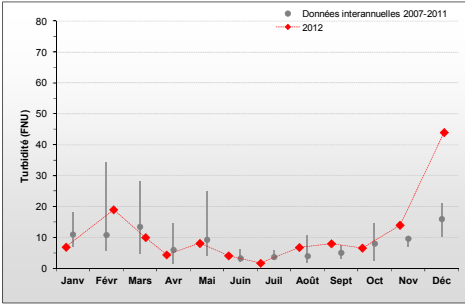
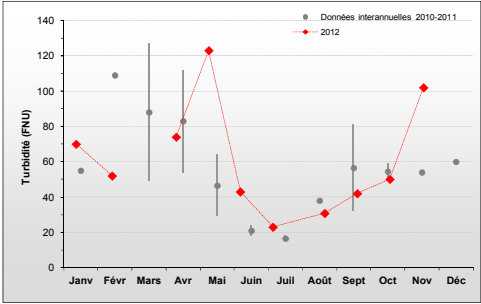
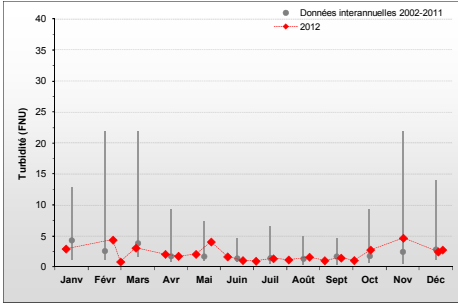
La masse d'eau HT06 est suivi depuis 2001 grâce au point « Géfosse », où la turbidité n'a jamais dépassé 25 FNU (moyenne interannuelle à 3 FNU). Cette masse d'eau a donc été classée en « Non turbide » ((Tableau 8).

Enfin, la masse d'eau HT07 (Risle maritime) n'a pas été sélectionnée pour le contrôle de surveillance. Ce suivi n'étant pas mis en œuvre, aucune donnée de turbidité n'a été acquise.

Les masses d'eau HT04 et HT06 ayant été classées comme « Non turbides », une évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » doit être effectuée (bien que HT04 ne soit pas sélectionnée en contrôle de surveillance mais soit en suivi régional).

Les masses d'eau HT03 et HT05 ayant été classées comme « Turbides », l'élément de qualité « Phytoplancton » est jugé non pertinent. Aucune évaluation de cet élément de qualité ne sera dorénavant présentée. Cependant, devant l'intérêt que représentent les mesures de chlorophylle-a et d'abondance du phytoplancton dans ces masses d'eau, ces données continueront d'être acquises dans une logique de suivi régional, et seront discutées dans le Chapitre III du rapport annuel RHLN.

Tableau 8 : Critères de définition des masses d'eau de transition turbides dans le bassin Seine-Normandie.

	Libellé ME	Données turbidité	Conclusion
HT03	Estuaire de Seine – Aval	<p>Turbidité bouées MAREL à Carosse et Grande Rade entre 1998 et 2004 (Daniel A., 2004)</p>  <p>Modélisation du bouchon vaseux à pleine mer + 6 h d'une marée de vives-eaux (coeff. 105) avec un débit moyen de 500 m<sup>3</sup>/s (Garnier J. et al., 2012)</p>  <p>PM+6</p>	TURBIDE
HT04	Estuaire de l'Orne	<p>Turbidité au point « Estuaire de l'Orne » entre 2007 et 2012</p> 	NON TURBIDE
HT05	Baie du Mont-Saint-Michel : fond de baie estuarien	<p>Turbidité au point « Tombelaine » entre 2010 et 2012</p> 	TURBIDE
HT06	Baie des Veys : fond de baie estuarien et chenaux d'Isigny et de Carentan	<p>Turbidité au point de surveillance « Géfosse » entre 2001 et 2012</p> 	NON TURBIDE

DCE

### IV.2.3. Bilan annuel par points des indicateurs

#### IV.2.3.1. Indice Biomasse

Le Tableau 9 présente les résultats du calcul de la métrique du percentile 90 pour tous les points du RHLN (actifs DCE, régionaux, et AREVA) déterminés à partir de la première donnée mensuelle de concentration en chlorophylle-a entre les mois de mars à octobre (inclus), pour chaque année de 2001 à 2012. Les masses d'eau HT03 et HT05 étant considérées comme « Turbides », l'Indice Biomasse n'y est pas évalué.

**Tableau 9** : Détermination des valeurs de l'indice chlorophylle-a (percentile 90) par point de suivi du RHLN (et de AREVA) de 2001 à 2012 avec la grille des MEC appliquée aux MET HT04 et HT06.

Indice Biomasse : percentile 90 en chlorophylle-a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (mars à octobre)		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
HC01	Chausey	4,6	2,8	2,9	1,6	1,7	2,3	1,8	2,5	1,1	2,1	1,8	4,1
HT05													
HC02	Champeaux						3,1	4,6	4,2	3,4	5,6	4,2	6,2
HC03	Donville	3,0	2,9	2,0	2,3	1,8	2,3	3,8	4,3	2,5	2,5	2,0	3,4
	Coudeville 1 mille						2,8	2,8	2,2	2,3	3,2	2,3	6,7
	Pointe Agon Sud				1,7	1,0	4,3	2,3	2,7	1,6	3,2	2,7	7,5
	Pirou Bergerie Sud	2,3	2,4	3,7	3,0	1,9	4,1	3,5	5,4	4,3	6,0	2,3	3,4
	Denneville						1,2	1,9	2,8	2,8	3,7	1,9	4,2
HC04	Barneville				3,2	2,0	3,2	2,7	3,3	3,2	1,9	2,9	2,5
	Diellette							1,5	1,8	1,8	2,9	1,2	1,9
	Jobourg				5,2	1,5	1,5	1,3	1,7	1,8	1,8	1,2	1,8
HC05													
HC60													
HC61	Digue de Querqueville					2,0	1,8	2,0	1,9	1,7	1,6	1,0	1,8
HC07													
HC08	Réville 1 mille				5,5	8,0	5,5			5,3	4,1	1,5	2,5
HC09	La Hougue			4,1	5,4	4,7	5,1	3,0	2,1	4,4	2,6	1,9	2,9
	Gougins						7,0	3,2	3,4	7,8	4,0	2,2	3,1
HC10	Utah						7,8	7,6	6,2	10,1	3,8	3,8	4,7
	Roches de Grandcamp	10,4	8,0	10,4	6,9	7,2	6,7	3,2	4,4	5,6	4,1	2,9	2,4
HT06	Géfosse		16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	2,3	2,8
HC11	Port-en-Bessin 1 mille				9,3	6,4	9,7			4,4	3,7	3,1	4,3
HC12	Asnelles-Meuvoines				4,9	3,9	2,7	4,7	1,9	3,1	4,7	2,3	3,2
HC13	St Aubin Les Essarts				3,0	2,7	1,7	7,0	5,6	2,8	4,4	5,5	5,9
HC14	Luc 1 mille	4,7	9,8	12,6	8,4	4,8	9,0	9,7	7,6	3,9	8,2	5,1	7,5
	Quistreham 1 mille	28,0	17,3	18,5	13,4	9,9	11,6	11,5	15,5	9,7	10,6	6,7	13,2
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	6,2	9,7
HC15	Cabourg	41,6	5,4	18,8	7,8	9,0	17,4	15,6	12,3	14,0	9,1	4,9	9,7
HT03	Seine 1												
HC16	Antifer Ponton Pétrolier		21,7	9,6	7,9	21,3	17,0	13,0	11,1	27,7	8,0	13,2	8,5
HC17	Fécamp 1 mille						3,0	2,3	3,3	10,8	2,6	4,9	5,4
HC18	Dieppe 1 mille				2,5	4,8			3,6	4,8	9,4	8,2	4,9

L'étude des résultats obtenus en 2012 pour l'Indice Biomasse en appliquant la grille des MEC aux MET, met en évidence un Très bon état pour plus de 67 % (17) des points, un Bon état pour 33 % (9) des points, et un Etat moyen dans 4 % (1) des cas (Tableau 9). La proportion de points dans un Très bon état est donc plus faible qu'en 2011 (78 %) et qu'en 2010 (70 %). Dans 23 cas sur 27, soit 85 % des points, on observe une augmentation de la valeur du percentile 90 par rapport à l'année 2011, ce qui confirme le constat d'une légère augmentation de la biomasse chlorophyllienne moyenne en 2012 par rapport à 2011. Toutefois, il est nécessaire de rappeler le climat particulier de l'année 2011 qui au regard des autres années, a été particulièrement sèche. Par rapport aux données de 2010, la valeur du percentile 90 de l'Indice Biomasse est plus forte pour 67 % des points et plus faible ou identique pour 33 % des points.

Sur la Côte Ouest, ces valeurs plus importantes de percentile 90 entraînent un passage du Très bon état » au Bon état pour les points « Champeaux » (HC02), « Coudeville 1 mille » et « Pointe Agon Sud » (HC03).

Sur la Côte Est, aucun point ne change de classe de qualité malgré des valeurs plus importantes de percentile 90. Le point « Utah » se maintient dans un Très bon état, tout en restant à la limite du Bon état.

Sur les côtes du Calvados, l'état du point « Cabourg » (HC15) passe du Très bon état au Bon état, et, comme le point « Estuaire de l'Orne » (HT04), frôle en 2012 un Etat moyen avec des valeurs proches de 10 µg.L<sup>-1</sup>. Le point « Ouistreham 1 mille » (HC14) passe d'un Bon état à un Etat moyen vis-à-vis de l'Indice Biomasse.

En Seine Maritime, l'état du point « Antifer Ponton Pétrolier » est en amélioration sensible en 2012, en passant d'un Etat moyen au Bon état. Le point « Dieppe 1 mille » passe du Bon état au Très bon état, à l'inverse du point « Fécamp 1 mille » qui se dégrade par rapport à 2011.

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

**Tableau 10 :** Valeur de référence et valeurs seuils proposés dans les différents scénarii d'évaluation de l'Indice Biomasse

Tests	Valeur de référence (µg.L <sup>-1</sup> )	Valeurs seuils (µg.L <sup>-1</sup> )			
Masses d'eau côtières	3,33	5	10	20	40
Scénario 2	3,33	6,2	12,5	25	50
Scénario 3	3,33	7,5	15	30	60

DCE

**Classification : Masses d'eau côtières**

Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007-2012
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	6,2	9,7	10,8
HT06	Géfosse	15,6	16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	2,3	2,8	5,2

**Classification : Scénario 2**

Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007-2012
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	6,2	9,7	10,8
HT06	Géfosse	15,6	16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	2,3	2,8	5,2

**Classification : Scénario 3**

Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2007-2012
HT04	Estuaire de l'Orne							11,5	16,5	6,7	9,4	6,2	9,7	10,8
HT06	Géfosse	15,6	16,6	10,3	6,9	9,8	7,4	5,3	5,2	8,1	2,7	2,3	2,8	5,2

Par rapport au classement des MEC, les classements à l'aide des deux méthodes alternatives (augmentation des valeurs-seuils de 25 % pour le Scénario 2 et de 50 % pour le Scénario 3), font changer l'état interannuel (2007-2012) des deux points vis-à-vis de l'Indice Biomasse, qui passe de l'Etat moyen au Bon état pour HT04, et du Bon état au Très bon état pour HT06 (Tableau 10). En revanche, l'état annuel de ces deux masses d'eau vis-à-vis de l'Indice Biomasse, est identique quelle que soit la grille de qualité employée (Tableau 10).

Le classement de HT04 dans un Bon état (Scénarii 2 et 3) serait cohérent avec celui des masses d'eau HC14 et HC15 oscillant, selon les points, entre un Bon état et un Moyen état en 2012, tout comme sur la période 2007-2012 (cf. IV.2.3.1). Le classement de HT06 en Très bon état (Scénarii 2 et 3) serait cohérent avec celui des masses d'eau HC10 et HC11 en Très bon état en 2012, et oscillant selon la station entre le Très bon état et le Bon état sur 2007-2012 (cf. IV.2.3.1).

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

#### IV.2.3.2. Indice Abondance

Le Tableau 11 présente les résultats de la métrique de l'Indice Abondance pour tous les points historiques du RHLN (non-actifs, actifs DCE, régionaux, et AREVA) déterminés à partir de la première donnée mensuelle entre les mois de janvier à décembre de 2001 à 2012. Les masses d'eau HT03 et HT05 étant considérées comme turbides, l'Indice Abondance n'y est pas évalué.

Le calcul de l'Indice Abondance en 2012 fait apparaître un Très bon état pour près de 85 % (23) des stations, un Bon état pour 11 % (3) des stations et un Etat moyen pour 4 % (1) des stations (Tableau 11). Une proportion plus importante de stations se trouve dans un Très bon état par rapport à 2011 (82 %) ainsi que par rapport à 2010 (78 %).

Une amélioration de l'état vis-à-vis de l'Indice Abondance est perceptible sur la Côte ouest au niveau de la masse d'eau HC04 (stations « Barneville » et « Jobourg » qui passent d'un Bon état au Très bon état), sur la Côte est (station « Géfosse » passant d'un Etat Moyen au Très bon état), ainsi qu'en Seine Maritime (station « Dieppe 1 mille » passant d'un Bon état au Très bon état) (Tableau 11).

Une légère dégradation vis-à-vis de l'Indice Abondance au niveau des points « Ouistreham 1 mille » (HC14), « Estuaire de l'Orne » (HT04) et « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16) a été observée (Tableau 11).

Par rapport à 2011, le pourcentage d'échantillons avec une ou plusieurs valeurs de concentration dépassant 100 000 cell.L<sup>-1</sup> est inférieur pour 8 stations sur 27 (30 %), égal pour 10 stations (37 %) et supérieur pour 9 stations (33 %). Par rapport à 2010, ce pourcentage est inférieur pour 9 stations sur 27 (33 %), égal pour 11 stations (41 %) et supérieur pour 7 stations (26 %) (Tableau 11). Cette augmentation du pourcentage de blooms supérieurs à 100 000 cell.L<sup>-1</sup> est surtout visible au niveau des côtes du Calvados, bien que la plupart des points se maintiennent dans un Très bon état vis-à-vis de l'Indice Abondance (Tableau 11).

Cette première évaluation, basée uniquement sur le premier prélèvement de chaque mois (selon la recommandation de la DCE), sera comparée par la suite à des évaluations s'appuyant sur un nombre plus conséquent de données (cas des points en suivi renforcé).

Tableau 11 : Détermination des valeurs de l'indice d'abondance (blooms > 100 000 cellules/L) par point de suivi du RHLN (et de AREVA), de 2001 à 2012.

Indice Abondance : % d'échantillons avec un bloom > 100 000 cellules par litre (janvier à décembre)													
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
HC01	Chausey	16,7	16,7	37,5	0,0	0,0	37,5	12,5	16,7	0,0	8,3	9,1	0,0
HT05	Tombelaine												
HC02	Champeaux						50,0	25,0	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0
HC03	Donville	0,0	8,3	16,7	8,3	16,7	33,3	44,4	25,0	25,0	16,7	16,7	16,7
	Coudeville 1 mille						22,2	37,5	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0
	Pointe Agon Sud	16,7	16,7	11,1	0,0	16,7	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Pirou Bergerie Sud	20,0	50,0	12,5	14,3	33,3	0,0	12,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Denneville						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HC04	Barneville			55,6	44,4	0,0	11,1	12,5	33,3	28,6	11,1	25,0	0,0
	Dielette							0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Jobourg			33,3	22,2	12,5	11,1	0,0	0,0	25,0	0,0	22,2	0,0
HC05													
HC60													
HC61	Digue de Querqueville					0,0	14,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
HC07													
HC08	Réville				20,0	62,5	25,0		0,0	0,0	0,0	10,0	0,0
HC09	La Hougue			10,0	0,0	62,5	37,5	11,1	8,3	8,3	0,0	0,0	0,0
	Gougins						25,0	0,0	0,0	18,2	0,0	9,1	8,3
HC10	Utah						55,6	44,4	16,7	16,7	0,0	0,0	16,7
	Roches de Grandcamp	8,3	16,7	33,3	16,7	50,0	37,5	11,1	16,7	16,7	0,0	0,0	8,3
HT06	Géfosse		57,1	44,4	16,7	45,5	41,7	18,2	25,0	50,0	50,0	45,5	16,7
HC11	Port-en-Bessin 1 mille				33,3	55,6	42,9			0,0	0,0	0,0	8,3
HC12	Asnelles-Meuvaïnes				0,0	33,3	12,5	0,0	0,0	8,3	0,0	0,0	8,3
HC13	St Aubin Les Essarts			0,0	0,0	10,0	0,0	40,0	16,7	8,3	0,0	8,3	8,3
HC14	Luc 1 mille	16,7	30,0	71,4	28,6	20,0	25,0	44,4	16,7	50,0	33,3	8,3	16,7
	Ouistreham 1 mille	0,0	14,3	71,4	42,9	50,0	50,0	33,3	16,7	58,3	41,7	16,7	33,3
HT04	Estuaire de l'Orne						25,0	16,7	18,2	25,0	0,0	33,3	
HC15	Cabourg	20,0	40,0	41,7	50,0	50,0	41,7	41,7	33,3	75,0	58,3	41,7	50,0
HT03	Seine 1												
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	8,3	25,0	25,0	16,7	41,7	41,7	16,7	25,0	58,3	50,0	16,7	25,0
HC17	Fécamp 1 mille						25,0	0,0	0,0	33,3	8,3	0,0	0,0
HC18	Dieppe 1 mille	0,0	0,0	0,0	16,7	0,0			14,3	10,0	18,2	25,0	0,0

#### IV.2.3.3. Indice Composition

DCE

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

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

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

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



L'indice basé sur le rapport (dinoflagellés/diatomées) avait été jugé intéressant à étudier, car la présence de dinoflagellés était beaucoup plus importante en été en baie de Seine que sur les côtes du Cotentin. En effet, le logarithme du rapport  $[1+(\text{dinoflagellés/diatomées})]$  était relativement stable (entre 0 et 0,01) tout au long de l'année sur la côte Ouest Cotentin et en baie des Veys, alors qu'il pouvait varier brutalement de 0 à 1 en baie de Seine d'après les données 2002-2003 (Daniel A., 2004). Une mise à jour de cet indice avec les données acquises entre 2002 et 2011 a été réalisée pour les points « Donville » (HC03), « Barneville » et « Jobourg » (HC04), « Géfosse » (HT06), « Cabourg » (HC15) et « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16), seuls points pour lesquels des flores totales sont réalisées dans le cadre du RHLN. Les résultats obtenus ont globalement confirmé les premières observations de 2002-2003 (Menet-Nédelec et al., 2013).

Comme cela avait déjà été mis en évidence, l'utilisation de cet indice s'avère délicate en raison du coût élevé de la lecture des flores totales, uniquement réalisée sur 4 points en contrôle de surveillance et 2 points en contrôle opérationnel DCE. D'autre part, ce type d'analyse ne permet pas le dénombrement d'espèces de phytoplancton plus petites (nanophytoplancton et picophytoplancton). Pour ces raisons, un indice de composition s'appuyant sur des dénombrements cellulaires par cytométrie de flux ainsi que sur des analyses pigmentaires paraît plus judicieux, et est actuellement en cours de développement (Belin C., comm. pers.).

#### IV.2.3.4. Élément de qualité « Oxygène dissous »

Le Tableau 12 présente les résultats du calcul de la métrique du percentile 10 pour tous les points du RHLN (actifs DCE, régionaux, et AREVA) déterminés à partir de la première donnée mensuelle au fond entre les mois de juin et septembre (inclus) pour chaque année de 2001 à 2012.

Le Tableau 12 montre que, comme les années précédentes, tous les résultats obtenus confèrent aux points suivis un Très bon état vis-à-vis de cet indice. En effet, depuis 2001, le suivi RHLN n'a jamais permis de mettre en évidence d'anoxie, voire même d'hypoxie notable, sur les points échantillonnés.

Les minima en oxygène dissous au fond ont été enregistrés dans la zone de l'estuaire de Seine, au point « Cabourg » (Tableau 12). En effet, en examinant l'ensemble des données disponibles, le minimum absolu ( $3,9 \text{ mg.L}^{-1}$ ) a été enregistré le 2 août 2004 au point « Cabourg ». En réalité, le seuil des  $5 \text{ mg.L}^{-1}$  a été franchi à 4 reprises entre 2003 et 2004 et à 2 reprises en 2008, sur les 292 données acquises à ce point depuis 2001 (Figure 111). En 2012, les valeurs les plus basses ont été mesurées au niveau du point « Tombelaine » ( $5,7 \text{ mg.L}^{-1}$  à  $6,2 \text{ mg.L}^{-1}$ ).

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

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

Tableau 12 : Détermination des valeurs de l'élément de qualité « Oxygène dissous » (percentile 10 de l'oxygène dissous au fond) par point de suivi du RHLN (et de AREVA), de 2001 à 2012.

Indice Oxygène dissous : percentile 10 en oxygène dissous au fond (mg.L <sup>-1</sup> ) (juin à septembre)													
Masse eau	Point	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
HC01	Chausey	7,5	8,7	7,5	7,9	7,7	7,6	8,0	7,6	7,6	7,4	7,4	7,5
HT05	Tombelaine										8,8	5,4	5,7
HC02	Champeaux						8,5	7,9	7,0	7,4	7,4	7,2	7,6
HC03	Donville	8,3	8,6	8,1	7,9	7,7	7,2	7,9	7,6	7,6	7,4	7,4	7,6
	Coudeville 1 mille						7,0	8,1	7,4	7,5	7,4	7,5	7,6
	Pointe Agon Sud	7,7			8,0		7,4	7,9	7,4	7,4	7,3	7,2	7,5
	Pirou Bergerie Sud				8,1		6,3	7,5	7,2	6,7	7,1	7,5	7,3
HC04	Denneville						6,5	8,1	7,0	6,9	7,3	7,6	7,1
	Barneville			7,8	7,5	7,8	7,2	7,3	7,8	7,7	7,8		
	Dielette							9,1	7,7	6,7	8,4	7,5	7,9
	Jobourg			7,8	7,0	7,7	7,4	5,8	7,7	7,5	7,7		
HC05													
HC60													
HC61	Digue de Querqueville					7,3	7,6	8,1	7,2	6,9	7,6	7,5	7,7
HC07	Cap Lévi												
HC08	Réville				7,5	7,2	7,8			7,3	7,1	7,3	7,6
HC09	La Hougue			7,5	7,6	7,3	7,4	7,7	7,1	7,2	6,9	7,3	7,5
	Gougins						7,5	8,3	7,1	7,5	6,9	7,3	7,6
HC10	Utah						8,4	8,6	7,5	7,7	7,6	7,8	8,3
	Roches de Grandcamp	8,4	7,9	7,3	7,6	7,2	8,5	7,3	7,5	7,0	7,1	7,8	7,3
HT06	Géfosse		7,8	7,4	7,6	7,5	8,2	8,4	7,5	7,7	7,0	8,0	7,5
HC11	Port-en-Bessin 1 mille				7,7	7,1	7,3			7,2	7,1	7,5	7,7
HC12	Asnelles-Meuvaïnes				7,0	7,1	7,4	7,7	7,0	7,6	7,3	7,2	7,3
HC13	St Aubin Les Essarts				6,8	6,6	6,9	8,2	6,6	7,0	6,7	7,2	7,3
HC14	Luc 1 mille	7,3	7,1	6,8	7,2	6,7	6,8	8,3	6,4	6,6	6,4	7,3	7,4
	Ouistreham 1 mille	8,3	7,8	6,5	7,2	6,8	7,5	8,3	6,4	7,5	6,7	7,6	7,9
HT04	Estuaire de l'Orne							8,3	6,9	7,0	7,0	7,1	8,1
HC15	Cabourg	7,7	7,2	5,9	5,3	6,1	7,5	8,5	5,7	6,4	6,1	7,4	7,7
HT03	Seine 1								7,6	7,1	7,2	8,9	9,0
HC16	Antifer Ponton Pétrolier		7,3	7,3	7,5	8,1	7,0	7,6	7,2	7,4	7,0	7,8	7,6
HC17	Fécamp 1 mille						7,7	8,1	7,0	7,8	7,0	8,5	7,6
HC18	Dieppe 1 mille				7,6	7,9			7,3	7,8	8,7	7,9	8,5

DCE

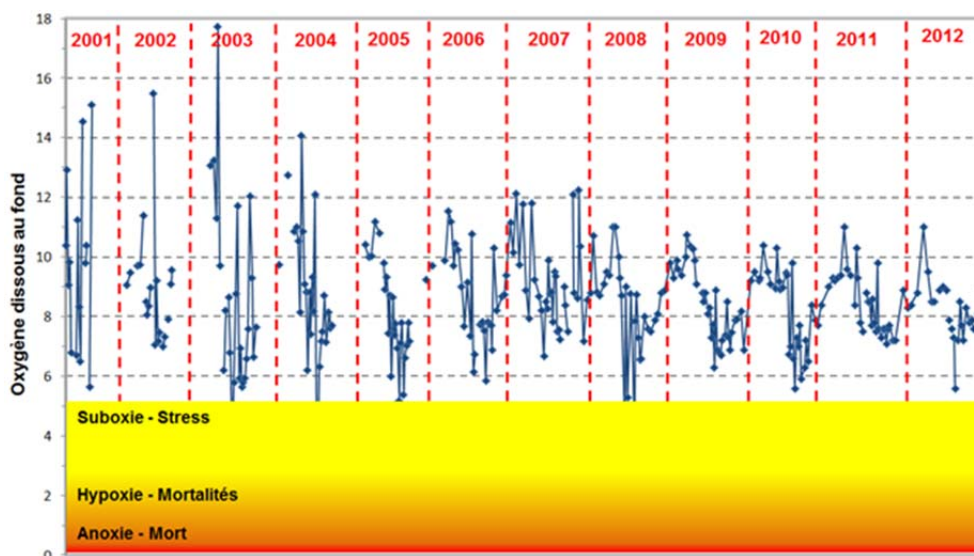


Figure 111 : Ensemble des valeurs d'oxygène dissous acquises au fond sur le point « Cabourg » dans le cadre du RHLN entre 2001 et 2012

#### IV.2.4. Synthèse interannuelle par masse d'eau

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

Aussi, afin d'évaluer au mieux la qualité des masses d'eau du littoral normand, trois niveaux de synthèse pour la période 2007-2012 sont présentés ci-dessous (cf. IV.2.3.1.) :

- ☞ Synthèse n'incluant que les points affichés DCE et en respectant les règles DCE, soit une donnée par mois (dénommée « **DCE stricte** »), *i.e.* en contrôle de surveillance et contrôle opérationnel : « Chausey » (HC01), « Tombelaine » (HT05), « Champeaux » (HC02), « Donville » et « Pirou Bergerie Sud » (HC03), « Dielette » (HC04), « Digue de Querqueville » (HC61), « Réville 1 mille » (HC08), « La Hougue » (HC09), « Géfosse » (HT06), « Roches de Grandcamp » (HC10), « Port-en-Bessin 1 mille » (HC11), « St Aubin Les Essarts » (HC13), « Ouistreham 1 mille » (HC14), « Estuaire de l'Orne » (HT04), « Cabourg » (HC15), « Seine-1 » (HT03), « Antifer Ponton Pétrolier » (HC16), et « Dieppe 1 mille » (HC18).
- ☞ Synthèse incluant tous les points du RHLN 2012 et en respectant les règles DCE d'une donnée par mois (dénommée « **Points RHLN** »), c'est-à-dire les points en contrôles de surveillance, opérationnel DCE cités ci-dessus, plus les points affichés en suivi régional, soit « Coudeville 1 mille », « Pointe Agon Sud » et « Denneville » (HC03), « Gougins » (HC09), « Utah » (HC10), « Asnelles-Meuvoines » (HC12), « Luc 1 mille » (HC14), et « Fécamp 1 mille » (HC17), et les deux points complémentaires de COGEMA : « Jobourg » et « Barneville » (HC04).
- ☞ Synthèse incluant tous les points du RHLN 2012 et de AREVA, et en intégrant toutes les données acquises pendant les périodes DCE (dénommée « **Tout RHLN** »).

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

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

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

#### IV.2.4.1. Synthèses 2007-2012 par station

La comparaison des méthodes d'évaluation « DCE stricte » et « Points RHLN » pour l'Indice Biomasse met en évidence une disparité des valeurs du RQE entre les différentes masses d'eau et dans certains cas, entre les différents points d'une même masse d'eau. Ces différences de RQE sont globalement faibles au sein des masses d'eau HC01, HC02, HC03, HC04 (Côte Ouest), et HC08, HC09, HC11 et HC12 (Côte Est) dont l'état vis-à-vis de la biomasse est qualifié de Très bon. Le constat est similaire concernant les masses d'eau HT04 à HC16 dont l'état vis-à-vis de l'Indice Biomasse est qualifié de « Moyen » (Tableau 13). Toutefois, ces différences de valeurs du RQE peuvent dans certains cas, entraîner des états différents entre les points appartenant à une même masse d'eau. C'est le cas pour la masse d'eau HC10 (point « Utah » en Bon état ; point « Roches de Grandcamp » en Très bon état) qui se caractérise par une hétérogénéité des valeurs de concentration en chlorophylle-*a* liée à la répartition spatiale des activités ostréicoles (cf. § III.3.9.) (Tableau 13). Une différence d'état vis-à-vis de l'Indice Biomasse est également visible au sein de la masse d'eau HC14 (point « Luc 1 mille » en Très bon état et point « Ouistreham 1 mille » dans un Etat moyen).

La seule différence d'état entre les points d'une même masse d'eau concernant l'Indice Abondance, est observable au sein de HC03 (point « Donville » en Bon état et points « Coudeville 1 mille » à « Denneville » en Très bon état). Ces différences intra-masse d'eau peuvent s'expliquer du fait de l'hétérogénéité spatiale des apports et/ ou des activités ayant lieu sur cette masse d'eau (cas de HC10). Ces différences restent toutefois modérées puisque la différence d'état entre les points appartenant à une même masse d'eau ne dépasse pas une classe de qualité (Tableau 13).

L'intégration de l'ensemble des données acquises sur la période considérée pour chaque métrique (« Tout RHLN ») fait apparaître globalement peu de différences du RQE par rapport aux méthodes « DCE stricte » et « Points RHLN », qui ne prennent en compte que les premières données de chaque mois. Concernant l'Indice Biomasse, la méthode « Tout RHLN » entraîne une diminution d'une classe de qualité pour les masses d'eau HC02 (point « Champeaux ») et HC17 (point « Fécamp 1 mille ») qui passent du Très bon état au Bon état par rapport à la méthode « DCE stricte ». Concernant l'Indice Abondance, l'intégration d'un nombre plus important de données par la méthode « Tout RHLN » entraîne une augmentation d'une classe de qualité du point « Estuaire de l'Orne » (HT04) qui passe du Très bon état au Bon état (Tableau 13).

Enfin concernant l'élément de qualité « Oxygène dissous », l'ensemble des points reste en Très bon état quel que soit le nombre de valeurs considérées (Tableau 13).

Sur les points identifiés comme « à risque d'eutrophisation » (*i.e.* « Luc 1 mille », « Ouistreham 1 mille », « Cabourg », « Antifer Ponton Pétrolier ») ou « à enjeux » du fait de la présence d'importantes productions aquacoles (*i.e.* « Roches de Grandcamp », « Géfosse ») faisant l'objet d'au moins deux prélèvements par mois pendant la période productive (contrôle renforcé) contre un seul pour les autres masses d'eau, le nombre de données est donc plus important que pour les autres points. Ces masses d'eau étant connues pour leur productivité, le classement pour leur qualité globale a donc plus de risque d'être déclassé, bien que cela ne soit pas le cas pour la période 2007-2012. Le suivi renforcé sur certains points du RHLN permet de mieux appréhender le cycle hydrobiologique et la productivité des masses d'eau correspondantes, et de recueillir des données pouvant être utilisées dans différentes études. Cependant, ces données supplémentaires ne doivent donc pas être utilisées pour évaluer la qualité des masses d'eau. Aussi, la synthèse « Tout RHLN » n'est présentée ici qu'à titre d'information.

**Tableau 13 :** Synthèses « DCE stricte », « Points RHLN » et « Tout RHLN » des indices Biomasse, Abondance, et de l'élément de qualité « Oxygène dissous » à l'aide du Ratio de Qualité Ecologique (RQE) pour la période 2007-2012.

Masse d'eau	Points	Biomasse RQE			Abondance RQE			Oxygène dissous RQE		
		DCE stricte	Points RHLN	Tout RHLN	DCE stricte	Points RHLN	Tout RHLN	DCE stricte	Points RHLN	Tout RHLN
HC01	Chausey	1	1	1	1	1	1	0,89	0,89	0,89
HT05								0,67	0,67	0,67
HC02	Champeaux	0,69	0,69	0,56	1	1	1	0,86	0,86	0,86
HC03	Donville	0,88	0,88	0,97	0,72	0,72	0,89	0,90	0,90	0,88
	Coudeville 1 mille		1	1		1	1		0,89	0,89
	Pointe Agon Sud		1	1		1	1		0,87	0,88
	Pirou Bergerie Sud	0,77	0,77	0,78	1	1	1	0,84	0,84	0,84
	Denneville		1	1		1	1		0,84	0,83
HC04	Barneville		1	1		0,93	0,85		0,90	0,90
	Dielette	1	1	1	1	1	1	0,90	0,90	0,91
	Jobourg		1	1		1	1		0,88	0,88
HC05										
HC60										
HC61	Digue de Querqueville	1	1	1	1	1	1	0,87	0,87	0,88
HC07										
HC08	Réville 1 mille	0,74	0,74	0,71	1	1	1	0,85	0,85	0,85
HC09	La Hougue	0,93	0,91	1	1	1	1	0,84	0,84	0,85
	Gougins		0,74	0,71		1	1		0,86	0,86
HC10	Utah		0,43	0,43		0,84	1		0,92	0,92
	Roches de Grandcamp	0,69	0,70	0,86	1	1	1	0,85	0,85	0,85
HT06	Géfosse	0,59	0,60	0,62	0,49	0,49	0,62	0,88	0,88	0,89
HC11	Port en Bessin 1 mille	0,96	0,96	0,99	1	1	1	0,87	0,87	0,87
HC12	Asnelles-Meuvoines		0,94	1		1	1		0,86	0,85
HC13	St Aubin Les Essarts	0,63	0,63	0,54	1	1	1	0,80	0,80	0,79
HC14	Luc 1 mille		0,39	0,38		0,61	0,84		0,77	0,80
	Ouistreham 1 mille	0,29	0,29	0,26	0,50	0,50	0,49	0,80	0,80	0,83
HT04	Estuaire de l'Orne	0,31	0,31	0,26	0,86	0,86	0,67	0,83	0,83	0,83
HC15	Cabourg	0,24	0,24	0,26	0,33	0,33	0,36	0,77	0,77	0,79
HT03	Seine 1							0,83	0,83	0,83
HC16	Antifer Ponton Pétrolier	0,25	0,25	0,23	0,52	0,52	0,66	0,86	0,86	0,86
HC17	Fécamp 1 mille		0,79	0,62		1	1		0,85	0,86
HC18	Dieppe 1 mille	0,47	0,47	0,50	1	1	1	0,91	0,91	0,91

#### IV.2.4.2. Méthodes d'agrégation des Indices Biomasse et Abondance

Comme rappelé ci-dessus (cf. IV.2.3.), la méthode d'agrégation des Indices Biomasse et Abondance n'est pas encore complètement arrêtée à ce jour pour évaluer l'élément de qualité « Phytoplancton ». Aussi, il est proposé ici de comparer les résultats obtenus entre une agrégation par la moyenne des RQE des deux indices, et par le plus déclassant, à partir des résultats de la synthèse « DCE stricte » qui est celle rapportée à l'Europe. Les grilles de classement utilisées sont présentées dans le Tableau 7.

Le fait d'utiliser l'élément de qualité le plus déclassant pour attribuer un état au compartiment « Phytoplancton » entraîne, par rapport à la méthode basée sur la moyenne des RQE Biomasse et Abondance, un déclassement de l'état des masses d'eau HC03, HC13 (passant du Très bon état au Bon état), et HC14, HC16 et HT04 (passant d'un état « Bon » à « Moyen ») (Tableau 14).

Dans le cas des masses d'eau HC13, HC14 et HC16, l'état qualifié à partir de la méthode des moyennes des RQE, est à la limite « Très bon » / « Bon » ou « Bon » / « Moyen ». Malgré une différence d'une classe de qualité, les résultats obtenus par ces deux méthodes sont donc proches. Concernant la masse d'eau HC03 (état uniquement basé sur celui du point « Donville »), la méthode du calcul des moyennes conduisant à un Très bon état, semble la plus appropriée car l'état des autres points de HC03 tout comme celui des masses d'eau adjacentes (HC02 et HC04) est également qualifié de « Très bon » (Tableau 14).

La qualification de l'état de la masse d'eau HT04 dans un état « Moyen » à l'aide de la méthode la plus déclassante est justifiée si l'on se réfère à l'état désigné par la Biomasse ainsi qu'à l'état des masses d'eau HC14 et HC15. Au contraire, cette méthode devient trop déclassante si l'on se réfère à l'état « Très bon » qualifié à l'aide de l'Indice Abondance (Tableau 14).

**Tableau 14** : Synthèses de l'élément de qualité « Phytoplancton » par la méthode de la moyenne des RQE des indices et la méthode de l'indice le plus déclassant pour la période 2007-2012.

Masse d'eau	Biomasse RQE	Abondance RQE	Elément de qualité "Phytoplancton" Moyenne RQEs	Elément de qualité "Phytoplancton" Déclassant
	2007-2012	2007-2012	2007-2012	2007-2012
HC01	1	1	1	
HT05				
HC02	0,68	1	0,84	
HC03	0,88	0,72	0,80	
HC04	1	1	1	
HC05				
HC60				
HC61	1	1	1	
HC07				
HC08	0,74	1	0,87	
HC09	0,98	1	0,99	
HC10	0,81	1	0,91	
HT06	0,64	0,49	0,56	
HC11	0,95	1	0,98	
HC12				
HC13	0,57	1	0,79	
HC14	0,26	0,50	0,38	
HT04	0,31	0,86	0,58	
HC15	0,25	0,33	0,29	
HT03				
HC16	0,26	0,52	0,39	
HC17				
HC18	0,46	1	0,73	

DCE

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

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

#### IV.2.4.3. Agrégation de plusieurs points par masse d'eau

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

Deux points de surveillance DCE ont été retenus pour la masse d'eau HC03 car celle-ci est très étendue (346 km<sup>2</sup>). Or l'étude des différents paramètres mesurés montre une hétérogénéité des résultats entre le Sud et le Nord de la masse d'eau (cf. III.2.4.). Aussi, le fait que l'Indice Abondance DCE donne des résultats différents entre les deux stations (« Donville » et « Pirou Bergerie Sud ») paraît cohérent. Cela n'est cependant pas le cas pour l'Indice Biomasse, qui est en Très bon état pour 2007-2012 sur les cinq stations (Tableau 15). En faisant la moyenne des RQE des indices pour chacune des stations, toutes sont en Très bon état pour l'élément de qualité « Phytoplancton », et aucune ne pourrait déclasser la masse d'eau HC03.

**Tableau 15 :** Etude des méthodes d'agrégation de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour les masses d'eau munies de deux stations de surveillance pour la période 2007-2012.

Masse d'eau	Biomasse RQE	Abondance RQE	Elément de qualité "Phytoplancton"	Elément de qualité "Phytoplancton"	Elément de qualité "Phytoplancton"
	Par points	Par points	MOYENNE RQE / POINTS	MOYENNE RQE / ME	POINT + DECLASSANT
HC03	0,87	0,72	0,79	0,94	
	1	1	1,00		
	1	1	1,00		
	0,80	1	0,90		
	1	1	1,00		
HC09	0,99	1	0,99	0,93	
	0,73	1	0,87		
HC10	0,47	1	0,74	0,82	
	0,82	1	0,91		
HC14	0,40	0,61	0,50	0,44	
	0,26	0,50	0,38		

Pour les masses d'eau HC09 et HC14, le résultat reste identique si l'on détermine l'état de la masse d'eau à partir de la moyenne des RQE obtenus à chaque station, ou en prenant l'état de la station le plus déclassant sur la période 2007-2012 (Tableau 15).

Pour la masse d'eau HC10, l'état de l'élément de qualité « Phytoplancton » est qualifié de « Très bon » si l'on se réfère à la moyenne des RQE des stations tandis que l'état est qualifié de « Bon » si l'on se réfère à la station la plus déclassante. Cela s'explique par un effet de seuil de la valeur du RQE « Phytoplancton » de la station « Utah », située dans la classe d'état « Bon » tout en se situant à la limite d'un état « Très bon » (Tableau 15).

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

DCE



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

#### IV.2.4.4. Extrapolation aux masses d'eau non sélectionnées dans le contrôle de surveillance ou opérationnel

Lors de l'élaboration du programme de surveillance DCE, certaines masses d'eau n'ont pas été sélectionnées : HC05 (Cap de la Hague Nord), HC61 (Cherbourg : intérieur Grande rade), HC07 (Cap Lévy – Gatteville), HC12 (Côte de Nacre Ouest), et HC17 (Pays de Caux Sud).

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

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

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

DCE

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

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

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



### IV.2.5. Synthèse 2007 - 2012 et Tendances

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

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

#### IV.2.5.1. Comparaison des périodes 2006-2011 et 2007-2012 de la synthèse « DCE stricte »

La comparaison des valeurs du RQE calculés sur la période 2007-2012 avec celles calculées sur la période 2006-2011 met en évidence une amélioration globale (sans changement d'état) de la qualité de ce compartiment au niveau des masses d'eau HC08, HC09, HC10, HT06, HC11 et HC16. Cela confirme notamment la tendance précédemment observée à une diminution de la biomasse et du nombre de blooms phytoplanctoniques au niveau des points « Port en Bessin 1 mille » et « Roches de Grandcamp » (Tableau 16).

L'unique changement d'état du compartiment « Phytoplancton » par rapport à la période 2006-2011 est observée au niveau de la masse d'eau HC16 qui passe d'un état « Moyen » à « Bon ». Cette masse d'eau était déjà à la limite du Bon état sur la période 2006-2011 et la légère augmentation de la valeur du RQE « Phytoplancton » sur 2007-2012 a permis ce changement de classe.

**Tableau 16 :** Comparaison des RQE des indicateurs DCE (hormis indice Composition) sur les masses d'eau normandes sur les périodes 2006-2011 et 2007-2012.

Masse d'eau	Biomasse RQE		Abondance RQE		Élément de qualité "Phytoplancton" Moyenne RQEs		Oxygène dissous RQE	
	2006-2011	2007-2012	2006-2011	2007-2012	2006-2011	2007-2012	2006-2011	2007-2012
HC01	1	1	1	1	1	1	0,89	0,89
HT05							0,66	0,67
HC02	0,69	0,68	1	1	0,85	0,84	0,86	0,86
HC03	1	0,88	0,64	0,72	0,82	0,80	0,87	0,90
HC04	1	1	1	1	1	1	0,90	0,90
HC05								
HC60								
HC61	1	1	1	1	1	1	0,88	0,87
HC07								
HC08	0,63	0,74	1	1	0,81	0,87	0,85	0,85
HC09	0,93	0,98	1	1	0,96	0,99	0,84	0,84
HC10	0,69	0,81	1	1	0,85	0,91	0,85	0,85
HT06	0,59	0,64	0,43	0,49	0,51	0,56	0,88	0,88
HC11	0,61	0,95	1	1	0,80	0,98	0,86	0,87
HC12								
HC13	0,63	0,57	1	1	0,81	0,79	0,80	0,80
HC14	0,29	0,26	0,47	0,50	0,38	0,38	0,80	0,80
HT04	0,31	0,31	1	0,86	0,65	0,58	0,83	0,83
HC15	0,24	0,25	0,34	0,33	0,29	0,29	0,77	0,77
HT03							0,85	0,83
HC16	0,25	0,26	0,48	0,52	0,36	0,39	0,84	0,86
HC17								
HC18	0,44	0,46	1	1	0,72	0,73	0,90	0,91

### IV.2.5.2.Synthèses finales 2007-2012

Deux synthèses finales sur la période 2007-2012 sont présentées ci-après, en y incluant un indice de fiabilité. La première synthèse est une application des données « DCE stricte » avec les indicateurs validés actuellement pour les masses d'eau côtières. La deuxième synthèse, « DCE étendue », est une extension de la « DCE stricte » avec une extrapolation de l'évaluation aux masses d'eau non suivies dans les contrôles de surveillance ou opérationnel. L'indice de fiabilité permet de pondérer les évaluations de la qualité des masses d'eau, en prenant en compte le nombre de données disponibles pour la classification (**3** = 5 à 6 ans de données ; **2** = 3-4 ans ; **1** = 1-2 ans). Cet indice est donc différent de l'indice de confiance décrit dans l'arrêté du 25 janvier 2010.

La **première synthèse** montre que sur les 21 masses d'eau littorales suivies où l'élément de qualité est pertinent, le RHLN a permis de suivre et d'évaluer 76 % d'entre elles en 2012 par l'application des contrôles de surveillance et/ou opérationnel de la « DCE stricte » (Tableau 17). De ces masses d'eau, 88 % des masses d'eau ont été évaluées avec un indice de fiabilité de niveau 3, et 12 % avec un indice de niveau 2. De plus, le RHLN reste un des réseaux précurseurs dans l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » au niveau national du fait de sa création dès 2001, qui a permis d'enregistrer 11 ans de données pour certains points de mesure. La carte de synthèse de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2007-2012 selon la « DCE stricte » est présentée dans la Figure 112 .

Sur la période 2007-2012, 63 % (soit 10) des masses d'eau côtières normandes évaluées pour l'élément de qualité « Phytoplancton » sont classées en Très bon état, 31 % (soit 5) en Bon état, et 6 % (soit 1) est en Etat moyen, l'élément de qualité « Oxygène dissous » étant au Très bon état pour toutes les masses d'eau (Tableau 17). Les masses d'eau de transition HT04 et HT06 sont classées en Bon état, avec un indice de fiabilité fort. La masse d'eau la plus mal classée reste la HC15 (« Cabourg »), qui jouxte l'estuaire de la Seine. La masse d'eau HC16 (« Antifer Ponton Pétrolier ») a atteint le Bon état sur la période 2007-2012, tout en restant à la limite de l'Etat Moyen. La qualité des masses d'eau du Cotentin jusqu'à HC10 est très bonne sur la période 2007-2012, tout comme celle de la partie ouest de la côte du Calvados (HC11 à HC13). Enfin, la masse d'eau du Nord de la Seine-Maritime (HC18 : Dieppe) est en Bon état sur la période 2007-2012 tout en gardant une valeur du RQE proche de la limite avec un Très bon état.

**Tableau 17 :** Synthèse des éléments de qualité « Phytoplancton » et « Oxygène dissous », dans les masses d'eau normandes sur la période 2007-2012 en application de la « DCE stricte », et indices de fiabilité.

Masse d'eau	Biomasse RQE	Abondance RQE	Élément de qualité "Phytoplancton" Moyenne RQEs		Masse d'eau	Oxygène dissous RQE	Indice de fiabilité
	2007-2012	2007-2012	2007-2012	Indice de fiabilité		2007-2012	
HC01	1	1	1	3	HC01	0,89	3
HT05					HT05	0,67	1
HC02	0,68	1	0,84	3	HC02	0,86	3
HC03	0,88	0,72	0,80	3	HC03	0,90	3
HC04	1	1	1	3	HC04	0,90	3
HC05					HC05		
HC60	1	1	1	3	HC60	0,87	3
HC61					HC61		
HC07					HC07		
HC08	0,74	1	0,87	2	HC08	0,85	2
HC09	0,98	1	0,99	3	HC09	0,84	3
HC10	0,81	1	0,91	3	HC10	0,85	3
HT06	0,64	0,49	0,56	3	HT06	0,88	3
HC11	0,95	1	0,98	2	HC11	0,87	2
HC12					HC12		
HC13	0,57	1	0,79	3	HC13	0,80	3
HC14	0,26	0,50	0,38	3	HC14	0,80	3
HT04	0,31	0,86	0,58	3	HT04	0,83	3
HC15	0,25	0,33	0,29	3	HC15	0,77	3
HT03					HT03	0,83	3
HC16	0,26	0,52	0,39	3	HC16	0,86	3
HC17					HC17		
HC18	0,46	1	0,73	3	HC18	0,91	3

DCE

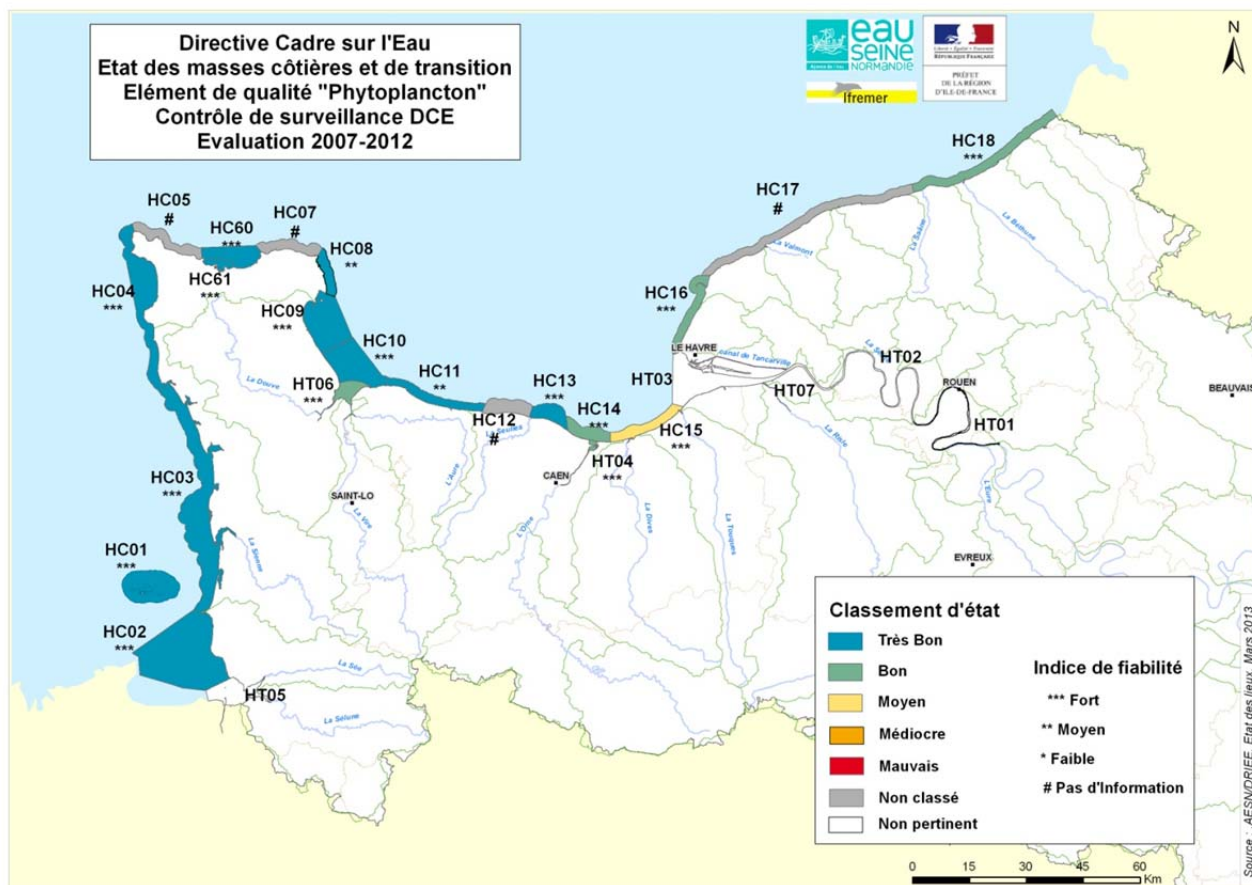


Figure 112 : Synthèse de l'élément de Qualité écologique « Phytoplancton » dans les masses d'eau normandes sur la période 2007-2012 selon la « DCE stricte »

La **deuxième synthèse**, « **DCE étendue** », permet de compléter la « DCE stricte » en considérant l'extrapolation de classements aux masses d'eau non suivies ou suivies à l'aide d'un point en suivi régional (cf. IV.2.3.4.). La carte de synthèse de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » pour la période 2007-2012 selon la « DCE étendue » est présentée dans la Figure 113.

Les informations complémentaires obtenues montrent que pour la période 2007-2012, 70 % (soit 14) des masses d'eau sont en Très bon état, 25 % (soit 5) sont en Bon état, et 5 % (soit 1) sont en Etat moyen (Tableau 18). Enfin, toutes les masses d'eau « extrapolées » sont en Très bon état (HC05, HC07, HC12 et HC17) avec un indice de fiabilité de moyen (HC05 et HC07) à fort (HC12 et HC17), l'état des masses d'eau HC12 et HC17 étant basé sur des mesures réelles aux points « Asnelles-Meuvinnes » et « Fécamp 1 mille ». Les masses d'eau ajoutées à la synthèse « DCE étendue » présentent toutes un état « Très bon » vis-à-vis de l'élément de qualité « Oxygène dissous ».

Tableau 18 : Synthèse des éléments de qualité « Phytoplancton » et « Oxygène dissous » dans les masses d'eau normandes sur la période 2007-2012 en application de la « DCE étendue », et indices de fiabilité.

Masse d'eau	Biomasse RQE	Abondance RQE	Élément de qualité "Phytoplancton" Moyenne RQEs		Masse d'eau	Oxygène dissous RQE	Indice de fiabilité
	2007-2012	2007-2012	2007-2012	Indice de fiabilité		2007-2012	
HC01	1	1	1	3	HC01	0,89	3
HT05					HT05	0,67	1
HC02	0,68	1	0,84	3	HC02	0,86	3
HC03	0,88	0,72	0,80	3	HC03	0,90	3
HC04	1	1	1	3	HC04	0,90	3
HC05				2	HC05		2
HC60	1	1	1	3	HC60	0,87	3
HC61					HC61		
HC07				2	HC07		2
HC08	0,74	1	0,87	2	HC08	0,85	2
HC09	0,98	1	0,99	3	HC09	0,84	3
HC10	0,81	1	0,91	3	HC10	0,85	3
HT06	0,64	0,49	0,56	3	HT06	0,88	3
HC11	0,95	1	0,98	2	HC11	0,87	2
HC12	0,94	1	0,97	3	HC12	0,86	3
HC13	0,57	1	0,79	3	HC13	0,80	3
HC14	0,26	0,50	0,38	3	HC14	0,80	3
HT04	0,31	0,86	0,58	3	HT04	0,83	3
HC15	0,25	0,33	0,29	3	HC15	0,77	3
HT03					HT03	0,83	3
HC16	0,26	0,52	0,39	3	HC16	0,86	3
HC17	0,61	1	0,81	3	HC17	0,85	3
HC18	0,46	1	0,73	3	HC18	0,91	3

DCE

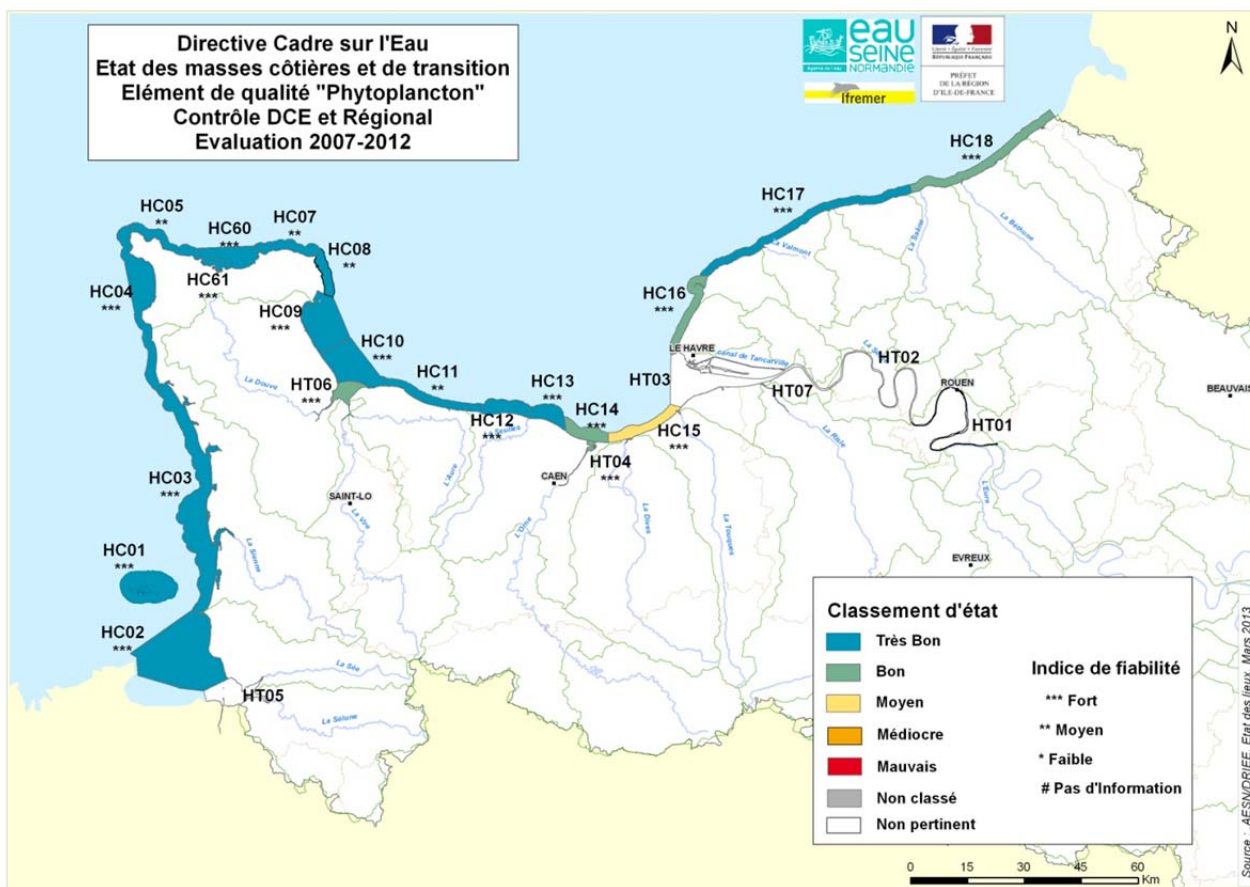


Figure 113 : Synthèse de l'élément de Qualité écologique « Phytoplancton » dans les masses d'eau normandes sur la période 2007-2012 selon la « DCE étendue »

## IV.2.5.3. Etude préliminaire des tendances

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 » est renouvelée. Cette étude préliminaire est basée sur une régression linéaire entre les mises à jour des synthèses interannuelles de l'élément de qualité et de ses indices. Cette étude a été appliquée à toutes les masses d'eau évaluées par le contrôle de surveillance, le contrôle opérationnel, ou le contrôle régional, soit 19 masses d'eau.

Le Tableau 19 met en évidence une stabilité de l'**Indice Biomasse** en 2007-2012 par rapport aux autres périodes au niveau des masses d'eau HC01, HC04 et HC60-61 qui se maintiennent en Très bon état ainsi que pour la masse d'eau HC16 qui conserve un Etat Moyen vis-à-vis de l'Indice Biomasse. Pour 9 masses d'eau, la valeur du RQE augmentant, la qualité du milieu vis-à-vis de cet indice s'améliore. Cette augmentation de la valeur du RQE est particulièrement nette et régulière au niveau des masses d'eau HC08, HC09, HC10 et HT06 (Tableau 19). A l'inverse, une diminution de la valeur du RQE Biomasse est observée pour 6 masses d'eau, et elle est particulièrement régulière sur HC02 (maintien dans un état « Très bon ») ainsi que sur HC13 et HC18 (diminution d'une classe de qualité depuis le début des suivis) (Tableau 19).

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

Masse d'eau	Biomasse RQE										TENDANCE INTERANNUELLE
	EDL 2004 2001-2003	2001-2004	2001-2005	2001-2006	2002-2007	EDL 2009 2003-2008	2004-2009	2005-2010	EDL 2013 2006-2011	2007-2012	
HC01	0,92	1	1	1	1	1	1	1	1	1	↔
HT05											
HC02					0,93	0,82	0,76	0,73	0,69	0,68	↘
HC03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,88	↘
HC04					1	1	1	1	1	1	↔
HC05											
HC60		0,72	0,79			1	1	1	1	1	↔
HC61			1	1	1	1	1	1	1	1	↔
HC07											
HC08		0,60	0,46	0,49			0,54	0,61	0,63	0,74	↗
HC09	0,81	0,59	0,51	0,46	0,78	0,95	0,84	0,85	0,93	0,98	↗
HC10	0,31	0,32	0,35	0,37	0,40	0,46	0,53	0,59	0,69	0,81	↗
HT06	0,28	0,32	0,32	0,32	0,33	0,36	0,41	0,47	0,59	0,64	↗
HC11		0,36	0,41	0,39			0,43	0,50	0,61	0,95	↗
HC12		0,68	0,68	0,70	0,69	0,72	0,77	0,91	1	0,94	↗
HC13		1,00	0,97	1,00	0,79	0,69	0,78	0,72	0,63	0,57	↘
HC14	0,16	0,16	0,18	0,17	0,23	0,23	0,29	0,29	0,29	0,26	↗
HT04					0,29	0,28	0,30	0,30	0,31	0,31	↗
HC15	0,12	0,19	0,25	0,24	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	↗
HT03											
HC16	0,27	0,29	0,27	0,26	0,26	0,27	0,23	0,23	0,25	0,26	↔
HC17				1	1	1	0,84	0,82	0,79	0,61	↘
HC18		1	1			0,98	0,76	0,46	0,44	0,46	↘

Grilles MEC pour MET, point Donville pour HC03

Appliquée à l'**Indice Abondance**, la comparaison des valeurs du RQE entre les différentes périodes met en évidence une stabilité de la valeur de cet indice pour 10 masses d'eau (HC04, HC60-61, HC09, HC10, HT06, HC12, HC13, HT04, HC17 et HC18) qui se maintiennent dans un état « Très bon ». Pour 5 masses d'eau, la valeur du RQE Abondance augmente avec une progression très nette pour HC02, HC08 et HC11. Enfin, la qualité vis-à-vis de l'Indice Abondance semble diminuer depuis le début des suivis au niveau des masses d'eau HC03, HC15, HC16, malgré une stabilité ou une légère hausse de la valeur du RQE Abondance en 2007-2012 par rapport aux périodes 2005-2010 et 2006-2011.

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

Masse d'eau	ABONDANCE RQE										TENDANCE INTERANNUELLE
	EDL 2004 2001-2003	2001-2004	2001-2005	2001-2006	2002-2007	EDL 2009 2003-2008	2004-2009	2005-2010	EDL 2013 2006-2011	2007-2012	
HC01	0,67	0,90	1	0,92	0,96	0,96	1	1	1	1	↕
HT05											
HC02				0,33	0,50	1	1	1	1	1	↕
HC03	1	1	1	1	0,82	0,72	0,68	0,64	0,64	0,72	↘
HC04					1	1	1	1	1	1	↔
HC05											
HC60			1	1	1	1	1	1	1	1	↔
HC61						1	1	1	1	1	
HC07											
HC08		0,84	0,36	0,41		0,50	0,79	1	1	1	↕
HC09	1	1	0,72	0,63	0,72	0,84	0,87	0,93	1	1	↔
HC10	0,86	0,88	0,70	0,65	0,61	0,61	0,71	0,85	1	1	↔
HT06	0,33	0,47	0,43	0,43	0,47	0,53	0,51	0,43	0,43	0,49	↔
HC11		0,50	0,36	0,37			0,55	0,79	1	1	↕
HC12		1	0,84	0,96	1	1	1	1	1	1	↔
HC13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	↔
HC14	0,42	0,41	0,38	0,37	0,38	0,40	0,40	0,40	0,47	0,50	↕
HT04					0,67	0,84	0,86	0,80	1	0,86	↔
HC15	0,45	0,41	0,39	0,39	0,38	0,39	0,34	0,33	0,34	0,33	↘
HT03											
HC16	0,86	0,89	0,72	0,63	0,60	0,60	0,50	0,43	0,48	0,52	↘
HC17				0,67	1	1	1	1	1	1	↔
HC18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	↔

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

Masse d'eau	ELEMENT DE QUALITE "PHYTOPLANCTON" RQE										TENDANCE INTERANNUELLE
	EDL 2004 2001-2003	2001-2004	2001-2005	2001-2006	2002-2007	EDL 2009 2003-2008	2004-2009	2005-2010	EDL 2013 2006-2011	2007-2012	
HC01	0,79	0,95	1	0,96	0,98	0,98	1	1	1	1	↕
HT05											
HC02				0,33	0,72	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84	↕
HC03	1	1	1	1	0,91	0,86	0,84	0,82	0,82	0,80	↘
HC04					1	1	1	1	1	1	↔
HC05											
HC60			0,90			1	1	1	1	1	↔
HC61											
HC07											
HC08		0,72	0,41	0,45			0,66	0,80	0,81	0,87	↕
HC09	0,91	0,80	0,62	0,55	0,75	0,89	0,85	0,89	0,96	0,99	↕
HC10	0,58	0,60	0,52	0,51	0,51	0,53	0,62	0,72	0,85	0,91	↕
HT06	0,31	0,39	0,38	0,37	0,40	0,45	0,46	0,45	0,51	0,57	↕
HC11		0,43	0,38	0,38			0,49	0,65	0,80	0,98	↕
HC12		0,84	0,76	0,83	0,85	0,86	0,88	0,96	1	0,97	↕
HC13	1	1	0,99	1	0,90	0,84	0,89	0,86	0,81	0,79	↘
HC14	0,29	0,28	0,28	0,27	0,31	0,32	0,35	0,35	0,38	0,38	↕
HT04					0,48	0,56	0,58	0,55	0,65	0,59	↔
HC15	0,29	0,30	0,32	0,31	0,30	0,31	0,29	0,29	0,29	0,29	↔
HT03											
HC16	0,56	0,59	0,49	0,45	0,43	0,44	0,36	0,33	0,36	0,39	↘
HC17				0,83	1	1	0,92	0,91	0,89	0,81	↘
HC18		1	1			0,99	0,88	0,73	0,72	0,73	↘

DCE

Enfin, cette étude préliminaire des tendances appliquée à l'**élément de qualité « Phytoplancton »** (Tableau 21), met en évidence une stabilité de l'état de ce compartiment pour les masses d'eau HC04, HC60-61 et HC15, une augmentation de la qualité sur 9 masses d'eau (HC01, HC02, HC08, HC09, HC10, HT06, HC11, HC12 et HC14) avec une augmentation progressive du RQE pour HC02, HC10, HT06 et HC14, dont l'état s'est amélioré d'une à deux classes de qualité depuis le début des suivis. L'état de l'élément de qualité « Phytoplancton » tend à se dégrader progressivement sur les masses d'eau HC03, HC13 et HC18 malgré une tendance à une stabilisation de la valeur du RQE sur ces masses d'eau en 2007-2012 par rapport aux périodes antérieures. La valeur du RQE « Phytoplancton » a récemment diminué de manière plus nette pour la masse d'eau HC17 malgré son maintien dans un Très bon état. Enfin, malgré une dégradation globale de l'état du phytoplancton depuis le début des suivis, l'état de la masse d'eau HC16 tend à s'améliorer en 2007-2012 par rapport à 2004-2011, en raison d'une diminution sur cette masse d'eau du nombre de dépassements du seuil de concentration de 100 000 cellules.L<sup>-1</sup>.

#### IV.2.5.4. Discussion des synthèses nationales

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

#### ***Elément de qualité « Phytoplancton »***

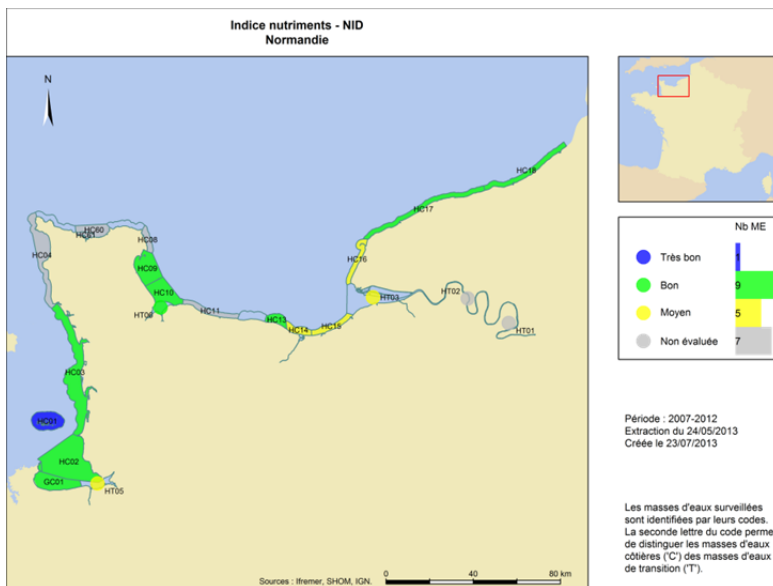
L'évaluation nationale pour l'élément de qualité « Phytoplancton » est globalement identique à celle présentée ici pour la période 2007-2012 sur les points sélectionnés en « DCE stricte » (voir Annexe 4). Les seuls désaccords observés concernent : les masses d'eau HT03 et HT05 pour lesquelles une évaluation a été réalisée alors que l'élément de qualité est non pertinent ; et les masses d'eau HC03, HC14 et HC16 pour lesquelles l'Indice Abondance est différent de la présente évaluation, probablement du fait d'un nombre de données utilisées différent entre les deux évaluations. Enfin, la masse d'eau HC17 n'a pas été sélectionnée dans le contrôle de surveillance bien qu'un point soit suivi dans le cadre du suivi régional, et l'évaluation nationale pour cette masse d'eau prend en compte, en plus du point « Fécamp 1 mille », un point non actif (« Fécamp digue ») et un point de la masse d'eau HC18 (« Dieppe 1 mille »), menant à une discordance sur l'Indice Abondance.

#### ***Elément de qualité « Nutriments »***

L'élément de qualité « Nutriments » sélectionné afin de qualifier l'état « Conditions physico-chimiques générales » a été défini comme étant la combinaison des indices ammonium, nitrate, nitrite, phosphate et silicate. A ce jour, la pertinence des indices phosphate et silicate est toujours à l'étude. Ainsi, l'élément de qualité « Nutriments » présenté dans le premier rapport d'évaluation intègre uniquement les concentrations d'azote inorganique dissous (NID), c'est-à-dire la somme ammonium + nitrate + nitrite, qui est directement reliée à la salinité (Daniel A. et Soudant D., 2010).

Les masses d'eau côtières et de transition ont donc été regroupées au sein d'écotypes représentatifs des bassins hydrographiques, pour lesquels une droite de dilution pour l'ensemble des données acquises sur le plan de gestion de 6 ans a été définie. La métrique de l'indice NID est donc la concentration normalisée à 33 de salinité de l'ensemble des mesures effectuées dans un écotype sur l'ensemble d'un plan de gestion de 6 ans entre novembre et février, et classée en trois états : Très bon, Bon, ou Moyen.

L'évaluation réalisée sur la période 2007-2012 classe la masse d'eau HC01 en Très bon état, les masses d'eau HC02, HC03, HC09, HC10, HT06 et HC13, HC17 et HC18 dans un Bon état, et les masses d'eau HT05, HC14, HC15, HT03 et HC16 dans un Etat moyen. La masse d'eau HC04 n'a pas été évaluée du fait du nombre de données insuffisantes, et les masses d'eau HC08 et HC11 car en contrôle opérationnel.



**Figure 114 :** Evaluation de l'élément de qualité « Nutriments » à l'aide de l'indice NID pour la période 2007-2012.

### Élément de qualité « Oxygène dissous »

Par rapport aux résultats présentés pour la période 2007-2012 dans la synthèse « DCE stricte », l'évaluation nationale pour l'élément de qualité « Oxygène dissous » est globalement identique pour l'ensemble des masses d'eau. Comme pour la période 2006-2011, le seul désaccord observé concerne l'évaluation pour la masse d'eau HC15 (« Cabourg ») qui est classée dans ce rapport en Très bon état mais seulement en Bon état dans l'évaluation nationale. Cette différence peut être due à la façon dont les données sont sélectionnées dans le programme de calcul utilisé par la Coordination Nationale.

### Élément de qualité « Salinité »

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



### **Elément de qualité « Température »**

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

L'évaluation réalisée pour la période 2007-2012 montre que toutes les masses d'eau côtières évaluées sont en Très bon état pour l'élément de qualité « Température ».

### **Elément de qualité « Transparence »**

Le rapport sur l'étude d'un élément de qualité « Transparence » pour qualifier l'état « Conditions physico-chimiques générales », indique que celui-ci est déclaré non pertinent dans les masses d'eau de transition du fait du caractère positif marqué de la turbidité dans les estuaires, les usages et organismes (faune et flore) étant naturellement adaptés à ces milieux. La transparence étant représentée uniquement par le paramètre turbidité, l'élément de qualité sera donc qualifié à partir d'un indice turbidité pour les masses d'eau côtières de mars à octobre. L'influence négative de la turbidité sur la biologie correspondant à de fortes valeurs préjudiciables à la survie de la faune et de la flore. La métrique proposée devrait non seulement tenir compte des valeurs absolues de concentration, mais également de la fréquence et de la durée des épisodes turbides. Or, pour les mêmes raisons que pour l'indice de salinité, la fréquence et la durée des épisodes turbides ne peuvent pas être retenus comme métrique du fait de la fréquence mensuelle des prélèvements. Aussi la métrique de l'indice turbidité proposée est le centile 90 des valeurs absolues de concentration.

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

L'évaluation de l'élément de qualité « Transparence » pour la période 2007-2012 met en évidence un Très bon état pour l'ensemble des masses d'eau évaluées.

## V. Conclusion générale

Le climat de l'année 2012 a été marqué par des températures saisonnières globalement proches des moyennes mais avec certains écarts importants de température entre les mois d'une même saison, notamment en hiver. Un ensoleillement exceptionnel au mois de mars a été observé sur la Côte Ouest, accompagné de fortes températures en mars et avril sur certaines stations telles que le « Cap de la Hève ». Les précipitations de 2012 ont été globalement faibles en hiver et excédentaires le reste de l'année en particulier en automne, saison lors de laquelle de très forts cumuls pluviométriques ont été observés en octobre et en décembre. Malgré une forte hétérogénéité spatiale des résultats, l'influence de cette pluviométrie sur les débits a été nettement perceptible, avec par rapport aux moyennes saisonnières, des débits globalement déficitaires en hiver (- 34 %) et en été (- 10 %) et excédentaires au printemps (+ 40 %) et en automne (+ 95 %).

Un tel climat a favorisé le développement du phytoplancton, expliquant des teneurs maximales et moyennes en chlorophylle-a supérieures à celles de 2011 pour près de 76 % des stations, mais une biomasse moyenne quasi-identique à celle de 2010. Aucune suboxie n'a cependant été observée au fond de la colonne d'eau.

En ne tenant compte que des données issues des premiers prélèvements de chaque mois, 59 dépassements du seuil de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont 8 dépassements du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> ont été observés en 2012, soit un nombre supérieur à ceux de 2010 et 2011. Ces blooms ont principalement été localisés à proximité des estuaires de l'Orne et de la Seine (HC14, HC15, HC16, HT03 et HT04). Les taxons *Pseudo-Nitzschia sp.*, *Chaetoceros sp.*, *Phaeocystis*, *Rhizosolenia sp.* et *Skeletonema costatum* ont dominé le peuplement phytoplanctonique en 2012, ce qui confirme globalement bien les résultats des synthèses appliquées aux périodes 2001-2006 et 2007-2012. Le genre *Chaetoceros sp.* reste depuis le début du RHLN le principal taxon responsable des dépassements de seuils DCE, avec depuis 2001, plus de 120 dépassements du seuil de concentration de 100 000 cell.L<sup>-1</sup> dont près de 55 dépassements du seuil de 1 000 000 cell.L<sup>-1</sup> (premières données mensuelles). Malgré la variabilité des résultats d'une année sur l'autre, la comparaison des synthèses interannuelles 2001-2006 et 2007-2012 montre qu'à la fois le nombre de blooms et la proportion des espèces nuisibles dans ces blooms tendent à diminuer au cours du temps.

Similairement à ce qui a été observé les années précédentes, les stocks hivernaux de nutriments ont été nettement plus importants au niveau des masses d'eau estuariennes HT05, HT03 et HT04, qu'au niveau des autres masses d'eau. Un gradient décroissant de ces stocks du Sud vers le Nord de la Côte Ouest et un gradient croissant des stocks hivernaux vers l'Est de la Baie de Seine, avec dans cette zone des stocks particulièrement enrichis en NID en 2012 sont typiquement observés. Près de 63 % des points présentent un déficit estival en NID par rapport au PID (NID/PID ≤ 10), notamment sur la Côte Ouest (HC01, HC03 et HC04) ainsi que sur la Côte Est (HC08 à HC12), tandis qu'à proximité des estuaires de l'Orne et de la Seine, l'azote reste globalement excédentaire, même en été.

L'évaluation de la qualité des masses d'eau côtières et de transition le long du littoral normand vis-à-vis des éléments de qualité « Phytoplancton » et « Oxygène dissous » a été mise à jour en suivant les recommandations de l'arrêté du 25 janvier 2010 et du Guide de préparation de l'état des lieux 2013. L'élément de qualité « Phytoplancton » a été évalué à partir des Indices Biomasse et Abondance, et les règles d'agrégation ainsi que leurs impacts sur le classement des masses d'eau ont été discutées.

Une étude des tendances d'évolution de ces indices a également été réalisée. La synthèse 2007-2012 confirme une tendance à l'amélioration de l'élément de qualité « Phytoplancton », avec un Très bon état pour 12 masses d'eau (HC01 à HC10 ; HC11 à HC13 ; HC17), Bon état pour 5 masses d'eau (HT06, HC14, HT04, HC16, HC18), et un Etat moyen pour une seule masse d'eau (HC15). L'Indice Biomasse tend à s'améliorer pour 9 masses d'eau, à se dégrader pour 5 masses d'eau et à rester stable pour 4 masses d'eau. L'Indice Abondance tend à s'améliorer pour 5 masses d'eau, à se dégrader pour 3 masses d'eau, et à rester stable pour 10 masses d'eau. La synthèse 2007-2012 révèle, vis-à-vis de l'élément de qualité « Oxygène dissous », un Très bon état pour l'ensemble des masses d'eau.

## Bibliographie

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

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

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

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

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

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

Belin C. et Daniel A., **2013b**. Méthodes de bio-indication en eaux littorales. Indicateur phytoplancton et physico-chimique. Livrable A2 : Synthèse des conclusions du GT phytoplancton – hydrologie. Validation intermédiaire des grilles biomasse dans les MET de Manche Atlantique. Révision de la définition des masses d'eau turbides pour la prise en compte de l'indicateur phytoplancton. *Addendum au rapport final sur la définition des masses d'eau turbides pour l'ONEMA dans le cadre du partenariat 2012*, 51 p.

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

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

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

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

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

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

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

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

- Léopold T. et Belin C., **2011**. Proposition de nouvelles valeurs-seuils pour la biomasse (chlorophylle-a percentile 90) pour les Masses d'Eau de Transition (Mer du Nord – Manche – Atlantique). *Rapport Ifremer de mars 2011*.
- Lorenzen C. J., **1967**. Determination of chlorophyll and phaeopigments : spectrometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343-346.
- Nédélec F., Lejollivet 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 – Suivi 2009. *Rapport Ifremer RST.LERN/11-08*, 125p.
- Nédélec F., Dagneaux D., Lejollivet 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 – Suivi 2010. *Rapport Ifremer RST.LERN/12-04*, 155p.
- Ménet-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 – Suivi 2011. *Rapport Ifremer RST.LERN/13-11*, 159p.
- Nogues L. et Lampert L., **2008**. Réseau Hydrologique Littoral Normand – Rapport 2008 – Suivi de l'année 2007. *Rapport Ifremer RST.LERN/08-09*, 124p.
- Redfield A.C., Ketchum B.H., Richard F.A., **1963**. The influence of organisms on the composition of seawater. In M.N. Hills (eds), *The sea Vol2. The composition of sea water*, pp26-77. Wiley & sons, New York.
- SEQ « littoral », **2002**. Système de classification pour l'évaluation de la qualité des eaux littorales : grilles d'aptitude aux usages et à la biologie. *Document SEQ « littoral » - Convention MEDD/Ifremer n°031-01*.
- Soudant D. et Belin C., **2010a**. Evaluation DCE janvier 2010 – Elément de qualité : phytoplancton. *Rapport Ifremer DYNECO/VIGIES/10-03*, 199p.
- Soudant D. et Belin C., **2010b**. Evaluation DCE janvier 2010 – Elément d'expertise - Elément de qualité : phytoplancton – Agence de l'eau : Seine-Normandie. *Rapport Ifremer DYNECO/VIGIES/10-05*, 54p.
- Utermöhl H., **1958**. Zur vervollkommung der quantativen phytoplankton methodik. *Int. Ver. Theoret. Angew. Limnol.*, 9, 1-38.

## Annexes

**Annexe 1 :** Historique des lieux de surveillance du RHLN.

**Annexe 2 :** Rappel sur les types de cycles biogéochimiques.

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

**Annexe 4 :** Caractéristiques des principaux taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

**Annexe 5 :** Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

**Annexe 6 :** Comparaison de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » présentée dans le rapport RHLN 2012 et le rapport d'évaluation national pour la période 2007-2012.

**Annexe 7 :** Qualification des données RHLN pour l'année 2012.

# Annexe 1 : Historique des lieux de surveillance du RHLN

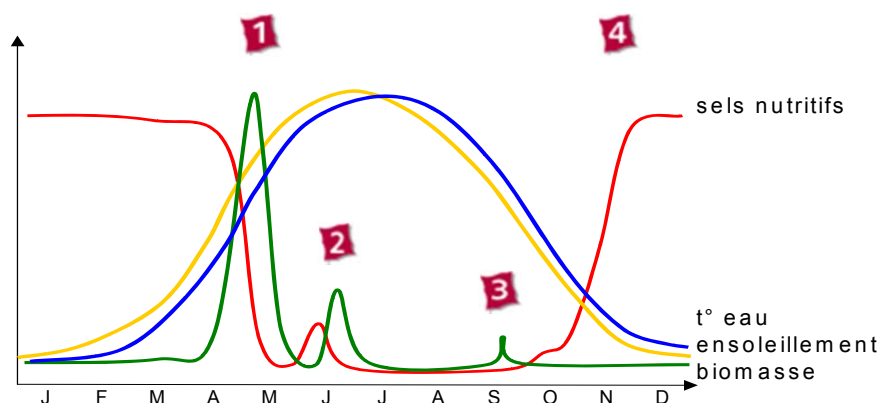
Masse d'eau	Nom de la masse d'eau	Nom du point	Latitude	Longitude	Minimotique Quadrigré <sup>2</sup>	Projet	Type de suivi	Période de suivi
HT05	Baie du Mont St Michel - Fond de baie estuarien	Mont St Michel	48° 39,1667' N	001° 45,8667' W	020-P-003			2006
HC01	Chausey	Mont St Michel 2007	48° 38,0900' N	001° 30,4700' W	020-P-053			2007 - 2010
HC02	Baie du Mt St Michel - Centre	Tombelaine	48° 39,0780' N	001° 30,9180' W	020-P-109	RHLN	Enquête DCE	2010 - en cours
		Chausey	48° 52,7100' N	001° 46,0800' W	019-P-001	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours
		Cancalle Est	48° 42,1478' N	001° 47,6288' W	020-P-051			2006
		Hacqueville 1 mille	48° 49,2500' N	001° 35,6690' W	020-P-049			2004 - 2006
		Champeaux	48° 44,8375' N	001° 35,6690' W	020-P-050	RHLN	Surveillance DCE	2006 - en cours
		Donville	48° 50,5000' N	001° 37,6700' W	018-P-054	RHLN	Surveillance DCE	2001 - en cours
		Point du Roc						
HC03	Ouest Cotentin	Coudevillet 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
		Diellette	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
HC06	Rade de Cherbourg	Rade de Cherbourg	49° 41,0100' N	001° 36,7200' W	016-P-024			2004 - 2006
HC06	Cherbourg - Intérieur rade	Digue de Querqueville	49° 40,3462' N	001° 39,7674' W	016-P-025	RHLN	Surveillance DCE	2005 - en cours
HC07	Nord Est Cotentin	Cap Lévi	49° 42,3200' N	001° 27,2900' W	016-P-001			2004 - 2006
HC08	Barfleur	Réville 1 mille	49° 36,8300' N	001° 12,9400' W	015-P-029	RHLN	Opérationnel DCE	2004 - 2006, 2009 - en cours
HC09	Anse de St Vaast	La Hougue	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° 06,3600' 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 - Mévaines	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	Enquête DCE	2007 - en cours
HT01	Estuaire de Seine - Amont	Cabourg	49° 17,9600' N	000° 06,9400' W	010-P-109	RHLN	Surveillance DCE renforcée	2001 - en cours
HT02	Estuaire de Seine - Central							
HT03	Estuaire de Seine - Aval	Bouée Carosse	49° 29,1100' N	000° 01,6000' E	010-P-052	RHLN		2002 - 2004, 2006 - 2007
		Seine 1	49° 28,7500' N	000° 03,2167' E	011-P-010	RHLN	Surveillance DCE	2008 - en cours
HT07	Risle estuarienne							
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
		Fécamp 1 mille	49° 45,9946' N	000° 21,8903' E	009-P-023	RHLN	Régional	2006 - en cours
HC17	Pays de Caux Sud	Fécamp digue	49° 46,4346' N	000° 20,6304' E	009-P-011			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° 03,2500' E	008-P-012	RHLN	Surveillance DCE	2001 - 2005, 2008 - en cours

Surveillance dans le cadre du suivi "eaux douces"

Lieux de surveillance non actifs

## Annexe 2 : Rappel sur les types de cycles biogéochimiques

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



Représentation schématique d'un cycle hydrobiologique « classique » dans les eaux marines tempérées. La biomasse 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>7</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>8</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 »** ou « **atypiques** » sont généralement la conséquence d'apports terrigènes importants tout au long de la période productive, apports qui rechargent le milieu en nutriments. Cet enrichissement permanent du milieu favorise la croissance permanente du phytoplancton et le développement de blooms tout au long de la période productive. Les niveaux

<sup>7</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>8</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.



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

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

Dans les cas les plus critiques, les niveaux de production de biomasse 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.

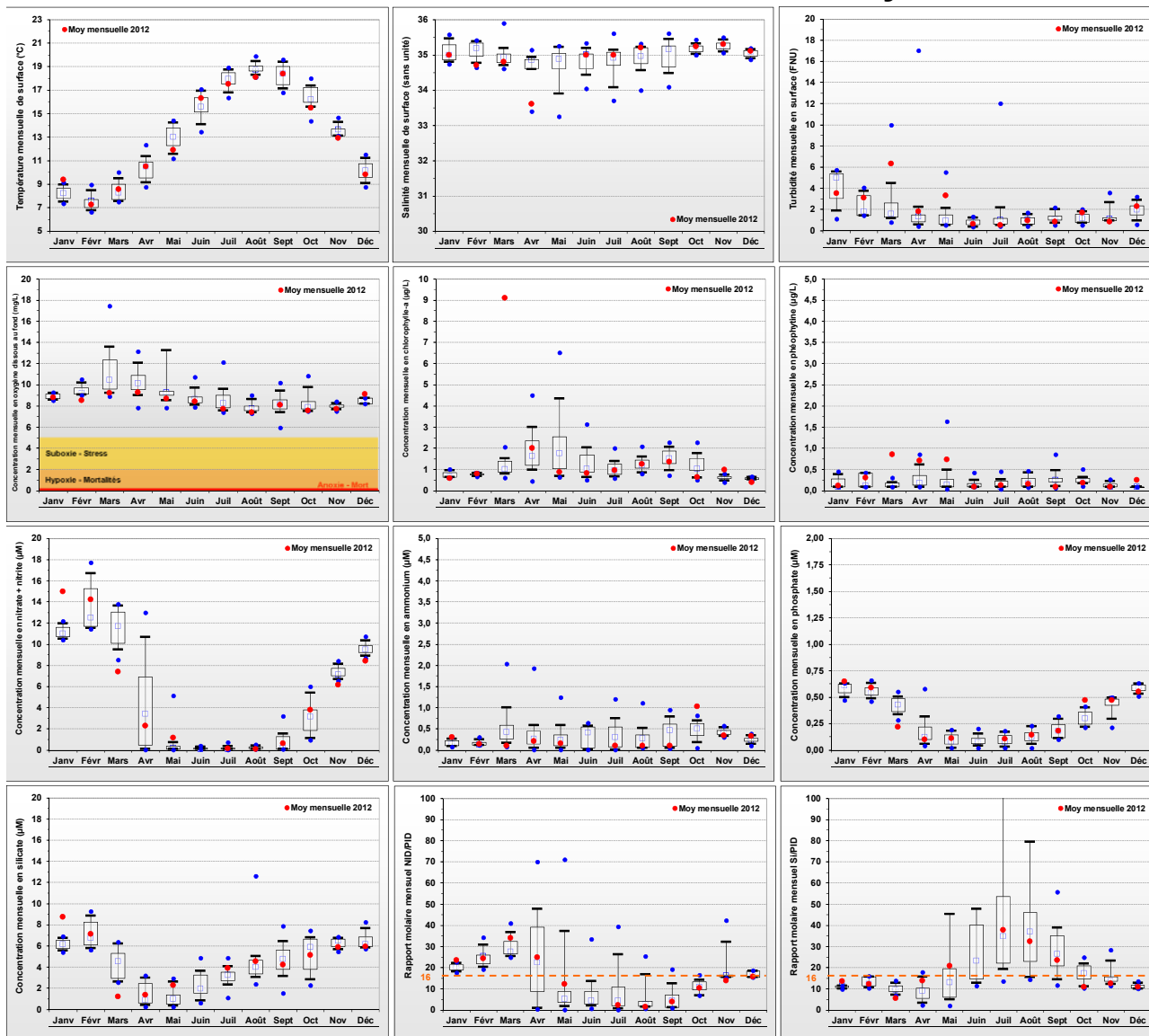
Il est à noter que ces cas de figure extrêmes, avec des anoxies marquées, ne se rencontrent pas dans les eaux normandes, malgré les niveaux de production primaire atteints (secteur de l'estuaire de Seine), du fait de l'hydrodynamisme local qui permet le brassage et l'homogénéisation des masses d'eau,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

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

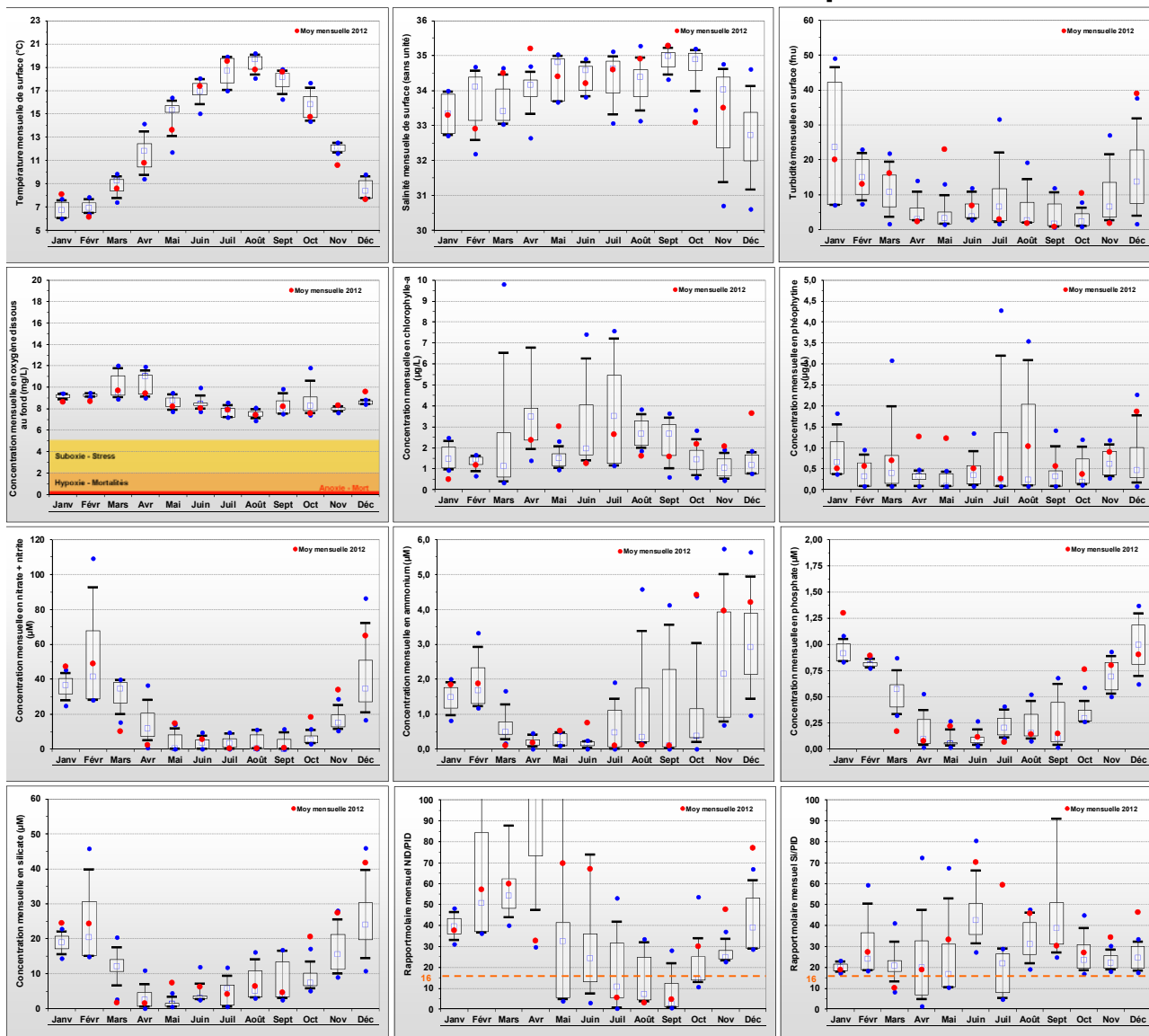
Fiches des points présentées :

- ❖ HC01 – Chausey (2001-2012)
- ❖ HC02 – Champeaux (2006-2012)
- ❖ HC03 – Donville (2001-2012)
- ❖ HC03 – Coudeville 1 mille (2006-2012)
- ❖ HC03 – Pointe Agon Sud (2001-2012)
- ❖ HC03 – Pirou Bergerie Sud (2001-2012)
- ❖ HC03 – Denneville (2006-2012)
- ❖ HC04 – Dielette (2007-2012)
- ❖ HC61 – Digue de Querqueville (2005-2012)
- ❖ HC09 – La Hougue (2003-2012)
- ❖ HC09 – Gougins (2006-2012)
- ❖ HC10 – Utah (2006-2012)
- ❖ HC10 – Roches de Grandcamp (2001-2012)
- ❖ HT06 – Géfosse (2002-2012)
- ❖ HC12 – Asnelles-Meuvoines (2004-2012)
- ❖ HC13 – Saint Aubin les Essarts (2004-2012)
- ❖ HC14 – Luc 1 mille (2001-2012)
- ❖ HC14 – Ouistreham 1 mille (2001-2012)
- ❖ HT04 – Estuaire de l'Orne (2007-2012)
- ❖ HC15 – Cabourg (2001-2012)
- ❖ HC16 – Antifer Ponton Pétrolier (2001-2012)
- ❖ HC17 – Fécamp 1 mille (2006-2012)

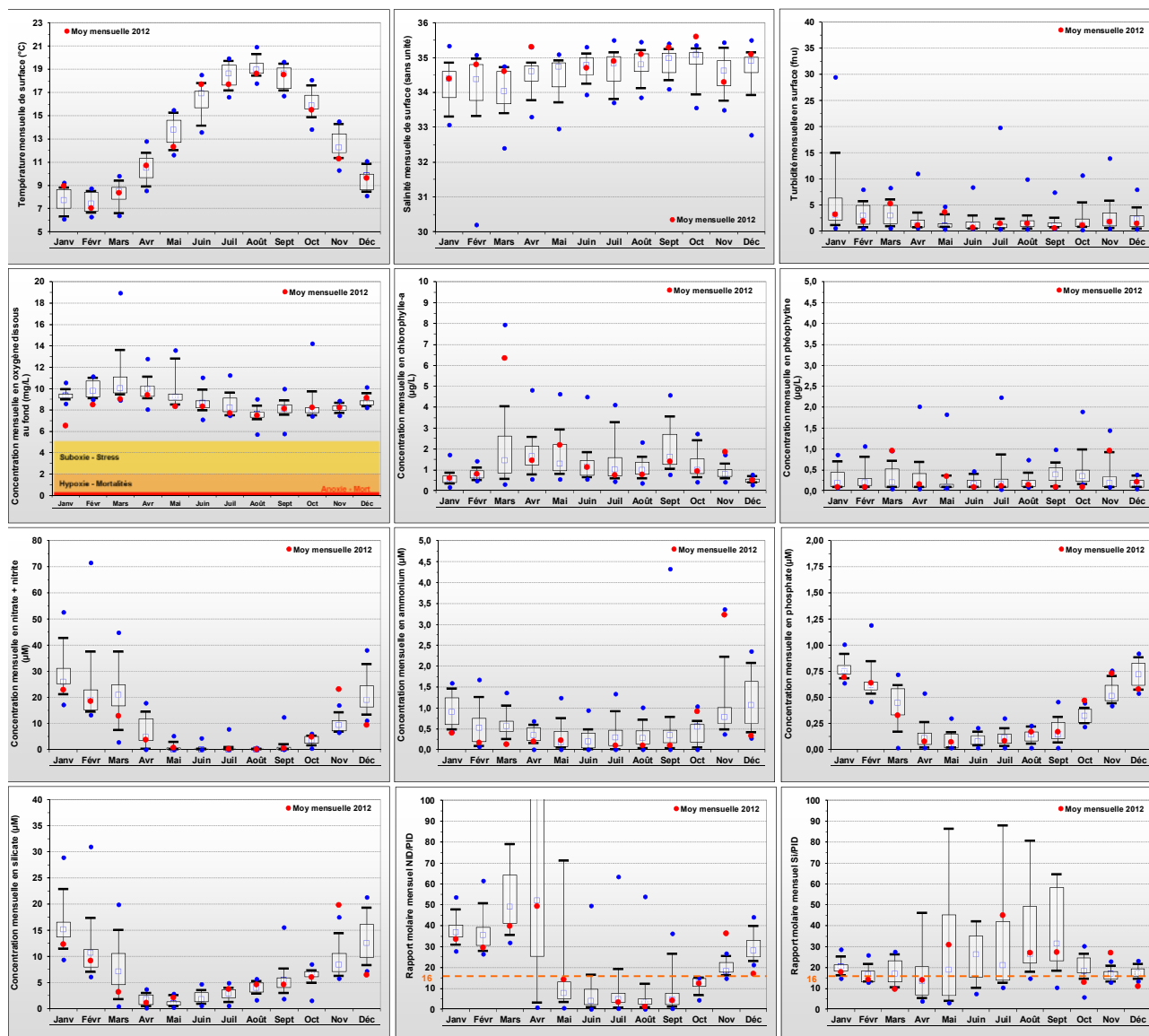
## Masse d'eau HC01 - Station << Chausey >>



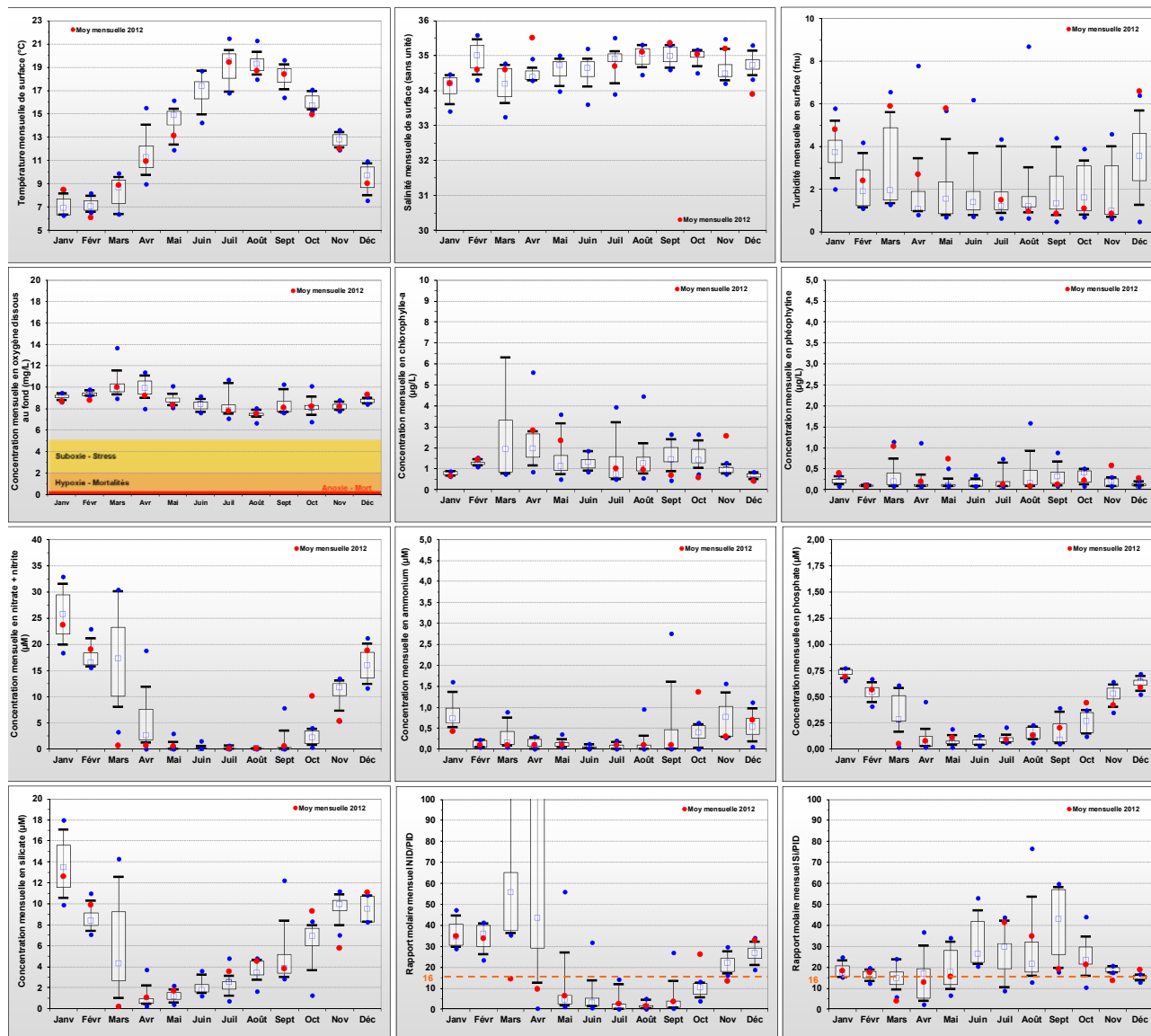
## Masse d'eau HC02 - Station << Champeaux >>



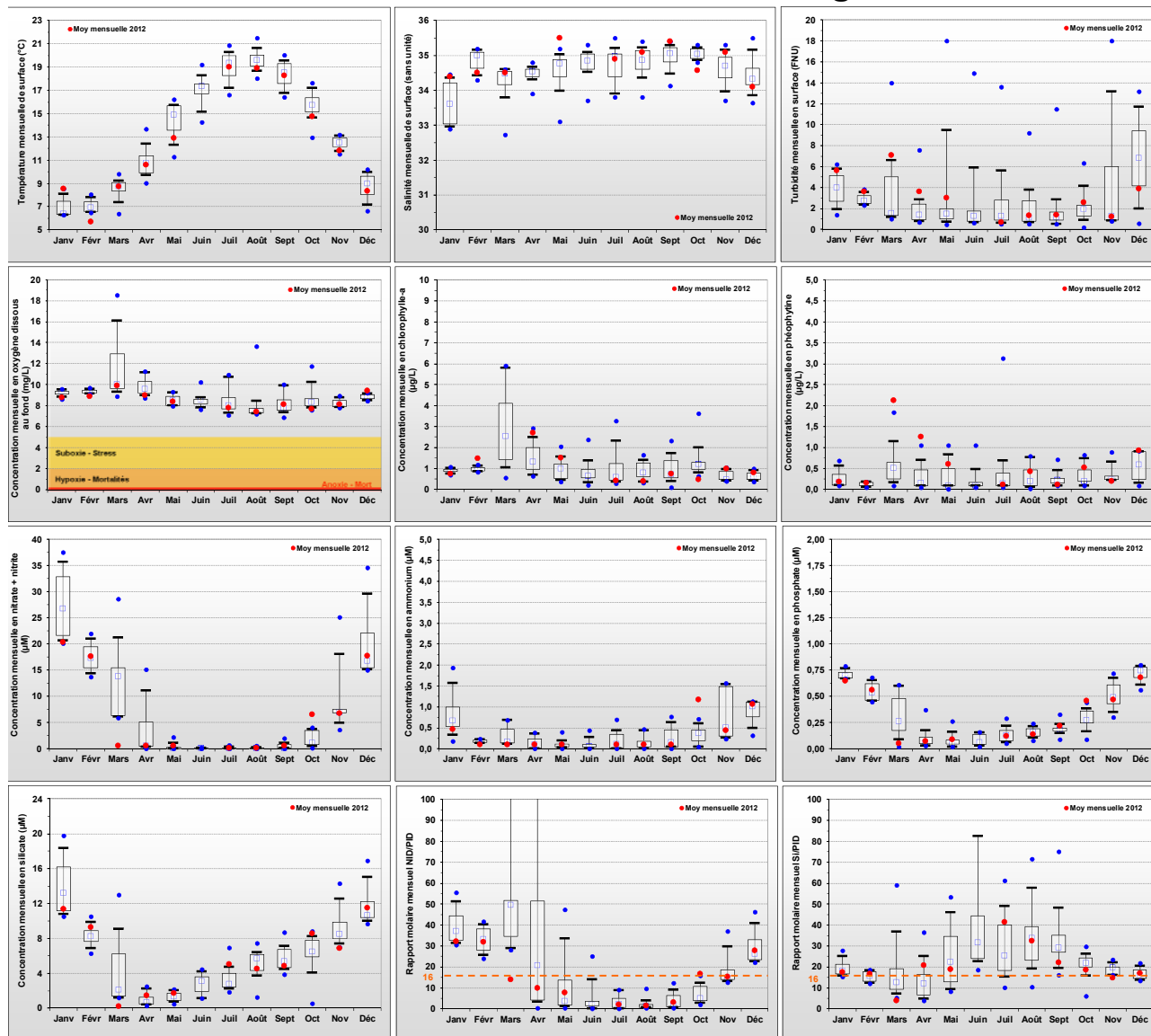
## Masse d'eau HC03 - Station << Donville >>



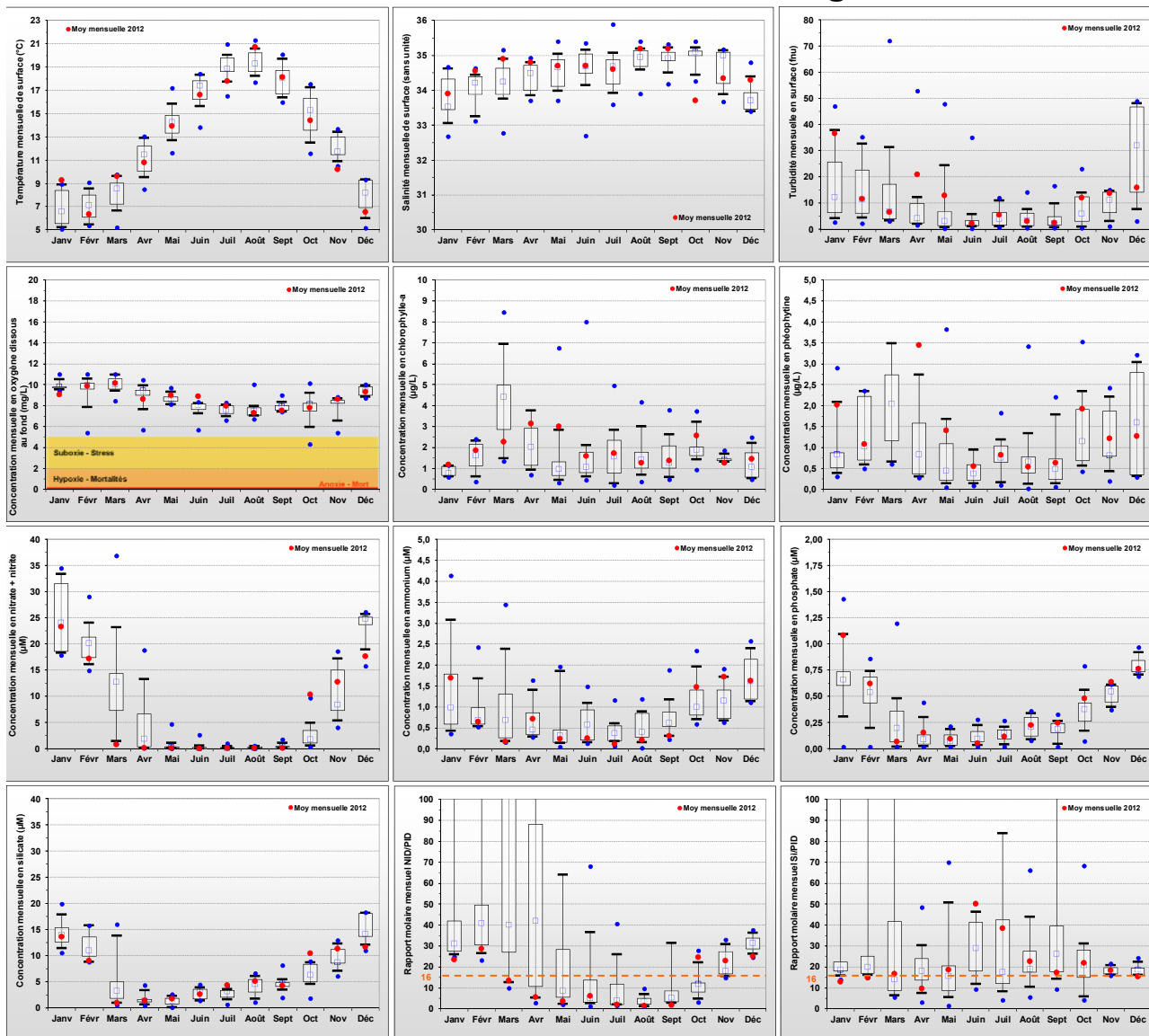
## Masse d'eau HC03 - Station << Coudeville 1 mille >>



## Masse d'eau HC03 - Station << Pointe Agon Sud >>

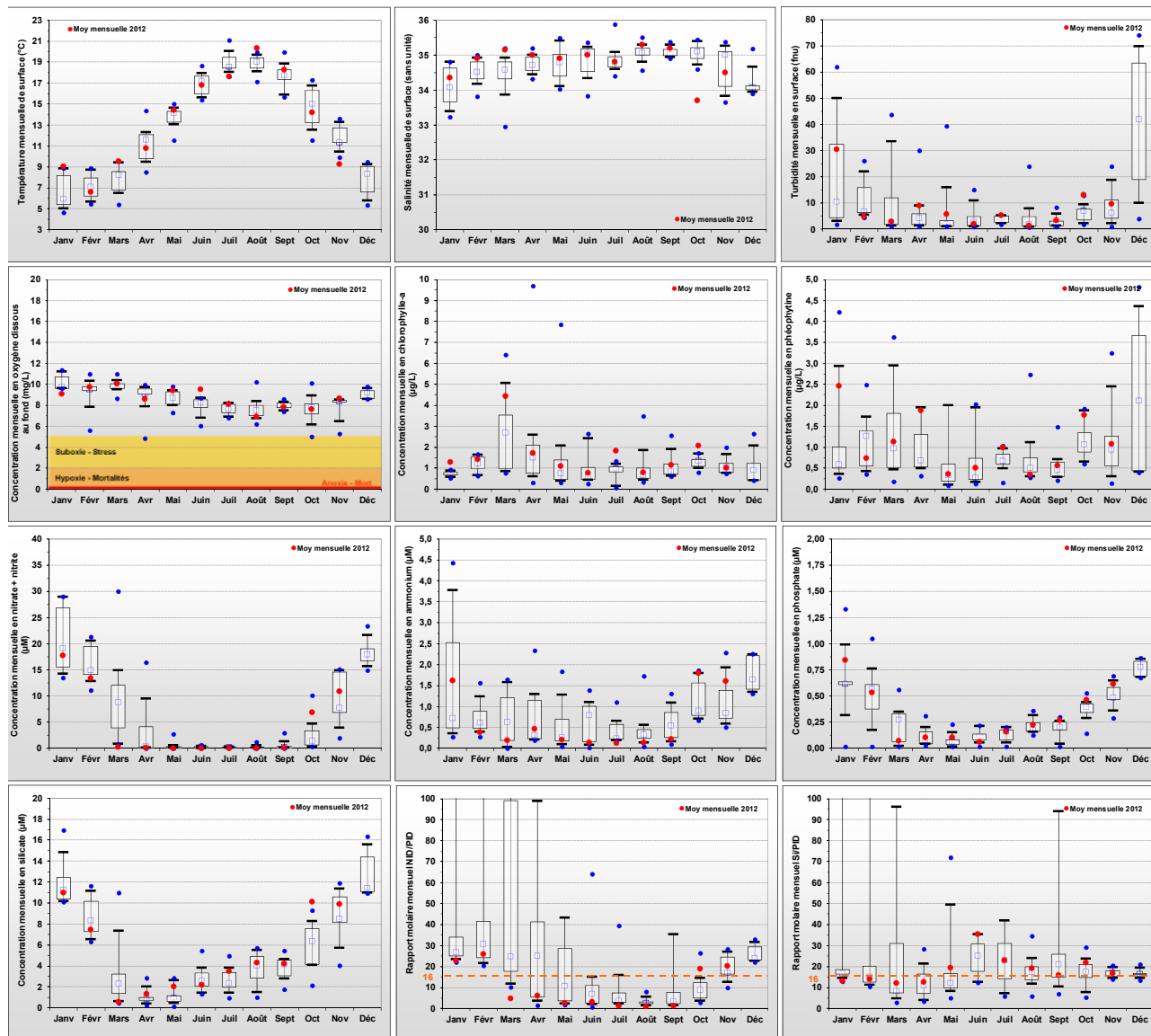


## Masse d'eau HC03 - Station << Pirou Bergerie Sud >>

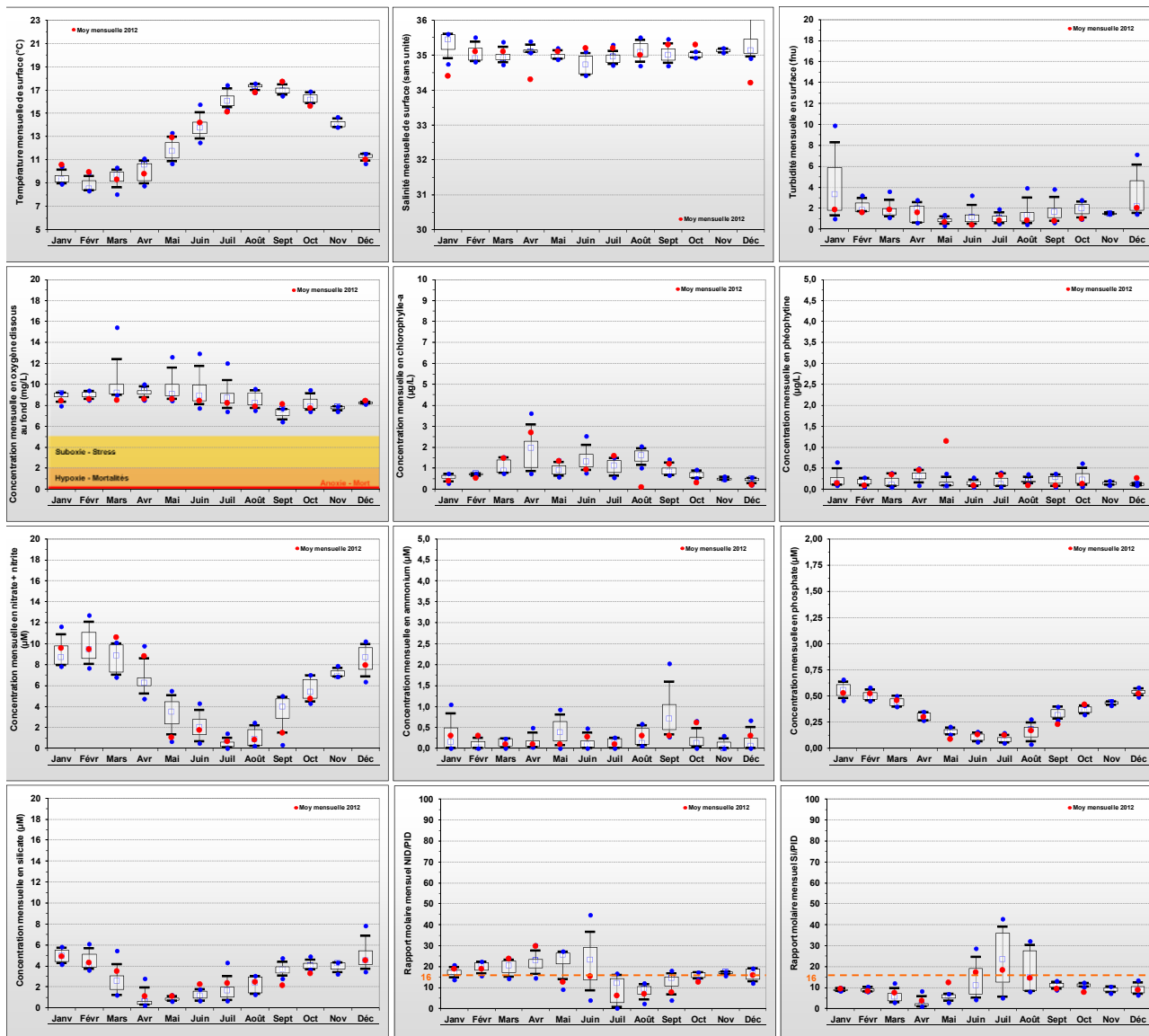




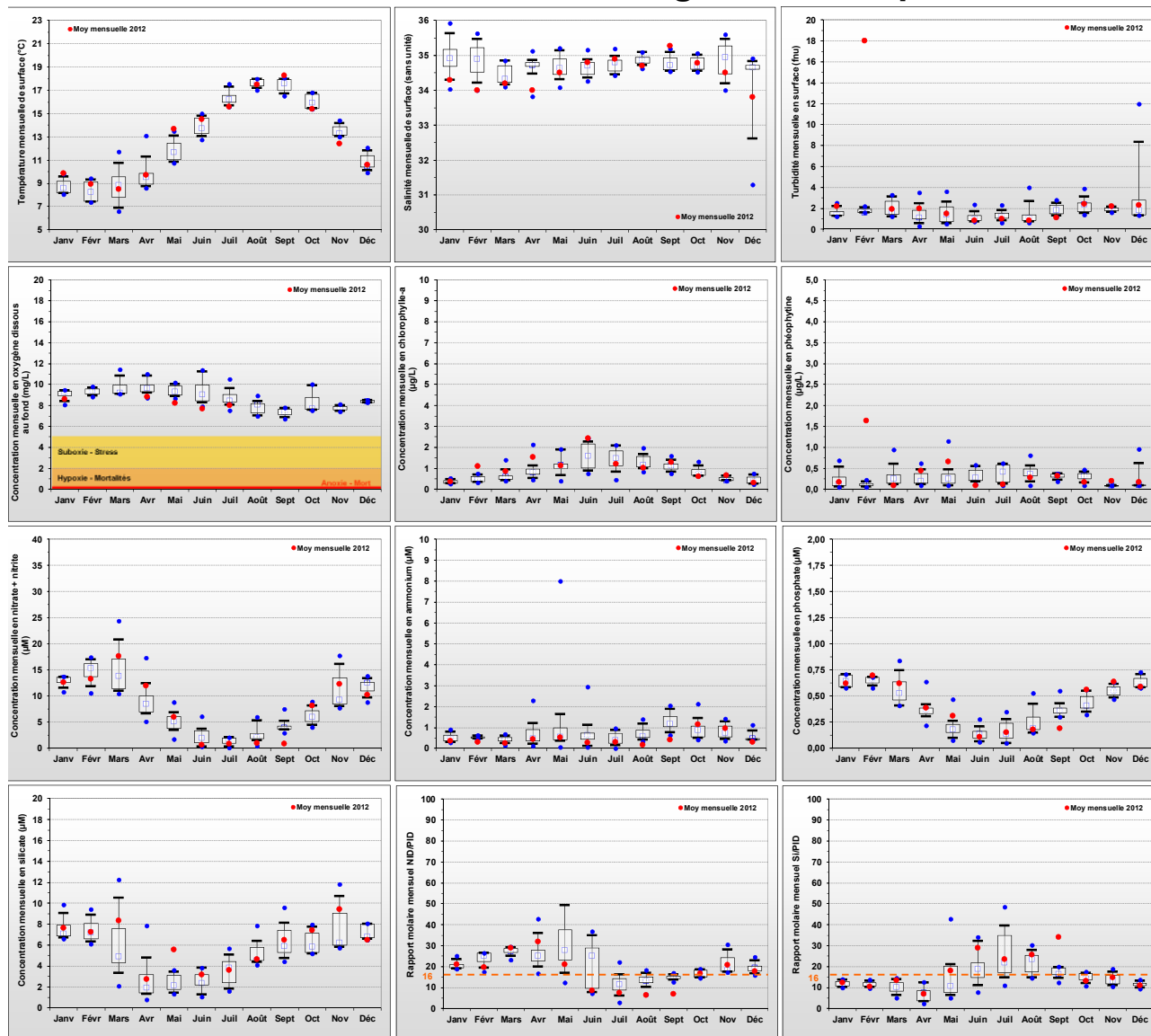
## Masse d'eau HC03 - Station << Denneville >>



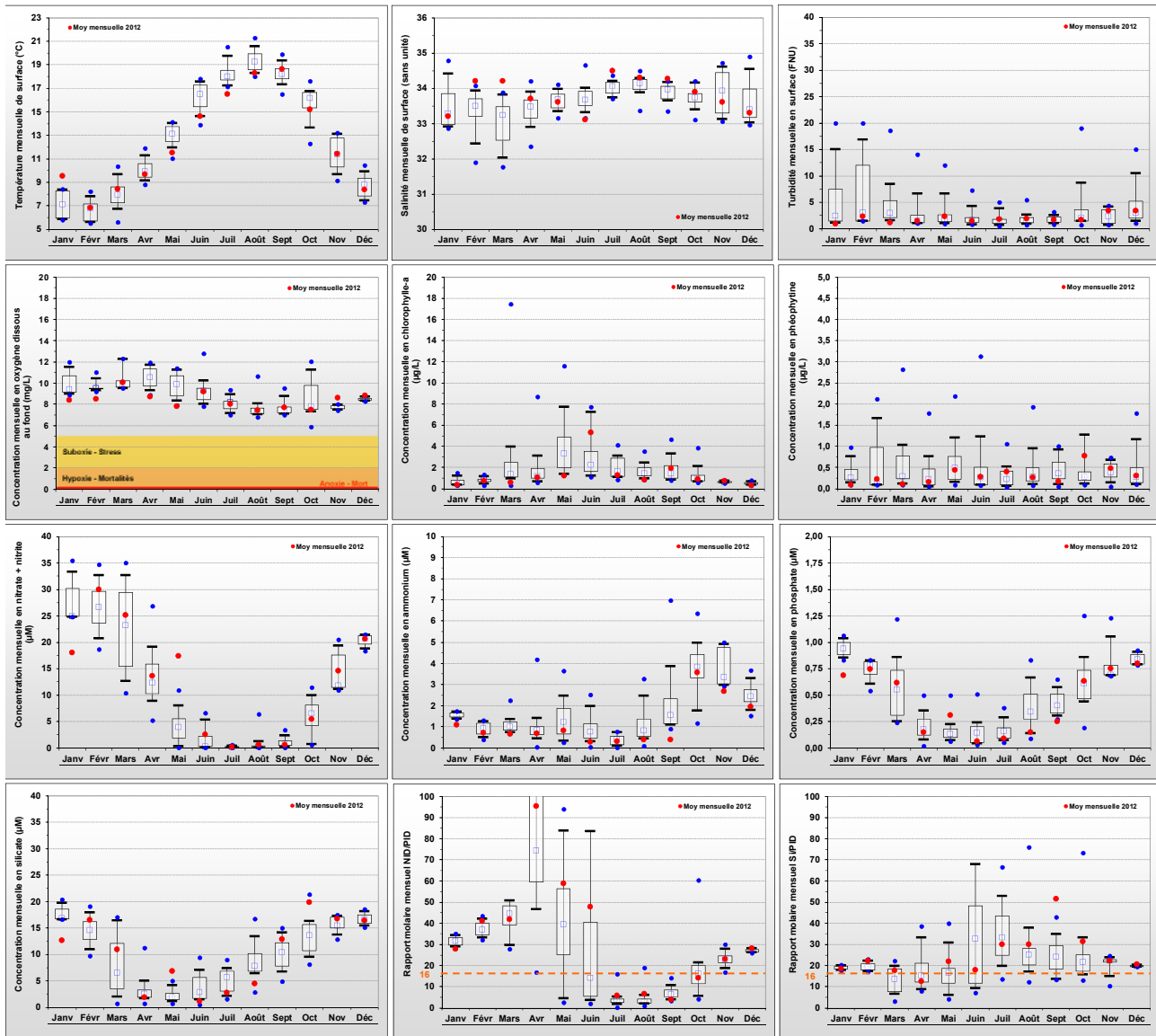
## Masse d'eau HC04 - Station << Dielette >>



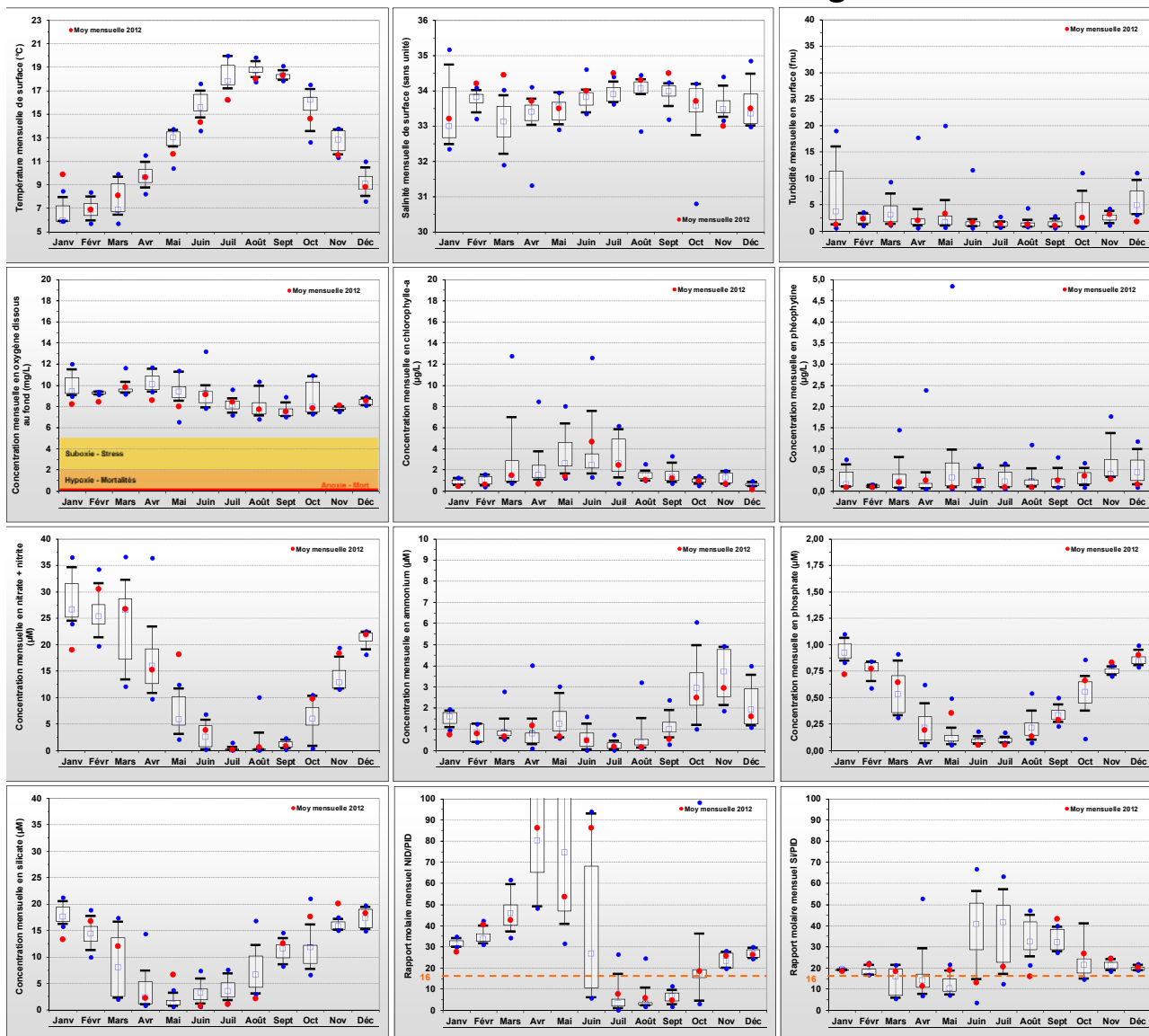
## Masse d'eau HC61 - Station << Digue de Querqueville >>



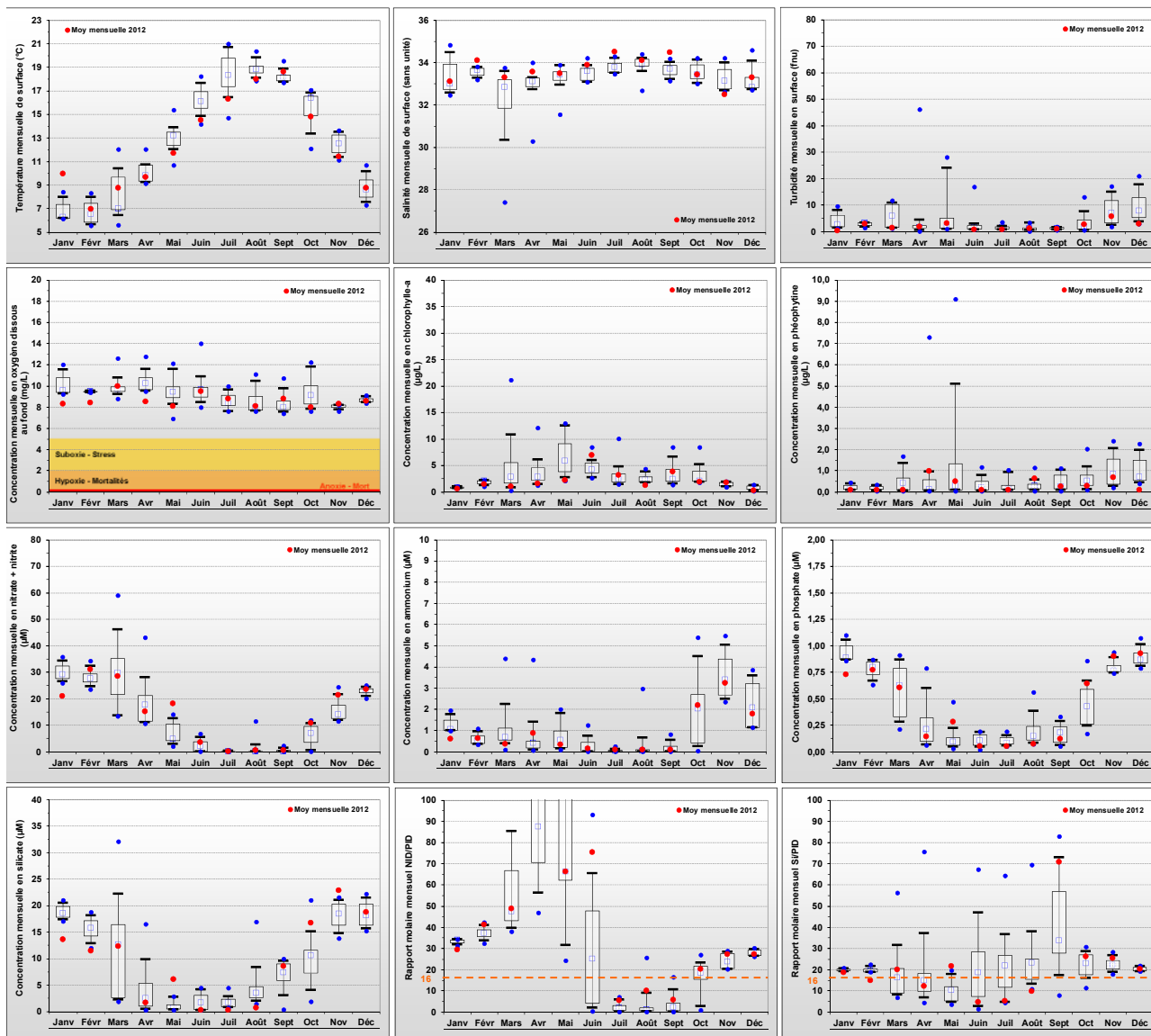
## Masse d'eau HC09 - Station << La Hougue >>



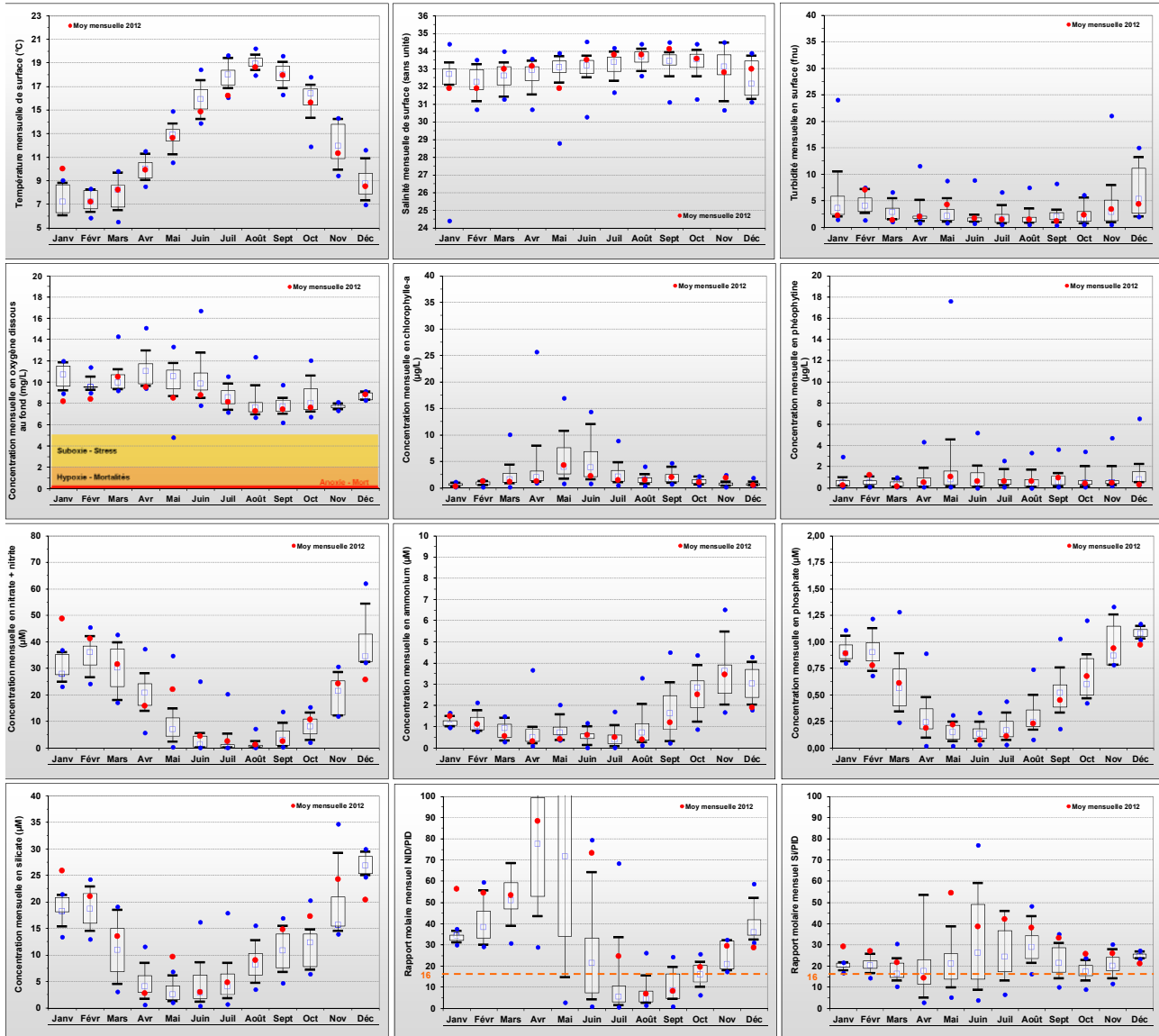
## Masse d'eau HC09 - Station << Gougins >>



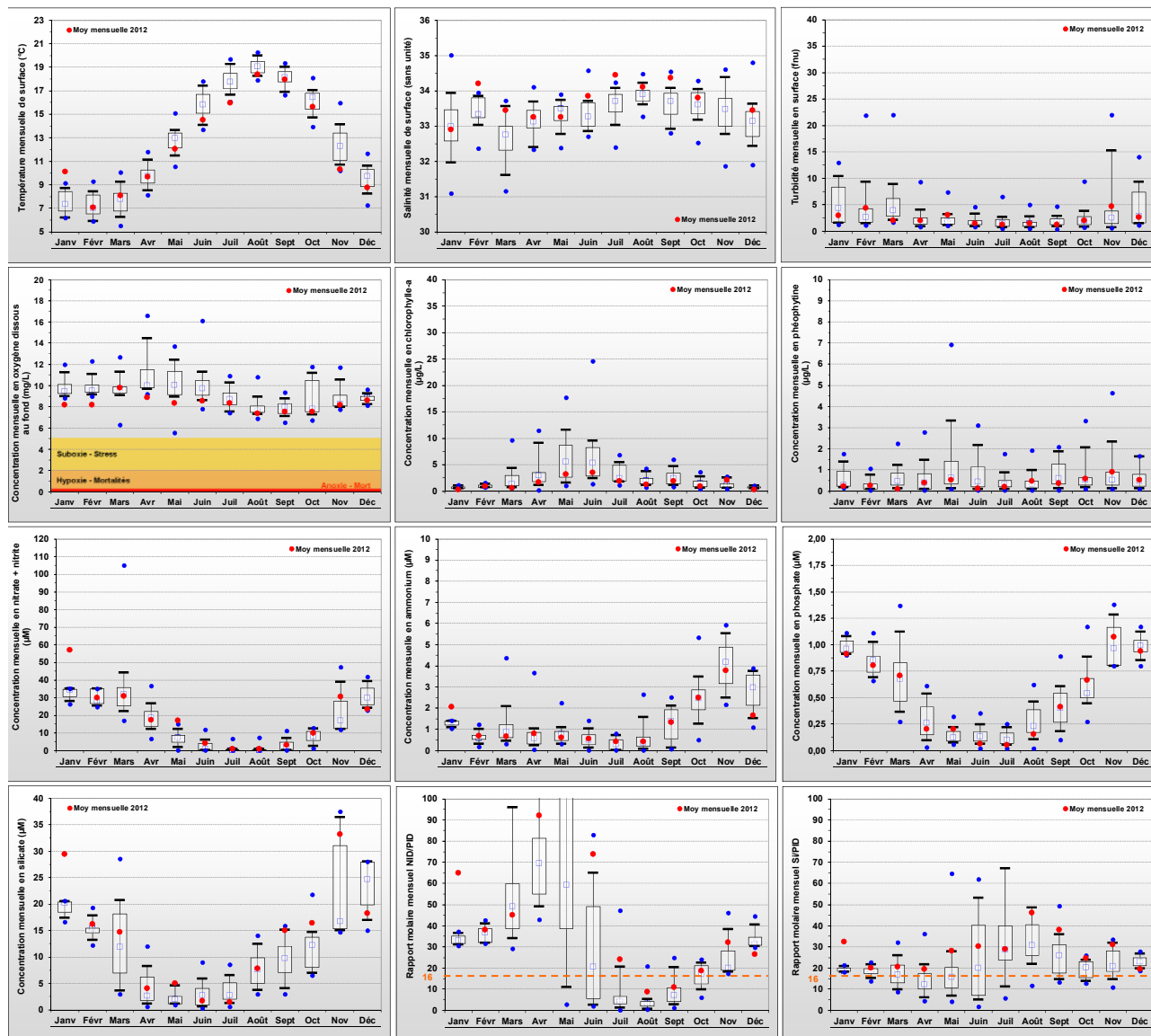
## Masse d'eau HC10 - Station << Utah >>



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

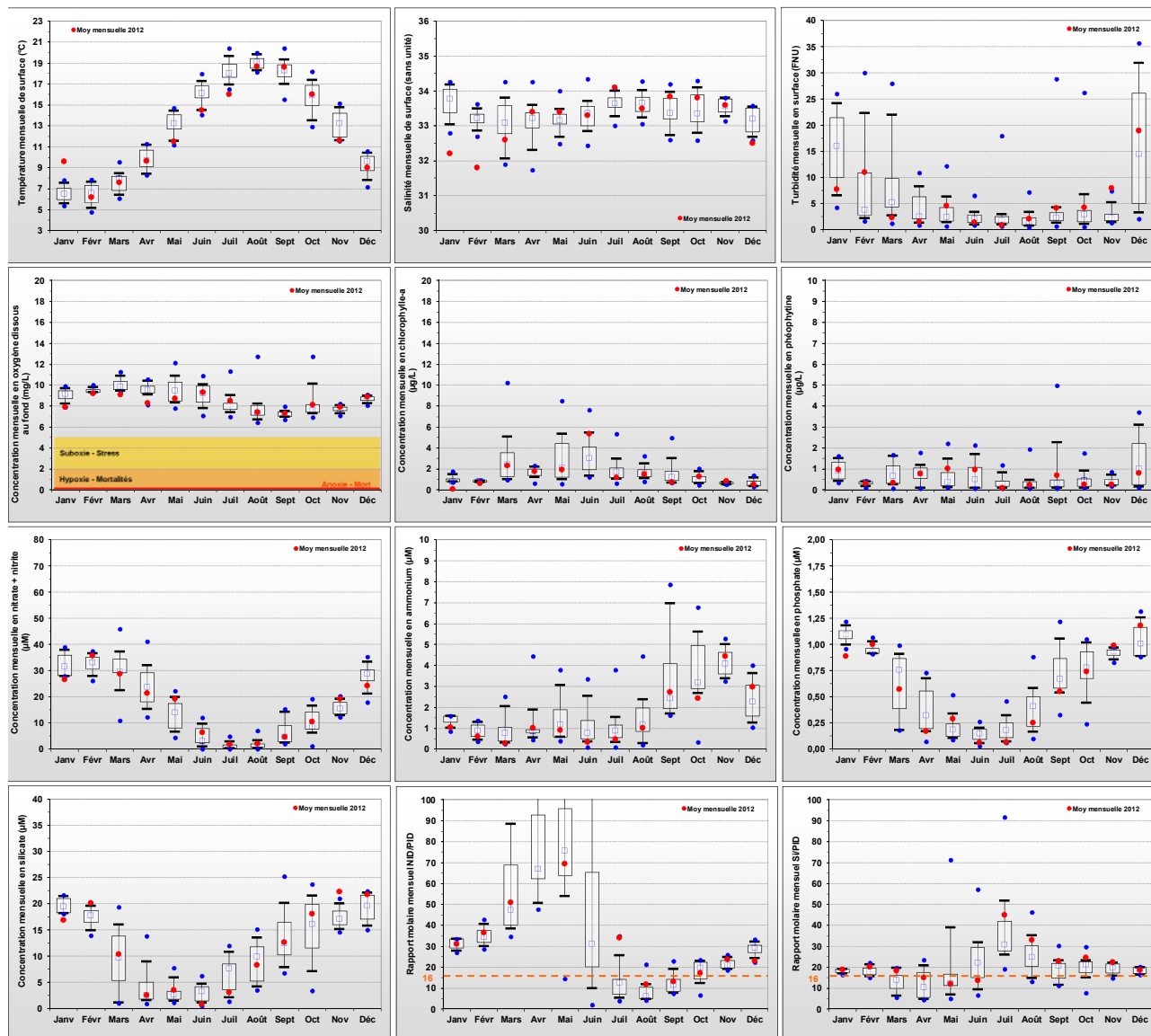


## Masse d'eau HT06 - Station << Géfosse >>

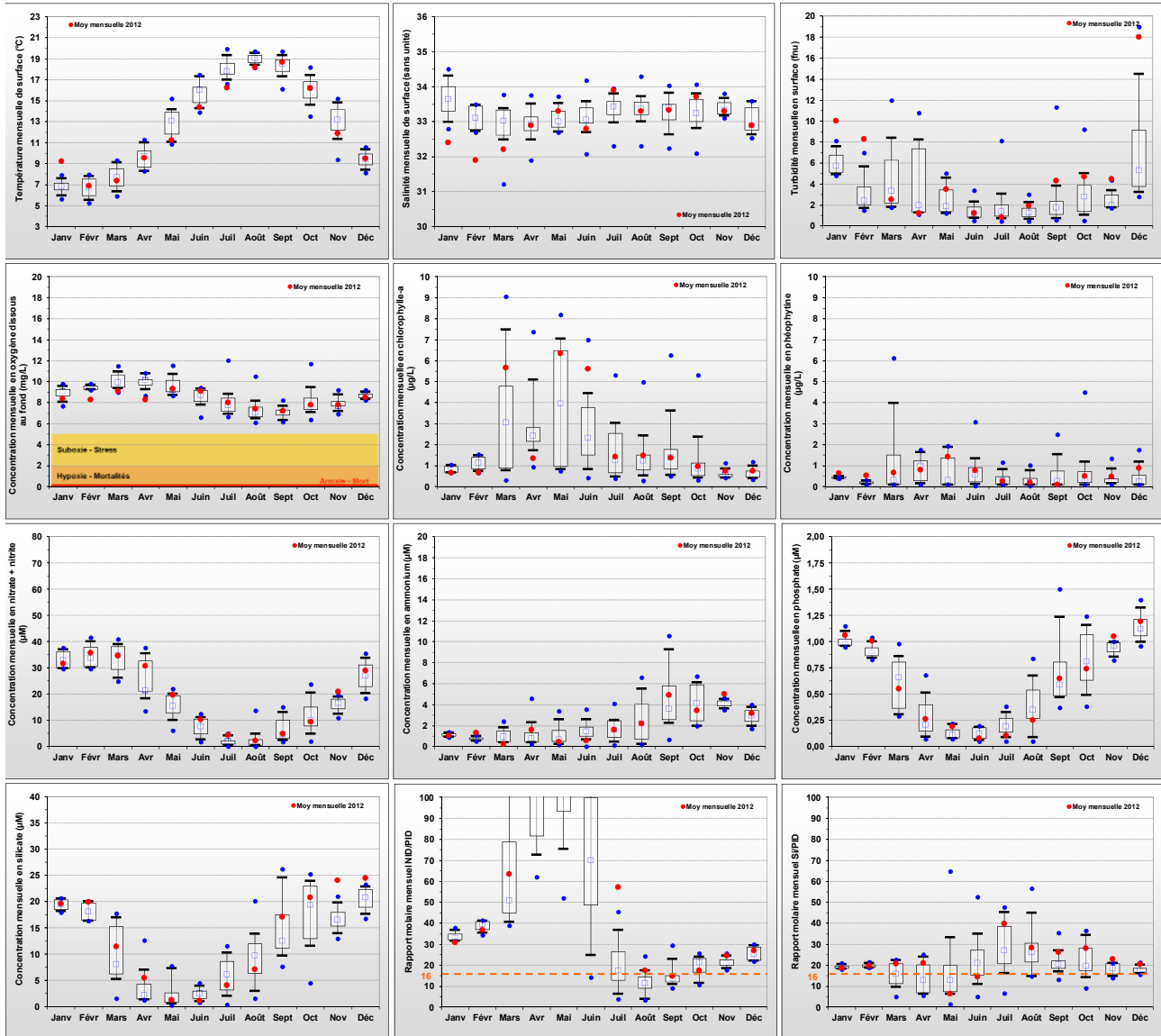




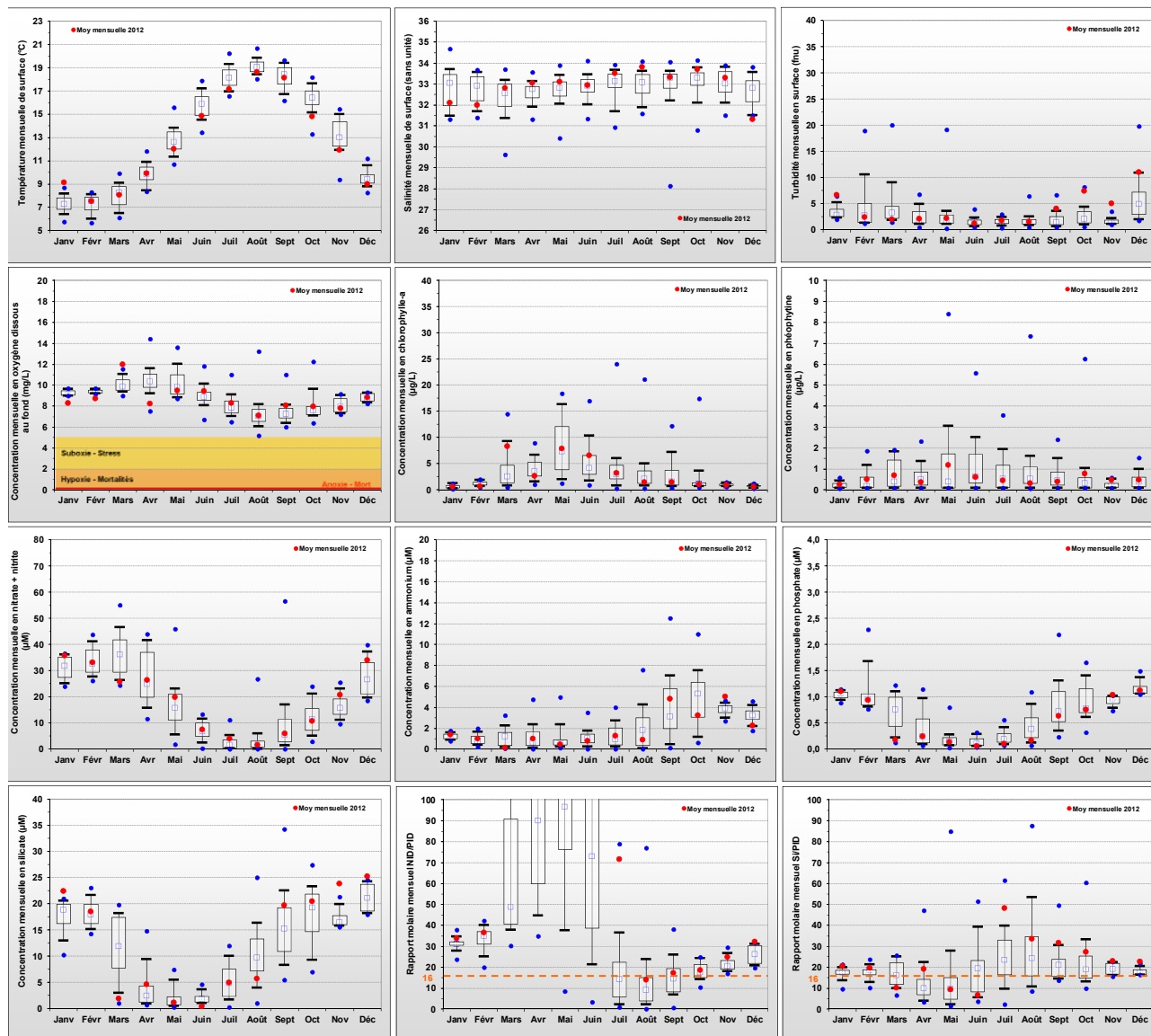
## Masse d'eau HC12 - Station << Asnelles-Meuvoines >>



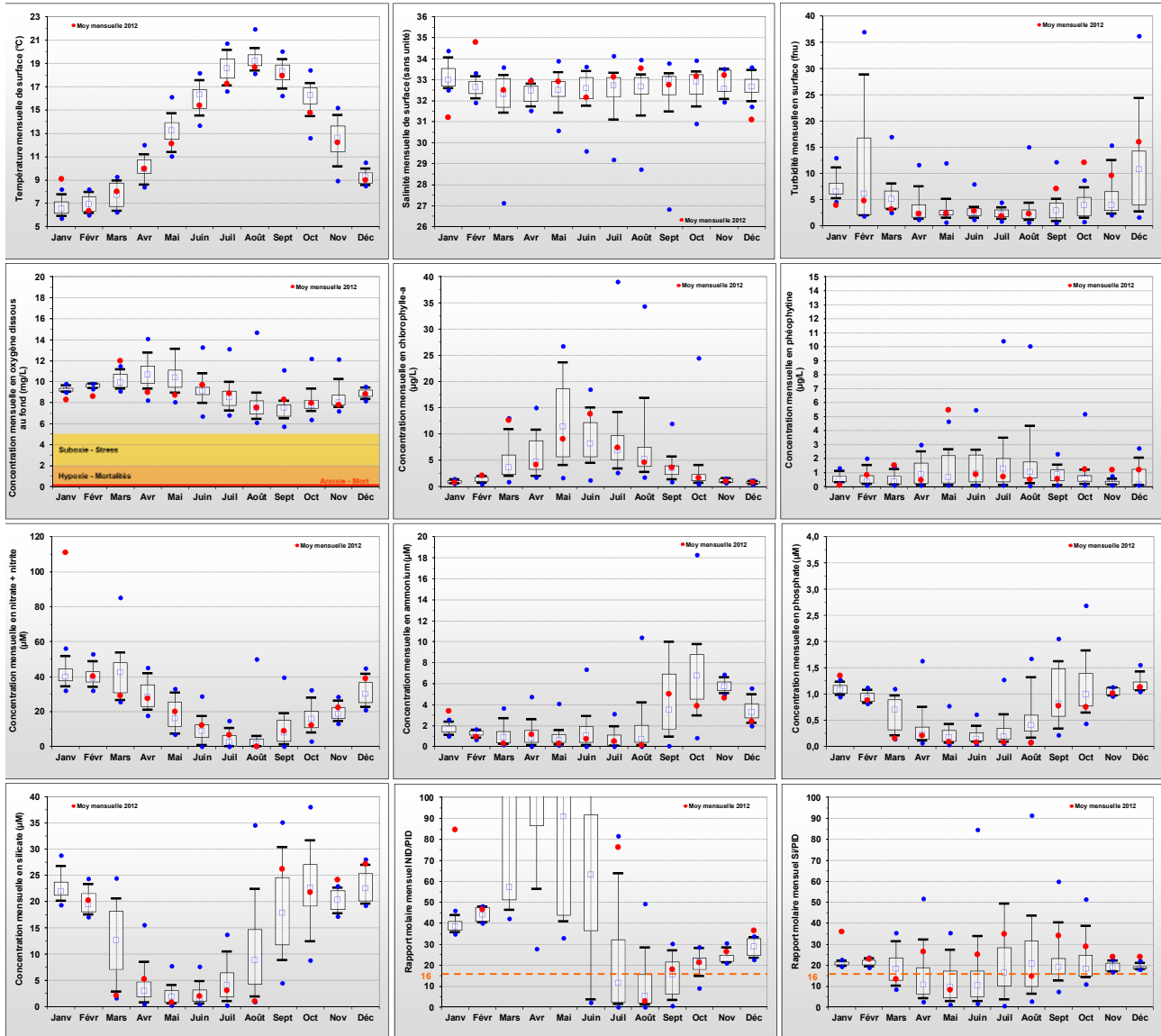
## Masse d'eau HC13 - Station << St Aubin les Essarts >>



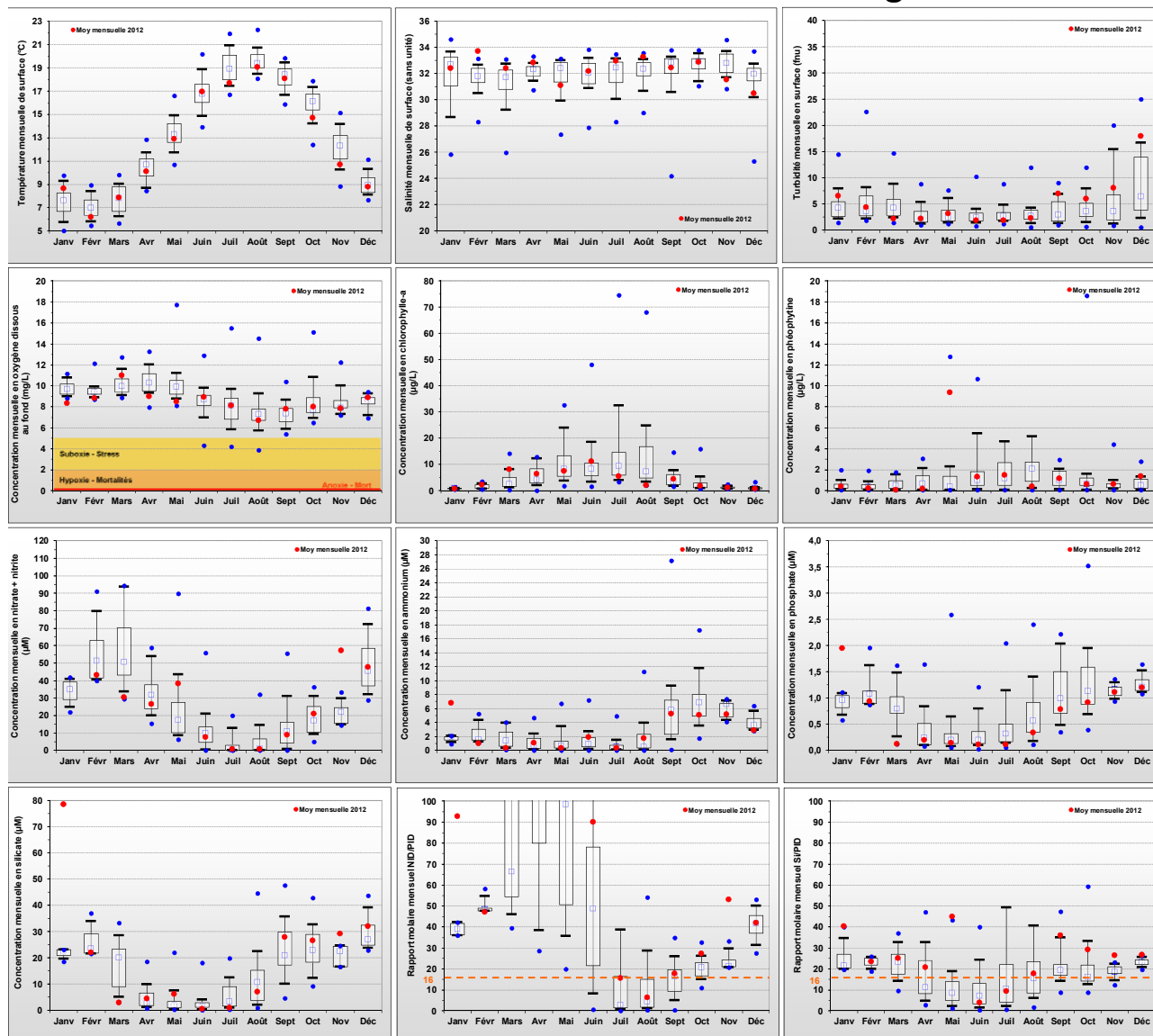
## Masse d'eau HC14 - Station << Luc 1 mille >>



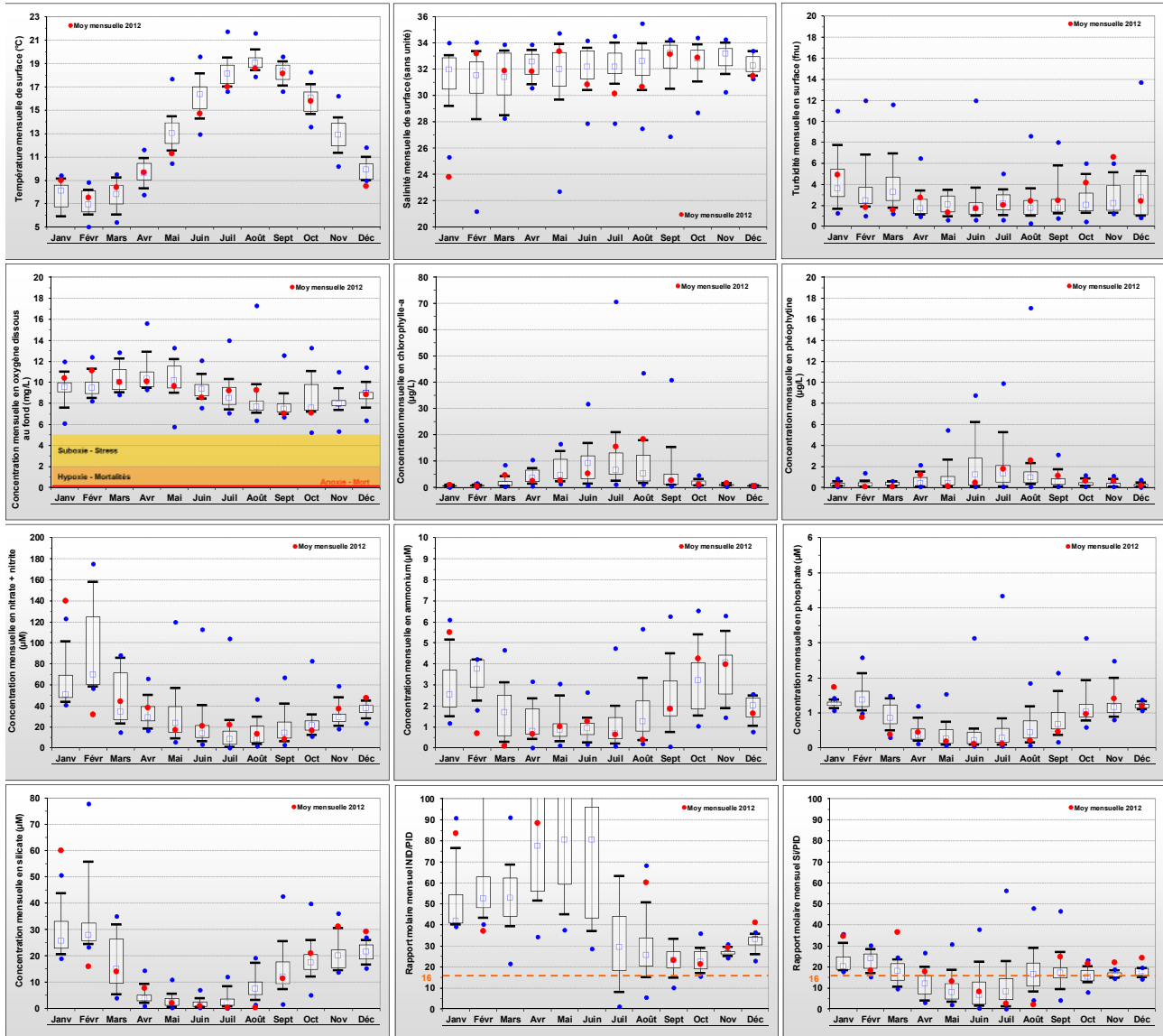
## Masse d'eau HC14 - Station << Ouistreham 1 mille >>



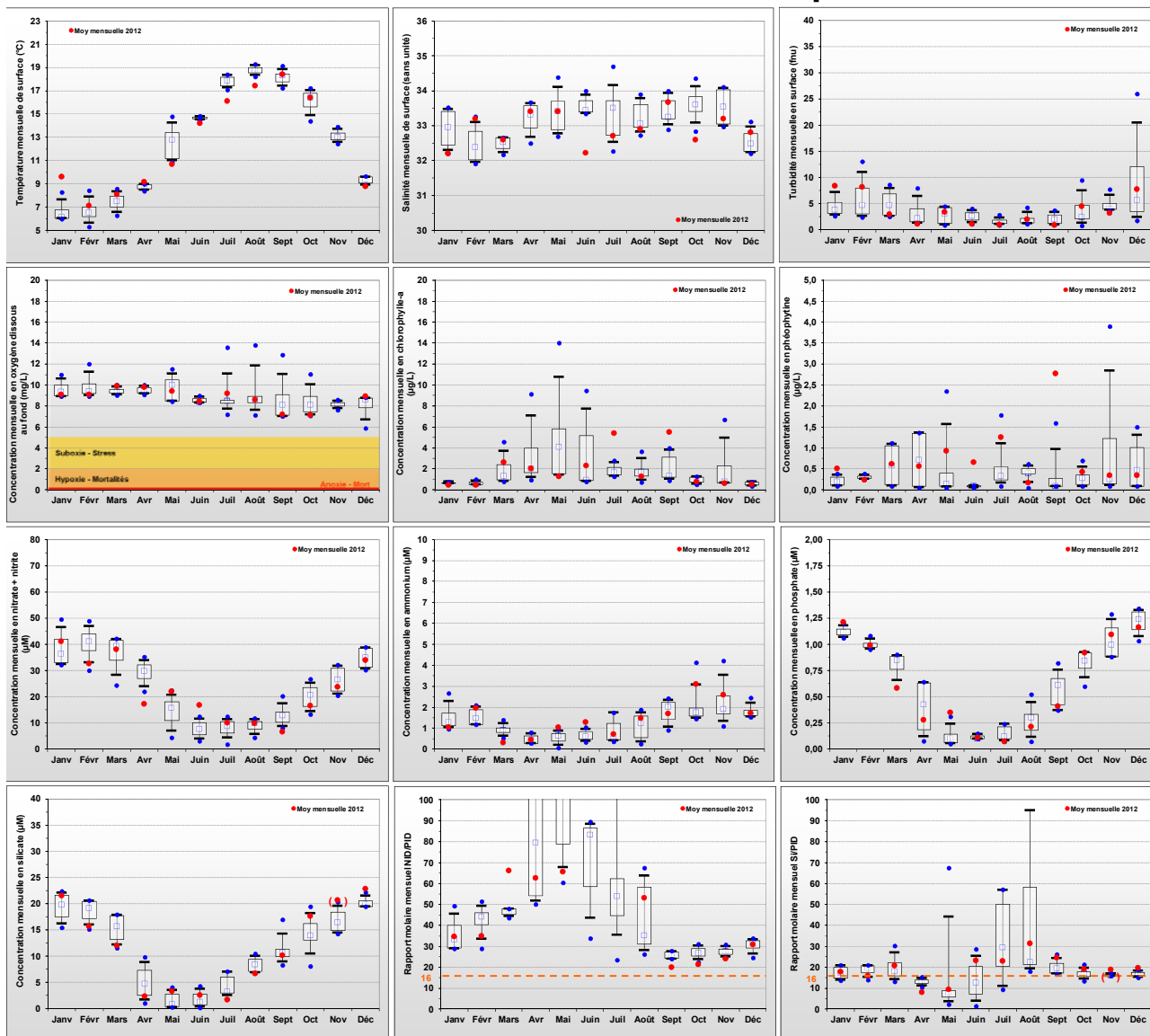
## Masse d'eau HC15 - Station << Cabourg >>





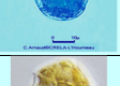

## Masse d'eau HC16 - Station << Antifer ponton pétrolier >>



## Masse d'eau HC17 - Station << Fécamp 1 mille >>



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

Abbréviation taxons	Libellé taxon	Classe taxon	Type de milieu	Saisonnalité	Effet toxique ou nuisible	Conditions particulières	Illustration
ALEX ALEXMIN	<i>Alexandrium</i> sp. <i>Alexandrium minutum</i>	Dinoflagellé	Marin Eutrophe	Printemps-Eté (Juin-Juil)	Toxicité (PSP) Eaux colorées "rouges"	Stratification	
AS TEGLA	<i>Asterionellopsis glacialis</i> = <i>A. japonica</i>	Diatomée	Marin Eutrophe	Printemps-Eté (Mai-Juin)			
CHAE CHAESOC	<i>Chaetoceros</i> sp. <i>Chaetoceros socialis</i>	Diatomée	Estuarien Eutrophe	Fin printemps-Eté (Avril-Sept)	Nuisance potentielle (colmatage branchies, ...) Eau colorée "brun-rouge"	Silicate faible	
CLCRYPT	Classe Cryptophyceae	Nanoflagellé	Marin Eutrophe	Printemps-Eté (Mars-Sept)	Nuisance potentielle	Stratification	
CLEUGLE	Classe Euglenophyceae	Dinoflagellé	Estuarien Eutrophe	Hiver, Automne (Fév-Mars, Sept)		Eaux douces Stratification	
DINO	<i>Dinophysis</i> sp.	Dinoflagellé	Marin Oligotrophe	Ete-Automne (Juin-Sept)	Toxicité (DSP)	Stratification	
GYMN GYMN-82 GYMNA3	<i>Gymnodinium</i> sp. <i>Lepidodinium chlorophorum</i> <i>Karenia mikimotoi</i>	Dinoflagellé	Marin Oligotrophe	Printemps-automne (Juil-Août)	Eau colorée verte "fluo" non toxique mais nuisible (anoxies, colmatage) pour GYMN-82	Stratification Préférence NH4	
HETETRI	<i>Heterocapsa triquetra</i>	Dinoflagellé	Estuarien Côtier Eutrophe	Printemps (Avril)	Marée rouge - produisant des toxines	Phototrophique Besoin P fort (N/P faible) Nageur	
LEPT	<i>Leptocylindrus</i> sp.	Diatomée	Marin Eutrophe	Eté (Juin-Août)	LEPTDAN - Eau colorée brun-jaune Potentielle nuisance par anoxie		
PHAE	<i>Phaeocystis</i>	Prymnésiophycée	Semi-ouvert Dystrophe	Fin printemps, Automne (Mai-Juin, Sept)	Nuisible (mucus, anoxie)	Phosphate épuisé, riche nitrate, proche 1/2 saturation Si	
PSNZ	<i>Pseudo-Nitzschia</i> sp.	Diatomée	Marin Eutrophe	Fin printemps-Eté (Mai-Juil)	Toxicité (ASP)	Phosphate épuisé, riche nitrate, proche 1/2 saturation Si	
RHIZ RHIZDEL RHIZFRA RHIZIMB RHIZSTO	<i>Rhizosolenia</i> sp. <i>Guinardia delicatula</i> <i>Dactyliosolen fragilisimus</i> <i>Rhizosolenia imbricata</i> <i>Guinardia striata</i>	Diatomée	Marin Oligotrophe	Printemps-Eté (Mai-Août)		Stratification	
SKELCOS	<i>Skeletonema</i> sp.	Diatomée	Marin Eutrophe	Automne-Hiver (Nov-Mars)			
THAL THALROT	<i>Thalassiosira</i> sp. <i>Thalassiosira rotula</i>	Diatomée	Marin Eutrophe	Printemps (Fév-Avr)	Quelques espèces potentiellement nuisibles (colmatage branchies ...)		



## Annexe 5 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

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

+ C.densus

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

DINOTRI	Dinophysis tripos	Espèce	DINO
DIPL	Diploneis sp.	Genre	FMNAVIC
DIPO	Diplopsalis+Diplopelta+Diplopsalopsis+Zygabikodinium+Oblea	Groupe genres	FMPERID
DISS	Dissodinium sp. + Pyrocystis sp.	Groupe genres	FMPYROC
DITY	Ditylum sp.	Genre	FMLITHO
DITYBRI	Ditylum brightwellii	Espèce	DITY
EBRATRI	Ebria tripartita	Espèce	FMEBRIA
EMIL	Emiliana huxleyi + Gephyrocapsa sp.	Groupe genres	ORCOCCO
EUCP	Eucampia sp.	Genre	FMBIDDU
EUCPZOD	Eucampia zodiacus	Espèce	EUCP
EUNO	Eunotogramma sp.	Genre	FMBIDDU
FIBRJAP	Fibrocapsa japonica	Espèce	ORRAPHI
FMACHNA	Achnantheaceae	Famille	ORPENNA
FMASTER	Asterolampraceae	Famille	ORCENTR
FMBIDDU	Biddulphiaceae	Famille	ORCENTR
FM CERAT	Ceratiaceae	Famille	ORPERID
FMCHAET	Chaetoceraceae	Famille	ORCENTR
FMCLADO	Cladopyxidaceae	Famille	ORPERID
FM COSCI	Coscinodiscaceae	Famille	ORCENTR
FMCYMBE	Cymbellaceae	Famille	ORPENNA
FMDINOP	Dinophysaceae	Famille	ORDINOP
FMEBRIA	Ebriaceae	Famille	OREBRIA
FMEUPOD	Eupodiscaceae	Famille	ORCENTR
FMFRAGI	Fragilariaceae	Famille	ORPENNA
FMGONIO	Goniodomataceae	Famille	ORPERID
FMGONYA	Gonyaulacaceae	Famille	ORPERID
FMGYMNO	Gymnodiniaceae	Famille	ORGYMNO
FMHELIO	Heliopeltaceae	Famille	ORCENTR
FMHEMID	Hemidiscaceae	Famille	ORCENTR
FMLEPTC	Leptocylindraceae	Famille	ORCENTR
FMLEPTD	Leptodiscaceae	Famille	ORNOCTI
FMLITHO	Lithodesmiaceae	Famille	ORCENTR
FMMELOS	Melosiraceae	Famille	ORCENTR
FMNAVIC	Naviculaceae	Famille	ORPENNA
FMNITZS	Nitzschiaceae	Famille	ORPENNA
FMNOCTI	Noctilucaceae	Famille	ORNOCTI
FMOSTRP	Ostreopsidaceae	Famille	ORPERID
FMOXYPH	Oxyphysaceae	Famille	ORDINOP
FMOXYRR	Oxyrrhinaceae	Famille	OROXYRR
FMOXYTA	Oxytoxaceae	Famille	ORPERID
FMPERID	Peridiniaceae	Famille	ORPERID
FMPODOL	Podolampadaceae	Famille	ORPERID
FMPOLYK	Polykrikaceae	Famille	ORGYMNO
FMPRORO	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
GONIPOL	Goniodoma polyedricum	Espèce	GONI
GONISPH	Goniodoma sphaericum + G. orientale	Groupe espèces	GONI
GONY	Gonyaulax sp.	Genre	FMGONYA
GONYSPI	Gonyaulax spinifera	Espèce	GONY
GRAM	Grammatophora sp.	Genre	FMFRAGI
GRAMSER	Grammatophora serpentina	Espèce	GRAM
GUIN	Guinardia sp.	Genre	FMRHIZO
GUINFLA	Guinardia flaccida	Espèce	GUIN
GYMN	Gymnodinium sp.	Genre	FMGYMNO
GYMN-82	Gymnodinium 'sp.1982'	Espèce	GYMN
GYMNBRE	Gymnodinium breve + G. cf. breve (= Ptychodiscus brevis)	Groupe espèces	GYMN
GYMNCAT	Gymnodinium catenatum	Espèce	GYMN
GYMNLOH	Gymnodinium lohmanni	Espèce	GYMN
GYMNNAG	Gymnodinium nagasakiense (=G. mikimotoi=Gyrodinium aureolum)	Espèce	GYMN
GYMNSPL	Gymnodinium splendens (= G. sanguineum)	Espèce	GYMN
GYRO	Gyrodinium sp.	Genre	FMGYMNO
GYROSPI	Gyrodinium spirale	Espèce	GYRO
HALO	Halosphaera sp.	Genre	ORCHLOR
HEMI	Hemiaulus sp.	Genre	FMBIDDU
HERM	Hermesinum sp.	Genre	FMEBRIA
HETENIE	Heterocapsa niei (= Cachonina niei)	Espèce	ORPERID
HETETRI	Heterocapsa triquetra	Espèce	ORPERID
HETGCAR	Heterosigma carterae (= H. akashiwo)	Espèce	ORRAPHI
ISTH	Isthmia sp.	Genre	FMBIDDU
KATO	Katodinium sp.	Genre	FMGYMNO
KATOROT	Katodinium rotundatum	Espèce	KATO
KIRC	Kirchneriella sp.	Genre	CLCHLOR
KRYPFOL	Kryptoperidinium foliaceum	Espèce	FMPERID
LAUD	Lauderia sp. + Schroederella sp.	Groupe genres	FMTHALA
LEPT	Leptocylindrus sp.	Genre	FMLEPTC
LEPTDAN	Leptocylindrus danicus	Espèce	LEPT
LEPTMIN	Leptocylindrus minimus	Espèce	LEPT
LICM	Licmophora sp.	Genre	FMFRAGI
LINGPOL	Lingulodinium polyedra (= Gonyaulax polyedra)	Espèce	FMGONYA
LITH	Lithodesmium sp.	Genre	FMLITHO
LITHUND	Lithodesmium undulatum	Espèce	LITH
MELO	Melosira sp.	Genre	FMMELOS
MESORUB	Mesodinium rubrum	Espèce	CLCILIE
MESP	Mesoporos sp.	Genre	FMPRORO
META	Metaphalacroma sp.	Genre	FMDINOP
MICN	Miracanthodinium sp.	Genre	ORPERID
NAVI	Navicula sp.	Genre	FMNAVIC
NAVIPEL	Navicula pelagica	Espèce	NAVI
NITZ	Nitzschia sp. + Hantzschia sp.	Groupe genres	FMNITZS
NITZLON	Nitzschia longissima	Espèce	NITZ
NOCTSCI	Noctiluca scintillans	Espèce	FMNOCTI
ODONAU	Odontella aurita (= Biddulphia aurita)	Espèce	FMEUPOD
ODONGRA	Odontella granulata (= Biddulphia granulata)	Espèce	FMEUPOD
ODONMOB	Odontella mobiliensis (= Biddulphia mobiliensis)	Espèce	FMEUPOD
ODONREG	Odontella regia (= Biddulphia regia)	Espèce	FMEUPOD
ODONRHO	Odontella rhombus (= Biddulphia rhombus)	Espèce	FMEUPOD

ODONSIN	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	Pronociluca 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
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 (multiseriata + pungens)	Groupe espèces	PSNZ
PSNZLAR	Pseudo-nitzschia, groupe des larges, complexe seriata (australis + fraudulenta + seriata + subpacifica)	Groupe espèces	PSNZ
PSNZPSE	Pseudonitzschia pseudodelicatissima (=Nitzschia pseudodeli.)	Espèce	PSNZ
PSNZPUN	Pseudonitzschia pungens (= Nitzschia pungens)	Espèce	PSNZ
PSNZSER	Pseudonitzschia seriata (= Nitzschia seriata)	Espèce	PSNZ
PSNZSIG	Pseudo-nitzschia, groupe des sigmoïdes (multistriata)	Groupe espèces	PSNZ
PSPD	Pseudopedinella sp.	Genre	ORPEDIN
PYRA	Pyramimonas sp.	Genre	ORCHLOR
PYRP	Pyrophacus sp.	Genre	FMPYROP
RGPROTI	Protistes (= eucaryotes unicellulaires)	Règne	
RHAB	Rhabdonema sp.	Genre	FMFRAGI
RHAP	Rhaphoneis sp.	Genre	FMFRAGI
RHIZ	Rhizosolenia sp.	Genre	FMRHIZO
RHIZDEL	Guinardia delicatula	Espèce	RHIZ
RHIZFRA	Dactisolenia fragilissima	Espèce	RHIZ
RHIZHEB	Rhizosolenia hebetata	Espèce	RHIZ
RHIZIMB	Rhizosolenia imbricata (= R. shrubsolei) + R. styliformis	Groupe espèces	RHIZ
RHIZIND	Rhizosolenia indica	Espèce	RHIZ
RHIZROB	Rhizosolenia robusta	Espèce	RHIZ
RHIZSET	Rhizosolenia setigera + R. pungens	Groupe espèces	RHIZ
RHIZSTO	Rhizosolenia stolterfothii	Espèce	RHIZ
SCAP	Scaphodinium sp.	Genre	FMLEPTD
SCEN	Scenedesmus sp.	Genre	CLCHLOR
SCENQUA	Scenedesmus quadricauda	Espèce	SCEN
SCRI	Scripsiella+Peridinium trochoïdeum+Enciculifera+Pentaphars	Groupe genres	FMPERID
SELE	Selenastrum sp.	Genre	CLCHLOR
SKELCOS	Skeletonema costatum	Espèce	FMTHALA
STAR	Staurastrum sp.	Genre	CLCHLOR
STAU	Stauroneis sp.	Genre	FMNAVIC
STAUMEM	Stauroneis membranacea	Espèce	STAU
STEX	Stephanopyxis sp.	Genre	FMMELoS
STRE	Streptotheca sp.	Genre	FMLITHO
STRI	Striatella sp.	Genre	FMFRAGI
SURI	Surirella sp.	Genre	FMSURIR

**Annexes - Annexe 5 : Liste complète des différents taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche**

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

## Annexe 6 : Comparaison de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » présentée dans le rapport RHLN 2012 et le rapport d'évaluation nationale pour la période 2007-2012.

Masse d'eau	Evaluation RHLN - DCE stricte - 2007-2012			Evaluation nationale - 2007-2012			Niveau de confiance	Comparaison	
	Suivi Points	Biomasse	Abondance Globale	Suivi Points	Biomasse	Abondance Globale		Concordance	Elément de désaccord
HC01	Surv. DCE Chauvsey	1	1	DCE Chauvsey	1	1	100%	OUI	
HT05	Enquête Tombelaine	Non pertinent		DCE Tombelaine	0,11	0,55	100%	NON	Elément de qualité non pertinent pour cette masse d'eau classée turbide
HC02	Surv. DCE Champeaux	0,68	0,84	DCE Champeaux	0,68	0,84	94%	OUI	
HC03	Surv. DCE Donville	0,80		DCE Donville	0,76	0,83	79%	NON	Discordance sur l'indice Abondance ; données utilisées différentes ?
HC04	Surv. DCE Pirou	0,88	0,72	DCE Pirou Bergerie Sud					
HC05	Surv. DCE Bergerie Sud	1	1	DCE Pirou Bergerie Sud	1	1	100%	OUI	
HC06	Surv. DCE Dielette	1	1	DCE Dielette	1	1	100%	OUI	
HC60	---	---	---	---	---	---	---	---	---
HC61	Surv. DCE Digue de Querqueville	1	1	DCE Digue de Querqueville	1	1	100%	OUI	
HC07	---	---	---	---	---	---	---	---	---
HC08	Opérationnel Réville 1 mille	0,74	0,87	DCE Réville 1 mille	0,74	0,87	100%	OUI	
HC09	Surv. DCE La Hougue	0,98	0,99	DCE La Hougue	0,98	0,99	100%	OUI	
HC10	Surv. DCE Roches de Grandcamp	0,81	0,91	DCE Roches de Grandcamp	0,83	0,92	100%	OUI	
HT06	Surv. DCE Gêfosse	0,64	0,66	DCE Gêfosse	0,64	0,69	99%	OUI	
HC11	Op. DCE Port-en-Bessin 1 mille	0,95	0,98	DCE Port-en-Bessin 1 mille	0,98	0,99	99%	OUI	
HC12	---	---	---	---	---	---	---	---	---
HC13	Surv. DCE St Aubin les Essarts	0,57	0,79	DCE St Aubin les Essarts	0,58	0,79	94%	OUI	
HC14	Surv. DCE Oustréham 1 mille	0,26	0,33	DCE Oustréham 1 mille	0,26	0,49	99%	NON	Discordance sur l'indice Abondance ; données utilisées différentes ?
HT04	Enquête Estuaire de l'Orne	0,31	0,66	---	---	---		Non évalué	
HC15	Surv. DCE Cabourg	0,25	0,29	DCE Cabourg	0,25	0,32	98%	OUI	
HT03	Surv. DCE Seine 1	Non pertinent		DCE Seine 1	0,26	0,52	99%	NON	Elément de qualité non pertinent pour cette masse d'eau classée turbide
HC16	Surv. DCE Antifer Ponton Pétroller	0,26	0,39	DCE Antifer Ponton Pétroller	0,26	0,53	100%	NON	Discordance sur l'indice Abondance ; données utilisées différentes ?
HC17	Régional Fécamp 1 mille	0,61	0,81	Suppl. Fécamp 1 mille	0,53	0,76	57%	NON	Discordance sur l'indice Biomasse ; utilisation de données de points supplémentaires non actifs et de HC18
HC18	Surv. DCE Dieppe 1 mille	0,46	0,73	DCE Dieppe 1 mille	0,48	0,74	66%	OUI	



## Annexe 7 : Qualification des données RHLN pour l'année 2012.

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

Points de prélèvements	Date	Fiche d'écart	Paramètres	Immersion	Commentaire	Action
Tombelaine	16/11/2012		Oxygène	surf & fond	Problème de sonde à oxygène	Pas de données
Tombelaine	Décembre 2012		Tous	surf & fond	Annulation du prélèvement (mauvaise météo)	Pas de données
Chausey	11/05/2012	12-27	SALI	fond	Salinité aberrante	Pas de données
Chausey	11/05/2012	12-27	SALI	surf	Salinité aberrante - Mesure de retour au laboratoire	FAUX
Chausey	29/06/2012	12-41	Nutriments	surf	Annulation du prélèvement Niskin - Conditions de mer	Pas de données
Chausey	10/12/2012	12-96	SALI	fond	Salinité aberrante	FAUX
Champeaux	14/03/2012	12-16	CHLOROA	surf	Filtre surchargé	DOUTEUX
Champeaux	11/05/2012	12-27	SALI	fond	Salinité aberrante	Pas de données
Donville	11/05/2012	12-27	SALI	fond	Salinité aberrante	Pas de données
Donville	11/05/2012	12-27	SALI	surf	Salinité aberrante - Mesure de retour au laboratoire	FAUX
Donville	29/06/2012	12-41	Nutriments	surf	Annulation du prélèvement - Conditions de mer	Pas de données
Donville	23/10/2012		SALI	surf & fond	Salinité douteuse	DOUTEUX
Donville	10/12/2012	12-96	SALI	fond	Salinité aberrante	Pas de données
Coudeville 1 mille	14/03/2012	12-16	CHLOROA	surf	Filtre surchargé	DOUTEUX
Coudeville 1 mille	11/05/2012	12-27	SALI	fond	Salinité aberrante	Pas de données
Coudeville 1 mille	11/05/2012	12-27	SALI	surf	Salinité aberrante - Mesure de retour au laboratoire	FAUX
Coudeville 1 mille	29/06/2012	12-41	Tous	surf & fond	Annulation du prélèvement (mauvaises conditions de mer)	Pas de données
Coudeville 1 mille	10/12/2012	12-96	SALI	surf	Salinité aberrante - Mesure de retour au laboratoire	BON
Coudeville 1 mille	10/12/2012	12-96	SALI	fond	Salinité aberrante	Pas de données
Pointe Agon Sud	14/03/2012	12-16	CHLOROA	surf	Filtre surchargé	DOUTEUX
Pointe Agon Sud	12/04/2012		SALI	surf	Salinité aberrante	FAUX
Pointe Agon Sud	11/05/2012	12-27	SALI	fond	Salinité aberrante	Pas de données
Pointe Agon Sud	29/06/2012	12-41	Tous	surf & fond	Annulation du prélèvement - Conditions de mer	Pas de données
Pointe Agon Sud	10/12/2012	12-96	SALI	fond	Salinité aberrante	Pas de données
Pirou Bergerie Sud	12/04/2012		SALI	fond	Dysfonctionnement de la sonde in situ SMEL	Pas de données
Denneville	12/04/2012		SALI	fond	Dysfonctionnement de la sonde in situ SMEL	Pas de données
Denneville	Décembre 2012	13-03	Tous	surf & fond	Annulation du prélèvement - Mauvaise météo	Pas de données
Diellette	01/02/2012	12-08	SALI	fond	Pas de résultat - Capteur desserré	Pas de données
Digue de Querqueville	01/02/2012		SALI	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	01/02/2012		TEMP	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	01/02/2012		OXYGENE	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	13/03/2012		SALI	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	13/03/2012		TEMP	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	13/03/2012		OXYGENE	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	30/05/2012		SALI	fond	Profondeur trop faible - Prélèvement 3h avant pleine mer	Pas de données
Digue de Querqueville	30/05/2012		TEMP	fond	Profondeur trop faible - Prélèvement 3h avant pleine mer	Pas de données
Digue de Querqueville	30/05/2012		OXYGENE	fond	Profondeur trop faible - Prélèvement 3h avant pleine mer	Pas de données
Digue de Querqueville	26/06/2012		SALI	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	26/06/2012		TEMP	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	26/06/2012		OXYGENE	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	11/07/2012		SALI	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	11/07/2012		TEMP	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	11/07/2012		OXYGENE	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	10/09/2012		SALI	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	10/09/2012		TEMP	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	10/09/2012		OXYGENE	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	18/12/2012		SALI	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	18/12/2012		TEMP	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Digue de Querqueville	18/12/2012		OXYGENE	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Réville 1 mille	15/03/2012	12-17	CHLOROA	surf	Problème en cours d'analyse	Pas de données
Réville 1 mille	07/06/2012	12-39	CHLOROA	surf	Problème analytique	DOUTEUX
La Hougue	15/03/2012	12-17	CHLOROA	surf	Problème en cours d'analyse	Pas de données
Utah	15/03/2012	12-17	CHLOROA	surf	Problème en cours d'analyse	Pas de données
Roches de Grandcamp	15/11/2012		OXYGENE	fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Géfosse	01/10/2012	12-71	CHLOROA	surf	Problème en cours d'analyse	Pas de données
Géfosse	17/12/2012		SIOH4	surf	Pas de résultat	Pas de données
Luc 1 mille	Mars 2012	12-20	Tous	surf & fond	Un seul prélèvement au mois de mars - Mauvaise météo	Pas de données
Luc 1 mille	24/05/2012	12-29	OXYGENE	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Luc 1 mille	Août 2012	12-58	Tous	surf & fond	Annulation du prélèvement - Problème d'organisation	Pas de données
Ouistreham 1 mille	22/03/2012	12-19	CHLOROA	surf	Filtre surchargé	DOUTEUX
Ouistreham 1 mille	Mars 2012	12-20	Tous	surf & fond	Un seul prélèvement au mois de mars - Mauvaise météo	Pas de données
Ouistreham 1 mille	24/05/2012	12-29	OXYGENE	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Ouistreham 1 mille	Août 2012	12-58	Tous	surf & fond	Annulation du prélèvement - Problème d'organisation	Pas de données
Estuaire de l'Orne	08/08/2012		SALI	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Estuaire de l'Orne	08/08/2012		TEMP	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Estuaire de l'Orne	08/08/2012		OXYGENE	fond	Profondeur trop faible	Pas de données
Cabourg	Mars 2012	12-20	Tous	surf & fond	Un seul prélèvement au mois de mars - Mauvaise météo	Pas de données
Cabourg	24/05/2012	12-29	OXYGENE	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Cabourg	12/06/2012		TEMP	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Cabourg	12/06/2012		OXYGENE	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Cabourg	12/06/2012		SALI	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Cabourg	17/07/2012		TURB-FNU	surf & fond	Pas de résultat	Pas de données
Cabourg	23/07/2012		TEMP	fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Cabourg	23/07/2012		OXYGENE	fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Cabourg	23/07/2012		SALI	fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données

## Annexes - Annexe 7 : Qualification des données RHLN pour l'année 2012

Seine 1	Janvier 2012	12-07	Tous	surf & fond	Annulation du prélèvement - Contrat	Pas de données
Seine 1	Février 2012		Tous	surf & fond	Annulation du prélèvement - Contrat	Pas de données
Seine 1	03/04/2012		TEMP	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	03/04/2012		OXYGENE	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	03/04/2012		SALI	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	02/08/2012		TEMP	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	02/08/2012		OXYGENE	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	02/08/2012		SALI	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	18/09/2012		TEMP	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	18/09/2012		OXYGENE	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	18/09/2012		SALI	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	24/10/2012		TEMP	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	24/10/2012		OXYGENE	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Seine 1	24/10/2012		SALI	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Antifer Ponton Pétrolier	Mars 2012	12-20	Tous	surf & fond	Un seul prélèvement au mois de mars - Mauvaise météo	Pas de données
Antifer Ponton Pétrolier	16/07/2012	12-48	CHLOROA	surf	Filtre surchargé	DOUTEUX
Antifer Ponton Pétrolier	16/10/2012	12-75	OXYGENE	surf & fond	Problème de lecture des données de la sonde	Pas de données
Antifer Ponton Pétrolier	05/11/2012	12-82	TEMP	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Antifer Ponton Pétrolier	05/11/2012	12-82	OXYGENE	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Antifer Ponton Pétrolier	05/11/2012	12-82	SALI	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Fécamp 1 mille	05/11/2012	12-82	TEMP	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Fécamp 1 mille	05/11/2012	12-82	OXYGENE	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Fécamp 1 mille	05/11/2012	12-82	SALI	surf & fond	Dysfonctionnement de la sonde YSI	Pas de données
Dieppe 1 mille	Janvier 2012	12-07	Tous	surf & fond	Annulation du prélèvement - Contrat	Pas de données
Dieppe 1 mille	Février 2012		Tous	surf & fond	Annulation du prélèvement - Contrat	Pas de données
Dieppe 1 mille	04/06/2012	12-32	OXYGENE	surf & fond	Panne de la sonde de la DDTM76	Pas de données
Dieppe 1 mille	04/06/2012	12-32	TEMP	surf & fond	Panne de la sonde de la DDTM76	Pas de données
Dieppe 1 mille	04/06/2012	12-32	SALI	fond	Panne de la sonde de la DDTM76	Pas de données
Dieppe 1 mille	17/09/2012		TEMP	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Dieppe 1 mille	17/09/2012		OXYGENE	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Dieppe 1 mille	17/09/2012		SALI	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Dieppe 1 mille	15/10/2012		TEMP	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Dieppe 1 mille	15/10/2012		OXYGENE	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Dieppe 1 mille	15/10/2012		SALI	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Dieppe 1 mille	12/11/2012		TEMP	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Dieppe 1 mille	12/11/2012		OXYGENE	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données
Dieppe 1 mille	12/11/2012		SALI	fond	Mauvaise météo - Pas de mesure au fond	Pas de données

## GLOSSAIRE

*Glossaire océanographique extrait de :*  
**JACQUES, G., TREGUER, P.** 1986 – *Ecosystèmes pélagiques marins*, p. 227-243. Ed. Masson, Paris. 243 p.

### ANOXIE (ANOXIQUE)

Absence d'oxygène gazeux dissous.

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

### ANTHROPIQUE

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

### AZOTE

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

Les composés inorganiques sont principalement présents aux degrés d'oxydation -3 ( $\text{NH}_4^+$ ), +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



## GLOSSAIRE

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

### EUTROPHE

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

ANT. : Oligotrophe

### EUTROPHISATION

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

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

### MIXOTROPHIE

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

### OLIGOTROPHE

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

ANT. : Eutrophe

### PHOSPHORE

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