

Laboratoire Environnement Ressources de Normandie

Florence NEDELEC, Luis LAMPERT, Philippe RIOU

Claude ETOURNEAU, Liliane FIANT, Bruno FONTAINE, Sylvaine FRANCOISE, Franck JACQUELINE, Vincent JUSTOME, Laure LAMORT, Ronan LE GOFF, Frank MAHEUX, Soazig MANACH, Loïc NOGUES, Olivier PIERRE DUPLESSIX, Emilie RABILLER, Fabienne RAUFLET, Sophie PARRAD et Hervé THILLAYE DU BOULLAY.

Rapport Ifremer RST. LERN – 10-09  
Avril 2010

Réseau Hydrologique Littoral Normand

# RHLN



## SUIVI 2008

### RAPPORT SCIENTIFIQUE





## Fiche documentaire

|   |  |
|---|--|
| Numéro d'identification du rapport : RST.LERN-10-09<br>Diffusion : libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte: <input type="checkbox"/> interdite : <input type="checkbox"/><br>Validé par : Philippe Riou<br>Adresse électronique : priou@ifremer.fr<br>Adresse Web : www.ifremer.fr/lern/   | Date de publication : Avril 2010<br>Nombre de pages : 139 + Annexes<br>Bibliographie: oui<br>Illustration(s) : figures et tableaux<br>Langue du rapport : français |
| <b>Titre et sous-titre du rapport :</b><br><br>Réseau Hydrologique Littoral Normand (RHLN) – Suivi 2008   |  |
| Rapport intermédiaire <input type="checkbox"/> Rapport définitif : oui <input checked="" type="checkbox"/>  |  |
| <b>Auteur(s) principal(aux) :</b><br><br>Florence NEDELEC, Luis LAMPERT, Philippe RIOU<br><br>Ainsi que C. ETOURNEAU, L. Fiant, B. FONTAINE, S. FRANCOISE, F. JACQUELINE, V. JUSTOME, L. LAMORT, R. LE GOFF, F. MAHEUX, S. MANACH, L. NOGUES, O. PIERRE DUPLESSIX, E. RABILLER, F. RAUFLET, S. PARRAD et H. THILLAYE DU BOULLAY.<br><br><b>Coordination de la rédaction :</b> F. Nédélec et L. Lampert<br><b>Composition/traitement de données/mise en page :</b> F. Nédélec              | Organisme / Direction / laboratoire<br>IFREMER/LERN<br><br>IFREMER/LERN et SG/PB<br><br>IFREMER/LERN   |
| Collaborateur(s) :<br><b>Référés/relecture :</b> L. Lampert, et P. Riou.  | Organisme / Direction / laboratoire<br>IFREMER/LERN  |
| <b>Cadre de la recherche :</b> RESEAU RHLN année 2008<br>Conventions AESN/DEPEE - Service Littoral et Mer, et Conseil Régional de Basse Normandie<br><b>Programme :</b> PG05 Dynamique, évaluation et surveillance des écosystèmes côtiers <span style="float: right;">Convention : OUI</span><br><b>Projet :</b> PJA050103 Réseau Hydrologique du Littoral Normand (RHLN)<br><b>Partenariats :</b> SMEL du Conseil Général de la Manche, les CQEL 50 et 76 et Gardes Littoraux du SYMEL. |  |

**Résumé :**

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

Ce rapport réalise la synthèse des résultats obtenus en 2008 première année de la mise en œuvre du RHLN pérenne. L'analyse des cycles hydrobiologiques observés au sein des différentes masses d'eau normandes en 2008 a permis de mettre en évidence le caractère analogue de cette année 2008 du point de vue météorologique par rapport à l'année 2007. Malgré cela, les précipitations n'ont pas entraîné d'apports de nutriments aussi importants qu'en 2007 le long des côtes normandes dont les stocks sont restés modérés. Cependant, les périodes de carence en azote, phosphore ou silice dans le milieu ont été de nouveau très limitées, ce qui aurait pu favoriser la croissance du phytoplancton tout au long de la période productive. Or, comme en 2007, les niveaux de biomasses chlorophylliennes sont restés relativement faibles.

L'évaluation du niveau d'eutrophisation (ou plus précisément de dystrophie) des masses d'eaux normandes au moyen des indicateurs retenus dans le cadre de la DCE, a permis de conclure que sur les 19 masses d'eau suivies dans le cadre du RHLN 2008 : 14 peuvent être classées en « très bon état » (dont deux par extrapolation) ; 2 en « bon état » ; et 5 en « état moyen », au vue des indicateurs actuellement validés pour l'élément de qualité « Phytoplancton », combiné à celui des « Conditions physico-chimiques » pour l'évaluation de l'état écologique des masses d'eau.

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

**Le Laboratoire Environnement Ressources de Normandie (LERN) 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 CQEL 14, la CQEL 50 et la CQEL 76,**
- **Le SMEL du Conseil Général de la Manche**
- **Le SYMEL – Gardes littoraux,**
- **La Marine Nationale et le LASEM.**

**Enfin, le Département Dyneco de l'Ifremer (Brest) apporte son soutien scientifique, et notamment Anne Daniel, Alain Ménesguen, Philippe Cugier, Franck Dumas, Francis Gohin, et Roger Kérouel.**

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



# Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| SOMMAIRE.....   | 6         |
| LISTE DES FIGURES.....  | 8         |
| LISTE DES TABLEAUX.....   | 12        |
| <b>I. INTRODUCTION.....</b>   | <b>13</b> |
| <b>I.1. Historique du réseau.....</b>                                 | <b>13</b> |
| <b>I.2. Présentation du réseau RHLN pérenne.....</b>                  | <b>14</b> |
| <i>I.2.1. Types de contrôle par masse d'eau.....</i>                  | <i>14</i> |
| <i>I.2.2. Localisation des points de prélèvement.....</i>             | <i>14</i> |
| <i>I.2.4. Partenaires du réseau.....</i>                              | <i>17</i> |
| <i>I.2.5. Financement du réseau.....</i>                              | <i>17</i> |
| <b>I.3. Objectifs du rapport RHLN 2008.....</b>                       | <b>17</b> |
| <b>II. MATERIEL ET METHODES.....</b>                                  | <b>18</b> |
| <b>II.1. Moyens de mise en œuvre.....</b>                             | <b>18</b> |
| <b>II.2. Méthodes d'analyses.....</b>                                 | <b>18</b> |
| <b>II.2.1. Mesures in situ et turbidité.....</b>                      | <b>18</b> |
| II.2.1.1. Température, salinité, oxygène dissous.....                 | 18        |
| II.2.1.2. Turbidité.....  | 18        |
| <b>II.2.2. Chlorophylle-a.....</b>                                    | <b>19</b> |
| <b>II.2.3. Nutriments.....</b>  | <b>19</b> |
| <b>II.2.4. Flores phytoplanctoniques.....</b>                         | <b>19</b> |
| <b>II.2.5. Qualification des données.....</b>                         | <b>20</b> |
| <b>II.3. Méthode d'interprétation des résultats.....</b>              | <b>20</b> |
| <b>II.3.1. Cycles biogéochimiques.....</b>                            | <b>20</b> |
| <b>II.3.2. Rapports de nutriments.....</b>                            | <b>21</b> |
| <b>II.3.2. Peuplements phytoplanctoniques.....</b>                    | <b>22</b> |
| <b>III. RESULTATS DU RHLN 2008 vs. 2000-2007.....</b>                 | <b>24</b> |
| <b>III.1. Paramètres climatologiques.....</b>                         | <b>24</b> |
| <b>III.1.1. Température.....</b>                                      | <b>24</b> |
| <b>III.1.2. Précipitations.....</b>                                   | <b>26</b> |
| <b>III.1.3. Débits des fleuves.....</b>                               | <b>28</b> |
| <b>III.2. Résultats des masses d'eau suivies.....</b>                 | <b>30</b> |
| <b>III.2.1. Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2008).....</b>             | <b>30</b> |
| <b>III.2.2. Masse d'eau HT05 (Mont-St-Michel-2007 2007-2008).....</b> | <b>33</b> |
| <b>III.2.3. Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2008).....</b>           | <b>36</b> |
| <b>III.2.4. Masse d'eau HC03 (Donville à Denneville).....</b>         | <b>39</b> |
| III.2.4.1. Donville 2001-2008.....                                    | 39        |
| III.2.4.2. Coudeville 1 mille 2006-2008.....                          | 42        |
| III.2.4.3. Pointe Agon Sud 2006-2008.....                             | 45        |
| III.2.4.4. Pirou Bergerie Sud 2006-2008.....                          | 48        |
| III.2.4.5. Denneville 2006-2008.....                                  | 51        |



|   |            |
|---|------------|
| <b>III.2.5. Masse d'eau HC04 (Dielette, Jobourg et Barneville).....</b>                       | <b>54</b>  |
| III.2.5.1. Dielette 2007-2008.....  | 54         |
| III.2.5.2. Barneville 2003-2008.....  | 56         |
| III.2.5.3. Jobourg 2003-2008.....   | 59         |
| <b>III.2.6. Masse d'eau HC61 (Digue de Querqueville 2005-2008) – HC05, HC60 et HC07 .....</b> | <b>63</b>  |
| <b>III.2.7. Masse d'eau HC09 (La Hougue, Gougins).....</b>                                    | <b>66</b>  |
| III.2.7.1. La Hougue 2003-2008.....   | 66         |
| III.2.7.2. Gougins 2006-2008.....   | 69         |
| <b>III.2.8. Masse d'eau HC10 (Utah Beach et Grandcamp).....</b>                               | <b>72</b>  |
| III.2.8.1. Utah Beach 2003-2008.....  | 72         |
| III.2.8.2. Roches de Grandcamp 2001-2008.....   | 74         |
| <b>III.2.9. Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2008).....</b>                                     | <b>78</b>  |
| <b>III.2.10. Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2008).....</b>                         | <b>82</b>  |
| <b>III.2.11. Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2008).....</b>                       | <b>85</b>  |
| <b>III.2.12. Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille).....</b>                    | <b>88</b>  |
| III.2.12.1. Luc 1 mille 2001-2008.....  | 88         |
| III.2.12.2. Ouistreham 1 mille 2001-2008.....   | 91         |
| <b>III.2.13. Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2008).....</b>                         | <b>94</b>  |
| <b>III.2.14. Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2008).....</b>                                    | <b>98</b>  |
| <b>III.2.15. Masse d'eau HT3 (Seine-1 2008).....</b>  | <b>103</b> |
| <b>III.2.16. Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2008).....</b>                   | <b>106</b> |
| <b>III.2.17. Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2006-2008).....</b>                             | <b>110</b> |
| <b>III.2.18. Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008).....</b>                     | <b>113</b> |
| <b>IV. DISCUSSION ET MISE A JOUR DES INDICATEURS DCE .....</b>                                | <b>116</b> |
| <b>IV.1. Discussion générale.....</b>   | <b>116</b> |
| <b>IV.1.1. Cycles biogéochimiques et limitation de nutriments .....</b>                       | <b>116</b> |
| <b>IV.1.2. Evolution des flores phytoplanctoniques.....</b>                                   | <b>118</b> |
| <b>IV.1.3. Bilan du suivi RHLN 2008.....</b>  | <b>118</b> |
| <b>IV.2. Mise à jour des indicateurs DCE .....</b>  | <b>120</b> |
| <b>IV.2.1. Principe.....</b>  | <b>120</b> |
| <b>IV.2.2. Bilan annuel par points des indicateurs .....</b>                                  | <b>122</b> |
| <b>IV.2.2.1. Indicateur Chlorophylle-a .....</b>  | <b>122</b> |
| <b>IV.2.2.2. Indicateur Indice d'abondance.....</b>   | <b>123</b> |
| <b>IV.2.2.3. Indicateur Indice de composition .....</b>                                       | <b>124</b> |
| <b>IV.2.2.4. Indicateur Oxygène dissous au fond .....</b>                                     | <b>125</b> |
| <b>IV.2.3. Modes de synthèse interannuelles par masse d'eau des indicateurs.....</b>          | <b>126</b> |
| <b>IV.2.4. Synthèse 2003-2008 des indicateurs DCE .....</b>                                   | <b>130</b> |
| <b>V. PERSPECTIVES DU RHLN 2009 .....</b>   | <b>135</b> |
| <b>VI. CONCLUSION GENERALE .....</b>  | <b>136</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>   | <b>138</b> |
| <b>ANNEXES .....</b>  | <b>140</b> |



# Liste des Figures

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1</b> : Localisation des points de prélèvement (noms usuels) du RHLN en 2008.....   | 15 |
| <b>Figure 2</b> : Interprétation des graphiques dits « boîtes à moustaches ».....   | 20 |
| <b>Figure 3</b> : Interprétation des rapports de nutriments dans l'eau de mer.....  | 21 |
| <b>Figure 4</b> : Exemple de l'évolution des résultats obtenus pour le point « Chausey » depuis 2001.....   | 22 |
| <b>Figure 5</b> : Évolution temporelle de l'abondance (en %) des principaux taxons. Exemple de Cabourg.....   | 23 |
| <b>Figure 6</b> : Ecart entre les températures moyennes annuelles dans l'air à Dieppe depuis 1960 à la moyenne de référence (données Météo France).....   | 24 |
| <b>Figure 7</b> : Moyennes mensuelles des températures de l'air à Dieppe. Comparaison des données 2008 (en rouge) avec la moyenne de référence 1971-2000 (pointillés noirs) (données Météo France).....   | 24 |
| <b>Figure 8</b> : 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.....  | 25 |
| <b>Figure 9</b> : Évolution de la température de l'eau de mer entre 2001 et 2008 sur le point RHLN de Donville (Côte Ouest du Cotentin).....  | 25 |
| <b>Figure 10</b> : Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Dieppe (Seine Maritime, en haut) et à Englesqueville-la-Percée (Calvados, en bas) et leur moyenne de référence (1971-2000) sur la période 1960-2007 (données Météo France)..... | 26 |
| <b>Figure 11</b> : Évolution des précipitations moyennes mensuelles sur Dieppe (1960-2007) et sur Englesqueville-la-Percée (1960-2007).....   | 27 |
| <b>Figure 12</b> : Précipitations annuelles enregistrées en 2007 et 2008 sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo France).....  | 27 |
| <b>Figure 13</b> : Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux fleuves normands en 2008 à la moyenne interannuelle (Données issues de la banque Hydro du RNDE).....  | 28 |
| <b>Figure 14</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Chausey entre 2001 et 2008.....  | 30 |
| <b>Figure 15</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Chausey entre 2001 et 2008.....   | 31 |
| <b>Figure 16</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Chausey.....  | 31 |
| <b>Figure 17</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Chausey entre 2001-2006, 2007 et 2008.....  | 32 |
| <b>Figure 18</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a au Mont-St-Michel entre 2007 et 2008.....  | 33 |
| <b>Figure 19</b> : Évolution des concentrations en nutriments au Mont-St-Michel entre 2007 et 2008.....   | 34 |
| <b>Figure 20</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Mont-St-Michel entre 2007 et 2008.....  | 34 |
| <b>Figure 21</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Mont-St-Michel entre 2007 et 2008.....  | 35 |
| <b>Figure 22</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Champeaux entre 2007 et 2008.....  | 36 |
| <b>Figure 23</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Champeaux entre 2007 et 2008.....   | 37 |
| <b>Figure 24</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Champeaux entre 2007 et 2008.....   | 37 |
| <b>Figure 25</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Champeaux entre 2006, 2007 et 2008.....   | 38 |
| <b>Figure 26</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Donville entre 2001 et 2008.....   | 39 |
| <b>Figure 27</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Donville entre 2001 et 2008.....  | 40 |
| <b>Figure 28</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Donville.....   | 40 |
| <b>Figure 29</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Donville entre 2001-2006, 2007 et 2008.....   | 41 |
| <b>Figure 30</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville.....   | 41 |



|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 31</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Coudeville 1 mille en 2006, 2007 et 2008.....                        | 43 |
| <b>Figure 32</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2008.....  | 43 |
| <b>Figure 33</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Coudeville 1 mille.....   | 44 |
| <b>Figure 34</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Coudeville 1 mille entre 2006, 2007 et 2008.....                                      | 44 |
| <b>Figure 35</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à la Pointe Agon Sud.....  | 45 |
| <b>Figure 36</b> : Évolution des concentrations en nutriments à la Pointe Agon Sud entre 2001, 2006 et 2008.....  | 46 |
| <b>Figure 37</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur la Pointe Agon Sud.....   | 46 |
| <b>Figure 38</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur la Pointe Agon Sud entre 2006, 2007 et 2008.....                                      | 47 |
| <b>Figure 39</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pirou Bergerie Sud.....  | 48 |
| <b>Figure 40</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Pirou Bergerie Sud entre 2006 et 2008.....  | 49 |
| <b>Figure 41</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Pirou Bergerie Sud.....   | 49 |
| <b>Figure 42</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Pirou Bergerie Sud entre 2001-2006, 2007 et 2008.....                                 | 50 |
| <b>Figure 43</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Denneville en 2006, 2007 et 2008.....                                | 51 |
| <b>Figure 44</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Denneville entre 2006 et 2008.....  | 52 |
| <b>Figure 45</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Denneville.....   | 52 |
| <b>Figure 46</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Denneville entre 2006, 2007 et 2008.....  | 53 |
| <b>Figure 47</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dielette entre 2007 et 2008.....                                     | 54 |
| <b>Figure 48</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Dielette entre 2007 et 2008.....  | 55 |
| <b>Figure 49</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Dielette entre 2007 et 2008.....  | 55 |
| <b>Figure 50</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dielette entre 2007 et 2008.....  | 56 |
| <b>Figure 51</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques, de chlorophylle-a et des concentrations en nutriments à Barneville entre 2003 et 2008..... | 57 |
| <b>Figure 52</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Barneville.....   | 58 |
| <b>Figure 53</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Barneville entre 2003-2006, 2007 et 2008.....   | 58 |
| <b>Figure 54</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Barneville.....                             | 59 |
| <b>Figure 55</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques, de chlorophylle-a et des concentrations en nutriments à Jobourg entre 2003 et 2008.....    | 60 |
| <b>Figure 56</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Jobourg.....  | 61 |
| <b>Figure 57</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Jobourg entre 2003-2006, 2007 et 2008.....  | 61 |
| <b>Figure 58</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Jobourg.....                                | 62 |
| <b>Figure 59</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à la Digue de Querqueville entre 2005 et 2008.....                     | 63 |
| <b>Figure 60</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/P et Si/DIN à la Digue de Querqueville entre 2005 et 2008.....          | 64 |
| <b>Figure 61</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur la Digue de Querqueville entre 2005-2006, 2007 et 2008.....                           | 65 |
| <b>Figure 62</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à La Hougue entre 2003 et 2008.....                                    | 66 |
| <b>Figure 63</b> : Évolution des concentrations en nutriments à La Hougue entre 2003 et 2008.....   | 67 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 64</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur La Hougue entre 2003 et 2008.....  | 67 |
| <b>Figure 65</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur La Hougue entre 2003 et 2008. ....   | 68 |
| <b>Figure 66</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Gougins entre 2006 et 2008. ....                          | 69 |
| <b>Figure 67</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Gougins entre 2006 et 2008.....  | 70 |
| <b>Figure 68</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Gougins entre 2006 et 2008.....  | 70 |
| <b>Figure 69</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gougins entre 2006, 2007 et 2008. ....                                     | 71 |
| <b>Figure 70</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Utah entre 2006 et 2008.....                              | 72 |
| <b>Figure 71</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Utah entre 2006 et 2008.....   | 73 |
| <b>Figure 72</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Utah entre 2006 et 2008.....   | 73 |
| <b>Figure 73</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Utah entre 2006 et 2008. ....  | 74 |
| <b>Figure 74</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a aux Roches de Grandcamp entre 2001 et 2008.....             | 75 |
| <b>Figure 75</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/P et Si/DIN sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2008.....  | 76 |
| <b>Figure 76</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Roches de Grandcamp entre 2001-2006, 2007 et 2008.....                     | 77 |
| <b>Figure 77</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Géfosse entre 2002 et 2008.....                           | 78 |
| <b>Figure 78</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Géfosse entre 2002 et 2008.....  | 79 |
| <b>Figure 79</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Géfosse entre 2002 et 2008.....  | 79 |
| <b>Figure 80</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Géfosse entre 2002-2006, 2007 et 2008.....                                 | 80 |
| <b>Figure 81</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Géfosse entre 2002 et 2008. .... | 80 |
| <b>Figure 82</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Asnelles-Meuvaines entre 2004 et 2008.....                | 82 |
| <b>Figure 83</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Asnelles-Meuvaines entre 2004 et 2008.....                                     | 83 |
| <b>Figure 84</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Asnelles-Meuvaines entre 2004 et 2008.....                                       | 83 |
| <b>Figure 85</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Asnelles-Meuvaines entre 2004-2006, 2007 et 2008.....                      | 84 |
| <b>Figure 86</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2008.....              | 85 |
| <b>Figure 87</b> : Évolution des concentrations en nutriments à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2008.....                                   | 86 |
| <b>Figure 88</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur St Aubin les Essarts entre 2004 et 2008.....                                       | 86 |
| <b>Figure 89</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur St Aubin les Essarts entre 2004-2006, 2007 et 2008.....                    | 87 |
| <b>Figure 90</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Luc 1 mille entre 2001 et 2008.....                       | 88 |
| <b>Figure 91</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Luc 1 mille entre 2001 et 2008.....  | 89 |
| <b>Figure 92</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Luc 1 mille entre 2001 et 2008.....  | 89 |
| <b>Figure 93</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Luc 1 mille entre 2001-2006, 2007 et 2008.....                             | 90 |
| <b>Figure 94</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2008.....                | 91 |
| <b>Figure 95</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2008.....                                     | 92 |
| <b>Figure 96</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2008.....   | 92 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Figure 97</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Ouistreham 1 mille entre 2001- 2006, 2007 et 2008. ....  | 93  |
| <b>Figure 98</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Estuaire de l'Orne en 2007 et 2008 (donnée entre parenthèse probablement sous-estimée) .....                          | 94  |
| <b>Figure 99</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Estuaire de l'Orne en 2007 et 2008.....  | 95  |
| <b>Figure 100</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Estuaire de l'Orne en 2007 et 2008. ....  | 96  |
| <b>Figure 101</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Estuaire de l'Orne en 2007 et 2008. ....  | 96  |
| <b>Figure 102</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Cabourg entre 2001 et 2008.....   | 98  |
| <b>Figure 103</b> : Profile vertical de température, salinité et oxygène dissous (%) à Cabourg le 16/06/2008.....  | 99  |
| <b>Figure 104</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Cabourg entre 2001 et 2008 .....  | 99  |
| <b>Figure 105</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Cabourg entre 2001 et 2008 .....  | 100 |
| <b>Figure 106</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Cabourg entre 2001-2006, 2007 et 2008.....  | 101 |
| <b>Figure 107</b> : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Cabourg entre 2001 et 2008.....   | 101 |
| <b>Figure 108</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Seine-1 en 2008 comparé à Carosse en 2007. ....   | 103 |
| <b>Figure 109</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Seine-1 en 2008 comparé à Carosse en 2007. Évolution des rapports DIN/P et Si/P à Seine-1 en 2008 comparé à Carosse en 2007. ....             | 104 |
| <b>Figure 110</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Seine-1 en 2008 et sur Carosse entre 2002-2006 et 2007.....   | 105 |
| <b>Figure 111</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2008.....  | 106 |
| <b>Figure 112</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2008.....  | 107 |
| <b>Figure 113</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/P à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2008.....  | 107 |
| <b>Figure 114</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2008.....  | 108 |
| <b>Figure 115</b> : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Antifer Ponton Pétrolier de 2002 à 2008. ....   | 108 |
| <b>Figure 116</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Fécamp entre 2006 et mi-2007 (point Fécamp digue) et mi-2007 et 2008 (point Fécamp 1 mille).....                            | 110 |
| <b>Figure 117</b> : Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/P et Si/P à Fécamp entre 2006 et mi-2007 (point Fécamp digue) et mi-2007 et 2008 (point Fécamp 1 mille).....                | 111 |
| <b>Figure 118</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Fécamp 2006 et 2008.....  | 112 |
| <b>Figure 119</b> : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dieppe 1 mille en 2004-2005 et 2008.....   | 113 |
| <b>Figure 120</b> : Évolution des concentrations en nutriments à Dieppe 1 mille en 2004-2005 et 2008. ....   | 114 |
| <b>Figure 121</b> : Évolution des rapports DIN/P et Si/P à Dieppe 1 mille en 2004-2005 et 2008. ....   | 114 |
| <b>Figure 122</b> : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008.....   | 115 |
| <b>Figure 123</b> : Gradient des stocks hivernaux en nutriments sur les points de prélèvement du RHLN 2008.....  | 116 |
| <b>Figure 124</b> : Gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP des stocks hivernaux sur les points de prélèvement du RHLN 2008. ....  | 116 |
| <b>Figure 125</b> : Evolution de la fréquence d'observation des espèces pour lesquelles un bloom > 100 000 cellules/L ou >1 000 000 cellules /L le long du littoral normand entre 2001-2006, 2007 et 2008..... | 118 |
| <b>Figure 126</b> : Ensemble des valeurs d'oxygène dissous acquises au fond sur le point « Cabourg » dans le cadre du RHLN entre 2001 et 2008.....   | 126 |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Figure 127</b> : Synthèse de l'élément de Qualité DCE « Phytoplancton » sur les masses d'eau normandes sur la période 2003-2008..... | 134 |
| <b>Figure 128</b> : Localisation des points de suivi du RHLN à partir de 2009, et types de suivi.....                                   | 135 |

## Liste des Tableaux

|  |     |
|--|-----|
| <b>Tableau 1</b> : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2008.....  | 16  |
| <b>Tableau 2</b> : Incertitudes sur les analyses de nutriments.....  | 19  |
| <b>Tableau 3</b> : Abréviations des taxons rencontrés le long du littoral normand.....   | 22  |
| <b>Tableau 4</b> : Synthèse des paramètres descripteurs des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des masses d'eau normandes en 2008.....  | 119 |
| <b>Tableau 5</b> : Grille des indicateurs des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Conditions physico-chimiques » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010).....   | 121 |
| <b>Tableau 6</b> : Détermination des valeurs de l'indicateur Percentile 90 de chlorophylle-a par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA).....   | 122 |
| <b>Tableau 7</b> : Détermination des valeurs de l'indicateur Indice d'abondance (blooms > 100 000 cellules/L) par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA).....  | 123 |
| <b>Tableau 8</b> : Détermination des valeurs de l'indicateur Indice de composition (blooms > 1 000 000 cellules/L) par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA).....   | 124 |
| <b>Tableau 9</b> : Détermination des valeurs de l'indicateur Percentile 10 de l'oxygène dissous au fond par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA).....  | 125 |
| <b>Tableau 10</b> : Synthèse « DCE stricte » des indicateurs DCE (hormis Indice de composition) pour la période 2003-2008.....   | 127 |
| <b>Tableau 11</b> : Synthèse « Points RHLN » des indicateurs DCE (hormis Indice de composition) pour la période 2003-2008.....   | 128 |
| <b>Tableau 12</b> : Synthèse « Tout RHLN » des indicateurs DCE (hormis Indice de composition) pour la période 2003-2008.....   | 129 |
| <b>Tableau 13</b> : Comparaison des indicateurs DCE (hormis Indice de composition) sur les masses d'eau normandes sur les périodes 2002-2007 et 2003-2008.....   | 130 |
| <b>Tableau 14</b> : Synthèse globale des indicateurs DCE (hormis Indice de composition) de l'élément de qualité écologique « Phytoplancton » et de l'indicateur « oxygène dissous » pour l'élément de qualité « Conditions physico-chimiques » sur les masses d'eau normandes sur la période 2003-2008, et indices de fiabilité..... | 132 |

---

# I. INTRODUCTION

## I.1. Historique du réseau

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

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

Durant le premier plan de suivi 2000-2006, les 4 phases préparatoires menées dans le cadre de partenariats entre l'Agence de l'Eau Seine Normandie, la DIREN de Basse-Normandie, la DIREN de Haute Normandie et l'Ifremer, ont permis au Laboratoire Environnement Ressources de Normandie (LERN) 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 (R. Le Goff *et al.*, 2007). Sur les 16 masses d'eau suivies initialement, 7 étaient de « très bonne » qualité, 5 étaient de « bonne » qualité, 3 étaient de qualité « moyenne », et une était de qualité « médiocre ». Cette synthèse a également permis de caractériser la saisonnalité des cycles hydrobiologiques se déroulant au sein de ces masses d'eau, et ainsi de déterminer les dates de début de période productive, les concentrations hivernales en nutriments, les niveaux maximum de biomasse chlorophyllienne, les principales espèces phytoplanctoniques locales et la sensibilité des masses d'eau aux dessalures.

L'accumulation de l'ensemble de ces connaissances a permis de définir le réseau de suivi hydrologique RHLN pérenne 2008-2013 qui est mis en œuvre en Normandie, dont ce rapport fait la synthèse pour l'année 2008.

---

<sup>1</sup> Consultable sur [http://wwwz.ifremer.fr/envlit/region/basse\\_normandie](http://wwwz.ifremer.fr/envlit/region/basse_normandie) et <http://www.ifremer.fr/lern/Pages/Programme/RHLN.htm>

## I.2. Présentation du réseau RHLN pérenne

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

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

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

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

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

Les masses d'eau présentant une qualité « moyenne à mauvaise » lors de la première évaluation et présentant des pressions avérées (aquaculture, pêche, tourisme) font l'objet d'un **contrôle renforcé** pendant la période productive.

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

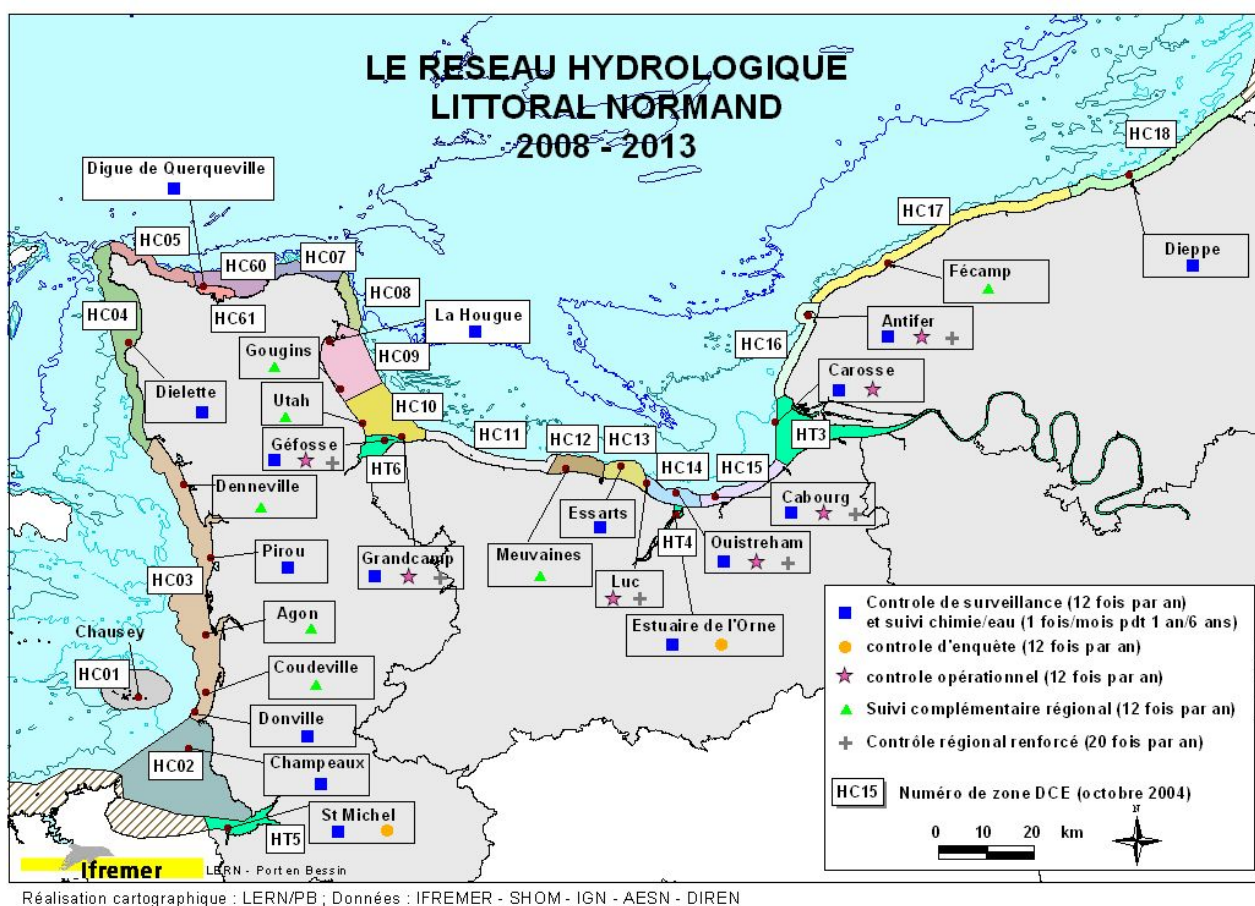
Le Réseau Hydrologique Littoral Normand pérenne a donc été défini afin de respecter l'ensemble des préconisations de la DCE sur les masses d'eau nécessitant un contrôle de surveillance. Il se propose également d'anticiper les obligations en matière de contrôle opérationnel, et de poursuivre les suivis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

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

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

Suite à l'évaluation du Groupe de Travail DCE et SDDE<sup>2</sup> littoral du district Seine-Normandie de février 2006, le Réseau Hydrologique Littoral Normand a été défini en 2007 dans son format pérenne par le suivi de 25 points répartis sur les 18 des masses d'eau littorales sélectionnées pour un suivi en « eaux littorales » (*i.e.* hormis HT01, HT02 et HT07) (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 2008.**

Sur ces 18 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 ayant débuté en 2007, il perdurera donc jusqu'à fin 2009, sauf s'il apparaît que les résultats obtenus sont ininterprétables ou non représentatifs de la qualité globale de la masse d'eau ;
- ☞ 7 masses d'eau étaient également en **contrôle opérationnel** (étoiles roses) ;
- ☞ 5 masses d'eau ont fait l'objet d'un **contrôle renforcé** (croix grises).

De plus, une masse d'eau (HC13) a également fait l'objet d'un **contrôle opérationnel** complété d'un **contrôle régional renforcé** sur le point de « Luc 1 mille ».

Enfin, 7 points de prélèvement répartis sur 5 masses d'eau ont fait l'objet d'un **suivi complémentaire régional** (triangle vert).

**Le RHLN 2008 a donc porté sur l'ensemble des masses d'eau côtières normandes** (hormis HC05, HC60, HC07, HC08, et HC11) ainsi que sur les masses d'eau de transition **HT03, HT04, HT05 et HT06** (hormis HT01, HT02 et HT07 qui sont étudiées dans le cadre du suivi DCE eaux douces).

### 1.2.3. Périodes et fréquences de prélèvement

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

Les fréquences de suivi du contrôle de surveillance de la DCE ont été définies comme telles dans la Circulaire DE/MAGE/MER07/n°2 du 5 mars 2007 pour le plan de gestion 2008-2013 :

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

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

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

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

| Masse d'eau  | Nom de la masse d'eau                           | Nom du point             | Type de suivi 2008         | Nbre par an | Prélèvements et Mesures <i>in situ</i> | Analyses chlorophylle -a et sels nutritifs | Lecture des flores |
|--------------|---|--------------------------|----------------------------|-------------|--|--|--------------------|
| HT05         | Baie du Mont St Michel - Fond de baie estuarien | Mont St Michel 2007      | Enquête DCE                | 12          | CQEL50                                 | LERN                                       | LERN               |
| HC01         | Chausey   | Chausey                  | Surveillance DCE           | 12          | SYMEL 50 / LERN                        | LERN                                       | LERN               |
| HC02         | Baie du Mont St Michel - Centre                 | Champeaux                | Surveillance DCE           | 12          |  |  |                    |
| HC03         | Ouest Cotentin                                  | Donville                 | Surveillance DCE           | 12          |  |  |                    |
|              |   | Coudeville 1 mille       | Régional                   | 12          |  |  |                    |
|              |   | Pointe Agon Sud          | Régional                   | 12          |  |  |                    |
|              |   | Pirou Bergerie Sud       | Surveillance DCE           | 12          |  |  |                    |
|              |   | Denneville               | Régional                   | 12          | SMEL50                                 | SMEL50                                     | LERN               |
| HC04         | Cap de Carteret - Cap de la Hague               | Dielette                 | Surveillance DCE           | 12          | Marine Nationale et LASEM              | LERN                                       | LERN               |
| HC60         | Grande rade de Cherbourg                        | Digue de Querqueville    | Surveillance DCE           | 12          | LERN                                   | LERN                                       | LERN               |
| HC61         | Cherbourg - Intérieur rade                      |                          |                            |             |  |  |                    |
| HC09         | Anse de St Vaast                                | La Hougue                | Surveillance DCE           | 12          | LERN                                   | LERN                                       | LERN               |
| HC10         | Baie des Veys                                   | Gougins                  | Régional                   | 12          |  |  |                    |
|              |   | Utah                     | Régional                   | 12          |  |  |                    |
|              |   | Roches de Grandcamp      | Surveillance DCE renforcée | 20          |  |  |                    |
| HT06         | Baie des Veys - Estuaire                        | Géfosse                  | Surveillance DCE renforcée | 20          |  |  |                    |
| HC12         | Côte de Nacre Ouest                             | Asnelles - Meuvaines     | Régional                   | 12          | LERN                                   | LERN                                       | LERN               |
| HC13         | Côte de Nacre Est                               | St Aubin les Essarts     | Surveillance DCE           | 12          |  |  |                    |
| HC14         | Baie de Caen                                    | Luc 1 mille              | Régional                   | 20          | LERN                                   | LERN                                       | LERN               |
|              |   | Ouistreham 1 mille       | Surveillance DCE renforcée | 20          |  |  |                    |
| HC15         | Côte fleurie                                    | Cabourg                  | Surveillance DCE renforcée | 20          |  |  |                    |
| HT04         | Estuaire de l'Orne                              | Estuaire de l'Orne       | Enquête DCE                | 12          | CQEL14                                 | LERN                                       | LERN               |
| HT03         | Estuaire de Seine - Aval                        | Seine 1                  | Surveillance DCE           | 12          | CQEL76                                 | LERN                                       | LERN               |
| HC16         | Le Havre - Antifer                              | Antifer ponton pétrolier | Surveillance DCE renforcée | 20          | LERN                                   | LERN                                       | LERN               |
| HC17         | Pays de Caux Sud                                | Fécamp 1 mille           | Régional                   | 12          |  |  |                    |
| HC18         | Pays de Caux Nord                               | Dieppe 1 mille           | Surveillance DCE           | 12          | CQEL76                                 | LERN                                       | LERN               |
| <b>TOTAL</b> |   |                          |                            | <b>348</b>  |  |  |                    |

Tableau 1 : Synthèse du suivi du réseau RHLN 2008.



#### 1.2.4. Partenaires du réseau

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

- ☞ « **Mont-St-Michel-2007** » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par la CQEL 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 ;
- ☞ « **Dielette** » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par la Marine National et le LASEM ;
- ☞ « **Estuaire de l'Orne** » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par la CQEL14 ;
- ☞ « **Seine 1** » et « **Dieppe 1 mille** » : prélèvements et mesures à la sonde réalisés par la CQEL76.

#### 1.2.5. Financement du réseau

Pour un total de 414 915 euros en 2008, le réseau RHLN pérenne a été financé d'une part par la participation « sans frais » de ses partenaires préleveurs de l'Etat (CQEL14, 50 et 76, et Marine Nationale / LASEM), du Conseil Général de la Manche (SMEL et SYMEL) et des analyses du SMEL, et d'autre part, par les financements de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie à hauteur de 175 860 euros (42 %) et du Conseil Régional de Basse Normandie à hauteur de 45 500 euros (11 %), l'Ifremer complétant ce financement.

### 1.3. Objectifs du rapport RHLN 2008

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

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

Les données de concentration en chlorophylle-a, un estimateur de la biomasse phytoplanctonique, et en nutriments permettent d'identifier le type de cycle biogéochimique observé en 2008, 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 des indices d'abondance (IA) et de composition (IC). 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 2008 avec les cycles précédemment observés (2000/2001 à 2007), 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 2008 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 LERN a déployé en mer ses moyens nautiques (2 zodiacs et le *Delphy*) selon les besoins, et effectué des prélèvements à terre (points « Antifer » et « Digue de Querqueville »). Pour le point « Fécamp 1 mille », le LERN 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 hydrobiologiques ont été effectuées par l'unité technique Hydrobiologie du LERN (hormis pour les points « Pirou Bergerie Sud » et « Denneville » réalisées par le SMEL), et les dénombrements de flores par l'unité Phytoplancton-Phycotoxines du LERN.

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

### II.2. Méthodes d'analyses

#### II.2.1. Mesures *in situ* et turbidité

##### II.2.1.1. Température, salinité, oxygène dissous

Les mesures de température, de salinité et d'oxygène dissous sont effectuées *in situ* au moyen de sondes multi-paramètres YSI 6600EDS-M ou 600QS. Ces sondes font l'objet d'un suivi métrologique régulier (1 fois tous les 15 jours de mars à octobre sinon 1 fois par mois) afin de pouvoir vérifier l'absence de dérive. Depuis 2008, ces sondes sont équipées de capteurs optiques pour l'oxygène dissous, plus stables que les capteurs à membrane utilisés auparavant.

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

##### II.2.1.2. Turbidité

La turbidité est mesurée au retour au laboratoire à l'aide d'un turbidimètre HACH 2100 IS selon la méthode d'Aminot *et al.* (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  $>$  à 2 fnu, avec une limite de quantification à 0,05 fnu.

---

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

### II.2.2. Chlorophylle-a

Dès le retour au laboratoire, les échantillons sont filtrés sur filtre Whatman GF/F. Les filtres sont conservés au congélateur dans des tubes en polypropylène jusqu'à l'analyse (au maximum un mois plus tard). Ils sont analysés selon la méthode spectrophotométrique de Lorenzen (1967) selon les prescriptions d'Aminot *et al.* (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 pour fidélité de ± 5 %.

### II.2.3. Nutriments

Les échantillons sont pré-filtrés sur une membrane de 100 µm lors du prélèvement, et depuis 2008, celui pour le dosage du silicate est filtré sur une membrane de 25 µm (Aminot *et al.*, 2004).

Les échantillons pour le dosage de l'ammonium, nitrate+nitrite, phosphate et silicate 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 la méthode automatique décrite par Aminot et Kérouel (2007) avec les incertitudes présentées dans le Tableau 2. Un travail de détermination des incertitudes de mesures propres au laboratoire est en cours.

| Nutriment       | Domaine d'analyse             | Paramètre           | Valeur (µmol.L <sup>-1</sup> ) |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------------|
| Ammonium        | LQ – 12 µmol.L <sup>-1</sup>  | Fidélité            | 0,010                          |
|                 |                               | Limite de détection | 0,005                          |
| Nitrate+Nitrite | LQ – 50 µmol.L <sup>-1</sup>  | Fidélité            | 0,02                           |
|                 |                               | Limite de détection | 0,01                           |
| Phosphate       | LQ – 1,5 µmol.L <sup>-1</sup> | Fidélité            | 0,001                          |
|                 |                               | Limite de détection | 0,005                          |
| Silicate        | LQ – 50 µmol.L <sup>-1</sup>  | Fidélité            | 0,02                           |
|                 |                               | Limite de détection | 0,05                           |

**Tableau 2 :** Incertitudes sur les analyses de nutriments.

### II.2.4. Flores phytoplanctoniques

Les échantillons de flores phytoplanctoniques sont fixés par une solution de lugol acide dès l'arrivée au laboratoire. L'identification et le dénombrement des espèces phytoplanctoniques dont la taille est supérieure à 20 µm, et celles dont la taille est inférieure, mais qui sont en chaînes, sont effectués après sédimentation dans des cuves de 10 mL selon la méthode Utermöhl (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 (points « Donville », « Géfosse », « Cabourg », et « Antifer ponton pétrolier »).
- ❖ Pour une **flore partielle indicatrice**, seules les espèces toxiques ou nuisibles (*Alexandrium sp.*, *Dinophysis sp.*, *Pseudo-nitzschia sp.*, *Phaeocystis*), ainsi que les espèces présentes à des concentrations supérieures à 100 000 cellules par litre d'eau, sont identifiées et comptabilisées.

## II.2.5. Qualification des données

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

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

Dans le cas où un doute existerait sur la validité d'une donnée, elle est soit exclue de l'interprétation, ou sera présentée entre parenthèses.

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

Les résultats du réseau RHLN 2008 sont présentés et interprétés de la manière suivante.

### II.3.1. Cycles biogéochimiques

L'analyse des courbes des paramètres physico-chimiques (température, salinité) et hydrologiques (chlorophylle-*a*, nutriments) permettent d'étudier l'évolution du cycle biogéochimique rencontré dans chaque masse d'eau (*cf.* Annexe 2 pour la description des différents types de cycles).

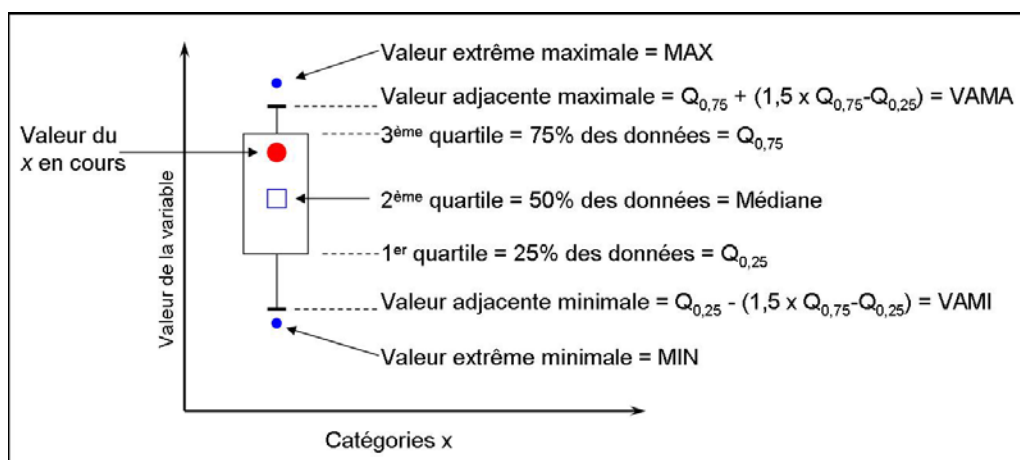


Figure 2 : Interprétation des graphiques dits « boîtes à moustaches ».

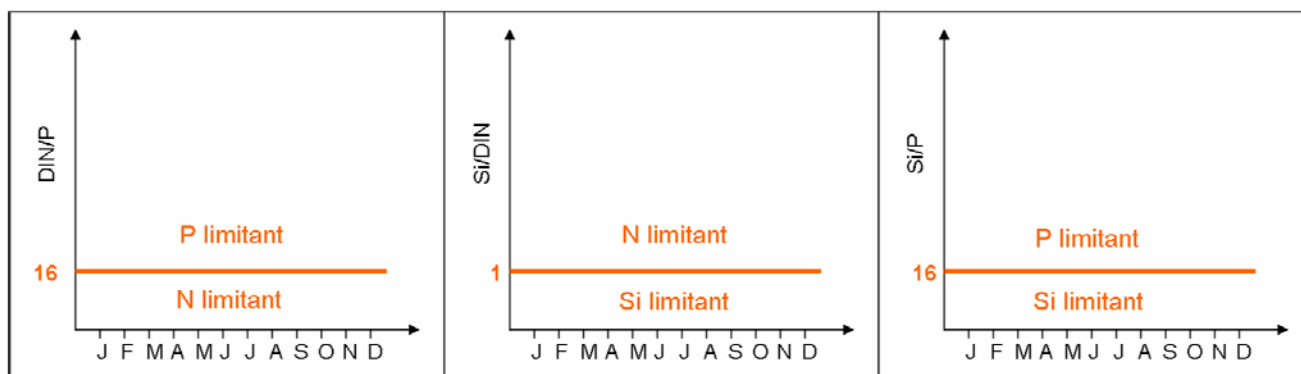
Les masses d'eau présentant un cycle hydrobiologique « **classique** » révèlent généralement un écosystème « en bonne santé ». Cependant, les masses d'eau présentant un cycle « **perturbé** » ou « **atypique** » révèlent un déséquilibre dans l'apport des nutriments, et donc un risque d'eutrophisation du milieu.

Lorsque la surveillance a permis de collecter **au moins 5 années** de données sur un point, les résultats des paramètres hydrobiologiques sont représentés sous forme de « boîtes à moustaches ». Cette représentation graphique est utile pour retranscrire la dispersion interannuelle des mesures pour chaque paramètre lorsque le nombre de données devient important. L'interprétation de ce type de graphique est expliquée dans la Figure 2.

### II.3.2. Rapports de nutriments

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

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.*, pourrait indiquer un excès ou une carence potentielle d'un des nutriments en présence (voir explications Figure 3). Cette approche n'exclut cependant pas que d'autres facteurs (par ex. le broutage (grazing), les virus, la *mixotrophie*\* ...) peuvent avoir un impact non négligeable sur les peuplements phytoplanctoniques, facteurs qui ne sont pas étudiés dans le cadre du RHLN à ce jour.



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

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

<sup>4</sup> L'azote N est représenté par le sigle DIN pour Dissolved Inorganic Nitrogen.

### II.3.2. 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).

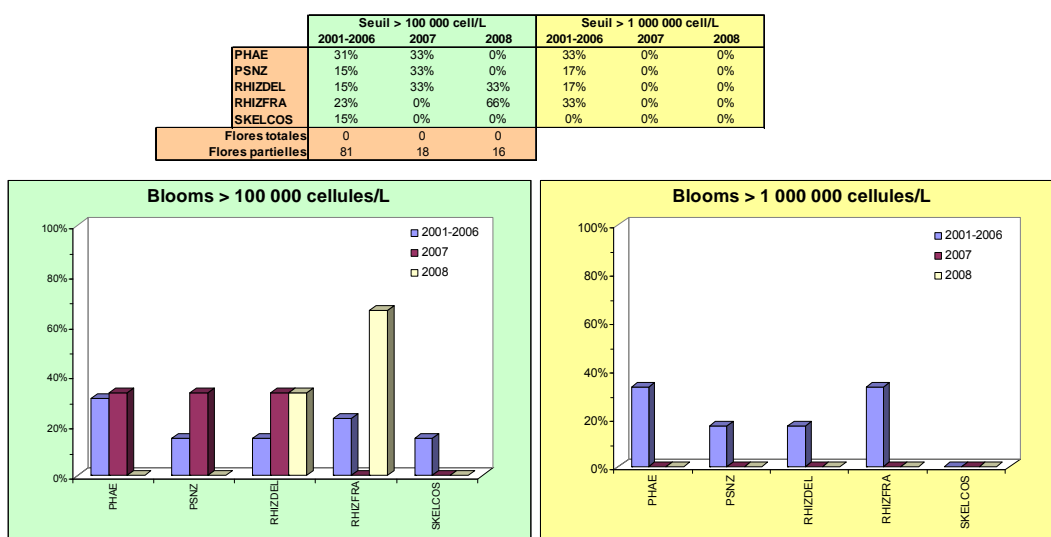
Sur les points de suivi où seules des **flores partielles indicatrices** ont été réalisées, les taxons dont le nombre d'individus a dépassé l'un des 2 seuils DCE (> 100 000 cellules.L<sup>-1</sup> pour l'indice d'abondance, ou 1 000 000 cellules.L<sup>-1</sup> pour l'indice de composition) en 2008 sont 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).

|                 |                                 |                |                                   |
|-----------------|---------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| <b>ASTEGLA</b>  | <i>Asterionella glacialis</i>   | <b>PLAG</b>    | <i>Plagiogramma</i>               |
| <b>CERAPEL</b>  | <i>Cerataulina pelagica</i>     | <b>PSNZ</b>    | <i>Pseudo-Nitzschia</i>           |
| <b>CHAESOC</b>  | <i>Chaetoceros socialis</i>     | <b>RHIZDEL</b> | <i>Rhizosolenia delicatula</i>    |
| <b>CLCRYPTO</b> | <i>Cryptophycées</i>            | <b>RHIZFRA</b> | <i>Rhizosolenia fragilissima</i>  |
| <b>FMNITZ</b>   | <i>Famille Nitzschiaceae</i>    | <b>RHIZIMB</b> | <i>Rhizosolenia imbricata</i>     |
| <b>GYMNAG</b>   | <i>Gymnodinium nagasakiense</i> | <b>RHIZSTO</b> | <i>Rhizosolenia stolterfothii</i> |
| <b>LEPT</b>     | <i>Leptocylindrus sp.</i>       | <b>SKELCOS</b> | <i>Skeletonema costatum</i>       |
| <b>ODONAU</b>   | <i>Odontella aurita</i>         | <b>THALROT</b> | <i>Thalassiosira rotula</i>       |
| <b>PHAE</b>     | <i>Phaeocystis</i>              |                |                                   |

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

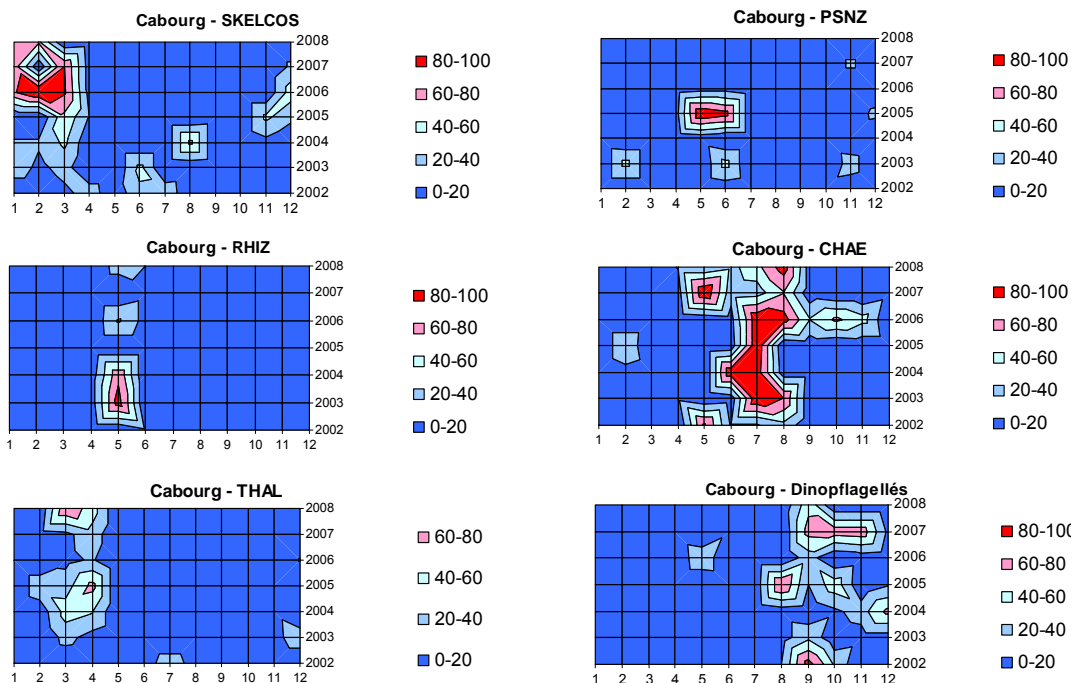
Les données sont présentées sous forme d'un tableau et de graphiques, permettant ainsi d'observer rapidement les différences entre le suivi réalisé pendant le premier plan de gestion du RHLN (2001-2006), l'année 2007, et l'année 2008 (Figure 4).

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



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

Pour les points « Donville », « Jobourg », « Barneville », « Géfosse », « Cabourg » et « Antifer ponton pétrolier », des **flores totales** ont été réalisées dans le cadre du REPHY et du programme COGEMA. Toutes les cellules du micro-phytoplancton (cellules > 20 µm) ont alors été identifiées et dénombrées, ce qui permet de disposer de données relatives à l'abondance réelle des principaux taxons tout au long de l'année.



**Figure 5 :** Évolution temporelle de l'abondance (en %) des principaux taxons. Exemple de Cabourg.

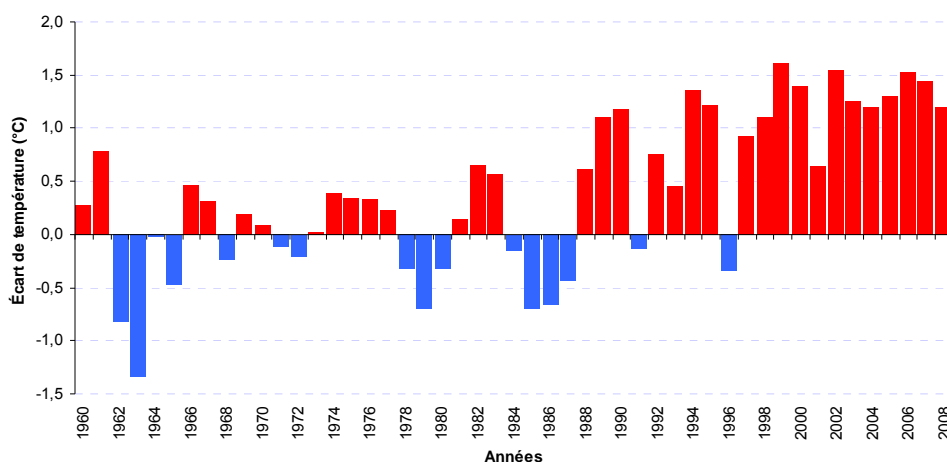
Afin d'exprimer les variations d'abondance (en %) des principaux taxons au cours du temps, le mode de représentation retenu est donné par la Figure 5, avec en abscisse les mois de l'année (de 1 à 12) et en ordonnée les années (de 2002 à 2008).

### III. Résultats du RHLN 2008 vs. 2000-2007

#### III.1. Paramètres climatologiques

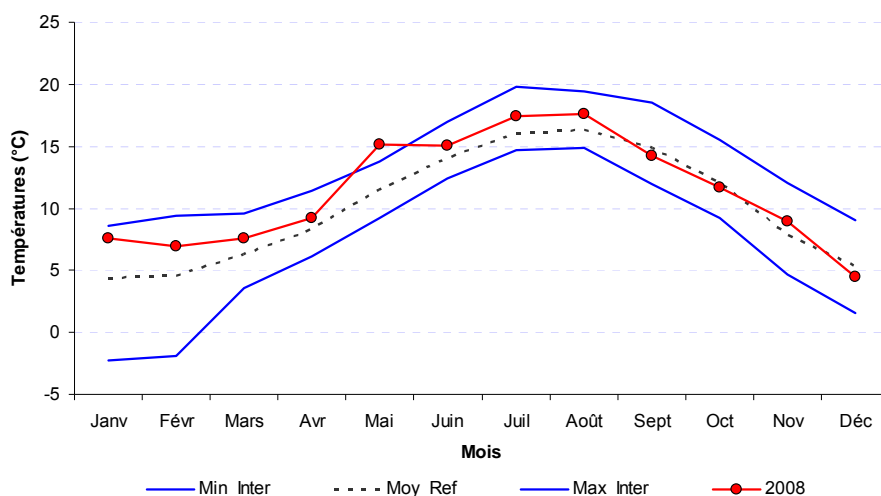
##### III.1.1. Température

L'étude des écarts à la moyenne des **températures de l'air** enregistrées à Dieppe depuis 1960 (Figure 6) montre que, bien que légèrement inférieur à celui des deux années précédentes, l'**écart thermique** (environ **+1,2°C**) mesuré en 2008 par rapport à la moyenne de référence (sur les 30 dernières années soit 1971-2000) reste du même ordre de grandeur que les écarts enregistrés depuis 2002.



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

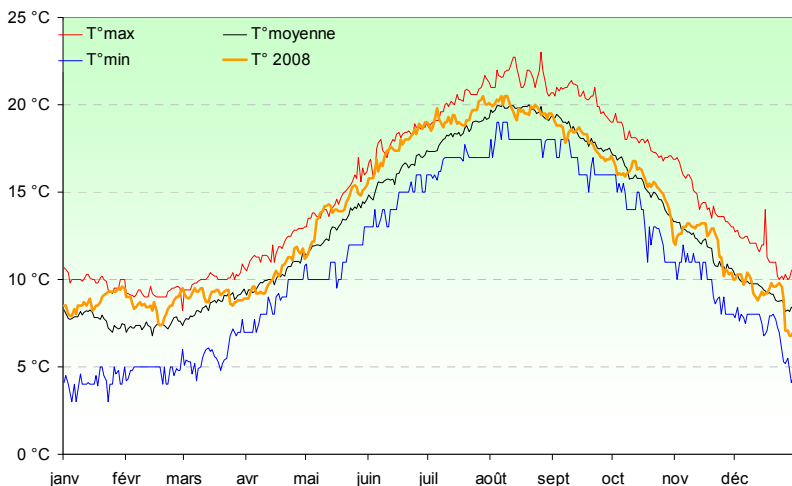
L'étude des moyennes mensuelles de la température de l'air enregistrée à Dieppe en 2008 (Figure 7), montre que les températures ont été supérieures à la moyenne de référence durant le premier semestre jusqu'à la fin de l'été. Les températures étaient particulièrement douces en janvier et février, avec une nouvelle valeur extrême maximale au mois de mai. *A contrario*, on observe à partir de l'automne des températures proches de la moyenne de référence.



**Figure 7 :** Moyennes mensuelles des températures de l'air à Dieppe. Comparaison des données 2008 (en rouge) avec la moyenne de référence 1971-2000 (pointillés noirs) (données Météo France). Courbes bleues = valeurs extrêmes (minimum et maximum) mensuelles sur la période considérée.

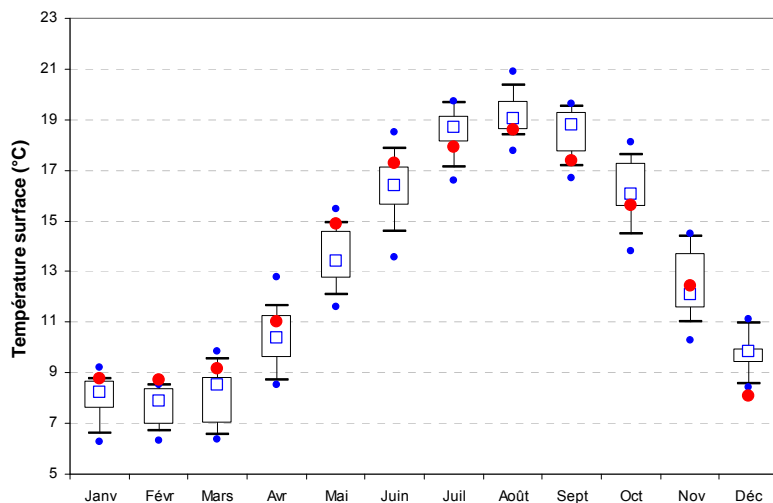


En ce qui concerne la **température de l'eau de mer**, elle suit de façon logique les tendances observées avec les températures de l'air. Elle a atteint début février, début mars et mi-mai, les maxima enregistrés depuis 1991 à Paluel (Seine maritime ; Figure 8). La température de l'eau de mer est restée proche des maxima de mai à mi-juillet pour se rafraîchir ensuite au niveau de la moyenne de référence.



**Figure 8 :** Évolution de la température journalière de l'eau de mer enregistrée au canal d'amenée de la centrale EDF de Paluel (Seine Maritime) depuis 1991. Comparaison entre les valeurs mesurées en 2008 (orange) avec la moyenne de référence (1991-2000) (noir) ainsi que les extrêmes (bleu et rouge) obtenues sur la période 1991-2007 (données EDF).

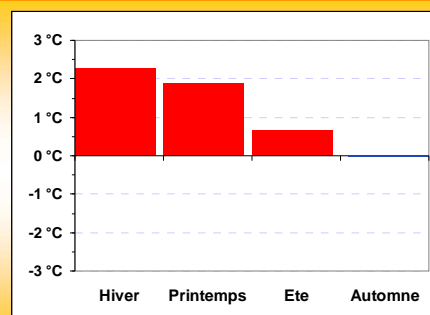
Les variations de température de l'eau de mer enregistrées dans le cadre du RHLN, sont comparables, comme le montre la Figure 9, avec l'exemple du point « Donville » (HC03, côte ouest du Cotentin).



**Figure 9 :** Évolution de la température de l'eau de mer entre 2001 et 2008 sur le point RHLN de Donville (Côte Ouest du Cotentin). Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

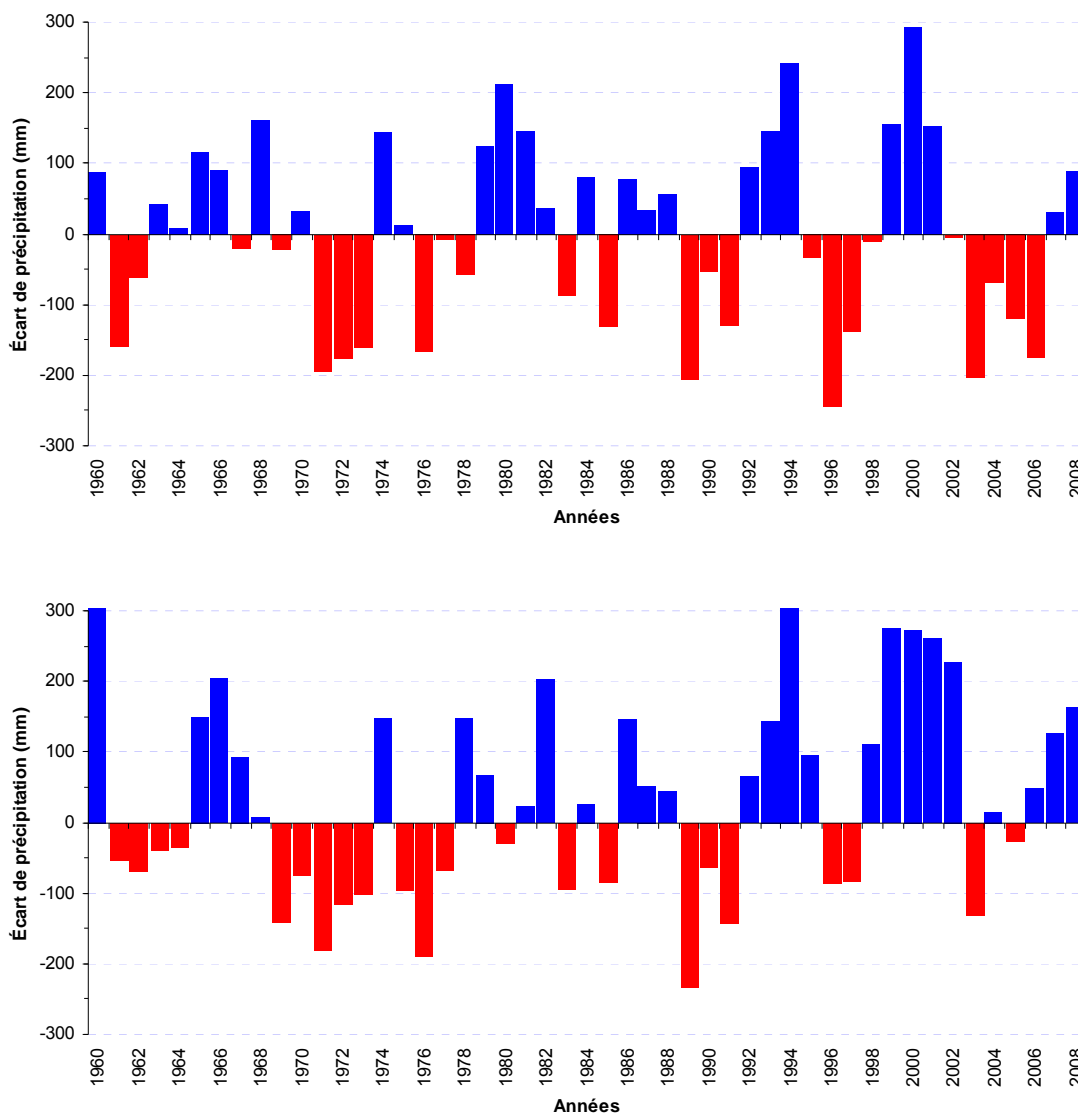
### SYNTHÈSE TEMPERATURE :

Ces données de température confirment, dans l'air comme dans l'eau : la douceur de l'hiver, du printemps et du début de l'été 2008, comme en 2007 ; une fin d'été et automne conformes à la moyenne de référence (1971-2000) à Dieppe, correspondant à un écart moyen de + 1,2°C sur l'année 2008.



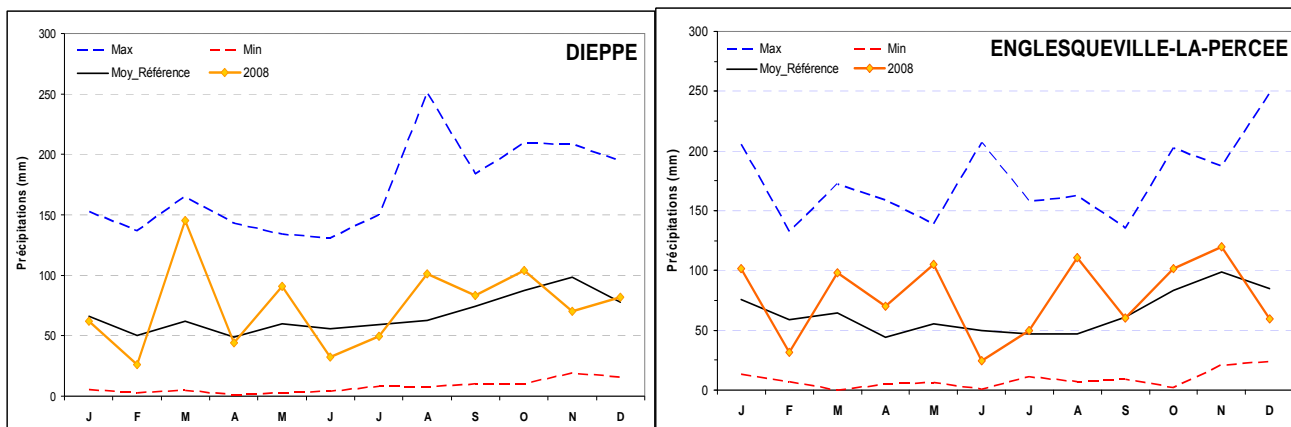
### III.1.2. Précipitations

Comparée à la période 2002-2006, l'année 2008 a été en moyenne plus « humide » que 2007 (Figure 10). L'**excédent pluviométrique**, calculé par rapport à la moyenne de référence (1971 - 2000), a été de **+ 88 mm** à Dieppe, et de **+ 163 mm** à Englesqueville-la-Percée **en 2008**. Ceci reste bien inférieur à l'excédent record de près de 300 mm enregistré en 2000.



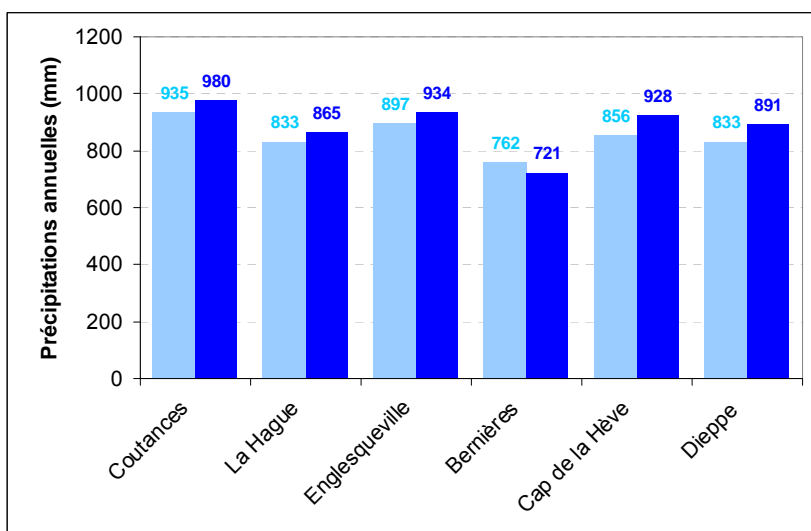
**Figure 10 :** Ecart entre les pluviométries annuelles enregistrées à Dieppe (Seine Maritime, en haut) et à Englesqueville-la-Percée (Calvados, en bas) et leur moyenne de référence (1971-2000) sur la période 1960-2007 (données Météo France). Bleu = écarts positifs ; rouge = écarts négatifs.

L'examen des **données mensuelles** des stations météorologiques de Dieppe et d'Englesqueville-la-Percée met en évidence que cet excédent pluviométrique est dû aux précipitations supérieures à la moyenne de référence de la **fin d'hiver** (mars), du **printemps** (mai) et de la **fin d'été** (août-octobre) (Figure 11). Les précipitations enregistrées au cours du mois de mars à Dieppe ont frôlé le maximum historique. En revanche les mois de février, juin et décembre étaient en moyenne plus « secs », avec des valeurs inférieures à la moyenne de référence.



**Figure 11 :** Évolution des précipitations moyennes mensuelles sur Dieppe (1960-2007) et sur Englesqueville-la-Percée (1960-2007). Comparaison avec les précipitations mensuelles de 2008 (orange).

L'hétérogénéité de la pluviométrie à l'échelle de la Normandie est à nouveau mise en évidence par la Figure 12 qui présente une comparaison inter-stations des précipitations annuelles en 2008.

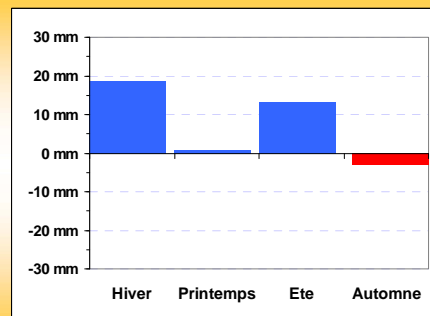


**Figure 12 :** Précipitations annuelles enregistrées en 2007 et 2008 sur différentes stations météorologiques de Normandie (données Météo France). Bleu clair = 2007, Bleu foncé = 2008.

Les précipitations les plus élevées ont été mesurées sur les façades ouest et est du Cotentin avec un maximum de 980 mm observé à Coutances (45 mm de plus qu'en 2007). Le minimum est observé sur la côte de nacre, avec 721 mm à Bernières (41 mm de moins qu'en 2007). Enfin, la station du Cap de la Hève a enregistré la plus forte augmentation (+ 72 mm) entre 2007 et 2008.

### SYNTHÈSE PLUVIOMÉTRIE :

L'année 2008 a été plus pluvieuse (environ + 125 mm) qu'en 2007 sur la Normandie, avec de fortes précipitations en fin d'hiver (mars) et en fin d'été (août-septembre). Les disparités régionales se sont accentuées avec respectivement environ + 205 mm et + 188 mm de pluie sur la Manche et la Seine-Maritime par rapport au Calvados.



### III.1.3. Débits des fleuves

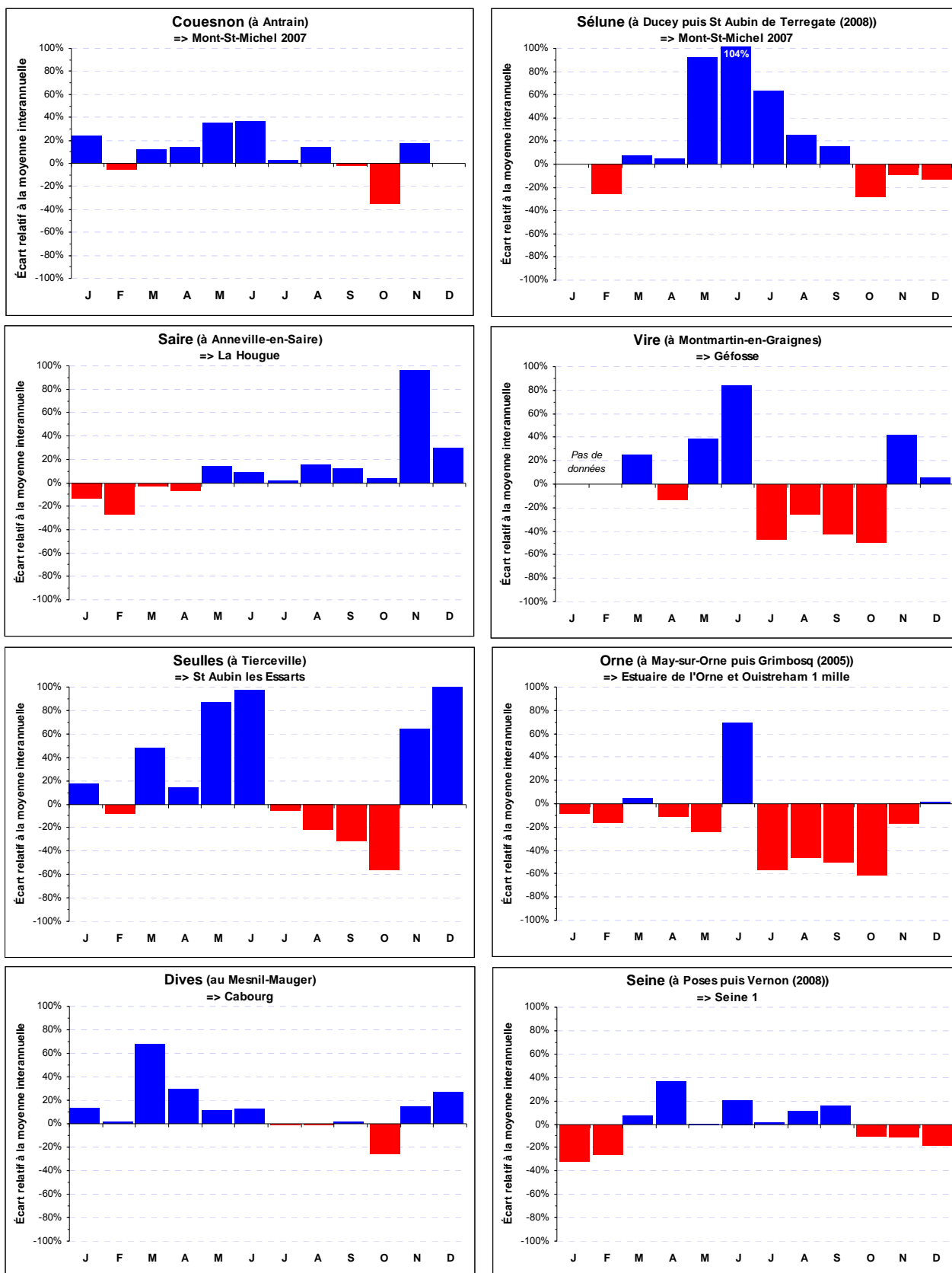


Figure 13 : Évolution des écarts des débits mensuels moyens des principaux fleuves normands en 2008 à la moyenne interannuelle (Données issues de la banque Hydro du RNDE). Les points du RHLN concernés par ces apports sont indiqués dans le titre.

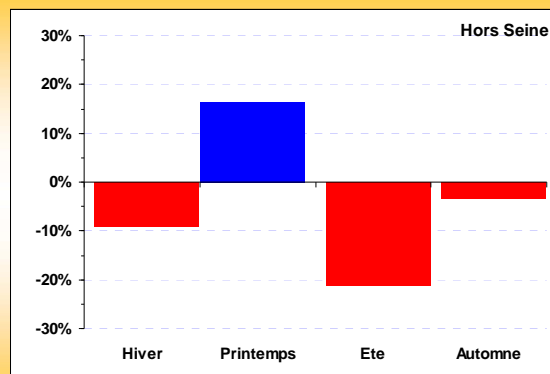
La Figure 13 montre les écarts relatifs des débits moyens mensuels de 2008 aux moyennes interannuelles des principaux fleuves normands (les données pour la *Seine* et la *Douve* ne sont pas disponibles dans la banque Hydro).

Globalement, les précipitations du mois de juin ont significativement fait accroître les débits de la *Sélune* (+ 104%), de la *Vire* (+ 84%), de la *Seulles* (+ 98%) et de l'*Orne* (+70%) ; et de même à l'automne (novembre-décembre) pour la *Saire* (+ 96%) et la *Seulles* (+ 100%). Les périodes de faibles débits ont cependant été largement observées pour la *Vire*, la *Seulles* et l'*Orne* (juillet-octobre).

Le débit de la *Seine* a été relativement constant au cours de l'année 2008 avec  $\pm 35\%$  d'écarts à la moyenne interannuelle, et un épisode de débit important entre mi-mars et fin avril.

### SYNTHÈSE DÉBITS :

Malgré quelques pics, les débits des principaux fleuves de la Normandie en 2008 ont été globalement plus faibles que les moyennes interannuelles, à part au printemps où ceux-ci ont été en moyenne 16% plus importants (hors *Seine*), ce qui est cohérent avec les précipitations observées. Le débit de la *Seine* a été plus faible en hiver et automne, mais plus fort au printemps et été.



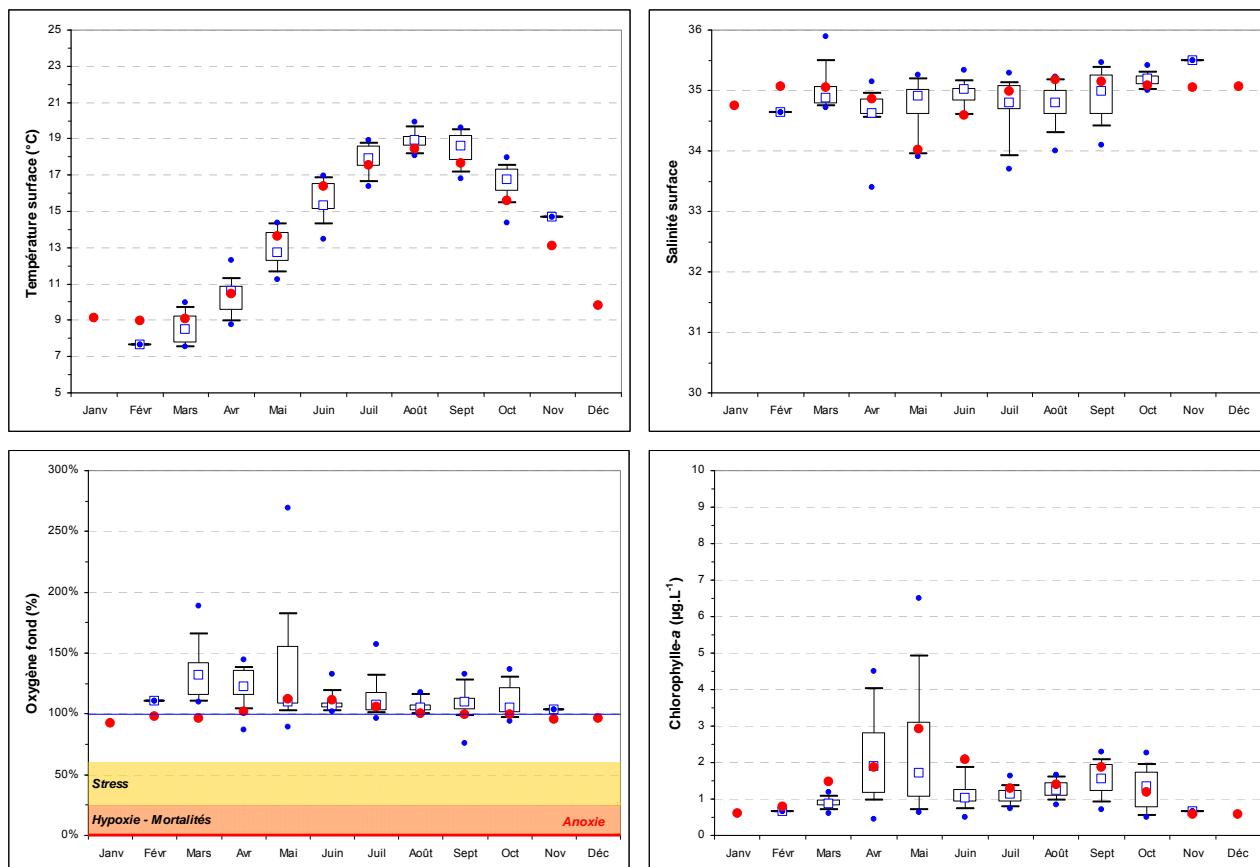
## III.2. Résultats des masses d'eau suivies

### III.2.1. Masse d'eau HC01 (Chausey 2001-2008)

#### Hydrologie au point « Chausey »

En 2008, les concentrations en chlorophylle-a sont restées conformes aux données interannuelles, entre 0,5 et 3  $\mu\text{g.L}^{-1}$  pour le bloom printanier, à l'exception des mois de mars et juin, où sa concentration a dépassé les maxima interannuels depuis 2001 (Figure 14).

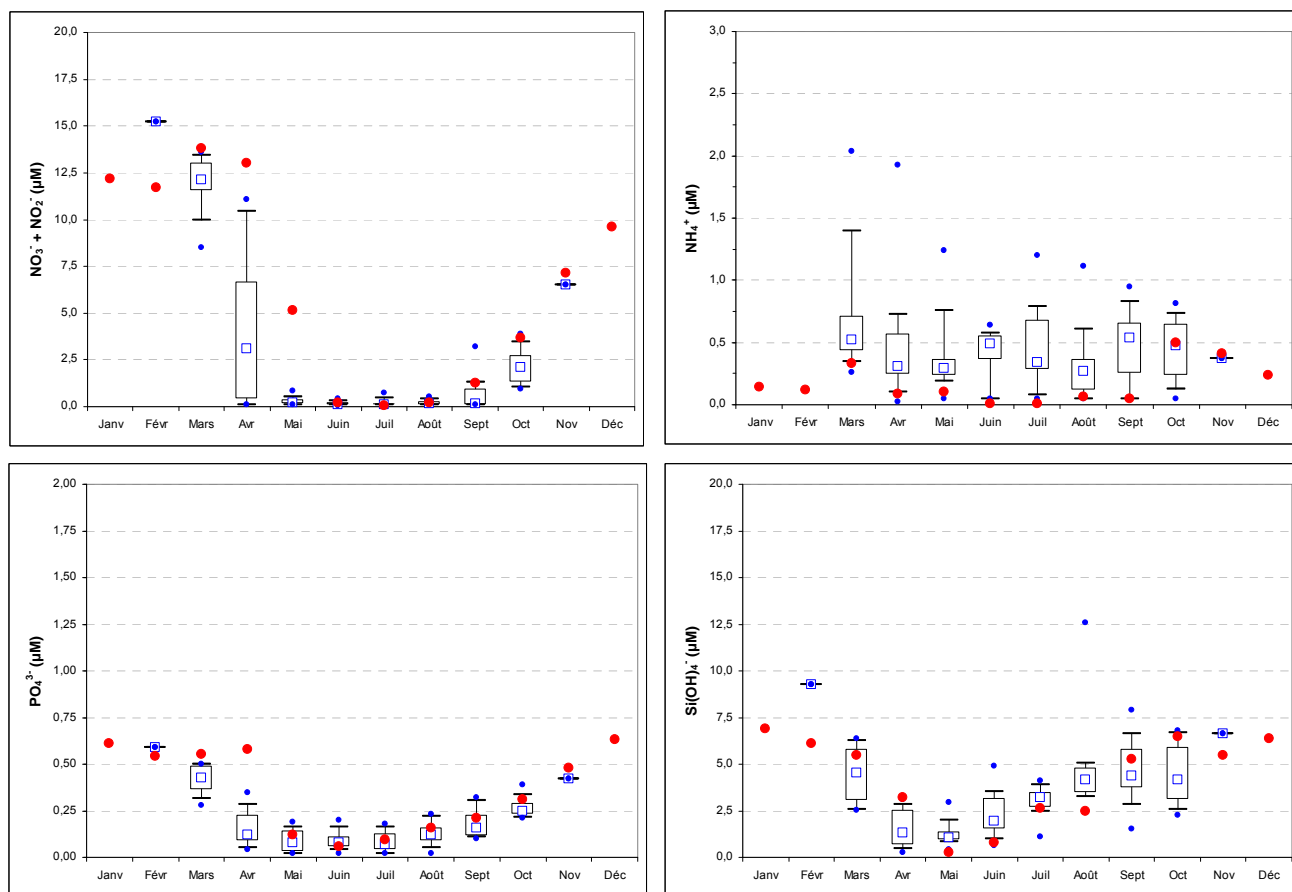
La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 14).



**Figure 14 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Chausey entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches pour les données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

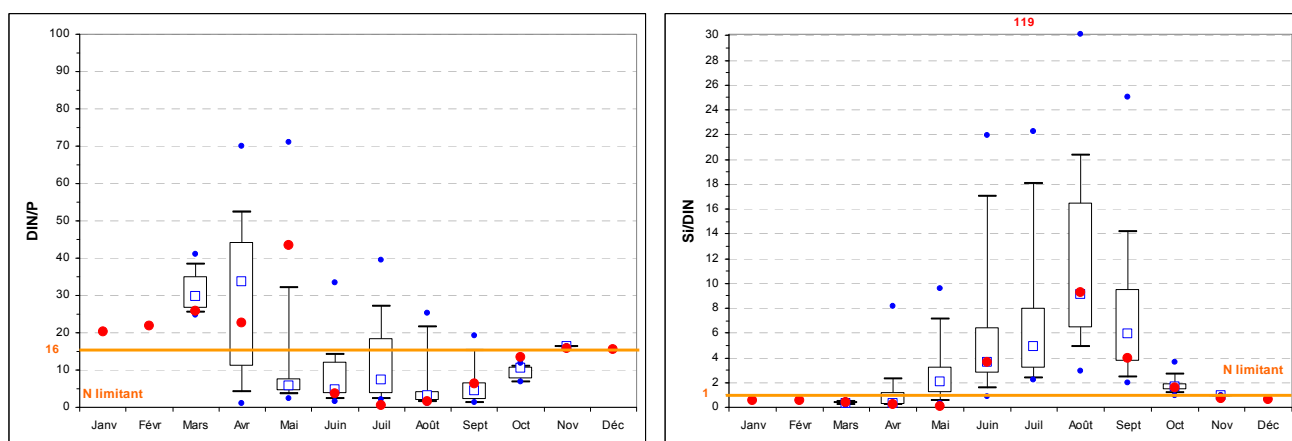
Sur cette masse d'eau très peu influencée par les apports terrigènes, et qui ne connaît que de très faibles dessalures (Figure 14), les stocks hivernaux en nutriments sont restés de l'ordre de 12  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite, 0,6  $\mu\text{M}$  de phosphate, et 6  $\mu\text{M}$  de silicate en 2008 (Figure 15), ce qui est faible par rapport aux autres masses d'eau suivies dans le cadre du RHLN. Les stocks hivernaux en nitrate + nitrite et phosphate sont cependant restés élevés jusqu'au mois d'avril, contrairement aux années précédentes, suggérant ainsi le développement plus lent du bloom phytoplanctonique.

Les concentrations en ammonium sont restées extrêmement faibles tout au long de l'année, excepté en mars et en fin d'hiver (Figure 15), suggérant le recyclage de l'azote dans la colonne d'eau à ces périodes.



**Figure 15 :** Évolution des concentrations en nutriments à Chausey entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches pour les données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

L'examen de la distribution des rapports molaires DIN/P et Si/DIN (Figure 16) montre que les valeurs seuils de limitation d'azote de 16 et 1 respectivement (selon Redfield *et al.*, 1963) sont typiquement dépassées de la fin du printemps à la fin de l'automne à Chausey.



**Figure 16 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Chausey. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Ces deux graphes montrent, qu'en 2008, l'azote a vraisemblablement été en carence dans le milieu (concentration < 1 µM) un mois plus tard que les années précédentes, entre les mois de juin et d'octobre, ce qui a pu limiter la croissance du phytoplancton.

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Chausey »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) à Chausey montre qu'en 2008, deux espèces de diatomées (RHIZDEL et RHIZFRA) étaient présentes à plus de 100 000 cellules par litre en juin (244 400 cell.L<sup>-1</sup> RHIZDEL) et en juillet, frôlant le seuil de 1 000 000 cellules par litre (989 000 et 797 900 cell.L<sup>-1</sup> RHIZFRA) (Figure 17). Aucun bloom supérieur au seuil n'a été constaté pour l'espèce PSNZ, bien qu'elle ait été présente presque toute l'année. Ces données confirment que ce milieu est essentiellement dominé par des diatomées.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2001-2006              | 2007 | 2008 | 2001-2006                | 2007 | 2008 |
| PHAE              | 31%                    | 33%  | 0%   | 33%                      | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 15%                    | 33%  | 0%   | 17%                      | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL           | 15%                    | 33%  | 33%  | 17%                      | 0%   | 0%   |
| RHIZFRA           | 23%                    | 0%   | 66%  | 33%                      | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 15%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 81                     | 18   | 16   |                          |      |      |

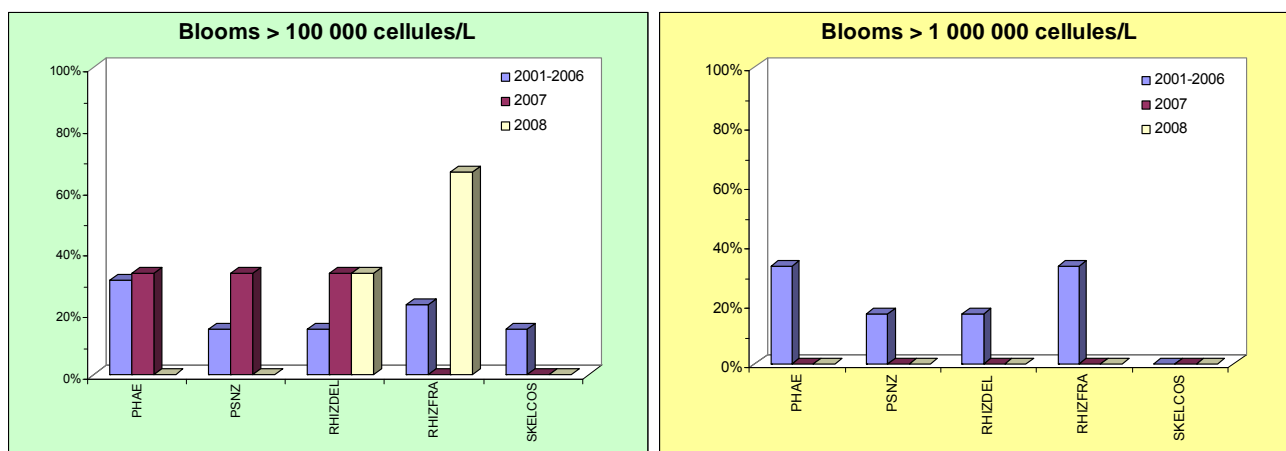


Figure 17 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Chausey entre 2001-2006, 2007 et 2008.

## Pertinence du suivi au point « Chausey »

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

**SYNTHÈSE HCOI :** Le point « Chausey » est très peu influencé par des apports terrigènes et ne connaît que de très faibles dessalures. Aussi ses stocks hivernaux de nutriments sont faibles (12 µM DIN, 0,6 µM DIP, 6 µM Si) et l'azote devient limitant du printemps à l'automne. Le bloom phytoplanctonique printanier de diatomées en 2008 s'est amorcé un mois plus tard par rapport aux données interannuelles, retardant la consommation en nutriments. Le bloom a particulièrement été intense en mars et juin et a presque atteint le seuil de 1 000 000 de cellules par litre en juillet.



### III.2.2. Masse d'eau HT05 (Mont-St-Michel-2007 2007-2008)

#### Hydrologie au point « Mont-St-Michel 2007 »

La masse d'eau HT05 est directement soumise aux apports du Couesnon, de la Sée et de la Sélune qui influencent très nettement la salinité à ce point (Figure 18). L'amplitude des dessalures pouvant varier de 10 à 12 comme en 2007, il est important de noter qu'il s'agit là d'une masse d'eau de transition, radicalement différente des masses littorales, comme la HC02 située plus au nord. De ce fait les apports terrigènes des fleuves qui s'y jettent rechargent tout au cours de l'année le milieu en nutriments, ce qui favorise la croissance du phytoplancton.

En 2008, les concentrations mesurées en chlorophylle-a ont été inférieures à 2007 (entre 3 et 15  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), à l'exception du bloom printanier de début mai qui a largement dépassé celui de 2007 (56  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 18). Etant donné les niveaux de turbidité enregistrés sur ce point (en moyenne de l'ordre de 190 fnu en 2008), la question de la pertinence du suivi de ce paramètre est clairement posé (voir chapitre 4).

La concentration en oxygène dissous mesurée en surface est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) ou en sursaturation toute l'année, à l'exception du printemps (mars-avril), où le niveau d'oxygène était tombé à des valeurs proches de la zone de stress (suboxie) pour les organismes vivants dans la colonne d'eau (Figure 18).

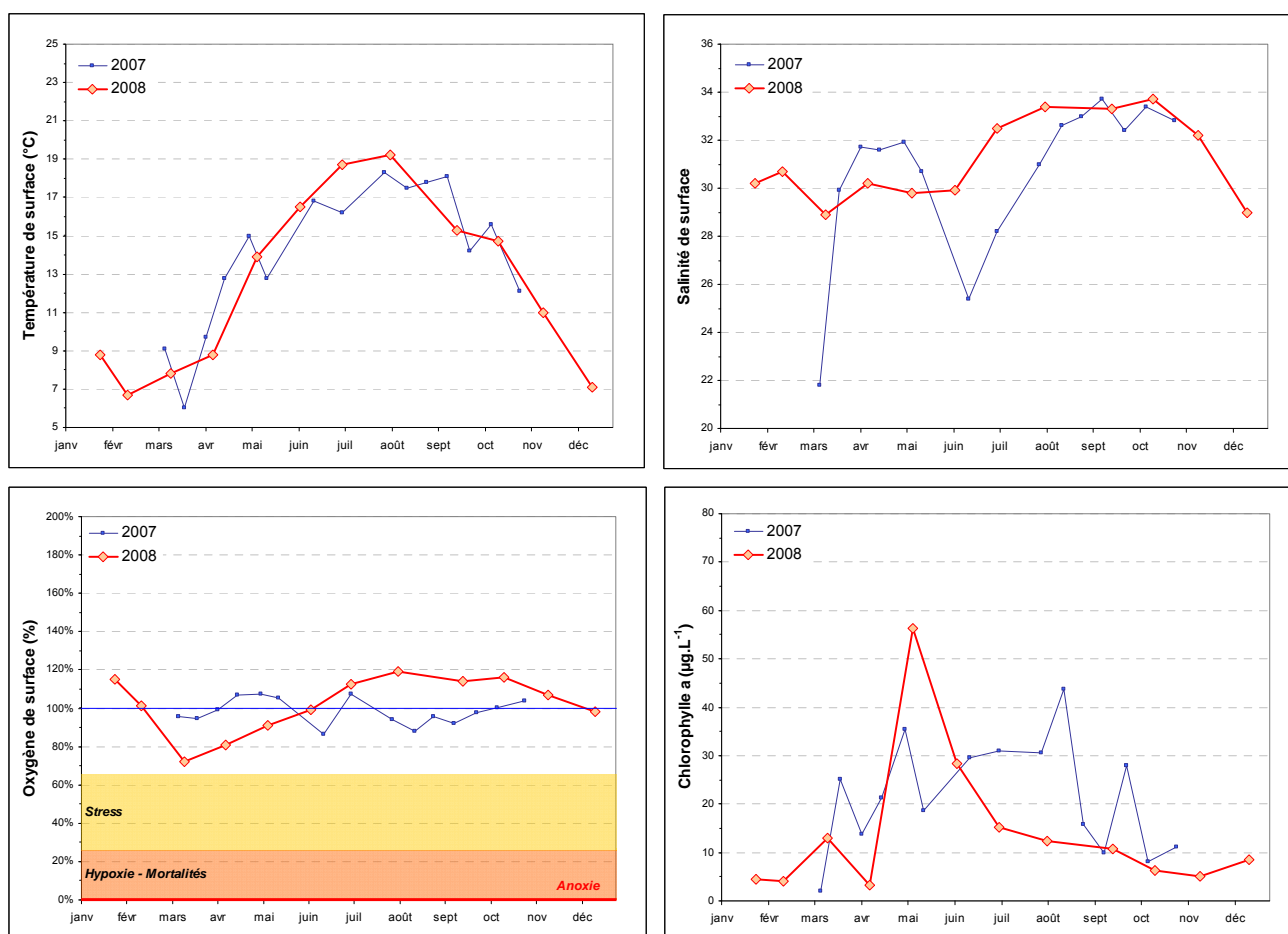


Figure 18 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a au Mont-St-Michel entre 2007 et 2008.

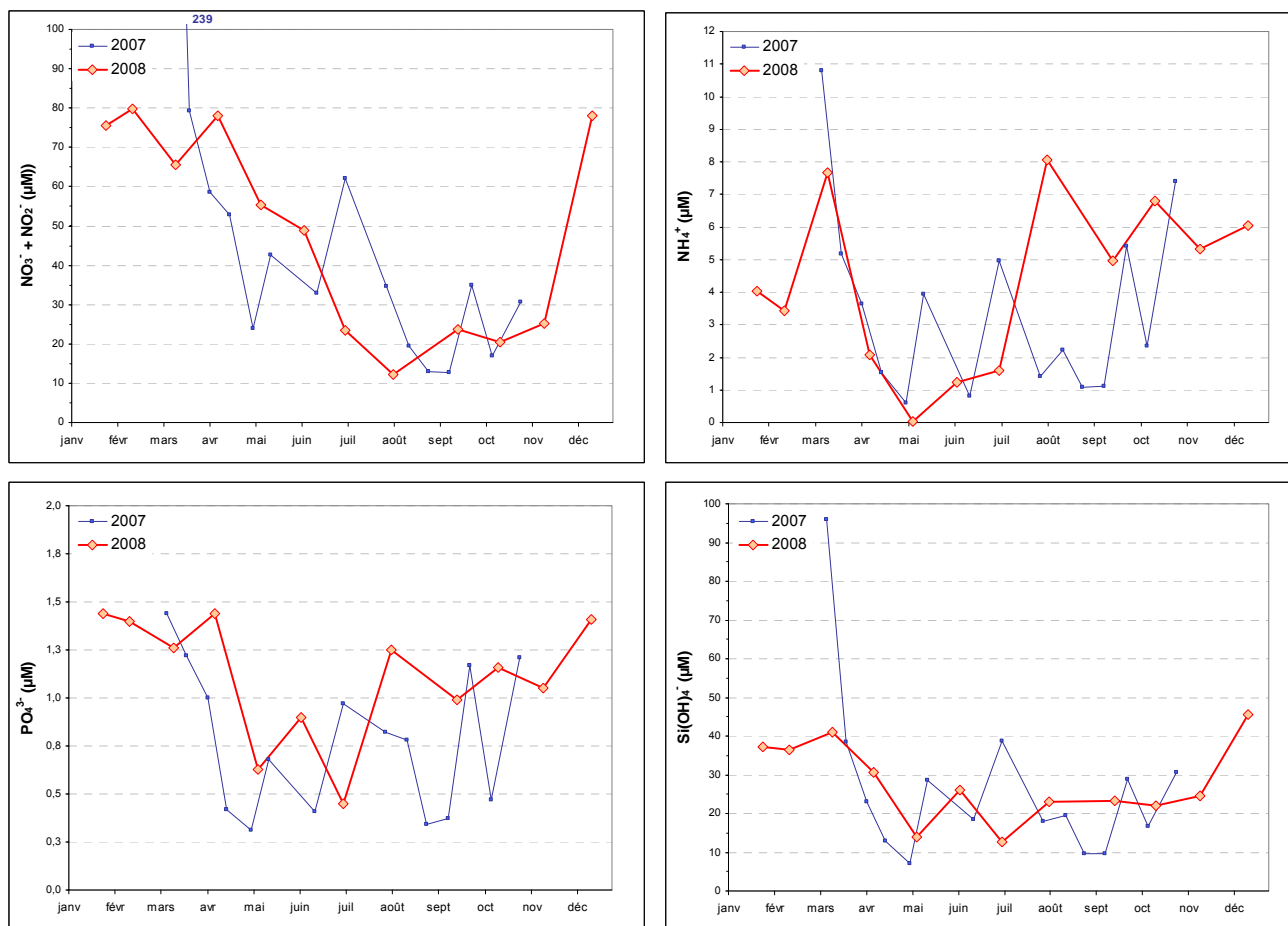


Figure 19 : Évolution des concentrations en nutriments au Mont-St-Michel entre 2007 et 2008.

Les stocks hivernaux en nutriments sont d'environ 78 µM de nitrate + nitrite (et 4 µM d'ammonium), 1,4 µM de phosphate, et 37 µM de silicate en 2008, ce qui est inférieur à ceux déterminés en 2007 (Figure 19). Enfin, la régénération du nitrate + nitrite et du silicate est observée en décembre pour atteindre des niveaux similaires aux stocks hivernaux déterminés entre janvier et mars (Figure 19).

L'examen de la distribution des rapports molaires DIN/P et Si/DIN (Figure 20) montre que les valeurs seuils de limitation d'azote de 16 et 1 respectivement (selon Redfield *et al.*, 1963) ne sont typiquement jamais dépassées.

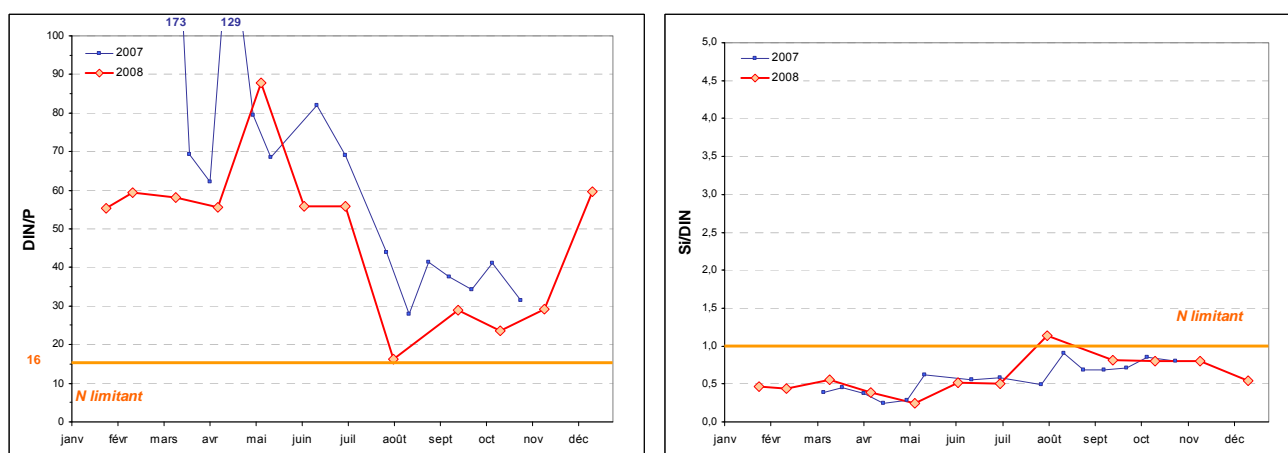


Figure 20 : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Mont-St-Michel entre 2007 et 2008.

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Mont-St-Michel-2007 »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) au Mont St-Michel montre qu'en 2008, aucune espèce n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 21). Les abondances étaient très faibles, avec seulement un maximum à 6 200 cell.L<sup>-1</sup> de PSNZ le 5 juin 2008, et aucune autre espèce toxique n'a été observée. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés au point « Mont-St-Michel-2007 » présentent les caractéristiques des flores des baies.

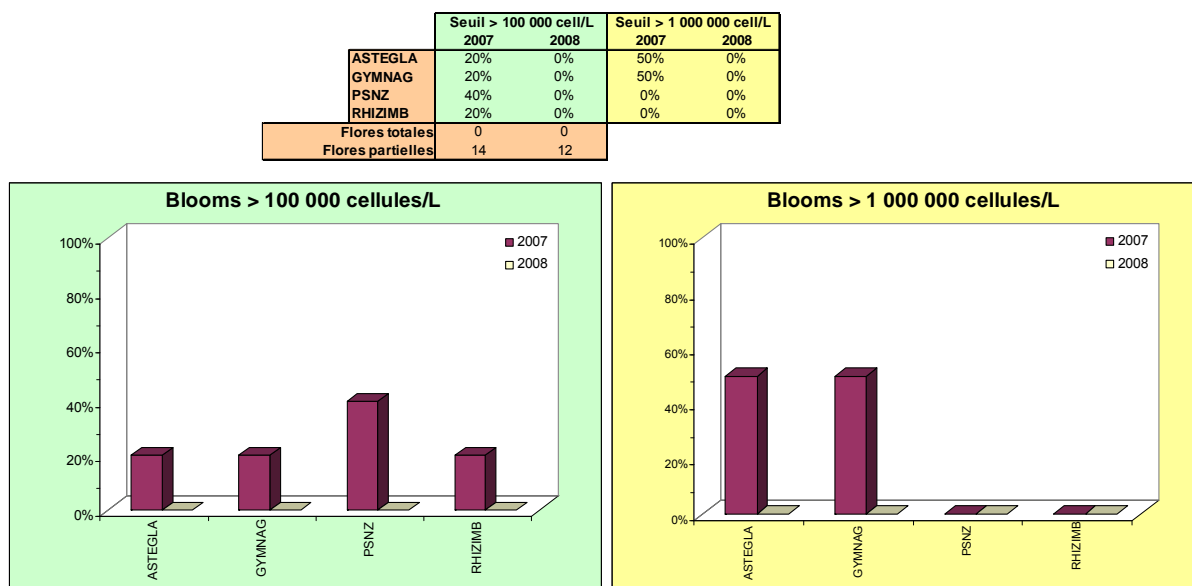


Figure 21 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Mont-St-Michel entre 2007 et 2008.

## Pertinence du suivi au point « Mont-St-Michel-2007 »

Le suivi du point de prélèvement « Mont-St-Michel 2007 » a été initié en 2007 suite au constat du manque de données pour statuer sur la masse d'eau HT05. Aussi, ce point est en « contrôle d'enquête » expérimental jusqu'à la fin 2009, après quoi une réflexion sera réalisée sur la pertinence de ce suivi pour le RHLN 2010.

**SYNTHÈSE HT05 :** Le point « Mont-St-Michel 2007 », en « contrôle d'enquête » depuis 2007, est fortement influencé par des apports terrigènes et est sujet à de fortes dessalures. Aussi, ses stocks hivernaux de nutriments sont très importants (82 µM DIN, 1,4 µM DIP, 37 µM Si), et aucun sel n'est potentiellement limitant. Le bloom printanier en 2008 a été plus intense (56 µg.L<sup>-1</sup>) qu'en 2007, mais la biomasse et l'abondance ont été globalement plus faible en 2008. Ce bloom s'est accompagné d'une légère sous-saturation en surface approchant la zone de stress pour les organismes marins au début du printemps. Aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre.

### III.2.3. Masse d'eau HC02 (Champeaux 2006-2008)

#### Hydrologie au point « Champeaux »

En 2008, les concentrations en chlorophylle-a étaient globalement inférieures à celles observées en 2007 (entre 0,6 et 4,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ), à l'exception des mois d'août et septembre (Figure 22). Aucun bloom printanier n'a été observé en 2008 mais il a pu être manqué du fait de la fréquence de prélèvement. Seul un bloom estival (juillet) puis un autre en fin d'été ont été détectés ; un bloom qui semble s'être effondré temporairement fin juillet (le 23/07) (Figure 22).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 22).

Le point Champeaux est sous l'influence indirecte des trois principaux fleuves se jetant dans la Baie du Mont-St-Michel (Couesnon, Sée et Sélune), mais aussi de masses d'eau du large du type de la HC01. Cela se traduit par des épisodes de faibles dessalures (de l'ordre de 2 au maximum sur les 2 années de suivi) permettant de recharger le milieu en nutriments, mais aussi probablement des épisodes d'inclusions d'eau du large du type HC01 pauvre en nourriture.

Ce phénomène a notamment été observé fin juillet, où une augmentation subite en salinité (+ 1) a été accompagnée par une chute en nitrate+nitrite (- 8,2  $\mu\text{M}$ ), en ammonium (- 1,9  $\mu\text{M}$ ), en phosphate (- 0,25  $\mu\text{M}$ ) et en silicate (- 7,12  $\mu\text{M}$ ), ayant pour probable conséquence le déclin subite mais temporaire du bloom (- 3,75  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en chlorophylle-a), par la limitation en nitrate du milieu (0,09  $\mu\text{M}$  nitrate+nitrite) révélée par l'étude des rapports molaires DIN/P (Figure 22, Figure 23, Figure 24).

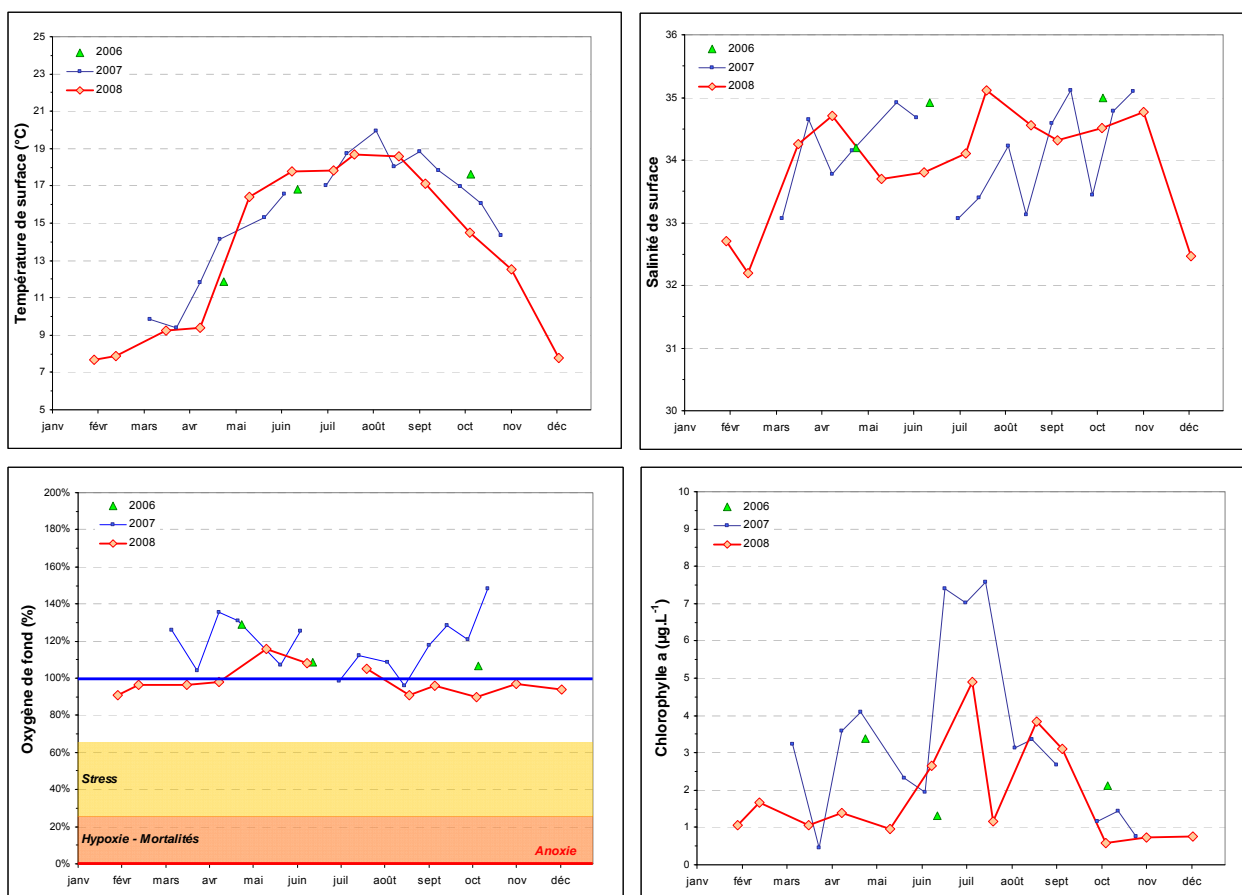
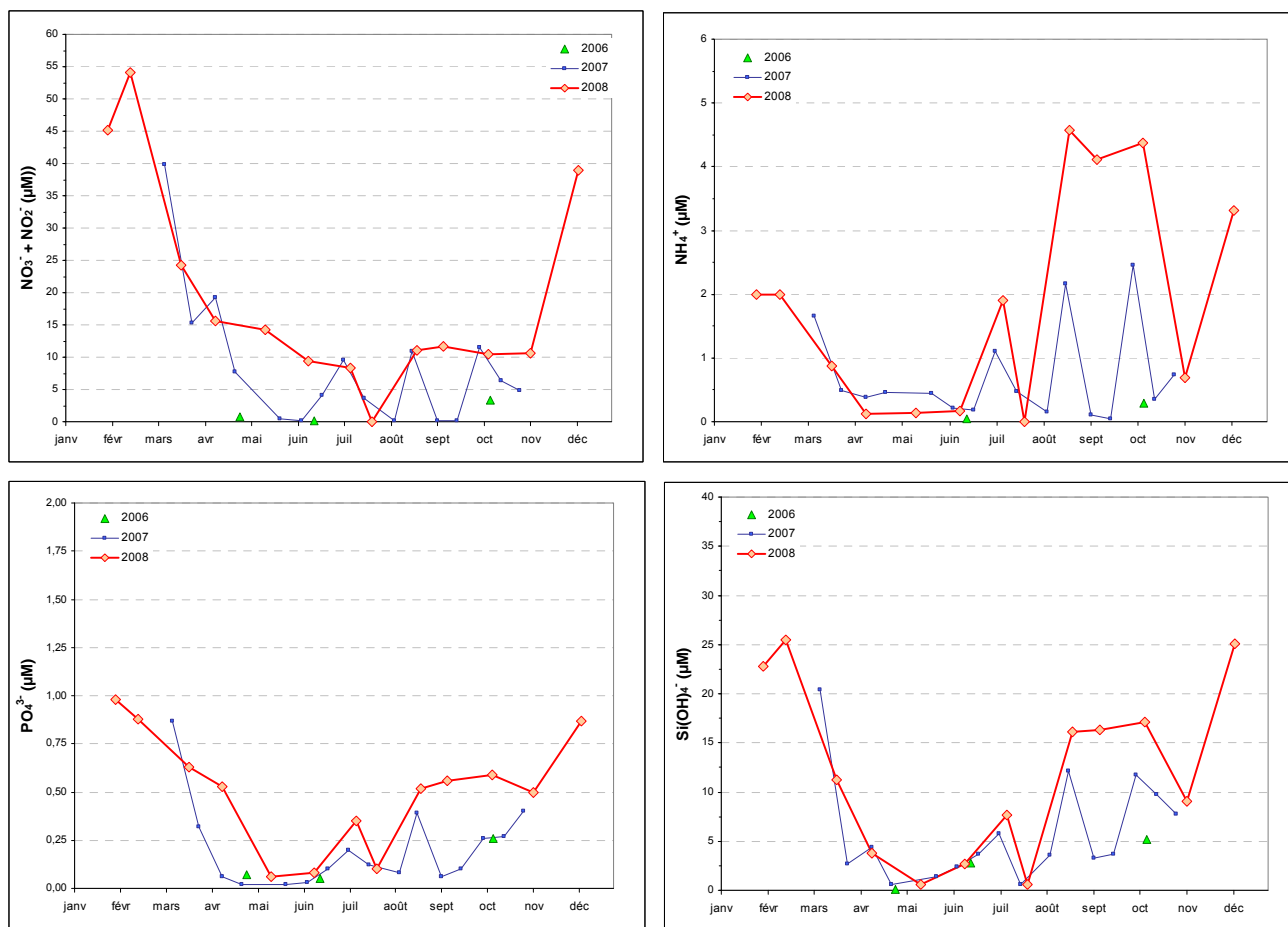


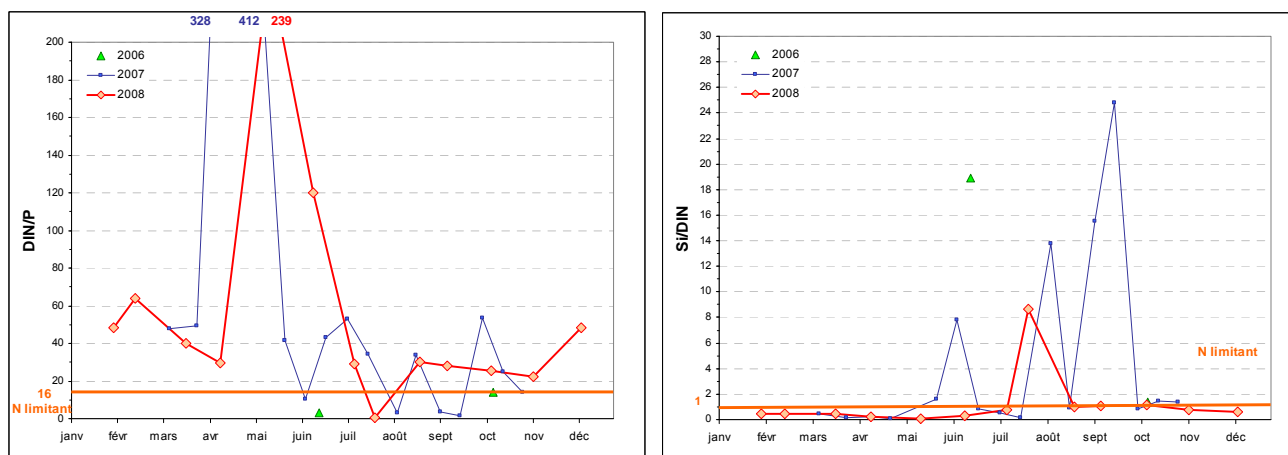
Figure 22 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Champeaux entre 2007 et 2008.

Cette masse d'eau est ainsi caractérisée par un cycle biogéochimique perturbé, où les stocks hivernaux en nutriments sont importants (environ 50  $\mu\text{M}$  de nitrate+nitrite et 2  $\mu\text{M}$  d'ammonium, 0,9  $\mu\text{M}$  de phosphate et 24  $\mu\text{M}$  de silicate) (Figure 23), et faisant l'objet de recharges nutritives permettant de relancer l'activité phytoplanctonique comme lors de la fin de l'été 2008 (Figure 23).



**Figure 23 :** Évolution des concentrations en nutriments à Champeaux entre 2007 et 2008.

L'examen de la distribution des rapports molaires DIN/P et Si/DIN (Figure 24) montre que les valeurs seuils de limitation d'azote de 16 et 1 respectivement (selon Redfield *et al.*, 1963) ne sont qu'exceptionnellement dépassées à l'occasion de l'inclusion de masses d'eau du large comme décrit ci-dessus en juillet 2008.



**Figure 24 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Champeaux entre 2007 et 2008.

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Champeaux »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à Champeaux montre qu'en 2008, aucune espèce n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 25), malgré la présence de PSNZ de mi-mai à fin juillet (82 900 cell.L<sup>-1</sup> le 11/06), et le reste de l'année. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Champeaux présentent les caractéristiques des flores des baies, confirmant ainsi l'influence de la masse d'eau HT05.

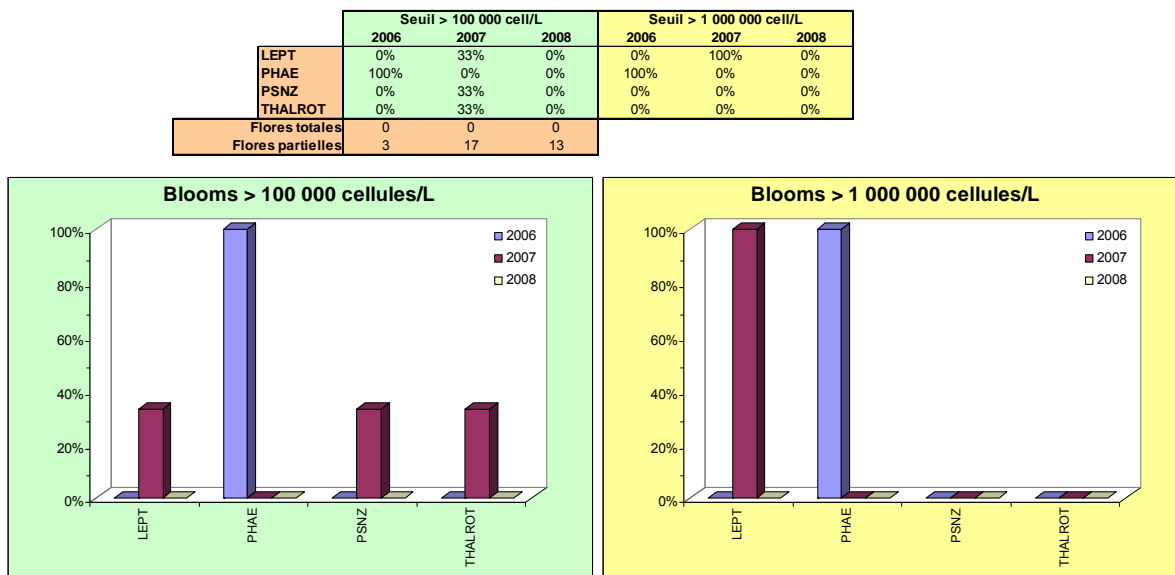


Figure 25 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Champeaux entre 2006, 2007 et 2008.

## Pertinence du suivi au point « Champeaux »

Le point de prélèvement « Champeaux » a pris le relais du point « Hacqueville » abandonné en 2006. Les premières données obtenues à partir de deux années de suivi ont permis de caractériser un cycle biogéochimique « perturbé » par des recharges nutritives issues de l'influence de la masse d'eau HT05, et des inclusions de masses d'eau oligotrophes du large du type de la HC01. Ce point fait l'objet d'un contrôle de surveillance DCE.

**SYNTHÈSE HCO<sub>2</sub> :** Le point « Champeaux » est à la fois influencé par des recharges nutritives de la masse d'eau HT05 permettant à l'activité phytoplanctonique de se maintenir jusqu'à la fin de l'été, et par des inclusions d'une masse d'eau oligotrophe du type de HC01 provoquant une chute de la biomasse probablement limitée en azote, comme ponctuellement en 2008. Les stocks hivernaux de nutriments sont donc importants (52 µM DIN, 0,9 µM DIP, 24 µM Si) mais sont dépendants de l'hydrodynamisme de la masse d'eau. Aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en 2008.

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

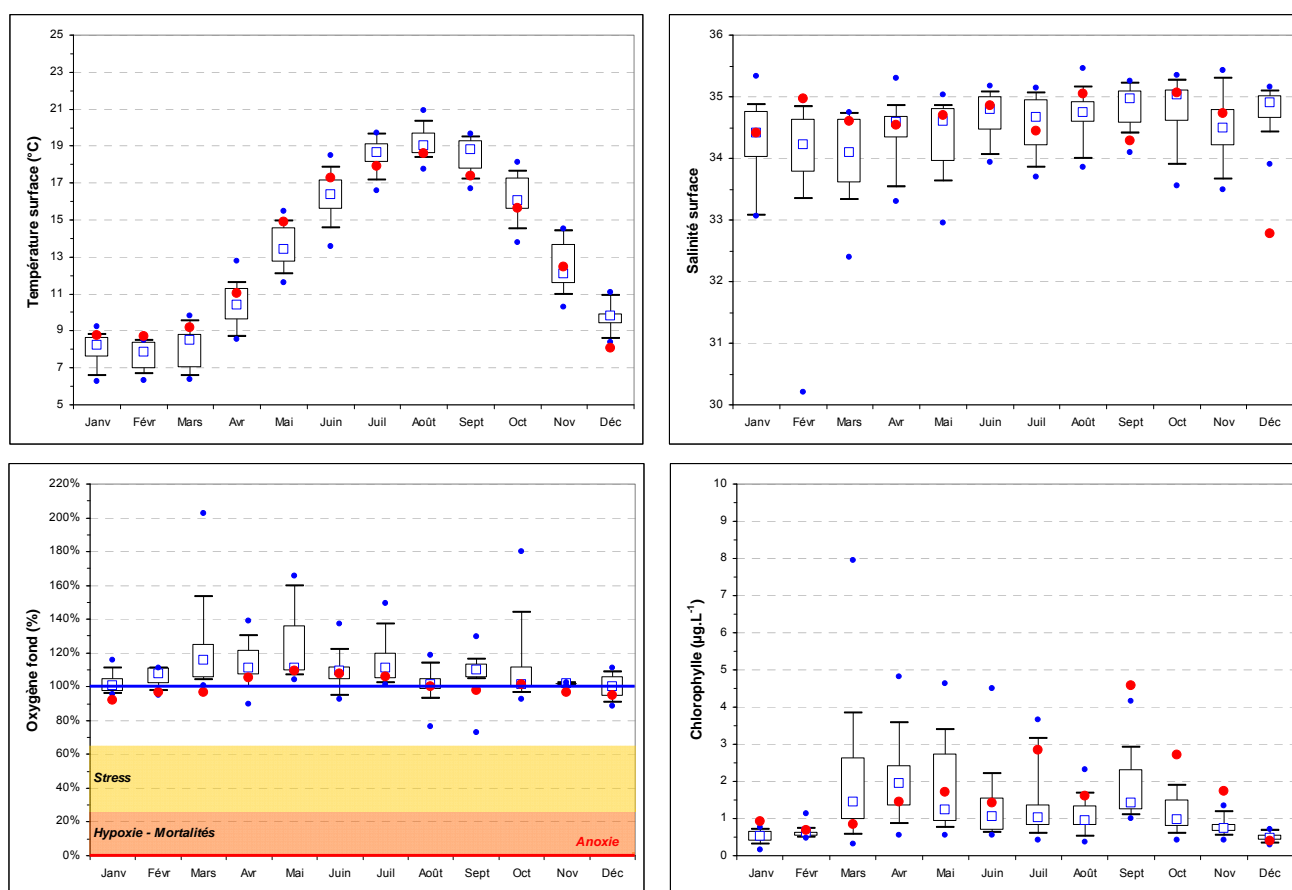
#### III.2.4.1. Donville 2001-2008

##### Hydrologie au point « Donville »

En 2008, la période productive semble n'avoir débuté qu'à partir du mois d'avril avec un léger pic de chlorophylle-a de  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$ , bien que le bloom ait pu être manqué du fait de la fréquence de prélèvement en avril (Figure 26). En revanche, les niveaux de chlorophylle-a relevés aux mois de juillet et septembre ont atteint en moyenne  $4 \mu\text{g.L}^{-1}$  et dépasse ainsi les maxima enregistrés depuis 2001 de septembre à novembre (Figure 26).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 26).

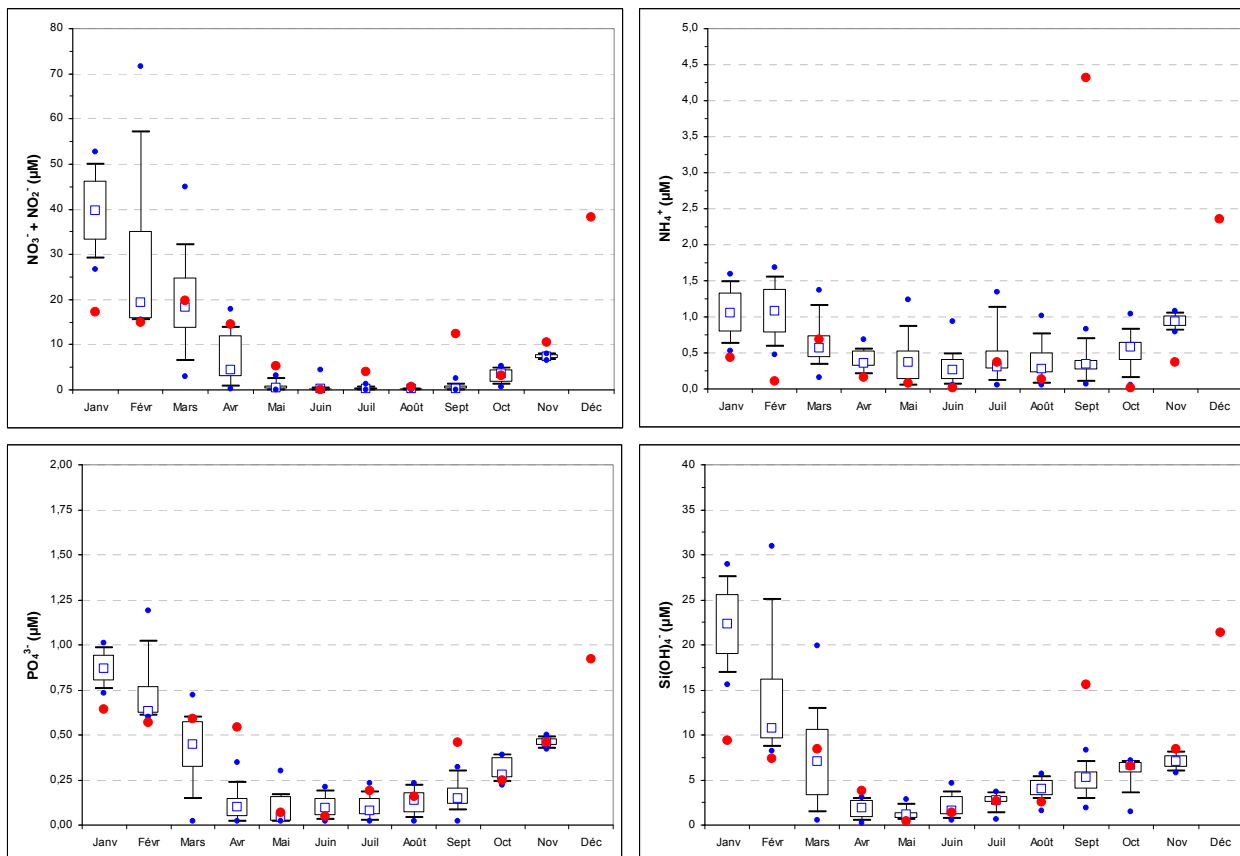
A l'exception du minimum de salinité atteint en février 2003 et décembre 2008 (Figure 26), les dessalures observées sur Donville restent assez faibles (de l'ordre de 2 à 3), et sont associées à des recharges en nutriment de la masse d'eau.



**Figure 26 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Donville entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

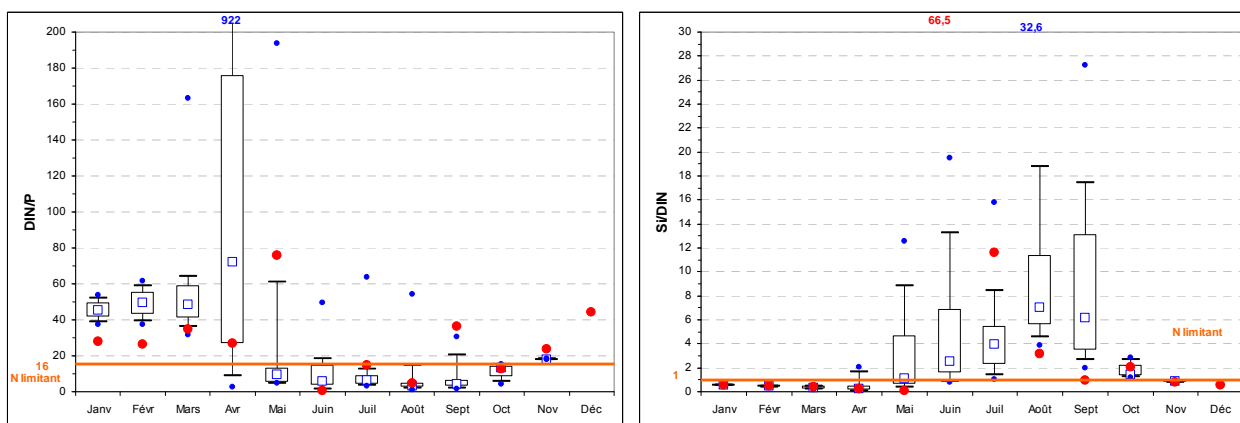
En effet, l'intensité du bloom de juillet et de septembre semble directement corrélée avec des pics de concentration en nutriments, par exemple en septembre, correspondant à  $+ 11,7 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite associé à un pic de  $4,3 \mu\text{M}$  d'ammonium révélant le recyclage de l'azote dans la colonne d'eau, à  $+ 0,3 \mu\text{M}$  de phosphate, et à  $+ 13,1 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 27).

Ce point est ainsi caractérisé par un cycle biogéochimique légèrement perturbé, où les stocks hivernaux en nutriments sont importants (environ 16  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite, 0,6  $\mu\text{M}$  de phosphate et 8  $\mu\text{M}$  de silicate en 2008) mais plus faibles en 2008 que les années précédentes (Figure 27). Le point présente de très faibles concentrations pendant la période estivale et fait l'objet d'importantes recharges nutritives permettant de relancer l'activité phytoplanctonique comme lors de la fin de l'été 2008 en septembre (Figure 27).



**Figure 27 :** Évolution des concentrations en nutriments à Donville entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

L'examen de la distribution des rapports molaires DIN/P et Si/DIN (Figure 28) montre que les valeurs seuils de limitation d'azote de 16 et 1 respectivement (selon Redfield *et al.*, 1963) sont généralement dépassées de juin à octobre, à l'exception de septembre en 2008.



**Figure 28 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Donville. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).



## Peuplements phytoplanctoniques au point « Donville »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores totales) à Donville montre qu'en 2008, quatre taxons ont présenté des blooms supérieurs à 100 000 cellules par litre à fréquence égale (Figure 29). Deux de ces taxons (ASTEGLA, RHIZDEL) n'avaient jamais produit de blooms > 100 000 cell.L<sup>-1</sup> depuis 2001. Aucun bloom supérieur à 1 000 000 de cellules par litre n'a été enregistré en 2008 (Figure 29).

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2001-2006              | 2007 | 2008 | 2001-2006                | 2007 | 2008 |
| ASTEGLA           | 0%                     | 0%   | 25%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| CHAESOC           | 0%                     | 20%  | 0%   | 14%                      | 0%   | 0%   |
| CLCRYPTO          | 17%                    | 20%  | 25%  | 14%                      | 0%   | 0%   |
| PHAE              | 20%                    | 20%  | 0%   | 43%                      | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 13%                    | 20%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL           | 0%                     | 0%   | 25%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZFRA           | 17%                    | 20%  | 25%  | 29%                      | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 17%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 113                    | 9    | 12   |                          |      |      |
| Flores partielles | 22                     | 9    | 4    |                          |      |      |

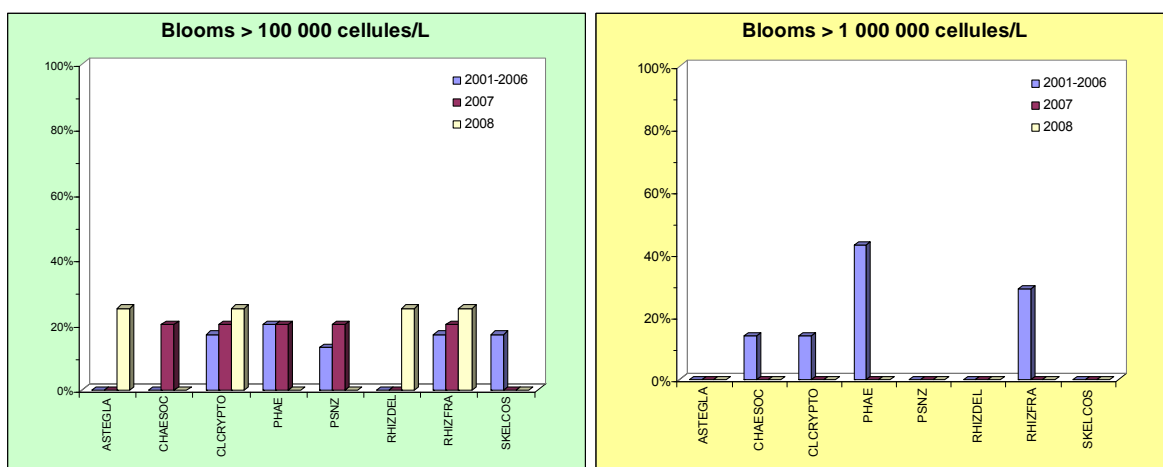


Figure 29 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Donville entre 2001-2006, 2007 et 2008.

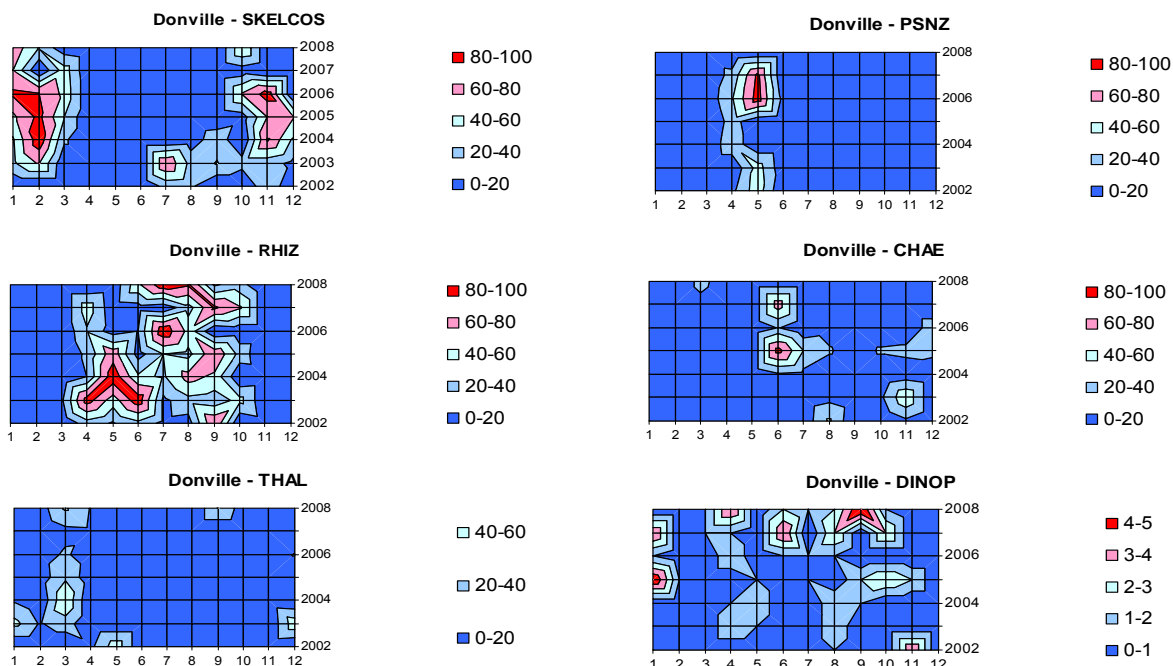


Figure 30 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Donville.

L'étude de l'évolution temporelle des dominances des principales espèces révèle que le bloom estival (juin à août 2008) était principalement dû au taxon RHIZ qui s'accommode des milieux pauvres en nutriments, suivi, en septembre, par un bloom impliquant du THAL et DINOP (Figure 30). La diatomée THAL a probablement profité de l'apport de silicate de septembre. Prférant les milieux riches en nutriments, le taxon néritique SKELCOS est, quant à lui, typiquement responsable de la biomasse hivernale comme le montre la Figure 30.

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

### **Pertinence du suivi au point « Donville »**

Le point de prélèvement « Donville » fait parti 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 biogéochimique légèrement « perturbé », mais gardant fortement les caractéristiques d'un cycle classique, par l'appauvrissement presque total du nitrate + nitrite, phosphate, et même silicate en été. Ce point est conservé en contrôle de surveillance DCE pour le sud de la masse d'eau HC03.

### III.2.4.2. Coudeville 1 mille 2006-2008

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

Les paramètres hydrologiques mesurés à Coudeville semblent suivre le cycle saisonnier généralement rencontré le long de la côte nord-ouest du Cotentin (Figure 31). Les variations de salinité sont faibles et la période productive ne débute, comme sur Donville, qu'à partir du mois d'avril, avec un pic de chlorophylle-a enregistré à  $5,6 \mu\text{g.L}^{-1}$ , ce qui représente la deuxième plus haute valeur depuis 2006. Les niveaux de chlorophylle-a relevés aux mois de juillet et septembre ont atteint en moyenne  $3 \mu\text{g.L}^{-1}$  ce qui reste dans l'intervalle des valeurs obtenues depuis 2006 (Figure 31).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 31).

Le suivi réalisé en 2008 a permis d'obtenir des données sur 12 mois, révélant que, suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux ont été de l'ordre de  $21 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,6 \mu\text{M}$  de phosphate et de  $10 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 32).

Ces stocks sont ensuite épuisés pendant la période estivale, à moins qu'un apport terrigène n'augmente subitement les stocks, comme cela a été le cas en septembre, permettant ainsi le développement phytoplanctonique.

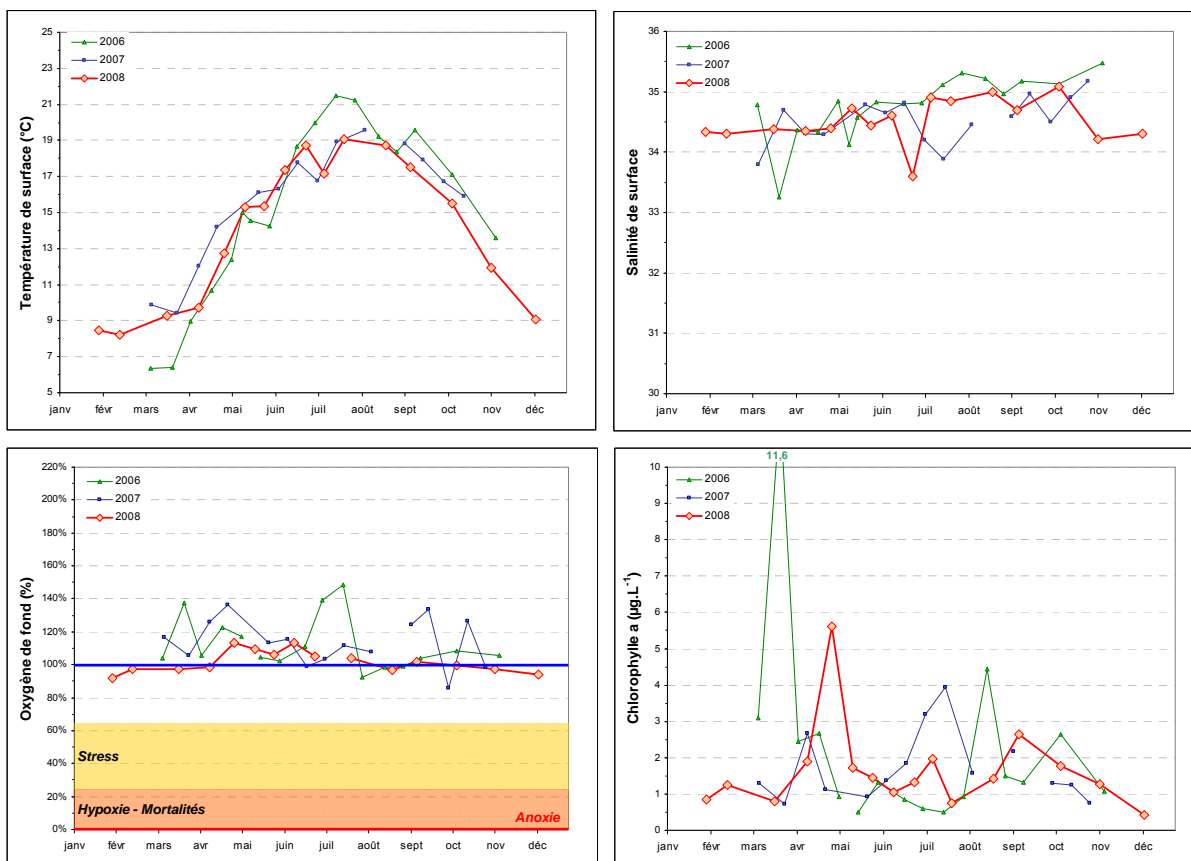


Figure 31 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Coudeville 1 mille en 2006, 2007 et 2008.

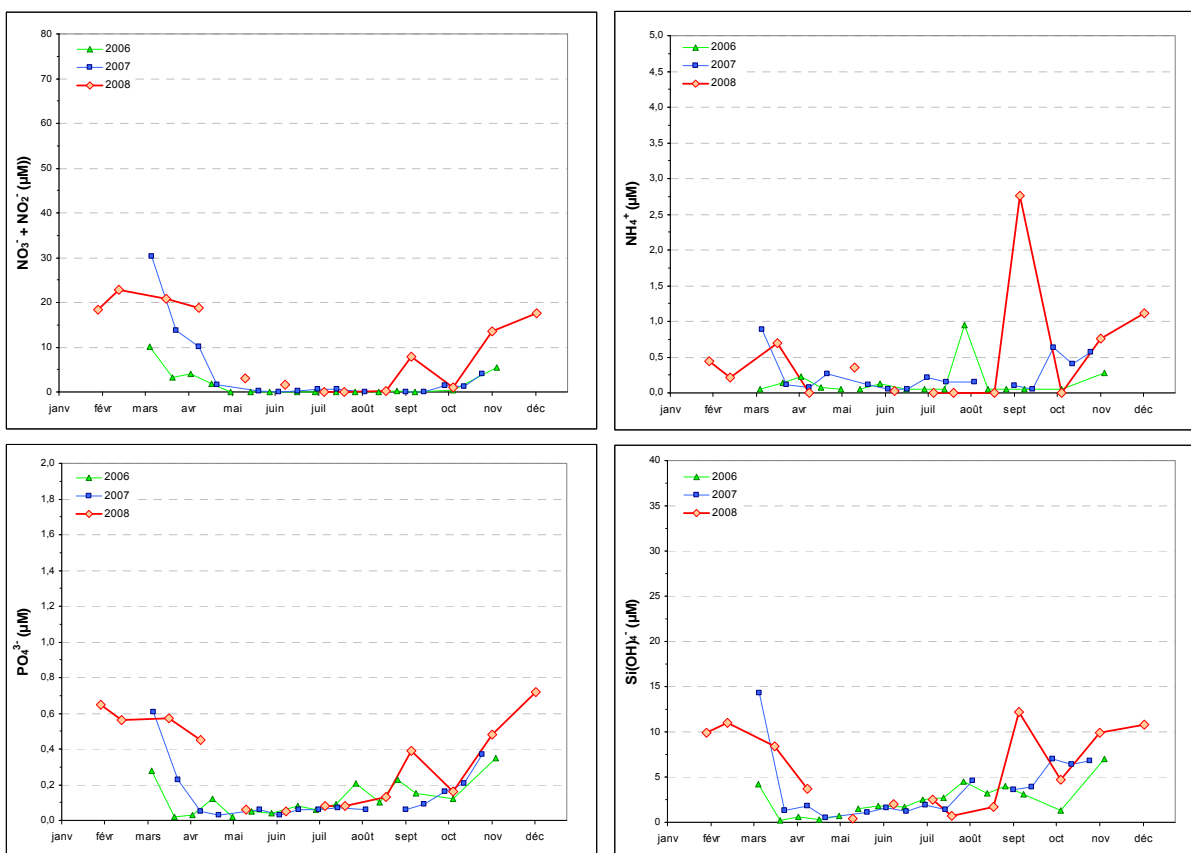


Figure 32 : Évolution des concentrations en nutriments à Coudeville 1 mille entre 2006 et 2008.

L'examen de la distribution des rapports molaires DIN/P et Si/DIN (Figure 33) montre que les valeurs seuils de limitation d'azote de 16 et 1 respectivement (selon Redfield *et al.*, 1963) sont généralement dépassées de juillet à octobre, à l'exception de septembre 2008.

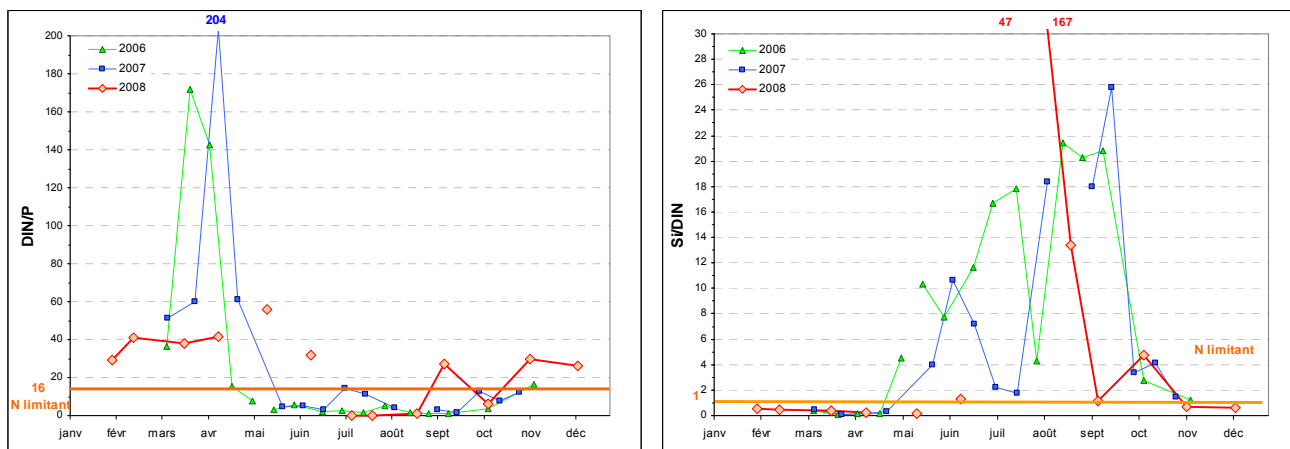


Figure 33 : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Coudeville 1 mille.

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

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à Coudeville montre qu'en 2008, aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 34), malgré la présence de PSNZ d'avril à juin et en fin d'été. 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.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2006                   | 2007 | 2008 | 2006                     | 2007 | 2008 |
| LEPT              | 0%                     | 25%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| PHAE              | 25%                    | 0%   | 0%   | 67%                      | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 50%                    | 50%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZFRA           | 13%                    | 0%   | 0%   | 33%                      | 0%   | 0%   |
| THALROT           | 13%                    | 25%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 19                     | 16   | 16   |                          |      |      |

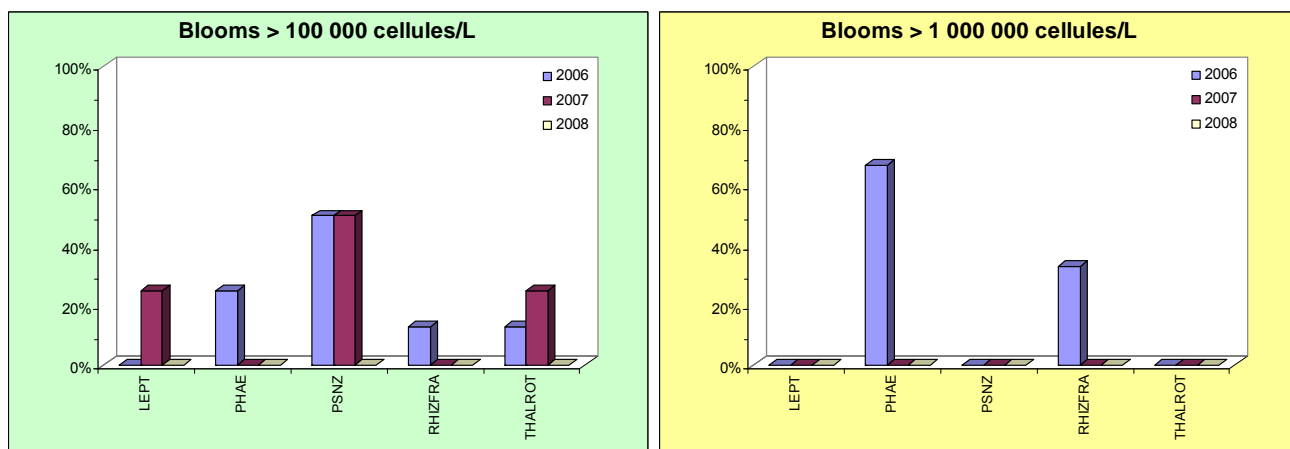


Figure 34 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Coudeville 1 mille entre 2006, 2007 et 2008.

## Pertinence du suivi

Le point de prélèvement « Coudeville 1 mille » est un point récemment ajouté au RHLN du fait de l'intensité des usages de la côte ouest, et notamment par la présence de nombreuses activités ostréicoles et mytilicoles. Son cycle biogéochimique apparaît principalement du type « classique », avec, toutefois, des apports ponctuels de nutriments favorisant le développement phytoplanctonique. Ce point fait donc l'objet d'un contrôle complémentaire régional.

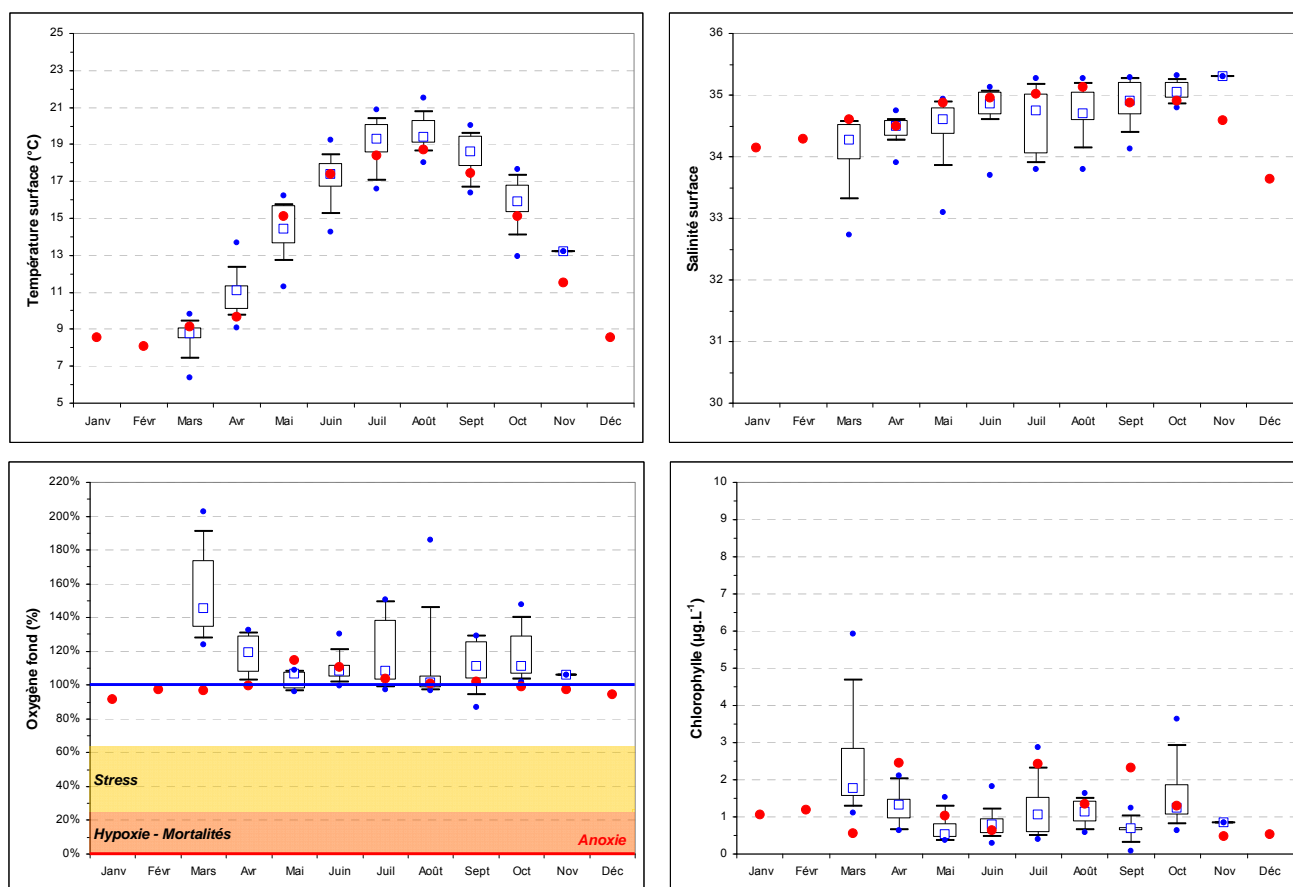
### III.2.4.3. Pointe Agon Sud 2006-2008

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

Bien qu'étant sous l'influence du panache de la *Sienne*, le point d'Agon (Figure 35) ne connaît pas de fortes chutes de salinité (de l'ordre de 2 au maximum), et en 2008, n'a connu aucune dessalure majeure jusqu'à l'automne.

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 35).

Comme sur Donville et Coudeville, l'année a été ponctuée de 3 blooms successifs au printemps, en été et début septembre. A Agon, ces blooms ont atteint une concentration en chlorophylle-a d'environ  $2,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ , constituant ainsi des extrêmes interannuels en avril et septembre depuis 2001 (Figure 35).



**Figure 35 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à la Pointe Agon Sud. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Le suivi réalisé en 2008 a permis d'obtenir des données sur 12 mois, révélant que, suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de 21  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite, 0,6  $\mu\text{M}$  de phosphate et de 10  $\mu\text{M}$  de silicate, des stocks similaires à ceux enregistrés à Coudeville (Figure 36).

Ces stocks sont ensuite épuisés pendant la période estivale, et sont régénérés en fin d'été, permettant ainsi le développement phytoplanctonique en septembre (Figure 36).

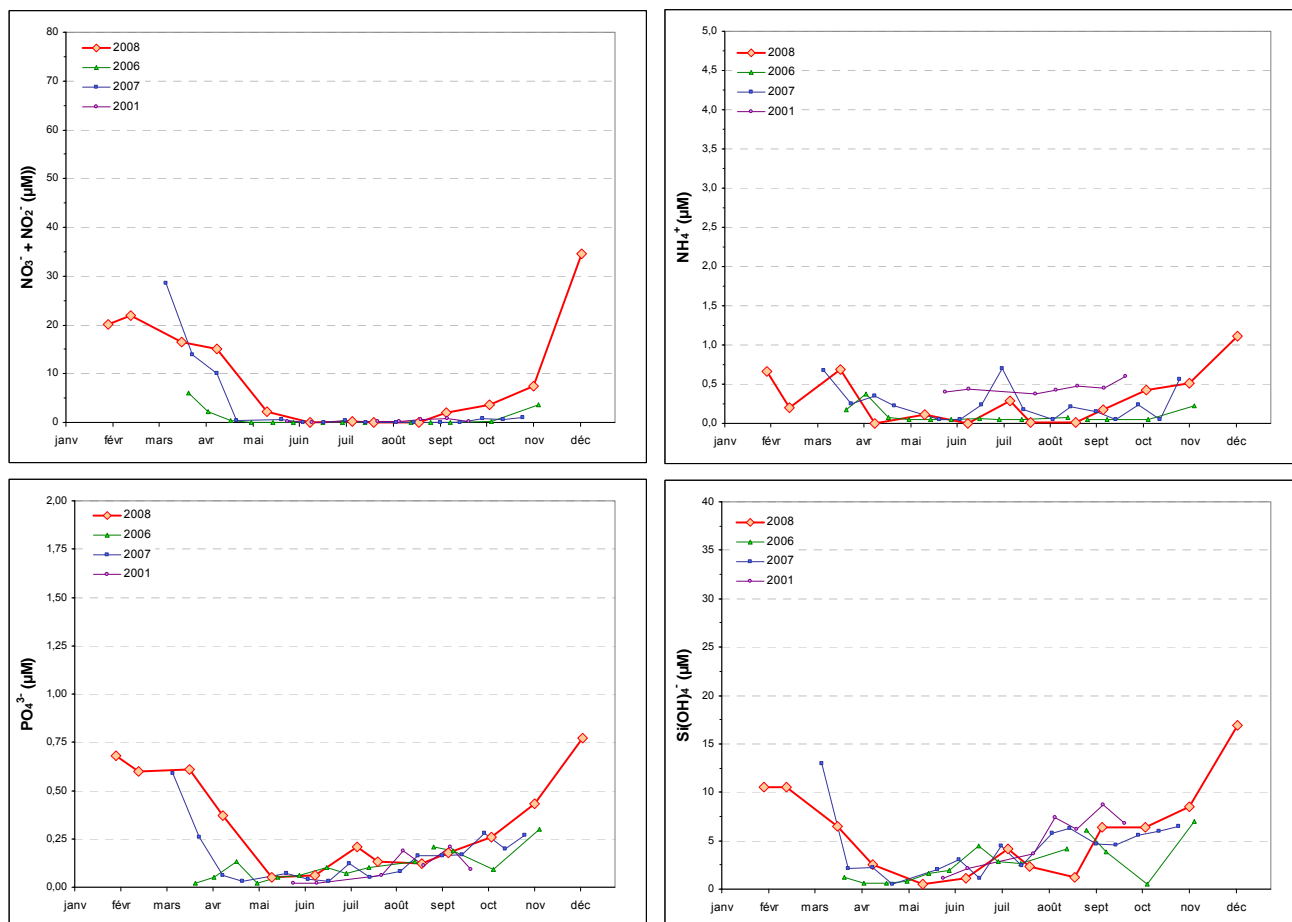


Figure 36 : Évolution des concentrations en nutriments à la Pointe Agon Sud entre 2001, 2006 et 2008.

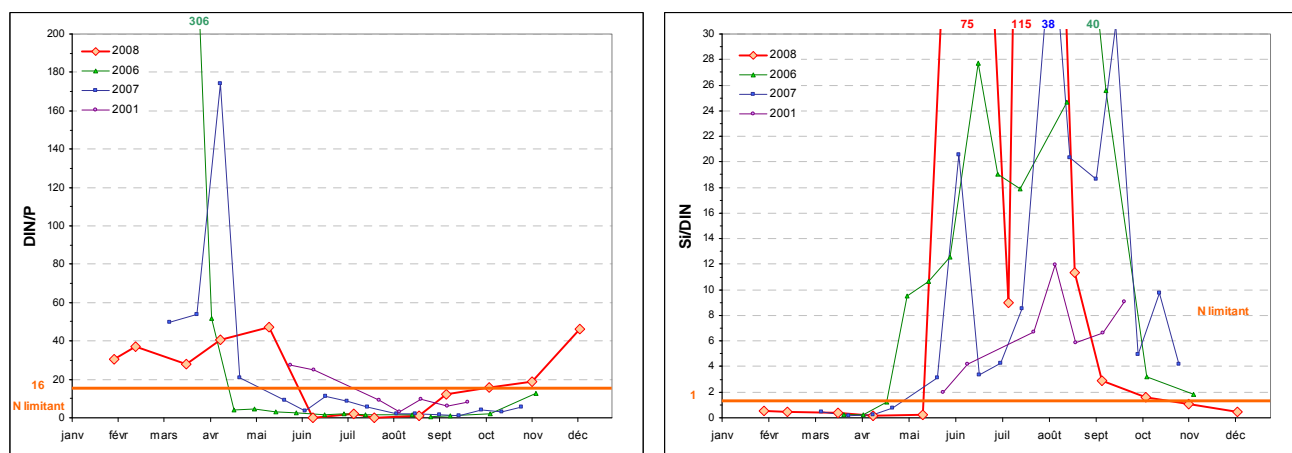


Figure 37 : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur la Pointe Agon Sud.

L'examen de la distribution des rapports molaires DIN/P et Si/DIN (Figure 37) montre que les valeurs seuils de limitation d'azote de 16 et 1 respectivement (selon Redfield *et al.*, 1963) sont généralement dépassées de juin à fin septembre.

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Pointe Agon Sud »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielle) à Agon montre qu'en 2008, aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 38), malgré la présence de PSNZ en avril et pendant l'été. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Agon sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche, et sont comparables à ceux rencontrés à Coudeville dans le Sud et Pirou dans le Nord.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2001-2006              | 2007 | 2008 | 2001-2006                | 2007 | 2008 |
| CHAESOC           | 10%                    | 0%   | 0%   | 33%                      | 0%   | 0%   |
| PHAE              | 30%                    | 0%   | 0%   | 67%                      | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 20%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZFRA           | 30%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL           | 0%                     | 100% | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 10%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 75                     | 16   | 13   |                          |      |      |

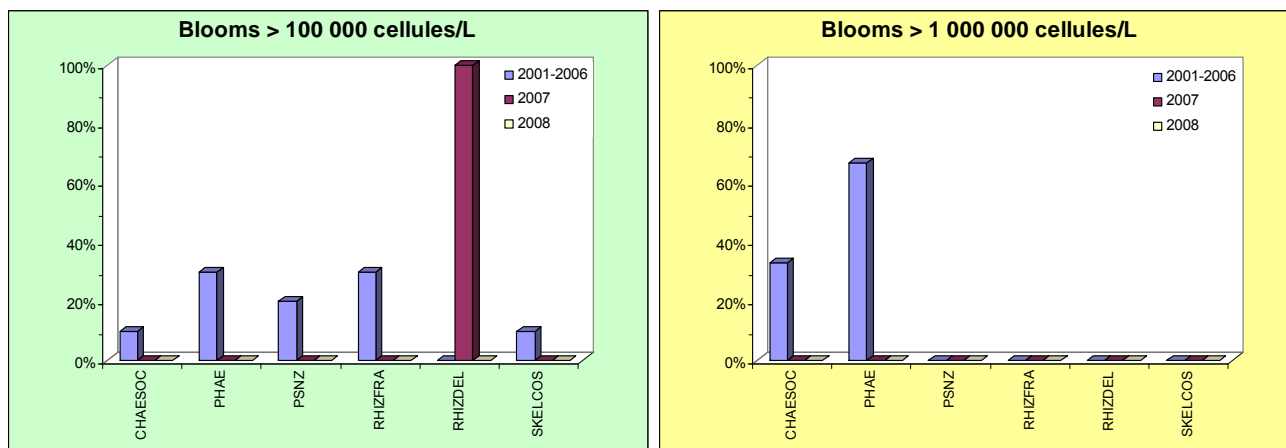


Figure 38 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur la Pointe Agon Sud entre 2006, 2007 et 2008.

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

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

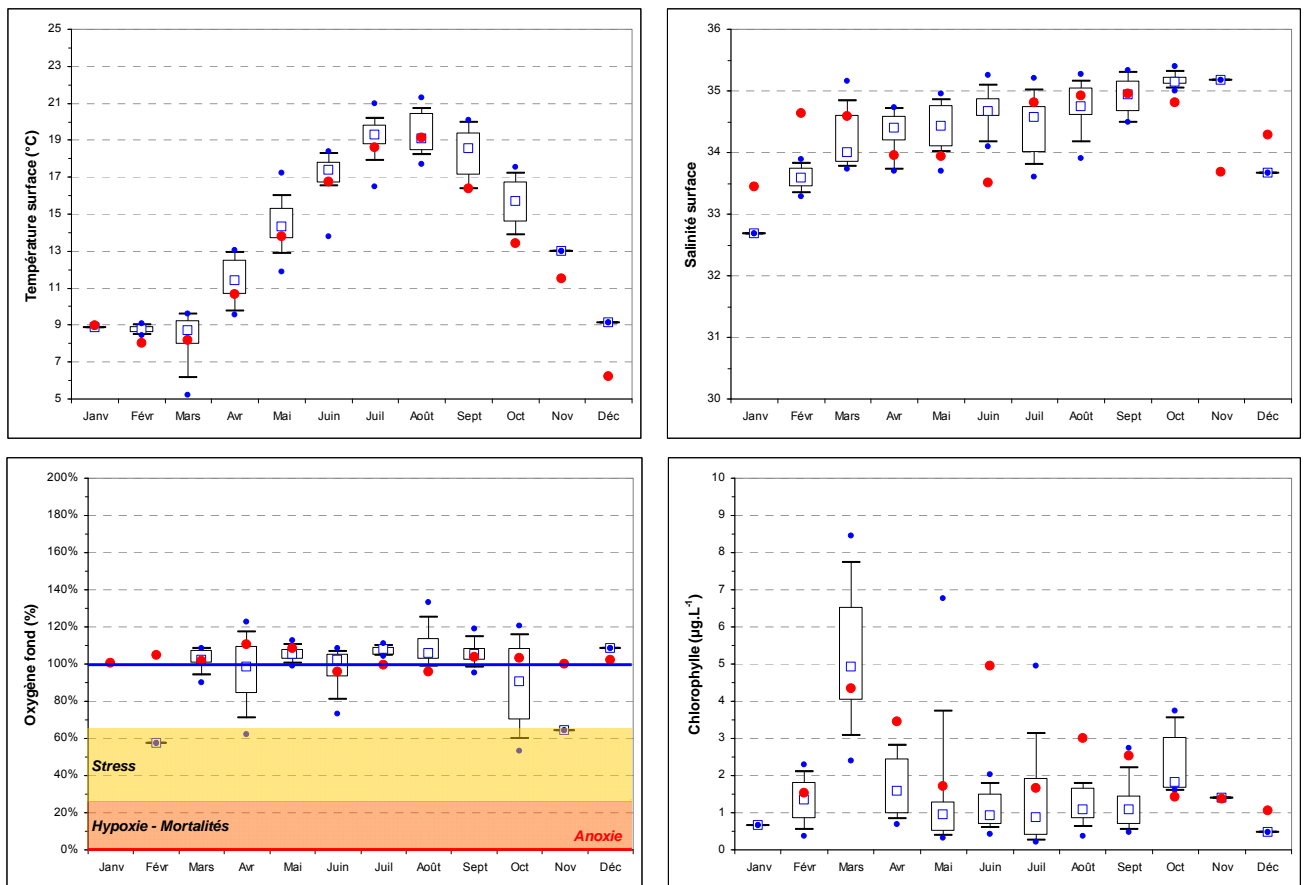
### III.2.4.4. Pirou Bergerie Sud 2006-2008

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

En 2008, deux épisodes de dessalure marqués (d'environ 1,5) ont été observés, le premier d'avril à juin, avec un pic marqué début juin, et le deuxième de novembre à mi-décembre (Figure 39).

Bien qu'ayant atteint à plusieurs occasions des niveaux d'oxygène pouvant provoqué du stress et des situations d'évitement des organismes marins auparavant, 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 2008, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 39).

Contrairement aux points situés plus au sud, la période productive semble avoir débuté dès le mois de mars 2008. Les dessalures, indicatrices d'apports terrigènes accrus, ont permis d'alimenter l'activité phytoplanctonique tout au long de l'année à un niveau supérieur à  $1 \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2008, et particulièrement 3 blooms au printemps ( $4,3 \mu\text{g.L}^{-1}$  chlorophylle-a), été ( $8 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) et fin d'été ( $4,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 39). Ces pics restent néanmoins dans la gamme des concentrations rencontrées sur la côte ouest du cotentin.

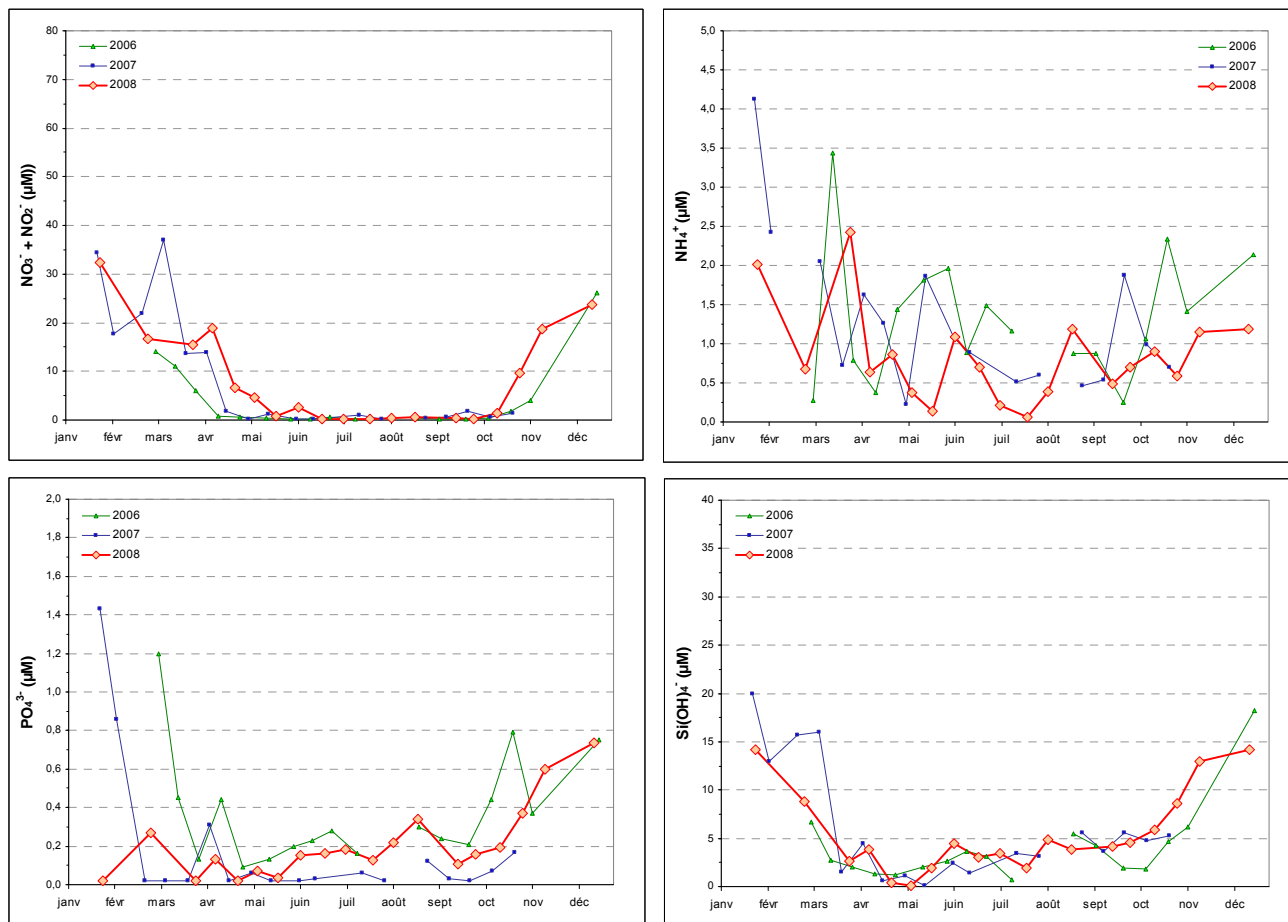


**Figure 39 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Pirou Bergerie Sud. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Le suivi dorénavant réalisé sur 12 mois, révèle que, suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de  $24 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,1 \mu\text{M}$  de phosphate et de  $11 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 40), ce qui est sensiblement supérieur à ceux de Agon.

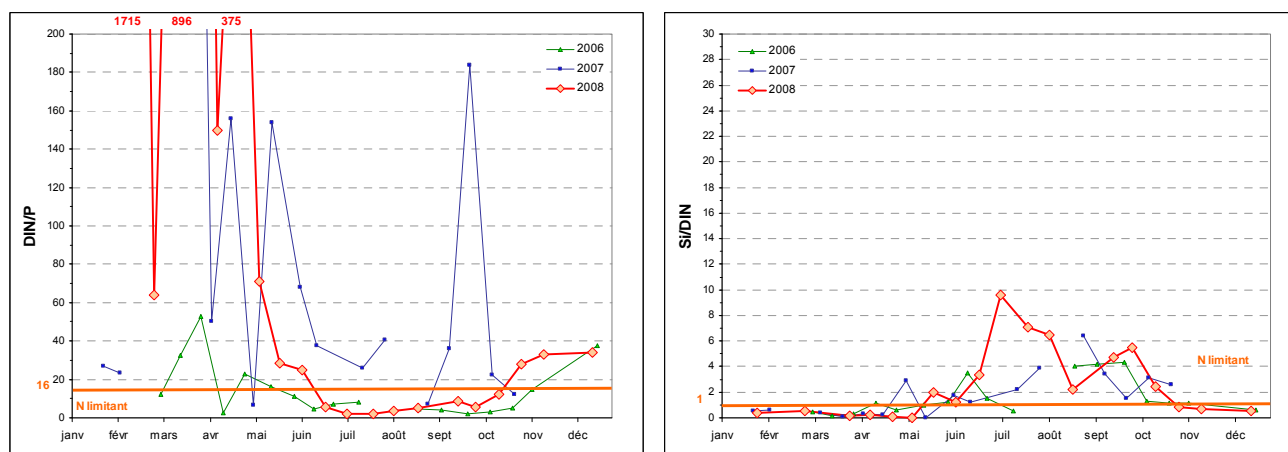


Ces stocks sont ensuite épuisés pendant la période estivale, à moins qu'un apport terrigène n'augmente subitement les stocks, comme cela a été le cas début juin (Figure 40), permettant ainsi le développement phytoplanctonique à hauteur de  $8 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  de chlorophylle-a (Figure 39).



**Figure 40 :** Évolution des concentrations en nutriments à Pirou Bergerie Sud entre 2006 et 2008.

L'examen de la distribution des rapports molaires DIN/P et Si/DIN (Figure 41) montre que les valeurs seuils de limitation d'azote de 16 et 1 respectivement (selon Redfield *et al.*, 1963) sont généralement dépassées de mi-juin à mi-octobre. Il est à noter que le bloom printanier en mars 2008 pourrait avoir été limité en phosphate ( $0,02 \mu\text{M}$  le 26/03) alors que le nitrate+nitrite et le silicate sont en concentration suffisante ( $15,5 \mu\text{M}$  et  $2,6 \mu\text{M}$  respectivement).



**Figure 41 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Pirou Bergerie Sud.

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Pirou Bergerie Sud »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) à Pirou montre qu'en 2008, aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 42), malgré la présence de PSNZ au printemps et en été. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Pirou sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

|                   | 2001-2006 | 2007 | 2008 | 2001-2006 | 2007 | 2008 |
|-------------------|-----------|------|------|-----------|------|------|
| ASTEGLA           | 56%       | 0%   | 0%   | 33%       | 0%   | 0%   |
| CHAESOC           | 11%       | 20%  | 0%   | 33%       | 100% | 0%   |
| LEPT              | 0%        | 20%  | 0%   | 0%        | 0%   | 0%   |
| PLAG              | 0%        | 40%  | 0%   | 0%        | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 11%       | 20%  | 0%   | 0%        | 0%   | 0%   |
| RHIZFRA           | 11%       | 0%   | 0%   | 33%       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 11%       | 0%   | 0%   | 0%        | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 0         | 0    | 0    |           |      |      |
| Flores partielles | 69        | 16   | 20   |           |      |      |

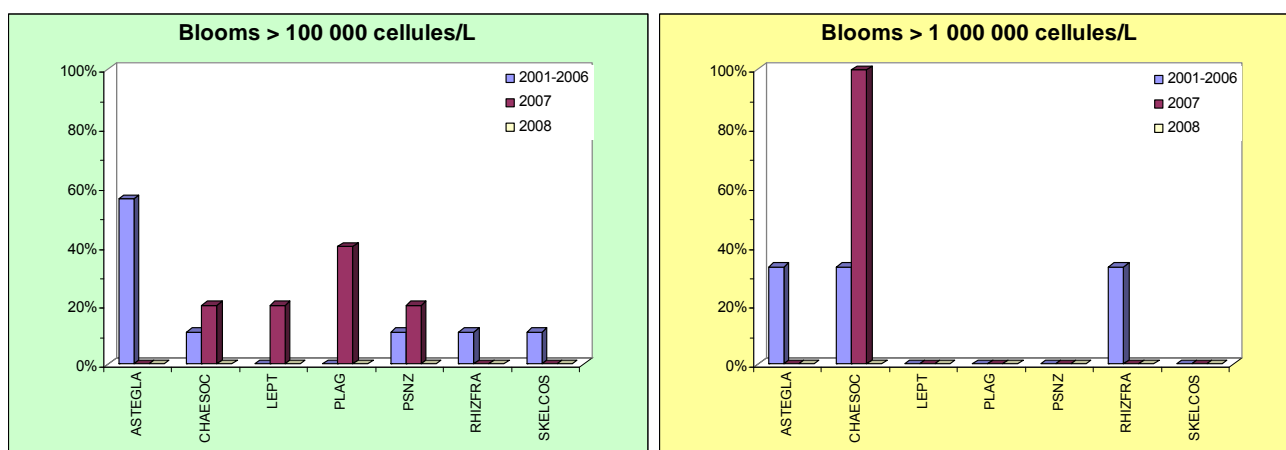


Figure 42 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Pirou Bergerie Sud entre 2001-2006, 2007 et 2008.

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

Le point de prélèvement « Pirou Bergerie Sud » est un point récemment ajouté au RHLN du fait de l'intensité des usages de la côte ouest, et notamment par la présence de nombreuses activités ostréicoles et mytilicoles. Son cycle biogéochimique apparaît principalement du type « classique », avec, toute fois, des apports ponctuels de nutriments favorisant un développement phytoplanctonique soutenu. Ce point étant plus influencé par les eaux de la Manche que le point Donville, il est retenu dans le cadre du contrôle de surveillance de la DCE pour caractériser la longue masse d'eau HC03.

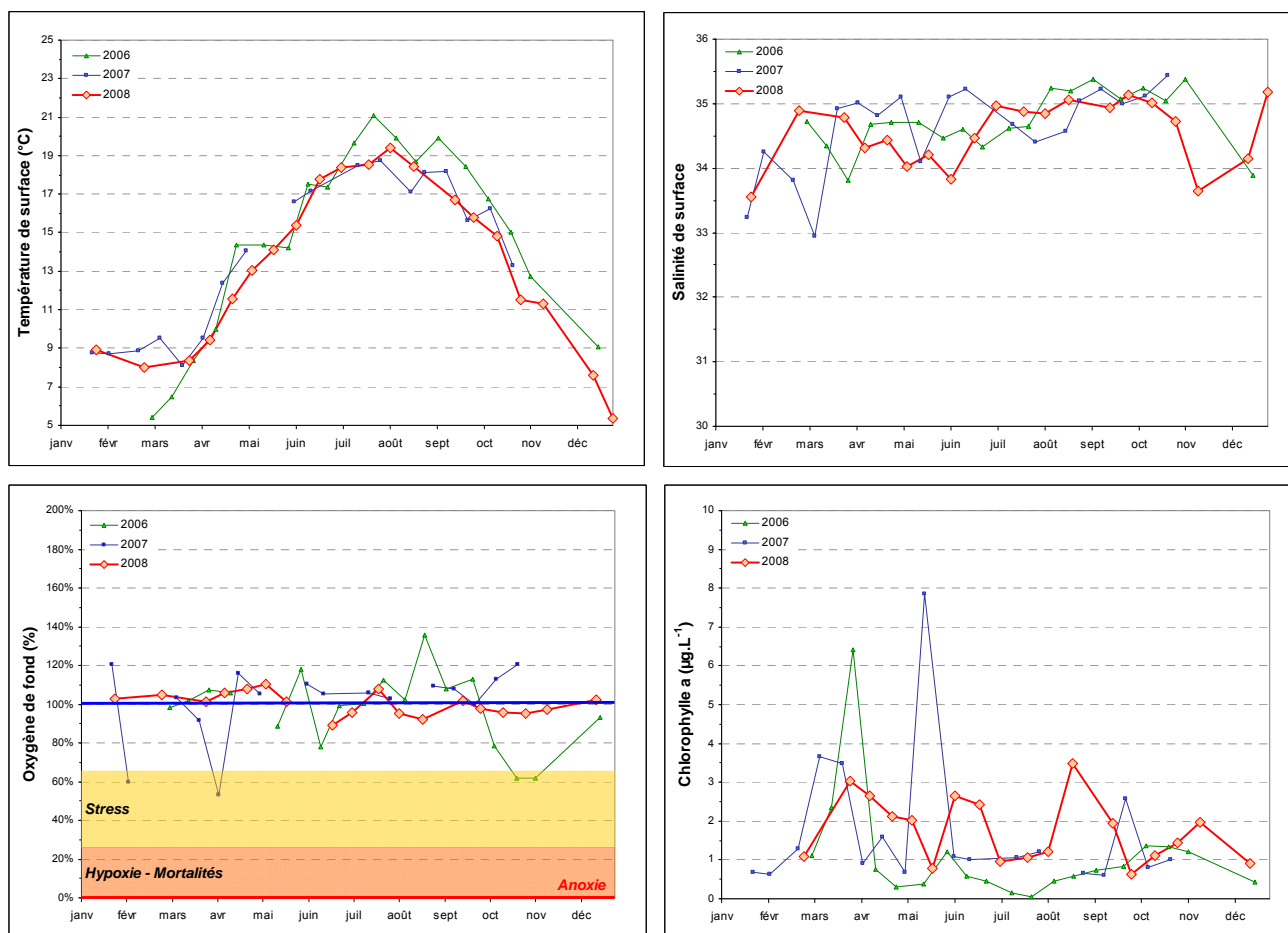
### III.2.4.5. Denneville 2006-2008

#### Hydrologie au point « Denneville »

Comme à Pirou, deux épisodes de dessalure assez marqués (d'environ 1,5) ont été observés en 2008, le premier d'avril à juin, avec un pic marqué début juin, et le deuxième de novembre à mi-décembre (Figure 43).

Bien qu'ayant atteint à divers occasions en 2006 et 2007 des niveaux d'oxygène pouvant provoquer du stress et des situations d'évitement des organismes marins, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année 2008, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 43).

De même qu'à Pirou, la période productive semble avoir débuté dès le mois de mars 2008. Les dessalures, indicatrices d'apports terrigènes accrus, ont permis d'alimenter l'activité phytoplanctonique tout au long de l'année à un niveau supérieur à  $0,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2008, et particulièrement 3 blooms au printemps ( $3 \mu\text{g.L}^{-1}$  chlorophylle-a), été ( $2,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  plus faible qu'à Pirou) et fin d'été ( $3,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 43).



**Figure 43 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Denneville en 2006, 2007 et 2008.

Le suivi réalisé en 2008 a permis d'obtenir des données sur 12 mois, révélant que, suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de  $21 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,1 \mu\text{M}$  de phosphate et de  $10 \mu\text{M}$  de silicate, similaires à Pirou (Figure 44).

Le stock de nitrate+nitrite est presque complètement épuisé de mai à octobre (Figure 44), ce qui suggère que la production primaire estivale consomme préférentiellement de l'azote sous forme d'ammonium.

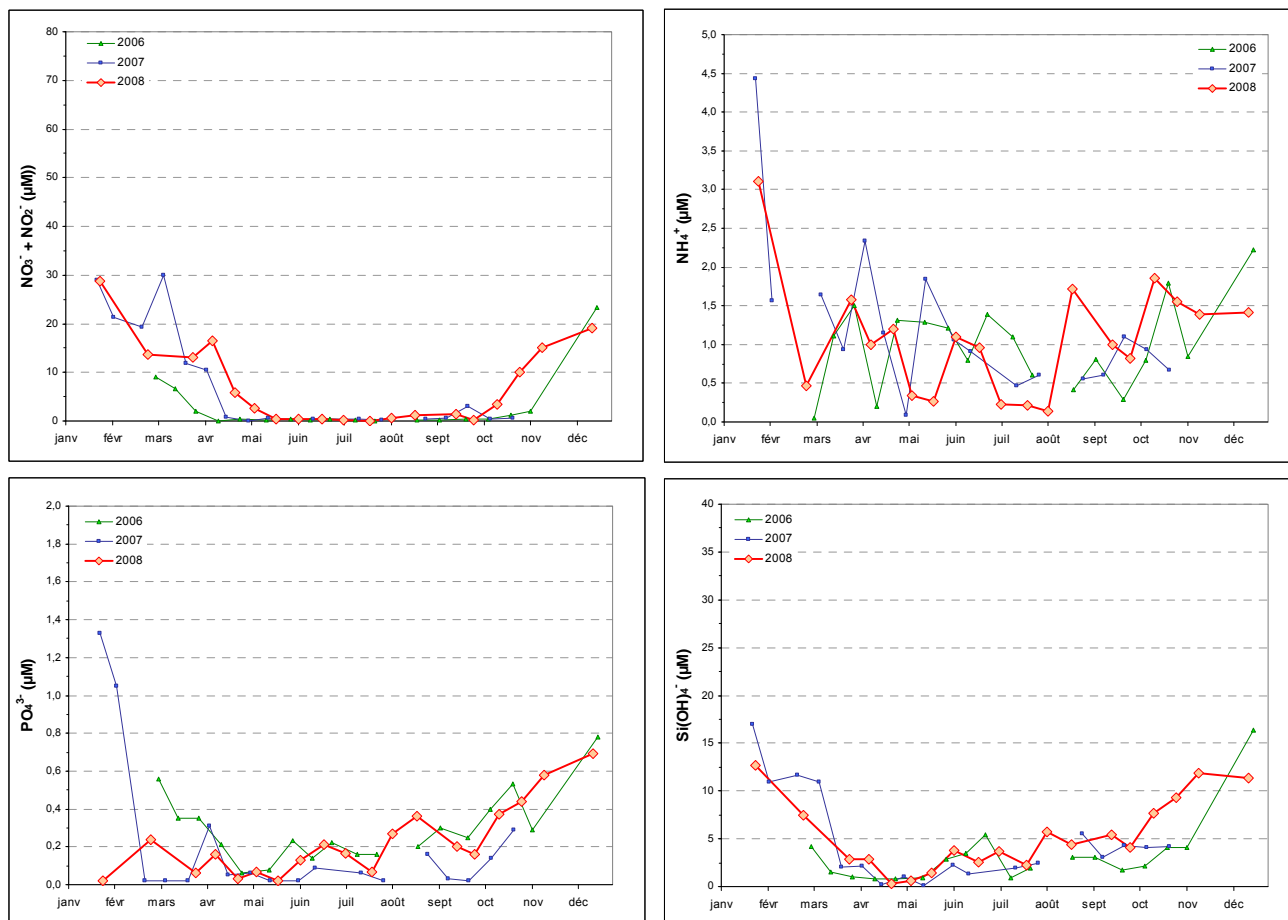


Figure 44 : Évolution des concentrations en nutriments à Denneville entre 2006 et 2008.

L'examen de la distribution des rapports molaires DIN/P et Si/DIN (Figure 45) montre que les valeurs seuils de limitation d'azote de 16 et 1 respectivement (selon Redfield *et al.*, 1963) sont généralement dépassées de mi-mai à octobre, soit un mois plus tôt qu'à Pirou.

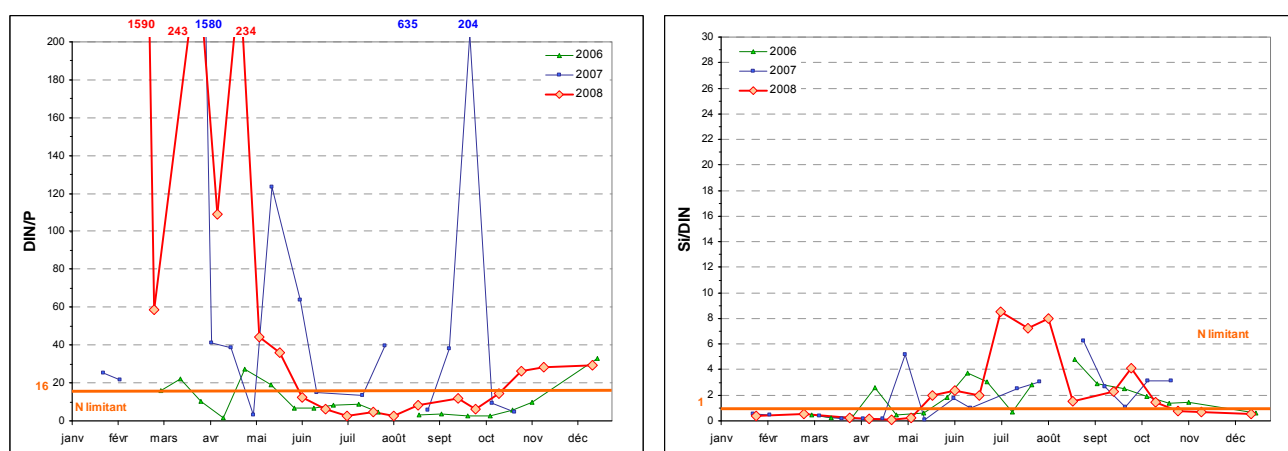


Figure 45 : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Denneville.

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Denneville »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielle) à Denneville montre qu'en 2008, aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 46), avec la présence de PSNZ en mai et août. De façon générale, la flore phytoplanctonique semble pauvre comparée aux autres points de cette masse d'eau. Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à Denneville sont considérés comme représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

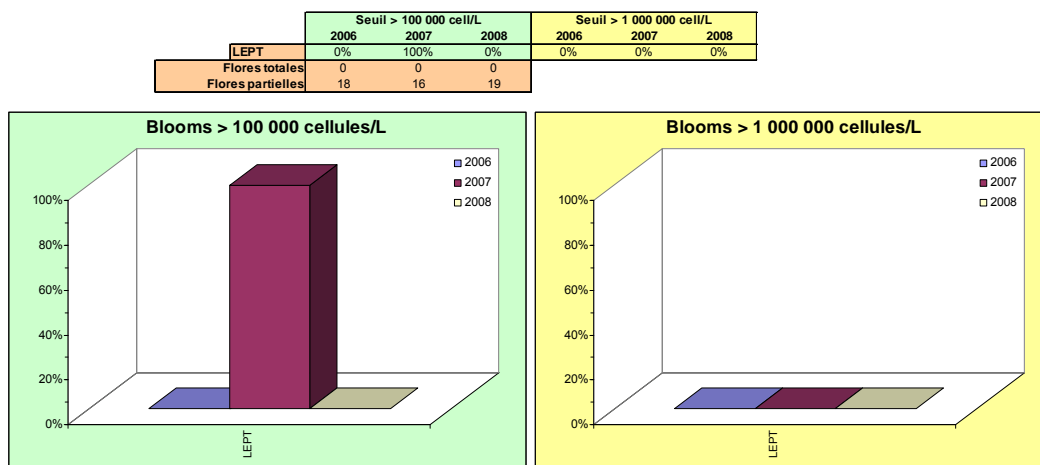


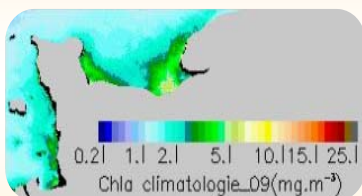
Figure 46 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Denneville entre 2006, 2007 et 2008.

## Pertinence du suivi au point « Denneville »

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

**SYNTHÈSE HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> :** La masse d'eau HCO<sub>3</sub> est très étendue et fait l'objet d'usages multiples, dont la conchyliculture. C'est pourquoi cinq points sont suivis par le RHLN, dont deux (à Donville et Pirou) en contrôle de surveillance DCE, et trois (à Coudeville, Agon et Denneville) en contrôle régional.

Les données 2008 montrent que globalement HCO<sub>3</sub> a été peu exposée à des dessalures (max. 2), et que l'oxygène dissous est resté environ à saturation (100%) sur tous les points. Les stocks hivernaux sont modérés (21 µM DIN, 0,6 µM DIP, 10 µM Si).



Le maximum en biomasse pour HCO<sub>3</sub> a été atteint à Pirou en juin 2008 (8,0 µg.L<sup>-1</sup>), qui a en outre enregistré la biomasse moyenne annuelle la plus forte (2,5 µg.L<sup>-1</sup> vs. 1,3 µg.L<sup>-1</sup> pour les autres points). De plus, un pic en biomasse, souvent supérieur aux données interannuelles, a été observé sur tous les points en septembre et confirmé par les images satellites.

La flore est représentative des eaux ouvertes de la Manche, et aucun taxon n'a dépassé le seuil des 100 000 cellules par litre, sauf à Donville où 4 taxons l'ont dépassé mais où le peuplement phytoplanctonique se rapproche des flores des baies.

La masse d'eau HCO<sub>3</sub> présente donc globalement un cycle biogéochimique classique où les nutriments sont appauvris de juin à octobre par la production primaire, qui est alors potentiellement limité par l'azote.

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

Depuis 2007 le point « Dielette » est devenu le point de référence de la masse d'eau HC04. Afin de conserver l'historique des années précédentes et de comparer les données enregistrées au sein de cette masse d'eau en 2008, les points Barneville et Jobourg, suivis dans le cadre du programme COGEMA, sont également étudiés avec l'accord d'AREVA.

#### III.2.5.1. Dielette 2007-2008

##### Hydrologie au point « Dielette »

Les données hydrologiques de 2008 sont similaires à celles enregistrées en 2007, avec de très faibles dessalures (inférieures à 1), et des teneurs en chlorophylle-a très faibles, ne dépassant encore pas les  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2008 (maximum  $1,95 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 47). Ces résultats sont probablement dû à la forte hydrodynamique de la masse d'eau (Nogues et *al.*, 2007b).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 47). Les données de 2008 sont moins variables qu'en 2007, probablement grâce au changement du type de capteur (*cf.* Chapitre II).

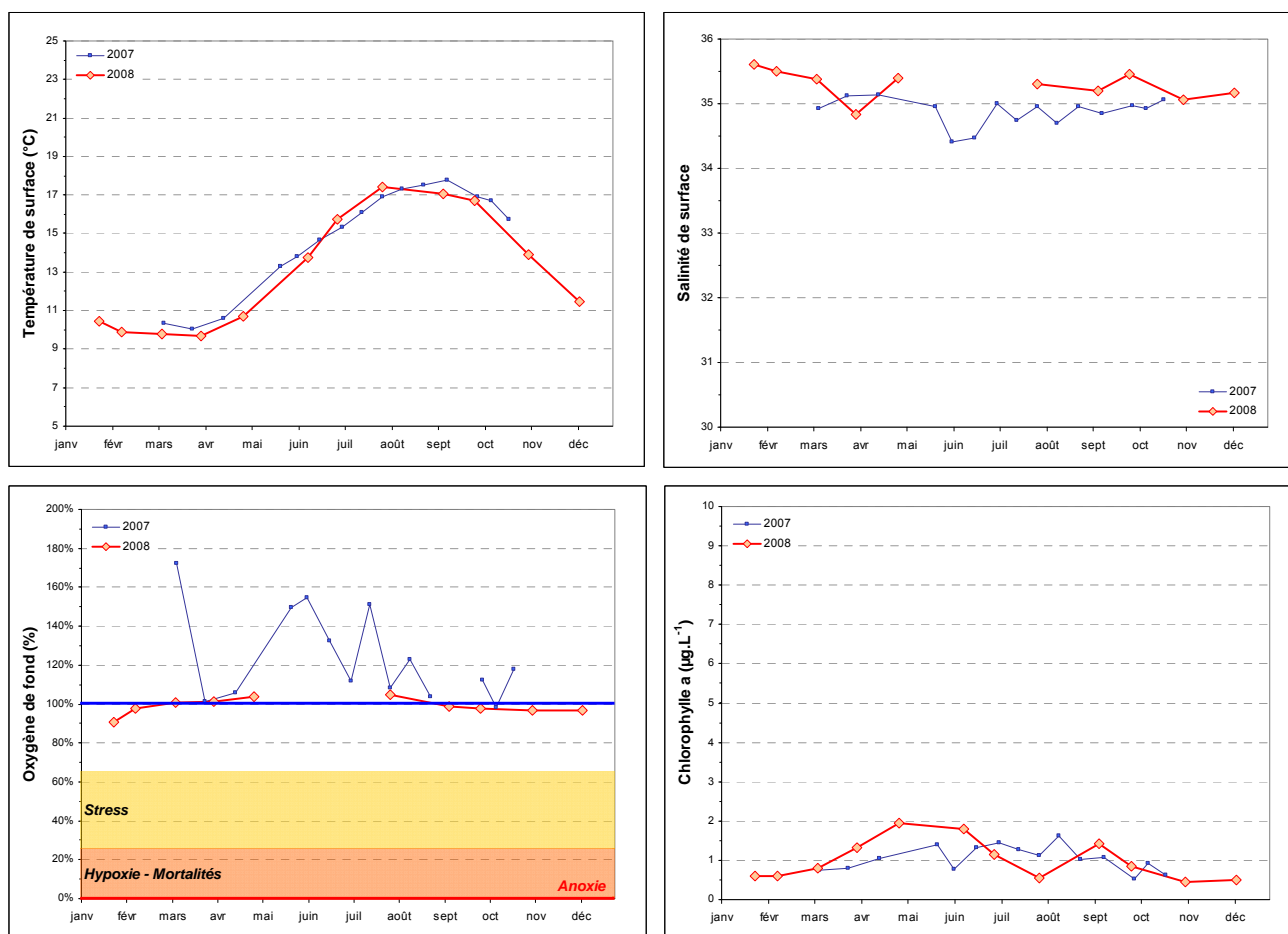


Figure 47 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dielette entre 2007 et 2008.

Les stocks hivernaux en nutriments sont bien plus faibles que sur Denneville et se rapprochent des niveaux atteints sur Chausey, soit 8  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite, 0,5  $\mu\text{M}$  de phosphate et 4  $\mu\text{M}$  de silicate (Figure 48).

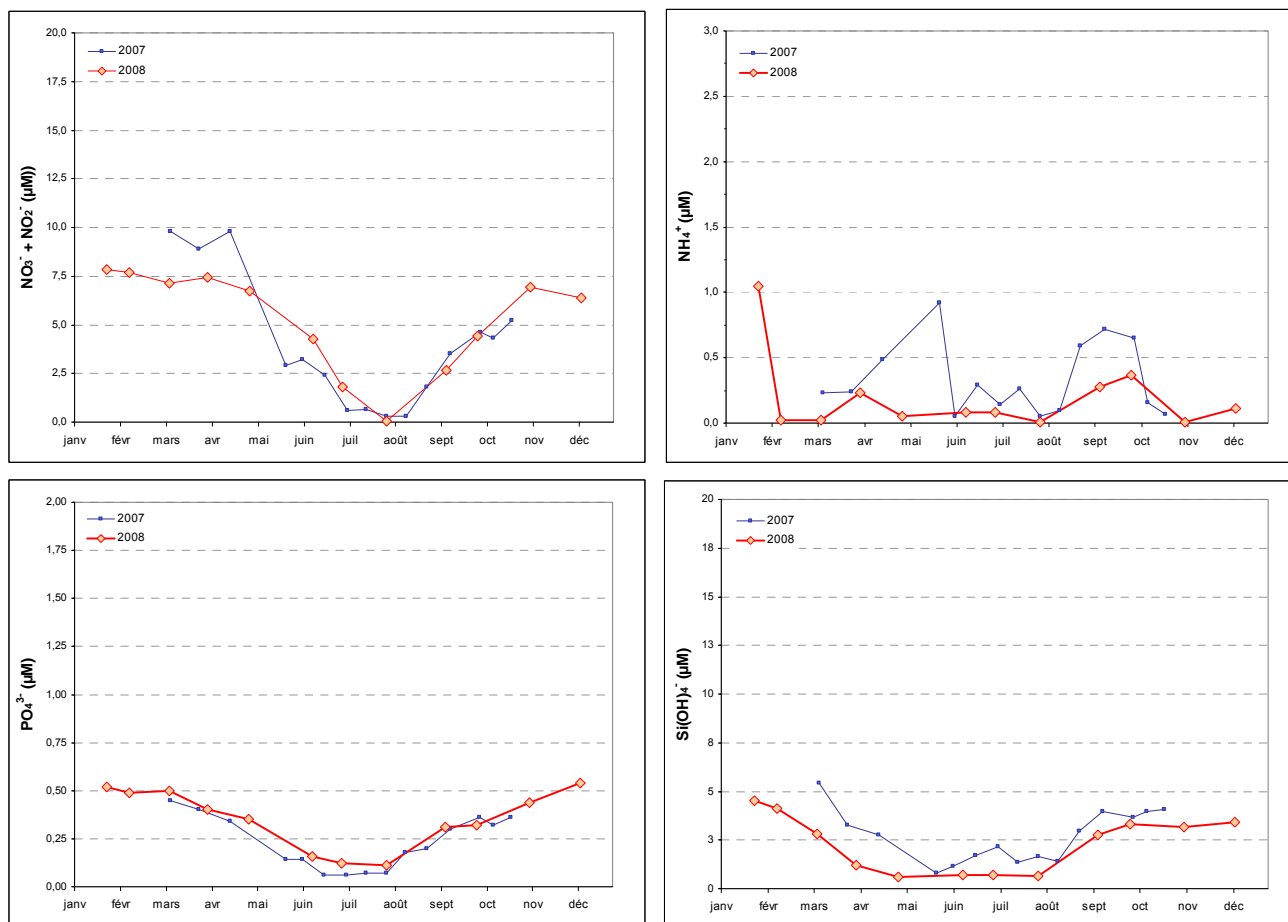


Figure 48 : Évolution des concentrations en nutriments à Dielette entre 2007 et 2008.

Il est difficile d'estimer le début de la période productive sur ce point, compte tenu de l'absence de pic de chlorophylle-a bien marqué. Au regard de l'évolution des rapports DIN/P et Si/DIN (Figure 49) et d'après les graphiques de la Figure 48, il semble que l'azote n'a pas connu de carence marquée dans le milieu, excepté potentiellement durant la mi-juillet à la mi-septembre.

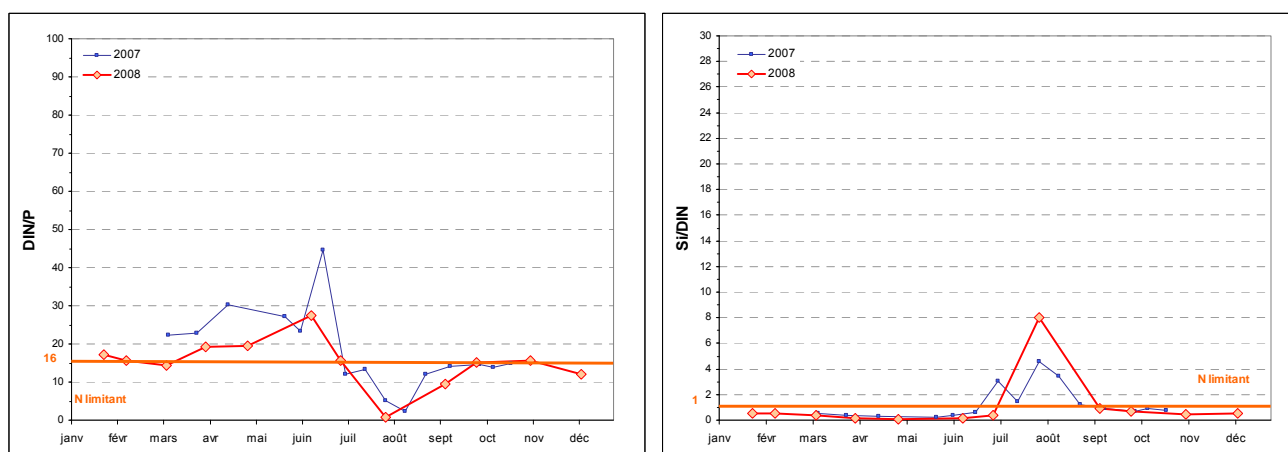


Figure 49 : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Dielette entre 2007 et 2008.

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Dielette »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à Dielette montre qu'en 2008, aucune espèce n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 50), malgré la présence de PSNZ de mi-juin à fin septembre.

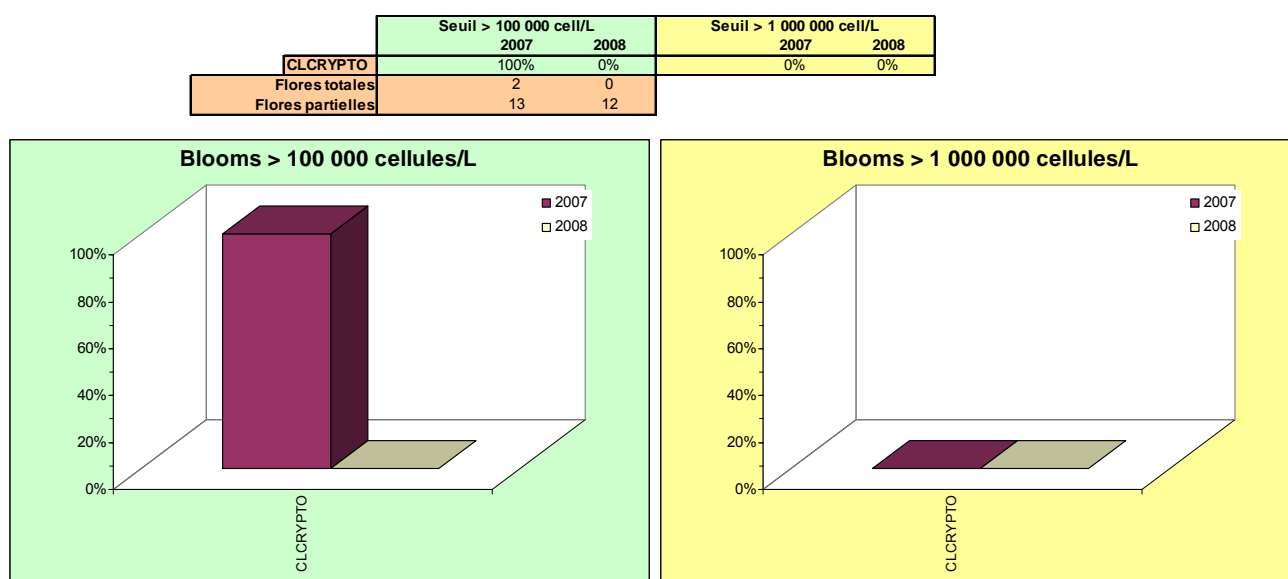


Figure 50 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dielette entre 2007 et 2008.

## Pertinence du suivi au point « Dielette »

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

### III.2.5.2. Barneville 2003-2008

## Hydrologie au point « Barneville »

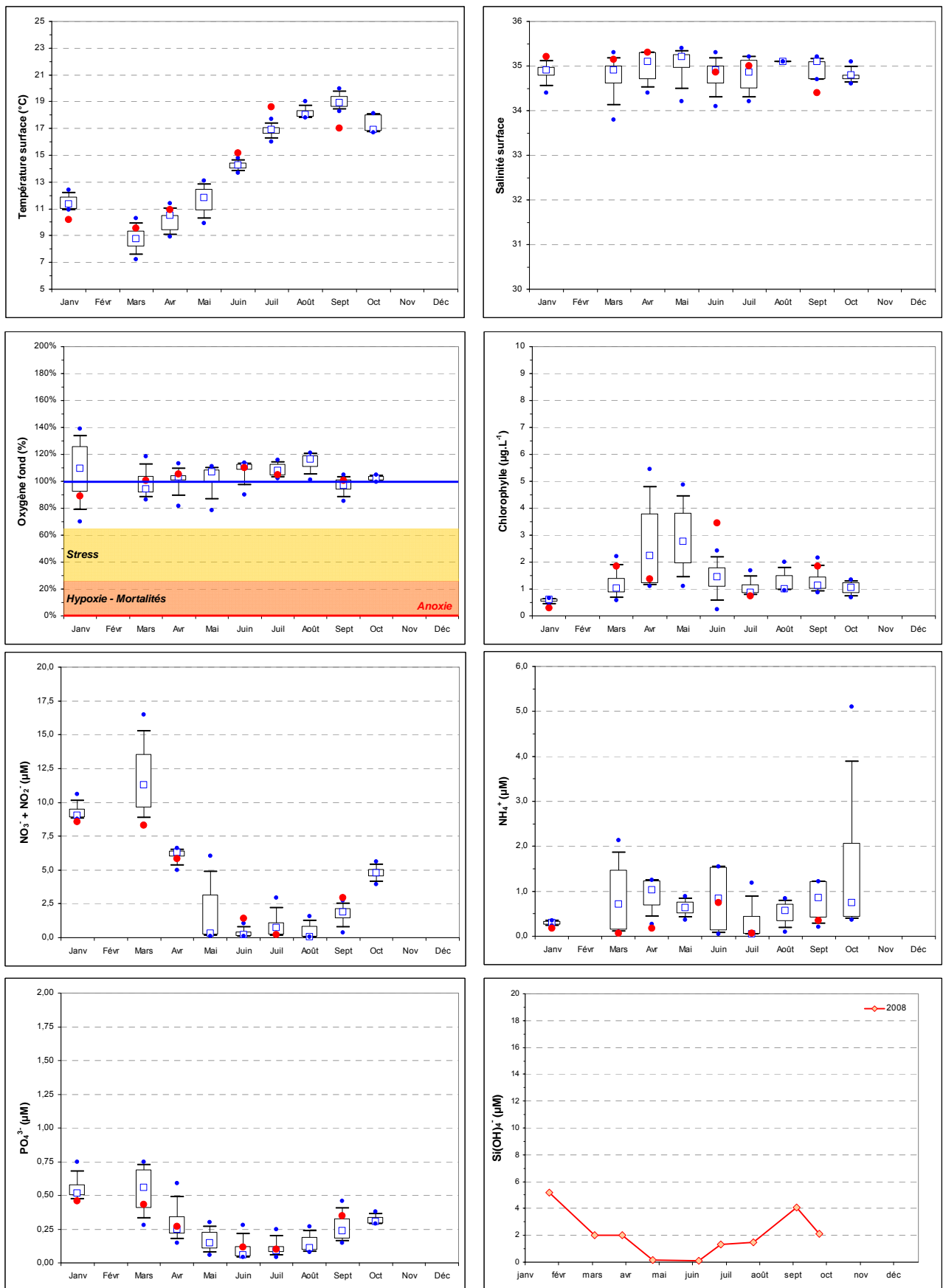
Le point Barneville est suivi dans le cadre du programme COGEMA et, à ce titre, n'est échantillonné que jusqu'à fin septembre, et le silicate a été dosé pour la première fois en 2008.

Le point Barneville est caractéristique de la façade Ouest du Cotentin. Les dessalures sont minimales, seul un épisode de moins de 1 est enregistré fin septembre 2008, la période productive débute dès le mois de mars avec un maximum à seulement  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$ , et a été suivi par un pic à  $5,9 \mu\text{g.L}^{-1}$  en juin (Figure 51).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 51).

Les stocks hivernaux en nutriments sont du même ordre qu'à Dielette et apparaissent même inférieurs aux niveaux atteints sur Chausey, soit  $8 \mu\text{M}$  de nitrate+nitrite,  $0,5 \mu\text{M}$  de phosphate, et  $5 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 51).





**Figure 51 :** Évolution des paramètres physico-chimiques, de chlorophylle-a et des concentrations en nutriments à Barneville entre 2003 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2003-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Bien que le suivi soit incomplet, ce point semble être caractérisé par un cycle biogéochimique classique, bien qu'occasionnellement perturbé par des apports ponctuels comme en septembre 2008, ce qui recharge le milieu en nutriments permettant de relancer l'activité phytoplanctonique.

L'obtention de données pour le silicate permet en 2008 d'aborder l'évolution saisonnière du rapport Si/DIN pour la première fois. L'étude de la distribution du rapport molaire DIN/P montre que l'azote présente rarement des carences marquées dans le milieu, excepté fin juillet 2008, et est confirmée par l'étude du rapport Si/DIN (Figure 52). Il y a donc probablement une brève limitation potentielle de la production phytoplanctonique par l'azote à Barneville.

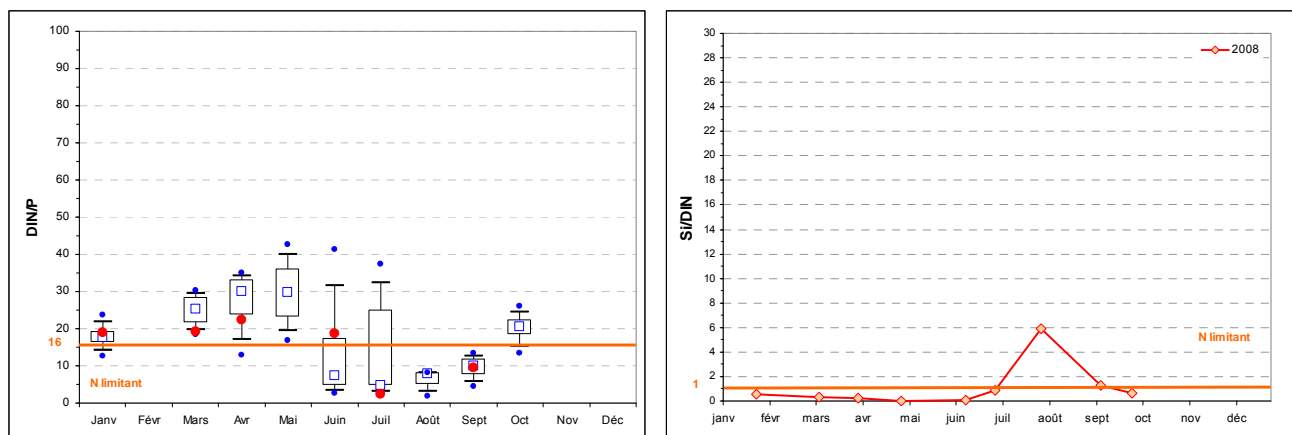


Figure 52 : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Barneville. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2003-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Barneville »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores totales) à Barneville montre qu'en 2008, quatre taxons ont présenté des blooms supérieurs à 100 000 cellules par litre, avec une prédominance du nanoflagellé CLCRYPTO de fin mars à fin septembre à la limite du seuil de 1 000 000 de cellules par litre au début septembre (982 200 cellules.L<sup>-1</sup>) (Figure 53).

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2003-2006              | 2007 | 2008 | 2003-2006                | 2007 | 2008 |
| CHAESOC           | 21%                    | 0%   | 0%   | 33%                      | 0%   | 0%   |
| CLCRYPTO          | 0%                     | 83%  | 64%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| GYMNAG            | 23%                    | 0%   | 0%   | 33%                      | 0%   | 0%   |
| PHAE              | 14%                    | 0%   | 0%   | 33%                      | 0%   | 0%   |
| PLAG              | 0%                     | 0%   | 18%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL           | 21%                    | 0%   | 9%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZFRA           | 0%                     | 0%   | 9%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 21%                    | 17%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 36                     | 8    | 9    |                          |      |      |
| Flores partielles | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |

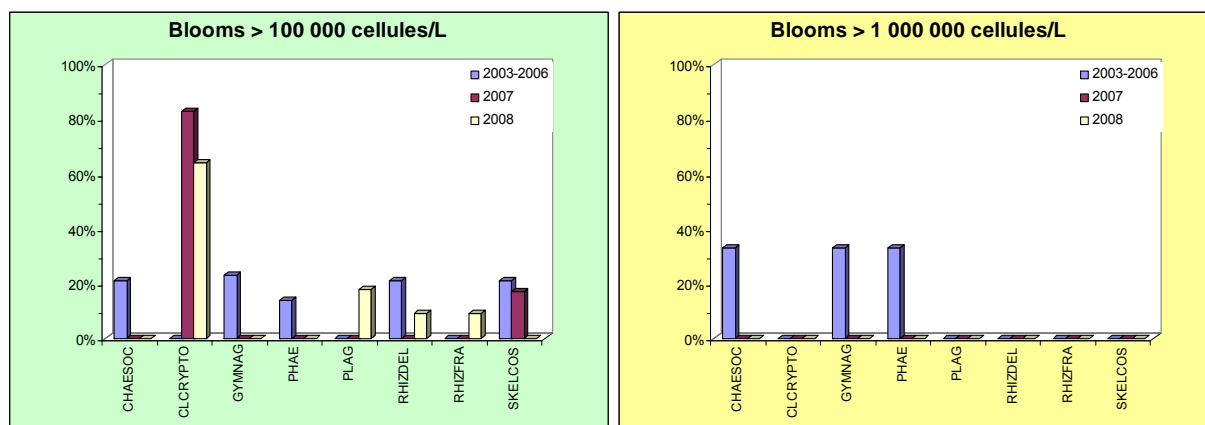
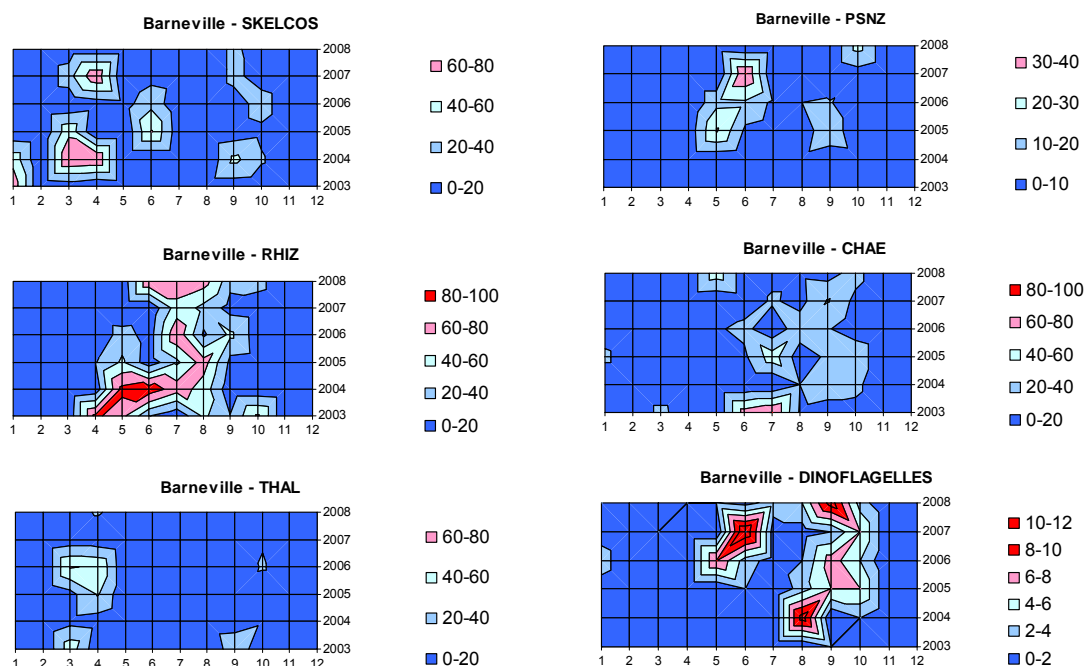


Figure 53 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Barneville entre 2003-2006, 2007 et 2008.

La diatomée PLAG préférant un milieu riche en nutriment était la principale contributrice au bloom de février à mars pour la première fois depuis 2003. En juin, trois taxons ont contribué au pic de chlorophylle-a, le nanoflagellé CLCRYPT dominant l'abondance des diatomées RHIZDEL et RHIZFRA (Figure 54).



**Figure 54** : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Barneville.

### Pertinence du suivi au point « Barneville »

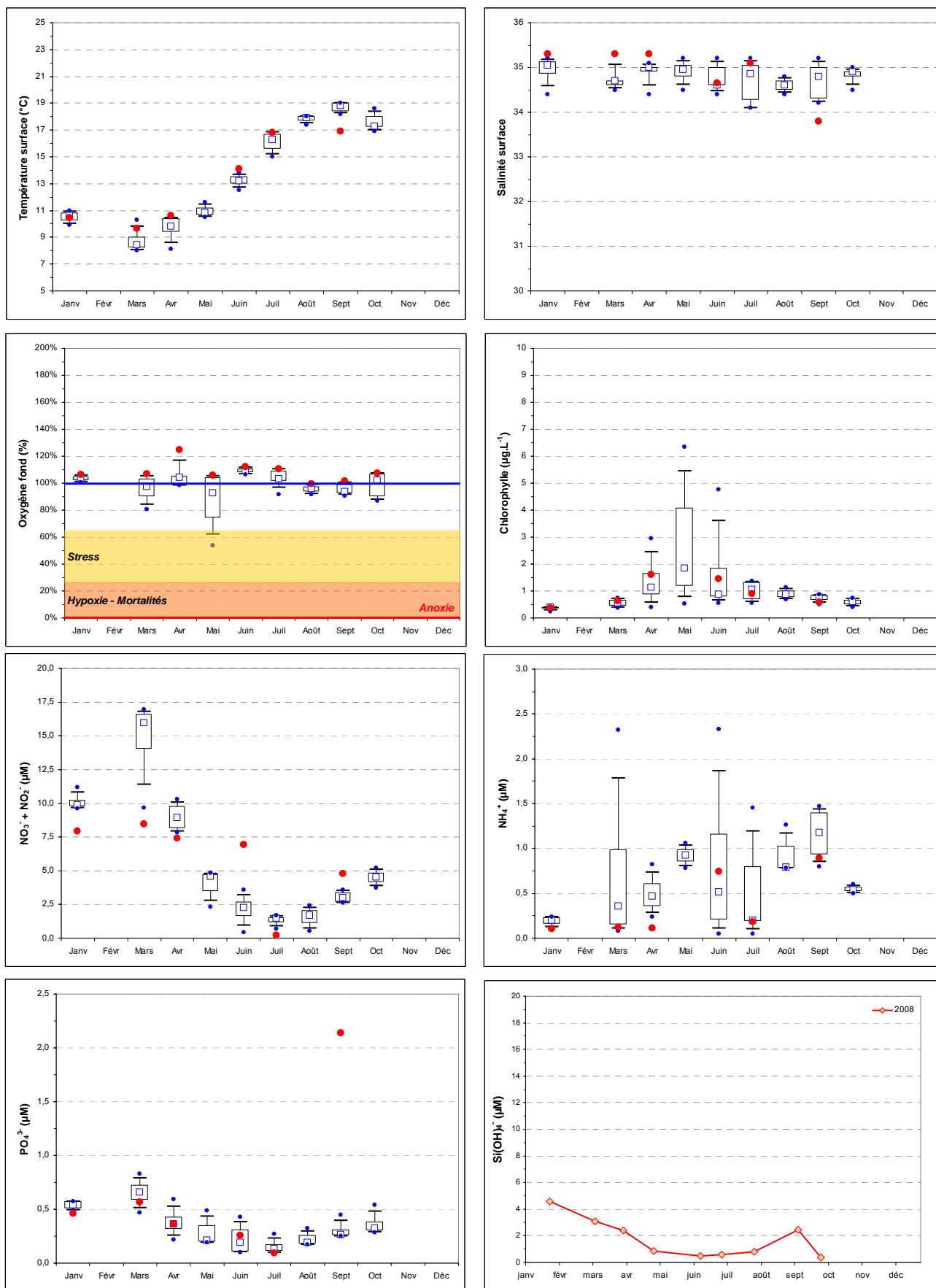
Le point de prélèvement « Barneville » est suivi dans le cadre du programme COGEMA. Ses données sont utilisées ici afin de donner une vue de l'évolution des paramètres hydrologiques pour compléter les nouvelles données acquises sur le point « Dielette ».

### III.2.5.3. Jobourg 2003-2008

#### Hydrologie au point « Jobourg »

Le suivi sur Jobourg était identique à celui de Barneville.

Le point Jobourg est très similaire à Barneville, avec des dessalures minimales (seul un épisode de moins de 1 est enregistré fin septembre 2008), mais la période productive a débuté un mois plus tard, en avril sans réel maximum (seulement  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), le pic de chlorophylle-a ayant pu se développer en mai alors qu'aucun prélèvement n'a été réalisé (Figure 55). Alors qu'un maximum en biomasse avait été observé à Barneville en juin 2008 (cf. section III.2.5.2), la chlorophylle-a est restée faible à Jobourg ( $1,9 \mu\text{g.L}^{-1}$ ). Les stocks en nutriments n'étant pas épuisés à cette date (environ  $10 \mu\text{M N}$ ,  $0,3 \mu\text{M P}$  et  $0,5 \mu\text{M Si}$ ) (Figure 55), il est possible que le bloom n'ait pas pu se développer en raison du fort hydrodynamisme de ce secteur.



**Figure 55 :** Évolution des paramètres physico-chimiques, de chlorophylle-a et des concentrations en nutriments à Jobourg entre 2003 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2003-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Malgré des épisodes de chute de la concentration en oxygène dissous en 2006 notamment, la teneur en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année 2008, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 55).

Les stocks hivernaux en nutriments sont du même ordre qu'à Dielette et Barneville et apparaissent même inférieurs aux niveaux atteints sur Chausey, soit 8  $\mu\text{M}$  de nitrate+nitrite, 0,5  $\mu\text{M}$  de phosphate, et 5  $\mu\text{M}$  de silicate (Figure 55).

L'étude de la distribution du rapport molaire DIN/P (Figure 56) montre que l'azote présente rarement des carences marquées dans le milieu, excepté de fin juillet 2008, et est confirmée par l'étude du rapport Si/DIN (Figure 56). Il y a donc une limitation potentielle de la production phytoplanctonique par l'azote à Jobourg, mais très brièvement.

De janvier à avril, le rapport DIN:P est très proche de la valeur du rapport de Redfield (cf. chapitre II) comme à Barneville, suggérant que les stocks hivernaux sont essentiellement d'origine biologique, i.e. de la reminéralisation de la production primaire de l'année précédente, sans apports terrigènes.

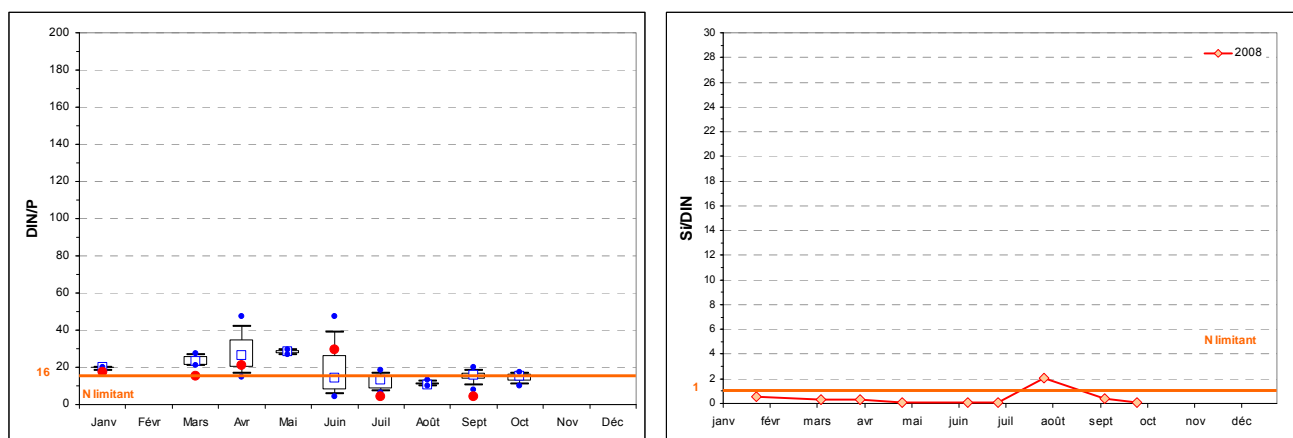


Figure 56 : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Jobourg. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2003-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

### Peuplements phytoplanctoniques au point « Jobourg »

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2003-2006              | 2007 | 2008 | 2003-2006                | 2007 | 2008 |
| CHAESOC           | 14%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| CLCRYPTO          | 0%                     | 100% | 100% | 0%                       | 0%   | 0%   |
| GYMNAG            | 14%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| PHAE              | 43%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHZDEL            | 29%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 35                     | 8    | 9    |                          |      |      |
| Flores partielles | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |

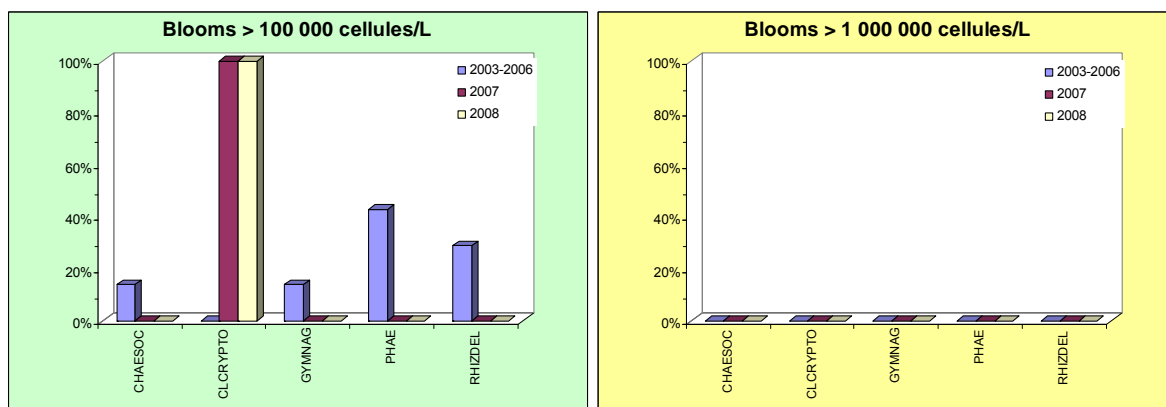


Figure 57 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Jobourg entre 2003-2006, 2007 et 2008.

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores totales) à Jobourg montre qu'en 2008, seulement un taxon, le nanoflagellé CLCRYPT, a présenté des blooms supérieurs à 100 000 cellules par litre dans une proportion moindre qu'à Barneville (Figure 57). En effet, alors que ce taxon frôlait le seuil de 1 000 000 de cellules par litre à Barneville début septembre, il a été observé à 100 000 cellules par litre à Jobourg. La Figure 58 confirme la dominance des nanoflagellés sur Jobourg de juillet à octobre 2008 et les années antérieures.

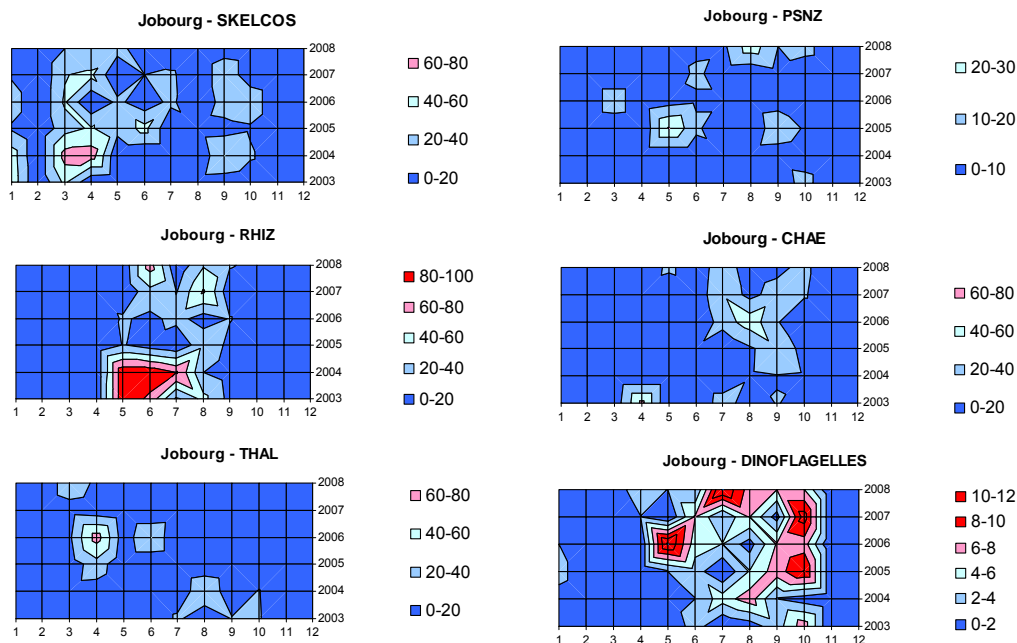


Figure 58 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Jobourg.

### Pertinence du suivi au point « Jobourg »

Le point de prélèvement « Jobourg » est suivi dans le cadre du programme COGEMA. Ses données sont utilisées ici afin de donner une vue de l'évolution des paramètres hydrologiques pour compléter les nouvelles données acquises sur le point « Dielette ».

**SYNTHÈSE HCO4 :** Le suivi du point « Dielette » n'ayant débuté qu'en 2007, il est complété par les données des points « Barneville » et « Jobourg » du programme COGEMA (2003-2008).

La masse d'eau HCO4 présente une très forte composante hydrodynamique, facteur d'homogénéisation horizontale (entre les 3 points suivis) et verticale (dans la colonne d'eau) des teneurs des paramètres suivis. Cela se traduit par des stocks hivernaux en nutriments similaires sur les trois points (8 µM DIN, 0,5 µM DIP, 5 µM Si), puis par l'absence de période prolongée d'épuisement des nutriments qui sont régulièrement remontés vers la surface par brassage. La biomasse reste faible, et le peuplement phytoplanctonique est largement dominé par des nanoflagellés, des espèces s'acclimatant bien aux conditions défavorables, telles que celles présentes au sein de cette masse d'eau. En 2008, 4 taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre.

### III.2.6. Masse d'eau HC61 (Digue de Querqueville 2005-2008) et HC60

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

Bien que situé à la sortie d'un port, les dessalures observées sont restées très faibles (inférieures à 1) en 2008, et la période productive a débuté à l'intérieur de la rade de Cherbourg début avril (Figure 59). Les maxima de chlorophylle-a ont tout juste atteint les  $2 \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2008, en deux pics en avril ( $2,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) et fin juin ( $1,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 59).

Comme les années précédentes, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 59).

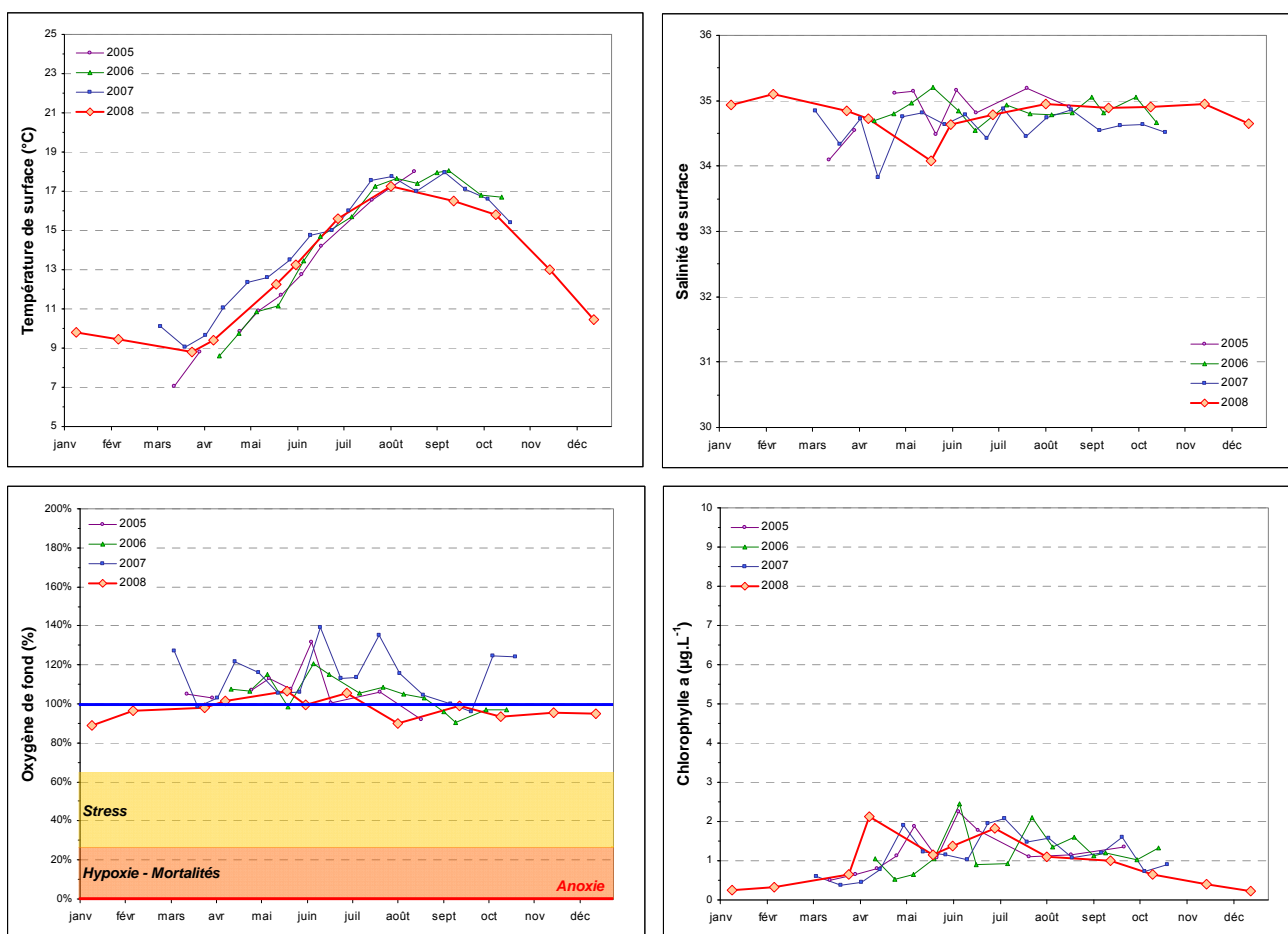


Figure 59 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à la Digue de Querqueville entre 2005 et 2008.

Le suivi réalisé en 2008 a permis d'obtenir des données sur 12 mois, révélant que les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de  $11 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,6 \mu\text{M}$  de phosphate et  $6 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 60).

Contrairement aux années précédentes, la valeur du rapport molaire DIN/P (selon Redfield *et al.*, 1963) n'est pas descendu en dessous de la valeur seuil de 16 en 2008, suggérant que l'azote n'était pas limitant, mais que le phosphate pouvait potentiellement l'être de mars à mi-juillet (Figure 60). Le restant de l'année le rapport est resté proche de la valeur seuil, montrant qu'il n'y a pas eu de dystrophie.



**Figure 60 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/P et Si/DIN à la Digue de Querqueville entre 2005 et 2008.

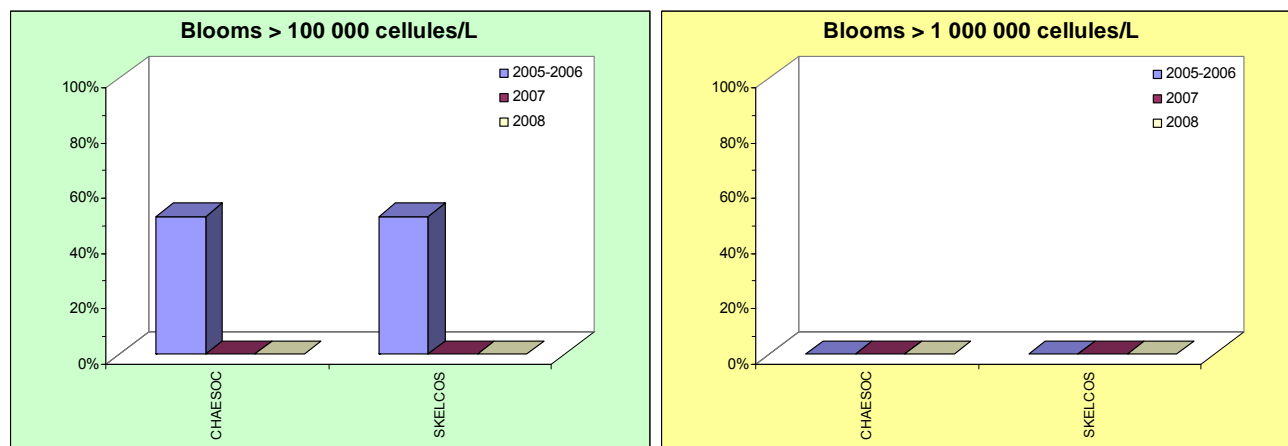
### Peuplements phytoplanctoniques au point « Digue de Querqueville »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielle) à la Digue de Querqueville montre qu'en 2008, aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 61), malgré la présence de PSNZ en avril et pendant l'été.

Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à la Digue de Querqueville sont caractéristiques des baies, avec une dominance d'espèces telles que SKELCOS.



|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2005-2006              | 2007 | 2008 | 2005-2006                | 2007 | 2008 |
| CHAESOC           | 50%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 50%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 25                     | 17   | 12   |                          |      |      |



**Figure 61** : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur la Digue de Querqueville entre 2005-2006, 2007 et 2008.

### 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 ce point était tout a fait comparable, tant dans l'ampleur des phénomènes qui s'y déroulent que dans leur synchronisation, à celui observé dans les masses d'eau HC05 et HC07 (Le Goff et *al.*, 2005 ; Le Goff et *al.*, 2006). Ce point est donc suivi dans le cadre du contrôle de surveillance DCE, est utilisé pour évaluer à la fois la Qualité des masses d'eau HC60 et HC61, dont l'évaluation peut être extrapolée aux masses d'eau voisines : HC05 et HC07.

### SYNTHÈSE HC61 (et HC60) :

Le point « Digue de Querqueville » est le point représentatif des masses d'eau du Nord Cotentin où l'hydrodynamique est très importante. Le cycle biogéochimique est caractérisé par une biomasse faible ( $< 2 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), qui n'épuise pas totalement les ressources en nutriments dont les rapports se maintiennent autour des valeurs de référence de Redfield et *al.* (1963). Aucun nutriment ne semble être en carence delà à potentiellement limiter la production primaire. Les stocks hivernaux enregistrés pour la première fois en 2008 sont modérés ( $11 \mu\text{M DIN}$ ,  $0,6 \mu\text{M DIP}$ ,  $6 \mu\text{M Si}$ ). Aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre dans cette masse d'eau présentant un peuplement phytoplanctonique caractéristique des flores des baies.

### III.2.7. Masse d'eau HC09 (La Hougue, Gougins)

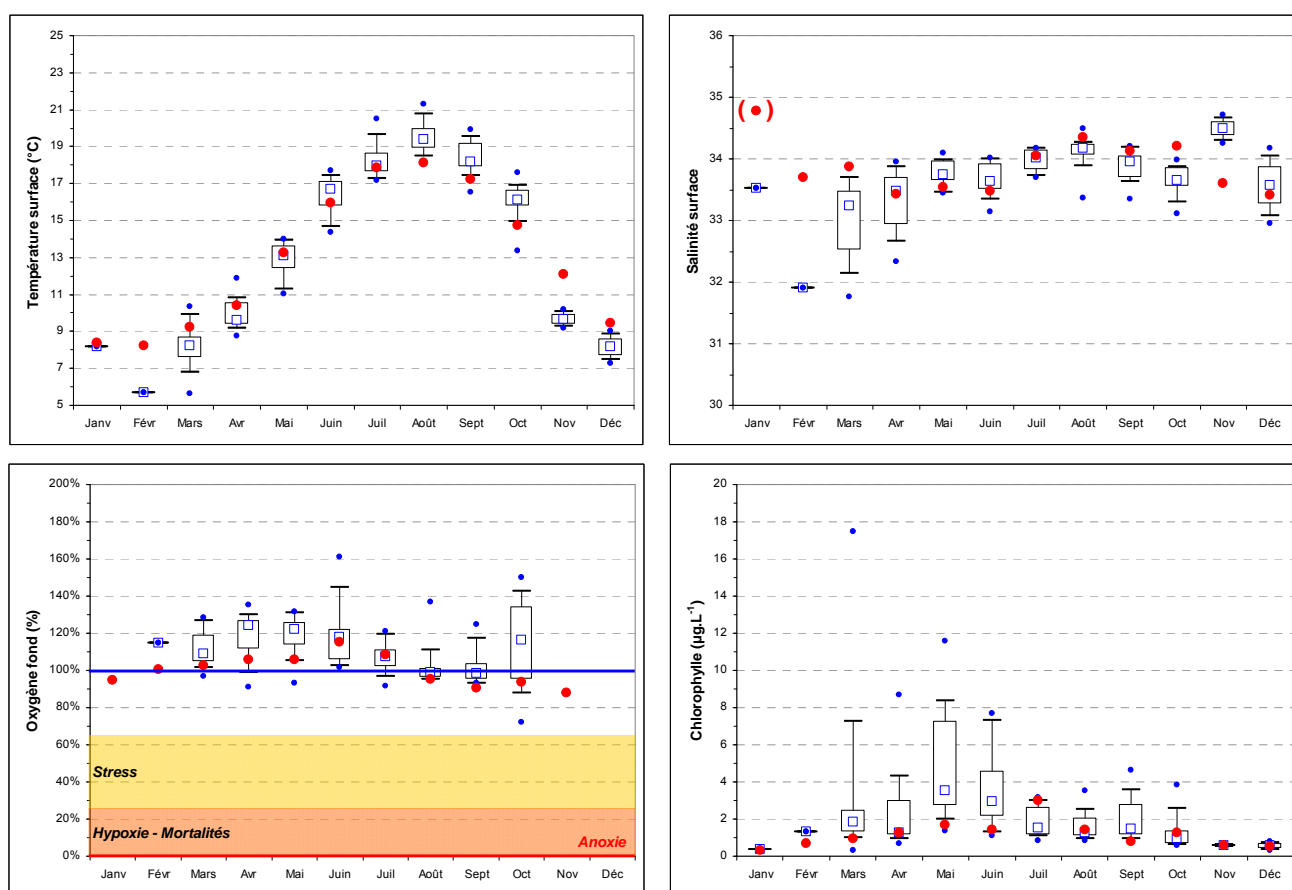
#### III.2.7.1. La Hougue 2003-2008

##### Hydrologie au point « La Hougue »

La masse d'eau HC09, au niveau du point La Hougue, est soumise aux apports de la Saire qui influencent légèrement la salinité de la zone (variations de l'ordre de 2 à 3 au maximum) (Figure 62). Ces faibles dessalures ont néanmoins suffi au début du mois d'avril et juin 2008 à recharger le milieu en nutriments avec une parfaite coïncidence entre un pic de dessalure et les pics de nutriments, et notamment une recharge en faveur du nitrate + nitrite (Figure 63).

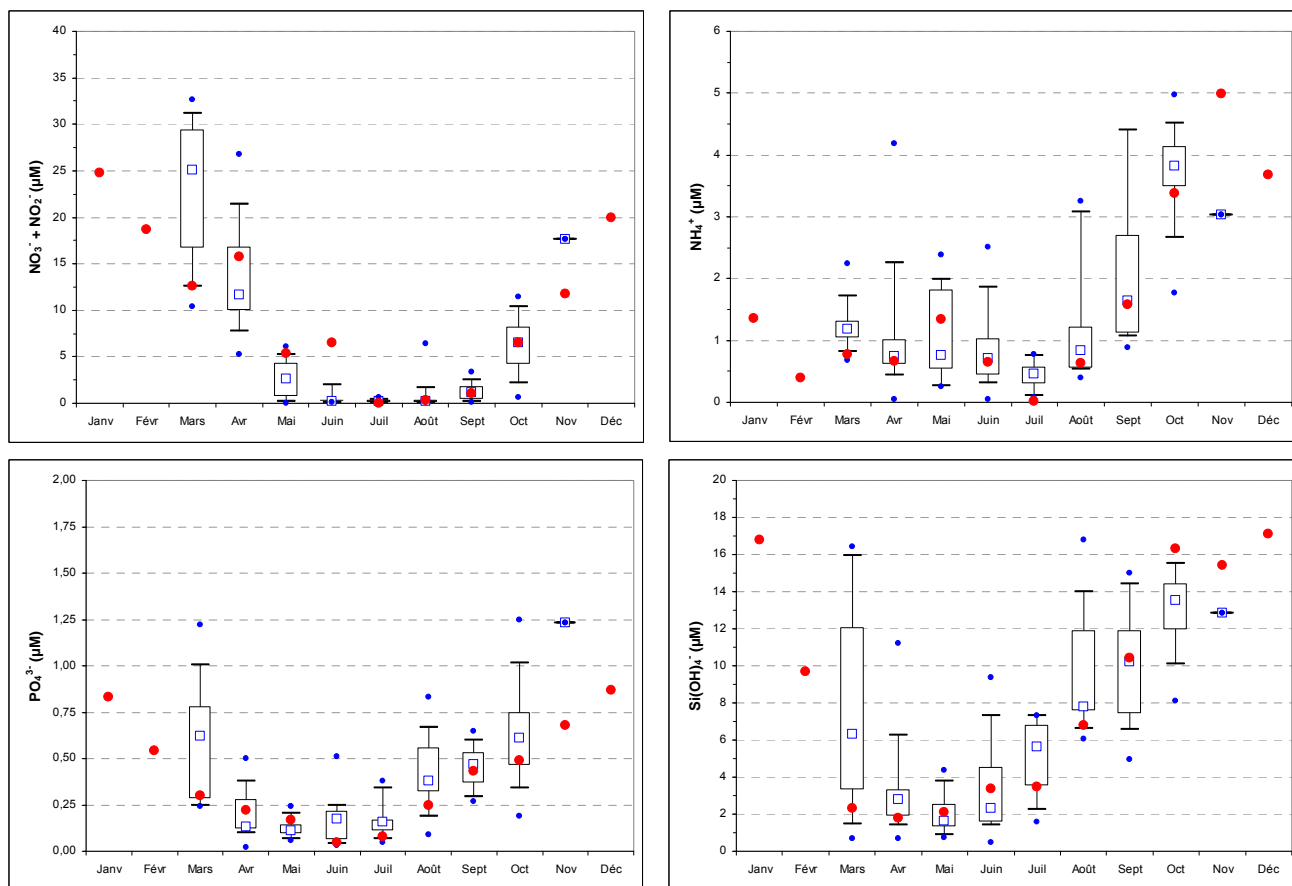
Les concentrations en biomasse chlorophyllienne sont restées relativement faibles en 2008 puisqu'elles n'ont pas dépassé les  $3,5 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (Figure 62), malgré les recharges en nutriments.

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



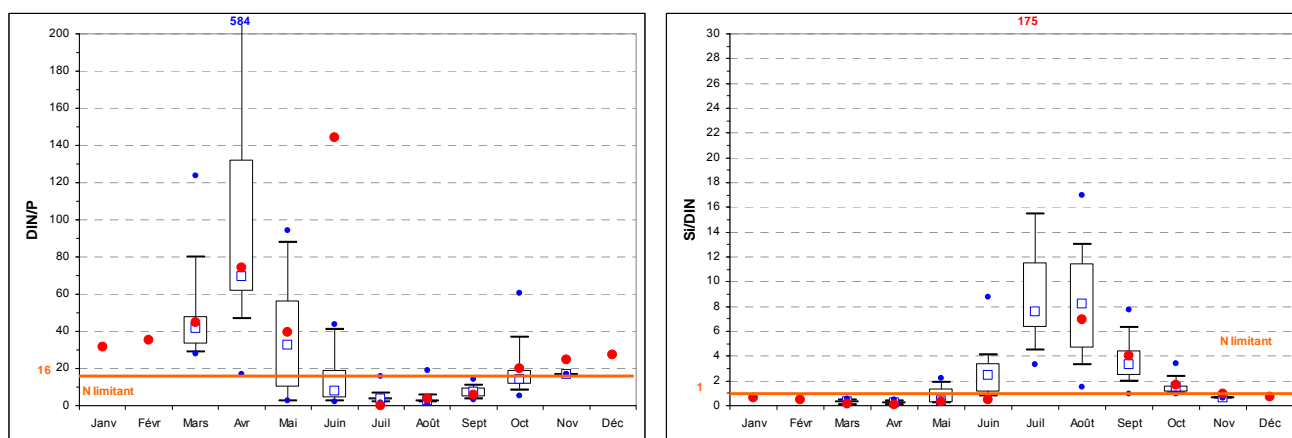
**Figure 62 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à La Hougue entre 2003 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2003-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●). La valeur entre parenthèse est douteuse.

Les apports de la Saire font que les stocks hivernaux sont plus importants que sur le Nord Est du Cotentin (masses d'eau HC07 et HC08) ; les concentrations en nutriments ont été en 2008 de l'ordre de  $22 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,7 \mu\text{M}$  de phosphate, et  $13 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 63).



**Figure 63 :** Évolution des concentrations en nutriments à La Hougue entre 2003 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2003-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Il est difficile d'estimer le début de la période productive sur ce point, compte tenu de l'absence de pic de chlorophylle bien marqué. Au regard de l'évolution des rapports DIN/P et Si/DIN (Figure 64) et d'après les graphiques de la Figure 63, l'azote a probablement connu une période de carence entre la mi-juillet et la mi-septembre. La recharge d'avril n'a peut être pas entraîné immédiatement d'importants pics de biomasse phytoplanctonique (Figure 62) du fait d'une limitation potentielle en silicate (Figure 64).



**Figure 64 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur La Hougue entre 2003 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2003-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « La Hougue »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à La Hougue montre qu'en 2008, le taxon CHAESOC a dominé le bloom de début juillet avec une abondance à 1 345 000 cellules par litre (Figure 65) et a épuisé le stock d'azote. L'activité phytoplanctonique est aussi composée du taxon PSNZ qui est présent (maximum 22 100 cell.L<sup>-1</sup> fin mai 2008) presque toute l'année. Les peuplements présents sont donc représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2003-2006              | 2007 | 2008 | 2003-2006                | 2007 | 2008 |
| CHAESOC           | 12%                    | 0%   | 100% | 22%                      | 0%   | 100% |
| LEPT              | 7%                     | 50%  | 0%   | 11%                      | 0%   | 0%   |
| PHAE              | 16%                    | 0%   | 0%   | 44%                      | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 30%                    | 0%   | 0%   | 11%                      | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL           | 16%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZSTO           | 12%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 0%                     | 50%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| THALROT           | 7%                     | 0%   | 0%   | 11%                      | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 78                     | 17   | 15   |                          |      |      |

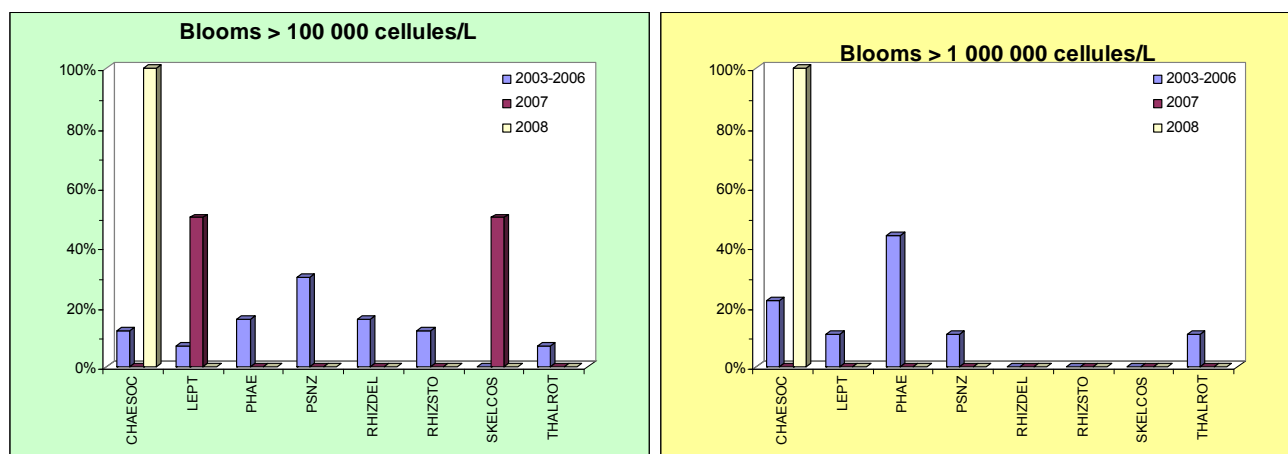


Figure 65 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur La Hougue entre 2003 et 2008.

## 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. Malgré des perturbations dues à des dessalures ponctuelles, le cycle biogéochimique est principalement de type classique avec de légères dystrophies. Ce point fait l'objet d'un contrôle de surveillance DCE.

### III.2.7.2. Gougins 2006-2008

#### Hydrologie au point « Gougins »

L'interprétation réalisée sur le point de La Hougue semble pouvoir s'appliquer au point Gougins. Un pic de dessalure, générant une recharge en nutriments, a également été relevé au début du mois d'avril sans entraîner de pic de chlorophylle-a de forte intensité (Figure 66).

Contrairement au point La Hougue, la biomasse chlorophyllienne a connu quelques pics durant l'été 2008, mais ils sont restés assez faibles avec des concentrations de l'ordre de 4 à 5  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (maximum de 5,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en juillet) (Figure 66).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 66).

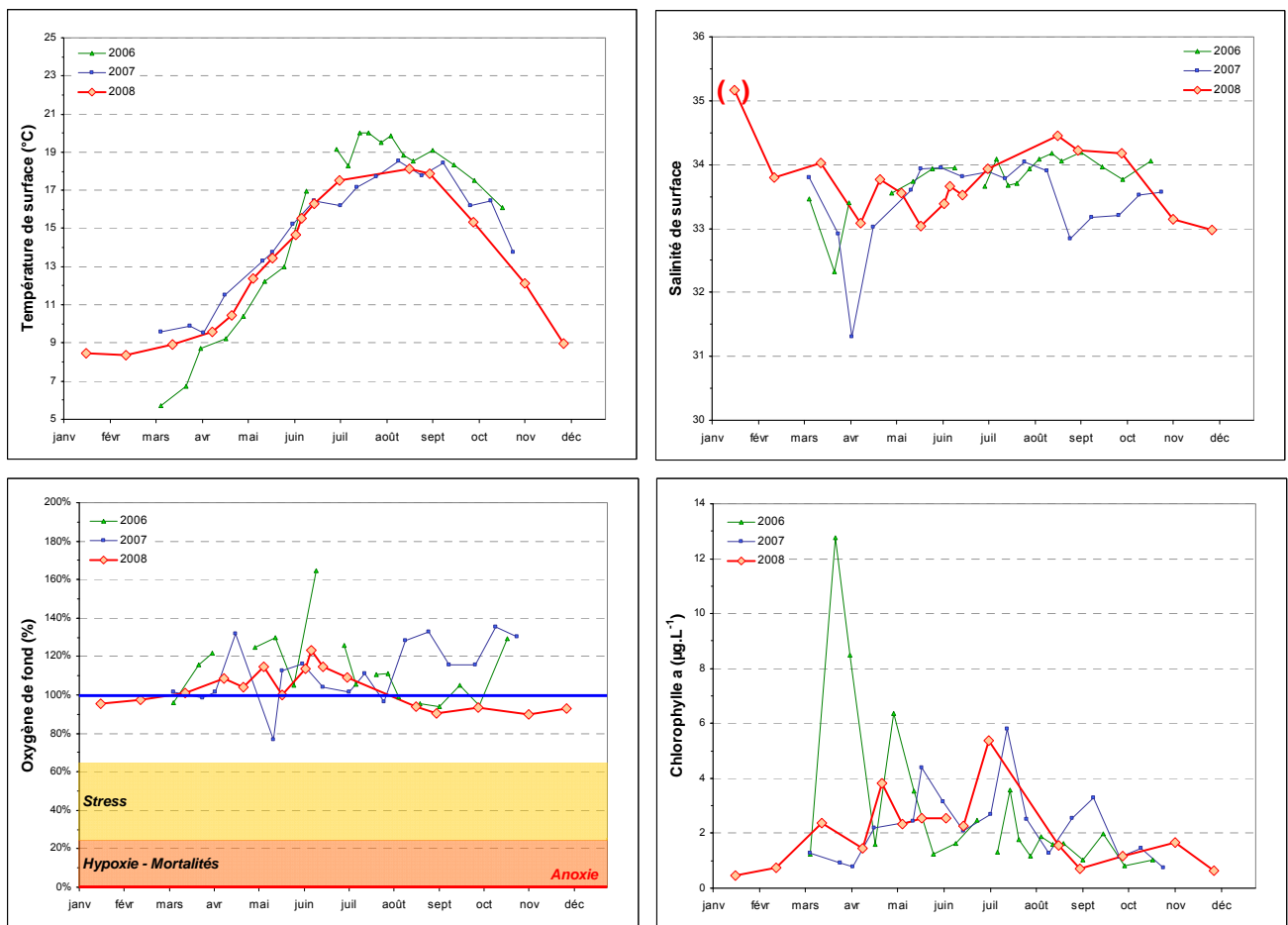


Figure 66 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Gougins entre 2006 et 2008.

Situé au sud de la masse d'eau HC09, le point des Gougins est davantage sous l'influence indirecte des apports terrigènes de la Baie des Veys qui remontent le long du littoral avec les courants résiduels de marée (Le Goff et al., 2005). Les niveaux de stocks hivernaux relevés en 2008 étaient de l'ordre de 22  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite, 0,7  $\mu\text{M}$  de phosphate et 13  $\mu\text{M}$  de silicate (Figure 67).

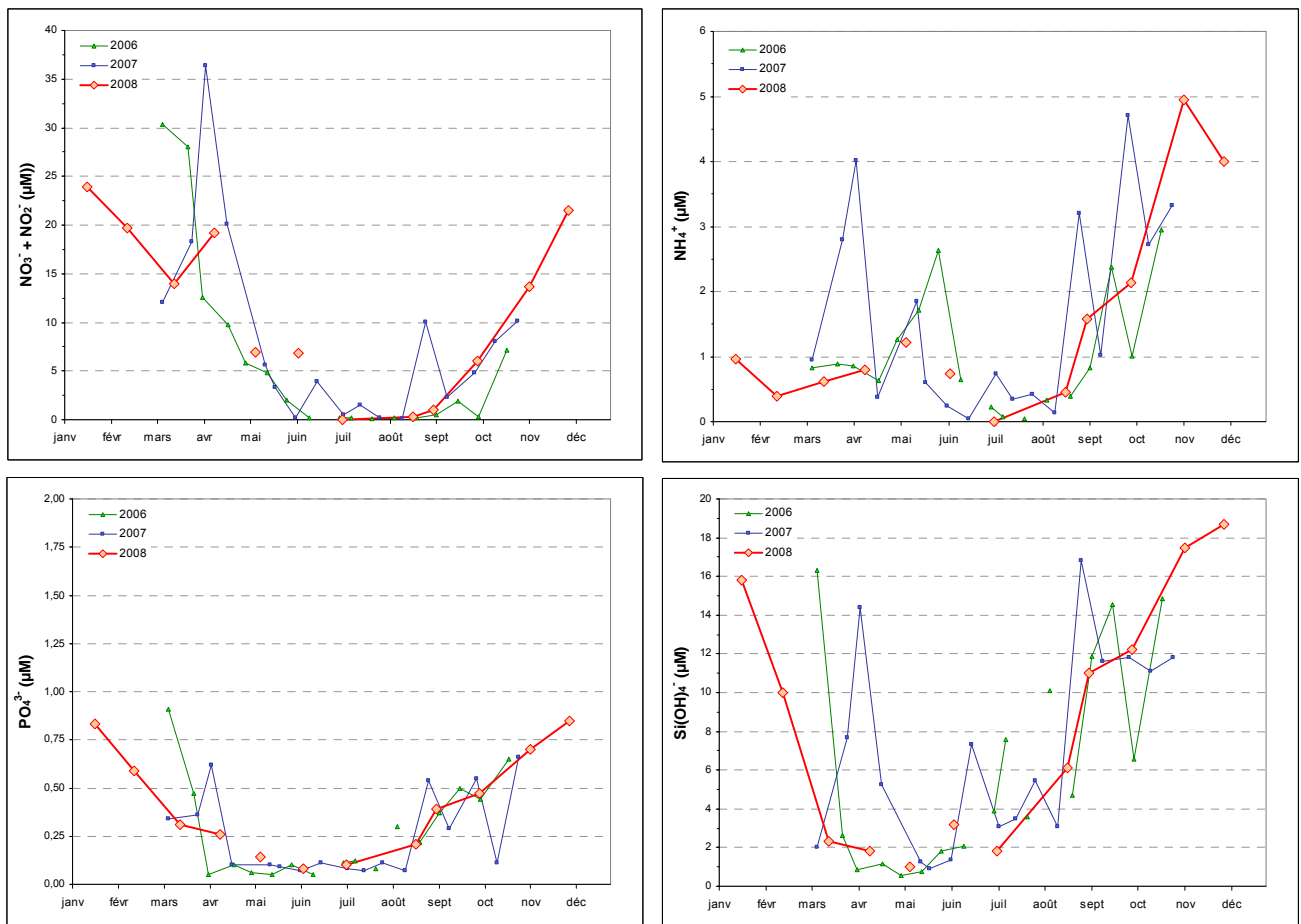


Figure 67 : Évolution des concentrations en nutriments à Gougins entre 2006 et 2008.

Pour le point des Gougins, l'étude des rapports molaires DIN/P et Si/DIN (Figure 68) permet d'émettre des hypothèses quant aux causes du développement ou non de la flore phytoplanctonique. En Effet, il semblerait que le fait qu'aucun bloom ne se soit développé malgré la dessalure de début avril, soit potentiellement dû à une limitation par le silicate (seulement 1,8 µM à cette période (Figure 67)). De même, le peuplement phytoplanctonique de début juin a potentiellement été limité par le phosphate (seulement 0,08 µM (Figure 67)) et enfin le bloom de début juillet a probablement été stoppé par une carence sévère en azote (0,02 µM nitrate + nitrite plus ammonium (Figure 67)).

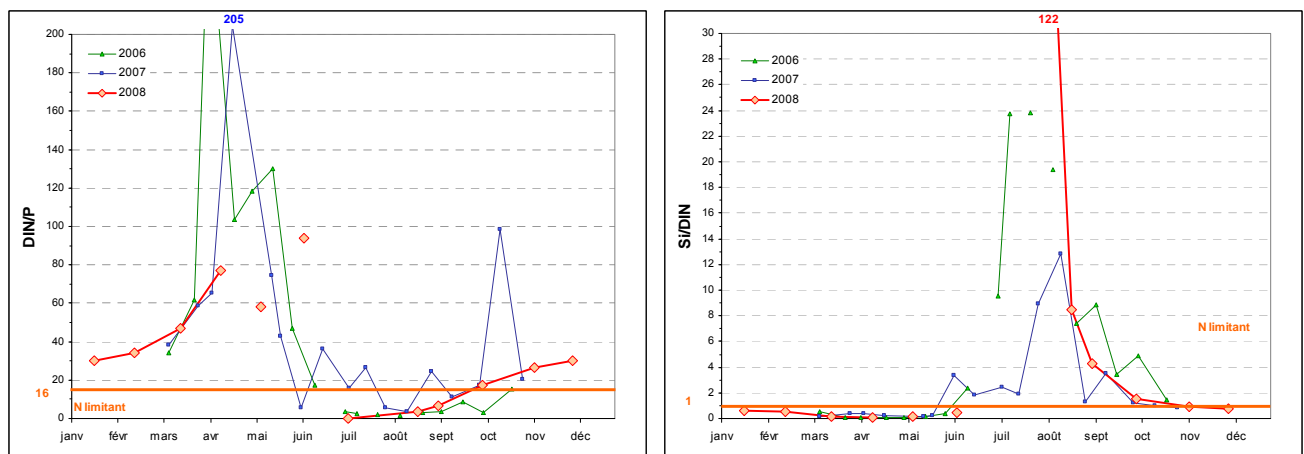


Figure 68 : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Gougins entre 2006 et 2008.

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Gougins »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) au point « Gougins » montre qu'en 2008, aucun taxon n'a présenté de bloom supérieur à 100 000 cellules par litre (Figure 69), malgré la présence de PSNZ d'avril à août avec un maximum en mai à 30 800 cell.L<sup>-1</sup>.

Bien que le nombre de données soit restreint, les peuplements rencontrés à ce point semblent représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

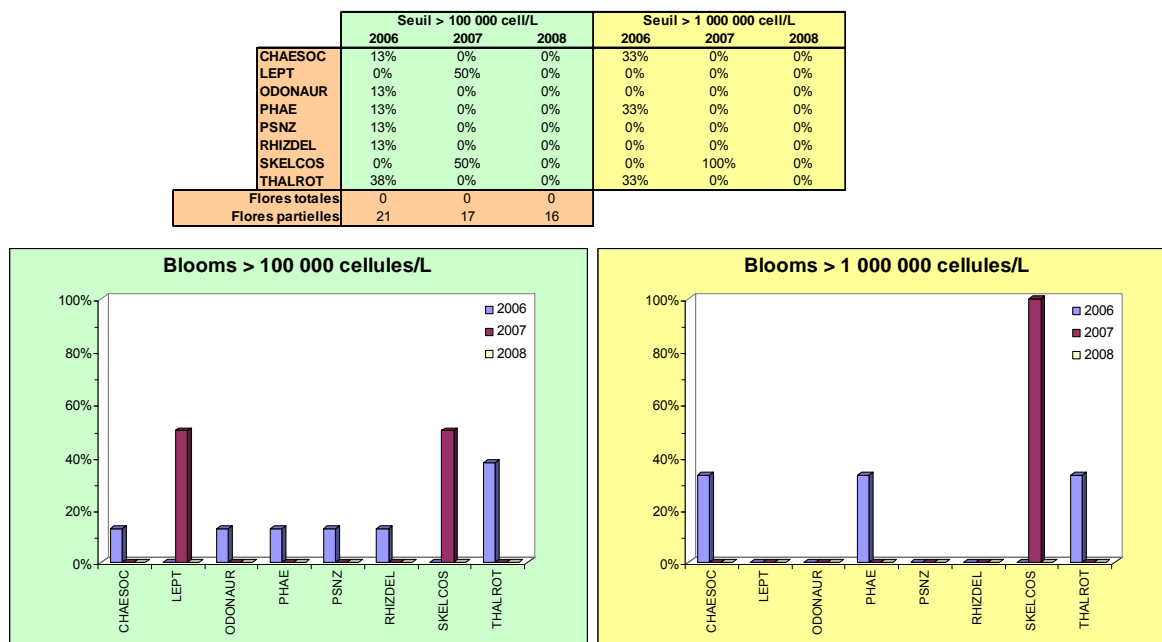


Figure 69 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Gougins entre 2006, 2007 et 2008.

## Pertinence du suivi au point « Gougins »

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

**SYNTHÈSE HCO9 :** Le suivi du point « La Hougue » est complété par celui, plus récent, au point « Gougins » afin d'appréhender au mieux toute la masse d'eau qui est influencée au nord par la masse d'eau HC08 et au sud, par HC10.

Bien que la biomasse chlorophyllienne ait été plus importante au sud qu'au nord de la masse d'eau, le suivi réalisé sur les deux points révèle des similarités, par le faible nombre de dessalures et le niveau des stocks hivernaux en nutriments (22 µM DIN, 0,7 µM DIP, 13 µM Si). Sur les deux points, une carence en nitrate a été observée de juillet à mi-septembre, relayée par des limitations potentielles des autres nutriments en début de période productive. Malgré une influence de l'estuaire à La Hougue, le peuplement phytoplanctonique est représentatif des eaux ouvertes de la Manche. En 2008, seul un bloom en juillet à La Hougue a dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre.

### III.2.8. Masse d'eau HC10 (Utah et Roches de Grandcamp)

#### III.2.8.1. Utah 2003-2008

##### Hydrologie au point « Utah »

Les données enregistrées en 2008 confirment la forte influence des apports terrigènes de la Baie des Veys sur le point « Utah », qui remontent vers le nord jusqu'au point « Gougins » de la masse d'eau HC09. Un pic de dessalure, générant une recharge en nutriments, a également été relevé au début du mois d'avril et n'a pas non plus engendré de pic de chlorophylle de forte intensité (Figure 70). Cette dessalure est plus forte (32,8 (Figure 70)) qu'à « Gougins » et « La Hougue » (33,1, cf. III.2.7), suggérant que son origine pourrait bien être la Baie des Veys, la résiduelle de marée étant orientée vers le nord.

Tout comme au point « Gougins », la chlorophylle-a a présenté plusieurs pics durant l'été 2008 légèrement plus forts qu'à « Gougins », avec des concentrations de l'ordre de 5 à 10  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (maximum de 10,3  $\mu\text{g.L}^{-1}$  fin mai, comme en 2007) (Figure 70). Un pic important (8,4  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) a été enregistré en octobre 2008, soit un mois plus tard qu'en 2006 et 2007 (Figure 70).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 70).

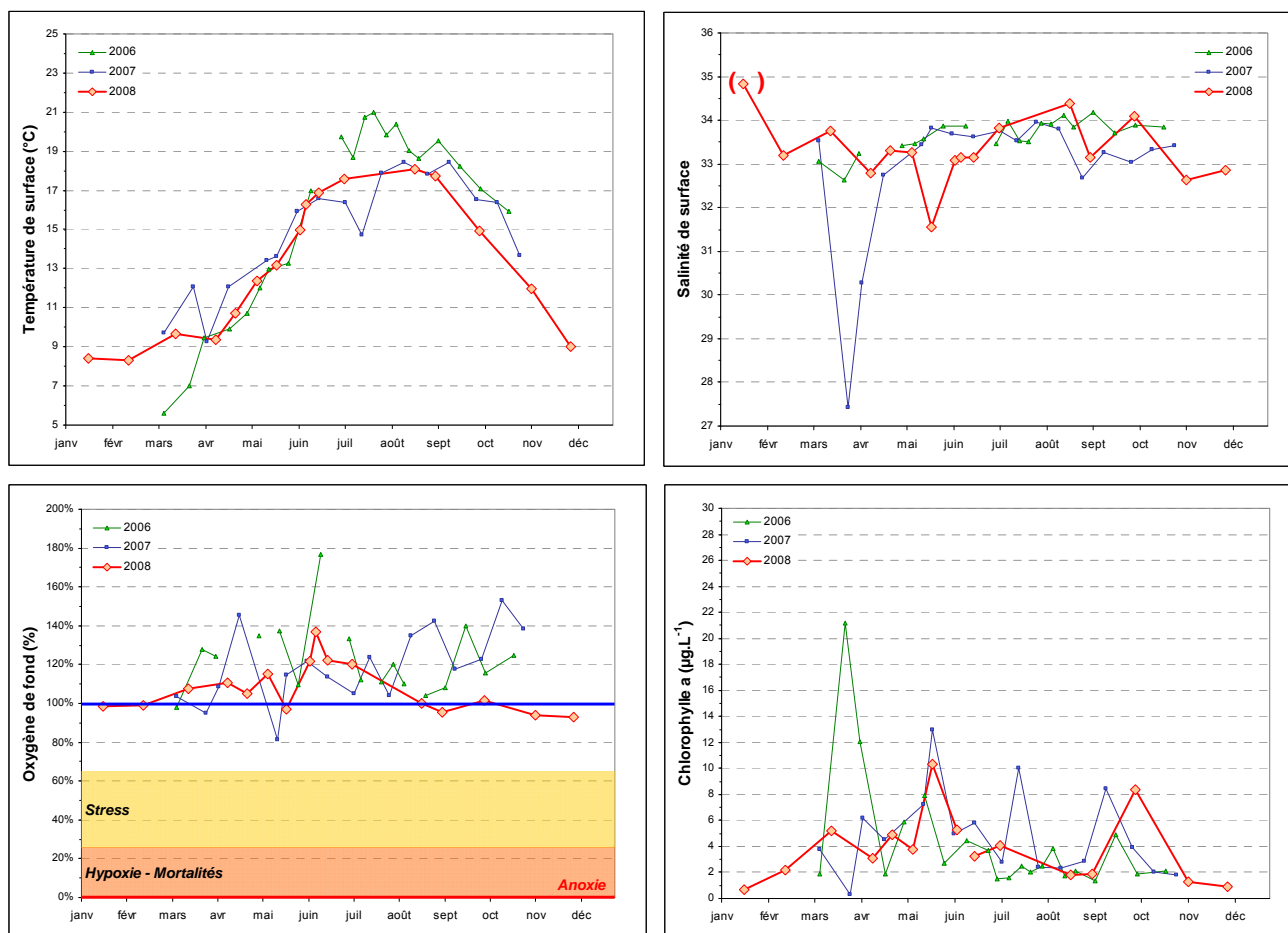


Figure 70 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Utah entre 2006 et 2008.



Les apports de la Baie des Veys font que les stocks hivernaux sont légèrement plus importants que sur la côte Est du Cotentin (masse d'eau HC09) ; les concentrations en nutriments ont été en 2008 de l'ordre de 25  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite, 0,7  $\mu\text{M}$  de phosphate, et 14  $\mu\text{M}$  de silicate (Figure 71).

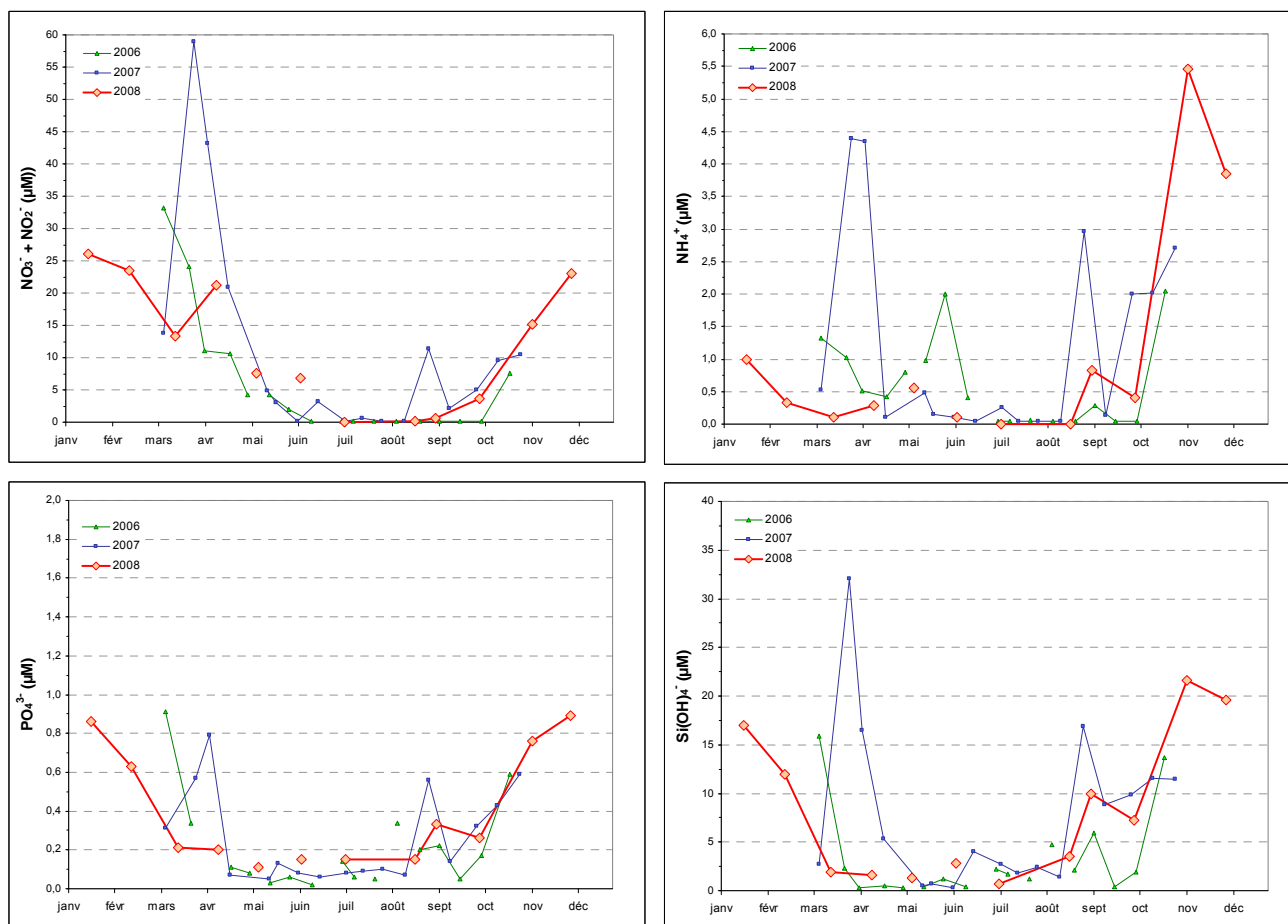


Figure 71 : Évolution des concentrations en nutriments à Utah entre 2006 et 2008.

L'évolution des concentrations en nutriments (Figure 71) et l'évolution des rapports molaire DIN/P et Si/DIN (Figure 72), suggèrent une limitation potentielle de la production de biomasse chlorophyllienne par l'azote entre juillet et septembre 2008.

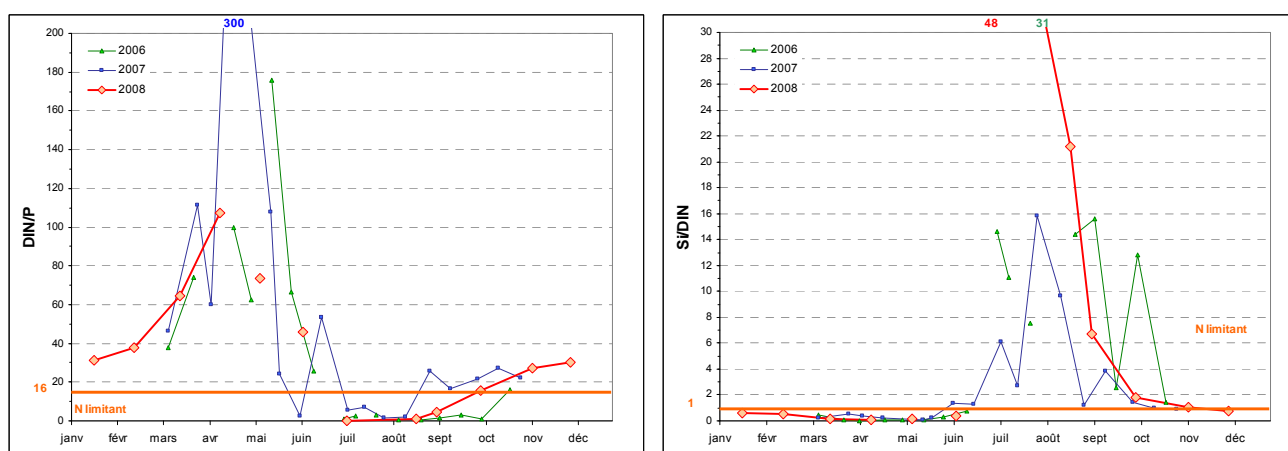


Figure 72 : Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Utah entre 2006 et 2008.

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Utah »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (fiores partielles) à « Utah » montre qu'en 2008, trois taxons ont atteint le seuil de 100 000 cellules par litre (LEPT deux fois en juin, RHIZDEL une fois en juin) dont le taxon CHAESOC qui a dominé le bloom de début juillet avec une abondance à 3 800 000 cellules par litre (Figure 73) et a épuisé le stock d'azote. L'activité phytoplanctonique est aussi composée du taxon PSNZ qui est présent (maximum 40 600 cell.L<sup>-1</sup> début mai 2008) presque toute l'année. Les peuplements présents sont donc représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec des influences des milieux estuariens.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2006                   | 2007 | 2008 | 2006                     | 2007 | 2008 |
| CERAPEL           | 0%                     | 14%  | 0%   | 0%                       | 33%  | 0%   |
| CHAESOC           | 29%                    | 0%   | 25%  | 50%                      | 0%   | 100% |
| LEPT              | 0%                     | 14%  | 50%  | 0%                       | 33%  | 0%   |
| ODONAUUR          | 0%                     | 14%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| PHAE              | 14%                    | 0%   | 0%   | 33%                      | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 14%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL           | 0%                     | 0%   | 25%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZIMB           | 0%                     | 29%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 0%                     | 14%  | 0%   | 0%                       | 33%  | 0%   |
| THALROT           | 14%                    | 14%  | 0%   | 17%                      | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 22                     | 17   | 16   |                          |      |      |

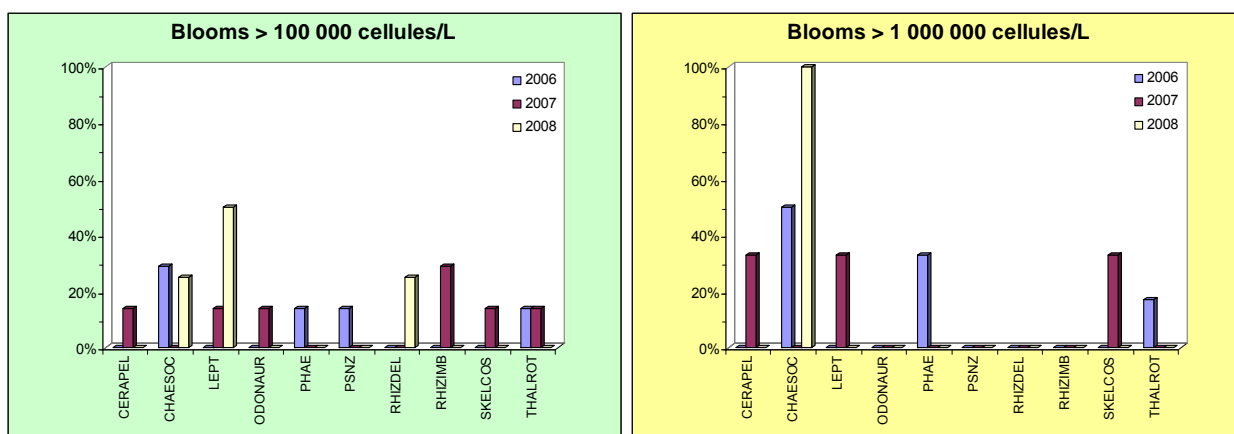


Figure 73 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Utah entre 2006 et 2008.

## 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 importante aussi du fait des usages qui y sont installés, et notamment la conchyliculture. Ce point est donc suivi dans le cadre du suivi complémentaire régional.

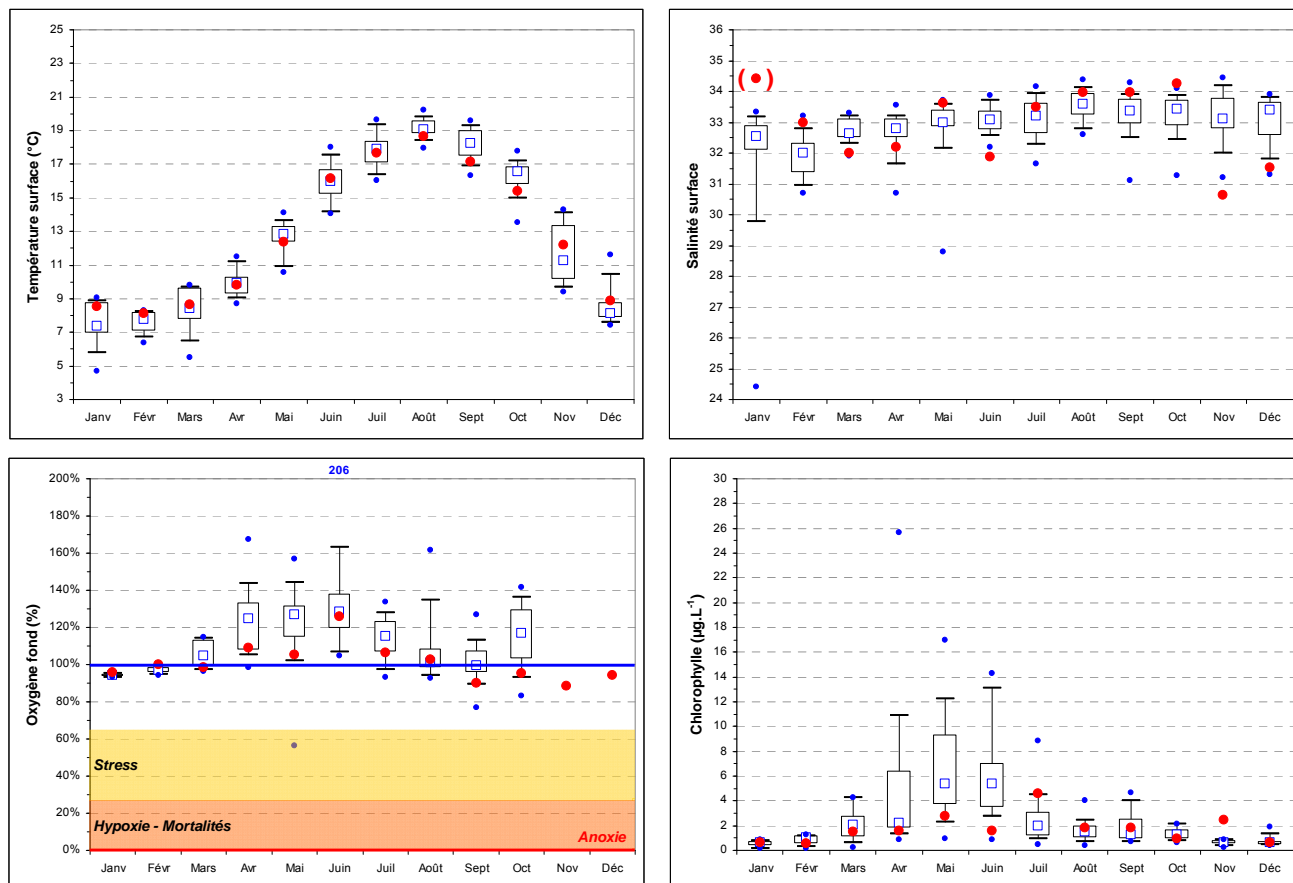
### III.2.8.2. Roches de Grandcamp 2001-2008

## Hydrologie au point « Roches de Grandcamp »

Soumise aux apports terrigènes de la Taute, la Vire, l'Aure et la Douve (via la masse d'eau HT06), la masse d'eau HC10 observe au niveau du point « Roches de Grandcamp » des dessalures moyennes, de l'ordre de 2 à 3 en 2008 (Figure 74). Suite aux fortes précipitations de 2008, les débits de la Vire, qui ont été largement au dessus des moyennes interannuelles en mars, mai-juin et novembre (Figure 13), ont engendré fin mars-début avril et début juin des pics de dessalure qui ont

rechargé le milieu en nutriments (Figure 74). Malgré ces importantes recharges, la chlorophylle-a relevée en 2008 est restée relativement faible avec des concentrations inférieures à  $6 \mu\text{g.L}^{-1}$  (maximum à  $5,4 \mu\text{g.L}^{-1}$  début juillet) (Figure 74). Au regard des résultats acquis en 2007 au cours du programme OGIVE<sup>5</sup>, l'hypothèse d'une consommation intense du phytoplancton par les bivalves en élevage peut être une des causes expliquant ces faibles biomasses (Gangnery A., 2008).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 74).

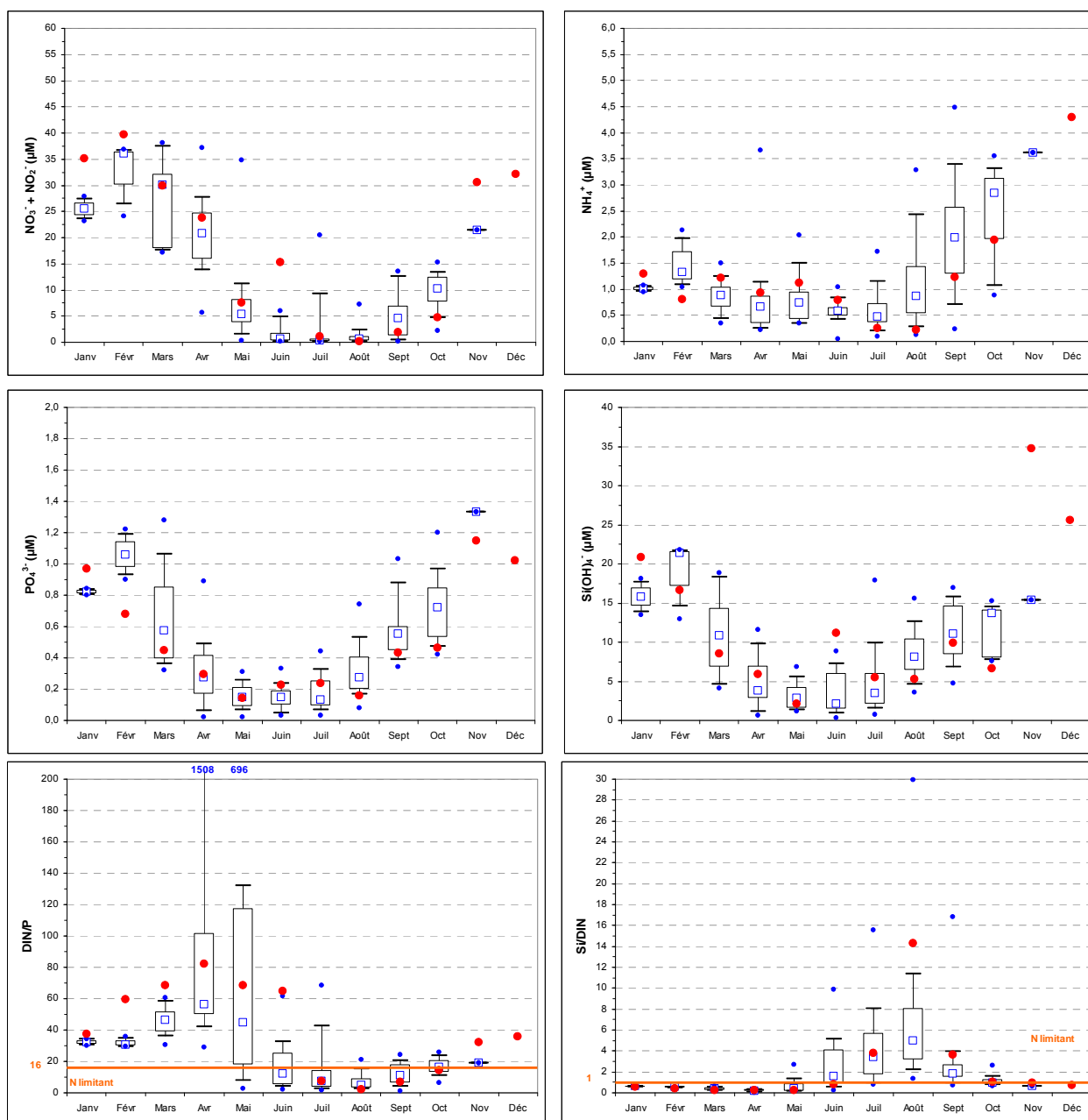


**Figure 74 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a aux Roches de Grandcamp entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Le suivi dorénavant réalisé sur 12 mois, révèle que, suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de  $37 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,8 \mu\text{M}$  de phosphate, et  $19 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 75).

Pour le point des Roches de Grandcamp, l'évolution des concentrations en nutriments et l'étude des rapports molaires DIN/P et Si/DIN suggèrent une limitation potentielle de la production de biomasse chlorophyllienne par l'azote de juillet à mi-octobre 2008, contrairement à 2007 (Figure 75).

<sup>5</sup> OGIVE : Outils d'aide à la Gestion Intégrée et à la Valorisation des Ecosystèmes conchylicoles de Basse-Normandie.



**Figure 75 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/P et Si/DIN sur Roches de Grandcamp entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Roches de Grandcamp »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à Grandcamp montre qu'en 2008, deux taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, dont un a aussi dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre (Figure 76). En effet, la flore de début mai a été dominée par la diatomée RHIZIMB avec 114 600 cell.L<sup>-1</sup>, et celle de mi-juin (256 000 cell.L<sup>-1</sup>), et de juillet (2 000 000 cell.L<sup>-1</sup> puis 18 350 000 cell.L<sup>-1</sup>) par la diatomée des milieux estuariens CHAESOC (Figure 76).

Bien que le point Roches de Grandcamp fasse partie de la masse d'eau côtière HC10, la proximité de la masse d'eau de transition HT06 est évidente à l'examen des flores phytoplanctoniques, car les peuplements rencontrés sont caractéristiques des milieux estuariens ouverts<sup>6</sup>.

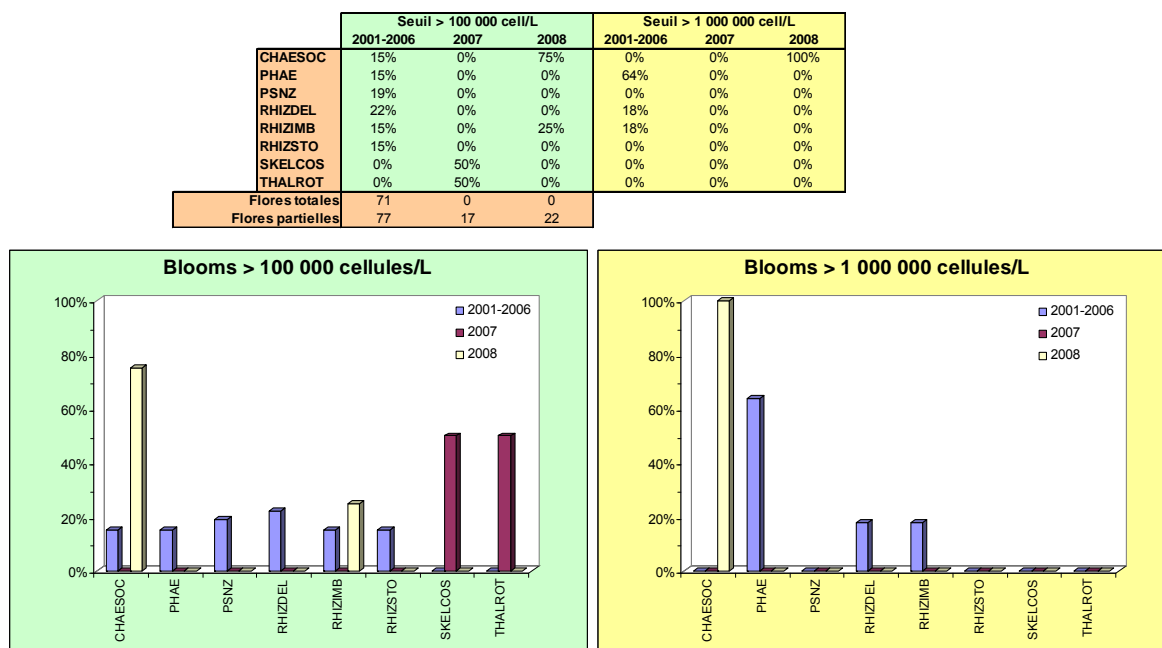


Figure 76 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Roches de Grandcamp entre 2001-2006, 2007 et 2008.

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

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

**SYNTHÈSE HC10 :** La nécessité de disposer de deux points de suivi dans la masse d'eau HC10 a été confirmée suite au constat de l'hétérogénéité spatiale de la biomasse chlorophyllienne dans la masse d'eau (Gangnery et al., 2008). En effet, bien que les stocks hivernaux en nutriments soient un peu plus importants à Grandcamp (38 µM DIN, 0,8 µM DIP, 19 µM Si) qu'à Utah (26 µM DIN, 0,7 µM DIP, 14 µM Si), la biomasse chlorophyllienne est en moyenne plus importante à Utah (3,8 µg.L<sup>-1</sup>) qu'à Grandcamp (1,9 µg.L<sup>-1</sup>). Bien que le peuplement phytoplanctonique du point Utah soit représentatif des eaux ouvertes de la Manche révélé par les blooms du taxon LEPT, les deux points sont aussi clairement influencés par la masse d'eau estuarienne HT06 manifestée par la présence de taxons estuariens, et notamment CHAESOC dont l'abondance a dépassé respectivement 1 fois et 2 fois le seuil de 1 000 000 de cellules par litre à Utah et Roches de Grandcamp en 2008.

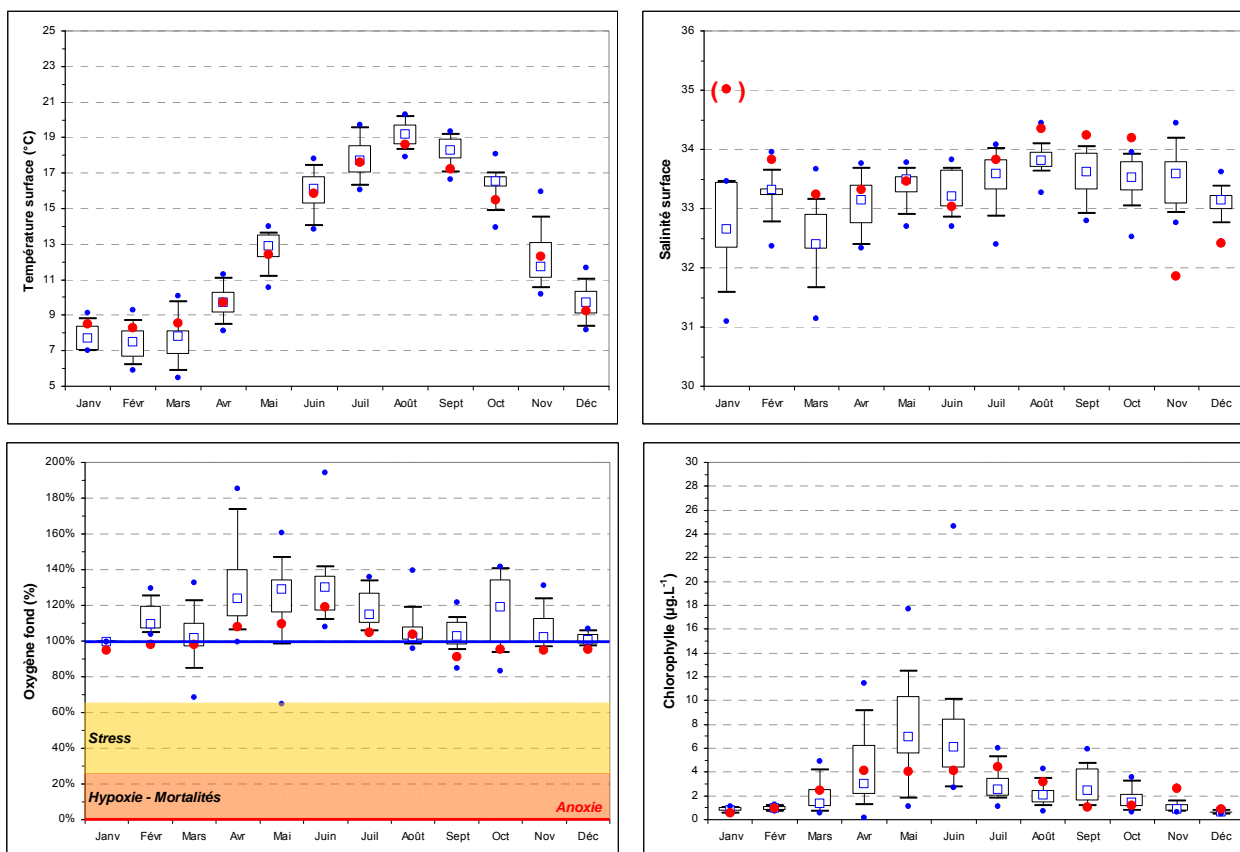
<sup>6</sup> Pour l'évolution temporelle, voir la fiche de la masse d'eau HT06 (page 74) qui présente la synthèse des flores totales réalisées sur Roches de Grandcamp et sur Géfosse.

### III.2.9. Masse d'eau HT06 (Géfosse 2002-2008)

#### Hydrologie au point « Géfosse »

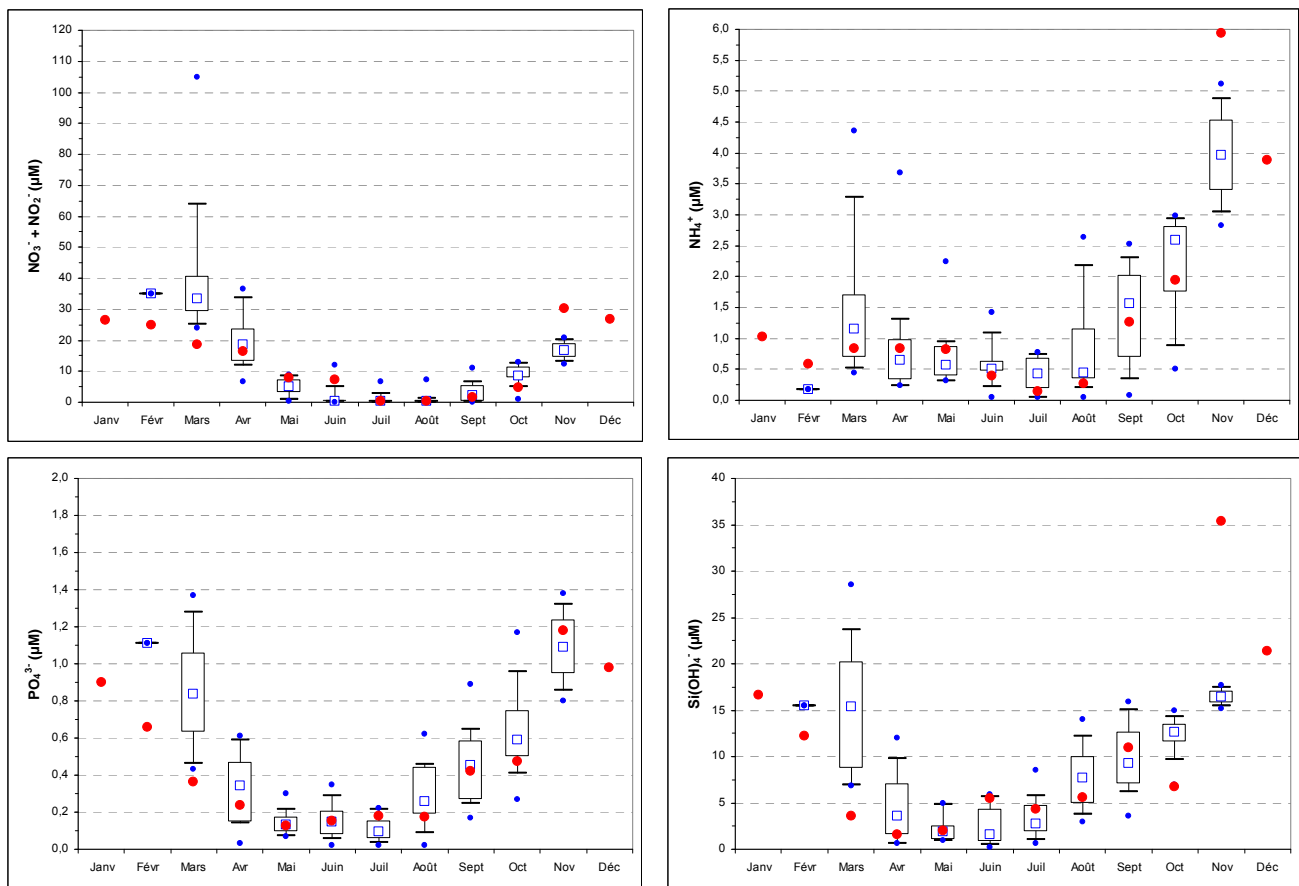
La masse d'eau HT06 est directement soumise aux apports de la Vire, de l'Aure, de la Taute, et de la Douve qui influencent la salinité de la zone (1,5 d'amplitude maximale en 2008) (Figure 77). Comme sur Grandcamp, les précipitations du printemps et de l'automne 2008 ont engendré des pics de dessalure et des apports massifs de nutriments (Figure 78), mais ont généré un niveau de chlorophylle-a modéré pour la deuxième année consécutive, avec une concentration maximale de  $6,8 \mu\text{g.L}^{-1}$  (contre environ  $25 \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2002) (Figure 77). Situé à proximité des activités ostréicoles de la Baie des Veys, le point Géfosse voit également ses teneurs en chlorophylle-a fortement influencées par la consommation des bivalves en élevage (phénomène de déplétion mis en évidence par les cartographies de la répartition des teneurs en chlorophylle-a du projet OGIVE (Gangnery A., 2008)).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 77).



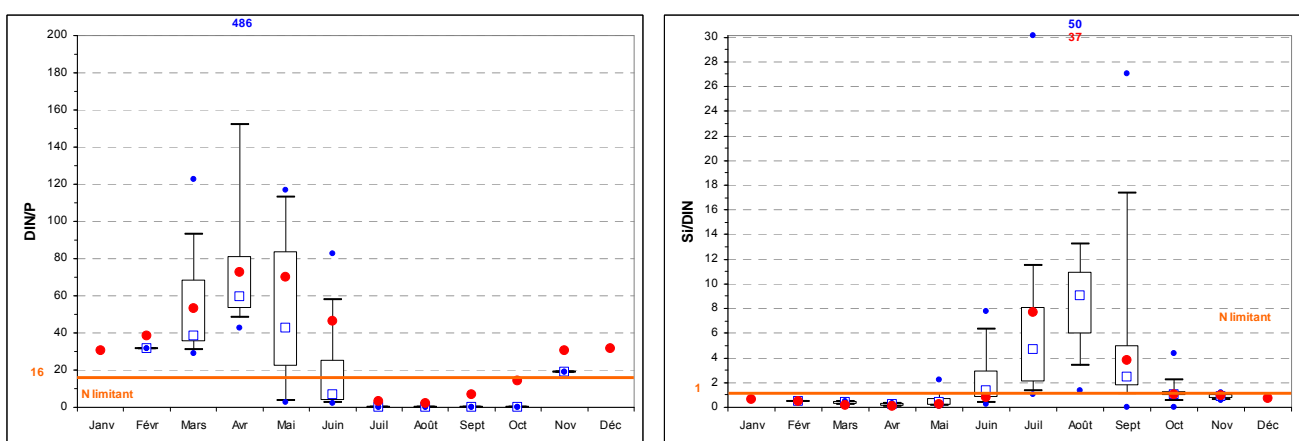
**Figure 77 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Géfosse entre 2002 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2002-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Le suivi dorénavant réalisé sur 12 mois, révèle que, suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de  $26 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,8 \mu\text{M}$  de phosphate, et  $14 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 78).



**Figure 78 :** Évolution des concentrations en nutriments à Géfosse entre 2002 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2002-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Pour le point Géfosse, l'évolution des concentrations en nutriments (Figure 78) et l'étude des rapports molaires DIN/P et Si/DIN (Figure 79) suggèrent une limitation de la production de biomasse chlorophyllienne par l'azote de juillet à mi-octobre 2008, contrairement à 2007.



**Figure 79 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Géfosse entre 2002 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2002-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Géfosse »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore totale et partielles) à Géfosse montre qu'en 2008, trois taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre (CHAESOC, LEPT et SKELCOS), dont un a aussi dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre (CHAESOC) (Figure 80).

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2002-2006              | 2007 | 2008 | 2002-2006                | 2007 | 2008 |
| CHAESOC           | 14%                    | 15%  | 70%  | 14%                      | 0%   | 100% |
| CRYPTO            | 0%                     | 15%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| LEPT              | 14%                    | 40%  | 15%  | 14%                      | 0%   | 0%   |
| PHAE              | 25%                    | 0%   | 0%   | 36%                      | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 20%                    | 0%   | 0%   | 21%                      | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL           | 14%                    | 0%   | 0%   | 14%                      | 0%   | 0%   |
| RHIZSTO           | 12%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 0%                     | 15%  | 15%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 84                     | 13   | 12   |                          |      |      |
| Flores partielles | 38                     | 8    | 9    |                          |      |      |

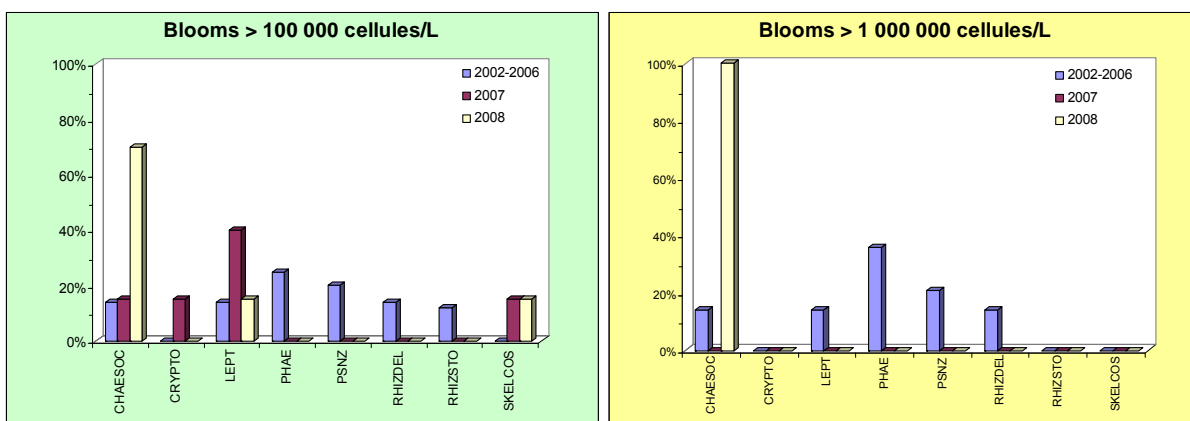


Figure 80 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Géfosse entre 2002-2006, 2007 et 2008.

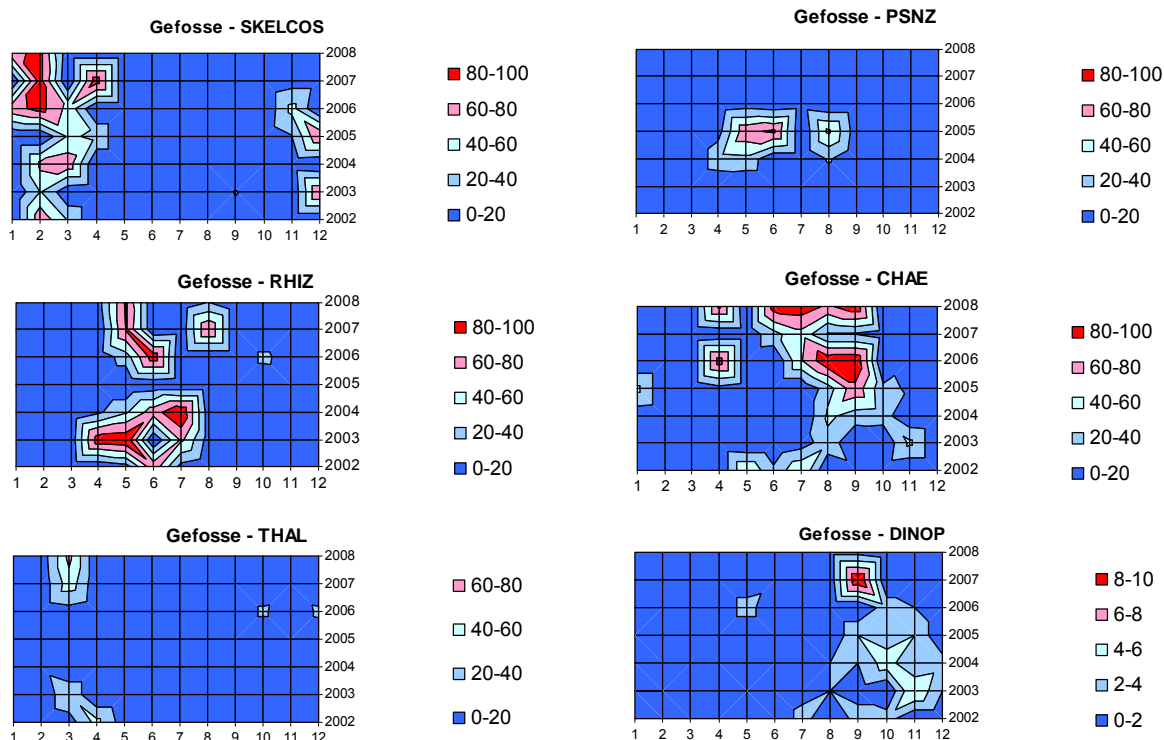


Figure 81 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Géfosse entre 2002 et 2008.



L'étude de la succession des taxons confirme que la diatomée SKELCOS se développe dès la fin de l'hiver (mi-février) et domine la flore avec  $102\,400\text{ cell.L}^{-1}$  en 2008 (Figure 81). La diatomée LEPT a contribué de façon significative ( $346\,500\text{ cell.L}^{-1}$ ) au bloom de mi-juillet qui était largement dominé par une autre diatomée CHAESOC ( $3\,095\,000\text{ cell.L}^{-1}$ ). Cette dernière a dominé le peuplement phytoplanctonique dès début avril ( $355\,200\text{ cell.L}^{-1}$ ) jusqu'à début septembre ( $569\,000\text{ cell.L}^{-1}$  fin juillet,  $168\,000\text{ cell.L}^{-1}$  fin août et  $221\,800\text{ cell.L}^{-1}$  début septembre) (Figure 81). Cette succession d'espèces et de peuplement est caractéristique des milieux estuariens des baies. Néanmoins, l'influence des dinoflagellés n'est pas très marquée (Figure 81).

### Pertinence du suivi au point « Géfosse »

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

**SYNTHÈSE HT06 :** Le suivi du point « Géfosse » a débuté dès la phase préparatoire du RHLN qui a permis de confirmer la pertinence du positionnement de ce point dont les résultats révèlent sa similarité avec le point « Roches de Grandcamp » de la masse d'eau HC10.

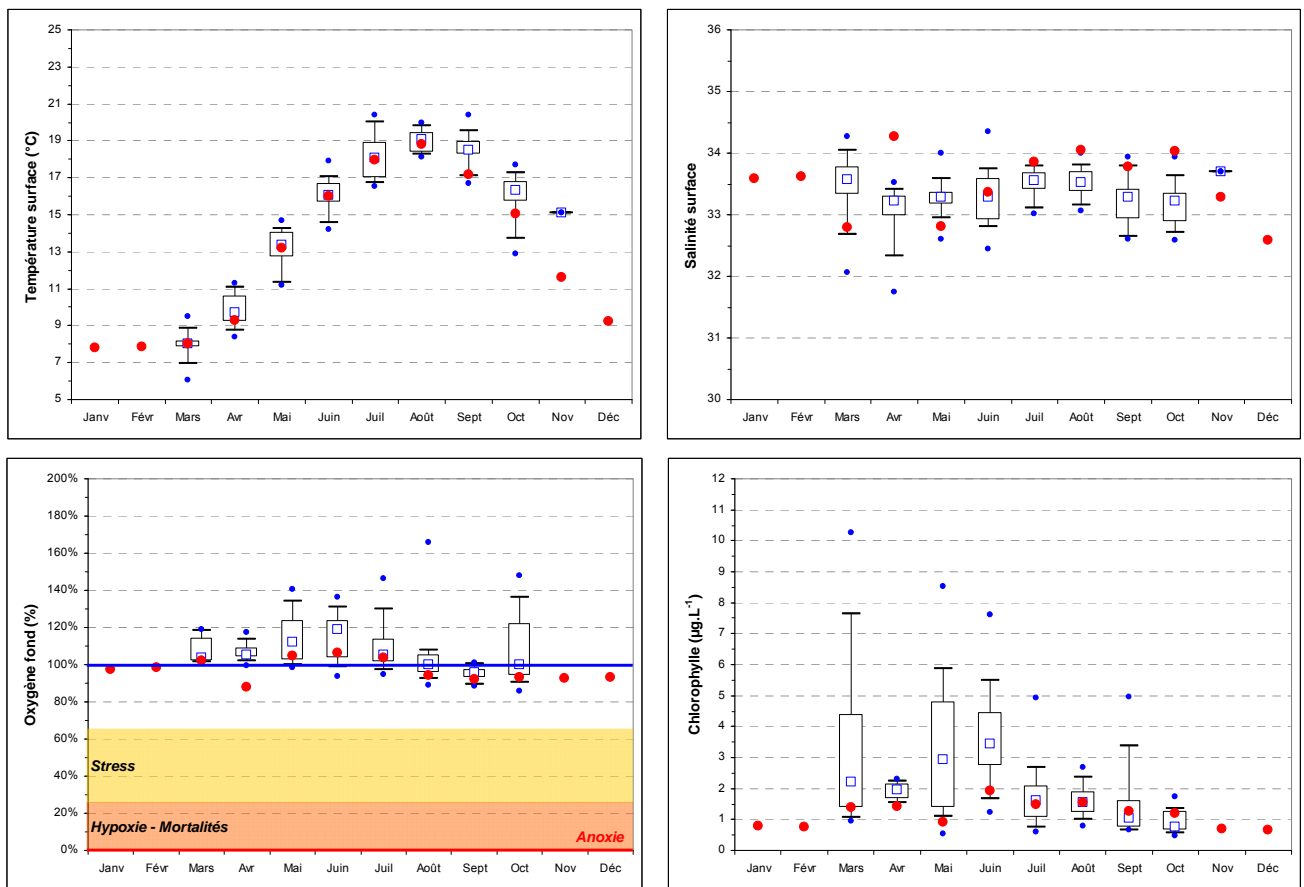
La HT06 est une masse d'eau de transition (estuarienne) fortement influencée par les apports via les chenaux de Carentan et d'Isigny qui drainent un bassin versant d'environ  $3500\text{ km}^2$ . Les stocks hivernaux en nutriments sont cependant modérés en 2008 ( $27\ \mu\text{M DIN}$ ,  $0,8\ \mu\text{M DIP}$ ,  $14\ \mu\text{M Si}$ ) par rapport d'autres masses d'eau de transition comme la HT05. Du fait de la présence d'une importante zone ostréicole sur  $160\text{ ha}$ , la biomasse chlorophyllienne reste modérée ( $< 7\ \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2008) et l'azote devient potentiellement en carence pendant la période estivale (de juillet à octobre en 2008). En 2008, trois taxons ont dépassé le seuil de  $100\,000$  cellules par litre, dont un a aussi dépassé celui à  $1\,000\,000$  cellules par litre. Le peuplement phytoplanctonique est représentatif des milieux estuariens, bien que les dinoflagellés aient été très peu présents en 2008.

### III.2.10. Masse d'eau HC12 (Asnelles-Meuvoines 2004-2008)

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

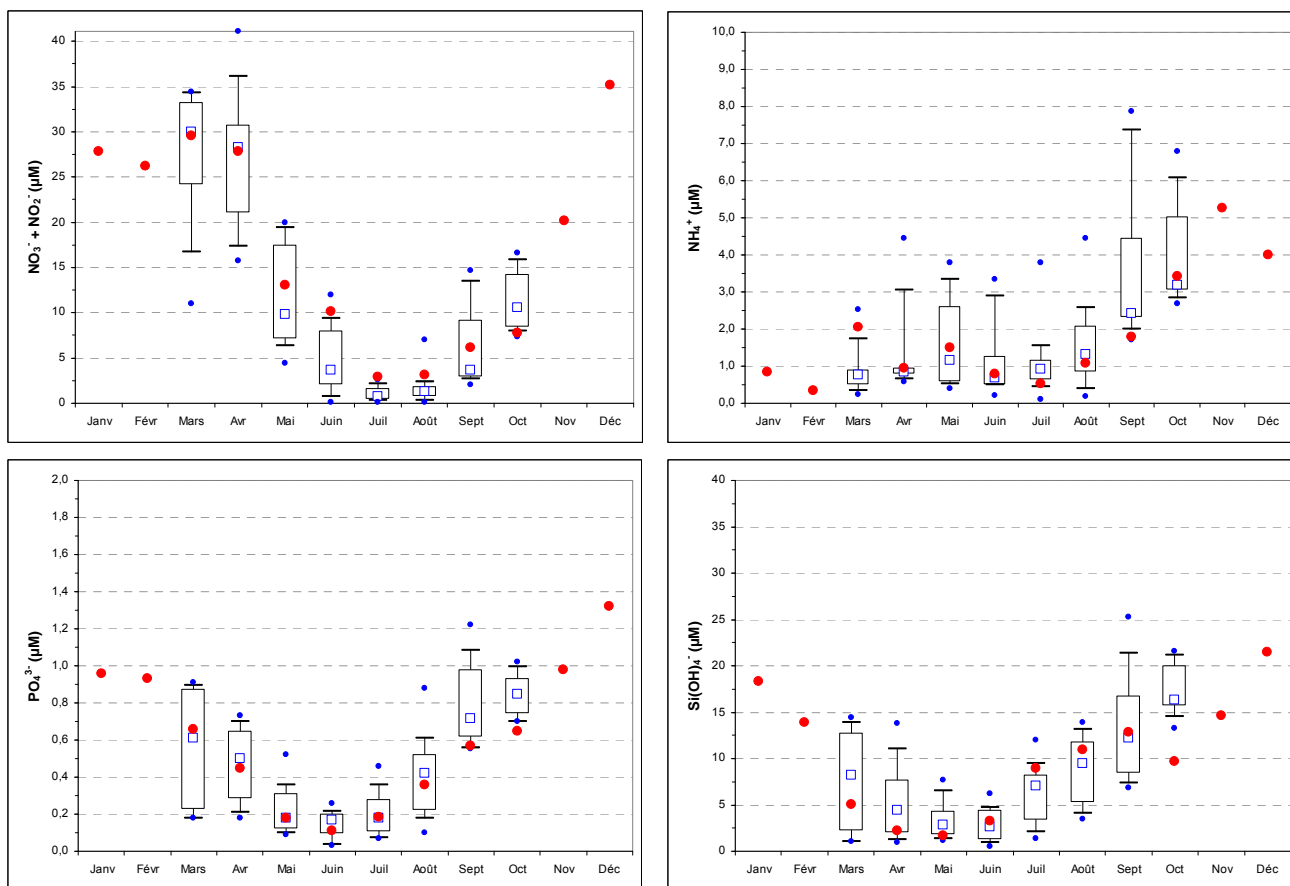
Au sein de la masse d'eau HC12, les fluctuations de salinité restent minimales (trois dessalures à maximum 1 en 2008) mais fréquentes (trois dessalures à 0,5) (Figure 82), suggérant que le milieu est régulièrement rechargé en nutriments. Néanmoins, la chlorophylle-*a* observée est restée faible en 2008 par rapport aux années précédentes, ne dépassant pas les 2,5  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  (Figure 82), en gardant l'hypothèse qu'un pic ait pu échapper à l'échantillonnage.

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



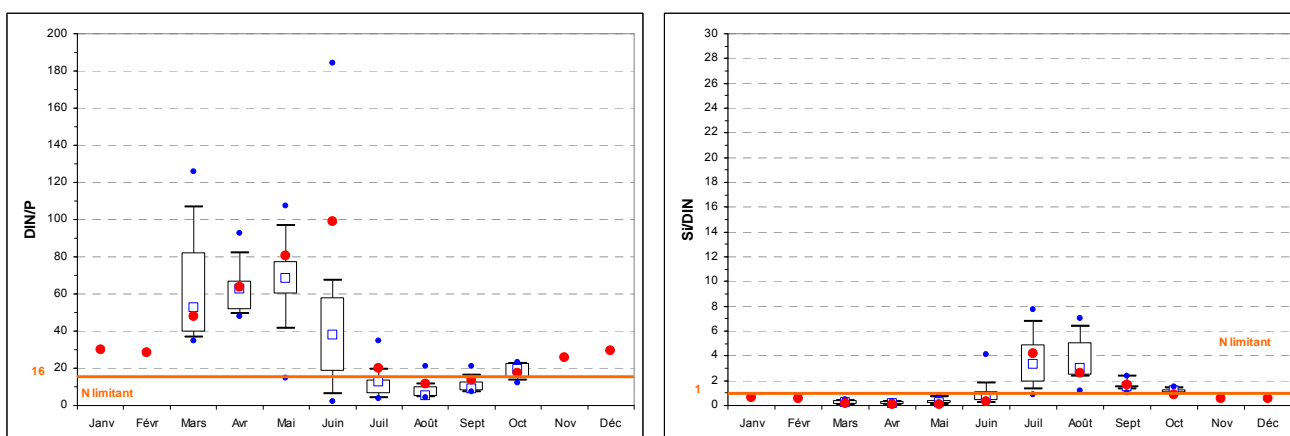
**Figure 82 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-*a* à Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2004-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Le suivi dorénavant réalisé sur 12 mois, révèle que, suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de 27  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite, 0,9  $\mu\text{M}$  de phosphate, et 16  $\mu\text{M}$  de silicate (Figure 83).



**Figure 83 :** Évolution des concentrations en nutriments à Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2004-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

D'après l'évolution du rapport molaire DIN/P (selon Redfield et *al.*, 1963) ainsi que les évolutions des concentrations en nutriments présentées sur la Figure 84, seuls potentiellement le phosphore puis le silicium ont pu être limitant pour le développement phytoplanctonique, respectivement entre mars et juin pour le phosphore, et juillet-août pour le silicium.



**Figure 84 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/DIN sur Asnelles-Meuvoines entre 2004 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2004-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Asnelles-Meuvoines »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à Asnelles-Meuvoines montre qu'en 2008, trois taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre (RHIZFRA avec 695 700 cell.L<sup>-1</sup> et RHIZDEL avec 386 000 cell.L<sup>-1</sup>) début juillet, dont un a aussi dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre à la mi-juillet (LEPT avec 1 446 300 cell.L<sup>-1</sup>) (Figure 85). Les observations interannuelles suggèrent que les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche avec une faible influence des eaux estuariennes.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2004-2006              | 2007 | 2008 | 2004-2006                | 2007 | 2008 |
| LEPT              | 25%                    | 0%   | 33%  | 100%                     | 0%   | 100% |
| PSNZ              | 44%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL           | 13%                    | 0%   | 33%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZFRA           | 0%                     | 0%   | 33%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 70                     | 27   | 27   |                          |      |      |

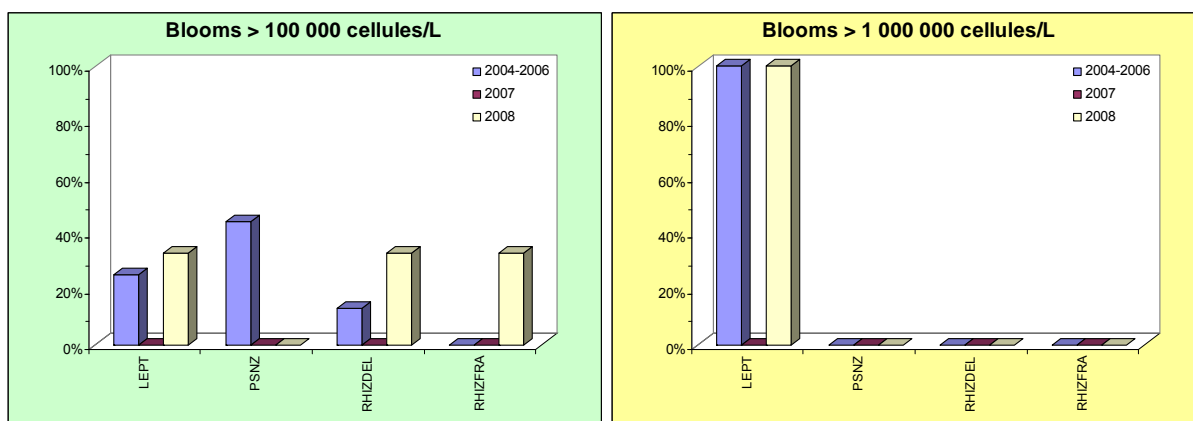


Figure 85 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Asnelles-Meuvoines entre 2004-2006, 2007 et 2008.

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

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

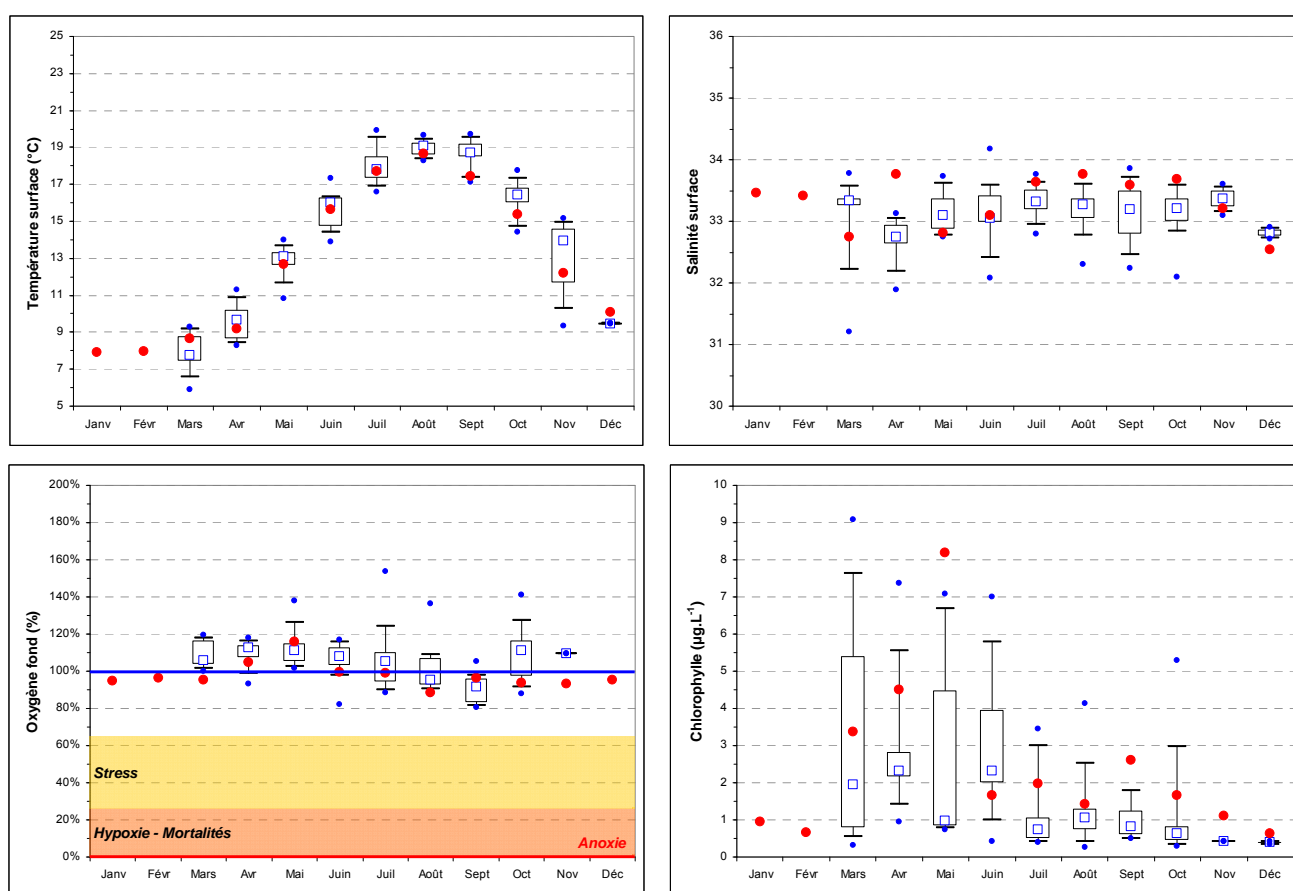
**SYNTHÈSE HC12 :** Le suivi du point « Asnelles-Meuvoines » permet d'évaluer la qualité d'une masse d'eau abritant une zone ostréicole importante. Cette masse d'eau semble sous l'influence d'apports terrigènes assez constants alimentant une production phytoplanctonique cependant relativement faible (< 2,5 µg.L<sup>-1</sup> en 2008). Des stocks hivernaux modérés en nutriments ont pu être évalués pour la première fois en 2008 (28 µM DIN, 0,9 µM DIP, 16 µM Si), et ne semblent pas s'épuiser complètement pendant la période estivale, bien que le phosphore et le silicium puissent être potentiellement faiblement limitant pour la production primaire respectivement au printemps et en été. Malgré la faible biomasse, trois taxons ont atteint le seuil de 100 000 cellules par litre, dont un le seuil de 1 000 000 cellules par litre en juillet 2008. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est représentatif des eaux ouvertes de la Manche avec une faible influence des eaux estuariennes.

### III.2.11. Masse d'eau HC13 (St Aubin les Essarts 2004-2008)

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

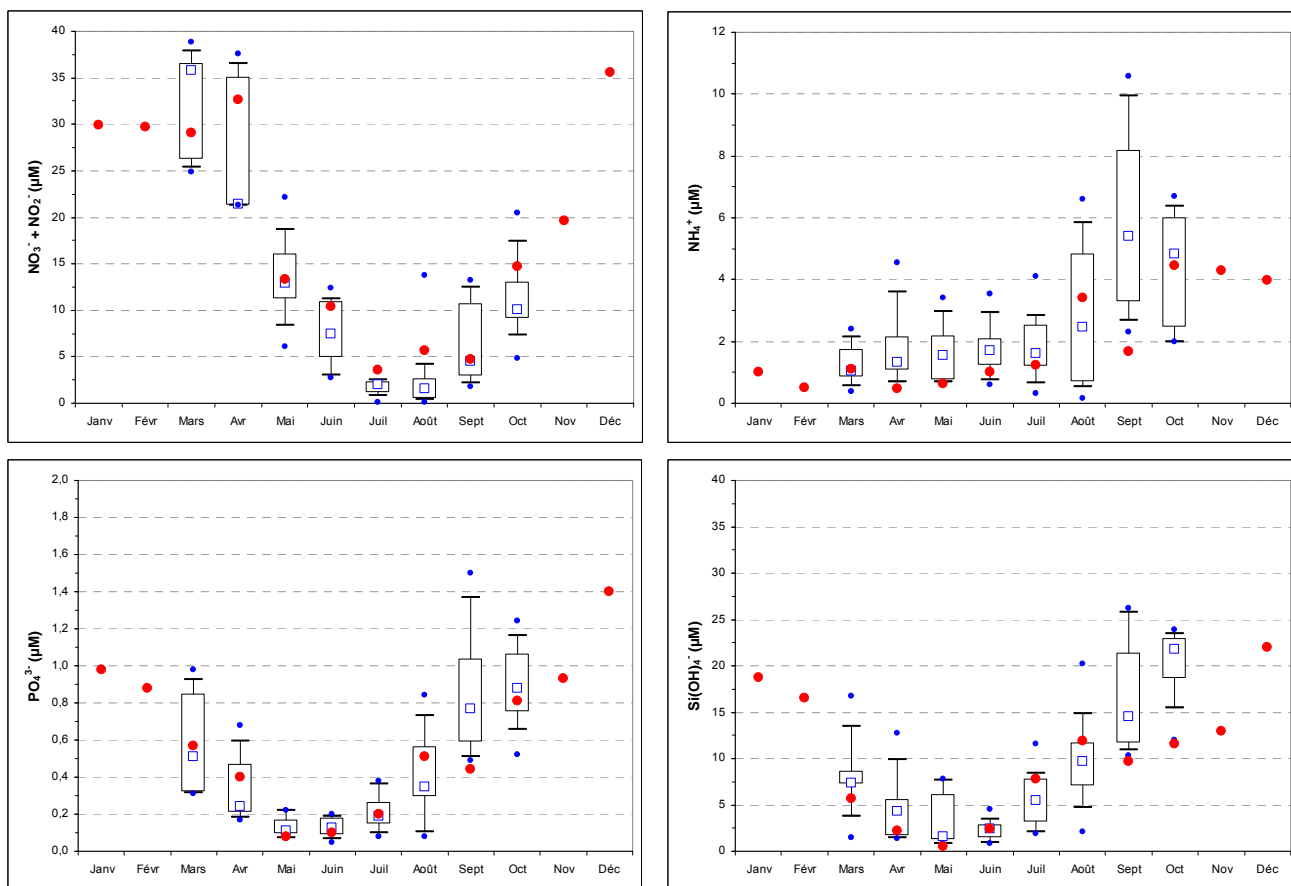
La masse d'eau HC13 ne reçoit pas d'apport direct important en provenance des bassins versants, ce qui explique les faibles fluctuations de salinité constatées sur la Figure 86 (maximum de 0,5 en 2008). Cependant, des apports relativement constants en nutriments favorisent la croissance du phytoplancton et l'établissement de plusieurs blooms tout au long de la période productive. En effet, les teneurs en chlorophylle-a ont dépassé les maxima interannuels à l'occasion d'un premier bloom qui a perduré de fin février à fin juin, où un maximum ( $8,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) a été atteint début mai, puis à l'occasion d'un bloom de fin d'été en septembre ( $6,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) (Figure 86).

La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 86).



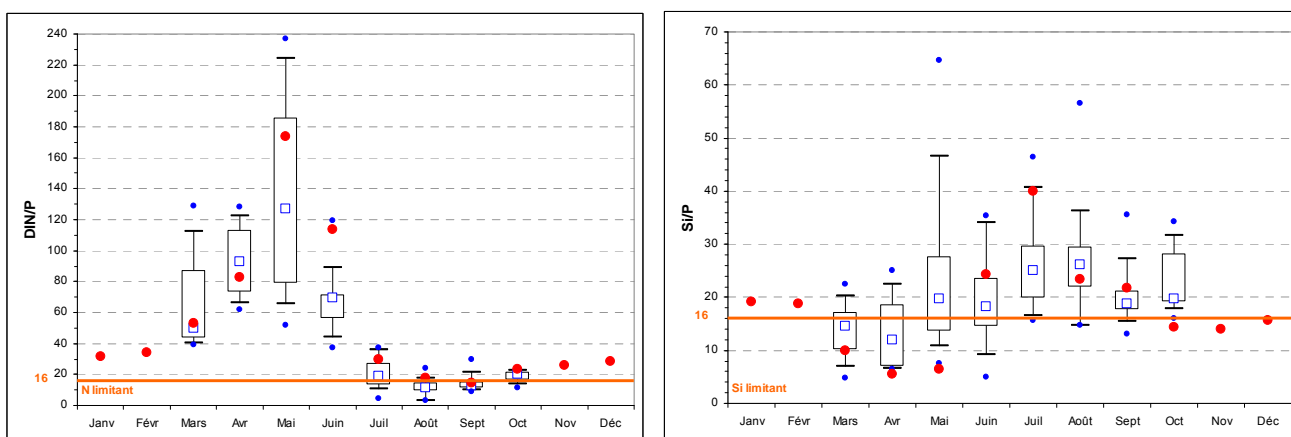
**Figure 86 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2004-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Le suivi, dorénavant réalisé sur 12 mois, révèle que suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de  $30 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,9 \mu\text{M}$  de phosphate, et  $18 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 87).



**Figure 87 :** Évolution des concentrations en nutriments à St Aubin les Essarts entre 2004 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2004-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

D'après les graphes de la Figure 88, l'azote ne semble pas avoir été en carence pendant la période estivale. En effet l'étude du rapport DIN/P ne révèle pas de déséquilibre pour N, par contre, l'étude du rapport Si/P semble suggérer que le silicate pourrait avoir été potentiellement légèrement en carence de mars à mai puis le phosphate de juin à septembre (Figure 88).



**Figure 88 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur St Aubin les Essarts entre 2004 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2004-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

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

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) à « St Aubin les Essarts » montre qu'en 2008, quatre taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre (RHIZIMB avec 105 500 cell.L<sup>-1</sup> début mai, et NITZLON avec 167 500 cell.L<sup>-1</sup> et RHIZFRA avec 346 000 cell.L<sup>-1</sup> début juillet), dont un a aussi dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre à la mi-juillet (LEPT avec 1 252 400 cell.L<sup>-1</sup>), comme à « Asnelles-Meuvinnes » (Figure 89). Les observations interannuelles suggèrent que les peuplements présents sont représentatifs des eaux ouvertes de la Manche.

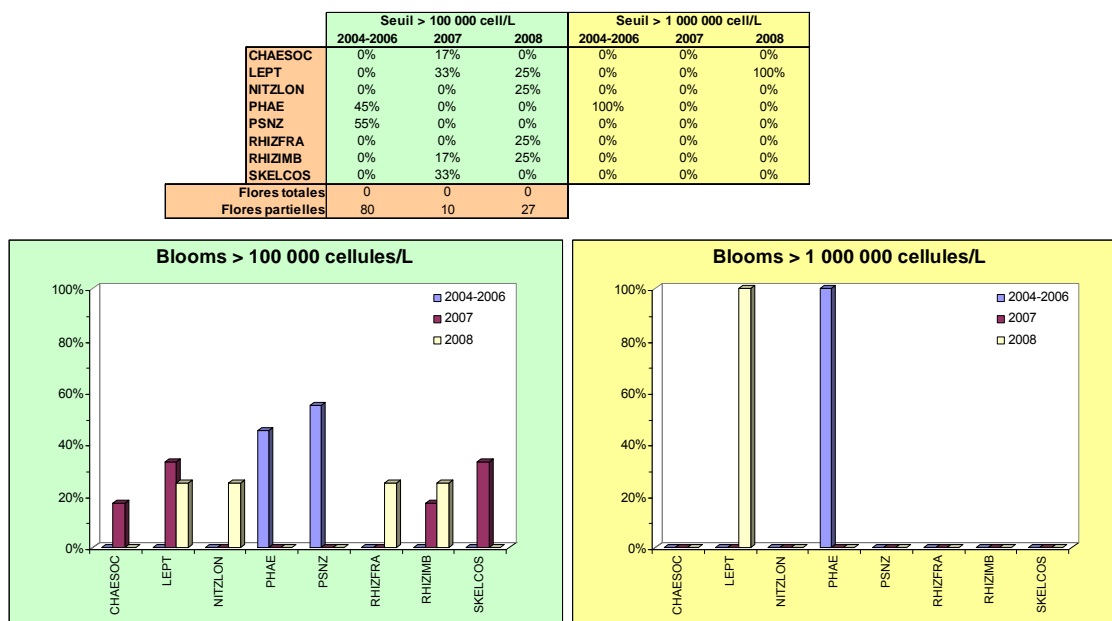


Figure 89 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur St Aubin les Essarts entre 2004-2006, 2007 et 2008.

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

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

**SYNTHÈSE HC13 :** Le suivi du point « St Aubin les Essarts » permet d'évaluer la qualité de HC13 influencée par la masse d'eau HC14 et influençant la masse d'eau HC12. Cette masse d'eau semble sous l'influence d'apports terrigènes relativement constants alimentant une production phytoplanctonique modérée (max. 8 µg.L<sup>-1</sup> en 2008). Des stocks hivernaux modérés en nutriments ont pu être évalués pour la première fois en 2008 (31 µM DIN, 0,9 µM DIP, 18 µM Si), et ne semblent pas s'épuiser complètement pendant la période estivale du moins pour l'azote. En 2008, quatre taxons ont atteint le seuil de 100 000 cellules par litre, dont un le seuil de 1 000 000 cellules par litre en juillet. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

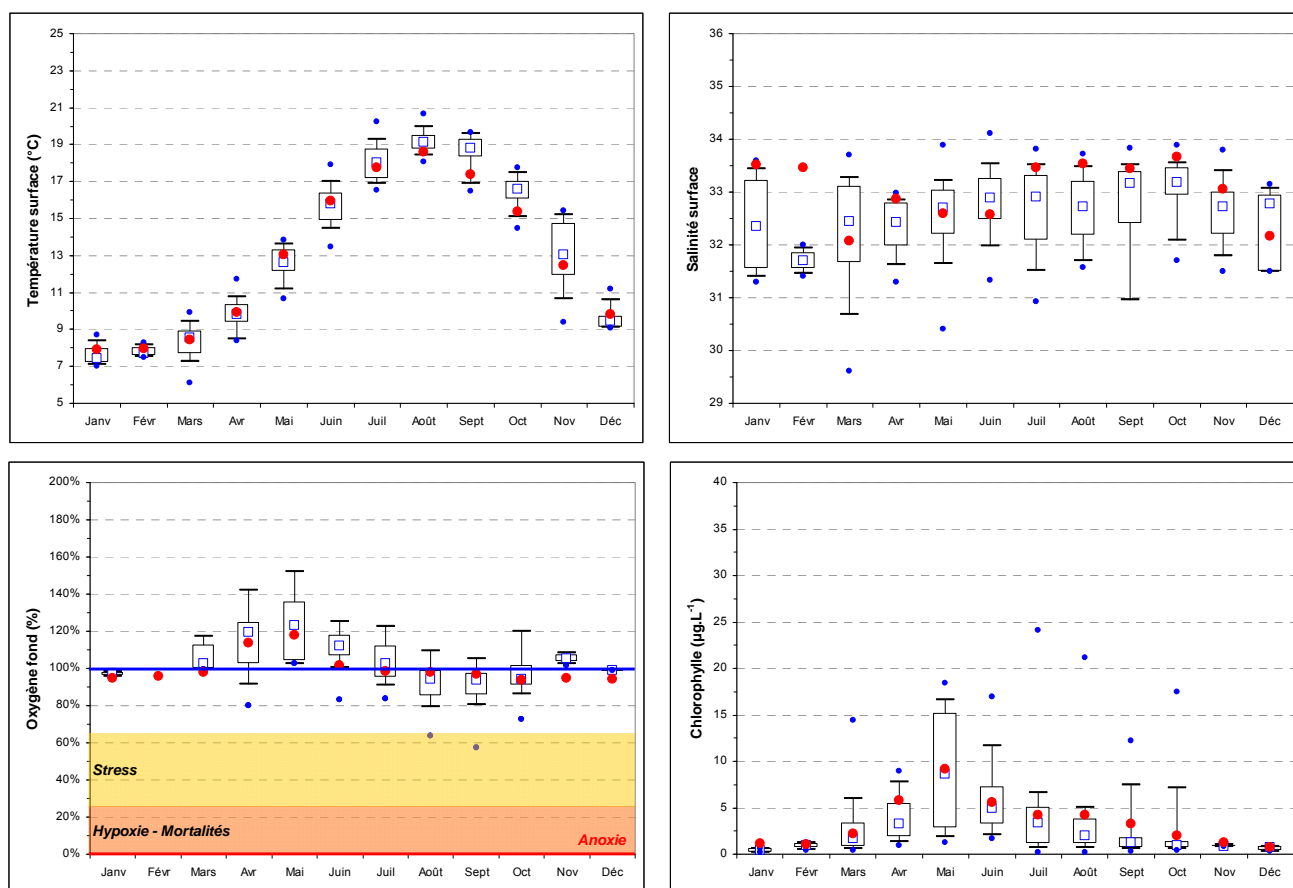
### III.2.12. Masse d'eau HC14 (Luc 1 mille et Ouistreham 1 mille)

#### III.2.12.1. Luc 1 mille 2001-2008

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

Le point « Luc 1 mille » est indirectement soumis à l'influence des apports terrigènes de l'Orne. De ce fait, sa salinité est légèrement inférieure à celle des masses d'eau situées plus à l'ouest (HC12 et HC13) et connaît des variations pouvant atteindre 6, mais pas en 2008 où l'écart maximum atteint ne dépassait pas 1 (Figure 90). Les précipitations de la fin du début de printemps ont entraîné un pic de dessalure en 2008 (de l'ordre de 1) couplé à des pics de concentration en nutriments (Figure 91). Les recharges de la masse d'eau en nutriments ont favorisé l'apparition d'une succession de blooms phytoplanctoniques durant la période productive, avec des pics de chlorophylle-a atteignant  $9,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ , ce qui reste bien en deçà des maxima de biomasses ( $24 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) rencontrés sur ce point (Figure 90).

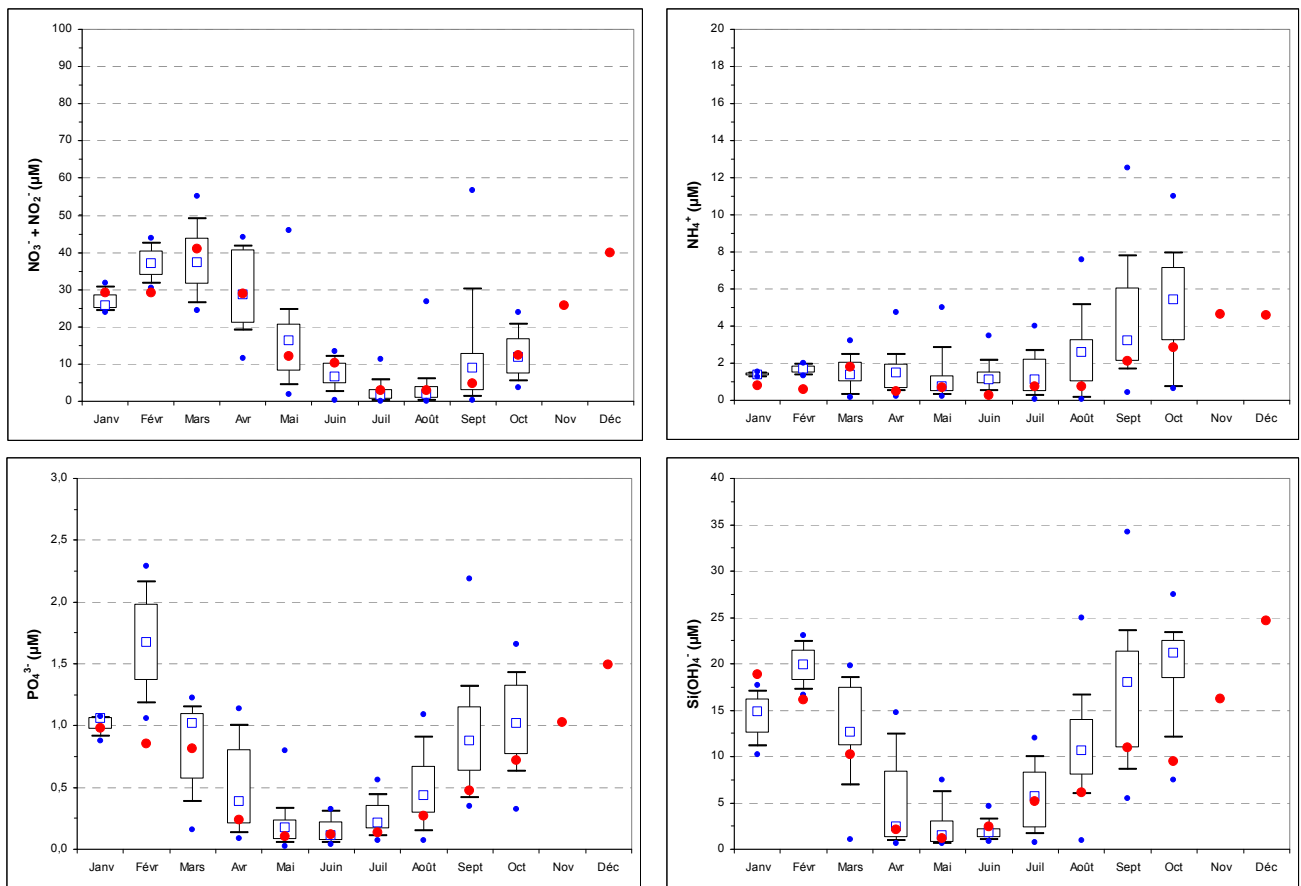
La concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 90).



**Figure 90 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Luc 1 mille entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

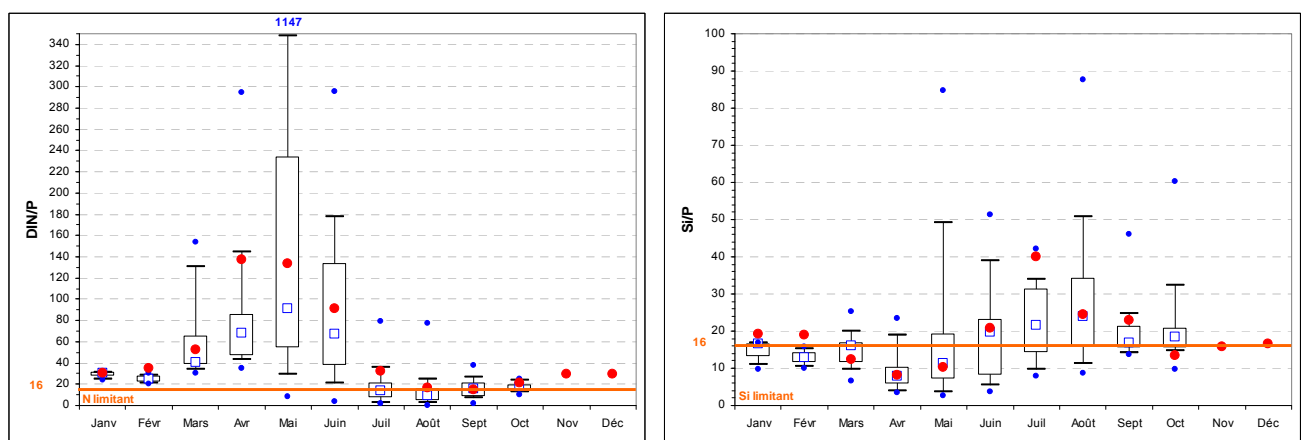
Le suivi dorénavant réalisé sur 12 mois, révèle que, suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de  $29 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,9 \mu\text{M}$  de phosphate, et  $17 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 91).





**Figure 91 :** Évolution des concentrations en nutriments à Luc 1 mille entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Les recharges en nutriments ont également pour conséquence d'entraîner de fortes variations des rapports de nutriments entre eux et surtout de minimiser les périodes potentielles de carence. Les graphiques présentant les concentrations en nutriments (Figure 91) mettent en évidence qu'aucun d'entre eux n'est épuisé de manière durable dans le milieu, et que si des carences peuvent avoir lieu, elles sont alors furtives, et toucheraient le silicium (mars-juin) et le phosphore (juin-sept) plutôt que l'azote (Figure 92).



**Figure 92 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Luc 1 mille entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Luc 1 mille »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) au point « Luc 1 mille » montre une vraie rupture par rapport aux points situés plus à l'ouest. En effet, en 2008, quatre taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre : RHIZIMB (135 400 cell.L<sup>-1</sup>) début mai, PSNZ (en moyenne 285 400 cell.L<sup>-1</sup>) fin mai, RHIZFRA (774 000 cell.L<sup>-1</sup>) fin juillet, et CHAE (581 000 cell.L<sup>-1</sup>) fin août ; dont un a aussi dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre à quatre reprises avec une abondance entre 1 057 700 cell.L<sup>-1</sup> et 3 030 000 cell.L<sup>-1</sup> en juin et juillet (Figure 93).

Le point « Luc 1 mille » présente clairement des distributions caractéristiques des estuaires et baies de part la présence d'espèces telles que CHAE. Les dinoflagellés deviennent selon les années plus présents et les espèces telles que *Skeletonema costatum* (SKELCOS) sont plus fréquentes et plus abondantes comme en 2007 (Figure 93).

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2001-2006              | 2007 | 2008 | 2001-2006                | 2007 | 2008 |
| CHAE              | 31%                    | 11%  | 55%  | 19%                      | 100% | 100% |
| GYMN              | 0%                     | 33%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| LEPT              | 0%                     | 33%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| PHAE              | 20%                    | 0%   | 0%   | 31%                      | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 13%                    | 0%   | 22%  | 13%                      | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL           | 22%                    | 0%   | 0%   | 25%                      | 0%   | 0%   |
| RHIZFRA           | 0%                     | 0%   | 11%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZIMB           | 0%                     | 0%   | 11%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 0%                     | 22%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 60                     | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 106                    | 29   | 31   |                          |      |      |

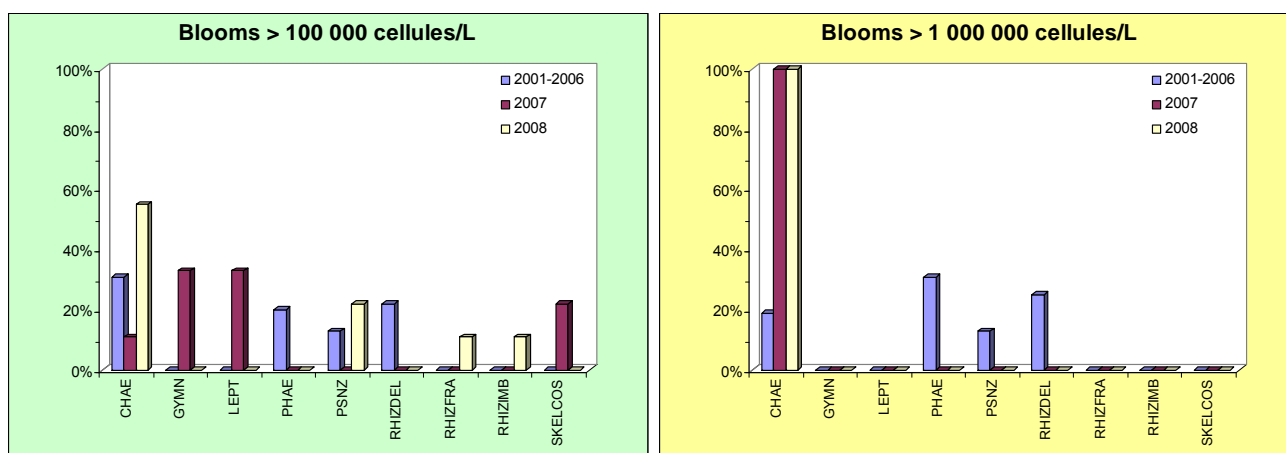


Figure 93 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Luc 1 mille entre 2001-2006, 2007 et 2008.

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

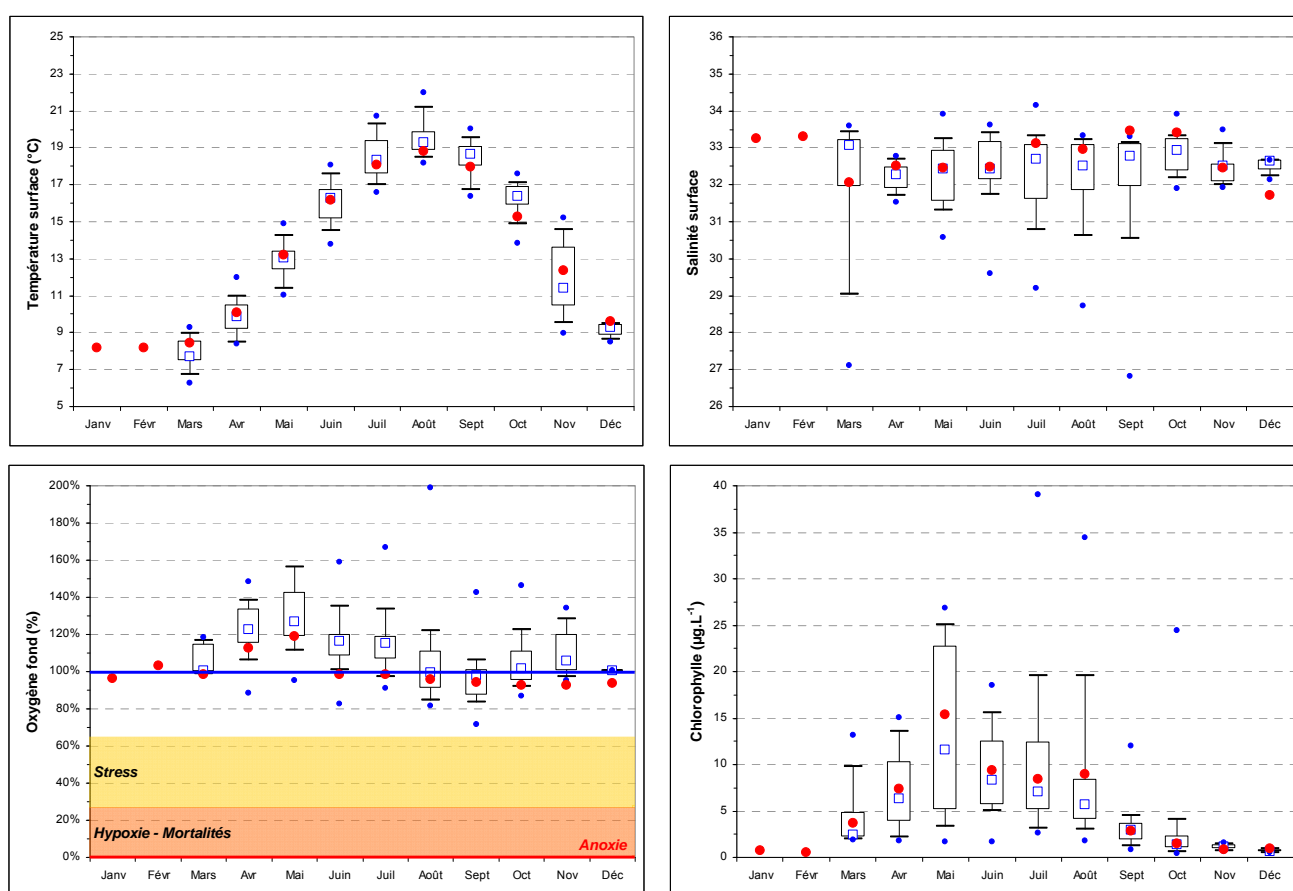
Le point de prélèvement « Luc 1 mille » est un point positionné de façon intermédiaire entre les masses d'eau HC14 et HC13, et est sous l'influence directe des eaux originaires de Ouistreham (Le Goff et al., 2005). Il permet donc d'observer la dilution du panache de l'Orne. Du fait de l'importance des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

### III.2.12.2. Ouistreham 1 mille 2001-2008

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

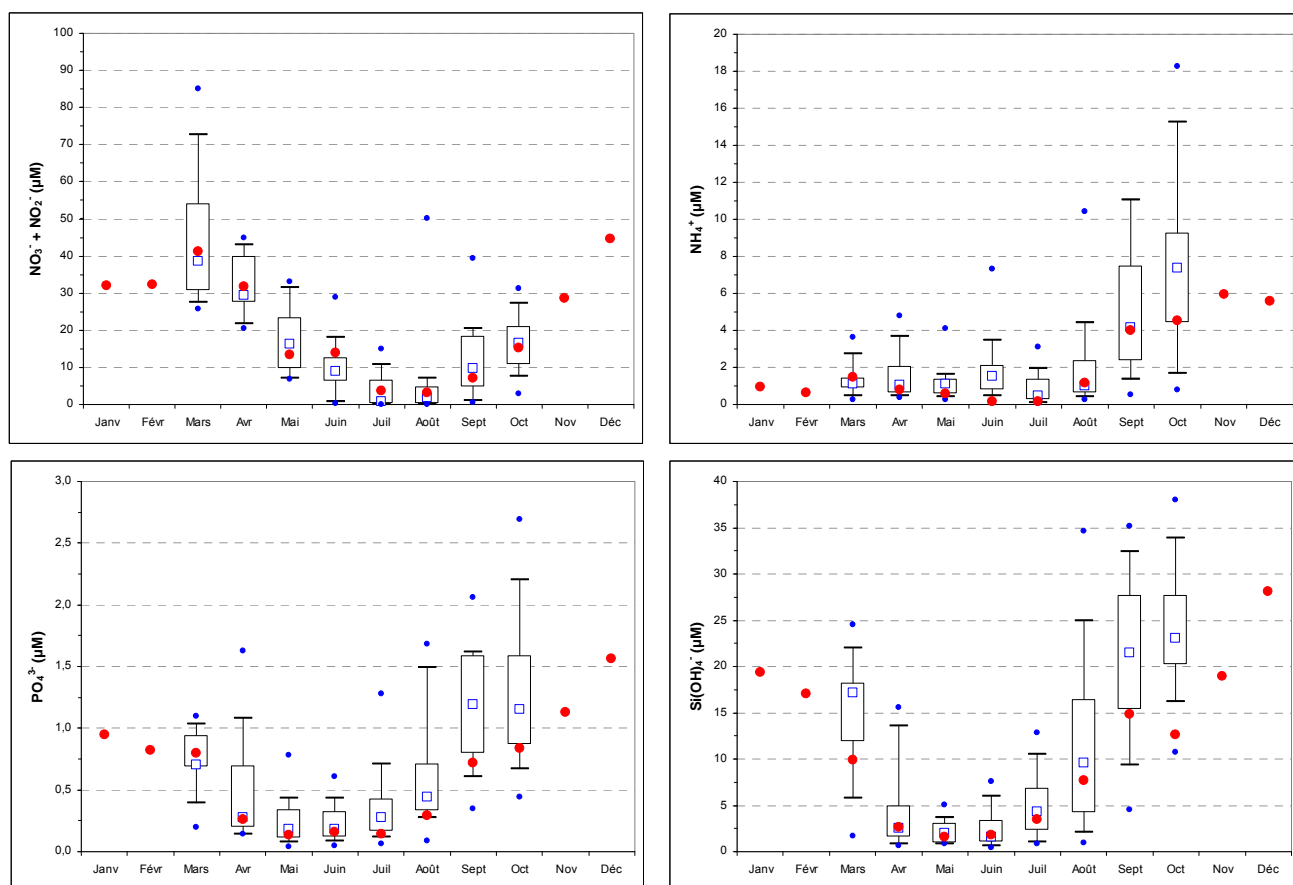
Situé proche de l'embouchure de l'Orne, le point « Ouistreham 1 mille » est directement soumis aux apports terrigènes de ce fleuve, cependant aucune dessalure significative n'a été enregistrée en 2008 (maximum 1) (Figure 94). Seuls deux épisodes fin mars et mi-juin ont été à l'origine de recharges en nutriments permettant l'établissement d'un pic de chlorophylle-*a* estival de près de  $14 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Figure 94). La chlorophylle-*a* moyenne annuelle est cependant restée modérée ( $6,2 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) en 2008 (Figure 94), et figure parmi les trois années les moins productives depuis 2001.

Malgré la production phytoplanctonique soutenue sur ce point, la concentration en oxygène dissous mesurée au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100 %) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 94).



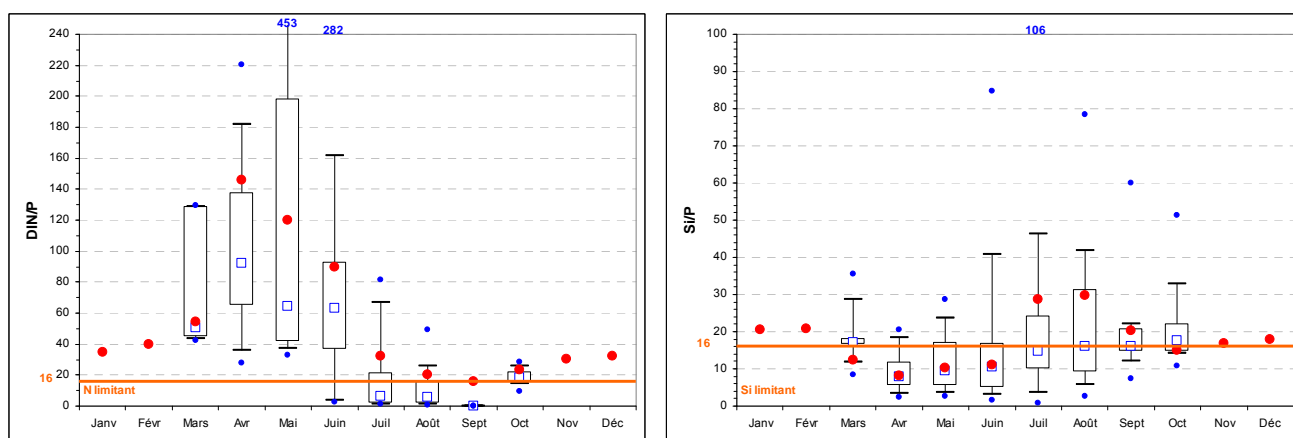
**Figure 94 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-*a* à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Le suivi dorénavant réalisé sur 12 mois, révèle que, suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de  $32 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,9 \mu\text{M}$  de phosphate, et  $18 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 95).



**Figure 95 :** Évolution des concentrations en nutriments à Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Les recharges en nutriments ont également pour conséquence d'entraîner des variations des rapports de nutriments entre eux et surtout de minimiser les périodes potentielles de carence. Les graphiques présentant les concentrations en nutriments (Figure 95) mettent en évidence qu'aucun d'entre eux ne semble épuisé de manière durable dans le milieu, même si le phosphate et le silicate atteignent des concentrations faibles ( $0,09 \mu\text{M}$  et  $0,51 \mu\text{M}$  respectivement en mai 2008) (Figure 95). D'après la Figure 96, il semblerait que, si des carences peuvent avoir lieu, elles sont alors furtives, et toucheraient principalement le silicium (mars-juin) et le phosphore (juin-sept) plutôt que l'azote.



**Figure 96 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Ouistreham 1 mille entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Ouistreham 1 mille »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) au point « Ouistreham 1 mille » révèle sa similarité avec le point « Luc 1 mille ». En effet, en 2008, cinq taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre : en mai PSNZ (696 000 cell.L<sup>-1</sup>) et RHIZIMB (149 800 cell.L<sup>-1</sup>), en juin PSNZ (108 000 cell.L<sup>-1</sup>), en juillet CHAE (771 050 cell.L<sup>-1</sup>) et FMNITZ (339 000 cell.L<sup>-1</sup>), et en août CHAE (675 000 cell.L<sup>-1</sup>) et RHIZDEL (132 800 cell.L<sup>-1</sup>) (Figure 97). De plus le taxon CHAE a aussi dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre à plusieurs reprises pendant l'été (maximum 1 188 000 cell.L<sup>-1</sup>) (Figure 97). Les observations interannuelles confirment que le point « Ouistreham 1 mille » présente clairement un peuplement caractéristique des eaux estuariennes.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2001-2006              | 2007 | 2008 | 2001-2006                | 2007 | 2008 |
| CHAE              | 29%                    | 20%  | 50%  | 51%                      | 25%  | 100% |
| GYMN              | 0%                     | 20%  | 0%   | 0%                       | 50%  | 0%   |
| LEPT              | 0%                     | 33%  | 0%   | 0%                       | 25%  | 0%   |
| FMNITZ            | 0%                     | 0%   | 8%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| PHAE              | 0%                     | 0%   | 0%   | 11%                      | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 19%                    | 0%   | 17%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL           | 11%                    | 0%   | 8%   | 11%                      | 0%   | 0%   |
| RHIZIMB           | 0%                     | 6%   | 17%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 0%                     | 13%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 127                    | 30   | 25   |                          |      |      |

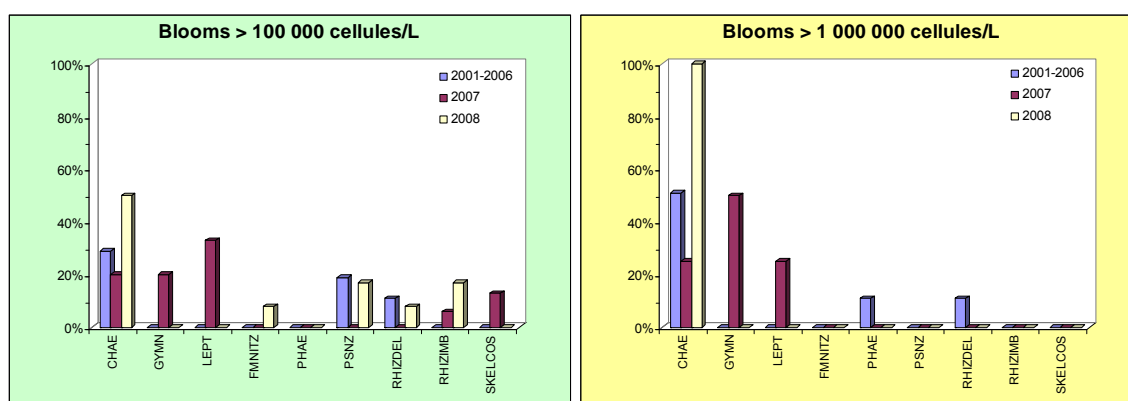


Figure 97 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Ouistreham 1 mille entre 2001- 2006, 2007 et 2008.

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

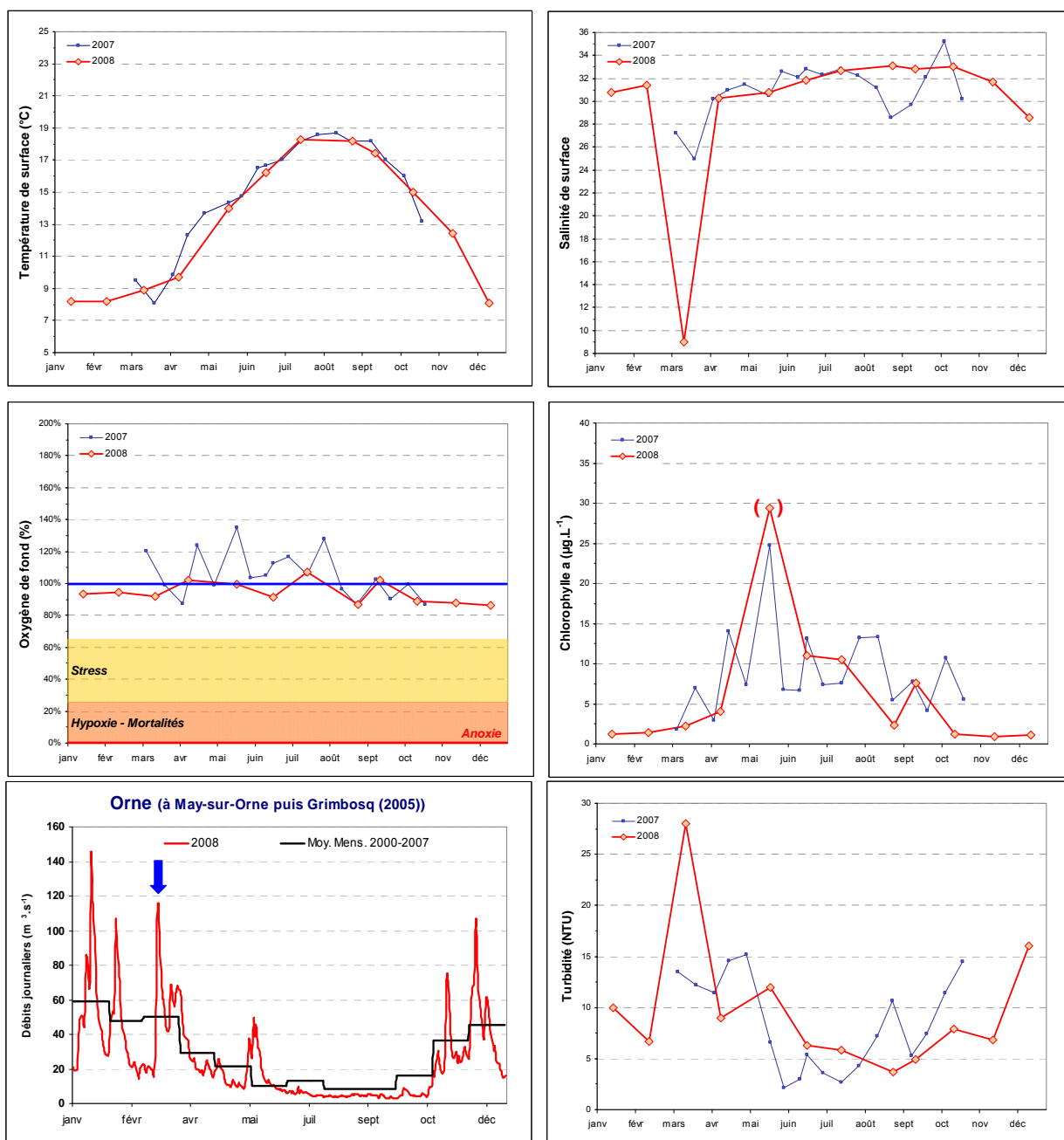
Le point de prélèvement « Ouistreham 1 mille » permet de suivre les effets du panache de l'Orne dans la HC14. Ce point est donc retenu pour le contrôle de surveillance DCE avec un suivi renforcé du fait des usages multiples de la zone (tourisme, transport), et fait l'objet d'un contrôle opérationnel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

**SYNTHÈSE HC14 :** La masse d'eau HC14 est suivie à l'aide des points « Ouistreham 1 mille » et « Luc 1 mille », qui permettent de mieux appréhender la dilution du panache de l'Orne dans une zone hautement touristique. Cette masse d'eau est clairement sous l'influence d'apports terrigènes relativement constants alimentant une production phytoplanctonique forte (max. 14 µg.L<sup>-1</sup> en 2008). Des stocks hivernaux modérés ont pu être évalués pour la première fois en 2008 (31 µM DIN, 0,9 µM DIP, 17 µM Si), et ne semblent pas s'épuiser complètement pendant la période estivale du moins pour l'azote, car alimentés et enrichis en permanence. En 2008, cinq taxons ont atteint le seuil de 100 000 cellules par litre, dont un le seuil de 1 000 000 cellules par litre en été. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est représentatif des eaux estuariennes.

### III.2.13. Masse d'eau HT04 (Estuaire de l'Orne 2007-2008)

#### 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 30 et 33 avec des pics de dessalures ponctuels comme observé en mars 2008 avec une chute de 22 (Figure 98). Cette dessalure est expliquée par l'étude des débits de l'Orne, montrant qu'à cette date, le débit avait augmenté de  $66 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  par rapport à la moyenne interannuelle, soit une augmentation de 132 % du débit (Figure 98), et a été accompagnée d'un pic à 28 fnu en turbidité (Figure 98).

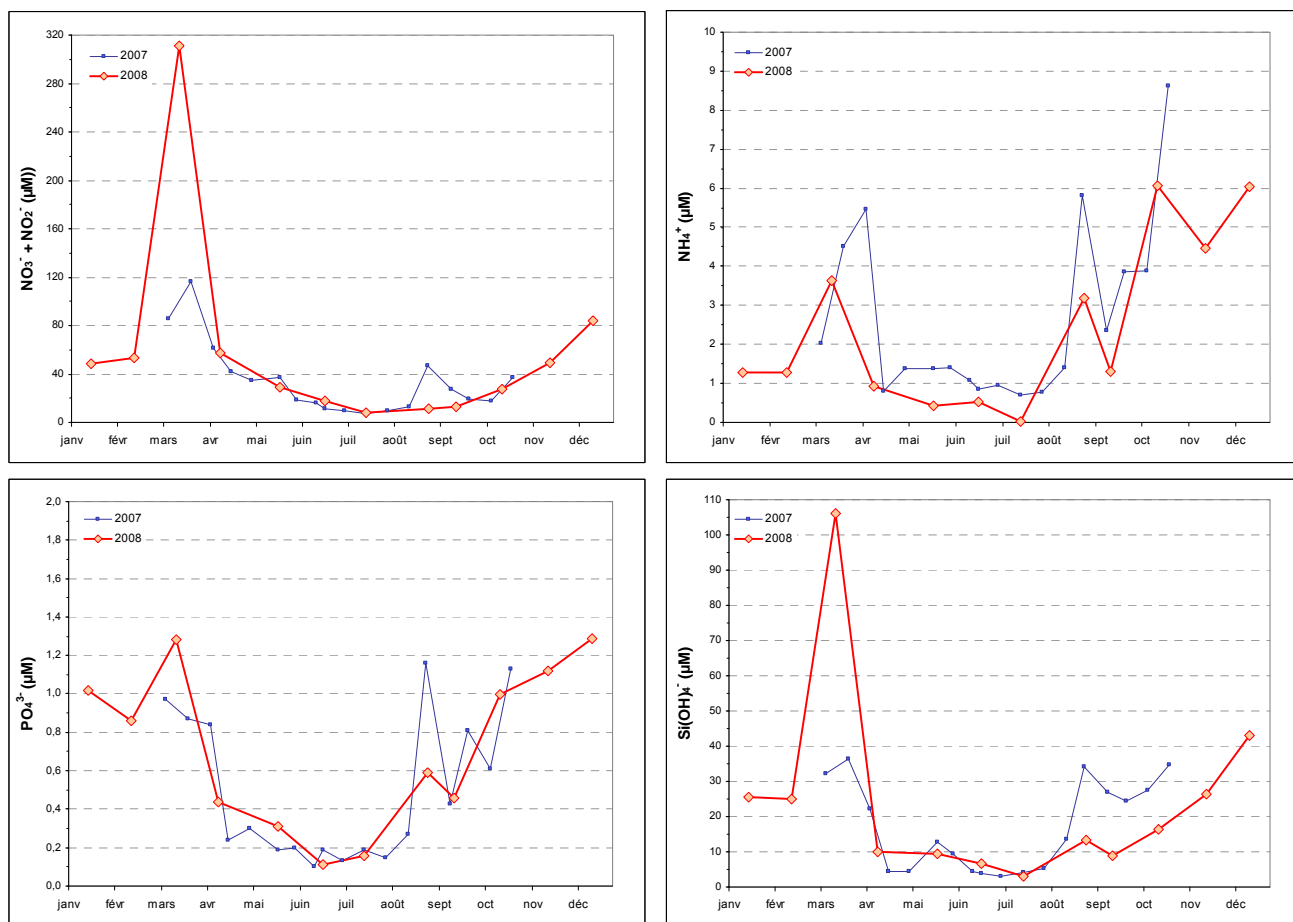


**Figure 98 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a au point Estuaire de l'Orne en 2007 et 2008 (donnée entre parenthèse probablement sous-estimée). En bas à gauche, débits journaliers de l'Orne en 2008 vs. la moyenne interannuelle (épisode de crue marqué par la flèche bleue). En bas à droite, évolution de la turbidité à Estuaire de l'Orne en 2007 et 2008.

Les dessalures entraînent des recharges massives de nutriments dans le milieu durant toute l'année, ce qui permet une relance de la production phytoplanctonique et favorise la succession de blooms durant la période productive. Ainsi, une période productive importante a débuté en mars, culminant à environ  $29 \mu\text{g.L}^{-1}$  (le 20 mai aussi mais supérieur à 2007), pour ne redescendre en dessous de  $5 \mu\text{g.L}^{-1}$  qu'à la fin août, et a été succédée par un pic de biomasse phytoplanctonique de fin d'été (mi-septembre) de l'ordre de  $7,5 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Figure 98).

Malgré une production phytoplanctonique importante sur ce point, la concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée entre 85 et 105 % toute l'année, marquant un milieu relativement bien oxygéné (Figure 98).

Les concentrations en nutriments sur ce point révèlent que ce milieu est riche, avec un stock hivernal d'environ  $51 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite (et  $1,3 \mu\text{M}$  d'ammonium),  $0,9 \mu\text{M}$  de phosphate et  $25 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 99). Ces valeurs sont intermédiaires entre les teneurs observées dans la masse d'eau HT05 (Mont-St-Michel-2007) qui étaient beaucoup plus importantes et celles dans la masse d'eau HT06 (Géfosse) qui étaient un peu moins fortes. La crue de mars 2008, a induit une forte augmentation des concentrations en nutriments (+  $250 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite, +  $2,3 \mu\text{M}$  d'ammonium, +  $0,4 \mu\text{M}$  de phosphate et +  $80 \mu\text{M}$  de silicate) (Figure 99).



**Figure 99** : Évolution des concentrations en nutriments à Estuaire de l'Orne en 2007 et 2008.

Enfin, du fait, très vraisemblablement, de l'intensité de l'activité biologique (phytoplancton, zooplancton, bactéries...), et sans doute également des apports de l'Orne, les valeurs maximales en ammonium ont atteints  $6 \mu\text{M}$  entre octobre et décembre (Figure 99), ce qui est cependant inférieur à 2007.

Le milieu étant riche en nutriment, aucune phase de carence d'azote, phosphore ou silicium n'est constaté en 2008 comme en 2007, aucun stock n'apparaissant comme étant totalement épuisé durant la saison productive (Figure 99), cependant un déséquilibre est constaté en défaveur du phosphore (Figure 100).

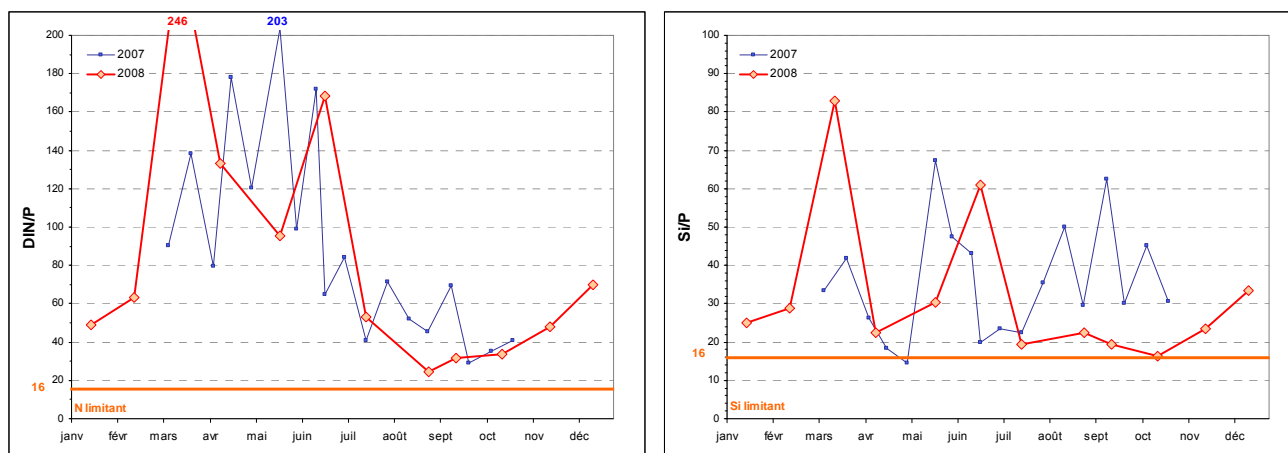


Figure 100 : Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Estuaire de l'Orne en 2007 et 2008.

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

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à l'Estuaire de l'Orne montre qu'en 2008, trois taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre en mai PSNZ (564 300 cell.L<sup>-1</sup>) et RHIZIMB (247 400 cell.L<sup>-1</sup>), dont un a aussi dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre en juillet (CHAE 1 139 300 cell.L<sup>-1</sup>) (Figure 101). Ces observations sont donc similaires à celles effectuées plus en aval de l'Orne, sur le point « Ouistreham 1 mille ».

Bien que le nombre de données soit encore faible, les observations interannuelles semblent confirmer que les peuplements sont caractéristiques des eaux estuariennes.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |
|-------------------|------------------------|------|--------------------------|------|
|                   | 2007                   | 2008 | 2007                     | 2008 |
| CHAE              | 28%                    | 33%  | 100%                     | 100% |
| LEPT              | 28%                    | 0%   | 0%                       | 0%   |
| PSNZ              | 0%                     | 33%  | 0%                       | 0%   |
| RHIZIMB           | 14%                    | 33%  | 0%                       | 0%   |
| SKELCOS           | 28%                    | 0%   | 0%                       | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    |                          |      |
| Flores partielles | 18                     | 12   |                          |      |

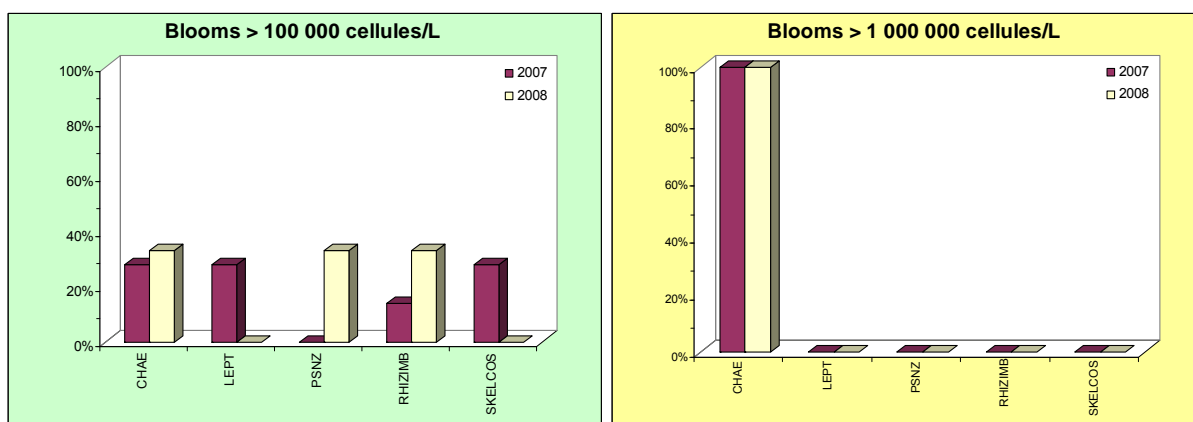


Figure 101 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Estuaire de l'Orne en 2007 et 2008.



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

Le point de prélèvement « Estuaire de l'Orne » est, comme le point « Mont-St-Michel-2007 », en « contrôle d'enquête » expérimental depuis 2007, afin d'étudier la représentativité du point et la pertinence des indicateurs pour ce type de masse d'eau, les données disponibles auparavant ne permettant pas de statuer sur le type de suivi à appliquer à ces masses d'eau de transition.

Ce rapport fait le bilan de deux années de suivi sur les trois initialement prévues. Ces premières données montrent que ce point, bien que sous l'influence directe de l'Orne, est bien positionné dans une eau à caractère marin (salinité entre 30 et 33) mais subit de fortes dessalures, particulièrement au printemps pendant la période de crues potentielles. Les résultats révèlent cependant que les échantillons prélevés sont relativement peu turbides ( $< 10$  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.

Le « contrôle d'enquête » sur le point « Estuaire de l'Orne » est donc poursuivi en 2009 afin d'obtenir une troisième série de données qui permettront de statuer sur la pertinence du suivi sur ce point.

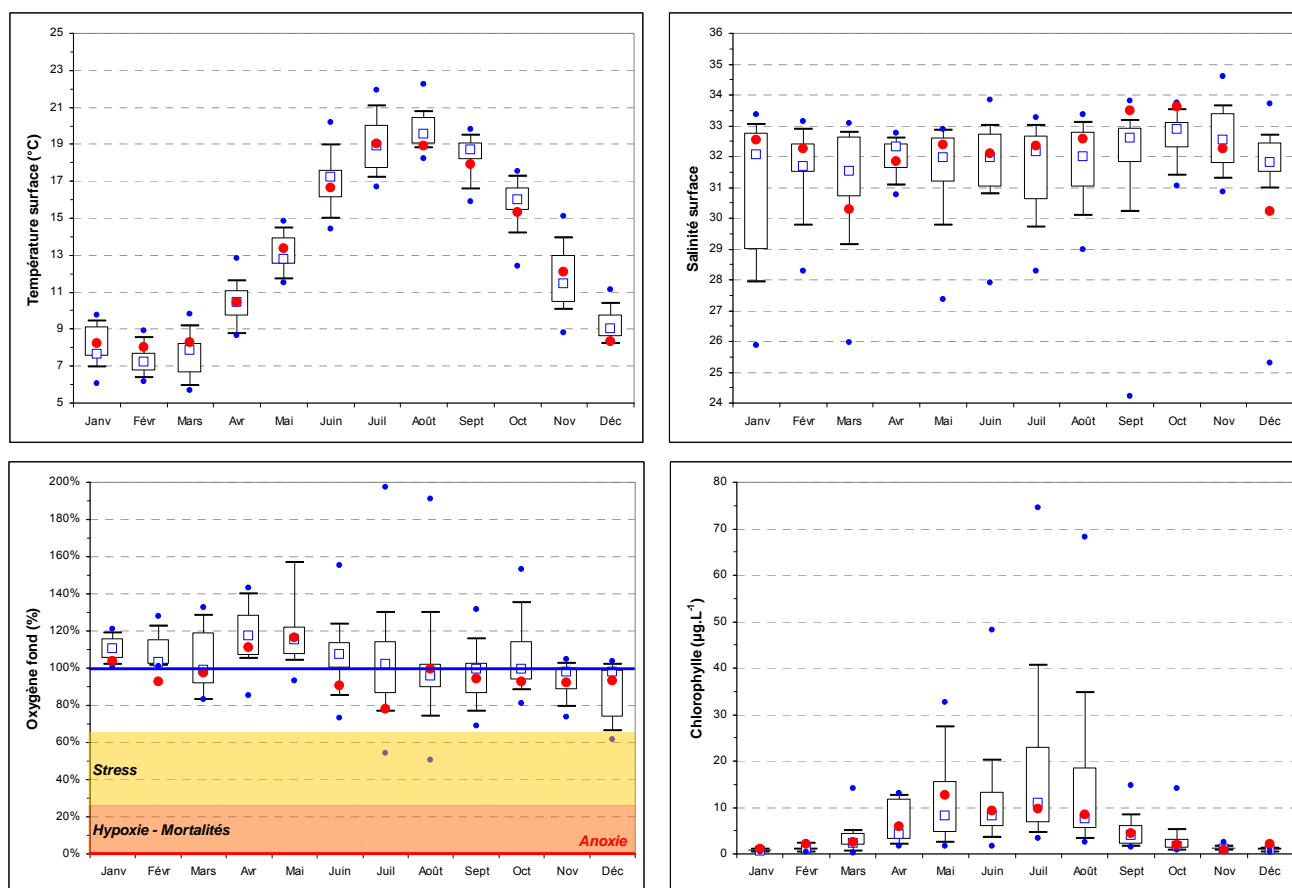
**SYNTHÈSE HT04 :** La masse d'eau HT04 est suivie à l'aide du point « Estuaire de l'Orne » en contrôle d'enquête depuis 2007 et jusqu'à fin 2009.

Les deux premières années de ce suivi ont permis de vérifier le caractère marin des eaux sur ce point malgré d'importantes dessalures ponctuelles qui rechargent significativement le système en nutriments. Ces apports permettent d'alimenter une biomasse phytoplanctonique forte ( $\sim 6 \mu\text{g.L}^{-1}$  en moyenne, max.  $29 \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2008), mais inférieure à celle de la baie du Mont-St-Michel, pendant toute la période productive (mars à octobre). Des forts stocks hivernaux ont pu être évalués pour la première fois en 2008 ( $52 \mu\text{M DIN}$ ,  $0,9 \mu\text{M DIP}$ ,  $25 \mu\text{M Si}$ ), et ne semblent pas s'épuiser complètement pendant la période estivale du moins pour l'azote. En 2008, trois taxons ont atteint le seuil de 100 000 cellules par litre, dont un le seuil de 1 000 000 cellules par litre en juillet. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est représentatif des eaux estuariennes.

### III.2.14. Masse d'eau HC15 (Cabourg 2001-2008)

#### Hydrologie au point « Cabourg »

La masse d'eau HC15 est directement soumise à l'influence des apports terrigènes de la Dives, et se trouve également à proximité des estuaires de la Touques et surtout de la Seine. De ce fait, la salinité connaît des variations importantes, pouvant atteindre 8 à 9, mais ne dépassant pas 3 en 2008 (Figure 102). Ces dessalures génèrent des recharges de la masse d'eau en nutriments durant toute l'année, ce qui permet une relance de la production phytoplanctonique et favorise l'apparition d'une succession de blooms durant la période productive. Ainsi, la période productive a perduré d'avril à fin août, avec une biomasse dépassant  $5 \mu\text{g.L}^{-1}$  et un maximum à  $13 \mu\text{g.L}^{-1}$  (contre 26 à  $40 \mu\text{g.L}^{-1}$  en 2007), suivie par un petit pic de fin d'été à  $6,6 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Figure 102).



**Figure 102 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Cabourg entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Contrairement aux autres points du RHLN, la concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau a chuté par trois fois en dessous du seuil de stress ( $< 65\%$ ) en juillet 2008 contre une seule fois en décembre 2007 (Figure 102). Un profile vertical de température, salinité et oxygène dissous sur toute la colonne d'eau le 17 juin 2008 montre à quel point la colonne d'eau est stratifiée à mi-profondeur (thermocline de  $1^\circ\text{C}$ ), séparant les eaux de surfaces correctement oxygénées ( $110\%$ ) des eaux plus profondes en début d'hypoxie à  $50\%$  d'oxygène dissous (Figure 103). Ce schéma a probablement dû être identique pour les trois épisodes de chute de l'oxygène dissous.

Profil vertical enregistré le 17/06/08 à Cabourg

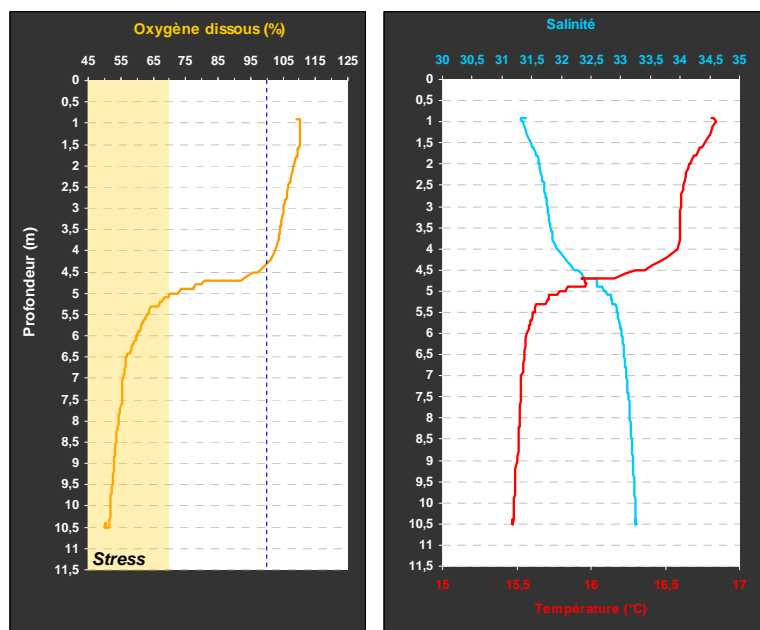


Figure 103 : Profil vertical de température, salinité et oxygène dissous (%) à Cabourg le 16/06/2008.

Le suivi dorénavant réalisé sur 12 mois pour les nutriments, révèle que, suite aux précipitations de la fin de l'hiver, les stocks hivernaux en 2008 ont été de l'ordre de 36  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite (et 1,2  $\mu\text{M}$  d'ammonium), 0,9  $\mu\text{M}$  de phosphate, et 20  $\mu\text{M}$  de silicate (Figure 104), des niveaux très similaires à « Ouistreham 1 mille ».

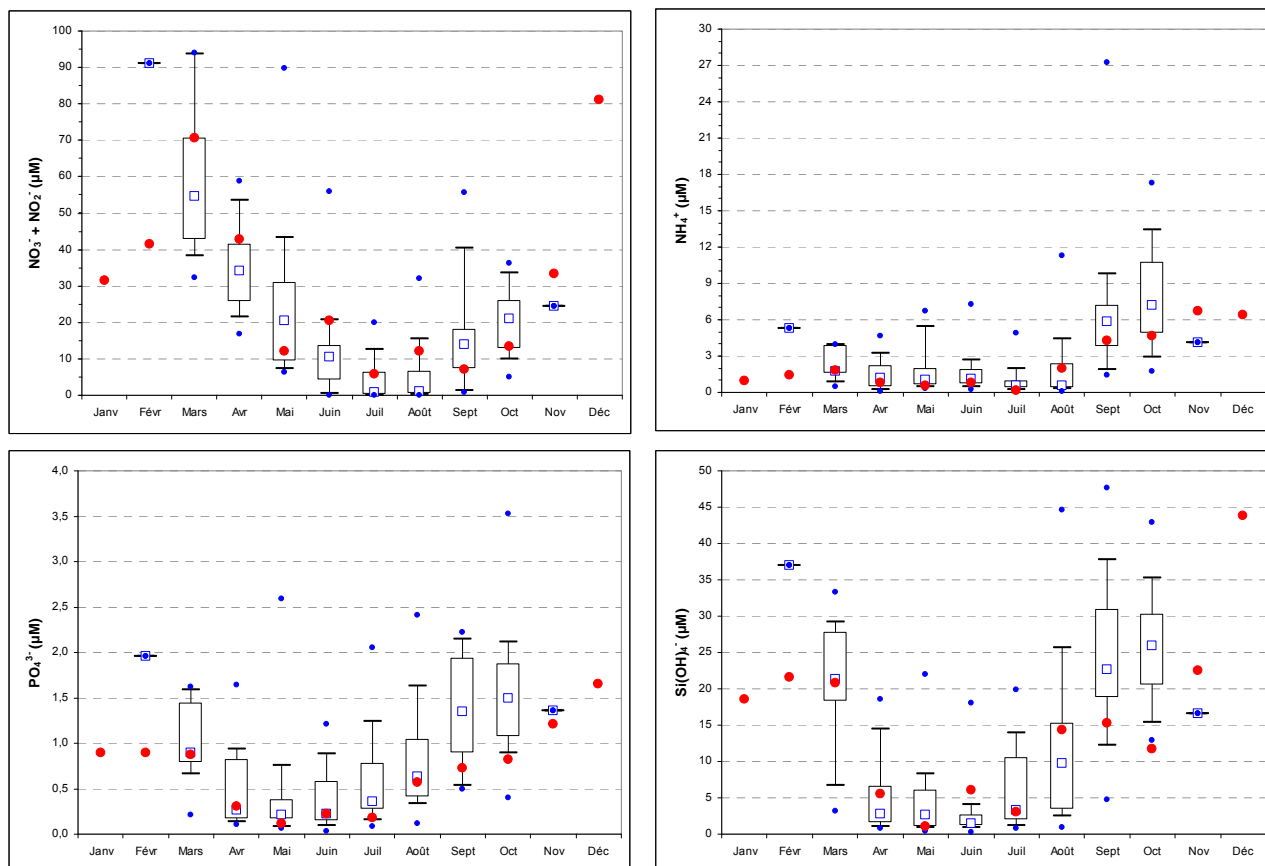
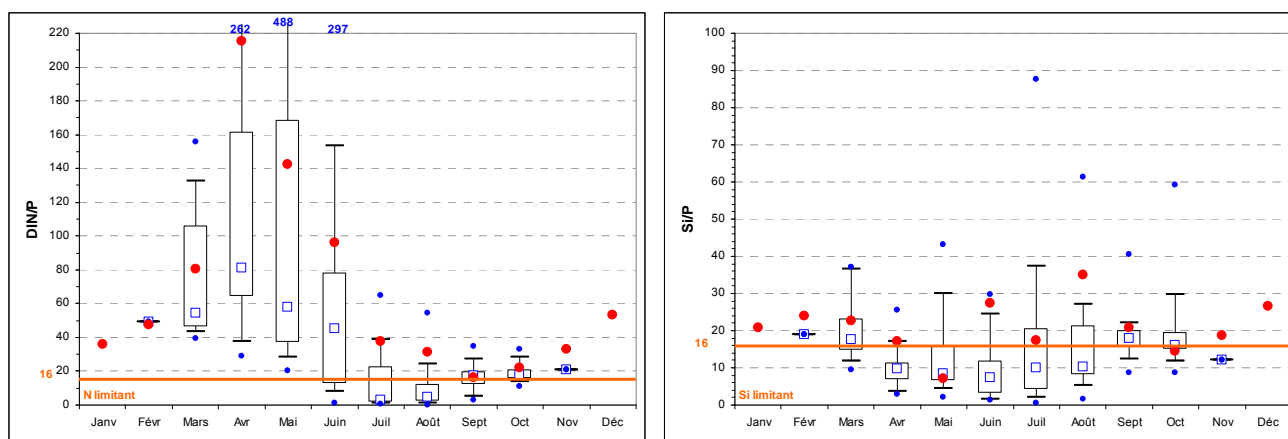


Figure 104 : Évolution des concentrations en nutriments à Cabourg entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Du fait, très vraisemblablement, de l'intensité des productions, de l'activité biologique en général (phytoplancton, zooplancton, bactéries...), et sans doute également des apports des fleuves Dives/Touques/Seine, les valeurs maximales en ammonium atteignent fréquemment les 10  $\mu\text{M}$  en fin de saison (exceptionnellement 15-20  $\mu\text{M}$  en 2003), mais n'ont pas dépassé les 7  $\mu\text{M}$  en 2008 (Figure 104).

Les recharges en nutriments ont également pour conséquence d'entraîner des variations des rapports de nutriments entre eux et surtout de minimiser les périodes potentielles de carence. Les graphiques présentant les concentrations en nutriments mettent en évidence qu'aucun d'entre eux ne semble épuisé de manière durable dans le milieu, même si le phosphate et le silicate atteignent des concentrations faibles (0,07  $\mu\text{M}$  et 0,21  $\mu\text{M}$  respectivement en mai 2008) (Figure 104). D'après la Figure 105, il semblerait que, si des carences peuvent avoir lieu, elles sont alors furtives, et toucheraient principalement le silicium et le phosphore plutôt que l'azote.



**Figure 105 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/P sur Cabourg entre 2001 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2001-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Cabourg »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore totale et partielles) à Cabourg montre qu'en 2008, neuf taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre entre février, et mai à août (6 fois pour CHAE, et 2 fois pour les autres taxons), dont un a aussi dépassé 3 fois le seuil de 1 000 000 de cellules par litre de juin à fin août (CHAE max. 2 248 200 cell.L<sup>-1</sup>) (Figure 106). En 2008, le taxon CHAE a de nouveau dominé les blooms estivaux (Figure 106).

Ce point se situe dans le panache de la Dives, et présente des caractéristiques très marquées d'un estuaire semi-fermé, avec de forts développements de dinoflagellés et fréquemment des eaux colorées en été, essentiellement dues aux dinoflagellés du genre *Prorocentrum* pour les marées rouges. Ces blooms de dinoflagellés sont fréquents et dominant alors largement les peuplements phytoplanctoniques (Figure 107). Le genre toxique *Dinophysis* sp. est également souvent rencontré en été et en automne, et parfois même en hiver, mais à des concentrations moindres. Du fait des toxines lipophiles (DSP) produites à l'occasion de ces développements de fin d'été et d'automne, les coquillages filtreurs de ce secteur deviennent, quasiment chaque année, impropres à la consommation humaine, obligeant la Préfecture du Calvados à prendre des arrêtés d'interdiction de pêche, de ramassage et de vente (voir le bulletin de la surveillance Aurige annuel).

|                          | Seuil > 100 000 cell/L |           |           | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|--------------------------|------------------------|-----------|-----------|--------------------------|------|------|
|                          | 2001-2006              | 2007      | 2008      | 2001-2006                | 2007 | 2008 |
| ASTEGLA                  | 0%                     | 14%       | 0%        | 0%                       | 25%  | 0%   |
| CHAE                     | 25%                    | 23%       | 50%       | 54%                      | 50%  | 100% |
| CLCRYPTO                 | 0%                     | 9%        | 4%        | 0%                       | 0%   | 0%   |
| GYMN                     | 0%                     | 9%        | 0%        | 0%                       | 0%   | 0%   |
| LEPT                     | 0%                     | 14%       | 0%        | 0%                       | 25%  | 0%   |
| PHAE                     | 0%                     | 0%        | 4%        | 0%                       | 0%   | 0%   |
| PSNZ                     | 0%                     | 0%        | 9%        | 0%                       | 0%   | 0%   |
| LAUD                     | 0%                     | 0%        | 4%        | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZDEL                  | 0%                     | 0%        | 4%        | 0%                       | 0%   | 0%   |
| RHIZIMB                  | 0%                     | 0%        | 9%        | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SCRI                     | 0%                     | 0%        | 4%        | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS                  | 0%                     | 14%       | 9%        | 0%                       | 0%   | 0%   |
| <b>Flores totales</b>    | <b>170</b>             | <b>24</b> | <b>26</b> |                          |      |      |
| <b>Flores partielles</b> | <b>19</b>              | <b>11</b> | <b>3</b>  |                          |      |      |

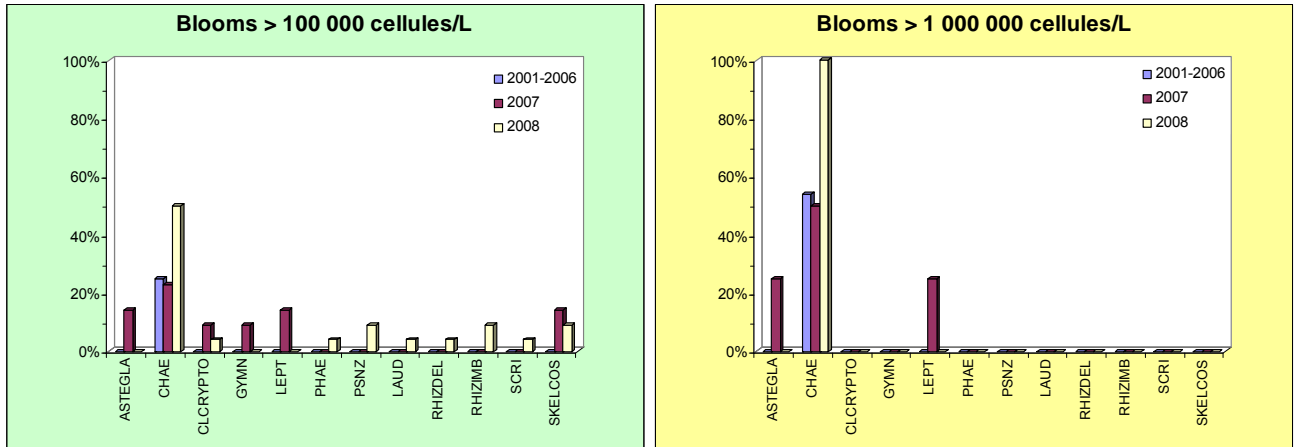


Figure 106 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Cabourg entre 2001-2006, 2007 et 2008.

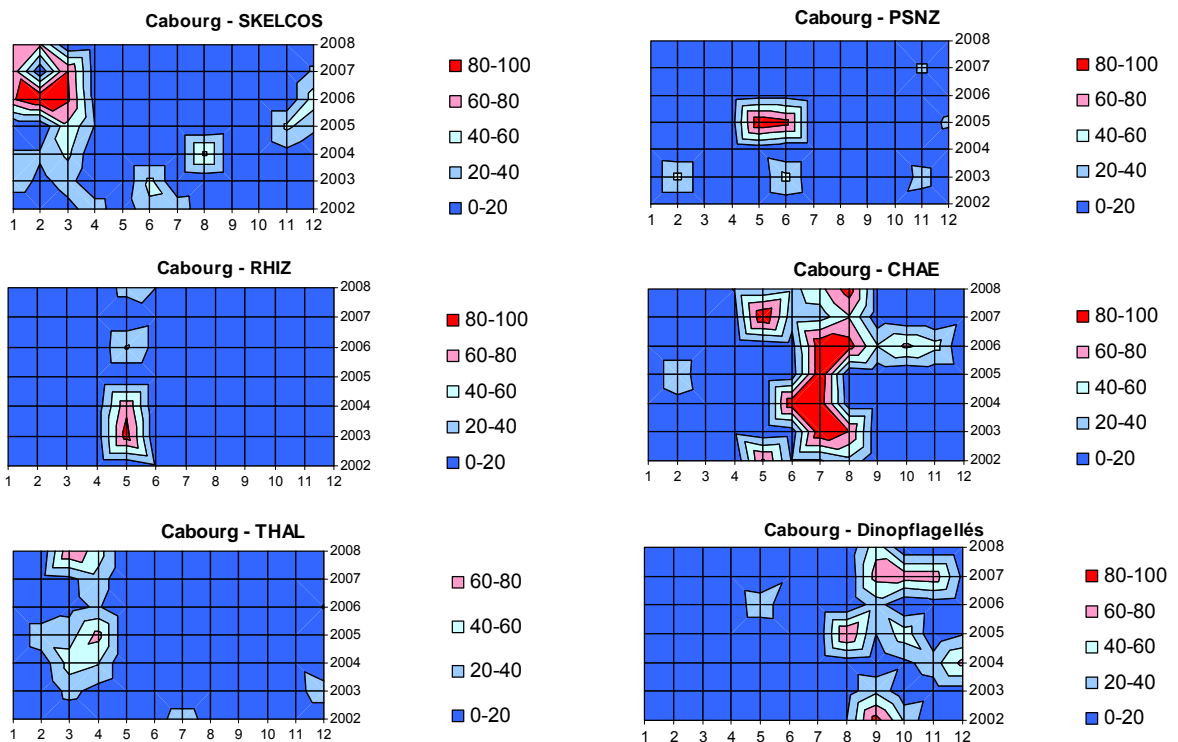


Figure 107 : Évolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Cabourg entre 2001 et 2008.

## Pertinence du suivi au point « Cabourg »

Le point de prélèvement « Cabourg » fait parti du nombre de 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 et de l'estuaire de la Seine. Malgré son positionnement excentré, ce point est représentatif de la masse d'eau HC15 car il se trouve sur la trajectoire des eaux provenant de la limite nord-est de la masse d'eau (Le Goff *et al.*, 2005).

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

**SYNTHÈSE HC15 :** La masse d'eau HC15 est suivie à l'aide du point « Cabourg » en contrôle de surveillance renforcé et opérationnel depuis 2001.

L'accumulation des données ont permis de qualifier son cycle biogéochimique de « perturbé » car sous l'influence directe de la Dives, et indirecte de la Seine. Les recharges régulières en nutriments permettent d'alimenter une biomasse phytoplanctonique forte (~ 5,5 µg.L<sup>-1</sup> en moyenne, max. 13 µg.L<sup>-1</sup> en 2008) qui perdure du printemps à la fin de l'été. Des stocks hivernaux en nutriments modérés ont pu être évalués pour la première fois en 2008 (37 µM DIN, 0,9 µM DIP, 20 µM Si) similaires à ceux de Ouistreham, et ne sont pas complètement consommés pendant la période estivale du moins pour l'azote. En 2008, neuf taxons ont atteint le seuil de 100 000 cellules par litre, dont un le seuil de 1 000 000 cellules par litre en pendant l'été. Le peuplement phytoplanctonique sur ce point est représentatif des estuaires semi-fermés, avec une dominance des dinoflagellés qui génèrent fréquemment un phénomène d'eau colorée.

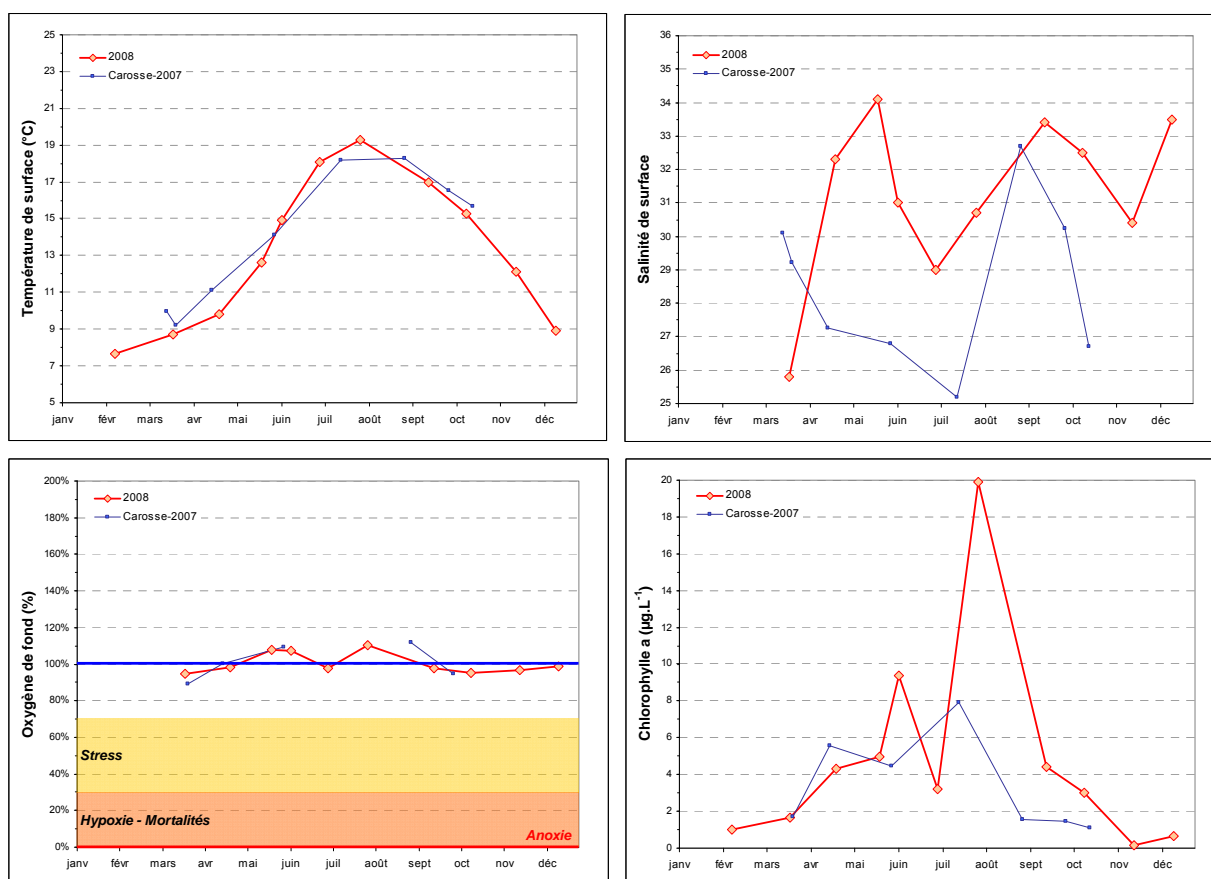
### III.2.15. Masse d'eau HT03 (Seine-1 2008)

#### Hydrologie au point « Seine-1 »

Le point « Carosse » suivi en 2003-2004 et 2007 a été déplacé au point « Seine-1 » en 2008 car ce premier n'était pas positionné dans la masse d'eau HT03. Les résultats acquis pour Seine-1 en 2008 sont donc comparés à ceux obtenus pour Carosse en 2007.

La masse d'eau HT03 est directement soumise aux apports de la Seine qui influencent fortement sa salinité (variations de 4 à 9-10), avec une dessalure importante (~ 7) en juillet 2008 (Figure 108). Ces dessalures entraînant la recharge du milieu en nutriments, permettent d'alimenter une biomasse phytoplanctonique assez élevée (maximum 19,9  $\mu\text{g.L}^{-1}$  en août 2008) supérieure à 3  $\mu\text{g.L}^{-1}$  d'avril à octobre (Figure 108).

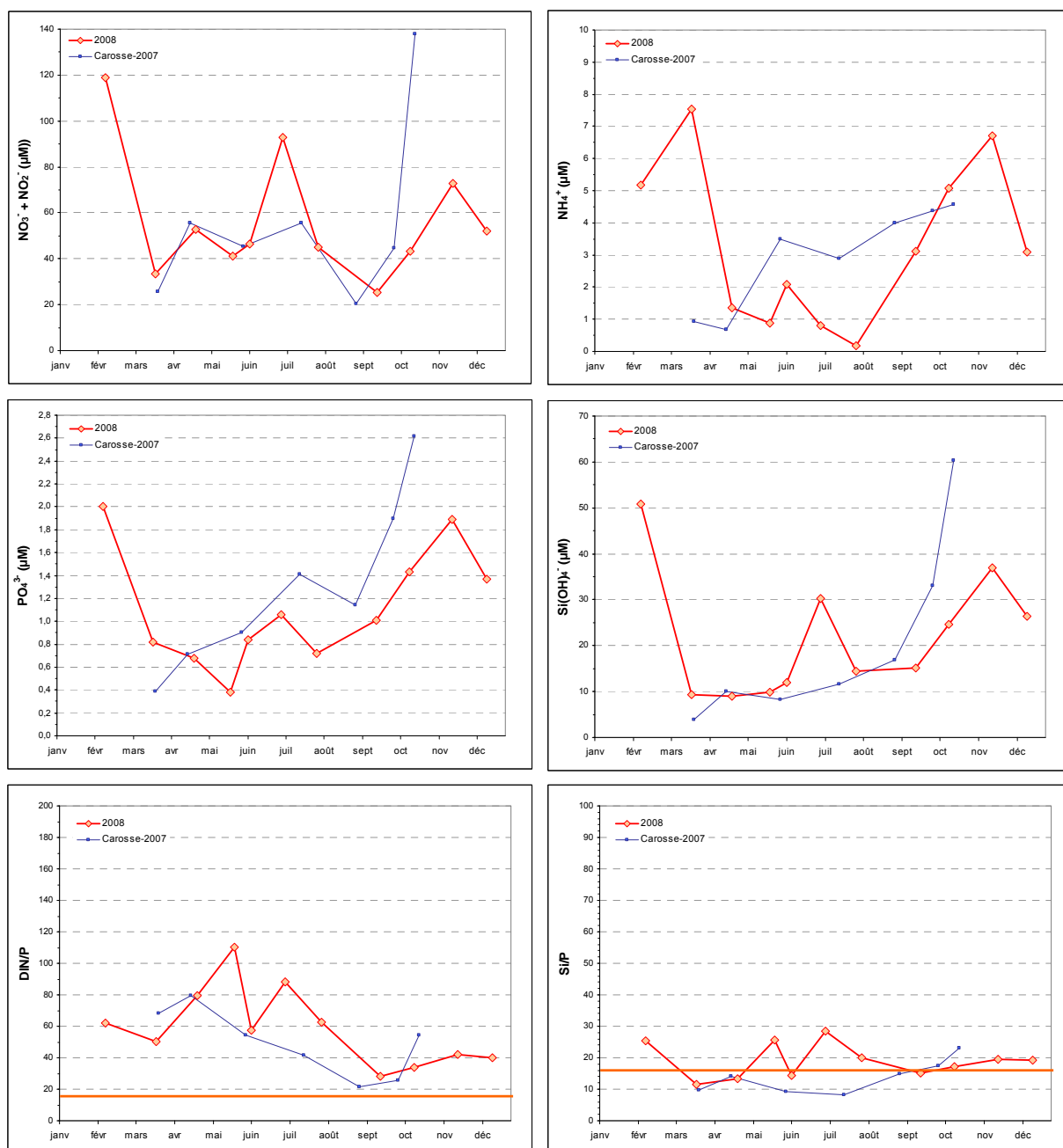
Malgré une production phytoplanctonique importante sur ce point, la concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100%) toute l'année, marquant un milieu correctement oxygéné grâce à l'hydrodynamique de ce secteur (Figure 108).



**Figure 108 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Seine-1 en 2008 comparé à Carosse en 2007.

Néanmoins, il convient de noter que la masse d'eau HT03 est une masse d'eau de transition caractérisée par une forte influence estuarienne et hétérogène dans la distribution spatiale des biomasses phytoplanctoniques (Nogues *et al.*, 2008). L'interprétation des données hydrologiques est donc délicate car très variables (par ex. de 25 à 120  $\mu\text{M}$  nitrate + nitrite et de 9 à 50  $\mu\text{M}$  de silicate (Figure 109)) et dépendent de l'heure de prélèvement (pleine mer  $\pm$  2 h).

Il est cependant évident que la masse d'eau est riche en nutriment avec un des stocks hivernaux en 2008 approchant 119  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite (et 5  $\mu\text{M}$  d'ammonium), 2,0  $\mu\text{M}$  de phosphate, et 51  $\mu\text{M}$  de silicate (Figure 109). La production phytoplanctonique n'est donc pas suffisante pour épuiser ces stocks qui restent conséquents (minimum 25  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite, 0,4  $\mu\text{M}$  de phosphate et 9  $\mu\text{M}$  de silicate) et se rechargent toute l'année (Figure 109).



**Figure 109 :** Évolution des concentrations en nutriments à Seine-1 en 2008 comparé à Carosse en 2007. Évolution des rapports DIN/P et Si/P à Seine-1 en 2008 comparé à Carosse en 2007.

Au vue des stocks en nutriments disponibles, il est peu probable que l'azote soit en carence dans ce milieu (Figure 109). Cependant, le phosphate semblerait montrer un léger déséquilibre en sa défaveur par rapport à l'azote (Figure 109). Ceci pourrait être la conséquence de la politique de réduction des phosphates par des programmes de déphosphatation des eaux usées sur certaines stations d'épuration dans le bassin versant de la Seine qui a réduit de près de 80% le flux de phosphate mesuré à Caudebec en Caux de 1974 à 2006 (Nogues *et al.*, 2008).



## Peuplements phytoplanctoniques au point « Seine-1 »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielles) à « Seine-1 » montre qu'en 2008, seul le taxon CHAE a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre et de 1 000 000 de cellules par litre en un bloom observé début juin ( $2\,832\,200\text{ cell.L}^{-1}$ ) (Figure 110).

Ce point, situé à l'aval de l'estuaire de la Seine, présente des caractéristiques estuariennes légèrement différentes de celles observées sur les points de Cabourg et Antifer. L'espèce *Chaetoceros sp.* abonde en 2008, mais les dinoflagellés n'y sont pas aussi nombreux que dans les deux masses d'eau limitrophes qui présentent des eaux plus stratifiées et plus calmes.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2002-2006              | 2007 | 2008 | 2002-2006                | 2007 | 2008 |
| CHAESOC           | 32%                    | 0%   | 100% | 36%                      | 0%   | 100% |
| SKELCOS           | 32%                    | 50%  | 0%   | 45%                      | 100% | 0%   |
| THALROT           | 0%                     | 50%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 27                     | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 1                      | 9    | 11   |                          |      |      |

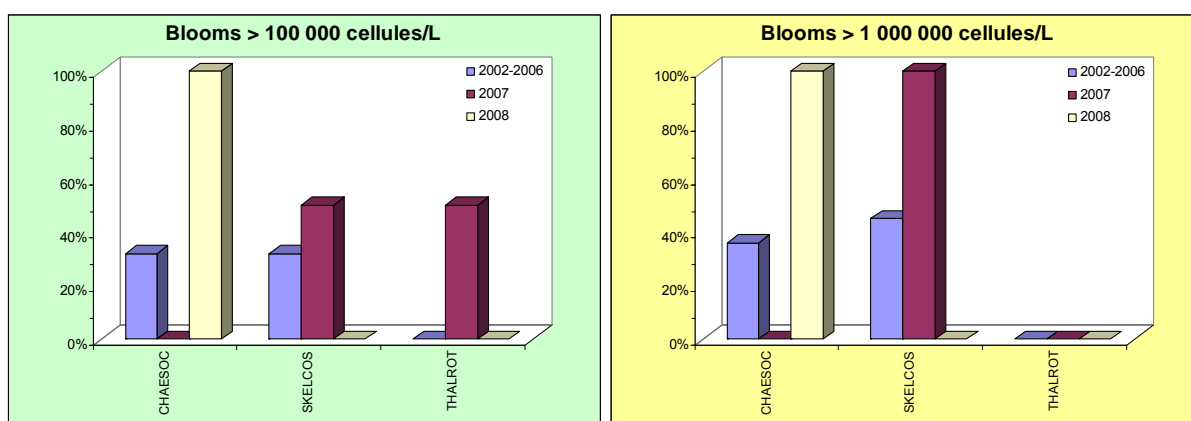


Figure 110 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Seine-1 en 2008 et sur Carosse entre 2002-2006 et 2007.

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

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

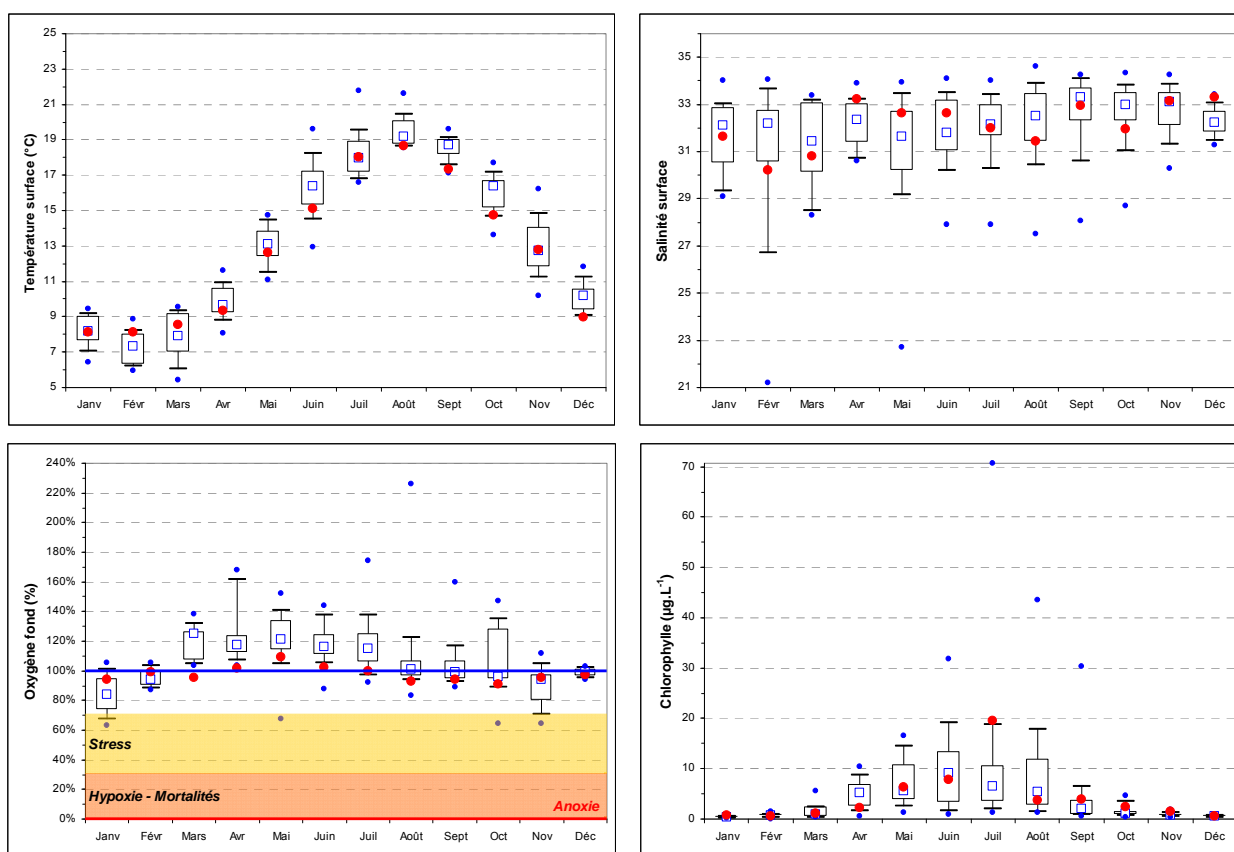
**SYNTHÈSE HT03 :** La première année de surveillance de la masse d'eau HT03 au point « Seine-1 » confirme l'influence de l'estuaire de la Seine, avec des stocks hivernaux en nutriments importants ( $124\ \mu\text{M DIN}$ ,  $2,0\ \mu\text{M DIP}$ ,  $51\ \mu\text{M Si}$ ), mais une biomasse phytoplanctonique modérée (moy.  $4,5\ \mu\text{g.L}^{-1}$ , max.  $20\ \mu\text{g.L}^{-1}$ ) qui n'épuise pas ce stock de nutriment qui est régulièrement rechargé par d'importantes dessalures. La flore de ce point est logiquement caractéristique des eaux estuariennes, bien que peu de dinoflagellés y soient observés. Un taxon a dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre en juin 2008.

### III.2.16. Masse d'eau HC16 (Antifer Ponton Pétrolier 2002-2008)

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

La masse d'eau HC16 est soumise à l'influence des apports terrigènes de la Seine. De ce fait, la salinité connaît des variations fréquentes pouvant atteindre 12, et ont été de 4 en mars et août 2008 (Figure 111). La recharge régulière des stocks de nutriments favorisent l'apparition d'une succession de blooms durant la période productive (Figure 111). Néanmoins, les quatre pics de biomasse phytoplanctonique observés les 5 mai et 18 juin ( $11 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), 30 juillet ( $32 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) et 1<sup>er</sup> septembre ( $12 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) en 2008, n'ont pas dépassé les maxima de la série 2002-2007 qui restent de l'ordre de  $70 \mu\text{g.L}^{-1}$  (Figure 111).

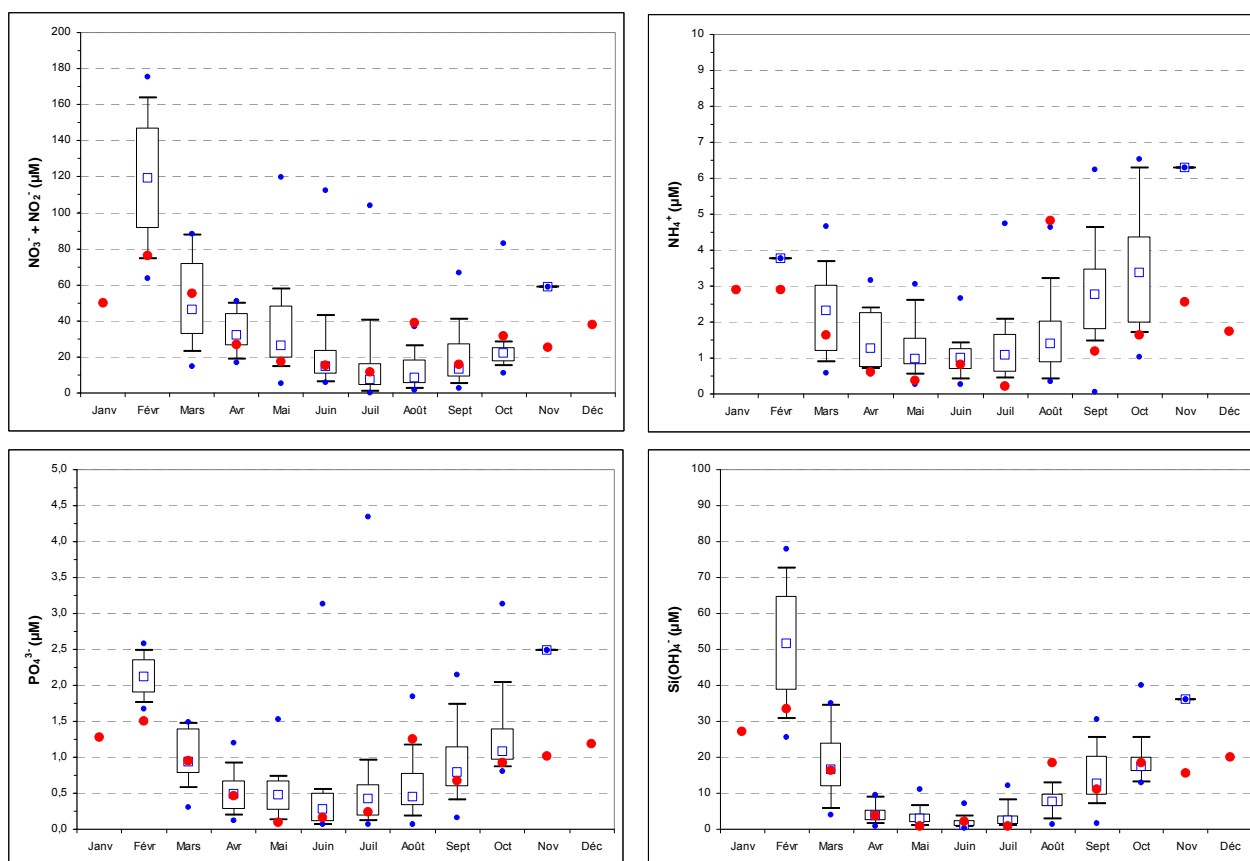
Malgré une production phytoplanctonique importante sur ce point et des suboxies observées entre 2005 et 2007, la concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100%) toute l'année 2008, marquant un milieu correctement oxygéné grâce à l'hydrodynamisme de ce secteur (Figure 111).



**Figure 111 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2002-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

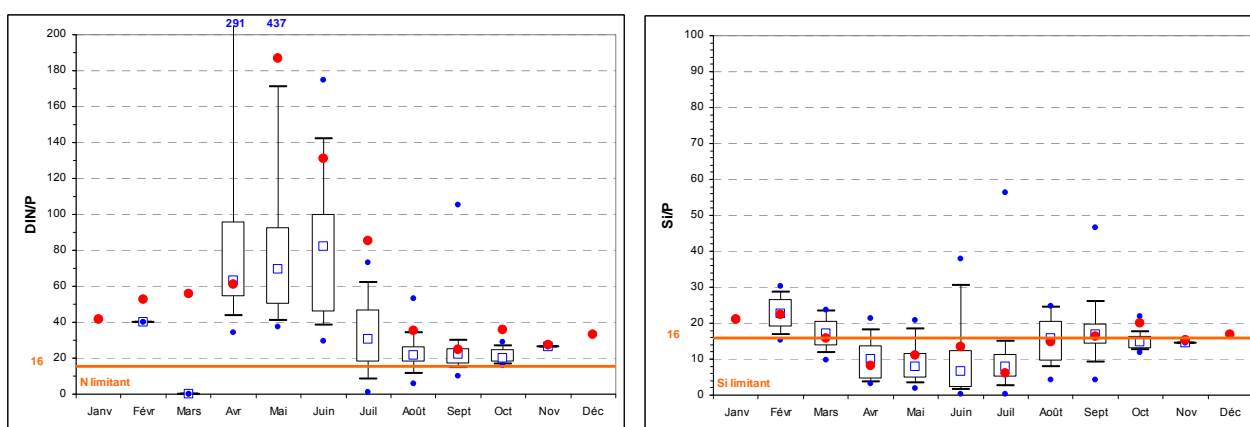
Le RHLN 2008 a permis pour la première fois d'effectuer un suivi sur 12 mois pour les nutriments, révélant que les stocks hivernaux (en décembre hors épisodes de dessalures) étaient cette année de l'ordre de  $63 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite (et  $3 \mu\text{M}$  d'ammonium),  $1,4 \mu\text{M}$  de phosphate et  $35 \mu\text{M}$  de silicate, soit près du double de Cabourg (Figure 112).

L'évolution des concentrations en nutriments confirme en outre les recharges conséquentes aux dessalures observées en mars (+  $56 \mu\text{M}$  N, +  $0,6 \mu\text{M}$  P et +  $18 \mu\text{M}$  Si) et en août (+  $41 \mu\text{M}$  N, +  $0,7 \mu\text{M}$  P et +  $17 \mu\text{M}$  Si) (Figure 112).



**Figure 112 :** Évolution des concentrations en nutriments à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2002-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

Comme en 2007, le rapport molaire DIN/P ne passe jamais en dessous de la valeur seuil de 16 en 2008 (Figure 113). Ici aussi, il semble que l'azote n'atteigne jamais des concentrations faisant de lui un élément potentiellement limitant de la production primaire (concentrations minimales de 8,6 µM nitrate + nitrite, 0,08 µM d'ammonium, 0,07 µM de phosphate et 0,17 µM de silicate) (Figure 112). Cependant, le rapport molaire Si/P et les faibles concentrations enregistrées pour le silicate semblent suggérer que celui-ci pourrait avoir été potentiellement limitant pour le développement phytoplanctonique particulièrement d'avril à juillet (Figure 113).



**Figure 113 :** Évolution des rapports DIN/P et Si/P à Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2008. Représentation en boîtes à moustaches de la distribution des données 2002-2007 et moyennes mensuelles 2008 (●).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Antifer Ponton Pétrolier »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores totales) à Antifer Ponton Pétrolier montre qu'en 2008, cinq taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, dont deux ont aussi dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre (Figure 114). Le bloom du 5 mai était dominé par le taxon PSNZ (88 200 cell.L<sup>-1</sup>) qui n'a pas dépassé le seuil DCE, celui du 18 juin par SKELCOS (1 226 000 cell.L<sup>-1</sup>), celui du 30 juillet par CHAE (501 500 cell.L<sup>-1</sup>), LEPT (177 800 cell.L<sup>-1</sup>) et PRORGRA (106 000 cell.L<sup>-1</sup>), et enfin celui du 1<sup>er</sup> septembre par CLCRYPT (220 000 cell.L<sup>-1</sup>) (Figure 115). Le taxon CHAE a de plus dépassé les seuils à quatre autres reprises entre juillet et août dont deux fois au dessus du maximum DCE (max. 6 205 400 cell.L<sup>-1</sup> le 15 juillet) (Figure 115).

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2001-2006              | 2007 | 2008 | 2001-2006                | 2007 | 2008 |
| ASTEGLA           | 0%                     | 20%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| CHAE              | 24%                    | 20%  | 50%  | 31%                      | 50%  | 66%  |
| CLCRYPTO          | 0%                     | 0%   | 12%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| GYMN              | 0%                     | 30%  | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| LEPT              | 0%                     | 20%  | 12%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| PRORGRA           | 0%                     | 0%   | 12%  | 0%                       | 0%   | 0%   |
| PSNZ              | 14%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 20%                    | 10%  | 12%  | 33%                      | 50%  | 33%  |
| Flores totales    | 188                    | 15   | 14   |                          |      |      |
| Flores partielles | 35                     | 22   | 19   |                          |      |      |

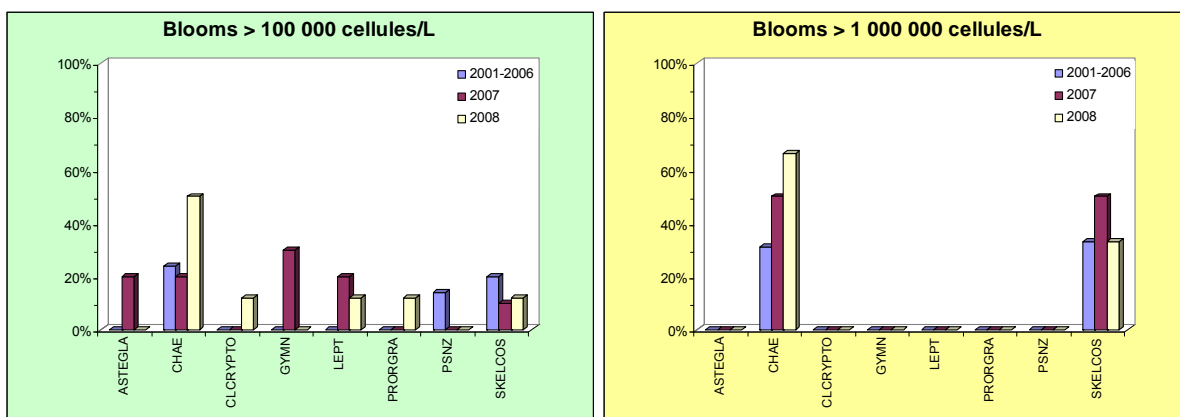


Figure 114 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Antifer Ponton Pétrolier entre 2002 et 2008.

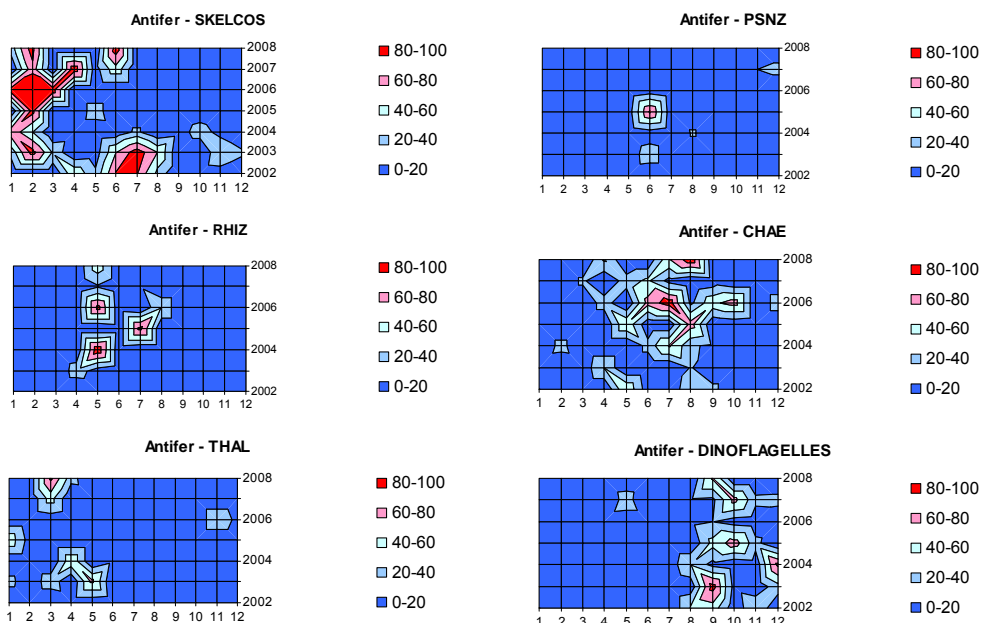


Figure 115 : Evolution temporelle des dominances (%) des principales espèces, par mois et par année sur Antifer Ponton Pétrolier de 2002 à 2008.

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

Ce point présente des caractéristiques plus proches de celles de « Cabourg » que de celles de « Fécamp 1 mille », plus au nord-est. Les dinoflagellés y sont nombreux et l'influence du panache de la Seine est encore bien présente. Il faut également remarquer que le point de prélèvement se situe à l'intérieur du port d'Antifer, et que ce positionnement peut biaiser les données obtenues. Malheureusement, pour des raisons logistiques, il n'est pas possible d'échantillonner un autre point au sein de cette masse d'eau, malgré son hétérogénéité mise en évidence au moyen des images satellite.

Le point de prélèvement « Antifer ponton pétrolier » bien que situé à l'intérieur du port d'Antifer, permet de rendre compte de la qualité des eaux venant du sud car les courants résiduels de marée en provenance de la Seine remontent le long de la côte nord (Le Goff et *al.*, 2005). Etant classé RNABE pour l'élément de qualité « phytoplancton », il fait l'objet d'un contrôle de surveillance DCE renforcé et d'un contrôle opérationnel.

**SYNTHESE HC16 :** La masse d'eau HC16 est suivie grâce au point « Antifer Ponton Pétrolier ». Cette masse d'eau productive est indirectement sous l'influence du panache de la Seine et subit régulièrement des dessalures importantes qui rechargent le milieu en nutriments. Les stocks hivernaux déterminés pour la première fois en 2008 sont conséquents (66  $\mu\text{M}$  DIN, 1,4  $\mu\text{M}$  DIP, 35  $\mu\text{M}$  Si) et ne sont pas complètement consommés pendant la période productive. Seul le silicium pourrait être limitant pour le développement phytoplanctonique estival. La flore de ce point est similaire à celle de Cabourg et est représentative d'un estuaire semi-fermé avec la présence régulière de dinoflagellés. En 2008, cinq taxons ont dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, dont deux ont aussi dépassé le seuil de 1 000 000 de cellules par litre.

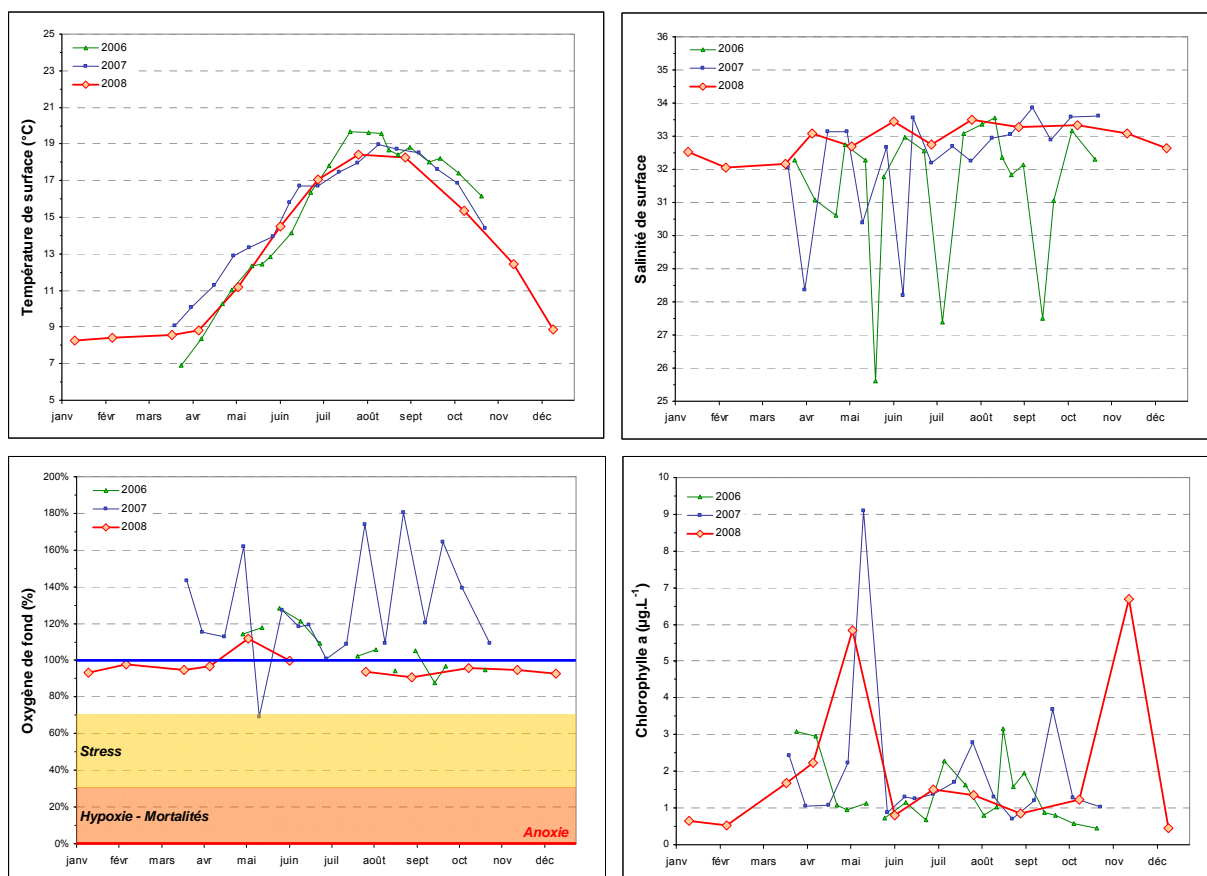
### III.2.17. Masse d'eau HC17 (Fécamp 1 mille 2006-2008)

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

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

Le point à Fécamp est directement soumis à l'influence des apports de la Valmont et indirectement de ceux du Durdent. Avant mi-juillet 2007, ce point subissait fortement des fluctuations de salinité importantes pouvant atteindre 5 à 6 (Figure 116). Depuis l'éloignement de ce point, la salinité est beaucoup moins variable, sans dessalures marquées ( $< 1$ ) (Figure 116). De ce fait, les recharges en nutriments sont moindres sur « Fécamp 1 mille », mais sont suffisantes pour alimenter la production phytoplanctonique en deux blooms le 5 mai ( $5,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) et le 17 novembre ( $6,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ ) 2008 (Figure 116). Ce premier n'a cependant pas dépassé le maximum atteint en 2007 près de la digue ( $\sim 8 \mu\text{g.L}^{-1}$ ), et le deuxième bloom est observé pour la première fois en 2008, le point n'étant pas suivi en hiver auparavant.

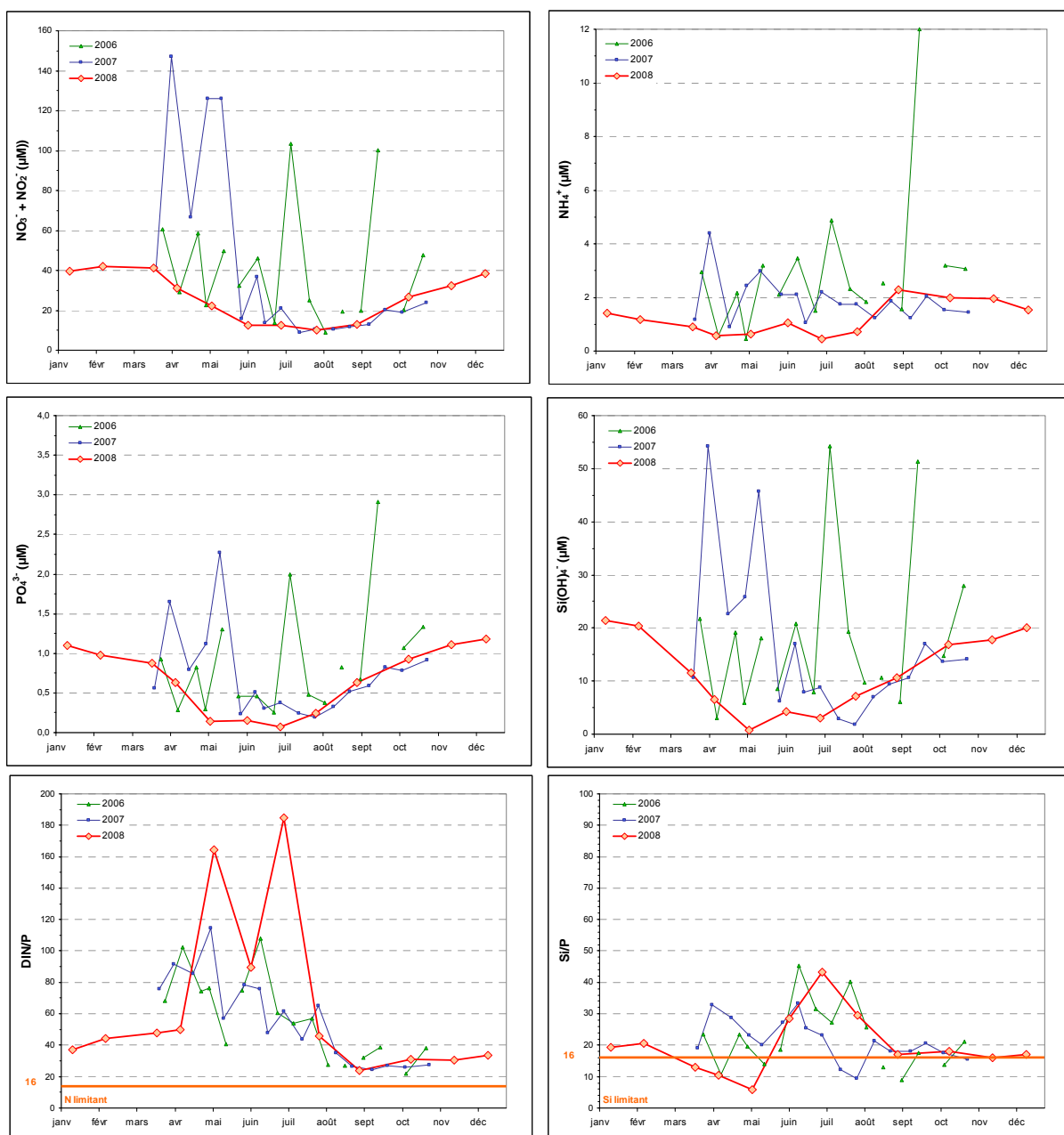
La concentration en oxygène dissous mesuré au fond de la colonne d'eau est restée proche de sa valeur de saturation (100%) en 2008, marquant un milieu correctement oxygéné (Figure 116).



**Figure 116 :** Évolution des paramètres physico-chimiques et chlorophylle-a à Fécamp entre 2006 et mi-2007 (point Fécamp digue) et mi-2007 et 2008 (point Fécamp 1 mille).

Le RHLN 2008 a permis pour la première fois d'effectuer un suivi sur 12 mois pour les nutriments, révélant que les stocks hivernaux étaient cette année de l'ordre de  $41 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $1,0 \mu\text{M}$  de phosphate et  $21 \mu\text{M}$  de silicate, similaires à ceux d'Antifer en 2008 (Figure 117).

Depuis le positionnement du point à 1 mille du port, les concentrations en nutriments, bien que relativement fortes, observent un cycle normal de consommation/reminéralisation qui n'était pas observé lors que le point était fait à partir de la digue (Figure 117). Les nutriments n'apparaissent cependant pas complètement utilisés avec des concentrations minimales de l'ordre de 10,5  $\mu\text{M N}$ , 0,07  $\mu\text{M P}$  et 0,8  $\mu\text{M Si}$  (Figure 117).



**Figure 117 :** Évolution des concentrations en nutriments et des rapports DIN/P et Si/P à Fécamp entre 2006 et mi-2007 (point Fécamp digue) et mi-2007 et 2008 (point Fécamp 1 mille).

Malgré la diminution des concentrations en nutriments grâce à l'éloignement du port, le rapport molaire DIN/P ne passe jamais en dessous de la valeur seuil de 16 en 2008 comme en 2006 et 2007 figurant que l'azote n'apparaît pas en carence dans le milieu de façon à limiter le développement phytoplanctonique (Figure 117). Cependant, le rapport molaire Si/P et les faibles concentrations enregistrées pour le silicate et le phosphate semblent suggérer que celui-ci pourrait avoir été limitant pour le développement phytoplanctonique particulièrement de mars à mai (silicate) et de juin à août pour le phosphate (Figure 117).

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Fécamp 1 mille »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flores partielles) à « Fécamp 1 mille », montre qu'en 2008, aucun taxon n'a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre, malgré la présence de FMNITZ mais dans une quantité dix fois inférieure (Figure 118). Bien que le nombre de données soient restreints, cette distribution taxonomique marque une vraie rupture avec celles observées sur les points de suivi de la partie orientale de la baie de Seine. En effet, les peuplements phytoplanctoniques de Fécamp sont caractéristiques des eaux ouvertes de la Manche.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |      |
|-------------------|------------------------|------|------|--------------------------|------|------|
|                   | 2006                   | 2007 | 2008 | 2006                     | 2007 | 2008 |
| FMNITZ            | 33%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| SKELCOS           | 33%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| THALROT           | 33%                    | 0%   | 0%   | 0%                       | 0%   | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    | 0    |                          |      |      |
| Flores partielles | 20                     | 17   | 12   |                          |      |      |

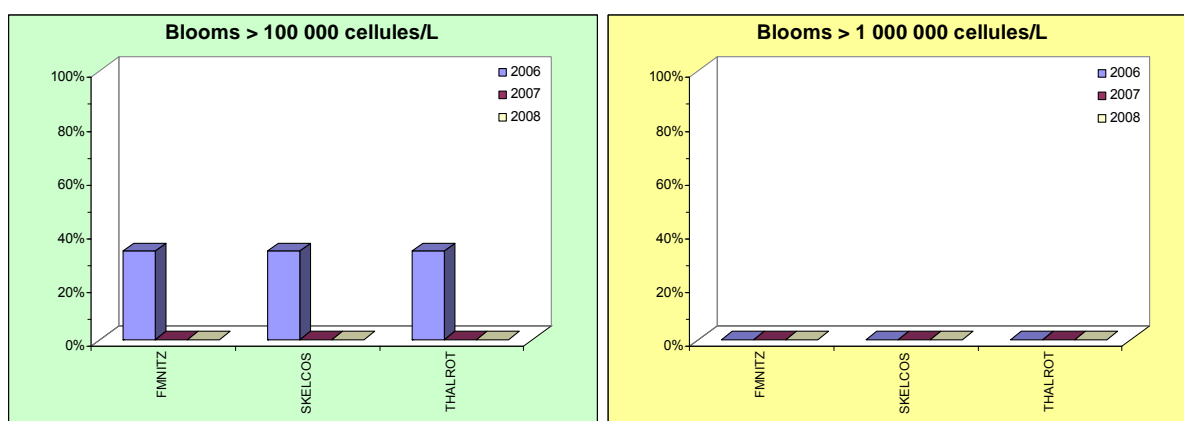


Figure 118 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Fécamp 2006 et 2008.

## 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 ». Les données rassemblées ci-dessus montrent, qu'en effet, le point « Fécamp digue » était fortement influencé par les apports du port de Fécamp, et n'était peut être pas représentatif de la qualité de la masse d'eau HC17. La comparaison des moyennes annuelles des concentrations en nutriments enregistrés depuis 2006 (ex. nitrate + nitrite : 41,1  $\mu\text{M}$  en 2006, 41,9  $\mu\text{M}$  en 2007, 26,8  $\mu\text{M}$  en 2008), et l'étude des variations de salinité suggèrent que seules les données du point « Fécamp 1 mille » devraient être utilisées pour statuer sur la qualité de la masse d'eau HC17. Ce point est suivi dans le cadre du suivi complémentaire régional.

**SYNTHÈSE HC17 :** La masse d'eau HC17 est suivie grâce au point « Fécamp 1 mille » qui était auparavant fait à partir de la digue du port. Ce point productif est directement sous l'influence de la Valmont mais ne subit plus de dessalures importantes à son positionnement actuel. La masse d'eau est cependant relativement riche en nutriment, avec des stocks hivernaux déterminés pour la première fois en 2008 importants (42  $\mu\text{M}$  DIN, 1,0  $\mu\text{M}$  DIP, 21  $\mu\text{M}$  Si), de l'ordre de ceux d'Antifer et ne sont pas complètement consommés pendant la période productive. Seul le phosphore et le silicium pourrait être limitant pour le développement phytoplanctonique. La flore de cette masse d'eau est en rupture avec celle de HC16 par exemple car représentative des eaux ouvertes de la Manche. Aucun taxon n'a dépassé de seuil DCE en 2008.



### III.2.18. Masse d'eau HC18 (Dieppe 1 mille 2004-2005 et 2008)

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

Pour des raisons logistiques, le suivi du point « Dieppe 1 mille » n'a pas été réalisé en 2006 et 2007, mais à pu reprendre en 2008 grâce à la contribution de la DDEA 76.

Le nombre de données physico-chimiques étant trop parcellaire, aucune interprétation ne peut être réalisée. La biomasse phytoplanctonique enregistrée en 2008 est globalement inférieure à celle de 2004 et 2005, avec un bloom printanier le 17 avril à  $4,4 \mu\text{g.L}^{-1}$  et inférieure à celle observée à Fécamp 1 mille (Figure 119).

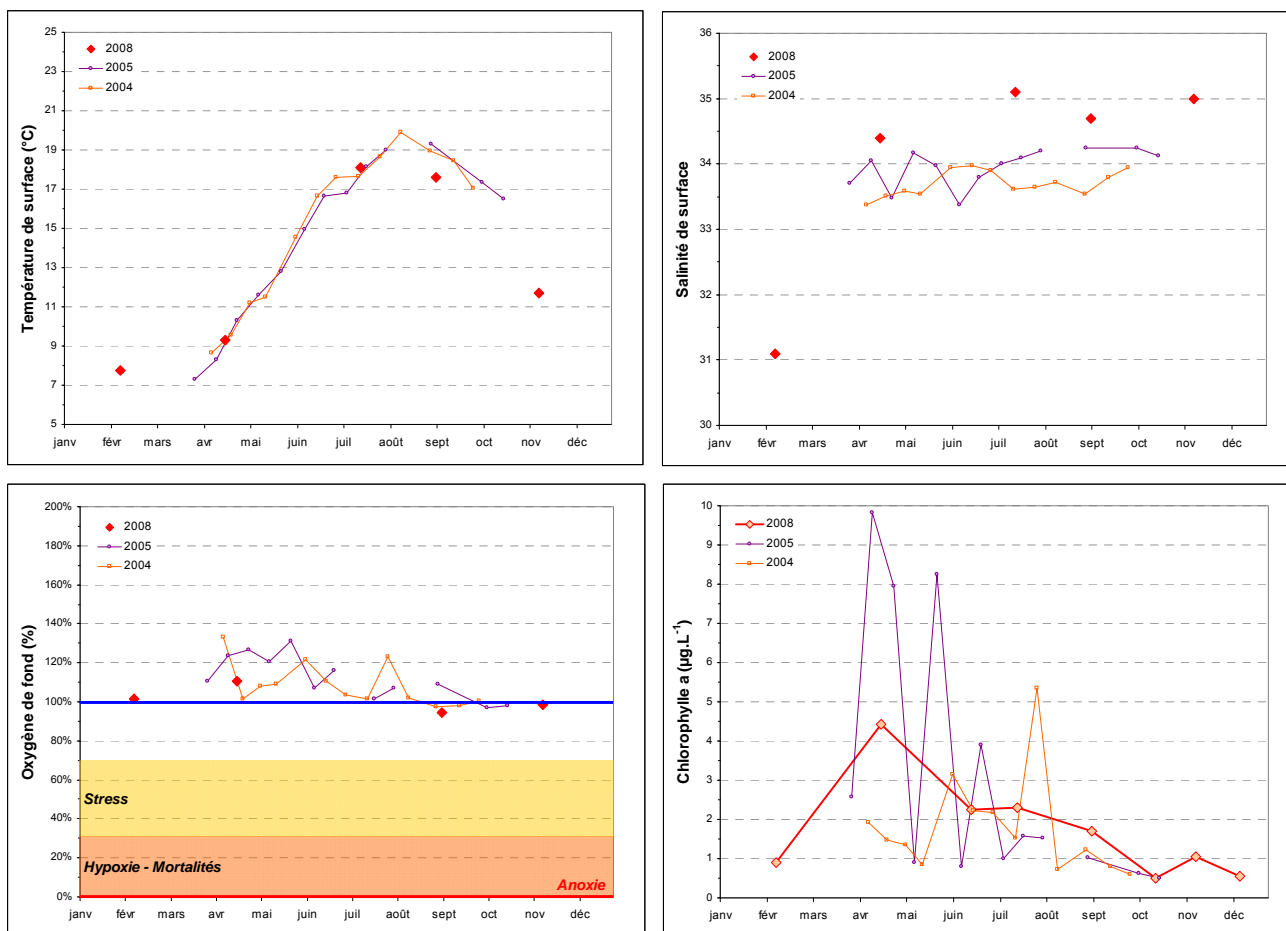


Figure 119 : Évolution des paramètres physico-chimiques et de chlorophylle-a à Dieppe 1 mille en 2004-2005 et 2008.

Les concentrations en nutriments mesurées en février montrent que les stocks hivernaux en février étaient légèrement supérieurs à ceux de Fécamp, avec des teneurs de l'ordre de  $43 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $1,3 \mu\text{M}$  de phosphate, et  $24 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 120).

L'étude de l'évolution des concentrations en nutriments montre que les recharges du milieu ne compensent pas la consommation par le phytoplancton, et qu'elles atteignent leur minimum en avril ou juin, avec  $2,6 \mu\text{M}$  de nitrate + nitrite,  $0,04 \mu\text{M}$  d'ammonium,  $0,06 \mu\text{M}$  de phosphate et  $3,1 \mu\text{M}$  de silicate (Figure 120).

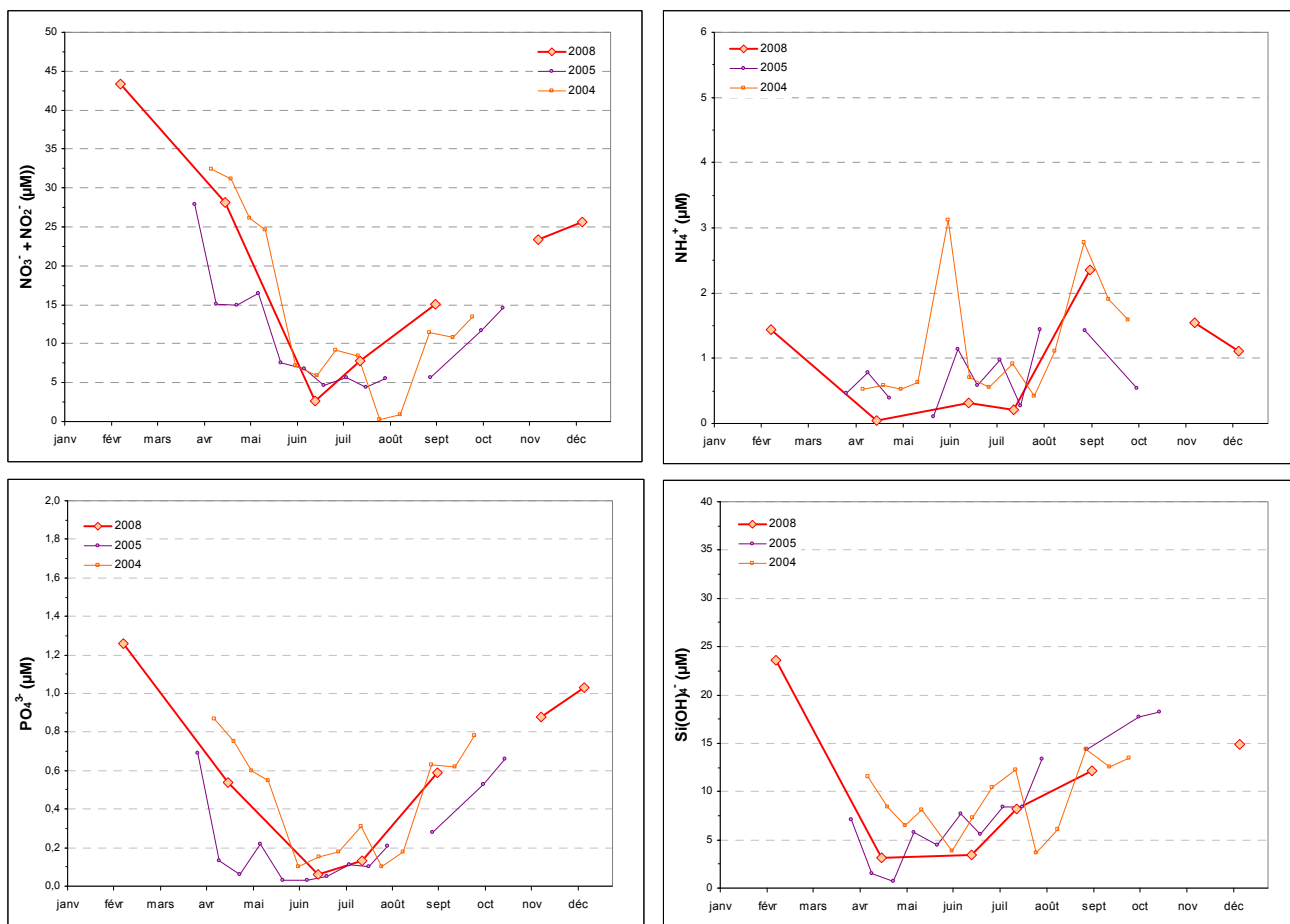


Figure 120 : Évolution des concentrations en nutriments à Dieppe 1 mille en 2004-2005 et 2008.

L'étude du rapport molaire DIN/P montre qu'il ne passe jamais en dessous de la valeur seuil de 16 en 2008 comme en 2005 figurant que l'azote n'apparaît pas en carence dans le milieu de façon à limiter le développement phytoplanctonique (Figure 121). Cependant, le rapport molaire Si/P et les faibles concentrations enregistrées pour le phosphate semblent suggérer que celui-ci pourrait avoir été limitant pour le développement phytoplanctonique particulièrement pendant la période estivale (Figure 120 et Figure 121).

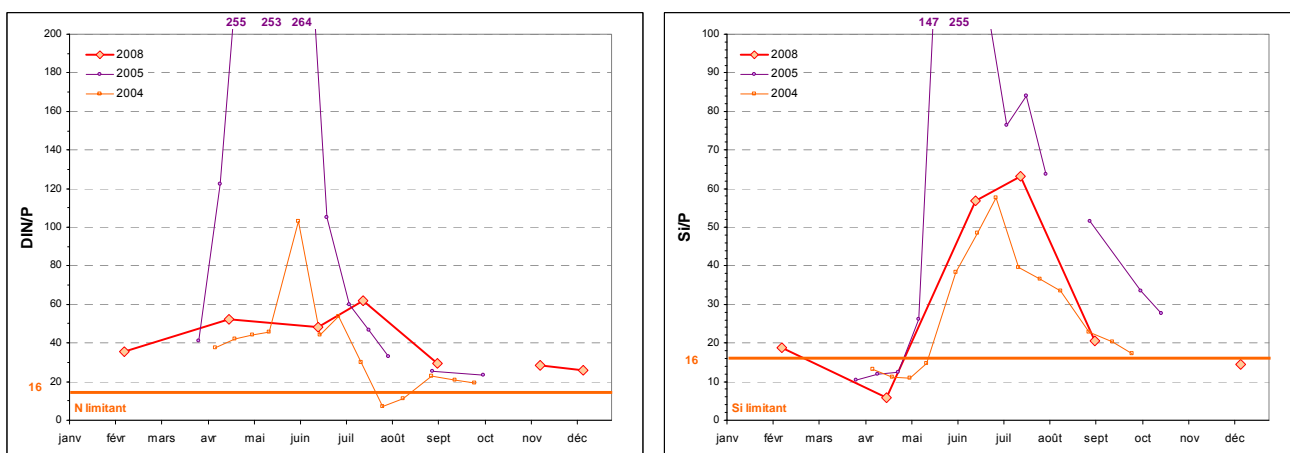


Figure 121 : Évolution des rapports DIN/P et Si/P à Dieppe 1 mille en 2004-2005 et 2008.

## Peuplements phytoplanctoniques au point « Dieppe 1 mille »

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques (flore partielle) à Dieppe, montre qu'en 2008, seul le taxon LEPT a dépassé le seuil de 100 000 cellules par litre le 16 juin (643 000 cell.L<sup>-1</sup>) (Figure 122). Bien que le nombre de données soient restreints, ce peuplement phytoplanctonique semble représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

|                   | Seuil > 100 000 cell/L |      | Seuil > 1 000 000 cell/L |      |
|-------------------|------------------------|------|--------------------------|------|
|                   | 2004-2005              | 2008 | 2004-2005                | 2008 |
| LEPT              | 0%                     | 100% | 0%                       | 0%   |
| RHIZDEL           | 67%                    | 0%   | 0%                       | 0%   |
| RHIZFRA           | 17%                    | 0%   | 0%                       | 0%   |
| RHIZSTO           | 17%                    | 0%   | 0%                       | 0%   |
| Flores totales    | 0                      | 0    |                          |      |
| Flores partielles | 26                     | 7    |                          |      |

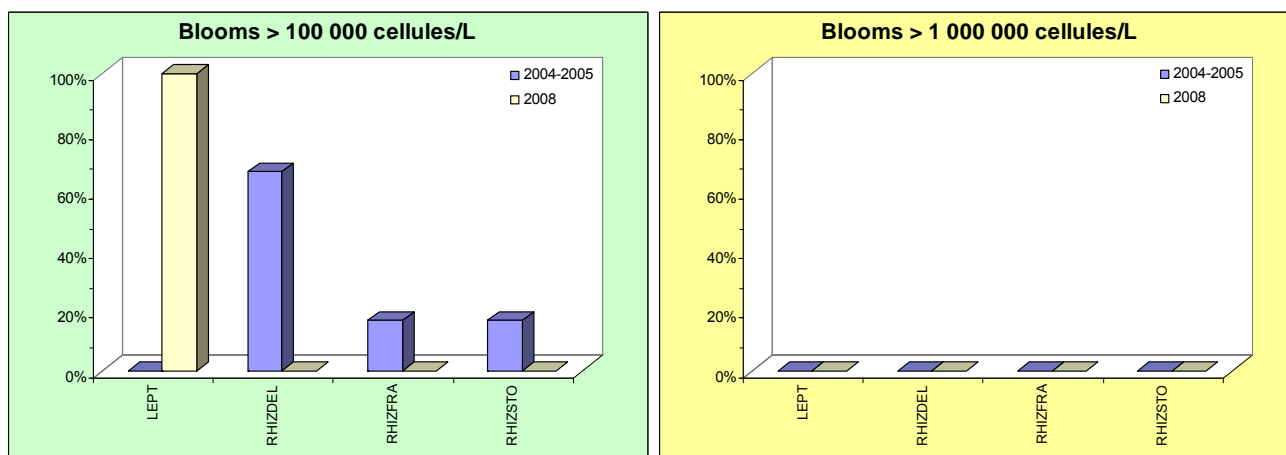


Figure 122 : Évolution des peuplements phytoplanctoniques sur Dieppe 1 mille entre 2004-2005 et 2008.

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

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

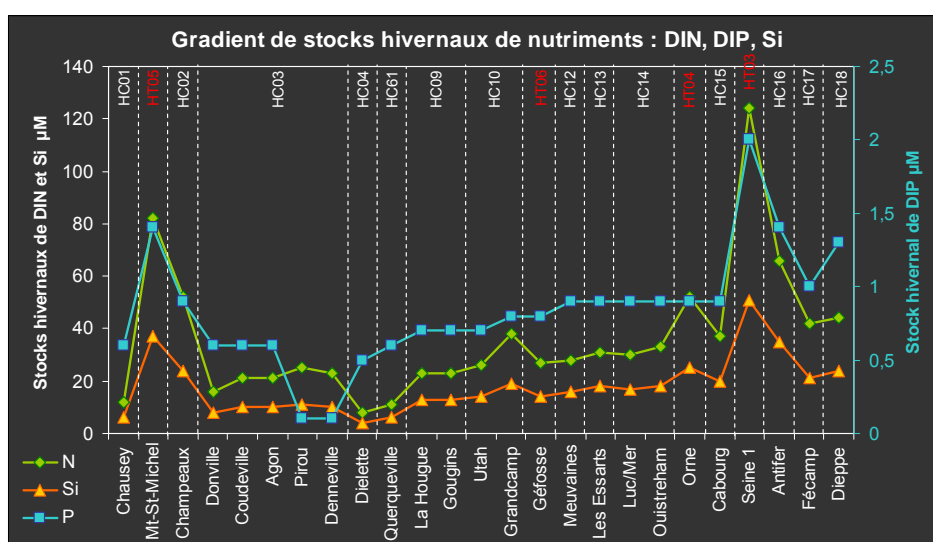
**SYNTHÈSE HC18 :** La masse d'eau HC18 est suivie grâce au point « Dieppe 1 mille » dont le suivi a repris en 2008 après 2 ans d'arrêt. Les données 2008 ont permis d'estimer les stocks hivernaux en nutriments (44 µM DIN, 1,3 µM DIP, 24 µM Si) qui sont légèrement supérieurs à ceux de Fécamp. Ces stocks ne semblent pas complètement consommés pendant la période productive, et seul le phosphore pourrait être limitant pour le développement phytoplanctonique dont la biomasse maximale était de 4 µg.L<sup>-1</sup> en 2008. Un seul taxon a dépassé le seuil DCE de 100 000 cellules par litre, et le peuplement phytoplanctonique semble représentatif des eaux ouvertes de la Manche.

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

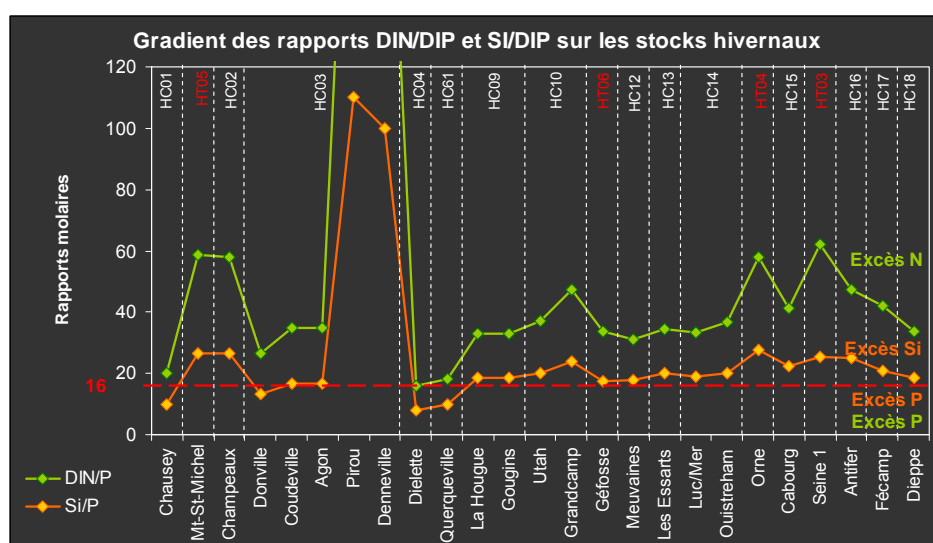
### IV.1. Discussion générale

#### IV.1.1. Cycles biogéochimiques et limitation de nutriments

Le RHLN 2008 a permis dans un premier temps d'acquérir des données sur 12 mois (et non plus 8 mois) sur tous les points de prélèvement, permettant ainsi d'estimer les stocks hivernaux pour la première fois. La Figure 123 met en évidence le gradient de stocks hivernaux (janvier-février) de nutriments en azote, phosphore et silicium le long du littoral normand, et l'influence respectives des estuaires (baie du Mont-St-Michel en HT05, baie des Veys en HT06, estuaire de l'Orne en HT04, et estuaire de la Seine en HT03).



**Figure 123 :** Gradient des stocks hivernaux en nutriments sur les points de prélèvement du RHLN 2008. DIN = azote inorganique dissous, DIP = phosphore inorganique dissous, Si = silicium.



**Figure 124 :** Gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP des stocks hivernaux sur les points de prélèvement du RHLN 2008.

Ces apports en nutriments par les estuaires semblent déséquilibrés, l'« Estuaire de l'Orne » présentant une augmentation évidente en azote et silicium mais pas en phosphore, et les points « Pirou Bergerie Sud » et « Denneville » présentant des concentrations en phosphore inorganique très basses (Figure 123). L'étude du gradient des rapports de nutriments DIN/DIP et Si/DIP le long du littoral normand confirme ces observations, avec un déséquilibre de ces rapports pour l'estuaire de l'Orne et les points sur Pirou et Denneville (Figure 124). En outre, ces données montrent un excès d'azote sur la majorité des points suivis, hormis « Chausey » (HC01), « Dielette » (HC04) et la « Digue de Querqueville » (HC61) dont le rapport DIN/DIP est proche de la valeur de référence (N/P = 16) de Redfield *et al.* (1963) (Figure 124). Les rapports de nutriments étant légèrement variables autour de ces valeurs de référence, la Figure 124 ne semble pas montrer de déséquilibre important entre le silicium et le phosphore sur les points suivis. Les estimations de stocks hivernaux pourront être revues annuellement.

Dans un cycle biogéochimique 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). Cependant, sur un certain nombre de points suivis, le cycle est atypique ou perturbé par des apports de nutriments intempestifs. Suite aux années 2002-2006, qui ont été relativement sèches, les fortes précipitations de la fin de l'hiver et printemps et de la fin de l'été 2008 ont entraîné un lessivage intensif des bassins versants conduisant à des apports massifs en nutriments le long des côtes normandes, similaires à 2007. Dans le Tableau 4, les sources fluviales potentielles, l'importance des dessalures rencontrées et la turbidité maximale observée permettent d'appréhender l'intensité de ces apports terrestres en 2008.

Sur certains points de suivi (« Donville », « Pointe Agon Sud », « Pirou Bergerie Sud », de « Géfosse » à « Cabourg » ou « Antifer Ponton Pétrolier »), les apports terrigènes ont dépassé les niveaux de stocks hivernaux en nutriments enregistrés en 2008.

Les plus fortes teneurs (entre 26 et 311  $\mu\text{M}$  de nitrate + nitrite, entre 0,8 et 2  $\mu\text{M}$  de phosphate, entre 14 et 106  $\mu\text{M}$  de silicate et entre 0,8 et 8  $\mu\text{M}$  d'ammonium) ont logiquement été observées sur les masses d'eau les plus influencées par les apports d'eau douce provenant des bassins versants. Il s'agit principalement des masses d'eau de transition HT03, HT04, HT05 et HT06, bien que la HT06 soit plus faiblement affectée, mais également les masses d'eau côtières à proximité de cours d'eau importants (par ex. HC15 par la Dives, HC16 par la Seine) (Tableau 4).

Ces apports massifs ont eu pour principale conséquence de limiter les périodes de carence en azote, phosphore et silice, comme en 2007. Le classement des masses d'eau par type de cycles biogéochimiques est donc resté similaire à 2007, excepté pour la masse d'eau HC61 (« Digue de Querqueville ») qui a été déclassée en cycle « atypique » (Tableau 4).

Cependant, contrairement à 2007 où les biomasses phytoplanctoniques étaient restées bien inférieures aux maxima mesurés depuis 2001, plusieurs points ont vu leur biomasse dépasser les médianes interannuelles (HC01, HC03, HC13, HC14, HC15, HC16). Les masses d'eau de transition suivies depuis 2007 ont enregistré des maxima en 2008, particulièrement pour les HT03, HT04 et HT05.

## IV.1.2. Evolution des flores phytoplanctoniques

En 2008, les biomasses phytoplanctoniques enregistrées étaient proches des données interannuelles depuis 2001. Ces observations sont confirmées par le fait que l'ensoleillement a été globalement proche de la moyenne (1971-2000) (source Météo-France), et que la turbidité enregistrée sur les points suivis était à peine supérieure aux médianes 2001-2007.

L'étude de l'évolution des peuplements phytoplanctoniques le long du littoral normand confirme que 2007 avait été sujet à de nombreux apports terrestres, favorisant ainsi le développement d'espèces plus côtières voire estuariennes (ex. SKELCOS et THALROT) là où les nutriments sont abondants (Figure 125). En 2008, deux genres de diatomées semblent dominer la population phytoplanctonique normande pour les blooms > 100 000 cellules/L comme entre 2001-2006 : *Rhizosolenia sp.* et *Chaetoceros sp.* ; ce dernier dominant les blooms > 1 000 000 cellules/L (Figure 125).

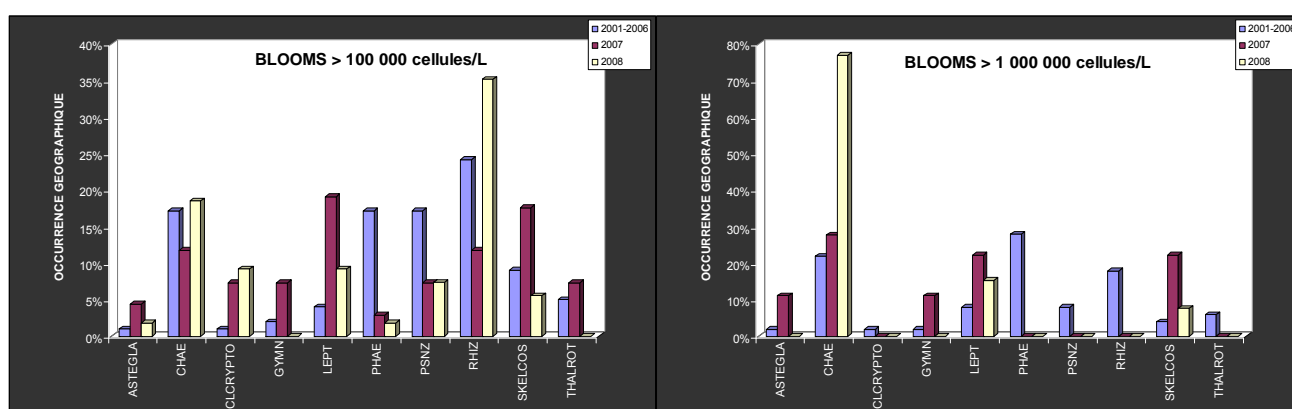


Figure 125 : Evolution de la fréquence d'observation des espèces pour lesquelles un bloom > 100 000 cellules/L ou > 1 000 000 cellules /L le long du littoral normand entre 2001-2006, 2007 et 2008.

## IV.1.3. Bilan du suivi RHLN 2008

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

Ainsi, sur chaque point de suivi, l'influence des apports terrigènes, qui favorisent la recharge du milieu en nutriment, utiles à la croissance du phytoplancton, est étudiée au travers de l'amplitude des dessalures et des teneurs *maximums* en nutriments observées en 2008, qui du fait des fortes précipitations et des importantes recharges en nutriments ne correspondent pas toujours aux niveaux des stocks hivernaux. Les teneurs maximales en chlorophylle-a et la nature des peuplements phytoplanctoniques sont également renseignées. Enfin, ce tableau de synthèse précise si le cycle biogéochimique de la masse d'eau (ou du point de suivi) peut être qualifié de « classique », « perturbé » ou « atypique » (cf. Annexe 2).

**Tableau 4 : Synthèse des paramètres descripteurs des cycles biogéochimiques se déroulant au sein des masses d'eau normandes en 2008.**

| Point de suivi           | Fleuves ou cours d'eau influençants | Importance des dessalures (amplitude max) | Turbidité (maxima) | Chlorophylle-a $\mu\text{g.L}^{-1}$ (maxima) | Nutriments en $\mu\text{M}$ (maxima hors hiver / stocks hivernaux) |                    |                          |                 | Carence en nutriment <sup>(a)</sup> | Nutriment potentiellement limitant en été | Type de cycle biogéochimique | Type de flores <sup>(b)</sup> (phytoplancton) | Niveau de dystrophie <sup>(c)</sup> |
|--------------------------|-------------------------------------|---|--------------------|--|--|--------------------|--------------------------|-----------------|-------------------------------------|---|------------------------------|---|-------------------------------------|
|                          |                                     |   |                    |  | $\text{NO}_2/\text{NO}_3^-$  | $\text{PO}_4^{3-}$ | $\text{Si}(\text{OH})_4$ | $\text{NH}_4^+$ |                                     |   |                              |   |                                     |
| Chausey                  | ---                                 | Faible (1,5)                              | 17 NTU             | 4  | 14 / 12  | 0,6 / 0,6          | 6 / 6                    | 0,5 / 0,1       | ++                                  | N   | Classique                    | EOM   | Très faible                         |
| Mont-St-Michel-2007      | Couesnon/Sée/Sélune                 | Modérée (4 - 5)                           | 630 NTU            | 56   | 78 / 78  | 1,4 / 1,4          | 46 / 37                  | 8 / 4           | -                                   |   | Perturbé                     | BE  | Modéré                              |
| Champeaux                | Couesnon/Sée/Sélune                 | Faible (2)                                | 40 NTU             | 5  | 39 / 50  | 0,9 / 0,9          | 25 / 24                  | 5 / 2           | +                                   | N   | Atypique                     | IME   | Faible                              |
| Donville                 | Boscq                               | Faible (2)                                | 20 NTU             | 5  | 38 / 16  | 0,9 / 0,6          | 21 / 8                   | 4 / 0,3         | +                                   | N   | Atypique                     | IME   | Très faible                         |
| Coudeville 1 mille       | ---                                 | Faible (2)                                | 8 NTU              | 6  | 21 / 21  | 0,7 / 0,6          | 12 / 10                  | 3 / 0,3         | ++                                  | N   | Atypique                     | EOM   | Très faible                         |
| Pointe Agon Sud          | Sienne                              | Faible (2)                                | 14 NTU             | 3  | 35 / 21  | 0,8 / 0,6          | 17 / 10                  | 1,1 / 0,4       | ++                                  | N   | Atypique                     | EOM   | Très faible                         |
| Pirou Bergerie Sud       | Ay                                  | Faible (2)                                | 72 NTU             | 8  | 32 / 24  | 0,7 / 0,1          | 14 / 11                  | 2,4 / 1,3       | +                                   | N   | Atypique                     | EOM   | Très faible                         |
| Denneville               | Ay                                  | Faible (1,5)                              | 62 NTU             | 3  | 19 / 21  | 0,7 / 0,1          | 12 / 10                  | 1,9 / 1,8       | +                                   | N   | Atypique                     | EOM   | Très faible                         |
| Dielette                 | ---                                 | Très faible (1)                           | 10 NTU             | 2  | 7 / 8  | 0,5 / 0,5          | 3 / 4                    | 0,4 / 0,5       | +                                   | N   | Classique                    | EOM   | Très faible                         |
| Barneville               | ---                                 | Très faible (1)                           | -                  | 6  | 10 / 8   | 0,4 / 0,5          | 4 / 5                    | 0,8 / 0,2       | +                                   | N   | Classique                    | EOM   | Très faible                         |
| Jobourg                  | ---                                 | Faible (2)                                | -                  | 2  | 9 / 8  | 3 / 0,5            | 3 / 5                    | 1,1 / 0,1       | -                                   |   | Atypique                     | EOM   | Très faible                         |
| Digue de Querqueville    | Lucas / Dielette                    | Très faible (1)                           | 2,5 NTU            | 2  | 13 / 11  | 0,7 / 0,6          | 7 / 6                    | 0,9 / 0,5       | -                                   |   | Atypique                     | BE  | Très faible                         |
| La Hougue                | Saire                               | Faible (1,5)                              | 7 NTU              | 3  | 20 / 22  | 0,9 / 0,7          | 17 / 13                  | 5 / 0,6         | +                                   | N   | Atypique                     | EMO et IME                                    | Très faible                         |
| Gougins                  | Taute/Vire/Aure/Douve               | Faible (2)                                | 11 NTU             | 5  | 21 / 22  | 0,8 / 0,7          | 19 / 13                  | 5 / 0,7         | ++                                  | N   | Atypique                     | EOM   | Très faible                         |
| Utah                     | Taute/Vire/Aure/Douve               | Faible (2)                                | 28 NTU             | 10   | 23 / 25  | 0,9 / 0,7          | 22 / 14                  | 5 / 0,7         | ++                                  | N   | Atypique                     | EMO et IME                                    | Très faible                         |
| Roches de Grandcamp      | Taute/Vire/Aure/Douve               | Modérée (3)                               | 21 NTU             | 5  | 38 / 37  | 1,1 / 0,8          | 35 / 19                  | 6 / 1           | +                                   | N   | Atypique                     | BE  | Très faible                         |
| Géfosse                  | Taute/Vire/Aure/Douve               | Modérée (2,5)                             | 22 NTU             | 7  | 30 / 26  | 1,2 / 0,8          | 35 / 14                  | 6 / 0,8         | +                                   | N   | Atypique                     | BE  | Très faible                         |
| Asnelles-Meuvoines       | ---                                 | Faible (2)                                | 23 NTU             | 2  | 35 / 27  | 1,3 / 0,9          | 21 / 16                  | 5 / 0,6         | -                                   |   | Classique                    | EMO et IME                                    | Très faible                         |
| St Aubin Les Essarts     | ---                                 | Faible (1,5)                              | 19 NTU             | 8  | 36 / 30  | 1,4 / 0,9          | 22 / 18                  | 4 / 0,7         | +                                   | P   | Atypique                     | EOM   | Très faible                         |
| Luc-sur-mer 1 mille      | Orne                                | Faible (1,5)                              | 20 NTU             | 9  | 47 / 29  | 1,5 / 0,9          | 25 / 17                  | 5 / 0,7         | -                                   |   | Perturbé                     | BE  | Faible                              |
| Ouistreham 1 mille       | Orne                                | Faible (2)                                | 36 NTU             | 16   | 48 / 32  | 1,6 / 0,9          | 28 / 18                  | 7 / 0,8         | -                                   |   | Perturbé                     | BE  | Faible                              |
| Estaire de l'Orne        | Orne                                | Forte (21)                                | 28 NTU             | 29   | 311 / 51   | 1,3 / 0,9          | 106 / 25                 | 6 / 1,3         | -                                   |   | Perturbé                     | BE  | Elevé                               |
| Cabourg                  | Dives/Seine                         | Forte (5)                                 | 17 NTU             | 13   | 94 / 36  | 1,6 / 0,9          | 44 / 20                  | 7 / 1,2         | -                                   |   | Perturbé                     | BE  | Modéré                              |
| Carosse                  | Seine                               | Moyenne (5 à 6)                           | 12 NTU             | < 10   | 140  | 2 à 4              | 60                       | 4 à 5           | -                                   |   | Perturbé                     | BE  | Elevé                               |
| Seine-1                  | Seine                               | Forte (6)                                 | 9 NTU              | 20   | 93 / 119   | 1,9 / 2            | 37 / 51                  | 7 / 5           | -                                   |   | Perturbé                     | BE  | Modéré                              |
| Antifer Ponton Pétrolier | Seine                               | Forte (5)                                 | 5 NTU              | 32   | 83 / 63  | 1,3 / 1,4          | 26 / 35                  | 6 / 3           | -                                   |   | Perturbé                     | BE  | Modéré                              |
| Fécamp 1 mille           | Valmont/Durdent                     | Très faible (< 1)                         | 9 NTU              | 7  | 41 / 41  | 1,2 / 1            | 20 / 21                  | 2 / 1,3         | +                                   | P   | Atypique                     | EOM   | Très faible                         |
| Dieppe 1 mille           | Arques/Eaulne/Varenne               | Modérée (3)                               | 42 NTU             | 4  | 28 / 43  | 1 / 1,3            | 15 / 24                  | 2,3 / 1,4       | +                                   | P   | Atypique                     | EOM   | Très faible                         |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
| <p><b>(a) Limitation potentielle d'un nutriment :</b></p> <p>++ : carence vraisemblable<br/>                 + : carence potentielle<br/>                 - : pas de carence</p> <p>N: Azote<br/>                 P: Phosphore<br/>                 Si: Silicium</p> | <p><b>(b) Flores caractéristiques des:</b></p> <p>BE: Baies et Estuaires<br/>                 EOM : Eaux Ouvertes de la Manche<br/>                 IME : Influence Milieux Estuariens</p> | <p><b>(c) Niveau de dystrophie (selon OCDE, 1982) :</b></p> <p>&lt; 47 <math>\mu\text{M}</math> DIN Très faible<br/>                 [47 - 53 <math>\mu\text{M}</math>] DIN Faible<br/>                 [53 - 134 <math>\mu\text{M}</math>] DIN Modéré<br/> <math>\geq</math> 134 <math>\mu\text{M}</math> DIN Elevé</p> | <p><b>En gras</b> Nouveaux résultats<br/> <b>En orange</b> Résultats ayant empiré en 2008<br/> <b>En bleu</b> Résultats s'étant amélioré en 2008</p> |
|--|--|--|--|

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

### IV.2.1. Principe

Quatre indicateurs ont été retenus par la circulaire 2007/20 du MEEDDM du 5 mars 2007 pour décrire et évaluer l'élément de qualité « Phytoplancton » dans le cadre de la DCE dont un pour l'élément « Conditions physico-chimiques ». Il s'agit respectivement des indicateurs : « Chlorophylle-a en sub-surface » ; « Indice d'abondance » ; « Indice de composition » ; et « Oxygène dissous au fond » pour lesquels 5 classes de qualité ont été définies (Tableau 5).

Les indicateurs « Chlorophylle-a sub-surface », « Indice d'abondance » et « Oxygène dissous au fond » ont été partiellement validés par les groupes d'inter-calibration géographiques européens (GIGs<sup>7</sup>). Par contre l'indicateur « Indice de composition » reste encore à ce jour très discuté, et est donc donné à titre informatif sans entrer dans l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton ».

Aussi, seuls les indicateurs « Chlorophylle-a sub-surface » et « Indice d'abondance » sont retenus pour évaluer l'élément de qualité « Phytoplancton ». De plus, à ce jour, seul l'indicateur « Oxygène dissous au fond » est retenu parmi les paramètres physico-chimiques mesurés pour évaluer l'élément « Conditions physico-chimiques ». L'Ifremer travaille sur la définition d'indicateurs pour la température et les nutriments (DYNECO/PELAGOS et DYNECO/VIGIES, 2009).

Les méthodes suivantes ont été appliquées pour la détermination des indicateurs dans ce rapport :

- ❖ **Chlorophylle-a sub-surface** : la métrique retenue est le percentile 90 des premières valeurs (exprimées en  $\mu\text{g.L}^{-1}$ ) obtenues en sub-surface entre les mois de mars et d'octobre (soit 8 mesures par an) pendant 6 années consécutives (Tableau 5).
- ❖ **Indice d'abondance (IA)** : la métrique retenue est le pourcentage du nombre de blooms d'espèces micro-phytoplanctoniques (taille  $\geq 20 \mu\text{m}$ ) avec dépassement du seuil de 100 000 cellules.L<sup>-1</sup> 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. Si plusieurs espèces ont dépassé le seuil dans un même échantillon, une seule a été 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  $\mu\text{m}$ ) pour lequel le seuil de l'indicateur est porté à 250 000 cellules.L<sup>-1</sup> (Tableau 5).
- ❖ **Indice de composition (IC)** : la métrique retenue est 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. Les espèces nuisibles retenues à ce jour sont les genres *Phaeocystis* et *Pseudo-nitzschia* uniquement. 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 (Tableau 5).
- ❖ **Oxygène dissous au fond** : la métrique retenue est le percentile 10 des premières valeurs (exprimées en  $\text{mg.L}^{-1}$ ) obtenues au fond de la colonne d'eau entre les mois de juin et d'octobre (soit 4 valeurs par an) pendant 6 années consécutives.

<sup>7</sup> GIGs pour « Geographical Intercalibration Groups ». Groupes chargés, entre autre, d'inter-calibrer les indicateurs DCE (paramètres, métriques, fréquences, procédures, seuils inférieur et supérieur de la classe du « bon état » pour les éléments de qualité biologiques) pour l'ensemble des pays membres et pays candidats. Informations complémentaires sur le site <http://www.forum.europa.eu.int/Public/irc/env/wfd/library>.



| INDICATEURS POUR L'ELEMENT DE QUALITE PHYTOPLANCTON |  |                    | Très bon état | Bon état  | Etat moyen | Etat médiocre | Etat mauvais |
|---|--|--------------------|---------------|-----------|------------|---------------|--------------|
| Indicateur  | Métrique   | Unité              |               |           |            |               |              |
| Chlorophylle-a sub-surface                          | Percentile 90  | µg.L <sup>-1</sup> | < 5           | 5 - 10    | 10 - 20    | 20 - 40       | > 40         |
| Indice d'abondance                                  | Nombre de blooms avec dépassement du seuil de 100 000 cellules.L <sup>-1</sup> ou 250 000 cellules.L <sup>-1</sup> selon la taille | %                  | < 20 %        | 20 - 40 % | 40 - 70 %  | 70 - 90 %     | > 90 %       |

| INDICATEUR POUR LES CONDITIONS PHYSICO-CHIMIQUES |               |                    | Très bon état | Bon état | Etat moyen | Etat médiocre | Etat mauvais |
|--|---------------|--------------------|---------------|----------|------------|---------------|--------------|
| Indicateur                                       | Métrique      | Unité              |               |          |            |               |              |
| Oxygène dissous au fond                          | Percentile 10 | mg.L <sup>-1</sup> | > 5           | 4 - 5    | 3 - 4      | 2 - 3         | < 1 - 2      |

**Tableau 5 : Grille des indicateurs des éléments de qualité DCE « Phytoplancton » et « Conditions physico-chimiques » (fixés par l'arrêté du 25 janvier 2010).**

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

Bien qu'aucun mode de synthèse ne soit retenu à ce jour par le MEEDDM et par le groupe européen ECOSTAT, nous avons choisi de présenter l'évolution des indicateurs par périodes de 6 années « glissantes » par point et par masse d'eau, en comparant ici la période 2003-2008 à la période 2002-2007. Cette façon de procéder permet à la fois d'étudier l'intégration des différents indicateurs pour définir un élément de qualité biologique et des différents éléments biologiques pour définir l'évaluation de l'état écologique, et de suivre l'évolution des indicateurs dans le temps, notamment en réaction aux programmes de mesures mis en œuvre.

Le RHLN (et COGEMA) permettant d'obtenir généralement plus d'un résultat par mois, les résultats sont dans un premier temps présentés annuellement pour tous les points historiques du réseau et pour chaque indicateur, en prenant uniquement la première valeur des mois considérés, conformément à la méthode d'évaluation définie pour la DCE. Les résultats des points historiques du RHLN non réactualisés en 2008 n'ont cependant 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 2003-2008, selon les cas suivants :

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

Ces comparaisons permettront de mettre en évidence les masses d'eau où le mode de calcul des indicateurs DCE tel que préconisé actuellement aura une influence sur leur classement de qualité. Enfin, les classements obtenus selon le cas (2) pour les deux dernières périodes glissantes 2002-2007 et 2003-2008 sont comparés, et discutés.

## IV.2.2. Bilan annuel par points des indicateurs

### IV.2.2.1. Indicateur Chlorophylle-a

Le Tableau 6 présente les résultats du calcul de la métrique Percentile 90 pour tous les points historiques du RHLN (non-actifs, actifs DCE et régionaux, et COGEMA) déterminés à partir de la première donnée mensuelle entre les mois de mars à octobre.

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

**Tableau 6** : Détermination des valeurs de l'indicateur Percentile 90 de chlorophylle-a par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA).

L'analyse des résultats obtenus pour l'année 2008 montre peu de changement pour cette métrique par rapport à 2007, mis à part pour le point « Pirou Bergerie Sud » (HC03) où la métrique s'est légèrement détériorée. Au contraire, l'amélioration de la métrique en 2007 à « La Hougue », « Gougins », et « Roches de Grandcamp » a été confirmée en 2008.

Des résultats ont été obtenus pour la première fois au point « Seine 1 », où la métrique confirme les résultats de l'estuaire aval de la Seine (cf. § IV.2.3), et à « Dieppe 1 mille », qui a été réactivé en 2008, où la métrique est bonne et conforme aux années 2004 et 2005.

Le suivi 2008 dans la masse d'eau de transition HT05 est expérimental, et réalisé dans le cadre d'un « contrôle d'enquête » afin d'étudier la représentativité du point « Mont-St-Michel-2007 » pour cette masse d'eau. De plus, ce suivi permet d'aborder la problématique de la pertinence de la détermination du phytoplancton (et naturellement de la chlorophylle-a) dans les masses d'eau de transition (MET), qui n'est pas clarifié, notamment pour la différenciation entre une MET turbide et non-turbide et les seuils à appliquer.

En effet, la turbidité moyenne enregistrée sur le point « Mont-St-Michel-2007 » étant de l'ordre de 190 fnu en 2008 (145 fnu en 2007), cette masse d'eau pourrait être considérée comme turbide, où, selon l'arrêté du 25/01/2010, la biomasse phytoplanctonique (chlorophylle-a) n'est pas un paramètre pertinent à suivre. Or, le prélèvement à ce point étant réalisé depuis la berge au niveau du Mont-St-Michel, il est sous l'influence directe du Couesnon et n'est donc peut être pas caractéristique de la masse d'eau HT05. Sa représentativité sera discutée à la fin du « contrôle d'enquête ».

#### IV.2.2.2. Indicateur Indice d'abondance

Le Tableau 7 présente les résultats de la métrique de l'Indice d'abondance pour tous les points historiques du RHLN (non-actifs, actifs DCE et régionaux, et COGEMA) déterminés à partir de la première donnée mensuelle entre les mois de janvier à décembre.

|           |                                | Indicateur peuplement phyto : Indice d'Abondance en % (janvier à décembre) |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|--------------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
| Masse eau | Point                          | 2001   | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| HC01      | Chausey                        | 16,7   | 16,7 | 37,5 | 0,0  | 0,0  | 37,5 | 12,5 | 16,7 |
| HT05      | St Michel<br>Mt St Michel 2007 |  |      |      |      |      |      | 28,6 | 0,0  |
| HC02      | Cancale Est                    |  |      |      |      |      | 33,3 |      |      |
|           | Champeaux                      |  |      |      |      |      | 50,0 | 25,0 | 0,0  |
|           | Hacqueville                    |  |      |      | 0,0  | 22,2 | 33,3 |      |      |
| HC03      | Pointe Agon Sud                | 16,7   | 16,7 | 11,1 | 0,0  | 16,7 | 11,1 | 0,0  | 0,0  |
|           | Coudeville 1 mille             |  |      |      |      |      | 22,2 | 37,5 | 0,0  |
|           | Denneville                     |  |      |      |      |      | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
|           | Donville                       | 0,0  | 8,3  | 16,7 | 8,3  | 16,7 | 33,3 | 44,4 | 25,0 |
|           | Pirou Bergerie Sud             | 20,0   | 50,0 | 12,5 | 14,3 | 33,3 | 0,0  | 12,5 | 0,0  |
| HC04      | Barneville                     |  |      | 55,6 | 44,4 | 0,0  | 11,1 | 12,5 | 33,3 |
|           | Dielette                       |  |      |      |      |      |      | 0,0  | 0,0  |
|           | Jobourg                        |  |      | 33,3 | 22,2 | 12,5 | 11,1 | 0,0  | 0,0  |
| HC05      | Gruchy                         |  |      |      | 0,0  | 0,0  |      |      |      |
| HC60      | Cherbourg                      |  |      |      | 0,0  | 0,0  | 0,0  |      |      |
| HC61      | Digue de Querqueville          |  |      |      |      | 0,0  | 14,3 | 0,0  | 0,0  |
| HC07      | Cap Lévi                       |  |      |      | 0,0  | 14,3 | 0,0  |      |      |
| HC08      | Réville                        |  |      |      | 20,0 | 62,5 | 25,0 |      | 0,0  |
| HC09      | Gougins                        |  |      |      |      |      | 25,0 | 0,0  | 0,0  |
|           | La Hougue                      |  |      | 10,0 | 0,0  | 62,5 | 37,5 | 11,1 | 8,3  |
| HC10      | Roches de Grandcamp            | 8,3  | 16,7 | 33,3 | 16,7 | 50,0 | 37,5 | 11,1 | 16,7 |
|           | St Germain de Varreville       | 20,0   | 50,0 | 0,0  | 0,0  | 50,0 |      |      |      |
|           | Utah                           |  |      |      |      |      | 55,6 | 44,4 | 16,7 |
| HT06      | Géfosse                        |  | 57,1 | 44,4 | 16,7 | 45,5 | 41,7 | 18,2 | 25,0 |
| HC11      | Port-en-Bessin 1 mille         |  |      |      | 33,3 | 55,6 | 42,9 |      |      |
| HC12      | Asnelles-Meuvoines             |  |      |      | 0,0  | 33,3 | 12,5 | 0,0  | 0,0  |
| HC13      | St Aubin Les Essarts           |  |      | 0,0  | 0,0  | 10,0 | 0,0  | 40,0 | 16,7 |
| HC14      | Luc 1 mille                    | 16,7   | 30,0 | 71,4 | 28,6 | 20,0 | 25,0 | 44,4 | 16,7 |
|           | Ouistreham 1 mille             | 0,0  | 14,3 | 71,4 | 42,9 | 50,0 | 50,0 | 33,3 | 16,7 |
| HT04      | Estuaire de l'Orne             |  |      |      |      |      |      | 25,0 | 16,7 |
| HC15      | Cabourg                        | 20,0   | 40,0 | 41,7 | 50,0 | 50,0 | 41,7 | 41,7 | 33,3 |
| HT03      | Carosse                        |  | 66,7 | 22,2 | 33,3 |      | 0,0  | 50,0 |      |
|           | Seine 1                        |  |      |      |      |      |      |      | 9,1  |
| HC16      | Antifer Ponton Pétrolier       | 8,3  | 25,0 | 25,0 | 16,7 | 41,7 | 41,7 | 16,7 | 25,0 |
| HC17      | Fécamp 1 mille                 |  |      |      |      |      | 25,0 | 0,0  | 0,0  |
|           | St Aubin (76)                  |  |      |      | 0,0  | 12,5 |      |      |      |
| HC18      | Dieppe 1 mille                 | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 16,7 | 0,0  |      |      | 14,3 |

**Tableau 7 : Détermination des valeurs de l'indicateur Indice d'abondance (blooms > 100 000 cellules/L) par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA).**

L'étude par point de l'évolution de la métrique de l'Indice d'abondance semble suggérer une amélioration sur un certain nombre de points en 2008 sur la côte ouest du Cotentin (« Mont-St-Michel-2007 », « Champeaux », « Coudeville 1 mille », « Donville »), sur la côte est (« Utah »), et sur la côte de Nacre et la côte Fleurie (« St Aubin Les Essarts », « Luc 1 mille », « Ouistreham 1 mille », « Estuaire de l'Orne », « Cabourg »). Seuls 3 points voient leur métrique se dégrader à « Barneville », « Géfosse », et « Antifer Ponton Pétrolier ».

Les données acquises en 2008 confirment que cette métrique pour l'Indice d'abondance donne des résultats variables d'une année sur l'autre, c'est pourquoi l'intégration des métriques sur une période de 6 ans comme réalisée dans les synthèses (voir § IV.2.3) permet de « lisser » cette variabilité et de mettre en évidence des tendances d'amélioration ou de dégradation au vue de cet indicateur.

#### IV.2.2.3. Indicateur Indice de composition

Le Tableau 8 présente les résultats du calcul de la métrique pour l'Indice de composition pour tous les points historiques du RHLN (non-actifs, actifs DCE et régionaux, et COGEMA) déterminés à partir de la première donnée mensuelle entre les mois de janvier à décembre.

|           |                          | Indicateur peuplement phyto : Indice de Composition en % (janvier à décembre) |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|--------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|
| Masse eau | Point                    | 2001  | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| HC01      | Chausey                  | 0,0   | 0,0  | 12,5 | 0,0  | 0,0  | 25,0 | 0,0  | 0,0  |
| HT05      | St Michel                |   |      |      |      |      |      | 0,0  | 0,0  |
|           | Mt St Michel 2007        |   |      |      |      |      |      |      |      |
| HC02      | Cancale Est              |   |      |      |      |      | 0,0  |      |      |
|           | Champeaux                |   |      |      |      |      | 25,0 | 0,0  | 0,0  |
|           | Hacqueville              |   |      |      | 0,0  | 0,0  | 0,0  |      |      |
| HC03      | Pointe Agon Sud          | 16,7  | 0,0  | 11,1 | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
|           | Coudeville 1 mille       |   |      |      |      |      | 11,1 | 0,0  | 0,0  |
|           | Denneville               |   |      |      |      |      | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
|           | Donville                 | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 8,3  | 0,0  | 0,0  |
|           | Pirou Bergerie Sud       | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0    |
| HC04      | Barneville               |   |      | 11,1 | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
|           | Dielette                 |   |      |      |      |      |      | 0,0  | 0,0  |
|           | Jobourg                  |   |      | 11,1 | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| HC05      | Gruchy                   |   |      |      | 0,0  | 0,0  |      |      |      |
| HC60      | Cherbourg                |   |      |      | 0,0  | 0,0  | 0,0  |      |      |
| HC61      | Digue de Querqueville    |   |      |      |      | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| HC07      | Cap Lévi                 |   |      |      | 0,0  | 0,0  | 0,0  |      |      |
| HC08      | Réville                  |   |      |      | 0,0  | 12,5 | 0,0  |      | 0,0  |
| HC09      | Gougins                  |   |      |      |      |      | 12,5 | 0,0  | 0,0  |
|           | La Hougue                |   |      | 0,0  | 0,0  | 25,0 | 12,5 | 0,0  | 0,0  |
| HC10      | Roches de Grandcamp      | 0,0   | 16,7 | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 12,5 | 0,0  | 0,0  |
|           | St Germain de Varreville | 0,0   | 33,3 | 0,0  | 0,0  | 25,0 |      |      |      |
|           | Utah                     |   |      |      |      |      | 11,1 | 0,0  | 0,0  |
| HT06      | Géfosse                  |   | 28,6 | 0,0  | 0,0  | 18,2 | 8,3  | 0,0  | 0,0  |
| HC11      | Port-en-Bessin 1 mille   |   |      |      | 16,7 | 22,2 | 0,0  |      |      |
| HC12      | Asnelles-Meuvoines       |   |      |      | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| HC13      | St Aubin Les Essarts     |   |      | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| HC14      | Luc 1 mille              | 0,0   | 10,0 | 0,0  | 0,0  | 10,0 | 12,5 | 0,0  | 0,0  |
|           | Ouistreham 1 mille       | 0,0   | 14,3 | 0,0  | 14,3 | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| HT04      | Estuaire de l'Orne       |   |      |      |      |      |      | 0,0  | 0,0  |
| HC15      | Cabourg                  | 0,0   | 0,0  | 8,3  | 0,0  | 8,3  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| HT03      | Carosse                  |   |      |      |      |      |      |      |      |
|           | Seine 1                  |   |      |      |      |      |      |      | 0,0  |
| HC16      | Antifer Ponton Pétrolier | 0,0   | 0,0  | 8,3  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
| HC17      | Fécamp 1 mille           |   |      |      |      |      | 0,0  | 0,0  | 0,0  |
|           | St Aubin (76)            |   |      |      | 0,0  | 0,0  |      |      |      |
| HC18      | Dieppe 1 mille           | 0,0   | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  |      |      | 0,0  |

**Tableau 8** : Détermination des valeurs de l'indicateur Indice de composition (blooms > 1 000 000 cellules/L) par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA).

En 2008, aucune des deux espèces prises en compte pour cet indicateur (*Phaeocystis* et *Pseudonitzschia*) n'a présenté une abondance supérieure au seuil de 1 000 000 cellules par litre sur les points suivis dans le cadre du RHLN ou de COGEMA.

Cet indicateur développé au niveau national, n'a pas fait l'objet de l'inter-calibration européenne. En effet, l'interprétation de cet indice sur un grand nombre de masses d'eau a conduit à le remettre en question, et à relancer la réflexion sur l'élaboration d'autres métriques pour l'indicateur de composition à tester et à inter-calibrer au niveau européen. Ces résultats ne sont donc pas intégrés dans les synthèses par masses d'eau interannuelles (voir § 4.2.3).

#### IV.2.2.4. Indicateur Oxygène dissous au fond

Le Tableau 9 présente les résultats du calcul de la métrique Percentile 10 pour tous les points historiques du RHLN (non-actifs, actifs DCE et régionaux, et COGEMA) déterminés à partir de la première donnée mensuelle entre les mois de juin à septembre.

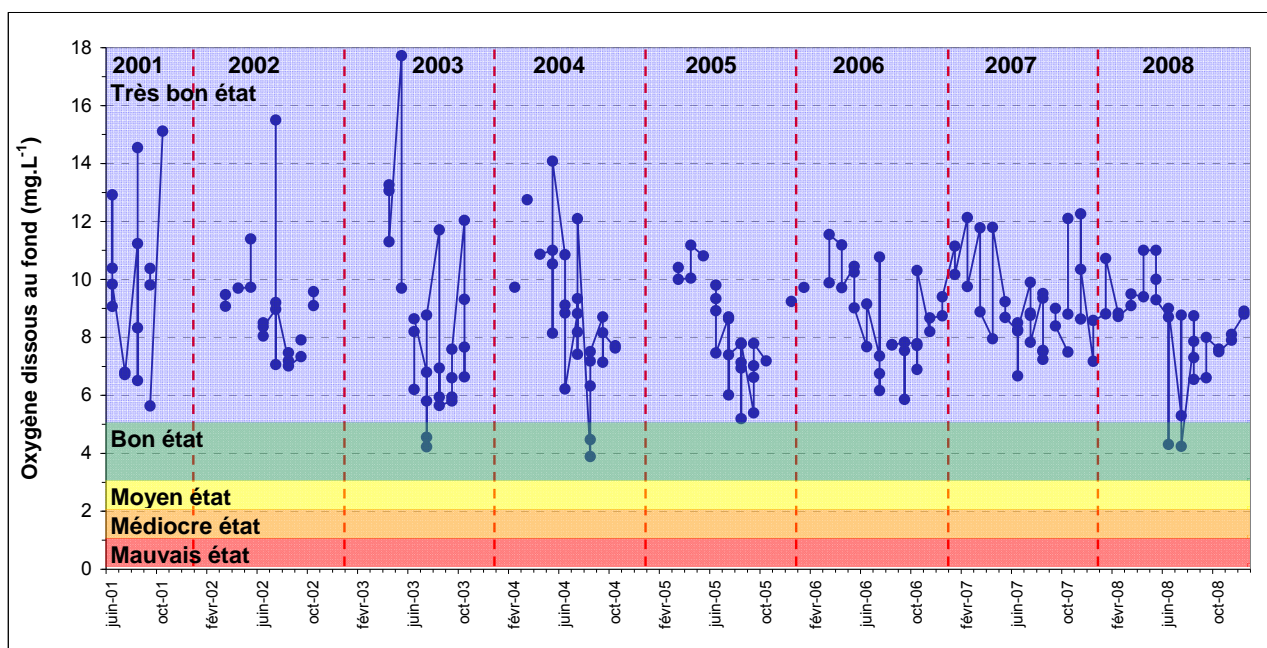
| Masse eau | Point                    | Indicateur Oxygène : percentile 10 en mg.L <sup>-1</sup><br>(juin à septembre) |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|--------------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|
|           |                          | 2001   | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 |
| HC01      | Chausey                  | 7,5  | 8,7  | 7,5  | 7,9  | 7,7  | 7,6  | 8,0  | 7,6  |
| HT05      | St Michel                |  |      |      |      |      | 8,0  | 7,6  |      |
|           | Mt St Michel 2007        |  |      |      |      |      |      |      |      |
| HC02      | Cancale Est              |  |      |      |      |      | 8,2  |      |      |
|           | Champeaux                |  |      |      |      |      | 8,5  | 7,9  | 7,0  |
|           | Hacqueville              |  |      |      | 7,7  | 7,6  | 8,6  |      |      |
| HC03      | Pointe Agon Sud          | 7,7  |      |      | 8,0  |      | 7,4  | 7,9  | 7,4  |
|           | Coudeville 1 mille       |  |      |      |      |      | 7,0  | 8,1  | 7,4  |
|           | Denneville               |  |      |      |      |      | 6,5  | 8,1  | 7,0  |
|           | Donville                 | 8,3  | 8,6  | 8,1  | 7,9  | 7,7  | 7,2  | 7,9  | 7,6  |
|           | Pirou Bergerie Sud       |  |      |      | 8,1  |      | 6,3  | 7,5  | 7,2  |
| HC04      | Barneville               |  |      | 7,8  | 7,5  | 7,8  | 7,2  | 7,3  | 7,8  |
|           | Dielette                 |  |      |      |      |      |      | 9,1  | 7,7  |
|           | Jobourg                  |  |      | 7,8  | 7,0  | 7,7  | 7,4  | 5,8  | 7,7  |
| HC05      | Gruchy                   |  |      |      | 7,7  | 7,3  |      |      |      |
| HC60      | Cherbourg                |  |      |      | 7,7  | 7,3  | 7,2  |      |      |
| HC61      | Digue de Querqueville    |  |      |      |      | 7,3  | 7,6  | 8,1  | 7,2  |
| HC07      | Cap Lévi                 |  |      |      | 7,6  | 7,2  | 7,1  |      |      |
| HC08      | Réville                  |  |      |      | 7,5  | 7,2  | 7,8  |      |      |
| HC09      | Gougins                  |  |      |      |      |      | 7,5  | 8,3  | 7,1  |
|           | La Hougue                |  |      | 7,5  | 7,6  | 7,3  | 7,4  | 7,7  | 7,1  |
| HC10      | Roches de Grandcamp      | 8,4  | 7,9  | 7,3  | 7,6  | 7,2  | 8,5  | 7,3  | 7,5  |
|           | St Germain de Varreville | 8,7  |      |      | 7,9  | 9,7  |      |      |      |
|           | Utah                     |  |      |      |      |      | 8,4  | 8,6  | 7,5  |
| HT06      | Géfosse                  |  | 7,8  | 7,4  | 7,6  | 7,5  | 8,2  | 8,4  | 7,5  |
| HC11      | Port-en-Bessin 1 mille   |  |      |      | 7,7  | 7,1  | 7,3  |      |      |
| HC12      | Asnelles-Meuvoines       |  |      |      | 7,0  | 7,1  | 7,4  | 7,7  | 7,0  |
| HC13      | St Aubin Les Essarts     |  |      |      | 6,8  | 6,6  | 6,9  | 8,2  | 6,6  |
| HC14      | Luc 1 mille              | 7,3  | 7,1  | 6,8  | 7,2  | 6,7  | 6,8  | 8,3  | 6,4  |
|           | Ouistreham 1 mille       | 8,3  | 7,8  | 6,5  | 7,2  | 6,8  | 7,5  | 8,3  | 6,4  |
| HT04      | Estuaire de l'Orne       |  |      |      |      |      |      | 8,3  | 6,9  |
| HC15      | Cabourg                  | 7,7  | 7,2  | 5,9  | 5,3  | 6,1  | 7,5  | 8,5  | 5,7  |
| HT03      | Carosse                  |  |      | 6,5  | 7,4  |      |      | 8,6  |      |
|           | Seine 1                  |  |      |      |      |      |      |      | 7,6  |
| HC16      | Antifer Ponton Pétrolier |  | 7,3  | 7,3  | 7,5  | 8,1  | 7,0  | 7,6  | 7,2  |
| HC17      | Fécamp 1 mille           |  |      |      |      |      | 7,7  | 8,1  | 7,0  |
|           | St Aubin (76)            |  |      |      | 7,3  | 7,8  |      |      |      |
| HC18      | Dieppe 1 mille           |  |      |      | 7,6  | 7,9  |      |      | 7,3  |

**Tableau 9** : Détermination des valeurs de l'indicateur Percentile 10 de l'oxygène dissous au fond par point de suivi historique du RHLN (et de COGEMA).

Le Tableau 9 montre que tous les résultats obtenus confèrent aux points suivis une bonne évaluation de cette métrique.

Depuis 2001, le RHLN n'a jamais permis de mettre en évidence d'anoxie, voire même d'hypoxie notable, sur les points échantillonnés.

Les minima du percentile 10 de l'oxygène dissous au fond ont été enregistrés dans la zone de l'estuaire de Seine, sur le point « Cabourg » (Tableau 9). En effet, en examinant l'ensemble des données disponibles, le minimum absolu (3,89 mg.L<sup>-1</sup>) a été enregistré le 2 août 2004 sur Cabourg. En réalité, le seuil des 5 mg.L<sup>-1</sup> a été franchi à 4 reprises entre 2003 et 2004 et de nouveau à 2 reprises en 2008 (les 17/06 et 31/07) sur les 198 données acquises sur ce point (Figure 126). Ces résultats sont corroborés par les données fournies par le réseau de bouées Marel qui était positionné dans l'estuaire aval de la Seine (Daniel A., 2004).



**Figure 126 :** Ensemble des valeurs d'oxygène dissous acquises au fond sur le point « Cabourg » dans le cadre du RHLN entre 2001 et 2008.

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

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

#### **IV.2.3. Modes de synthèse interannuelles par masse d'eau des indicateurs**

La synthèse des 3 indicateurs retenus pour l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » peut être réalisée de différentes manières. Retenir l'indicateur le plus déclassant en est une. Attribuer des pondérations variables aux différents indicateurs pour calculer un indice global intégré en est une autre (Soudant D. et Belin C., 2010a). Au final, les possibilités de synthèse sont nombreuses. Dans l'attente d'instructions précises de la part de l'Union Européenne et du MEEDDM, la synthèse finale appliquée en 2009 pour la mise à jour de l'évaluation avec les données 2008, a consisté à retenir l'indicateur le plus déclassant sur la période 2003-2008.

De plus, le RHLN intégrant un suivi plus complet que ce que la DCE demande, nous disposons d'un nombre plus important de données que le strict nécessaire pour le calcul des indicateurs DCE. En outre, le RHLN compte au total sept points affichés en contrôle régional, et deux points du suivi COGEMA peuvent être exploités, des résultats qui ne sont donc pas rapportés au niveau européen.

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

- ☞ Synthèse n'incluant que les points affichés DCE et en respectant les règles DCE, soit une donnée par mois (dénommée « DCE stricte »), *i.e.* en contrôle de surveillance, en contrôle opérationnel, ou en « contrôle d'enquête » (Tableau 10) : « Chausey », « Mont St Michel 2007 », « Champeaux », « Donville », « Pirou Bergerie Sud », « Dielette », « Digue de Querqueville », « La Hougue », « Géfosse », « Roches de Grandcamp », « St Aubin Les Essarts », « Ouistreham 1 mille », « Estuaire de l'Orne », « Cabourg », « Seine-1 », « Antifer Ponton Pétrolier », « Dieppe 1 mille ».
- ☞ Synthèse incluant tous les points du RHLN 2008 et en respectant les règles DCE d'une donnée par mois (dénommée « Points RHLN ») (Tableau 11), c'est-à-dire les points en contrôle de surveillance, opérationnel ou « d'enquête » DCE cités ci-dessus, plus les points affichés en suivi complémentaire régional, soit « Coudeville 1 mille », « Pointe Agon Sud », « Denneville », « Gougins », « Utah », « Asnelles-Meuvoines », « Luc 1 mille », et « Fécamp 1 mille », et les deux points complémentaires de COGEMA : « Jobourg » et « Barneville ».
- ☞ Synthèse incluant tous les points du RHLN 2008 et de COGEMA, et en intégrant toutes les données acquises pendant les périodes DCE (dénommée « Tout RHLN ») (Tableau 12).

La **synthèse « DCE stricte »** met en évidence le « très bon état » des masses d'eau au regard de l'indicateur pour l'oxygène (Tableau 10). L'indicateur pour la chlorophylle-a donne aussi un « très bon état » pour la plupart des masses d'eau hormis les masses d'eau de la baie des Veys (HT06 et HC10) et la baie de Seine (HC14, HT04, HC15, HT03, HC16) (Tableau 10). La synthèse « Phytoplancton » étant déterminée à partir de l'indicateur le plus déclassant, la biomasse est donc majoritairement le paramètre déclassant pour les masses d'eau normandes qui ne sont pas en « très bon état », hormis HC09 qui est déclassée par l'Indice d'abondance (Tableau 10).

| Masse d'eau | Chlorophylle-a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )<br>percentile 90 | Indice d'abondance<br>(%) | Synthèse<br>"Phytoplancton" | Oxygène ( $\text{mg.L}^{-1}$ )<br>percentile 10 |
|-------------|--|---------------------------|-----------------------------|---|
|             | 2003-2008  | 2003-2008                 | 2003-2008                   | 2003-2008                                       |
| HC01        | 2,2  | 17,3                      |                             | 7,6   |
| HT05        | Turbide  | 10,5                      |                             |   |
| HC02        | 4,1  | 16,7                      |                             | 7,1   |
| HC03        | 3,8  | 17,6                      |                             | 7,4   |
| HC04        | 1,7  | 0,0                       |                             | 7,8   |
| HC05        |  |                           |                             |   |
| HC60        |  |                           |                             |   |
| HC61        | 2,1  | 2,9                       |                             | 7,2   |
| HC07        |  |                           |                             |   |
| HC08        |  |                           |                             |   |
| HC09        | 3,5  | 20,0                      | IA                          | 7,2   |
| HC10        | 7,3  | 27,3                      | IA et Chlora                | 7,2   |
| HT06        | 9,2  | 31,3                      | IA et Chlora                | 7,4   |
| HC11        |  |                           |                             |   |
| HC12        |  |                           |                             |   |
| HC13        | 4,8  | 14,6                      |                             | 6,6   |
| HC14        | 14,2   | 41,5                      | IA et Chlora                | 6,4   |
| HT04        | 12,1   | 20,0                      | Chlora                      | 7,2   |
| HC15        | 14,4   | 43,1                      | IA et Chlora                | 5,5   |
| HT03        | 12,5   | 9,1                       | Chlora                      | 7,6   |
| HC16        | 12,3   | 27,8                      | Chlora                      | 7,2   |
| HC17        |  |                           |                             |   |
| HC18        | 3,4  | 8,0                       |                             | 7,5   |

**Tableau 10 :** Synthèse « DCE stricte » des indicateurs DCE (hormis Indice de composition) pour la période 2003-2008.

La **synthèse « Points RHLN »** permet d'évaluer les masses d'eau n'étant pas sélectionnées pour le contrôle de surveillance en considérant les points régionaux et les points du suivi COGEMA, et permet d'affiner l'évaluation de part la présence de plus d'un point actif en 2008 dans certaines masses d'eau (HC03, HC04, HC09, HC10, HC14) (Tableau 11).

| Masse d'eau | Chlorophylle-a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )<br>percentile 90 | Indice d'abondance (%) | Synthèse<br>"Phytoplancton" | Oxygène ( $\text{mg.L}^{-1}$ )<br>percentile 10 |
|-------------|--|------------------------|-----------------------------|---|
|             | 2003-2008  | 2003-2008              | 2003-2008                   | 2003-2008                                       |
| HC01        | 2,2  | 17,3                   |                             | 7,6   |
| HT05        | Turbide  | 10,5                   |                             |   |
| HC02        | 4,1  | 16,7                   |                             | 7,1   |
| HC03        | 3,2  | 12,7                   |                             | 7,3   |
| HC04        | 2,2  | 17,2                   |                             | 7,1   |
| HC05        |  |                        |                             |   |
| HC60        | 2,1  | 0,0                    |                             | 7,2   |
| HC61        |  |                        |                             |   |
| HC07        |  |                        |                             |   |
| HC08        |  |                        |                             |   |
| HC09        | 3,6  | 15,5                   |                             | 7,1   |
| HC10        | 8,0  | 30,6                   | IA et Chlora                | 7,3   |
| HT06        | 9,2  | 31,3                   | IA et Chlora                | 7,4   |
| HC11        |  |                        |                             |   |
| HC12        | 4,6  | 9,1                    |                             | 7,0   |
| HC13        | 4,8  | 14,6                   |                             | 6,6   |
| HC14        | 11,7   | 36,8                   | Chlora                      | 6,4   |
| HT04        | 12,1   | 20,0                   | Chlora                      | 7,2   |
| HC15        | 14,4   | 43,1                   | IA et Chlora                | 5,5   |
| HT03        | 12,5   | 9,1                    | Chlora                      | 7,6   |
| HC16        | 12,3   | 27,8                   | Chlora                      | 7,2   |
| HC17        | 2,8  | 7,4                    |                             | 7,2   |
| HC18        | 3,4  | 8,0                    |                             | 7,5   |

**Tableau 11 : Synthèse « Points RHLN » des indicateurs DCE (hormis Indice de composition) pour la période 2003-2008.**

De façon générale, cette synthèse diffère peu de la synthèse « DCE stricte », notamment pour l'indicateur de l'oxygène qui reste en « très bon état » pour toutes les masses d'eau, et pour l'indicateur de chlorophylle-a (Tableau 11). Les points en suivi régional et COGEMA permettent donc de confirmer le diagnostic des points en surveillance DCE.

La prise en compte des résultats des points en suivi régional a particulièrement une influence sur l'Indice d'abondance des masses d'eau HC09 (« La Hougue » et « Gougins ») et HC14 (« Ouistreham 1 mille » et « Luc 1 mille ») pour lesquelles la qualité est déclassée (HC09) ou surclassée (HC14) (Tableau 11).

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



La **synthèse « Tout RHLN »** permet donc d'évaluer la qualité des masses d'eau en considérant toutes les données acquises dans le cadre du RHLN dans les périodes définies par la DCE (*i.e.* juin-septembre pour l'oxygène, mars-octobre pour la chlorophylle-a, janvier-décembre pour l'abondance) pour tous les points du RHLN (DCE, régionaux) et COGEMA (Tableau 12).

L'étude de la synthèse « Tout RHLN » montre que la prise en compte de toutes les données disponibles de l'oxygène dissous au fond entre juin et septembre n'a aucune influence sur le classement des masses d'eau pour l'évaluation des conditions physico-chimiques (indicateur « Oxygène dissous au fond ») (Tableau 12).

Pour les indicateurs de la chlorophylle-a et Indice d'abondance, cette synthèse aboutit à un accroissement des valeurs des métriques correspondantes, mais n'affecte le classement que de deux masses d'eau pour la chlorophylle (HC02 et HC18 déclassées en « bon état »), et d'une masse d'eau pour l'Indice d'abondance (HC04 déclassée en « bon état ») (Tableau 12).

Globalement, en considérant l'indicateur le plus déclassant, seules 3 masses d'eau seraient déclassées en « bon état » pour l'élément de qualité « Phytoplancton » : HC02, HC04 et HC18. La prise en compte de tous les résultats obtenus n'améliore donc pas le classement des masses d'eau, mais a tendance à favoriser leur déclassement.

| Masse d'eau | Chlorophylle-a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )<br>percentile 90 | Indice d'abondance<br>(%) | Synthèse<br>"Phytoplancton" | Oxygène ( $\text{mg.L}^{-1}$ )<br>percentile 10 |
|-------------|--|---------------------------|-----------------------------|---|
|             | 2003-2008  | 2003-2008                 | 2003-2008                   | 2003-2008                                       |
| HC01        | 2,3  | 10,9                      |                             | 7,6   |
| HT05        | Turbide  | 7,7                       |                             |   |
| HC02        | 5,8  | 14,7                      | Chloro                      | 7,2   |
| HC03        | 3,5  | 12,8                      |                             | 7,3   |
| HC04        | 2,2  | 32,3                      | IA                          | 7,3   |
| HC05        |  |                           |                             |   |
| HC60        | 2,0  | 3,7                       |                             | 7,2   |
| HC61        |  |                           |                             |   |
| HC07        |  |                           |                             |   |
| HC08        |  |                           |                             |   |
| HC09        | 4,5  | 18,3                      |                             | 7,1   |
| HC10        | 7,2  | 31,6                      | IA et Chloro                | 7,3   |
| HT06        | 6,9  | 29,7                      | IA et Chloro                | 7,4   |
| HC11        |  |                           |                             |   |
| HC12        | 4,7  | 12,9                      |                             | 7,1   |
| HC13        | 4,4  | 14,1                      |                             | 6,7   |
| HC14        | 14,2   | 36,5                      | Chloro                      | 6,5   |
| HT04        | 13,7   | 30,0                      | Chloro                      | 7,0   |
| HC15        | 19,7   | 50,0                      | IA et Chloro                | 5,6   |
| HT03        | 12,5   | 9,1                       | Chloro                      | 7,6   |
| HC16        | 14,5   | 26,4                      | Chloro                      | 7,2   |
| HC17        | 3,2  | 6,1                       |                             | 7,2   |
| HC18        | 5,3  | 13,6                      | Chloro                      | 7,5   |

**Tableau 12 :** Synthèse « Tout RHLN » des indicateurs DCE (hormis Indice de composition) pour la période 2003-2008.

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

Cependant, l'inconvénient principal de cette synthèse, est que les points identifiés comme « à risque d'eutrophisation » (*i.e.* « Luc 1 mille », « Ouistreham 1 mille », « Cabourg », « Antifer Ponton Pétrolier ») ou « à enjeux » du fait de la présence d'importantes productions aquacoles (*i.e.* « Roches de Grandcamp », « Géfosse ») faisant l'objet d'au moins deux prélèvements par mois

pendant la période productive (contrôle régional renforcé) contre un seul pour les autres masses d'eau ; le nombre de données y est donc plus important. Ces masses d'eau étant connues pour leur productivité, le classement pour leur qualité globale a donc plus de risque d'être déclassé.

Le suivi renforcé sur certains points du RHLN permet de mieux appréhender le cycle hydrologique et la productivité des masses d'eau correspondantes, et de recueillir des données pouvant être utilisées dans différentes études. Cependant, ces données supplémentaires ne doivent donc pas être utilisées pour évaluer la qualité des masses d'eau. Aussi, cette synthèse n'est présentée ici qu'à titre d'information.

#### IV.2.4. Synthèse 2003-2008 des indicateurs DCE

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

- ❖ tous les points du RHLN (actifs, régionaux) et deux points du suivi COGEMA ;
- ❖ la première donnée mensuelle dans les périodes définies par la DCE (*i.e.* juin-septembre pour l'oxygène, mars-octobre pour la chlorophylle-a, janvier-décembre pour l'abondance) ;
- ❖ 6 années glissantes pour l'évaluation globale ;
- ❖ l'indicateur le plus déclassant pour l'évaluation globale.

De plus, contrairement à l'évaluation présentée dans le rapport du RHLN 2007, il a été décidé de ne plus utiliser les données des points historiques du RHLN qui ne sont plus actifs. L'évaluation pour la période 2002-2007 a donc été révisée par rapport à celle publiée dans le rapport du RHLN 2007, de façon à pouvoir être comparée à la présente évaluation pour la période 2003-2008.

Le Tableau 13 montre que les classements des indicateurs sur la période 2003-2008 sont quasiment identiques à celle sur 2002-2007, à l'exception des masses d'eau HT05, HC02, et HC09.

| Masse d'eau | Chlorophylle-a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )<br>percentile 90 |           | Indice d'abondance (%) |           | Synthèse "Phytoplancton" |              | Oxygène ( $\text{mg.L}^{-1}$ )<br>percentile 10 |           |
|-------------|--|-----------|------------------------|-----------|--------------------------|--------------|---|-----------|
|             | 2002-2007  | 2003-2008 | 2002-2007              | 2003-2008 | 2002-2007                | 2003-2008    | 2002-2007                                       | 2003-2008 |
| HC01        | 2,3  | 2,2       | 17,4                   | 17,3      |                          |              | 7,7   | 7,6       |
| HT05        | Turbide  | Turbide   | 28,6                   | 10,5      | IA                       |              |   |           |
| HC02        | 3,6  | 4,1       | 33,3                   | 16,7      | IA                       |              | 7,9   | 7,1       |
| HC03        | 2,9  | 3,2       | 16,1                   | 12,7      |                          |              | 7,5   | 7,3       |
| HC04        | 2,5  | 2,2       | 18,9                   | 17,2      |                          |              | 7,1   | 7,1       |
| HC05        |  |           |                        |           |                          |              |   |           |
| HC60        | 2,1  | 2,1       | 0,0                    | 0,0       |                          |              | 7,4   | 7,2       |
| HC61        |  |           |                        |           |                          |              |   |           |
| HC07        |  |           |                        |           |                          |              |   |           |
| HC08        |  |           |                        |           |                          |              |   |           |
| HC09        | 5,3  | 3,6       | 20,0                   | 15,5      | IA et Chlora             |              | 7,3   | 7,1       |
| HC10        | 8,4  | 8,0       | 32,9                   | 30,6      | IA et Chlora             | IA et Chlora | 7,5   | 7,3       |
| HT06        | 10,0   | 9,2       | 35,5                   | 31,3      | IA et Chlora             | IA et Chlora | 7,5   | 7,4       |
| HC11        |  |           |                        |           |                          |              |   |           |
| HC12        | 4,8  | 4,6       | 12,5                   | 9,1       |                          |              | 7,0   | 7,0       |
| HC13        | 4,2  | 4,8       | 13,9                   | 14,6      |                          |              | 6,7   | 6,6       |
| HC14        | 11,9   | 11,7      | 39,4                   | 36,8      | Chlora                   | Chlora       | 6,5   | 6,4       |
| HT04        | 11,5   | 12,1      | 25,0                   | 20,0      | Chlora                   | Chlora       | 8,3   | 7,2       |
| HC15        | 14,4   | 14,4      | 44,3                   | 43,1      | IA et Chlora             | IA et Chlora | 5,9   | 5,5       |
| HT03        |  | 12,5      |                        | 9,1       |                          | Chlora       |   | 7,6       |
| HC16        | 13,0   | 12,3      | 27,8                   | 27,8      | Chlora                   | Chlora       | 7,2   | 7,2       |
| HC17        | 2,7  | 2,8       | 12,5                   | 7,4       |                          |              | 7,8   | 7,2       |
| HC18        | 3,0  | 3,4       | 4,5                    | 8,0       |                          |              | 7,6   | 7,5       |

**Tableau 13** : Comparaison des indicateurs DCE (hormis Indice de composition) sur les masses d'eau normandes sur les périodes 2002-2007 et 2003-2008.

La masse d'eau HT05, qui n'est plus évaluée ici que par l'Indice d'abondance, l'indicateur de la chlorophylle-*a* étant jugé non pertinent, passe en « très bon état » sur la période 2003-2008. Cette masse d'eau reste cependant en « contrôle d'enquête » de façon à poursuivre la collecte de données jusqu'à fin 2009.

De même, la masse d'eau HC02 s'améliore en « très bon état » au vue de l'Indice d'abondance sur la période 2003-2008 (Tableau 13), par l'absence de bloom > 100 000 cellules par litre sur « Champeaux » en 2008 (Tableau 7).

Enfin, la masse d'eau HC09 a été moins productive que les années précédentes (*cf.* § III.2.7.1), ce qui se reflète dans les indicateurs de chlorophylle-*a* et d'abondance qui, comme en 2007, marquent un « très bon état » (Tableau 6 et Tableau 7). L'état global de la masse d'eau est donc classé en « très bon état » pour la période 2003-2008 (Tableau 13).

Une **synthèse globale finale** sur la période 2003-2008 est présentée ci-dessous, à partir des résultats « Points RHLN », en y incluant un indice de fiabilité. Cet indice permet de pondérer les évaluations de la qualité des masses d'eau, en prenant en compte le nombre de données disponibles pour la classification (**1** = 6 ans de données ; **2** = 4-5 ans ; **3** = moins de 3 ans).

De plus, une extrapolation a été appliquée à certaines masses d'eau non suivies par un point de prélèvement, car elles appartiennent à un même type de masse d'eau qu'une masse d'eau voisine, et présentent de mêmes pressions anthropiques et paramètres influents. Cela est le cas pour les masses d'eau HC05 et HC07, d'un écotype voisin des masses d'eau HC60-HC61 dont le suivi est réalisé à partir d'un seul point (*cf.* Le Goff et *al.*, 2005). Les masses d'eau dont l'évaluation a été extrapolée présentent un indice de fiabilité de valeur immédiatement inférieure à celle de la masse d'eau à partir de laquelle leur état est extrapolé.

Aucune extrapolation n'a été réalisée sur les masses d'eau HC08 et HC11, car celles-ci feront l'objet d'un contrôle opérationnel en 2009.

Ainsi, sur les 23 masses d'eau marines (hors HT01, HT02 et HT07) qui sont réalisées dans le suivi « eau douce » de l'AESN), le RHLN a permis de suivre et d'évaluer 83 % d'entre elles en 2008, et des extrapolations ont été réalisées sur 2 masses d'eau. Ainsi, 38 % des masses d'eau ont été évaluées avec un indice de fiabilité de niveau 1, 24 % avec un indice de niveau 2 et 38 % avec un indice de niveau 3 (Tableau 14). De plus, le RHLN reste précurseur dans l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » au niveau national du fait de sa création dès 2001.

A partir des règles citées ci-dessus, sur la période 2003-2008, 67 % des masses d'eau normandes évaluées pour l'élément de qualité « Phytoplancton » sont classées en « très bon état », 9 % en « bon état », et 24 % en « état moyen », l'élément de qualité « Conditions physico-chimiques » étant en « très bon état » pour toutes les masses d'eau (Tableau 14 et Figure 127).

Les masses d'eau les plus mal classées restent celles qui jouxtent l'estuaire de Seine, depuis la HC14 (qui reçoit également les apports de l'Orne) jusqu'à la HC16 (« Antifer Ponton Pétrolier »).

La qualité des masses d'eau de l'Ouest, du Nord et de l'Est Cotentin est très bonne sur la période 2003-2008, tout comme celle des masses d'eau de la partie centrale des côtes du Calvados (HC12 et HC13 ; Meuvaines et les Essarts), et celle des masses d'eau de Seine Maritime à l'Est d'Etretat (masses d'eau HC17 et HC18).

Enfin, le secteur de la baie des Veys (HT06 et HC10) reste de bonne qualité sur la période 2003-2008, même si l'indicateur de la biomasse sur « Géfosse » se situe juste en dessous de la valeur seuil, qui le classerait en qualité moyenne (Tableau 13 et Figure 127).

| Masse d'eau | Chlorophylle-a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )<br>percentile 90 |                     | Indice d'abondance (%) |                     | Synthèse "Phytoplancton" |                     | Oxygène ( $\text{mg.L}^{-1}$ )<br>percentile 10 |                     |
|-------------|--|---------------------|------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------|---|---------------------|
|             | 2003-2008  | Indice de fiabilité | 2003-2008              | Indice de fiabilité | 2003-2008                | Indice de fiabilité | 2003-2008                                       | Indice de fiabilité |
| HC01        | 2,2  | 1                   | 17,3                   | 1                   |                          | 1                   | 7,6   | 1                   |
| HT05        | Turbide  |                     | 10,5                   | 3                   |                          | 3                   |   |                     |
| HC02        | 4,1  | 3                   | 16,7                   | 3                   |                          | 3                   | 7,1   | 3                   |
| HC03        | 3,2  | 1                   | 12,7                   | 1                   |                          | 1                   | 7,3   | 1                   |
| HC04        | 2,2  | 2                   | 17,2                   | 2                   |                          | 2                   | 7,1   | 2                   |
| HC05        |  | 3                   |                        | 3                   |                          | 3                   |   | 3                   |
| HC60        | 2,1  | 2                   | 0,0                    | 2                   |                          | 2                   | 7,2   | 2                   |
| HC61        |  | 3                   |                        | 3                   |                          | 3                   |   | 3                   |
| HC07        |  | 3                   |                        | 3                   |                          | 3                   |   | 3                   |
| HC08        |  |                     |                        |                     |                          |                     |   |                     |
| HC09        | 3,6  | 1                   | 15,5                   | 1                   |                          | 1                   | 7,1   | 1                   |
| HC10        | 8,0  | 1                   | 30,6                   | 1                   | IA et Chlora             | 1                   | 7,3   | 1                   |
| HT06        | 9,2  | 1                   | 31,3                   | 1                   | IA et Chlora             | 1                   | 7,4   | 1                   |
| HC11        |  |                     |                        |                     |                          |                     |   |                     |
| HC12        | 4,6  | 2                   | 9,1                    | 2                   |                          | 2                   | 7,0   | 2                   |
| HC13        | 4,8  | 2                   | 14,6                   | 2                   |                          | 2                   | 6,6   | 2                   |
| HC14        | 11,7   | 1                   | 36,8                   | 1                   | Chlora                   | 1                   | 6,4   | 1                   |
| HT04        | 12,1   | 3                   | 20,0                   | 3                   | Chlora                   | 3                   | 7,2   | 3                   |
| HC15        | 14,4   | 1                   | 43,1                   | 1                   | IA et Chlora             | 1                   | 5,5   | 1                   |
| HT03        | 12,5   | 3                   | 9,1                    | 3                   | Chlora                   | 3                   | 7,6   | 3                   |
| HC16        | 12,3   | 1                   | 27,8                   | 1                   | Chlora                   | 1                   | 7,2   | 1                   |
| HC17        | 2,8  | 3                   | 7,4                    | 3                   |                          | 3                   | 7,2   | 3                   |
| HC18        | 3,4  | 3                   | 8,0                    | 3                   |                          | 3                   | 7,5   | 3                   |

**Tableau 14 :** Synthèse globale des indicateurs DCE (hormis Indice de composition) de l'élément de qualité écologique « Phytoplancton » et de l'indicateur « oxygène dissous » pour l'élément de qualité « Conditions physico-chimiques » sur les masses d'eau normandes sur la période 2003-2008, et indices de fiabilité.

Pour conclure, les indicateurs « Indice d'abondance » et « Chlorophylle-a » sont ceux générant les déclassements. L'indicateur « Oxygène dissous au fond » n'a aucune influence sur les évaluations finales de qualité des masses d'eau. L'indicateur Indice d'abondance est surtout déclassant pour les masses d'eau de l'Est Cotentin jusqu'à la partie Est du Calvados, alors que l'indicateur de biomasse décline particulièrement dans le secteur de l'estuaire de Seine, zone où la quantité de chlorophylle-a est la plus forte (Tableau 14 et Figure 127). Le mode d'évaluation de l'Indice de composition n'étant pas satisfaisant à ce jour, il n'est pas considéré dans la synthèse globale.

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 MEEDDM, et, de ce fait, a publié pour la deuxième année consécutive une mise à jour des évaluations pour les indicateurs de l'élément de qualité « Phytoplancton » (Soudant et Belin, 2010b).

Cependant, la méthode d'évaluation diffère légèrement sur les points suivants (voir Annexe 5) :

- ❖ le point « Dieppe 1 mille » a été utilisé pour l'évaluation de la masse d'eau HC17, alors qu'il est situé dans la masse d'eau en surveillance HC18, et que la HC17 n'est suivie qu'en contrôle régional ;
- ❖ le point « Luc 1 mille » est un point en suivi régional (et non surveillance DCE) mais est bien aussi utilisé dans la synthèse « Points RHLN » traitée dans le présent rapport ;
- ❖ la masse d'eau HC10 n'a pas été évaluée alors qu'elle est en surveillance à l'aide du point « Roches de Grandcamp » ;
- ❖ certains points utilisés dans l'évaluation nationale ne sont plus actifs, les données n'étant donc plus réactualisées (ex. Hacqueville 1 mille, St Vaast Sud) ;
- ❖ certains points utilisés dans l'évaluation nationale n'appartiennent pas géographiquement à la masse d'eau évaluée (ex. Bouée Carosse) ;
- ❖ les données 2008 n'ont pas été qualifiées en terme de qualité à dire d'expert, alors qu'elles l'ont été pour le présent rapport ;
- ❖ la synthèse pour l'élément de qualité « Phytoplancton » inclut les résultats de l'Indice de composition qui n'a pas été retenu dans la présente évaluation ;
- ❖ le mode de synthèse des indicateurs est réalisée à partir de la moyenne des EQR (*Ecological Quality Ratio*) des 3 indicateurs alors que le plus déclassant a été retenu ici.

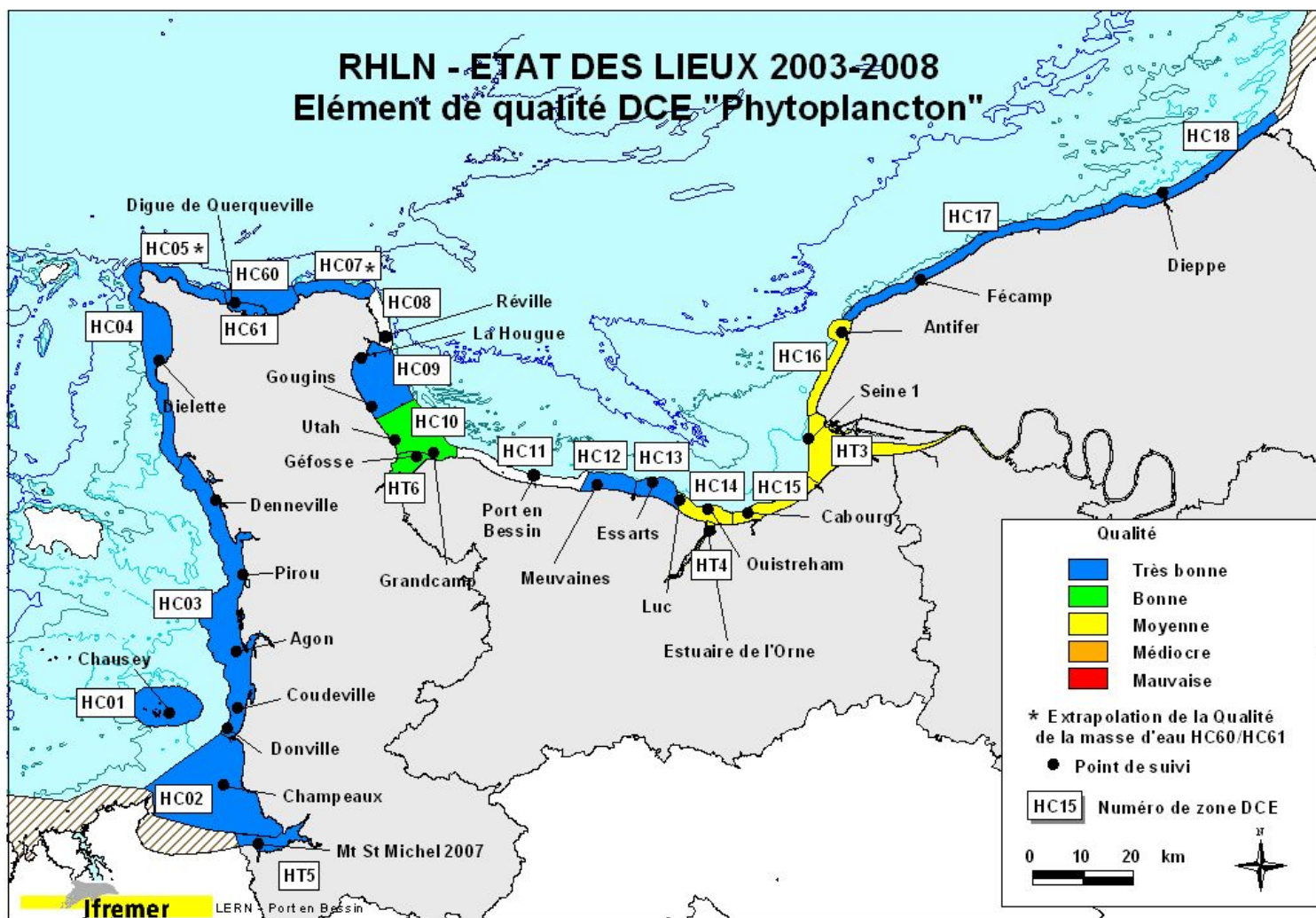
La méthode d'évaluation des éléments de qualité DCE et le mode de synthèse des indicateurs entre eux n'étant pas encore arrêtés à ce jour, l'évaluation du RHLN et celle présentée par la coordination nationale (Soudant et Belin, 2010b) sont complémentaires.

Ces deux évaluations sont en effet concordantes pour les masses d'eau HC01, HC02, HC03, HC04, HC60-HC61, HC13 et HC17 en les classant en « très bon état », et pour les masses d'eau HT06 et HC15 en les classant respectivement en « bon état » et « état moyen », malgré l'utilisation de points différents pour la HC02, HC04, HC60-C61, HC09 et HC17 (Annexe 5).

Seules les évaluations pour les masses d'eau HC14, HT03 et HC16 sont discordantes (Annexe 5). En effet, ce résultat est dû aux modes de synthèse différents (moyenne des EQR vs. plus déclassant) pour les trois masses d'eau, et à l'utilisation de plusieurs points supplémentaires pour la HT03 dans la synthèse nationale.

Globalement, ces deux évaluations confortent l'évaluation en « très bon état » de 9 masses d'eau notamment sur la partie ouest du Cotentin, et confirment l'« état moyen » à « état mauvais » du secteur de l'estuaire de Seine selon l'indicateur.

**Figure 127 : Synthèse de l'élément de Qualité DCE « Phytoplancton » sur les masses d'eau normandes sur la période 2003-2008.**  
 (Valeurs reprises de la colonne "Synthèse Globale 2003-2008" du Tableau 14). Les masses d'eau HC05 et HC07 sont classées par extrapolation du classement de la masse d'eau HC61. Les masses d'eau HC08 et HC11 ne sont pas classées, n'ayant pas été suivies en 2008 (voir § 4.2.4).



Réalisation cartographique : LERN/PB ; Données : IFREMER - SHOM - IGN - AESN - DIREN

## V. Perspectives du RHLN 2009

Suite à la préparation du SDAGE 2009, le suivi effectué par le RHLN a été revu en vue de vérifier s'il permet de répondre à la demande de surveillance DCE. Ainsi, il a été mis en lumière que 2 points supplémentaires devraient être suivis en contrôle opérationnel suite aux résultats obtenus lors de versions antérieures au RHLN : point « Réville 1 mille » (HC08) et « Port-en-Bessin 1 mille » (HC11).

Outre l'addition de ces deux points, le RHLN 2009 suivra la programmation du RHLN pérenne. Les points « Mont St Michel 2007 » de la masse d'eau HT05 et « Estuaire de l'Orne » de la masse d'eau HT04 restent en « contrôle d'enquête » jusqu'à la fin 2009, à l'issue de laquelle la représentativité de ces points pourra être évaluée. La Figure 128 représente la carte du RHLN mis en œuvre en 2009.

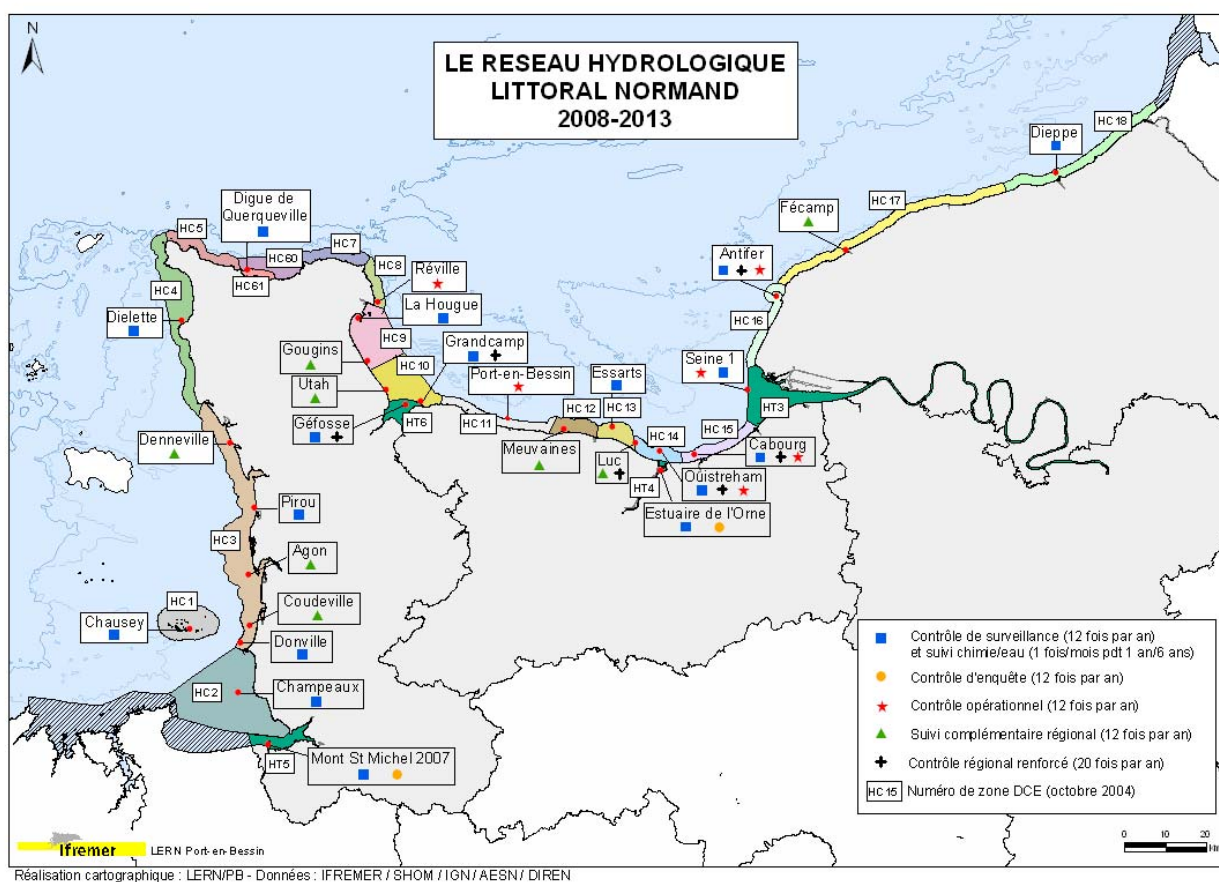


Figure 128 : Localisation des points de suivi du RHLN à partir de 2009, et types de suivi.

Facteur limitant de la croissance phytoplanctonique, la turbidité est un paramètre à prendre en considération dans l'évaluation du degré d'eutrophisation des masses d'eau. Mesuré depuis les prémices du RHLN, ce paramètre n'a encore jamais été réellement exploité. Il fait pourtant l'objet, à la demande du ministère chargé de l'environnement, d'une concertation au sein de l'Ifremer pour proposer une grille de classement. Au même titre que les réflexions proposées dans les précédents rapports RHLN, une étude approfondie sur ce paramètre pourrait être intéressante à mener dans les années à venir.

## VI. Conclusion générale

Le suivi du RHLN réalisé en 2008 est la première année du second plan de suivi, validé à l'aide de ses partenaires financiers (AESN, CRBN) à travers le projet RHLN pérenne.

L'année 2008 serait à retenir comme une année jumelle à 2007, atypique de part les précipitations moyennes supérieures aux normales de la fin de l'hiver et de l'été (supérieures à 2007). Malgré cela, 2008 a été caractérisée par des apports en nutriments modérés, dont les stocks hivernaux ont pu être estimés pour la première fois depuis le début du RHLN, ce réseau couvrant dorénavant les 12 mois de l'année. Un gradient croissant est observable dans l'importance de ces stocks hivernaux le long du littoral normand en direction de la baie de Seine. L'activité phytoplanctonique a, elle aussi, été modérée en 2008, avec des pics de biomasse distincts pendant la période productive, mais dont les moyennes mensuelles restent globalement dans l'ordre de grandeur des médianes interannuelles. Le peuplement phytoplanctonique, comme en 2007, est resté fortement influencé par des espèces côtières, les carences en nutriments ayant encore été très peu observées en 2008.

L'évaluation de qualité des masses d'eau côtières et de transition le long du littoral normand a été mise à jour pour les quatre indicateurs retenus à ce jour par l'Union Européenne et le MEEDDM, mais dont seulement trois ont été partiellement validés à ce jour. La synthèse globale présentée dans ce rapport prend en compte l'indicateur le plus déclassant, en attendant que la méthode de synthèse soit officiellement arrêtée. Cette évaluation a permis de constater que sur les 18 masses d'eau suivies dans le cadre du RHLN 2008, 14 sont classées en « très bon état », la qualité de la masse d'eau HC09 s'étant améliorée, 2 en « bon état », et 5 en « état moyen » (Tableau 14). Le point de la masse d'eau HC61 est représentatif de la masse d'eau HC60, ce qui a permis d'étendre l'évaluation à cette dernière, et d'extrapoler ce classement aux masses d'eau voisines de même écotype (HC05 et HC07). Enfin, les masses d'eau HC08 et HC11 n'ayant pas été suivies en 2008, elles seront réévaluées suite aux résultats du RHLN 2009 où les points correspondants seront suivis. Avec le mode de synthèse actuelle, les indicateurs de chlorophylle-a et Indice d'abondance sont à l'origine des déclassements des masses d'eau, l'indicateur de l'oxygène dissous ne discriminant pas les masses d'eau qui sont systématiquement classées en « très bon état ». L'absence d'hypoxie marquée, y compris au sein des masses d'eau les plus productives où se développent des eaux colorées générant des niveaux de biomasses chlorophylliennes atteignant  $20 \mu\text{g.L}^{-1}$ , s'explique principalement par l'hydrodynamisme marqué des eaux littorales normandes qui empêche la mise en place de stratifications durables et favorise à la fois le brassage sur la colonne d'eau, ainsi que l'exportation de la biomasse phytoplanctonique et des apports terrigènes.

Le suivi de la masse d'eau de transition HT05 réalisé depuis 2007, a permis de mettre en évidence une zone fortement influencée par les apports terrigènes du Couesnon. De plus, l'indicateur de biomasse n'est probablement pas pertinent pour cette masse d'eau. Le point « Mont St Michel 2007 » reste donc en contrôle d'enquête jusqu'à la fin 2009. La pertinence du suivi sur ce point sera alors rediscutée pour envisager son déplacement ou l'arrêt du suivi dans cette masse d'eau. Le « contrôle d'enquête » est aussi maintenu sur le point « Estuaire de l'Orne » (HT04) de façon à pouvoir discuter de la représentativité du point et de la pertinence des paramètres suivis.

Le RHLN 2009 suivra donc 21 des 25 masses d'eau normandes (soit 27 points de suivi), selon le RHLN pérenne défini lors de la synthèse finale du plan 2001-2006 (Le Goff R. *et al.*, 2007).





## 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.

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

Circulaire DE/MAGE/MER07/n°2 du **5 mars 2007**. Circulaire DCE 2007/20 relative à la constitution et la mise en œuvre du programme de surveillance (contrôle de surveillance, contrôles opérationnels, contrôles d'enquête et contrôles additionnels) pour les eaux littorales (eaux de transition et eaux côtières) en application de la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 du Parlement et du Conseil établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau.

Daniel A. et Le Goff R., **2002**. Evaluation de l'état d'eutrophisation des eaux côtières et estuariennes de Basse-Normandie (octobre 2000 – septembre 2001). *RST.DEL/02.02 PB 61p. + Annexes*

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

DYNECO/PELAGOS et DYNECO/VIGIES, **2009**. Evaluation DCE avril 2009 – Elément de qualité : température. *Rapport DYNECO/PELAGOS/09.03 97p.*

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. *RST LERN/05.09 PB. 132p. + Annexes.*

Le Goff R. et Riou P., **2006**. Réseau Hydrologique Littoral Normand – Rapport 2006. *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. *RST LERN/07.14 PB. 127 p. + Annexes.*

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

Nogues L. et Lampert L., **2008**. Réseau Hydrologique Littoral Normand – Rapport 2008 – Suivi de l'année 2007. *RST.LERN/08.09. 124p. + Annexes*

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.*

Soudant D. et Belin C., **2010a**. Evaluation DCE janvier 2010 – Elément de qualité : phytoplancton. *R.INT.DIR/DYNECO/VIGIES/10-03/DS 199p.*

---

Soudant D. et Belin C., **2010b**. Evaluation DCE janvier 2010 – Elément d'expertise - Elément de qualité : phytoplancton – Agence de l'eau : Seine-Normandie. *R.INT.DIR/DYNECO/VIGIES/10-05/DS 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 : Quelques uns des principaux taxons phytoplanctoniques rencontrés.*

*Annexe 4 : Représentation par mois des teneurs moyennes en chlorophylle-a mesurées par les satellites MERIS et MODIS en 2008 en Normandie.*

*Annexe 5 : Comparaison de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » du rapport RHLN 2008 et du rapport d'évaluation national (Soudant et Belin, 2010b).*

# Annexe 1 : Historique des lieux de surveillance du RHLN

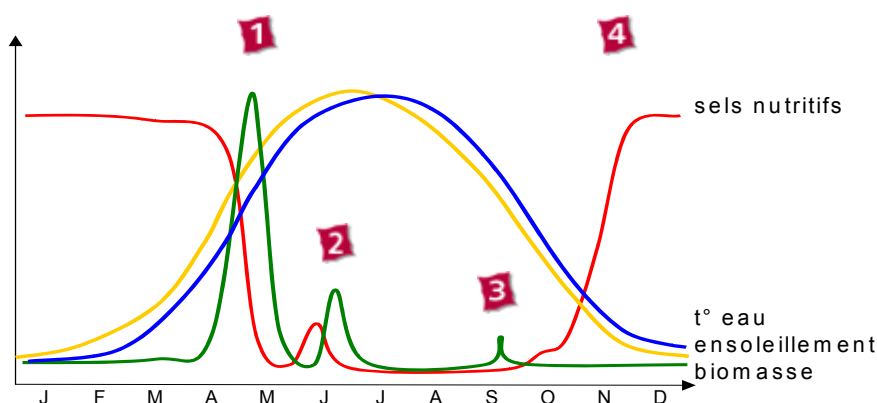
| Masse d'eau | Nom de la masse d'eau                           | Nom du point             | Latitude       | Longitude       | Mnémonique Quadrige <sup>2</sup> | Projet | Type de suivi              | Période de suivi         |
|-------------|---|--------------------------|----------------|-----------------|----------------------------------|--------|----------------------------|--------------------------|
| HT05        | Baie du Mont St Michel - Fond de baie estuarien | Mont St Michel           | 48° 39,1667' N | 001° 45,8667' W | 020-P-003                        | RHLN   | Enquête DCE                | 2006                     |
| HC01        | Chausey   | Chausey                  | 48° 38,0833' N | 001° 30,4667' W | 020-P-053                        | RHLN   | Surveillance DCE           | 2007 - en cours          |
| HC02        | Baie de la Vierge - Centre                      | Chausey                  | 48° 52,7100' N | 001° 46,0800' W | 019-P-001                        | RHLN   | Surveillance DCE           | 2001 - en cours          |
| HC03        | Ouest Cotentin                                  | 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                        | RHLN   | Surveillance DCE           | 2004 - 2006              |
|             |   | Champeaux                | 48° 44,8375' N | 001° 35,6690' W | 020-P-050                        | RHLN   | Surveillance DCE           | 2006 - en cours          |
| HC04        | Cap de Carteret - Cap de la Hague               | Donville                 | 48° 50,5000' N | 001° 37,6700' W | 018-P-054                        | RHLN   | Surveillance DCE           | 2001 - en cours          |
|             |   | Point du Roc             |                |                 |                                  |        |                            |                          |
|             |   | Coudreville 1 mille      | 48° 53,4374' N | 001° 35,6288' W | 018-P-068                        | RHLN   | Régional                   | 2006 - en cours          |
| HC05        | Nord Ouest Cotentin                             | 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          |
| HC06        | Rade de Cherbourg                               | Diellette                | 49° 33,0000' N | 001° 55,1700' W | 017-P-006                        | RHLN   | Surveillance DCE           | 2007 - en cours          |
|             |   | 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          |
| HC07        | Nord Est Cotentin                               | Cap Lévi                 | 49° 41,7200' N | 001° 46,9200' W | 016-P-014                        |        | 2004 - 2005                |                          |
| HC08        | Barfleur  | Rade de Cherbourg        | 49° 41,0100' N | 001° 36,7200' W | 016-P-024                        |        | 2004 - 2006                |                          |
| HC09        | Anse de St Vaast                                | Digue de Querqueville    | 49° 40,3462' N | 001° 39,7674' W | 016-P-025                        | RHLN   | Surveillance DCE           | 2005 - en cours          |
|             |   | Réville 1 mille          | 49° 42,3200' N | 001° 27,2900' W | 016-P-001                        |        |                            | 2004 - 2006              |
|             |   | La Hougue                | 49° 34,6561' N | 001° 16,7480' W | 015-P-029                        | RHLN   | Surveillance DCE           | 2004 - 2006              |
| HC10        | Bate des Veys                                   | Gougins                  | 49° 29,1662' N | 001° 14,4982' W | 015-P-031                        | RHLN   | Régional                   | 2003 - en cours          |
|             |   | Utah                     | 49° 25,3562' N | 001° 10,2884' W | 014-P-024                        | RHLN   | Régional                   | 2006 - en cours          |
|             |   | St Germain de Varreville | 49° 27,1600' N | 001° 12,5000' W | 014-P-017                        |        |                            | 2001 - 2005              |
| HT06        | Baie des Veys - Estuaire                        | Roches de Grandcamp      | 49° 23,7200' N | 001° 02,8300' W | 014-P-001                        | RHLN   | Surveillance DCE renforcée | 2001 - en cours          |
| HC11        | Côte de Nacre Ouest                             | Géfosse                  | 49° 23,4700' N | 001° 06,5600' W | 014-P-023                        | RHLN   | Surveillance DCE renforcée | 2002 - en cours          |
| HC12        | Côte de Nacre Est                               | Port-en-Bessin 1 mille   | 49° 21,5900' N | 000° 46,0300' W | 013-P-006                        |        |                            | 2004 - 2006              |
| HC13        | Baie de Caen                                    | Asnelles - Meuvaines     | 49° 21,0800' N | 000° 34,2100' W | 012-P-013                        | RHLN   | Régional                   | 2004 - en cours          |
| HC14        | Estuaire de l'Orne                              | St Aubin les Essarts     | 49° 21,9100' N | 000° 23,2600' W | 012-P-005                        | RHLN   | Surveillance DCE           | 2004 - en cours          |
| HT04        | Côte fleurie                                    | Luc 1 mille              | 49° 19,6100' N | 000° 19,6700' W | 010-P-187                        | RHLN   | Régional renforcé          | 2001 - en cours          |
| HT05        | Estuaire de Seine - Amont                       | Ouistreham 1 mille       | 49° 18,7100' N | 000° 14,4900' W | 010-P-102                        | RHLN   | Surveillance DCE renforcée | 2001 - en cours          |
| HT02        | Estuaire de Seine - Central                     | Estuaire de l'Orne       | 49° 16,7667' N | 000° 13,6833' W | 010-P-110                        | RHLN   | Enquête DCE                | 2007 - en cours          |
| HT03        | Estuaire de Seine - Aval                        | Cabourg                  | 49° 17,9600' N | 000° 06,9400' W | 010-P-109                        | RHLN   | Surveillance DCE renforcée | 2001 - en cours          |
| HT07        | Risle estuarienne                               | Bouée Carosse            | 49° 29,1100' N | 000° 01,6000' E | 010-P-052                        | RHLN   |                            | 2002 - 2004, 2006 - 2007 |
| HC16        | Le Havre - Antifer                              | Seine 1                  | 49° 28,7500' N | 000° 03,2167' E | 011-P-010                        | RHLN   | Surveillance DCE           | 2008 - en cours          |
| HC17        | Pays de Caux Sud                                | Antifer ponton pétrolier | 49° 40,0000' N | 000° 07,9800' E | 010-P-001                        | RHLN   | Surveillance DCE renforcée | 2001 - en cours          |
| HC18        | Pays de Caux Nord                               | Fécamp 1 mille           | 49° 45,9946' N | 000° 21,8903' E | 009-P-023                        | RHLN   | Régional                   | 2006 - en cours          |
|             |   | Dieppe 1 mille           | 49° 54,0000' N | 000° 52,0000' E | 009-P-001                        | RHLN   |                            | 2004 - 2005              |

Surveillance dans le cadre du suiv "eaux douces"

Lieux de surveillance non actifs

## Annexe 2 : Rappel sur les types de cycles biogéochimiques

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



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

La dégénérescence du phytoplancton produit au cours de ce premier bloom, et sa dégradation par des bactéries, sont à l'origine d'une régénération des nutriments. Cette régénération à laquelle s'ajoutent les apports ponctuels des rivières permettent l'établissement d'un second bloom phytoplanctonique, généralement en juillet (en juin **2** sur la Figure ci-dessus). Ce second bloom est en général moins intense que le premier bloom printanier<sup>8</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 fleuves côtiers<sup>9</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).

<sup>8</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>9</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.







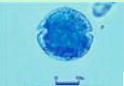


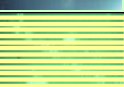



Les ***cycles « perturbés »*** ou ***« atypiques »*** sont généralement la conséquence d'apports terrigènes importants tout au long de la période productive, apports qui rechargent le milieu en nutriments. Cet enrichissement permanent du milieu favorise la croissance permanente du phytoplancton et le développement de blooms tout au long de la période productive. Les niveaux de biomasses mesurés sont alors en moyenne supérieurs à 20  $\mu\text{g.L}^{-1}$  de chlorophylle-a et peuvent atteindre, comme cela a été le cas sur Antifer et Cabourg, jusqu'à 70  $\mu\text{g.L}^{-1}$  (avec des salinités restant supérieures à 32-33, *i.e.* dans des eaux « marines »).

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

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

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

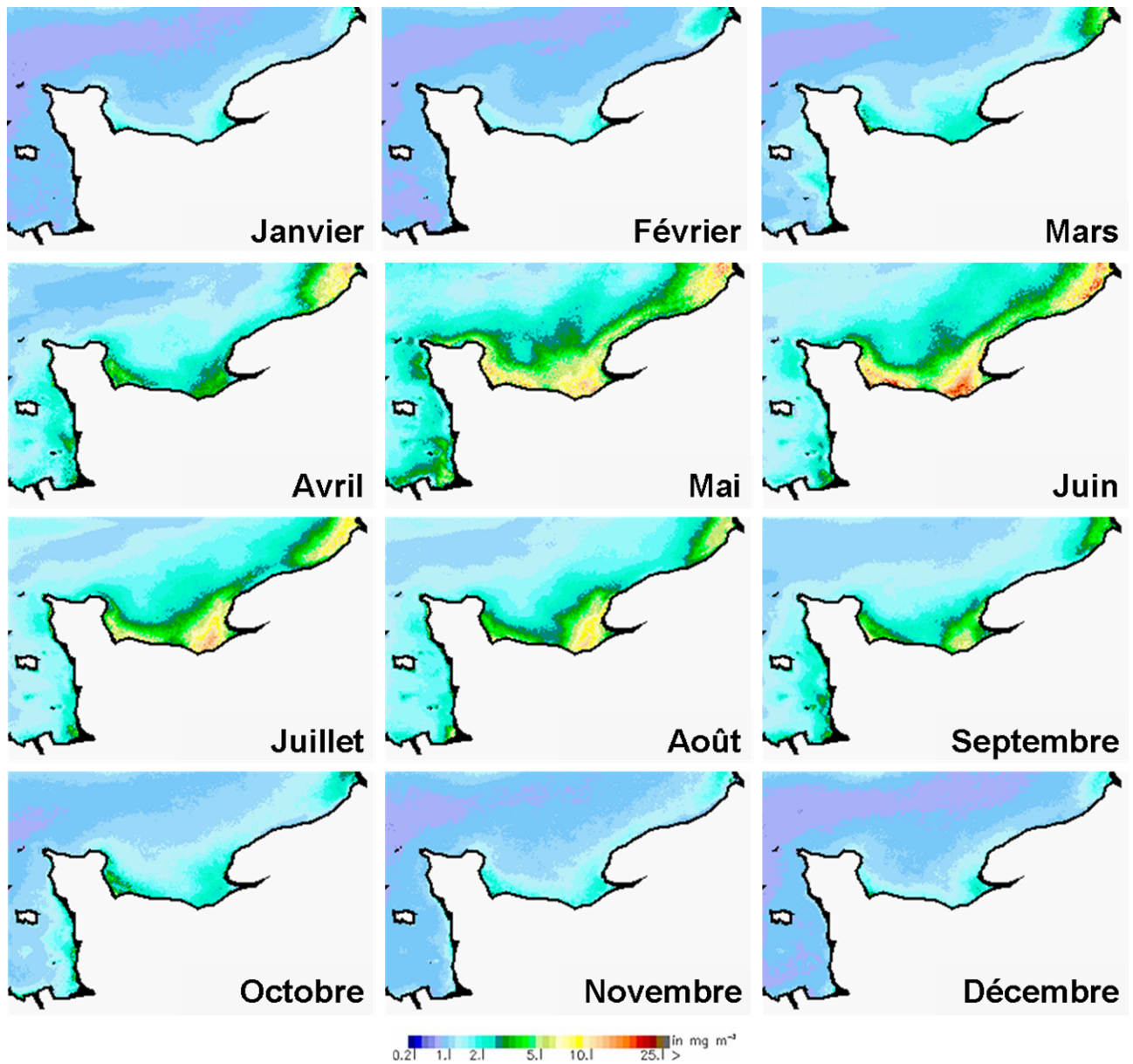
## Annexe 3 : Quelques uns des principaux taxons phytoplanctoniques rencontrés en Manche

| Abbréviation taxons   | Libellé taxon   | Classe taxon    | Type de milieu |             | Saisonnalité                        | Effet toxique ou nuisible  | Conditions particulières      | Illustration  |
|---|---|-----------------|----------------|-------------|-------------------------------------|--|-------------------------------|---|
| <b>ALEX</b><br><b>ALEXMIN</b>   | <i>Alexandrium</i> sp.<br><i>Alexandrium minutum</i>  | Dinoflagellé    | Marin          | Eutrophe    | Printemps-Eté (Juin-Juillet)        | Toxicité (PSP)<br>Eaux colorées "rouges"   | Stratification                |    |
| <b>ASTEGLA</b>  | <i>Asterionella glacialis</i><br>= <i>A. japonica</i>   | Diatomée        | Marin          | Eutrophe    | Printemps-Eté (Mai-Juin)            |  |                               |    |
| <b>CHAE</b><br><b>CHAESOC</b>   | <i>Chaetoceros</i> sp.<br><i>Chaetoceros socialis</i>   | Diatomée        | Estuarien      | Eutrophe    | Printemps-Eté (Avril-Sept)          | Nuisance potentielle (colmatage branchies, ...)  |                               |    |
| <b>CLCRYPT</b>  | Classe Cryptophyceae  | Nanoflagellé    | Marin          | Eutrophe    | Printemps-Eté (Mars-Sept)           | Nuisance potentielle   | Stratification                |    |
| <b>CLEUGLE</b>  | Classe Euglenophyceae   | Dinoflagellé    | Estuarien      | Eutrophe    | Hiver, Automne (Fév-Mars, Sept)     |  | Eaux douces<br>Stratification |    |
| <b>DINO</b>   | <i>Dinophysis</i> sp.   | Dinoflagellé    | Marin          | Oligotrophe | Ete-Automne (Juin-Sept)             | Toxicité (DSP)   | Stratification                |    |
| <b>GYMN</b><br><b>GYMNO</b><br><b>GYMNAG</b>  | <i>Gymnodinium</i> sp.<br><i>Lepidodinium chlorophorum</i><br><i>Gymnodinium nagasakiense</i>   | Dinoflagellé    | Marin          | Oligotrophe | Printemps-automne (Juil-Août)       | Eau colorée verte "fluo" non toxique mais nuisible (anoxies, colmatage)<br>Préférence NH4 pour GYMNO | Stratification                |    |
| <b>LEPT</b>   | <i>Leptocylindrus</i> sp.   | Diatomée        | Marin          | Eutrophe    | Eté (Juin-Août)                     | Potentielle nuisance   |                               |   |
| <b>PHAE</b>   | <i>Phaeocystis</i>  | Prymnésiophycée | Semi-ouvert    | Dystrophe   | Printemps, Automne (Mai-Juin, Sept) | Nuisible (mucus, anoxie)   | Déséquilibre Si/N             |  |
| <b>PSNZ</b>   | <i>Pseudo-Nitzschia</i> sp.   | Diatomée        | Marin          | Eutrophe    | Printemps-Eté (Mai-Juillet)         | Toxicité (ASP)   |                               |  |
| <b>RHIZ</b><br><b>RHIZDEL</b><br><b>RHIZFRA</b><br><b>RHIZIMB</b><br><b>RHIZSTO</b> | <i>Rhizosolenia</i> sp.<br><i>Rhizosolenia delicatula</i><br><i>Rhizosolenia fragilissima</i><br><i>Rhizosolenia imbricata</i><br><i>Rhizosolenia stolterfothii</i> | Diatomée        | Marin          | Oligotrophe | Printemps-Eté (Mai-Août)            |  | Stratification                |  |
| <b>SKELCOS</b>  | <i>Skeletonema costatum</i>   | Diatomée        | Marin          | Eutrophe    | Automne-Hiver (Déc-Fév)             |  |                               |  |
| <b>THAL</b><br><b>THALROT</b>   | <i>Thalassiosira</i> sp.<br><i>Thalassiosira rotula</i>   | Diatomée        | Marin          | Eutrophe    | Printemps (Fév-Avr)                 | Quelques espèces potentiellement nuisibles (colmatage branchies ...)                                 |                               |  |



## Annexe 4

**Représentation par mois des teneurs moyennes en chlorophylle-a mesurées par les satellites MERIS et MODIS en 2008 en Normandie.**



## Annexe 5

### Comparaison de l'évaluation de l'élément de qualité « Phytoplancton » du rapport RHLN 2008 et du rapport d'évaluation nationale (Soudant et Belin, 2010b).

| Masse d'eau | Evaluation RHLN 2008         |                                 |   |           | Evaluation Soudant et Belin (2010b) |         |             |  | Comparaison |  |
|-------------|------------------------------|---------------------------------|---|-----------|-------------------------------------|---------|-------------|--|-------------|--|
|             | Suivi                        | Points                          | Programme   | Abondance | Composition                         | Globale | Concordance | Élément de désaccord   |             |  |
| HC01        | Surv. DCE                    | Chausey                         | RHLN  | 2,2       | 3,6                                 |         | OUI         |  |             |  |
| HT05        | Enquête                      | Mont St Michel 2007             | ---   | ---       | ---                                 |         |             |  |             |  |
| HC02        | Surv. DCE                    | Champeaux                       | Surv. DCE Champeaux<br>Suppl. Hacqueville 1 mille<br>Surv. DCE Donville | 3,7       | 16,7                                |         | OUI         | Malgré l'utilisation d'un point supplémentaire non actif   |             |  |
| HC03        | Surv. DCE                    | Donville                        | ---   | 4,3       | 2,9                                 |         | OUI         |  |             |  |
|             | Surv. DCE                    | Pointe Agon Sud                 | ---   |           |                                     |         |             |  |             |  |
|             | Surv. DCE                    | Pirou Bergerie Sud              | RHLN  |           |                                     |         |             |  |             |  |
|             | Surv. DCE                    | Denneville                      | ---   |           |                                     |         |             |  |             |  |
| HC04        | Surv. DCE                    | Dilette                         | RHLN  | 1,7       | 6,9                                 |         | OUI         | Malgré l'utilisation d'un point supplémentaire   |             |  |
|             | COGEMA                       | Jobourg                         | ---   |           |                                     |         |             |  |             |  |
|             | COGEMA                       | Barneville                      | ---   |           |                                     |         |             |  |             |  |
| HC05        | ---                          | ---                             | Suppl. Flamanville référence 11 IGAPEL                                  | ---       | ---                                 |         |             |  |             |  |
| HC06        | ---                          | ---                             | Suppl. Rade de Cherbourg  | 2,1       | 3,7                                 |         | OUI         | Malgré l'utilisation d'un point supplémentaire non actif   |             |  |
| HC61        | Surv. DCE                    | Digue de Querqueville           | RHLN  |           | 0                                   |         | OUI         |  |             |  |
| HC07        | ---                          | ---                             | ---   | ---       | ---                                 |         |             |  |             |  |
| HC08        | ---                          | ---                             | ---   | ---       | ---                                 |         |             |  |             |  |
| HC09        | Surv. DCE Régional           | La Hougue Gougins               | RHLN  | 3,5       | 17,9                                |         | OUI         | Malgré l'utilisation d'un point supplémentaire non actif   |             |  |
| HC10        | Surv. DCE Régional           | Roches de Grandcamp Utah        | ---   |           |                                     |         |             |  |             |  |
| HT06        | Surv. DCE                    | Géfosse                         | RHLN  | 9,2       | 26,3                                |         | OUI         |  |             |  |
| HC11        | ---                          | ---                             | ---   | ---       | 3,5                                 |         |             |  |             |  |
| HC12        | Régional                     | Asnelles-Meuaines               | ---   | ---       | ---                                 |         |             |  |             |  |
| HC13        | Surv. DCE                    | St Aubin les Essarts            | RHLN  | 4,7       | 17,9                                |         | OUI         |  |             |  |
| HC14        | Surv. DCE & Opérat. Régional | Ouistreham 10 mille Luc 1 mille | RHLN<br>RHLN  | 13,9      | 39,3                                |         | NON         | Mode de synthèse des indicateurs différent   |             |  |
| HT04        | Enquête                      | Estuaire de l'Orne              | ---   | ---       | ---                                 |         |             |  |             |  |
| HC15        | Surv. DCE & Opérat.          | Cabourg                         | RHLN  | 14,3      | 41,7                                |         | OUI         |  |             |  |
|             | Surv. DCE & Opérat.          | Seine 1                         | RHLN  |           | 9,7                                 |         |             |  |             |  |
|             | ---                          | ---                             | Suppl. Bouée Carosse  |           |                                     |         |             | Beaucoup plus de points utilisés pour la synthèse nationale (⇔ indicateur biomasse en "état médiocre" et indicateur abondance en "état bon") non actifs, et mode de synthèse des indicateurs différent |             |  |
| HT03        | ---                          | ---                             | Suppl. Seine 2  | 27,5      | 27,6                                |         | NON         |  |             |  |
|             | ---                          | ---                             | Suppl. Seine 4  |           |                                     |         |             |  |             |  |
|             | ---                          | ---                             | Suppl. Seine 5  |           |                                     |         |             |  |             |  |
|             | ---                          | ---                             | Suppl. Honfleur - bouée 20  |           |                                     |         |             |  |             |  |
|             | ---                          | ---                             | Suppl. Le Ratier (b)  |           |                                     |         |             |  |             |  |
|             | ---                          | ---                             | Suppl. Seine 25   |           |                                     |         |             |  |             |  |
|             | ---                          | ---                             | Suppl. Seine 44   |           |                                     |         |             |  |             |  |
| HC16        | Surv. DCE & Opérat. Régional | Antifer Ponton Pétrolier        | RHLN & REPHY  | 12        | 27,1                                |         | NON         | Mode de synthèse des indicateurs différent   |             |  |
|             | ---                          | ---                             | Suppl. Fécamp 1 mille   |           |                                     |         |             |  |             |  |
| HC17        | ---                          | ---                             | Suppl. Fécamp digue   | 3,9       | 8,3                                 |         | OUI         | Malgré l'utilisation de trois points supplémentaires, dont un non actif (Fécamp digue)   |             |  |
|             | ---                          | ---                             | Suppl. Dieppe 1 mille   |           |                                     |         |             |  |             |  |
| HC18        | Surv. DCE                    | Dieppe 1 mille                  | IGAPEL  |           | 0                                   |         |             |  |             |  |

# GLOSSAIRE

*Glossaire océanographique extrait de :*

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

## **ANOXIE (ANOXIQUE)**

Absence d'oxygène gazeux dissous.

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

## **ANTHROPIQUE**

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

## **AZOTE**

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

Les composés inorganiques sont principalement présents aux degrés d'oxydation -3 ( $\text{NH}_4^+$ ), +3 ( $\text{NO}_2^-$ ) et +5 ( $\text{NO}_3^-$ ). Les nitrates représentent la forme la plus stable en milieu aérobie et atteignent 65% du stock total d'azote organique et inorganique dissous de l'océan mondial.

## **BIOMASSE**

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

## **BLOOM (PHYTOPLANCTONIQUE)**

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

SYN : Floraison phytoplanctonique

## **COURANT RESIDUEL DE MAREE**

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

## **DIATOMEES**

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

## **DINOFLAGELLES**

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

## DYSTROPHIE

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

## EUTROPHE

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

ANT. : Oligotrophe

## EUTROPHISATION

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

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

## MIXOTROPHIE

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

## OLIGOTROPHE

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

ANT. : Eutrophe

## PHOSPHORE

Les composés du phosphore en milieu marin existent sous forme inorganique (« phosphates ») ou organique au degré d'oxydation +5. Le terme « phosphate » tel qu'il est utilisé en océanographie désigne la somme ( $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^{2-} + \text{PO}_4^{3-}$ ) 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.